



NPO 法人自然環境定量評価研究会 設立25周年記念誌

曾 根 干 潟

測り・学び・伝える

—泥んこ研究者たちの記録—



2026年3月

NPO 法人 自然環境定量評価研究会

NPO 法人自然環境定量評価研究会 設立 25 周年記念誌

曾 根 干 潟

測り・学び・伝える

—泥んこ研究者たちの記録—

2026 年 3 月

NPO 法人自然環境定量評価研究会

はじめに

NPO 法人自然環境定量評価研究会(以降、定量研)は、NPO 法人の認証を得る前は「生物及び自然環境定量評価研究会」との名称で、北九州市いのちのたび博物館初代館長であられた小野勇一九州大学名誉教授を中心に福岡県内の産、学、官、民の有志が集り結成された。この集まりは、都市の発展と自然環境の保護・保全を目指すためには、都市環境と自然環境を定量的に評価する必要があるとの認識から、そのための評価手法を開発するためには、産官学の垣根を越えた集まりが必要であるとの理念により、1999(平成 11)年設立された。よって、この研究会の目的は、都市環境と自然環境の調査・分析を行い、それらの定量評価手法と保全計画手法を科学的に示すことにより、自然と調和した都市の実現を目指すことである。

本研究会の活動は、1996(平成 9)年 6 月に公布され 1999(平成 11)年 6 月に完全施行された環境影響評価法(別名 アセスメント法)により、「生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全」のための対策が義務づけられたことにより、動物・植物・生態系の予測・評価に関して、従来の定性的手法から定量的手法への転換が求められることに起因した。よって、生物環境の定量評価にかかる技術の確立とその技術を使えこなせる人材育成をも本研究会の目的とした。

設立当初から、100 万都市北九州市に位置する曾根干潟をフィールドとして調査・研究を行ってきた。2000(平成 12)年から公益財団法人 河川財団の河川管理事業団助成対象事業として 3 年間助成を受けて、RC(radio-controlled)ヘリコプターによる干潟写真撮影調査の有用性に関する研究として干潟底生動物分布把握手法等を開発した。さらに、2007(平成 19)年には同じ助成事業として、河口干潟生態系の評価・モニタリングに有効な指標生物抽出技術および群集比較法等の開発を行った。

2012(平成 24)年からここ 10 年間は、(株)エヌエスウインドパワーひびきの「みなとや海辺の活動支援」という助成を受けて、曾根干潟に生息しているカブトガニやオサガニ、ウミニナ、ヘナタリガイなどの絶滅危惧種や貴重種に関する調査研究を行い、30 種以上の絶滅危惧種を確認している。この間、研究会は、2017(平成 29)年に NPO 法人の認証を得た。

これらの活動で得られた経験と知見を一般市民へ分かりやすく説明することにより、曾根干潟の自然環境を保護・保全するための啓発活動を 2016(平成 28)年から始めている。北九州市港湾空港局の「みなとや海辺の親しみ創出事業」および 2019(令和元)年からは一般財団法人みなと総合研究財団の「未来のみなとづくり助成(港・海辺活動)」という助成を受け、市民を対象とした曾根干潟の生きもの観察会を開催している。

このように、設立当初より一貫して曾根干潟の自然環境と社会環境を調査・研究してきた。2024 年に設立 25 周年を迎えることから、今まで得られた知見や開発した手法等をまとめて、今後の調査・研究の糧にするとともに、曾根干潟の自然環境や社会環境を 1 人でも多くの人に理解してもらおう一助になることを望んで本書を編纂した。

NPO 法人 自然環境定量評価研究会

会長 小島 治幸

目次

はじめに	1
1. 曾根干潟とは	5
1.1 曾根干潟の位置と概要	5
1.2 干潟の生き物	6
1.3 まとめ	6
2. 干拓・埋立の歴史	9
2.1 旧海岸線の位置	9
2.2 戦前までの干拓史	9
2.3 戦後の干拓・埋立等	15
2.4 まとめ	19
3. 曾根干潟周辺の環境	22
3.1 気象	22
3.2 土地利用と人口の変遷	22
3.3 流入河川および後背湿地	24
3.4 まとめ	25
4. 物理・化学的な環境	27
4.1 干潟地形	27
4.2 潮汐・潮流・波浪	30
4.3 水質	36
4.4 底質	53
4.5 干潟の地中温	70
5. 干潟および周辺を利用する生物	78
5.1 生物相	78
5.2 主な生物の分布と生息量	91
6. 干潟生態系とその機能	121
6.1 底生生物の生息環境とその変化要因	121
6.2 鳥類の採餌・休息場としての干潟の役割	135
6.3 カブトガニ	157
6.4 大野川河口ヨシ原の環境と生物	164
6.5 干潟の浄化機能	174
7. 人との関わり	183
7.1 水産業	183
7.2 レクリエーション	190
7.3 自然保護団体・活動等	191
7.4 マイクロプラスチック	196
8. 最新技術を用いた調査・研究活動	203
8.1 航空写真による干潟底質性状の面的把握	203
8.2 ヤマトオサガニ等大型底生生物の定量評価	208
8.3 環境DNAによる干潟生物の定量・定性評価	225
9. 曾根干潟に関連する調査・研究活動および資料	232
附表・付図	243
おわりに	263

1. 曾根干潟とは

1.1 曾根干潟の位置と概要

福岡県北九州市小倉南区にある曾根干潟(図 1.1.1)は、南北方向の延長が約 3km, 干出距離(東西方向)が約 1.7km, 最大干出面積が約 517ha の前浜干潟であり^{1),2)}、北九州市内に存在する干潟の中で最大である。沖合約 6km には 2006(平成 18)年 3 月に開港した北九州空港³⁾の人工島が位置している。また、干潟の南側では苅田港の整備に伴う新松山地区の埋立が施工中である。干潟の背後地には住宅地、水田、草地等が広がっており、北から順に竹馬川、大野川、貫川、朽網川が流入している。平均大潮時における潮位差は約 3.69m であり⁴⁾、高波浪の波は東から東北東方向が卓越しており、30 年確率波としては波高 2.6m, 周期 7.6 秒である⁵⁾。

近年、曾根干潟周辺の海域において、大規模な人工構造物が建造されている。図 1.1.1 を参照して主要な建造物を示すと、1980(昭和 55)年頃から干潟の北側で北九州港新門司地区(新門司港)において大規模な埋立と港湾整備が始まり、南側では苅田港が 1951(昭和 26)年に重要港湾に指定されてから大規模な港湾整備が始まった⁶⁾。苅田港では継続して沖合に展開され、1991(平成 3)年に新松山の埋立事業が認可され、2015(平成 27)年に埋立が完了し、新松山臨海工業団地(I 工区)として分譲が開始された⁶⁾。一方、関門航路と新門司港の航路維持のために浚渫された土砂の処分場として 1977(昭和 52)年度から曾根干潟沖合約 6km に苅田沖土砂処分場の人工島が着工した⁷⁾。その後、新門司沖土砂処分場として延長され、1998(平成 10)年度に外周護岸が完成して⁸⁾、現在の形状(延長約 4km, 幅約 1km)になっている。これらの土砂処分場は、新北九州空港として土地利用され 2006(平成 18)年 3 月 16 日に開港している³⁾。

これら大規模構造物建造により周辺の自然環境がどのような影響を受けるかを調査するために環境モニタリングが、これら事業開始とともに国土交通省により行われている⁹⁾。また、北九州市をはじめとして他の機関でも水質や底質、底生生物など様々な調査が多数実施さ



図 1.1.1 対象地域の位置と周辺の大規模構造物の建造

れ¹⁰⁾⁻¹²⁾、多くのデータが蓄積されてきた。これらのデータを用いて人工島周辺海域や曾根干潟の自然環境に関していくつかの研究¹³⁾⁻¹⁷⁾が行われてきた。

また、旧北九州空港の跡地には、曾根臨海公園として多目的グラウンドの整備と、恵まれた自然環境を活かした環境学習の場としての整備が進められている¹⁸⁾。なお、2021(令和 3)年 4 月 29 日からは施設の一部供用を開始している¹⁹⁾。

曾根干潟は、環境省により生物多様性の観点から重要度の高い湿地として 2001 年の「日本の重要湿地 500」に²⁰⁾、その見直し版の 2016 年の「重要湿地」に選定されている²¹⁾。また、環境省により「シギ・チドリ類の「モニタリングサイト 1000」(長期生態観測地点)の一つに 2006 年に選定されている²²⁾。

1.2 干潟の生き物

1.2.1 野鳥

曾根干潟は朝鮮半島や中国に近く、九州と本州の接点にあたるため渡り鳥たちの十字路として重要な湿地となっている²³⁾。これまでの調査によると、曾根干潟では191種類の野鳥が確認されており(第5章1節「生物相」参照)、秋・冬にはカモ類、シギ類、カモメ類など5,000羽を超える野鳥が飛来する²⁴⁾。

また、曾根干潟は環境省レッドリスト2020および福岡県レッドデータブック2011で絶滅危惧II類(VU)とされているズグロカモメ *Larus saundersi*^{25),26)}(写真1.2.1)の国内有数の越冬地で300~350羽が飛来する²⁶⁾。



写真 1.2.1 ズグロカモメ



写真 1.2.2 カブトガニの幼生

1.2.2 その他の生き物

(1) 底生生物

曾根干潟では、これまで354種類の底生生物が確認されている(第5章1節「生物相」参照)。最も数が多いのはゴカイ類などの環形動物で、エビ類やカニ類などの甲殻類も多く見られる^{2),4)}。

絶滅危惧種としては、環境省レッドリスト2020²⁵⁾で絶滅危惧I類(CR+EN)に選定されているカブトガニ *Tachypleus tridentatus*(写真1.2.2)やシマヘナタリ *Cerithidea tonkiniana*(写真1.2.3)、絶滅危惧II類(VU)のハクセンシオマネキ *Austruca lactea*などが確認されている⁴⁾。



写真 1.2.3 シマヘナタリ

(2) 魚類

曾根干潟では、1995年度に4季の調査を通して合計55種類の魚類が確認されている^{27),28)}。時期的には冬季に比べ夏季のほうが出現種類数、出現個体数ともに多くなっている²⁸⁾。エリア別にみると干潟域では、海域に比べて種類数は少ないものの個体数は多く、スズキ、ボラなどの幼魚が多く見られる²⁸⁾。絶滅危惧種としては、環境省レッドリスト2020²⁵⁾で絶滅危惧IA類(CR)のアオギス *Sillago parvisquamis* が干潟や干潮線付近で採取されている^{4),27),28)}。

魚卵は、同年度4季の調査を通して6種類が確認されている⁴⁾。種類数、個体数ともに冬季よりも夏季に、干潟域よりも海域で多く確認されている^{4),27),28)}。

稚仔魚は、同年度4季の調査を通して47種類が確認されており、種類数、個体数ともに冬季よりも夏季に多くみられている⁴⁾。また、干潟域は海域に比べて種類数は少ないものの、個体数は多く確認されている⁴⁾。

1.3 まとめ

曾根干潟は、干出面積が約517haあり、北九州市内に存在する干潟の中では最大である。

近年、曾根干潟周辺海域では新門司港、荻田港、新北九州空港などの建造が行われ、国土交通省や北九州市により環境モニタリングが行われている。

また、曾根干潟は生物の生息地として重要な湿地であり、環境省の「日本の重要湿地500」に選定されている。ここでは、ズグロカモメ、カブトガニ、シマヘナタリ、ハクセンシオマネキ、アオギスなど希少な生物をはじめ数多くの生物が確認されている。

(伊藤)

参考文献

- 1) 環境庁 自然保護局, (財)海中公園センター: 第 4 回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書(干潟,藻場,サンゴ礁調査) 第 1 巻 干潟,1994.3.
- 2) (財)九州環境管理協会:平成 10 年度曾根干潟保全・利用計画策定検討調査業務報告書(平成 11 年 3 月), 1999.3.
- 3) 福岡県:北九州空港について, 北九州空港, 空港, 交通基盤, 環境・まちづくり・県土づくり.
<https://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/sinnkitakyuusyuuukuukou.html> (参照 2024 年 3 月 25 日)
- 4) 北九州市経済局, 財団法人九州環境管理協会 : 曾根漁港海域環境調査委託報告書(平成 8 年 3 月), 1996.
- 5) 北九州市役所:曾根漁港道路②詳細設計業務委託(25), 設計概要書(平成 26 年 3 月), 2014.
- 6) 福岡県苅田港務所:重要港湾 苅田港要覧, 令和 3 年版, 2021.
https://www.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/life/626035_61197897_misc.pdf (参照 2024 年 3 月 25 日)
- 7) 北九州空港利用促進協議会:北九州空港のあゆみ.
<https://www.kitakyu-air.jp/pdf/ayumi.pdf>(参照 2024 年 3 月 25 日)
- 8) 正岡孝, 丹生清輝:新北九州空港, Airport review 113 号, pp. 90-94, 2000.
- 9) 国土交通省九州地方整備局北九州港湾・空港整備事務所:新門司沖土砂処分場(Ⅱ期)公有水面埋立事業 環境監視結果報告書.
https://www.pa.qsr.mlit.go.jp/kitakyusyu/topics/kansi_houkokusho.html (参照 2024 年 3 月 25 日)
- 10) 北九州市:曾根干潟環境調査結果.
<https://www.city.kitakyushu.lg.jp/kankyuu/00600337.html> (参照 2024 年 3 月 25 日)
- 11) 日本野鳥の会北九州支部:探鳥会年間予定.
<https://wildbirdkitaq.wixsite.com/website> (参照 2024 年 3 月 25 日)
- 12) 日本カブトガニを守る会福岡支部:団体概要.
<https://blueshipjapan.com/crew/sonchigata/> (参照 2024 年 3 月 25 日)
- 13) 原喜則, 小島治幸, 鄺曙光, 江崎政文, 清水敬司, 久富孝司:曾根干潟の自然環境特性に関する研究, 海洋開発論文集, Vol. 22, pp.613-618, 2006.
- 14) 原喜則, 小島治幸, 鄺曙光, 伊藤陽, 西岡晃, 高比良光治:曾根干潟におけるカブトガニ幼生と底質特性に関する一考察, 海洋開発論文集, Vol.24, pp.729-734, 2008.
- 15) 原喜則, 小島治幸, 鄺曙光:北九州空港島周辺の沿岸環境データベース(GIS)を用いた環境変化に関する一考察, 九州共立大学総合研究所紀要, 第 1 号, pp.79-84, 2008.
- 16) 原喜則, 小島治幸, 鄺曙光:北九州空港島周辺の沿岸環境データベースを用いた自然環境評価に関する一考察, 日本沿岸域学会論文集, Vol.21, No.4, pp.59-68, 2009.
- 17) 小島治幸, 原喜則, 平山直樹, 清水敬司:北九州空港島周辺海域と曾根干潟における自然環境特性, 九州共立大学総合研究所紀要, 第 10 号, pp.75-84, 2017.
- 18) 第 65 回都市計画審議会:議題第 289 号, 北九州都市計画公園の変更, 2016.
<https://www.city.kitakyushu.lg.jp/files/000746252.pdf> (参照 2024 年 3 月 25 日)
- 19) 北九州市建設局道路建設課, 市道湯川飛行場線の供用開始について, 2021.
<https://www.city.kitakyushu.lg.jp/files/000927424.pdf> (参照 2024 年 3 月 25 日)
- 20) 環境省:重要湿地の選定(とりまとめ結果)について, 2001 年 12 月 27 日報道発表資料 資料 1 重要湿地リスト(詳細).
<https://www.env.go.jp/houdou/gazou/3068/3168/1225.pdf> (参照 2024 年 3 月 25 日)
- 21) 環境省:「重要湿地」 No.448 曾根干潟, 生物多様性の観点から重要度の高い湿地日本の重要湿地.

- https://www.env.go.jp/nature/important_wetland/wetland/w448.html (参照 2024 年 3 月 25 日)
- 22) 環境省生物多様性センター: モニタリングサイト 1000 福岡県サイトリスト.
https://www.biodic.go.jp/moni1000/site_list_fukuoka_map.html#fo338213097 (参照 2024 年 3 月 25 日)
- 23) 岡田 徹: 渡りの十字路・北九州, 北九州市の野鳥たち(林 宏監修), 北九州市企画局企画課, (財)北九州都市協会, pp.40-41, 1994.8.
- 24) 環境テクノス(株): 令和 3 年度曾根干潟環境調査(鳥類調査)業務委託報告書(令和 4 年 3 月), 北九州市, 2021.
- 25) 環境省: 環境省レッドリスト 2020 の公表について, 2020 年 3 月 27 日報道発表資料 別添資料 3 環境省レッドリスト 2020.
<https://www.env.go.jp/content/900515981.pdf> (参照 2024 年 3 月 25 日)
- 26) 福岡県環境部自然環境課: 福岡県の希少野生生物 福岡県レッドデータブック 2011-植物群落・植物・哺乳類・鳥類-, p.221, 2011.11.
- 27) 北九州市: 曾根干潟環境調査 平成 7 年度調査結果概要 平成 8 年 11 月, pp.24-25, 1996.11.
- 28) 北九州市: 曾根干潟環境調査(平成 7 年度~17 年度)結果 平成 18 年 3 月, p.47, 2006.3.

2. 干拓・埋立の歴史

曾根干拓の歴史に関して纏まった情報を得られるのは、次の資料である。

- ・小倉市曾根干拓沿革史¹⁾
- ・曾根干拓建設事業計画概要書²⁾
- ・企救郡誌³⁾
- ・石原宗祐翁と曾根新田の200年⁴⁾
- ・曾根の神幸行事(開作神事)と郷土の歴史⁵⁾

また、これら資料の主な根拠となっているのが次にあげる図であり、北九州市立図書館、福岡県立図書館、国立国会図書館など、またはその機関のインターネットサイトでの閲覧が可能である。

- ・正保の国絵図(正保年間豊前六郡図)⁶⁾
- ・天保の国絵図(豊前国)⁷⁾
- ・伊能図 1821年完成測量図⁸⁾
- ・国土地理院地図の旧版⁹⁾⁻¹²⁾

中でも「小倉市曾根干拓沿革史」¹⁾(以下、「沿革史」という)は、曾根干潟沿岸における有史以降、終戦頃までの干拓の歴史を纏めたものであり、その後の文献が多数参考になっている。

そこで、この沿革史に沿って海岸線の位置や形状の変遷、干拓の歴史等について以下に考察する。

2.1 旧海岸線の位置

最初に、もともとの海岸線はどこだったのか？

「わが郷土朽網」¹³⁾において朽網郷土史会が1400年頃の干潟北側を除いた推定海岸線を図2.1.1の黒太線のように推定している。また、近隣の行橋市遺跡調査報告書¹⁴⁾による古墳時代の推定海岸線が現在の標高4～5mとされ、国土地理院地図サイト¹⁵⁾で、現在の曾根干潟付近標高5mを海面下として青色で表すと、図2.1.2のようになり、竹馬川河口から約5km上流近くにある葛原八幡神社付近(図中の赤丸)まで海が迫っていたものと想定することができる。

これは、この神社にある鱸綱石(ともづないし)の言い伝え「901年、菅原道真が大宰府赴任時に立寄った際に船を泊めた」^{3),16)}にも合致する。

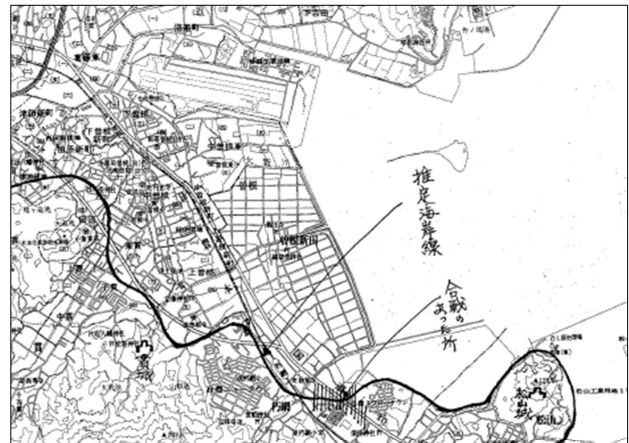


図 2.1.1 1398年大友氏方と大内氏方の狸山合戦・応永戦乱当時の推定海岸¹³⁾

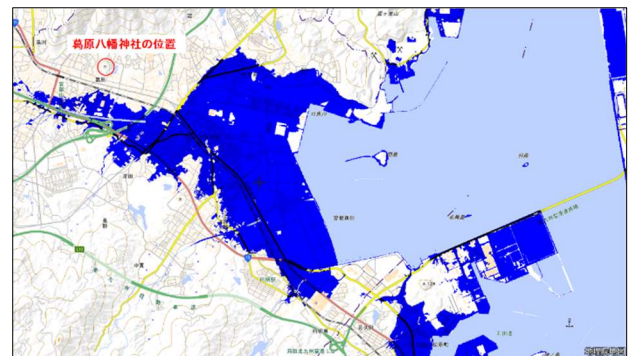


図 2.1.2 現在の標高5mを海面下(青色)とした推定海岸線(国土地理院地図サイト¹⁵⁾で作成)

2.2 戦前までの干拓史

2.2.1 概要

沿革史には、有史以降、終戦(1945年)までに行われた曾根の干拓地位置図(図2.2.1)と開作時期および開作の概要が記載されている。ただし、干潟北岸の開作は曾根新田の開作(1803年)後に順次開作されたが多くはその時期が判然としない。前述の「企救郡誌」³⁾、「石原宗祐翁と曾根新田の200年」⁴⁾、さらに「北九州市史」¹⁷⁾、「小倉市誌」¹⁸⁾からも、沿革史以上の記述は見つからなかった。干潟北岸で唯一沿革史に岡野屋新地は1877年に完成とある。

図2.2.2は、図2.2.1を干拓時期別に著者が色分けしたものである(以下、「干拓図」という)。これらのうち主な干拓の時期を表2.2.1に「曾根干潟干拓史」として時系列で示した。また、この表には沿革史¹⁾には記載のない

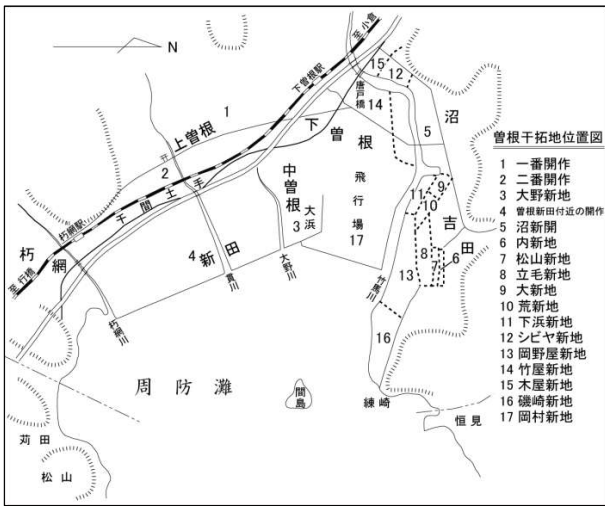


図 2.2.1 沿革史¹⁾に掲載されている曾根の既干拓位置図
(複製した図を一部加工)

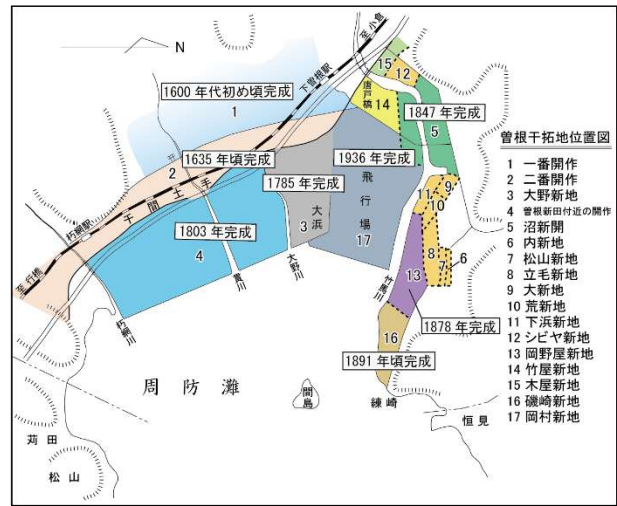


図 2.2.2 時期別に色分けした干拓図

表 2.2.1 曾根干潟干拓史

年代														
1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100					
鎌倉時代	南北朝	室町	戦国	安土桃山	江戸	明治	昭和	平成	令和					
				正保国絵図	千間土手ができる二番開作	曾根三村が記録に現れる	曾根三村が海だった	伊能図	天保国絵図	1780頃 大野新地完成	1803 曾根新地完成	北岸地帯の開作	1936 岡村新地完成	1959 草見朽網工区潮止め完成

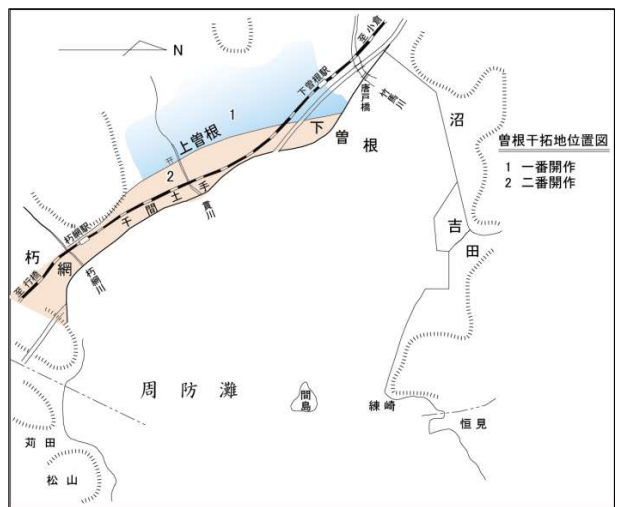


図 2.2.3 干拓図(二番開作時)

※干拓図を改変(図 2.2.2 から二番開作までを抽出)

南側の草見(朽網)工区の潮止め完成を付け加えた。

以下に、この年表に沿って干拓の位置、時期等について考察する。

2.2.2 各干拓の位置・時期等

(1) 一番開作

曾根開作で一番開作と言われているのは開作当時の呼称ではなく、「是を此入江の一番開作と云べし」と豊前国志(1863年成立)から企救郡誌に引用されているように、後世において整理をする上での呼称である。沿革史に、「曾根三村(上曾根、中曾根、下曾根)の地は、足利時代の応永戦乱(およそ五五〇年前)の頃までは海であつたが、その後次第に、潟となり干潟となつて、漸次陸地ができたようである。…中略…後では潮除けに、ちよつとした土手くらいは築いたのではないかと思われ

る。…中略…この干潟に、元和八年(三三一年前)の頃にはその時代の記録に曾根村という名前があるほどに村作りがなされている。これが曾根の一番開作というべきであろう。」と記されている。このように一番開作(沿革史干拓番号1)は1600年代初頭までに完了したと考えられているが、正確な時期はわかっていない。また、沿革史に記載された位置は、朽網郷土史会による1398年当時の推定海岸線(図 2.1.1)¹³⁾の位置とはほぼ重なっている。

(2) 二番開作

二番開作(図 2.2.3)は、沿革史には寛永(1624年～1644年)頃、細川忠興の命で開作されたとあるが、忠興は1602年小倉城に入り、1620年に小倉藩主を隠居し、1632年には熊本に移封になっていることなどから、二番

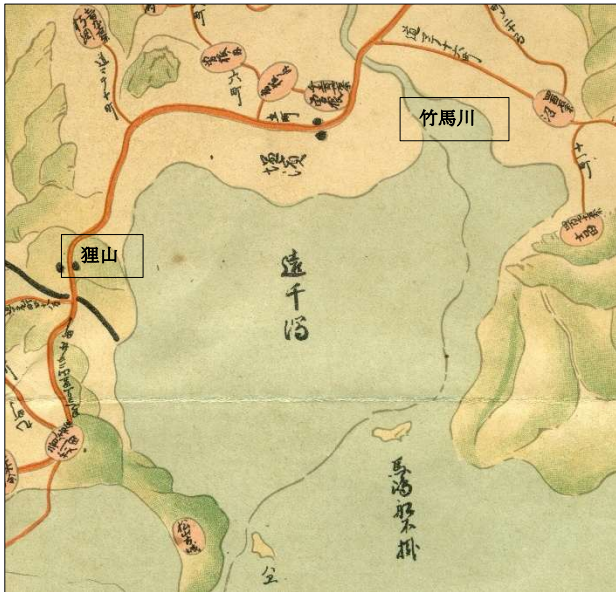


図 2.2.4 正保年間豊前六郡図⁶⁾に記載されている
曾根干潟周辺(「竹馬川」「狸山」を原図に追記)

開作の時期は 1615 年頃とする論文¹⁹⁾もある。ちなみに、宮本武蔵と佐々木次郎の巖流島(関門海峡の船島)の決闘は 1612 年である。二番開作について、沿革史には「この土手は、一里ばかりある長い土手だから、世に曾根の千間土手といわれている。」とある。同時期に造られた千間土居・千間土手(福岡県八女市/矢部川の千間土居, 同行橋市/今川の千間土手など)が、ほぼ千間=約 1.8km の直線に近い形であることから、曾根の千間土手も、その形が直線に近い土手が千間前後あったので千間土手と呼ばれたと推測する^{2),3)}。二番開作は約 80ha である¹⁾。

1644 年に作成が命じられ、1651 年に完成した正保国絵図(図 2.2.4)⁶⁾に中津街道(橙色の線)と竹馬川との交差の南と、狸山の北側に一里塚の記(・/・)がある。現在の旧中津街道の唐戸橋から朽網川に架かる朽網橋までは約 4km である。細川忠興が架けたと伝わる竹馬川の唐戸橋は記載がない。この絵図では、海岸線を表す千間土手の湾曲が強調されていると推定される。また、竹馬川の河口付近から南に「塩浜」と記載され、塩の生産が盛んに行われていたと窺わせ、大野新地の開作を予感させる。図中では、「間島」は「馬嶋」、「毛無島」は「ハエ」、「羽島」は「葉島」と記載されている。さらに、この図には、「遠千潟」の沖側に竹馬川河口から間島と毛無島の西側、松山を結ぶ線が描かれており、当時の干潟の

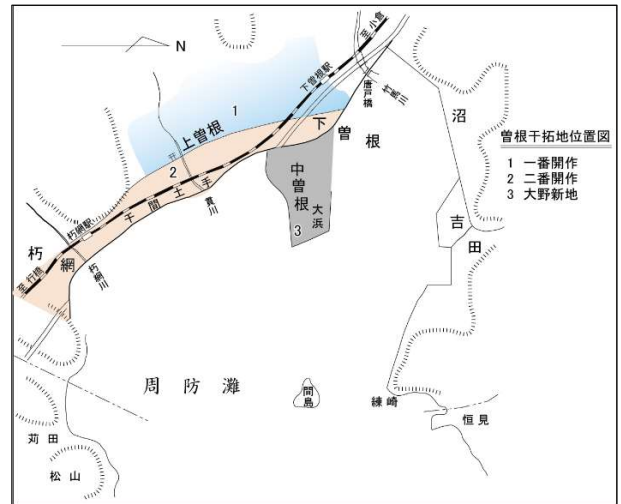


図 2.2.5 干拓図:大野新地完成
※干拓図を改変(図 2.2.2 から大野新地完成までを抽出)

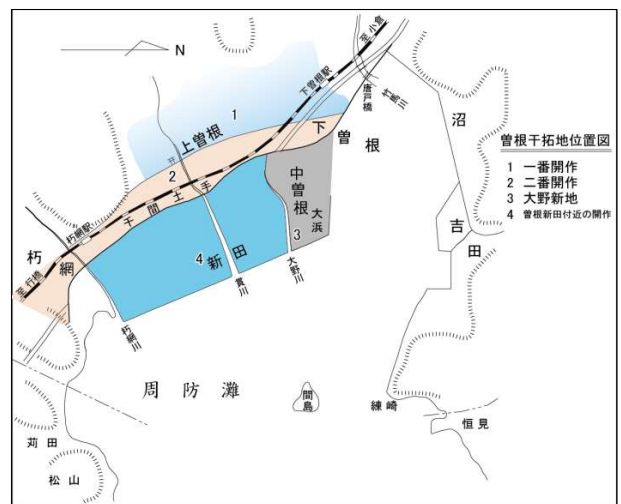


図 2.2.6 干拓図:曾根新田完成時
※干拓図を改変(図 2.2.2 から曾根新田完成までを抽出)

範囲を思わせるが、それを裏付ける資料はみあたらない。

(3) 大野新地

現在の大浜海岸付近に沖土手を作り大野新地の開作(図 2.2.5, 沿革史干拓番号 3)が行われた¹⁾。製塩のための開作であり¹⁾、竹馬川の支流の長野川を遡り津田から護念寺の前を通り、現在の長野緑地公園付近から峠を越え、志井に通る塩の道があった¹³⁾との記述があるほど開作後も製塩が盛んに行われていたようである。大野新地の施工は天明(1781~1789 年)の頃らしいと伝えられ面積は約 21ha である¹⁾。

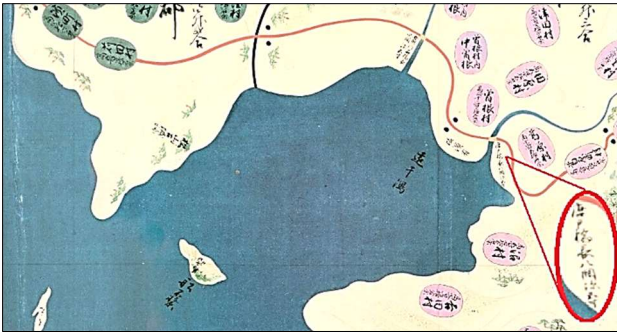


図 2.2.7 天保国絵図⁷⁾に記載されている曾根干潟周辺
(赤丸は一部拡大)

(4) 曾根新田開作

米の生産を増やすため、時の小倉藩主小笠原忠苗^{ただみつ}の命で、元大里村庄屋で門司区の猿喰開作をした石原宗祐^{そうゆう}が開作し 1803 年に曾根新田(図 2.2.6, 沿革史干拓番号 4)が完成した^{1),3)-5)}。面積は約 84ha である¹⁾。1835 年に作成が命じられ、1838 年に完成した天保国絵図(図 2.2.7)⁷⁾には竹馬川に架かる唐戸橋の記載がある。細川忠興^{ただおき}が架けたと伝えられる唐戸橋(唐門橋)¹⁾は企救郡誌³⁾には 1730 年に架けられたとある。「間島」は「馬嶋」と記載され、掲載した図の範囲外であるが「ハエ」の意味である岩礁と記載の島は「毛無島」の可能性があり、「羽島」は「笠縫島」とある。この絵図では岡村新地(旧北九州空港跡地付近)の開作の有無は読み取れないが、それよりも約 20 年前の 1821 年に完成した伊能図⁸⁾(大図:図 2.2.8, 中図:図 2.2.9)からは明確に岡村新地が未開作であることが確認できる。また、伊能図では間島の記載があるが、羽島は「笠縫島」とある。大野川の北部の大野新地と曾根新田の海岸線が同じ線上にある。竹馬川河口付近に潟または干潟の記載がある。

(5) 北岸地帯の開作

北岸地帯の開作は沼新開後少しずつ進み、1868(明治元)年頃までに図 2.2.10 に示す新地(沿革史干拓番号 6~12)ができた¹⁾と推定されている¹⁾。

その後、岡野屋新地(沿革史干拓番号 13)が 1877(明治 10)年、時期は不明であるが続いて竹屋新地(沿革史干拓番号 14)、明治中頃に木屋新地(沿革史干拓番号 15)ができた¹⁾とされる¹⁾。

曾根干潟周辺住民が中心となって発行した「曾根の



図 2.2.8 伊能大図・筑前豊前小倉、長門赤間関⁸⁾に記載されている曾根干潟周辺

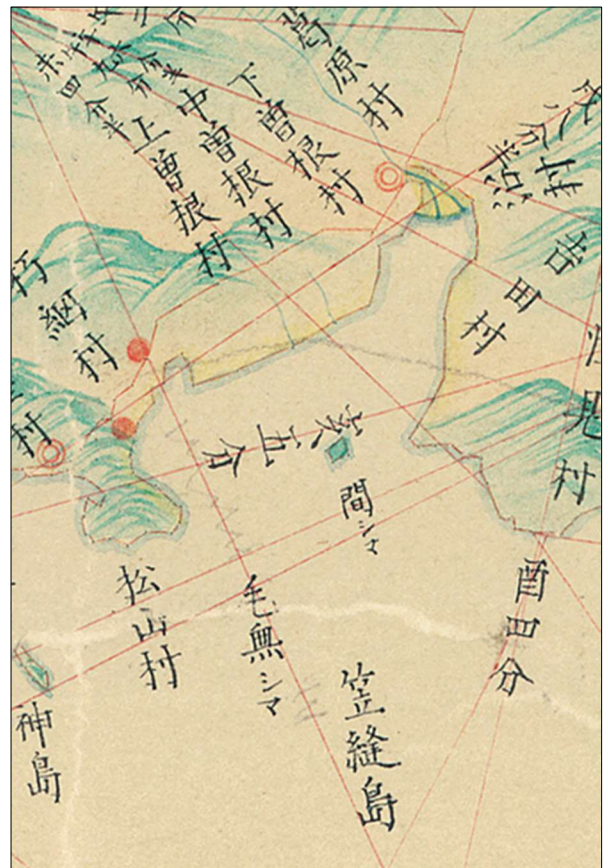


図 2.2.9 伊能中図・九州北半⁸⁾に記載 されている曾根干潟周辺

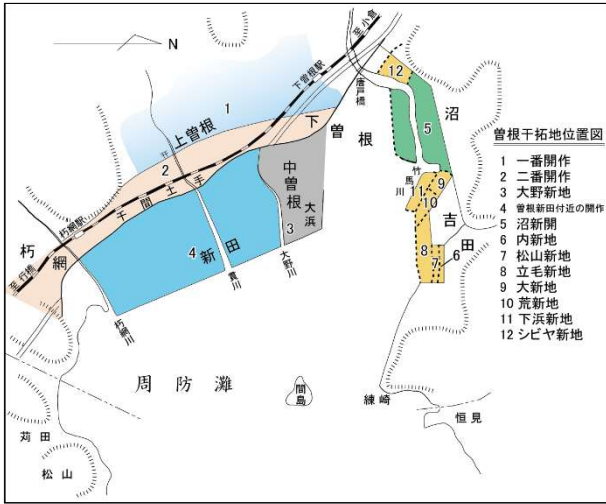


図 2.2.10 干拓図: 明治元年頃の想定図
 ※干拓図を改変(図 2.2.2 から明治元年頃までの開作を抽出)



図 2.2.12 管板実測日本地図(山陰, 山陽, 南海, 西海)²⁰⁾に記載されている曾根干潟周辺



図 2.2.11 曾根葛原図幕末の頃(小笠原文庫蔵)⁵⁾

神幸行事(開作神事)と郷土の歴史⁵⁾に、みやま町歴史民俗博物館が所蔵している「曾根葛原近傍図(小笠原文庫)」が「曾根葛原図幕末の頃」(図 2.2.11)として掲載されている。これは伊能図の完成、天保図完成頃の江戸末期に作成されたとされている。この絵図では大野浜(大野新地)、北開作と南開作(曾根新田)が描かれており、1847年と伝えられる沼新開(沿革史干拓番号 5)も推定できる。

図 2.2.12 は明治維新後 1870 年に作成された管板実測日本地図²⁰⁾である。中曾根と竹馬川との間の岡村新地、および現在の曾根干潟北東端に位置する磯崎新地は開作されていない。沿革史によると、磯崎新地(図 2.2.13、沿革史干拓番号 16)は 1891(明治 24)年頃完成とあるが、1900 年版の国土地理院地図(図 2.2.14)⁹⁾には記載がない。同 1922 年の図 2.2.15¹⁰⁾には記載がある。

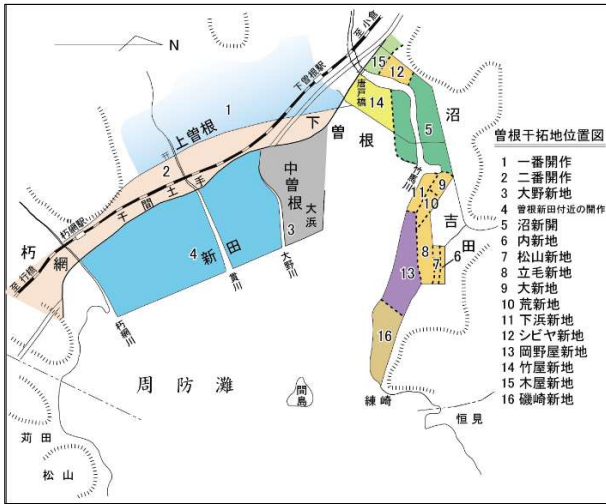


図 2.2.13 干拓図:磯崎新地完成頃 1891(明治 24)年頃
※干拓図を改変(図 2.2.2 から磯崎新地完成までを抽出)

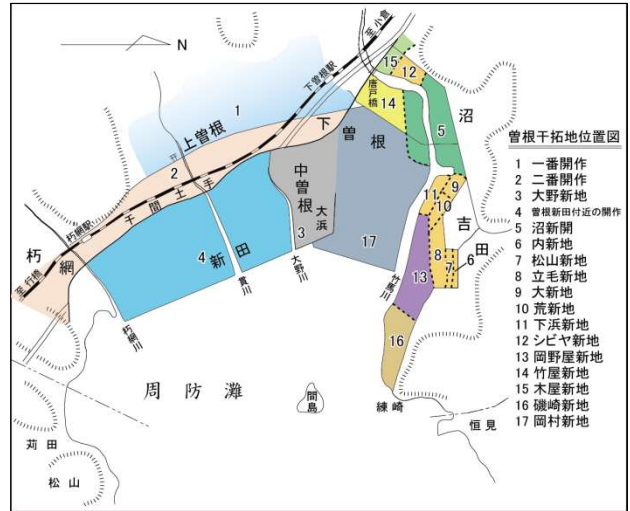


図 2.2.16 干拓図: 1936 年当時
※干拓図を改変(図 2.2.2 から岡村新地までを抽出)

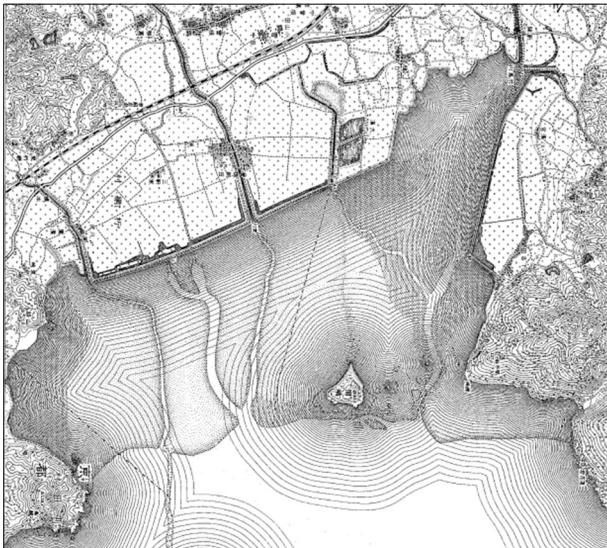


図 2.2.14 国土地理院地図 1900 年(明治 33 年)⁹⁾



図 2.2.17 国土地理院地図写真・1947 年写真²²⁾



図 2.2.15 国土地理院地図 1922 年(大正 11 年)¹⁰⁾

(6) 岡村新地

岡村新地(沿革史干拓番号 17)は、図 2.2.16 に示すように 1936(昭和 11)年に完成した¹⁾が、1943(昭和 18)年に国が買収し陸軍・曾根飛行場となり、1945(昭和 20)年の米軍接收、1953(昭和 28)年の接收解除後に小倉空港になる²¹⁾。1947年に撮影された国土地理院の空中写真(図 2.2.17)²²⁾に空港の滑走路を確認することができる。岡村新地開作は約 100ha である¹⁾。

以上が 1954(昭和 29)年刊行の小倉市曾根干拓沿革史¹⁾による掲載概要である。そのほか、沿革史には計画だけで終わった干拓も紹介されている。以後の干拓は朽網工区の干拓が続く。

2.3 戦後の干拓・埋立等

2.3.1 草見（朽網）工区の干拓

戦後（1945 年以後）の曾根干潟に関連する計画や工事の経過を表 2.3.1 にまとめた。

1945 年敗戦後の食糧増産の要請から、1952 年農林水産省（当時は農林省）の直轄事業として曾根干拓事業が採択され、図 2.3.1 に示すように、北から間島工区、新田工区、草見（朽網）工区の 3 つの工区に分けられ、間島まで埋め立てられる計画であった²³⁾。

表 2.3.1 戦後の曾根干潟の出来事

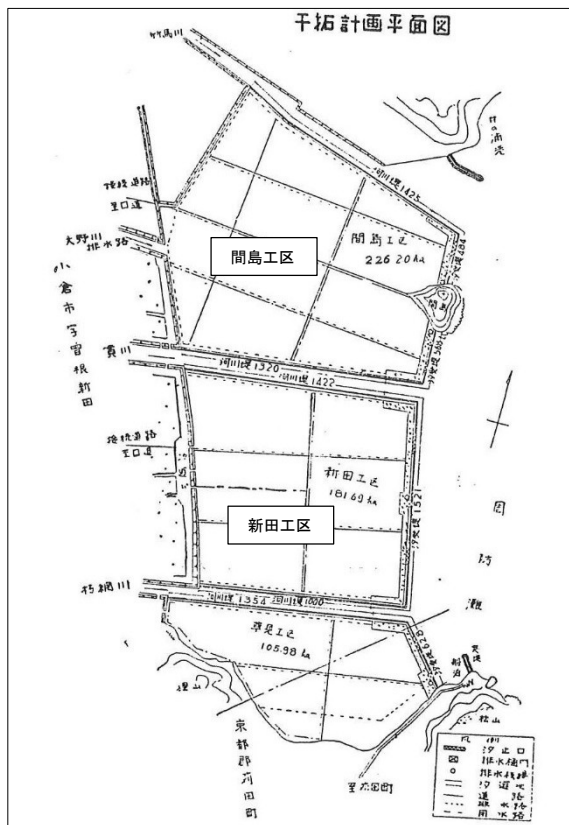
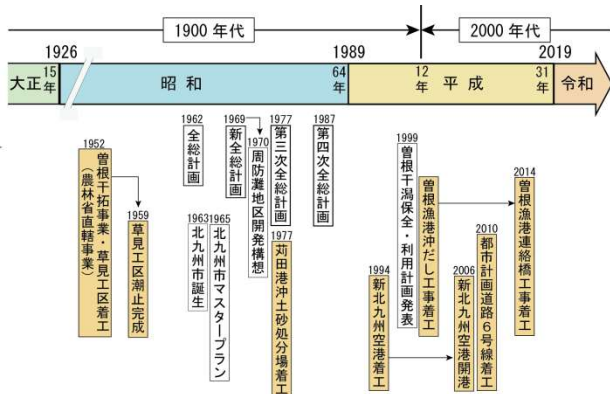


図 2.3.1 1952 年当時の曾根干潟干拓計画図²²⁾
(一部加筆)

草見（朽網）工区は1953年に着工し1959年に潮止め施設（図 2.3.2）²³⁾が完成した⁵⁾。曾根の神幸行事（開作神事）と郷土の歴史⁵⁾には1954年に曾根干拓事業起工式が行われたと記載があるが、その関係の資料は見つけることができなかった。

2.3.2 間島・新田工区の干拓および埋立計画

間島工区、新田工区の両工区に関しては、時期は分からなかったが事業廃止となっている。全国各所で干拓事業が廃止となった理由は、終戦直後、食糧増産のため急遽着工したため干拓堤防等の地盤が予想以上に軟弱で施工が困難であるとして工事の初期に事業を廃止したり、漁業補償等について地元関係者との意見の調整がつかず廃止せざるを得なかったりなどである²⁴⁾。

朽網工区潮止めが完成した1959（昭和34）年以降の曾根干潟の海岸線はほぼ現在と同じで、北、西、南の三方の海岸線はすべてコンクリートとなった。これを示す最新の地形図を図 2.3.3¹¹⁾に、空中写真を図 2.3.4¹²⁾に示す。戦後の食糧増産が一息ついて、経済の成長が次第に本格化すると、地域格差、高度経済成長、太平洋ベルト地帯構想などを背景として1962年に“地域間の均衡ある発展”を基本目標にした全国総合開発計画が策定された²⁵⁾。1969年に“豊かな環境の創造”を基本目標にした新全国総合開発計画が策定、1977年に第三次全国総合開発計画、1987年に第四次全国総合開発計画と続いた²⁵⁾。これらのなかで曾根干潟干拓埋立に大きく影響を与えたと思われるのは1969年に策定された新全国総合開発計画である。

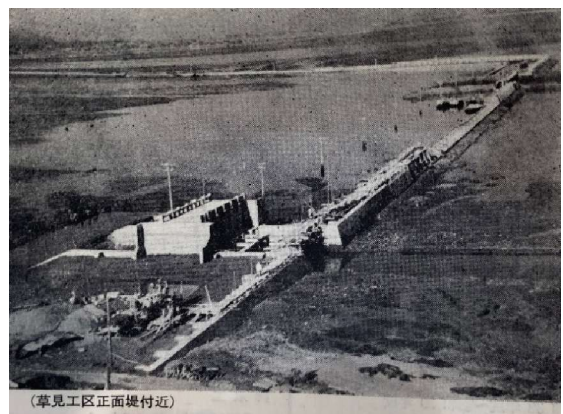


図 2.3.2 草見工区に完成した潮止め施設²³⁾

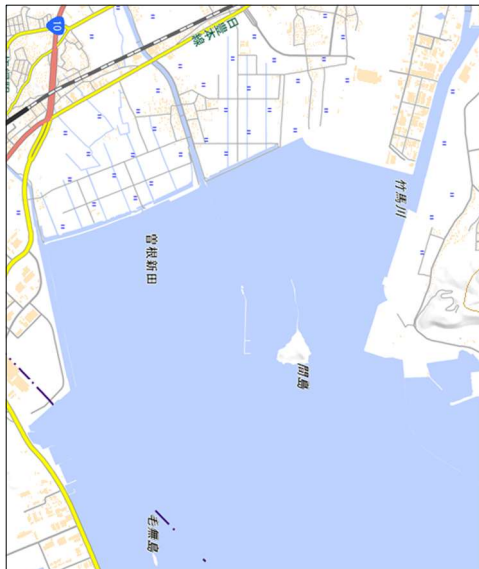


図 2.3.3 国土地理院地図 2022 年¹¹⁾

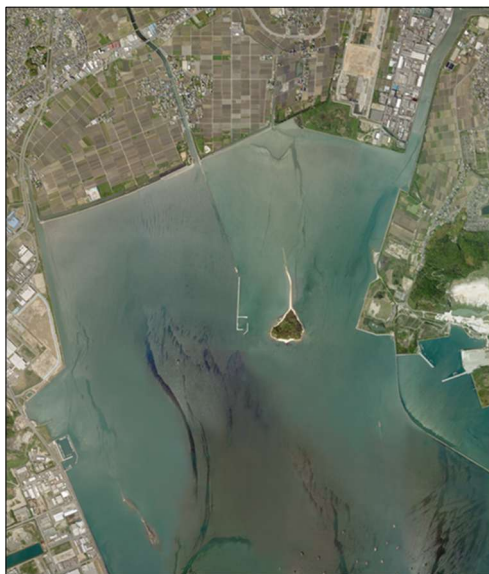


図 2.3.4 国土地理院地図写真 2009 年¹²⁾

これを受けて周防灘大規模総合開発(図 2.3.5)と銘打った海岸の埋立が計画され²⁶⁾, 各地元が具体的計画を策定した。1963年2月10日に五市合併した北九州市もこの計画を受けて、1970年7月1日付けで「市政だより号外」(図 2.3.6)²⁷⁾で北九州市中期計画として発表した。これによると、曾根干潟は全面埋め立てられる計画であった。1952年に「食糧増産」の目的²²⁾で計画され、草見(朽網)工区は干拓されたが、廃止された新田工区、間島工区が1970年に「豊かな環境の創造」(新全国総合開発計画の基本目標)の目的のもとに再び曾根干拓、埋立計画が狙上したように思われる。なお、後述する新



図 2.3.5 周防灘大規模総合開発構想図²⁶⁾



図 2.3.6 北九州市「市政だより号外」に掲載された北九州市中期計画²⁷⁾

北九州空港の構想も周防灘大規模総合開発の中で登場した。1975年に発効した“湿地の保全に関する国際条約”であるラムサール条約に1980年日本も加入するなど自然環境保全の気運や干潟の役割の見直しのなか、1997年4月14日長崎県諫早湾の潮受け堤防の鋼板による締め切り(「ギロチン」と呼ばれた)が、干潟保全の運動に拍車をかけた。1999(平成11)年に北九州市は、図 2.3.7に示す「曾根干潟保全・利用計画」²⁸⁾を発表し、約517haの曾根干潟の14%約72haを土地利用対象ゾーンとして埋立可能とし開発用地としての可能性を残している。そして、北九州市は毎年「北九州市の環境」(環境白書)を公表しているが、各年の曾根干潟の項目に「本市では、平成11年3月に「曾根干潟保全・利用計画」を策定し、「自然環境と人間活動の共生」を理念として、曾根干潟の環境に配慮しながら干潟を利用すること

としました。」²⁹⁾とあり、現在も曾根干潟の約 72ha は埋立対象ゾーンとしている。

北九州市環境局が古文書や文献および前述した地図等を参考として、干拓による曾根干潟の地形の変遷

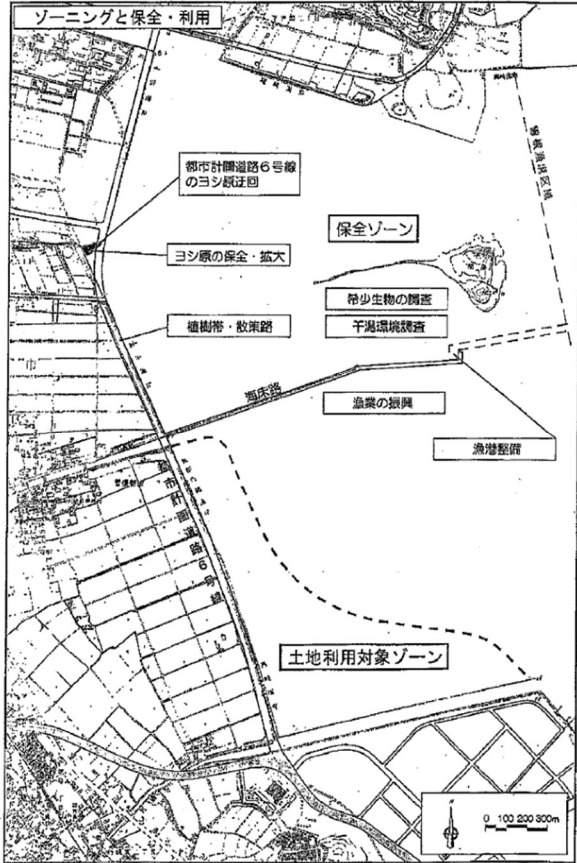


図 2.3.7 「曾根干潟保全・利用計画」の計画図²⁸⁾



図 2.3.8 曾根干潟の干拓と干潟地形図³⁰⁾

をまとめたのが図 2.3.8³⁰⁾である。曾根干潟は、現在までに約 585ha が干拓され、現在 517ha の干潟と北九州市パンフレット³⁰⁾にある。

2.3.3 曾根干潟における干拓以外の建設工事

曾根干潟には貫川河口の護岸から海床路と呼ばれる幅約3mのコンクリート道路約があり、漁業者はその突端の物上場とこの海床路を利用して漁獲物や資材を陸揚げしていた³¹⁾。この海床路の建設時期や道路諸元の詳細は定かではないが、国土地理院の地形図(図 2.3.9)³²⁾を見ると、1979年の地図に陸側から海床路らしきものが沖に約350m出ているのが初めて認められる。その後1990年の地図では延長し約1kmとなったことが読み取れる。しかし、この海床路は満潮時には水没するため輸送活動に支障があり、この物揚げ場の沖合500メートルに新しく漁船の係留施設(漁港)の建設が計画された³¹⁾。この工事の開始時期は定かではないが、定量研が2000年9月に撮影した航空写真(図 2.3.10)で建設中の様子が確認できる。また、定量研の2001年9月の調査時の写真(図 2.3.11)では、この漁港と海床路をつなぐ連絡橋の建設(支柱部)が一部始まっていることが確認できる。

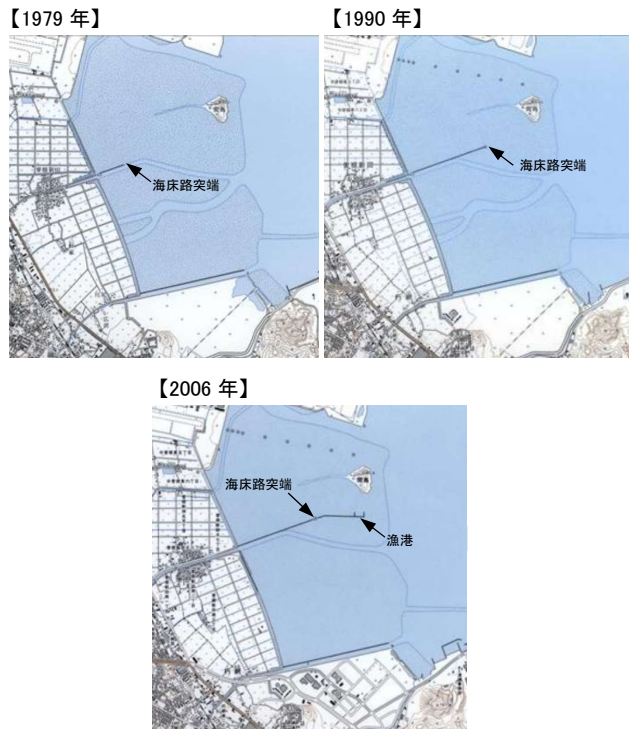


図 2.3.9 1979年, 1990年, 2006年の地形図³²⁾
(国土地理院地形図を使用)



図 2.3.10 曾根干潟の航空写真
(2000年9月27日定量研撮影)



図 2.3.12 曾根干潟の航空写真
(2007年7月31日定量研撮影)



図 2.3.11 定量研調査時の背景に写る建設中の
曾根漁港連絡橋
(2001年9月29日定量研調査時に撮影)

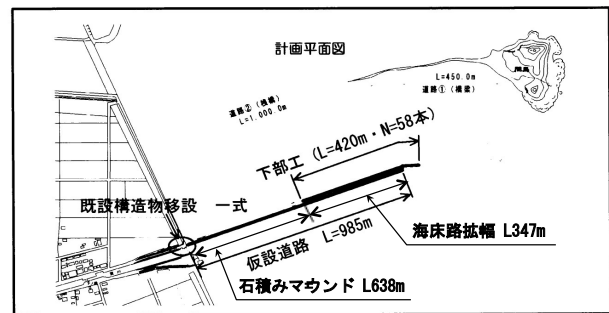


図 2.3.13 仮設道路の平面図
(北九州市産業経済局農林水産部水産課より提供)

図 2.3.9 の 2006 年の地形図では、沖出しされた漁港と海床路が連絡橋でつながったように見えるが、2007年7月に定量研が撮影した航空写真(図 2.3.12)では僅かな距離であるが、未だつながっていないことが分かる。

この連絡橋の護岸までの接続工事は、北九州市産業経済局農林水産部水産課によると、この沖側と同様に橋脚方式で建設することとして、2014(平成 26)年度より工事が開始された。工事は、沖合では台船から橋脚を打設し、より岸に近いところでは仮設道路を設置して、そこから橋脚を打設する方式を採用している。この仮設道路は、図 2.3.13 に示すように貫川河口のすぐ北側を起点として沖方向に総延長 985m で、そのうち石積みマウンド部が 638m、海床路拡幅部が 347m である。石積みマウンド部は、現地盤より高さ 1.8m~2.2m(満潮位 +1.0m, DL+5.0m)、天端幅 11m の不透過なマウンド(図 2.3.14)である。ただし、満潮時に北側と南側干潟の海水が行き来できるように約 15m おきに導水管が埋め込ま



図 2.3.14 曾根漁港連絡橋工事による橋脚
と仮設道路 (2017年6月撮影)

れている。海床路拡幅部は、海床路の天端高で採石により約 10m 拡幅するものである。この仮設道路は、工事期間の関係で十数年間は設置されることになるので、これによる周辺流況の変化が危惧される。

2.3.4 曾根干潟周辺での埋立・道路建設

関門航路から発生する大量の浚渫土砂の処分場として、1977(昭和 52)年 7 月に曾根干潟の沖合約 6km に苅田沖土砂処分場の建設が始まり、1994 年に埋立て後の人工島を新北九州空港にすることが決定された³³⁾。

人工島は、延長 4,125m、幅 900m、面積 373ha の大きさで、外周護岸が 1998(平成 10)年までに完成し、新北九州空港が 2006(平成 18)年 3 月に供用を開始した(図 2.3.15)³³⁾。さらに、関門航路周辺海域の浚渫土砂処分のために北九州空港の東側に新たな処分場の建設が始まっている。これらの事業による曾根干潟を含めた周辺海域への影響を調べるために水質や底質、底生生物、プランクトン等の詳細な調査が行われている³⁴⁾。

1973 年 11 月に瀬戸内海の環境保全を目的に瀬戸内海環境保全特別措置法が施行された以降の瀬戸内海での大規模(50ha 以上)埋立事業が免許された案件を瀬戸内海環境保全協会がまとめている³⁵⁾。その中から曾根干潟周辺の案件のみを表 2.3.2 に抜き出した。

このほか、干潟の南東の苅田港における新松山地区埋立が 1995 年に始まり、また 2010 年からは都市計画道路 6 号線曾根新田工区の工事が着手され、2024 年に供用開始されるなど、曾根干潟の直接の干拓、埋立ではないが、周辺では開発という人工物の建設があわただしく進んでいる。

2.4 まとめ

干拓・埋立の主な目的は、食料増産、土地の有効利用(住宅、工業用地、都市開発など)、防災(洪水や高潮からの保護)であるが、曾根干拓では明治以前において、主として食料増産と、防災が目的であったと思われる。一番開作の目的は防災であり、二番開作は元和年間の凶作を受けての食料増産であった。また、大野新地は護岸と食料(生業としての製塩)増産であり、曾根新田は天明の飢饉(1782~1787 年)後の食料増産であった。

昭和以後の埋立計画は途中でその目的が変わったりするが、新しい土地の造成である。戦後の食料増産の要請から 1952 年に曾根干潟全体を干拓する曾根干拓事業が始まったが、食料増産の目的を新しい土地の造



図 2.3.15 新北九州空港と曾根干潟³³⁾

表 2.3.2 曾根干潟周辺での大規模埋立事業(50ha 以

免許年	事業実施地区・事業名称	埋立免許面積 (ha)
1977	苅田港2号地地区	53
1977	苅田港沖	153
1980	北九州港新門司北地区	205
1994	北九州港新門司沖地区	220
1995	苅田港新松山地区	160
2017	新門司沖土砂処分場(Ⅱ期)	250
合計		1,041

注)1973年11月2日~2022年11月1日までに免許されたもの
(該当事業を抽出して作表)

成に変えて、3 工区の内 1 工区(朽網工区)のみを完成させ事業廃止となった。

その後の 1970 年、北九州市市政だより号外で発表された周防灘総合開発構想は、新しい土地の造成による企業誘致などであったが、形を変えて新北九州空港、苅田町松山地区埋立となって一部は完成している。

今ではほとんど忘れられているが、明治以前には、曾根の海岸は「塩浜」と称され正保、元禄、天保の絵図にその地名が記されている。海水を汲み、釜で煮て(焼いて)塩を作って生業にしていた。塩が作れるほど、きれいな海水であったことも思い浮かべて曾根干潟の未来を考えたい。

(町田)

参考文献

- 1) 小倉市(編):小倉市曾根干拓沿革史, 1954.
- 2) 農林省曾根干拓建設事務所:曾根干拓建設事業計画概要書, 1954.
- 3) 伊藤尾四郎(編):企救郡誌,ナガリ書店, 1983.5.

- 4) ふくおか人物誌編集委員会:石原宗祐翁と曾根新田の200年(頌徳碑除幕記念誌),石原宗祐翁頌徳碑建設発起人会,2006.3.
- 5) 曾根の神幸祭(開作神事)保存会:曾根の神幸行事(開作神事)と郷土の歴史―第190回並びに北九州市無形民俗文化財指定記念誌―,曾根神幸祭(開作神事)保存会,111pp.,2008.4.
- 6) 福岡県:正保年間豊前六郡図,福岡県史資料第二輯,804pp.,1933.
- 7) 国立公文書館:天保国絵図(豊前国),国立公文書館デジタルアーカイブ.
<https://www.digital.archives.go.jp/>(参照2024年2月14日)
- 8) 国土地理院:伊能図,国土地理院古地図コレクション.
<https://kochizu.gsi.go.jp/>(参照2024年2月14日)
- 9) 国土地理院:地図・空中写真閲覧サービス1900年(明治33年),2万分の1正式図,曾根.
<https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>(参照2024年2月14日)
- 10) 国土地理院:国土地理院地図,図歴旧版地図,1922年(大正11年),2.5万分の1,苅田,小倉.
<https://mapps.gsi.go.jp/history.html#l=37.3912834,140.3903225&z=5&target=t25000>(参照2024年2月14日)
- 11) 国土地理院:国土地理院地図,図歴旧版地図,2022年,2.5万分の1,苅田,小倉.
<https://mapps.gsi.go.jp/history.html#l=37.3912834,140.3903225&z=5&target=t25000>(参照2024年2月14日)
- 12) 国土地理院:国土地理院地図写真,2009年写真.
<https://maps.gsi.go.jp/#14/33.828252/130.986042/&ls=nendophoto2009&disp=1&lcd=nendophoto2009&vs=c1g1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1&d=m>(参照2025年2月21日)
- 13) 朽網郷土史会(編):わが郷土朽網,183pp.,朽網郷土史会,1987.9.
- 14) 九州歴史資料館:延永ヤヨミ園遺跡-V-1・2・3区-福岡県文化財調査報告書 8,126pp.,九州歴史資料館,2013.
- 15) 国土地理院:自分で作る色別標高図,標高・土地の凹凸.
<https://maps.gsi.go.jp/help/intro/looklist/3-hyoko.html>(参照2024年1月4日)
- 16) 葛原八幡神社(北九州市小倉南区葛原)のホームページサイト.
<https://www.kiyomaro.or.jp/grounds/>(参照2025年2月21日)
- 17) 北九州市史編さん委員会(編):北九州市史 近世,1102pp.,北九州市,1990.
- 18) 小倉市:小倉市誌 上巻,822pp.,名著出版,1972.
- 19) 野井英明,梅崎恵司:人間の自然観の変遷を考える野外観察プログラム設計とその教育効果―北九州市貫・曾根地域を例として,2021.
- 20) 国土地理院:官板実測日本地図(山陰,山陽,南海,西海),国土地理院古地図コレクション.
<https://kochizu.gsi.go.jp/>(参照2024年2月14日)
- 21) 北九州空港利用促進協議会:北九州空港のあゆみ.
<https://www.kitakyu-air.jp/pdf/ayumi.pdf>(参照2024年8月16日)
- 22) 国土地理院:国土地理院地図・写真,1947年4月26日撮影,USA-M279-7.
<https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>(参照2024年2月14日)
- 23) 国土開発調査会:干拓総覧―新しい日本の国造り―,pp.46,1959.
- 24) 会計検査院:国営干拓事業の実施について,昭和55年度検査報告,1980.
<https://report.jbaudit.go.jp/org/s55/1980-s55-0085-0.htm>(参照2024年2月14日)
- 25) 国土庁:第四次全国総合開発計画 昭和62年6月,142pp.
<https://www.mlit.go.jp/common/001135927.pdf>(参照2024年2月14日)
- 26) 建設省計画局・国土地理院:西瀬戸地域大規模開発計画調査報告書,1971.3.
- 27) 北九州市:市政だより昭和45年7月1日号号外,

- 1970.7.
https://www.city.kitakyushu.lg.jp/page/dayori-arc/dayori1970/700701keikaku_pageall.pdf(参照 2024 年 2 月 14 日)
- 28) 北九州市:曾根干潟保全・利用計画, 平成 11 年 3 月, 1999.3.
- 29) 北九州市:令和 5 年度版北九州市の環境.
<https://www.city.kitakyushu.lg.jp/kankyou/00101245.html>(参照 2024 年 2 月 14 日)
- 30) 北九州市環境局:曾根干潟の生きもの(パンフレット), 2018.
- 31) 北九州市:北九州市議会 1999-06-07 06 月 07 日ー 03 号, serelog(政令指定都市議会議事録検索).
<https://chiholog.net/serelog>(参照 2024 年 2 月 14 日)
- 32) 国土地理院:国土地理院地図, 図歴旧版地図, 1979 年, 2.5 万分の 1, 荻田.
<https://mapps.gsi.go.jp/history.html#l=37.3912834,140.3903225&z=5&target=t25000>(参照 2024 年 2 月 14 日)
- 33) 北九州空港エコエアポート推進部会:北九州空港環境計画, 令和 2 年 3 月, 2020.3.
<https://www.mlit.go.jp/common/001445446.pdf>(参照 2024 年 2 月 14 日)
- 34) 国土交通省北九州港湾・空港整備事務所:新門司沖土砂処分場(II 期)公有水面埋立事業 環境監視結果報告書(令和 1~4 年度分).
https://www.pa.qsr.mlit.go.jp/kitakyusyu/topics/kansi_houkokusho.html(参照 2024 年 2 月 14 日)
- 35) (公)瀬戸内海環境保全協会:令和 4 年度瀬戸内海の環境保全一資料集一, 2023.3.
<https://www.seto.or.jp/information/publish/shiryousyu/data-r4>(参照 2025 年 4 月 19 日)

3. 曾根干潟周辺の環境

3.1 気象

3.1.1 気温

図 3.1.1 に示す気象庁福岡管区気象台行橋観測所における1994(平成6)年から2020(令和2)年までの年平均気温¹⁾の経年変化を図 3.1.2 に示す。

年平均気温は、1995(平成7)年が最低の15.1℃、1998(平成10)年と2016(平成28)年が最高の16.7℃であった(2020年は資料不足値扱いとなっている)。年によって変動はあるものの、上昇傾向で推移していた。

3.1.2 降水量

気象庁 福岡管区気象台 行橋観測所における1994(平成6)年から2020(令和2)年までの年降水量¹⁾の経年変化を図 3.1.3 に示す。

年降水量は、1994(平成6)年が最少の1,026 mm、



図 3.1.1 曾根干潟周辺の気象観測所の位置

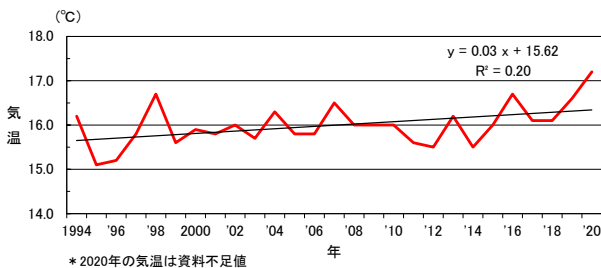


図 3.1.2 年平均気温の経年変化¹⁾
(参考文献のデータを基に作図)

2006(平成18)年が最多の2,330 mmであった。降水量の多い年と少ない年では2倍以上の開きがあるものの、直近10か年では1,500 mmを超える降雨があり、年によるばらつきは少なかった。

3.1.3 台風

九州北部地方(山口県含む)への台風接近数²⁾を図 3.1.4 に示す。

九州北部地方(山口県含む)への台風接近数は、2004(平成16)年に最も多い10個であり、次いで2018(平成30)年に9個であった。近年は概ね3~4個で推移していた。

3.2 土地利用と人口の変遷

曾根干潟流入河川流域における1976(昭和51)年から2021(令和3)年までの土地利用の変遷を図 3.2.1 に示す。

土地の利用状況は、竹馬川の流域において「田」の減少、「建物用地」の増加が顕著である。また、1997年度以降、流域南部の「荒地」が「森林」に変化している。

大野川から朽網川にかけての干潟の後背地においても「田」が徐々に減少し、「建物用地」が増加している。

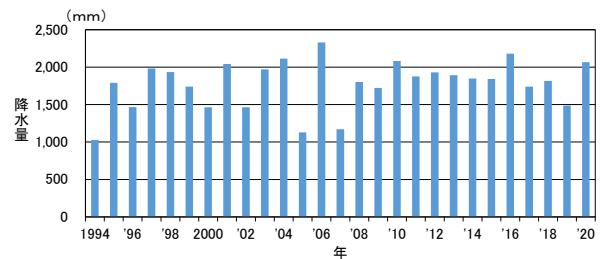


図 3.1.3 年降水量の経年変化¹⁾
(参考文献のデータを基に作図)

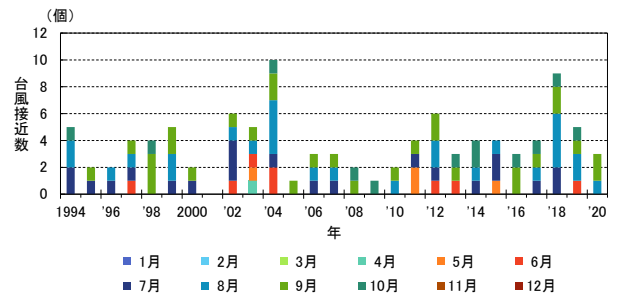
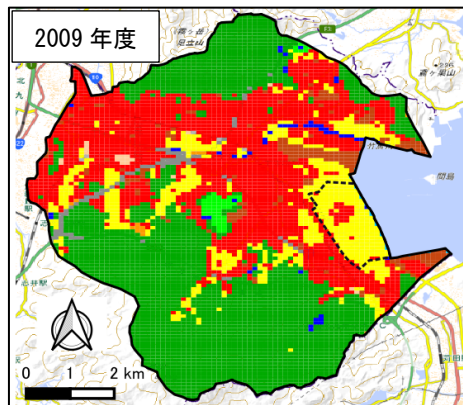
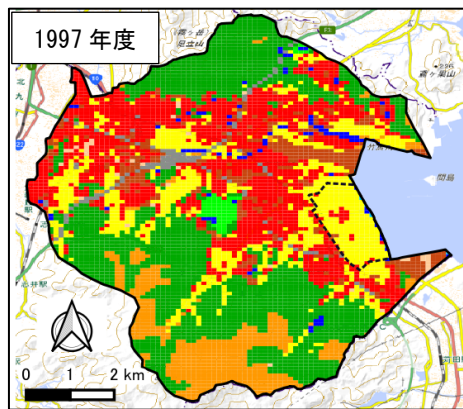
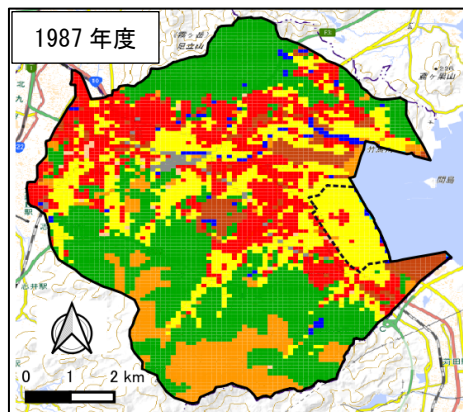
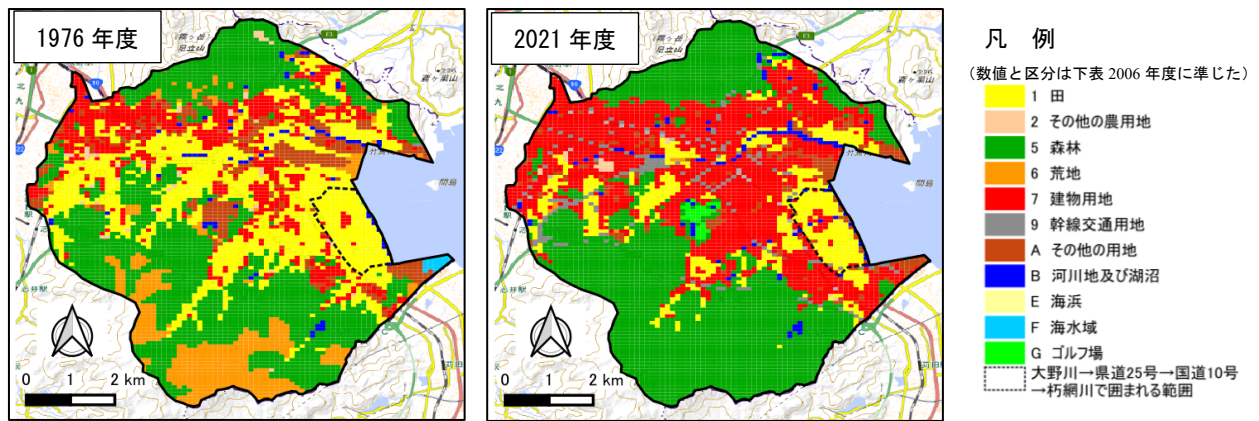


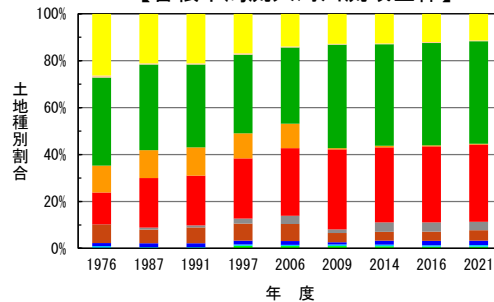
図 3.1.4 九州北部地方(山口県を含む)の台風接近数²⁾
(参考文献のデータを基に作図)



土地利用調査年度別の土地種別区分

1976年度		1987年度		1991,1997,2006年度		2009,2014,2016年度	
コード	種別	コード	種別	コード	種別	コード	種別
1	田	1	田	1	田	100	田
2	畑	2	畑	2	その他の農用地	200	その他の農用地
3	果樹園	3	果樹園				
4	その他の樹木畑	4	その他の樹木畑	5	森林	500	森林
5	森林	5	森林	6	荒地	600	荒地
6	荒地	6	荒地	7	建物用地	700	建物用地
7	建物用地	7	建物用地	9	幹線交通用地	901	道路
8	建物用地					902	鉄道
9	幹線交通用地	9	幹線交通用地	A	その他の用地	1000	その他の用地
A	その他の用地	A	その他の用地	B	河川地及び湖沼	1100	河川地及び湖沼
B	湖沼	B	内水地	E	海浜	1400	海浜
C	河川地A	-	-	F	海水域	1500	海水域
D	河川地B	-	-	G	ゴルフ場	1600	ゴルフ場
E	海浜	E	海浜				
F	海水域	F	海水域				

【曾根干潟流入河川流域全体】



【大野川→県道25号→国道10号→朽網川で囲まれた範囲】

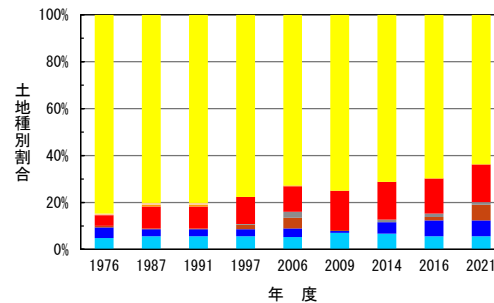


図 3.2.1 曾根干潟流入河川流域の土地利用の変遷

(注) 地形データは国土地理院標準地図(電子国土基本図, 2013年10月30日提供開始)を使用。
 国土交通省国土数値情報ダウンロードサービス 土地利用細分メッシュデータ第2.6版³⁾
 (<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b.html>)を使用して作図。

小倉南区の人口と世帯数の経年変化⁴⁾を図 3.2.2 に示す。人口は、1974(昭和 49)年から 2000(平成 12)年代初頭までは右肩上がり年約 2,045 人の割合で増加し、2004 年に 215,595 人の最大値を記録した。その後は緩やかな減少傾向に転じ、年約 240 人の割合で減少している。一方、世帯数は一貫して年約 1,047 世帯の割合で増加傾向であるが、最近では増加の割合が小さくなる傾向である。

(伊藤)

3.3 流入河川および後背湿地

3.3.1 流入河川

曾根干潟に流入している河川は表 3.3.1 および図 3.3.1 に示すとおり、北から竹馬川、大野川、貫川、朽網川の 4 河川である。竹馬川と貫川が 2 級河川、大野川と朽網川が準用河川である⁵⁾。流域面積が最も大きいのは竹馬川の 37.7ha であり、次いで貫川の 10.3ha である。流量は竹馬川が 51,762m³/日で最も多く、次いで朽網川が 37,633m³/日である⁵⁾。

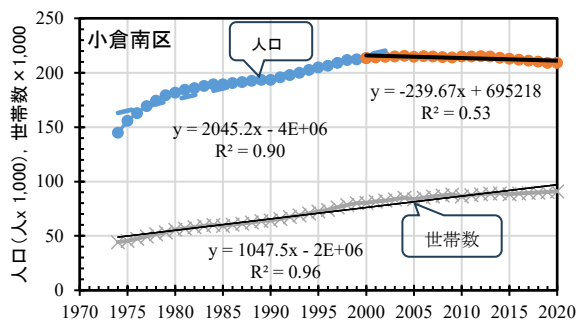


図 3.2.2 小倉南区の人口と世帯数の経年変化⁴⁾
(参考文献のデータを基に作図)

表 3.3.1 曾根干潟流入河川一覧⁵⁾

流入海域	河川名	区分	河川延長 (m)	流域面積 (ha)	流量 (m ³ /day)
曾根干潟 (周防灘)	竹馬川	2 級河川	6,250	37.7	51,762
	大野川	準用河川	2,045	1.57	12,210
	貫川	2 級河川	4,380	10.3	13,853
	朽網川	準用河川	2,525	8.4	37,633

(参考文献のデータを基に作表)

3.3.2 後背湿地

曾根干潟の後背地には図 3.3.2 に示すとおり、西側には遊水地(潮遊池)や都市計画道路 6 号線(恒見朽網線(曾根新田工区))が南北に走り、その西側は約 1km の田んぼや畑が広がっている。さらにその西側は住宅地等から成り立っている。

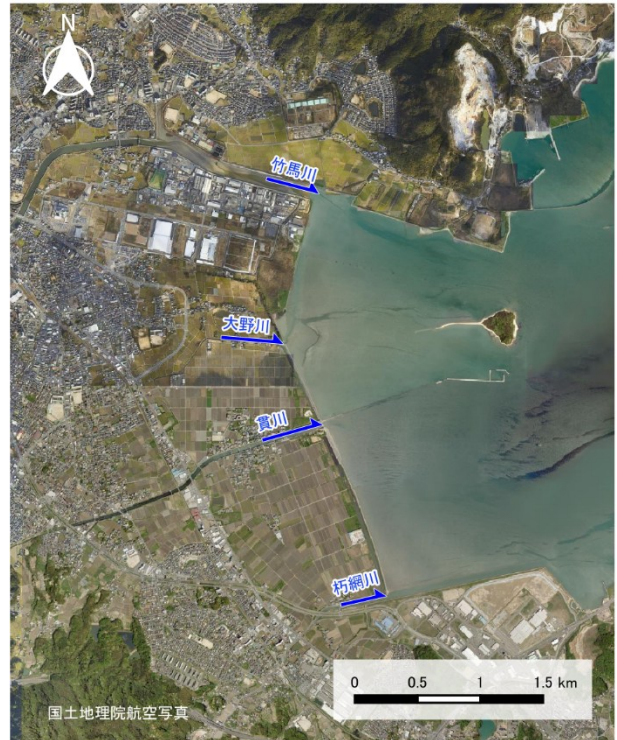


図 3.3.1 曾根干潟流入河川



図 3.3.2 曾根干潟後背地の状況

3.3.3 下水処理

曾根干潟の後背地に当たる箇所からの下水処理に関しては曾根処理区域として曾根浄化センター(1979年10月運転開始)にて処理されており、処理された下水については竹馬川に排水されている。

図3.3.3は北九州市の人口に対する下水道普及率⁶⁾を表している。1960(昭和35)年代では普及率がほぼ0%であったが、1970(昭和45)年に約20%、1980(昭和55)年には約70%と急激に普及し、2005(平成17)年には99.8%に達成し、その後はこの普及率を維持している。

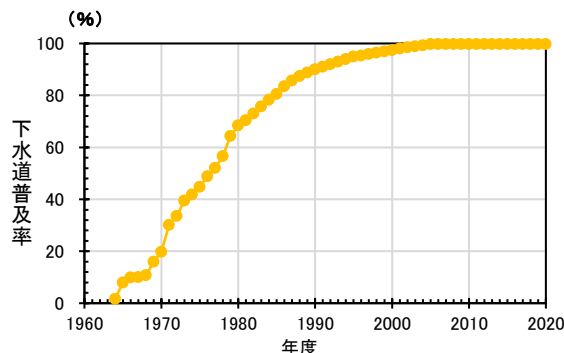


図3.3.3 北九州市の下水道普及率の経年変化⁶⁾
(参考文献のデータを基に作図)

3.3.4 河川水質

図3.3.4～図3.3.7に曾根干潟に流入する河川の水質(COD, DO, T-N, T-P)^{7), 8)}の1975(昭和50)年以降の推移を示す。

1980年以前からデータのある竹馬川では有機汚濁の指標であるCODや栄養塩の指標であるT-N, T-Pは1985(昭和60)年以前はそれ以降に比べて高い傾向がみられ、溶存酸素のDOは低い傾向がみられた。その後COD, T-N, T-Pは減少傾向、DOは増加傾向にあり、2000(平成12)年以降はいずれの項目についても3河川とも大きな変化はみられていない。なお、河川水質の詳細については、第4章3項1節で述べる。

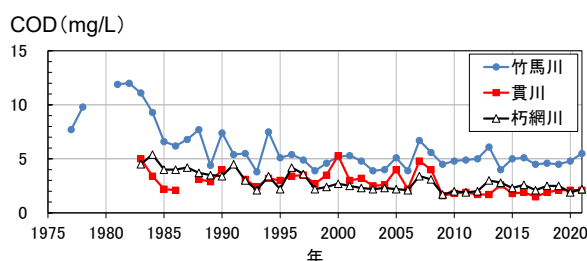


図3.3.4 COD 推移^{7), 8)}
(参考文献のデータを基に作図)

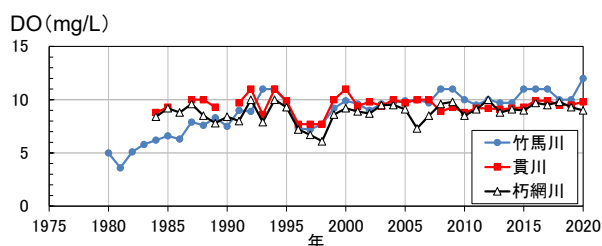


図3.3.5 DO 推移^{7), 8)}
(参考文献のデータを基に作図)

3.4 まとめ

曾根干潟周辺の平均気温は、年変動はあるものの、上昇傾向で推移していた。降水量は多い年と少ない年では2倍以上の開きがあるものの、直近10か年では1,500mmを超える降雨があり、年によるばらつきは少なかった。台風接近数は、2004(平成16)年に最も多い10個であり、次いで2018(平成30)年に9個であった。近年は概ね3～4個で推移していた。

曾根干潟流入河川流域における土地の利用状況は、竹馬川の流域および干潟の後背地において「田」の減少、「建物用地」の増加が顕著である。また、1997年度以降、流域南部の「荒地」が「森林」に変化している。

小倉南区の人口は、2004年に215,595人の最大値

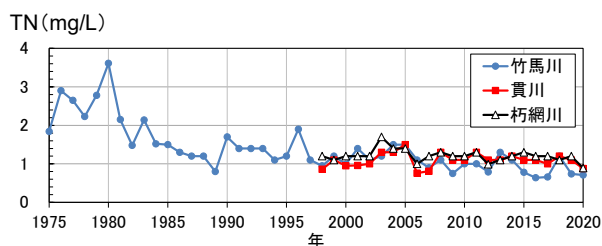


図3.3.6 T-N 推移^{7), 8)}
(参考文献のデータを基に作図)

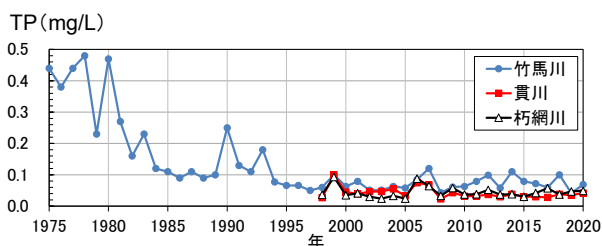


図3.3.7 T-P 推移^{7), 8)}
(参考文献のデータより作図)

を記録し、その後は緩やかな減少傾向に転じ、年約 240 人の割合で減少している。一方、世帯数は一貫して年約 1,047 世帯の割合で増加傾向であるが、最近では増加の割合が小さくなる傾向である。

曾根干潟に流入している河川は、北から竹馬川、大野川、貫川、朽網川の 4 河川である。曾根干潟の後背地には、西側には遊水地(潮遊池)や都市計画道路 6 号線が南北に走り、その西側は約 1km の田んぼや畑が広がっている。さらにその西側は住宅地等から成り立っている。

曾根干潟の後背地の下水処理は、曾根処理区域として曾根浄化センターで処理され、処理された下水については竹馬川に排水されている。

曾根干潟に流入する河川の水質のうち、最も長期間のデータのある竹馬川では COD, T-N, T-P は 1985(昭和 60)年以前はそれ以降に比べて高い傾向がみられ、DO は低い傾向がみられた。その後 COD, T-N, T-P は減少傾向、DO は増加傾向にあり、2000(平成 12)年以降はいずれの項目についても 3 河川とも大きな変化はみられていない。

(伊藤, 中野)

参考文献

- 1) 国土交通省気象庁:行橋(福岡県)年ごとの値 主な要素,年ごとの値,過去の気象データ検索,各種データ・資料.
https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/view/annually_a.php?prec_no=82&block_no=0782&year=&month=&day=&view=(参照 2025 年 4 月 28 日)
- 2) 国土交通省気象庁:九州北部地方(山口県を含む)への接近数,台風の接近数,台風の統計資料,過去の台風資料,各種データ・資料.
https://www.data.jma.go.jp/yoho/typhoon/statistics/accession/northern_kyushu.html(参照 2025 年 4 月 28 日)
- 3) 国土交通省:土地利用細分メッシュ 第 2.6 版,土地利用細分メッシュデータ,国土数値情報,国土数値情報ダウンロードサイト.
<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b.html>(参照 2025 年 4 月 29 日)
- 4) 北九州市:2.人口,長期時系列統計,統計書,統計・調査,統計・調査・報告,情報公開・統計・監査,市政情報.
https://www.city.kitakyushu.lg.jp/contents/924_01048.html(参照 2025 年 4 月 28 日)
- 5) 北九州市経済局,(財)九州環境管理協会:曾根漁港海域環境調査委託報告書(平成 8 年 3 月),1996.
- 6) 北九州市:9.電気,ガス,上下水道,長期時系列統計,統計書,統計・調査,統計・調査・報告,情報公開・統計・監査,市政情報.
https://www.city.kitakyushu.lg.jp/contents/924_00893.html(参照 2025 年 4 月 28 日)
- 7) 北九州市:北九州市の公害,第 10 号~第 22 号,1976~1988.
- 8) 北九州市:北九州市の環境,平成元年度版~令和 3 年度版,1989~2021.

4. 物理・化学的な環境

4.1 干潟地形

4.1.1 地盤高調査による地形変化

干潟の地盤高の変化を調べるために北九州市や九州共立大学が地盤高の測量調査を行っている¹⁾。測量測点は、干潟域に図 4.1.1 のように 86 点(×印)設けている。南から北にかけて A~N までの測線記号を振り、西から東にかけて 1~6 の番号を振って識別し、250m メッシュを基本としている。なお、図には、後ほど説明するが、底質・底生生物調査に関する測点を赤丸(●)で示している。測量調査は、1996 年から始められ、不定期に実施され、最近のものは 2021 年 1 月で、その間計 10 回行われている。測量方法は、電子平板とトータルステーション(TS)を用いて地盤高が計測されている。それらの結果から干潟地形の特徴や地盤高の変化などを調べた。

図 4.1.2 は、典型的な干潟海岸の地形を示す B 測線から K 測線における 3 カ年分(1996 年, 2008 年, 2021 年)の横断面図を表している。破線で示した全測線の平均的な断面は干潟海岸の特徴である平坦な地形を示しており、その海浜勾配は約 1/700 である。また、海床路を挟んで北干潟と南干潟を比べると北干潟(H, J, L 測線)の方が南干潟(B, C, D, E, F 測線)より 0.5m ~ 1.5m ほど地盤高が高くなっている。これについては後述する。

図 4.1.3 に代表的な平面地形として 1996 年, 2005 年, 2006 年の測量調査の結果である等高線図を示し、図 4.1.4 に 2009 年, 2011 年, 2021 年の等深線図を示す。曾根干潟の地形の特徴は、間島背後に形成されたトンボロ地形である。この地形は、平均水位における +0.01m から +0.50m の標高のところ(黄色)で顕著に表れている。また、標高 +0.51m から +1.00m のところ(薄茶色)で測量年により形状が異なる。すなわち、1996 年と 2005 年までは同じような形状であるが、2006 年ではその形状が小さくなり、逆に 0.00m 以下の形状が大きくなっていることから、この間で侵食が起こったことが示唆される。2009 年の等高線図は 2006 年とあまり変わってい

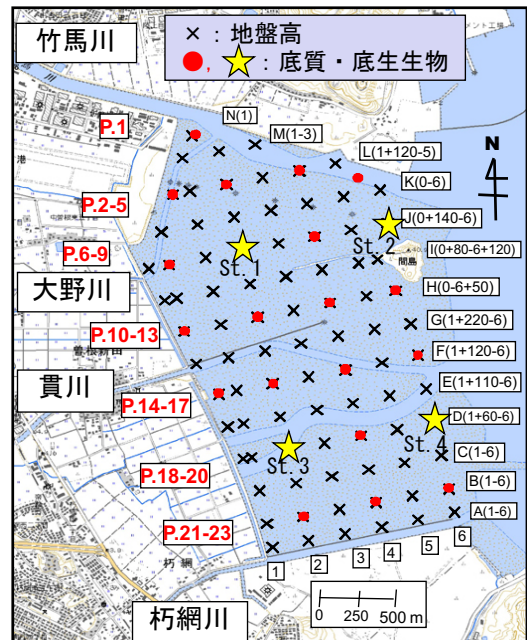


図 4.1.1 測量測点や底質・底生生物調査の測点
(背景図は国土地理院地図)

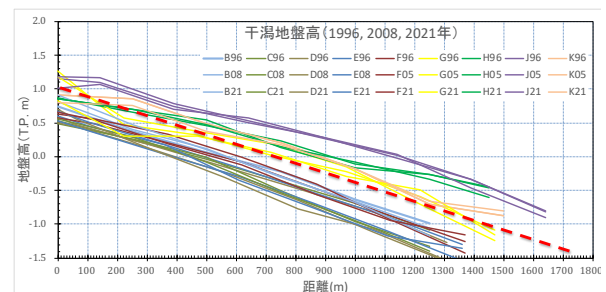


図 4.1.2 各測線の横断面図

ないが、2011 年では、+0.51m 以上の形状が大きくなり、0.00m 以下の形状が小さくなっていることから堆積が起こったことが推測される。

これらのことをさらに明らかにするために、2006 年と 1996 年, 2011 年と 2006 年, 2021 年と 2011 年の地盤高をそれぞれ比較した地盤高差分図を図 4.1.5 示している。2006 年と 1996 年の差分図(左図)を見ると、干潟全体に地盤高が低下しており、特に南干潟の沖側(南東側)において 30cm 以上の侵食がみられる。逆に、2011 年と 2006 年の差分図(中央図)では干潟全体で地

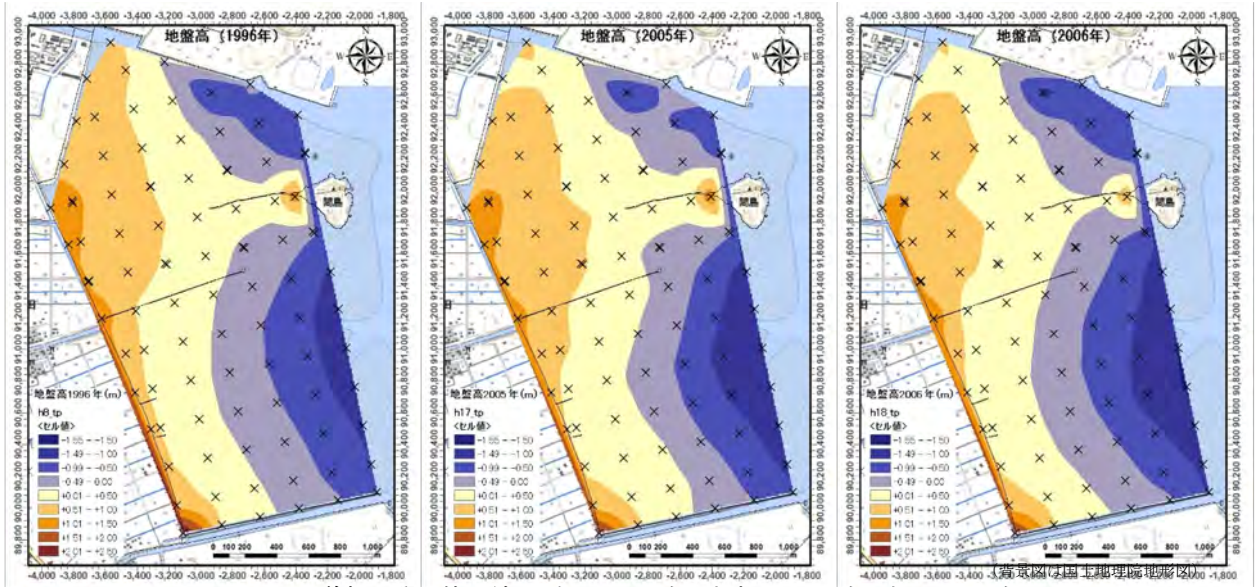


図 4.1.3 曾根干潟の等深線図(左図:1996年, 中央図:2005年, 右図:2006年)

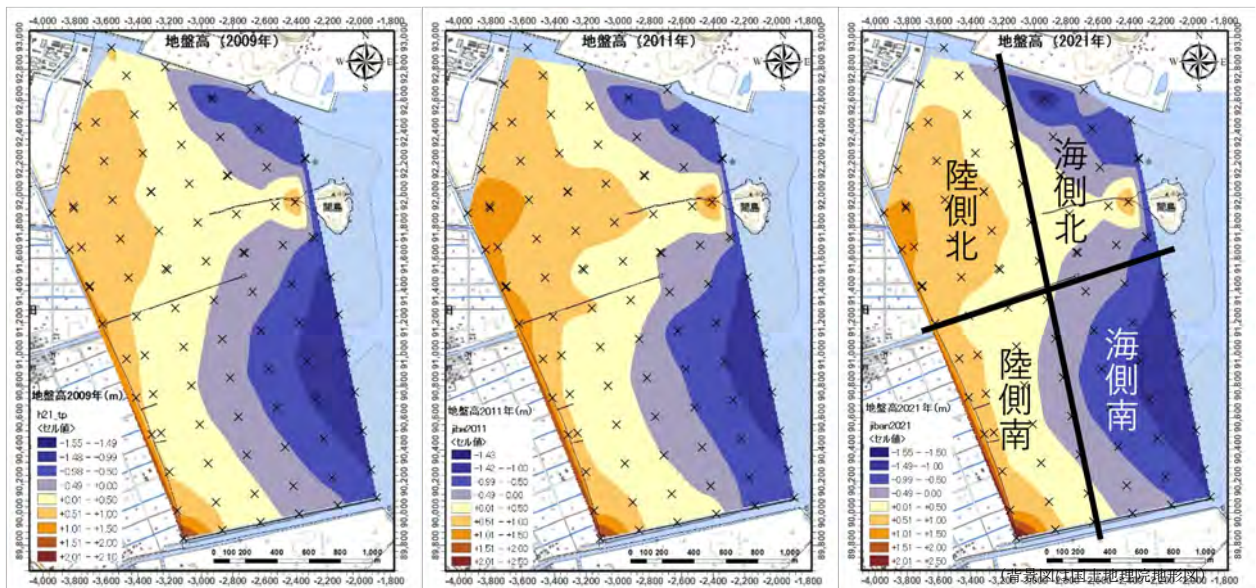


図 4.1.4 曾根干潟の等深線図(左図:2009年, 中央図:2011年, 右図:2021年)

盤高が上昇する結果が得られ、特に間島背後で 20cm ~50cm の堆積が起こった。直近の 2021 年の地盤高と 2011 年のそれを比べた結果では、再び干潟全体で地盤高が低下して侵食が起こった。

地盤高変化の経年的な特徴を把握するために、干潟を 4 つの区域に分割(図 4.1.4 と図 4.1.5 の右図参照)して、それぞれの区域における平均的な地盤高と差分量を求め、1996 年を基準として経年的に示したのが、図 4.1.6(上図は地盤高, 下図は差分)である。地盤高の特徴(上図)としては、陸側の北と南では、北側の地盤の

方が約 20cm 高くなっており、海側ではそれが 45cm 程度の違いとなり、北側の地盤高の方が明らかに高くなっている。このような違いが起こる要因は 2 つ考えられる。一つは、流量から推測すると竹馬川からの土砂供給量が南側の貫川と朽網川(導流堤により干潟の沖に流入)よりも多いこと、2 つ目は前述したように間島の波を遮蔽する機能により背後にトンボロ地形が形成されていることが上げられる。

経年的には、1996 年から 2005 年までは陸側で変動が少なく、海側で $\pm 0.05\text{m}$ 程度の変化がみられた。

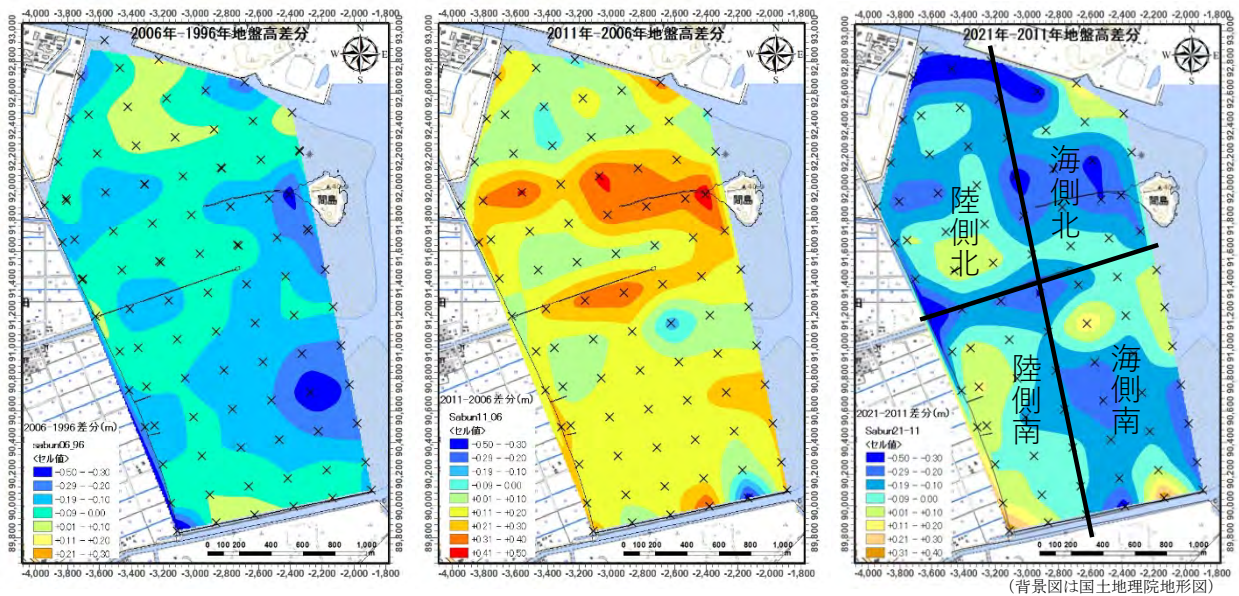


図 4.1.5 曾根干潟の地盤高差分図(左図:2006年-1996年,中央図:2011年-2006年,右図:2021年-2011年)

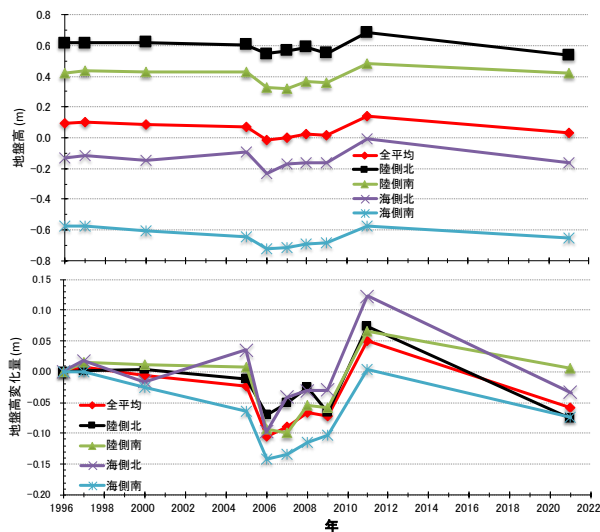


図 4.1.6 4 区域別平均地盤高(上図)と差分(下図)の経年変化

2005年から2006年の間で、図 4.1.5 の左図に示すように、4 区域すべてで急激な侵食(全体で -0.10m)が起こった。これは、2006年の調査日の直前に台風13号が通過したことによる影響と考える²⁾。その後、2009年までは穏やかに堆積していたが、2011年に全区域とも急激な地盤高の上昇した。2021年の10年間では、再び地盤高が減少し、2005年の地盤高とほぼ同じである。

これらの結果から、曾根干潟の地形は、次節で示す人工島の波浪減衰効果による堆積傾向が今のところ必ずしも顕著に現れているわけではなく、台風によると思われる海象・気象事象により顕著な侵食が起こったが、

長期的に見ると侵食と堆積を繰り返して同じような地盤高になっていると考えられる。

4.1.2 まとめ

- 1) 干潟の地盤高を知るための測量調査(86測点, 14測線)は、1996年から始められ、不定期に実施され、最新のものは2021年1月で、その間計10回行われた。全測線の平均的な断面は干潟海岸の特徴である平坦な地形を示しており、その海浜勾配は約 $1/700$ であった。
- 2) 曾根干潟の地形の特徴は、間島背後に形成されたトンボロ地形である。この地形は、平均水位における $+0.01\text{m}$ から $+0.50\text{m}$ の標高のところで顕著に表れている。
- 3) 地盤高の特徴としては、海床路を挟んで北干潟と南干潟を比べると陸側の北と南では、北干潟の地盤の方が約 20cm 高くなっており、海側ではそれが 45cm 程度の違いとなり、北干潟の地盤高の方が明らかに高くなっている。
- 4) 地形の経年的変化は、人工島の波浪減衰効果による堆積傾向が今のところ必ずしも顕著に現れているわけではなく、台風によると思われる海象・気象事象により干潟全域で顕著な侵食が起こった。しかし、長期的に見ると侵食と堆積を繰り返して同様な地盤高になっていると考えられる。

4.2 潮汐・潮流・波浪

4.2.1 曾根干潟周辺の潮位

図 4.2.1 は、曾根干潟の南に位置している苅田港における潮位³⁾を示している。朔望満潮位(H.W.L)は+3.83mで、朔望干潮位(L.W.L)は0.14mで、潮差は3.69mである。既往最高潮位は+5.58mであり、1950(昭和25)年9月13日に鹿児島県大隅半島に上陸しほぼ真北に経路をとったキジア台風(T5013)によりもたらされた。

図 4.2.2 は、曾根干潟周辺海域で計測された潮位から得られた月平均潮位と年平均潮位の経年変化を表している。上図が曾根干潟の南側に位置する苅田港の検潮所とそこから約18km北に位置する青浜検潮所(下図)の2011年から2020年の結果である。両者の月平均潮位の経年変化は同じような変化をしている。すなわち、冬期に平均潮位が低くなり、夏期には逆に高くなる。また、年平均および月平均潮位の線形近似直線が示すように、右下がり、すなわち潮位が低くなる傾向となっている。地球温暖化により海面上昇が起これと言われているが、曾根干潟周辺の海域では海面上昇の現象はここ10年間ではみられておらず、むしろ平均海面が下がる傾向がみられる。

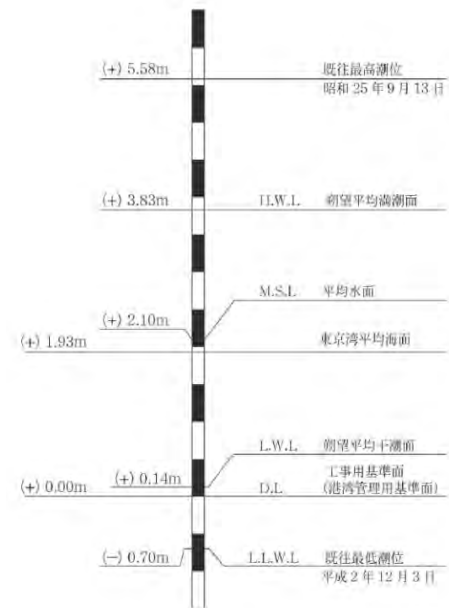


図 4.2.1 苅田港の潮位

4.2.2 曾根干潟と周辺海域における潮流と波浪

曾根干潟周辺海域は、近年、北九州空港の人工島や新松山埋立等の事業により、海岸物理環境が変化している。それらの状況と曾根干潟の環境変化を検討するため、空港島完成以前(1992年)、空港島完成後

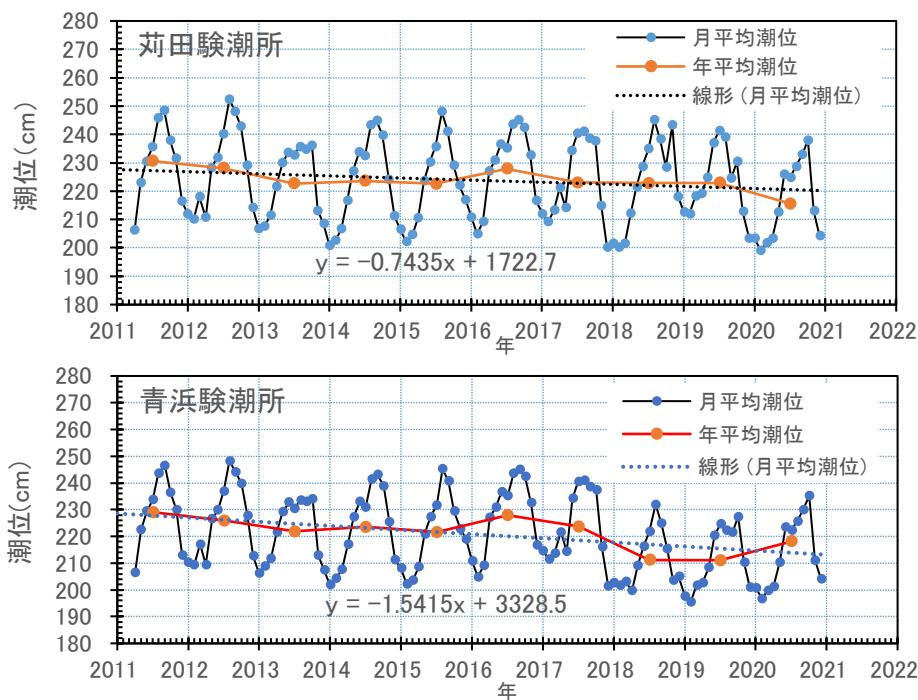


図 4.2.2 曾根干潟周辺の苅田検潮所(上図)と青浜検潮所(下図)における月平均・年平均潮位の経年変化

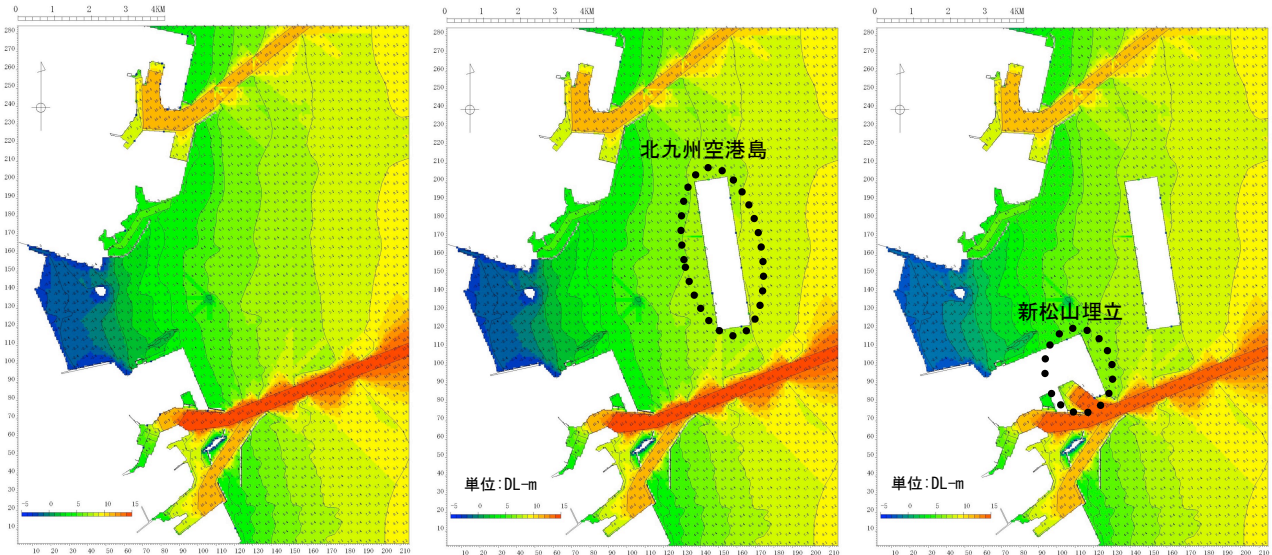


図 4.2.3 曾根干潟周辺における埋立の推移(左図:1992年,中央図:1998年,右図:現況2011年)

(1998年),新松山埋立完成後(現況2011年)の3地形(図4.2.3)で,潮流および波浪の数値シミュレーション⁴⁾を実施した.

(1) 潮流計算

① 計算モデル^{5),6)}

流動モデルの基礎式は,質量保存則とナビヤ・ストークスの運動方程式を鉛直方向に積分した長波近似式を用いている. x, y, z は座標系を示す図4.2.4において従来の直交座標系の独立変数であり, H は水深, η は水面変位を表すとし,鉛直方向に σ 座標系を導入すると,基礎式は次式で表せる.

$$\frac{\partial DU}{\partial x} + \frac{\partial DV}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial \sigma} + \frac{\partial \eta}{\partial t} = 0 \quad \dots\dots(1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial UD}{\partial t} + \frac{\partial U^2 D}{\partial x} + \frac{\partial UVD}{\partial y} + \frac{\partial U\omega}{\partial \sigma} + fVD + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} \\ + \frac{gD^2}{\rho_0} \int_{\sigma}^0 \left[\frac{\partial \rho'}{\partial x} - \frac{\sigma'}{D} \frac{\partial D}{\partial x} \frac{\partial \rho'}{\partial \sigma'} \right] d\sigma' = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_M}{D} \frac{\partial U}{\partial \sigma} \right] + F_x \end{aligned} \quad \dots(2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial VD}{\partial t} + \frac{\partial UVD}{\partial x} + \frac{\partial V^2 D}{\partial y} + \frac{\partial V\omega}{\partial \sigma} + fUD + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} \\ + \frac{gD^2}{\rho_0} \int_{\sigma}^0 \left[\frac{\partial \rho'}{\partial y} - \frac{\sigma'}{D} \frac{\partial D}{\partial y} \frac{\partial \rho'}{\partial \sigma'} \right] d\sigma' = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_M}{D} \frac{\partial V}{\partial \sigma} \right] + F_y \end{aligned} \quad \dots(3)$$

$$\frac{\partial TD}{\partial t} + \frac{\partial TUD}{\partial x} + \frac{\partial TVD}{\partial y} + \frac{\partial T\omega}{\partial \sigma} = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_H}{D} \frac{\partial T}{\partial \sigma} \right] + F_T - \frac{\partial R}{\partial z} \quad \dots(4)$$

$$\frac{\partial SD}{\partial t} + \frac{\partial SUD}{\partial x} + \frac{\partial SVD}{\partial y} + \frac{\partial S\omega}{\partial \sigma} = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_H}{D} \frac{\partial S}{\partial \sigma} \right] + F_S \quad \dots(5)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial q^2 D}{\partial t} + \frac{\partial Uq^2 D}{\partial x} + \frac{\partial Vq^2 D}{\partial y} + \frac{\partial \omega q^2}{\partial \sigma} = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_q}{D} \frac{\partial q^2}{\partial \sigma} \right] \\ + \frac{2K_M}{D} \left[\left(\frac{\partial U}{\partial \sigma} \right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial \sigma} \right)^2 \right] + \frac{2g}{\rho_0} K_H \frac{\partial \tilde{\rho}}{\partial \sigma} - \frac{2Dq^3}{B_1 \ell} + F_q \end{aligned} \quad \dots(6)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial q^2 \ell D}{\partial t} + \frac{\partial Uq^2 \ell D}{\partial x} + \frac{\partial Vq^2 \ell D}{\partial y} + \frac{\partial \omega q^2 \ell}{\partial \sigma} = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_q}{D} \frac{\partial q^2 \ell}{\partial \sigma} \right] \\ + E_1 \ell \left(\frac{K_M}{D} \left[\left(\frac{\partial U}{\partial \sigma} \right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial \sigma} \right)^2 \right] + E_3 \frac{g}{\rho_0} K_H \frac{\partial \tilde{\rho}}{\partial \sigma} \right) - \frac{Dq^3}{B_1} \tilde{W} + F_\ell \end{aligned} \quad \dots(7)$$

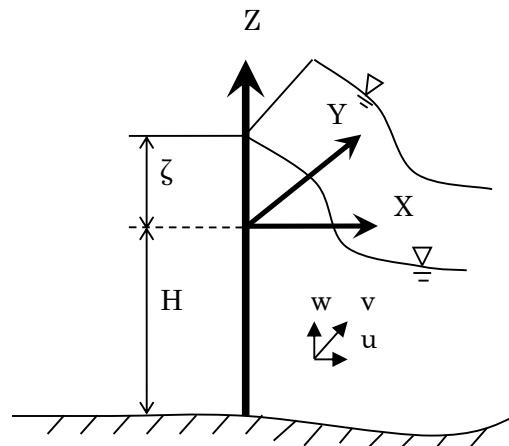


図 4.2.4 数値モデルの座標系

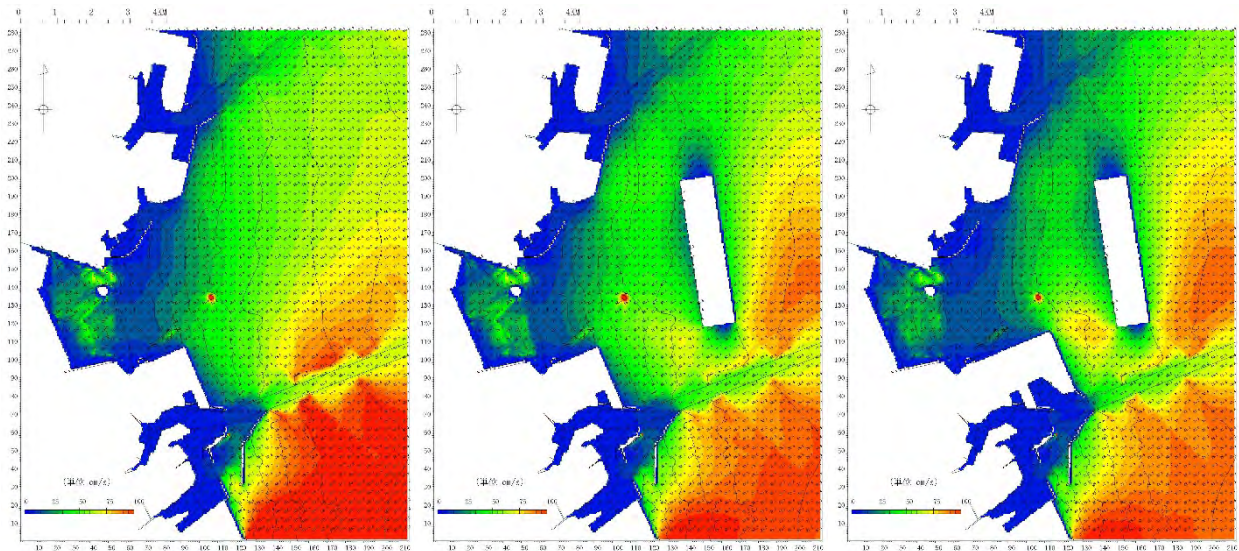


図 4.2.5 潮流計算結果(左図: 1992 年, 中央図: 1998 年, 右図: 現況 2011 年)

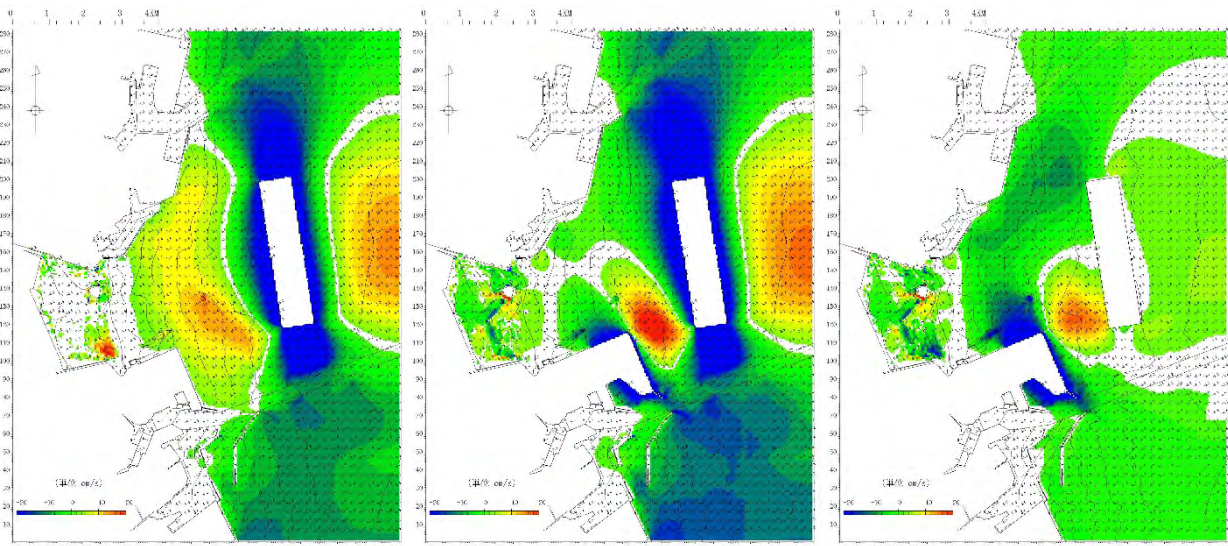


図 4.2.6 曾根干潟周辺海域における流速差分値(左図: 1998 年-1992 年, 中央図: 2011 年-1992 年, 右図: 2011 年-1998 年)

ここに, U, V はそれぞれ x 方向と y 方向の流速を表し, ω は σ 座標系における鉛直流速を表す. T, S はそれぞれ水温と塩分濃度を表している. f, K_M, K_H は, それぞれコリオリ係数, 鉛直渦動粘性係数, 鉛直拡散係数である. ρ, ρ_0 は海水の密度と初期密度, R は短波放射フラックス, q^2 は乱流の運動エネルギー, l は乱流の長さスケールを表す. $D=H+\eta$.

σ 座標系における鉛直流速 ω は, 次式により直交座標系の鉛直流速 W に変換される.

$$W = \omega + U \left(\sigma \frac{\partial D}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial x} \right) + V \left(\sigma \frac{\partial D}{\partial y} + \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) + \sigma \frac{\partial D}{\partial t} + \frac{\partial \eta}{\partial t} \quad \dots(8)$$

干潟部分においては, 水深が 0.1m 以下となった場合, 干出したものとし, その計算格子の水の流出はないものとする移動境界条件とした. また, n はマンシングの粗度係数で 0.026 の値を用いた.

②計算条件

計算潮汐は潮流速が速くなる平均大潮期とし, 「潮汐調和定数表 海上保安庁」より苅田港調和定数より振幅 152.9cm ($M_2:106.6\text{cm}$, $S_2:46.3\text{cm}$, $Z_0:210\text{cm}$) を設定した.

流入河川の流量は, 1995(平成7)年に観測された年平均流量⁷⁾を表す表 4.2.1 のとおり設定した. 境界条件および水平渦動粘性係数は潮流調査結果(2006 年 2 月:北九州市)⁸⁾と再現を検討の上, 設定した.

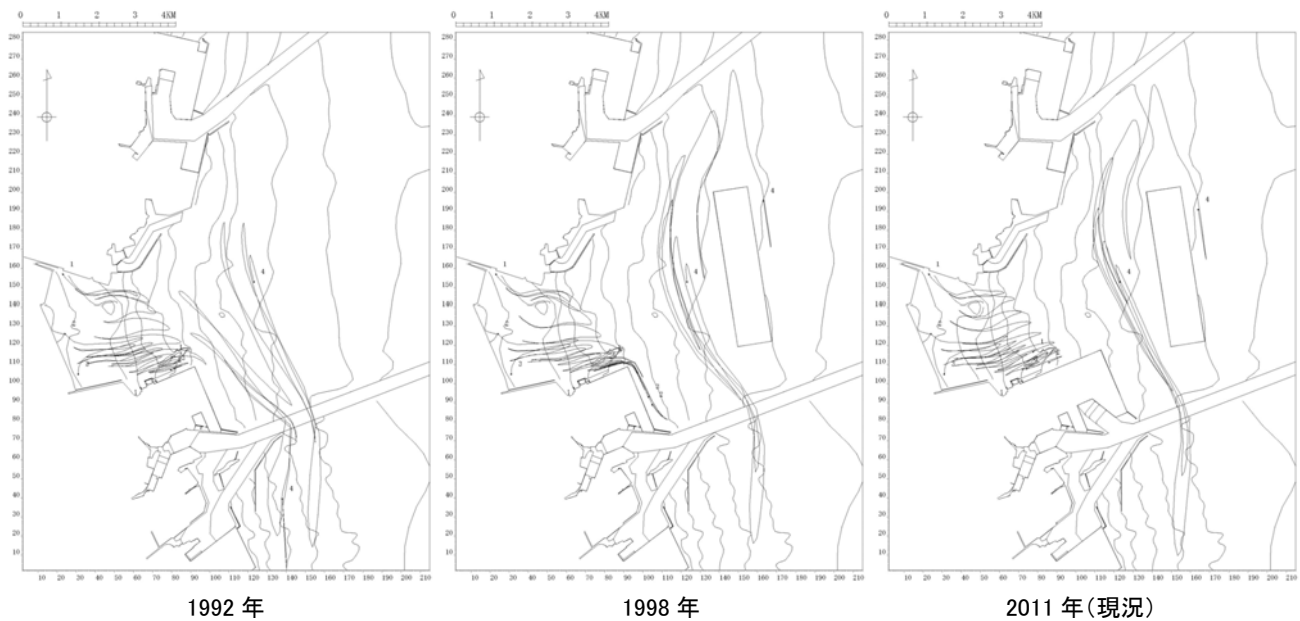


図 4.2.7 曾根干潟周辺海域における水粒子の軌跡(左図: 1992 年, 中央図: 1998 年, 右図: 2011 年)

③計算結果 (流速分布)

図 4.2.5 が示すように, 空港島の存在による流れの影響は少なく, 曾根干潟上での流速が極端に変化する状況とはなっていない. 新松山埋立地北側では, 流速の低下域がみられる(図 4.2.6). これは, 曾根干潟沖の北九州空港付近の海域では, 南北の流れが卓越するため, 空港島の存在が潮流を阻害していないことや, 干潟上では潮の干満による東西の流れが卓越し, 流速も沖と比べ緩やかであることが, 流速差が見られない要因と考えられる.

表 4.2.1 各河川における年平均流量

河川名	竹馬川	大野川	貫川	朽網川
年平均流量 (m ³ /日)	51,762	12,210	13,853	37,633

④計算結果(水粒子の軌跡)

干潟上の海水中の水粒子の動きを検討するため, 潮流の水粒子追跡計算を行った. ただし, 移流成分のみを考慮し, 計算格子が干出した場合は移動しないものとした. 計算時間は大潮期が続く3日間(72時間)とした.

計算結果を図4.2.7に示す. これは, 竹馬川河口地点(1)と干潟の中央地点(2), 干潟南端地点(3), 人工島西側沖地点(4)の4地点(図面上に数字1~4で表示)から流出した水粒子の軌跡を細い線で表している.

干潟上では潮汐の干満による岸沖方向の往復流に

より移動しながら, 南側に移動している. これは, 干潟北側に比べ, 南側の地盤が低いためと考えられる. 1992年と1998年においては, 干潟上の水粒子は3日後に干潟から外海へ流出している. 一方, 現況では新松山埋立地北側に留まる傾向が見られ, 海水交換が低下していることが推測される. また, 流されてきた底質が, ここで行き場がなくなり, 沈降することも推測される. よって, 新松山埋立護岸の北側に土砂の堆積が起こる可能性がある.

(2) 波浪変形計算⁹⁾

①計算モデル

本計算では, 多方向不規則波の波浪変形計算法として従来から多く用いられているエネルギー平衡方程式¹⁰⁾を用いて波浪の変形計算を行なった. その基礎式は次式で与えられる.

$$\frac{\partial}{\partial x}(DV_x) + \frac{\partial}{\partial y}(DV_y) + \frac{\partial}{\partial \theta}(DV_\theta) = 0 \quad \dots(9)$$

$$\left. \begin{aligned} V_x &= C_g \cos \theta \\ V_y &= C_g \sin \theta \\ V_\theta &= \frac{C_g}{C} \left(\frac{\partial C}{\partial x} \sin \theta - \frac{\partial C}{\partial y} \cos \theta \right) \end{aligned} \right\} \dots(10)$$

ここに、 D は方向スペクトルの密度、 C_g は群速度(m/s)、 C は波速(m/s)、 θ は波向と座標軸がなす角度、 x, y は直交座標系の縦および横方向座標である。

②波浪条件

波浪条件は「全国港湾海洋波浪情報網(ナウファス):国土交通省」より、荇田沖観測結果の過去4年間(2001年~2004年)から、干潟への影響が最も大きいと考えられる最大有義波の平均値を設定した(表 4.2.2)。波向は発生頻度の最も多いE方向とした。

③計算結果

図 4.2.8 は、計算結果を示しており、左上図が人工島建設前1992年の波高分布、右上図が人工島建設後の1998年波高分布、左下図が人工島および新松山の埋立て建設後2011年の波高分布を示している。同図中の右下図は、2011年と1992年との波高低減の比率を表している。1992年と1998年を比較すると、北九州空港島直背後の海域で極端な波高の低下が見られ、さらにその西側海域においても、波高が1.0m以下の範囲が広

がっている。曾根干潟における北側浅海部の竹馬川、大野川河口付近、および間島西側では波浪の低下が若干みられるが、1992年時においても、この海域は間島の影になり波高が低いところである。

1992年と2011年の現況とを比較すると、人工島の直背後ではこの低減率が最大で90%となっており、その西側にいくにつれ低減率が60%程度まで下がっている。新松山埋立地の北側で70~90%の波浪の低下がみられる。干潟においては、北側で30~60%の波高低減が見られ、南側では60~80%の低減がみられる。

表 4.2.2 年最大有義波高と周期

年	波高(m)	周期(sec)
2001	1.87	5.6
2002	2.20	5.6
2003	2.04	5.8
2004	3.36	7.9
平均	2.34	6.3

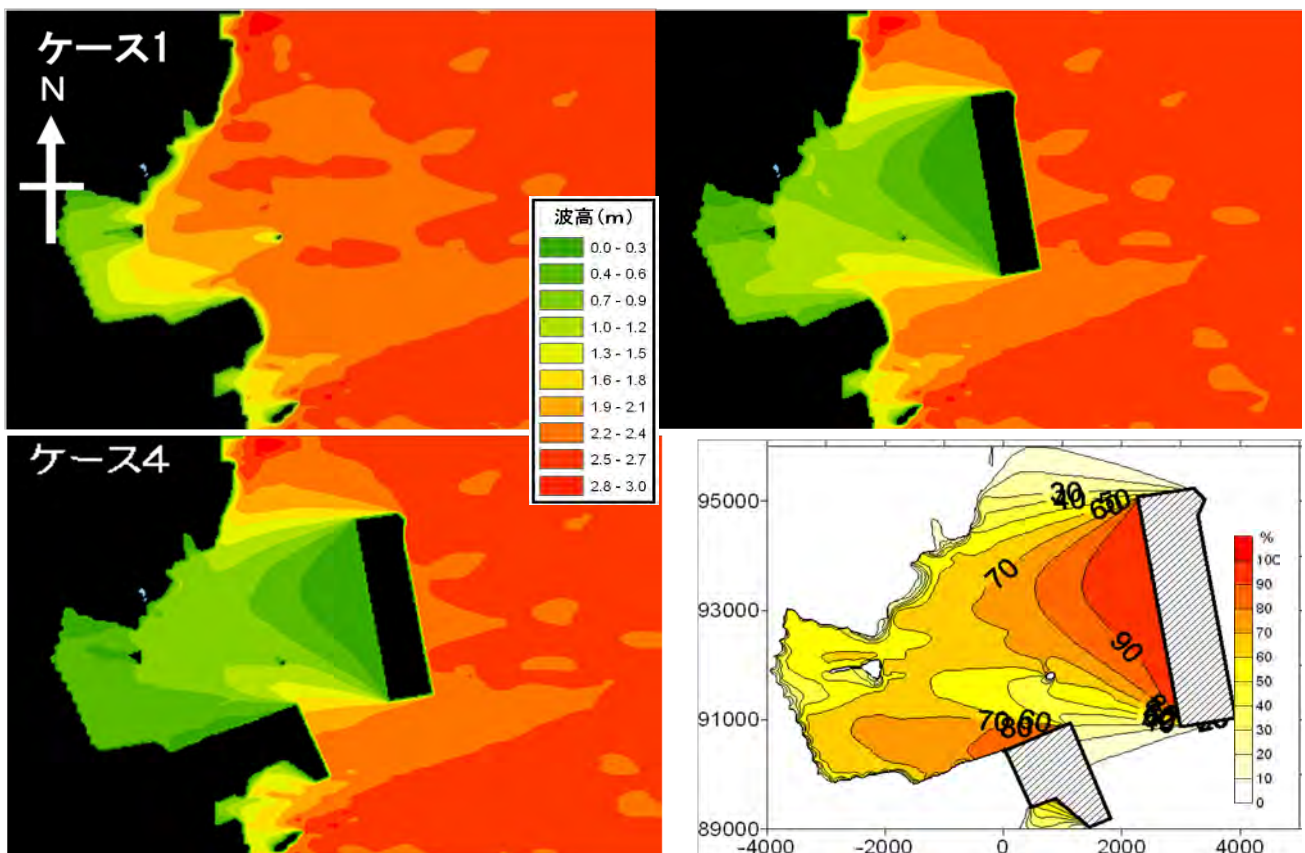


図 4.2.8 曾根干潟周辺海域における波高分布(左上図:1992年, 右上図:1998年, 左下図:2011年), 右下図:2011年と1992年との波高低減率

4.2.3 まとめ

- 1) 曾根干潟周辺海域で計測された潮位データから得られた月平均潮位と年平均潮位の経年変化は、2011年から2020年の10年間という短い期間であるが、右下がり、すなわち平均海面が低くなる傾向であった。
- 2) 長波近似式を用いた潮流計算により空港島の存在による流れの影響は少なく、曾根干潟上での流速が極端に変化する状況とはなっていない。
- 3) 人工島設置前の1992年においては、干潟上の水粒子は3日後に干潟から外海へ流出している。一方、現況では新松山埋立地北側に留まる傾向が見られ、海水交換が低下していることが推測される。また、流されてきた底質が、ここで行き場がなくなり、沈降することも推測される。
- 4) エネルギー平衡方程式を用いた波浪変化計算によると、人工島の直背後では波高低減率が最大で90%となっており、その西側(干潟側)にいくにつれ低減率が60%程度まで下がっている。干潟においては、北側で30~60%の波高低減が見られ、南側では60~80%の低減がみられた。

(小島)

参考文献

- 1) 小島治幸, 原喜則, 平山直樹, 清水敬司: 北九州空港等周辺海域と曾根干潟における自然環境特性, 九州共立大学総合研究所紀要, 第10号, pp.1-10, 2017.
- 2) 熊谷和也, 小島治幸, 鄒曙光, 原喜則, 清水敬司: 曾根干潟における地形と底質, 底生生物の特性に

ついて, 九州共立大学工学部研究報告, 第35号, pp.425-430, 2011.

- 3) 重要港湾 苅田港要覧, 令和2年版, 福岡県苅田港務所
- 4) 小野勇一(自然環境定量評価研究会): 河川整備基金助成事業「河口干潟生態系の評価・モニタリングに有効な指標生物抽出技術および群集比較法等の開発」, 2007.
- 5) Gresho, P. M., Chan, S. T., Lee, R. L. and Upson, C. D. : A modified finite element method for solving the time-dependent incompressible Navier-Stokes equations, part 1, *Int. J. Numer. Meth. Fluids*, Vol. 4, pp. 557-598, 1984.
- 6) Mellor, George L.: POM(Princeton Ocean Model) USERS GUIDE for A THREE- DIMENSIONAL, PRIMITIVE EQUATION, NUMERICAL OCEAN MODEL, 56p., 2004.
- 7) 北九州市経済局, (財)九州環境管理協会: 曾根漁港海域環境調査委託報告書, 1996.
- 8) 北九州市環境局((株)三洋コンサルタント): 平成17年度曾根干潟環境調査(底質等)業務委託, pp.3-19, 2006.
- 9) 原喜則, 小島治幸, 鄒曙光, 田中邦博, 奥村博樹, 西岡晃: 曾根干潟におけるカプトガニ幼生生息環境の物理特性に関する基礎的研究, 海洋開発論文集, 第23巻, pp.447-452, 2007.
- 10) 間瀬肇, 高山知司, 国富将嗣, 三島豊秋: 波の回折を考慮した多方向不規則波の変形計算モデルに関する研究, 土木学会論文集, 第628号, II-48, pp.177-187, 1999.

4.3 水質

4.3.1 河川の水質の状況

(1) 下水道の普及と河川水質の関係

北九州市の下水道事業は、1918年(大正7年)に旧若松市で事業を開始し、1963年(昭和38年)の皇后崎下水処理場運用開始を皮切りに日明、新町、北湊、曾根の計5か所の下水処理場(浄化センター)が整備され、現在の処理人口普及率はほぼ100%に達している¹⁾。北九州市の下水道分布を図4.3.1に、処理人口普及率を表4.3.1に示す。

図4.3.2に示すとおり、河川の水質改善²⁾適合率³⁾の経年変化は、下水道の処理人口普及率と同じ傾向を示しており、下水道整備が河川の水質改善に大きく寄与していることがわかる。曾根干潟の後背地は、曾根浄化センター(1979年稼働開始)で処理されており、その処理水は竹馬川に放流されている。

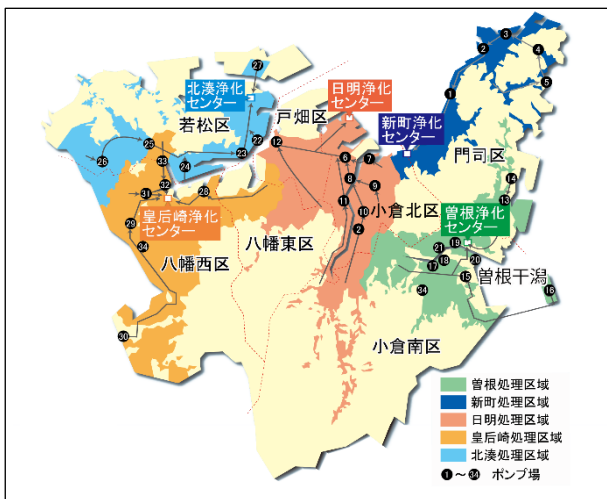


図 4.3.1 下水道分布図²⁾※

※: 引用した図やグラフを一部改変。以下同様。

表 4.3.1 下水道処理人口普及率(令和5年度末)¹⁾

行政区	行政区内人口(人)	処理区域内人口(人)	普及率(%)
門司	91,735	91,511	99.8
小倉北	177,097	176,804	99.8
小倉南	204,612	204,452	99.9
若松	79,481	79,126	99.6
八幡東	62,852	62,803	99.9
八幡西	245,420	245,182	99.9
戸畑	54,806	54,806	100
北九州市	916,003	914,684	99.9

注1) (環境基準適合点の数÷環境基準点の数)×100

(2) 流入河川の水質

曾根干潟には、表4.3.2に示す4つの河川が流入しており、このうち大野川を除く3河川は、公共用水域として北九州市が同表に示す頻度で水質調査を実施している。3河川のうち、竹馬川は環境基準のD類型、貫川はB類型に指定されている⁴⁾。

ここで整理した調査項目を表4.3.3に、調査地点を図4.3.3に示す。

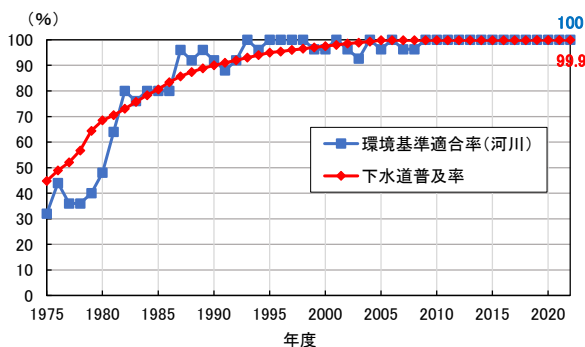


図 4.3.2 下水道処理人口普及率と環境基準達成率
(北九州市下水道局提供データを基に作図)

表 4.3.2 曾根干潟への流入河川⁴⁾

河川名	種別	流路延長(m)	流域面積(km ²)	水質調査		
				調査地点	回数	
竹馬川	2級河川 (知事管理)	6,250	37.7	R21	環境基準点	12回/年
貫川		4,380	10.3	R26		
朽網川	準用河川	2,525	8.4	R35	一般測定点	4回/年
大野川	(市長管理)	2,045	1.6	-	-	-

表 4.3.3 調査項目

調査項目	単位	項目の説明
COD (化学的酸素要求量)	mg/L	Chemical Oxygen Demandの略称で、湖沼及び海域の、主として、有機性物質による水質汚濁の指標として用いられている。
DO(溶存酸素量)	mg/L	水中に溶けている酸素量のこと。主として、有機物による水質汚濁の指標として用いられており、水中に溶ける酸素量は、水温に反比例(水温が高くなるほど低下)する。最もきれいな水ではほぼ飽和状態。やや汚染された水では5mg/L以上。非常に汚染された水ではゼロに近い微量になるとされている。
SS(浮遊物質)	mg/L	Suspended Solid(浮遊物質)の略称で、主として、水の濁りの原因となる。水に溶解しない固体成分(浮遊物)による汚染の指標として用いられており、河川及び湖沼でのみ環境基準が適用される。
T-N(全窒素)	mg/L	全窒素・全リンは、湖沼や内湾などの閉鎖性水域の、富栄養化の指標として用いられている。水中では、窒素(リン)は、窒素イオン(リンイオン)、窒素化合物(リン化合物)として存在しているが、全窒素(全リン)は、試料水中に含まれる窒素(リン)の総量を測定するものである。
T-P(全リン)	mg/L	

出典: 国立環境研究所⁵⁾、下線は著者による加筆

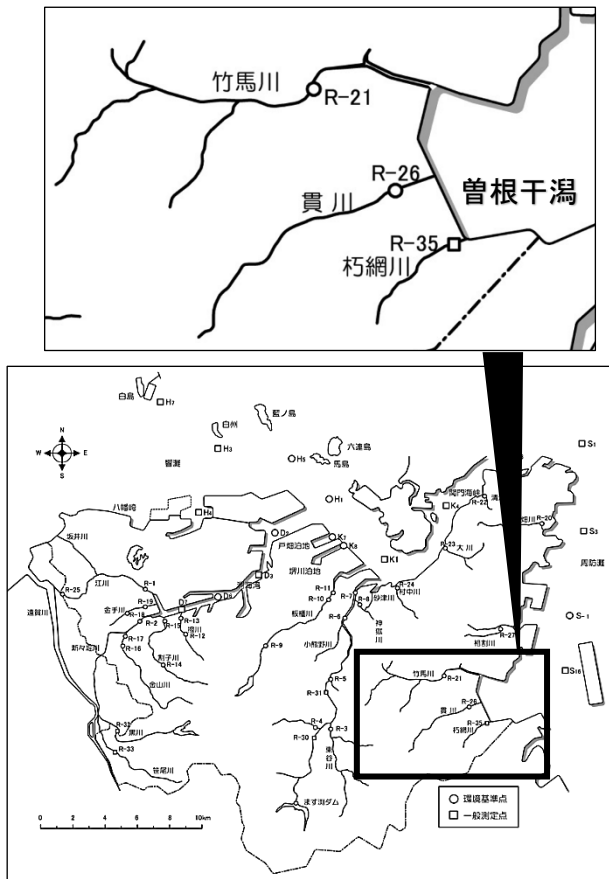


図 4.3.3 河川水質調査地点図^{4)※}

この3河川の水質調査結果について、1987年度までは「北九州市の公害」⁶⁾で、その後は「北九州市の環境（環境白書）」⁴⁾で公開されている。ここでは、1975～2021年度の年平均値の経年変化を図4.3.4に示すとともに、その概要を整理した。

CODについては、竹馬川が他の2河川よりも高い数値を示している。特に1980年代の前半は、非常に高い数値を示していたが、後半からは下水道の普及効果と考えられる顕著な低減がみられた。経年的には、いずれの河川も1985年以降減少～横ばい傾向で、2010年ころから竹馬川は5mg/L前後、他の2河川は2mg/L前後で横ばい傾向を示している。

T-NおよびT-PについてもCODと同様の傾向を示しており、2000年ころから、3河川共に低いレベルでの横ばい傾向である。

河川の環境基準項目であるDOとSSも改善方向で推移しており、DOの一部を除き、最も厳しいAA類型の環境基準を満足している。

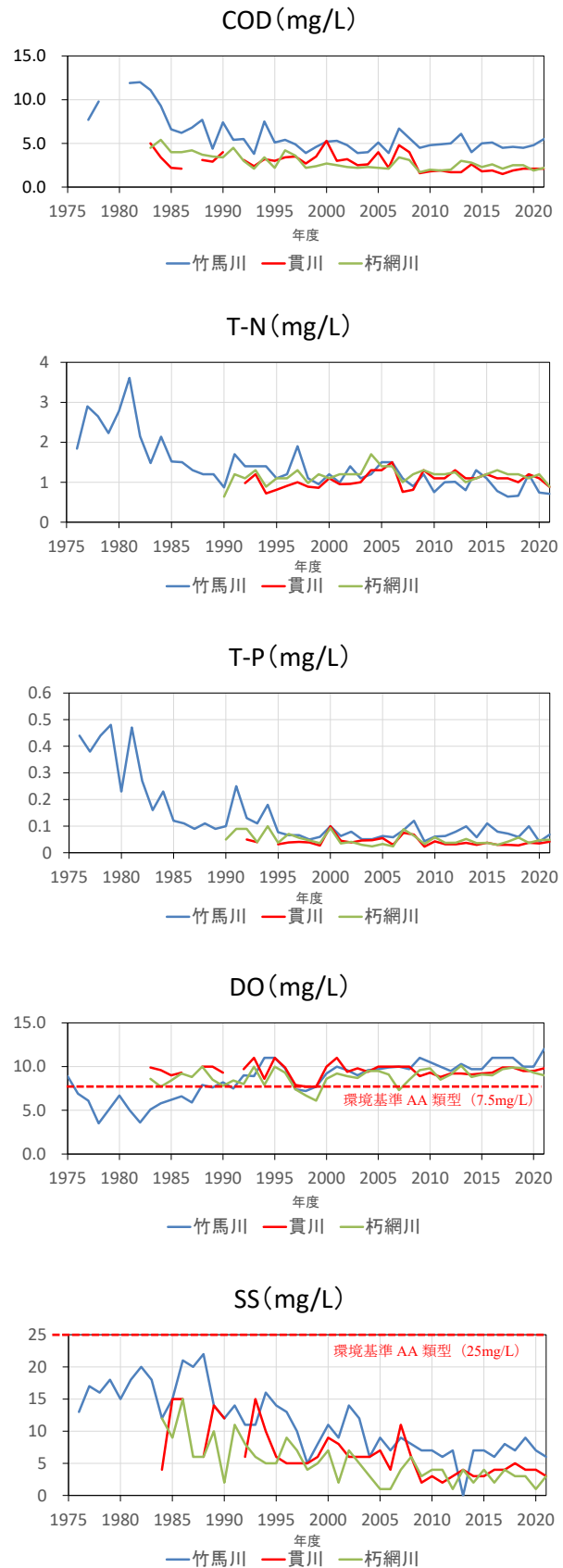


図 4.3.4 河川水質の経年変化^{4),6)}
(参考文献のデータを基に作図)

4.3.2 海域の水質の状況

(1) 干潟前面海域

曾根干潟前面海域については、人工島(北九州空港)絡みで国土交通省が、公共用水域として北九州市が水質調査を実施している。九州共立大学総合研究所が2017年3月に公開した研究論文⁷⁾では、これらデータ(1982~2015年度)をもとに、本海域の水質について考察している。また、北九州市は、2018年度に公共用水域の長期データ(1977~2017年度)をもとに、水質の経年変化の解析を行い報告書⁸⁾として取りまとめている。ここでは、この論文と報告書にその後のデータ⁴⁾を追加して再整理を行った。

調査地点は図4.3.5に示すとおりであり、北九州空港を挟んで「岸側」、「沖側」および「公共用水域(S16)」の3区分でデータを整理した。3区分の調査地点の内訳は以下のとおりである。

【岸側】st1, st2, st5, st6, st12

【沖側】st3, st7, st10, st11, st13

【公共用水域】S16

各水質項目の経年変化を図4.3.6(1)~図4.3.6(7)に示す。また、S16について回帰分析を行ったので併せて示した。

本海域が属する周防灘は環境基準のA類型(COD, DO)およびII類型(T-N, T-P)に指定されており⁴⁾、これらの環境基準との比較も行った。

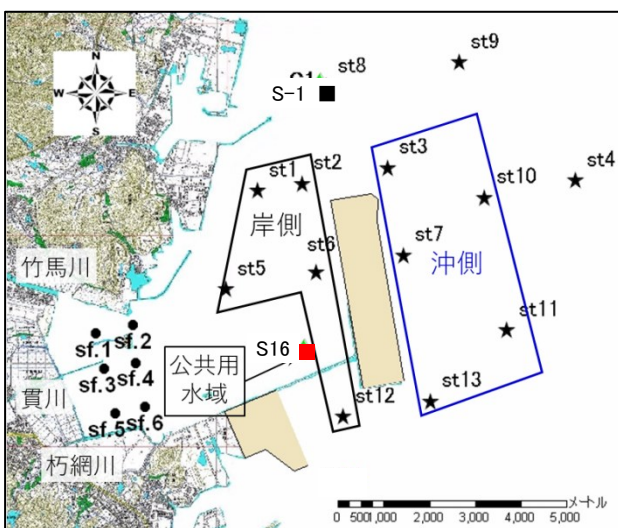


図 4.3.5 干潟前面海域の調査地点図⁷⁾※

1) COD

岸側、沖側ともに、2007年度からは環境基準をほぼ満足しているが、1995年度から2006年度にかけて環境基準よりも高い数値で推移した。このような動きについて論文では、「河川と対応しているとは言えず、要因の特定は困難であるが、人工島の護岸完成(1998年)とほぼ時期を同じくすることから、人工島建造の影響の可能性がある。」と述べている。また、傾きから計算すると、1980年度からの約40年間で0.4~0.5mg/L低減している結果となった。

2) DO

特に目立った変化はなく、横ばい傾向を示しており、岸側、沖側については、すべての年で環境基準を満足している。

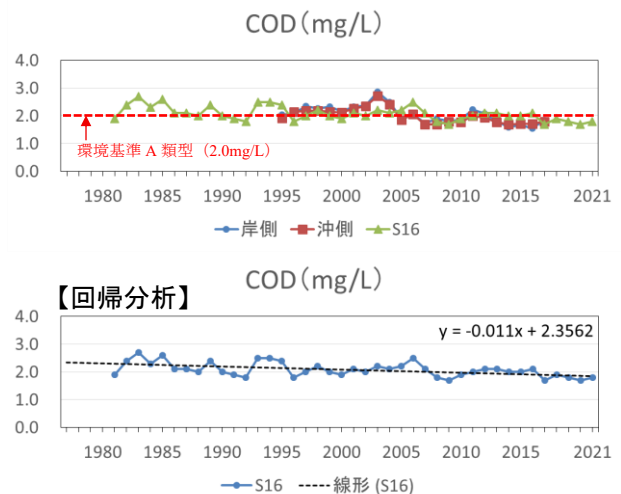


図 4.3.6(1) COD の経年変化

(参考文献のデータを基に作図)

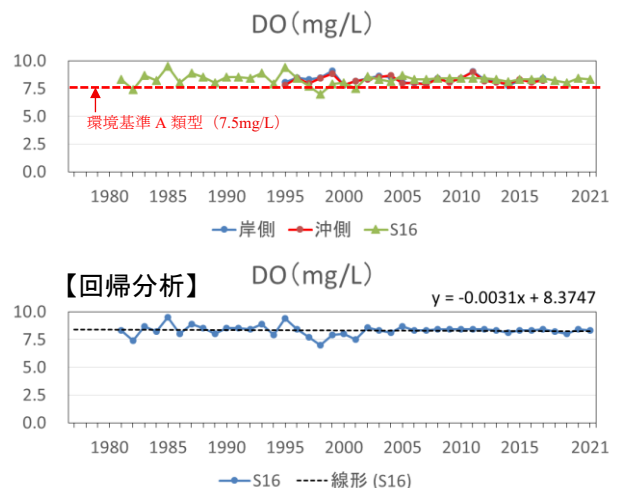


図 4.3.6(2) DO の経年変化

(参考文献のデータを基に作図)

3) T-N

COD と同じように人工島建造の影響である可能性をうかがわせる動きを示したが、岸側、沖側ともに 2001 年度、2002 年度以外は環境基準を満足していた。また、傾きから計算すると、1977 年度からの約 45 年間で 0.02mg/L 低減している結果となった。

4) T-P

T-N ほど顕著ではないが、同じような動きを示したものの環境基準を超えることはなかった。2015 年度に環境基準に迫る数値を示したが、その後は減少し基準を超えてはいない。また、傾きから計算すると、1977 年度からの約 45 年間で 0.002mg/L 低減している結果となった。

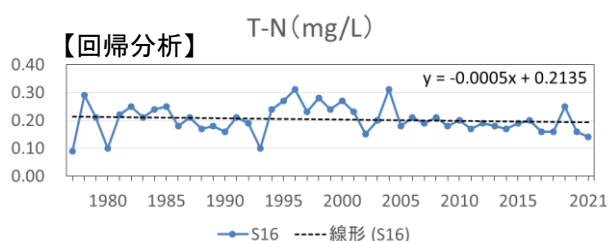
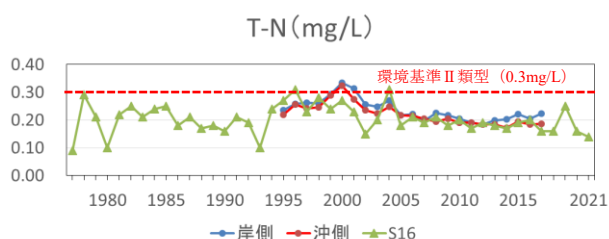


図 4.3.6(3) T-N の経年変化
(参考文献のデータを基に作図)

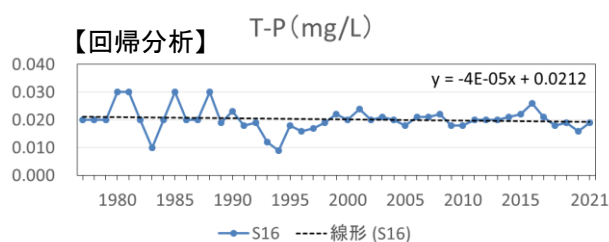
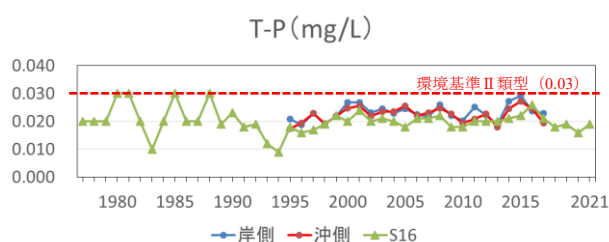


図 4.3.6(4) T-P の経年変化
(参考文献のデータを基に作図)

5) 参考項目

参考として、前述した北九州市の調査報告書⁸⁾で考察されている公共用水域 S16 における水温、塩分、クロロフィル a(赤潮の指標項目)の経年変化について紹介する。ここでのコメントは報告書を引用した。

・水温

年による変動はあるが、長期的な推移でみると上昇傾向であった。回帰式の傾きは 0.038 であり、1987 年度から 2017 年度の 31 年間で約 1.14℃の上昇がみられた。

・塩分

年による変動はあるが、長期的な推移でみると、低下傾向であった。回帰式の傾きは -0.10 であり、1999 年度から 2017 年度の 19 年間で約 2.0‰の低下がみられた。

・クロロフィル a

S16 は、1993～2012 年度の長い期間わたって測定が行われていないため、空港北側の「S-1」の経年変化を示した。年による変動はあるが、長期的な推移でみると、低下傾向であった。回帰式の傾きは -0.11 であり、1981 年度から 2017 年度の 37 年間で約 4.46 μg/L の低下がみられた。また、本調査においては、赤潮の兆候(50μg/L 以上:後述)は特にみられなかった。

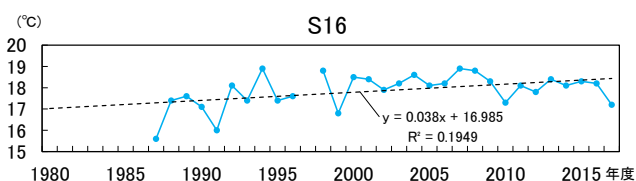


図 4.3.6(5) 水温の経年変化⁸⁾※

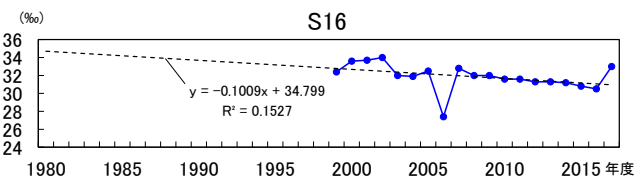


図 4.3.6(6) 塩分の経年変化⁸⁾※

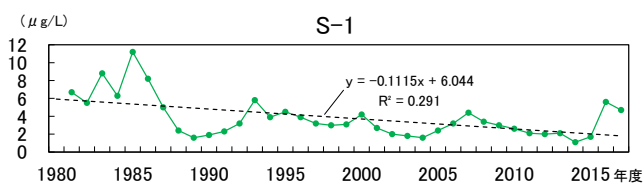


図 4.3.6(7) クロロフィル a の経年変化⁸⁾※

(2) 干潟域

干潟域については、国土交通省が新門司沖埋立事業の環境監視の一部として、図 4.3.7 に示す調査地点で継続的に水質調査を行っている。ここでは、この報告書⁹⁾で考察している水質項目について紹介する。

各項目の年平均値を前項の干潟前面海域と比べると、DO を除き高い傾向を示した。

各水質項目の 2017～2021 年度の 5 年間について、2 地点平均値の季節別経年変化を図 4.3.8(1)～図 4.3.8(5)に示す。

1) COD

概ね 1.5～3.0mg/L の範囲で変動しているが、経年的な傾向はみられなかった。季節的には春～夏季に高く、ほとんどが環境基準を超える数値を示した。

2) DO

概ね 6.0～11.0mg/L の範囲で推移した。水温が高くなると水に溶け込む酸素量は低下するが、本調査でも



図 4.3.7 干潟域の水質調査地点⁹⁾※

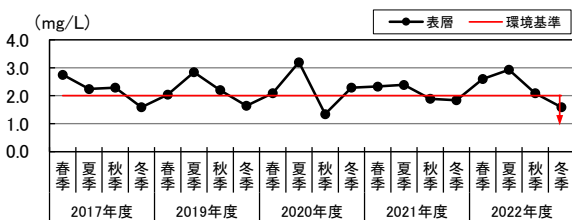


図 4.3.8(1) COD の経年変化⁹⁾ ※

冬季に高く夏季に低い明確な傾向がみられた。環境基準との比較では、冬季はすべての年で満足しているが、それ以外の季節は基準値前後であった。

3) T-N

概ね 0.2～0.5mg/L の範囲で変動しているが、経年的にも季節的にも明確な傾向はみられなかった。

4) T-P

2020 年度までは環境基準前後で推移したが、2021 年度は、春季と夏季で環境基準を超過した。

5) クロロフィル a

概ね 5μg/L 以下の数値で推移し、夏季に高い傾向がみられたが、2021 年度は夏季よりも春季が高い数値を示した。また、本調査においては、特に赤潮の兆候 (50μg/L:後述) はみられなかった。

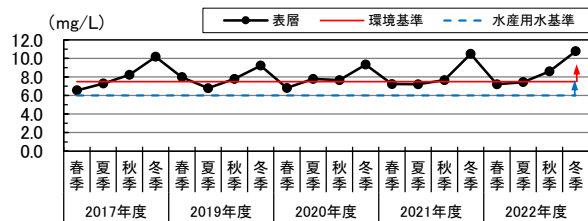


図 4.3.8(2) DO の経年変化⁹⁾ ※

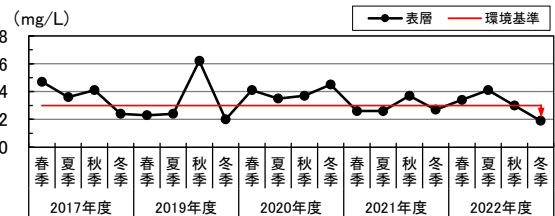


図 4.3.8(3) T-N の経年変化⁹⁾ ※

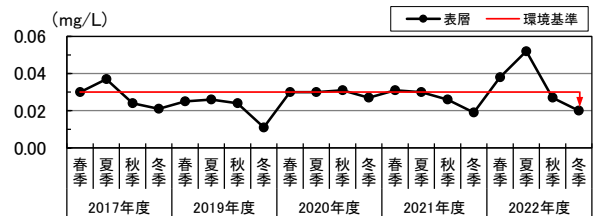


図 4.3.8(4) T-P の経年変化⁹⁾ ※

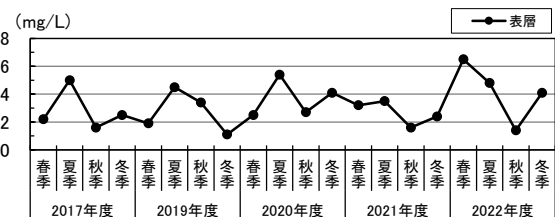


図 4.3.8(5) クロロフィル a の経年変化⁹⁾ ※

4.3.3 赤潮の発生状況

曾根干潟およびその周辺海域は、瀬戸内海の周防灘に属している。その瀬戸内海は、図 4.3.9 に示す海域のうち、土佐湾および熊野灘を除く 9 つの海域に区分され¹⁰⁾、周防灘はその北西端に位置する。

(1) 瀬戸内海の赤潮発生状況

瀬戸内海の赤潮については、水産庁の瀬戸内海漁業調整事務所が、その発生件数や漁業被害について毎年、報告書¹⁰⁾として取りまとめている。ここでは、この報告書および環境省のデータ¹¹⁾をもとに瀬戸内海や周防灘の赤潮発生状況について、その概要を述べる。

瀬戸内海全体の赤潮発生件数は図 4.3.10(1)に示すとおり、1976 年をピーク(299 件)に、その後は徐々に減少、1985 年以降は概ね 100 件前後で推移し、2013 年以降は 100 件を下回っている。

この傾向は、先に述べた河川の水質改善の傾向と類似しており、1973 年に制定された瀬戸内法(瀬戸内海環境保全特別措置法)による水質規制の効果が大きいと考えられる。瀬戸内海のような海水交換率が低い閉鎖性海域では、流入河川の水質が赤潮の発生に大きく寄

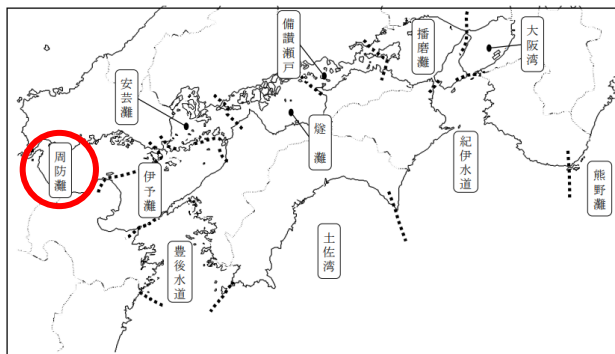


図 4.3.9 瀬戸内海の海域区分¹⁰⁾※

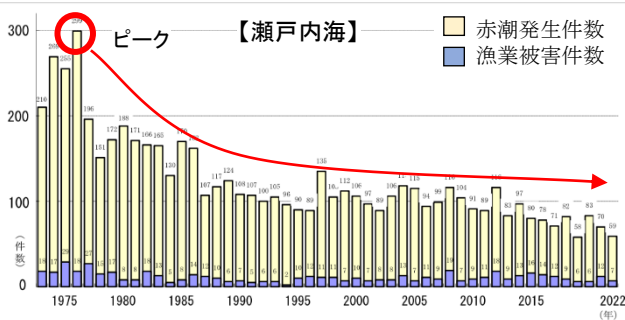


図 4.3.10(1) 赤潮発生件数の経年変化(瀬戸内海)¹⁰⁾※

与していることが推察される。現に、外海に開かれた土佐湾および熊野灘の経年変化はランダムで、瀬戸内海とは全く異なる動きを示している(図 4.3.10(2))。

図 4.3.11 に継続日数別の赤潮発生件数の経年変化を示す。これをみると、継続日数が 5 日間以内の赤潮発生件数は減少傾向であるが、31 日間以上の赤潮発生件数は逆に増加傾向を示している。

図 4.3.12 は、赤潮発生総件数に対する各継続日数の発生件数の比率を 10 年間隔で示している。約 30 年前までは 5 日間以内が 50%以上を占め、31 日以上は 5%以下であったが、現在は双方ともに約 25%でほぼ同率となっている。これには、様々な要因が複合的に関与していると考えられる。

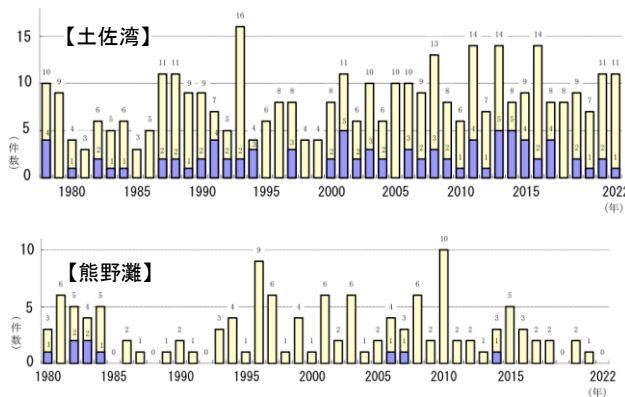


図 4.3.10(2) 赤潮発生件数の経年変化(土佐湾・熊野灘)¹⁰⁾※

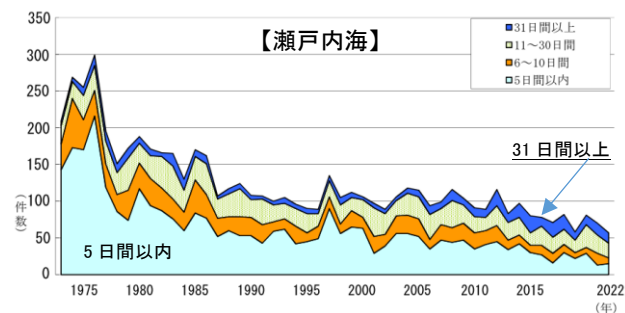


図 4.3.11 継続日数別の赤潮発生件数の推移¹⁰⁾※

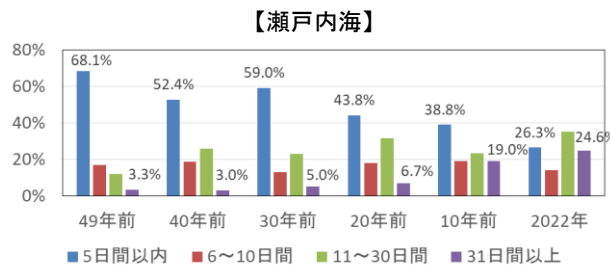


図 4.3.12 継続日数別の赤潮発生割合の変化¹⁰⁾
(参考文献のデータを基に作図)

(2) 周防灘の赤潮発生状況

瀬戸内海の2020～2022年(令和2～4年)における海域別赤潮発生件数を図4.3.13に示す。

この3年間で発生率の高いトップ3は、豊後水道の29.1%(64件)、次いで大阪湾の20.5%(45件)、播磨灘の15.9%(35件)であり、これら3海域で瀬戸内海の約65%を占めている。曾根干潟が位置する周防灘の発生率は、これに次ぐ10.0%(22件)であり、最も発生率の高い豊後水道の1/3程度であった。その他の海域は2.7～9.5%の範囲であった。

周防灘の経年変化は、図4.3.14に示すとおり、2008～2015年の間で高い発生件数を示す年が散見されたが、全体としては減少傾向で推移している。

前述した北九州市や国土交通省の調査^{8),9)}によると、曾根干潟周辺海域におけるクロロフィルa濃度は、おおよそ5μg/L前後で推移しており、東京湾岸自治体(横浜市、東京都等)が赤潮判定の目安¹²⁾としている50μg/Lの1/10程度であった。赤潮時のクロロフィルaについては、いくつか公開されているので紹介する。

日本大学生産工学部の研究¹³⁾では、クロロフィルaは一般的に、一定以上の濃度(85～100μg/L)を超えるような高濃度になると、人間の目視でも判読できるほど『水色』も変化する(赤潮発生)と報告されている。また、

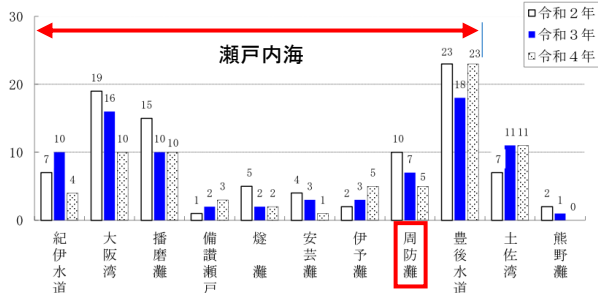


図 4.3.13 海域別の赤潮発生件数の比較(令和2～4年)¹⁰⁾※

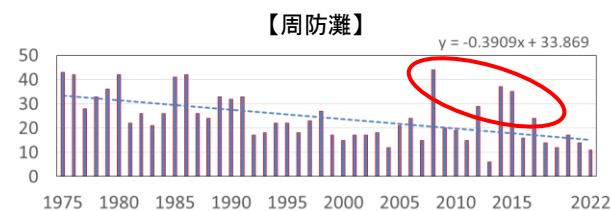


図 4.3.14 周防灘の赤潮発生件数の推移¹⁰⁾
 (参考文献のデータを基に作図)

北海道大学水産学部が2021年10月7日～8日に厚岸湾沖合の赤潮発生時の海域を調査¹⁴⁾しているが、その結果として、クロロフィルa濃度の最大値が水深0mで73μg/Lであったことを報告している。

(3) 他海域の赤潮発生状況との比較

ここでは、瀬戸内海および周防灘の経年的な赤潮の発生傾向について、東京湾(東京都内湾)と主な九州海域との比較を行った。

1) 東京都内湾との比較

東京都環境局は、「東京都内湾では、赤潮の発生が慢性化しており、特に夏場は赤潮状態が定常化している」として、1977年度から赤潮調査を継続的に実施し、その結果をホームページ¹⁵⁾で公開している。

ここでは、この公開資料をもとに、瀬戸内海と東京都内湾との赤潮発生状況について比較を行った。

調査海域である東京都内湾は、概ね図4.3.15の点線で囲った部分であり、東京湾内湾の北西最奥部に位置する東京都の地先海面(多摩川河口から旧江戸川河口までの延長線で囲まれた海面)を指している。

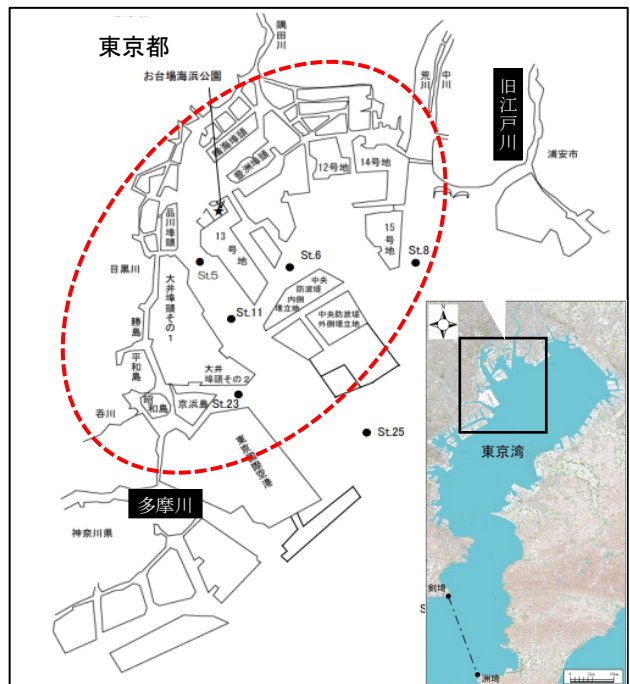


図 4.3.15 東京都内湾の位置¹⁵⁾ ※

東京都内湾と瀬戸内海(再掲)の赤潮発生件数の経年変化を図 4.3.16 に示す。これを見ると、瀬戸内海の発生件数が減少傾向であるのに対し、東京都内湾の赤潮発生には改善がみられないことがわかる。東京都内湾の発生件数は、数年を除いてほぼ 20 件未満であり、瀬戸内海の現状の 1/5 程度で推移している。

2) 九州海域との比較

九州海域における赤潮については、水産庁九州漁業調整事務所が、その発生件数や漁業被害について毎年、報告書としてまとめている。この報告書(最新版)¹⁵⁾をもとに、周防灘と主な九州海域の赤潮発生の状況について比較を行った。

1985 年～2022 年の赤潮発生総件数は表 4.3.4 に示すとおりであり、これらを比較すると、有明海が 1,080 件と最も多く、次いで周防灘の 847 件であった。また、他の 3 海域は、周防灘の概ね 20～60%の範囲と総件数と

しては少ない状況であった。

各海域における発生件数の経年変化は、図 4.3.17 に示すとおりである。これを見ると、周防灘、博多湾および鹿児島湾の 3 海域は減少傾向であるのに対し、有明海および八代湾は増加傾向で推移している。特に有明海は、回帰式の傾きが大きく、現在までの約 40 年間で 25 件強の増加となっている。これを 1985 年(16 件)と 2017 年(45 件)の実数で比較すると約 3 倍であり、その増加の大きさがわかる。

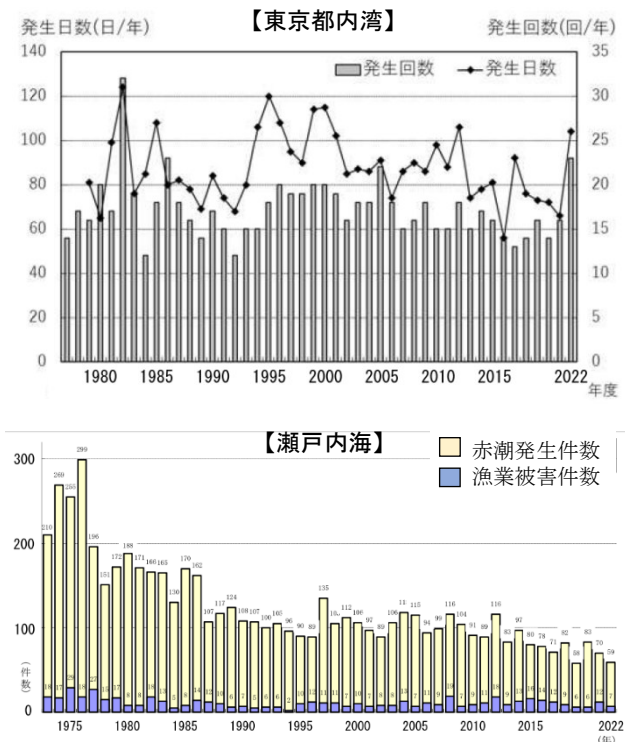


図 4.3.16 東京湾と瀬戸内海の赤潮発生の推移^{10),15)} ※

表 4.3.4 各海域の赤潮発生件数(1985 年～2022 年)^{10), 11), 16)}

海域	周防灘	博多湾	有明海	八代湾	鹿児島湾
発生件数	847	229	1080	484	173

(参考文献のデータを基に作表)

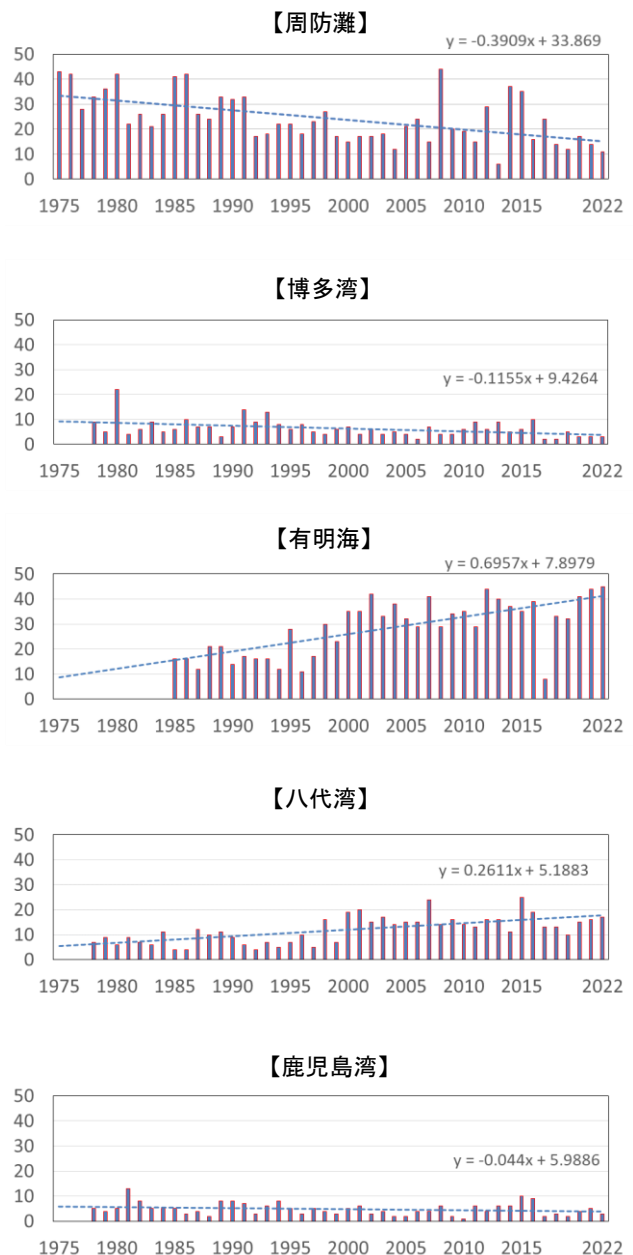


図 4.3.17 各海域の赤潮発生件数の経年変化^{10), 11), 16)}

(参考文献のデータを基に作図)

4.3.4 栄養塩に関する考察

栄養塩は、赤潮発生海域に多くみられる富栄養化の原因物質とされており、T-N と T-P が指標項目として設定されている³⁾。したがって、赤潮対策の最も有効な手段として、海域へ流出する栄養塩を最小化する対策が主に図られてきた。その結果、前述したとおり瀬戸内海の赤潮発生件数は減少した。しかしその一方で、一部の海域では栄養塩濃度の低下(貧栄養化)が進み、漁業に対する深刻な影響が顕在化したことも報告されている^{17), 18)}。

(1) 福岡県豊前海（曾根周辺海域）の状況

1) 栄養塩と漁獲量との関係

福岡農林水産統計年報等^{19) -29)}による福岡県豊前海区における 1958 年～2022 年の漁獲量の推移を図

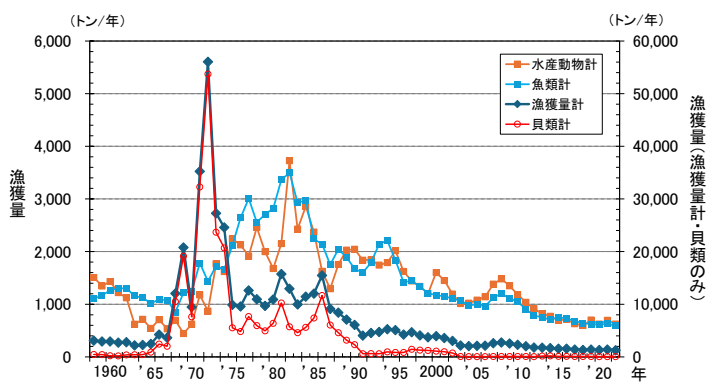


図 4.3.21 福岡県豊前海区における漁獲量の推移¹⁹⁾⁻²⁹⁾
(参考文献のデータを基に作図)

4.3.21 に示す。これによると、魚類、エビ・カニ類およびイカ・タコ類を含む水産動物類(左軸)の漁獲量は 1970 年頃から増加し、1982 年にはそれぞれ約 3,500トンのピークを迎えた後減少し、2011 年には 1,000トンを下回って現在に至っている。また、貝類の漁獲量(右軸)は、1965 年頃から急増し、1972 年の約 54,000トンをピークに激減し、1975 年にはピーク時の 10 分の1の約 5,500トンとなった。1991 年以降になると 1,000トンを下回ることが多くなり、2003 年以降はさらに 100トンを下回り現在に至っている。

公共用水域調査地点における 1977 年度～2022 年度の T-N の年平均値^{30), 31)}の推移を図 4.3.22(左図)に示す。これによると、曾根地先を含む曾根以北海域の S3, S-1, S16 の T-N は 1977 年に北側の S3, S-1 が既

【公共用水域調査地点位置図】

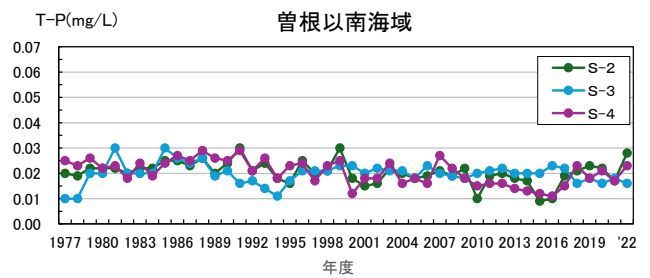
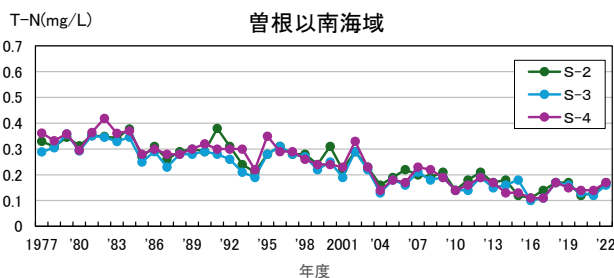
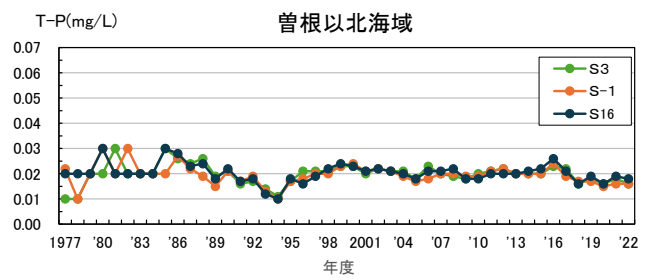
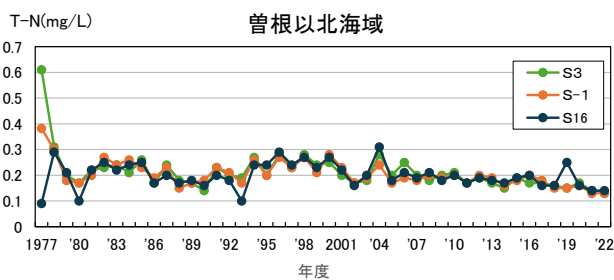
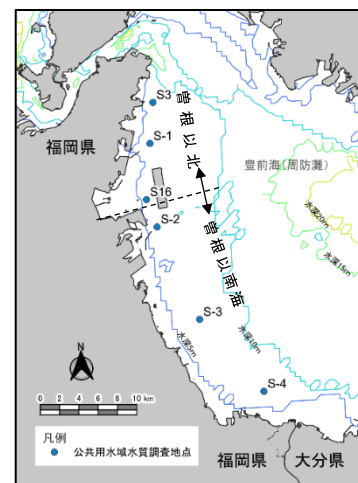


図 4.3.22 福岡県豊前海区における公共用水域調査地点(右上図) および各地点の T-N(左図), T-P(右図)の推移^{30), 31)}
(参考文献のデータを基に作図)

表 4.3.5 生活環境の保全に関する環境基準³⁾
(海域:全窒素・全リン)

類型	利用目的の適応性	環境基準値	
		全窒素	全リン
I	自然環境保全及びⅡ以下の欄に掲げるもの (水産2種及び3種を除く)	0.2mg/L 以下	0.02mg/L 以下
Ⅱ	水産1種及びⅢ以下の欄に掲げるもの (水産2種及び3種を除く)	0.3mg/L 以下	0.03mg/L 以下
Ⅲ	水産2種及びⅣの欄に掲げるもの (水産3種を除く)	0.6mg/L 以下	0.05mg/L 以下
Ⅳ	水産3種 工業用水 生物生息環境保全	1mg/L 以下	0.09mg/L 以下

備考1. 基準値は、年間平均値とする。
2. 水域類型の指定は、海洋植物プランクトンの著しい増殖を生ずるおそれがある海域について行うものとする。
注1. 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
注2. 水産1種：底生魚類を含め多様な水産生物がバランス良く、かつ、安定して漁獲される
水産2種：一部の底生魚類を除き、魚類を中心とした水産生物が多獲される
水産3種：汚濁に強い特定の水産生物が主に漁獲される（以上水産1種～3種の詳細は下表参照）
注3. 生物生息環境保全：年間を通して底生生物が生息できる限度

(出典：環境省HP、水質汚濁に係る環境基準³⁾)

注2. 水産1種～3種の海域の特徴

水産1種	底魚類（クロダイ、ハマ等）、甲殻類（エビ類、カニ類）、頭足類（タコ類、イカ類）、貝類（ハマグリ、アカガイ等）等の底生魚類が豊富。特に他海域と比較してエビ類やカニ類等の夏季底層の貧酸素化の影響を受けやすい水産生物種の漁獲が多いことが特徴。 なお、陸域から栄養塩類供給に依存する閉鎖性内湾であって、全窒素0.2mg/L以下、全リン0.02mg/L以下の海域は生物生産が低い海域であり、一般的には漁船漁業には適さない。
水産2種	イワシ類、コノシロ、スズキ、カレイ類等の浮魚から底魚までの魚類、水産動物のシヤコ、ナマコ等の漁獲がみられ、魚類を中心とした水産生物が多獲されることが特徴。しかし、エビ類、カニ類等の夏季底層の貧酸素化の影響を受けやすい底生魚類の漁獲量は少ない場合がある。
水産3種	一般的に河口に近い沿岸域等で多く見受けられ、イワシ類、コノシロ、スズキ類等の魚類、アサリ等の貝類の漁獲量が多い。漁獲の中心は大阪湾ではプランクトン食性のイワシ類等、東京湾では懸濁物食性のアサリ等で、これら特定種による漁獲が大部分を占める。一方、夏季底層の貧酸素化の影響を受けやすい底生魚類の漁獲量は減少する場合がある。

(出典：水産用水基準第8版³²⁾)

存データの最大値、南側の S16 が同最低値を示した後は 0.2mg/L 付近を推移しており、経年的に大きな変化はみられていない。しかし、前述のとおり、水産用水基準³²⁾によると、陸域からの栄養塩類供給に依存する閉鎖性内湾では、この 0.2mg/L 以下は漁船漁業には適しないとされており、2005 年度頃からはこの 0.2mg/L 以下となる頻度が僅かながら増えている。曾根地先を含まない曾根以南海域の S-2, S-3, S-4 の T-N については経年的に減少傾向がみられ、2004 年度以降は 0.2mg/L 以下となる頻度が増えている。

T-P(図 4.3.22 右図)についても、水産用水基準で T-N と同様の閉鎖性内湾では、T-N の 10 分の 1 の濃度の 0.02mg/L 以下は漁船漁業には適しないとされている。福岡県豊前海区では、曾根以北・以南を問わず 1977 年度以降、T-P はこの 0.02mg/L を中心に 0.01～0.03mg/L の範囲で推移しており、地点によっては数年連続して 0.02mg/L を下回る場合もみられている。

表 4.3.5 に示す生活環境の保全に関する環境基準

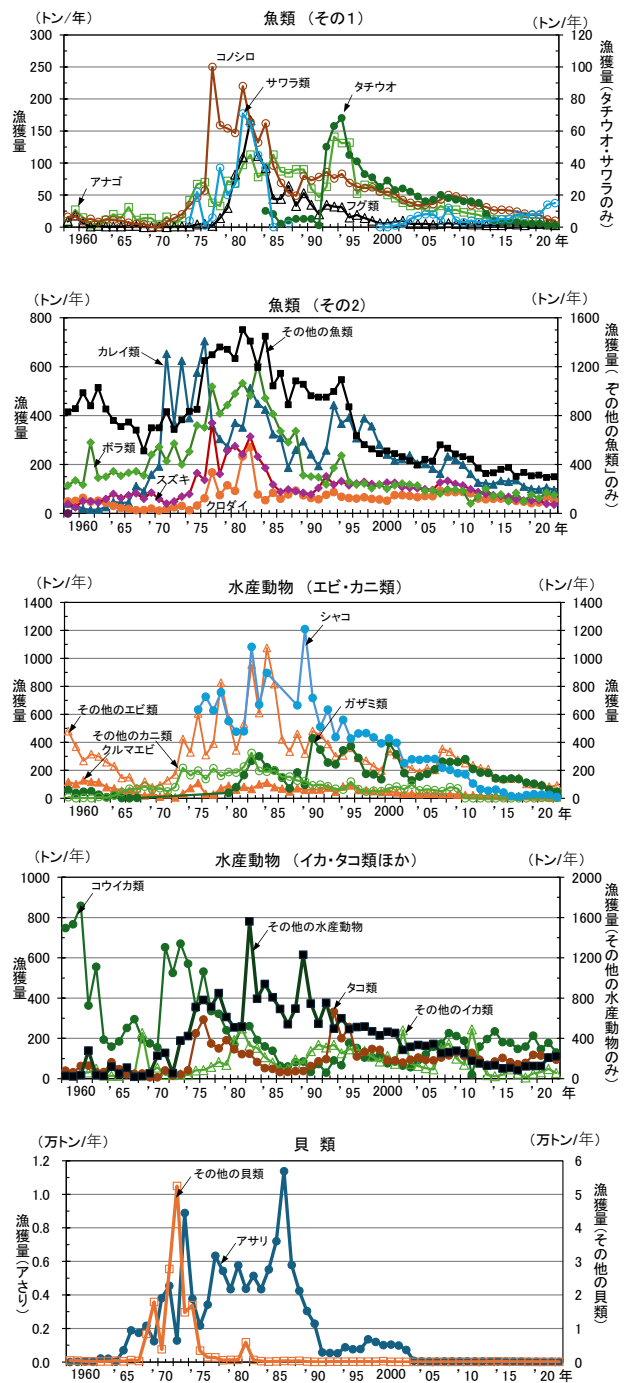
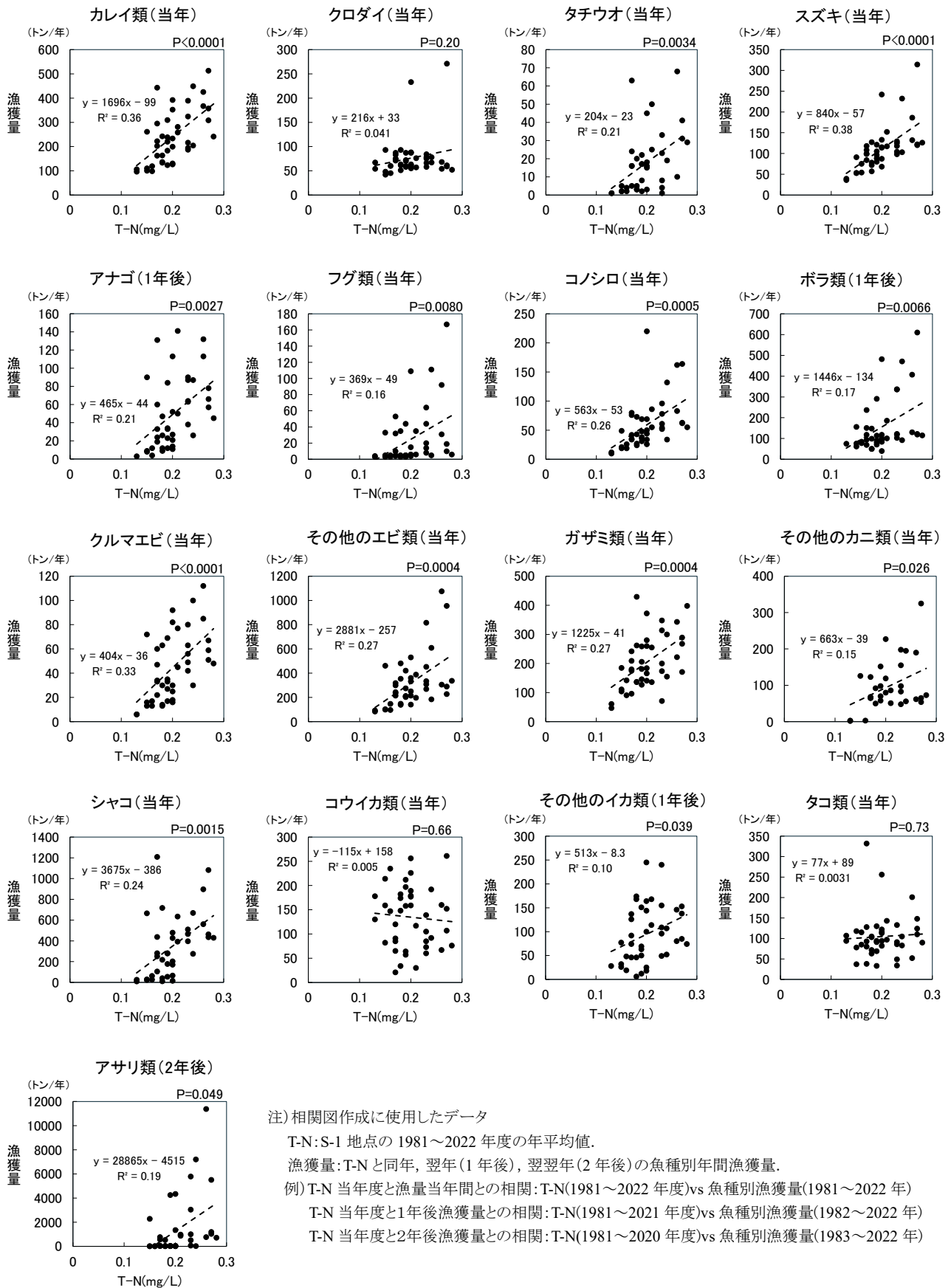


図 4.3.23 福岡県豊前海区における魚種別漁獲量の推移¹⁹⁾⁻²⁹⁾ (参考文献のデータを基に作図)

(全窒素, 全リン)³⁾では、S-1～S-4, S3, S16 とともに「類型Ⅱ」に指定されており、2005 年以降はすべての地点でこの環境基準を満足している。さらに、2020 年度現在ではさらに低栄養の類型Ⅰの基準も概ね満足している状況にあり、貧栄養化が進行していると考えられる。

図 4.3.23 に示すように、豊前海の多くの魚種で漁獲量が 1990 年を過ぎた頃から概ね減少傾向にあり、T-N



注) 相関図作成に使用したデータ

T-N: S-1 地点の 1981~2022 年度の年平均値.

漁獲量: T-N と同年, 翌年(1 年後), 翌翌年(2 年後)の魚種別年間漁獲量.

例) T-N 当年度と漁獲当年度との相関: T-N(1981~2022 年度)vs 魚種別漁獲量(1981~2022 年)

T-N 当年度と1年後漁獲量との相関: T-N(1981~2021 年度)vs 魚種別漁獲量(1982~2022 年)

T-N 当年度と2年後漁獲量との相関: T-N(1981~2020 年度)vs 魚種別漁獲量(1983~2022 年)

図 4.3.24 福岡県豊前海区における T-N(S-1 地点)と魚種別漁獲量との相関図²³⁾⁻³¹⁾

(参考文献のデータを基に作図)

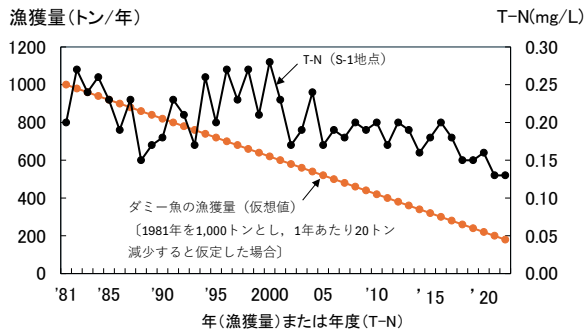


図 4.3.25 S-1 地点の T-N とダミー漁獲量の推移^{30),31)}
(参考文献の水質データを基に作図)

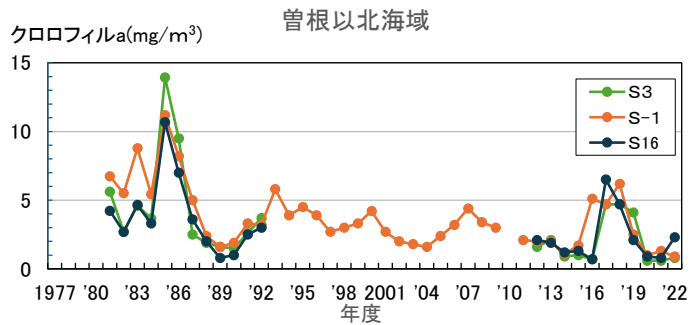


図 4.3.27 福岡県豊前海区におけるクロロフィル a の推移^{30),31)}
(参考文献のデータを基に作図)

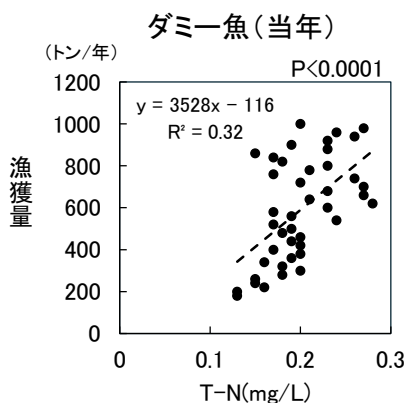


図 4.3.26 S-1 地点の T-N と
ダミー漁獲量(当年)との相関図^{30),31)}
(参考文献の水質データを基に作図)

の減少を反映しているようにも見える。しかし、イカ・タコ類では、T-N の減少と推移は対応していないようにも見える。そこで、各年度の T-N 平均値と魚種別漁獲量の当年、翌年(1年後)、翌々年(2 年後)の相関関係を相関図と決定係数(R^2)および有意水準(P 値)をもとに以下に検証した。図 4.3.24 には相関をとった漁獲量 3 か年のうち相関の最も高い年のものを示す。また、図 4.3.25 に S-1 地点の T-N の経年変化と同期間初年の漁獲量を 1,000 トンとして 1 年あたり 20 トン減少することを仮定した漁獲量の推移(以下、「ダミー漁獲量」という)を、図 4.3.26 に T-N とこのダミー漁獲量との相関図を示す。

まず、この図 4.3.25 および図 4.3.26 から、T-N はこの期間経年的に減少傾向にある漁獲量とは正の相関関係(ダミー漁獲量とは有意な相関 $R^2=0.32$, p 値 <0.0001)が概ね成立するものと考えられる。しかし、経年で概ね減少しているものとは正、概ね増加しているものとは負の相関関係が理由を問わずある程度成立すると考えられるため、T-N の減少が漁獲量の減少要因と判断する

のは難しい。具体的な例で示すと、人口減少とは正、地球温暖化とは負の相関関係が成り立ち、このような経年的に増加または減少傾向にある多くの項目との比較検討が必要になる。

このことを前提として図 4.3.24 をみると、カレイ類(当年)、ズズキ(当年)の決定係数 R^2 はそれぞれ 0.36, 0.38 で、ダミー魚(当年)の $R^2=0.32$ より高く、これらの漁獲量が T-N の推移により類似しており、T-N 減少の影響を受けている可能性はより高いと考えられる。これらについては、今後、より詳細な検討が必要である。

T-N とは多くの魚介類の当年の漁獲量との相関が 1 年後、2 年後の漁獲量に比べて高いのに対して、アナゴ類、ボラ類、その他のイカ類は当年よりも 1 年後の漁獲量、アサリ類は 2 年後の漁獲量との相関が高く、漁獲対象となる前の成長時の餌量との関係性も検討する必要がある。コウイカやタコ類については、 R^2 の値が低く、相関図の点の分布からも T-N との関係性は低く、漁獲量の経年的な減少はないものと考えられる。

2) 貧栄養化とクロロフィル a 濃度

福岡県豊前海区の曾根以北海域におけるクロロフィル a の 1981~2022 年度の推移を図 4.3.27 に示す。なお、公共用水域の調査結果でクロロフィル a の経年データが確認できたのは曾根以北海域では S-1 地点のみで、曾根以南海域のデータは確認できなかった^{30),31)}。

S-1 地点のクロロフィル a は、1985 年度前後で高く、この時期の福岡県豊前海区の魚類および水産動物の餌資源となり、これらの漁獲量(図 4.3.21)の増加の要因となった可能性がある。

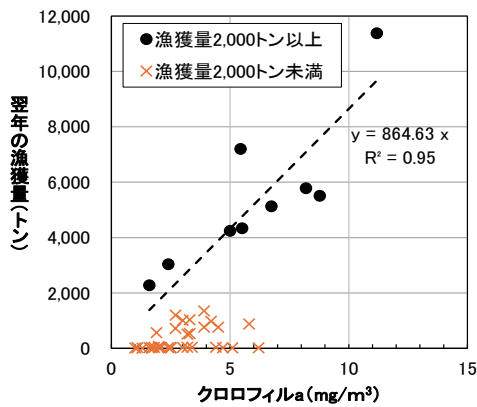


図 4.3.28 S-1 地点のクロロフィル a と福岡県豊前海区の翌年のアサリ漁獲量との関係 (19)-31)

(参考文献のデータを基に作図)

水産用水基準³²⁾では、黒潮系の内湾海域を対象にしたものと断った上で、クロロフィル a 濃度が 4 $\mu\text{g/L}$ (mg/m^3)を下回るとアサリの生産性が 10 $\text{トン}/\text{km}^2$ を下回り、アサリ漁業の成立が難しくなると記載されている。

S-1 地点で 4 $\mu\text{g/L}$ (mg/m^3)以上のクロロフィル a が確認されたのは、クロロフィル a の福岡県公害白書への記載が始まった 1981 年度から 1987 年度までの 7 年間ほか、1993~1995 年度、2016~2018 年度のそれぞれ 3 か年で、その他は単発的であった。図 4.3.23 に示す漁獲量の推移をみると、1991 年度以降 1,000 トン を下回っており、1~3 年程度のクロロフィル a の増加だけではアサリ資源の回復に繋がらないようである。

S-1 地点のクロロフィル a と翌年の福岡県豊前海区におけるアサリ漁獲量との関係をみると、図 4.3.28 に示すように、アサリ漁獲量 2,000 トン 以上の年(1982~1990 年)の漁獲量とクロロフィル a 濃度には $R^2=0.95$ の高い相関がみられる。また、この相関式 $y=865x$ から、クロロフィル a 濃度の年平均が 6 $\mu\text{g/L}$ (mg/m^3)であれば、翌年約 5,190 トン のアサリ漁獲量 ($865 \times 6\mu\text{g/L} = 5,190 \text{トン}$)が期待できそうである。ただし、これは他の環境条件が良好であった場合である。

(2) 大分県豊前海の事例

大分県漁業協同組合は、図 4.3.29 に示す豊前海(周防灘西部)における貧栄養化による漁業への影響について、環境省の調査結果などを活用して「大分豊前海における水環境と水産資源等を巡る諸情勢³³⁾」として取りまとめている。その概要について紹介する。

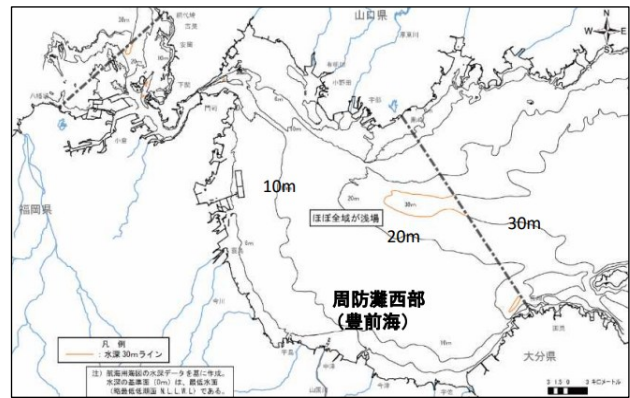


図 4.3.29 豊前海(周防灘西部)の位置図

出典:大分県漁業協同組合³³⁾

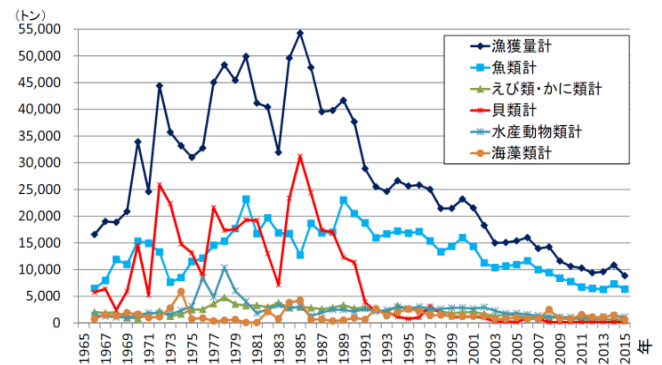


図 4.3.30 大分県瀬戸内海区の漁獲量の推移

(豊後水道を含まない大分県の漁獲量, 出典:農林水産統計年報)

出典:大分県漁業協同組合³³⁾

【水質調査地点位置図】

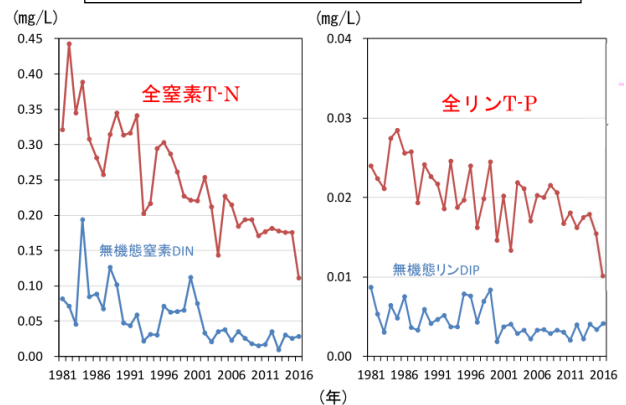
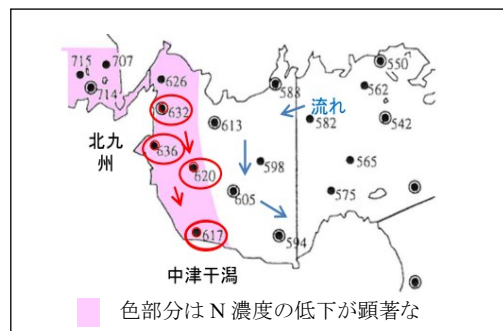


図 4.3.31 栄養塩(窒素・リン)の経年変化³³⁾※

(ただし、濃度は上図の測点 617, 620, 632, 636 の年度平均)

出典:大分県漁業協同組合³³⁾

1) 栄養塩と漁獲量との関係

瀬戸内海の周防灘西部に位置する豊前海地域は、3,100ha に及ぶ広大な干潟域とその沖合の平坦な浅海域からなり、干潟域は採貝漁業やワリ養殖業の漁場であるとともに幼稚魚の育成場としての役割を果たしている。浅海域では、エビ類、カレイ類などを対象とする小型底曳網や刺網などの漁業が営まれている³³⁾。

この海域における 1966～2015 年の漁獲量の推移を図 4.3.30 に、環境省が実施した 1981～2016 年度の広域総合水質調査における栄養塩(窒素・リン)濃度の経年変化³³⁾を図 4.3.31 に示す。これらを併せ見ると、栄養塩濃度の低下(貧栄養化)とともに漁獲量も同様に減少している。

2) 貧栄養化とクロロフィル a 濃度

豊前海では、貧栄養化とともに植物プランクトンの指標であるクロロフィル a 濃度も低下しており、2000 年頃に T-N 濃度が 0.2 mg/L 以下まで低下すると、水産用水基準³²⁾でアサリ漁業が困難なレベルとされるクロロフィル a 濃度 4 μ g/L 以下にまで低下した³³⁾。

(3) 貧栄養化の要因について

1973 年 11 月 2 日に施行された瀬戸内法による厳しい排水規制により、陸域からの窒素やリンの負荷量が削減されたことにより栄養塩濃度は低下、貧栄養化が進んだと考えられているが、実際にはそう単純な話ではないようである¹⁷⁾。

図 4.3.32 に示すとおり、瀬戸内海への栄養塩の供給源は以下の 3 つ(①～③)と考えられており、これら供給源のバランスで海水中の栄養塩濃度は決定されるものと考えられている¹⁷⁾。よって貧栄養化への対策については、この 3 つの観点から検討する必要がある。

- ① 陸域からの栄養塩負荷
- ② 外洋域(隣接海域)からの海水交換による流入
- ③ 底泥からの栄養塩溶出

(4) 貧栄養化解消に向けた取組み

陸域からの栄養塩負荷(①)については、瀬戸内法

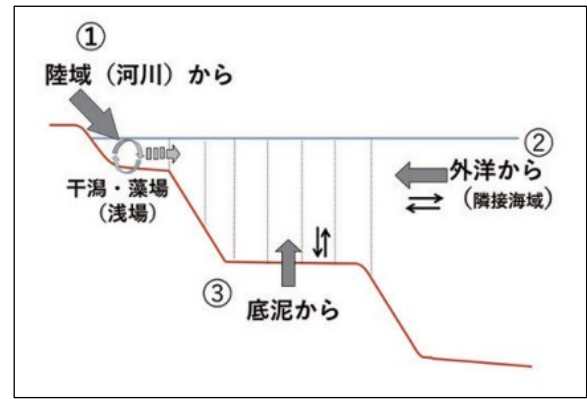


図 4.3.32 沿岸海域における栄養塩の供給

出典: 多田邦尚¹⁷⁾

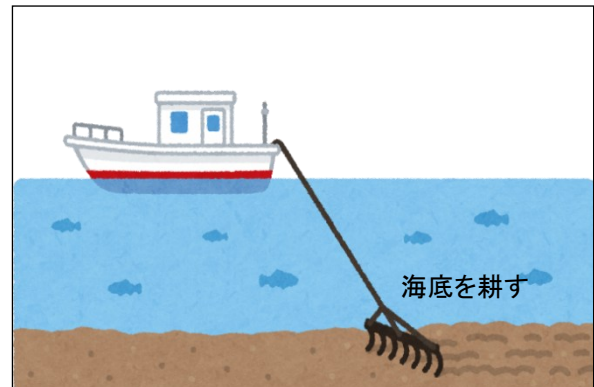


図 4.3.33 海底耕運のイメージ

の一部を改正する法律が 2022 年 4 月 1 日に施行されたことにより、関係府県知事が栄養塩類の管理に関する計画を策定できる制度が創設された。これによって、海域状況に応じた栄養塩負荷をコントロールすることが可能になった。

底泥からの栄養塩溶出(③)については、香川県の取組みについて概要を紹介する。

香川県は 2024 年度、機具をロープでつないだ船を航行させて海底を耕す「海底耕運(図 4.3.33)」の事業を拡大させる。これまでより深い海域でも実施する。海底にたまった栄養塩を巻き上げることで、魚の餌不足などを解消し、「豊かな海」の回復を目指す³⁴⁾。

海底耕運の効果について、広島大の小池一彦教授(海洋環境学)は以下のように述べている³⁴⁾。

- 規模によるが、カンフル剂的な働きがある。これまでやったことがない場所だと、効果は大きい。
- 劇的に魚が増えるものではないので、その後のモニターをしっかり続ける必要がある。

しかしながら、漁獲量減少について、貧栄養化はその原因の一つに過ぎず、すべてではない。

柳ら³⁵⁾は、福岡県の周防灘海域における漁獲量変動に関して、漁獲量の大きかった年(1977, 81, 84, 85年)は周防灘海域の海水交換率が大きかった翌年にあたり、海水交換率の変動が漁獲量の変動に影響している可能性を述べている。そのうち、1977年の漁獲量増大はクロダイ、コノシロ、バカガイ、アサリなど、1981年のそれはサワラ、クロダイ、コノシロ、キス、トリガイなどによるもので、いずれも周防灘海域で産卵する種類であり、1年前の海水交換率の大小がこれらの産卵・生育に関係している可能性があるとしている。

佐藤ら³⁶⁾は、豊前海における1973～2003年の月1回の水温・塩分データを解析し、28年間で水温が0.57℃、塩分が0.48psu^{註2)}上昇していることを、特に1987年を境にその前後で冬季水温が約1℃上昇していることを明らかにした。この変動の最大の要因は、気象ではなく、外洋水の影響が増したことではないかと考察している。併せて80年代後半から漁獲量や餌料生物の指標となるプランクトン量が減少していること、そのターニングポイントが1987～1988年頃で、1988～89年頃に地球規模で発生したといわれるレジームシフト^{註3)}と時期が一致し、このレジームシフトの水温や塩分への影響、さらには基礎生産や生物生産に影響した可能性を述べている。

したがって、漁獲量の変動要因については、貧栄養化と同時に、水温や塩分、これらに影響する海水交換率等の短期的、中・長期的変動を魚種別に生育段階別に検討する必要がある。そのほか、外敵による捕食圧や漁獲圧、産卵場や稚魚の成育場となる干潟や藻場の減少¹⁷⁾、底質変化なども漁獲量減少要因と考えられ、これらの総合的解析が求められる。

4.3.5 まとめ

北九州市の下水道は、1975年に約45%だった処理人口普及率が今ではほぼ100%にまで達している。それ

に伴って流入河川の環境基準達成率も向上し、現在は100%になっており、曾根干潟への河川からの流入負荷は小さいものと考えられる。

海域について、干潟前面海域の水質は、人工島(北九州空港)の護岸完成時期との関連をうかがわせる経年変化を示していることから、人工島建造による何らかの影響を受けた可能性が高い。一方干潟域の水質は、DOを除き干潟前面海域よりも高い傾向を示しており、これは河川や底質からの影響によるものと考えられる。

赤潮について、瀬戸内海全体の発生件数は、1976年をピークにその後は現在に至るまで減少傾向を示しており、曾根干潟が位置する周防灘もそれほど顕著ではないが同様の傾向を示している。この傾向は河川の水質改善の傾向と類似しており、1973年に制定された瀬戸内法(瀬戸内海環境保全特別措置法)による水質規制の効果が大きいものと考えられる。これに対して、背後に大都市を配する東京都内湾でもそのような経年的傾向はなく、九州の有明海や八代湾では逆に、増加傾向で推移している。

水質規制で栄養塩の海域流出を抑制したことで赤潮発生件数は減少したが、その一方で一部海域では貧栄養化が進み、漁業への深刻な影響が顕在化した。周防灘の南部に位置する豊前海では、栄養塩濃度の低下とともに漁獲量が減少する傾向がみられる。水産用水基準によると、閉鎖性内湾ではT-Nは0.2mg/L以下、T-Pは0.02mg/L以下になると漁船漁業には適さないとされており、曾根干潟が位置する福岡県豊前海については、T-N、T-Pともにこの数値前後で推移している。ただし、イカ・タコ類のように、T-Nの減少と漁獲量の推移が対応していない魚種も見られる。

この貧栄養化解消の取り組みとして、2022年4月1日に瀬戸内法の一部を改正する法律が施行され、関係府県知事が栄養塩類の管理に関する計画を策定できる制度が創設された。また香川県などでは、機具をロープでつないだ船を航行させて海底を耕す「海底耕運」が進められている。

注2) psu: 実用塩分単位(Practical Salinity Unit)は電気伝導度を基に算出された塩分の単位で、1 PSU=1‰(0.1%)に換算する^{37),38)}。

注3) レジームシフト: 気候変動を主因として海洋環境が数十年規模で急激に別の安定状態へ転換する自然現象である。これにより生態系の構造や機能が劇的に変化し、イワシからサバ・アジへの魚種交代(1980年代後半など)に代表される、浮魚類の資源量や種組成の非線形な長期的変動を引き起こす^{39),41)}。

しかし、漁獲量の減少は貧栄養化だけでなく、水温や塩分、捕食圧・漁獲圧など様々な要因が考えられ、その究明には魚種や成長段階等も含めた総合的な解析が必要と考えられる。

(岩本, 高比良)

参考文献

- 1) 北九州市上下水道局: 下水道の普及状況.
<https://www.city.kitakyushu.lg.jp/suidou/s01100015.html>(参照 2025 年 12 月 13 日)
- 2) 北九州市上下水道局総務課: 北九州市の上下水道-施設概要-2020, 2020.3.
- 3) 環境省: 水質汚濁に係る環境基準.
<https://www.env.go.jp/kijun/mizu.html>(参照 2025 年 5 月 5 日)
- 4) 北九州市環境局: 北九州市の環境(環境白書)平成元年度版～令和 5 年度版, 1989～2023.
https://www.city.kitakyushu.lg.jp/shisei/menu01_0435.html(参照 2025 年 5 月 5 日)
- 5) 国立環境研究所: 生活環境項目, 公共用水域の水質測定結果データの説明(測定項目について).
https://www.nies.go.jp/igreen/explain/water/sub_w.html(参照 2025 年 5 月 5 日)
- 6) 北九州市: 北九州市の公害(第 10 号～22 号), 1975～1988.
- 7) 小島治幸, 原 喜則, 平山 直樹, 清水 敬司: 北九州空港島周辺海域と曾根干潟における自然環境特性, 九州共立大学総合研究所紀要第 10 号, 九州共立大学総合研究所, pp.75-83, 2017. 3.
- 8) 北九州市環境局環境監視課, (株)三洋コンサルタント: 曾根干潟の自然環境把握業務報告書(平成 31 年 3 月), pp.79-86, 2019.3.
- 9) 国土交通省: 新門司沖土砂処分場(第 II 期)公有水面埋立事業 環境監視結果報告書(令和 3 年度分). pp.3-1-3-18.
https://www.pa.qsr.mlit.go.jp/kitakyusyu/topics/kan_si_houkokusho_r4.html(参照 2025 年 5 月 5 日)
- 10) 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所: 瀬戸内海の赤潮(令和 4 年).
<https://www.jfa.maff.go.jp/setouti/akashio/index.html>(参照 2025 年 5 月 5 日)
- 11) 環境省: せとうちネット(赤潮の発生状況).
https://www.env.go.jp/water/heisa/heisa_net/setouchiNet/seto/g2/g2cat01/akashio/index.html(参照 2025 年 5 月 5 日)
- 12) 市川竜也, 渾川直子, 村岡麻衣子, 堀美智子, 浦垣直子: 横浜市沿岸域の赤潮発生状況, 横浜市環境科学研究所報, 第 42 号, pp.46-53, 2018.
<https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/kankyohozen/kansoku/science/shiryosyohou/syohou42.files/42-8.pdf>(参照 2025 年 5 月 5 日)
- 13) 保坂成司, 岩下圭之, 大木宜章: クロロフィル a と各水質項目の関連性に関する研究, 日本大学生産工学部研究報告 A, 第 42 巻, 第 2 号, pp.19-31, 2009.12.
https://www.cit.nihon-.ac.jp/laboratorydata/kenkyu/publication/journal_a/a42.2.3.pdf(参照 2025 年 5 月 5 日)
- 14) 芳村 毅: 厚岸沖赤潮発生海域でのクロロフィル a と栄養塩の分布(2021 年 10 月).
<https://repun-app.fish.hokudai.ac.jp/course/view.php?id=1126>(参照 2025 年 5 月 5 日)
- 15) 東京都環境局: 東京都内湾赤潮発生状況について(更新日 2024 年 8 月 22 日)
https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/water/tokyo_bay/red_tide/red_tide(参照 2025 年 5 月 5 日)
- 16) 水産庁九州漁業調整事務所: 令和 4 年 九州海域の赤潮(令和 5 年 6 月). 2023.6.
https://www.jfa.maff.go.jp/kyusyu/sigen/attach/pdf/akashio_kyusyu-52.pdf(参照 2025 年 5 月 5 日)
- 17) 多田邦尚: 瀬戸内海の海水中の栄養塩濃度低下と環境改善へ向けて～豊かな海へ～, 百十四経済研究所 調査月報, No. 417, pp.2-9, 2021.12.
<https://www.kagawa-u.ac.jp/setouchi/R3.12.114bank.pdf>(参照 2025 年 5 月 5 日)
- 18) 山本民次: 瀬戸内海の貧栄養化について(再考), 日本マリンエンジニアリング学会誌, 第 49 巻, 第 4 号, pp.71-76, 2014.

- https://www.jstage.jst.go.jp/article/jime/49/4/49_496/_pdf (参照 2025 年 5 月 5 日)
- 19) 農林省福岡統計調査事務所:第 11 次福岡農林水産統計表 昭和 38 年(1963), 福岡農林統計協会, 1965.
 - 20) 農林省福岡統計調査事務所:第 15 次福岡農林水産統計年報(昭和 42~43 年), 福岡農林統計協会, 1968.
 - 21) 九州農政局福岡統計情報事務所:第 21 次福岡農林水産統計年報(昭和 48~49 年), 福岡農林統計協会, 1975.
 - 22) 九州農政局福岡統計情報事務所:第 27 次福岡農林水産統計年報(昭和 54~55 年), 福岡農林統計協会, 1980.
 - 23) 九州農政局福岡統計情報事務所:第 32 次福岡農林水産統計年報(昭和 59~60 年), 福岡農林統計協会, 1985.
 - 24) 九州農政局福岡統計情報事務所:第 35 次福岡農林水産統計年報(昭和 62~63 年), 1988.
 - 25) 福岡県水産林務部漁政課:平成 10 年度福岡県漁業の動向ー県漁業白書ー, 1999.
 - 26) 福岡県水産林務部漁政課:平成 11 年度福岡県漁業の動向ー県漁業白書ー, 2000.
 - 27) 福岡県農林水産部水産局漁業管理課:福岡県水産産業の動向ー平成 21 年度水産白書ー, 2010.
 - 28) 福岡県農林水産部水産局漁業管理課:福岡県農林水産産業・農山漁村の動向ー令和元年度農林水産白書ー, 2020.
 - 29) 福岡県農林水産部水産局漁業管理課:福岡県農林水産産業・農山漁村の動向ー令 5 年度農林水産白書ー, 2024.
 - 30) 福岡県:福岡県環境白書(昭和 53 年度~平成 7 年度), 1978~1995.
 - 31) 福岡県:福岡県公害関係測定結果(平成 8 年度~令和 5 年度), 1996~2023.
 - 32) (公社)日本水産資源保護協会:水産用水基準第 8 版(2018 年版), 2018.8.
 - 33) 大分県漁業協同組合:大分豊前海における水環境と水産資源等を巡る諸情勢, 資料 3-3 大分豊前海における水環境と水産資源等を巡る諸情勢(大分県漁業協同組合), 中央環境審議会水環境部会 瀬戸内海環境保全小委員会(第 12 回) 議事次第・資料(平成 31 年1月 10 日), 2019.1.
<https://www.env.go.jp/council/09water/y0915-12/900429288.pdf>(参照 2025 年 5 月 5 日)
 - 34) 読売新聞:読売新聞オンライン(2024/04/04) ~豊かな海へ 海底耕運拡大~
<https://www.yomiuri.co.jp/local/kagawa/feature/CO069776/20240404-OYTAT50000/>(参照:2025 年 5 月 5 日)
 - 35) 柳 哲雄, 上野敬滋:周防灘の海水交換と漁獲量の経年変動, 水産海洋研究, 第 56 巻, 第 3 号, pp.277-282, 1992.
 - 36) 佐藤利幸, 神菌真人:豊前海の水温・塩分変動と漁獲量の変動, 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 16 号, pp.121-127, 2006.3.
 - 37) 国土交通省中国地方整備局:psu,用語解説,
<https://www.cgr.mlit.go.jp/izumokasen/comisen/05question/yogo.pdf> (参照 2025 年 5 月 5 日)
 - 38) 環境省水・大気環境局水環境課:日本の汽水湖~汽水湖の水環境の現状と保全~, 本資料で扱う塩分の単位について, p.3, 2014.2
<https://www.env.go.jp/content/900542728.pdf>(参照 2025 年 5 月 5 日)
 - 39) 谷津明彦, 高橋素光:レジームシフトと資源変動 川崎 健(1928~), 水産海洋研究, 77(創立 50 周年記念特別号), pp.23-28, 2013.
 - 40) 京都府海技センター:2-5 レジーム・シフト, 季報 80 号, 2025.
<https://www.pref.kyoto.jp/kaiyo/index.html>
 - 41) 谷津明彦:ーレジームシフトとは何か?ー, 西海, No.5, 西海区水産研究所 2009. 2.

4.4 底質

4.4.1 干潟から沖合浅海域の平面分布特性

北九州市が1995年10月に図4.4.1に示す曾根干潟および周辺海域の32地点で実施した底質調査結果¹⁾の概要を以下に述べる。

なお、底質試料は堤防沿いのP2, P6, P10, P14地点は干潮時に干潟上からスコップを用いて、その他の地点は満潮時に船上からスミス・マッキンタイア型採泥器(1/20 m²)を用いて採取された。底質の分析方法を表4.4.1に、粒度分析で使用された土粒子の粒径区分を表4.4.2に示す。

(1) 粒度組成

粒度組成をみると、図4.4.2に示すように干潮線よりも沖合の海域は、含泥率(粘土+シルト)が概ね90%以

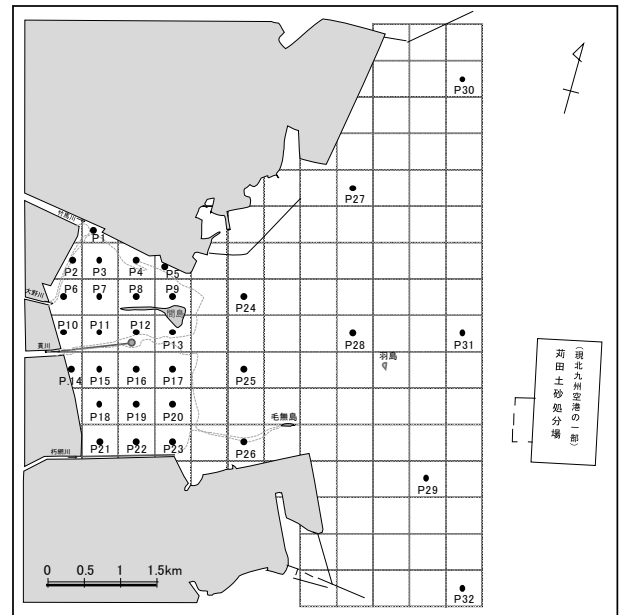


図 4.4.1 底質調査地点

表 4.4.1 底質分析方法(1995年調査当時)

分析項目	分析方法
粒度組成	JIS A 1204-1990
化学的酸素消費量	底質調査法(昭和63年度水管第127号) II.20 過マンガン酸カリウムによる酸素消費量
強熱減量	底質調査法(昭和63年度水管第127号) II.4 (600℃)
全窒素	底質調査法(昭和63年度水管第127号) II.18 吸光光度法
全リン	底質調査法(昭和63年度水管第127号) II.19 吸光光度法
酸化還元電位	セントラル化学株式会社 UC-23型 ORP計による
硫化物	底質調査法(昭和63年度水管第127号) II.17

表 4.4.2 土粒子の粒径区分

		0.005	0.075	0.425	2	4.75	19	75mm
コロイド	粘土			細砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫
	シルト			砂	礫			

※JIS A1204-1990を参考に作成。JIS A1204-2009 および JIS A1204-2020 では砂は細砂, 中砂, 粗砂に3区分され, 中砂は0.250mm以上0.850未満となっている。

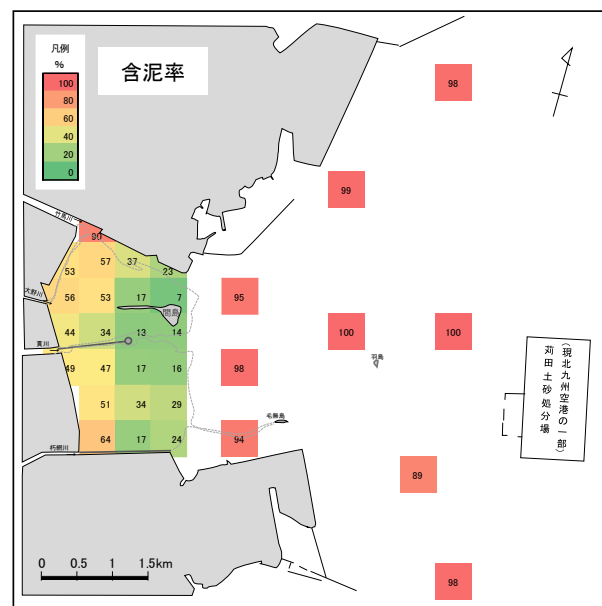
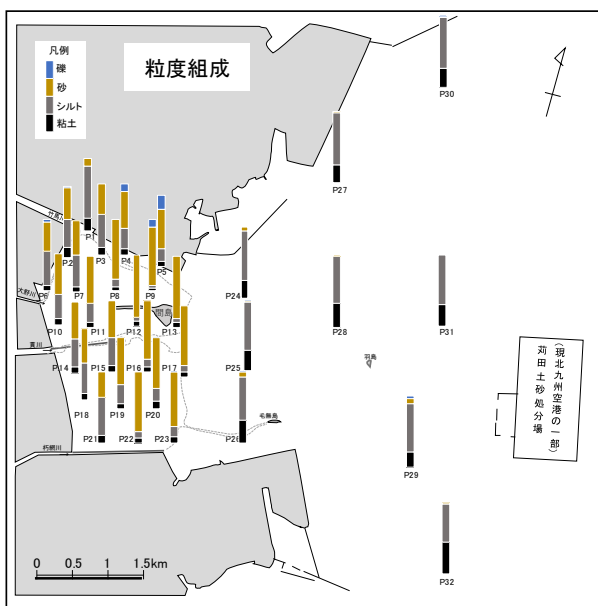


図 4.4.2 底質調査結果 (1995年10月)

上の泥質となっている。干潟域の干潮線付近は砂質であるが、西側堤防に近づくにしたがってシルト分が増加する傾向にある。また、間島北側の P4, P5, P9 では礫分が混じっており、P5 では礫分が約 20%と多い。間島北側には岩場があり(写真 4.4.1)、この周辺に小石や礫が多いのは曾根干潟の大きな特徴である。

なお、図 4.4.3 に示す曾根干潟沖合地点(地点番号 137)の含泥率は、環境省の調査でも表 4.4.3、図 4.4.4 (左上段)に示すように約 98%以上で、周防灘や瀬戸内海の中でも高い方となっている。



写真 4.4.1 間島北側の岩場や礫床
(2010年11月6日撮影)

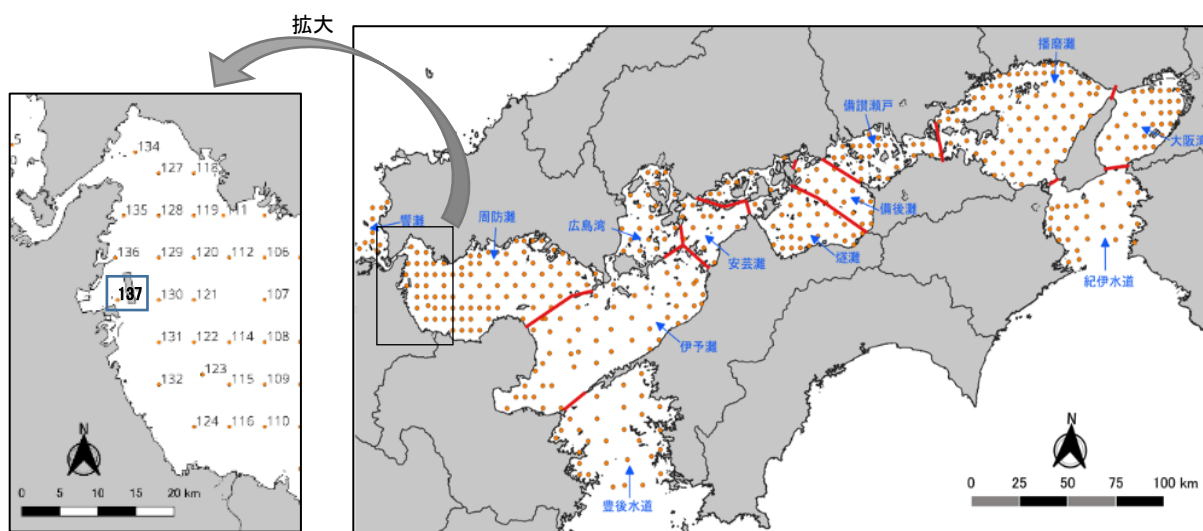


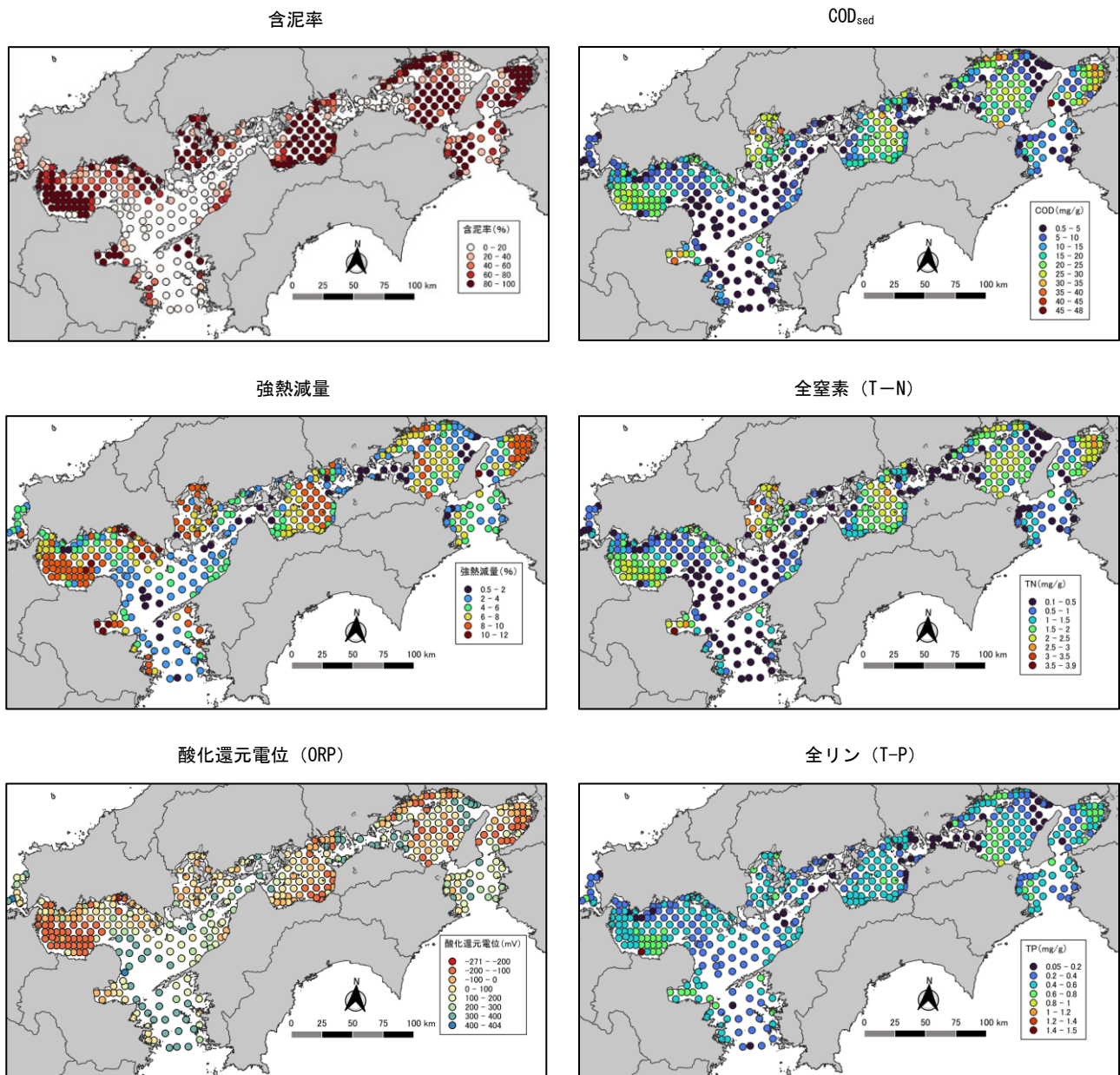
図 4.4.3 瀬戸内海環境情報基本調査における曾根沖地点(地点 137)および全地点の位置

表 4.4.3 曾根沖地点(周防灘地点 137)および周辺海域の底質調査結果概要^{注)}

海域	瀬戸内海環境情報基本調査	調査年度	測定値・統計量	含泥率 (%)	強熱減量 (%)	COD (mg/g)	TP (mg/g)	TN (mg/g)	酸化還元電位 (mV)	マクロベントス 個体数 (/0.1m ²)	マクロベントス 種類数	マクロベントス 多様性指数
周防灘 (地点137)	第2回	1991~'96	測定値	99.6	7.0	25	0.5	2.5	-74	23	12	-
	第4回	2015~'17	測定値	97.9	7.8	19	0.5	1.6	-108	11	9	3.027
周防灘 (全地点)	第4回	2015~'17	最大	99.0	12.0	28	1.5	2.3	437	251	66	5.123
			最小	1.7	1.6	1.6	0.1	0.2	-211	1	1	0.000
			平均	65.3	7.1	14	0.5	1.3	-6	50	18	3.197
			75%値	96.1	9.4	22.0	0.6	2.0	97	69	26	4.209
			50%値	79.5	7.3	16	0.5	1.4	-75	30	15	3.323
瀬戸内海 (全地点)	第4回	2015~'17	25%値	38.3	4.7	6.3	0.4	0.7	-152	13	7	2.538
			最大	99.7	12.0	48	1.5	3.9	437	2140	78	5.449
			最小	0.4	0.5	0.5	0.1	0.1	-211	0	0	0.000
			平均	57.6	5.8	13	0.4	1.2	80	78	20	3.219
			75%値	96.8	8.2	22.0	0.6	1.8	202	85	27	4.170
50%値	68.3	5.7	12	0.5	1.1	68	44	17	3.360			
25%値	18.2	3.3	4.8	0.3	0.5	-77	18	9	2.424			

注)各測定値は第2回および第4回瀬戸内海環境情報基本調査²⁾による。各統計量は当データを元に集計した値。

75%値、50%値、25%値とは、データを大きさの順に並べたときに下からそれぞれ75%に位置する値(上から25%、第3四分位数ともいう)、50%に位置する値(中央値ともいう)、25%に位置する値(上から75%、第1四分位数ともいう)。



注) 環境省「瀬戸内海環境情報基本調査(第4回)」(平成27~29年)データ²⁾を用いて作図。

図 4.4.4 瀬戸内海の底質分布

(2) 有機物の指標

堆積物中の有機物量の指標として強熱減量(Ignition Loss:略称 Ig-Loss)や、過マンガン酸カリウムを用いた化学的酸素消費量(COD_{sed}^{注1)})がよく用いられる。

1) 強熱減量 (Ig-Loss)

強熱減量は、底質試料を電気炉で105~110°C、2時間乾燥させて計った質量(乾燥重量)から、その後600°Cに昇温して2時間保つ強熱後、デシケーター内

で放冷後に計った質量(強熱→放冷→秤量を繰り返して安定した値)の差を求めたものである³⁾。強熱減量は、この強熱によって起こる有機物の燃焼ほか、乾燥重量測定時に分離しなかった結晶水(H₂O⁻)や化合水(H₂O⁺)、硫化物や炭酸塩の分解等による減量と一部の金属元素が酸化されて起こる増量の合計である³⁾。

曾根干潟および周辺海域における強熱減量の平面分布をみると、図 4.4.5(左上段)に示すように干潟域は

注1) COD_{sed}の「sed」は sediment(底質)の略で、水質の COD と区別するために慣用的に付けられている。

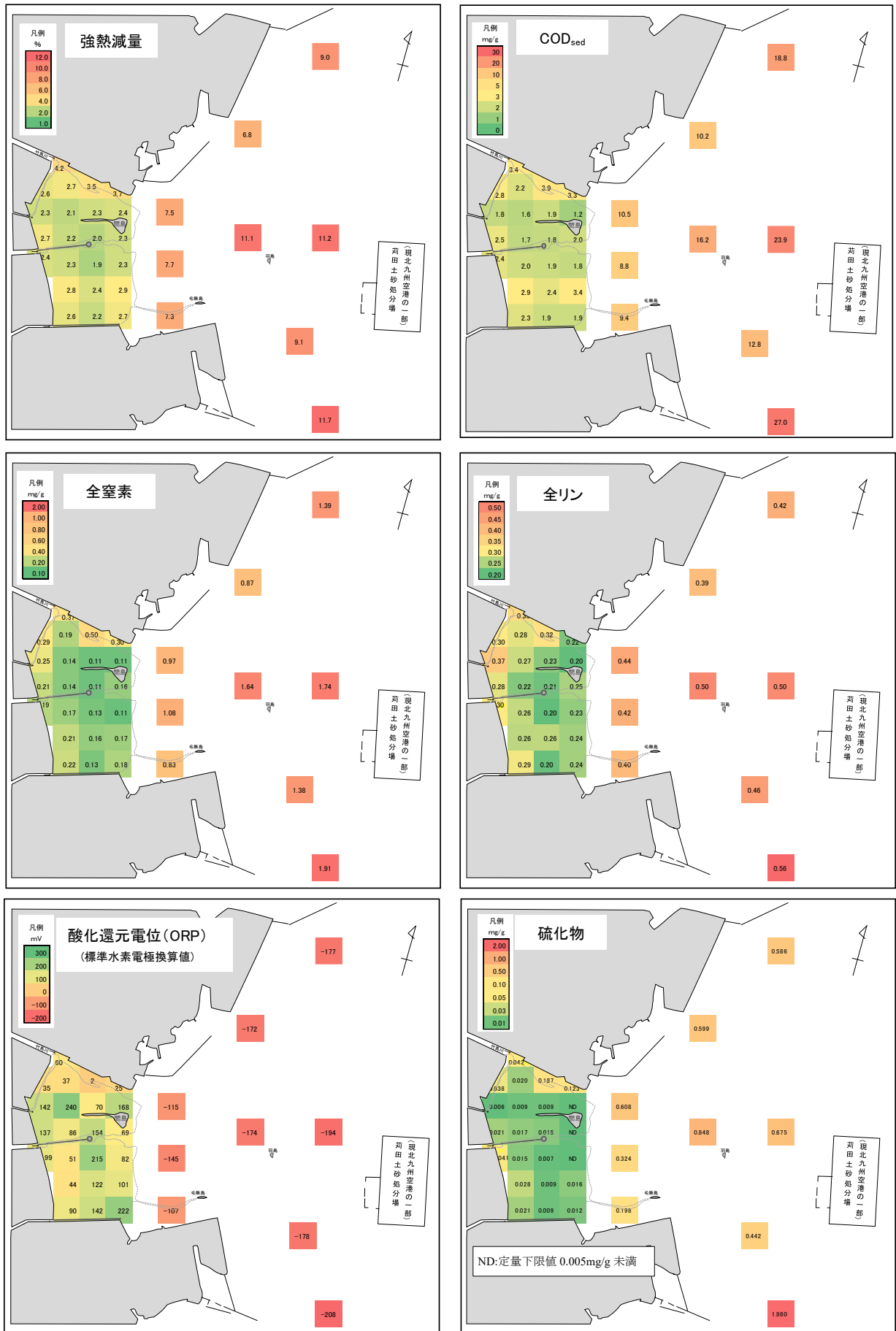


図 4.4.5 底質調査結果(1995年10月)

1.9～4.2%, 海域は6.8～11.7%の範囲にあり, 平均は干潟域が2.6%, 海域が9.0%で, 海域は干潟域の3.5倍ほど高い。干潟域では最北端の竹馬川澗筋にあたる地点が他の干潟地点に比べて高く, 海域では沖合に向かって高くなる傾向がみられている。

環境省調査による直近の瀬戸内海, 周防灘, 曾根沖地点(地点番号137)の強熱減量は, 表4.4.3, 図4.4.4(左中段)に示すようにそれぞれ5.8%(平均), 7.1%(平均), 7.8%と曾根干潟に近づくにしたがって高くなっているが, これらの地点と比べると曾根干潟域の強熱減量は前述のように2.6%とかなり低い値となっている。

2) 化学的酸素消費量 (COD_{sed})

COD_{sed} は, 過マンガン酸カリウム等の酸化剤により酸化される有機物量を酸素当量で表したものである⁴⁾。しかし, 堆積物中に含まれる硫化鉄などの還元性無機化合物は, 過マンガン酸カリウムによる酸素消費の原因となるため, 有機物量としてはCHN分析計^{注2)}で炭素と窒素を測定する方法が確実とされている⁵⁾。

COD_{sed}の平面分布をみると, 図4.4.5(右上段)に示すように干潟域は1.2～3.9mg/g, 海域は8.8～27.0mg/gの範囲にあり, 平均は干潟域が2.3mg/g, 海域が15.3mg/gで, 海域は干潟域の6倍以上高い。強熱減量と同様に干潟域では最北端の竹馬川澗筋にあたる地点が他の干潟地点に比べて高く, 海域では沖合に向かって高くなる傾向がみられている。

環境省調査による直近の瀬戸内海, 周防灘, 曾根沖地点(地点番号137)のCOD_{sed}は, 表4.4.3, 図4.4.4(右上段)に示すように, それぞれ13mg/g(平均), 14mg/g(平均), 19mg/gで, 曾根干潟に近づくにしたがって高くなっている。しかし, これらの地点と比べると曾根干潟域のCOD_{sed}は前述のように3.9mg/g以下とかなり低い。吉田⁶⁾による栄養階級区分(7～9月成層期)では, 富栄養域はCOD_{sed}が5～25mg/gで, それ以上は過栄養域, それ以下は貧栄養域とされており, これに従うと曾根干潟域は貧栄養域とされており, 干潟沖地点は富栄養化が進行し, 一部の地点は過栄養域と評価される。

(3) 酸化還元の指標 (酸化還元電位, 硫化物)

1) 酸化還元電位(ORP)

表層堆積物のORPは, 酸素を含む酸化的な海域では高く(正の値), 硫化水素を含む還元的な海域では低い(負の値)⁷⁾。

ORPの平面分布をみると, 図4.4.5(左下段)に示すように, 干潟域は+2～+240mV, 海域は-208～-107mVの範囲にあり, 平均は干潟域が+104mV, 海域が-163mVで, 干潟域の底質は酸化的で海域の底質は還元的な状態である。干潟域では間島北側の竹馬川澗筋にあたる地点付近が他の干潟地点に比べて低く, 海域では沖合に向かって低くなる傾向がみられている。

環境省調査による直近の瀬戸内海, 周防灘, 曾根沖地点(地点番号137)のORPは, 表4.4.3, 図4.4.4(左下段)に示すように, それぞれ+80mV(平均), -6mV(平均), -108mVで, 曾根干潟に近づくにしたがって低くなっているが, これらの地点と比べると, 曾根干潟域のORPは, 前述のように+2～+240mVとやや高い値となっている。

2) 硫化物

硫化物の濃度は有機物の腐敗の程度を示す指標として重要である⁴⁾。底質中の硫黄は, 硫化物態硫黄, 単体硫黄, チオ硫酸態硫黄, 硫酸態硫黄, パイライト態硫黄等の種々の化合物として存在しており, 割合が大きいのが硫化物態硫黄, パイライト態硫黄で, チオ硫酸態硫黄, 硫酸態硫黄は少ない³⁾。底質に堆積した有機物の分解が進行し, 酸素が消費されて嫌気的な状態になると, 硫酸還元菌の増殖によって硫化水素が発生し, またそれが底質中の金属と反応して硫化物として沈降する。この過程で発生した硫化水素や金属等との硫黄化合物が硫化物態硫黄である³⁾。底泥の硫化物は, 塩酸(6M; モル)に溶解して硫化水素を揮発させる形態の硫化物を揮発性硫化物(AVS)として定義され, HS⁻, H₂S, FeS, Fe₃S₄などが測定されるが, 6M(モル)塩酸への溶解率の低いFeS₂(パイライト)は測定されない⁸⁾。

硫化物の平面分布をみると, 図4.4.5(右下段)に示すように干潟域はND(定量下限値:0.005mg/g)～

注2) 燃焼法を用いたC(炭素),H(水素),N(窒素)の有機元素分析装置。

0.187mg/g, 海域は 0.198~1.98mg/g の範囲にあり, 平均は干潟域が 0.029mg/g, 海域が 0.696mg/g で, 海域は干潟域の 20 倍以上である. 干潟域では間島北側の竹馬川滞筋にあたる地点付近が他の干潟地点に比べて高く, 海域では沖合に向かって高くなる傾向がみられる. ORP がマイナス側で低い地点で硫化物が高くなる傾向があり, 還元状態下で硫化物の生成が盛んになることを裏付けている. 吉田⁹⁾による栄養階級区分(7~9 月成層期)では, 硫化物濃度が貧栄養域は 0.03mg/g 以下, 富栄養域は 0.03~0.3mg/g, 過栄養域は 0.3~3.0mg/g とされており, これに従うと曾根干潟域は貧栄養域から富栄養域, 干潟沖地点は富栄養域から過栄養域に相当し, 干潟沖では富栄養化が進行していると考えられる.

(4) 富栄養化の指標

窒素・リンは動植物の生存・生育に欠かせない栄養物質の一つである. 自然界に普遍的に存在するが, 肥料や尿尿, 家庭雑排水およびその処理水に多く含まれるため, 人為的汚染の指標となる. 水域の富栄養化は, 古くは河川由来の窒素・リンの流入負荷が原因とされていた⁹⁾. しかし, 夏季の低酸素化現象(嫌氣的汚染泥の分解)により, 窒素・リンなどの植物プランクトンの栄養塩, 鉄などの微量金属やビタミンなどの増殖促進物質が底泥から溶出し, 突発的な大規模赤潮の発生要因となることがわかってきた^{9),10)}. 中でも赤潮多発域の播磨灘では窒素・リンの海底からの溶出負荷量が河川からの流入負荷量と同等かそれ以上と推測され⁹⁾, 今日では水域の富栄養化に堆積汚泥が起因しているとされている.

1) 全窒素 (T-N)

底質中の窒素化合物はアンモニア態, 硝酸態, 亜硝酸態などの無機態窒素とアミノ酸, たんぱく質など有機態窒素などに大別され, 底質が還元状態にある場合は, 無機態窒素のほとんどはアンモニア態窒素で, 硝酸態および亜硝酸態窒素の割合は低い³⁾. また, 正電荷のアンモニウムイオン(NH₄⁺)は土壌粒子の外部負電荷や粘土鉱物の同型置換による内部負電荷によって土壌に保持されやすいが, アンモニアが酸化された硝酸イオン(NO₃⁻), 亜硝酸イオン(NO₂⁻)は負電荷なので土

壤中に保持されることは少ない^{11),12)}.

全窒素の平面分布をみると, 図 4.4.5(左中段)に示すように干潟域は 0.11~0.50mg/g, 海域は 0.83~1.91 mg/g の範囲にあり, 平均は干潟域が 0.20 mg/g, 海域が 1.31 mg/g で, 海域は干潟域の 6 倍以上である. Ig-Loss や COD_{sed}と同様に, 干潟域では最北端の竹馬川滞筋にあたる地点が他の干潟地点に比べて高く, 前面海域では沖合に向かって高くなる傾向がみられている.

環境省調査による直近の瀬戸内海, 周防灘, 曾根沖地点(地点番号 137)の全窒素は, 表 4.4.3, 図 4.4.4(右中段)に示すようにそれぞれ 1.2mg/g(平均), 1.3mg/g(平均), 1.6mg/g で, 曾根干潟に近づくにしたがって高くなっている. しかし, これらの地点と比べると, 曾根干潟域の全窒素は, 前述のように 0.11~0.50mg/g と低い値となっている.

2) 全リン (T-P)

全リンは, 無機態と有機態に大別される. 土壌中の無機態リンは, アルミニウム(Al), 鉄(Fe), カルシウム(Ca)などの金属と親和性が強く, 多くはこれらと結合したリン酸塩として存在する¹¹⁾. 好氣的環境下で Fe³⁺の塩として沈殿していたリン酸は, 嫌氣的環境下で Fe²⁺とともに溶出することもある¹¹⁾. 有機態リンは, 生体由来のフィチン酸, DNA や RNA などの核酸, リン脂質, 糖リン酸などである⁸⁾.

全リンの平面分布をみると, 図 4.4.5(右中段)に示すように干潟域は 0.20~0.37mg/g, 海域は 0.39~0.56 mg/g の範囲にあり, 平均は干潟域が 0.26 mg/g, 海域が 0.45 mg/g で海域は干潟域の約 2 倍である. Ig-Loss, COD_{sed}, 全窒素と分布は異なり, 干潟域では岸際の河川流入部付近が高い傾向がみられ, 海域では沖合ほど高い傾向にあるものの, その差は Ig-Loss, COD_{sed}, 全窒素などと比べると小さい.

環境省調査による直近の瀬戸内海, 周防灘, 曾根沖地点(地点番号 137)の全リンは, 表 4.4.3, 図 4.4.4(右下段)に示すようにそれぞれ 0.4mg/g(平均), 0.5mg/g(平均), 0.5mg/g で, 周防灘と曾根沖地点で差はみられない. また, これらの地点と比べると, 曾根干潟域の全リンは, 前述のように 0.20~0.37mg/g と低い値となっている. (高比良)

4.4.2 干潟域底質の経年変化

定量研では、曾根干潟の北側(以下、「北干潟」という)の代表点として図 4.4.1 に示す地点 P7 および P9 をそれぞれ St.1, St.2, 南側(以下、「南干潟」という)の代表点として地点 P18, P20 をそれぞれ St.3, St.4 として底質(粒度組成, COD_{sed}, 硫化物, クロロフィル a)および底生生物(マクロベントス)を, 2012 年以降毎年 9~10 月に 1 回調査してきた。これらの結果とそれ以前の北九州市調査結果(北九州市環境局提供データ), 定量研による 2007 年の同一地点の調査結果¹³⁾をあわせた経年変化を図 4.4.6 に示すとともに, 以下に解析した。

北干潟干潮線付近に位置する St.2 では, 含泥率の増加, 中央粒径の低下が確認でき, 泥質化が進んでいると考えられる。有機物の指標である COD_{sed}も 1995 年当時からすると 2 倍以上に増加している。また, St.2 では硫化物が 2005~2014 年に高かったが, その後減少し 2021 年からは再び増加の兆しがみられている。

St.2 以外の地点では, 硫化物は年による変動が大きいものの増加傾向にある。一方, これらの地点では COD_{sed} の増加はみられておらず, St.4 で含泥率の増加が認められることから, 硫化物の増加の要因として静穏化による攪乱の減少が懸念される。(高比良, 小島)

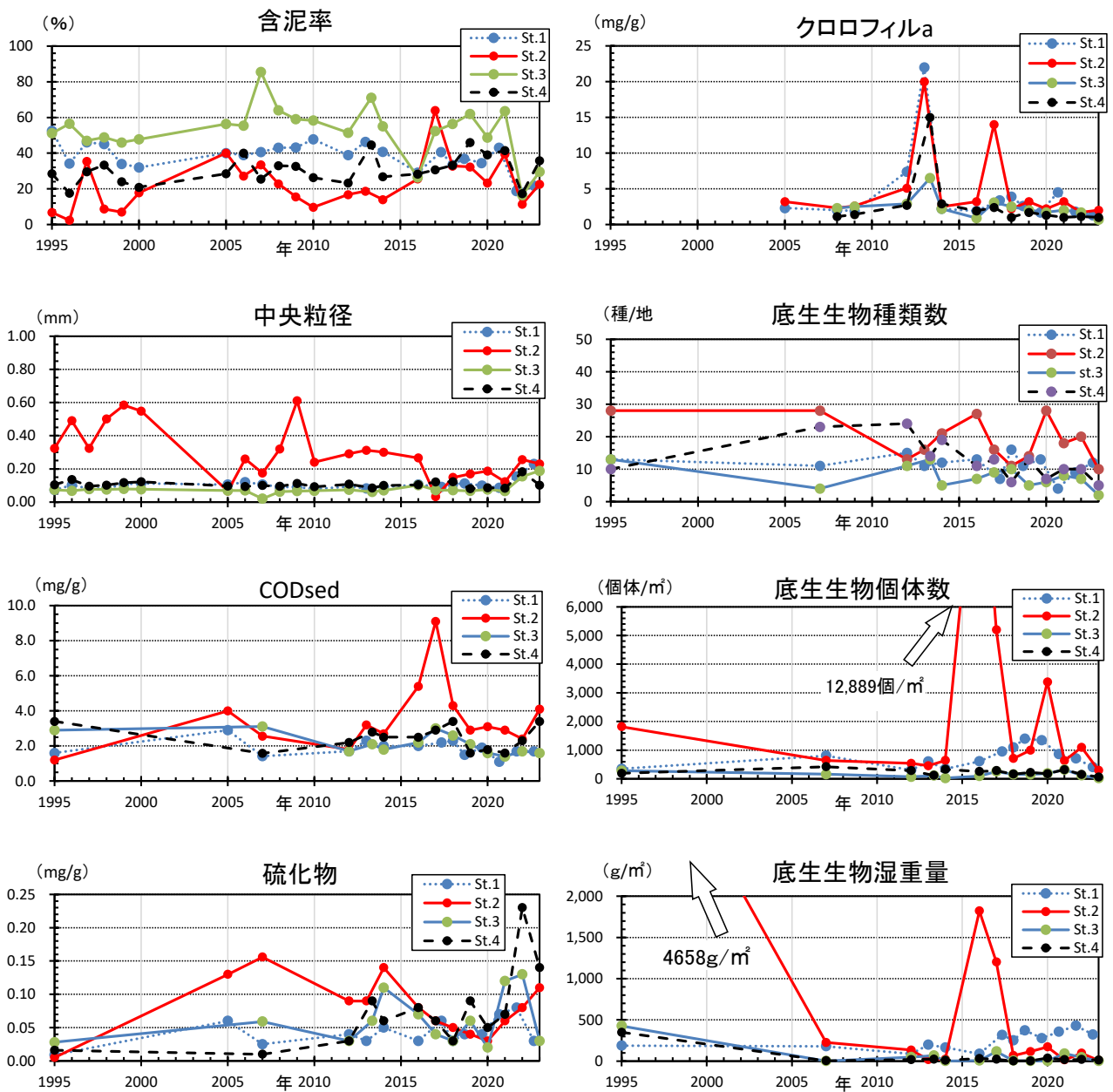


図 4.4.6 曾根干潟の北側(St.1, St.2), 南側代表点(St.3, St.4)における底質・底生生物の経年変化

4.4.3 干潟域底質の1995年と2007年の比較

定量研では、底質および底生生物調査を2007年10月27日～29日に図4.4.1に示した干潟上の23地点で実施し、1995年からの変化を解析した¹³⁾。

試料の採取方法は1995年の北九州市による調査¹⁾と同様で、底質試料は満潮時に船上から採泥器(スミ

ス・マッキンタイア型:1/20m²)を用いて1地点あたり1回採泥し、分析に供した。そのほか、解析には北九州市が実施した1995年度の地盤高(1996年1月測量)¹⁾および九州共立大学が実施した2007年の地盤高調査結果を使用した。両年の地盤高、底質の分布および差分の分布を図4.4.7、図4.4.8に、解析結果を以下に示す。

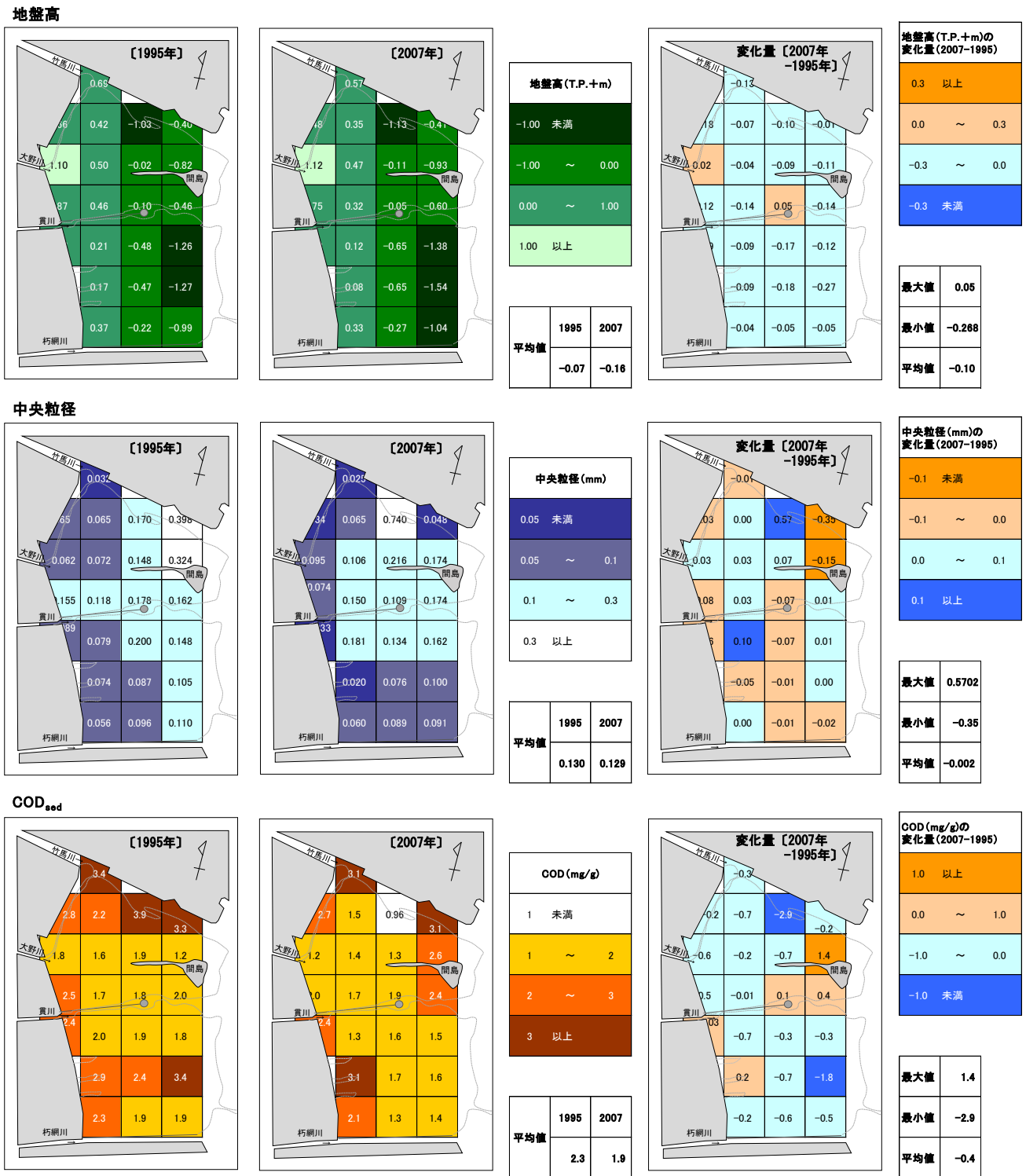
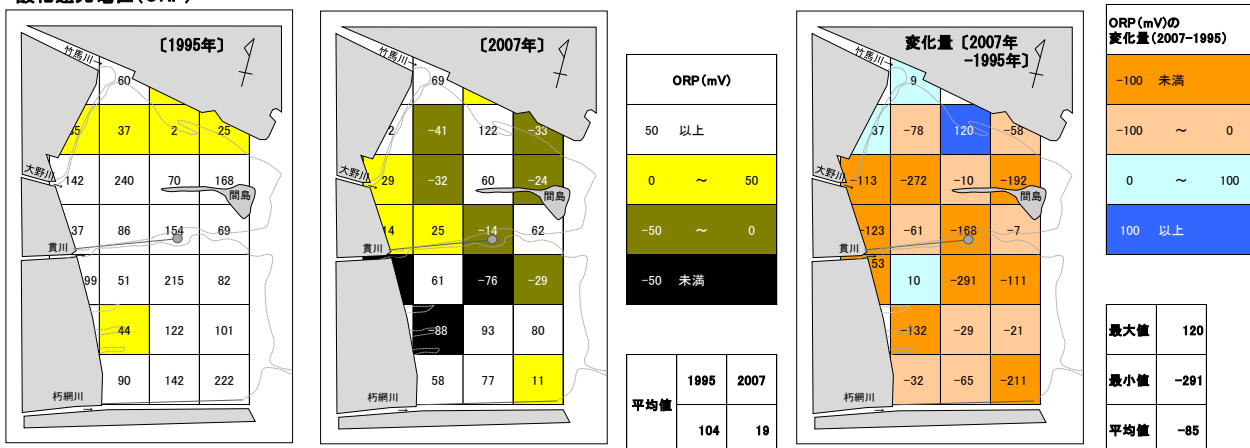


図 4.4.7 1995 年と 2007 年の地盤高、底質の分布と両年の差分の分布(地盤高, 中央粒径, COD_{sed})

酸化還元電位 (ORP)



硫化物

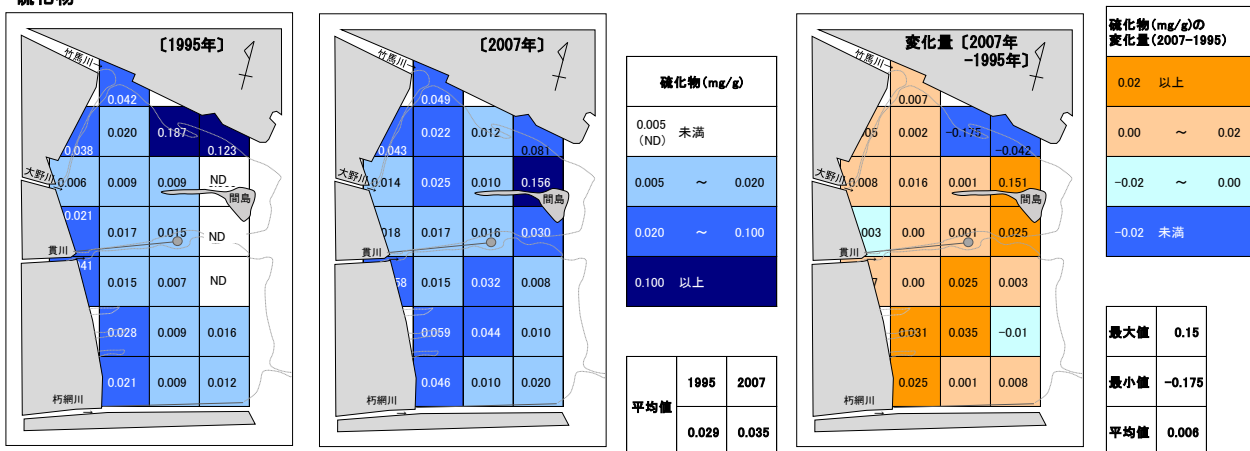


図 4.4.8 1995 年と 2007 年の底質の分布と両年の差分の分布(酸化還元電位, 硫化物)

(1) 地盤高および底質分布の経年変化

地盤高は、全体的にはやや低下傾向である。

中央粒径は、干潟全体としてみるとわずかではあるが細くなっており、間島の北側では顕著である。

COD_{sed} は、干潟全体としては若干減少しているが、間島周辺では増加している。

酸化還元電位 (ORP) は、竹馬川、大野川、貫川の滞筋付近の地点を除き、全体的に低下している。

硫化物は、干潟全体としての増加量はわずかであるが、南干潟では増加した地点が多い。また、間島周辺、特に北側では増加量が多い。

地盤高、中央粒径、COD_{sed}、酸化還元電位、硫化物の 1995 年と 2007 年の差分 (2007 年 - 1995 年) の分布をみると、干潟全域では酸化還元電位の低下、南干潟での硫化物の増加、間島北側地点での硫化物の大幅増がこの 12 年間の大きな変化といえる。

(2) 底質の類似性による区分とその変化

1995 年と 2007 年の 2 か年×23 地点分のデータについて、5 項目 (地盤高、中央粒径、COD_{sed}、酸化還元電位 (ORP)、硫化物) の距離 (データ正規化後のユークリッド平方距離) を求め、クラスター分析 (ウォード法) による干潟区分を行った。なお、本クラスター分析結果は 2008 年に報告済みである¹³⁾。ここでは、統計分析フリーソフト「R」の最新バージョン R. 4.4.2 の hclust 関数 (クラスター作成方法に "ward. D2" を指定) を使用して再分析し、修正した結果を紹介する。

1) 底質区分と各区分の特徴

クラスター分析の結果、曾根干潟の底質は大まかに I ~ V の 5 つのグループに区分され、そのうち II, III はそれぞれ a, b の 2 つのグループに細分された (図 4.4.9, 図 4.4.10)。各区分の特徴を表 4.4.4, 図 4.4.11 に示すとともに、以下にその概要を述べる。

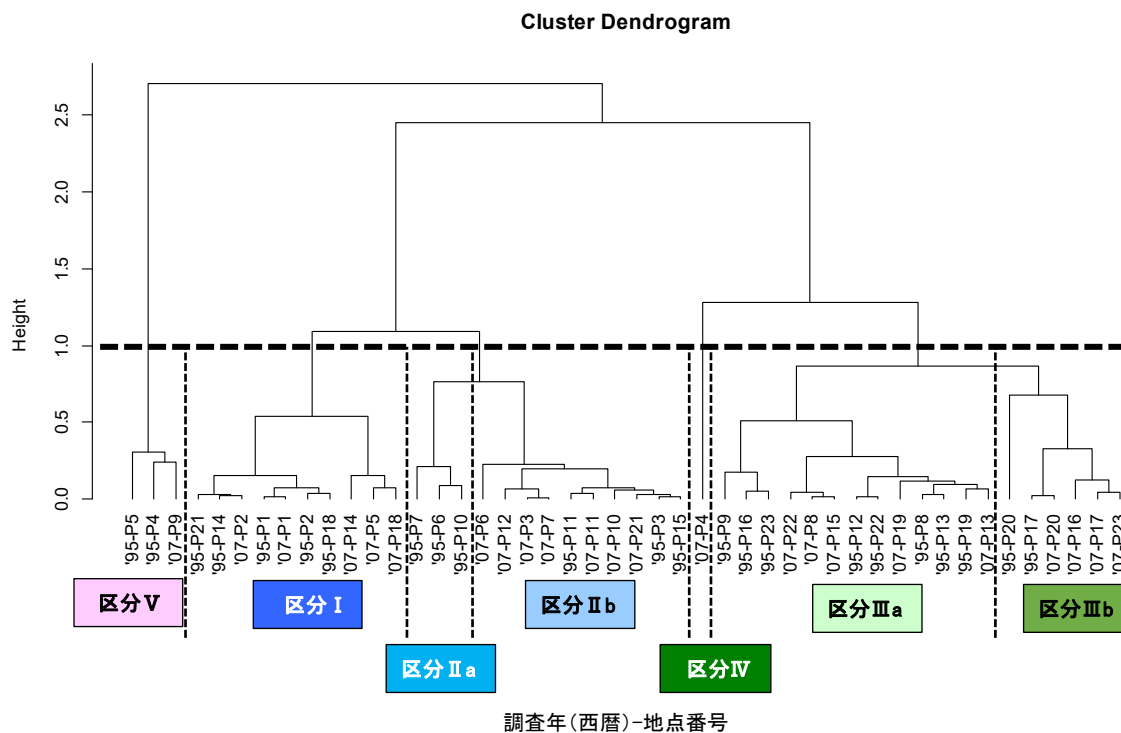


図 4.4.9 1995 年と 2007 年の曾根干潟の底質のクラスター分析結果
(区分I~Vの色分けは図 4.4.10 と共通)

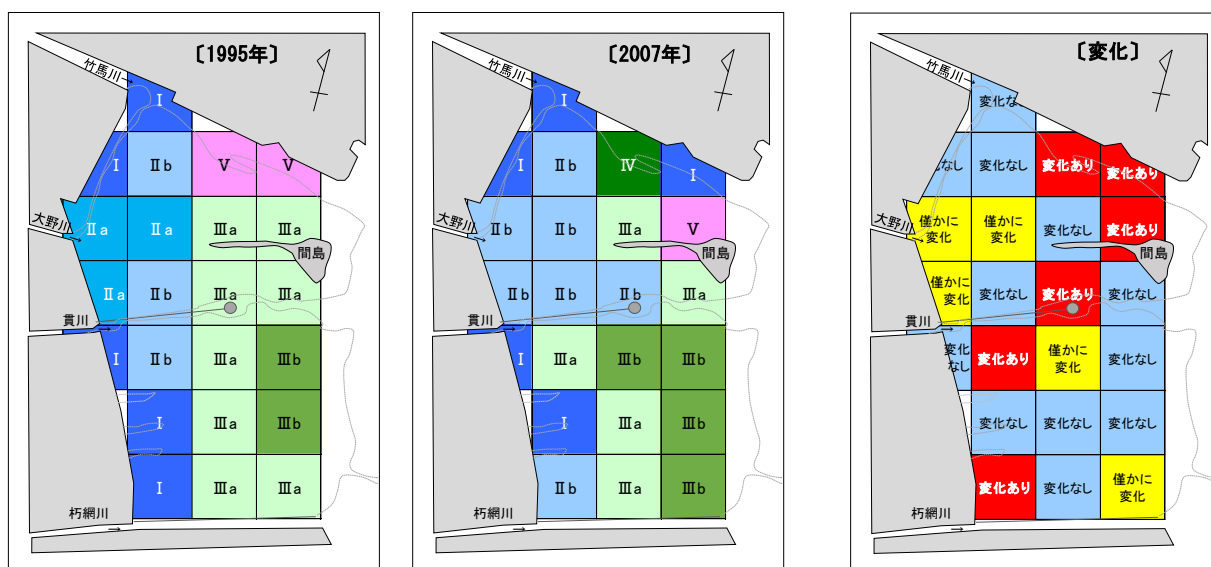


図 4.4.10 曾根干潟の 1995 年と 2007 年の底質のクラスター分析による区分とその変化
(区分I~Vの色分けは図 4.4.9 と共通)

表 4.4.4 曾根干潟の底質のクラスター分析による区分と各区分の特徴

区分	地点数		平均値						特徴(干潟域内での相対的評価)
	1995年 (10月)	2007年 (10月)	地盤高 (T.P.+m)	中央粒径 (mm)	COD _{sed} (mg/g)	硫化物 (mg/g)	ORP ^{*1} (mV)	含泥率 ^{*2} (%)	
I	5	5	0.34	0.05	2.8	0.046	29	69.2	含泥率の高い、有機物の多い岸よりの区域
II a	3	0	0.82	0.10	2.0	0.012	173	51.0	岸よりのORPの高い砂泥質の区域
II b	3	7	0.44	0.09	1.8	0.021	21	45.4	やや岸よりの砂泥質の平均的な底質の区域
III a	8	5	-0.39	0.16	1.8	0.014	117	22.7	やや沖よりのORPの高い砂質の区域
III b	2	4	-1.19	0.12	1.9	0.015	28	23.3	沖よりのややORPの低い砂質の区域
IV	0	1	-1.13	0.74	1.0	0.012	122	9.6	沖よりの有機物が少なくORPの高い砂礫質の区域
V	2	1	-0.87	0.25	3.3	0.155	1	31.3	沖よりの有機物が多くORPの低い砂泥質の区域

※1. ORPは水素電極との差を補正したE_h (mV) . ※2. 含泥率はクラスター分析に使用していない項目.

- 凡例
- : 平均値が曾根干潟の中では大きい(80%値以上)
 - : 平均値が曾根干潟の中ではやや大きい(60%値以上, 80%値未満)
 - : 平均値が曾根干潟の平均的な値(40%値以上, 60%値未満)
 - : 平均値が曾根干潟の中ではやや小さい(20%以上, 40%値未満)
 - : 平均値が曾根干潟の中では小さい(20%値未満)

表 4.4.4, 図 4.4.11 の凡例で示した「%値」, 例えば 80%値は, 23 地点×2 か年=46 地点分のデータを値の小さい順に並べて 80%目, すなわち 37 番目(46 地点×80%/100%≒37 番目)の値で, 大きい順では 9 番目(46-37=9)の値を示す. ここでは, 80%値以上を「大きい」, 60~80%値を「やや大きい」, 40~60%値を「平均的」, 20~40%値を「やや小さい」, 20%値未満を「小さい」の目安として記載した. なお, 図 4.4.11 の中央粒径および硫化物の縦軸は区分間の差が分かり易いように対数軸で示した.

区分Iは, 岸よりの地盤高がやや高く, 含泥率の高い区域である. また, 有機物の指標である COD_{sed} ほか硫化物の多い, 曾根干潟の中では有機汚濁の進んだ区域であり, 酸化還元電位(ORP)はやや低い.

区分IIa は区分Iと同様に岸寄りではあるが, 地盤高のより高い区域である. 底質は区分Iに比べて砂分が多い砂泥質で, 中央粒径や COD_{sed} は曾根干潟の平均的な値を示す. ORP が高く酸化的であるのが特徴である.

区分IIb は, 区分Iと同様に岸よりの地盤高の比較的高い区域ではあるが, 区分IIa に比べると地盤高は低い. 底質は砂泥質で, 中央粒径, COD_{sed}, 硫化物は曾根干潟の平均的な値を示し, ORP はやや低い.

区分IIIa は, 地盤高がやや低いやや沖よりの砂質の区域である. 硫化物がやや少ない酸化的な環境である.

区分IIIb は, 区分IIIa に比べて地盤高が低い砂質の沖側の区域である. COD_{sed}, 硫化物は曾根干潟の平均

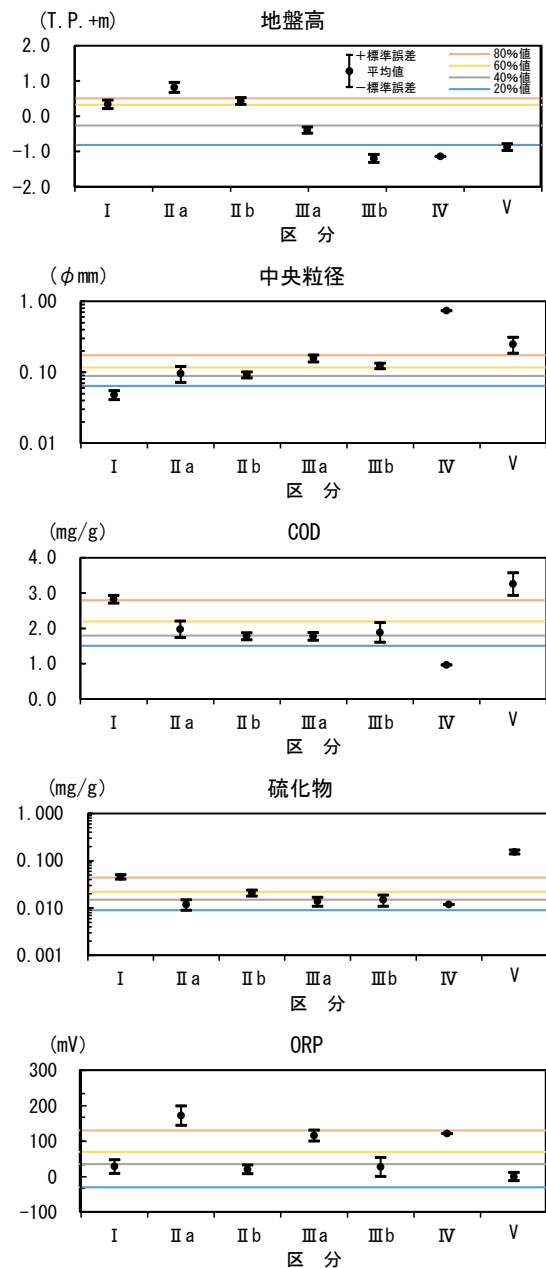


図 4.4.11 曾根干潟の底質区分ごとの底質の特徴

的な値であるが、ORP がやや低い。区分IIおよび区分IIIともに a は b に比べて酸化的、逆の言い方をすると b は a に比べて嫌氣的な底質となっている。

区分IVは、2007年の竹馬川滯筋沿いの P4 地点のみである(図 4.4.10)。地盤高、含泥率、 COD_{sed} が低く、ORP が高い砂礫質の地点であり、この2か年の中では特異な地点となっている。

区分Vは、竹馬川滯筋周辺の沖よりの地盤高の低い砂泥質の区域で、曾根干潟の中では COD_{sed} 、硫化物が卓越して多く、有機汚濁の進んだ区域である。また、ORP が最も低い。

2) 底質区分の変化

調査年ごとの各底質区分に属する地点の分布(図 4.4.10)と各区分の特徴(図 4.4.11)をみると、北干潟の岸側では区分IIa に替わって区分IIb の地点が増えており、図 4.4.12 に示すように地盤高の低下、 COD_{sed} の減少、硫化物の増加、ORP の低下が読みとれる。中でも ORP の変化が大きい。

このほか北干潟では竹馬川の滯筋沿いの P4 地点が区分 V から区分IVに変化しており(図 4.4.13)、地盤高の低下、礫化、 COD_{sed} および硫化物の減少、ORP の上昇が読みとれる(表 4.4.4)。また、同様に竹馬川滯筋沿いで P4 に隣接する P5 地点は区分Vから区分IIに変化している。P4 地点とは逆に地盤高の上昇、泥質化が起こっているものの、 COD_{sed} および硫化物の減少、ORP の上昇は P4 地点と同様の現象である。P4、P5 地点は、竹馬川の滯筋沿いにあり、近くには礫床のある間島北側に近いことから場所や年による変動が大きいものと考えられる。区分IIIa から区分 V に変化した P9 地点についても竹馬川の滯筋に近く、間島北側にあたるため場所による底質変化の激しいところと考えられるが、区分IIIa から区分 V への変化は COD_{sed} および硫化物の大きな増加、ORP の大きな低下(還元化)をとまなっており(図 4.4.13)、有機汚濁の進行、およびそれに伴う底生生物への影響が懸念されるため注視が必要である。

海床路突端付近の地点 P12 地点は、区分IIIa から区分IIb に変化している。底質調査結果から読みとれる変化は、泥質化と ORP の減少である(図 4.4.13)。当該地

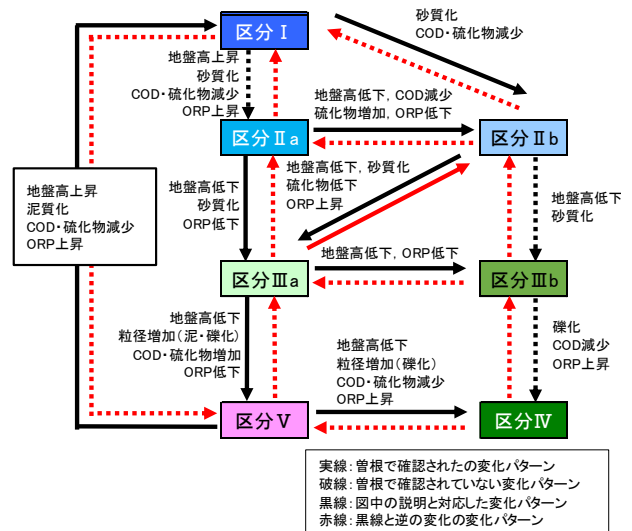


図 4.4.12 曾根干潟でみられた底質区分間の関係と変化パターン

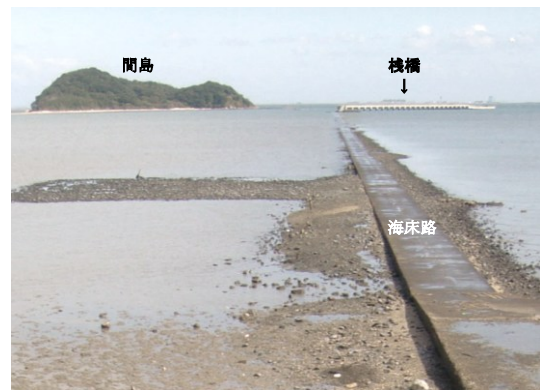


写真 4.4.2 曾根新漁港に繋がる栈橋 (2007年10月27日撮影)

点近傍では、1995年調査時になかった曾根新漁港に繋がる栈橋(写真 4.4.2)が2007年調査時にはできており、その支柱周辺で泥質化が進んでいるのを現地確認しており、栈橋工事による影響で地形や底質が変化した可能性がある。

また、南干潟沖側では区分IIIa に替わって区分IIIbが増えており、地盤高と ORP の低下が読みとれる(図 4.4.13)。

以上のように、北干潟および南干潟の一部において地盤高の低下ほか、 COD_{sed} を指標とする有機物の大きな増加を伴わない ORP の減少が起こっており、干潟の地盤低下に伴う干出時間の減少または静穏化による還元化、ひいては底生生物への影響が懸念される。

(山内, 高比良)

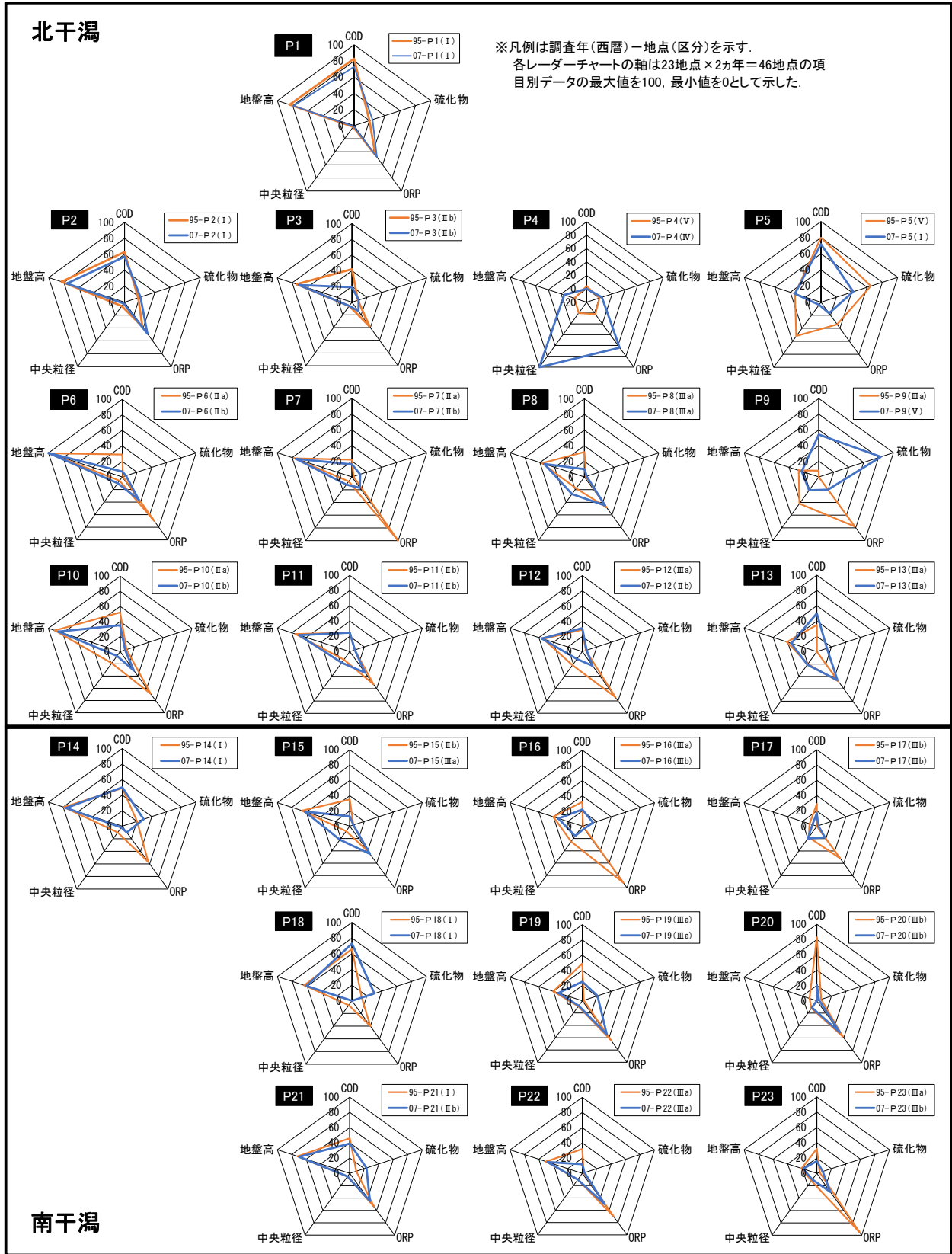


図 4.4.13 曾根干潟の底質の1995年度および2007年度の地点別特徴(レーダーチャート)

4.4.4 干潟の硬度および細粒土の漂砂量

定量研では、曾根干潟におけるカブトガニ等底生生物の分布特性に、干潟の硬さや細粒子の移動・堆積過程(ここでは漂砂と呼ぶ)が関係している可能性に着目し、貫入調査および漂砂量調査を2007年10月27、28日に実施した¹³⁾。その解明には至らなかったものの、曾根干潟の地点別硬度や細粒土の堆積特性について当時得られた知見を以下に紹介する。

(1) 調査方法

干潟の土の性状を表す指標として、土粒子の粒度調査が一般的であるが、表層土が対象となるため、短期的な潮流や波浪の影響を受けている場合がある。

そこで、長期的変化の指標として土壌貫入量を取り上げ、長谷川式土壌貫入計を用いた貫入調査を実施し(写真4.4.3)、干潟の層状構造を把握した。調査地点は図4.4.1に示した干潟のP5、P20、P23を除く20地点とし、各地点周辺の2~4か所で貫入調査を実施した。また、同一地点における土砂の攪拌・堆積状況(漂砂量)を把握するため、試料びん(1L 広口ポリ)を約14日間埋設し(2007年10月13、14日設置、10月27日回収)、その漂砂量を調査した(写真4.4.4、写真4.4.5)。なお、P5、P7の試料びんは設置期間中に流失し、回収できなかった。

(2) 調査結果

1) 干潟硬度の面的性状

貫入深と打撃回数との関係を図4.4.14に示す。

沖側(P4、P9、P13、P17、P19、P22)と比べ岸側(P1、P6、P10、P14、P18、P21)は打撃回数が少なく、貫川河口に近く砂が堆積するP14を除くと岸から沖に向けて硬くなる傾向がみられる。貫入深1mになるまでの打撃回数の平均値は岸側で12回、沖側で24回と沖側の方が2倍多くなっていることからこのことが言える。

北干潟(P1~P13)と南干潟(P14~P23)とを比較すると、貫入深1mに必要な打撃回数の平均は南干潟で19回、北干潟で15回と概ね南干潟が硬い傾向となっている。北側(P1~P4)は竹馬川河口であり、比較的柔らかい土砂の堆積が推測される。P9地点が特異的に硬い傾向



写真 4.4.3 曾根干潟における貫入調査



写真 4.4.4 曾根干潟における漂砂量調査(埋設状況)



写真 4.4.5 漂砂量計測状況

がみられるが、土質性状が貝殻・礫混じりの砂質土で、貫入調査時に貝殻や礫が抵抗となったと考えられる。

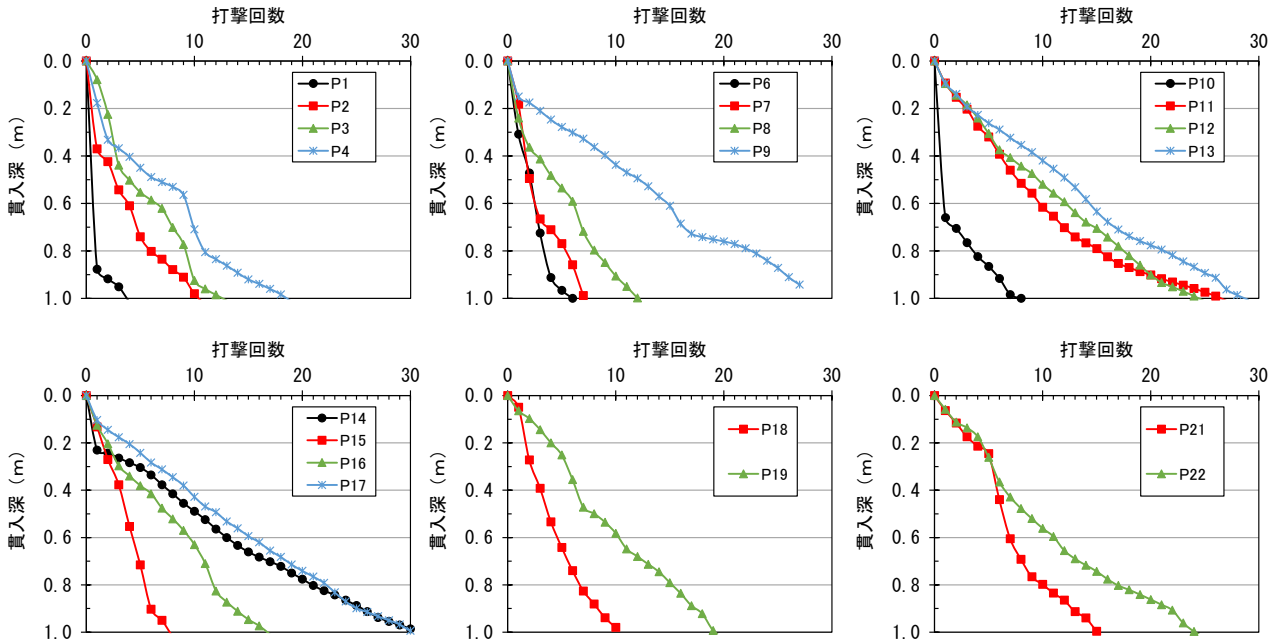


図 4.4.14 曾根干潟における貫入試験結果(打撃回数ごとの貫入深)

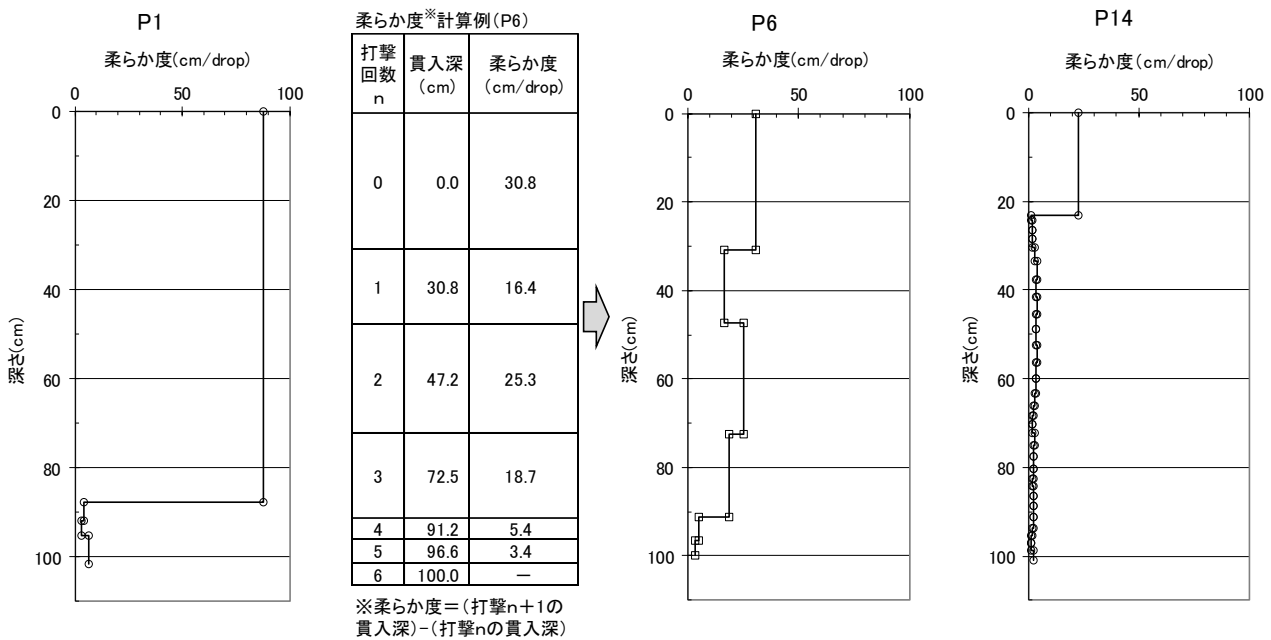


図 4.4.15 曾根干潟における貫入試験結果(柔らか度の鉛直部分布)

2) 干潟硬度の層状性状

竹馬川, 大野川, 貫川の河口での鉛直性状を図 4.4.15 に示す。

竹馬川河口の P1 では, 約 90cm の柔らかい泥の堆積層が見られた。貫川河口の P14 では約 20cm の柔らかい泥の堆積層が見られ, それ以下は貫入量が非常に

小さく 1m 貫入するのに 30 回打撃した。両地点とも深さは違うが層状構造が確認できた。

一方, 大野川河口の P6 では顕著な層状構造は見られず, ほぼ一様な鉛直分布となっていた。P1, P10 は, 図 4.4.14 に示すように 1 打で 60cm 以上貫入しており, 柔らかい泥が厚く堆積していることがわかった。

3) 細粒土の漂砂量

漂砂量調査結果を図 4.4.16 に示す。南干潟(P14～P23)の漂砂量が北干潟(P1～P13)と比べ顕著に多くなる結果が得られた。北干潟の堆積状況に着目すると、竹馬川河口の P1 の漂砂量が 50cm³と全地点の中で最も少なく、間島南側の P13 が 570cm³と北干潟では最も多い結果となっている。これは、先の貫入調査結果で推測された軟らかい泥の堆積厚とは逆の結果となっている。また、図 4.4.17 に示す中央粒径と漂砂量との関係を見ると、南干潟(P14～P23)では相関は悪いが、粒径が小さいほど漂砂量が多くなる傾向がみられた。一方、北干潟では粒径が小さいほど漂砂量が少なく、粒径が大きくなるにつれ、漂砂量が多くなる逆の傾向が窺える。また、漂砂量の平均値は、北干潟が 228 cm³、南干潟が 668 cm³と約 3 倍多い結果であった。

干潟上の漂砂の要因として波浪および潮流を考えた場合、波浪による漂砂が卓越する地点では、攪乱が大きく、干潟表面の土砂は巻き上げられ、高濃度の漂砂が発生するのに対して、潮流による漂砂が顕著な地点では、巻き上げは発生しにくく、低濃度の漂砂における土砂が堆積するのみであるため、漂砂量が小さくなると推測される。また、細粒土砂は沈降速度が遅く、沈降しにくいので堆積する土砂量が小さくなると考えられる。

したがって、間島背後の北干潟では底質に及ぼす波浪の影響が南干潟に比べて小さい、言い換えると、南干潟は底質に及ぼす波浪の影響が北側より大きいので漂砂量が大きく、逆に北干潟は漂砂量が小さいと推測される。

また、岸際の軟らかい泥の堆積の要因としては、浮遊微細粒子の上げ潮時の運搬、満潮時の堆積によるものが大きいと考えられる。

(奥田)

4.4.5 まとめ

1995 年度に実施された曾根干潟および周辺海域の底質調査結果をみると、曾根干潟は干潮線付近は砂質であるが、西側堤防に近づくにしたがってシルト分が増加し、間島北側では礫・岩場が卓越していた。また、I_g-Loss, COD_{sed}, T-N, 硫化物はいずれも海域で高く、干

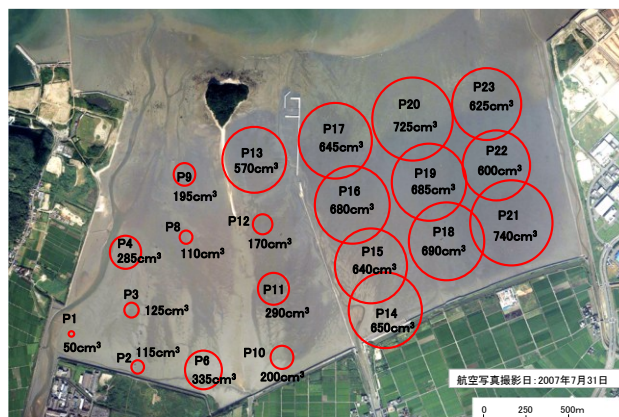


図 4.4.16 曾根干潟における漂砂量調査結果

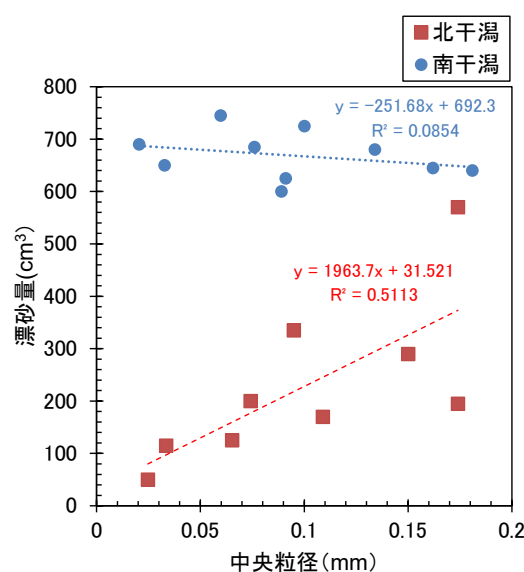


図 4.4.17 曾根干潟における漂砂量と中央粒径の関係

潟域の数倍以上であった。これらは干潟域では北干潟の漂筋付近が高く、海域では沖合ほど高い傾向を示した。COD_{sed} および硫化物の調査結果から、干潟域は貧栄養域から富栄養域、干潟沖は富栄養域から過栄養域と評価された。ORP は干潟域で酸化的、干潟沖で還元的であり、硫化物の高い地点ほど ORP が低かった。全リンは干潟域に比べて海域が高いがその差は小さく、干潟域では河川流入部、海域では沖合で高い傾向を示した。

北干潟、南干潟各 2 地点の 1995～2023 年の底質等経年調査結果をみると、複数地点で環境悪化が確認された。北干潟の間島北側にある St.2 では、底質中の有

機汚濁を示す COD_{sed}が調査期間中に2倍以上へ増加し、硫化物濃度も2005～2014年に高い値を示した上、2021年以降に再び上昇傾向がみられた。他の地点でも硫化物は全体的に増加しており、南干潟沖側の St.4 では含泥率の増加が確認された。この地点では海域の静穏化により底質が攪乱されにくくなり、それが硫化物増加の一因となっている可能性が示唆された。

1995年と2007年の干潟域底質を比較した結果、北干潟および南干潟の一部で地盤高の低下がみられ、さらにCOD_{sed}による有機物の大きな増加を伴わずにORPが低下していることが確認された。これらの変化は、干潟の地盤高が低下したことで干出時間が短くなったことや、海域の静穏化によって底質が還元化しつつあることを示唆しており、その結果として底生生物への影響が懸念された。

2007年の貫入・漂砂量調査結果から、干潟の硬度は概ね沖側で高く、北干潟に比べて南干潟が硬い傾向であった。南干潟は北干潟に比べて漂砂量が多く、波浪の影響が大きいと推測された。

(奥田, 高比良, 小島)

参考文献

- 1) 北九州市経済局, (財)九州環境管理協会: 曾根漁港海域環境調査委託報告書(平成8年3月), 1996.
- 2) 環境省: せとうちネット 底質汚濁の状況 (env.go.jp), 2022.
https://www.env.go.jp/water/heisa/heisa_net/setouchiNet/seto/g2/g2cat01/teishitsuodaku/odaku-index4.html (参照 2022年10月13日)
- 3) 環境庁水質保全局水質管理課: 改訂版 底質調査方法とその解説, 175pp., 日本環境測定分析協会, 1986.
- 4) 細川恭史, 三好英一: 底質COD測定法の検討, 港湾空港技術研究資料, No.368, 28pp., 1981.
- 5) 小椋和子: 5・5・1 有機物分析 1) 有機炭素および窒素, 沿岸環境調査マニュアル[底質・生物篇], 日本海洋学会編, pp.57-59, 恒星社厚生閣, 1986.
- 6) 吉田陽一: 3. 生物指標法, 漁場環境アセスメント, 水産学シリーズ 48, pp.25-46, 恒星社厚生閣, 2007.
- 7) 星加 章, 塩沢孝之: 6・1・4 酸化還元電位の分布, 沿岸環境調査マニュアル[底質・生物篇], 日本海洋学会編, pp.105-106, 恒星社厚生閣, 1986.
- 8) 寒川喜三郎, 日色和夫: 最新の底質分析と化学動態, 233pp., 技報堂出版, 1996.
- 9) 代田昭彦: 1. 養殖場の汚染と被害の現状, 海面養殖と養魚場環境(渡辺 競 編), 水産学シリーズ 82, pp.11-27, 恒星社厚生閣, 1990.
- 10) 畑 幸彦: 4. 堆積物, 海面養殖と養魚場環境(渡辺 競 編), 水産学シリーズ 82, pp.51-68, 恒星社厚生閣, 1990.
- 11) 武田育郎: 水と水質環境の基礎知識, 198pp., オーム社, 2001.
- 12) 佐藤 努: 粘土の特性と利用, 一粘土基礎講座I-, 粘土科学, 41(1), pp.26-33, 2001.
- 13) 小野勇一(自然環境定量評価研究会): 河川整備基金助成事業「河口干潟生態系の評価・モニタリングに有効な指標生物抽出技術および群集比較法等の開発」報告書(助成番号 19-1215-024), 45pp., 河川環境管理財団, 2008.

4.5 干潟の地中温

4.5.1 調査目的

干潟における生物分布は、一般的に粒径や地盤高等の生息場の環境との関係性が強いことが知られているが、地中温度(以下、「地中温」という)と干潟生物分布の関係性の検討はほとんど行われていない。干潟生物生息環境の一つである地中温変動特性の基礎資料取得を目的として、曽根干潟において、地中温の連続観測を実施した。

4.5.2 調査内容

調査内容は表 4.5.1 と図 4.5.1、図 4.5.2 に示すように全7地点について、底面下-0.1m, -0.5m で実施した。

4.5.3 地中温調査結果

(1) 地中温統計解析結果

現地調査における地中温、苅田の潮位、アメダス空港北町の気温、降水量の経時変化図を図4.5.3に示す。

図4.5.1の上表に示すようにP10, 11, 18で継続して観測している。図4.5.3は、地中温と大気温を同じグラフ上に表しており、全体的な傾向として、地中温の長期的変動は大気温の変化と応答性が高く、大気温と同程度の値で推移している。地中温に影響すると思われる気象(大気温)と海象(潮位)との相関を示したのが図4.5.4である。左図より地中温は大気温に対しては非常に良い相関があるが、潮位(右図)に関しては相関がない。大気温では相関係数が平均で0.95であり、潮位のそれは0.014であった。

地中温と大気温のデータを統計的に整理した結果を図 4.5.5(1)～図 4.5.5(3)に示す。図には、最高値(青丸)、平均値(赤丸)、最低値(灰丸)および縦線で標準偏差を示している。図 4.5.5 に示すように、地点に関わらず上層(底面下-0.1m)より下層(底面下-0.5m)の地中温の変動が小さい。また、岸側(P10, P14)と沖側(P11, P15, P18)を比べると、岸側の地中温平均値が若干ではあるが小さい値である。最高値は岸側より沖側の方が高く、最低値も高い。北側と南側の温度差に明確な違いは見られない。

図 4.5.5(2)をみると、2021年1～2月は2019, 2020,

表 4.5.1 地中温調査の調査内容

項目	内容
調査時期	2018/9/22～2022/9/25 1092 日間
調査地点	7地点 P7, P10, P11, P12, P14, P15, P18 観測時期は以下参照
測定条件	インターバル:1 時間間隔 測定高さ:干潟底面下-0.1m, -0.5m
使用機器	ONSET 社製 HOBO TidbiT v2, Water Temp Pro V2(図4.5.2 参照)

	北	北	北	北	南	南	南	
	沖	岸	沖	沖	岸	沖	沖	
地点	P7	P10	P11	P12	P14	P15	P18	
2018	1年	1年	1年		1年	1年	1年	2018.9.22～1yr
2019	1年	1年	1年		1年	1年	1年	2019.9.14～1yr
2020	1年	1年	1年	1年	1年	1年	1年	2020.10.3～1yr
2021		1年	1年	1年			1年	2021.9.18～1yr

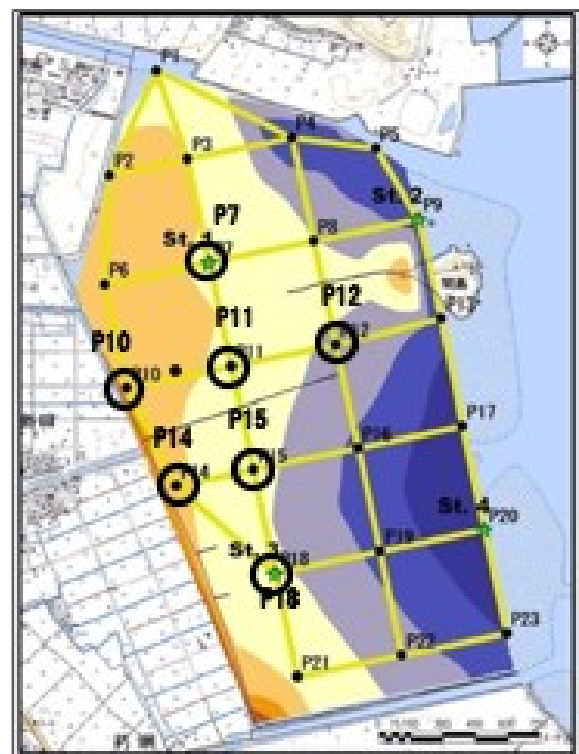


図 4.5.1 調査位置図



図 4.5.2 観測機器および観測状況

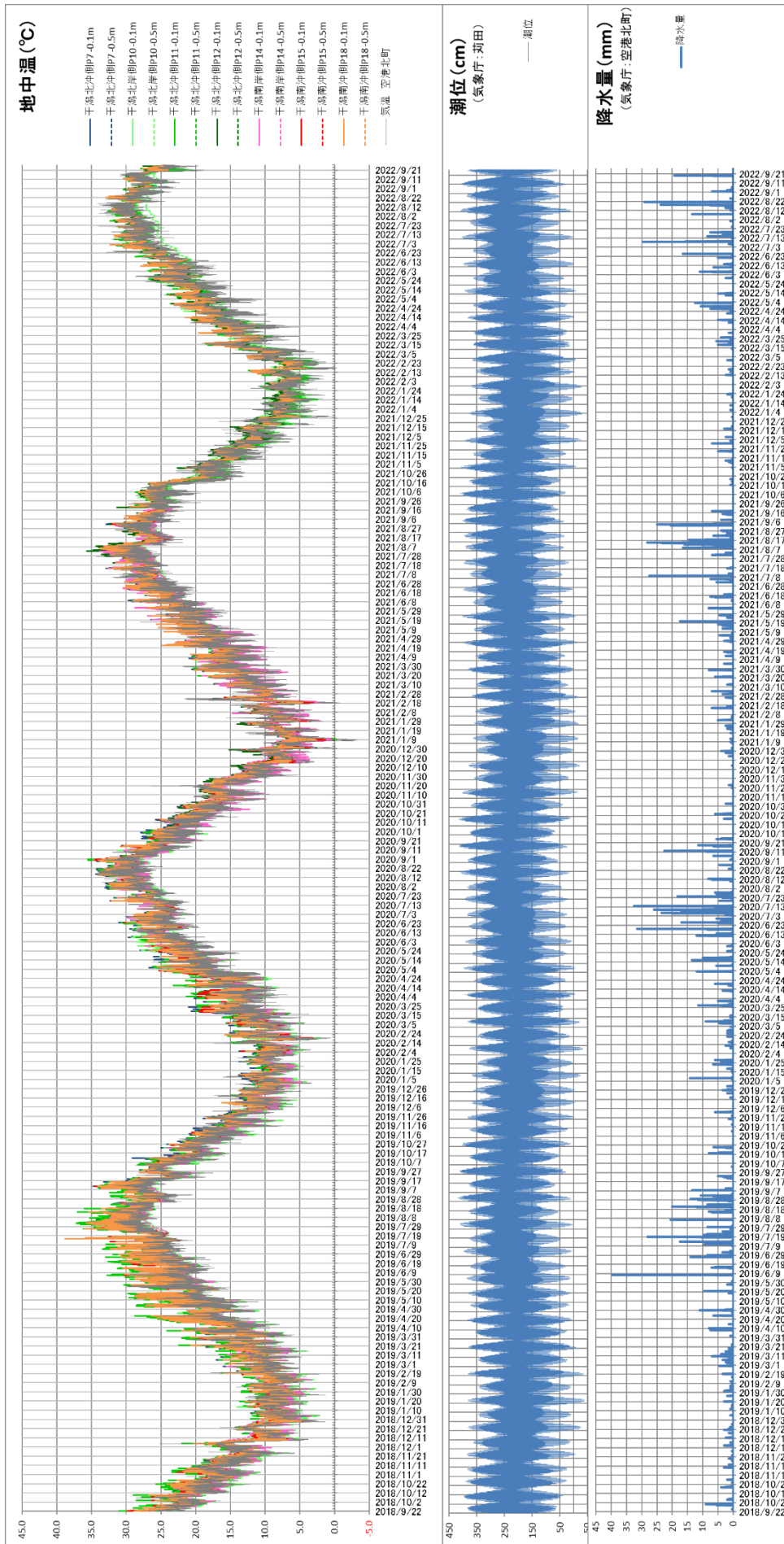


図 4.5.3 地中温およびその他気象・海象条件の経時変化(2018年9月～2022年9月)

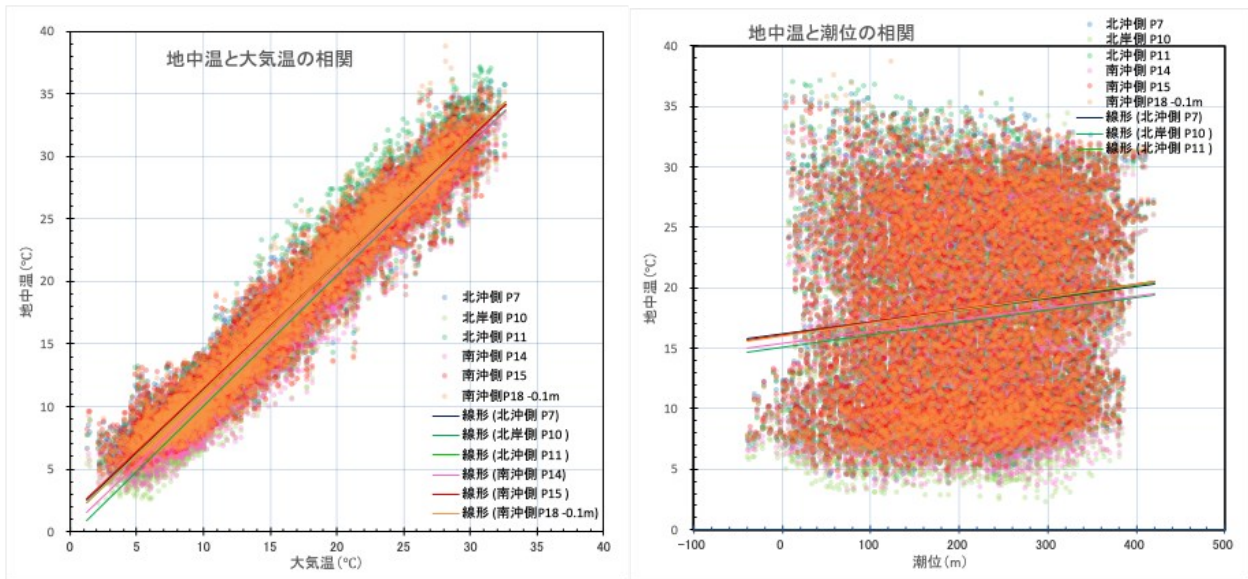


図 4.5.4 地中温と大気温との相関(左図), 潮位との相関(右図)

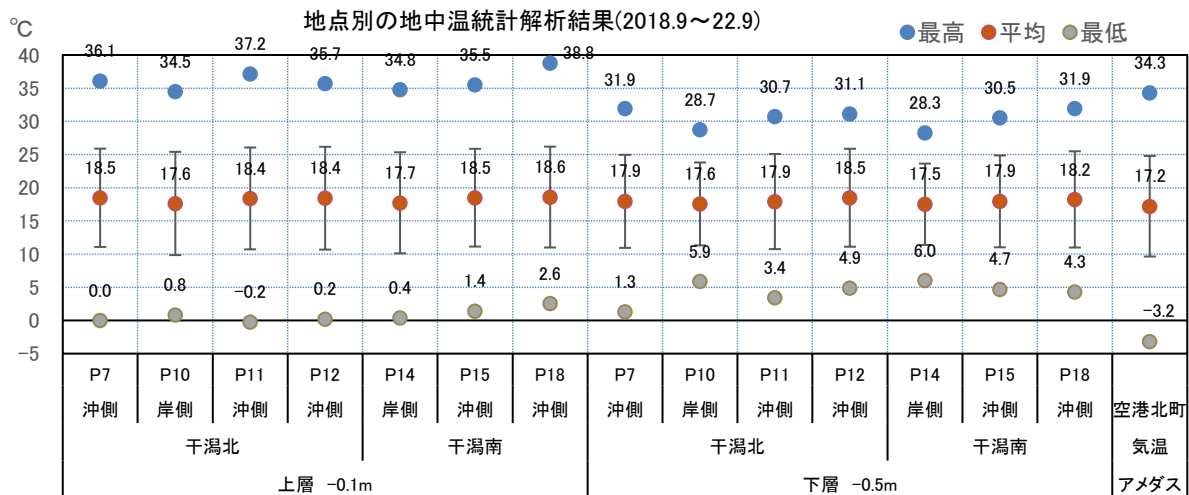


図 4.5.5(1) 地中温の最高・平均・最低値・標準偏差(全期間)

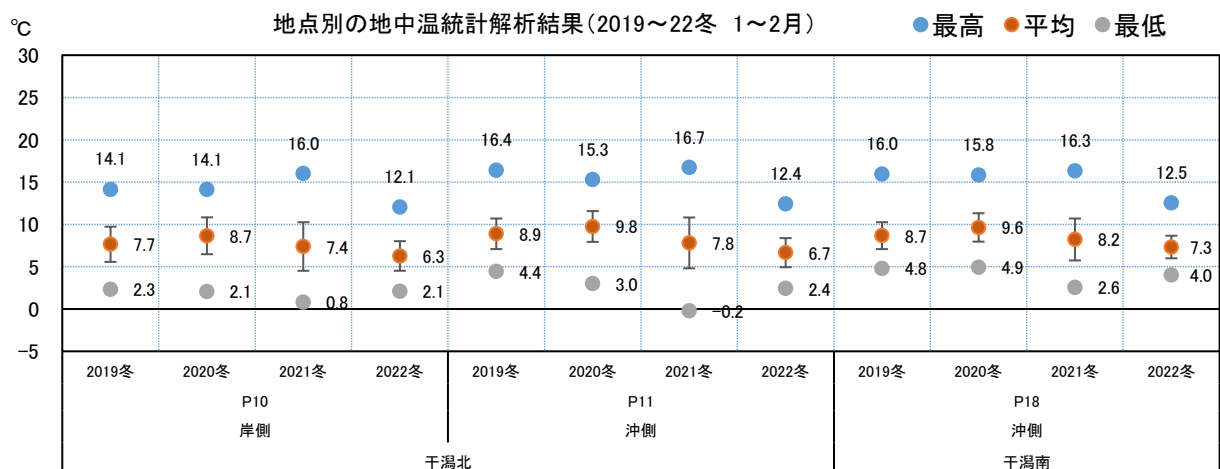


図 4.5.5(2) 地点別における上層の地中温の最高・平均・最低値・標準偏差(年別・冬)

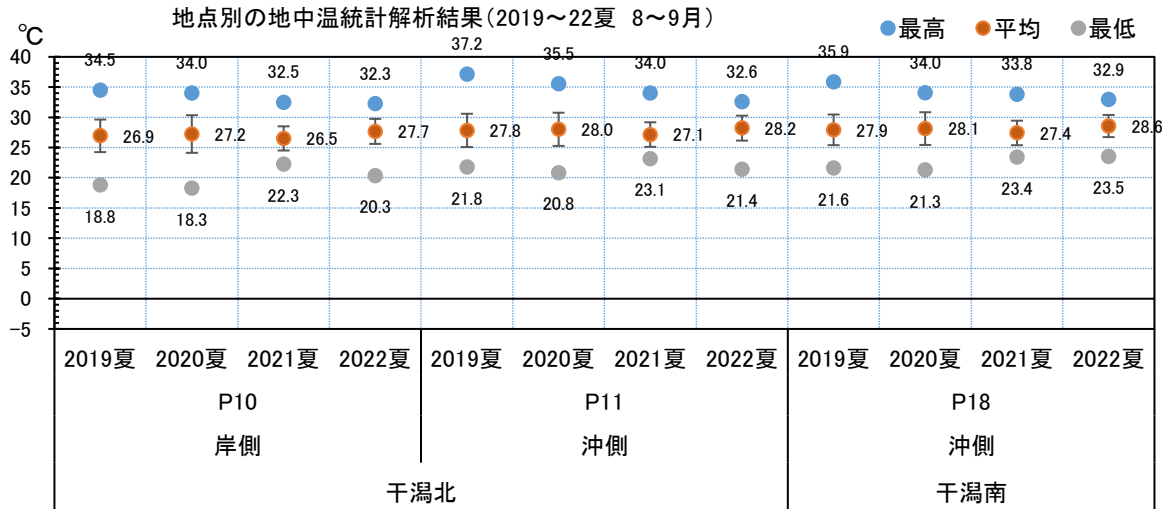


図 4.5.5(3) 地点別における上層の地中温の最高・平均・最低値・標準偏差(年別・夏)

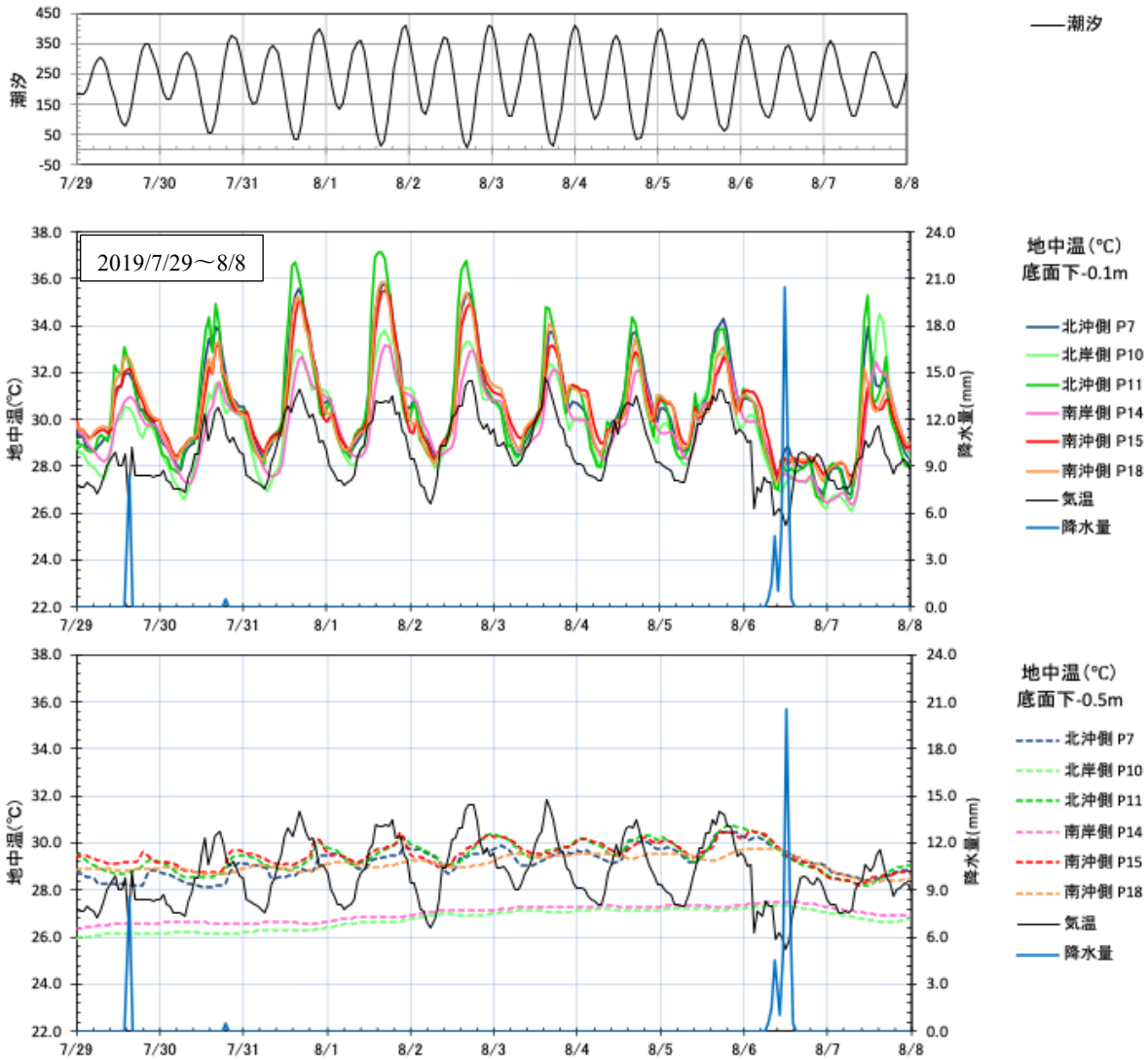


図 4.5.6(1) 各地点における地中温と潮位, 降水量の時系列変化(2019年夏季, 晴天時)

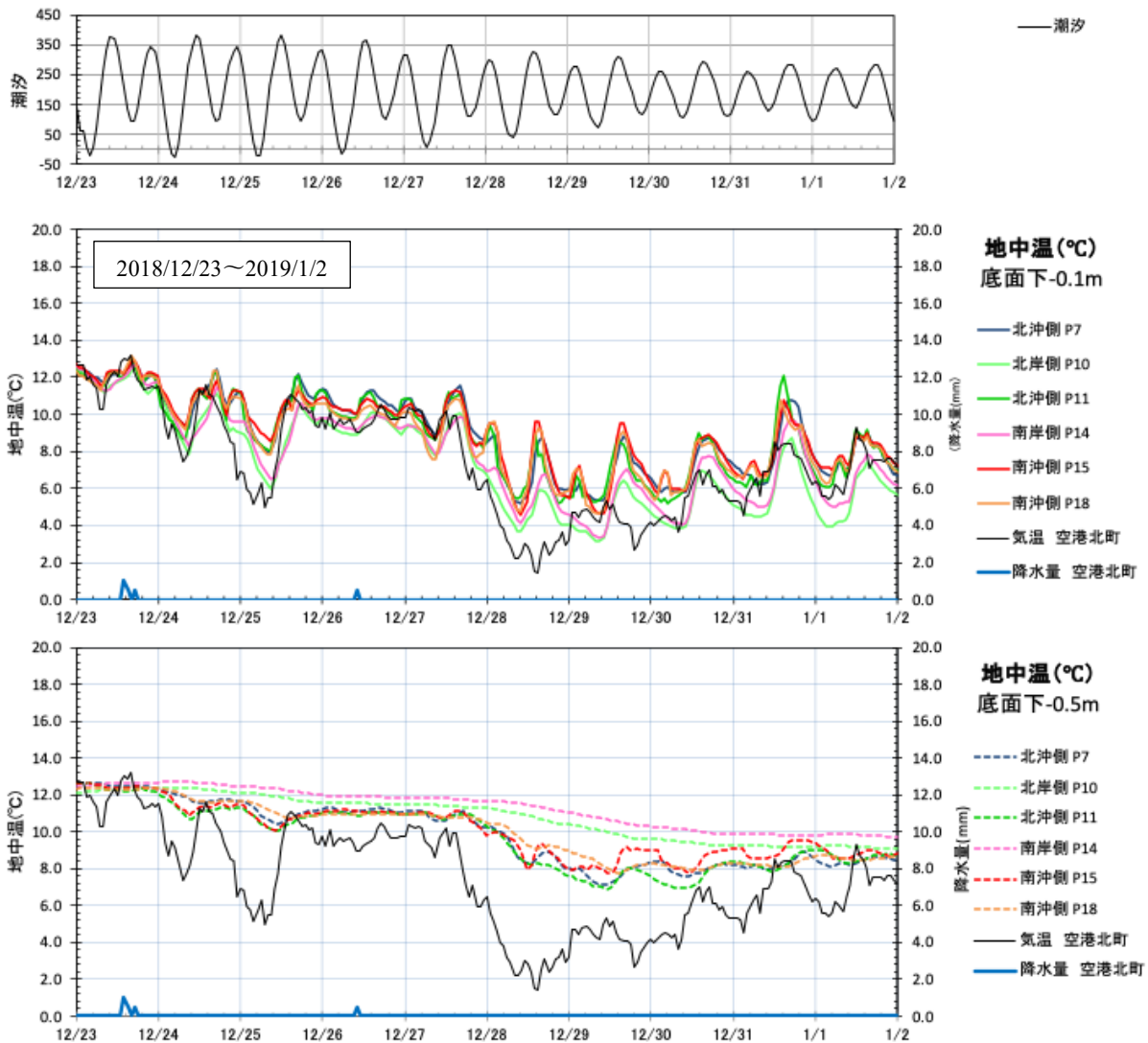


図 4.5.6(2) 各地点における地中温と潮位、降水量の時系列変化(2018年冬季、晴天時)

2022年より寒暖の差が大きい特徴があること、2022年が特に低温であったことがわかる。

これらの変化は、大気温の変動と関係性が高いが、大気温と比較(図 4.5.5(1))すると、平均値は地中温が高く、最高・最低温度の振れ幅は大気温が地中温より大きかった。

年度別・季節別の地中温の特徴については、冬季(図 4.5.5(2))に着目すると、上層は、岸側より沖側の温度が高い傾向が概ねみられる。また、3測点とも2021年冬季の振れ幅が最も大きく、他の年より平均値が1.5°C程度低かった。

夏季(図 4.5.5(3))に着目すると、上層は、岸側より沖側の温度が高い傾向は4ヶ年度とも同様である。2021年は、他の年より平均値が1°C程度低かった。最高値は

2019年夏、最低値は2020年夏であった。

(2) 特徴的期間の地中温変化

数日間の短期的な地中温変化の視点から挙動を確認した。

1) 晴天時の挙動

晴天時の挙動は、図 4.5.6(1)に2019年夏季の結果を、図 4.5.6(2)に2018年冬季の結果を示す。上図に潮位の変化を、中図に上層(底面下-0.1m)の地中温の変化を、下図に下層(底面下-0.5m)の地中温の変化を示している。これらの図より地中温変化の特性を以下に記す。

- 上層(図 4.5.6(1))では、地中温の大きな変動は大気温の上下に呼応しており、特に夏季の上層が大気温の変化に連動した日周変動がみられる。これに対し、

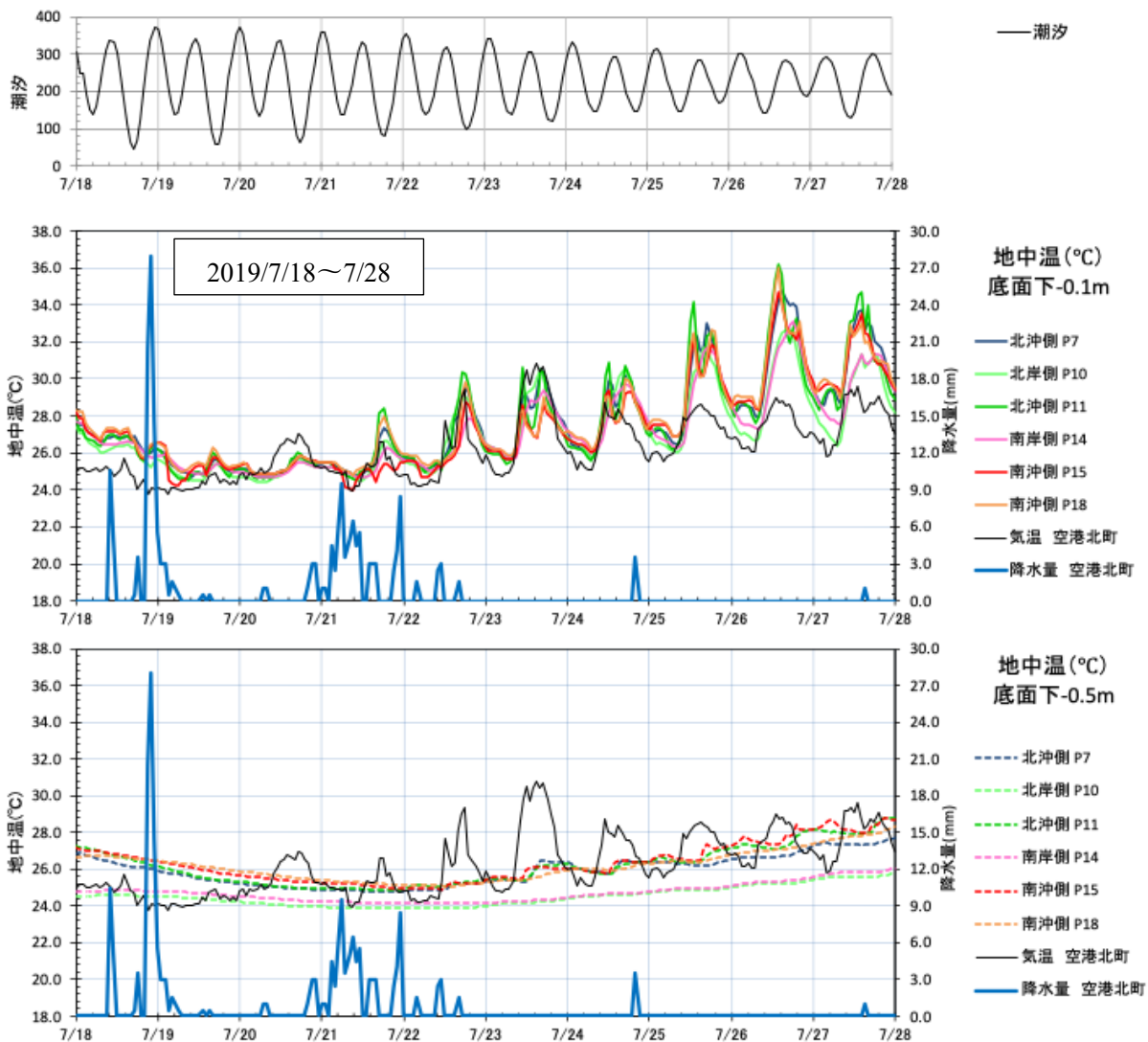


図 4.5.7(1) 各地点における地中温と潮位, 降水量の時系列変化(2019 年夏季, 降雨時)

下層は, 日周変動は顕著でなく, 夏季では大気温との位相がずれた変動をしている。

- 夏季の下層以外は, 地中温は大気温より高い値で推移している。
- 上層の地中温は, 日中の特に干潮時に高くなる。
- 晴天時の上層において, 岸側 (P10, P14) は, 沖側 (P11, P15, P18) の地点より地中温が, 1~3℃低い値で推移している。
- 夏季上層 (図 4.5.6(1)) の地中温は大気温より高い値で推移しながら, 概ね大気温に連動して変化している。しかし, 冬季の上層 (図 4.5.6(2)) では大気温が低下するときに, 地中温の日周変動が変わらない場合もみられ, 潮汐による冠水時に熱が供給されていることが示

示唆される。

- 夏季下層 (図 4.5.6(1)) において岸側 P10 (草色) と P14 (桃色) の地中温は, 沖側と比べると変動がほとんどなく, 継続して 2~3℃低い値である。一方, 冬季下層 (図 4.5.6(2)) の地中温は, 長期的な大気温下降時 (12 月~1 月) において, 岸側の地中温が 1~2℃高く, 変動もほとんどない。これらのことは, 季節による温度変化が小さいと言われる地下水の影響が示唆される。

2) 降雨時の挙動

降雨時の挙動は, 図 4.5.7(1) に 2019 年夏季の結果を, 図 4.5.7(2) に 2020 年冬季の結果を示す。図の内容は晴天時と同様である。これらの図から地中温変化の特性を

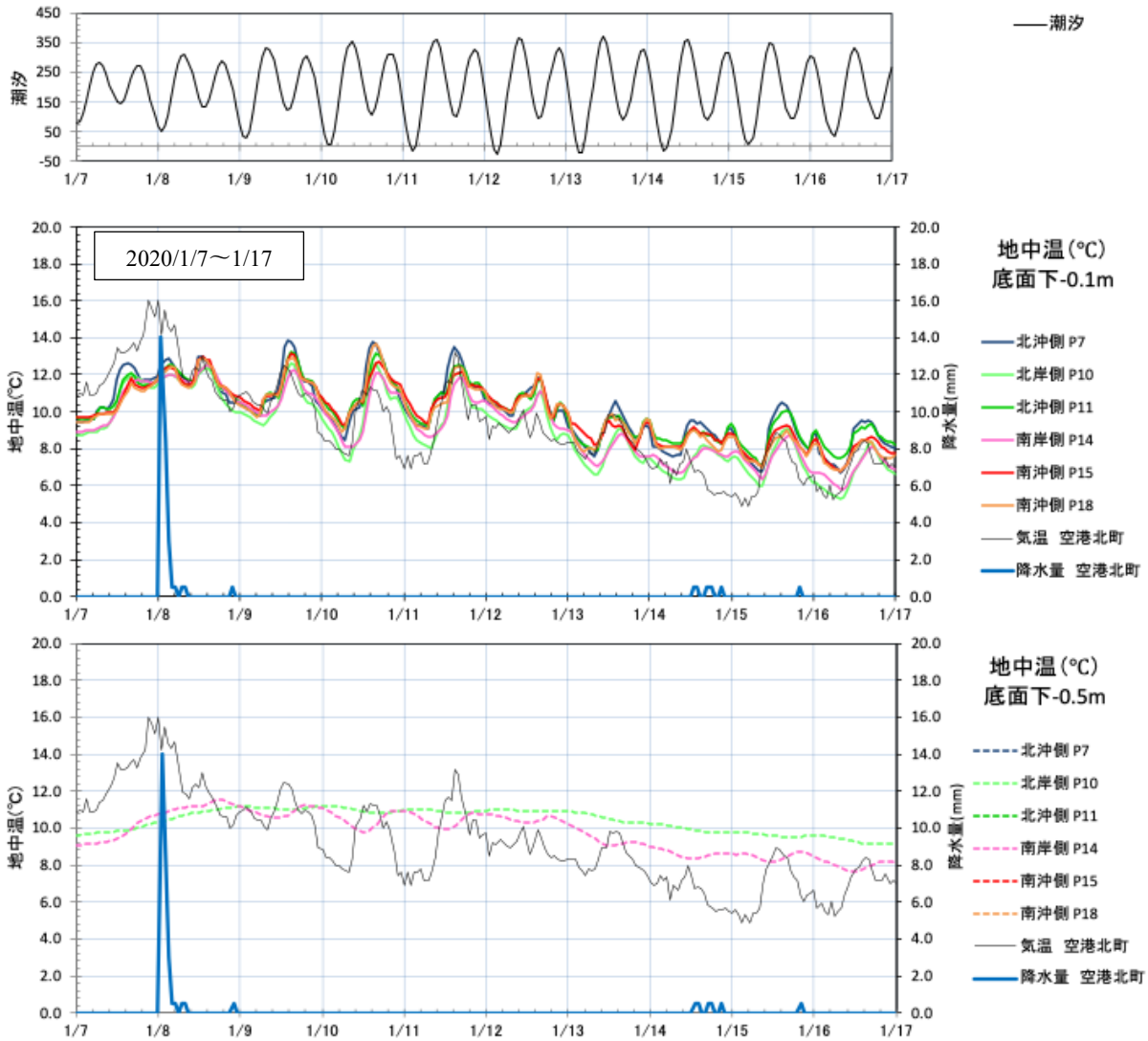


図 4.5.7(2) 各地点における地中温と潮位, 降水量の時系列変化(2020 年冬季, 降雨時)

以下に記す。

- 夏季(図 4.5.7(1)の 7/19~7/21)において 20mm 以上の強い降雨後, 1~1.5 日程度の間は上層の地中温が 3°C 程度低下する。晴天時(7/26~7/28), 岸側 P10 (草色), P14(桃色)の上層(-0.1m)地中温が沖側より低い, 降雨直後の 1~1.5 日程度は地点間の温度差がなくなる。降雨後の陸水により温度が同等となるものと思われる。晴天時において下層(-0.5m)では上層のように大きな温度変化がみられず, 降雨直後もその影響はほとんどみられない。また, 降雨とは関係なく下層の岸側(P10, P14)の地中温は沖側と比べると 2°C 程度継続して低くなっている。
- 冬季においては, 降雨のデータがあまり多くなく, 1/8

に 14mm の降雨があった前日の 2020/1/7~1/17 のデータを図 4.5.7(2)に示す。上層では, 1/8 の夜中に地中温が本来であれば下がるところがやや上昇した。これは, 降雨の影響も考えられるが, 大気温が急激に上昇したことによる現象だと考える方が妥当である。下層では, 岸側の P10 と P14 のデータしかないが, この 2 点の地中温は, 夏季と同様に, 上層のように大きな温度変化がみられず, また降雨による影響もみられない。

4.5.4 まとめ

- 通年の傾向としては, 地中温の長期的変動は大気温の変化と応答性が高い。一方, 潮汐との関係性は見られない。

- 上層の地中温は、日中の特に干潮時に高くなる。
- 地点に関わらず上層より下層の地中温の変動が小さい。また、岸側と沖側を比べると、岸側の地中温平均値が若干ではあるが小さい値である。最高値は岸側より沖側の方が高く、最低値も高い。
- 北側と南側での温度差に明確な差はみられない。
- 下層の地中温は、夏季の大気温が上がったときは、上層より低く、冬季の大気温が下がったときは、上層より高い。
- 夏季の上層の最高値は、大気温より地中温が高くなる傾向がある。
- 年度別の傾向として、冬季の2021年は、2019、2020、2022年の冬季より寒暖の差が大きく、1.5°C程度低かった。一方、2021年の夏季は、他の年より1°C程度低かった。また、2019、2020年夏季の平均気温、最高気温が特に高い傾向がみられた。
- 晴天時の上層について、岸側は、沖側の地点より地中温が1~3°C低い値で推移している。
- 上層では、地中温の大きな変動は大気温の上下に呼応しており、特に夏季の上層が大気温の変化に連動した日周変動がみられる。これに対し、下層は、日周変動は顕著でなく、特に夏季では位相がずれた変動をしている。
- 冬季の上層は大気温が低下するときに、地中温の日周変動が変わらない場合もみられ、潮汐による冠水時に熱が供給されていることが示唆される。
- 長期的な気温上昇時(6~8月)の下層は2~3°C岸側の地中温が低く、気温下降時(12~1月)では1~2°C岸側の地中温が高い。このことは、地下水の影響が示唆される。
- 20mm以上の強い降雨後、1~1.5日程度の間は上層の地中温が5°C程度低下する。晴天時、岸側の上層地中温が低いが、降雨直後の1~1.5日程度は地点間の温度差がなくなる。降雨後の陸水により温度が同等となるものと思われる。下層は上層ほど大きな温度変化がみられず、降雨直後もその影響はほとんどみられない。

4.5.5 今後の課題

地中温について、年間の変動、上下層の挙動については、大気温や潮汐による冠水との関係性が明らかになった。

現在4年間の連続データが得られ、今後も継続的に機器を設置していることから、毎年のカブトガニやその他底生動物の消長との関係性について検討すると、より有効な考察になることが考えられる。

なお、本文と異なる条件における地中温の統計的解析の図および短期的な時系列変化を示した図が巻末に掲載されているので、参考にさせていただきたい。

5. 干潟および周辺を利用する生物

5.1 生物相

5.1.1 生息種および絶滅危惧種

曾根干潟は東側が瀬戸内海に開け、その他三方がコンクリート護岸によって囲まれた前浜干潟である。底質は、竹馬川、朽網川等の河口がある岸側が泥質、沖側には砂泥質の干潟が広がり、間島周辺は砂質となり、間島から大野川河口付近にかけて砂洲が続いている^リ。このほか、各河川河口にはヨシ原があるなど底生生物の生息基盤となる多様な底質環境が存在している。

曾根干潟およびその周辺では、これまでに国土交通省、北九州市といった行政の他、研究機関、定量研、その他の自然環境に関わる団体等により底生生物、魚類、鳥類等の生物調査、自然環境調査が実施されている。

これらのうち、表 5.1.1 に示す定量研の調査を含めた既存資料を整理し、曾根干潟および周辺でこれまで確認された底生生物および鳥類のリストを作成した(巻末付表参照)。その結果、底生生物^{注1)}は、軟体動物門 123 種類、節足動物門 112 種類、環形動物門 101 種類、その他 18 種類の合計 354 種類^{注2)}、鳥類はカモ目 24 種類、チドリ目 58 種類、スズメ目 62 種類、その他 47 種類の合計 191 種類が確認された。

また、これらに同地域で報告された希少な魚類・海生哺乳類・植物を加えて、環境省レッドリスト 2020 等⁷⁾⁸⁾および福岡県の希少野生生物(福岡県レッドデータブック

2024)⁹⁾の掲載種を表 5.1.3(次頁以降)に整理した。これによると、表 5.1.2 に示すように、曾根干潟でこれまで確認された希少野生生物種は、動物が軟体動物門 62 種(巻貝類 32 種、二枚貝類 30 種)、環形動物門(ゴカイ類)5 種、節足動物門(エビ・カニ類)25 種、脊椎動物門(魚類 4 種、鳥類 89 種、哺乳類 1 種)94 種、その他 4 種(刺胞類 2 種、ゆむし類 1 種、腕足類 1 種)の合計 190 種で、鳥類が最も多く、次いで巻貝類、二枚貝類となっている。また、植物は被子植物門、裸子植物門それぞれ 3 種の計 6 種で、動植物を合わせると 196 種に上る。これらのうち、塩沼地植物のシチメンソウは 1908 年に曾根海岸で発見され、その標本を元に新種記載された植物であるが、1970 年代には海岸埋立により絶滅したとされる^{リ)9)}。二枚貝類のハイガイについても時期は不明であるが消滅したとされている⁹⁾。また、ビョウブガイ、イセシラガイ、アツカガミ、アリソガイなどは、確認の詳細が不明、もしくは貝殻のみの確認などで、2000 年以降の記録も見当たらず⁹⁾、既に絶滅している可能性もある。このように、曾根干潟で確認された希少野生生物種は少なからず絶滅の危機に瀕しており、保全対策が急務であると考えられる。

以下に曾根干潟でよく見られる代表的な種類、全国的に希少な種類について解説する。なお、ヨシ原の底生生物については、第 6 章 4 節で詳しく述べる。

表 5.1.1 曾根干潟および周辺における底生生物および鳥類の確認種リストの作成に用いた資料^{リ)6)}

1	永遠に残したい曾根干潟－世界的に貴重な野鳥と生きたカブトガニの楽園－, pp. 36-48, 2020, 大塚功ほか。
2	WWF Japan サイエンスレポート第 3 巻(特集・日本における干潟海岸とそこに生息する底生生物の現状), p.107, 1996, WWF Japan.
3	曾根干潟環境調査(平成 7 年度～17 年度)結果, pp.36-90, 2006, 北九州市。
4	曾根干潟環境調査(底生動物等調査)業務委託 報告書, 2006～2021, 北九州市。
5	平尾台・曾根干潟の自然環境把握業務 報告書, pp. 50-57, 2018, 北九州市。
6	曾根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動 報告書, 2012～2022, NPO 法人自然環境定量評価研究会。

注1) ここで取り扱った底生生物は魚類および植物を除くマクロベントス。

注2) 底生生物および鳥類とも“種”までの分類・同定まで至らず、“属”より上の階級までしか分類されていないものが含まれる。そのため、ここでは「種数」と区別して「種類数」と記載した。

表 5.1.2 曾根干潟および周辺でこれまで確認された希少野生生物種の分類群別種数

分類		種数		
動物界	軟体動物門	巻貝類 二枚貝類	32 30	62
	環形動物門	ゴカイ類	5	5
	節足動物門	エビ・カニ類	25	25
	脊椎動物門	魚類	4	94
		鳥類	89	
		哺乳類	1	
	その他		4	4
植物界	被子植物門	3	6	
	種子植物門	3		

表 5.1.3 曽根干潟および周辺で確認された希少野生生物種とそのカテゴリー（その 1/3）

No.	界	門	綱	目	科	和名	学名	カテゴリー※1	
								環境省 RL※2	福岡県 RDB※3
1	動物	刺胞動物門	花虫綱	イソギンチャク目	セトモノイソギンチャク科	マキガイイソギンチャク	<i>Paranthus sociatus</i>		EN
2				ウミエラ目	ウミサボテン科	ウミサボテン	Edwardsiidae		NT
3		軟体動物門	腹足綱	カサガイ目	ユキノカサガイ科	ツボミガイ	<i>Patelloida conulus</i>	NT	NT
4				古腹足目	ニシキウズガイ科	イボキサゴ	<i>Umbonium moniliferum</i>	NT	VU
5				アマオブネガイ目	アマオブネガイ科	ヒロクチカノコガイ	<i>Neripteron</i> sp.	NT	VU
6					ユキスズメガイ科	ヒナユキスズメガイ	<i>Phenacolepas</i> sp.	NT	NT
7				新生腹足目	ウミニナ科	ウミニナ	<i>Batillaria multiformis</i>	NT	NT
8						イボウミニナ	<i>Batillaria zonalis</i>	VU	EN
9					キバウミニナ科	フトヘナタリガイ	<i>Cerithidea moerchii</i>	NT	NT
10						シマヘナタリガイ	<i>Cerithidea tonkiniana</i>	CR+EN	EN
11						クロヘナタリガイ	<i>Cerithideopsis largillierti</i>	CR+EN	VU
12						ヘナタリガイ	<i>Pirenella nipponica</i>	NT	NT
13						カワアイガイ	<i>Pirenella pupiformis</i>	VU	VU
14					ワカウラツボ科	ワカウラツボ	<i>Wakauraiia sakaguchii</i>	VU	NT
15					カワザンショウガイ科	クリイロカワザンショウガイ	<i>Angustassiminea castanea</i>	NT	NT
16						ツブカワザンショウガイ	<i>Assiminea estuarina</i>	NT	NT
17						ムシヤドリカワザンショウガイ	<i>Assiminea parasitologica</i>	NT	
18						ヨシダカワザンショウガイ	<i>Assiminea yoshidayukioi</i>	NT	VU
19					ミズゴマツボ科	エドガワミズゴマツボ	<i>Sienothyra edogawensis</i>	NT	
20					イソコハクガイ科	シラギクガイ	<i>Pseudoliotia pulchella</i>	NT	NT
21					タマガイ科	サキグロタマツメタガイ	<i>Laguncula pulchella</i>	CR+EN	DD
22						ゴマフダマガイ	<i>Natica tigrina</i>	CR+EN	CR
23					イトカケガイ科	クレハガイ	<i>Epitonium clementinum</i>	NT	NT
24						セキモリガイ	<i>Epitonium robillardii</i>	NT	NT
25					フトコロガイ科	マルテンスマツムシ	<i>Mitrella martensi</i>	CR+EN	EN
26					バイ科	バイ	<i>Babylonia japonica</i>	NT	VU
27				汎有肺目	トウガタガイ科	シゲヤスイトカケギリガイ	<i>Pyrgulina shigeyasui</i>	NT	DD
28						ヌノメホソクチキレ	<i>Syrnola tenuisculpta</i>	VU	NT
29					イソアワモチ科	センバイアワモチ	<i>Platevindex</i> sp.	CR+EN	VU
30					オカミミガイ科	ナラビオカミミガイ	<i>Auriculastra duplicata</i>	VU	VU
31						オカミミガイ	<i>Ellobium chinense</i>	VU	VU
32						ウスコミミガイ	<i>Laemodonta exaratooides</i>	NT	NT
33						クリイロコミミガイ	<i>Laemodonta siamensis</i>	VU	EN
34						キヌカツギハマシイノミガイ	<i>Melampus sincaporensis</i>	VU	VU
35			二枚貝綱	フネガイ目	フネガイ科	ハイガイ	<i>Tegillarca granosa</i>	VU	EN
36						ビョウブガイ	<i>Trisidos kiyonoi</i>	CR+EN	CR
37					サンカクサルボウ科	ササゲミミエガイ	<i>Estellacar galactodes</i>	CR+EN	EN
38				ウグイスガイ目	イタボガキ科	イタボガキ	<i>Ostrea denselamellosa</i>	CR+EN	EN
39				イタヤガイ目	ハボウキ科	タイラギ	<i>Atrina lischkeana</i>	NT	NT
40				ツキガイ目	ツキガイ科	イセシラガイ	<i>Pegophysema bialata</i>	CR+EN	EN
41				マルスダレガイ目	チリハギガイ科	マゴコロガイ	<i>Peregrinamor ohshimai</i>	NT	EN
42					ガンツキ科	ガンツキ	<i>Arthritica japonica</i>	CR+EN	CR
43					フナガタガイ科	ウネナシトマヤガイ	<i>Neotrapezium liratum</i>	NT	
44					シジミ科	ヤマトシジミ	<i>Corbicula japonica</i>	NT	NT
45					マルスダレガイ科	シラオガイ	<i>Circe undatina</i>	NT	VU
46						アツカガミ	<i>Dosinia biscocta</i>	CR+EN	CR
47						ハマグリ	<i>Meretrix lusoria</i>	VU	VU
48						アサリ	<i>Ruditapes philippinarum</i>		NT
49					ハナグモリ科	ハナグモリガイ	<i>Glauconome angulata</i>	VU	VU
50					ニッコウガイ科	テリザクラガイ	<i>Iridona iridescens</i>	VU	VU
51						ユウシオガイ	<i>Jitlada culter</i>	NT	NT
52						モモノハナガイ	<i>Moerella hilaris</i>	NT	NT
53						サクラガイ	<i>Nitidotellina hokkaidoensis</i>	NT	NT
54						ウズザクラガイ	<i>Nitidotellina minuta</i>	NT	DD
55						イチョウシラトリ	<i>Serratina diaphana</i>	CR+EN	EN
56					シオサザナミ科	オチバガイ	<i>Gari chinensis</i>	NT	NT
57						ムラサキガイ	<i>Soletellina diphos</i>	VU	VU
58					ナタマメガイ科	アゲマキガイ	<i>Sinonovacula constricta</i>	CR+EN	CR
59					バカガイ科	アリソガイ	<i>Coelomactra antiquata</i>	VU	VU
60						ヤチヨノハナガイ	<i>Raeta pellicula</i>	CR+EN	EN
61					チドリマスオ科	クチバガイ	<i>Coecella chinensis</i>	NT	NT
62				異鰓帯目	オキナガイ科	コオキナガイ	<i>Laternula impura</i>	CR+EN	CR
63				オオノガイ目	オオノガイ科	オオノガイ	<i>Mya arenaria oonogai</i>	NT	NT
64						クシケマスオガイ	<i>Venatomya truncata</i>	NT	VU

※1 EX：絶滅 CR：絶滅危惧ⅠA類 EN：絶滅危惧ⅠB類 CR+EN：絶滅危惧Ⅰ類 VU：絶滅危惧Ⅱ類 NT：準絶滅危惧 DD：情報不足

※2 環境省RL：環境省レッドリスト2020（環境省，令和2年3月），海洋生物レッドリスト2017（環境省，平成29年3月）

※3 福岡県RDB：福岡県の希少野生生物－福岡県レッドデータブック2024（福岡県：2025年3月31日）

表 5.1.3 曽根干潟および周辺で確認された希少野生生物種とそのカテゴリー（その 2/3）

No.	界	門	綱	目	科	和名	学名	カテゴリー※ ¹															
								環境省 RL※ ²	福岡県 RDB※ ³														
65	動物	環形動物門	ゴカイ綱	サンバゴカイ目	ウロコムシ科	アナジャコウロコムシ	<i>Hesperonoe hwanghaiensis</i>	DD	EN														
66					ゴカイ科	ウチワゴカイ	<i>Nectoneanthes uchiwa</i>	NT	VU														
67					スピオ目	ツバサゴカイ科	ツバサゴカイ	<i>Chaetopterus cautus</i>	EN	VU													
68							ムギワラムシ	<i>Mesochaetopterus japonicus</i>	NT	DD													
69					フサゴカイ目	ウミイサゴムシ科	オクダウミイサゴムシ	<i>Pectinaria okudai</i>		DD													
70					ゆむし動物門	ユムシ綱	ユムシ目	ユムシ科	ユムシ	<i>Urechis unincinctus</i>	NT	NT											
71					節足動物門	節足綱	節口綱	無柄目	カブトガニ科	カブトガニ	<i>Tachyplesus tridentatus</i>	CR+EN	CR										
72									顎脚綱	無柄目	フジツボ科	サラサフジツボ	<i>Amphibalanus reticulatus</i>	NT									
73											軟甲綱	エビ目	クルマエビ科	クルマエビ	<i>Marsupenaeus japonicus</i>		NT						
74									ヤドカリ科	テナガツノヤドカリ			<i>Diogenes nitidimanus</i>	DD	NT								
75									ハサミシヤコエビ科	ハサミシヤコエビ	<i>Laomedia astacina</i>		NT										
76									アナジャコ科	アナジャコ	<i>Upogebia major</i>		DD										
77									ワタリガニ科	ガザミ	<i>Portunus trituberculatus</i>		NT										
78									ベンケイガニ科	ウモレベンケイガニ	<i>Clistocoeloma sinense</i>	VU	VU										
79										クシテガニ	<i>Parasesarma affine</i>	NT	VU										
80									ベンケイガニ	<i>Orisarma intermedium</i>	NT	NT											
81									モクズガニ科	ヨコナガモドキ	<i>Asthenognathus inaequipes</i>	NT	DD										
82										ハマガニ	<i>Chasmagnathus convexus</i>	NT	NT										
83										ヒメアシハラガニ	<i>Helicana japonica</i>	NT	VU										
84										ヒメケフサイソガニ	<i>Hemigrapsus sinensis</i>	NT	NT										
85										ウモレマメガニ	<i>Pseudopinnixa carinata</i>	VU	DD										
86										オオヒメアカイソガニ	<i>Sestrostoma balssi</i>	VU	DD										
87										トリウミアカイソモドキ	<i>Sestrostoma toriumii</i>	NT	NT										
88										ムツハアリアケガニ科	ムツハアリアケガニ	<i>Campandrium sedentatum</i>	NT										
89											アリアケガニ	<i>Cleistostoma dilatatum</i>	VU	EN									
90											アリアケモドキ	<i>Deiratonotus cristatus</i>		VU									
91									オサガニ科	オサガニ	<i>Macrophthalmus abbreviatus</i>	NT	NT										
92									スナガニ科	ハクセンシオマネキ	<i>Austruca lactea</i>	VU	VU										
93										シオマネキ	<i>Tubuca arcuata</i>	VU	EN										
94										カクレガニ科	アカホシマメガニ	<i>Pinnixa haematosticta</i>	NT	DD									
95									シヤコ目	シヤコ科	シヤコ	<i>Oratosquilla oratoria</i>		NT									
96									腕足動物門	腕足綱	舌殻目	シヤミセンガイ科	ミドリシヤミセンガイ	<i>Lingula anatina</i>		NT							
97									脊椎動物門	条鰭綱	ウナギ目	ウナギ科	ニホンウナギ	<i>Anguilla japonica</i>	EN	EN							
98													スズキ目	キス科	アオギス	<i>Sillago parvisquamis</i>	CR	EN					
99															ハゼ科	トビハゼ	<i>Periophthalmus modestus</i>	NT	NT				
100													タビラクチ	<i>Apocryptodon punctatus</i>		VU	VU						
101													鳥綱	キジ目	キジ科	キジ	<i>Phasianus colchicus</i>		DD				
102																カモ目	カモ科	マガン	<i>Anser albifrons</i>	NT			
103																		ツクシガモ	<i>Tadorna tadorna</i>	VU	NT		
104																		アカツクシガモ	<i>Tadorna ferruginea</i>	DD			
105																		オシドリ	<i>Aix galericulata</i>	DD			
106																		トモエガモ	<i>Anas formosa</i>	VU	NT		
107																		シノリガモ	<i>Histrionicus histrionicus</i>		VU		
108																		ピロードキンクロ	<i>Melanitta fusca</i>		DD		
109																		ホオジロガモ	<i>Bucephala clangula</i>		VU		
110																		ミコアイサ	<i>Mergellus albellus</i>		NT		
111																		カイツブリ目	カイツブリ科	ハジロカイツブリ	<i>Podiceps nigricollis</i>		NT
112																		アビ目	アビ科	オオハム	<i>Gavia arctica</i>		NT
113																		カツオドリ目	ウ科	ヒメウ	<i>Phalacrocorax pelagicus</i>	EN	
114	ペリカン目	サギ科	ヨシゴイ	<i>Ixobrychus sinensis</i>														NT	CR				
115			ゴイサギ	<i>Nycticorax nycticorax</i>															VU				
116			ササゴイ	<i>Butorides striata</i>													VU						
117			アマサギ	<i>Bubulcus ibis</i>													VU						
118			チュウサギ	<i>Egretta intermedia</i>												NT	NT						
119			コサギ	<i>Egretta garzetta</i>													VU						
120			クロサギ	<i>Egretta sacra</i>		NT																	
121			カラシラサギ	<i>Egretta eulophotes</i>	NT	NT																	
122			トキ科	ヘラサギ	<i>Platalea leucorodia</i>	DD	VU																
123				クロツラヘラサギ	<i>Platalea minor</i>	EN	EN																
124	ツル目	クイナ科	クイナ	<i>Rallus aquaticus</i>		NT																	
125			ヒクイナ	<i>Porzana fusca</i>	NT	NT																	
126	チドリ目	チドリ科	タゲリ	<i>Vanellus vanellus</i>		VU																	
127			ケリ	<i>Vanellus cinereus</i>	DD	NT																	
128			ムナグロ	<i>Pluvialis fulva</i>		VU																	
129			ダイゼン	<i>Pluvialis squatarola</i>		VU																	
130			ハジロコチドリ	<i>Charadrius hiaticula</i>		NT																	
131			イカルチドリ	<i>Charadrius placidus</i>		NT																	
132			シロチドリ	<i>Charadrius alexandrinus</i>	VU	VU																	
133			ミヤコドリ科	ミヤコドリ	<i>Haematopus ostralegus</i>		VU																
134			セイタカシギ科	セイタカシギ	<i>Himantopus himantopus</i>	VU																	

表 5.1.3 曽根干潟および周辺で確認された希少野生生物種とそのカテゴリー (その 3/3)

No.	界	門	綱	目	科	和名	学名	カテゴリー ^{※1}						
								環境省 RL ^{※2}	福岡県 RDB ^{※3}					
135	動物	脊椎動物門	鳥綱	チドリ目	シギ科	オオジシギ	<i>Gallinago hardwickii</i>	NT	NT					
136						オグロシギ	<i>Limosa limosa</i>		VU					
137						オオソリハシシギ	<i>Limosa lapponica</i>	VU	EN					
138						コシヤクシギ	<i>Numenius minutus</i>	EN						
139						チュウシヤクシギ	<i>Numenius phaeopus</i>		VU					
140						ダイシヤクシギ	<i>Numenius arquata</i>		EN					
141						ホウロクシギ	<i>Numenius madagascariensis</i>	VU	EN					
142						ツルシギ	<i>Tringa erythropus</i>	VU	VU					
143						アカアシシギ	<i>Tringa totanus</i>	VU	NT					
144						コアオアシシギ	<i>Tringa stagnatilis</i>		NT					
145						アオアシシギ	<i>Tringa nebularia</i>		NT					
146						カラフトアオアシシギ	<i>Tringa guttifer</i>	CR	CR					
147						タカブシギ	<i>Tringa glareola</i>	VU	VU					
148						ソリハシシギ	<i>Xenus cinereus</i>		VU					
149						キョウジョシギ	<i>Arenaria interpres</i>		NT					
150						オバシギ	<i>Calidris tenuirostris</i>		EN					
151						ミユビシギ	<i>Calidris alba</i>		VU					
152						トウネン	<i>Calidris ruficollis</i>		VU					
153						オジロトウネン	<i>Calidris temminckii</i>		VU					
154						ヒバリシギ	<i>Calidris subminuta</i>		NT					
155						ウズラシギ	<i>Calidris acuminata</i>		VU					
156						ハマシギ	<i>Calidris alpina</i>	NT	VU					
157						ヘラシギ	<i>Eurynorhynchus pygmeus</i>	CR	CR					
158						アカエリヒレアシシギ	<i>Phalaropus lobatus</i>		VU					
159						タマシギ科	タマシギ	<i>Rostratula benghalensis</i>	VU	VU				
160						ツバメチドリ科	ツバメチドリ	<i>Glareola maldivarum</i>	VU	VU				
161						カモメ科	ユリカモメ	<i>Larus ridibundus</i>		NT				
162							ズグロカモメ	<i>Larus saundersi</i>	VU	VU				
163							カモメ	<i>Larus canus</i>		NT				
164							オオセグロカモメ	<i>Larus schistisagus</i>	NT					
165							コアシサシ	<i>Sterna albifrons</i>	VU	EN				
166							エリグロアシサシ	<i>Sterna sumatrana</i>	VU					
167							アシサシ	<i>Sterna hirundo</i>		NT				
168							タカ目	ミサゴ科	ミサゴ	<i>Pandion haliaetus</i>	NT			
169								タカ科	ハチクマ	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	NT	NT		
170						オジロワシ		<i>Haliaeetus albicilla</i>	VU					
171						チュウヒ		<i>Circus spilonotus</i>	EN	CR				
172						ハイロチュウヒ		<i>Circus cyaneus</i>		VU				
173						ツミ		<i>Accipiter gularis</i>		VU				
174						ハイタカ		<i>Accipiter nisus</i>	NT					
175						オオタカ		<i>Accipiter gentilis</i>	NT	NT				
176						サンバ		<i>Butastur indicus</i>	VU	VU				
177						フクロウ目		フクロウ科	コミミズク	<i>Asio flammeus</i>		VU		
178						ハヤブサ目	ハヤブサ科	コチョウゲンボウ	<i>Falco columbarius</i>		VU			
179								ハヤブサ	<i>Falco peregrinus</i>	VU	VU			
180						スズメ目	サンショウクイ科	サンショウクイ	<i>Pericrocotus divaricatus</i>	VU	CR			
181							ツリスガラ科	ツリスガラ	<i>Remiz pendulinus</i>		NT			
182							ツバメ科	コシアカツバメ	<i>Hirundo daurica</i>		NT			
183							ムシクイ科	オオムシクイ	<i>Phylloscopus examinandus</i>	DD				
184							ヨシキリ科	オオヨシキリ	<i>Acrocephalus orientalis</i>		NT			
185							ヒタキ科	コルリ	<i>Luscinia cyane</i>		CR			
186								コサメビタキ	<i>Muscicapa dauurica</i>		VU			
187							セキレイ科	タヒバリ	<i>Anthus rubescens</i>		NT			
188							ホオジロ科	カシラダカ	<i>Emberiza rustica</i>		NT			
189								シマアオジ	<i>Emberiza aureola</i>	CR				
190						哺乳綱	鯨偶蹄目	ネズミイルカ科	スナメリ	<i>Neophocaena sunameri</i>		NT		
191						植物	被子植物門	－	アオイ目	アオイ科	ハマボウ	<i>Hibiscus hamabo</i>		NT
192								－	ナデシコ目	イソマツ科	ハマサジ	<i>Limonium tetragonum</i>	NT	NT
193							種子植物門	－	植物綱	アカザ科	シチメンソウ	<i>Suaeda japonica</i>	VU	CR
194									オモダカ目	シバナ科	シバナ	<i>Triglochin asiatica</i>	NT	VU
195									シソ目	シソ科	ナミキソウ	<i>Scutellaria strigillosa</i>		EN
196									オモダカ目	ヨルムシロ科	ヨアマモ	<i>Zostera japonica</i>		VU
計								134	177					

5.1.2 底生生物

(1) 代表種

ウミニナ (ウミニナ科)

殻長 4cm 程のマキガイ類(腹足綱)で、殻口に白いコブ状の滑層(瘤)が発達するのが特徴である¹⁰⁾。曾根干潟では、貫川、朽網川等の河口周辺や海床路、間島周辺の泥上、礫、タイドプール等に多数見られる。全国的には東日本で少なく、東京湾では絶滅寸前である⁹⁾。準絶滅危惧(環境省, 福岡県 2024)^{7),9)}。



写真 5.1.1 ウミニナ

ヘナタリガイ(キバウミニナ科)

殻長 3cm 程のマキガイ類(腹足綱)で、殻口が大きく外側に広がっているのが特徴である¹⁰⁾。曾根干潟では、広大な干潟の泥～砂泥上に多数生息しており、曾根干潟で最も多く見られるマキガイ類である。瀬戸内海中央部、東京湾等では激減している¹⁰⁾。準絶滅危惧(環境省, 福岡県 2024)^{7),9)}。



写真 5.1.2 ヘナタリ

ホソイトゴカイ属(イトゴカイ科)

ホソイトゴカイ(*Heteromastus*)属を含むイトゴカイ科の種は、いずれもミズに似た細い紐状の体型をしており、分類が困難なグループである¹⁰⁾。曾根干潟では、泥～砂泥質の干潟全域で確認されているが、海床路より北側の通称「北干潟」の方が多いう傾向がみられる。日本各地の干潟、浅海域に普通¹⁰⁾。



写真 5.1.3 ホソイトゴカイ属

マメコブシガニ(コブシガニ科)

丸くて固い甲羅をもつ甲幅 20mm のカニ類で、前に歩いて移動するのが特徴である¹⁰⁾。曾根干潟では、干潮時に干潟上の潮だまりや濤筋でよく見られる。



写真 5.1.4 マメコブシガニ

アシハラガニ(モクズガニ科)

青灰色をした甲幅 35mm 程のカニ類で、ヨシ原やその周辺の干潟に生息している¹⁰⁾。曾根干潟では、大野川河口付近にあるヨシ原に多く、貫川、朽網川といった流入河川の河口域でよく見られる。



写真 5.1.5 アシハラガニ

ヤマトオサガニ(オサガニ科)

横長の甲羅をもつ甲幅 40mm 程のカニ類で、繁殖期にはオスがハサミを体の前で上下させるウェービングを行うことが知られている¹⁰⁾。曾根干潟では、春～秋季にかけて干潟上で最もよく見られるカニ類である。



写真 5.1.6 ヤマトオサガニ

(2) 希少種

ヒロクチカノコガイ(アマオブネガイ科)

殻長 1cm 程のマキガイ類で、殻口が広がっているのが特徴¹⁰⁾。曾根干潟では、大野川近くのヨシ原やその周辺に多く生息しており、泥上、流木、石の下等でよく見られる。東京湾、三浦半島では絶滅¹⁰⁾。準絶滅危惧(環境省)⁷⁾、絶滅危惧Ⅱ類(福岡県 2024)⁹⁾。

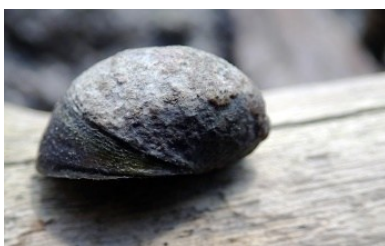


写真 5.1.7 ヒロクチカノコガイ

イボウミニナ(ウミニナ科)

殻長 4.5cm 程のマキガイ類で、細長く、殻頂は尖った円錐形で、殻口の外側が深く湾曲するのが特徴である¹⁰⁾。曾根干潟では、ヘナタリ分布域よりやや沖側の砂泥上に多く、間島や貫川の流路周辺等でよく見られる。瀬戸内海西部や九州では健全な生息地も少なくないが、日本本土では著しく減少している¹⁰⁾。絶滅危惧Ⅱ類(環境省)⁷⁾、絶滅危惧ⅠB類(福岡県 2024)⁸⁾⁹⁾。



写真 5.1.8 イボウミニナ

シマヘナタリ(キバウミニナ科)

殻長 5cm 程のマキガイ類で、殻には強い縦肋があり、和名のとおり目立った褐色の縞がある¹⁰⁾。曾根干潟では、大野川近くのヨシ原に多く、落葉や石の隙間、ヨシに登った所でよく見られる。瀬戸内海西部、有明海、八代海に分布¹⁰⁾。絶滅危惧Ⅰ類(環境省)⁷⁾、絶滅危惧ⅠB類(福岡県 2024)⁹⁾。



写真 5.1.9 シマヘナタリガイ

クロヘナタリガイ(キバウミナ科)

殻長 4cm 程のマキガイ類で、細長い円錐形をしており、和名のとおり黒っぽいのが特徴である¹⁰⁾。曾根干潟では、大野川近くのヨシ原に多数生息しており、潮だまりでよく見られる。瀬戸内海西部、有明海、八代海に分布。東京湾等では絶滅したと見られる¹⁰⁾。絶滅危惧Ⅰ類(環境省)⁷⁾、絶滅危惧Ⅱ類(福岡県 2024)⁹⁾。



写真 5.1.10 クロヘナタリガイ

カワアイガイ(キバウミナ科)

殻長 4cm 程のマキガイ類で、殻は塔形、外形はやや曲線状をしており、殻表は均一の大きさの顆粒が並び石畳状となるのが特徴である¹⁰⁾。曾根干潟では、主に南干潟の砂泥上にみられ、ヘナタリと混生しているが、ヘナタリよりも分布は狭く部分的である。絶滅危惧Ⅱ類(環境省, 福岡県 2024)^{7),9)}。



写真 5.1.11 カワアイガイ

オカミミガイ(オカミミガイ科)

日本産オカミミガイ科では最大となる種であり、殻長は約 4cm、殻は厚く褐色で、殻口は白色である¹⁰⁾。河口や淡水の影響のあるヨシ原の陸側に近いところに生息し、ヨシの根元や漂着物の下等によく見られる¹⁰⁾。曾根干潟では、大野川近くのヨシ原に多い。絶滅危惧Ⅱ類(環境省, 福岡県 2024)^{7),9)}。



写真 5.1.12 オカミミガイ

キヌカツギハマシノミガイ(オカミミガイ科)

卵形をした殻長 1cm 程のマキガイ類であり、オカミミガイと同じような環境に生息している¹⁰⁾。近年、生息場所、個体数が減少している。曾根干潟では、大野川近くのヨシ原に多い。絶滅危惧Ⅱ類(環境省, 福岡県 2024)^{7),9)}。



写真 5.1.13 キヌカツギハマシノミガイ

イチョウシラトリ(ニッコウガイ科)

殻長 4.5cm 程のニマイガイ類で、殻は白色の楕円形で膨らみが弱い。内湾奥の干潟の泥底に生息する¹⁰⁾。泥干潟の埋め立て、消滅等により、本種の生息地は減少している¹¹⁾。曾根干潟では、岸近くの泥干潟で時折見られるが、貝殻の場合が多い。絶滅危惧Ⅰ類(環境省, 絶滅危惧ⅠB類(福岡県 2024)^{7),9)}。



写真 5.1.14 イチヨウシラトリ

オサガニ

甲幅 30mm 程のカニ類で、ヤマトオサガニよりも横長の甲羅をもつ¹⁰⁾。砂泥～砂質底に見られる。曾根干潟では、ヤマトオサガニよりも沖側に多い。準絶滅危惧(環境省, 福岡県 2024)^{7),9)}。



写真 5.1.15 オサガニ

5.1.3 鳥類

(1) 代表種

ツクシガモ(カモ科)

カルガモとほぼ同じ大きさのカモ類で、体は主に白色、頭部は黒色で緑色の光沢をもつ¹²⁾。曾根干潟では、冬鳥として飛来し、ダイシャクシギ、ズグロカモメとともに冬季の曾根干潟を代表する鳥類¹⁾。満潮時は海面で休息、干潮時は干潟上で採餌行動が見られる。絶滅危惧Ⅱ類(環境省)⁷⁾、準絶滅危惧(福岡県 2024)⁹⁾。



写真 5.1.16 ツクシガモ

カルガモ(カモ科)

国内に広く分布するカモ類。体は褐色で黒褐色の斑があり、嘴は黒色で先端部分が黄色である¹²⁾。曾根干潟では、冬季に群れが見られるほか、後背地の農耕地では一年を通して普通に見られる¹⁾。



写真 5.1.17 カルガモ

カンムリカイツブリ(カイツブリ科)

全長約 55cm、日本で見られるカイツブリ類では最大で、首が長いのが特徴。冬羽では、頸から体下面は白色、頭部から背部は黒色である¹²⁾。曾根干潟には、冬鳥として飛来する¹⁾。

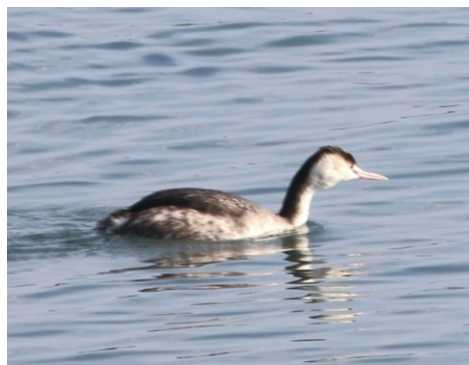


写真 5.1.18 カンムリカイツブリ

アオサギ(サギ科)

国内で見られるサギ類では最大級。頭は白色で体の上面は青灰色、嘴は黄色で太い¹²⁾。曾根干潟では、干潟や流入河川、間島や周辺の農耕地等、一年を通して水辺付近でよく見られる¹⁾。



写真 5.1.19 アオサギ

ダイシャクシギ(シギ科)

全長約 60cm の大型のシギ類。頭から体の上面が淡褐色で、下向きの長い嘴をもつ¹²⁾。全国的に本種の飛来数は少ないが、曾根干潟では冬季の代表種であり、まとまった数が越冬している¹⁾。干潮時は干潟上でカニ等を捕食する行動が見られる。絶滅危惧Ⅱ類(環境省)⁷⁾、絶滅危惧ⅠB類(福岡県 2024)⁹⁾。



写真 5.1.20 ダイシャクシギ



写真 5.1.22 ミサゴ

ズグロカモメ(カモメ科)

全長約 30cm のカモメ類。体の上面が淡青灰色で、嘴は黒く短い。冬羽では頭部が白く目の後に黒斑がある¹²⁾。曾根干潟には冬鳥として飛来。干潟上を飛び回り、餌となるカニ等を見つけると急降下して捕食する¹⁾。曾根干潟は本種の国内有数の越冬地となっている。絶滅危惧Ⅱ類(環境省, 福岡県 2024)^{7),9)}。

(2) 希少種

クロツラヘラサギ(トキ科)

全長約 70cm のトキ科。体は全身白色で、目先と嘴が黒色。しゃもじ形の嘴が特徴¹²⁾。曾根干潟では、主に冬鳥として飛来し、一部は繁殖地へ戻らず越夏する¹⁾。嘴を水中で左右に振りながら魚類や甲殻類等を捕食する。絶滅危惧ⅠB類(環境省, 福岡県 2024)^{7),9)}。



写真 5.1.21 ズグロカモメ



写真 5.1.23 クロツラヘラサギ

ミサゴ(ミサゴ科)

トビとほぼ同じ大きさのタカ類。体の上面が黒褐色、下面は白色である¹²⁾。留鳥で、曾根干潟では通年見られる¹⁾。主に魚食性で、低空飛翔から水中へ急降下して魚を捕る。準絶滅危惧(環境省)⁷⁾。

シロチドリ(チドリ科)

全長約 17cm のチドリ類。体の上面が灰褐色、喉から下面は白色である¹²⁾。曾根干潟では 9 月頃から翌年の 5 月頃まで見られる¹⁾。冬季は群れで行動し、水際線付近で採餌行動が見られる。絶滅危惧Ⅱ類(環境省, 福岡県 2024)^{7),9)}。



写真 5.1.24 シロチドリ



写真 5.1.26 ホウロクシギ

オオソリハシシギ(シギ科)

やや上向きに反った長い嘴をもつ全長約 40cm の大型のシギ類。夏羽では、頭から体の上面にかけて淡褐色で黒斑がある¹²⁾。曾根干潟には旅鳥として飛来。4～5月、8～9月頃、まとまった群れが飛来するが、近年減少が著しい¹⁾。絶滅危惧Ⅱ類(環境省)⁷⁾、絶滅危惧ⅠB類(福岡県 2024)⁹⁾。



写真 5.1.25 オオソリハシシギ

コアジサシ(カモメ科)

全長約 23cm の小型のアジサシ類。体の上面が淡青灰色で、体の下面は白い。夏羽では嘴は黄色く先が黒い¹²⁾。曾根干潟には夏鳥として飛来し、空中から海面にダイビングして魚を捕らえる様子が見られる¹⁾。絶滅危惧Ⅱ類(環境省)⁷⁾、絶滅危惧ⅠB類(福岡県 2024)⁹⁾。

ホウロクシギ(シギ科)

全長約 60cm の大型のシギ類。大きさも形もダイシャクシギによく似ているが、ダイシャクシギよりも褐色味が強く、嘴がやや長い¹²⁾。曾根干潟には旅鳥として飛来し、3～4月、9～10月の春・秋に見られるが、本種も近年減少が著しい¹⁾。絶滅危惧Ⅱ類(環境省)⁷⁾、絶滅危惧ⅠB類(福岡県 2024)⁹⁾。

5.1.4 その他

アオギス(キス科)

体長約 30cm でシロギスによく似るが、第二背鰭に黒点列があり、腹鰭、臀鰭の基部が黄色いことで区別できる¹³⁾。県内では周防灘の限られた海域にのみ生息する。河川が流入する広大な干潟に生息すると言われており、海岸開発等や餌資源の減少等により、本種の生息条件が著しく悪化している⁸⁾。絶滅危惧 I A 類(環境省)⁸⁾、絶滅危惧 I B 類(福岡県 2024)⁹⁾。

タビラクチ(ハゼ科)

体長約 7cm のハゼ類。河口干潟等、陸水の影響をうける浅海域に生息¹⁴⁾。曾根干潟では、干潮時に干潟の潮だまりでよくみかけるが、動きが素早いので捕まえるのは難しい。絶滅危惧 II 類(環境省, 福岡県 2024)^{8),9)}。



写真 5.1.27 タビラクチ

トビハゼ(ハゼ科)

体長約 10cm のハゼ類。内湾の湾奥や河口域の泥干潟に生息¹⁴⁾。曾根干潟では、干潮時に干潟上を飛び跳ねたり這い回ったりする姿がよく見られる。準絶滅危惧(環境省, 福岡県 2024)^{8),9)}。



写真 5.1.28 トビハゼ

シバナ(シバナ科)

湾内、河口等、海水・汽水をかぶる泥質塩性湿地に生育する多年草¹⁾。漢字で「塩場菜」。花期は 6～10 月頃。曾根干潟ではヨシ原付近で見られる。準絶滅危惧(環境省)⁷⁾、絶滅危惧 II 類(福岡県 2024)⁹⁾。



写真 5.1.29 シバナ

ハマボウ(アオイ科)

周防灘等の海域に流入する河川の河口付近に生育する落葉低木¹⁾。花期は夏、ハイビスカスに似た黄色い花をつける。朽網川河口等で見られる。準絶滅危惧(福岡県 2024)⁹⁾。



写真 5.1.30 ハマボウ

コアマモ(ヒルムシロ科)

水深 1m 以下の砂～砂泥底に生育する多年草の海藻類⁹⁾。花期は 5～9 月。曾根干潟では、干潟上でまとまった群落が見られることは少ない。絶滅危惧 II 類(福岡県 2024)⁹⁾。



写真 5.1.31 コアマモ

ヨシ原(ヨシ群落)

河畔, 河口等, ヨシが優占する群落で, 県内の至るところに見られる⁹⁾. 曾根干潟では, 朽網川や大野川河口周辺に比較的広い群落が存在している. ヨシ原は鳥類や底生生物をはじめ, 様々な生物の生息場として利用され, 貴重な場となっている. カテゴリーIV(福岡県2024)⁹⁾.



写真 5.1.32 ヨシ原

参考文献

- 1) 大塚攻, 向井宏, 清野聡子, 林修, 高橋俊吾, 清水則雄, 足立賢太, 近藤裕介(編):永遠に残したい曾根干潟, pp.26-52, NextPublishing Authors Press, 2020.
- 2) 和田恵次, 西平守孝, 風呂田利夫, 野島哲, 山西

良平, 西川輝昭, 五嶋聖治, 鈴木孝雄, 加藤真, 島村賢正, 福田宏: WWF Japan サイエンスレポート第3巻, p.107, (財)世界自然保護基金日本委員会, 1996.

- 3) 北九州市: 曾根干潟環境調査(平成7年度~17年度)結果, pp.36-90, 2006.
- 4) 北九州市: 曾根干潟環境調査(底生動物等調査)業務委託報告書, 2006~2021.
- 5) 北九州市: 平尾台・曾根干潟の自然環境把握業務, pp.43-71, 2019.
- 6) NPO 法人自然環境定量評価研究会: 曾根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動報告書, 2012~2022.
- 7) 環境省: 環境省レッドリスト2020, 2020.
<https://www.env.go.jp/content/900515981.pdf> (参照2025年3月2日)
- 8) 環境省: 海洋生物レッドリスト(2017)甲殻類・その他無脊椎動物, 2017.
https://www.env.go.jp/nature/kisho/hozen/redlist/kaiyo_redlist_all.pdf (参照2025年3月2日)
- 9) 福岡県環境部自然環境課: 福岡県の希少野生生物(福岡県レッドデータブック2024), 2024.
<https://biodiversity.pref.fukuoka.lg.jp/rdb/> (参照2025年3月2日)
- 10) 鈴木孝雄, 木村昭一, 木村妙子, 森敬介, 多留聖典: 干潟ベントスフィールド図鑑, pp.2-237, 日本国際湿地保全連合, 2013.
- 11) 日本ベントス学会: 干潟の絶滅危惧動物図鑑, pp.16-239, 東海大学出版会, 2012.
- 12) 高野伸二: フィールドガイド日本の野鳥増補改訂新版, 日本野鳥の会, 2015.
- 13) 福岡県立北九州高等学校魚部: 北九州の干潟BOOK, pp.6-55, 2009.
- 14) 細谷和海: 日本の淡水魚第4版, 山と溪谷社, 2025.

5.2 主な生物の分布と生息量

5.2.1 底生物

(1) 出現種類数, 個体数, 湿重量

北九州市が1995年度8月(夏), 10月(秋), 1月(冬), 3月(春), 1998年度11月(秋)に, 定量研が2007年度10月(秋)に曾根干潟の23地点(図4.4.1参照)で実施した底生生物(マクロベントス)の6回の調査結果¹⁾³⁾の概要を以下に示す。なお, 底生生物試料は堤防沿いの地点の一部は干潮時に干潟上からスコップを用いて, その他の地点は満潮時に船上からスミス・マッキンタイア型採泥器(1/20m²)を用いて5回採泥・混合し, 1mm目で篩い分けし篩上に残ったものである。

図5.2.1に示すように底生生物の総出現種類数(左上図)は, 干潟全体での57~107(平均88), 23地点の平均種類数(右上図)は11~19(平均14), 平均個体数(左下図)は291~849(平均470)個体/m², 平均湿重量(右下図)は65~416(g/m²)の範囲で変動している。

経年比較が可能な秋をみると, 種類数に大きな変動

はみられないが, 個体数は1995年度から1998年度にかけて環形動物門と節足動物門の大幅な減少, 湿重量では1998年度から2007年度にかけて軟体動物門(貝類)の大幅な減少が起こっている。

秋の平面分布を比較すると, 図5.2.2に示すように, 種類数(上段図)は1995年度には北干潟の間島周辺に多く, 1998年度には南干潟の干潮線付近, 2007年度には北干潟と南干潟の干潮線付近に多いなど年度による違いがみられたが, いずれの年度も干潮線付近に多い傾向がみられた。

個体数(中段図)は, 1995年度は北干潟の竹馬川と大野川の滞筋付近, 特に間島北側で多い傾向がみられたが, 1998年度と2007年度にはその傾向は弱まった。1995年度に間島北側で多かったのは, 後述するとおり環形動物門のイトゴカイ科のホソイトゴカイ *Heteromastus sp.cf.similis*, 軟体動物門の二枚貝類のアサリ *Ruditapes philippinarum* である。南干潟の中央部付近の個体数は, 調査期間をとおして少ない傾向がみられた。

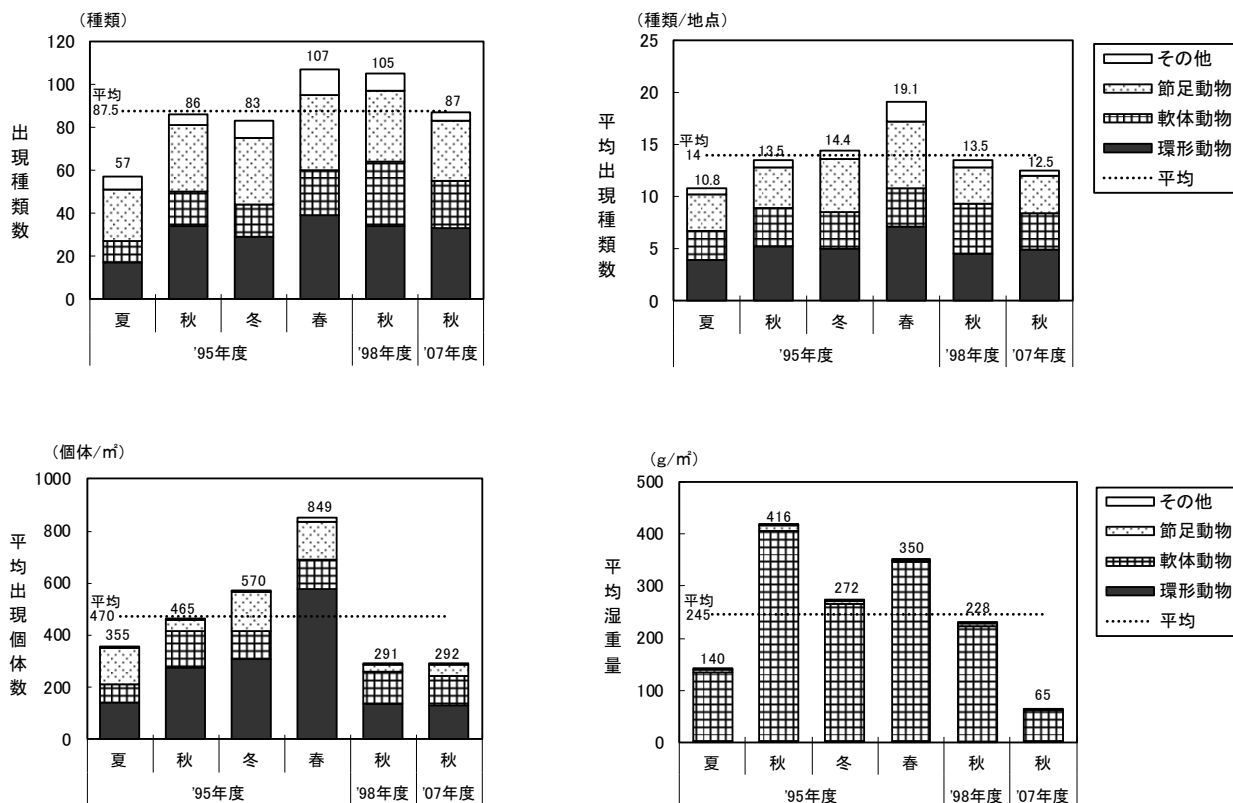


図 5.2.1 曾根干潟における底生生物の出現種類数, 個体数, 湿重量の季節や年による変化

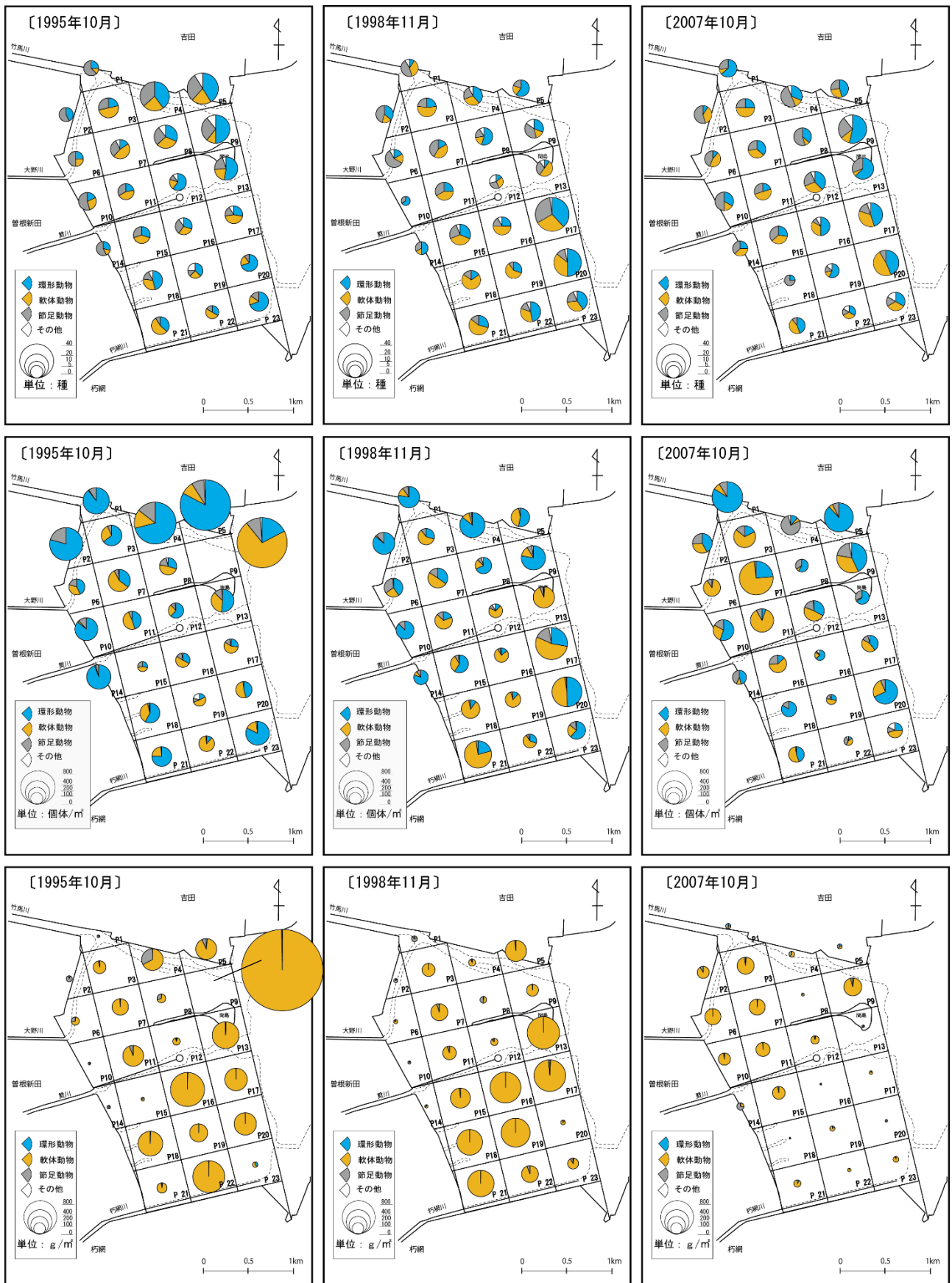


図 5.2.2 曾根干潟における秋季の底生生物出現種類数(上段), 個体数(中段), 湿重量(下段)の平面分布の推移

湿重量(下段図)の分布は、1 個体のサイズの大きい貝類、特に二枚貝類の分布に大きく影響される。1995 年度は P9 地点で卓越した。これは後述のとおりシオフキガイ *Mactra veneriformis* やアサリの個体数が多かったためである。また、1998 年度までは南干潟が北干潟に比べて多い傾向がみられたが、2007 年度は軟体動物の減少により北干潟が多い傾向に変化した。そこで、門別に次式の変化指数を計算すると、図 5.2.3 に示すように南干潟では節足動物門の湿重量についても減少地点が多いことが分かる(P17~P22)。また、南干潟では環形動物門の湿重量が増加した地点(P16~P17, P19, P21, P22)が多くなっている。

$$\text{種類数変化指数} = \frac{2007 \text{ 種類数} - 1995 \text{ 種類数}}{1995 \text{ 種類数}}$$

個体数変化指数

$$= \frac{\log_{10}(2007 \text{ 個体数} + 1) - \log_{10}(1995 \text{ 個体数} + 1)}{\log_{10}(1995 \text{ 個体数} + 1)}$$

湿重量変化指数

$$= \frac{\log_{10}(2007 \text{ 湿重量} + 1) - \log_{10}(1995 \text{ 湿重量} + 1)}{\log_{10}(1995 \text{ 湿重量} + 1)}$$

ここで、1995 種類数は「調査年」+「各年の門別種類数」を示す。個体数、湿重量についても同様である。また、個体数、湿重量は指数関数的に増加し変動が大きいため、各変化指数の計算には対数値を使用した。

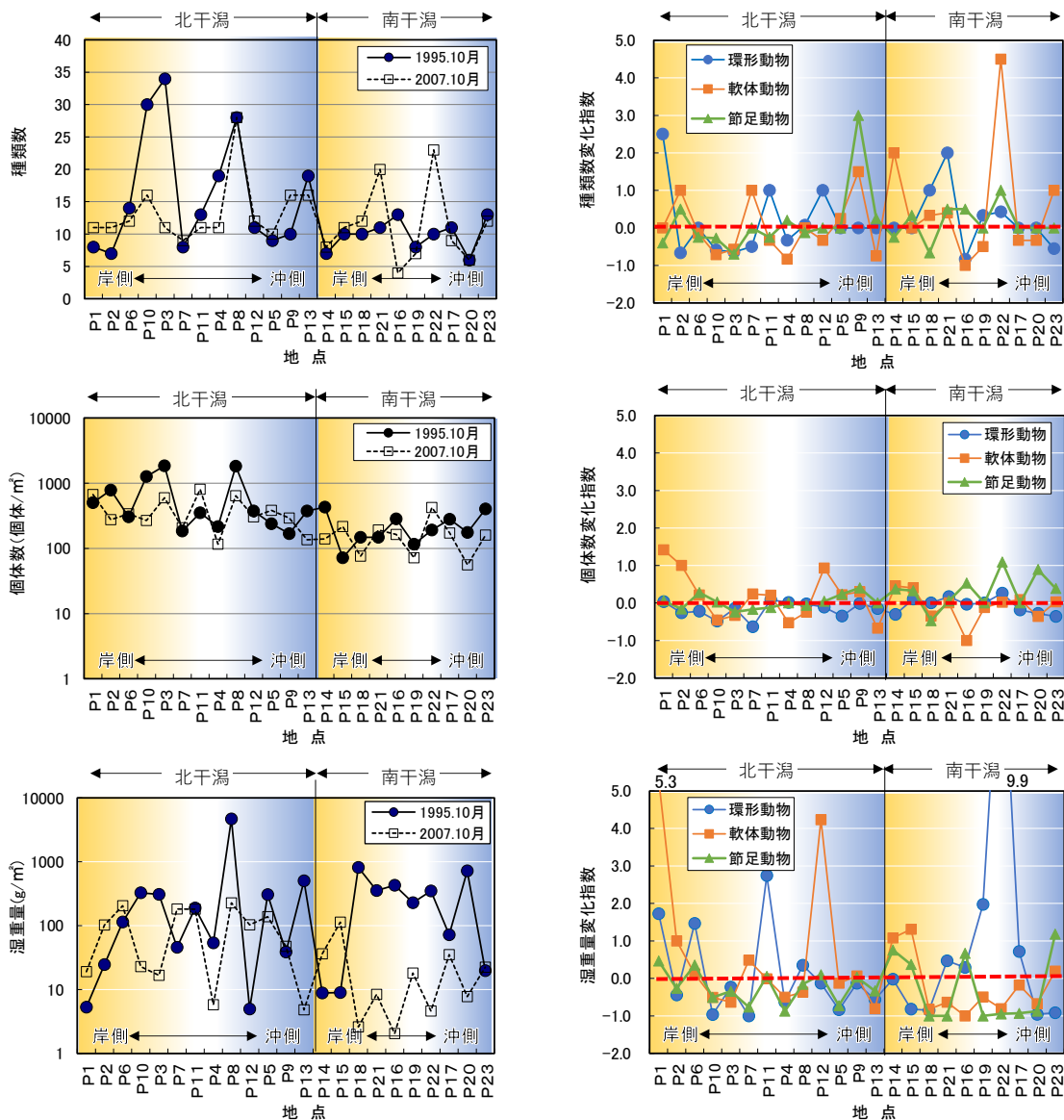


図 5.2.3 曾根干潟における底生生物地点別出現状況の 1995 年度と 2007 年度の比較

(左側:種類数, 個体数, 湿重量の実数, 右側:種類数, 個体数, 湿重量の変化量を指数化したもの)

以上のことから、南干潟では底生生物の主な出現種やその分布など、いわゆる生物相が変化した可能性があり、以下に曾根干潟における主な底生生物の種類とその分布の変化について考察する。

(2) 主な出現種

1995年度、1998年度および2007年度の各秋の曾根干潟の調査で出現した底生生物の平均個体数上位20種を表5.2.1に示す。

主な出現種は、環形動物門でゴカイの仲間であるホソイトゴカイ、コアシギボシイソメ *Scoletoma nipponica*、軟体動物門で巻貝類のヘナタリガイ、アラムシロガイ *Nassarius festivus*、二枚貝類のシオフキガイ、アサリ、節足動物のヤマトオサガニ *Macrophthalmus japonicus* などであった。

ホソイトゴカイは護岸沿いの泥分の多い地点で多くみられた(図5.2.4(1)上段)。

ヘナタリガイは南干潟に比べて北干潟が多く、岸から少し離れたところが多い傾向にあった(図5.2.4(1)中段)。

アラムシロガイは護岸沿いの泥分の多い区域を除く干潟全体でまんべんなく出現する傾向にあった(図5.2.4(1)下段)。

シオフキガイは1995年度に間島北側で多かったのを除くと、南干潟の中央より沖側で多い傾向にあり、2007年度は全域で減少していた(図5.2.4(2)上段)。

アサリは1995年度および1998年度は間島周辺に多く、その他の地点で僅かに出現していた(図5.2.4(2)中段)。しかし、2007年度は干潟のどの地点でも採取されなかった。

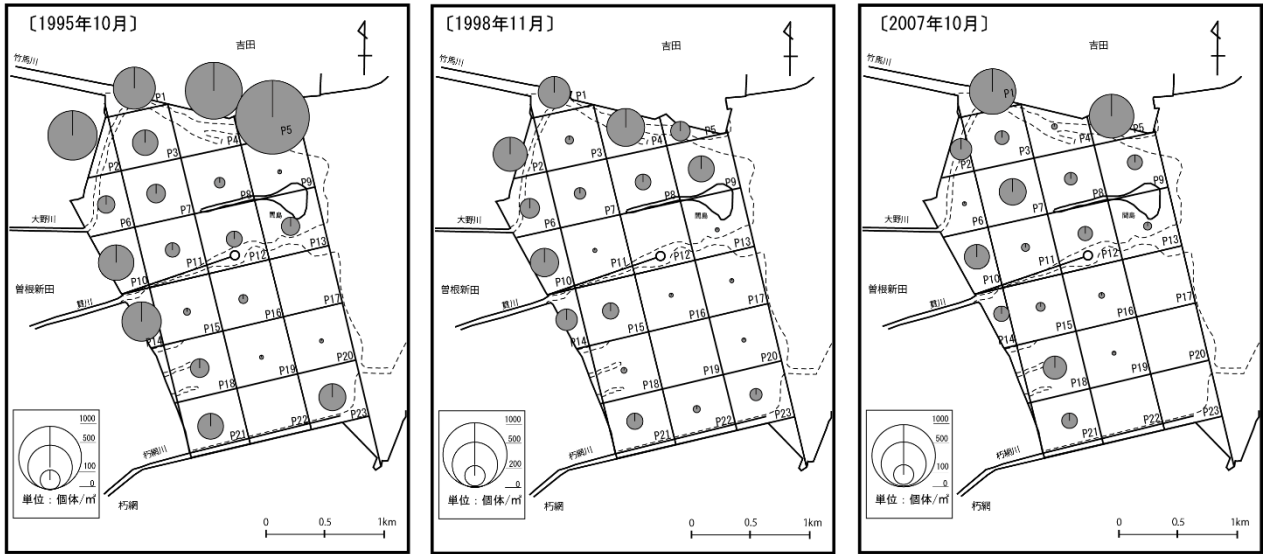
コアシギボシイソメは1995年度と1998年度の調査では *Lumbrineris* sp.と属までしか同定されていなかったが、2007年度の調査で種が特定された(図5.2.4(2)下段)。2007年度の調査報告書では学名が *Lumbrineris nipponica* と記載されていたが、近年 *Lumbrineris* 属は *Scoletoma* 属に移されたため⁴⁾、本書では *Scoletoma nipponica* として掲載した。本種は曾根干潟全体に広く分布しているが、2007年度には干潟全体で個体数が減少した。

以上のように、1995年度、1998年度に曾根干潟の広い範囲で確認されていたシオフキガイ、アサリは2007年度の時点では大幅に減少し、ほとんどの地点で確認されなくなった。一方、ヘナタリガイが北干潟の西側、特に護岸から500~1,000m沖の地点で増加した。

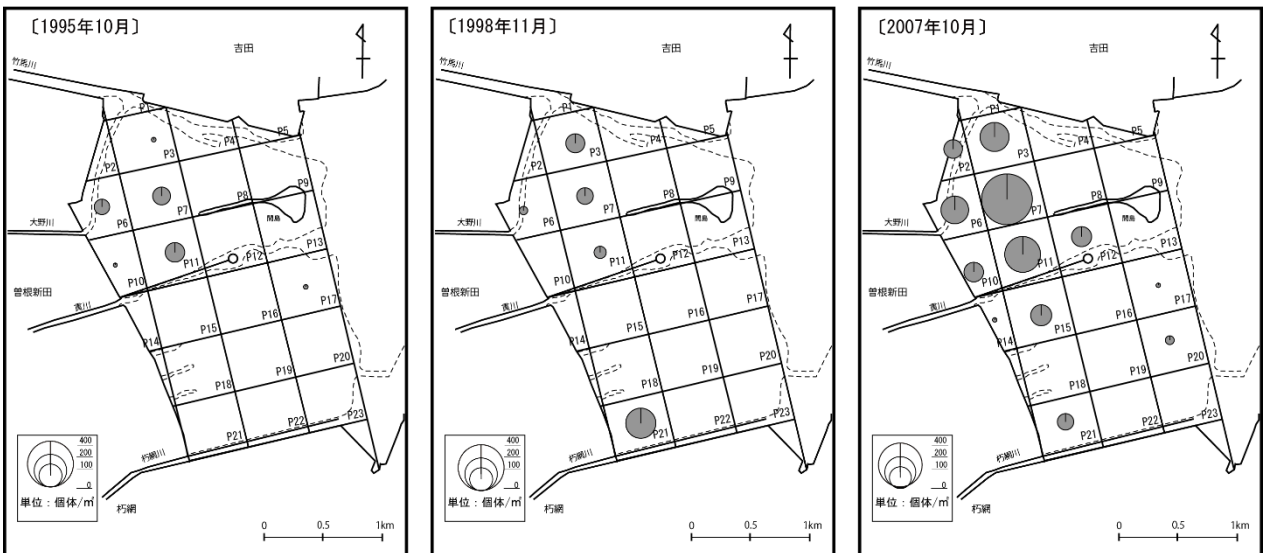
表 5.2.1 曾根干潟における底生生物の主な出現種

順位	分類			種名		干潟23地点の平均個体数(個体/m ²)				
						1995年 10月	1998年 11月	2007年 10月	平均	
1	環形動物門	ゴカイ綱	イトゴカイ目	イトゴカイ科	<i>Heteromastus cf. similis</i>	ホソイトゴカイ	218	80	87	129
2	軟体動物門	マキガイ綱	中腹足目	ウミナ科	<i>Pirenella nipponica</i>	ヘナタリガイ	8	15	68	30
3	軟体動物門	マキガイ綱	新腹足目	オリイロフバイ科	<i>Nassarius festivus</i>	アラムシロガイ	45	28	12	28
4	軟体動物門	ニマイガイ綱	マルスタレガイ目	ハカガイ科	<i>Maetra veneriformis</i>	シオフキガイ	39	22	2	21
5	軟体動物門	ニマイガイ綱	マルスタレガイ目	マルスタレガイ科	<i>Ruditapes philippinarum</i>	アサリ	26	20	0	15
6	環形動物門	ゴカイ綱	イソメ目	キボシイソメ科	<i>Scoletoma nipponica</i>	コアシギボシイソメ	12	15	3	10
7	節足動物門	甲殻綱	エビ目	スナガニ科	<i>Macrophthalmus japonicus</i>	ヤマトオサガニ	9	5	10	8
8	環形動物門	ゴカイ綱	スビオ目	スビオ科	<i>Aonides oxycephala</i>	ケンサキスビオ	6	9	7	7
9	環形動物門	ゴカイ綱	サシハゴカイ目	シロガネゴカイ科	<i>Nephtys polybranchia</i>	ミナミシロガネゴカイ	8	2	8	6
10	節足動物門	甲殻綱	フジツボ目	フジツボ科	<i>Balanus reticulatus</i>	サラサフジツボ	2	0	12	5
11	環形動物門	ゴカイ綱	ホコサキゴカイ目	ホコサキゴカイ科	<i>Haploscoloplos elongatus</i>	ナガホコムシ	0	8	7	5
12	軟体動物門	ニマイガイ綱	マルスタレガイ目	ニッコウガイ科	<i>Moerella rutila</i>	ユウシオガイ	7	4	1	4
13	環形動物門	ゴカイ綱	ホコサキゴカイ目	ヒメエラゴカイ科	<i>Aricidea</i> sp.		2	9	1	4
14	節足動物門	甲殻綱	ヨコエビ目	ドロクダムシ科	<i>Corophium</i> sp.	ドロクダムシ属	7	3	2	4
15	軟体動物門	ニマイガイ綱	マルスタレガイ目	ニッコウガイ科	<i>Moerella iridescens</i>	テリザクラガイ	3	3	6	4
16	節足動物門	甲殻綱	ヨコエビ目	コンボソコエビ科	<i>Grandidierella japonica</i>	ニホンドロソコエビ	5	2	4	3
17	軟体動物門	ニマイガイ綱	イガイ目	イガイ科	<i>Musculus senhousia</i>	ホトトギスガイ	0	0	9	3
18	軟体動物門	マキガイ綱	中腹足目	ウミナ科	<i>Batillaria</i> sp.	ウミナ属	0	3	6	3
19	軟体動物門	ニマイガイ綱	マルスタレガイ目	マルスタレガイ科	<i>Veremolpa micra</i>	ヒメカノコアサリ	0	5	4	3
20	節足動物門	甲殻綱	ワラジ目	スナウミナナフシ科	<i>Cyathura muromiensis</i>	ムロミナウミナナフシ	3	0	5	3

ホソイトゴカイ



ヘナタリガイ



アラムシロガイ

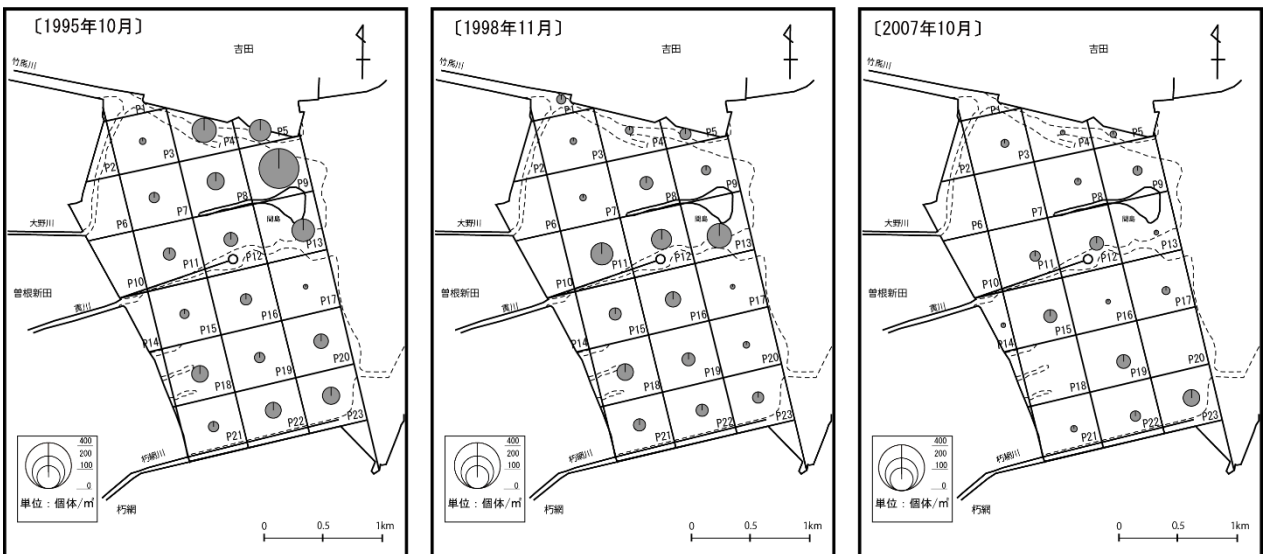
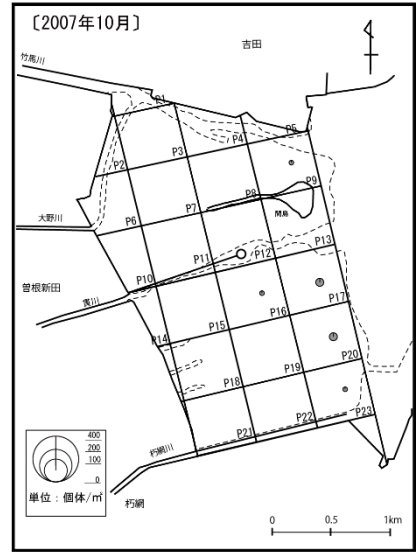
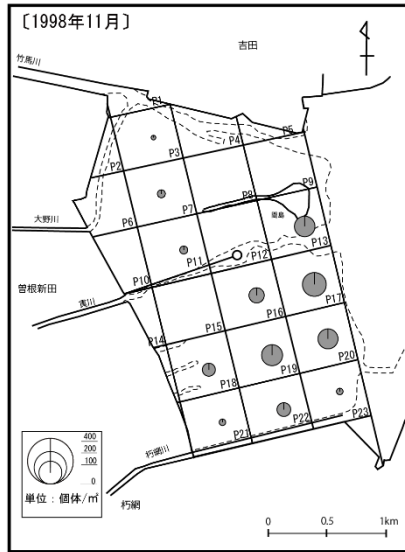
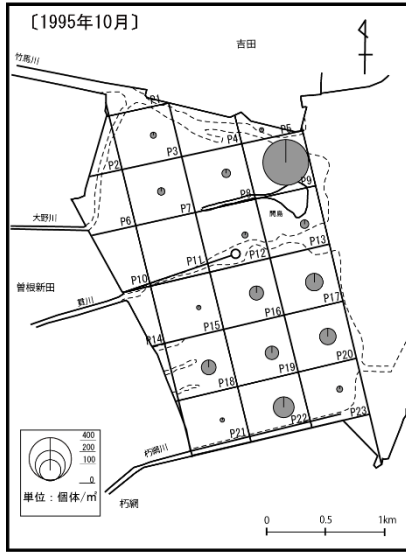
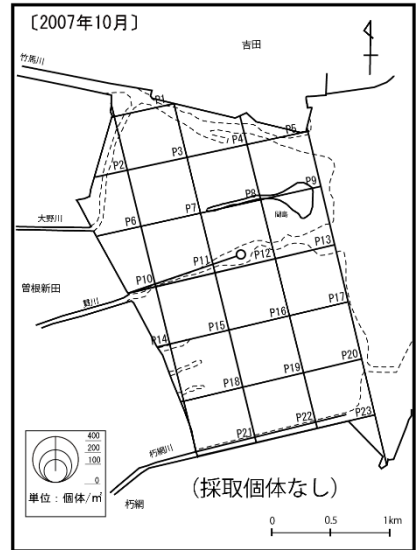
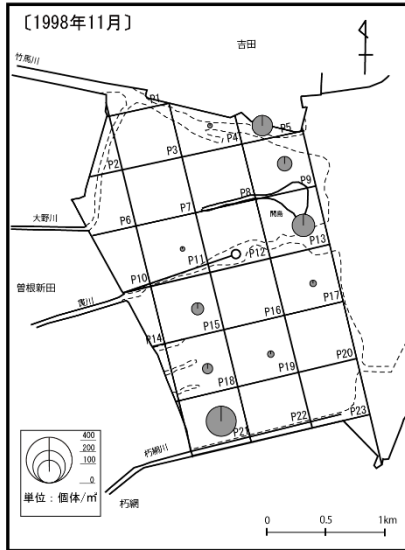
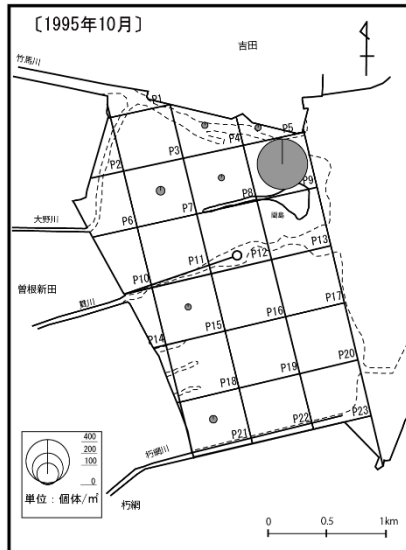


図 5.2.4(1) 曾根干潟における主な底生生物の個体数の分布と変遷

シオフキガイ



アサリ



コアシギボシイソメ

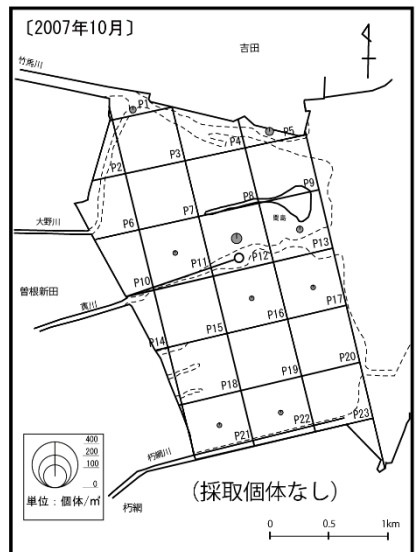
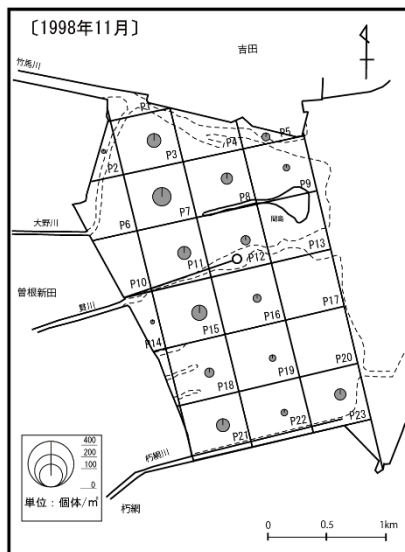
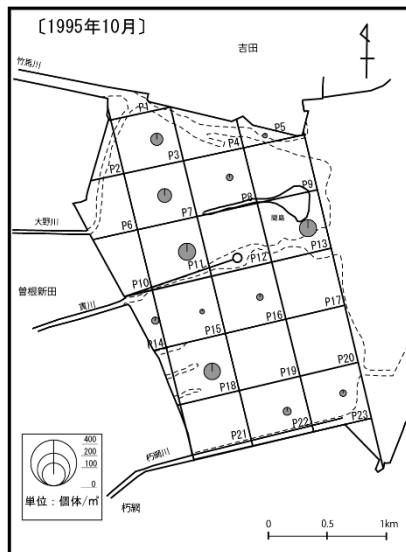


図 5.2.4(2) 菅根干潟における主な底生生物の個体数の分布と変遷

また、個体数はまだ多くはないが、ホトギスガイ *Musculista senhousia* も増加した。これらの底生生物の増加や減少が、曾根干潟の環境変化とどのように関係しているのかについては、第6章1節で考察した。

(3) 有機汚濁指標種

海域の有機汚濁が進行すると、底層の溶存酸素の低下や硫化物の発生が起こる。その後このような厳しい環境条件に対する耐性の低い種から次第に消失し、出現種数が減少する⁵⁾。一方、このような環境に適したごく少数の種の個体数が増え優占する⁵⁾。これらの種は汚濁(汚濁)指標種^{5),6)}や汚濁耐性種⁷⁾などと呼ばれ、指標生物として海域環境や漁場環境の評価に使用されている⁷⁾⁻¹⁰⁾。

東京都は東京湾の底質環境評価方法の一つとして「優占指標生物」を定め、6種の汚濁耐性種を用いた底質環境の経年モニタリングを実施している⁷⁾。この汚濁耐性種には、最も汚濁した区域でその汚濁に耐えて優占するヨツバナスピオ(A型) *Paraprionospio* sp.(typeA)、シズクガイ *Theora fragilis*、ハナオカカギゴカイ *Sigambra hanaokai* の3種、次いで汚濁に耐え優占するアシナガギボシイソメ *Scoletoma longifolia*、チヨノハナガイ *Raeta rostralis*、イトエラスピオ *Prionospio pulchra* の3種が選定されている。

これら6種の曾根干潟での出現状況を見ると、ヨツバナスピオ(A型)、ハナオカカギゴカイ、アシナガギボシイソメ、イトエラスピオの4種が確認されているが、残りのシズクガイ、チヨノハナガイは曾根干潟の沖合浅海域のみの確認で、干潟域では確認されていない。また、確認された4種の個体数も、図5.2.5に示すように現在のところそれほど多くなく、優占種にもなっていない。種別の分布をみると、1995年度は間島北側の竹馬川滞筋周辺でイトエラスピオが、南干潟南端の導流堤満潮線付近でアシナガギボシイソメ、その干潮線付近で両種が出現した。南干潟干潮線付近のP20地点では、貧酸素に強い耐性をもつヨツバナスピオ(A型)が1998年度に確認されたが、2007年度には干潟のどの地点でも確認されず、P20地点では代わってアシナガギボシイソメが増加した。したがって、曾根干潟を有機汚濁指標種の出現状況からみると、2007年度時点では有機汚濁はそれほど進行していないと判断される。特に干潮時に空気に曝される干潟では有機物の酸化分解反応が早く、有機汚濁が進みにくいと考えられる。一方、干潮線付近やその沖合では有機汚濁指標種が確認されており、今後、温暖化や周辺環境の変化によって潮位の上昇や波浪の減少等により有機汚濁が進行する可能性が危惧される。今後、干潟およびその沖合の環境変化を注視していく必要がある。

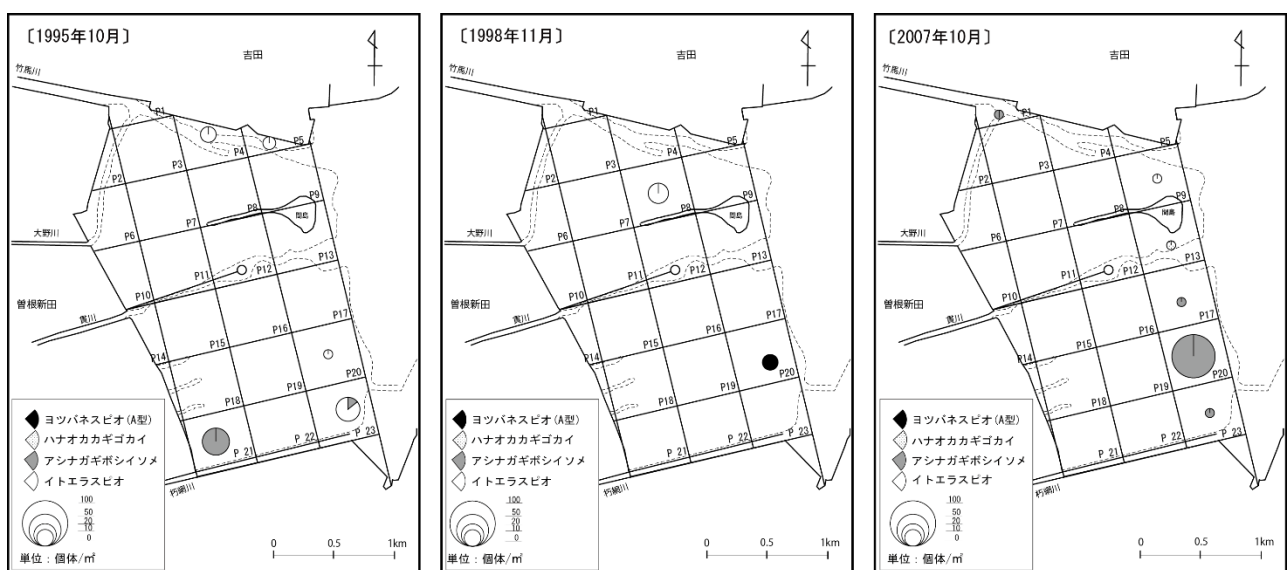


図 5.2.5 曾根干潟における底生生物の有機汚濁指標種の分布と変遷

〔調査時期：1995年10月，1998年11月，2007年10月〕

(4) 多様度指数

種多様性は群集の中の種の数(豊富さ)と各種の間の均等性を結合した1つの統計量である¹¹⁾. 群集内の種数が大きく、かつ各種の個体数が均等であるほど多様度は大きく、種数が少ないか、または各種の個体数の差が大きくなれば多様度は小さくなる¹²⁾.

我が国の生態学研究で広く使用される多様度指数に Sannon の関数 H' があり、その多くはその推定値 \hat{H}' が使用されている. ただし、森下¹²⁾によると、 \hat{H}' はサンプルサイズ(N)によって偏りが生じるため、森下の β 指数や \hat{H}' を補正した新指数 H'^* の方が良いとされている¹²⁾.

$$H' = \sum p_i \ln p_i$$

ここで、 $p_i = i$ 種の出現確率で $\sum p_i = 1$

$$\hat{H}' = \sum_{i=1}^S \frac{x_i}{N} \ln \frac{x_i}{N}$$

ここで、

$$N = \text{総個体数で、} N = \sum_{i=1}^S x_i$$

$S = \text{種数, } x_i = i \text{ 種の個体数}$

$$H'^* = \hat{H}' + \frac{A}{(2N + \frac{A}{3.3})}$$

ここで、

$$A = S + S_1 \times \frac{s}{s - s_1}$$

$S_1 = \text{サンプル中に 1 個体だけ出現した種数}$

曾根干潟における多様度指数 (H'^*) の分布の経年変化を図 5.2.6 に示す. 多様度指数は調査期間をとおして西側護岸沿いが低く、東側の干潮線付近が高い傾向にある. 特に 1998 年度以降は間島南側が高くなっている. 前述のように、南干潟干潮線付近では種類数が増加しており、汚濁指標種が少ないながらも増加している状況と併せて考えると、有機汚濁の進行とともに種類数が増加し、結果的に多様度も高くなった可能性がある.

(5) 類似度指数によるクラスター解析

多様度指数と同様に底生生物の群集評価に良く用いられるのが類似度指数である. 我が国の生態学研究で広く用いられてきたものに Morisita 指数 C_λ , その改良型の Horn 指数がある.

Morisita 指数 C_λ は標本サイズの影響を大きく受けないという点で評価されているが、式の特徴からたとえ同じ群集組成をもっていても 1 にならず、1 より少し大きい値をとる¹³⁾. それを補正したのが Horn 指数であるが、Morisita 指数に比べて類似度を若干過小評価するとされている¹³⁾. また、Morisita 指数は、一部の個体数が極

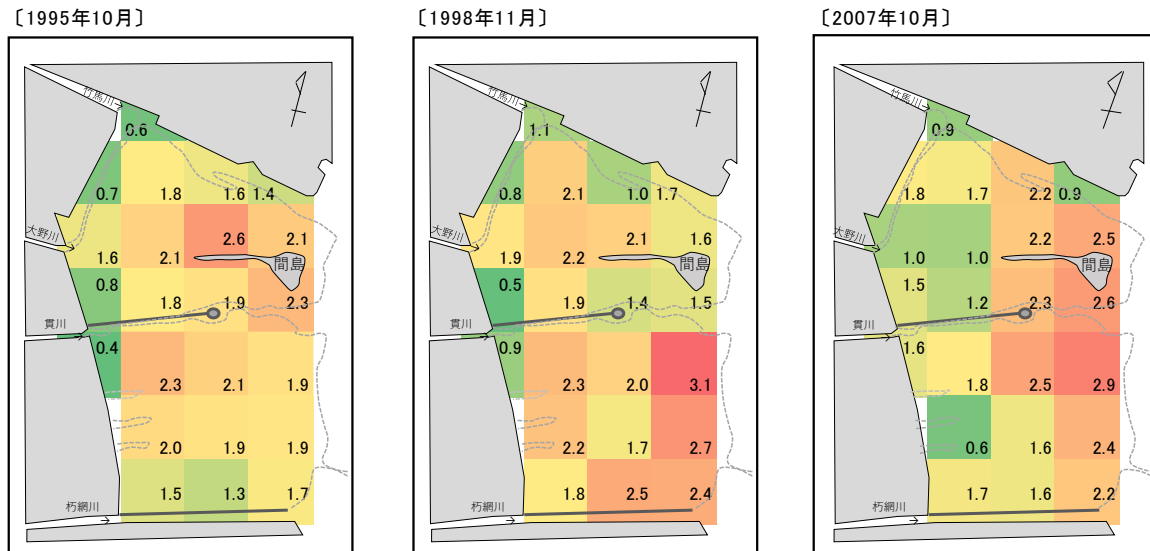


図 5.2.6 曾根干潟における底生生物の多様度指数 (H'^*) の分布と変遷

端に大きい値の影響を強く受け、希少種の影響は小さく見積もられるという欠点が知られている¹³⁾。

Morisita 指数

$$C_{\lambda} = \frac{2 \sum_{i=1}^n X_{ij} X_{ik}}{(\lambda_j + \lambda_k) N_j N_k}$$

ここで、

群集 j, k の標本サイズの総和を N_j, N_k , 各種 i ごとの標本サイズを X_{ij}, X_{ik} とする。

$$\lambda_j = \frac{\sum X_{ij}(X_{ij}-1)}{N_j(N_j-1)}, \lambda_k = \frac{\sum X_{ik}(X_{ik}-1)}{N_k(N_k-1)}$$

Horn 指数は、Morisita 指数の λ_j, λ_k を次式のように変更したものである。

$$\lambda_j = \frac{\sum X_{ij} X_{ij}}{N_j N_j}, \lambda_k = \frac{\sum X_{ik} X_{ik}}{N_k N_k}$$

そこで、ここではこの Horn 指数を用いて曾根干潟における底生生物の地点間の類似度を 3 か年分一度に計算し、クラスター解析で各年・各地点間の距離 (= 非類似度 = 1 - 類似度) を求め、距離の近いもの同士を順次グルーピング (集団: クラスター) していき、樹形図を作成した。この一連の解析は土居¹³⁾の方法に準じて、フリーの統計解析ソフト R (ver.4.12) を用い、クラスター間の結合は群平均法で行った。

本クラスター解析の結果、干潟地点は大きく図 5.2.7、図 5.2.8 で色付けした 8 つのグループとその他 (図 5.2.8 では白抜き) に分けられ、そのうち主なものはグループ 1, 3, 5, 6, 8 であった。各グループの干潟上の平面分布は、西側護岸沿いの泥干潟を中心にみられるグループ 1 の分布が調査期間をとおして概ね類似していたことを除けば、年度により大分異なった。これは、前述したように北干潟の西側護岸から 500~1000m 沖の地点 (P7, P11) でヘナタリガイが増加したこと、南干潟の西側護岸から約 500m より沖側 (P16, P17, P19, P20, P22) でシオフキガイが減少し、干潟全体でアサリが減少したことなどを反映したものと考えられる。

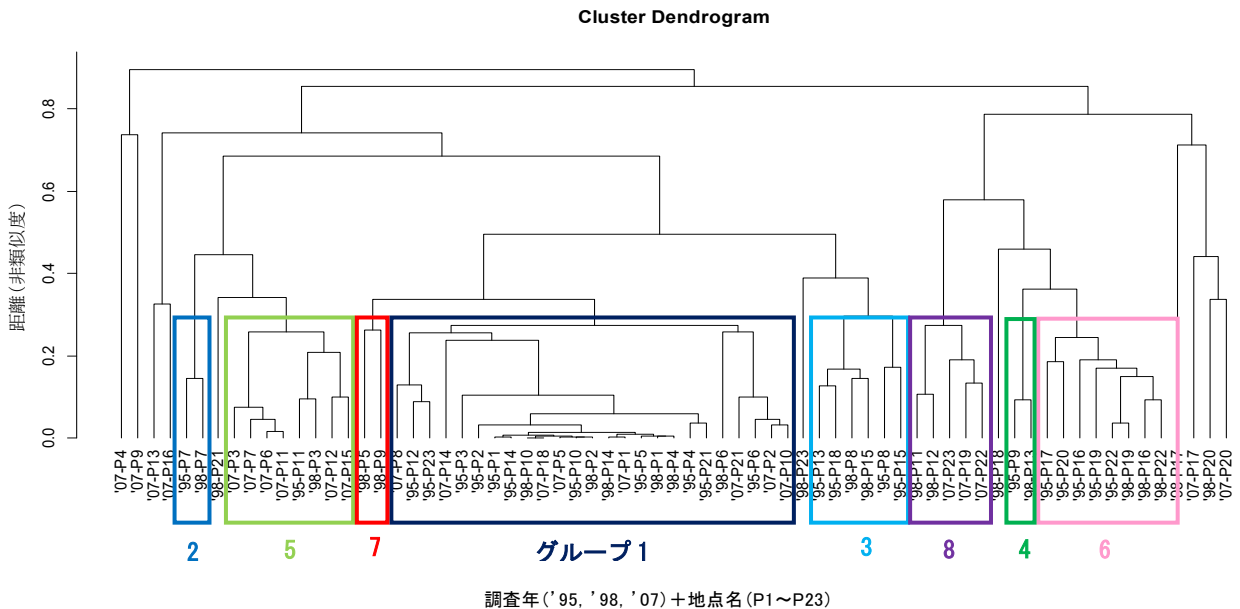


図 5. 2. 7 曾根干潟における底生生物のクラスター解析結果 (枠囲みのグループは図 5. 2. 8 に対応)

[調査時期: 1995 年 10 月, 1995 年 11 月, 2007 年 10 月]

〔1995年10月〕

〔1998年11月〕

〔2007年10月〕

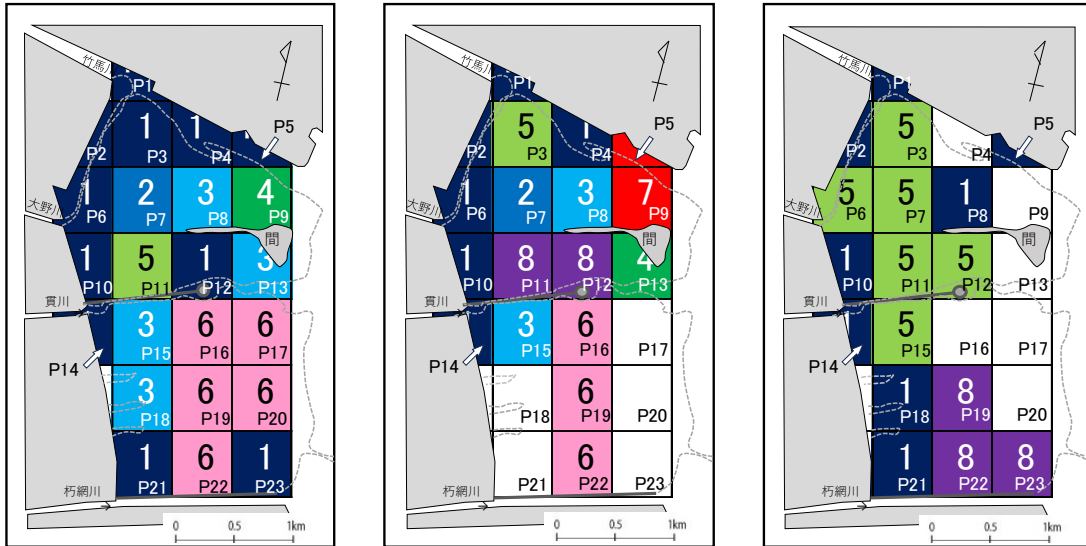


図 5.2.8 曾根干潟における底生生物のクラスター解析結果と変遷
 (白抜きを除く同一色・同一数字は非類似度 0.3 未満の類似地点, 数字はグループ番号を示す.
 白抜きは非類似度 0.3 以上で, 他のグループに属さない地点)

表 5.2.2 クラスターにより分類したグループ別の主な出現種(個体数上位 5 種)

グループ	主な出現種	平均個体数/m ²	グループ	主な出現種	平均個体数/m ²	グループ	主な出現種	平均個体数/m ²	グループ	主な出現種	平均個体数/m ²
1	ホソイトゴカイ	300	2	ユウシオガイ	70	3	ホソイトゴカイ	56	4	アサリ	318
	ヤマトオサガニ	19		ホソイトゴカイ	60		アラムシロガイ	47		シオフキガイ	274
	アラムシロガイ	15		ヘナタリガイ	56		コアシギボシイソメ	31		アラムシロガイ	206
	ヘナタリガイ	11		コアシギボシイソメ	50		シオフキガイ	14		ニホンドロソコエビ	48
	テリザクラガイ	8		アラムシロガイ	14		アサリ	7		ケンサキスピオ	34
5	ヘナタリガイ	183	6	シオフキガイ	59	7	ホソイトゴカイ	128	8	アラムシロガイ	55
	ホソイトゴカイ	49		アラムシロガイ	30		ケンサキスピオ	76		コアシギボシイソメ	10
	アラムシロガイ	17		ミナミシロガネゴカイ	8		アサリ	60		カンフーソコエビ属	10
	ウミナナ属	17		<i>Aricidea</i> sp.	7		アラムシロガイ	20		紐形動物門	6
	サラサフジツボ	15		コアシギボシイソメ	6		コアシギボシイソメ	10		ミナミシロガネゴカイ	6

注)グループの分類(色・数字)は図 5.2.8 と合致する。

グループ別の主な出現種(ここでは平均個体数上位 5 種とした)をみると, グループ 1 はホソイトゴカイが主体で, ヤマトオサガニが多い区域である. グループ 2 は, 本グループのみで主な出現種となったユウシオガイ *Moerella rutila* ほか, ホソイトゴカイ, ヘナタリガイ, コアシギボシイソメが多く, 大野川河口沖の P7 地点のみで 1995, 1998 年度に存在し, 2007 年度にはグループ 5 に変化した. グループ 3 ではグループ 2 のユウシオガイ, ヘナタリガイに代わってシオフキガイ, アサリが多い. グループ 3 は北干潟では間島の西に延びた砂州の北側の P8, 間島南側の P13, 南干潟では護岸から 300~500m 沖の P15, P18 の 2 地点で, P18 は 1998 年度にはグループ 3 から外れた. 2007 年度にはグループ 3 はグループ 1 またはグループ 5 に変わり消失した. グルー

プ 5 は, 主な出現種の中でもヘナタリガイが際立って多いのが特徴で, グループ 3 のアサリ, シオフキガイは主な出現種から外れている. グループ 5 は, 1995 年度は P11 のみ, 1998 年度は P3 のみと局所的であったが, 2007 年度は北干潟の広い範囲を占めるようになった. グループ 4, グループ 7 は, いずれも間島周辺でみられた. グループ 4 は 1995 年度には P9 のみであったが, 1998 年度はその北側の P5 とともにグループ 7 となった. P9 では, 1995 年度には貝類のアサリ, シオフキガイ, アラムシロガイが主体であったが, 1998 年度にはこれら 3 種は減少し, ゴカイの仲間であるホソイトゴカイ, ケンサキスピオ *Aonides oxycephala* が多くなった. さらに 2007 年度には, 過年度のどの地点とも類似しない全く異なった底生生物相となった. また, 間島南側の P13

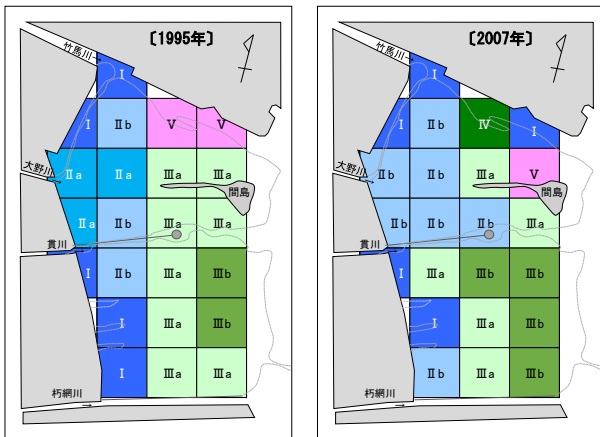


図 5.2.9 曾根干潟の 1995 年と 2007 年のクラスター分析による底質区分

は 1995 年度のグループ 3 から 1998 年度にアサリ、シオフキガイの多いグループ 4 に変わったが、2007 年度はこれらが減少し、P9 と同様にどのグループにも属さなくなった。グループ 6 は、シオフキガイ、アラムシロガイ主体で、1995 年度には南干潟の中央から沖側の広い範囲に存在した。1998 年度にはそのうち干潮線付近の P17, P20 が別の異なる生物相に変わり、2007 年度には P19, P22 がその沖の P23 とともにアラムシロガイ主体のグループ 8 に変化した。また、グループ 8 はそのほか 1998 年度に北干潟海床路沿いの P11, P12 でみられたが、2007 年度にヘナタリガイの多いグループ 5 となった。

注目すべきは、図 5.2.8 に示すように 2007 年度は干潟干潮線付近の多くが白抜きで、底生生物の他の地点との類似度が低い点である。一方、底質のクラスター分析による区分は図 5.2.9 (第 4 章 4 節の再掲) に示すとおり、南干潟の底生生物相に変化がみられた干潟沖側は区分 IIIb が拡大しており、地盤高と ORP の低下が読みとれた。以上のことから、筆者らは南干潟の地盤高低下による水深増や静穏化等による底質攪乱の減少、それに伴う底生生物相の変化を懸念しているところである。

(6) 1995 年度以降の底生生物の曾根干潟広域での出現状況

曾根干潟全域の 23 地点を対象にした底生生物調査は、2008 年度以降実施されていない。しかし、北九州市は干潟環境の監視・保全を目的に調査地点を絞った形で 2005 年度、2010～2012 年度、および 2019 年度以降、各年度秋季に (1995 年度のみは 4 季)、底質調査と併せて底生生物の定量調査を曾根干潟内の広域で実施している (表 5.2.3)¹⁴⁾⁻²⁸⁾。これらの調査は、年度によって採取方法・地点が多少異なるものの、P1, P7, P9, P13, P15, P17, P21, P23 の 8 地点では 2005 年度以降に継続してデータが取得されている。

表 5.2.3 曾根干潟内広域における北九州市および定量研による底生生物調査の実績 (1995 年度以降)

調査年度・月	底生生物採取方法 ^{※1}	底質分析項目	調査地点 ^{※2}
1995.10月 ^{※3}	満潮時に船上からスミス・マッキンタイア型採泥器(1/20㎡)による5回採取混合/地点(堤防沿い地点の一部は干潮時に干潟上から採取)	粒度組成, COD, TOC, 硫化物, T-N, T-P, クロロフィルa	底生・底質: 23点 (P1~P23)
1998.11月		粒度組成	底生・粒度組成: 23点 (P1~P23)
2005.10月	P-1: エクマンバージ型採泥器(15cm角)による船上から3回採取混合/地点。その他: 干潮時に干潟上から22.5cm 方形枠取り, 3回採取混合/地点。	粒度組成, COD, TOC, 硫化物, T-N, T-P, クロロフィルa	底生: 9点 (P1, P7, P9, P10, P13, P15, P17, P21, P23) 底質(粒度組成を除く): 13点 (P1, P7, P8, P9, P10, P12, P13, P15, P16, P17, P21, P22, P23) 粒度組成: 23点 (P1~P23)
2007.10月 ^{※4}	1995年度に準じる	粒度組成, 含水比, COD, 硫化物, ORP	底生・底質: 23点 (P1~P23)
2010.10月	満潮時に船上からエクマンバージ型採泥器(15cm角)による3回採取混合/地点。	粒度組成, 硫化物(検知管), COD, TOC, T-N, T-P, chl.a	底生・底質(粒度組成を除く): 9点 (P1, P7, P9, P10, P13, P15, P17, P21, P23) 粒度組成: 23点 (P1~P23)
2011.11月	干潮時に干潟上から15cm方形枠取りによる5cm深採取, 4回採取混合/地点。	粒度組成, COD, 硫化物(検知管), chl.a, Feo, 含水率	底生・底質: 14点 (P1, P7, P8, P9, P11, P12, P13, P15, P16, P17, P18, P21, P22, P23)
2012.10月			底生・底質: 11点 (P1, P7, P9, P10, P13, P14, P15, P17, P18, P21, P23)
2019.10月	干潮時に干潟上から25cm方形枠取り	粒度組成, 硫化物(検知管), T-N, T-P, COD, chl.a	底生・底質: 11点 (P1, P6, P7, P9, P10, P13, P14, P15, P17, P21, P23)
2020.10月	10cm深採取, 3回採取混合/地点。		
2021.10月			

※1: すべて1mm目フルイ分け。 ※2: 干潟のみの地点を示し、海域の地点は含まない。

※3: 1995年度は8月、10月、1月、3月に調査を実施。本表には経年比較が可能な秋の10月のみ掲載した。

※4: 2007年度は定量研の独自調査、他の年度は北九州市の調査。

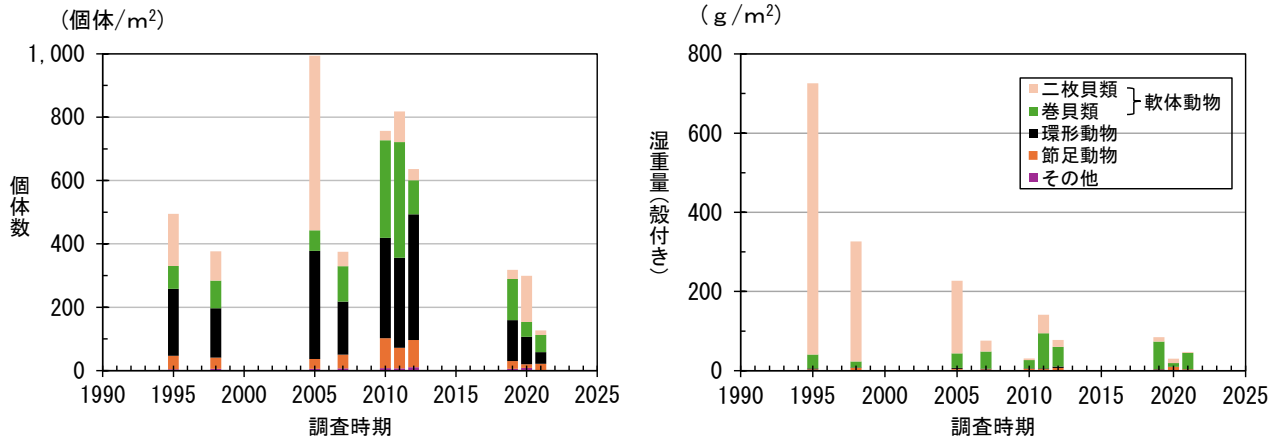


図 5.2.10 曾根干潟代表8地点における底生生物の平均個体数(左)と平均湿重量(右)の推移

表 5.2.4 曾根干潟代表8地点における底生生物の主な出現種(各年の個体数平均上位5種)の推移
(単位: 個体/m²)

No.	分類	種名	'95	'98	'05	'07	'10	'11	'12	'19	'20	'21
1	環形動物門 コカイ綱 イトコカイ科	ホソイトゴカイ	124	77	203	108	182	193	254	50	34	18
2	軟体動物門 ニマイガイ綱 ハカガイ科	シオフキガイ	73	27			13	43				
3	軟体動物門 ニマイガイ綱 マルスタレガイ科	アサリ	72	43	22					20		4
4	軟体動物門 マキガイ綱 オリレヨフハガイ科	アラムシロガイ	64	30								
5	軟体動物門 ニマイガイ綱 ニッコウガイ科	ユウシオガイ	15									
6	環形動物門 コカイ綱 シロカネコカイ科	Nephtys 属	13				83	28		17		
7	環形動物門 コカイ綱 キボシイソメ科	コアシギボシイソメ	13									
8	軟体動物門 マキガイ綱 ウミナ科	ヘナタリガイ		28	43	87	289		88	89		45
9	軟体動物門 ニマイガイ綱 イガイ科	ホトギスガイ			498	26					62	
10	環形動物門 コカイ綱 コカイ科	コケゴカイ			60							
11	節足動物門 甲殻綱 フジツボ科	サラサフジツボ				16	50		55			
12	環形動物門 コカイ綱 スヒオ科	ケンサキスビオ				16				21	18	
13	軟体動物門 マキガイ綱 ウミナ科	フトヘナタリガイ						286				
14	軟体動物門 ニマイガイ綱 マルスタレガイ科	ヒメカノコアサリ						22	15		19	
15	環形動物門 コカイ綱 ケヤムシ科	Chone 属							22			
16	軟体動物門 ニマイガイ綱 ハナグモリガイ科	ハナグモリガイ									27	
17	軟体動物門 マキガイ綱 ウミナ科	イボウミナ										7
18	環形動物門 コカイ綱 チロ科	Glyceria 属										5

表 5.2.5 曾根干潟代表8地点における底生生物の主な出現種(各年の湿重量平均上位5種)の推移
(単位: g/m²)

No.	分類	種名	'95	'98	'05	'07	'10	'11	'12	'19	'20	'21
1	軟体動物門 ニマイガイ綱 ハカガイ科	シオフキガイ	594	161	5	5	11	12				
2	軟体動物門 ニマイガイ綱 マルスタレガイ科	アサリ	78	94	19		3			6		
3	軟体動物門 マキガイ綱 オリレヨフハガイ科	アラムシロガイ	28	11		7			3			1
4	軟体動物門 マキガイ綱 ウミナ科	ヘナタリガイ	8		30	34	17	21	36	32	5	27
5	軟体動物門 ニマイガイ綱 ニッコウガイ科	イチョウシラトリガイ	5	18							5	
6	軟体動物門 ニマイガイ綱 マルスタレガイ科	オキシジミガイ		28	3			17		5		
7	軟体動物門 ニマイガイ綱 イガイ科	ホトギスガイ			151	20					3	
8	軟体動物門 マキガイ綱 ウミナ科	ウミナ属				2	4	11	10	22		
9	節足動物門 甲殻綱 フジツボ科	シロスジフジツボ					2					
10	節足動物門 甲殻綱 フジツボ科	サラサフジツボ					2		4			
11	軟体動物門 マキガイ綱 ウミナ科	フトヘナタリガイ						48				
12	軟体動物門 マキガイ綱 ウミナ科	イボウミナ								12	4	13
13	節足動物門 甲殻綱 スナガニ科	ヤマトオサガニ									8	
14	節足動物門 甲殻綱 スナガニ科	オサガニ										2
15	軟体動物門 ニマイガイ綱 ニッコウガイ科	ヒメシラトリガイ										1

この 8 地点における底生生物の平均個体数と平均湿重量(貝類は殻付き)の推移をみると、図 5.2.10 に示すように、個体数では 2005 年度に二枚貝類、特にホトギスガイの一時的な増加や(表 5.2.4), 2010~2011 年度にヘナタリガイやフトヘナタリなどの巻貝類の増加がみられた。一方、湿重量では二枚貝類、特にアサリやシオフキガイの 1995 年度から 2010 年度にかけての激減および 2011~2021 年度のシオフキガイを主とする二枚貝類の微増がみられた(表 5.2.5)。2011 年度は巻貝類も同時に増加したが、2012 年度には二枚貝類、巻貝類ともに減少した。その後 2019 年度には巻貝類の増加も確認されたが、二枚貝類の湿重量は低いままで、2021 年度現在回復の兆しはみられていない。

なお、汚濁種指標種に分類されているホトギスガイは、日本各地の浅海域で時折大増殖し、多数の長い足糸を出して個体同士でからみつき、周辺の底泥とともにマット状になり、海底面を広く覆いつくす^{29),30)}。このマットが形成されると、底泥中に酸素が供給されなくなり、アサリやシオフキガイなどがへい死し、漁業被害も生じることが知られている³⁰⁾。これまでの北九州市や定量研による曾根干潟での調査結果によると、アサリが多く生息する間島北側の P9 地点周辺で 2005 年度にホトギスガイが大増殖した。しかし、この大増殖は局所的・一時的なもので、2005 年前後に曾根干潟の広い範囲でシオフキガイが激減した要因とは考えにくい。

(7) 博多湾和白干潟の底生生物出現状況との比較

博多湾の和白干潟における 2021 年度の底生生物調査結果によると、種類数、個体数、湿重量はそれぞれ地点平均で 27 種、約 4,400 個体/m²、約 430g/m² であり、例年並みとのことである(図 5.2.11)³¹⁾。

一方、1995 年度、1998 年度、2007 年度の曾根干潟の種類数、個体数、湿重量は全調査・地点平均でそれぞれ約 14 種、約 470 個体/m²、約 245g/m² であり(図 5.2.1)、種類数は和白干潟の約 2 分の 1、個体数は約 10 分の 1、湿重量は約 2 分の 1 と、いずれも大幅に少ない。しかし、湿重量については、アサリやシオフキガイの多かった 1995 年度秋は 416g/m² で、和白干潟に匹敵する単位面積重量であった。また、曾根干潟には、

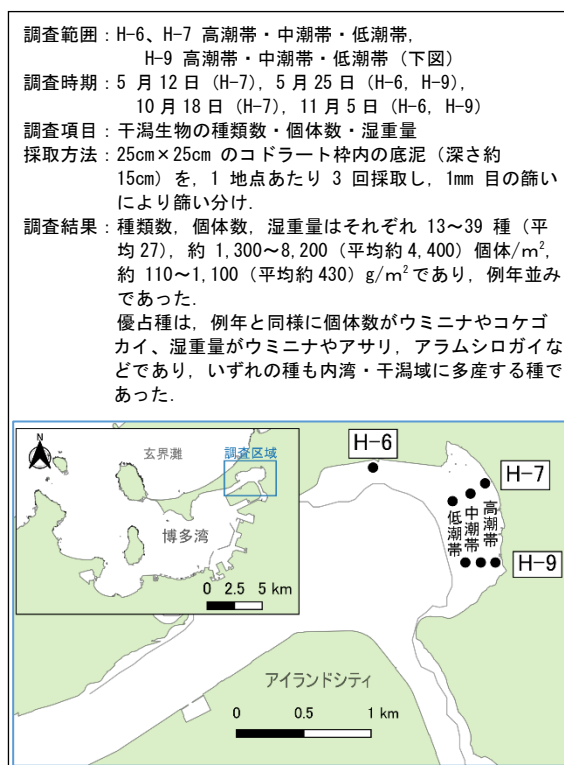


図 5.2.11 和白干潟における 2021 年度底生生物調査結果概要^{31),32)}

干潟に生息する一般的底生生物の中では、一個体のサイズが比較的大きいヤマトオサガニやアナジャコ類が多く生息している。これらは巣穴を掘って生活しており、今回 2 つの干潟の比較に用いた調査結果は、深さ 10~15cm を採泥する一般的な底生生物の調査法で、それより深い穴を掘って生活するこれらの種の現存量が過小評価されている。北九州市が 1995 年秋に 50×50cm コドラート内の泥を深さ 30cm 程掘り返してカニ類を採集調査した結果¹⁾によると、オサガニ類(ヤマトオサガニ、オサガニの合計)の生息量は、干潟 23 地点の平均で個体数が 10.4 個体/m²、湿重量が 22.5g/m² であった。また、本書の第 8 章 2 項 1 節の「底生生物の実態把握」で紹介する定量研による約 30cm 深の泥の掘り返し調査では、図 5.2.12 に示すようにオサガニ類やチゴガニ等の潜穴性カニ類とアナジャコやスナモグリ等の潜穴性エビ類の 72 地点平均は、個体数が 14 個体/m²、湿重量が 21g/m² であった。これらの調査結果から、通常底生生物調査の深さ 15cm 程度の採泥では採取されにくいオサガニ類やアナジャコ類を曾根の底生生物の現存量に加えたとしても増える生物量は個体数で 10 数個体/m²、湿重量で 20 数 g/m² である。

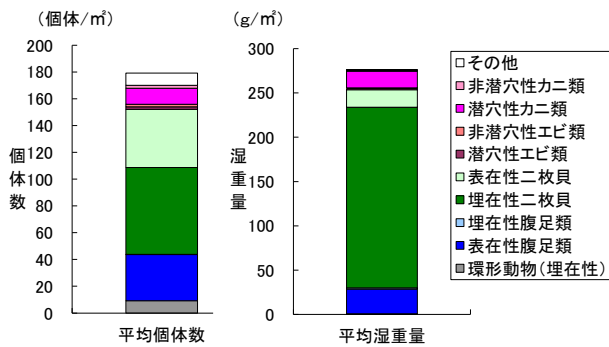


図 5.2.12 曾根干潟における深さ約 30cm 泥の掘り返しによる底生生物調査結果

したがって、曾根干潟の底生生物の単位面積生物量(湿重量)は、二枚貝類が多くみられた 1995 年度秋当時は、和白干潟に引けを取らない量であったと考えられるが、二枚貝類の生息量の回復が見られない 2021 年度現在においては、その量は和白干潟に到底及ばない状況にあると言える。

(8) まとめ

北九州市および定量研が曾根干潟で実施した底生生物(マクロベントス)の 1995 年度、1998 年度、2007 年度の 3 か年 6 回の調査結果等を解析した結果、以下のことが明らかとなった。

- 干潟全体での総出現種類数は 57~107、調査した 23 地点の平均種類数は 11~19、平均個体数は 291~849 個体/m²、平均湿重量は 65~416g/m²であった。
- 経年変化をみると、1995 年度から 1998 年度にかけて環形動物と節足動物の個体数の大幅な減少、1998 年度から 2007 年度にかけて南干潟でシオフキガイを主とする二枚貝類の大幅な減少が確認された。
- 主な出現種は、環形動物門のホソイトゴカイ、コアシギボシソメ、軟体動物門で巻貝類のヘナタリガイ、アラムシロガイ、二枚貝類のシオフキガイ、アサリ、節足動物のヤマトオサガニなどであった。
- 1995 年度、1998 年度の調査で広い範囲で確認されたシオフキガイ、アサリは 2007 年度の調査では大幅に減少し、ほとんどの地点で確認されなかった。また、ヘナタリガイが北干潟の西側地点で増加した。
- 有機汚濁指標種の出現状況からみると、有機汚濁は

それほど進行していないと判断されたが、南干潟干潮線付近で有機汚濁種の増加が確認された。

- 底生生物の多様度指数は調査期間をとおして干潟の西側護岸沿いが低く、東側干潮線付近が高い傾向にあり、1998 年度以降は南干潟干潮線付近で有機汚濁種とともに種類数が増加し、それにより多様度指数が増加した。
- 底生生物の類似度指数によるクラスター解析の結果、干潟地点は大きく 8 つのグループに分けられた。それらのうち、西側の護岸沿いの泥干潟を代表するグループ 1 は、ホソイトゴカイが主体でヤマトオサガニも多いという特徴をもち、調査期間をとおして分布に大きな変化がみられなかったが、他のグループは年度により分布が大きく変化した。これは干潟全体でのアサリの減少、南干潟沖側でのシオフキガイの減少、北干潟西側でのヘナタリガイの増加など底生生物の分布の変化を反映したものと考えられた。
- 2005 年度以降の干潟代表 8 地点における底生生物の湿重量の推移をみると、アサリやシオフキガイなどの二枚貝類は 2005 年度から 2010 年度にかけての激減後、2021 年度現在も回復の兆しはみられていない。
- 曾根干潟の 1995 年度、1998 年度、2007 年度の底生生物の全調査・全地点平均の種類数、個体数は、和白干潟に比べて大幅に少なかった。平均湿重量についても、二枚貝類の多かった 1995 年度秋当時は和白干潟に匹敵する量があったが、その後の回復がみられない 2021 年度現在は和白干潟に到底及ばない量と言える。

(高比良)

参考文献

- 1) 北九州市経済局、(財)九州環境管理協会:曾根漁港海域環境調査委託報告書(平成 8 年 3 月)、1996。
- 2) 北九州市企画局:平成 10 年度曾根干潟環境調査業務委託報告書(平成 11 年 3 月)、1999。
- 3) 小野勇一(自然環境定量評価研究会):河川整備基金助成事業「河口干潟生態系の評価・モニタリングに有効な指標生物抽出技術および群集比較法等の開発」報告書(助成番号 19-1215-024)、45pp.,

- 河川環境管理財団, 2008.
- 4) 西榮二郎, 田中克彦: 神奈川近海の干潟・汽水域に産する環形動物多毛類, 神奈川自然誌資料, (28), pp.101-107, 2007.
 - 5) 横山 寿 : 沿岸域における有機汚染と底生動物, 生活衛生, 29, pp.301-311, 1985.
 - 6) 菊池泰二: 多毛類 *Capitella capitata* の生態, 生活史—”汚染指標種”の生態的特性をめぐって(総合抄録), ベントス研究誌, 17/18, pp.33-51, 1979.
 - 7) 七都府市首脳会議環境問題対策委員会水質改善対策専門部会 : 東京湾における底生生物調査指針および底生生物等による底質評価方法, 特集生物調査, 全国公害研究誌, Vol.25, No.2, pp.55-61, 2000.
 - 8) 横山 寿, 西村昭史, 井上美佐: マクロベントスの群集型を用いた魚類養殖場環境の評価, 水産海洋研究, 66(3), pp.142-147, 2002.
 - 9) 木村賢史, 岩田理恵, 高木容子, 山澤俊宏: 清水港(折戸湾)における底生動物の分布構造とその環境因子との関係, 海—自然と文化, 東海大学紀要海洋学部, 第4巻3号, pp.29-41, 2006.
 - 10) 上田貴史: 和歌山県沿岸の養殖場における春季の海底堆積物の化学的特性と優占するマクロベントス種との関係, 日本水産学会誌, 74(5), pp.832-840, 2008.
 - 11) Pielou E.C. : *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley New York, 1969.
 - 12) 森下正明: 種多様性指数値に対するサンプルの大きさの影響, 日本生態学会誌, 46巻, 3号, pp.269-289, 1996.
 - 13) 土居秀幸, 岡村寛: 生物群集解析のための類似度とその応用-Rを使った類似度の算出, グラフ化, 検定-, 日本生態学会誌, 61巻, 1号, pp.3-20, 2011.
 - 14) 北九州市環境局環境政策部都市環境管理課, (株)三洋コンサルタント:平成17年度曾根干潟環境調査(底質等)業務委託報告書(平成18年1月), 2006.
 - 15) 北九州市環境局環境政策部都市環境管理課, (株)三洋コンサルタント:平成19年度曾根干潟目視生物調査等業務委託報告書(平成20年3月), 2008.
 - 16) 北九州市環境局環境政策部都市環境管理課, (株)三洋コンサルタント:平成20年度曾根干潟目視生物調査等業務委託報告書(平成21年3月), 2009.
 - 17) 北九州市環境局環境政策部環境首都政策課, (株)三洋コンサルタント:平成21年度曾根干潟目視生物調査等業務委託報告書(平成22年3月), 2010.
 - 18) 北九州市環境局環境モデル都市推進室, (株)三洋コンサルタント:平成22年度曾根干潟環境調査(底質等調査)業務委託報告書(平成23年3月), 2011.
 - 19) 北九州市環境局環境未来都市推進室, (株)三洋コンサルタント:平成23年度曾根干潟環境調査(地盤高等)業務委託報告書(平成24年3月), 2012.
 - 20) 北九州市環境局環境未来都市推進室, (株)三洋コンサルタント:平成24年度曾根干潟環境調査(底質等)及び朽網川導流堤一部撤去による曾根干潟の底質移動数値計算業務委託報告書(平成25年3月), 2013.
 - 21) 北九州市環境局環境未来都市推進室, (株)三洋コンサルタント:平成25年度曾根干潟目視生物調査等業務委託報告書(平成26年3月), 2014.
 - 22) 北九州市環境局環境未来都市推進室, (株)三洋コンサルタント:平成26年度曾根干潟目視生物調査等業務委託報告書(平成27年3月), 2015.
 - 23) 北九州市環境局環境監視部環境科学研究所, (株)三洋コンサルタント:平成27年度曾根干潟目視生物調査等業務委託報告書(平成28年3月), 2016.
 - 24) 北九州市環境局環境監視部環境科学研究所, (株)三洋コンサルタント:平成28年度曾根干潟目視生物調査等業務委託報告書(平成29年2月), 2017.
 - 25) 北九州市環境局環境監視部環境監視課, (株)三洋コンサルタント:平成29年度曾根干潟目視生物調査等業務委託報告書(平成30年2月), 2018.

- 26) 北九州市環境局環境監視部環境監視課, (株)三洋コンサルタント:令和元年度曾根干潟環境調査(底生動物調査)業務委託報告書(令和2年2月), 2020.
- 27) 北九州市環境局環境監視部環境監視課, (株)三洋コンサルタント:令和2年度曾根干潟環境調査(底生動物調査)業務委託報告書(令和3年2月), 2021.
- 28) 北九州市環境局環境監視部環境監視課, (株)三洋コンサルタント:令和3年度曾根干潟環境調査(底生動物調査)業務委託報告書(令和4年3月), 2022.
- 29) 熊谷博史, 山崎惟義, 渡辺亮一, 藤田健一:博多湾におけるホトギスガイが貧酸素水塊に与える影響, 環境工学研究論文集, 40, pp.595-606, 2003.
- 30) 山田勝雅, 倉田健悟:善か悪か?:浅場域で増大するホトギスガイ個体群の生態系への影響と研究の動向, 特集ホトギスガイ:生態系への影響と研究の動向, *Laguna*, 25, pp.55-63, 2018.
- 31) 福岡市:博多湾環境保全計画推進委員会 令和4年度第1回委員会(令和4年8月9日開催), 資料2 令和3年度博多湾の環境保全に向けて講じた措置およびモニタリング調査結果(資料編) 令和4年8月. 2022.
https://www.city.fukuoka.lg.jp/kankyo/k-chosei/hp/hakatawann/documents/04_R3-siryou.pdf
 (参照 2025年4月28日)

5.2.2 鳥類

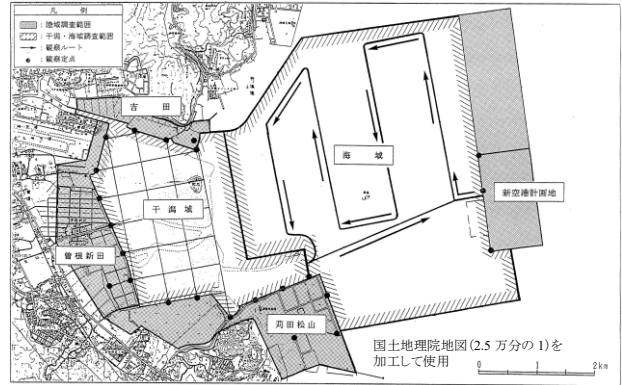
北九州市は、鳥類調査を曾根干潟およびその周辺域を干潟域、海域等6区域に分けて1995年度(8月以降)～2006年度にかけて実施した(図 5.2.13a)¹⁾～¹¹⁾。その調査時期や調査頻度は、調査年度によって多少異なっている(表 5.2.6)。2007, 2008年度は調査がなく、その後2009～2017年度は、国土交通省九州地方整備局北九州港湾・空港整備事務所(以下、「国交省」という)が実施している調査範囲(図 5.2.14)に合わせて調査が実施された(図 5.2.13b)¹²⁾～²³⁾。しかし、当期間のデータは、干潟域および海域の合計分しか残っていない。また、海域の調査は陸からのみの観察となり、2006年度までのように海上の鳥を船上から調査していないため調査精度はそれ以前に比べて低下していると考えられる。2018年度は調査がなく、2019年度以降の調査²⁴⁾～²⁷⁾では調査対象範囲が干潟域に絞られ(図 5.2.13c)、海域のデータは参考として電子データで保存されていた。また、2009年度以降の調査時期は概ね5月、9月、1月で、調査頻度はさらに少なくなった¹³⁾～²⁷⁾。

表 5.2.6 北九州市による曾根干潟の鳥類調査実施日

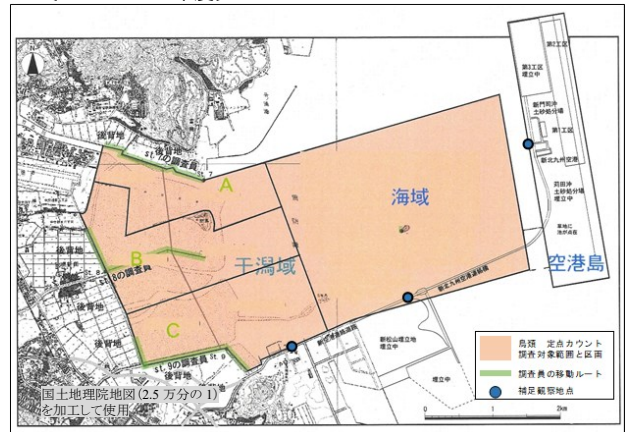
年度	調査月											
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1995					8/5	9/25				1/21	2/5	3/5
1996		5/16			8/2	9/25					2/5	
1997		5/22			8/4		10/3	11/14	12/15	1/29	2/26	3/16
1998		5/23			8/5			11/15	12/16	1/30		
1999		5/14			8/7		10/6		10/8	1/18		
2000	4/30				8/27		10/14			1/19		2/4
2001		5/19			8/28		10/13			1/23		
2002		5/20			8/29		10/14			2/26		
2003		5/7			8/3		10/30			1/29		
2004		5/25			8/4		10/31			2/13		
2005		5/9			8/7		10/7			2/1		
2006		5/10			8/8		10/8			2/3		
2007		5/14										
2008		5/16			8/13		10/7					2/9
2009		5/17			8/27		10/8					
2010	4/29	5/19			8/16		10/12	11/16	12/11	1/24	2/23	
2011	4/27	5/11			8/22		10/4	11/15	12/30	1/18	2/27	
2012	4/28	5/15			8/11		10/9	11/8	12/22	1/20	2/16	
2013	4/29				8/24					2/2		
2014		5/16			8/25					2/4		
2015		5/13				9/16				1/30		
2016		5/14				9/15				1/15		
2017		5/14				9/14				1/14		
2018		5/17				9/11				1/19		
2019		5/20				9/14				1/12		
2020		5/11				9/16				1/12		
2021		5/10				9/8				1/18		
2022		5/16					10/10			1/20		
2023		5/20					10/15			1/22		
2024		5/21				9/24				1/6		
2025		5/23				10/1				1/15		
2026		5/12				9/28				1/13		
2027		5/13				10/6				1/17		

文献 1)～11), 13)～27)および各電子データより。

a.[1995～2006年度]¹⁾



b.[2009～2017年度]²³⁾



c.[2019年度～]²⁴⁾

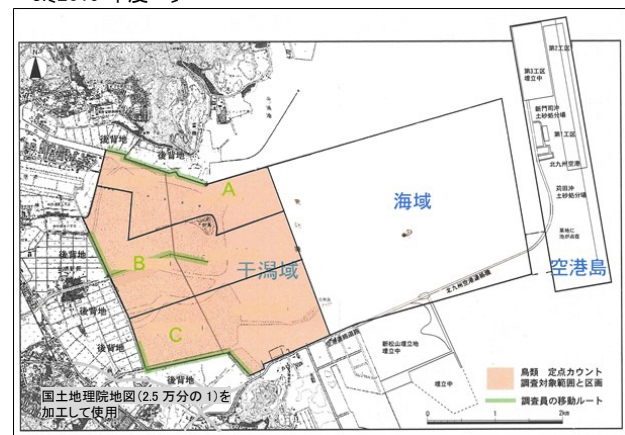


図 5.2.13 北九州市による曾根干潟の鳥類調査範囲

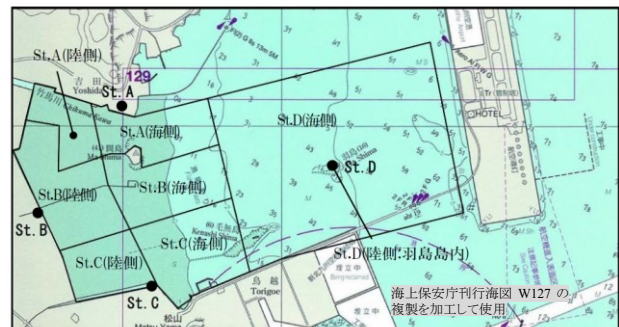


図 5.2.14 国土交通省による曾根干潟の鳥類調査範囲¹²⁾
(定点カウント)

注. St.D 陸側は羽島の島内(陸上)のみの調査で, St.A～Cは陸上定点から各枠内の区域を, St.Dは船による移動ルートから枠内の海域を調査している。

一方、国交省は曾根干潟およびその前面の空港島と挟まれた海域(図 5.2.14)で鳥類調査を 5 月, 8 月, 11 月, 2 月の年 4 回, 経年で実施しており, 1995 年度以降の干潟域と海域を合わせた種数および個体数の経年変化, 並びに絶滅危惧種など重要種の個体数の経年変化を公表している¹²⁾.

そこで, ここでは北九州市および国交省による干潟域および前面海域の調査結果を併せて概観し, 経年的特徴を整理した. なお, 以下に示す北九州市の図表については, 既存の報告書^{1)-11),13)-27)}および参考データとして保存されていた海域の結果をもとに再集計し, 作成したものである.

(1) 種類数・個体数の経年変化

曾根干潟域およびその前面海域(以下,「曾根」という)で確認された種類数は年間 44(国交省, 北九州市)~72 種(国交省)の範囲にあり(図 5.2.15), 全年度の平均では北九州市が 55 種, 国交省が 57 種でほぼ同じである. 経年変化をみると, 北九州市の調査では年間調査回数が 4 回以上から 3 回に減った 2009 年以降はそれ以前に比べて少ない傾向がみられる. 一方, 国交省の調査では 2009 年以降は数年単位での種類数の減少と増加の繰り返しがみられ変動幅も大きくなっているが,

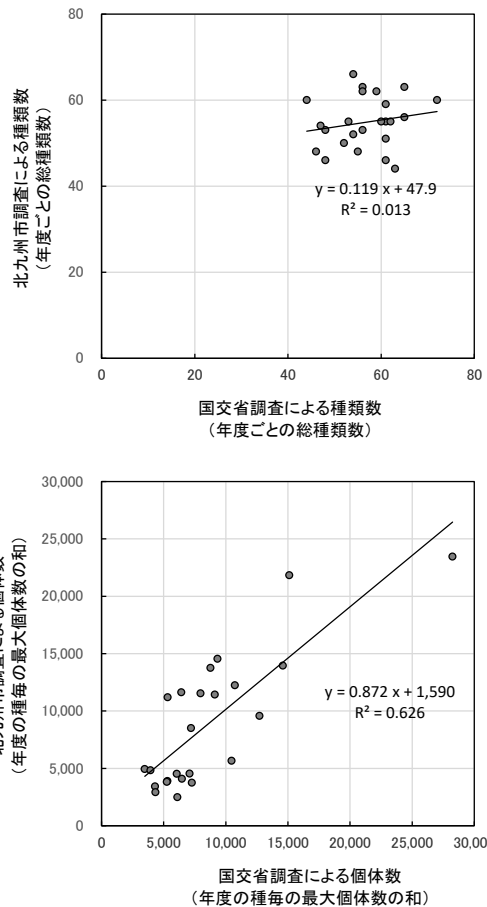


図 5.2.16 北九州市および国交省の鳥類データの相関 (上段: 年度別種類数, 下段: 年度別最大個体数)

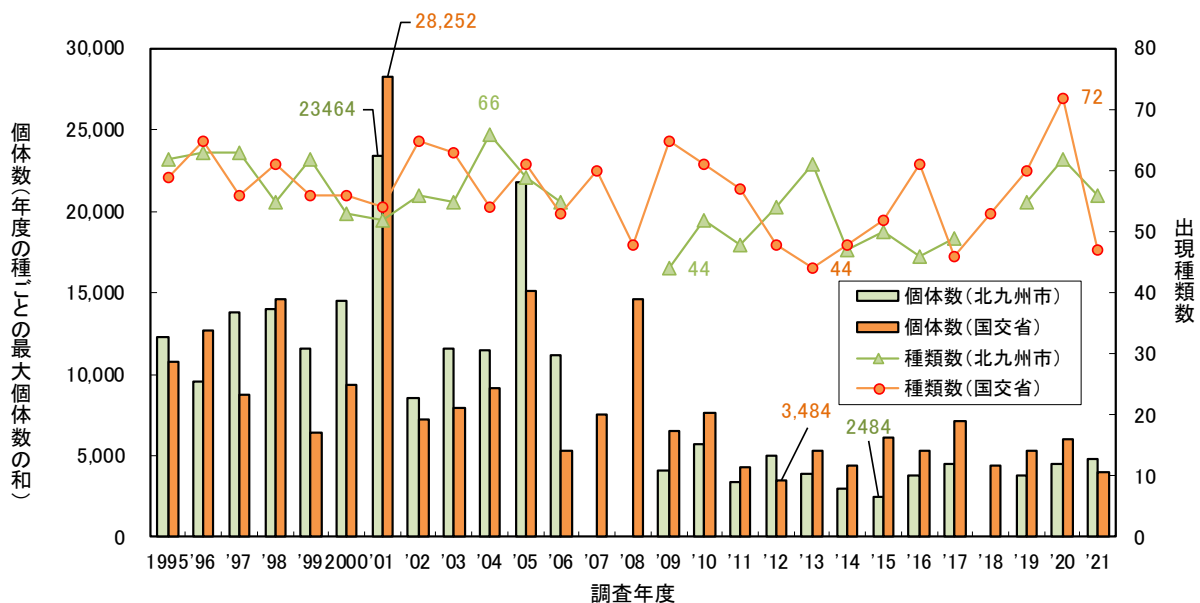


図 5.2.15 曾根干潟域・前面海域における鳥類の年度別種類数, 最大個体数の推移

2009 年度以降がそれ以前に比べて減少したといえるほど明瞭ではない。また、国交省と北九州市の各種類数のデータ間に相関関係はみられない(図 5.2.16 上段)。

種類別年間最大個体数の合計値の経年変化をみると(図 5.2.15), 約 2,500(北九州市)~28,000(国交省)個体の範囲にあり, 全年度の平均値は北九州市が約 8,900 個体, 国交省が 8,400 個体とほぼ同じである。両機関の調査ともに 2009 年度頃から減少している。国交省と北九州市の個体数のデータ間には相関がみられ(図 5.2.16 下段), 個体数増減の傾向は両機関の調査で概ね一致している。

以上の調査結果から, 鳥類の種類数については経年的に大きな変化はみられないものの, 個体数については 2009 年頃を境として少なくなったものと推察される。この要因としては, 表 5.2.7 に示すようにマガモ, ユリカモメ, ヒドリガモ等のわが国への鳥類の飛来数の減少のほか, 曾根地域への飛来数の減少, 飛来時期の変化などが考えられる。北九州市の調査については, これらのほか調査頻度の低下や海域調査における海上ルートの廃止に伴う調査精度の低下もその一要因として懸念される。ただし, 調査頻度については表 5.2.8 に示すように 1995~2006 年度の年 4 回以上の調査から年 3 回の調査を抽出して再集計しても減少種トップ 10 にほぼ差が

ないことから, 2009 年度以降の調査頻度の低下は鳥類の個体数の減少要因となっていないと考えられる。また, 曾根の鳥類調査を経年で同一の方法で実施してきた国交省の結果と個体数の動向が概ね一致していることから(図 5.2.15, 図 5.2.16 下段), 海上ルートの調査廃止の影響も小さいと考えられる。

(2) 鳥類の目別・渡り形態別個体数の経年変化および減少種, 増加種

北九州市調査による分類群(目)別個体数の推移をみると(図 5.2.17), 2009 年度以降はそれ以前に比べてガンカモ目とチドリ目の減少が著しいことが分かる。

減少した種としては, スズガモがトップで 1995 年度から 2006 年度の平均が約 3,600 個体だったものが 2009 年度から 2021 年度の平均は約 250 個体と激減している(表 5.2.7)。同じガンカモ類のマガモ, ヒドリガモ, オナガガモ, コガモも大幅に減少しているが, カルガモやツクシガモの減少幅は比較的小さい。減少量の多いトップ 8 まででは, どちらかという干潟よりは沖合を主な生息場とするガンカモ科とカモメ科に属する冬鳥が主体である(表 5.2.7)。カモメ科の主な減少種は, ユリカモメ, ウミネコ, カモメ, セグロカモメなどである。

2006 年度以前に出現していた 95 種のうち減少率

表 5.2.7 曾根干潟域・前面海域における鳥類減少種トップ 20 (北九州市調査) - 各年度全調査

順位	分類			渡り区分注1	最大個体数注2			減少率(%) c/a × 100	全国注3
	目	科	種		1995-2006	2009-2021	減少量 c=a-b		
					年度平均 a	年度平均 b			
1	ガンカモ目	ガンカモ科	スズガモ	冬鳥	3,633	252	3,381	93.1	→
2	ガンカモ目	ガンカモ科	マガモ	冬鳥	1,467	327	1,140	77.7	やや↓
3	チドリ目	カモメ科	ユリカモメ	冬鳥	1,101	178	923	83.8	急↓
4	ガンカモ目	ガンカモ科	ヒドリガモ	冬鳥	924	188	736	79.7	↓
5	ガンカモ目	ガンカモ科	オナガガモ	冬鳥	704	50	654	92.9	→
6	チドリ目	カモメ科	ウミネコ	留鳥	705	143	562	79.7	→
7	チドリ目	カモメ科	カモメ	冬鳥	422	98	324	76.8	やや↓
8	チドリ目	カモメ科	セグロカモメ	冬鳥	283	76	207	73.1	→
9	スズメ目	ヒヨドリ科	ヒヨドリ	留鳥	175	5	170	97.1	→
10	チドリ目	シギ科	オオソリハシシギ	旅鳥	312	172	140	44.9	↑
11	チドリ目	シギ科	チュウシャクシギ	旅鳥	451	313	138	30.6	↑
12	ガンカモ目	ガンカモ科	カルガモ	留鳥	512	382	130	25.4	やや↓
13	ガンカモ目	ガンカモ科	ツクシガモ	冬鳥	363	246	117	32.2	↑
14	ガンカモ目	ガンカモ科	ホシハジロ	冬鳥	115	3	112	97.4	↓
15	チドリ目	シギ科	キアシシギ	旅鳥	142	47	95	66.9	→
16	ペリカン目	サギ科	コサギ	留鳥	94	16	78	83.0	大↓
17	ガンカモ目	ガンカモ科	コガモ	冬鳥	80	11	69	86.3	→
18	カイツブリ目	カイツブリ科	ハジロカイツブリ	冬鳥	70	8	62	88.6	大↑
19	チドリ目	チドリ科	シロチドリ	留鳥	121	62	59	48.8	激↓
20	チドリ目	カモメ科	コアジサシ	夏鳥	62	3	59	95.2	→

注1: 渡り区分は、「福岡県の希少野生生物 - 福岡県レッドデータブック2011 植物群落・植物・哺乳類・鳥類 -」(福岡県, 2011)における「福岡県鳥類目録」に従った。

注2: 各年度全調査の最大値。

注3: 全国鳥類越冬分布調査報告 2016-2022年(https://bird-atlas.jp/news/wba.pdf)による越冬個体数またはメッシュ数の1980年代と2010年代を比較したときの増減。↑: 増加 ↓: 減少 →: 横ばい

表 5.2.8 曾根干潟域・前面海域における鳥類減少種トップ 20 (北九州市調査) - 各年度 3 回調査

順位	分類			渡り区分注1	最大個体数注2			減少率(%) c/a × 100	全国注3
	目	科	種		1995-2006	2009-2021	減少量 c=a-b		
					年度平均 a	年度平均 b			
1	ガンカモ目	ガンカモ科	スズガモ	冬鳥	3,569	252	3,317	92.9	→
2	ガンカモ目	ガンカモ科	マガモ	冬鳥	1,312	327	985	75.1	やや↓
3	ガンカモ目	ガンカモ科	ヒドリガモ	冬鳥	889	188	701	78.9	↓
4	チドリ目	カモメ科	ユリカモメ	冬鳥	839	178	661	78.8	急↓
5	チドリ目	カモメ科	ウミネコ	留鳥	620	143	477	76.9	→
6	ガンカモ目	ガンカモ科	オナガガモ	冬鳥	500	50	450	90.0	→
7	チドリ目	カモメ科	カモメ	冬鳥	368	98	270	73.4	やや↓
8	チドリ目	カモメ科	セグロカモメ	冬鳥	256	76	180	70.3	→
9	スズメ目	ヒヨドリ科	ヒヨドリ	留鳥	175	5	170	97.1	→
10	チドリ目	シギ科	チュウシャクシギ	旅鳥	425	313	112	26.4	↑
11	ガンカモ目	ガンカモ科	ツクシガモ	冬鳥	346	246	100	28.9	↑
12	チドリ目	シギ科	オオソリハシシギ	旅鳥	267	172	95	35.6	↑
13	ガンカモ目	ガンカモ科	ホシハジロ	冬鳥	85	3	82	96.5	↓
14	チドリ目	カモメ科	キアシシギ	旅鳥	118	47	71	60.2	→
15	ガンカモ目	ガンカモ科	コガモ	冬鳥	72	11	61	84.7	→
16	コウノトリ目	サギ科	コサギ	留鳥	74	16	58	78.4	大↓
17	ガンカモ目	ガンカモ科	コアジサシ	夏鳥	61	3	58	95.1	→
18	ガンカモ目	ガンカモ科	カルガモ	留鳥	438	382	56	12.8	やや↑
19	カイツブリ目	カイツブリ科	ハジロカイツブリ	冬鳥	59	8	51	86.4	大↑
20	スズメ目	カラス科	ミヤマガラス	冬鳥	46	4	42	91.3	↑

注1: 渡り区分は、「福岡県の希少野生生物 - 福岡県レッドデータブック2011 植物群落・植物・哺乳類・鳥類 -」(福岡県, 2011)における「福岡県鳥類目録」に従った。

注2: 各年3回調査(4月または5月, 9月または10月, 1または2月)の最大値。

注3: 全国鳥類越冬分布調査報告 2016-2022年(https://bird-atlas.jp/news/wba.pdf)による越冬個体数またはメッシュ数の1980年代と2010年代を比較したときの増減。↑: 増加 ↓: 減少 →: 横ばい

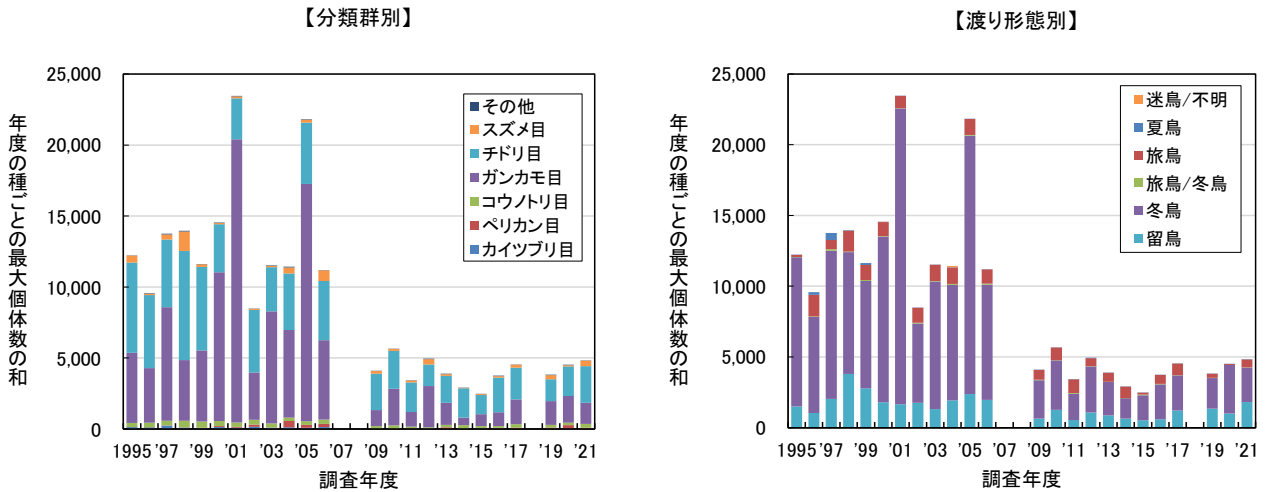


図 5.2.17 曾根干潟域・前面海域における鳥類の年度別最大個体数の推移と分類群別・渡り形態別内訳 (北九州市調査)

75%以上と大幅に減少した種は 45 種で、減少率 25%以上の種は 69 種にも上る(図 5.2.18).

一方、25%以上増加した種類数(減少率(%): $-25 >$)は 17 種、25%未満の増加種(減少率(%): $0 \sim 25$)の 3 種を含めても 20 種類と少ない(図 5.2.18). 増加した各鳥類の増加量も少なく、増加量トップ1のハマシギでさえも、2006 年以前の平均 462 個体から 2009 年以降の平均 500 個体と僅か 38 個体の増加で、ほぼ変化していないといえる(表 5.2.9). なお、ハマシギは全国的に減少している種であるが²⁸⁾、曾根ではその影響が比較的小さいと考えられる.

以上の結果から、曾根に飛来する鳥類の個体数は、1995～2006 年と 2009～2021 年を比べると、ガンカモ類、カモ類の減少により、少なくなっていると考えられる.

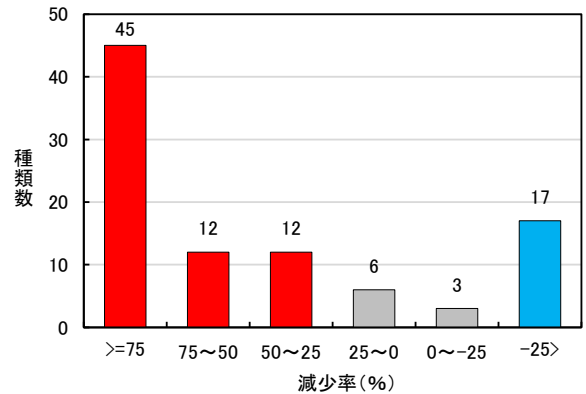


図 5.2.18 曾根干潟域・前面海域における鳥類の減少率別種類数(北九州市調査)

表 5.2.9 曾根干潟域・前面海域における鳥類増加種トップ 10 (北九州市調査)

順位	分類			渡り区分 注1	最大個体数 ^{注2}			増加率 (%) $c/a \times 100$	全国 ^{注3}
	目	科	種		1995-2006 年度平均 a	2009-2021 年度平均 b	増加量 $c=b-a$		
1	チドリ目	シギ科	ハマシギ	冬鳥	462	500	38	8.2	↓
2	スズメ目	カラス科	ハシボソガラス	留鳥	89	123	34	38	↓
3	チドリ目	チドリ科	ダイゼン	冬鳥	46	66	20	43	→
4	チドリ目	カモ科	ズグロカモメ	冬鳥	241	260	19	8	↓
5	スズメ目	ハタオリドリ科	スズメ	留鳥	1.0	11	10	992	↑
6	ペリカン目	トキ科	クロツラヘラサギ	冬鳥	0.3	6.2	6	1750	急↑
7	スズメ目	(ウグイス亜科)	オオヨシキリ	夏鳥	0.2	2.5	2	1400	→
8	スズメ目	アトリ科	カワラヒワ	留鳥	0.6	2.1	2	257	→
9	スズメ目	セキレイ科	ハクセキレイ	留鳥	3.1	4.2	1	35	→
10	ペリカン目	トキ科	ヘラサギ	冬鳥	0.1	1.1	1	1200	↑

注1: 渡り区分は、「福岡県の希少野生生物—福岡県レッドデータブック2011 植物群落・植物・哺乳類・鳥類—」(福岡県, 2011)における『福岡県鳥類目録』に従った。
 注2: 各年度全調査の最大値。
 注3: 全国鳥類越冬分布調査報告 2016-2022年 (<https://bird-atlas.jp/news/wba.pdf>)による越冬個体数またはメッシュ数の1980年代と2010年代を比較したときの増減。↑: 増加 ↓: 減少 →: 横ばい

(3) 重要種の経年変化

北九州市および国交省の調査による重要種^{注1)}の年度別最大個体数の経年変化を表 5.2.10 に示す。これらのうち、主な種^{注2)}推移を図 5.2.19 に示す。

曾根に飛来する期間が比較的短い夏鳥、旅鳥では、北九州市が年 4 回以上行っている 2006 年度以前の結果は国交省の年 4 回の調査結果と大きな差がみられ、変動パターンもあまり一致していない(図 5.2.19(1))。つまり、夏鳥、旅鳥については、調査時期や調査頻度の差が両調査機関の個体数の調査結果に影響している可能性がある。

比較的滞在期間の長い冬鳥については(図 5.2.19(2))、ホオジロガモの 2000 年度以前やカンムリカイツブリの結果を除くと、両機関の個体数レベルや経年での増加・減少傾向は概ね一致している。特に、ツクシガモ、ハマシギ、ダイシャクシギの 3 種の個体数の推移は類似しており、結果の信頼性は高いと考えられる。ツクシガモについては、2014 年度以降はそれ以前に比べてやや少ない傾向がみられる。本種は全国的には近年増加している²⁸⁾。ハマシギは、前述のように全国的に近年減少しているが²⁸⁾、曾根では 2011～2014 年度にやや減少したものの、2016 年度以降増加し 400～1,000 個体の高位で推移している。ダイシャクシギは、全国的には 1980 年代に比べて 2010 年代は記録メッシュ数が増加したとのことである²⁸⁾。曾根では、2008、2009 年度のように突如増加した年もあるが、2000 年代は減少傾向、2010 年度以降は 70～80 個体で横ばいである。クロツラヘラサギは、全国的には近年増加している²⁸⁾。本種は北九州市と国交省の個体数に差があるものの、2013 年度以降は増加傾向にあり、全国的な傾向と一致している(図 5.2.19(2))。

年間を通してこの地域に生息している留鳥のシロチドリは全国的には近年激減、同じく留鳥のミサゴは近年分布を拡大している²⁸⁾。しかし曾根では、シロチドリは年による変動が大きいものの個体数の減少はみられていない。ミサゴについては 5～15 個体で増加や減少傾向はなく、全国とは動向が異なるようである(図 5.2.19(2))。

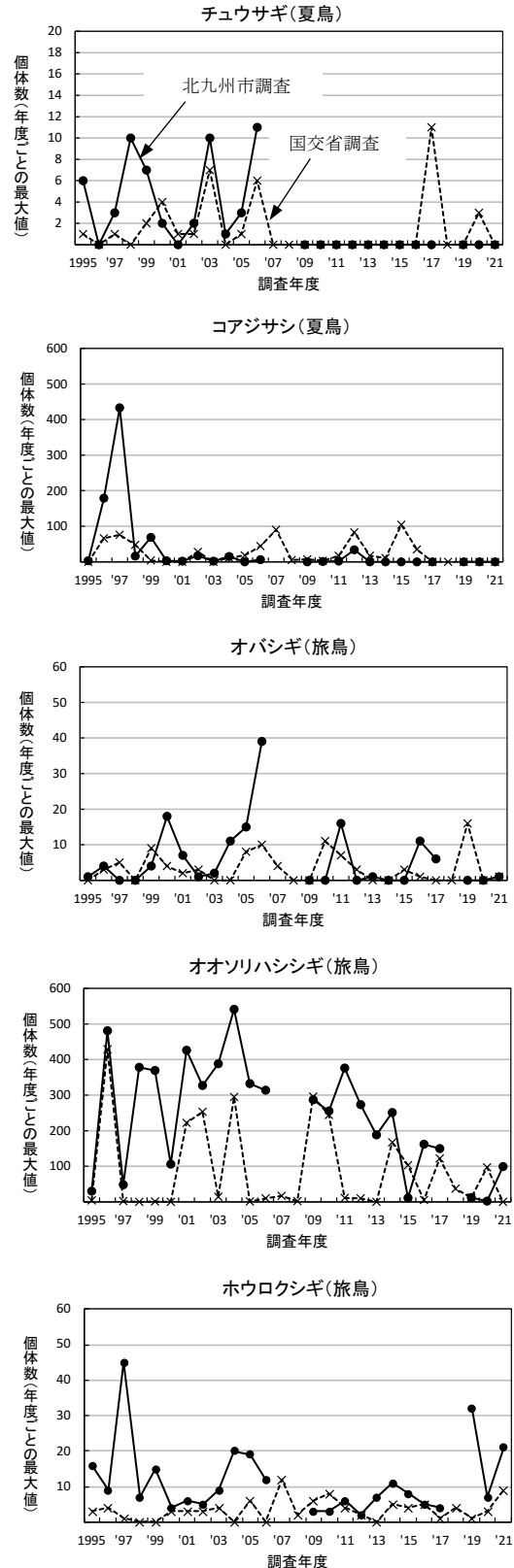


図 5.2.19(1) 曾根干潟域・前面海域における鳥類重要種の年度別最大個体数の推移 (北九州市・国土交通省調査)

注1) 重要種: 国交省資料¹²⁾で当時選定された種(選定基準は表 5.2.10 の脚注参照)に北九州市による確認個体数のデータを追加した。そのため、重要種とそのカテゴリーは、その後更新された「種の保存法」, 「福岡県レッドデータブック 2024」とは必ずしも一致しない。
注2) 2021 年度までの最大個体数が 10 個体以上かつ 10 回以上の年度で確認された種。

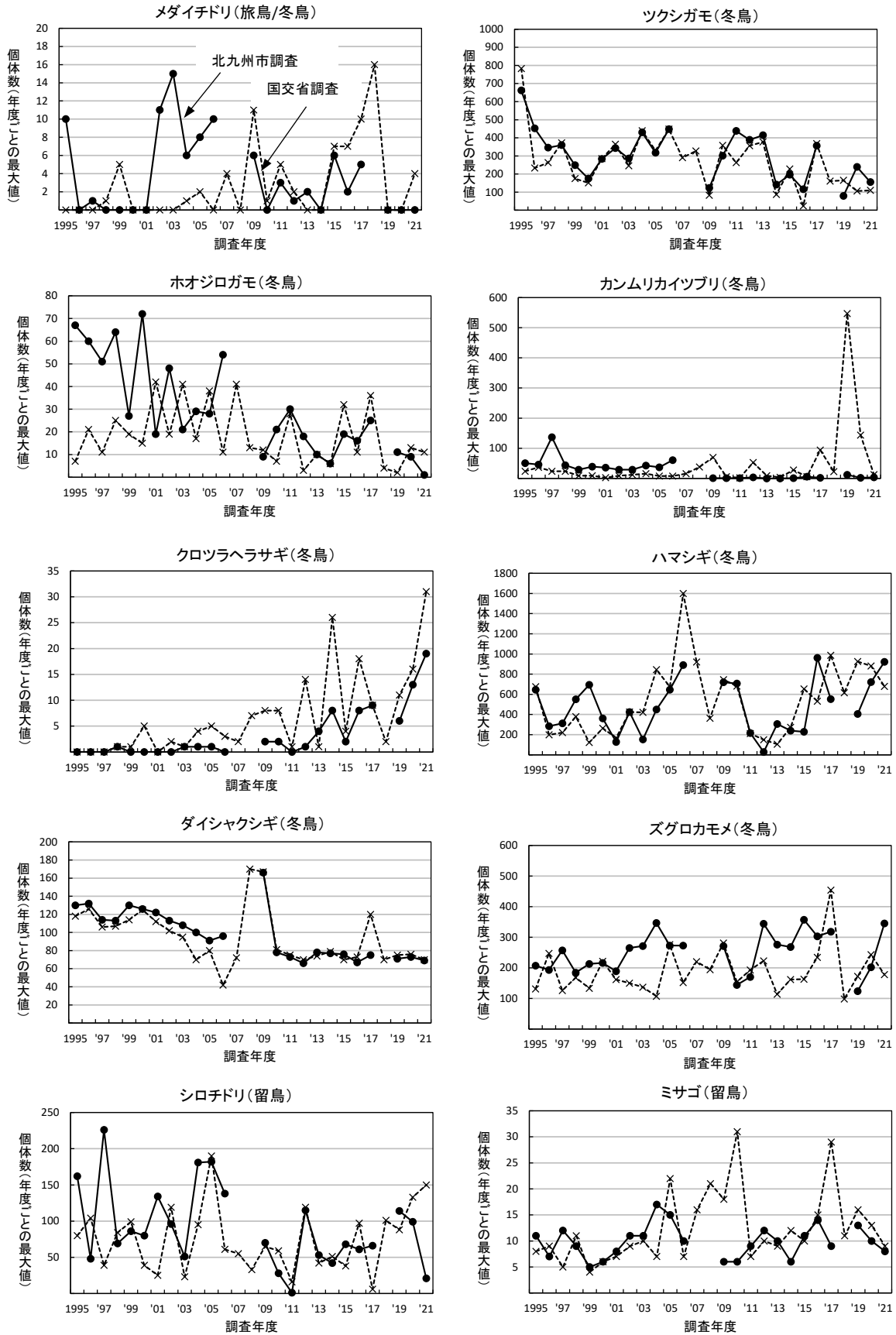


図 5.2.19(2) 曽根干潟域・前面海域における鳥類重要種の年度別最大個体数の推移
(北九州市・国交省調査)

(4) シギ・チドリ類の経年変化

シギ・チドリ類は、干潟のゴカイ、エビ・カニ類等底生生物を主な餌とするものが多く、餌場環境の指標にもなりえる。そこで、ここではシギ・チドリ類の経年変化について考察する。

シギ類、チドリ類としてそれぞれシギ科、チドリ科の種別個体数の年度別最大値の合計の推移を図 5.2.20 に示す。シギ類は、2009 年度以降、それ以前よりやや少ない傾向にある。チドリ類は 1995 年以降概ね横ばいで推移している。

チドリ類の主な種であるシロチドリおよびダイゼンの各年度調査の最大値と、調査精度を経年で統一した各年度 3 回の調査(4 月または 5 月、9 月または 10 月、1 月または 2 月)の最大値の推移を併せて図 5.2.21 に示す。各年度 3 回調査最大値の推移でみると、両種とも 1995 年以降概ね横ばいである。

シギ類の主な種の個体数の経年変化を図 5.2.22 に示す。これらのうち、トウネン、オバシギ、ソリハシギは 2006 年度から調査データのない 2007、2008 年度を挟んで 2009 年度に激減し、その後増加、さらに 2019 年度以降減少した種である。全国的にはトウネンの個体数は減少傾向、ソリハシギは横ばいとのことであり²⁸⁾、トウネンについては全国的な飛来数の減少の影響も考えられる。

キアシシギ、ホウロクシギは 2009 年度に減少した後少なかったが、2017~2019 年度以降は回復の兆しがみえる。両種ともに全国的な個体数の変化はみられていない²⁸⁾。

ハマシギは、全国的には 2000 年以降減少傾向にあるが²⁸⁾、曾根では前述のとおり年度による変動が大きいものの減少傾向はみられていない。

アオアシシギ、オオソリハシギ、ダイシャクシギ、チュウシャクシギは、2000 年度前後から減少傾向にある。このうち、ダイシャクシギは 2009 年度に急増した後、横ばいで推移している。これらの種は 2009 年度からの調査頻度の減少の影響はあまり受けておらず、飛来数の減少と考えられる。一方、全国的には 1980 年代に比べて 2010 年代は、アオアシシギ、オオソリハシギ、ダイシャクシギは記録メッシュ数の増加、チュウシャクシギは本

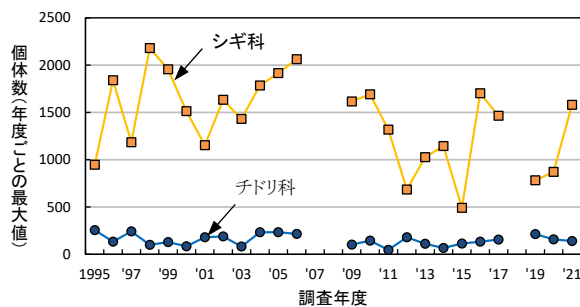


図 5.2.20 曾根干潟域・前面海域におけるシギ類、チドリ類の個体数の経年変化(北九州市調査)

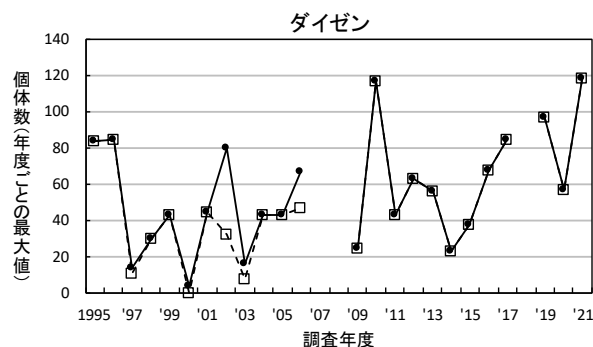
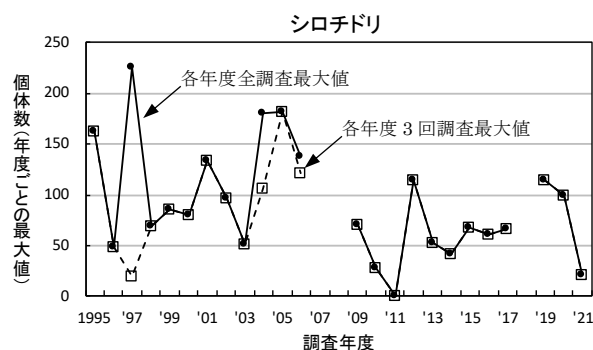


図 5.2.21 曾根干潟域・前面海域における主なチドリ類の種別個体数の経年変化(北九州市調査)

土部で記録メッシュ数が増加しており²⁸⁾、曾根での減少傾向と動向が異なる。今後、注視していく必要がある。

以上のように、シギ・チドリ類の個体数の推移は、種別にみるとそれぞれ増減があり異なっているものの、全体では概ね横ばいで推移しており、シギ・チドリ類の個体数に大きく影響するほどの餌生物の変化は起きていないものと推察される。

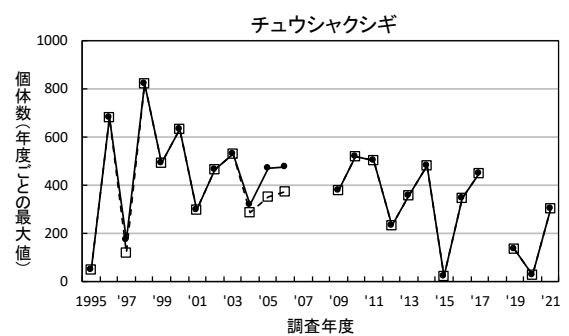
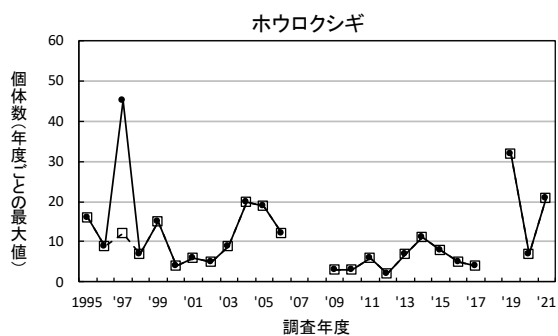
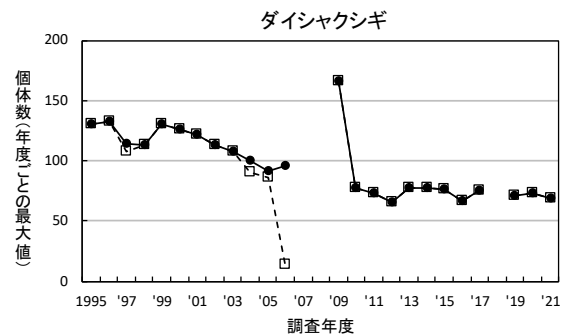
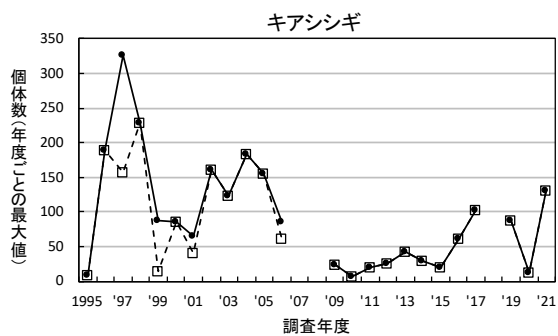
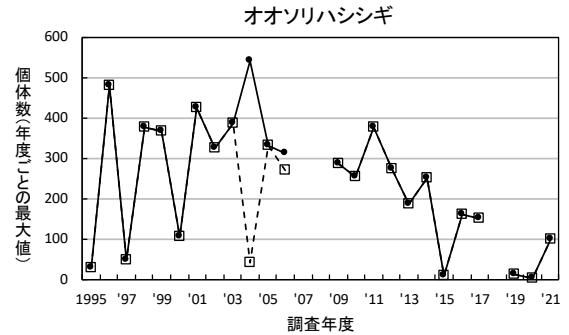
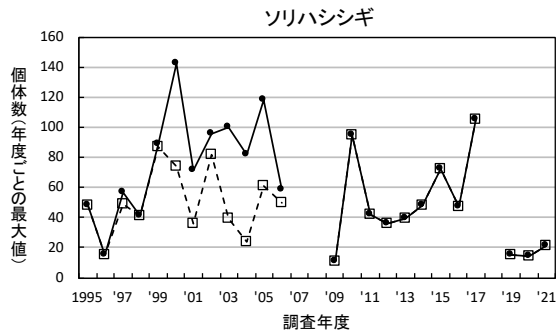
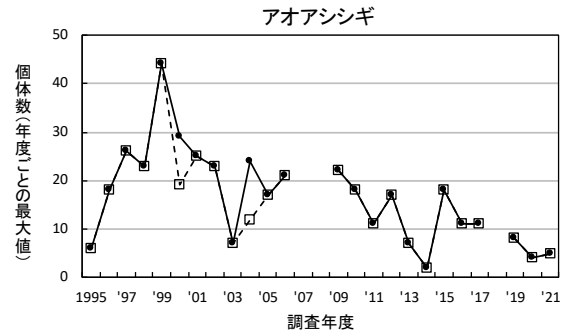
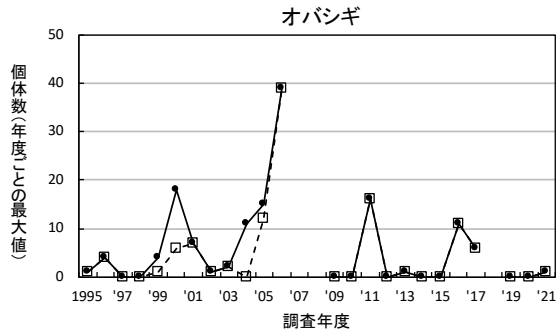
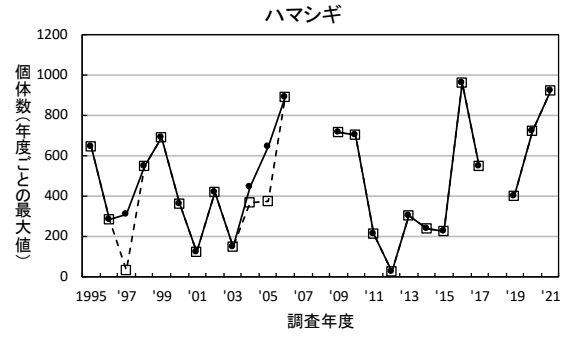
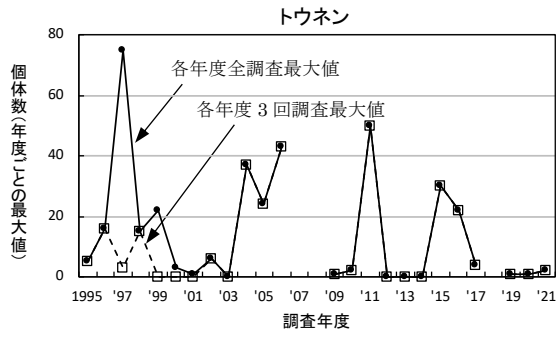


図 5.2.22 曾根干潟域・前面海域における主なシギ類の種別個体数の経年変化(北九州市調査)

(5) 博多湾の鳥類飛来状況との比較

博多湾では、湾内の主な鳥類飛来地(図 5.2.23)で鳥類調査が毎年3月～翌年2月に月1回(6～8月, 10月を除く), 経年で実施されている²⁹⁾. 調査項目は, 鳥類の種類, 種別個体数, 分布である. 調査対象地区のうち埋立地周辺地区には砂泥質の和白白干潟(約80ha³⁰⁾)および泥質の多々良川河口干潟(約32ha³⁰⁾)が含まれる. また, 博多湾西部地区には泥質の今津干潟(瑞梅寺川河口の干潟で約80ha), 砂質の室見川河口干潟(約26ha³⁰⁾)および大濠公園(水面積約21ha³¹⁾)が含まれる.

この調査結果によると, 博多湾の埋立地周辺地区および西部地区に飛来する鳥類の種類数はそれぞれ100～130種, 個体数は約7,000～15,000個体で, 曾根の2倍ほどである. いずれも2001年度以降概ね横ばいで推移している(図 5.2.24).

潜水が得意な海ガモ類は, 海底の底生動物や植物を餌とする雑食性である. 博多湾では, 個体数の多いホシハジロほか, スズガモ, キンクロハジロの近年の増加を受けて増加傾向にある(図 5.2.25). 一方, 曾根ではホシハジロ, スズガモの2種は近年減少している. 特に曾根での減少が著しいスズガモは全国的な減少傾向はみられておらず²⁸⁾, 曾根での特徴的な減少と考えられる(図 5.2.26). また, 海ガモ類の個体数(図 5.2.25)は, 博多湾では2013年度以降8,000個体を超え近年増加傾向にあるが, 曾根ではその10分の1の800個体未満と少ない状況にある(図 5.2.26).

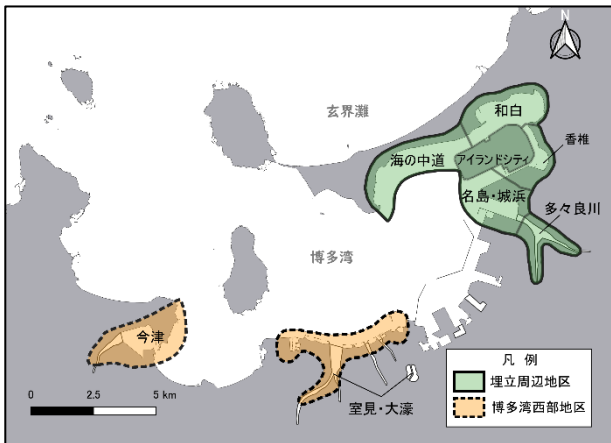


図 5.2.23 博多湾における鳥類調査範囲³⁰⁾

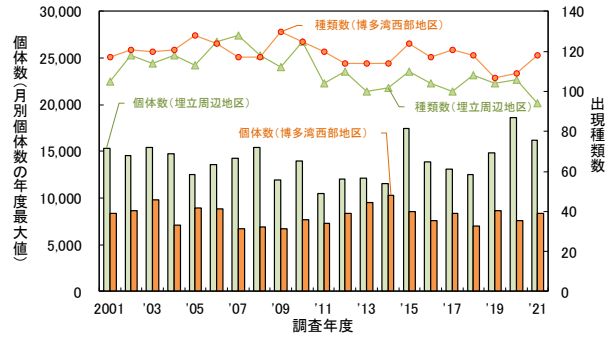


図 5.2.24 博多湾における鳥類の種類数および個体数の推移²⁹⁾

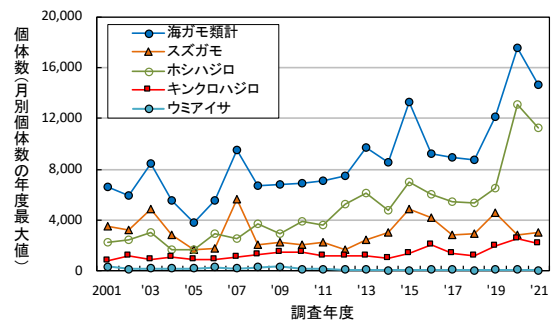


図 5.2.25 博多湾における海ガモ類および主な海ガモ類の個体数の推移²⁹⁾

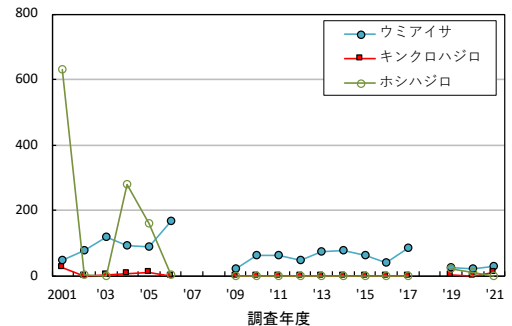
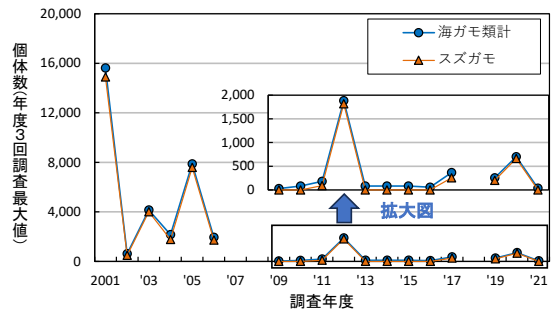


図 5.2.26 曾根干潟域・前面海域における海ガモ類および主な海ガモ類の個体数の推移(北九州市調査)

潜水が不得意で餌としては植物を好む陸ガモ類(図 5.2.27)は、博多湾では陸ガモ類の中でも最も個体数の多いヒドリガモの推移を反映して減少傾向にある。そのほか、ヒドリガモに比べると個体数は少ないもののハシビロガモ、ツクシガモ、ヨシガモも減少傾向にある(図 5.2.27)。これらのうち、ヒドリガモは曾根でも大きく減少しているほか(図 5.2.28)、全国的にも 2007 年度以降減少傾向にある(表 5.2.7)²⁸⁾。また、環境省のレッドリストで絶滅危惧Ⅱ類、福岡県のレッドデータブックで準絶滅危惧となっているツクシガモは曾根では増減しながらも近年は減少しており(図 5.2.28)、今後、動向を注視すべき種である。そのほか、博多湾で減少しているハシビロガモ、ヨシガモの曾根への飛来数は 100 個体以下と僅かであり、ハシビロガモについては減少している。

シギ・チドリ類は、博多湾では個体数の最も多いハマシギの個体数を反映して減少傾向にある(図 5.2.29)。そのほか、トウネン、シロチドリ、チュウシャクシギ、キアシシギなども近年は多いときの 3~2 分の 1 程度と低位で推移している。一方、曾根では、全国的に減少しているハマシギ、トウネン、シロチドリ²⁸⁾は概ね横ばい、全国的に個体数にあまり変化のないキアシシギ、ソリハシギ、オオソリハシギ、チュウシャクシギ²⁸⁾は近年少ない傾向にある(図 5.2.30)。

以上のように、曾根に飛来する鳥類の近年の個体数の動向は、マガモ、ヒドリガモが博多湾や全国と同様に減少していることを除けば、種によってまちまちであり(表 5.2.11)、地域固有の環境条件と種の特性的の違いが鳥類の飛来数に影響している可能性が示唆される。

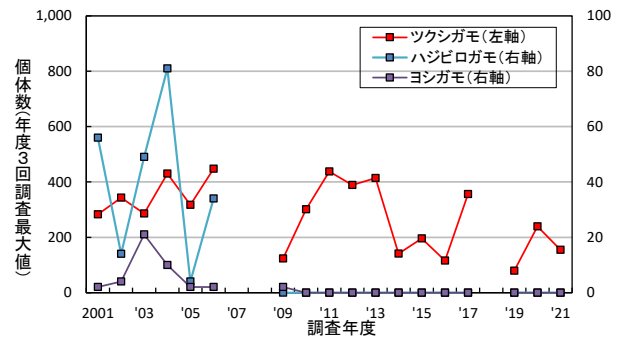
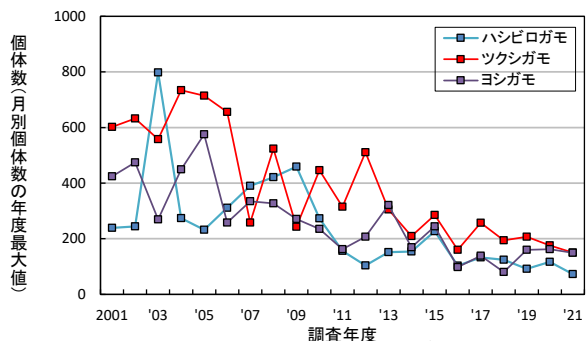
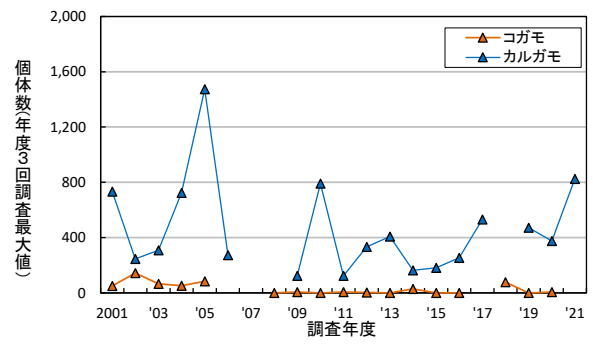
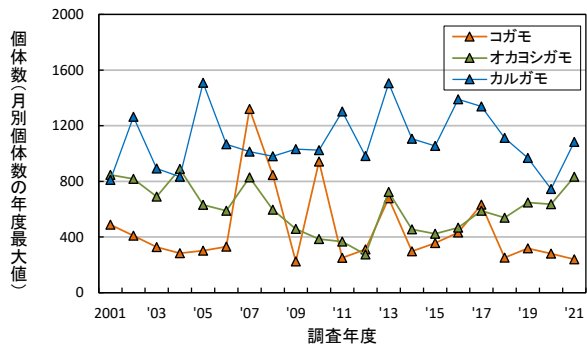
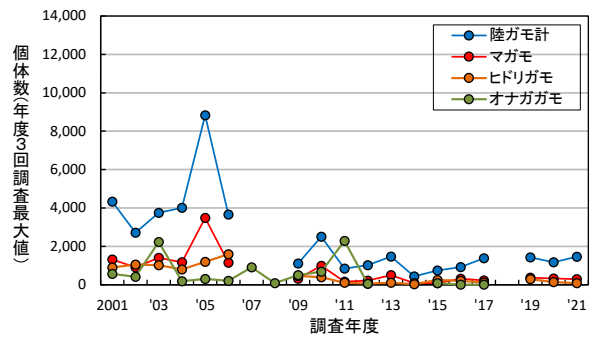
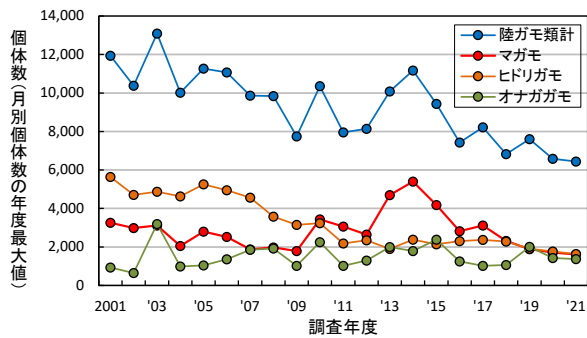


図 5.2.27 博多湾における陸ガモ類および主な陸ガモ類の個体数の推移²⁹⁾

図 5.2.28 曾根干潟域・前面海域における陸ガモ類および主な陸ガモ類の個体数の推移(北九州市調査)

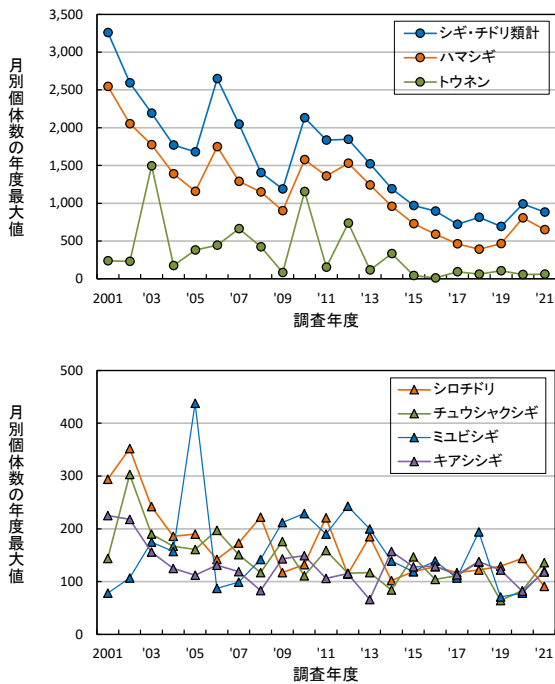


図 5.2.29 博多湾におけるシギ・チドリ類および
主なシギ・チドリ類の個体数の推移²⁹⁾

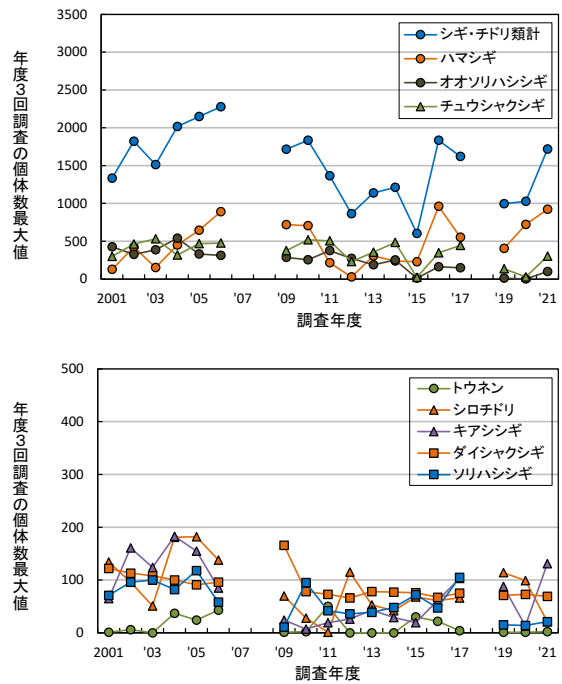


図 5.2.30 曾根干潟域・前面海域におけるシギ・チドリ類および
主なシギ・チドリ類の個体数の推移（北九州市調査）

表 5.2.11 曾根・博多湾・全国におけるカモ類、シギ・チドリ類の近年の個体数の動向

No.	分類			渡り区分 注1	近年の個体数の動向		
	目	科	種		↑:増加 ↓:減少 →:横ばい 空欄:不明または変化なし		
					曾根 ^{注2}	博多湾 ^{注3}	全国 ^{注4}
1	ガンカモ目	ガンカモ科	ツクシガモ	冬鳥	→/↓	↓	↑
2	ガンカモ目	ガンカモ科	マガモ	冬鳥	↓	↓	やや↓
3	ガンカモ目	ガンカモ科	カルガモ	留鳥	→	→	やや↑
4	ガンカモ目	ガンカモ科	コガモ	冬鳥	↓	→	→
5	ガンカモ目	ガンカモ科	ヨシガモ	冬鳥	→	↓	→
6	ガンカモ目	ガンカモ科	オカヨシガモ	冬鳥		→	↑
7	ガンカモ目	ガンカモ科	ヒドリガモ	冬鳥	↓	↓	↓
8	ガンカモ目	ガンカモ科	オナガガモ	冬鳥	↓	→	→
9	ガンカモ目	ガンカモ科	ハシビロガモ	冬鳥	↓	↓	→
10	ガンカモ目	ガンカモ科	ホシハジロ	冬鳥	↓	↑	↓
11	ガンカモ目	ガンカモ科	キンクロハジロ	冬鳥	→	↑	↓
12	ガンカモ目	ガンカモ科	スズガモ	冬鳥	↓	↑	→
13	ガンカモ目	ガンカモ科	ウミアイサ	冬鳥		→	→
14	チドリ目	チドリ科	シロチドリ	留鳥	→	↓	激↓
15	チドリ目	シギ科	トウネン	旅鳥/冬鳥	→	↓	↓
16	チドリ目	シギ科	ハマシギ	冬鳥	→	↓	↓
17	チドリ目	シギ科	ミユビシギ	冬鳥		→	→
18	チドリ目	シギ科	キアシシギ	旅鳥	↓	↓	→
19	チドリ目	シギ科	ソリハシシギ	旅鳥	↓		→
20	チドリ目	シギ科	オオソリハシシギ	旅鳥	↓		→
21	チドリ目	シギ科	チュウシャクシギ	旅鳥	↓	↓	→

注1: 渡り区分は、「福岡県の希少野生生物 - 福岡県レッドデータブック2011 植物群落・植物・哺乳類・鳥類 -」(福岡県, 2011)における『福岡県鳥類目録』に従った。

注2: 図5.2.21, 図5.2.22, 図5.2.26, 図5.2.28, 図5.2.30, 表5.2.7からの読み取り。

注3: 図5.2.25, 図5.2.27, 図5.2.29からの読み取り。

注4: 全国鳥類越冬分布調査報告 2016-2022年 (<https://bird-atlas.jp/news/wba.pdf>) による越冬個体数の増減。

(6) まとめ

曾根干潟および前面海域に飛来する鳥類の 1995～2021 年度の動向を既存資料をもとに整理した結果、以下のことが明らかとなった。

- ・鳥類の出現種類数は北九州市および国交省の調査で年間 44～72 種の範囲で推移し、全年度の両機関の平均は約 56 種であり、経年的に大きな変化はみられていない。
- ・種別年間最大個体数の合計値は北九州市および国交省の調査で約 2,500～28,000 個体の範囲で推移し、全年度の両機関の平均は約 8,650 個体であった。
- ・個体数は近年減少しており、ガンカモ目ガンカモ科、チドリ目カモメ科に属する冬鳥の減少が著しい。
- ・減少したガンカモ科としては、トップのスズガモほか、マガモ、ヒドリガモ、オナガガモ、コガモなど、カモメ科としてはユリカモメ、ウミネコ、カモメ、セグロカモメなどである。
- ・重要種のうち、ツクシガモ、ダイシャクシギの個体数は減少傾向、ハマシギは横ばい、クロツラヘラサギは増加傾向がみられた。全国的に近年激減しているシロチドリは横ばいであった。
- ・干潟の底生動物を主な餌とするシギ・チドリ類の個体数の増減は種によって異なっており、全体では横ばいで、シギ・チドリ類の個体数に影響するほどの餌場環境の変化は起こっていないものと推察された。
- ・曾根に飛来する鳥類の近年の個体数の動向を博多湾および全国と比較したところ、マガモ、ヒドリガモが博多湾や全国と同様に減少していたことを除けば、種によってまちまちであり、地域固有の環境条件と種の特性の違いが鳥類の飛来数に影響している可能性が示唆された。

(高比良)

参考文献

- 1) (財)九州環境管理協会:平成 8 年度曾根干潟環境調査(定点観測調査・日中ズグロカモメ共同調査)業務委託報告書(平成 9 年 3 月),北九州市,1997.
- 2) (財)九州環境管理協会:平成 9 年度曾根干潟環境調査(定点観測調査・ズグロカモメ個体数調査)業務委託報告書(平成 10 年 3 月),北九州市,1998.
- 3) (財)九州環境管理協会:平成 10 年度曾根干潟環境調査(定点観測調査)業務委託報告書(平成 11 年 3 月),北九州市,1999.
- 4) (財)九州環境管理協会:平成 11 年度曾根干潟環境調査(定点観測調査)業務委託報告書(平成 12 年 3 月),北九州市,2000.
- 5) (財)九州環境管理協会:平成 12 年度曾根干潟環境調査業務委託報告書(平成 13 年 3 月),北九州市,2001.
- 6) (財)九州環境管理協会:平成 13 年度曾根干潟生物等環境調査業務委託報告書(平成 14 年 3 月),北九州市,2002.
- 7) (財)九州環境管理協会:平成 14 年度曾根干潟生物等環境調査業務委託報告書(平成 15 年 3 月),北九州市,2003.
- 8) (財)九州環境管理協会:平成 15 年度曾根干潟生物等環境調査業務委託報告書(平成 16 年 3 月),北九州市,2004.
- 9) (財)九州環境管理協会:平成 16 年度曾根干潟生物等環境調査業務委託報告書(平成 17 年 3 月),北九州市,2005.
- 10) (財)九州環境管理協会:平成 17 年度曾根干潟環境調査(鳥類調査)業務委託報告書(平成 18 年 3 月),北九州市,2006.
- 11) (財)九州環境管理協会:平成 18 年度曾根干潟環境調査(鳥類調査)業務委託報告書(平成 19 年 3 月),北九州市,2007.
- 12) 国土交通省九州地方整備局:新門司沖埋立事業新門司沖土砂処分場(Ⅱ期)公有水面埋立事業環境監視結果報告書(令和 3 年度分).
https://www.pa.qsr.mlit.go.jp/kitakyusyu/topics/kansi_houkokusho_r4.html(参照 2025 年 4 月 28 日)
- 13) いであ(株):平成 21 年度曾根干潟環境調査業務(鳥類調査)委託報告書(平成 22 年 3 月),北九州市,2010.
- 14) いであ(株):平成 22 年度曾根干潟環境調査業務(鳥類調査)委託報告書(平成 23 年 3 月),北九州

- 市, 2011.
- 15) いであ(株):平成 23 年度曾根干潟環境調査(鳥類春期調査)業務委託報告書(平成 23 年 6 月), 北九州市, 2011.
 - 16) いであ(株):平成 23 年度曾根干潟環境調査(鳥類秋・冬期調査)業務委託報告書(平成 24 年 3 月), 北九州市, 2012.
 - 17) いであ(株):平成 24 年度曾根干潟環境調査業務(鳥類調査)委託報告書(平成 25 年 3 月), 北九州市, 2013.
 - 18) いであ(株):平成 25 年度曾根干潟環境調査(鳥類調査)業務委託報告書(平成 26 年 3 月), 北九州市, 2014.
 - 19) 環境テクノス(株):平成 26 年度曾根干潟環境調査(鳥類調査)業務委託報告書(平成 27 年 3 月), 北九州市, 2015.
 - 20) 環境テクノス(株):平成 27 年度曾根干潟環境調査(春期鳥類調査)業務委託報告書(平成 27 年 6 月), 北九州市, 2015.
 - 21) 環境テクノス(株):平成 27 年度曾根干潟環境調査(秋・冬期鳥類調査)業務委託報告書(平成 28 年 3 月), 北九州市, 2016.
 - 22) 環境テクノス(株):平成 28 年度曾根干潟環境調査(鳥類調査)業務委託報告書(平成 29 年 3 月), 北九州市, 2017.
 - 23) 環境テクノス(株):平成 29 年度曾根干潟環境調査(鳥類調査)業務委託報告書(平成 30 年 3 月), 北九州市, 2018.
 - 24) 環境テクノス(株):2019 年度(4~6 月)曾根干潟環境調査(春季鳥類調査)業務委託報告書(2019 年 6 月), 北九州市, 2019.
 - 25) 環境テクノス(株):令和元年度曾根干潟環境調査(秋季・冬季鳥類調査)業務委託報告書(令和 2 年 3 月), 北九州市, 2020.
 - 26) 環境テクノス(株):令和 2 年度曾根干潟環境調査(鳥類調査)業務委託報告書(令和 3 年 3 月), 北九州市, 2021.
 - 27) 環境テクノス(株):令和 3 年度曾根干潟環境調査(鳥類調査)業務委託報告書(令和 4 年 3 月), 北九州市, 2021.
 - 28) 植田睦之, 奴賀俊光, 山崎優祐:全国鳥類越冬分布調査報告 2016-2022 年.特定非営利活動法人バードリサーチ, (公財)日本野鳥の会, 2023. <https://bird-atlas.jp/news/wba.pdf> (参照 2025 年 4 月 28 日)
 - 29) 国土交通省九州地方整備局, 福岡市港湾空港局, 博多港開発株式会社:令和 3 年度アイランドシティ整備事業環境監視結果(令和 4 年 8 月). <https://www.city.fukuoka.lg.jp/kowan/kankyotaisaku/shisei/documents/R3kanshikekka.pdf> (参照 2025 年 4 月 29 日)
 - 30) 福岡市:博多湾環境保全計画(第 2 次)(平成 28 年 9 月) <https://www.city.fukuoka.lg.jp/kankyo/k-chosei/hp/keikaku4.html> (参照 2025 年 4 月 29 日)
 - 31) 石原篤, 安宅敏治, 村山壤治:公園池の池水浄化について. 環境技術, 24(7), pp.417-420, 1995.

6. 干潟生態系とその機能

6.1 底生生物の生息環境とその変化要因

砂泥地の潮間帯生物、いわゆる干潟生物にも岩礁地と同様に帯状の鉛直分布がみられる。また、生物はその場所の潮位ばかりでなく、底質粒度にも大きく影響される¹⁾。

定量研では2007年度に曽根干潟で底生生物、底質および地盤高の調査を実施するとともに²⁾、1995年度に北九州市が実施した同様の調査結果³⁾をもとに、地盤高・底質と底生生物との関係を解析した²⁾。ここでは、その解析結果に新たな知見や図表を加えて紹介する。

なお、各調査方法については、第5章2節1項の「底生生物」に記載のとおりである。

6.1.1 地盤高・底質と底生生物の分布との関係

1995年度10月および2007年度10、11月の底生生物調査で出現した主な底生生物25種の分布と地盤高、含泥率(粘土+シルト)、底質のCOD_{sed}との関係を図6.1.1に示す。図の見方を含泥率のハクセンシオマネキ(下から4段目)の個体数と含泥率との関係を例に示す。横軸の含泥率0%と25%の中央の縦軸の頂点の値は含泥率0%(以上)~25%(未満)の地点でハクセンシオマネキが出現した地点のみの個体数の平均値16個体/m²である。ハクセンシオマネキは含泥率25%(以上)~50%(未満)の地点で出現していないため、その区間の値を0とした。同様に含泥率50%(以上)~75%(未満)、75%(以上)~100%(未満)の地点ともにハクセンシオマ

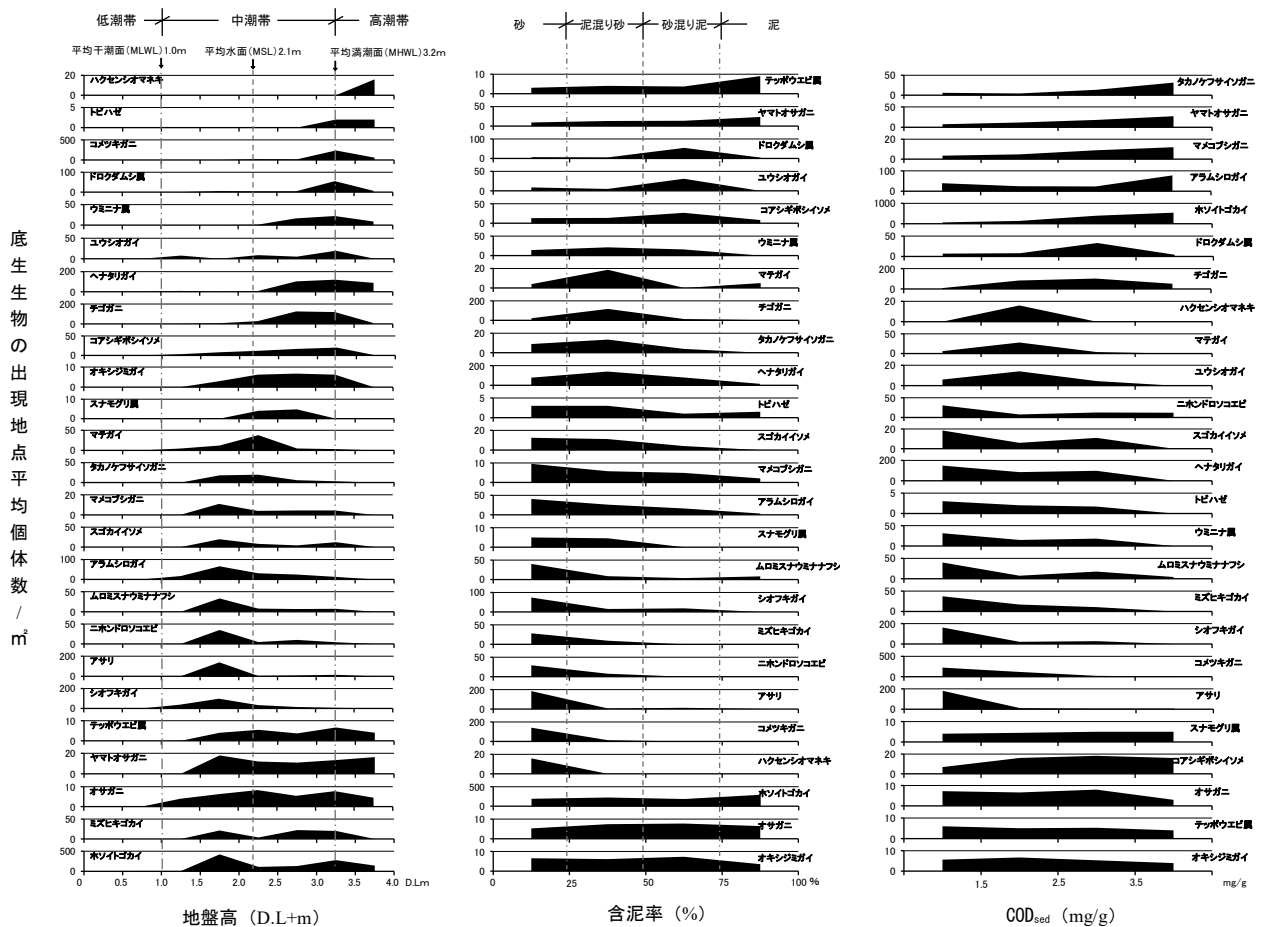


図 6.1.1 地盤高、底質の含泥率、COD_{sed}と底生生物の分布との関係

ネキは出現していないため、各区間の中央の値を0とし、これらの値を結んで面グラフとした。図中の砂から泥の間の粒度区分は、図 6.1.2 に示す砂-シルト-粘土の3成分比⁴⁾を基に、曾根干潟の粘土成分が25%以下であることを踏まえ、含泥率(粘土+シルト)25%未満を砂(sand)、25%以上50%未満を泥混じり砂(silty sand)、50%以上75%未満を砂混り泥(sandy silt)、75%以上を泥(silt)として表した。

地盤高と底生生物の分布との関係(図 6.1.1 左図)をみると、カニ類のハクセンシオマネキが調査地点内では最も高い地点のみで出現した。ここは大野川河口沖の砂州であり、高潮帯に属する。そのほか、曾根干潟では比較的高い地盤高3m以上の地点では魚類のトビハゼ、カニ類のコメツキガニ、小型甲殻類のドロクダムシ属などが多く出現した。

平均水面(地盤高約2m)より高い中潮帯上部から高潮帯にかけては巻貝類のウミナ属やヘナタリガイ、二枚貝類のユウシオガイ、オキシジミガイ、マテガイ、カニ類のチゴガニ、多毛類のコアシギボシイソメが多く出現した。

一方、平均水面より低い中潮帯下部では、カニ類のタカノケフサイソガニ、マメコブシガニ、多毛類のスゴカイイソメ、小型甲殻類のニホンドロソコエビやムロミスナウミナナフシ、二枚貝類のアサリやシオフキガイ、巻貝類のアラムシロガイなどが多く出現した。

テッポウエビ属、ヤマトオサガニ、オサガニ、多毛類のホソイトゴカイ、ミズヒキゴカイは中潮帯から高潮帯までの広い範囲に出現した。

含泥率(図 6.1.1 中央図)や COD_{sed} (図 6.1.1 右図)と底生生物の分布との関係を見ると、テッポウエビ、ホソイトゴカイ、ヤマトオサガニは含泥率または COD_{sed} が高い地点ほど多い傾向にあり、スゴカイイソメは含泥率が低い地点ほど多い傾向にある。したがって、これらの分布は地盤高よりも底質により依存していると考えられる。ヤマトオサガニについては、1995年当時から干潮線に近く地盤高が曾根干潟の中では低いP17とP23地点のシルトがたまった箇所を確認されていたこと³⁾、貫川河口の海床路先端付近に曾根漁港につながる橋の桁が造られたころから、桁周辺に泥がたまり、そこでそれまで見

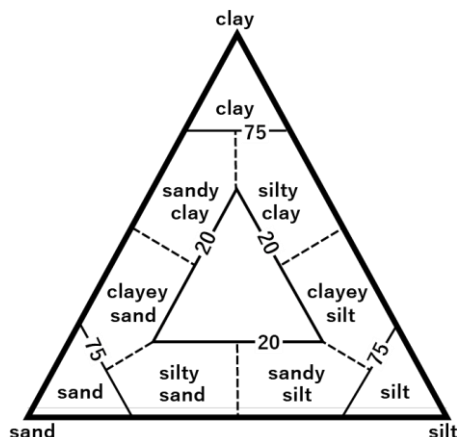


図 6.1.2 砂-シルト-粘土の3成分比による堆積物の命名 (Shepard, 1954)⁴⁾



写真 6.1.1 曾根干潟の干潮線付近にたまった泥質に分布するヤマトオサガニ個体群

られなかったヤマトオサガニが増えた筆者の観察記録から、ヤマトオサガニの分布は地盤高よりも底質に影響されるものと考えている(写真 6.1.1)。さらにつけ加えると、小野⁵⁾による河川干潮域での研究では、ヤマトオサガニは潮間帯下部に、チゴガニ、コメツキガニは上部に分布し、ヤマトオサガニが潮間帯上部に主に分布する曾根干潟とは異なる結果を得ていた。これは、ヤマトオサガニが浅い水中および汀線通過時に摂食し、チゴガニ、コメツキガニが干出中にだけ摂食するといった時間、場所に関する摂食習性や乾燥抵抗性と垂直分布が結びついているため⁶⁾と考えられている。

曾根干潟における底生生物の鉛直分布は、ヤマトオサガニが底質により依存して潮間帯中部付近まで分布していることを除くと、一般的な潮位・底質(泥・砂底)と干潟生物の分布(表 6.1.1⁷⁾)と概ね一致している。

表 6.1.1 潮位と干潟生物の分布

生息帯		種類
潮上帯		アカテガニ, ベンケイガニ, フタバカクガニ, スナガニ, ハマトビムシ
潮間帯	ヨシ原	フトヘナタリ, カワザンショウガイ, アシハラガニ
上部	泥底	ヘナタリガイ, カワアイガイ, イボウミナ, ホトギスガイ, チゴガニ, ヤマトオサガニ, シオマネキ
	砂底	ウミナ, アラムシロガイ, ホソウミナ, ウネナシトマヤガイ, オサガニ, コメツキガニ, ケフサイソガニ
中部	泥底	オキシジミガイ, ゴカイ
	砂底	アサリ, シオフキガイ, マテガイ, ヒメシラトリガイ, ユウシオガイ, キサゴ, スゴカイ, ウミイサゴムシ, ミズヒキゴガイ
下部	砂底	キセウタガイ, ツメタガイ, ツバサゴカイ

(出典:秋山, 松田⁷⁾, 曽根干潟出現種のみ抽出し一部改変)



写真 6.1.2 アナジャコの死骸に群がるアラムシロガイとヤマトオサガニ(2022年9月25日)

このほか、マメコブシが砂質で COD_{sed} の高いところに多い傾向がみられたことは特筆すべき点である。一般に砂質は泥質に比べて COD_{sed} は低いため、砂質で COD_{sed} が高いところは干潟でも特異な場所といえる。マメコブシと同様に砂質の COD_{sed} の高いところで多いのがタカノケフサイソガニ、アラムシロガイである。これらは干潟の掃除屋と呼ばれ、小動物の死体に集まる特徴をもつ⁸⁾。マメコブシガニは、弱って半開きになった二枚貝類の殻をこじあけて肉をとり出して食べる⁹⁾。アラムシロガイは、その死肉の匂いを感じて集まり横取りすることがある⁸⁾。したがって、これらの種は基本的には COD_{sed} の低い砂地に生息しているものの、死肉によって一時的に COD_{sed} が高くなった場所に集まった結果、 COD_{sed} の高い場所に多い傾向がみられたものと考えられる。

砂質で COD_{sed} の低いところでは、アサリ、シオフキガイ、コメツキガニ、ムロミスナウミナナフシなどが多くみられている。

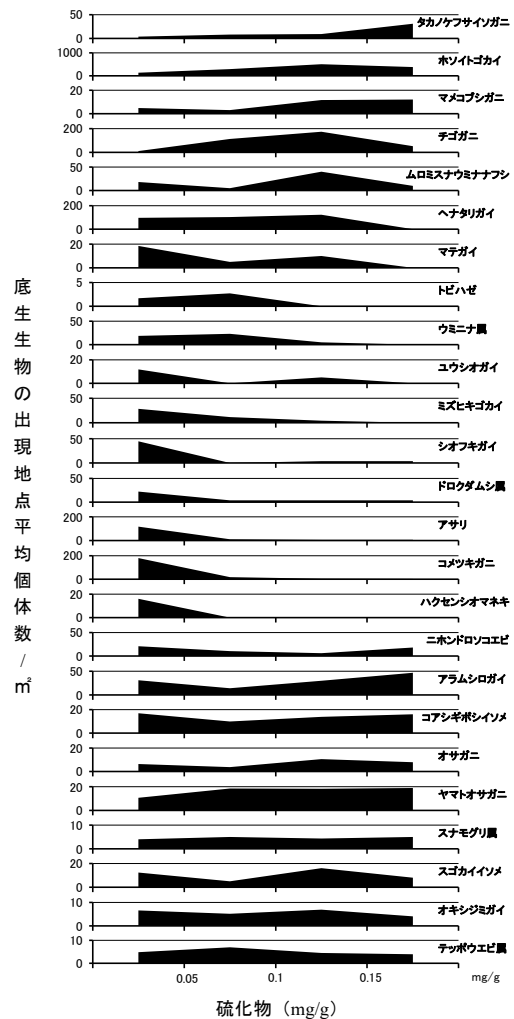


図 6.1.3 底質の硫化物と底生生物の分布との関係

COD_{sed} と硫化物の濃度には後述のように相関があるため(図 6.1.5), 底生生物と COD_{sed} との関係(図 6.1.1 右図)と底生生物と硫化物との関係(図 6.1.3)は類似している。ただし、ドロクダムシ属については COD_{sed} が比較的高く、硫化物の低いところで多くみられており、本種の生態的特徴とも考えられるが、これは1地点のデータによるものであり、今後、精査が必要である。

図 6.1.4 は、底生生物と地盤高および底質との関係を、各底生生物が出現した地点の地盤高および底質の値の範囲(細棒線)、各底生生物が出現した地点の平均個体数より大きい地点の底質の範囲(太棒線)で再整理したものである。ハクセンシオマネキ、ドロクダムシ属、アサリについては出現地点のデータが少なく明瞭ではないものの、曽根干潟の底生生物の多くが地盤高、含泥率、 COD_{sed} 、硫化物など複数の環境要因に対して生息適域が存在し、帯状に分布していることが分かる。

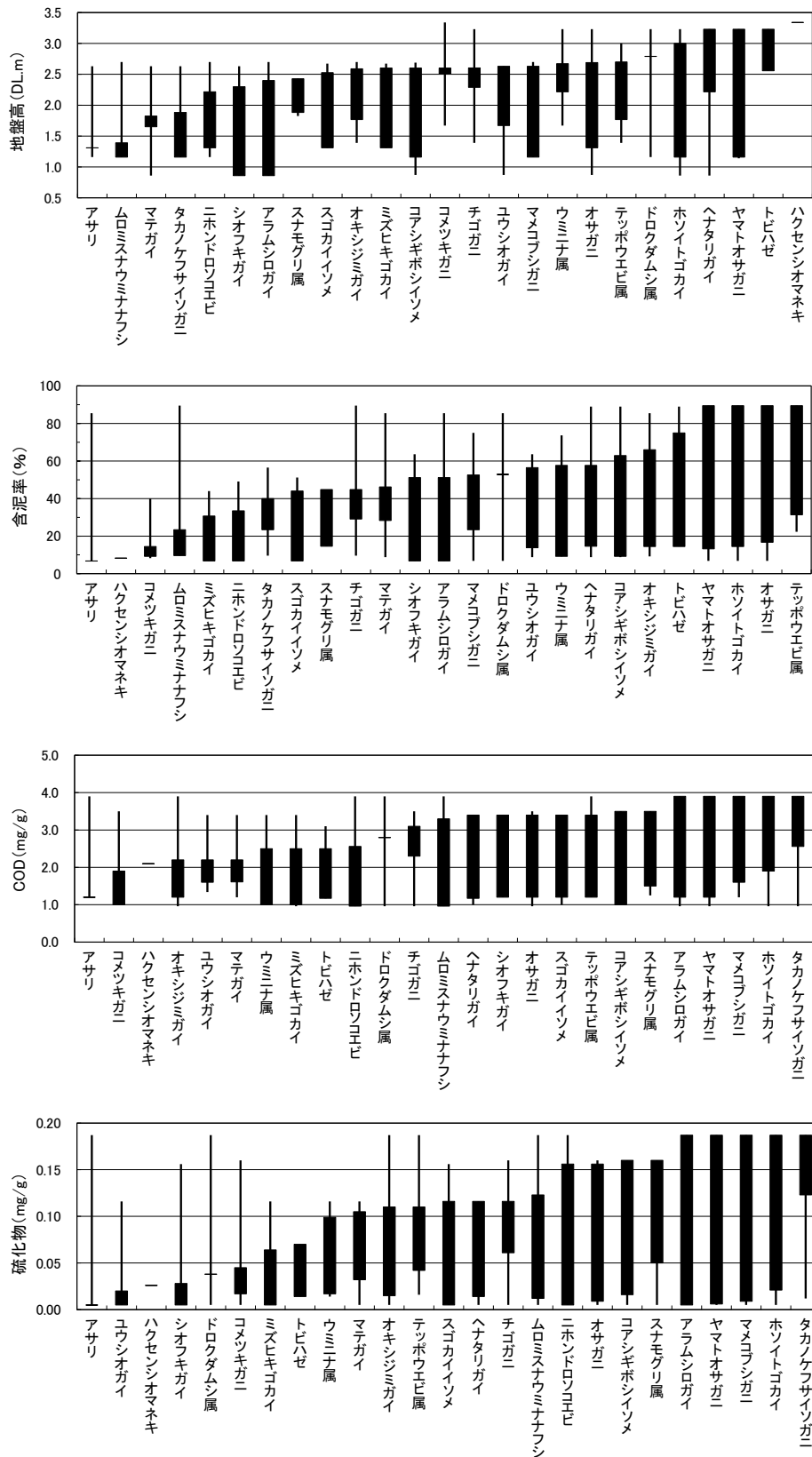


図 6.1.4 地盤高および底質の底生生物の分布との関係

細棒線:各底生生物が出現した地点の地盤高および底質の値の範囲

太棒線:各底生生物が出現した地点の平均個体数より大きい地点の底質の値の範囲

6.1.2 底質変化と底生生物との関係

曾根干潟における底質の経年調査結果(第4章4項の「底質」)の解析から、北干潟の岸側では硫化物の増加と ORP (酸化還元電位) の低下が、南干潟の沖側では地盤高と ORP の低下が明らかとなった。

底生生物では、間島北側でアサリ、シオフキガイの減少、それに替わる有機汚濁種のホトギスガイの増加が確認された。また、干潟南側ではシオフキガイをはじめとする二枚貝類の減少が明らかとなった。

ここでは、底質の粒度(含泥率)、COD_{sed}、硫化物、ORP、T-N、T-P 相互間の関係を既存資料で整理し、これら底生生物の変化要因について考察する。

(1) 底質の分析項目相互間の関係

1995 年度に調査された底質の分析項目間の相関関係をみると、含泥率(シルト+粘土)が 90%以上となる海域では底質の COD_{sed} は高いが、干潟域では含泥率が低くても COD_{sed} が高くなる地点がいくつかみられる(図 6.1.5)。

干潟域と海域の両データでは COD_{sed} と Ig-Loss, 硫化物、T-N に高い相関がみられるが、干潟域のみでは各底質の値の変動範囲が狭く、相関は低くなっている。

ORP は底質の酸化・還元状態を示す指標であり、干潮時に空気と接触する干潟域で高く、海域では-100mV を下回る還元状態の地点が多い。一般に、干潟域でも有機物濃度が高く微生物による分解が盛んな場所では還元状態となり、嫌気性イオウ細菌が増殖して硫化物の生成が多くなる。そのため、ORP は硫化物と負の相関が高くなっているものと考えられる。

2007 年度の干潟域の COD_{sed} と硫化物の関係をみると(図 6.1.6)、間島北側の P9 地点は COD_{sed} に対して硫化物が異常に高い。この P9 地点を除くと COD_{sed} と硫化物の相関は高く、硫化物/COD_{sed} 比がある一定の傾向から外れた特異な場所(以下、「特異点」という)の検出に有効な指標になると考えられる。

そこで、貫川河口の海床路に対して垂直に設定した 3 測線 16 地点における COD_{sed} と硫化物との関係をみると(図 6.1.7)、干潟に広く設定した P 地点に比べると

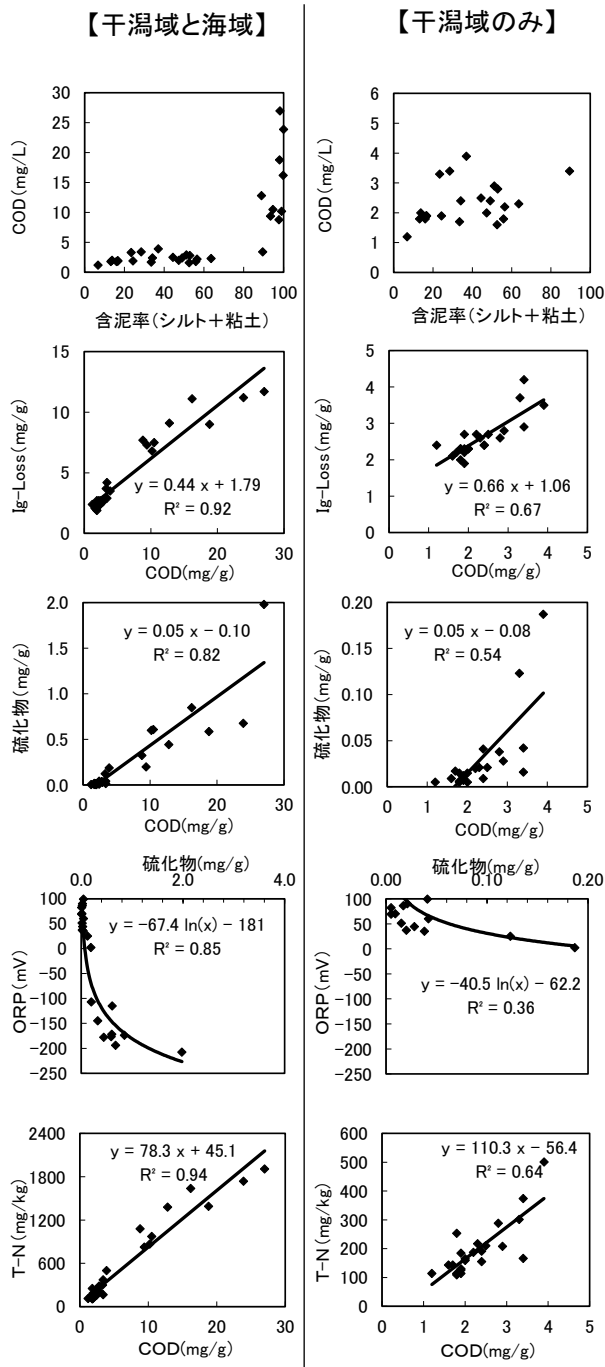


図 6.1.5 底質項目間の関係(1995 年度調査による)

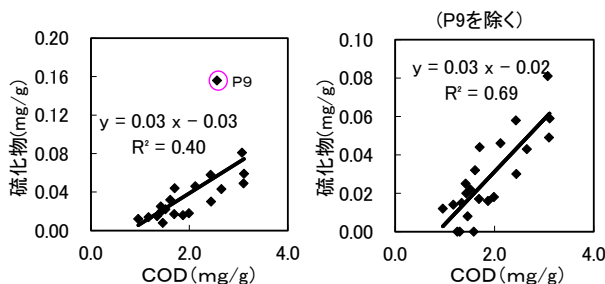


図 6.1.6 底質の COD と硫化物との関係 (2007 年度調査による)

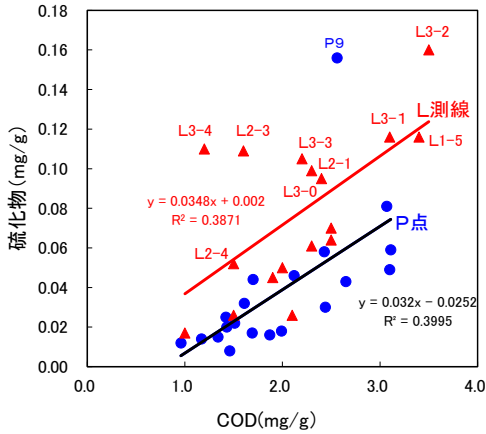
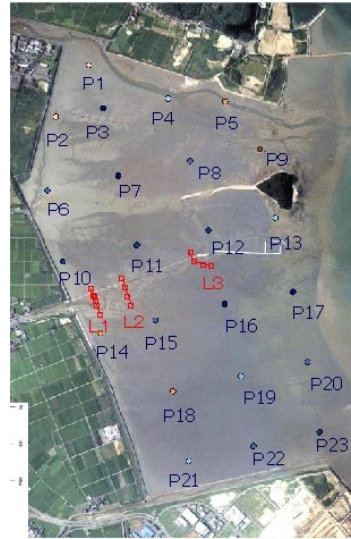


図 6.1.7 底質の COD と硫化物との関係
(図 6.1.6 に 2007 年度に実施した右図の滞筋の L 測線調査結果を加えた図)



COD_{sed} に対する硫化物濃度は高い。これは、滞筋の特徴かもしれないが、今のところその要因は不明である。しかしながら、P 地点と L 測線の近似直線の傾きは概ね一致しており、この直線から離れる L3-2~L3-4, L2-3 を特異点として検出できる。硫化物/COD_{sed} 比が特異点の指標となる理由としては、有機汚濁がある程度進むと、その分解に使用される酸素の供給が追いつかず底質が還元状態となり、硫化物の生成量が多くなるためと考えられる。すなわち、この特異点は底生生物のうち酸化的環境を好む種にとっては生息が困難な地点と言える。

なお、干潟域の COD_{sed}, 硫化物の濃度は海域の 10 分の 1 程度と低いことを認識しておく必要がある(図 6.1.5)。

(2) 底生生物と底質との関係

水塊の成層化などで底層への酸素の供給が少なくなり、底質中の有機物の分解で消費される酸素の量が供給量を上回ると、底層は還元状態となり、硫化物濃度が高くなる。底泥表面や泥中では酸素不足または硫化水素の毒性による底生生物の死亡・減少が生じる。

そこで、硫化物濃度と底生生物の個体数、湿重量、1 個体の大きさの指標となる湿重量/個体数比との関係(図 6.1.8)をみると、海域までのデータを含めると、硫化物の増加に伴い、底生生物の個体数や湿重量が減少することが分かる。一方、干潟域では干潮時に酸素が供給されるため硫化物濃度が 0.2mg/g 以下と低く、硫化

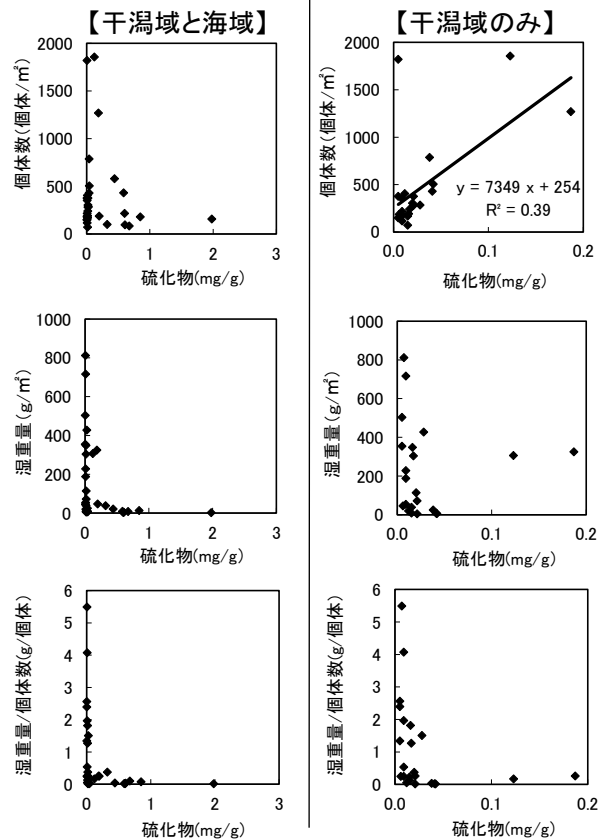


図 6.1.8 底質の硫化物と底生生物との関係
(1995 年度調査による)

物の増加にともない底生生物の個体数も増加する傾向にある。しかし、湿重量は硫化物が高いと小さくなる。これは硫化物濃度が高くなると、1 個体の重量の大きい二枚貝類が減少し、出現する底生生物の種類がイトゴカイやドロクダムシ類などの小型のものに変化するためと考えられる。

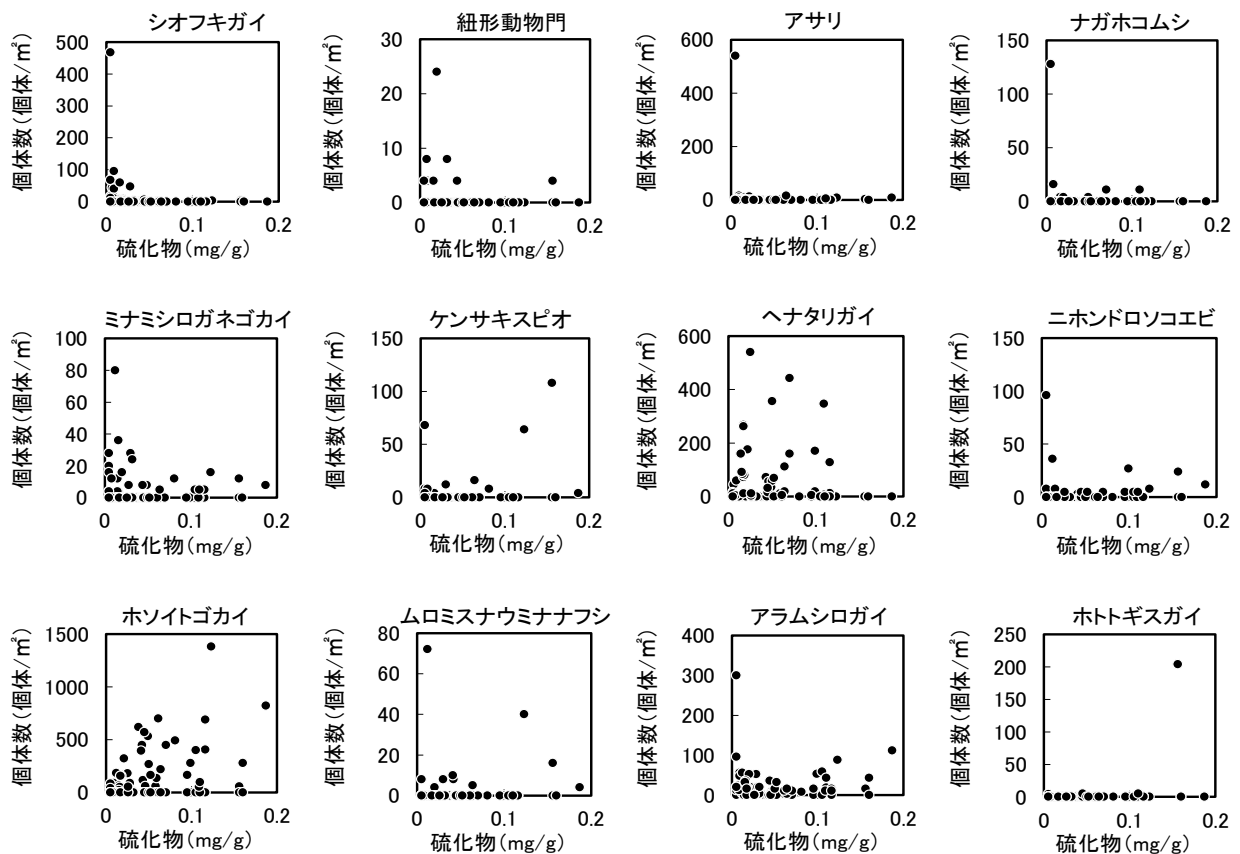


図 6.1.9 底質の硫化物と主な底生生物との関係(2007 年度調査による)

主な出現種と硫化物との関係(図 6.1.9)をみると、間島北側の P-9 で 1995 年度に多くみられたアサリ、シオフキガイは硫化物 0.03mg/g 以下の低いところでしか出現していない種類であり、それに替わって出現したホトギスガイは硫化物濃度の高いところで生息可能な種類であることが分かる。ただし、それぞれ 1 点のみのデータであるため、今後さらなる情報収集により精査する必要がある。そのほか、二枚貝類に比べると 1 個体の重量が軽いゴカイの仲間のホソイトゴカイやケンサキスピオは曾根干潟の中では比較的高い硫化物濃度でも生息可能であることが分かる。また、巻貝類のヘナタリガイは硫化物が 0.1mg/g 以上になる地点では出現していないのが特徴である。

東京都内湾では硫化物 0.2~0.3mg/g¹⁰⁾、強熱減量 5~6%¹¹⁾、大阪湾では硫化物 0.1~0.2mg/g 前後に種数のピークがみられ¹²⁾、木村らはこの付近の値が多様な生物が共存できる環境条件と考えた¹⁰⁾。また、硫化物が 0.2~0.3mg/g を超えると種数や個体数は急激に減少し、2mg/g を超えると種数は 10 種以下に、個体数や湿重量

はほとんど確認できない状況になるとされている¹⁰⁾。曾根干潟の硫化物濃度は、0.2mg/g 未満であり、前述のとおり個別の種の分布には影響していると考えられるものの、東京湾および大阪湾の事例からすると、底生生物の種類数や個体数全体を大きく押し下げるほどの濃度ではないようである。

(3) 底生生物の変化とその要因

1995 年度と 2007 年度の底生生物調査結果を比較して確認された底生生物の大きな変化の一つは、前述のとおり南干潟における軟体動物門(特に二枚貝類のシオフキガイ)の減少である。それ以外にも、南干潟では節足動物の湿重量の減少、環形動物の湿重量の増加なども起きている(図 6.1.10)。この要因の一つとして、底質の含泥率の増加や還元化が考えられる。

そこで、底生生物の門別個体数や湿重量と含泥率、還元化の指標として硫化物との関係、軟体動物門の中でも巻貝類と二枚貝類と底質との関係性の違い、その要因等について以下に検討する。

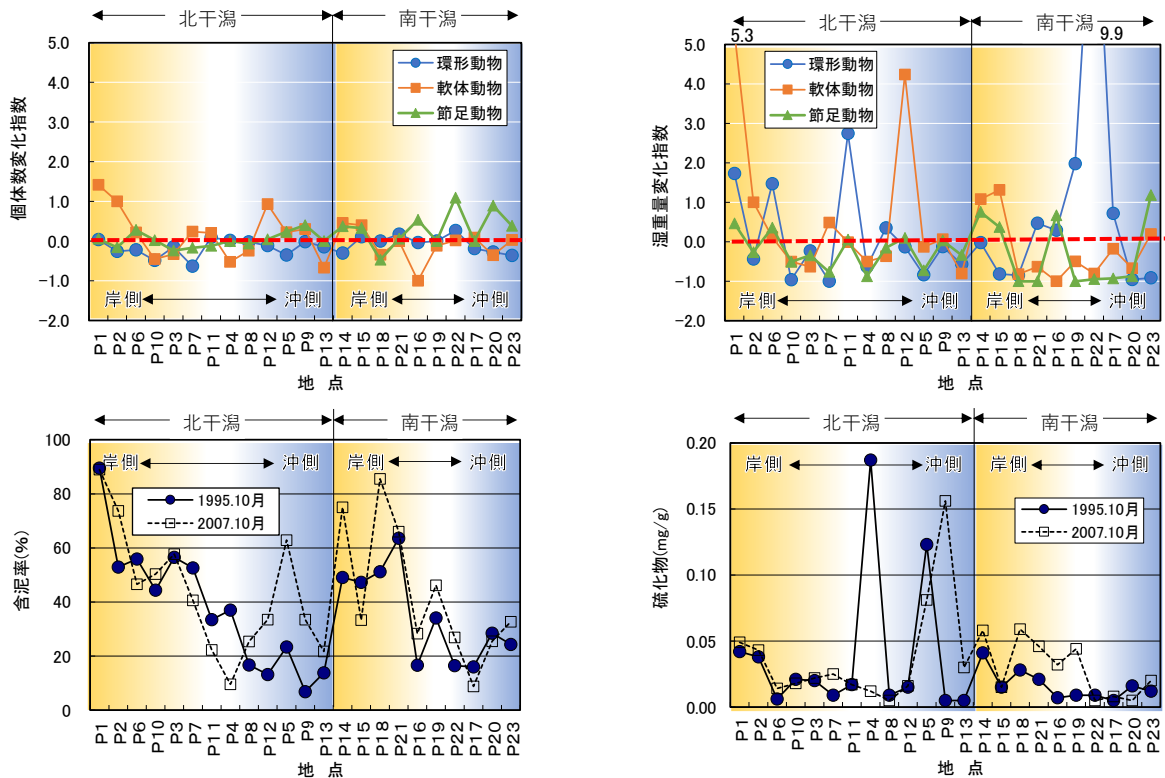


図 6.1.10 底生生物の門別個体数および湿重量の 1995 年度から 2007 年度にかけての変化指数(上段)と各年度の底質(含泥率,硫化物)(下段)

軟体動物門、特に巻貝類の個体数変化指数(第 5 章 2 節 1 項「底生生物」参照)は、2007 年度の含泥率が約 50%より低い場合に小さい傾向にあり(図 6.1.11 上図)、含泥率が低いと個体数の増加が抑えられている可能性がある。この理由として、含泥率が低いところは潮流が速いまたは波浪が大きく干潟上に巻貝類が定住しにくいこと、餌とする底泥上の有機物が少ないこと(図 6.1.5 最上段図)が考えられる。

環形・軟体・節足動物門ともに、2007 年度の硫化物が 0.06mg/g を超えた地点では、個体数変化指数が負の値をとり、個体数が減少している(図 6.1.11 下図)。また、同時に個体数変化指数の変動幅も小さくなり、硫化物 0.06mg/g 以下では硫化物以外の要因が個体数の増減に大きく関わっている可能性が考えられる。

湿重量変化指数についても、硫化物 0.06mg/g を境として、それを超えると変動幅が小さくなり、各動物門ともに変化指数がほぼ 0 で、湿重量の増加がみられなくなっている(図 6.1.12 下図)。そのうち、巻貝および二枚貝類については、硫化物 0.06mg/g 以上は湿重量変化指

数が負の値で、2007 年度の硫化物の増加が二枚貝類や巻貝類の減少要因となった可能性がある。このほか、巻貝類の湿重量変化指数の包絡線(図 6.1.12 の赤破線)は含泥率 50%付近までは含泥率の増加とともに増加し、含泥率 50%を超えると減少しており、巻貝類の湿重量増加の適域が含泥率 40~60%のように窺える。

底質の 1995 年度から 2007 年度にかけての変化を底生生物と同様に底質の変化指数として次式で表し、底生生物との関係をみると(図 6.1.13, 表 6.1.2), 節足動物門、二枚貝類、巻貝類では、個体数変化指数と底質変化指数がともに負となった一部の地点を除くと、個体数変化指数と底質変化指数には負の相関がみられ、硫化物の増加が個体数の減少に影響していることが示唆される。

底質変化指数

= (2007年度の数値-1995年度の数値)/1995 年度の数値

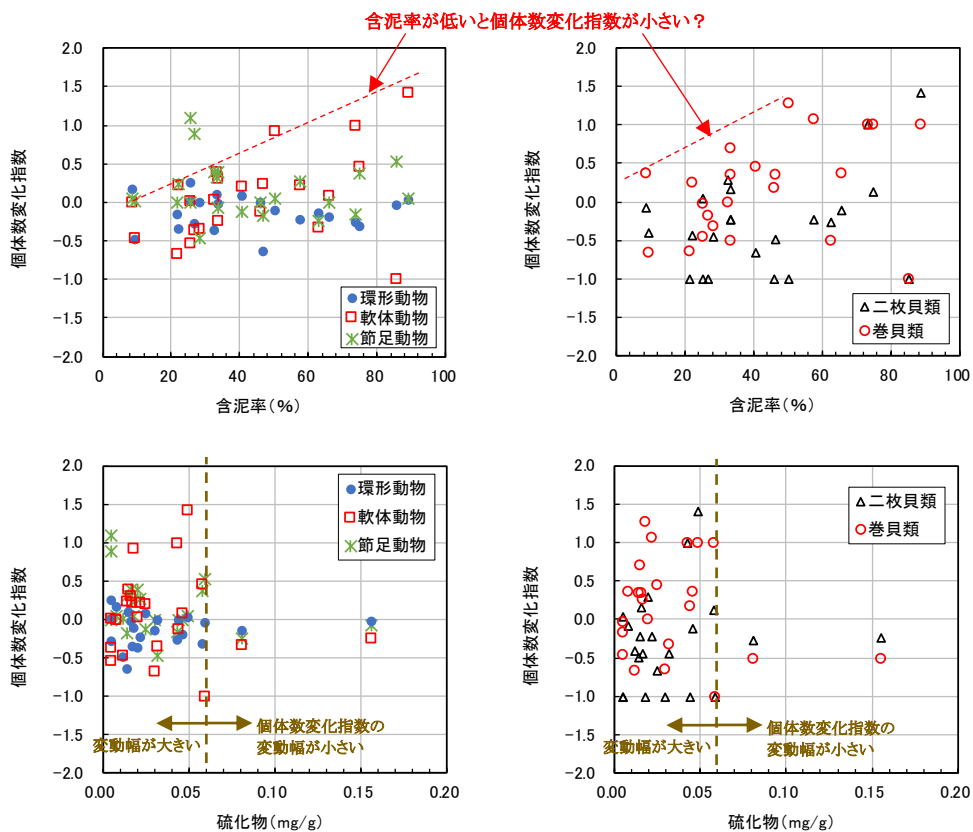


図 6.1.11 底生生物の門別および二枚貝類・巻貝類別個体数の 1995 年度から 2007 年度にかけての変化指数と 2007 年度の底質(含泥率, 硫化物)との関係

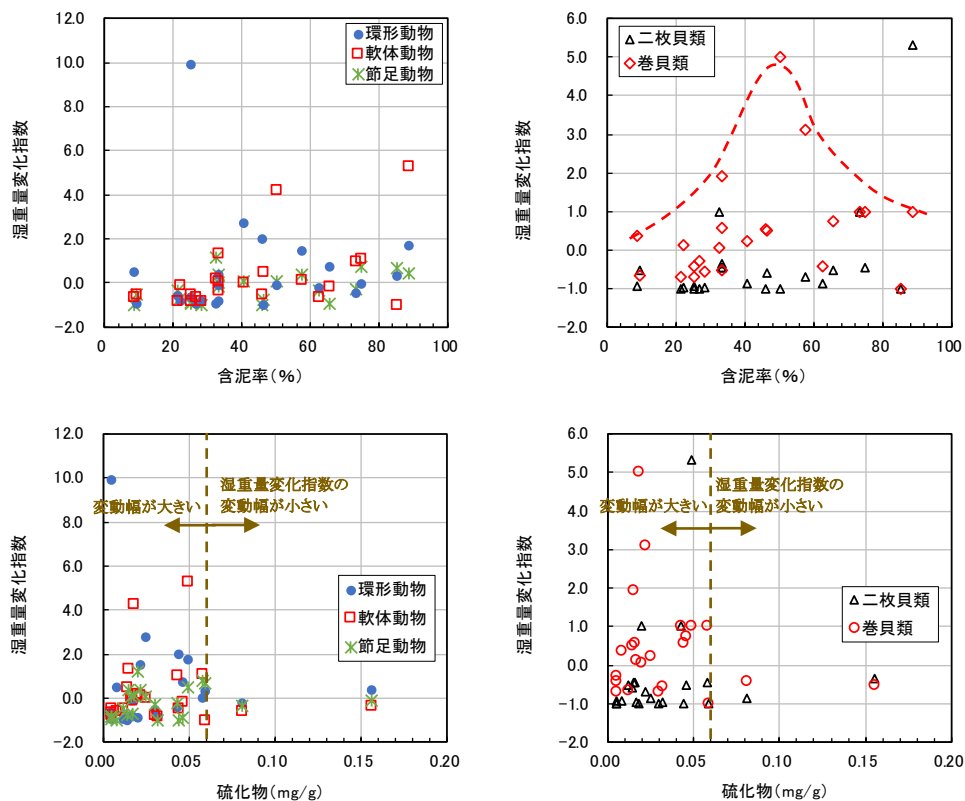


図 6.1.12 底生生物の門別および二枚貝類・巻貝類別湿重量の 1995 年度から 2007 年度にかけての変化指数と 2007 年度の底質(含泥率, 硫化物)との関係

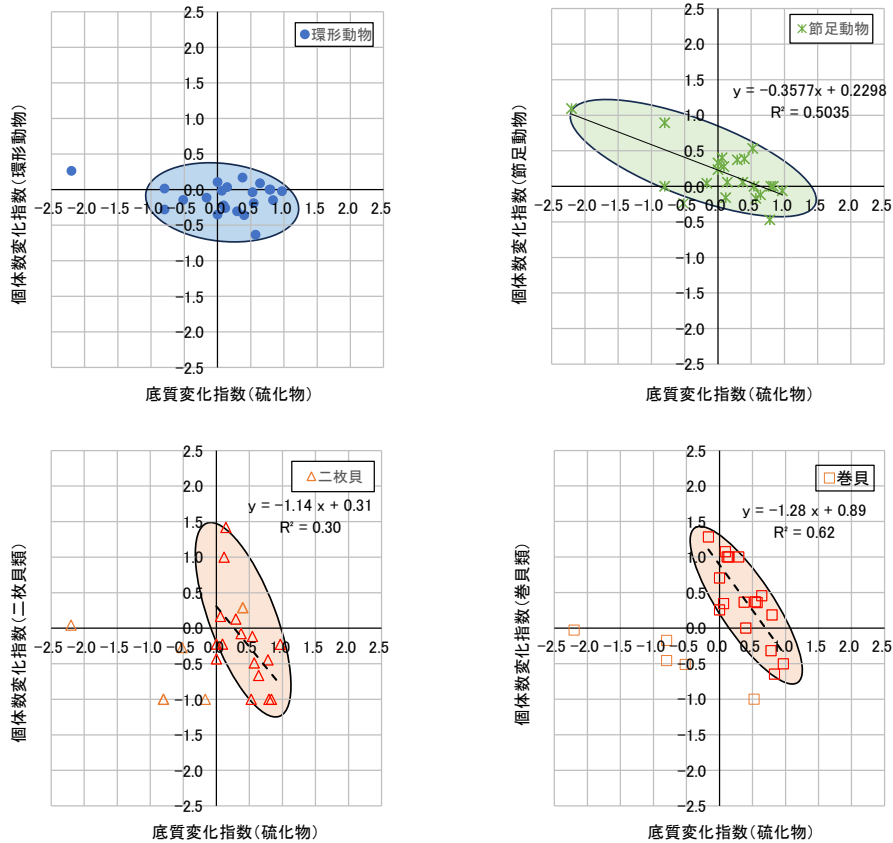


図 6.1.13 底生生物の環形動物門・節足動物門・二枚貝類・巻貝類個体数の 1995 年度から 2007 年度にかけての変化指数と底質の硫化物変化指数との関係

表 6.1.2 底生生物個体数および底質の 1995 年度から 2007 年度にかけての変化指数

調査地点	底生生物(個体数変化指数) ^{※1}					底質(変化指数) ^{※2}	
	環形動物	軟体動物			節足動物	含泥率	硫化物
		巻貝	二枚貝				
P1	0.04	1.42	1.00	1.42	0.06	-0.01	0.14
P2	-0.26	1.00	1.00	1.00	-0.16	0.39	0.12
P3	-0.22	0.21	1.08	-0.22	0.28	0.02	0.09
P4	-0.49	-0.46	-0.66	-0.40	0.02	-0.74	-14.58
P5	-0.15	-0.33	-0.51	-0.27	-0.24	1.69	-0.52
P6	-0.63	0.24	0.36	-0.49	-0.17	-0.17	0.57
P7	0.09	0.21	0.45	-0.66	-0.12	-0.23	0.64
P8	0.01	-0.53	-0.46	-1.00	0.00	0.52	-0.80
P9	-0.02	-0.25	-0.50	-0.23	-0.06	3.93	0.97
P10	-0.11	0.93	1.28	-1.00	0.04	0.13	-0.17
P11	-0.35	0.22	0.26	-0.43	0.23	-0.33	0.00
P12	-0.02	0.30	0.35	0.17	0.40	1.54	0.06
P13	-0.15	-0.67	-0.65	-1.00	0.00	0.57	0.83
P14	-0.30	0.46	1.00	0.13	0.37	0.53	0.29
P15	0.11	0.40	0.70	-0.22	0.33	-0.30	0.00
P16	0.00	-0.35	-0.32	-0.45	-0.47	0.70	0.78
P17	0.17	0.00	0.36	-0.07	0.06	-0.45	0.38
P18	-0.04	-1.00	-1.00	-1.00	0.53	0.67	0.53
P19	0.00	-0.12	0.19	-1.00	0.00	0.35	0.80
P20	0.26	0.02	-0.03	0.04	1.09	-0.11	-2.20
P21	-0.19	0.09	0.37	-0.12	0.00	0.04	0.54
P22	-0.28	-0.36	-0.17	-1.00	0.89	0.63	-0.80
P23	-0.36	0.03	0.00	0.29	0.39	0.35	0.40

※1 赤色, 緑色の数値は相関式, 決定係数 R^2 の計算に使用.

※2 底質(変化指数)

= (2007年度の数値-1995年度の数値)/1995年度の数値

底生生物湿重量と底質の含泥率および硫化物の両変化指数との関係をみると(図 6.1.14, 表 6.1.3), 個体数との関係とは異なり, 環形動物, 節足動物, 二枚貝類, 巻貝類ともに各図の包絡線は単峰型を示した. したがって, 硫化物の濃度の大きな低下もしくは大きな増加は, 環形動物, 節足動物, 二枚貝類, 巻貝類の分類群に関係なく, 湿重量増加の制限要因または湿重量の減少要因の一つと考えられる. ただし, 硫化物の濃度の変化の程度に関係なく, 湿重量が大きく減少する場合も多々みられる. この原因としては, 調査スパンが 10 年以上と大きいため, その間の底質の硫化物を含めた干潟環境の変化, それに伴う底生生物の変化, 干潟環境とは独立した底生生物の変化, など様々な要因が考えられる. 底質の硫化物の濃度変化についても, 干潟域は波浪による底質攪乱が大きいことから, 硫化物濃度が一端増加しても, その後の調査までの間に低下し, 元の濃度に戻った可能性も考えられる.

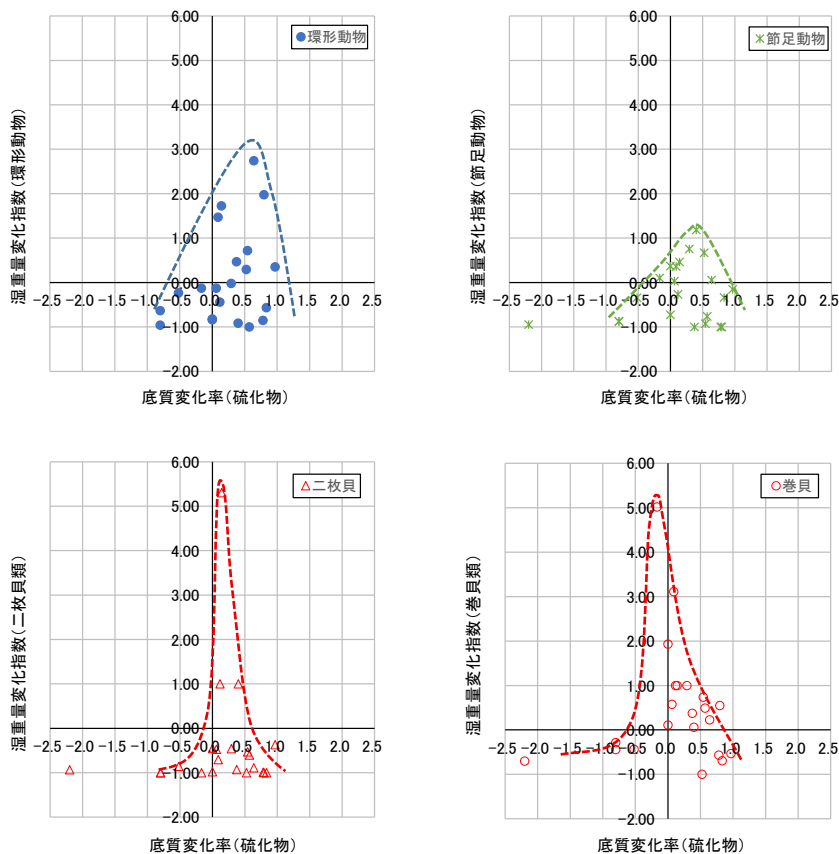


図 6.1.14 底生物の環形動物門・節足動物門・二枚貝類・巻貝類湿重量の1995年度から2007年度にかけての変化指数と底質の硫化物変化指数との関係

表 6.1.3 底生物湿重量および底質の1995年度から2007年度にかけての変化指数

調査地点	底生物(湿重量変化指数)					底質(変化指数) [※]	
	環形動物	軟体動物			節足動物	含泥率	硫化物
		巻貝	二枚貝				
P1	1.73	5.31	1.00	5.31	0.47	-0.01	0.14
P2	-0.44	1.00	1.00	1.00	-0.26	0.39	0.12
P3	1.47	0.12	3.11	-0.71	0.36	0.02	0.09
P4	-0.96	-0.50	-0.68	-0.52	-0.51	-0.74	-14.58
P5	-0.23	-0.63	-0.44	-0.85	-0.34	1.69	-0.52
P6	-1.00	0.49	0.49	-0.60	-0.76	-0.17	0.57
P7	2.74	-0.01	0.22	-0.89	0.06	-0.23	0.64
P8	-0.63	-0.50	-0.44	-1.00	-0.87	0.52	-0.80
P9	0.35	-0.37	-0.53	-0.37	-0.15	3.93	0.97
P10	-0.13	4.24	5.02	-1.00	0.10	0.13	-0.17
P11	-0.84	-0.13	0.11	-0.98	-0.72	-0.33	0.00
P12	-0.13	0.07	0.58	-0.47	0.03	1.54	0.06
P13	-0.57	-0.81	-0.70	-1.00	-0.33	0.57	0.83
P14	-0.02	1.08	1.00	-0.46	0.76	0.53	0.29
P15	-0.82	1.31	1.93	-0.45	0.37	-0.30	0.00
P16	-0.85	-0.82	-0.57	-0.99	-1.00	0.70	0.78
P17	0.47	-0.63	0.37	-0.93	-1.00	-0.45	0.38
P18	0.29	-1.00	-1.00	-1.00	0.67	0.67	0.53
P19	1.98	-0.49	0.55	-1.00	-1.00	0.35	0.80
P20	9.90	-0.81	-0.70	-0.93	-0.95	-0.11	-2.20
P21	0.72	-0.18	0.74	-0.53	-0.93	0.04	0.54
P22	-0.96	-0.67	-0.28	-1.00	-0.87	0.63	-0.80
P23	-0.91	0.19	0.06	1.00	1.18	0.35	0.40

※底質(変化指数)

= (2007年度の数値-1995年度の数値)/1995年度の数値

底生物の湿重量変化指数が最も高くなる硫化物の変化指数は、貝類や節足動物が 0~0.5 であるのに対して環形動物が 0.5 以上とやや大きく、底質の還元的状態への耐性の強い環形動物の特性を示している可能性がある。今後、さらにデータを集積することで、この点も明らかにしていきたい。

また、曾根干潟では 2004 年ごろからアオノリ類が突如増加する現象がみられ、カブトガニが産卵する護岸沿いの砂地に 5 月ごろに多量に漂着するようになった(写真 6.1.3)。2007 年 6 月 30 日にも海床路突端南側にアオノリ類が多量に堆積し、一部腐敗している状況が観察された。また、本調査の事前踏査時の 2007 年 10 月 13 日に海床路突端周辺で死んでまもないシオフキガイが多数確認され(写真 6.1.4)、1995 年度から 2007 年度にかけての底質や底生物の変化は、このような不定期におこる短期的なイベントの影響の可能性もあり、以下にその可能性について考察する。

(4) アオノリ類の増加と底質・底生生物の変化との関連性

曾根干潟におけるアオノリ類の分布の詳細は今のところ不明であるが、2008年5月の現地踏査では干潟北側に流入する竹馬川沿いのP9地点周辺にアオノリ類が多くみられた(写真 6.1.5)。また、間島の南側や干潟南側にも冬季にはアオノリ類が分布していたと考えられるが、5月時点では少なくなっていた。

アオノリ類は、一般に淡水の影響のある河口域に生育する。また、新崎ら¹³⁾によると、ノリ養殖場では水質汚濁の進行とともにアオサやウスバアオノリ類が増えたとし、これらアオノリ類は水質汚濁・富栄養化に対して抵抗力が強く、汚濁域でよく繁茂するようになると欧米沿岸でいわれていることと一致するとしている。

曾根干潟周辺海域および流入河川の水質は、前述のように近年横這いで推移していることから、干潟域への陸域および海域からの流入負荷量に大きな変化はないと考えられる。一方、曾根干潟周辺における埋立の進捗に伴う干潟南側での波浪の減少、干潟全域および前面海域における海水交換の減少が定量研によるシミュレーションにより推察されている¹⁴⁾。特に、竹馬川河口を流れ出た水粒子は、北干潟の濤を流れ出て一端干潟沖に出た後、間島の東側を南へ下り、潮汐による岸沖方向の往復流として地盤高の低い南干潟に入り、岸際まで達する(第4章2節の図 4.2.7)。したがって、間島北側の竹馬川沿いに繁茂していたアオノリ類の葉体の一部が千切れ、または葉体そのものが流失し、潮流によって南側の干潟に流れ込み、一部が堆積し、そこで腐敗した可能性がある。

このアオノリ類の堆積による底生生物の窒息死は、「アオノリ類の分解による多量の酸素消費→底泥の還元化→硫化水素の増加→貧酸素、硫化水素の毒性によるシオフキ等二枚貝類の斃死」の一連の流れが仮説として考えられる。これを明らかにするためには、干潟へのアオノリの浮遊・堆積から分解、底生生物が死滅に至る過程を詳細に調査する必要がある。

なお、曾根干潟におけるアオノリの大量発生はその後みられていない。



写真 6.1.3 曾根南干潟西側堤防沿い(朽網川河口付近)に漂着したアオノリ類
(2008年5月18日撮影)



写真 6.1.4 死んでまもないシオフキガイと貝殻
(2007年10月13日撮影)



写真 6.1.5 竹馬川沿いに繁茂するアオノリ類
(2008年5月17日撮影)

6.1.3 まとめ

- ・曾根干潟における底生生物の分布と地盤高や底質粒度との関係は、ヤマトオサガニが底質により依存して潮間帯中部付近まで分布していることを除くと、潮位・底質(泥・砂底)と干潟生物の分布との一般的な関係と概ね一致していた。
- ・砂質は泥質に比べて COD_{sed} は通常低いが、マメコブシ、タカノケフサイソガニ、アラムシロガイは砂質でも COD_{sed} の高い特異なところに多く分布していた。その要因として干潟の掃除屋とよばれるこれら生物が死肉に集まっていた可能性が考えられた。
- ・曾根干潟の底生生物の多くが地盤高、含泥率、 COD_{sed} 、硫化物など複数の環境要因に対して生息適域が存在し、帯状分布していることが分った。
- ・底質の分析項目相互間の関係をみると、海域では含泥率が90%以上になると COD_{sed} が高いが、干潟域では含泥率が低くても COD_{sed} が高い地点がみられた。干潟域と海域の両データでは COD_{sed} と Ig-Loss、硫化物、T-N に高い相関がみられたが、干潟域のみでは各底質の値の変動範囲が狭く、相関は低くなっていた。ORP は硫化物と負の相関が高くなっていた。
- ・底生生物と底質との関係をみると、干潟域と海域の両データでは硫化物の増加にともない底生生物の個体数や湿重量が減少する傾向がみられた。干潟域のみでは、硫化物の濃度が 0.2mg/g と低いためか、同様の関係はみられなかったが、硫化物の増加にともない底生生物1個体あたりの湿重量が減少しており、出現種が小型化しているものと考えられた。
- ・1995年度と2007年度の底生生物の出現状況を比較すると、南干潟ではシオフキガイなど二枚貝類の個体数の減少がみられた。また、節足動物の湿重量の減少、環形動物の湿重量の増加がみられた。
- ・節足動物、二枚貝類、巻貝類では、個体数変化指数と底質の硫化物変化指数に負の相関がみられ、硫化物の増加が個体数の減少に影響していることが示唆された。
- ・底生生物湿重量と底質の含泥率および硫化物の両変化指数との関係から、硫化物濃度の大きな低下もしくは大きな増加は、底生生物の分類群に関係なく、湿

重量の増加の制限または減少要因の一つと考えられた。

- ・曾根干潟における底生生物の減少要因の一つとして、アオリ類の大量発生と死滅・腐敗等の可能性も考えられた。

(高比良)

参考文献

- 1) 堀越増興, 菊池泰二: 第II編ベントス 第8章 潮間帯のベントス群集 8.1 砂泥地潮間帯の生物, 海藻・ベントス, pp.300-304, 東海大学出版会, 1976.
- 2) 小野勇一(自然環境定量評価研究会): 河川整備基金助成事業「河口干潟生態系の評価・モニタリングに有効な指標生物抽出技術および群集比較法等の開発」報告書(助成番号 19-1215-024), 45 pp., 河川環境管理財団, 2008.
- 3) 北九州市経済局, (財)九州環境管理協会: 曾根漁港海域環境調査委託報告書(平成8年3月), 1996.
- 4) 松本英二: 5.1.3 粒度分布の表現, 沿岸環境調査マニュアル(底質・生物篇), p.34, 恒星社厚生閣, 1986.
- 5) Ono, Y.: On the ecological distribution of ocyroid crabs in the estuary. Mem, Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E (Biol.), 4, pp.1-60, 1965.
- 6) 堀越増興, 菊池泰二: 第II編ベントス 第10章 汽水域のベントス群集 10.2 河口域, 海藻・ベントス, pp.300-304, 東海大学出版会, 1976.
- 7) 秋山章男, 松田道生: 干潟の生物観察ハンドブック—干潟の生態学入門—, 335pp., 東洋館出版社, 1974.
- 8) 石井久夫, 山西泰二: III. 干潟での生活 2. 食べ物 (6) 動物の死体, 第27回特別展「干潟の自然」, pp.26-27, 大阪市立自然史博物館, 2000.
- 9) 風呂田利夫ほか: 干潟の生物データブック エビカニ類 マメコブシガニ, 干潟ウォッチングフィールドガイド, pp.22-23, 大阪市立自然史博物館, 2000.
- 10) 木村賢史, 岩田理恵, 高木容子, 山澤俊宏: 清水港(折戸湾)における底生生物の分布構造とその環

- 境因子との関係, 東海大学紀要. 海洋学部, pp. 29-41, 東海大学海洋学部, 2007.
- 11) 木村賢史, 西村 修, 木幡邦男, 西村 康, 稲盛悠平, 須藤隆一:干潟・内湾の底層環境と底生生物の出現との関係について, 第 2 回海環境と生物および沿岸環境修復技術に関するシンポジウム, pp. 65-70, 海洋シンポジウム実行委員会, 2003.
- 12) 水産資源保護協会:大阪湾調査資料, 大阪府立水産試験場, 1982.
- 13) 新崎盛敏, 新崎輝子:第 3 章 海藻の人工養殖, 海藻のはなし, pp.140-187, 東海大学出版会, 1978.
- 14) 小野勇一(自然環境定量評価研究会):河川整備基金助成事業「河口干潟生態系における環境評価手法の研究」報告書(助成番号 14-1-II-2-5), 40 pp., 河川環境管理財団, 2003.

6.2 鳥類の採餌・休息場としての干潟の役割

6.2.1 鳥類の餌生物

曾根干潟を採餌場として利用している鳥類は、1995～1996年の北九州市の調査結果¹⁾を基に再整理したところ、表 6.2.1 に示す 53 種であった。これらの鳥類の餌生物を既存文献²⁾⁴⁾で調べてみると、多毛類(ゴカイの

仲間)、二枚貝類、巻貝類、エビ類、カニ類、その他の甲殻類(シヤコ、エビジャコ)、魚類など干潟に生息する様々な動物のほか、陸上の昆虫や植物も餌としている。

多くのシギ・チドリ類は、カニやココエビなどの甲殻類、ゴカイ類を採食する⁵⁾。チドリ類の採餌行動は短い嘴で、少し歩いては地面をつつき、これを繰り返す⁵⁾。このよう

表 6.2.1 北九州市による 1995～1996 年の調査¹⁾で曾根干潟域において確認された鳥類の既存文献²⁾⁴⁾による餌生物

No.	鳥類 (分類)					餌生物 (○: 餌生物、●: 主な餌生物)												
	目	科	種	渡り形態別	主生息域別	多毛・貧網類	貝類		節足動物					魚類	その他の動物	植物		
							二枚貝	巻貝	エビ類	カニ類	その他甲殻類	昆虫類						
1	カイツブリ目	カイツブリ科	カイツブリ	留鳥	水鳥			●	●	●				●	●	●		○
2			ハジロカイツブリ	冬鳥	水鳥			●	○			●	ゾエア	○	○			
3			カンムリカイツブリ	冬鳥	水鳥			○	○				○	水昆	○	●		○
4	ペリカン目	ウ科	カワウ	留鳥	水鳥											●		
5	コウノトリ目	サギ科	ダイサギ	留鳥	水辺鳥									○	水昆	○	○	
6			チュウサギ	夏鳥	水辺鳥					○		●	サリガニ	○	●	●		
7			コサギ	留鳥	水辺鳥					○		○	サリガニ	○	○	●		
8			アオサギ	留鳥	水辺鳥				○		○			○	○	●		
9	ガンカモ目	ガンカモ科	ツクシガモ	冬鳥	水鳥	○	●	●	●	●			●	トビ		●	○	○
10			マガモ	冬鳥	水鳥		○	○	○		○			○	水昆	○	○	●
11			カルガモ	留鳥	水鳥		○	○	○					○	水昆	○		●
12			コガモ	冬鳥	水鳥			○	○					○	水昆	○		●
13			ヨシガモ	冬鳥	水鳥		○	○	○					○	水昆	○		●
14			オカヨシガモ	冬鳥	水鳥				○					○	水昆	○	○	●
15			ヒドリガモ	冬鳥	水鳥		○	○	○					○	水昆	○		○
16			アメリカヒドリ	冬鳥	水鳥				○					○	水昆	○		●
17			オナガガモ	冬鳥	水鳥				○					○	水昆	○		●
18			ハシビロガモ	冬鳥	水鳥		●	●	●					○	水昆	○		○
19			キンクロハジロ	冬鳥	水鳥		●	●	●					○	水昆	○	○	○
20			スズガモ	冬鳥	水鳥		●	●	●	○				○	○	○		○
21			ピロードキンクロ	冬鳥	水鳥		●	●	●	○				○	水昆			
22			ホオジロガモ	冬鳥	水鳥	○	●	●	●	○			○	エビ・シヤコ	○	○	○	○
23			ミコアイサ	冬鳥	水鳥				○				○	エビ・シヤコ、トビ	○	水昆	○	●
24			ウミアイサ	冬鳥	水鳥				○	○	○	○	○	エビ・シヤコ	○	水昆	○	●
25	ワシタカ目	ワシタカ科	ミサゴ	留鳥	陸鳥												●	
26	チドリ目	ミヤコドリ科	ミヤコドリ	冬鳥	水辺鳥	○	●	●	●	○						○	○	ナマコ
27		チドリ科	シロチドリ	留鳥	水辺鳥	○			○				○	トビ				
28			メダイチドリ	旅鳥	水辺鳥	○				○				○	○			○
29			ダイゼン	冬鳥	水辺鳥	○			○	○	○		○	トビ	○	○		○
30		シギ科	トウネン	旅鳥	水辺鳥	○			○	○	○		○	トビ	○	○		
31			ハマシギ	旅鳥	水辺鳥	○	○	○	○				○	トビ	○	○		
32			オバシギ	旅鳥	水辺鳥	○	○	○	○				○	トビ	○	○		
33			アカアシシギ	旅鳥	水辺鳥	○	○				○		●	水昆				
34			アオアシシギ	旅鳥	水辺鳥			○	○	○	○	○	○	シヤコ、トビ	●	水昆	○	○
35			カラフトアオアシシギ	旅鳥	水辺鳥				○	○			○	ヨコエビ		○	○	
36			キアシシギ	旅鳥	水辺鳥			●	○		●		●	トビ	○	○	●	
37			イソシギ	留鳥	水辺鳥				○	○					○	○		
38			ソリハシシギ	旅鳥	水辺鳥										○	○		
39			オオソリハシシギ	旅鳥	水辺鳥	○			○	○	○		○	トビ	●	○		
40			ダイシャクシギ	冬鳥	水辺鳥	○	○	○	○	○			○	シヤコ		○	○	○
41			ホウロクシギ	旅鳥	水辺鳥	○	○		○		○		○	シヤコ		○	○	○
42			チュウシャクシギ	旅鳥	水辺鳥	●	●	●	●	●	●		●	トビ	○	○	●	
43		カモメ科	ユリカモメ	冬鳥	水鳥	○				○			○	エビ・シヤコ	○	○	○	
44			セグロカモメ	冬鳥	水鳥	○	○	○	○	○	○		○	エビ・シヤコ、フシツボ、ヒトデ	○	○	○	○
45			カモメ	冬鳥	水鳥	○	○		○	○	○		○		○	○	○	○
46			ウミネコ	留鳥	水鳥										○	○	○	○
47			ズグロカモメ	冬鳥	水鳥										○	○		
48			クロハラアジサシ	旅鳥	水鳥	○									○	○	○	
49			コアジサシ	迷鳥	水鳥											○	○	
50	スズメ目	セキレイ科	ハクセキレイ	留鳥	陸鳥										○	○		
51			セグロセキレイ	留鳥	陸鳥			○	○	○					○	○		○
52		カラス科	ミヤマガラス	冬鳥	陸鳥	○		○	○						○	○	○	○
53			ハシボソガラス	留鳥	陸鳥	○		○	○	○	○				○	○	○	○
種類数						20	19	28	38	21	16	22	43	48	32			26

注1. 餌生物は日本鳥類大図鑑Ⅰ～Ⅲ(清棲 幸保著、講談社)から、曾根干潟に生息している可能性高いものを抽出。

注2. 餌生物のトビはトビムシ(端脚類)を示す。

な採餌法は「つつき法」⁶⁾と呼ばれている。千葉県の小櫃川河口干潟におけるシロチドリの採餌観察結果によると、カニ類、ゴカイ類の採餌回数が多く、カニ類では特にコマツキガニが大部分を占めていたという⁷⁾。

シギ類の嘴はチドリ類よりは長く、その長さや形状(真つすぐ、上または下に反り返っているものなど)は種類によって様々である⁵⁾。特定の鳥類の嘴の長さが、特定の餌生物に適合していることは一般的に知られている⁸⁾。嘴の短いシギは地面をつつきながら歩き回り、長めの嘴をもつシギは嘴を干潟の中に差し込んで、泥の中に潜っている動物を見つける⁵⁾。この採餌法は「さぐり法」と呼ばれている⁹⁾。

干潟におけるシギ・チドリ類の餌の種類は、同一鳥類でも季節、場所によって異なり、極めて多様である。視覚で餌をとるチドリ類は捕獲前に餌の種類を確認できるが、さぐり食のシギ類は遭遇した餌を選択なしに摂食すると考えるのが妥当とのことである⁶⁾。さぐり食のハマシギはゴカイを主に捕食する⁶⁾。ダイシャクシギ、アカアシシギ、ミヤコドリは視覚食であるという⁶⁾。一方、ダイシャクシギは嘴の先の接触感覚が大変よく発達したさぐり食という⁹⁾。本種は、嘴をカニの巣穴に差し込んで、上手にカニを引っ張り出して食べる⁵⁾。トウネン、オバシギなど脚が短いシギ類は水の中に入るのが不得意で、浅い水辺を歩きながら眼で餌をみつけて捕らえるという⁹⁾。

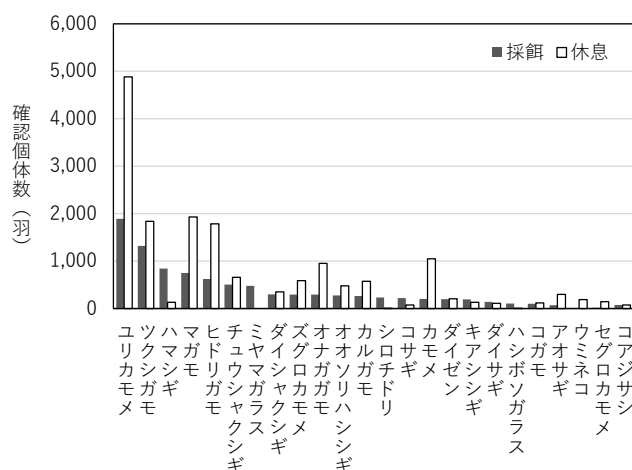
ハマシギの嘴の届く範囲は 3cm 程度、アカアシシギは 4cm、ダイシャクシギは 15cm^{6),9)}、オオソリハシシギは 9cm 程度⁹⁾で、採食可能深度は種によって異なっている⁶⁾。ダイゼンも視覚によって捜し、基質表面のゴカイ科の一種 *Nereis diversicolor* の動きをたよりに見つけているらしい⁸⁾。また、オオソリハシシギは、主にタマシキゴカイ科 *Arenicola marina* が排糞のため干潟上に出てくるのを見ながら待って捕食し⁸⁾、ミヤコドリは二枚貝をよく食べるという⁵⁾。

このほか、トウネンやハマシギなどの小型シギ類は、バイオフィーム^{注1)}も餌としていることが、近年明らかとなっている¹⁰⁾。

6.2.2 鳥類の採餌・休息場としての干潟の役割

北九州市が1995年8月の小潮時、および同年9月、翌年1月、2月、3月、5月の大潮時の日中、それぞれ満潮時と干潮時に調査した結果を用いて、鳥類の種別採餌個体数と休息個体数を干潟域で合計してみた。

全調査を通して干潟域で確認された採餌個体数が最も多かったのは、図 6.2.1 に示すようにユリカモメ、次いでツクシガモ、ハマシギ、マガモ、ヒドリガモの順であった。これら5種のうち、ハマシギを除くと休息個体数ともに多かった。ハマシギの干潟域での休息個体数は少なく、もっぱら干潟を採餌場として利用していると考えられた。多くのカモ・カモメ類は、採餌個体数よりも休息個体数が多い傾向にあった。特にオナガガモ、アオサギ、ウミネコ、セグロカモメなどは休息個体数の割合が高かった。ハマシギ、チュウシャクシギ、ダイゼン、シロチドリなどのシギ・チドリ類、ミヤマガラス、ハシボソガラスなどのカラス類は採餌個体数が休息個体数より多いか同程度で、採餌場としての干潟の利用価値がカモメ・カモ類に比べて高いものと推察された。なお、ミヤマガラスは干潟での休息個体は確認されず、もっぱら採餌のために利用していた。



6.2.3 干潟域における鳥類の採餌・休息個体数の分布

1995年、1996年の北九州市による鳥類の調査結果を干潟の23メッシュに区分し、採餌・休息別の個体数を合計したものを図6.2.2に、この種類別分布に基づく鳥類のクラスター解析結果を図6.2.4、図6.2.5に示す。クラスター解析は、土居ら¹⁾の方法に準じて類似度を求めて行った。鳥類間の距離を非類似度(=1-類似度)で表し、類似度にはHorn指数を使用した。クラスター間の結合方法は群平均法によった。本解析にはフリーの統計解析ソフトR(ver.4.12)を用いた。

鳥類全体では、採餌場としては図6.2.2(左側)に示すように間島の北側と南側の干潮線付近の利用が多く、間島西側と海床路周辺、および干潟南側の西側堤防沿いの利用は少ないようであった。一方、休息場としては同図(右側)に示すように、大野川河口、その北側の堤防付近、竹馬川河口付近が多く利用されていた。大野川河口には周辺と比べて地盤高の高い砂州があり、中潮から大潮の満潮時を除くと干出しているため、多くの鳥類が満潮時に休息場として利用していた。大野川北側の堤防沿いは冬場の強い北西の風を避けることができ、それによって生じる波も穏やかなため、鳥類にとつ

て良い休息場となっていると考えられる(写真6.2.1～写真6.2.5, 撮影日は調査年と異なる)。

図6.2.3に示す採餌場によるクラスター解析結果をみると、採餌場所が類似する鳥類(概ね非類似度0.3以下)はA～Jのグループに分けることができた。図6.2.5に示す種別の採餌場の分布を比較すると、A, B, D, Eグループは南干潟の干潮線付近を比較的良く利用していた。Cグループのコガモは図6.2.6に示す休息場(Sグループ)と同様に、竹馬川の河口のみを利用していた。Fのヒドリガモは竹馬川河口や周辺の滞、干潮線付近に多く、魚食性の強いGグループのダイサギ、コサギは北干潟の滞周辺に多い傾向があった。Iのオナガガモのグループは間島北側を主な採餌場としていた。Hグループのチュウシャクシギは間島北側の滞付近に多いほか、南干潟も広く採餌場として利用していた。Jグループのシロチドリは採餌個体は、貫川河口付近に多くみられた。

図6.2.4に示す休息場によるクラスター解析結果をみると、休息場所が類似する鳥類(概ね非類似度0.3以下)はK～Uのグループに分けることができた。図6.2.6に示す種別の休息場の分布をみると、セグロカモメをはじめとするKグループの5種は大野川河口を休息場として主に利用していた。そのうち、オナガガモは採餌場と

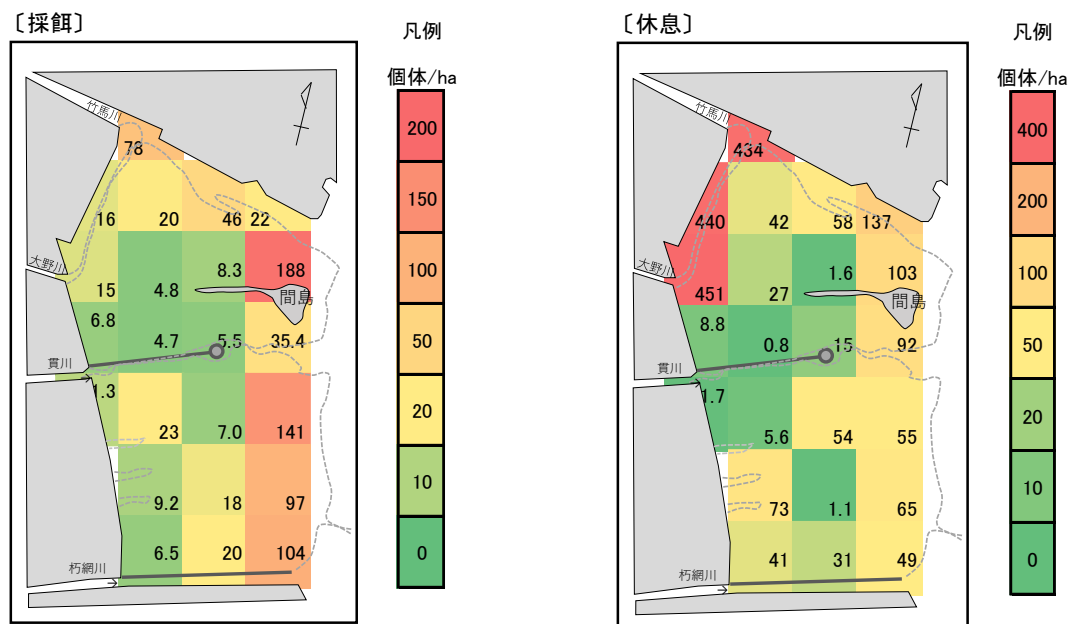


図 6.2.2 採餌・休息個体数の分布 (1995～1996年の6回調査の合計/ha)

して多く利用している間島北側も休息場として利用していた。ユリカモメとズグロカモメの M グループは、大野川河口の砂州のほか、大野川河口北側の堤防沿い付近も休息場として多く利用していた。ツクシガモ、カルガモの L グループは大野川河口のほか、竹馬川河口や南干潟の堤防、朽網川導流堤付近を多く利用していた。キアシシギ、ダイゼンの Q グループは南干潟の岸よりを主な休息場として利用していた。魚食性の強いダイサギ、アオサギの R グループは竹馬川河口やその他瀾筋周

辺で多い傾向にあった。ヒドリガモ、コガモの S グループは竹馬川河口のほか、朽網川河口導流堤付近に休息個体が多い傾向にあった。N グループの魚食性の強いコアジサシは南干潟の干潮線付近、O グループのカモメは南干潟の干潮線付近ほか大野川河口からその北側の堤防、P グループのダイシャクシギは大野川河口ほか南干潟干潮線付近、T グループのマガモは間島北側の瀾筋付近ほか竹間川河口付近に多い傾向にあった。

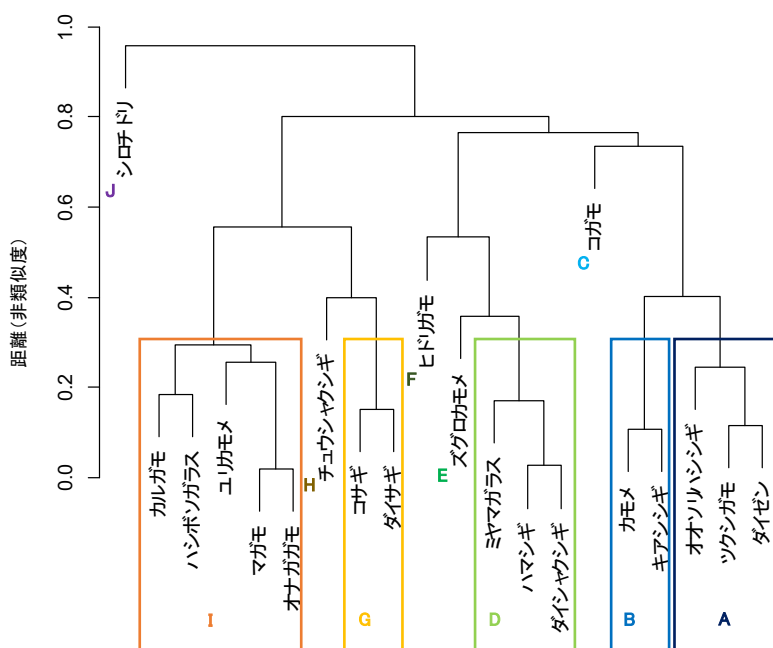


図 6.2.3 採餌個体数の分布による鳥類のクラスター解析結果 (採餌個体数合計上位 20 種で解析)

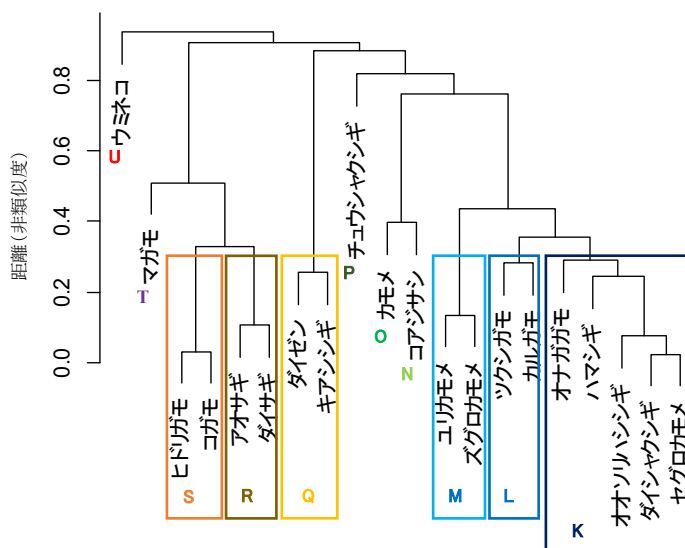


図 6.2.4 休息個体数の分布による鳥類のクラスター解析結果 (休息個体数合計上位 20 種で解析)



写真 6.2.1 大野川河口前の砂州で休息する鳥類
〔主にズグロカモメ, 2022年2月20日, 12時42分,
中潮, 満潮 11時30分 358cm(苜田)〕



写真 6.2.2 大野川河口前の砂州で休息するズグロカモメ
〔2022年2月.20日, 12時27分,
中潮, 満潮 11時30分 358cm(苜田)〕



写真 6.2.3 大野川河口北側のヨシ原周辺で休息する鳥類
〔主にツクシガモ, 2022年2月20日, 11時57分,
中潮, 満潮 11時30分 358cm(苜田)〕



写真 6.2.4 大野川河口北側のヨシ原周辺で休息する
ツクシガモ
〔2022年2月20日, 12時5分,
中潮, 満潮 11時30分 358cm(苜田)〕



写真 6.2.5 満潮時に南干潟で休息するツクシガモ・マガモ
〔2022年2月20日, 11時48分,
中潮, 満潮 11時30分 358cm(苜田)〕



写真 6.2.6 大野川河口の濤筋で採餌するツクシガモ
〔2022年2月.20日, 14時6分,
中潮, 満潮 11時30分 358cm(苜田)〕

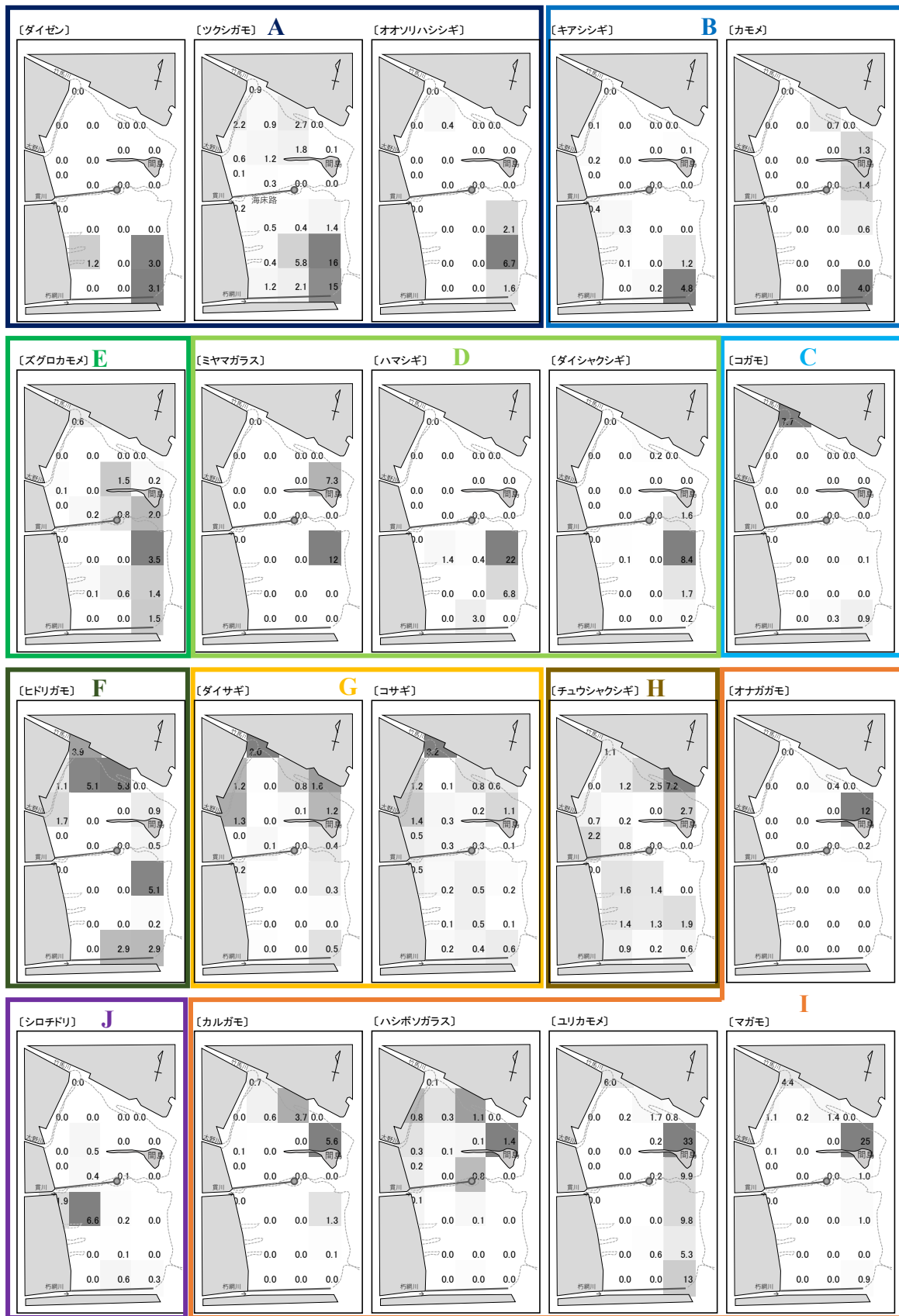


図 6.2.5 鳥類の採餌個体数の分布(1995~1996年の6回調査の個体数合計/ha, 上位20種のみ)
各メッシュ内の数値は採餌個体数の合計/haを示す。A~Jは図6.2.3のクラスター区分に対応。

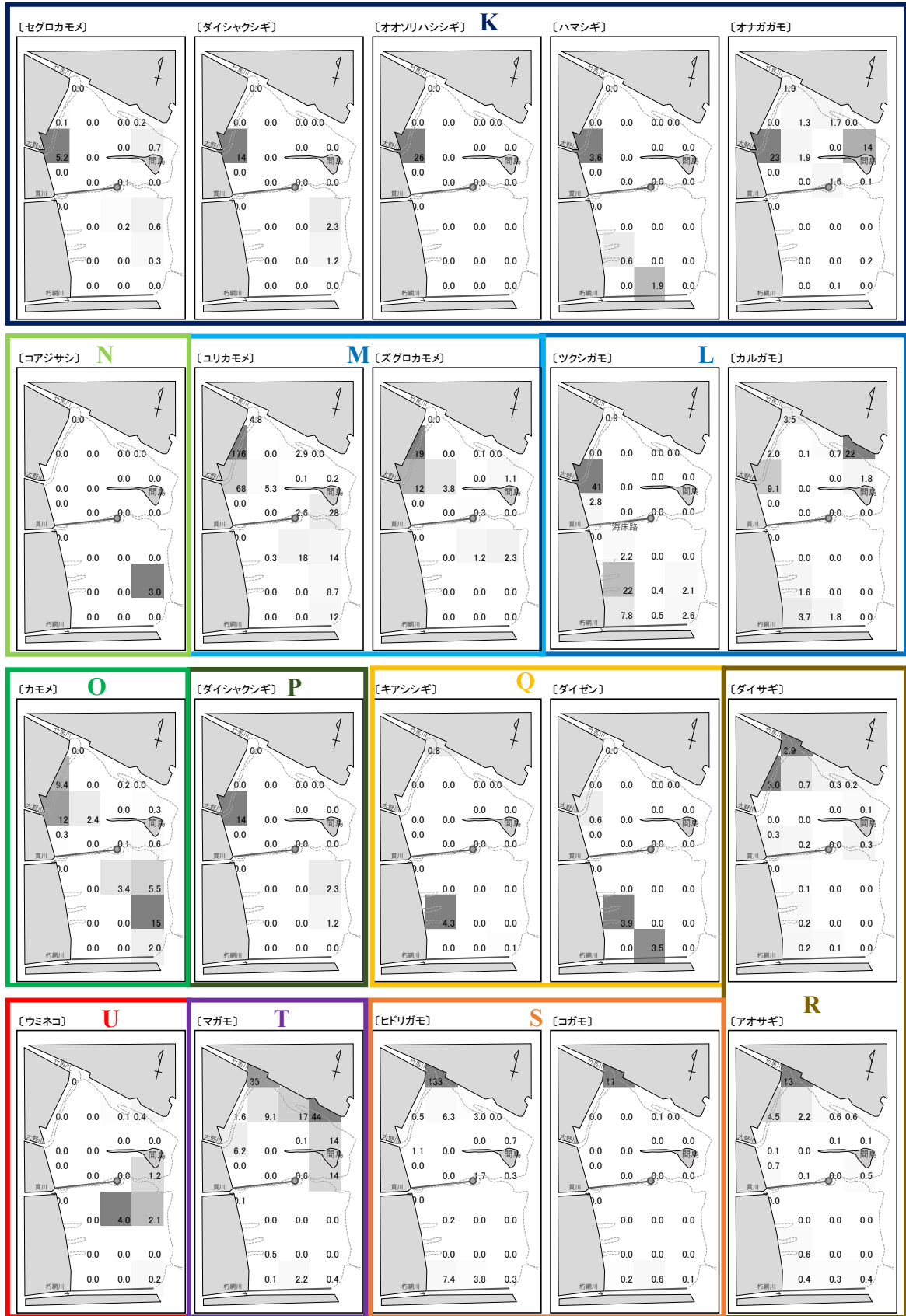


図 6.2.6 鳥類の休息個体数の分布(1995~1996 年の 6 回調査の個体数合計/ha, 上位 20 種のみ)

各メッシュ内の数値は休息個体数の合計/ha を示す. K~U は図 6.2.4 のクラスター区分に対応.

ハマシギ、ダイゼンの休息個体数が朽網川沿いの導流堤中央付近も多かったが、満潮時に導流堤上にいたものである。この導流堤はカモ類も休息場として良く利用していた。一方、西側堤防上は道路となっており、車や人通りが多いためか、ほとんどの鳥類は休息場として利用していなかった。

鳥類の採餌・休息個体の分布は、調査年や調査日、また潮汐や潮時によって当然異なるものである(写真 6.2.5, 写真 6.2.6 参照)。特に、今回示した結果は、ある調査日の満潮時と干潮時の採餌・休息個体のスナップショットを合計したものであり、各鳥類の曾根干潟における最適な採餌場を示しているかの判断は難しい。例えば、採餌個体数が干潮線付近に多い場合、鳥類が対象とする餌が多いためなのか、水際で餌を採りやすいためその時間だけそこに多いのかの判断は難しい。

そこで、これらの課題を解決するため、定量研ではズグロカモメとダイシャクシギの採餌行動の経時的調査を2002年に実施した。以下にその概要を紹介する。

(高比良)

6.2.4 ズグロカモメの採餌生態

曾根干潟には、環境省のレッドリスト¹²⁾で絶滅危惧II類に指定されているズグロカモメが生息している。こ

での本種の主食はオサガニ類と言われている^{13),14)}。

そこで、ズグロカモメの採餌行動とオサガニ類を含めた餌生物との関係を把握するため、ズグロカモメと同様にオサガニ類を主食とするダイシャクシギの行動を併せて調査し、比較した。また、ズグロカモメが採餌する瞬間を目視観察し、餌生物の種類を把握した¹⁵⁾。

(1) ズグロカモメ・ダイシャクシギの採餌行動調査

1) 調査方法

調査は、2002年2月6日の午前10時から15時半の上げ潮時に行った。なお、当日の気温は13.4℃と例年の3月上旬並に高く、ヤマトオサガニは干潟上で活発に活動していた(表 6.2.2)。

曾根干潟においては潮位による鳥類の採餌位置の変化が認められているため、潮位変化にあわせて観察

表 6.2.2 採餌行動調査日の天候・潮汐等

調査日時	2002年2月6日 10:00~15:30
天 候	晴れ (気温13.4℃:12時測定)
気 温	13.4℃ (12時測定)
潮 汐* (長 潮)	満潮 3:59 (260cm), 15:38 (263cm)
	干潮 9:42 (163cm), 22:35 (88cm)

*潮汐はフリーソフトTIDEforWIN(<http://fmie.cside7.com/>)による

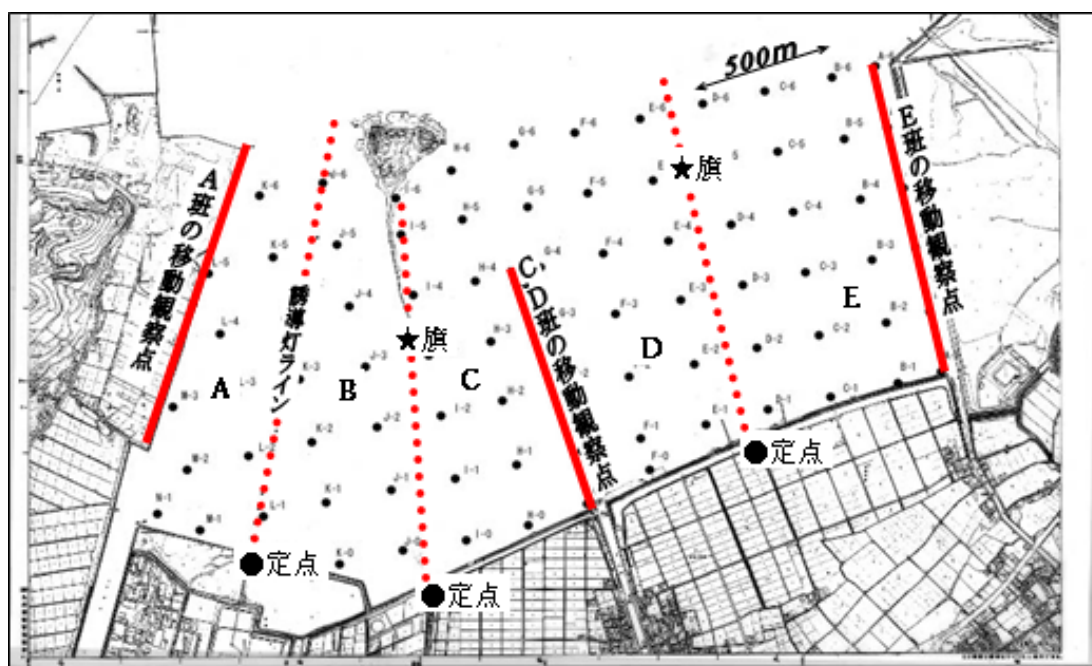


図 6.2.7 ズグロカモメ採餌生態調査における観測地点と観測範囲分割概念図

することとし、鳥類の採餌位置および個体数の計測誤差を最小にするため観測範囲を A～E の 5 つの範囲に分割し(図 6.2.7)、スナップ・リーディング法^{注2)}を用いて観測した。

鳥類の位置を広域かつ奥行きのある干潟において正確に測定するために、上述の分割観測範囲の両端それぞれ(定点)に観測員を配置した(図 6.2.8)。予め両観測員間の距離を計測し、これを基軸線とした。各観測員はスナップ・リーディング観測時に、鳥類の位置と基軸線がなす角度を角度測定器 (COMPAS GLASS SHAKUJI KEIKI CO.LTD)を用いて測定した。観測後、各観測員が測定したそれぞれの角度と基軸線から、鳥類の位置を出した。また、汀線の位置等も同様の方法で計測した。

2) 調査結果および考察

鳥類の採餌位置および汀線位置の経時変化を図 6.2.9 に示す。また、鳥類の採餌個体数と汀線からの距離との関係を図 6.2.10 に示す。この調査によって次のことが明らかとなった。

- ①ズグロカモメは汀線付近での採餌が多いが、汀線の沖側より陸側の割合が高い。
- ②ズグロカモメは、汀線付近以外でも濘筋や海水の残っている場所で採餌する。
- ③ダイシャクシギは、汀線付近での採餌行動が顕著であり、潮の遡上にあわせて採餌場所も移動する。

オサガニ類とこれら鳥類の採餌場の分布を比較すると、図 6.2.11 に示すようにヤマトオサガニの多い区域は地盤高が高い北側堤防沿いであるため、大潮時しか汀線が来ず、主要な採餌場とはなりにくい。したがって、潮の大小に関係なく汀線が来る地盤高の低い沖側や干潟南側のオサガニの主分布域がズグロカモメやダイシャクシギの主要な採餌場となっているものと考えられる。

以上の結果から、ズグロカモメ、ダイシャクシギの採餌行動は、採餌場所が餌生物の密度に依存する「密度依存型」ではなく、汀線付近を主な採餌場とする「汀線依

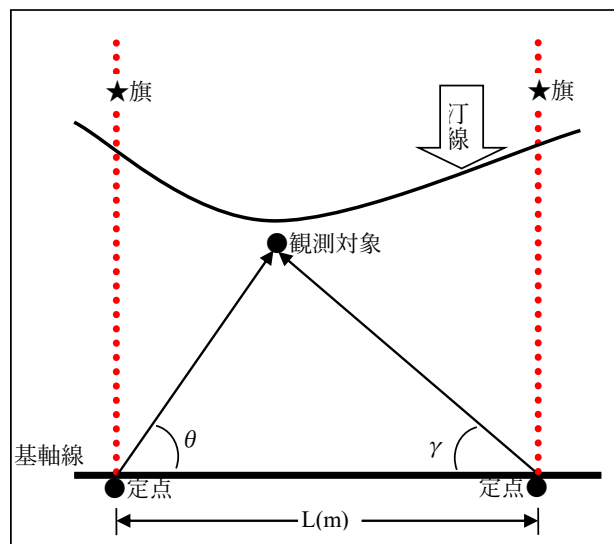


図 6.2.8 観測対象鳥類の位置測定概念図

存型」であることが明らかとなった。しかし、図 6.2.10 に示すようにズグロカモメはダイシャクシギに比べると汀線への依存度がやや低く、汀線以外の場所も採餌に利用していることが明らかとなった。

小野¹⁶⁾によると、ヤマトオサガニは渚線が通過する時間帯によく活動する「なぎさ線型」とし、干潟が露出している時間帯を広く利用するハクセンシオマネキ・チゴガニ・コメツキガニなどの「潮間帯型」と区別している。ズグロカモメやダイシャクシギの採餌場に主に生息するオサガニが「なぎさ線型」であるかは未確認であるが、このような底生生物の活動時間帯と鳥類の採餌行動は深く関係しているものと推察される。

したがって、今後干潟域の環境影響評価等で鳥類と底生生物との関係を調査する場合は、両者の平面的分布のみならず、本鳥類調査で実施したような潮時別分布や行動の把握が重要と考えられる。

(岩本)

注2) スナップ・リーディング法: 観測範囲を分割しても、干潟で常に移動している鳥の計測においては対象をダブルカウントする可能性がある。そのため各観測員は予め設定した時点(基本的に瞬間)において、鳥の個体数等を計測した。

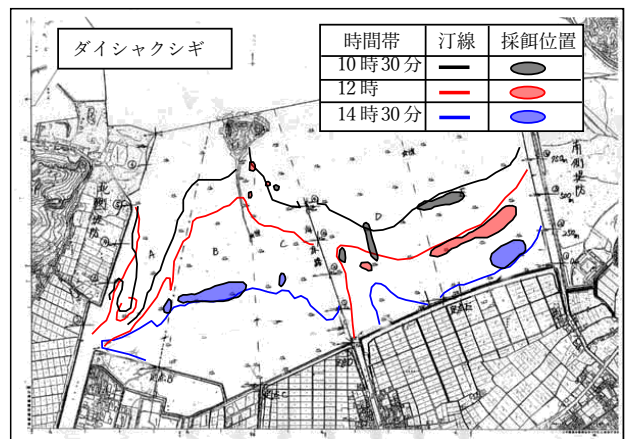
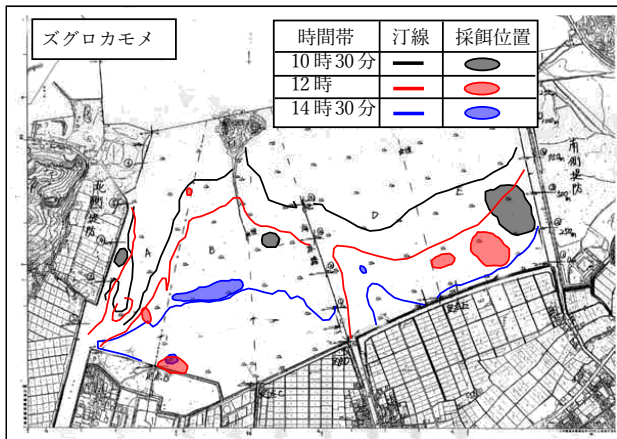


図 6.2.9 ズグロカモメ・ダイシャクシギの採餌場所および汀線の経時変化

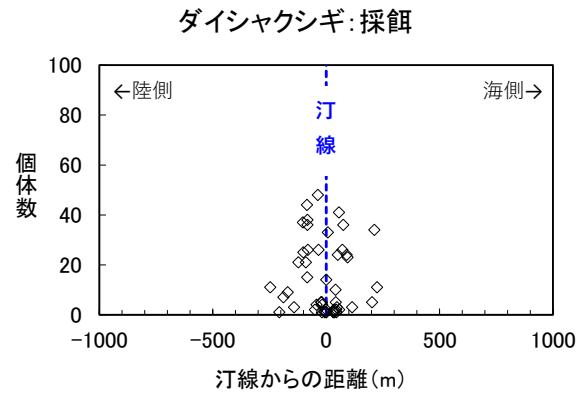
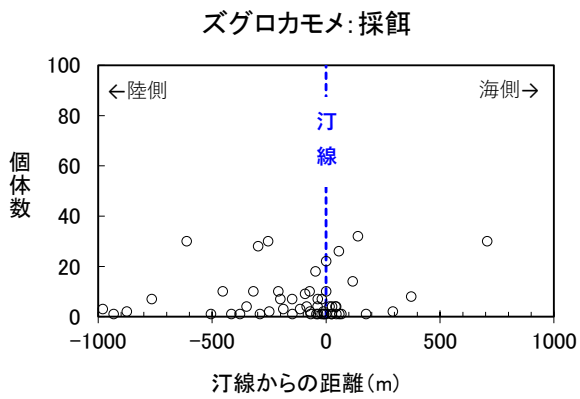


図 6.2.10 ズグロカモメ・ダイシャクシギの採餌位置と汀線との関係

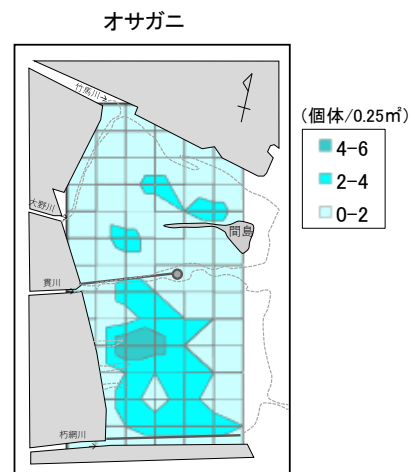
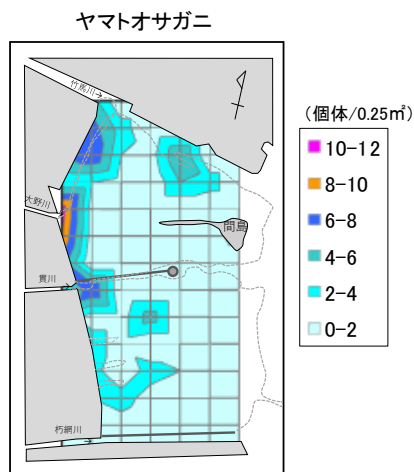


図 6.2.11 オサガニ類の分布

(「図 8.2.3 底質, 巣穴, 底生生物の分布」より)

(2) 目視観察によるズグロカモメ餌生物調査

曾根干潟におけるズグロカモメの餌生物の種類に関する調査には 1996 年に北九州市が¹⁾, 2003 年に定量研が実施した¹⁵⁾²⁾ 例がある. それぞれ「北九州市調査」, 「定量研調査」として以下に紹介する.

1) 北九州市調査

a) 調査方法

ズグロカモメの採餌方法は主に「飛翔採餌」(図 6.2.12)と「つつき捕り」がある¹⁴⁾. 前者は低空を飛翔しながら急降下して瞬間的に嘴で干潟表面の餌を捕獲する. 後者は歩行中に干潟上を盛んにつつきながら餌を探して捕獲する. いずれの場合も観測者が餌を識別できる時間は瞬間である. そこで, 調査は干潟各所のズグロカモメを観察できるように 3 班に分けて配置し, 日の出から日没までの1時間ごとに, ある特定の1個体を原則として 5 分間追跡し, その間に食べた餌の種類別, 大きさ別の数を記録した. これを各時間内に数回繰り返した.

餌の種類判別は, 双眼鏡および望遠鏡を用いて可能な限り行った. 餌の大きさはズグロカモメの嘴の長さ(25~28mm)³⁾を基準にして, その 0.5 倍(約 1.5cm)以下を「小」, それ以上を「大」と区分した.

調査は, 1996 年の 2 月 7 日~9 日にかけて実施した. 各調査日の天候, 潮汐等は表 6.2.3 に示すとおりである. 気温は各調査日も 6~7℃と低かった. 特に 9 日は小雪混じりで風が強く, 午後はカニも巣穴に入って干潟上に現れなかった. また, ズグロカモメの採餌行動もほとんどみられなくなったため, 調査は 15 時で切り上げた.

b) 調査結果および考察

① 採餌方法

ズグロカモメの採餌方法別採餌回数をみると, 図 6.2.13 と表 6.2.4 に示すように「つつき捕り」が「飛翔採餌」と同じかそれより多い傾向にあった. 3 回の調査を合計すると, 約 70%が「つつき捕り」, 残りの 30%が「飛翔採餌」であった.

当時, 本調査にご指導・ご協力いただいた武石全滋氏(北九州市自然史博物館学芸員(調査当時))によると, 以前の観察では「飛翔採餌」が「つつき捕り」に比べて多かったとのことであった. この違いについて武石氏

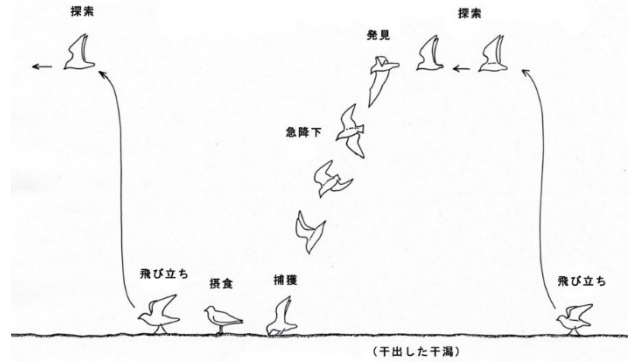


図 6.2.12 ズグロカモメの採餌行動(飛翔採餌)¹⁴⁾

表 6.2.3 北九州市によるズグロカモメ餌生物調査日の天候・潮汐等

調査回	1回目	2回目	3回目
調査日	1996年2月7日	2月8日	2月9日
天候	晴~曇り	曇り	曇り一時雪
気温	7℃	7℃	6℃
潮汐	中潮	中潮	中潮
潮位 (cm)	満潮	353	350
	干潮	64	63
		66	

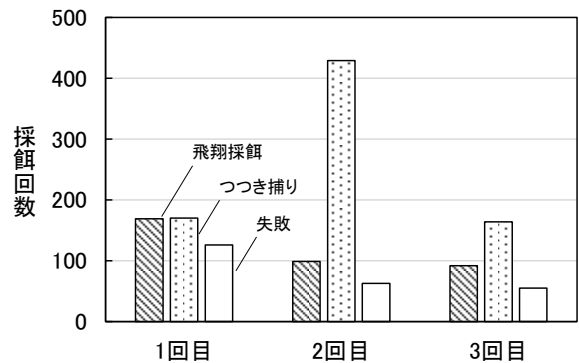


図 6.2.13 北九州市の調査によるズグロカモメの採餌方法別採餌回数

は, 今回は風が強く気温が低かったため主な餌であるカニ類が干潟上に出てこなかったのが原因ではないかと推察された. また, 「飛翔採餌」は大型のカニを短時間で見つけられる利点がある一方, 風が強いと飛翔自体が困難であり, エネルギーを消耗するなどの不利な点もあると考えられた.

表 6.2.4 北九州市の調査によるズグロカモメ餌生物調査結果

【調査1回目】 調査日: 1996年2月7日

調査 時間帯	飛翔採餌(餌個体数)						つつき捕り(餌個体数)		失敗 (回)	延べ観察 時間(分)	採餌・休息個体数割合(%)		推定平均 潮位 [※] (cm)	
	カニ大	カニ小	ゴカイ	魚	エビ	不明	カニ小	不明			採餌	休息		
7~8時	9	1	0	0	0	0	9	5	32	28	82	98.9	1.1	183
8~9時	4	9	0	0	0	27	9	76	17	85	98.8	1.2	266	
9~10時	0	1	0	0	0	3	1	4	10	57	0	100	322	
10~11時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	356	
11~12時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	347	
12~13時	2	0	0	0	0	0	0	0	11	25	100	0	298	
13~14時	3	1	3	0	0	7	4	39	10	75	82.3	17.7	230	
14~15時	1	4	0	0	0	9	0	0	11	50	72.7	27.3	160	
15~16時	10	2	2	0	0	11	0	0	8	63	55.9	44.1	99	
16~17時	15	10	7	0	0	6	0	0	23	133	68.9	31.1	65	
17時~	3	4	0	0	0	6	0	0	8	38	84.2	15.8	67	
合計	47	32	12	0	0	78	19	151	126	608	-	-	108	

【調査2回目】 調査日: 1996年2月8日

調査 時間帯	飛翔採餌(餌個体数)						つつき捕り(餌個体数)		失敗 (回)	延べ観察 時間(分)	採餌・休息個体数割合(%)		推定平均 潮位 [※] (cm)
	カニ大	カニ小	ゴカイ	魚	エビ	不明	カニ小	不明			採餌	休息	
7~8時	1	0	0	0	0	13	0	3	12	24	73.6	26.4	144
8~9時	2	1	2	0	0	6	6	79	6	42.5	83.1	16.9	228
9~10時	1	3	1	0	1	13	0	31	4	58.5	53.3	46.7	296
10~11時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	341
11~12時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	353
12~13時	1	0	0	0	0	2	0	0	3	15	0	100	323
13~14時	0	0	6	0	0	5	0	28	3	40	100	0	262
14~15時	5	3	1	1	0	5	0	282	19	85	89.4	10.6	190
15~16時	4	1	0	0	0	8	0	0	5	66	80	20	124
16~17時	4	0	1	0	0	8	0	0	11	39	91.8	8.2	80
17時~	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84.3	15.7	60
合計	18	8	11	1	1	60	6	423	63	370	-	-	81

【調査3回目】 調査日: 1996年2月9日

調査 時間帯	飛翔採餌(餌個体数)						つつき捕り(餌個体数)		失敗 (回)	延べ観察 時間(分)	採餌・休息個体数割合(%)		推定平均 潮位 [※] (cm)
	カニ大	カニ小	ゴカイ	魚	エビ	不明	カニ小	不明			採餌	休息	
7~8時	3	5	2	0	0	12	0	0	12	50	74.5	25.5	113
8~9時	5	3	2	0	0	11	0	44	13	63	77.6	22.4	190
9~10時	13	11	1	1	0	3	0	70	7	68	82.1	17.9	262
10~11時	3	2	0	0	0	14	0	50	23	40	8	92	317
11~12時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	343
12~13時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	333
13~14時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	290
14~15時	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	64.1	35.9	227
15~16時	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	156
16~17時	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
17時~	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70
合計	24	21	5	1	0	41	0	164	55	226	-	-	66

※推定平均潮位はフリーソフトTIDEforWIN(<http://fmie.cs.cide7.com/>)による

【調査1~3回目の合計】 調査日: 1996年2月7~9日

調査 時間帯	飛翔採餌(餌個体数)						つつき捕り(餌個体数)		失敗 (回)	延べ観察 時間(分)
	カニ大	カニ小	ゴカイ	魚	エビ	不明	カニ小	不明		
7~8時	13	6	2	0	0	34	5	35	52	156
8~9時	11	13	4	0	0	44	15	199	36	190.5
9~10時	14	15	2	1	1	19	1	105	21	183.5
10~11時	3	2	0	0	0	14	0	50	23	40
11~12時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12~13時	3	0	0	0	0	2	0	0	14	40
13~14時	3	1	9	0	0	12	4	67	13	115
14~15時	6	7	1	1	0	15	0	282	30	140
15~16時	14	3	2	0	0	19	0	0	13	129
16~17時	19	10	8	0	0	14	0	0	34	172
17時~	3	4	0	0	0	6	0	0	8	38
合計	89	61	28	2	1	179	25	738	244	1204

② 餌の種類

ズグロカモメの餌の種類については、図 6.2.14 に示すように採餌行動が確認された約半数について、カニ類、ゴカイ類、魚類、エビ類などの大きな分類群で判別することができたが、観測地点から遠くにいるズグロカモメの餌や、近くでも小型の餌の判別は困難を極めた。餌の種類を判別できたものでは、カニ類が 8 割以上を占め、そのカニ類のほとんどはオサガニ類であった。採餌された餌は、大きなものでも嘴の長さの 2 倍(約 5cm)を超えるものはなかった。

判別できなかった餌の多くは、「つつき捕り」によるものであり、この方法によって捕られるものは小型のものが多く、確認が困難であった。よく観察すると、小型の丸いものを食べているようであり、小型のカニまたは貝ではないかと推察された。

③ 採餌量

日の出から日没まで調査を実施した表 6.2.4 に示す 1～2 回目の調査結果を用いて、ズグロカモメ 1 羽が 1 日に食べる餌の量を表 6.2.5 に示すように採餌・休息個体の比率(採餌行動個体数割合 R)を考慮して推定した結果、カニの大・小合わせて 30～60 個体を採餌していることになった。

曾根干潟におけるカニ類調査¹⁾におけるオサガニ類の甲幅(X)と体重(Y)の関係式 $Y=0.000124 \times X^{3.24}$ から、オサガニ類の平均甲幅約 18mm の湿重量は約 1.5g となり、1 日のカニ採餌量 30～60 個体は約 45～90g に相当した。この重量は、ヤマトオサガニの湿重量(x)と乾重量(Y)の相関式¹⁾ $Y=0.21X-0.012$ から、乾重量 10～20g に換算され、ズグロカモメの親鳥体重から次式により推定される 1 日あたりの摂餌量約 20g と概ね一致した。

鳥類の体重(W)と摂餌量(Y_c)の関係式¹⁷⁾は、

$$Y_c (\text{g-dry/羽} \cdot \text{日}) = 0.601 W^{0.670} \text{ で表せる。}$$

ここで、ズグロカモメの体重 $W=195 (\text{g/羽})^{2)-4)}$

を代入すると

$$Y_c (\text{g-dry/羽} \cdot \text{日}) = 0.601 (195)^{0.670} = 21$$

となる。

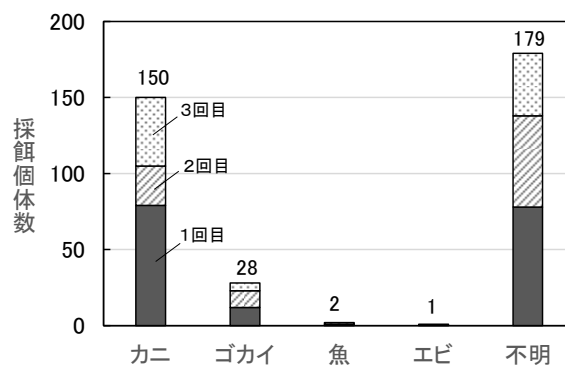


図 6.2.14 北九州市の調査によるズグロカモメの餌の種類別採餌個体数(飛翔採餌)

ズグロカモメによる 1 日あたりのカニの採餌個体数が 30～60 個体/羽であることから、曾根干潟で越冬する平均約 140 羽(1997 年度 10～3 月の平均¹⁸⁾)が曾根干潟滞在期間中(10 月～翌 3 月の 180 日)に採餌するオサガニ類の個体数を推計すると、次式のように 75～150 万個体になった。

ズグロカモメが曾根干潟滞在期間中に採餌するオサガニ類の総個体数

$$= 30 \sim 60 \text{ 個体/日} \cdot \text{羽} \times 180 \text{ 日} \times 140 \text{ 羽} \\ = 75 \sim 150 \text{ 万個体}$$

これは、オサガニ類の推定生息数(1995 年秋季の推計値)約 5,000 万個体¹⁾の 1.5～3%であり、ズグロカモメの餌としてオサガニ類は十分な量が存在していると考えられた。

(高比良)

表 6.2.5 北九州市の調査によるズグロカモメ採餌量の推定

【調査1回目】

調査 時間帯	捕食餌個体数計			延べ観 察時間 (分) t	捕食餌個体数/羽・時間			ズグロカモメ 採餌行動 個体数割 合 R(%)	ズグロカモメの採餌・休息を考 慮した捕食餌個体数/羽・時間		
	カニ大 a	カニ小 b	不明 c		カニ大 A=a × 60/t	カニ小 B=b × 60/t	不明 C=c × 60/t		カニ大 F _a =A × R	カニ小 F _b =B × R	不明 F _c =C × R
7～8時	9	6	41	82	6.6	4.4	30	98.9	7	4	30
8～9時	4	18	103	85	2.8	12.7	72.7	98.8	3	13	72
9～10時	0	2	7	57	0	2.1	7.4	0	0	0	0
10～11時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11～12時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12～13時	2	0	0	25	4.8	0	0	100	5	0	0
13～14時	3	5	46	75	2.4	4	36.8	82.3	2	3	30
14～15時	1	4	9	50	1.2	4.8	10.8	72.7	1	4	8
15～16時	10	2	11	63	9.5	1.9	10.5	55.9	5	1	6
16～17時	15	10	6	133	6.8	4.5	2.7	68.9	5	3	2
17時～	3	4	6	38	4.7	6.3	9.5	84.2	4	5	8
合計(1日あたり)	47	51	229	608	38.8	40.7	180.4	—	31	33	156
平均	4.3	4.6	20.8	55.3	3.5	3.7	16.4	60.2	2.8	3	14.1

【調査2回目】

調査 時間帯	捕食餌個体数計			延べ観 察時間 (分) t	捕食餌個体数/羽・時間			ズグロカモメ 採餌行動 個体数割 合 R(%)	ズグロカモメの採餌・休息を考 慮した捕食餌個体数/羽・時間		
	カニ大 a	カニ小 b	不明 c		カニ大 A=a × 60/t	カニ小 B=b × 60/t	不明 C=c × 60/t		カニ大 F _a =A × R	カニ小 F _b =B × R	不明 F _c =C × R
7～8時	1	0	16	24	2.5	0	40	73.6	2	0	29
8～9時	2	7	85	42.5	2.8	9.9	120	83.1	2	8	100
9～10時	1	3	44	58.5	1	3.1	45.1	53.3	1	2	24
10～11時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11～12時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12～13時	1	0	2	15	4	0	8	0	0	0	0
13～14時	0	0	33	40	0	0	49.5	100	0	0	50
14～15時	5	3	287	85	3.5	2.1	202.6	89.4	3	2	181
15～16時	4	1	8	66	3.6	0.9	7.3	80	3	1	6
16～17時	4	0	8	39	6.2	0	12.3	91.8	6	0	11
17時～	0	0	0	0	0	0	0	84.2	0	0	0
合計	18	14	483	370	23.6	16.0	484.8	—	16	13	401
平均	1.6	1.3	43.9	33.6	2.1	1.5	44.1	59.6	1.5	1.1	36.4

2) 定量研調査

a) 調査方法

ズグロカモメが採餌する瞬間にズグロカモメが捕獲した餌の種類を識別するために、以下の2つの方法を試みた。

調査は2名1組で2班を作り、方法Aは干潟中央の海床路を、沖側1.5km先から陸側に歩きながら片側約200m両側約400m範囲内のズグロカモメの行動を観察した。方法Bは大野川河口の堤防上の定点から、半径400m範囲内のズグロカモメの行動を観察した。観察器具は8～9倍の双眼鏡および20倍の望遠鏡を使用した。

調査日は2003年1月25日で、観察時間はいずれも午前7時40分から午前10時40分までの3時間。干潮は午前7時43分。天候は晴れ、風向は北西、弱風、気温は調査開始時5℃、終了時8℃であった(表6.2.6)。

b) 調査結果および考察

当日の調査時間帯の気温は5～8℃と低く、干潟上を這い回るオサガニ類の姿は見られなかった。

餌生物の内訳は表6.2.7のとおりであるが、カニは一呑みできるほどの小さなサイズであるため種は不明であった。魚は2回確認されたが、これも一瞬で飲み込むほど小さく、種不明であるが形状からハゼ類と思われる(写真6.2.7)。

46回の採餌のうち、食物の種類が不明であった回数は全体の76%を占めた。これは観察距離の問題と、餌生物が小さく瞬時に飲み込まれたため判別ができなかったことによる。餌を捕るためズグロカモメが着地する場所は、ほとんどが干潟上の水溜りであった。このような場所では、オサガニ類ほかスジハゼやヒメハゼ等のハゼ類の稚魚が多く観察されることから、これらが餌となっている可能性が高い。実際、2022年11月8日の事前調査の際は、オサガニ類を採餌するズグロカモメを確認し、写真撮影に成功した(写真6.2.8)。

(岩本)

表 6.2.6 定量研によるズグロカモメ餌生物調査日の天候・潮汐等

調査日時	2003年1月25日 7:40～10:40
天候	晴れ
気温	5℃(開始時)～8℃(終了時)
潮汐 (長潮)	満潮 1:38 (291cm), 14:01 (312cm) 干潮 7:42 (93cm), 20:35 (87cm)

*潮汐はフリーソフトTIDEforWIN(<http://fmie.cside7.com/>)による

表 6.2.7 定量研によるズグロカモメの採餌調査結果

区域	総観察回数 ①+② (回)	食物の内訳(個体)					不成功 ② (回)
		カニ	魚	ゴカイ	不明	小計 ①	
方法A (海床路班)	25	4	0	5	9	18	7
方法B (大野川班)	31	0	2	0	26	28	3
計	56	4	2	5	35	46	10



写真 6.2.7 ズグロカモメ採餌状況
(餌:形状からハゼ類と思われる)



写真 6.2.8 ズグロカモメ採餌状況(餌:オサガニ類)

6.2.5 底生生物現存量と鳥類の生息に必要な餌量との関係

曽根干潟に多くの鳥類が飛来し、ゴカイ類や貝類などを餌として捕食している。しかし、その餌量は鳥類にとって十分足りているのであろうか。

北九州市の 1995 年度の調査・検討結果¹⁾を以下に紹介する。なお検討は、調査月の底生生物の現存量(乾重量)と、各月に曽根干潟に飛来して餌をとった鳥類の摂餌量(乾重量)を推定・比較することによった。

(1) 底生生物の現存量および鳥類に必要な餌量の推定方法

1) 底生生物の現存量(乾重量)の推定方法

底生生物の現存量(乾重量)は、まず、各調査月の 23 地点の調査で得られた各地点の分類群別湿重量 W (g-wet/m²) を、曽根干潟で採取された底生生物の分類群別湿重量と乾重量の関係式を用いて分類群別乾重量(g-dry/m²)に換算した。その式は次式で表せる。

底生生物の分類群別乾重量 D (g-dry/m²) = 分類群別湿重量 W (g-wet/m²) × 分類群別乾重量換算係数 k

ここで、分類群別乾重量換算係数 k は、曽根干潟で採取された底生生物の実測データに基づき次のように決定した¹⁾。

環形動物門 多毛類 : $k=0.150$ (乾重量/湿重量)

(内訳) *Lumbrineris* sp.: 0.101 ± 0.012 (n=5)
 スゴカイイソメ: 0.162 ± 0.014 (n=3)
 チロリ: 0.113 ± 0.001 (n=3)
 ミズヒキゴカイ: 0.132 ± 0.000 (n=1)
 ツバサゴカイ科: 0.154 ± 0.000 (n=1)
 フサゴカイ科: 0.237 ± 0.000 (n=1)
 平均値: 0.150 ± 0.044 (n=6)
 ここで n は計測サンプル数を示す

節足動物門 甲殻類 : $k=0.250$ (乾重量/湿重量)

(内訳) ヤマトオサガニ: 0.202 ± 0.0218 (n=20)
 ニホンサナモグリ: 0.299 ± 0.0278 (n=6)
 平均値: 0.250 ± 0.003 (n=2)
 ここで n は計測サンプル数を示す

軟体動物門

二枚貝類: $k=0.0356$ (肉質乾重量/殻付き湿重量)
 巻貝類: $k=0.0774$ (肉質乾重量/殻付き湿重量)

(内訳)
 二枚貝 シオフキガイ: 0.0259 ± 0.005 (n=20)
 アサリ: 0.0490 ± 0.003 (n=20)
 イチョウシトリガイ: 0.0317 ± 0.006 (n=14)
 平均値: 0.0355 ± 0.001 (n=3)
 巻貝 ウミニナ: 0.0581 ± 0.022 (n=4)
 ヘナタリガイ: 0.0635 ± 0.005 (n=5)
 アラムシロガイ: 0.1107 ± 0.015 (n=4)
 平均値: 0.0774 ± 0.004 (n=3)
 ここで n は計測サンプル数を示す

次に、各地点の分類群別重量に各地点が属するメッシュ面積(S_m)を掛け、これらを合計した。

なお、底生生物の現存量の試算に使用した基本データは、第 5 章 2 節の図 5.2.1, 図 5.2.2 で示した 1995 年度の干潟 23 地点の底生生物(マクロベントス)調査結果¹⁾から、鳥類の餌となりにくいカキ類、フジツボ類を除いたものである。また、カニ類については、マクロベントスの調査に比べて現存量の推定精度の高い $1 \times 1m$ のカニ類目視調査結果(1995 年 10 月実施)¹⁾を使用した。

2) 鳥類の摂餌量(乾燥重量)の推定方法

ある鳥類の体重(W_i)と 1 日の摂餌量(Y_i)の関係は、次式で表される¹⁷⁾。

$$Y_i = 0.601 W_i^{0.670}$$

ここで、

Y_i (g - dry/羽・日) : i 番目の鳥の摂餌量

W_i (g) : i 番目の鳥の体重(日本鳥類大図鑑²⁴⁾に準じたが、未記載のものについては類似種から推定)

そこで、各月に曽根干潟で採餌していた鳥類の摂餌量の合計 B_m (kg-dry/月) を次式で推定した。

$$B_m = \sum_{i=1}^s (n_i \times Y_i \times D / 1000)$$

ここで、

S (種/月) : 干潟域で底生生物の採餌が確認された鳥類の各月の種数

n_i (羽) : 各月の i 番目の鳥の採餌最大個体数

D (日) : 各月の日数、ここではすべて 30 日とした

(2) 底生生物の現存量および鳥類の採餌量推定結果

曾根干潟における 1995 年度時点の底生生物の現存量は、図 6.2.14、表 6.2.8 に示すように、乾重量で約 60～120 トン、平均で約 91 トンと推計された。ただし、カニ類については前述のとおり 1995 年 10 月の調査結果を各月で使用しており、カニ類の季節変化は考慮していない。

主要分類群別では、1 個体あたりの湿重量が大きな二枚貝類やカニ類の占める割合が大きくなっている。また、季節別では二枚貝類の出現個体数が少なかった 8 月に少なくなっていた。

鳥類の 1 か月あたりの採餌量は、図 6.2.15、表 6.2.9 に示すように、乾重量で約 0.5～7 トン、平均で約 3.5 トンと推計された。年間での鳥類の採餌量はこの平均約 3.5 トン/月の 12 倍の約 42 トンと推定される。

したがって、年間では底生生物現存量の平均 91 トンの 5 割程度(42 トン/91 トン=0.46)が鳥類の採餌量となっていることになる。一般的には底生生物の年間生産量(P)は現存量(B)の 2～3 倍¹⁹⁾であるため、曾根干潟における底生生物の生産量は 180～270 トンで、鳥類の採餌量 42 トンはその 16～23%に相当する。仮に、底生生物が 1995 年 8 月のように約 60 トンと少なかった場合、底生生物の年間生産量は 120～180 トンで、鳥類の採餌量 42 トンはその 23～35%となる。つまり、1995 年度時点における曾根干潟における底生生物現存量は、当干潟に生息する鳥類の餌を十分賄えられていると考えられる。また、越冬のため曾根干潟を多くの鳥類が訪れている 1995 年 10 月から翌年 3 月までの底生生物の現存量の減少量は約 20 トン(=123-103 トン)で、その間の鳥類による採餌量は約 36.8 トン(=(7.1+6.5+4.8 トン)×2 倍)と推定され、鳥類による採餌が冬場の底生生物の減少要因の一つにもなっていると考えられる。

以上の曾根干潟における鳥類の餌量の推定は 1995 年度時点のものであるが、第 5 章 2 節 1 項の図 5.2.10 で示したように 2012 年度以降、底生生物現存量(殻付き湿重量/m²)は 1995 年度の約 10 分の 1 以下となっており、餌不足が懸念される。特に、曾根干潟では二枚貝類の減少が大きいため、二枚貝類を主な餌とする鳥類への影響が懸念される。実際、第 5 章 2 節 2 項で示し

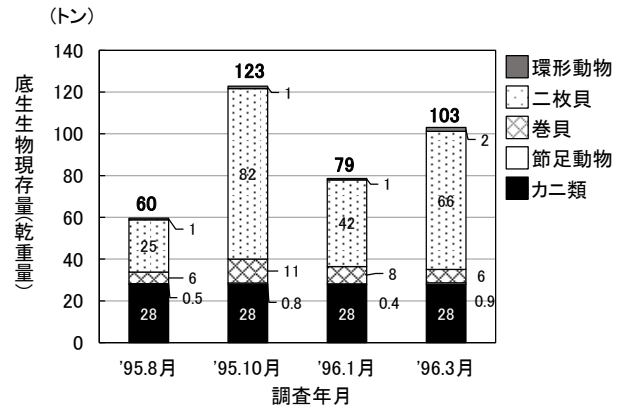


図 6.2.14 曾根干潟における底生生物現存量の推定結果
注) カニ類については、底生生物調査(マクロベントス)とは別に 1995 年 10 月に実施したカニ類の生息状況調査(0.5×0.5m コドラート(深さ 0.3m)×5 回採り/地点の平均値)の結果を使用し、そのため節足動物のデータからはカニ類を除外した。また、鳥類の餌となりにくいフジツボ類やカキ類も除外した。

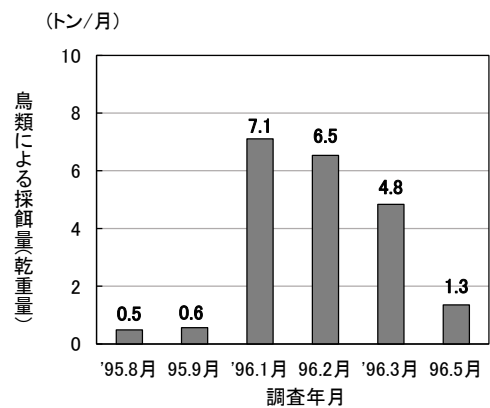


図 6.2.15 曾根干潟を採餌場として利用する鳥類の採餌量の推定値

たように、曾根ではガンカモ目ガンカモ科、チドリ目カモメ科に属する冬鳥の減少が著しく、その中にはスズガモ等二枚貝類を主要な餌とする鳥類も含まれている。

表 6.2.8(1) 曽根干潟における底生生物現存量の推定結果(1995年8月)

地点	湿重量W(g-wet/m ²)					乾重量D(g-dry/m ²)					メッシュ 面積 Sm(m ²)	現存量B(kg-dry)					合計
	環形動物	二枚貝	巻貝	節足動物	カニ類	環形動物	二枚貝	巻貝	節足動物	カニ類		環形動物	二枚貝	巻貝	節足動物	カニ類	
B-1	0.16	0.00	0.00	3.00	55.0	0.024	0.000	0.000	0.750	13.750	88,800	2	0	0	67	1,221	1,290
B-2	3.70	0.16	0.00	2.20	57.9	0.555	0.006	0.000	0.550	14.475	76,300	42	0	0	42	1,104	1,189
B-3	2.50	35.52	92.24	1.70	13.0	0.375	1.261	7.139	0.425	3.250	250,000	94	315	1,785	106	813	3,113
B-4	0.40	0.00	0.00	0.60	7.4	0.060	0.000	0.000	0.150	1.850	193,800	12	0	0	29	359	399
B-5	0.60	11.44	5.04	0.00	8.3	0.090	0.406	0.390	0.000	2.075	55,900	5	23	22	0	116	166
B-6	0.00	1.70	4.13	0.00	75.2	0.000	0.060	0.320	0.000	18.800	188,400	0	11	60	0	3,542	3,614
B-7	0.80	3.64	58.00	0.00	37.8	0.120	0.129	4.489	0.000	9.450	250,000	30	32	1,122	0	2,363	3,547
B-8	0.00	3.96	7.64	1.50	16.3	0.000	0.141	0.591	0.375	4.075	250,000	0	35	148	94	1,019	1,295
B-9	0.50	0.00	23.72	0.00	27.8	0.075	0.000	1.836	0.000	6.950	294,200	22	0	540	0	2,045	2,607
B-10	1.20	1.16	0.86	0.00	21.5	0.180	0.041	0.067	0.000	5.375	134,700	24	6	9	0	724	763
B-11	0.00	1.76	25.24	0.00	16.1	0.000	0.062	1.954	0.000	4.025	250,000	0	16	488	0	1,006	1,510
B-12	0.00	181.68	9.48	0.00	21.1	0.000	6.450	0.734	0.000	5.275	250,000	0	1,612	183	0	1,319	3,115
B-13	1.00	400.12	5.80	0.00	15.2	0.150	14.204	0.449	0.000	3.800	251,200	38	3,568	113	0	955	4,673
B-14	3.40	0.00	0.00	1.90	44.5	0.510	0.000	0.000	0.475	11.125	84,400	43	0	0	40	939	1,022
B-15	0.40	29.44	2.36	0.00	14.3	0.060	1.045	0.183	0.000	3.575	250,000	15	261	46	0	894	1,216
B-16	0.40	899.64	19.28	0.00	21.7	0.060	31.937	1.492	0.000	5.425	250,000	15	7,984	373	0	1,356	9,729
B-17	2.00	163.80	3.80	0.00	8.0	0.300	5.815	0.294	0.000	2.000	259,400	78	1,508	76	0	519	2,181
B-18	0.50	170.28	1.56	0.00	26.4	0.075	6.045	0.121	0.000	6.600	281,900	21	1,704	34	0	1,861	3,620
B-19	1.20	222.80	0.00	0.00	21.2	0.180	7.909	0.000	0.000	5.300	250,000	45	1,977	0	0	1,325	3,347
B-20	1.80	8.24	0.76	0.00	9.2	0.270	0.293	0.059	0.000	2.300	282,200	76	83	17	0	649	824
B-21	3.00	271.96	25.64	0.40	24.1	0.450	9.655	1.985	0.100	6.025	256,800	116	2,479	510	26	1,547	4,677
B-22	0.40	376.84	1.68	0.10	13.1	0.060	13.378	0.130	0.025	3.275	250,000	15	3,344	33	6	819	4,217
B-23	2.00	1.52	0.96	0.60	12.0	0.300	0.054	0.074	0.150	3.000	418,600	126	23	31	63	1,256	1,498
合計											5,116,600	818	24,983	5,590	472	27,748	59,611

注)カニ類は、1995.10月のコドラート調査結果を使用
 軟体動物:カキ類を除く
 節足動物:フジツボ・カニ類を除く

表 6.2.8(2) 曽根干潟における底生生物現存量の推定結果(1995年10月)

地点	湿重量W(g-wet/m ²)					乾重量D(g-dry/m ²)					メッシュ 面積 Sm(m ²)	現存量B(kg-dry)					合計
	環形動物	二枚貝	巻貝	節足動物	カニ類	環形動物	二枚貝	巻貝	節足動物	カニ類		環形動物	二枚貝	巻貝	節足動物	カニ類	
B-1	0.84	0.32	0.00	0.44	55.0	0.126	0.011	0.000	0.110	13.750	88,800	11	1	0	10	1,221	1,243
B-2	1.41	0.00	0.00	0.29	57.9	0.212	0.000	0.000	0.073	14.475	76,300	16	0	0	6	1,104	1,126
B-3	0.56	107.20	2.60	0.00	13.0	0.084	3.806	0.201	0.000	3.250	250,000	21	951	50	0	813	1,835
B-4	1.76	17.40	47.60	5.24	7.4	0.264	0.618	3.684	1.310	1.850	193,800	51	120	714	254	359	1,497
B-5	4.92	23.64	28.52	5.08	8.3	0.738	0.839	2.207	1.270	2.075	55,900	41	47	123	71	116	399
B-6	0.26	0.58	31.68	0.00	75.2	0.039	0.021	2.452	0.000	18.800	188,400	7	4	462	0	3,542	4,015
B-7	0.28	118.72	67.76	0.00	37.8	0.042	4.215	5.245	0.000	9.450	250,000	11	1,054	1,311	0	2,363	4,738
B-8	0.64	12.16	24.52	4.16	16.3	0.096	0.432	1.898	1.040	4.075	250,000	24	108	474	260	1,019	1,885
B-9	2.52	4502.92	137.52	0.52	27.8	0.378	159.854	10.644	0.130	6.950	294,200	111	47,029	3,131	38	2,045	52,355
B-10	1.06	0.26	1.15	0.06	21.5	0.159	0.009	0.089	0.015	5.375	134,700	21	1	12	2	724	761
B-11	0.60	201.68	82.72	0.00	16.1	0.090	7.160	6.403	0.000	4.025	250,000	23	1,790	1,601	0	1,006	4,419
B-12	1.72	25.08	9.40	0.00	21.1	0.258	0.890	0.728	0.000	5.275	250,000	65	223	182	0	1,319	1,788
B-13	2.88	446.40	50.40	0.52	15.2	0.432	15.847	3.901	0.130	3.800	251,200	109	3,981	980	33	955	6,056
B-14	1.32	1.95	0.00	0.10	44.5	0.198	0.069	0.000	0.025	11.125	84,400	17	6	0	2	939	964
B-15	0.24	2.68	3.96	0.08	14.3	0.036	0.095	0.307	0.020	3.575	250,000	9	24	77	5	894	1,008
B-16	2.36	795.36	14.24	0.00	21.7	0.354	28.235	1.102	0.000	5.425	250,000	89	7,059	276	0	1,356	8,779
B-17	0.40	348.80	3.60	0.40	8.0	0.060	12.382	0.279	0.100	2.000	259,400	16	3,212	72	26	519	3,845
B-18	0.84	401.72	22.72	0.00	26.4	0.126	14.261	1.759	0.000	6.600	281,900	36	4,020	496	0	1,861	6,412
B-19	0.64	222.00	4.88	0.00	21.2	0.096	7.881	0.378	0.000	5.300	250,000	24	1,970	94	0	1,325	3,414
B-20	0.12	322.64	24.72	1.08	9.2	0.018	11.454	1.913	0.270	2.300	282,200	5	3,232	540	76	649	4,503
B-21	1.28	62.68	5.64	0.00	24.1	0.192	2.225	0.437	0.000	6.025	256,800	49	571	112	0	1,547	2,280
B-22	1.48	695.52	19.24	0.36	13.1	0.222	24.691	1.489	0.090	3.275	250,000	56	6,173	372	23	819	7,442
B-23	7.04	0.00	12.40	0.00	12.0	1.056	0.000	0.960	0.000	3.000	418,600	442	0	402	0	1,256	2,100
合計											5,116,600	1,252	81,575	11,482	805	27,748	122,862

注)カニ類は、1995.10月のコドラート調査結果を使用
 軟体動物:カキ類を除く
 節足動物:フジツボ・カニ類を除く

表 6.2.8(3) 曾根干潟における底生生物現存量の推定結果(1996年1月)

地点	湿重量W(g-wet/m ²)					乾重量D(g-dry/m ²)					メッシュ 面積 Sm(m ²)	現存量B(kg-dry)					合計
	環形動物	二枚貝	巻貝	節足動物	カニ類	環形動物	二枚貝	巻貝	節足動物	カニ類		環形動物	二枚貝	巻貝	節足動物	カニ類	
	Wa	Wb	Wc	Wd	We	Da=Wa ×0.150	Db=Wb ×0.0355	Dc=Wc ×0.0774	Dd=Wd ×0.250	De=We ×0.250		Ba=Da ×Sm× 10 ³	Bb=Db ×Sm× 10 ³	Bc=Dc ×Sm× 10 ³	Bd=Dd ×Sm× 10 ³	Be=De ×Sm× 10 ³	
B-1	2.00	1.28	0.08	0.48	55.0	0.300	0.045	0.006	0.120	13.750	88,800	27	4	1	11	1,221	1,263
B-2	2.53	0.13	0.00	2.31	57.9	0.380	0.005	0.000	0.578	14.475	76,300	29	0	0	44	1,104	1,178
B-3	0.28	71.96	0.32	0.00	13.0	0.042	2.555	0.025	0.000	3.250	250,000	11	639	6	0	813	1,468
B-4	0.84	0.00	0.04	0.24	7.4	0.126	0.000	0.003	0.060	1.850	193,800	24	0	1	12	359	395
B-5	2.12	0.00	38.56	1.96	8.3	0.318	0.000	2.985	0.490	2.075	55,900	18	0	167	27	116	328
B-6	0.35	0.87	3.20	0.36	75.2	0.053	0.031	0.248	0.090	18.800	188,400	10	6	47	17	3,542	3,621
B-7	0.36	19.08	50.00	0.00	37.8	0.054	0.677	3.870	0.000	9.450	250,000	14	169	968	0	2,363	3,513
B-8	0.92	0.76	3.40	0.80	16.3	0.138	0.027	0.263	0.200	4.075	250,000	35	7	66	50	1,019	1,176
B-9	2.64	7.88	64.44	1.88	27.8	0.396	0.280	4.988	0.470	6.950	294,200	117	82	1,467	138	2,045	3,849
B-10	1.09	34.34	0.00	0.06	21.5	0.164	1.219	0.000	0.015	5.375	134,700	22	164	0	2	724	912
B-11	0.32	2.00	145.56	0.00	16.1	0.048	0.071	11.266	0.000	4.025	250,000	12	18	2,817	0	1,006	3,853
B-12	0.32	20.00	3.68	0.28	21.1	0.048	0.710	0.285	0.070	5.275	250,000	12	178	71	18	1,319	1,597
B-13	1.24	19.40	37.12	0.08	15.2	0.186	0.689	2.873	0.020	3.800	251,200	47	173	722	5	955	1,901
B-14	0.06	0.00	0.00	0.25	44.5	0.009	0.000	0.000	0.063	11.125	84,400	1	0	0	5	939	945
B-15	0.96	43.80	9.00	0.12	14.3	0.144	1.555	0.697	0.030	3.575	250,000	36	389	174	8	894	1,500
B-16	1.12	1540.16	5.68	0.12	21.7	0.168	54.676	0.440	0.030	5.425	250,000	42	13,669	110	8	1,356	15,185
B-17	2.52	591.12	20.68	0.24	8.0	0.378	20.985	1.601	0.060	2.000	259,400	98	5,443	415	16	519	6,491
B-18	0.16	608.72	18.84	0.00	26.4	0.024	21.610	1.458	0.000	6.600	281,900	7	6,092	411	0	1,861	8,370
B-19	0.24	736.52	20.52	0.08	21.2	0.036	26.146	1.588	0.020	5.300	250,000	9	6,537	397	5	1,325	8,273
B-20	0.48	111.76	6.80	0.44	9.2	0.072	3.967	0.526	0.110	2.300	282,200	20	1,120	149	31	649	1,969
B-21	0.64	99.52	0.00	0.00	24.1	0.096	3.533	0.000	0.000	6.025	256,800	25	907	0	0	1,547	2,479
B-22	0.48	574.52	5.60	0.00	13.1	0.072	20.395	0.433	0.000	3.275	250,000	18	5,099	108	0	819	6,044
B-23	0.64	54.44	6.20	0.20	12.0	0.096	1.933	0.480	0.050	3.000	418,600	40	809	201	21	1,256	2,327
合計	—					—					5,116,600	671	41,504	8,296	416	27,748	78,636

注)カニ類は、1995.10月のコドラート調査結果を使用

軟体動物:カキ類を除く

節足動物:フジツボ・カニ類を除く

表 6.2.8(4) 曾根干潟における底生生物現存量の推定結果(1996年3月)

地点	湿重量W(g-wet/m ²)					乾重量D(g-dry/m ²)					メッシュ 面積 Sm(m ²)	現存量B(kg-dry)					合計
	環形動物	二枚貝	巻貝	節足動物	カニ類	環形動物	二枚貝	巻貝	節足動物	カニ類		環形動物	二枚貝	巻貝	節足動物	カニ類	
	Wa	Wb	Wc	Wd	We	Da=Wa ×0.150	Db=Wb ×0.0355	Dc=Wc ×0.0774	Dd=Wd ×0.250	De=We ×0.250		Ba=Da ×Sm× 10 ³	Bb=Db ×Sm× 10 ³	Bc=Dc ×Sm× 10 ³	Bd=Dd ×Sm× 10 ³	Be=De ×Sm× 10 ³	
B-1	1.76	0.00	0.00	0.28	55.0	0.264	0.000	0.000	0.070	13.750	88,800	23	0	0	6	1,221	1,251
B-2	4.08	0.99	0.00	1.04	57.9	0.612	0.035	0.000	0.260	14.475	76,300	47	3	0	20	1,104	1,174
B-3	1.12	274.00	27.68	0.00	13.0	0.168	9.727	2.142	0.000	3.250	250,000	42	2,432	536	0	813	3,822
B-4	10.04	0.60	3.76	3.60	7.4	1.506	0.021	0.291	0.900	1.850	193,800	292	4	56	174	359	885
B-5	2.20	114.96	59.36	5.12	8.3	0.330	4.081	4.594	1.280	2.075	55,900	18	228	257	72	116	691
B-6	0.56	5.79	36.36	0.64	75.2	0.084	0.206	2.814	0.160	18.800	188,400	16	39	530	30	3,542	4,157
B-7	1.60	152.32	47.96	0.08	37.8	0.240	5.407	3.712	0.020	9.450	250,000	60	1,352	928	5	2,363	4,707
B-8	3.52	8.36	17.80	2.04	16.3	0.528	0.297	1.378	0.510	4.075	250,000	132	74	344	128	1,019	1,697
B-9	1.48	279.20	73.32	2.40	27.8	0.222	9.912	5.675	0.600	6.950	294,200	65	2,916	1,670	177	2,045	6,872
B-10	3.56	0.61	0.00	0.64	21.5	0.534	0.022	0.000	0.160	5.375	134,700	72	3	0	22	724	820
B-11	1.52	53.44	8.24	0.56	16.1	0.228	1.897	0.638	0.140	4.025	250,000	57	474	159	35	1,006	1,732
B-12	3.56	999.52	31.96	1.04	21.1	0.534	35.483	2.474	0.260	5.275	250,000	134	8,871	618	65	1,319	11,006
B-13	3.04	803.88	15.12	1.24	15.2	0.456	28.538	1.170	0.310	3.800	251,200	115	7,169	294	78	955	8,610
B-14	0.32	0.03	0.00	0.24	44.5	0.048	0.001	0.000	0.060	11.125	84,400	4	0	0	5	939	948
B-15	1.68	36.40	0.44	0.16	14.3	0.252	1.292	0.034	0.040	3.575	250,000	63	323	9	10	894	1,298
B-16	2.32	1700.08	3.84	0.28	21.7	0.348	60.353	0.297	0.070	5.425	250,000	87	15,088	74	18	1,356	16,623
B-17	1.28	1188.48	18.84	0.36	8.0	0.192	42.191	1.458	0.090	2.000	259,400	50	10,944	378	23	519	11,915
B-18	0.60	377.40	0.00	0.00	26.4	0.090	13.398	0.000	0.000	6.600	281,900	25	3,777	0	0	1,861	5,663
B-19	1.92	75.08	5.88	0.04	21.2	0.288	2.665	0.455	0.010	5.300	250,000	72	666	114	3	1,325	2,180
B-20	1.64	35.28	12.20	0.32	9.2	0.246	1.252	0.944	0.080	2.300	282,200	69	353	266	23	649	1,361
B-21	3.56	370.28	1.80	0.00	24.1	0.534	13.145	0.139	0.000	6.025	256,800	137	3,376	36	0	1,547	5,096
B-22	1.20	732.36	5.28	0.00	13.1	0.180	25.999	0.409	0.000	3.275	250,000	45	6,500	102	0	819	7,466
B-23	4.48	97.96	2.92	0.08	12.0	0.672	3.478	0.226	0.020	3.000	418,600	281	1,456	95	8	1,256	3,096
合計	—					—					5,116,600	1,907	66,047	6,467	900	27,748	103,069

注)カニ類は、1995.10月のコドラート調査結果を使用

軟体動物:カキ類を除く

節足動物:フジツボ・カニ類を除く

表 6.2.9 曾根干潟を採餌場として利用する鳥類による採餌量の推定結果

No.	分類			最大採餌個体数(羽)						体重 ^{注)} W _i (g)	1個体の 1日の摂餌量 Y _i (g/羽/日)	全個体の各月の摂餌量 B _m (kg-dry/月)						
	目	科	種	1995年		1996年						1995年		1996年				
				8月	9月	1月	2月	3月	5月	8月	9月	1月	2月	3月	5月			
1	カイツブリ目	カイツブリ科	カイツブリ			2	1			175	19			1	1			
2			ハジロカイツブリ			31	6	51		298	27			25	5	42		
3			カンムリカイツブリ			25	5	25		(450)	36			27	5	27		
4	ペリカン目	ウ科	カワウ					1		2,000	98				3			
5	コウノトリ目	サギ科	ダイサギ	91	68		1	3	31	1,500	81	220	165		2	7	75	
6			チュウサギ	8						(1,000)	61	15						
7			コサギ	130	85	2	5	3	29	(600)	44	170	111	3	7	4	38	
8			アオサギ	24	37		3	1	14	1,200	69	50	77		6	2	29	
9	ガンカモ目	ガンカモ科	ツクシガモ			657	514	344	90	985	61			1,200	939	628	164	
10			マガモ			1,217	1,126	881	1	1,095	65			2,386	2,208	1,727	2	
11			カルガモ			115	58	91	3	1,073	64			222	112	176	6	
12			コガモ		2	29	4	69		363	31		2	27	4	65		
13			ヨシガモ			2		9		699	48			3		13		
14			オカヨシガモ			24	2	24		945	59			43	4	43		
15			ヒドリガモ		5	260	227	368		758	51		8	398	348	564		
16			アメリカヒドリ					1		(758)	51					2		
17			オナガガモ			437	393	118		912	58			758	681	205		
18			ハシビロガモ			10	2	10		536	40			12	2	12		
19			キンクロハジロ			1	36	8		758	51			2	55	12		
20			スズガモ			1	38	14		788	52			2	60	22		
21			ビロードキンクロ					1		1,400	77				2			
22			ホオジロガモ			86	23	66		821	54			139	37	107		
23			ミコアイサ			1		1		628	45			1		1		
24			ウミアイサ			107	118	45		933	59			188	208	79		
25	ワシ科	ワシ科	ミサゴ	1						1,550	82	2						
26	チドリ目	ミヤドリ科	ミヤドリ			2	2			565	42			3	3			
27		チドリ科	シロチドリ			28	162	42	4	52	8		7	41	11	1		
28			メダイチドリ			10				69	10			3				
29			ダイゼン			38	84		76	245	24		27	60			55	
30		シギ科	トウネン			5				35	7		1					
31			ハマシギ			626	49		169	63	10			180	14		49	
32			オバシギ		1					157	18		1					
33			アカアシシギ						1	131	16						0	
34			アオアシシギ	2	6				18	196	21	1	4				11	
35			カラフトアオアシシギ		3					157	18		2					
36			キアシシギ		4				189	124	15		2				86	
37			イソシギ	1	1		2		2	55	9	0	0		1		1	
38			ソリハシシギ	4	48				9	86	12	1	17				3	
39			オオソリハシシギ		30				298	313	28		25				252	
40			ダイシャクシギ		4	125	96	66	8	821	54		6	202	155	107	13	
41			ホウロクシギ		16			5	9	799	53		25			8	14	
42			チュウシャクシギ	16	2				514	395	33	16	2				509	
43		カモメ科	ユリカモメ		71	560	1,652	781		298	27		58	459	1,353	640		
44			セグロカモメ			46	36	65		1,232	71			98	76	138		
45			カモメ			115	44	113		(500)	39			133	51	131		
46			ウミネコ		15	1				561	42		19	1				
47			ズグロカモメ			109	148	53	1	195	21			67	91	33	1	
48			クロハラアジサシ		3					79	11		1					
49			コアジサシ						76	76	11						25	
50	スズメ目	セキレイ科	ハクセキレイ		1		3	2		26	5		0		0	0		
51			セグロセキレイ					1		27	5					0		
52		カラス科	ミヤマガラス			430	48			379	32			414	46			
53			ハシボソガラス	12	5	9	40	41	15	(450)	36	13	5	10	43	44	16	
合計				289	478	5,286	4,726	3,263	1,553	-	-	-	490	566	7,108	6,533	4,839	1,349

注) 括弧内の数値は近縁種からの推定値

6.2.6 まとめ

曾根干潟の鳥類による利用状況を既存文献および既存調査をもとに整理・解析した結果、次のことが明らかとなった。

- ・曾根干潟に飛来する鳥類は、曾根干潟に生息するゴカイ類、貝類、エビ・カニ類、魚類等ほか様々な動植物を餌としている。
- ・鳥類は曾根干潟を採餌場や休息場として利用し、鳥類全体・年間を通してみると、採餌場としては干潮線付近、特に間島北側が、休息場としては大野川河口から竹馬川河口にいたる堤防沿い、特に地盤高が高く中潮から大潮の満潮時を除くと干出している大野川河口の砂州は満潮時の休息場として多くの鳥類が利用していた。
- ・採餌・休息場の分布は種類によって異なるもののいくつかのグループに分類することができた。中でも魚食性の高いダイサギ・コサギ・アオサギは、滞筋付近を採餌場または休息場として利用する傾向がみられた。
- ・オサガニ類が主要な餌とされるズグロカモメ、ダイシャクシギは汀線付近での採餌個体が多く、ヤマトオサガニの多い岸際での採餌は少なかった。特にダイシャクシギはその傾向が顕著であり、採餌場所が餌生物の密度に依存する「密度依存型」ではなく、「汀線依存型」といえる。
- ・ズグロカモメの餌の目視による確認は難しく、判別できたものの多くはオサガニ類で、そのほかゴカイ、魚、エビ類が確認された。また、小型のカニまたは貝と思われるものを食べていたが、種類は特定できなかった。
- ・ズグロカモメ1羽が食べていたカニの量は1日あたり大小合わせて30～60個体(約45～90g)であり、曾根干潟で越冬するズグロカモメ約140羽(1995年度当時)の餌量は75～150万個体と推定された。この量は曾根干潟に生息するオサガニ類約5,000万個体の1.5～3%に相当し、ズグロカモメの餌としては十分な量と考えられた。
- ・曾根干潟に飛来する鳥類の1995年度の年間の採餌量は約42トンと推定され、曾根干潟の底生生物の生産量180～270トンの16～23%に相当し、底生生物だけで鳥類の餌を十分賄えられていると考えられた。

しかし、2012年度以降、曾根では底生生物の現存量が1995年度の約10分の1以下に減少し、特に減少の大きかった二枚貝類を主な餌とする鳥類への影響が懸念された。

(高比良, 岩本)

参考文献

- 1) 北九州市経済局, (財)九州環境管理協会:曾根漁港海域環境調査委託報告書(平成8年3月), 1996.
- 2) 清棲幸保:日本鳥類大図鑑Ⅰ, 講談社, 本文 pp.1-444, 1979.
- 3) 清棲幸保:日本鳥類大図鑑Ⅱ, 講談社, 本文 pp.445-898, 1979.
- 4) 清棲幸保:日本鳥類大図鑑Ⅲ, 講談社, 本文 pp.899-1002, 1979.
- 5) 和田 岳 : 3. 鳥, IV. 干潟の生物, 第27回特別展干潟の自然, 大阪市立自然史博物館, pp.42-44, 2000.
- 6) 秋山章男: 2.2 干潟の鳥類, 河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー(栗原 康編著), 東海大学出版会, pp.96-108, 1998.
- 7) 吉安京子,尾崎清明:小櫃川河口干潟におけるシロチドリ *Charadrius alexandrinus* の個体数の季節変動と餌内容, 山階鳥類研究所研究報告, 34 巻, 1号, pp.126-135, 2002.
- 8) D.S.McLusky : 4.4 鳥類, 第4章 二次消費者 肉食者, エスチャリーの生態学(中田喜三郎訳), 生物研究社, pp.136-143, 1999.
- 9) 長谷川 博:干潟の鳥の観察, 自然と楽しむ野外観察 自然の教室 (日本鳥類保護連盟編), 出版科学総合研究所, pp.143-147, 1980.
- 10) 桑江朝比呂, 三好英一:小型シギ類における未知の餌の探求を通じた干潟生態系の再生, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.68, No.2., pp. I 1176- I 1180, 2012.
- 11) 土居秀幸, 岡村寛:生物群集解析のための類似度とその応用-R を使った類似度の算出, グラフ化, 検定-, 日本生態学会誌, 61 巻, 1 号, pp. 3-20, 2011.

- 12) 環境省:別添資料3 環境省レッドリスト2020, 環境省レッドリスト2020の公表について, 令和2年3月27日報道発表資料, 2020.
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/114457.pdf> (参照2025年4月29日)
- 13) 武下雅文, 佐本一雄, 林 修:福岡県曾根干潟におけるズグロカモメの越冬数の年変化と季節変化, *Strix*, 12, pp.107-114, 1993.
- 14) 武石全慈:日本の絶滅危惧海鳥類 絶滅危惧 II 類(VU) ズグロカモメ, 世界アルバトロスデー&シーバードウィーク, 2020.
https://albatrossday.org/seabirds/VU/Saunderss_GuII.html (参照2025年4月29日)
- 15) 小野勇一(自然環境定量評価研究会):河川整備基金助成事業「河口干潟生態系における環境評価手法の研究」報告書(助成番号14-1-II-2-5), 40 pp., 河川環境管理財団, 2003.
- 16) 小野勇一:干潟のカニの自然誌, 平凡社・自然叢書29, 272 pp., 平凡社, 1995.
- 17) 黒田長久:鳥類生態学, 出版科学総合研究所, 614pp., 1982.
- 18) 北九州市, (財)九州環境管理協会:平成9年度曾根干潟環境調査(定点観測調査)業務委託報告書 平成10年3月, 1998.
- 19) 堀越増興, 菊池泰二:ベントス, 海藻・ベントス, 東海大学出版会, pp. 249-255, 1976.

6.3 カブトガニ

6.3.1 カブトガニの概要

曾根干潟は、カブトガニの産卵・繁殖場としてよく知られており、カブトガニは曾根干潟のシンボルともいえるであろう。カブトガニは、数億年前からその姿をほとんど変えておらず、いわゆる「生きている化石」と呼ばれる生物である。特に、中生代のジュラ紀にヨーロッパからアジアにかけて生息したメソリムルス(*Mesolimulus walchi*)というカブトガニは、今、地球上に生きているカブトガニ類とほとんど見分けがつかないほどよく似ている¹⁾。図 6.3.1 の左図が 1~2 億年前の中生代の代表的なカブトガニの化石(全長 6cm)の写真^{1), 2)}であり、右図が曾根干潟に生息する現生のカブトガニ(全長 64cm)の写真である。

カブトガニは、分類学上、鋏角亜門のカブトガニ目に属する節足動物で、「カニ」と名付けられているが、クモやサソリなどが含まれる鋏角類に分類されている。

生活史をみると、産卵は前面に干潟が広がる砂浜でおこなわれ、幼生のときは干潟で生息し、十数回の脱皮を経て成体になり、10 齢程度で、海域の深い海に移動して、そこで生活をしている。

カブトガニの生息場所は世界的に限られたところしかない。中国や日本などのアジア大陸の東海岸からタイやベトナムなどの東南アジアの海岸およびベンガル湾までのアジア大陸の南海岸、北米大陸の東海岸からメキシコ湾の海岸³⁾で、基本的にアジア大陸と北米大陸の東海岸から南海岸である。

日本沿岸におけるカブトガニの分布は、関口³⁾による



図 6.3.1 カブトガニの化石種¹⁾と現生種

と、「瀬戸内海の沿岸各地と、九州北岸一帯だけに限られており、少なくとも本州の中部以北および九州の中部以南には生息していない。」と述べている。昭和初期においては瀬戸内海の各地で生存が確認されていたが、昭和 60 年代には生息地が激減して瀬戸内海では産卵と幼生の生息が確認される場所は数か所のみとなった。現在では、周防灘から伊万里湾にいたる山口県と北部九州の海岸が主要な生息地となっている。近年、沿岸域の開発等により生息できる海岸が減少しており、環境省のレッドデータブック(日本の絶滅のおそれのある野生生物の種についてそれらの生息状況等を取りまとめたもの)⁴⁾では絶滅危惧 I 類(CR+EN)に指定されている。カブトガニが生息する地域の自然環境の保護・保全がなされねば、この先カブトガニが絶滅する可能性が危惧されている。

カブトガニの調査・研究に関しては、日本カブトガニを守る会が精力的に行っている。図 6.3.2 は、曾根干潟、守江湾(大分県杵築市)、玉喜海岸(山口県下関市)、伊万里湾(佐賀県伊万里市)の各湾・海岸に産卵に現れたつがい数をあらわしている⁵⁾。曾根干潟は、4 地域のうち最も産卵つがい数が多いが、それが周期的に変動している。2005 年に最初のピークが起こり、約 10 年後の 2016 年に二度目のピークが起きた。二度ともピークの次の年には、曾根干潟でカブトガニ成体の死がいが多数確認される大量死が発生しており、2006 年では約 350 個体、2017 年には約 500 個体のカブトガニの死がい確認された。この大量死の原因はいまだに判明していない。大量死以後、つがい数が急激に減少し、

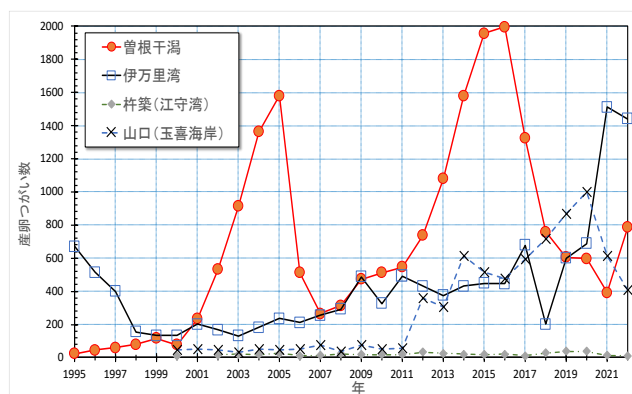


図 6.3.2 九州北部と山口県におけるカブトガニの産卵つがい数⁵⁾

2007年に底に着き、その後徐々に回復して2012年以降急激に増大し2016年に過去最大となった。

伊万里湾では1995年の670つがいから減少し、2001年からは200つがい前後で推移し、2007年以降緩やかな増加傾向であったが、2018年以降急激な増加に転じた。玉喜海岸では、2011年までは守江湾と同様に100つがい以下で推移していたが、それ以降急激に増大している。

6.3.2 カブトガニ幼生の調査方法

幼生の調査方法は、**図 6.3.3** に線で示したルート上を4～5人で踏査し、目視観察により発見した幼生の個体数と前体幅、全長を計測するとともに簡易GPSでその位置を測定した。この調査は、定量研が2006年より行っており、2015年までは**図 6.3.3** 左図の薄茶色線のルートをすべて踏査していたが、2016年以降は**図 6.3.3** 右図の緑色、赤色の線をルートとした。この調査は、8月もしくは9月に行われた。また、4月から11月までの毎月1回右図のP14からP18を経由してP15に至るルートにおける幼生調査も行った。

調査項目は、簡易GPSで測定した幼生の発見位置、幼生の大きさの指標になる前体幅と尾を含めた全長である。**図 6.3.4** は、カブトガニ幼生(以降、幼生)の前体幅と全長を写真に示す白線で定義しており、この幼生では前体幅が30mm程度であるので右表より推定6齢となる。脱皮をするたびに1齢加算される。前体幅と齢との関係は川原⁶⁾や山崎ら⁷⁾により**図 6.3.4** の右表のように提案されており、前体幅を計測することにより齢を推定することができる。

6.3.3 カブトガニ幼生の分布状況

図 6.3.5 の左図は、2006年の調査で出現した幼生の位置(★)を示したものである。右図中の円は、測量測点を中心とした半径125mの円であり、その円内の幼生の個体数を集計した。2006年、2013年、2021年の結果を**図 6.3.6** の棒グラフで表している。なお、集計円外にいた幼生は最も近い円で集計した。結果をみると、2006年においては、地盤高の濃い青色で示した沖側を除いて干潟のほぼ全域に幼生が分布しており、北干潟で

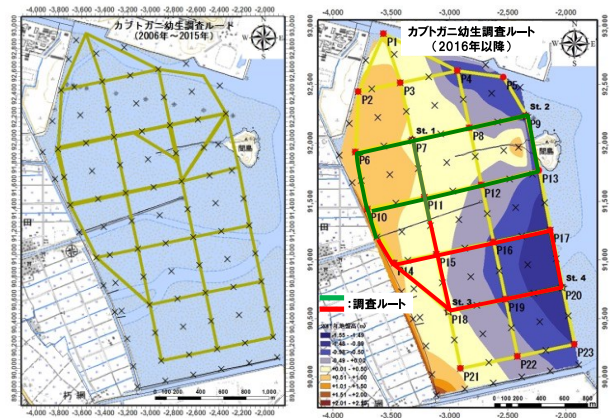


図 6.3.3 調査ルート
(左図:2015年以前,右図:2016年以降)



齢	前体幅(mm)
1	～ 6.5
2	6.5 ～ 9.5
3	9.5 ～ 13.4
4	13.4 ～ 18.3
5	18.3 ～ 25.4
6	25.4 ～ 35.0
7	35.0 ～ 46.9
8	46.9 ～ 61.6
9	61.6 ～ 79.8
10	79.8 ～ 102.3

図 6.3.4 カブトガニ幼生の大きさの計測と推定齢の前体幅の範囲

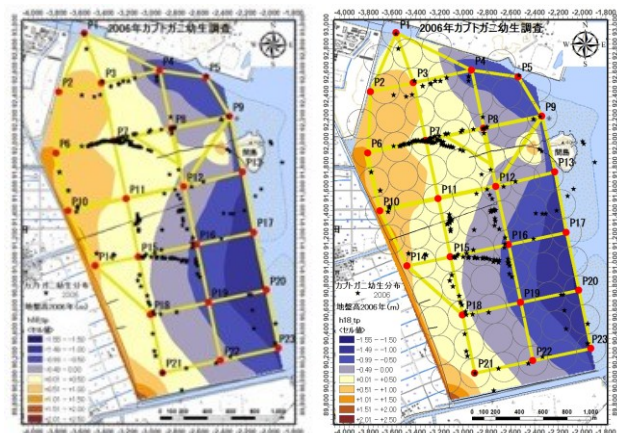


図 6.3.5 カブトガニ幼生の出現分布(左図:2006年)と個体数集計円(右図)

306個体、南干潟で299個体が出現した。2013年では幼生が北干潟には2個体しか出現しておらず、南干潟においても限られた分布範囲で52個体のみであった。2021年においては、短いルートではあるが、北干潟で16個体、南干潟で117個体を確認した。このように、近年において幼生の出現範囲が限定され、特に北干潟では幼生がほとんど出現しない状況になっている。その要因は不明である。

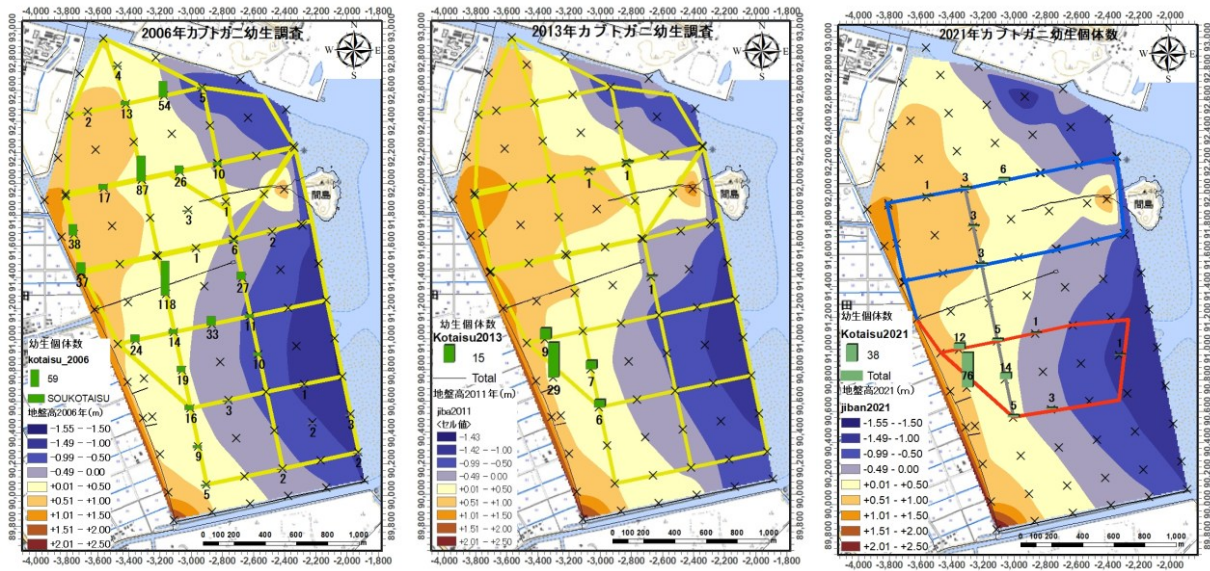


図 6.3.6 カブトガニ幼生の出現個体数(左図:2006年, 中図:2013年, 右図:2021年)

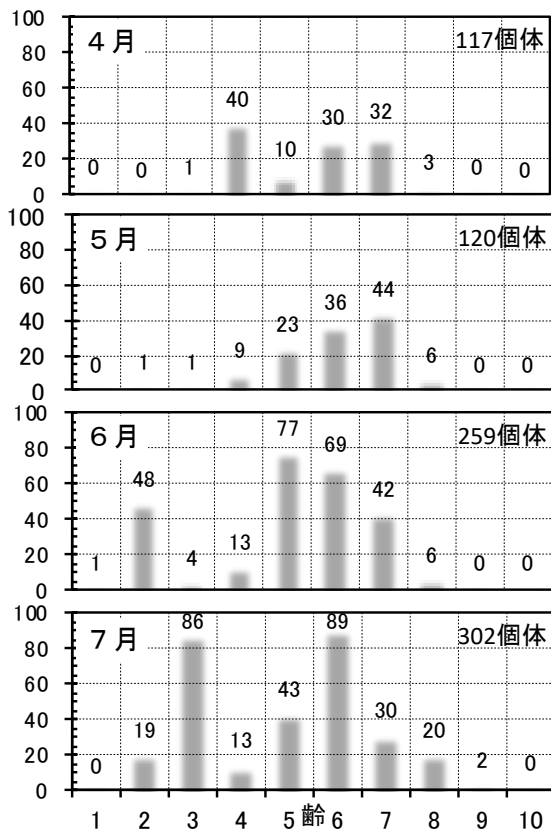


図 6.3.7 P14-P18-P15 における各月の齢別幼生個体数(4月~7月)

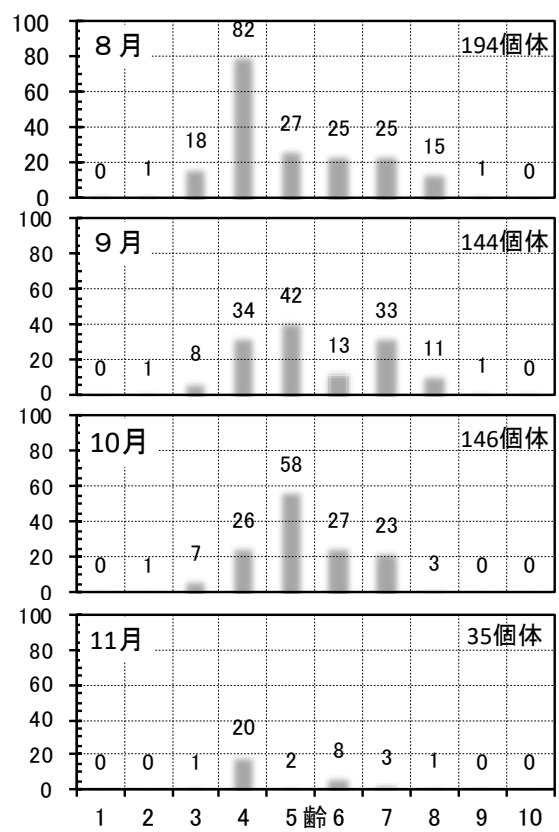


図 6.3.8 P14-P18-P15 における各月の齢別幼生個体数(8月~11月)

4月から11月までの毎月1回、P14からP18を經由してP15に至るルートにおける幼生調査より得られた15年間の月別・推定齢別の平均個体数を、齢を横軸として図6.3.7(4月~7月)と図6.3.8(8月~11月)に示している。前述したように、幼生の齢を推定する際に用いた前体幅の範囲は、川原⁶⁾や山崎⁷⁾を参考として図6.3.4

の右表を用いた。月ごとの平均個体数としては、7月が302個体と最も多く、次が6月の259個体、3番目が8月の194個体と夏季に出現する個体数が多い結果となっている。また、推定齢に関しては、山崎⁷⁾によると、「第1齢幼生は第1年目には脱皮をせぬまま冬を越し、第2年目は3回の脱皮を行なって第4齢で第3年目に

入る。第3年目は第4回と第5回の脱皮を済ませて、第6齢で第4年目に入る。」とっており、この現象を示す結果が図 6.3.7 と図 6.3.8 に示されている。すなわち、6月で第2齢が多いことから第1齢が脱皮をして第2齢になり、それが6月から7月の間に脱皮をしたことで7月に第3齢が多く、さらに8月では第4齢が多いことから7月から8月の間で第3齢が脱皮をして第4齢になったと考えられる。さらに、6月に第5齢が多く、7月に第6齢が多くなっていることから、この間で1回脱皮が起きていると考えられる。

6.3.4 南・北干潟におけるカブトガニ幼生個数と産卵つがい数の経年変化

北干潟と南干潟に位置する15年間で共通のルート上で出現した幼生の個体数を北ルート(青△)と南ルート(赤○)(図 6.3.3 右図の緑色と赤色のルート)に分けて経年的に示したのが図 6.3.9 である。図中には日本カブトガニを守る会が計測した産卵つがい数(図 6.3.2 参照)も黒線で示されおり、図の左軸が幼生個体数、右軸がつがい数(折線グラフ)となっている。まず、幼生個体数を南北で比較すると、南ルートの幼生個体数は、ピークの年が産卵つがい数とは異なるが、つがい数と同様に周期的な変動をしている。一方、北ルートでは2006年には南ルートと個体数がほぼ同じであったが、その後は減少して2009年以降は0から十数個体で推移している。2006年からの15年間の平均個体数では、南ルートが180個体であるのに対して北ルートでは25個体と、南ルートは北ルートの7倍程度多いことになる。このように南干潟に比べて北干潟で幼生個体数が少ない理由のひとつは、産卵つがい数の違いが考えられる。林⁸⁾によると曾根干潟で確認されている産卵場所は6か所であり、南干潟には朽網川河口、松山海岸、貫川河口の3か所、北干潟には吉田海岸、大野川河口、間島の3か所が位置している。各産卵場所における産卵つがい数⁹⁾を北干潟と南干潟で集計して経年的に示したのが図 6.3.10 である。図をみると、南干潟で産卵するつがい数が北干潟より常に2~4倍上回っており、この違いが北ルートで幼生個体数が少ない要因の一つであると考えられる。しかし、つがい数に比べて幼生個体数があま

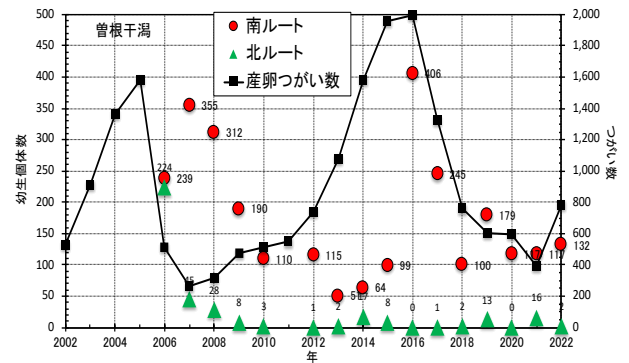


図 6.3.9 南・北ルートにおける幼生個体数と産卵つがい数との経年変化

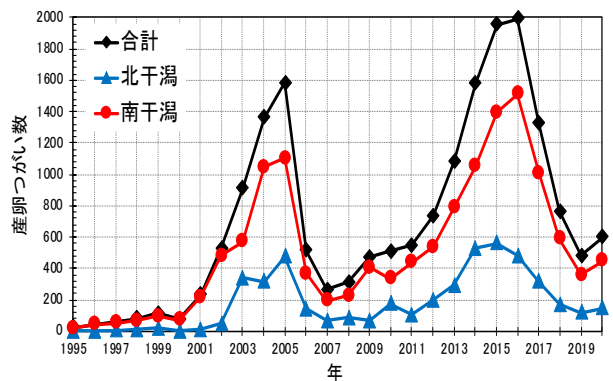


図 6.3.10 南干潟と北干潟の産卵場所における産卵つがい数の経年変化

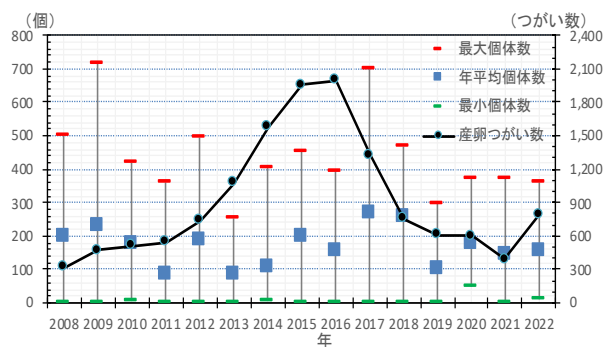


図 6.3.11 南干潟の P14-P18-P15 ルート上に出現した幼生の平均値と最小・最大値の経年変化

りにも少ない要因は他にもあると思われるが、今のところ不明である。

図 6.3.11 は、4月から11月に月1回行っている幼生調査データより8か月間の平均値と最大値・最小値を求め経年的に図示したものである。平均値とつがい数との相関はみられない。平均値が100~200個体の年が多く、経年的に減少する傾向もみられていない。最大値は年により700個体以上出現するときもある。

6.3.5 カブトガニ幼生の生息環境⁹⁾

幼生個体数の集計結果(2006年と2007年)より幼生の生息分布を地形や主要な底質要素の平面分布状況と重ね合わせて、幼生が多く生息している環境を調べた。図 6.3.12 は、幼生個体数と等高線図を重ね合わせたもの(左図)と縦軸が幼生個体数、横軸が地盤高のヒストグラム(右図)であり、6 齢以下と7 齢以上で表示している。両図をみると幼生が多く生息していた範囲は、地盤高 0.0~0.5m であった。また、地盤高 1.0m 以上の干潟のところでは出現した幼生は皆無であり、沖側の地盤高-1.0m 以下では7 齢以上のみ約 50 個体確認された。年齢が高いほど干潟の沖側でも生息することが示唆される。

図 6.3.13 は、幼生個体数と底質硬度との関係を表したものである。図から底質硬度(貫入抵抗値)が 0~25mm までの範囲に幼生が生息しており、10~15mm に

多く生息していた。また、10mm 以下の柔らかい干潟では 6 齢以下が大半であった。

図 6.3.14 は、幼生個体数と含泥率との関係を表したものである。図から含泥率が 20~85% の広い範囲に幼生が生息していた。特に、60~80% の範囲には約半数の幼生の生息が確認された。また、6 齢以下は含泥率が 60% 以上に約 240 個体出現したが、50% 以下になると半分以下の 100 個体程度であった。幼生は、泥の中に身を隠す性質があるため、含泥率がある程度高いところ、すなわち底質硬度の低いところに多く生息していると考えられる。

図 6.3.15 は、幼生個体数と COD の関係を表したものである。図から COD が 1~4mg/g の範囲に幼生が生息していた。3mg/g までは COD が高くなると個体数が増加する傾向がうかがえる。水産用水基準によると底質 COD は 20mg/g(乾泥)であるので、今回の COD の値は

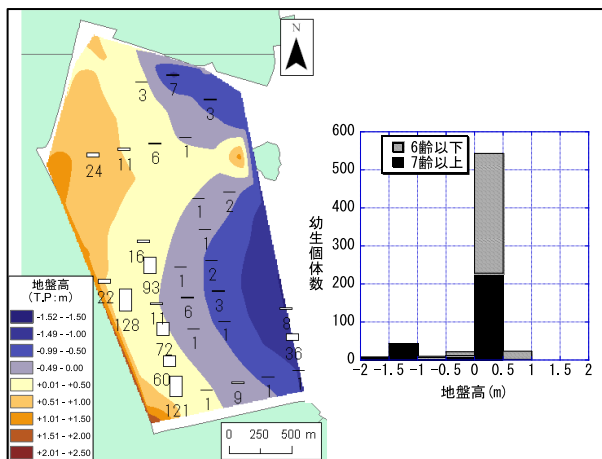


図 6.3.12 幼生個体数と地盤高

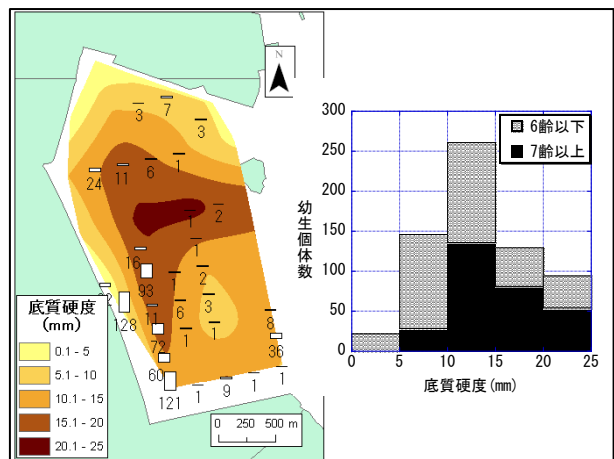


図 6.3.13 幼生個体数と底質硬度

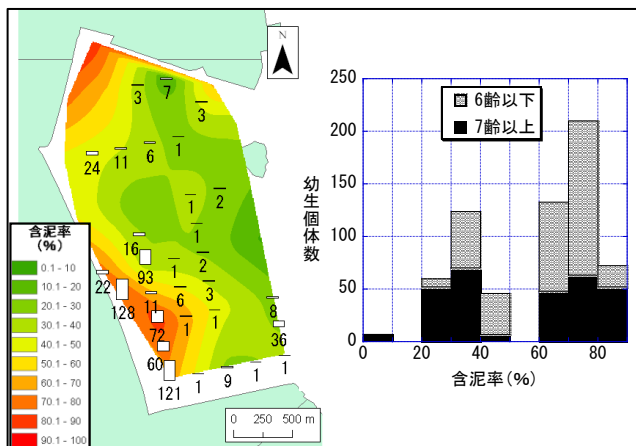


図 6.3.14 幼生個体数と含泥率

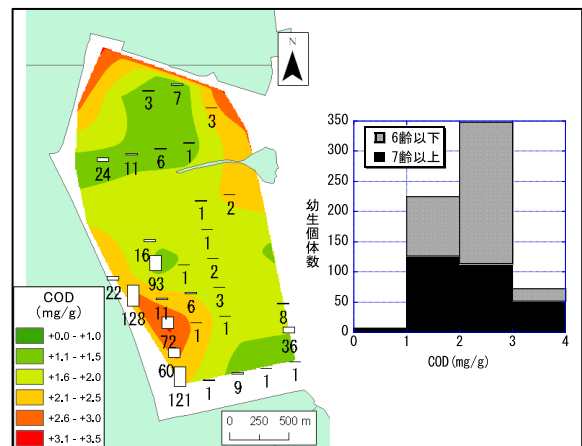


図 6.3.15 幼生個体数と COD

かなり低い値となっており、幼生の生息環境としては問題ないと思われる。その中でも 1~3mg/g に集中しており、この間で約 9 割が出現した。

表 6.3.1 は、原らによる 2006 年の結果と 2007 年の結果をまとめたもの¹⁰⁾である。これらの結果を比較するとある程度類似している結果が得られた。しかし、2006 年と 2007 年で最も異なる項目は含泥率であり、2006 年に比べ 2007 年の方がより幅広い含泥率で幼生が出現していた。一方、地盤高では 2006 年の方が-0.5m~+1.0m と幅広い地盤高で幼生が出現した。

6.3.6 カブトガニの環境指標の可能性

カブトガニの生活史をみると、砂礫浜で産卵し、幼生時代は泥質の干潟で生活し、成体になると沖の海域で生活するようである。このように、カブトガニは成体になるまでに砂礫浜と泥浜の 2 つの環境が必要であることから、それらの浜の健全性を示す環境指標種とみなせる可能性があると考え。特に、幼生時代を過ごす泥浜の環境が重要であると思われるが、それらは表 6.3.1 に示すとおりであり、これらのデータの蓄積によりカブトガニ幼生の生息環境を明らかにすることができれば、泥浜における環境の健全度の目安になる可能性があると考え。

6.3.7 まとめ

- 1) 曾根干潟におけるカブトガニの繁殖状況は、危機的であると言わざるを得ない。その理由は、幼生数が減少傾向で、特に北干潟では 2009 年以来、多いときでも十数個体で、多くの年は一桁の個体数で推移しているからである。
- 2) 産卵つがい数は、2000 年以降、増加と減少を繰り返しており、最初のピークは 2005 年に、二度目のピークは 2016 年に起こり、それぞれ原因不明の成体の大量死による急激な減少傾向を伴っている。
- 3) 南干潟の幼生出現数は産卵つがい数の変化にそれなりに対応しているが、北干潟では、前述したように、このような増減の傾向はなく減少傾向が続いている。この現象の要因を明らかにするために、今後とも幼生の生息調査を行うとともに、泥浜の自然環

表 6.3.1 カブトガニ幼生の生息環境

調査年	地盤高 (TP:m)	含泥率 (%)	含水比 (%)	底質硬度 (mm)
2006 年	-0.5~1.0	20~50	30~40	/
2007 年	0.0~0.5	20~80	30~40	5~20
調査年	表層貫入率 (m)	強熱減量 (%)	COD (mg/g)	硫化物 (mg/g)
2006 年	/	2~3	/	/
2007 年	0.0~0.2	/	1~3	0.02~0.08

境を注意深く観察する必要がある。

- 4) 4 月から 11 月までの毎月 1 回行っている幼生調査より得られた 15 年間の月別・推定齢別の平均個体数は、7 月が 302 個体と最も多く、次が 6 月の 259 個体、3 番目が 8 月の 194 個体と夏季に出現する個体数が多い結果となっている。
- 5) 幼生が多く生息している自然環境を調べた結果によると、地盤高が 0.0~0.5m の範囲に集中し、沖側の地盤高-1.0m 以下では 7 齢以上のみが確認された。また、底質の含泥率が 20~85% の広い範囲に幼生が確認されており、底質硬度 (貫入抵抗値) では 0~25mm の範囲に幼生が生息し、10~15mm に最も多く生息していた。

(小島)

参考文献

- 1) 関口晃一: 日本カブトガニの現況, 日本カブトガニを守る会, 1993.
- 2) 西井弘之: カブトガニ辞典, p.16, 1975.
- 3) 関口晃一: III 章分布, カブトガニの生物学: 関口晃一編, 制作同人社, pp.21-36, 1999.
- 4) 環境省生物多様性センター: 環境省絶滅危惧種検索, <https://ikilog.biodic.go.jp/Rdb/env> (参照 2022 年 6 月 30 日)
- 5) 日本カブトガニを守る会: カブトガニ, No.16, 1996~No.43, 2023.
- 6) 川原大: 杵築湾におけるカブトガニ幼生の生息状況, 関口晃一 (編) 日本カブトガニの現状, pp.87-104, 1989.
- 7) 山崎柄根, 牧岡俊樹, 斉藤淳: V 章形態, 関口晃一編, カブトガニの生物学: 制作同人社, pp.63-177,

1999.

- 8) 林修: 曾根干潟のカブトガニの現状, かぶとがに, No. 41, 2021.
- 9) 原喜則, 小島治幸, 鄒曙光, 伊藤陽, 西岡晃, 高比良光治: 曾根干潟におけるカブトガニ幼生と底質に関する一考察, 海洋開発論文集, 第 24 巻, pp.729-734, 2008.
- 10) 原喜則, 小島治幸, 鄒曙光, 田中邦博, 奥村博樹, 西岡晃: 曾根干潟におけるカブトガニ幼生生息環境の物理特性に関する基礎的研究, 海洋開発論文集, 第 23 巻, pp.447-452, 2007.

6.4 大野川河口ヨシ原の環境と生物

干潟に形成されたヨシ群落(ヨシ原)は、干潟域と陸域の移行帯であり、地盤高や植生といった生息基盤が連続的に変化するため、生物多様性の高い場所である。

一方、干潟と同様に開発行為を受けやすい場所であるため、干潟のヨシ原に依存している生物は、レッドデータブックに記載された希少な種が多くみられる。

ここでは、曾根干潟最大のヨシ原である大野川河口のヨシ原における、底生動物およびその生息環境について定量研の調査結果を報告する。

6.4.1 調査方法

(1) 調査位置

大野川河口の北側に位置するヨシ原(図 6.4.1, 図 6.4.2)に測線を設定した。測線は堤防を基点とし、海岸線からほぼ垂直に沖側へ向かい、植生が完全にみられなくなる場所を終点として設定した(図 6.4.3)。

測線の基点と方向は毎年同じ場所・方向とした。

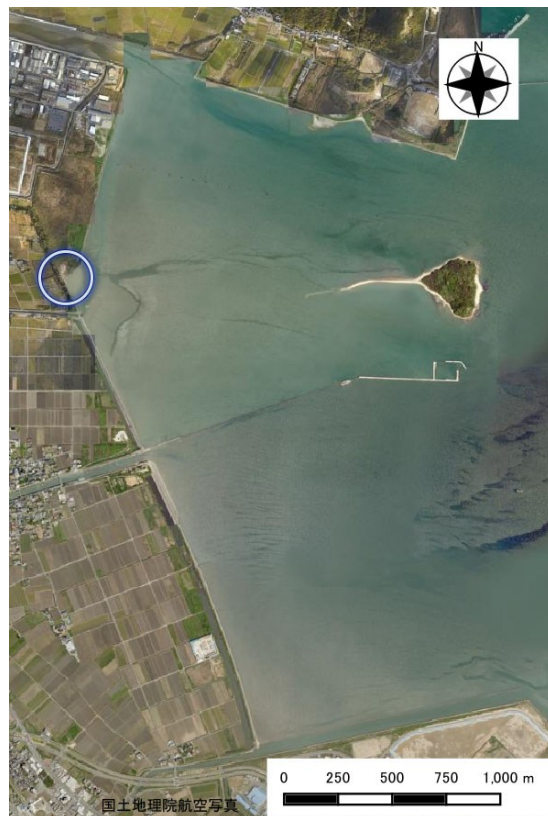


図 6.4.1 ヨシ原の目視観察調査位置



図 6.4.2 調査を行ったヨシ原

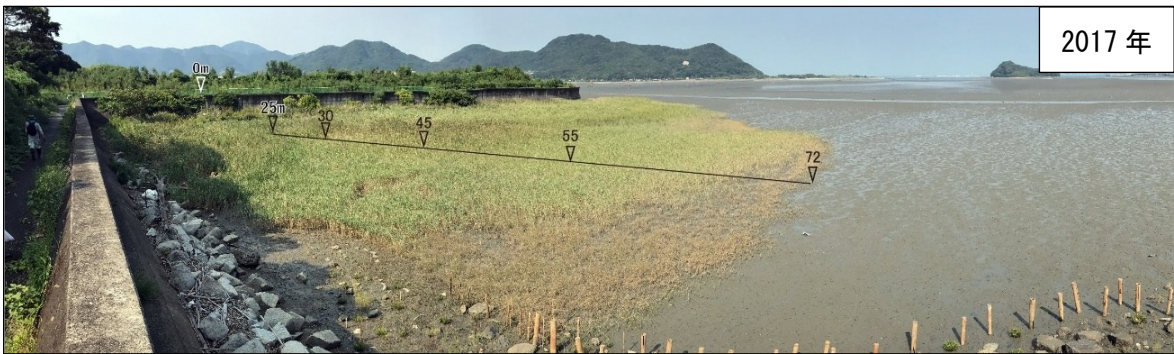


図 6.4.3 目視観察測線の外観(1) (2015年～2018年)



図 6.4.3 目視観察測線の外観(2) (2019年～2022年)

(2) 調査日

調査は2015年から毎年1回、ヨシ原に生息するカニ類、貝類等の活動が活発になる夏季から秋季に実施した。年ごとの調査日は表 6.4.1 のとおりである。

(3) 調査方法

設定した測線において、植生の異なる地点を数カ所設定し、各地点の周辺を踏査して、目視観察によって生息している種類を記録した。

表 6.4.1 ヨシ原の目視観察調査実施日

回数	実施日
1	2015年 9月 13, 27日
2	2016年 9月 17日
3	2017年 10月 1日
4	2018年 9月 9日
5	2019年 9月 15日
6	2020年 10月 4日
7	2021年 9月 19日
8	2022年 9月 24日

6.4.2 調査結果

(1) 測線の外観

1) 測線の延長

2015年から2022年までの調査において、護岸から沖方向へ植生がみられなくなる場所までの測線延長は70～84mであった(図 6.4.3)。

2) 測線の植生

調査期間をとおして植生の種類や分布に大きな変化はみられなかった。護岸からの沖方向への植生は以下のとおりである。

護岸から約10mまではアカメガシワなどの陸上植物、低木が生育していた。10mよりも沖側にはアイアシが高密度に生育しており、30m程度の場所には漂着ゴミが集積するなどして植物が生育せず、裸地の状態になっている場所もみられた(図 6.4.4)。

さらに沖側はヨシが生育し、その草丈は1.5m程度と高かった。護岸から50m程度沖側になるとヨシの草丈が次第に低くなり、60mを超えると草丈が50cm程度にまで低くなり、生育密度も低下した。次第にシオクグがみられるようになり、植生の前端部はシオクグのみが生育していた。

このように、調査測線は、基点となる護岸から沖へ向けて、陸生植物から塩沼地植物、さらには裸地の干潟というように、主に地盤高によると考えられる植生の変化が確認された。

ヨシ原の範囲は基点から75～90mで、台風などによる波浪やごみの堆積の影響で年による多少の変化はみられるものの、経年的な増加または減少傾向はみられていない。



図 6.4.4 ヨシ原の漂着ゴミ

(2) 目視観察による出現種

1) 出現種数と重要種

調査期間をとおして貝類12種、エビ・カニ類11種、魚類1種の合計25種の生物が確認された(表 6.4.2)。

各年の出現種数は16～20種であり、継続的な増加・減少傾向はみられなかった。

出現種のうち、環境省の海洋生物レッドリスト¹⁾および環境省レッドリスト2020²⁾(いずれも略称「環境省RL」)や福岡県のレッドデータブック³⁾(略称「福岡県RDB」)に掲載されている重要種は15種であった。全出現種のうち、半数以上の60%が重要種という結果になった。

2) 地盤高の変化による出現種の変化

調査測線は、地盤高が沖方向へ向けて次第に低くなっており、出現種も地盤高の変化に応じて変化した。護岸近くで地盤が高く、陸生植物が生育する場所ではアカテガニやクロベンケイガニといった陸域も利用するカ

表 6.4.2 目視観察による出現種

調査場所: 大野川河口のヨシ原

確認種	調査年度								重要種*
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
1 軟体動物門 マキガイ綱 原始腹足目 アマオブネガイ科 ヒロクチカノガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	●
2 ヌキスズメガイ科 ヒナユキスズメガイ	○								●
3 中腹足目 タマキガイ科 マルウズラタマキガイ	○	○	○	○	○		○		
4 カワサシヨウガイ科 クリロカワザンシヨウガイ			○	○	○		○	○	●
5 ヒラドカワザンシヨウガイ	○	○	○	○	○	○	○		
6 ウミナ科 フトヘナタリガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	●
7 シマヘナタリガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	●
8 クロヘナタリガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	●
9 ヘナタリガイ	○	○		○	○		○		●
10 ホソウミナ					○				
11 原始有肺目 オカミガイ科 オカミガイ		○	○	○	○	○	○	○	●
12 キヌカツギハマシイノミガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	●
13 節足動物門 甲殻綱 エビ目 テッポウエビ科 テッポウエビ属	○	○							
14 ホヤトカリ科 ユビナガボンヤトカリ	○	○				○		○	
15 コメツギガニ科 チゴガニ		○							
16 ムツハリアケガニ科 アリアケガニ				○					●
17 オサガニ科 ヤマトオサガニ	○	○	○	○	○	○	○	○	
18 スナガニ科 シオマネキ		○	○	○	○	○	○	○	●
19 ヘンケイガニ科 アカテガニ	○	○	○	○	○	○	○	○	
20 クロベンケイガニ	○	○	○	○	○	○	○	○	
21 クシテガニ	○	○	○	○	○	○	○	○	●
22 モクスガニ科 ハマガニ	○	○	○				○		●
23 アシハラガニ	○	○	○	○	○	○	○	○	
24 ヒメアシハラガニ					○	○			●
25 脊椎動物門 硬骨魚綱 スズキ目 ハゼ科 トビハゼ	○	○	○	○	○	○	○	○	●
計 種 数	18 種	20 種	17 種	18 種	19 種	16 種	17 種	16 種	15 種

*重要種の選定基準

海洋生物レッドリスト2017(環境省, 2017年3月), 環境省レッドリスト2020(環境省, 2020年3月)
 福岡県の希少野生生物-福岡県レッドデータブック2014 (福岡県, 2014年8月)

ニ類がみられた。ヨシが生育する場所では地盤高の高い範囲に有肺類のオカミガイがみられた。地盤高が低くなってくると巻貝類のシマヘナタリガイ、クロヘナタリガイがみられた。さらに沖側になるとヨシの生育密度が低くなり、ここにはシオマネキがみられた。シオクグが生育する範囲ではフトヘナタリガイがみられ、魚類のトビハゼもみられるようになった。植生のみられない裸地干潟では、ヤマトオサガニやトビハゼが生息していた。

3) 重要種

本調査で出現した重要種について整理した。なお、重要種の選定基準は表 6.4.3 のとおりである。これらの分布・生息環境については安達(2012)⁴⁾を参考とした。

表 6.4.3 重要種の選定基準

環境省 RL	環境省報道発表資料 環境省版海洋生物レッドリストの公表について(2017年3月) および環境省レッドリスト2020の公表について(2020年3月) EX:絶滅 CR:絶滅危惧 I A 類 EN:絶滅危惧 I B 類 CR+EN:絶滅危惧 I 類 VU:絶滅危惧 II 類 NT:準絶滅危惧 DD:情報不足 LP:絶滅のおそれのある地域個体群
福岡県 RDB	福岡県の希少野生生物-福岡県レッドデータブック2014(福岡県:2014年8月) EX:絶滅 CR:絶滅危惧 I A 類 EN:絶滅危惧 I B 類 CR+EN:絶滅危惧 I 類 VU:絶滅危惧 II 類 NT:準絶滅危惧 DD:情報不足 LP:絶滅のおそれのある地域個体群

①ヒロクチカノコガイ

重要種選定基準	環境省 RL:NT 福岡県 RDB:VU
分布・生息環境	大規模な内湾奥部に開口する河口汽水域の軟泥質底に生じた水溜まりなど止水中の転石や朽木、漂着物に付着し、流水中にみられることはない。



②ヒナユキスズメガイ

重要種選定基準	環境省 RL:NT 福岡県 RDB:NT
分布・生息環境	内湾奥部の河口域に発達した後背湿地周辺の砂泥底に深く埋もれた石の下面に付着する。軟体は赤い。



③カワザンショウガイ類

重要種選定基準	環境省 RL:NT 福岡県 RDB:NT (クイロカワザンショウガイの場合)
分布・生息環境	河口のヨシ原内やその周囲の泥底・砂泥底表層などの場所を好む。近年の分類では数種に分類されている。



④フトヘナタリガイ

重要種選定基準	環境省 RL:NT 福岡県 RDB:NT
分布・生息環境	内湾奥部河口域のヨシ原、塩生湿地内に生息する。活動期にはヨシの茎に登ることも多い。堆積物を餌にする。



⑤シマヘナタリガイ

重要種選定基準	環境省 RL:CR+EN 福岡県 RDB:EN
分布・生息環境	大規模な内湾奥部の河口汽水域におけるヨシ原泥底の飛沫帯から高潮帯に生息。ヨシの茎や岸壁など高さ2mまで登る。



⑥クロヘナタリガイ

重要種選定基準	環境省 RL:CR+EN 福岡県 RDB:VU
分布・生息環境	大規模な内湾奥部の河口汽水域の中・低潮帯において、軟泥底に生じた水溜まりなどを匍匐する。シマヘナタリガイのようにヨシの茎に登ることはない。



⑦ヘナタリガイ

重要種選定基準	環境省 RL:NT 福岡県 RDB:NT
分布・生息環境	内湾奥部の河口汽水域砂泥底の中・低潮帯に生息する。



⑧オカミガイ

重要種選定基準	環境省 RL:VU 福岡県 RDB:VU
分布・生息環境	内湾奥部の河口域に発達したヨシ原湿地内の高潮帯泥上に生息。真夏や冬季は泥中や朽木の下などに潜る。



⑨キヌカツギハマシノミガイ

重要種選定基準	環境省 RL:VU 福岡県 RDB:VU
分布・生息環境	内湾奥部の河口域に発達したヨシ原湿地内の高潮帯泥上に生息。健全な個体群の生息地はヨシ原から連続する陸上植物も残されている場合が多い。



⑩アリアケガニ

重要種選定基準	環境省 RL:VU 福岡県 RDB:EN
分布・生息環境	ヨシ原周辺やフクドなど塩生植物群落の内部・周辺の泥地に巣穴を掘って生息。巣穴を覆うように先端が細い煙突状構造物をつくる事がある。



⑪シオマネキ

重要種選定基準	環境省 RL:VU 福岡県 RDB:EN
分布・生息環境	内湾や河口域の塩生湿地周辺の泥質干潟に生息。大潮干潮線付近を分布の中心とし、夏季に繁殖する。



⑫クシテガニ

重要種選定基準	環境省 RL:NT 福岡県 RDB:NT
分布・生息環境	発達した塩生湿地を持つ大型河川の河口域に出現する。肉食性、雑食性でアシハラガニなど他のカニ類も捕食する。



⑬ハマガニ

重要種選定基準	環境省 RL:NT 福岡県 RDB:NT
分布・生息環境	ヨシ原を主な生息場所とするため、高潮帯から潮上帯にかけての自然環境が悪化しているところでは個体数が少ない。



⑭ヒメアシハラガニ

重要種選定基準	環境省 RL:NT 福岡県 RDB:NT
分布・生息環境	砂泥質干潟に巣穴を掘って生活する。やや堅く乾燥した干潟に多い。肉食性が強く主としてハクセンシオマネキ、チゴガニなどのカニ類を捕食する。



⑮トビハゼ

重要種選定基準	環境省 RL:NT 福岡県 RDB:VU
分布・生息環境	内湾や河口の干潟に生息。干潮時には発達した胸びれで泥面をはい回り、微細藻類やゴカイなどを食べる。潮が満ちてくると岸辺の石や木などにはい上がる。主に空気呼吸を行い、皮膚から酸素を補給する。



6.4.3 まとめ

大野川河口ヨシ原における2015年から2022年までの調査において、25種の貝類、エビ・カニ類、魚類が確認され、そのうちレッドデータブック等に記載されている重要種が15種と多くを占めていた。

重要種の多くは、河口のヨシ原やそこから続く陸生植物への移行帯を生息環境として必要としている種であった。

河口、ヨシ原、陸生植物への移行帯のような環境は、治水事業や開発行為の対象となりやすいことから、ここを生息環境とする種は絶滅の危機に瀕していることが多い。大野川河口のヨシ原は曾根干潟では最大規模のヨシ原となっていることから、重要な生息環境と考えられる。

(宇野)

参考文献

- 1) 環境省:環境省版海洋生物レッドリストの公表について, 2017年3月21日報道発表資料.
<https://www.env.go.jp/content/000037629.pdf> (参照 2024年4月9日)
- 2) 環境省:環境省レッドリスト 2020 の公表について, 2020年3月27日報道発表資料 別添資料3 環境省レッドリスト2020,
<https://www.env.go.jp/content/900515981.pdf> (参照 2024年4月9日)
- 3) 福岡県環境部自然環境課:福岡県の希少野生生物 福岡県レッドデータブック 2014—爬虫類/両生類/魚類/昆虫類/貝類/甲殻類その他/クモ形類等—, 276pp., 2014.8.
<http://www.fihes.pref.fukuoka.jp/~kankyouseibutsu/rdb/rdb2014/all.pdf>(参照 2024年4月9日)
- 4) 安達健夫:干潟の絶滅危惧動物図鑑 海岸ベントスのレッドデータブック, 285pp., 東海大学出版会, 2012.

6.5 干潟の浄化機能

干潟域では、一般に図 6.5.1 に示すように河川・下水処理場等から流入した水中の窒素、リン等の栄養塩を植物プランクトンや付着藻類等の微細藻類が吸収し光合成をして増殖する一次生産²⁾が行われている。この一次生産によって作られた有機物(主に微細藻類の細胞)とその分解産物等は、それらを餌とする干潟の一次消費者のゴカイ類、貝類、カニ類等の底生生物の餌として、懸濁物食者により水中から、また堆積物食者により底泥中から取り除かれる。曾根干潟を代表する懸濁物食者は、水中に漂う有機物を鰓でろ過して捕食するアサリやシオフキ等の二枚貝類(堆積物食のユウシオガイ、テリザクラガイ等のニッコウガイ科³⁾を除く)である。また、代表的な堆積物食者は、干潟の泥表面や泥中の有機物を捕食するイトゴカイ等の環形動物門(懸濁物食のスピオ科、モロテゴカイ科、フサゴカイ科等⁴⁾を除く)や節足動物門のヤマトオサガニ等スナガニ科のカニ類⁵⁾である。これらの底生生物はさらに二次消費者の魚類や鳥類等の餌となり、一部は当該海域内から取り除かれる。我々人間も、漁業の主に採藻という形で一次消費者、主に

採貝という形で二次消費者、主に採魚や鳥猟という形で三次消費者となって、一次生産によって作られた有機物を直接または間接的に消費している。

しかし、一次生産が過剰になると、特に静穏な閉鎖性海域では赤潮の増加や貧酸素化の問題が起こる。貧酸素化は、夏季の高水温や降雨に伴う海水の成層化によって鉛直混合がなくなり、表層からの酸素の供給が断たれる一方、海底に沈降・堆積した有機物、または水中の有機物(動物・植物プランクトンなど)の分解によって溶存酸素が消費・減少する現象である^{6)~8)}。その程度によってはそこに生息する生物が死滅する。この要因となる懸濁態有機物を除去する過程を下水処理の分野では二次処理、懸濁態有機物の元となる窒素、リン等の栄養塩を水中から除去する過程を三次処理(高度処理)と呼ぶ⁹⁾。この二次処理、三次処理に相当する干潟の機能を水質浄化機能と定義するのが一般的である⁹⁾。

木村ら¹⁰⁾は、アサリ等の軟体動物やゴカイ等の環形動物による浄化量(図 6.5.1 の①+②)を、これらの現存量等をもとに簡便に推定する方法を考案している。この推定に用いられている浄化の基本的考え方は主に次の

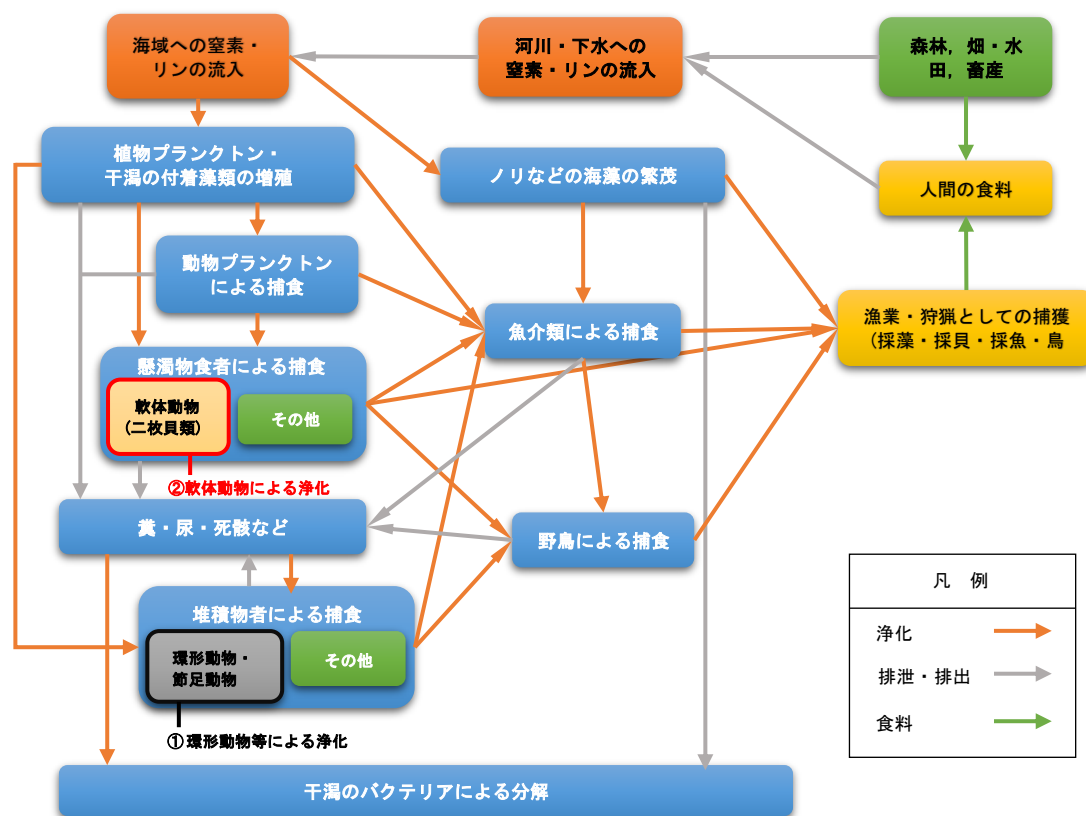


図 6.5.1 干潟における浄化機能の模式図と浄化量試算の対象とした浄化能(①, ②)

(木村賢史¹⁾の図を参考に作図)

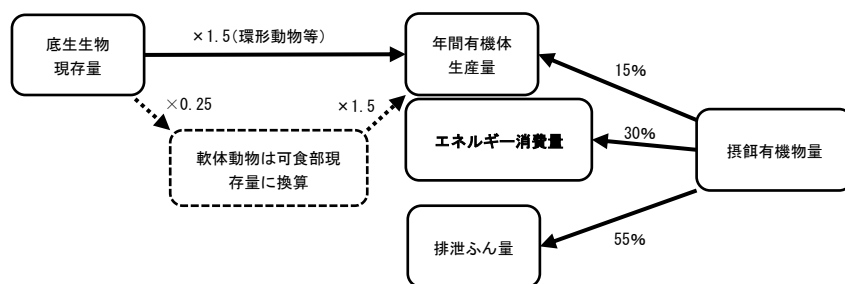


図 6.5.2 底生生物の現存量, 年間生産量, 摂餌有機物量との関係

(木村賢史ら¹¹⁾の図を一部改変)

2点である。

一つはアサリ等の二枚貝類のほとんどは、水中に懸濁するプランクトン等の有機物(水質 COD はその量の指標)を餌とする懸濁物食者であり、餌とした有機物を自らの生命維持と成長に転換して消費することである。もう一つは、これらが食べた有機物の一部が糞として排泄され、干潟上にいずれ堆積する(底質 COD や強熱減量はその量の指標)。これら堆積物の一部は、同様に干潟上に堆積した植物プランクトンや付着藻類、その他の生物およびこれらの分解産物とともにゴカイ等環形動物(堆積物食者)が餌として吸収することである。

この木村らによる干潟底生生物による浄化量の推定方法^{1),10)-12)}に則って、以下に曾根干潟における浄化量を試算する。

6.5.1 干潟による浄化量の試算方法

(1) 底生生物の生産量からの有機物除去量の推定

底生生物の現存量, 年間有機体生産量, 摂餌有機物量との関係を図 6.5.2 に示す。一般的には底生生物の年間生産量(P)は現存量(B)の2~3倍^{1),11)-13)}であるが、不安定な底質環境を考慮して1.5とした^{1),11),12)}。この生産量のうち、アサリ等の二枚貝類の殻を除く可食部の有機体部分(殻を貝全量の3/4とすると可食部は残りの1/4)は、この海域の有機物を餌にして形成されたものと考えた¹¹⁾。この有機体部分は摂餌有機物量の15%が移行し、30%が生体維持のためのエネルギーとして消費され、残る55%が糞として排出されるとした^{1),11),12)}。したがって、摂餌有機物量は年間有機体生産量を15%で割って求め、求めた摂餌有機物量にそれぞれ30%、

55%を掛けてエネルギー消費量, 排泄糞量を求めた^{1),11),12)}。

曾根干潟の浄化量試算の対象とした底生生物は、節足動物(殻の重量の大きいフジツボ類を除く)を含む環形動物(以下、「環形動物等」という)、軟体動物は二枚貝類のみ(殻の重量の大きいカキ類を除く)とし、巻貝類は除外した。当試算で使用した底生生物の現存量は、1995年8月, 10月, 1996年1月, 3月の曾根干潟における23地点の平均湿重量(g/m²)である¹⁴⁾。浄化量試算の対象面積は第5章の図 5.2.2 に示した23地点が含まれる23メッシュ(メッシュ外の隣接する干潟面積を含む)の干潟合計面積約512ha¹⁴⁾とした。

なお、曾根干潟にはオサガニ類, スナモグリやアナジャコ類などゴカイ類や貝類に比べて大型の底生生物が比較的多く生息している¹⁵⁾が、当該調査時の採取法^{注1)}では採取深や採取面積の不足により、現存量が過小評価されていると考えられる。

(2) 底生生物の摂餌によるCOD除去量の推定

底質からの年間COD除去量の推定は、ゴカイの1日の摂餌COD量(mg/日/1g, 1g 個体)をもとに環形動物等の現存量から求めた。水中からの年間COD除去量の推定は、アサリの1日の摂餌COD量(mg/日/可食部1g, 全重量4gの個体)から、二枚貝類の現存量から求めた。計算手順を表 6.5.2 に示す。

ゴカイの1日の摂餌COD量(mg/日/1g 個体)は、ゴカイの1日の有機物摂餌量(湿重量)である30(mg•wet/日/1g 個体)をもとに次のように求める。

注1) 採泥器(1/20 m²)または25cm 方形枠による約10~15cm 深の5回採泥。

まず、このゴカイが1日に食べる有機物量(mg・wet / 日/1g 個体)を乾重量(湿重量=乾重量×5)に換算するために1/5を掛ける。この有機物量に相当する対象干潟の泥量(mg)は、強熱減量(%)=[泥中有機物量(mg)/泥量(mg)]×100の式の変換から、泥中有機物量(mg)/強熱減量(%)×100となる。ここでの泥中有機物量はゴカイが1日に食べる有機物量(乾重量)の30(mg・dry / 日/1g 個体)/5となる。ここで得られた、ゴカイが1日に食べる泥量(mg・dry / 日/1g 個体)に底質のCOD(mg/g)/1000(g/mg)を掛けるとゴカイが1日に食べるCOD量

(mg・dry/日/1g 個体)となる。ここで、1000(g/mg)で割るのはゴカイが1日に食べる泥量の「mg」と底質CODの分母の「g」の単位を合わせるためである。以上の説明を式で表すと次のとおりである。

$$\begin{aligned}
 & \text{ゴカイの1日の摂餌COD量(mg/日/1g 個体)} \\
 & = [30(\text{mg}\cdot\text{wet} / \text{日}/1\text{g 個体})/5] / \text{強熱減量}(\%) \times 100 \\
 & \quad \times \text{底質COD}(\text{mg}/\text{g}) / 1000(\text{g}/\text{mg}) \\
 & = (30 \times \text{底質COD} \times 100) / (\text{強熱減量} \times 5 \times 1000) \\
 & = (30 \times \text{底質COD}) / (\text{強熱減量} \times 50)
 \end{aligned}$$

表 6.5.2 曾根干潟における底生生物の1995年度現存量からの浄化量の推定

項 目			計 算 式	単 位	8月	10月	1月	3月	平均	
生産量からの有機物除去量の推定	現存量(湿重量)	環形動物等	Bk	g/m ²	5.7	11.5	6.3	4.4	7.0	
		軟体動物 (二枚貝類のみ)	Bn	g/m ²	121	361	197	318	249	
		計	Bg = Bk + Bn	g/m ²	127	373	204	322	256	
	年間生産量(湿重量)	環形動物等	Pk = Bk × 1.5	g/(m ² ・年)	8.6	17.3	9.4	6.7	10.5	
		軟体動物(可食部)	Pn = Bn × 1.5 × 0.25	g/(m ² ・年)	45	135	74	119	94	
		計	Pg = Pk + Pn	g/(m ² ・年)	54	153	83	126	104	
	摂餌有機物量			EO = Pg / 0.15	g/(m ² ・年)	360	1,019	556	839	693
	内訳	除去有機物量	有機体生産量	Pg (= EO × 0.15)	g/(m ² ・年)	54	153	83	126	104
			エネルギー消費量	Ec = EO × 0.3	g/(m ² ・年)	108	306	167	252	208
			計	DO = Pg + Ec	g/(m ² ・年)	162	459	250	378	312
排泄糞量			EO × 0.55	g/(m ² ・年)	198	560	306	461	381	
干潟面積(ha)			Sm	ha	512	512	512	512	512	
干潟全体での除去有機物量	有機体生産量	Sp = Pg × Sm	トン/年	277	782	427	644	533		
	エネルギー消費量	Se = Ec × Sm	トン/年	553	1,567	855	1,290	1,065		
	計	SDO = Sp + Se	トン/年	830	2,349	1,282	1,934	1,598		
摂餌COD量からのCOD除去量の推定	底質COD(10月のみ調査:2.3)			Mcod	mg/g・dry	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
	底質強熱減量(10月のみ調査:2.6)			Migl	%	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
	水質COD(8月:2.3, 10月:2.5, 1月:2.2, 3月:1.3)			Wcod	mg/L	2.3	2.5	2.2	1.3	2.1
	ゴカイ1gあたりの1日の摂餌COD量			CK = (30 × Mcod) / (Migl × 50)	mg/(g・m ² ・日)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	貝類1gあたりの1日の摂餌COD量			CN = Wcod × 0.3 × 18L × 0.6/4g	mg/(g・m ² ・日)	1.9	2.0	1.8	1.1	1.7
	年間摂餌COD量	環形動物	PKcod = Bk × CK × 365日/1000	g/(m ² ・年)	1.0	2.1	1.1	0.8	1.3	
		軟体動物	PNcod = Bn × CN × 365日/1000	g/(m ² ・年)	84	264	130	128	155	
		計	Pcod = PKcod + PNcod	g/(m ² ・年)	85	266	131	128	156	
	内訳	COD除去量	有機体生産に使われたCOD量	CDO = Pcod × 0.15	g/(m ² ・年)	13	40	20	19	23
			エネルギー消費に使われたCOD量	CDE = Pcod × 0.3	g/(m ² ・年)	26	80	39	39	47
計			CD = CDO + CDE	g/(m ² ・年)	38	120	59	58	70	
排泄糞となったCOD量			EOcod = Pcod × 0.55	g/(m ² ・年)	47	146	72	71	86	
干潟全体での除去COD量			SCD = CD × Sm	トン/年	196	613	301	296	359	

太字:「曾根漁港海域調査委託報告書」北九州市経済局,(財)九州環境管理協会 平成8年3月¹⁴⁾の調査結果

アサリの摂餌 COD 量 (mg/年/g) は、4g 個体のろ過水量 18L [1L/1 時間×18 時間 (24 時間のうち干出す 6 時間を除く)], ろ過効率 60%, 懸濁 COD 比率 30% として求める。式で表すと次のとおりである。

アサリの年間摂餌 COD 量 (mg/年/g)

$$= [\text{水質 COD (mg/L)} \times \text{懸濁 COD 比率 30 (\%)} / 100 \times \text{ろ過水量 18 (L/日)} \times \text{ろ過効率 60 (\%)} / 100 \times 365 \text{ 日}] / \text{アサリ全重量 4 (g)}$$

6.5.2 干潟による浄化量の試算結果

(1) 底生生物の生産量からの有機物除去量の推定

曾根干潟における環形動物と軟体動物の生産量から推定された浄化量を表 6.5.2 (上段) に示す。この試算によると、1 年間に干潟から除去される有機物量は平均で、これら底生生物の身体になる有機体生産量 104g/m² と、生存のためのエネルギー消費量 208g/m² の合計の 312g/m² と推定された。干潟全体では約 1,598 トンとなった。

(2) 底生生物の摂餌による COD 除去量の推定

曾根干潟に生息する環形動物の摂餌により 1 年間に底泥中から除去される COD 量、およびアサリ・シオフキの摂餌により 1 年間に水中から除去される COD 量の合計は、表 6.5.2 (下段) に示す平均で、これら底生生物の身体になるために使用される 23g/m² と、エネルギーで消費される 47g/m² の合計の 70g/m² と推定された。干潟

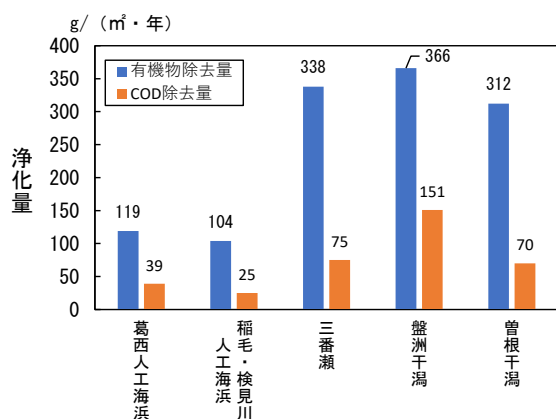


図 6.5.3 曾根干潟における底生生物による浄化量
他の干潟・海浜との比較

(参考文献¹²⁾のデータを加えて作図)

全体では約 359 トンとなった。

以上の 2 つの方法で推定された曾根干潟の浄化量を、稲盛らが同様の方法で推定^{注2)}した干潟・海浜¹²⁾と比較すると、図 6.5.3 に示すように、三番瀬 (千葉県)、盤洲干潟 (千葉県) などの自然の干潟とほぼ同等の浄化能力をもち、葛西 (東京都) や稲毛・検見川 (千葉県) などの人工海浜よりも浄化能力が高いことが分かる。

三河湾の一色干潟 (愛知県) の COD 除去能力はさらに高く、175g/m²・年との試算がある¹⁶⁾。一色干潟全体 (1,000ha) では 1,750 トン/年の除去量であり、曾根干潟 (約 500ha) の約 359 トン/年の約 5 倍にあたる。

表 6.5.3 に示す曾根浄化センターの流入水・放流水の流量および水質の結果¹⁷⁾から、下水処理による COD の年間除去量を次式により計算すると約 2,200 トンで、曾根干潟の底生生物による COD 年間除去量約 359 トンの約 6.1 倍となった。

曾根浄化センターによる COD 年間除去量 (t)

$$= [\text{流入水 COD 年平均値 (mg/L)} \times \text{年間流入水量 (m}^3\text{)} - \text{放流水 COD 年平均値 (mg/L)} \times \text{年間放水量 (m}^3\text{)}] \times 10^3 \text{ (L/m}^3\text{)} / 10^6 \text{ (t/mg)}$$

$$= [121.2 \text{ (mg/L)} \times 19,461 \text{ (10}^3\text{m}^3\text{)} - 8.1 \text{ (mg/L)} \times 18,436 \text{ (10}^3\text{m}^3\text{)}] \times 10^3 \text{ (L/m}^3\text{)} / 10^9 \text{ (t/mg)}$$

$$= 2,209 \text{ (t)} \approx 2,200 \text{ (t)}$$

また、第 5 章の図 5.2.10 で示した曾根干潟 8 地点 (P1, P7, P9, P13, P15, P17, P21, P23) の底生生物の経年データから、曾根干潟における有機物除去量と COD 除去量の経年変化を前述の木村らの方法^{1),10),11)}を用いて表 6.5.4 に示すように推定した。

表 6.5.3 曾根浄化センター流入水・放流水の
流量および水質¹⁷⁾

項目	単位	2017年度	2018	2019	2020	2021	平均		
流量	流入水量	10 ³ m ³ /年	19,511	19,109	19,854	19,769	19,060	19,461	
	全放水量	10 ³ m ³ /年	17,198	17,142	18,999	19,872	18,968	18,436	
水質 (平均)	流入水	浮遊物質(SS)	mg/L	301	281	263	176	187	242
		強熱減量	mg/L	403	459	469	334	289	391
		BOD	mg/L	220	220	200	170	150	192
		COD	mg/L	140	140	130	96	100	121
		全窒素	mg/L	38	37	40	33	37	37
	放流水	全りん	mg/L	2	4.5	4.8	3.8	4.4	3.9
		浮遊物質(SS)	mg/L	2	1	1	1	1	1
		BOD	mg/L	1.4	1.5	<1.0	<1.0	<1.0	1.2
		COD	mg/L	8.2	8.3	8.1	7.7	8.0	8.1
		全窒素	mg/L	11	10	11	11	11	11
全りん	mg/L	0.17	0.17	0.17	0.28	0.17	0.19		

注 2) 曾根干潟を除く他の干潟では、貝類は主にアサリやバカガイなどの二枚貝類が生息している¹⁰⁾。

ここで、干潟の面積、水質のCOD、底質のCODおよび強熱減量の値は年度による差は小さいものと考え、1995年度の値をそのまま使用した(表中の太字)。例えば、使用した水質CODの2.1mg/Lは、4章の図4.3.8(1)に示した2022年度秋季とほぼ同じ値である。また、底質COD_{sed}は、図6.5.4に示すように年による変動はあるものの1995年以降は概ね誤差の範囲内である。底質の強熱減量の経年データはなかったが、第6章の図6.1.5に示したようにCOD_{sed}との相関が高いことから、COD_{sed}と同様に経年で大きな変化はないものと推察した。

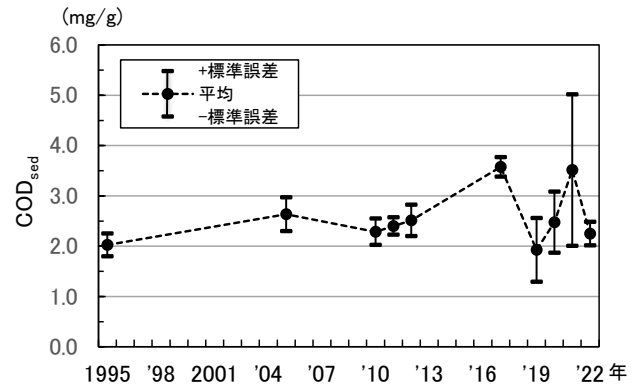


図 6.5.4 曾根干潟 8 地点の底質 COD_{sed} の経年変化 (8 地点:P1, P7, P9, P13, P15, P17, P21, P23)

表 6.5.4 曾根干潟における浄化量の経年変化の推定(軟体動物は二枚貝類のみ対象)

項目	計算式	単位	調査年度												
			1995	1998	2005	2007	2010	2011	2012	2019	2020	2021			
生産量からの有機物除去量の推定	現存量 (湿重量)	環形動物等	Bk	g/m ²	5.1	7.6	4.0	3.5	1.2	3.9	5.9	3.5	9.7	3.5	
		軟体動物(カキ類を除く二枚貝類のみ)	Bn	g/m ²	685	303	183	28	3.7	47	16	11	11	2.3	
		計	Bg = Bk + Bn	g/m ²	690	311	187	32	5	51	22	15	21	6	
	年間生産量 (湿重量)	環形動物	Pk = Bk × 1.5	g/(m ² ・年)	7.7	11.4	6.0	5.3	1.8	5.9	8.9	5.3	14.6	5.3	
		軟体動物(可食部)	Pn = Bn × 1.5 × 0.25	g/(m ² ・年)	257	114	69	11	1	18	6	4	4	1	
		計	Pg = Pk + Pn	g/(m ² ・年)	265	125	75	16	3	24	15	9	19	6	
	摂餌有機物量		EO = Pg / 0.15	g/(m ² ・年)	1,764	834	498	105	21	157	99	63	125	41	
	内訳	除去有機物量	有機体生産量	Pg (= EO × 0.15)	g/(m ² ・年)	265	125	75	16	3	24	15	9	19	6
			エネルギー消費量	Ec = EO × 0.3	g/(m ² ・年)	529	250	149	32	6	47	30	19	38	12
		計	Do = Pg + Ec	g/(m ² ・年)	794	375	224	48	9	71	45	28	57	18	
排泄糞量		EO × 0.55	g/(m ² ・年)	970	459	274	58	12	86	54	35	69	23		
干潟面積 (ha)		Sm	ha	512	512	512	512	512	512	512	512	512	512	512	
干潟全体での除去有機物量	有機体生産量	Sp = Pg × Sm	トン/年	1,355	640	382	81	16	120	76	48	96	32		
	エネルギー消費量	Se = Ec × Sm	トン/年	2,708	1,280	763	164	31	241	154	97	195	61		
	計	SDo = Sp + Se	トン/年	4,063	1,920	1,145	245	47	361	230	145	291	93		
摂餌COD量からのCOD除去量の推定	底質COD(1995.10月:2.3)		Mcod	mg/g・dry	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	
	底質強熱減量(1995.10月:2.6)		Migl	%	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	
	水質COD(1995.8月:2.3, 10月:2.5, 1996.1月:2.2, 3月:1.3の平均2.1)		Wcod	mg/L	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	
	ゴカイ1gあたりの1日の摂餌COD量		CK = (30 × Mcod) / (Migl × 50)	mg/(g・日)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
	貝類1gあたりの1日の摂餌COD量		CN = Wcod × 0.3 × 18L × 0.6/4g	mg/(g・日)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	
	年間摂餌COD量	環形動物	PKcod = Bk × CK × 365日/1000	g/(m ² ・年)	0.9	1.4	0.7	0.6	0.2	0.7	1.1	0.6	1.8	0.6	
		軟体動物	PNcod = Bn × CN × 365日/1000	g/(m ² ・年)	425	188	114	17	2	29	10	7	7	1	
		計	Pcod = PKcod + PNcod	g/(m ² ・年)	426	189	114	18	3	30	11	7	9	2	
	内訳	COD除去量	有機体生産に使われたCOD量	CDO = Pcod × 0.15	g/(m ² ・年)	64	28	17	3	0	4	2	1	0	
			エネルギー消費に使われたCOD量	CDE = Pcod × 0.3	g/(m ² ・年)	128	57	34	5	1	9	3	2	1	
		計	CD = CDO + CDE	g/(m ² ・年)	192	85	51	8	1	13	5	3	4	1	
	排泄糞となったCOD量		EOcod = Pcod × 0.55	g/(m ² ・年)	234	104	63	10	1	16	6	4	5	1	
	干潟全体での除去COD量		SCD = CD × Sm	トン/年	981	436	263	42	6	69	25	17	20	5	

太字:「曾根漁港海域調査委託報告書」北九州市経済局,(財)九州環境管理協会 平成8年3月¹⁴⁾の調査結果

干潟全体における浄化量は、図 6.5.4 に示すように有機物除去量および COD 除去量ともに 2007 年度以降は 1995 年度の 10 分の 1 を下回り、年によっては 100 分の 1 以下まで減少し、2021 年度現在、回復の兆しはみられていない。この主な要因は二枚貝類の減少である。

このように曾根干潟における浄化量の推定値は二枚貝類の減少とともに、大幅に減少しているが、この推定に用いた水質、底質の COD 値に大きな変化はみられていない。言い換えると、曾根干潟における二枚貝類の大幅な減少、およびそれに伴う水質・底質の COD の浄化量の大幅な減少は曾根干潟の水質・底質の COD にほとんど影響していないことになる。この要因として、次の 2 つが考えられ、以下に考察する。

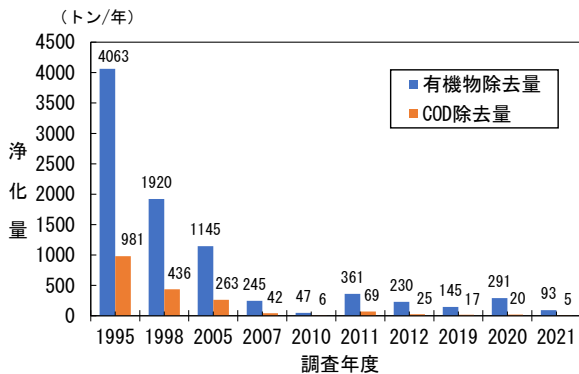


図 6.5.4 曾根干潟における底生生物による浄化量の経年変化(軟体動物は二枚貝類のみ対象)

- ① 陸域からの COD 負荷量が減少し、干潟の浄化量減少分をカバーした
- ② 海域からの COD 負荷量が減少し、干潟の浄化量減少分をカバーした

6.5.3 底生生物による COD 浄化量の減少が干潟域の水質・底質の COD に影響しない理由の検討

(1) 陸域からの COD 負荷量が減少し、干潟の浄化量減少分をカバーしたのか

曾根干潟における主要流入河川の水質の経年変化をみると、図 6.5.5 に示すように 1995 年度以降の COD は、流量の最も多い竹馬川の場合は概ね横ばいであり、次に流量の多い朽網川、3 河川の中では流量の最も少

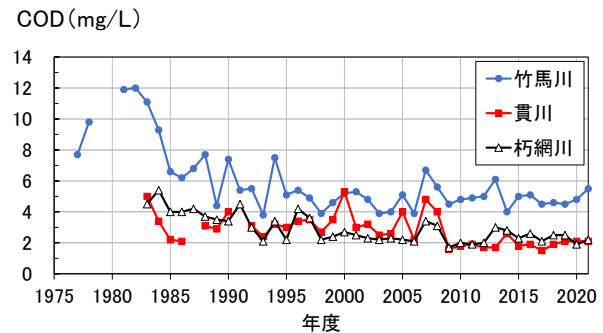


図 6.5.5 曾根干潟主要流入河川の水質の経年変化^{18),19)}
(参考文献のデータを基に作図)

表 6.5.5 曾根干潟への流入河川による COD 年間負荷量の推定

年度	年降水量 (mm/年) Pa	年流量(10 ³ m ³ /年) ^{※1} A.T.D=Pa × 流域面積 × 比流量				年平均COD(mg/L) ^{※2} C				年COD負荷量(トン/年) CL=A.T.D × C				
		竹馬川	大野川	貴川	朽網川	竹馬川	大野川	貴川	朽網川	竹馬川	大野川	貴川	朽網川	計
		1984	1,785	12,181	825	652	4,243	9.3	4.5	3.4	5.4	113	4	2
1985	2,609	17,804	1,207	952	6,202	6.6	3.2	2.2	4.0	118	4	2	25	148
1986	2,689	18,350	1,244	981	6,393	6.2	3.1	2.1	4.0	114	4	2	26	145
1987	2,130	14,536	985	777	5,064	6.8			4.2	99			21	
1988	2,276	15,532	1,053	831	5,411	7.7	3.6	3.1	3.7	120	4	3	20	146
1989	2,115	14,433	978	772	5,028	4.4	2.7	2.9	3.5	64	3	2	18	86
1990	2,218	15,136	1,026	810	5,273	7.4	3.7	4.0	3.4	112	4	3	18	137
1991	2,853	19,469	1,319	1,041	6,782	5.4			4.5	105			31	
1992	1,791	12,222	828	654	4,258	5.5	2.9	3.1	3.0	67	2	2	13	84
1993	2,799	19,101	1,294	1,022	6,654	3.8	2.1	2.4	2.1	73	3	2	14	92
1994	1,328	9,063	614	485	3,157	7.5	3.5	3.2	3.4	68	2	2	11	82
1995	2,365	16,139	1,094	863	5,622	5.1	2.6	3.0	2.2	82	3	3	12	100
1996	2,185	14,911	1,010	798	5,194	5.4	3.3	3.4	4.2	81	3	3	22	108
1997	3,039	20,739	1,405	1,109	7,225	4.9	3.0	3.5	3.6	102	4	4	26	136
1998	2,098	14,317	970	766	4,988	3.9	2.2	2.7	2.2	56	2	2	11	71
1999	2,279	15,552	1,054	832	5,418	4.6	2.6	3.5	2.4	72	3	3	13	90
2000	1,867	12,741	863	681	4,438	5.2	3.3	3.3	2.7	66	3	4	12	85
2001	2,249	15,348	1,040	821	5,347	5.3	2.7	3.0	2.5	81	3	2	13	100
2002	1,867	12,741	863	681	4,438	4.8	2.6	3.2	2.3	61	2	2	10	76
2003	2,626	17,920	1,214	958	6,243	3.9	2.2	2.5	2.2	70	3	2	14	89
2004	2,777	18,951	1,284	1,014	6,602	4.0	2.2	2.6	2.3	76	3	3	15	96
2005	1,594	10,878	737	582	3,789	5.1	2.8	4.0	2.2	55	2	2	8	68
2006	2,780	18,971	1,286	1,015	6,609	3.9	2.1	2.2	2.1	74	3	2	14	93
2007	1,779	12,137	822	649	4,228	6.7	3.7	4.8	3.4	81	3	3	14	102
2008	1,964	13,403	908	717	4,669	5.6	3.2	4.0	3.1	75	3	3	14	95
2009	2,160	14,737	999	788	5,134	4.5	2.0	1.6	1.7	66	2	1	9	78
2010	2,252	15,368	1,041	822	5,354	4.8	2.2	1.8	2.0	74	2	1	11	88
2011	2,430	16,583	1,124	887	5,777	4.9	2.2	1.9	1.9	81	2	2	11	96
2012	1,807	12,328	835	659	4,295	5.0	2.2	1.7	2.0	62	2	1	9	73
2013	2,097	14,310	970	765	4,985	6.1	2.7	1.7	3.0	87	3	1	15	106
2014	1,975	13,474	913	721	4,694	4.0	2.4	2.6	2.8	54	2	2	13	71
2015	2,077	14,170	960	758	4,936	5.0	2.3	1.8	2.3	71	2	1	11	86
2016	2,333	15,921	1,079	852	5,546	5.1	2.4	1.9	2.6	81	3	2	14	100
2017	1,930	13,171	893	704	4,588	4.5	2.0	1.5	2.1	59	2	1	10	72
2018	1,788	12,202	827	653	4,251	4.6	2.3	1.9	2.5	56	2	1	11	70
2019	1,889	12,891	874	689	4,491	4.5	2.3	2.1	2.5	58	2	1	11	73
2020	1,919	13,096	887	700	4,562	4.8	2.2	2.1	1.9	63	2	1	9	75

※1 年流量(m³)=年降水量(mm)²⁰⁾ × 各河川の流域面積(ha)¹⁴⁾ × 比流量(1.911m³/mm・ha)¹⁴⁾
 ※2 年平均COD:北九州市データ¹⁹⁾、水質データのない大野川は他3河川の平均値とした。

表 6.5.6 曾根浄化センター放流水の排出負荷量の推定^{14),17)}

項目	単位	1980	1984	1989	1993	2002	2003	2004	2005	2006	2017	2018	2019	2020	
全放流量 [※] (DV)	10 ³ m ³ /年	1,098	4,099	11,060	14,929	15,890	17,305	17,380	15,668	18,362	17,198	17,142	18,999	19,872	
放流水の水質 (Wq)	BOD	mg/L	2.4	4.7	8.7	1.9	1900	1900	1900	1900	1900	1	2	1	1
	COD	mg/L	7.5	8.9	12	8.8	1900	1900	1900	1900	1900	8	8	8	8
	全窒素	mg/L	2.7	2.1	1.7	1.3	1900	1900	1900	1900	1900	11	10	11	11
	全りん	mg/L	2.6	2.0	0.8	0.7	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0
排出負荷量 (PL=DV × Wq/10 ³)	BOD	トン/年	3	19	96	28	32	28	30	37	24	26	19	20	
	COD	トン/年	8	36	133	131	137	133	130	114	130	141	154	153	
	全窒素	トン/年	3	86	188	194	159	173	167	157	173	189	171	209	219
	全りん	トン/年	3	8	9	10	2	2	4	3	3	3	3	3	6
難分解性CODの指標	BOD/COD	—	0.32	0.53	0.73	0.22	0.23	0.21	0.21	0.26	0.28	0.17	0.18	0.12	0.13

※1980～1993年の全放流量は、処理水量と記載された値。

ない貫川は僅かに減少傾向にある。

そこで、各河川の年間 COD 負荷量の経年変化を表 6.5.5 に示すように推定してみた。なお、河川流量については経年の実測データがないため、近隣の頂吉地点、東谷地点の降水量より、比流量から推定した。また、大野川の COD 測定データは既存資料が見当たらなかったため、竹馬川、貫川、朽網川の平均値を使用した。

一方、竹馬川の水質調査地点(新開橋)より下流にある曾根浄化センター放流水の年間 COD 排出負荷量を、表 6.5.6 に示すように放流水の年平均水質に年間の全放流量を乗じて求めた。

以上の計算から求めた曾根干潟流入河川および曾根浄化センターから排出される COD 負荷量の合計は、図 6.5.6 に示すように 1990 年度ころから概ね横ばいと推定される。また、量的にも 200 トン/年程度であり、たとえこの負荷量が 0 となったとしても、1995 年度当時 1,000 トン/年あった浄化量をカバーできる量ではない。したがって、干潟浄化量(COD 換算値)が大幅に減少したにも関わらず、曾根干潟の水質(COD)に大きな変化がみられない要因として、「①陸域からの COD 負荷量の減少が干潟の浄化量の減少分をカバーした」という仮説は成立しないと考えられる。

一方、曾根浄化センターから排出される COD を質の面からみると、表 6.5.6 に示すように難分解 COD の指標である BOD/COD^{注3)}比²¹⁾が低下傾向にある。ここで、難分解 COD とは、COD としては検出されるが、微生物による分解が進みにくく、BOD としてはほとんど現れない有機物に由来する COD 成分を意味する^{22),23)}。下水道

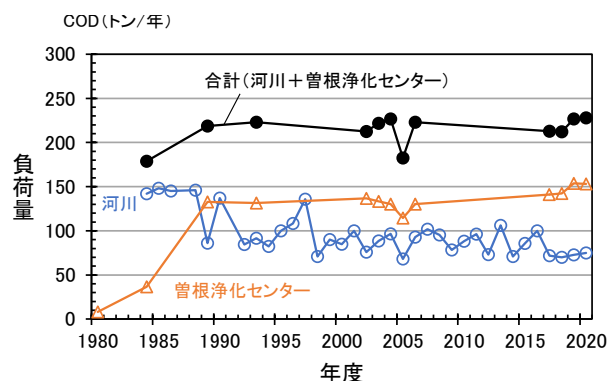


図 6.5.6 曾根干潟流入河川および曾根浄化センター放流水からの COD 負荷量

における BOD/COD 比は、0.5 以上が易分解性、0.1 以下が難分解性の目安とされている²⁴⁾。曾根浄化センター放流水の BOD/COD_{Mn} 比は 1995 年度ころは 0.22 であったが、2020 年度には 0.13 と半減し、近年では難分解性の有機物がさらに多くなったと推察される。また、放流水は表 6.5.3 に示すように SS が 1mg/L 以下であることから、放流水に含まれる有機物のほとんどは水溶性であり、干潟に放流水が流れ込んでも懸濁物食者である二枚類等は直接餌として利用できない。したがって、放流水の COD が干潟生物によって利用できるようになるには、難分解 COD が時間をかけて干潟や海域で分解され、やがてできた無機態(一部は有機態)の窒素やリンを植物プランクトンが吸収・増殖した後、つまり、次に示す前面海域の COD に変化した後ということになる。

(2) 海域からの COD 負荷量が減少し、干潟の浄化量減少分をカバーしたのか

干潟沖の S16 地点の水質 COD は、第 4 章の図

注3) COD の分析は過マンガン酸カリウム法。

4.3.6(1)に示したように1980年ころから減少傾向にあり、1995年ころから2020年の25年間で約0.28mg/L(回帰直線の傾き0.011mg/L・年×25年=0.275)減少していると推定される。

ここで、曾根干潟23地点^{注4)}の平均地盤高をT.P-0.23m(2021年北九州市測量結果)、平均水面をT.P+2.1m(苅田港)とすると、平均水深は2.33m[=2.1m(-0.23m)]となる。これに曾根干潟の面積512haを乗じると干潟上の平均水量は $1,193 \times 10^4 \text{m}^3$ [=2.33m × (512 × 10⁴)m²]である。

この平均水量に25年間で減少したCOD:0.28mg/Lを乗じると、3.34トン[≒0.28mg/L × (10⁹トン/mg × 10³L/m³) × 1,193 × 10⁴m³]となり、この量が干潟沖から干潟に流入するCOD負荷量の減少分である。これが1日2回の干満で干潟の水と交換され、干潟沖のCOD濃度が毎日一定に保たれていると仮定すると、年間では沖合からのCOD負荷量が約1,219(≒3.34トン×365日)トン減少したことになる。

この量は、図6.5.4に示した1995年度時の底生生物によるCOD浄化量の推定値981トン/年をやや上回っており、二枚貝類の大幅な減少による浄化量減少分をカバーしている可能性がある。

この海域からのCOD負荷量の減少は、第4章第3項で示した水質改善、言い換えると貧栄養化によるものと考えられる。

6.5.4 まとめ

曾根干潟における1995年度の底生生物の生産量から推定された年間の有機物除去量は312g/m²となり、干潟全体では約1,598トンと見積もられた。また、底生生物の摂餌量から推定された底泥および水中からの年間COD除去量は70g/m²で、干潟全体では約359トンとなり、これは曾根浄化センターにおけるCODの年間除去量約2,200トンのおよそ6分の1に相当する。

さらに、2007年度頃から曾根干潟では二枚貝類が大幅に減少したことから、干潟代表8地点の2007年度以降の底生生物現存量データを用いて浄化量の経年変

化を推定した。その結果、2007年度以降の浄化量は、いずれの年においても1995年度の10分の1を下回っていることが明らかとなった。

一方で、曾根干潟の水質・底質のCODに1995年度以降大きな変化はみられておらず、この要因として、海域からのCOD負荷量の減少、言い換えると貧栄養化が浄化量減少分をカバーした可能性が示唆された。

ただし、今回の曾根干潟における浄化量の試算は、曾根干潟で生息量の多いオサガニ類や巻貝類による浄化能を十分反映した手法ではなく、今後、曾根干潟の生物相や生態系を考慮した浄化量推定方法の検討・確立が必要と考えられる。

(高比良)

参考文献

- 1) 木村賢史:第3節 水質浄化場としての人工干潟(海浜)の設計、沿岸の環境圏、フジ・テクノシステム, pp.1122-1136, 1998.
- 2) 三島次郎:1.エネルギー流と利用効率, 5 牛肉のステーキとマグロの刺身—エネルギー流れ—, トマトはなぜ赤い, 東洋館出版社, pp.35-45, 1992.2.
- 3) 金谷 弦, 伊谷 行:浜辺の環境とベントス, 海岸動物の生態学入門—ベントスの多様性に学ぶ—(日本ベントス学会編), 海文堂出版, pp.2-18, 2020.
- 4) 菊池泰二:食うものと食われるもの, 海底動物の世界(自然選書), 中央公論社, pp.99-140, 1981.
- 5) 大阪市立自然史博物館, 大阪自然史センター:干潟の生き物, 干潟を考える干潟を遊ぶ(大阪市立自然史博物館叢書 3), 東海大学出版会, pp.21-80, 2008.
- 6) 砂村倫成:第11章 嫌気環境の微生物, 水圏微生物学の基礎, 恒星社厚生閣, pp.197-218, 2015.9.
- 7) 古谷 研:3.科学環境, 第1章, 水圏生物科学入門, 恒星社厚生閣, pp.18-22, 2008.9.
- 8) 神菌真人, 江藤拓也, 荒田敏生:豊前海の貧酸素水塊形成と降水量との関係, 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 第1号, pp.217-224, 1993.3

注4) 測量地点のN-1, L-1+120, L-2, L-4, K-6, J-0, J-2, J-4, J-6, H-0, H-2, H-4, H-6+50, F-1+120, F-2, F-4, F-6, D-2, D-4, D-6, B-2, B-4, B-6.

- 9) 鈴木輝明:干潟域の物質循環と水質浄化機能, 地球環境, Vol.11, No.2, pp.161-171, 2006.
- 10) 木村賢史, 三好康彦, 嶋津暉之, 紺野良子, 赤澤豊, 大島奈津子:人工海浜(干潟)の浄化能について, 東京都環境科学研究所年報, pp.89-101, 1992.
- 11) 木村賢史,三好康彦,嶋津暉之, 赤澤豊:人工海浜の浄化能力について(2), 葛西人工海浜およびその地先における底生生物の現況とその浄化能力の検討, 東京都環境科学研究所年報, pp.141-150, 1991.
- 12) 稲盛悠平,木村賢史,松村正利:3.干潟の浄化能力と底生生物が浄化に果たす役割, 第5章「干潟の生態系保全とエコテクノロジー」, ビオトープの計画と設計ー生物生息環境創造ー, 工業技術会・研修社, pp. 151-158, 1997.
- 13) 堀越増興, 菊池泰二:ベントス, 海藻・ベントス, 東海大学出版会, pp.249-255, 1976.
- 14) 北九州市経済局, (財)九州環境管理協会:曾根漁港海域環境調査委託報告書(平成8年3月), 1996.4.
- 15) 小野勇一(自然環境定量評価研究会):河川整備基金助成事業「河口干潟生態系における環境評価手法の研究」報告書(助成番号 14-1-II-2-5), 40 pp., 河川環境管理財団, 2003.
- 16) 佐々木克之:干潟・浅海域の浄化力ー有明海の環境悪化の要因を考えるー, 特集 有明海と長良川で何がおこっているのか?, 科学, Vol.71, No.7, pp. 902-911, 2001.
- 17) 北九州市:下水道管理年報(平成14年度版～平成18, 平成29～令和3年度版).
- 18) 北九州市:北九州市の公害(第10号～22号), 1975～1988.
- 19) 北九州市環境局:北九州市の環境(環境白書)平成元年度版～令和5年度版, 1989～2023.
https://www.city.kitakyushu.lg.jp/shisei/menu01_0435.html(参照2025年5月5日)
- 20) 国土交通省気象庁:過去の気象データ検索, 頂吉地点(1995.4～2012.2), 東谷地点(2012.3～2021.3). <https://www.data.jma.go.jp/stats/ctrn/>
- 21) 服部 廉, 渡邊 博, 新谷 健, 高田文子, 水野勝:河川水中の難分解性有機物についての検討ー公共用水域常時監視データの検討と河川水長期分解性試験ー, 愛知県環境調査センター所報, 39, pp.35-39, 2011.
- 22) 今井章雄:難分解性有機物とは何か, 水環境学会誌, 47(A), 10, pp.349-355, 2024.
- 23) 滋賀県環境政策課:各発生源由来有機物の生物分解調査概要(琵琶湖研究), 1997.
<https://paperzz.com/doc/5905971/1> 章-難分解性有機物
- 24) 建設省都市局下水道部:下水中の難分解性有機物に関する調査報告書, 1986.

7. 人との関わり

7.1 水産業

7.1.1 福岡県の漁業制度の概要

現在、福岡県で行われている漁業は図 7.1.1 に示す

漁業権漁業、許可漁業、承認・届出漁業、自由漁業に区分されるが、曾根干潟および周辺の福岡県豊前海域では承認・届出漁業に該当するものはない。また、自由

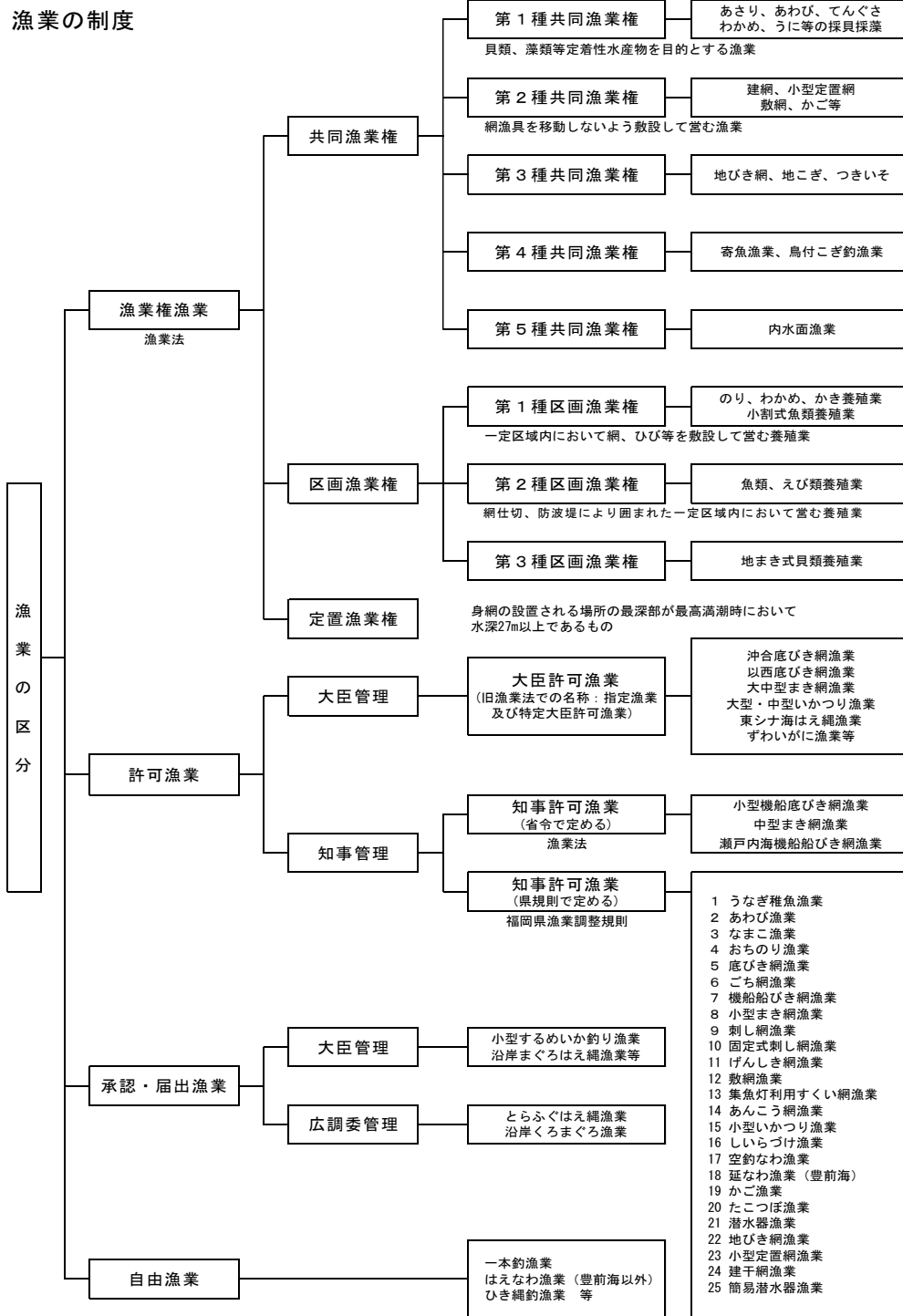


図 7.1.1 福岡県における漁業制度の概要 (2023年10月4日現在)

(資料提供: 福岡県農林水産部水産局漁業管理課)

漁業については一本釣りが旧田ノ浦漁協（現在は豊前海北部に属する）でシログチ・キス等を対象にした釣りが十数経営体のみで、当該区域では主要漁業となっていない。

そこで、福岡県豊前海域で主に行われている漁業権漁業、許可漁業の概要について以下に述べる。

7.1.2 漁業権漁業の概要

曾根干潟を含む豊前海は、九州、本州、四国に挟まれた周防灘の西側に位置し、波静かな海域で古くから沿岸漁業が盛んで、漁業を営むための漁業権が設定されている。

漁業権とは、「一定の水面において特定の漁業を一定の期間、排他的に営む権利」を指し、漁業権には共同漁業権、区画漁業権、定置網漁業権の3種がある²⁾。

(1) 共同漁業権

図 7.1.2 に示すように、曾根干潟前面海域には豊共第 1 号共同漁業権、曾根干潟域には豊共第 3 号共同漁業権が設定されており、曾根漁業協同組合をはじめとする近隣漁協の入合漁場となっている³⁾。

そのうち、曾根干潟域で行われている豊共第 3 号共同漁業権漁業には、表 7.1.1 に示すように藻類、貝類等の定着性の水産動植物を漁獲目的とする第 1 種共同

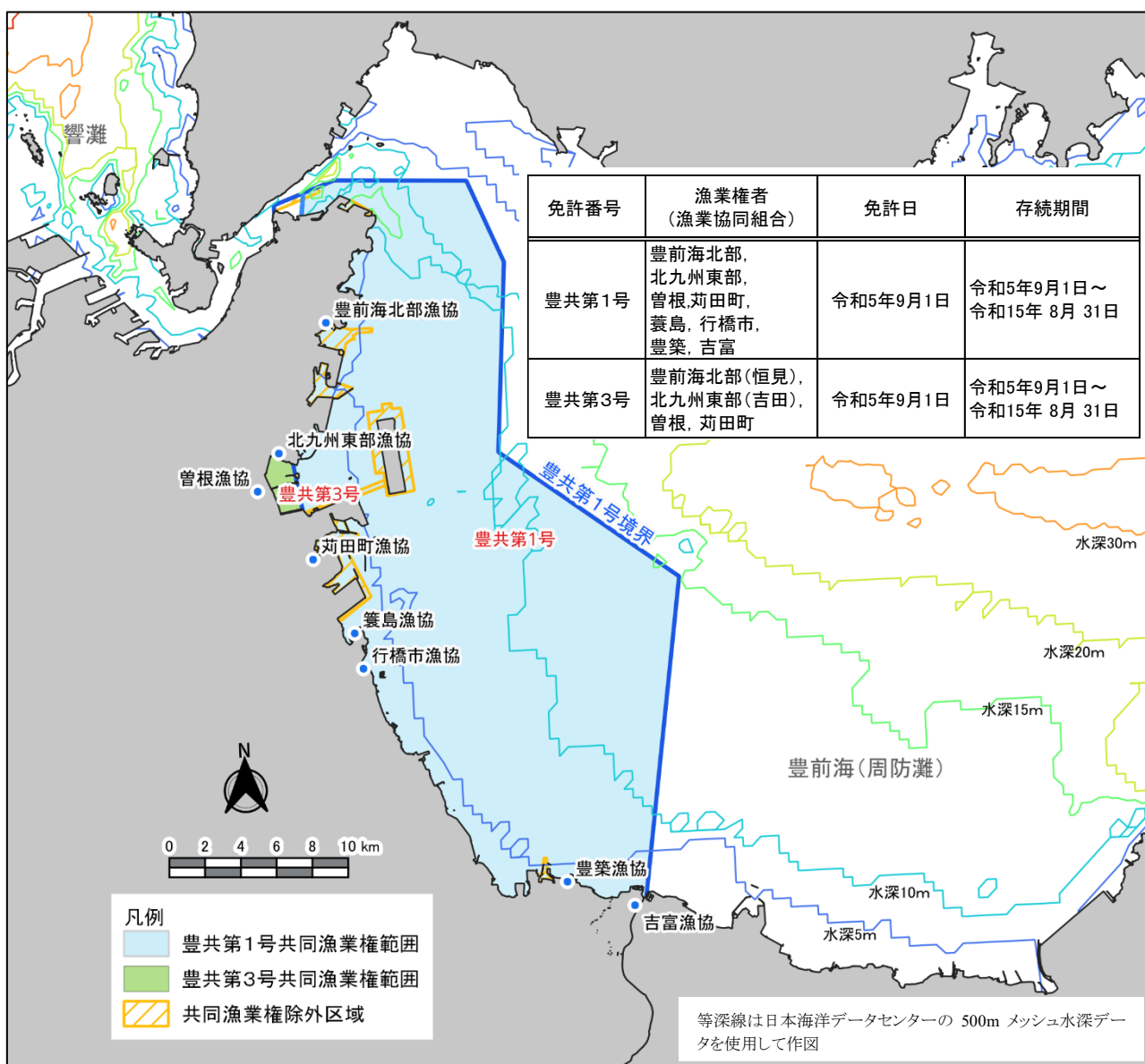


図 7.1.2 曾根干潟及び周辺海域における共同漁業権の分布（福岡県資料³⁾をもとに作図）

漁業の餌むし・あさり・しおふき・まてがい^{注1)}等 13 種類の漁業がある²⁾。また、網漁具を移動しないように敷設して営む第2種共同漁業権漁業には、うなぎ石がま・雑魚底刺網等 5 種類の漁業がある³⁾。

(2) 区画漁業権

曾根干潟およびその前面海域には、図 7.1.3 に示すように、のり養殖業(支柱式)と^{かき}養殖業の区画漁業権(第1種)が存在する⁴⁾。曾根漁協は、ノリの生産が1978年以降なかったが、2018年に40年ぶりに実験的養殖を始め、約10万枚を出荷したという⁶⁾。

(3) 定置網漁業権

定置網漁業権は大型定置網漁業を営む権利であり、豊前海では設定されていない。なお、小型定置網漁業は^{ますあみ}雑魚柵網漁業として共同漁業権に含まれている。

表 7.1.1 豊共第1号および第3号共同漁業権漁業の内容²⁾

漁業種類	漁業の名称	豊共		漁業時期
		第1号	第3号	
第1種 共同漁業	なまこ漁業	○		1月1日～12月31日
	たこ漁業	○		
	餌むし漁業	○	○	
	あさり漁業	○	○	
	ゆむし(しい)漁業	○	○	
	はまぐり漁業	○		
	あかがい漁業	○	○	
	もがいの漁業	○	○	
	ばかがい(きぬがいの)漁業	○	○	
	しおふき漁業	○	○	
	まてがいの漁業	○	○	
	とりがいの漁業	○		
	おのがいの漁業	○	○	
	かき漁業	○	○	
	たいらぎ漁業	○		
	あかにし漁業	○		
	てんぐにし漁業	○		
	みるくい漁業	○		
	あわび漁業	○		
	ささえ漁業	○		
	つめたがいの漁業	—	○	
	かがみがいの漁業	—	○	
	あまのり漁業	○		
あおのり(あおさ)漁業	○	○	11月1日～翌年5月31日	
いぎす漁業	○		1月1日～12月31日	
おごりの漁業	○			
えごりの漁業	○			
わかめ漁業	○			
あかもく漁業	○			
第2種 共同漁業	雑魚柵網漁業	○		1月1日～12月31日
	うなぎ石がま漁業	○	○	
	雑魚底刺網漁業	○	○	
	うなぎ柴つけ漁業	○	○	5月15日～10月31日
	いかかご漁業	○		3月1日～6月30日
	あなごかご漁業	○	○	1月1日～12月31日
ばいかご漁業	○			
うなぎうけ(かご、筒を含む)漁業	○	○		

[出典: 福岡県庁ホームページ<https://www.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/attachment/201926.pdf>]

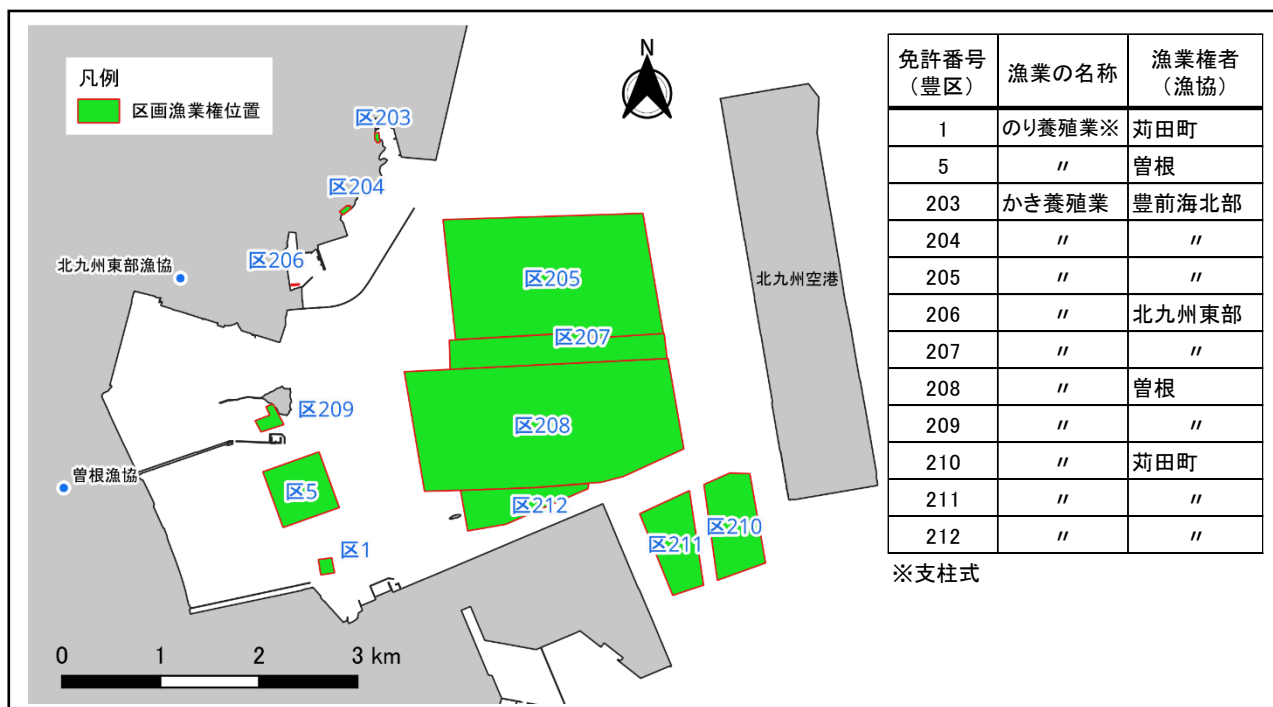


図 7.1.3 曾根干潟および周辺海域における区画漁業権の分布
(福岡県資料⁴⁾をもとに作図)

注1) 生物の名称は「カタカナ」を使用するのが一般的であるが、水産分野では漁業種類・漁法の名称に使用される生物名は「ひらがな」を使用することが慣例となっている。本章での生物の名称は、参考とした資料に準じて記載した。

7.1.3 許可漁業

許可漁業には、都道府県の沖合等で操業する漁業について知事が許可する「知事許可漁業」と、複数県の沖合や外国へ出漁する漁業について国（農林水産大臣）が許可する「大臣許可漁業」があるが⁷⁾、福岡県豊前海区には大臣許可漁業は存在しない。豊前海の知事許可漁業の概要は次のとおりである。

福岡県漁業調整規則（令和2年福岡県規則第62号）によると、表7.1.2に示すように福岡県内の豊前海にはえびこぎ網漁業をはじめとする18の許可漁業が存在し、そのうち最も隻数の多いのは一重建網漁業の195隻、次いで三重建網およびかにかご漁業の186隻、えびこぎ網漁業の74隻の順となっている⁸⁾。そのほか、県外からえびこぎ網漁業113隻、きす流しさし網漁業（さし網漁業）3隻、こち建網漁業（固定式さし網漁業）12隻の入漁が許可されている⁸⁾。

表 7.1.2 福岡県豊前海における知事許可漁業（県内）⁸⁾

漁業種類		許可隻数	漁業時期	漁業を営む者の資格
小型機船底びき網漁業	手繰第二種	えびこぎ網漁業 74	10月3日～翌年9月20日	1)
		なまこぎ網漁業 40	11月16日～翌年3月15日	1)かつ2)
	手繰第三種	けた網漁業 72	11月8日～翌年4月20日	1)かつ3)
機船底びき網漁業	1そうあみ浮びき網漁業	22	周年	1)
	さより浮びき網漁業	1	4月10日～6月10日	1)
	しばえび浮びき網漁業	27	9月11日～10月31日	1)
ごち網漁業	雑魚1そうごち網漁業	30	4月1日～翌年3月31日	1)
さし網漁業	ぼら囲さし網漁業	30	周年	1)
	さわら流しさし網漁業	15	周年	1)
	まながつお流しさし網漁業	65	5月1日～12月31日	1)
	さより流しさし網漁業	2	4月20日～5月31日	1)
	なるとびえい流しさし網漁業	4	6月1日～11月30日 [*]	1)
固定式さし網漁業	一重建網漁業	195	周年	1)
	三重建網漁業	186	周年	1)
集魚灯利用すくい網漁業		10	9月1日～11月30日	1)
延なわ漁業		15	周年	1)
かご漁業	いかかご漁業	3	2月1日～7月31日	4)
	かにかご漁業	186	周年	1)

※：駆除事業終了まで

1)北九州市門司区、同小倉南区、京都郡那珂田町、行橋市、豊前市、築上郡築上町、同吉富町に住所を有する者。

2)同一世帯に他種の小型機船底びき網漁業の許可を有する者がいない者。

3)手繰第二種えびこぎ網漁業の許可を有する者がいない者。

4)北九州市門司区に住所を有する者。

また、福岡県内豊前地区では、うなぎ養殖用のシラスウナギ（ウナギ稚魚）の採捕が許可されている。2022年4月26日現在、表7.1.3に示す曾根干潟に流入する竹馬川、貫川、朽網川の3河川をはじめとする14河川の河口域付近（曾根干潟：図7.1.4）で、養鰻業者に限り2月1日から4月20日までの期間、養殖規模に応じて採捕量、採捕河川数、採捕従事者数を制限して許可されている⁹⁾。（山本、高比良）

表 7.1.3 福岡県豊前地区におけるシラスウナギ採捕河川⁹⁾

河川名	海面	内水面
竹馬川	○	
貫川	○	○
朽網川	○	○
長峡川		○
今川		○
江尻川		○
祓川		○
長野間川		○
音無川		○
宮の川		○
城井川		○
中川		○
城根川		○
佐井川	○	
合計	4	12



図 7.1.4 曾根干潟流入河川のシラスウナギ採捕区域（福岡県資料⁹⁾を基に作図）

7.1.4 曾根漁港地区の漁業経営体数および

漁獲量

福岡県漁港港勢¹⁰⁾に記載されている、曾根漁港地区の人口と総組合員(正・准組合員の合計)、漁業経営体数の経年変化を図 7.1.5 に示す。2008 年以降は、統計のとり方が異なり、漁港別のデータがないので示すことができない。

漁港に存在する漁業者(水産加工業者を含む)が主として居住する漁港を含む市、町、村または字等の区域であると定義されている漁港地区の人口は、1989 年度時点で 900 人に近い人数が居住していた。その後、その人口は徐々に減少し、1997 年度以降 700 人前後で推移している。1989 年度では 889 人の人口であったが、2007 年度では 755 人になり 15%減になっている。総組合員(正・准組合員の合計)と漁業経営体数との経年変化は類似している。すなわち、1989 年度から 1995 年度までは前者は 80 名、後者は 70 経営体で一定であった。1996 年度に両者とも急激に減少し、特に漁業経営体数はほぼ半減した。これは、それまでは准組合員が一人もいなかったが、その年に准組合員が 25 名と増加し、逆に正組合員が 45 名と減少したことが要因として考えられる。その後、前者は 50 名前後、後者は 30 経営体前後で推移している。

同じ期間における曾根漁港で水揚げされた全漁獲量を図 7.1.6 に、貝類の漁獲量を図 7.1.7 に示している。全漁獲量は、1992 年度までは貝類をはじめとして海藻類、魚類などを含め年間 350t 前後で推移していたが、1993 年度から 1994 年度にかけて急激な減少になり 120t まで落ち込んだ。この原因としては、図 7.1.7 が示すように貝類のうち、かきの漁獲量が 1994 年度に最低となっていることから、養殖かきが何らかの原因で斃死に至り、それが影響したのではないかと考えられる。また、あさり類は 1989 年度においては、かき類よりも漁獲量が多かったが、その 2 年後の 1991 年度からは全く水揚げされていない状況が続いている。1995 年度の全漁獲量の変化傾向は、かきの傾向とはほぼ一致しており、全漁獲量は 270t 前後で、貝類は 230t 前後で推移している。

図 7.1.8 と図 7.1.9 は、それぞれ 1989 年度と 2007 年度の魚種別漁獲量の割合を示している。両者で最も異

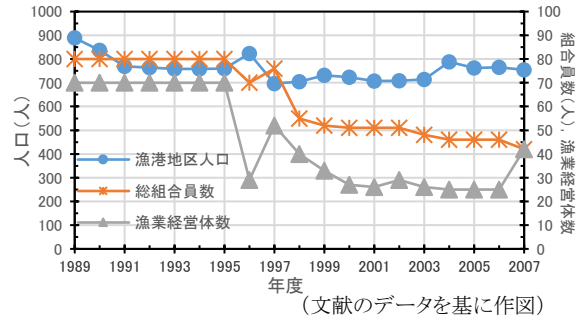


図 7.1.5 曾根漁港地区の人口と正組合員、漁業経営体数の経年変化¹⁰⁾

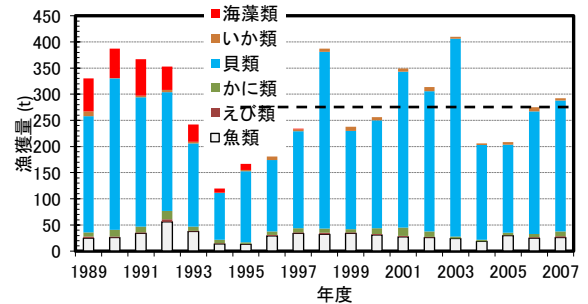


図 7.1.6 曾根漁港の全漁獲量の経年変化¹⁰⁾※

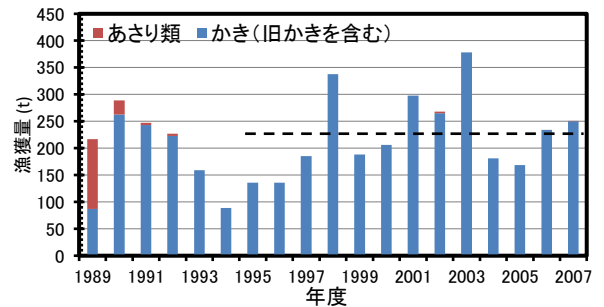


図 7.1.7 曾根漁港の貝類の漁獲量の経年変化¹⁰⁾※

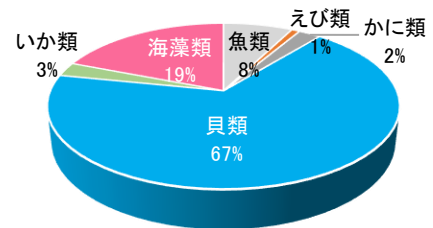


図 7.1.8 魚種別漁獲量の割合(1989 年度)¹⁰⁾※

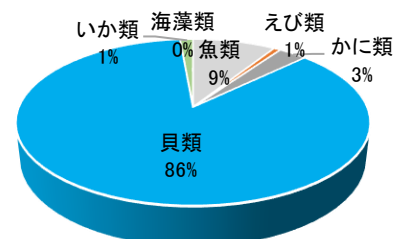


図 7.1.9 魚種別漁獲量の割合(2007 年度)¹⁰⁾※
(※文献のデータを基に作図)

なっている点は、1989年度ではのり養殖を主とする海藻類の漁獲量が19%を占めていたが、2007年度ではそれが0%となった。この状況は1998年度から続いている。魚類をはじめとするその他の魚種の割合は2つの年において違いはあまりみられなかった。

宮本¹¹⁾によると、1991年のアンケート調査時の曾根漁協の主たる漁業は採貝、小型定置網、のり養殖と多様であったが、2003年の調査では単純化し、かき養殖が台頭したという。また、就業者数の減少原因として、高齢化に加え、近年ののり養殖の不振、アサリ資源の減少、1995年ごろの新北九州空港関連の漁業補償金受け取りに伴う離職者数の増加があげられている。また、農業との兼業が多いのが特徴であり、このような第2種兼業漁業者が多数廃業したと考えられる、としている。

近年、曾根漁協の主漁業となったかき養殖は1983年に恒見漁協(現豊前海北部漁協恒見支所)で始まり¹²⁾、1999年度には「豊前一粒かき」のブランド名で売り出され¹³⁾、今や地元の直販所などで好評を博している。

のり養殖については1978年以降途絶えていたが、のり養殖の復活を見据えて2019年に曾根干潟においてのり養殖の試験的な養殖が実施され⁶⁾、のり養殖が今後復活する兆しが見える。(小島)

7.1.5 まとめ

・曾根干潟域には豊共第3号共同漁業権、その沖合には豊共第1号共同漁業権が設定されており、曾根漁業協同組合をはじめとする近隣漁協の入合漁場となっている。

・豊共第3号共同漁業権の内容は、藻類、貝類等の定着性の水産動植物を漁獲目的とする第1種共同漁業の餌むし・あさり・しおふき・まてがい等13種類の漁業、網漁具を敷設して営む第2種共同漁業権漁業のうなぎ石がま・雑魚底刺網等5種類の漁業がある。

・干潟域およびその沖合海域にはのり養殖とかき養殖の区画漁業権が設定されている。

・曾根干潟沖合には、許可漁業として、えびこぎ網漁業をはじめとする18漁業があり、一重建網漁業や三重建網漁業、かにかご漁業などの隻数が多い。

・曾根干潟に流入する竹馬川、貫川、朽網川では河口

域付近でシラスウナギの採捕が養殖業者に許可されている。

・曾根漁港地区の漁業経営体数は、1989年度ごろ70であったが、1996年度に半減し、その後2007年度まで30前後で推移していた。

・同期間における曾根漁港での水揚げ漁獲量は、当初、年間350t前後で推移していたが、1993年度ごろに急激に減少し120tまで落ち込んだ。この原因として養殖かきの斃死が考えられた。

・あさり類は1989年度においては、かき類よりも漁獲量が多かったが、その2年後からは全く水揚げされていない状況が続いている。

・近年、曾根漁協の主漁業となったかき養殖は1999年度に「豊前一粒かき」のブランド名で売り出され、今や地元の直販所などで好評を博している。

・のり養殖は2019年に曾根干潟で試験的養殖が実施され、今後復活する兆しが見える。

(山本, 高比良, 小島)

参考文献

- 1) 上妻智行, 江藤拓也, 佐藤和幸, 長本 篤: 豊前海における漁業生産構造と漁業者意識, 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 第14号, pp.141-162, 2004.
- 2) 水産庁: 漁業権について, 分野別情報.
https://www.jfa.maff.go.jp/j/enoki/gyogyouken_jouhou3.html (参照 2025年4月29日)
- 3) 福岡県: 福岡県豊前海区共同漁業権漁場参考図.
<https://www.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/attachment/201926.pdf> (参照 2025年4月29日)
- 4) 福岡県: 豊前海区区画漁業権連絡図, 福岡県豊前海区における漁業権, 海面における共同及び区画漁業権の免許状況について, 漁業と遊漁のルール, 水産業, しごと・産業・観光.
<https://www.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/attachment/201927.pdf> (参照 2025年4月29日)
- 5) 福岡県: 漁業権者一覧(豊前海区), 福岡県豊前海区における漁業権, 海面における共同及び区画漁業権の免許状況について, 漁業と遊漁のルール,

- 水産業, しごと・産業・観光.
<https://www.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/attachment/201922.pdf>(参照 2025 年 4 月 29 日)
- 6) 内田完爾:「ノリ養殖の再開目指す 曾根漁協, 干潟で実験的生産」, 西日本新聞me (2019/12/24 6:00).
<https://www.nishinippon.co.jp/item/n/570750/>(参照 2025 年 4 月 29 日)
- 7) 水産庁:漁業法における漁業許可制度, 大臣許可漁業とは, 大臣許可漁業について, 大臣許可漁業の許可に関する情報の公開について, 分野別情報.
<https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/sitei/attach/pdf/index-81.pdf>(参照 2025 年 4 月 29 日)
- 8) 福岡県:福岡県漁業調整規則第11条第1項に基づく公示(福岡県豊前)
<https://www.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/attachment/124970.pdf>(参照 2025 年 4 月 29 日)
- 9) 福岡県:福岡県豊前海区漁業調整委員会 第 22 期 第 5 回福岡県豊前海区漁業調整委員会資料 5
 うなぎ稚魚漁業許可について(報告).
<https://www.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/attachment/174696.pdf>(参照 2025 年 4 月 29 日)
- 10) 福岡県:福岡県の漁港, 3 豊前海区の漁港, 曾根.
<https://www.pref.fukuoka.lg.jp/dataweb/search/1/1233.html>(参照 2025 年 4 月 29 日)
- 11) 宮本博和:有明海区・豊前海区における漁業就業構造の変化, 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 第 16 号, pp.129-141,2006.
- 12) 中川浩一, 俵積田貴彦, 中村優太:近年の「豊前海一粒かき」の生育状況と漁場環境との関係, 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 第 19 号, pp.109-114,2009.
- 13) 秋本恒基, 有江康章, 渡邊大輔, 富重信一:豊前海かき養殖業の現状と展開方向, 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 第 12 号, pp.93-104, 2002.

7.2 レクリエーション

曾根干潟は、北九州市小倉南区に位置し、その面積は517haと瀬戸内海では最大規模の干潟となっている。干潟には、カブトガニやカニ類、ハゼ類等多くの生物が生息し、冬季には多くの渡り鳥の越冬場所としても有名である。

この豊かな環境を活用し、地域住民を始めとした多くの人々が、「カブトガニ等干潟生物の観察」、「野鳥観察や写真撮影」、「散策」などに利用している。また、北九州市による曾根干潟の「エコツアー」も毎年実施されている。かつては潮干狩りでにぎわっていたが、アサリ資源の減少により現在はほとんど行われていない。曾根干潟に流入する朽網川、竹馬川、貫川の河口では、ハゼ釣りを楽しむ人も多い。

曾根干潟周辺の主なレクリエーション施設は、図 7.2.1～図 7.2.3 に示すように曾根干潟が一望でき鳥類の観察も可能な「曾根干潟観察公園」、「野鳥観察舎」、ベンチ等に加え、スポーツ施設や遊具等も整備されている「曾根臨海スポーツ公園」、曾根干潟を代表する生物カ



図 7.2.1 野鳥観察を楽しむ人(貫川河口)



基図：国土地理院地図上に情報を記載

図 7.2.2 曾根干潟周辺の主なレクリエーション施設の位置

ブトガニを紹介する施設である「カブトガニ自慢館」、天平12(740)年からの歴史を有し、曾根干潟を眺望できる「豊前松山城跡」等が挙げられる。(片山)



野鳥観察舎と設置されている鳥類説明パネル



曾根干潟観察公園と設置されている干潟説明パネル



曾根臨海スポーツ公園



豊前松山城跡からの曾根干潟

図 7.2.3 主なレクリエーション施設等

7.3 自然保護団体・活動等

7.3.1 曾根干潟における活動

曾根干潟は、カブトガニ等貴重な底生生物が生息し、渡り鳥等の重要な飛来地となっており、環境省重要湿地 500 にも指定されている。この良好な環境を保全・保護する目的で様々な団体が活動を行っている(表 7.3.1)。定量研も 2016 年以降、曾根干潟生き物観察会を実施している。この生き物観察会の内容と、そこで実施したアンケート結果を用いた、教育効果の検討結果について以下に示す。

表 7.3.1 曾根干潟における主な活動

環境関連活動	概要
曾根干潟生き物観察会	定量研が、自然環境への保全・保護意識を高めるための啓発を目的に、小中学生とその保護者等を対象として、干潟環境を体験する観察会を実施。2016 年(平成 28 年)より継続実施。
曾根干潟クリーン作戦	曾根東小学校の生徒、保護者、地域の方が新門司環境センターと共同で干潟のゴミを収集。年に 2 回程度実施(6, 10 月)。1993 年(平成 5 年)より継続実施。
曾根干潟での野鳥観察	日本野鳥の会北九州支部、曾根東小学校、自治体等各機関は、定期的に曾根干潟に飛来する鳥類の観察会を実施。
シチメンソウ再生プロジェクト	曾根東小学校が海洋政策研究所の支援を受け、曾根干潟で絶滅した重要種シチメンソウの保護を目的として、シチメンソウを校内で栽培し、干潟へ移植・再生。2013 年より実施。
カブトガニの産卵調査	日本カブトガニを守る会福岡支部は、繁殖期の春季の大潮時の産卵つがい数の計数を長年実施。

7.3.2 生き物観察会の概要

定量研は、自然環境への保全・保護意識を高めるための啓発を目的に、小中学生とその保護者等を対象として、干潟環境を体験する観察会を実施している。その活動概要(図 7.3.1)は以下のとおりである。

- ・2016 年より毎年 9～10 月の大潮期に実施。
- ・対象は、最寄りの曾根東小学校に加え、北九州市内の小中学生とその保護者。
- ・1 日(午前・午後それぞれ 1 回)あたり 20～40 人(子供と保護者含め)が参加。
- ・1 回あたり 2 時間程度、干潟に直接入ってもらいハゼ類やカニ類等に直接接触したり、漂着ゴミを確認したり、ゴミ問題を体感してもらう活動を実施。
- ・陸に上がり採取した干潟生物を種類ごとに分類し、各生物について定量研の生物専門家が解説。



干潟での観察風景



漂着ゴミの探査



捕まえた生き物



捕まえた生き物を分類後、解説

図 7.3.1 観察会の状況写真

7.3.3 アンケート調査による教育効果の検討

(1) アンケート調査の目的

このアンケート調査は、『環境教育の効果を可能な限り定量的に評価する手法を開発すること』、環境に興味を持ち保全の意思を持つように動機づけられる過去の経験との関係を考察し、『今後の改善方法を検討すること』を目的に実施した。

(2) アンケート調査実施内容

アンケートの実施日時、内容は以下および、表 7.3.2 のとおりである。

実施者:NPO 法人 自然環境定量評価研究会

日時:2019(令和1)年9月28日(土曜日)

:2020(令和2)年9月26日(土曜日)

実施場所:曾根干潟(福岡県北九州市小倉南区)

実施内容:前述の観察会を体験した保護者および子供に対しアンケートを実施した。子供については、アンケート回答が期待できる小学生以上の子供を対象とした。

アンケートは、既往研究事例を参考に以下の視点で調査を実施した¹⁾⁴⁾。

○「観察会の効果」を確認する項目 対象:子供、保護者

観察会により次の項目の理解が深まるきっかけとなったか確認することを目的。「①海に親しむ、②海に興味を持つ、③海を守る気持ちを持つ、④地域の愛着心を醸成する」

○「環境行動を導く過去の経験との関係」を確認する項目 対象:保護者

今後の観察会の工夫点を見出すことを目的。「⑤幼少期の体験、⑥幼少期の保護者の親の養育態度」

なお、「観察会の効果」把握では、アンケートに基づく評価にくわえ、費用便益分析の視点でトラベルコスト法(TCM)を用いた評価も併せて実施した。

表 7.3.2 アンケート内容

項目	設問
行動原理と関係性を検討する条件	
基本条件	性別/年齢/お住まい(小倉南区, 小倉北区, 門司区, 荻田町, その他)
トラベルコスト法	交通手段と所要時間
観察会の効果確認 ※設問に選択肢が記載されていない項目の選択肢は以下の通り 1. 全く思わない 2. あまり思わない 3. ふつう 4. 少し思う 5. 強く思う 0. わからない	
①海に親しむ	きょうの観察会は楽しかったですか? 海や干潟の生き物が好きになりましたか。 これからも海や干潟に来たり、遊びたいと思いませんか。
トラベルコスト法	「5強く思う」、「4少し思う」とお答えいただいたかたにお聞きします。 今回の観察会で海や干潟に好意をもっていただけたことにより、今後、海や干潟に行く回数はどのくらい増えると思いますか。 1. 週, 2. 月, 3. 年 に 回くらい増えると思う。
基本条件	曾根干潟を知っていましたか。
②海に興味を持つ	曾根干潟の自然や生き物について、もっと知りたいと思いませんか。 曾根干潟に、大切な生き物がいることを知ることができたと思いませんか。
③海を守る	曾根干潟の生き物を守りたいと思いませんか。 干潟や海をゴミで汚さないようにしないとイケないと思いませんか。
④地域への愛着心	曾根干潟があるこの場所は、自慢できると思いませんか。
環境行動を導く過去の経験との関係確認 ※設問に選択肢が記載されていない項目の選択肢は以下の通り 1. 全くない 2. あまりない 3. たまにあった 4. よくあった	
過去の参加経験	今回を含め、自然にふれあう観察会に参加したことはありますか。 1. 初めて, 2. 今までに2~3回程度, 3. 今までに4~6回程度, 4. 今までに6~10回程度, 5. 今までに10回以上
幼少期に自然体験した場所	幼少期(4・5才から中学3年生頃)に自然体験した場所を4つの中から番号で回答ください。 公園・校庭・庭園・空き地・駐車場・田畑・あぜ道・神社・寺・山・野原・森・林・川・池・河原・海
幼少期の体験	幼少期(4・5才から中学3年生頃)の体験を4つの中から当てはまる番号を回答ください。 ままごと・かくれんぼ・野山遊び・昆虫採集・飼育・魚釣り・草花あそび・植物の栽培・哺乳類の飼育・キャンプ・水泳・海水浴・ハイキング・登山・テレビ・ネットの鑑賞・読書・漫画・映画鑑賞・スポーツ・旅行・ゲーム機等の遊び・その他
幼少期の親の養育態度	幼少期のあなたの親の養育態度について5つの中から当てはまる番号を回答してください。 1. 全くあてはまらない, 2. あまりあてはまらない, 3. どちらでもない, 4. ややあてはまる, 5. よくあてはまる ・家の人はあなたの話をよく聞き、することを認めてくれた ・家の人から行儀作法や礼儀について厳しく言われた ・家の人は自分を楽しませようなことをいろいろ考えてくれた ・褒められるより叱られることが多かった ・家の人は小学校に入るくらいまで本を読んでくれた ・家の人は観察会や科学館などの催しに連れて行ってくれた ・家の人は美術館や博物館に連れて行ってくれた ・家の人はよく自然体験をさせてくれた ・家の人は家の中より外で遊ぶよう促した ・家の人からよい成績をとるように言われた
その他	
自由記述: 手法改善	観察会でよかったところ、こうした方がよいと思ったところ、要望等、感想を自由に書いてください。

(3) アンケート調査結果

1) 観察会の効果に関するアンケート結果-1

観察会の効果に関するアンケート結果を表 7.3.3 に示す。保護者、子供ともに、①海に親しむ、②海を知る(興味)、③海を守る、④地域への愛着心ともに 90%以上が効果を認める回答となり、当初意図した環境保全・保護意識の啓発(①~③)に加え、地域への愛着心(④)も醸成するという結果が示された。

表 7.3.3 アンケート結果(観察会の効果)

目的	保護者					子供					
	低	中	高	低	中	高	低	中	高		
	1.-	2.-	3.-	4.+	5.++	1.-	2.-	3.-	4.+	5.++	
2019	①海に親しむ	0%	0%	0%	27%	73%	0%	0%	11%	11%	78%
	②海を知る(興味)	0%	0%	0%	45%	55%	0%	0%	13%	8%	79%
	③海を守る	0%	0%	0%	15%	85%	0%	0%	8%	0%	92%
	④地域への愛着心	0%	0%	0%	10%	90%	0%	0%	27%	18%	55%
	⑤過去の参加頻度	40%	20%	30%	10%	0%	50%	0%	50%	0%	0%
2020	①海に親しむ	0%	0%	0%	4%	96%	0%	0%	3%	8%	89%
	②海を知る(興味)	0%	0%	0%	9%	91%	9%	0%	4%	8%	79%
	③海を守る	0%	0%	0%	0%	100%	0%	4%	13%	0%	83%
	④地域への愛着心	0%	0%	0%	6%	94%	8%	0%	8%	25%	58%
	⑤過去の参加頻度	25%	38%	6%	19%	13%	27%	27%	18%	18%	9%

2) 観察会の効果に関するアンケート結果-2

観察会の効果をトラベルコスト法(TCM: Travel Cost Method)により、金額として推算した。TCM は、訪問地までの旅行費用と訪問回数との関係をもとに間接的に訪問地の利用価値を評価する手法と、措定される利用者の訪問する意向を考慮して推定される方法に分かれる。⇒「訪問する」動機づけがある価値を持った地を訪問する訪問者と、訪問者が支払う旅行価値を評価する手法である⁵⁾。

●評価対象の設定

観察会の価値を以下のとおり考え、その価値の総計を評価対象とした。

ア.今回の観察会に価値を見出し、訪れた費用
イ.観察会を体験することにより、海や干潟への興味が増し、これまでより年間で増加すると想定される海や干潟への訪問回数。

これらを定量化することは、観察会の目的としている「①海に親しむ」、「②海を知る」、「③海を守る」の中の、①②の効果が反映される結果になることが推測される。

●便益の算定結果

便益の算定結果を表 7.3.4 に示す。その結果、参加者に観察会を実施した便益は 2019 年が 14,817 円/人・年、2020 年が 4,124 円/人・年と試算された。

2020 年は新型コロナウイルス感染が世界的に広がったため、地元小学校にのみ実施の案内を出した。そのため、観察会に参加した方々の曾根干潟にくるのに要した費用が低くなったことが大きな要因となった。増加が期待される干潟への訪問回数は 2 年間で大きな差は見られない。

曾根干潟と参加者の住居との位置関係が便益に影響することが確認された。

表 7.3.4 アンケート結果(観察会の効果 TCM)

		2019	2020
住所	小倉南区:曾根干潟	13%	80%
	北九州市内及び苅田町等	88%	20%
小計①: 今回の観察会に価値を見出し、訪れた費用(円/人)		¥1,837	¥611
走行費用(円/人)		¥547	¥184
移動所要費用(円/人)		¥1,291	¥427
小計②: 年間の海・干潟の訪問増加費用(円/人)		¥12,980	¥3,513
観察会をきっかけとした、海・干潟への訪問増加想定数(回/年)		8	6
TCMによる観察会の効果			
合計①+② (円/人・年)		¥14,817	¥4,124

※ 原単位は「外部経済評価の解説(案)第2編各手法の解説、平成16年6月、国土交通省」引用
 ※ 走行費用: 自動車走行の資源消費量。15.31円/台・km(一般道路・市街地・乗用車)×距離
 ※ 移動所要費用: 移動にかかる所要費用と金額換算した所要時間。35.6円/分×移動時間
 ※ 現地までの距離の算定は、車: 法定速度60km/h、自転車: 時速9.6km/hから推算
 ※ 今後、海や干潟に訪問する費用は、対象海域が不明なため、本観察会(曾根干潟)と同等の距離に訪問すると想定し試算した。

3) 環境行動を導く過去の経験との関係に関するアンケート結果

●幼少期の体験との関係

同行した保護者が幼少期に体験した経験についてアンケートを行った。成人後に、子供を環境教育に促すようになるにいたる幼少期の経験との関係を検討した。

その結果(図 7.3.2)、保護者の幼少期に高頻度だった自然体験は、「かくれんぼ」、「野山遊び」、「昆虫類の採集・飼育」、「水泳・海水浴」、「ハイキングや登山」という結果となった。また、自然体験以外では、「テレビ・ネット鑑賞」、「読書」、「スポーツ」、「旅行」が多かった。

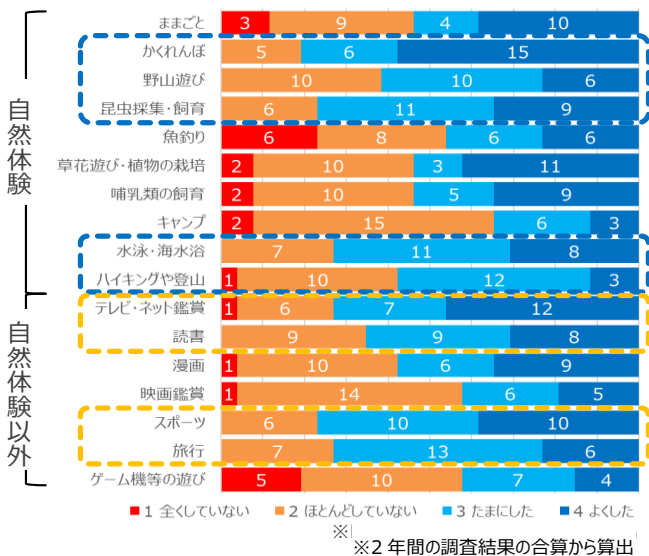


図 7.3.2 幼少期の体験

● 幼少期の体験との関係

同行した保護者が、幼少期に体験したその保護者のさらに親の教育態度についてアンケートを行った。成人後に、子供を環境教育に促すようになるにいたる幼少期の経験との関係を検討した。

その結果(図 7.3.3), 保護者が幼少期に受けた親の養育態度は、「あなたの話をよく聞き、することを認めてくれた」、「行儀作法や礼儀について厳しく言われた」、「楽しませるようなことをいろいろ考えてくれた」、「小学校に入るくらいまで本を読んでくれた」、「外で遊ぶよう促した」が比較的に多かった。

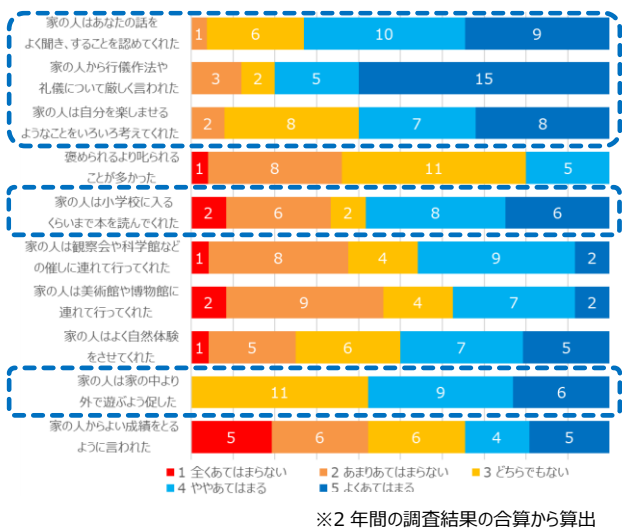


図 7.3.3 幼少期の親の教育態度

● 環境行動を導く過去の経験との関係

上記観察会の効果や参加回数に対する、幼少期の体験、親の養育態度との関係を整理し、表 7.3.5 に示した。その結果、自然体験以外を積極的に体験した人が観察会によく来ている傾向があった(㉑)。また、環境教育の効果と幼少期の親の養育態度を見ると、「認める」「楽しむ」などを促された人の効果が高い一方、「叱る」など親の強制を受けた人は負の相関があり、親から自発性を発揮させるような教育を受けた人が観察会の効果と正の関係性を示す傾向があった(㉒)。

表 7.3.5 参加回数や効果と幼少期体験の相関

	参加回数	①～④全効果	①海に親しむ	②海を知(興味)	③海を守る	④地域への愛着心	
幼少期の体験内容	ままごと	0.31	0.37	0.49	0.28	-0.13	0.35
	かくれんぼ	0.31	0.03	0.06	0.09	-0.10	-0.04
	野山遊び	0.06	0.05	0.17	0.01	-0.17	0.13
	昆虫採集・飼育	-0.01	-0.02	0.15	-0.09	-0.20	0.04
	魚釣り	-0.18	-0.31	-0.11	-0.34	-0.30	-0.14
	草花遊び・植物の栽培	0.29	0.46	0.34	0.45	0.32	0.11
	哺乳類の飼育	0.24	-0.07	0.11	-0.06	-0.23	-0.20
	キャンプ	0.24	0.21	0.25	0.15	0.13	-0.04
	水泳・海水浴	0.10	0.12	0.03	0.22	-0.11	0.20
	ハイキングや登山	-0.31	-0.14	-0.03	-0.15	-0.25	0.06
	テレビ・ネット鑑賞	㉑ 0.45	0.08	0.26	-0.12	-0.05	0.21
	読書	0.39	0.09	0.04	0.11	0.21	-0.19
	漫画	0.20	0.04	0.05	0.07	-0.13	0.12
映画鑑賞	0.58	0.11	0.05	0.03	0.19	0.20	
スポーツ	0.10	0.19	-0.10	0.40	0.29	-0.13	
旅行	0.27	0.11	0.05	-0.09	0.37	0.19	
ゲーム機等の遊び	0.04	-0.14	-0.01	-0.20	-0.27	0.12	
幼少期の親の養育態度	認める	0.13	0.30	0.27	0.07	0.44	0.18
	行儀	0.02	0.09	-0.07	0.15	0.34	-0.18
	楽しむ	0.02	㉒ 0.24	0.26	0.08	0.33	-0.02
	叱る	-0.07	-0.04	-0.20	0.18	-0.02	-0.17
	本読み	0.06	0.23	0.01	0.31	0.37	-0.08
	観察会	-0.17	0.31	0.30	0.20	0.28	0.08
美術館	0.01	0.34	0.36	0.18	0.23	0.24	
自然体験	-0.03	0.14	0.21	-0.01	0.20	0.03	
外遊び	0.00	-0.33	-0.19	-0.47	0.05	-0.25	
成績	0.32	0.16	0.05	0.35	-0.02	-0.12	

(0.7~1.0) ⇒ 強い正の相関
 (0.4~0.7) ⇒ 正の相関
 (0.2~0.4) ⇒ 弱い正の相関
 (-0.2~0.2) ⇒ 相関がない
 (-0.4~-0.2) ⇒ 弱い負の相関
 (-0.7~-0.4) ⇒ 負の相関
 (-1.0~-0.7) ⇒ 強い負の相関

(4) まとめ

㉑ 曾根干潟を体験する観察会後にその効果についてのアンケート実施では、①海に親しむ、②海に興味を持つ、③海を守る気持ちを持つ、という環境保全・保護意識の啓発に加え、④地域の愛着心を醸成する効果を確認した。課題として次のことが挙げられる。

・環境教育の効果は、上記以外の効果、例えば、自

然の癒し効果、親子のコミュニケーション醸成等も考えられるため、その他効果も把握できるアンケート内容に改良することが望ましい。

・②③④等の醸成であれば、観察会に加え、インターネットのホームページでの情報提供や学校への出前講座などいろいろな手段での啓発も有効と考えられる。

・これまで、参加者のみを対象にアンケートを実施してきたが、もともと環境教育に積極的で自ら観察会に参加した家族を対象としたアンケートとなった結果、環境教育の効果に対する幼少期の体験や親の養育態度との相関に偏りの強い結果となり相関も不明確となった。そのため、観察会の効果を把握するためには、参加者以外と参加者で効果を比較するような取り組みを今後検討する必要がある。

⑧「観察会の効果」の定量的な評価を目指した TCM では、北九州全域に案内を出した 2019 年は 14,817 円/人・年、地元小学校にのみ案内を出した 2020 年は 4,124 円/人・年と試算された。課題として次のことが挙げられる。

・TCM の結果は、実施場所と参加者の居住地との距離が大きく関係するため、募集をかける範囲等が結果に及ぼす影響が含まれ、観察会の効果以外の影響が含まれる課題が挙げられた。そのため、参加者住所と曾根干潟の位置関係で効果が変化しない質問に改良する必要がある。たとえば、仮想市場法 (CVM Contingent Valuation Method) により、住所の影響を改善させることができ、かつ、①海に親しむ、②海に興味を持つ、③海を守る気持ち、④地域の愛着心等それぞれの効果を評価できる可能性が考えられる。

⑨自然体験以外を積極的に体験した人が観察会参加回数との正の相関が高かった。課題として次のことが挙げられる。

・曾根干潟になじみが薄い、小倉南区等地元以外の人にも参加してもらえると自然体験の効果が高い人が多くなるものと考えられる。

⑩親から自発性を発揮させる教育を受けた人が観察会の効果と正の関係性がみられた。課題として次のこと

が挙げられる。

・⑨⑩の解析では、いずれも高い相関を得ることができなかった。これは、参加者のみを対象にアンケートを実施し、評価に偏りが出ると思われるため、参加者と参加者以外で比較できる取り組みを今後検討する必要がある。

(片山)

参考文献

- 1) 宮本直樹:河川の水環境学習実践における「自然の関係性理解」に関する考察,環境教育,Vol.25,pp.123-129,2015.
- 2) 富田俊幸,福井正人:魚の採集・観察活動における学習効果と実践上の課題の分析,環境教育,Vol.25, pp.100-107, 2016.
- 3) 山本俊光:幼少期に自然体験を頻繁に体験した若者の社会性,環境教育, Vol.28,pp.2-11,2018.
- 4) 山本俊光:幼少期の自然体験と大学生の社会性との関係,環境教育, Vol.22, pp.14-24,2012.
- 5) 国土交通省国土技術政策総合研究所総合技術政策研究センター建設マネジメント技術研究室:外部経済評価の解説第2編各手法の解説, pp.81,2004.

7.4 マイクロプラスチック (MP:microplastics)

7.4.1 MP 調査の目的

近年、海洋プラスチック汚染が、海の生態に大きな影響を及ぼしていると言われている^{1), 2)}。曾根干潟においても多くのごみが漂着している。漂着ごみの中には、プラスチックも多くあり、曾根東小学校や近隣住民が定期的に漂着ゴミの清掃を行っている。

これら漂着ごみには、ペットボトルのような大型のプラスチックの他に微細なプラスチック、いわゆるマイクロプラスチック(大きさが5mm以下のプラスチック)も多く含まれていることが想像される。

マイクロプラスチックは、一次マイクロプラスチックと二次マイクロプラスチックに大別される。前者は粒子状のレジンペレットや肥料カプセル、化粧品に含まれるマイクロビーズなどであり、後者は環境中に放出されたプラスチック製品が紫外線や熱、波浪などの物理的な作用により微細化されたものである²⁾。著者の知る限りでは、曾根干潟でマイクロプラスチックに関する調査は今まで行われていない。

本調査は、曾根干潟におけるマイクロプラスチック汚染の実態を把握することを目的とするとともに、干潟におけるマイクロプラスチックの調査法を確立することも目的としている。

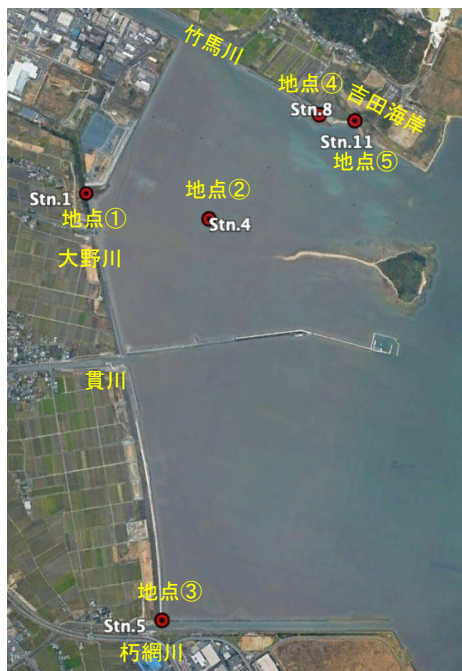


図 7.4.1 曾根干潟における MP 採取点の位置図 (地点①～⑤)

7.4.2 調査地点

漂着ゴミが比較的多い地点を調査することを目標として、図 7.4.1 に示すように、調査地点は、北干潟における大野川左岸側に広がるヨシ原に地点①、その沖合約 700m の干潟に地点②、曾根干潟の最南端の朽網川河口左岸の砂浜に地点③、その最北端の竹馬川の河口左岸に位置する吉田海岸に地点④と地点⑤の 5 地点とした。干潟に設定した地点②以外は、それぞれの地点で 3 つの試料採取点を設定した。地点①は、図 7.4.2 に示すように Stn. 1～Stn. 3 を、地点③では Stn. 5～Stn. 7 (図 7.4.3) を、吉田海岸 2 地点では地点④に Stn. 8～Stn. 10、地点⑤に Stn. 11～Stn. 13 (図 7.4.4) を設けた。



図 7.4.2 地点①の各採取点位置図



図 7.4.3 地点③の各採取点位置図

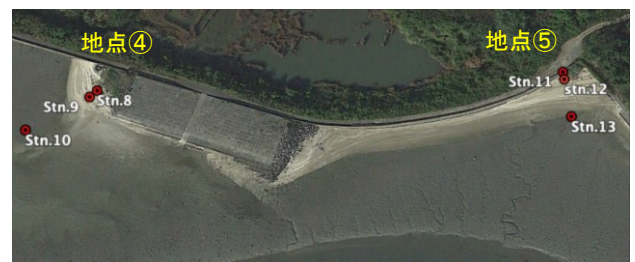
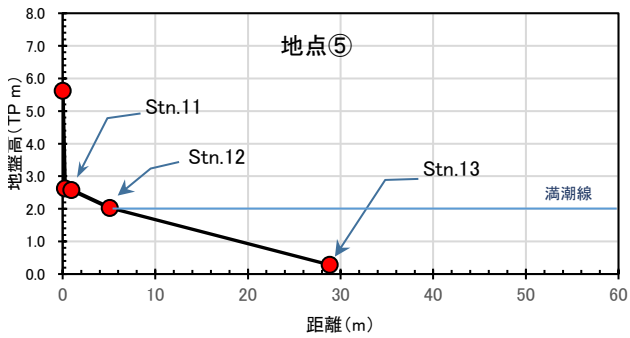
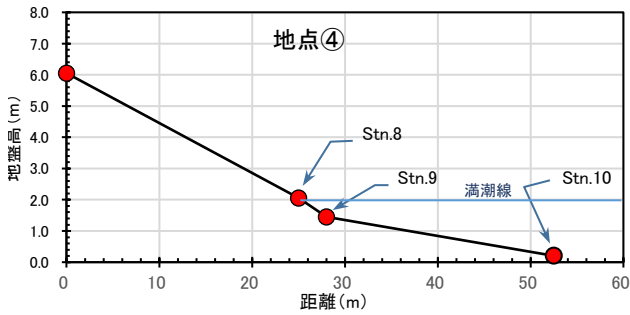
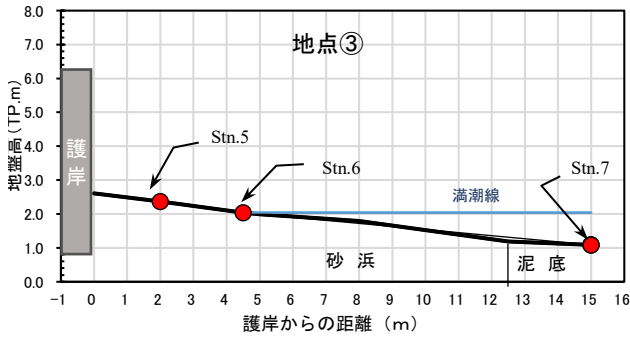
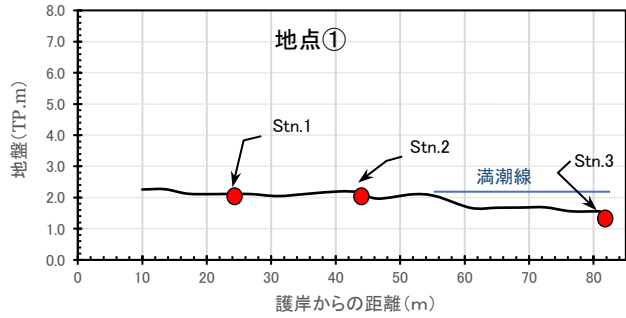


図 7.4.4 地点④(Stn. 8～Stn. 10)、地点⑤(Stn. 11～Stn. 13)の吉田海岸における MP 採取点の位置

それぞれの地点における地盤の断面図と採取点位置を図 7.4.5 に示す. 各地点では, 護岸近傍と満潮汀線と満潮汀線の沖側の泥浜にそれぞれ 1 点ずつ採取点を設定した. 各採取点における試料の採取状況を写真 7.4.1 に示す.



Stn. 1 の試料採取点



Stn. 2 の試料採取点



Stn. 3 の試料採取点



Stn. 5 の試料採取点



Stn. 6 の試料採取点



Stn. 7 の試料採取点



Stn. 8 の試料採取点



Stn. 9 の試料採取点



Stn. 10 の試料採取点



Stn. 11 の測量風景



Stn. 12 の試料採取点



Stn. 13 の試料採取点

写真 7.3.1 採取点における試料採取状況

図 7.4.5 地点①と③, ④, ⑤の断面図と採取点位置図

7.4.3 調査方法

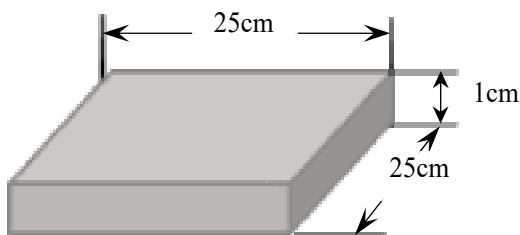
(1) 採取方法

底質試料の採取法としては、1 辺が 25cm で高さが 15cm の方形枠を海浜面に打ち込み、サンプルの採取深度の違いによる影響を調べるため、以下の 3 つの採取方法(図 7.4.6 参照)を行った。

1) 採取法 A

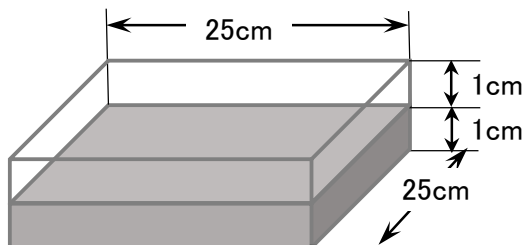
1 測点において表面から 1cm 厚の試料を 4 箇所から採取した。

【採取量】25cm×25cm×1cm 厚×4 箇所=2,500cm³



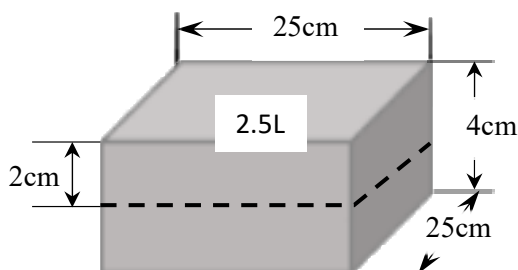
×4箇所
=体積2.5L, 表面積0.25m²

採取法A



×4箇所
=体積 2.5L, 表面積 0.25m²

採取法 B



体積2.5L, 表面積0.0625m²

採取法C

図 7.4.6 底質試料の3つの採取方法

=2.5L, 表面積=0.25m².

2) 採取法 B

採取法Aと同じ場所の 4 箇所から、表面の 1cm 深度から 2cm までの 1cm 厚の試料を採取した。

【採取量】25cm×25cm×1cm 厚×4 箇所=2,500cm³
=2.5L, 表面積=0.25m².

3) 採取法 C

1 測点において 1 箇所のみで採取深度を表面から 4cm 厚の試料を採取した。

【採取量】25cm×25cm×4cm 厚×1 箇所=2,500cm³
=2.5L, 表面積=0.0625m².

また、底質試料を採取する際に 2 枚のアルミ板をコードラット枠の底にあてて、所定の厚さ(例えば表層 1cm 厚)の底質を切り取る方法で試料を採取した。

(2) 分離方法

採取試料から MP の分離は、基本として海水を用いた比重選別法によって現地で行った(写真 7.4.2 参照)。分離手順は、以下の通りである。

- 1) 満潮時に 10L ポリバケツで海水を採水し、観賞魚用すくい網(網目約 0.5mm)により、浮遊物を取り除き、20L ポリバケツと 20L ポリタンクにそれを溜めた。
- 2) 採取した底質試料を網目約 7×7mm のスクリーンで大きなゴミを除去し、事前に採水した海水を加え攪拌し、浮遊物を水面に浮かび上がらせた。
- 3) 浮上した浮遊物を、網目約 0.5mm の観賞魚用すくい網や手製のスクリーン(網目約 0.5mm)ですくい上げ、チャック付ポリ袋に入れた。

よって、今回の調査で対象とした MP は約 0.5~5mm である。



写真 7.4.2 採取した試料からプラスチックを比重選別法で分離している様子

(3) MP の計測方法

次の手順で、MP の計測を行った。

- 1) 分離した浮遊物を観賞魚用すくい網に入れて風乾燥させた。
- 2) 風乾燥させた試料を方眼紙の上に広げ、①発泡スチロール片、②肥料カプセル、③プラスチック片(プラ片)、④レジンペレット、⑤5mm 以上のプラスチックごみの 5 種類に分けた(写真 7.4.3 参照)。必要であれば拡大鏡を用いた。
- 3) 5 種類に分けた MP の大きさを方眼紙や物差しで 5mm 以下と以上に分けた。それぞれの種類の個数を計数し、重量を測った。



写真 7.4.3 マイクロプラスチックの構成種類

7.4.4 MP 調査の結果と考察

MP 調査の結果として、各採取点における採取法 A により採取した試料容積 2.5L あたりの個数を図 7.4.7 の上図に、1m²あたりに換算した個数を下図に示す。調査を行った地点①～⑤において MP 個数が最も多かったのは、竹馬川河口左岸側に位置する吉田海岸の地点⑤における Stn.12 であり、容積 2.5L 当たり 2,324 個(9,676 個/m²)であった。次が地点④の Stn.9 で 1,467 個(6,216 個/m²)、3 番目が地点③の Stn.6 で 538 個(2,152 個/m²)であった。これらの点は、満潮汀線近傍で漂着ごみが最も多い場所である。また、各地点とも河口に近接しているが、流量が最も大きい竹馬川の河口に近い地点④と⑤で他の地点の個数より 3～4 倍多い結果となった。このことは、MP が河川から供給されていることを示唆している。

また、泥浜に位置する一番海側の採取点である Stn.3 と Stn.4、Stn.7、Stn.10、Stn.13 においては、今回の調査では 2.5L 当たりの個数が 5 個以下であり、他の採取点と比べると非常に少なくなっている。これは、現時点では満潮汀線より低い泥浜においては MP による汚染が起っていないことを示している。

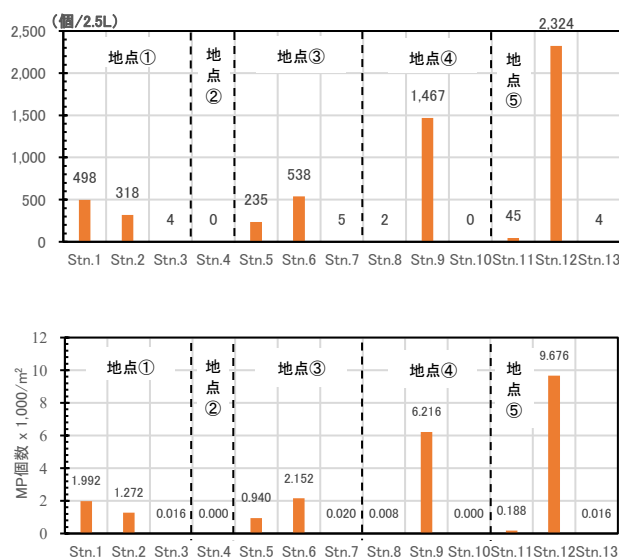


図 7.4.7 曾根干潟の採取法 A による各採取点における MP 個数(上図:容積 2.5L あたり, 下図:1m² 当たり)

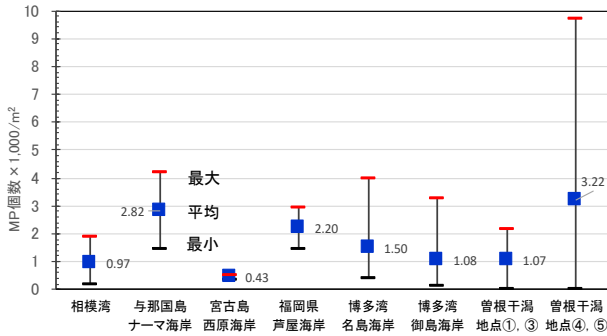


図 7.4.8 文献で得られた海岸域における単位面積当たり MP 存在量の比較

文献調査により得られた他の砂浜海岸における計測値と曾根干潟の計測値とを比較した結果が図 7.4.8 である。それぞれの地点において複数の採取点で得られた値の平均値と最大値、最小値を示している。試料の採取方法が類似する採取法 A における計測値を用いた。文献調査により得られた計測値の最小値と最大値は下記に示すとおりである。

- (ア) 神奈川県相模湾沿岸における 5 つの砂浜海岸では 190～1,900 個/m²である³⁾。
- (イ) 沖縄県与那国町ナーマ浜と宮古島市西原海岸では、それぞれ 1,456 個/m²と 4,176 個/m²および 352 個/m²と 512 個/m²である⁴⁾。
- (ウ) 福岡県の玄界灘に面する 2 つの砂浜海岸(芦屋海岸)では、それぞれ 1,450 個/m²と 2,950 個/m²である⁵⁾。
- (エ) 博多湾の名島海岸では、2 採取点で採取された MP の最小値と最大値は、それぞれ 380 個/m²、1,036 個/m²および 584 個/m²、3,984 個/m²である⁶⁾。また、御島海岸の 2 採取点では、それぞれ 112 個/m²、364 個/m²と 596 個/m²、3,240 個/m²である⁷⁾。

図 7.4.8 をみると、曾根干潟の地点④、⑤が平均値(3,220 個/m²)、最大値(9,676 個/m²)ともに最大で、次に与那国島ナーマ海岸の平均値(2,816 個/m²)が 2 番目に大きい値となった。今回の比較では、宮古島の西原海岸が平均値(432 個/m²)、最大値(512 個/m²)とも MP が最も少ない海岸であった。その他の海岸では、平均値で単位面積あたり 1,000～2,000 個の MP が存在する結果となった。

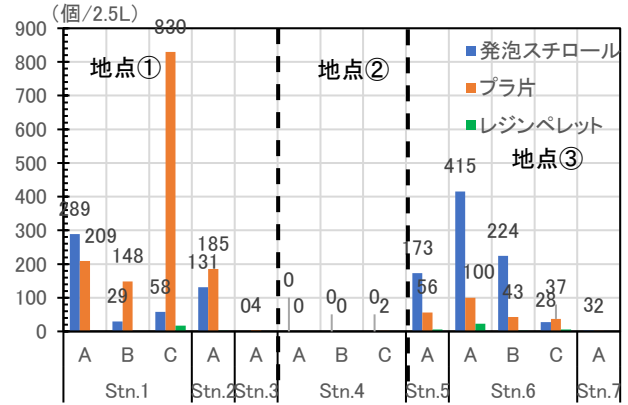


図 7.4.9 地点①～③の採取点における種類別、採取法別の MP 個数(2.5L 当たり)

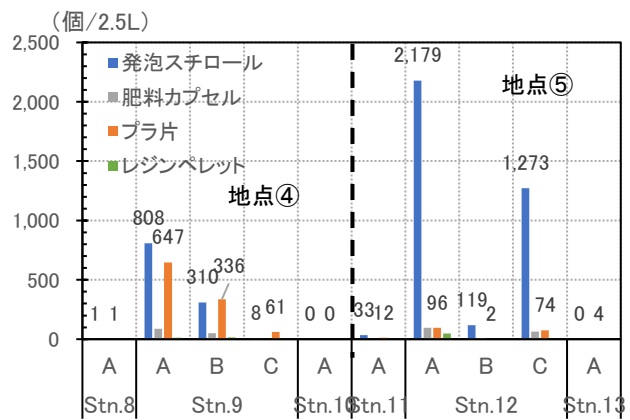


図 7.4.10 地点④、⑤の採取点における種類別、採取法別の MP 個数(2.5L 当たり)

発泡スチロール、肥料カプセル、プラスチック片(プラ片)、レジンペレット、プラスチックゴミ(5mm 以上)の 5 つの種類に MP を分けて、それぞれの 2.5L 当たりの個数を計測し、プラスチックゴミを除いた結果を図 7.4.9(地点①、③)と図 7.3.10(地点④、⑤)に示している。3 つの採取法(A～C)で取られた試料に対してそれぞれの採取法ごとに計測値を示している。なお、図 7.4.9 の地点①～③においては、肥料カプセルがみられなかったため 3 種類の結果を載せている。また、図中の数字は発泡スチロールとプラ片の計測値を表している。

各地点とも発泡スチロールとプラ片が他の種類と比べ多い結果となった。地点ごとに見ると、地点①ではプラ片、地点③、⑤では発泡スチロールが優占していた。地点④においては両者の違いは明確に現れなかった。

図 7.3.11 は Stn.1 と Stn.6 における 3 つの採取法による種類別の割合を示し、図 7.3.12 は同様に Stn.9 と Stn.12 の結果を示している。両図とも上から採取法 A、真ん中が採取法 B、一番下が採取法 C の結果である。両図を見ると、どの採取点でも採取法 A による試料には発泡スチロールの割合が他の種類よりも多い結果となった。採取法 A は地表面から 1cm 厚の 1 辺 25cm 正方形の試料を 4 か所で採取する方法であるので、その試料に発泡スチロールの割合が多いことは、発泡スチロールが、満潮江線近傍の地表面近くに広く分布していることを示している。より深い深度の試料を取る採取法 B や C では、プラ片の割合が高い採取点が多くある。ただし、Stn.12 ではどの採取法でも発泡スチロールの割合が 89% 以上を占めており、この採取点は発泡スチロールが漂着する海岸であることを示唆している。

地点①～⑤の調査から 3 つの採取法に関して評価をする。

- 1) 採取法 A: 1 地点に 4 箇所ですべて試料を採取するので、そこに存在する MP をあまりとりこぼしなく計測することが可能である。しかし、4 箇所分の木屑等の漂着ごみも採取してしまうので、MP を分別するのに長時間を要する場合がある。
- 2) 採取法 B: 採取法 A と同じ箇所ですべて地表面から -1cm～-2cm の深度に存在する MP を計測する方法である。採取点によっては、採取法 A よりも個数が多い場合もあるので、地表面 0cm～-2cm の 2cm 厚の深さまで計測することが望ましい。
- 3) 採取法 C: 1 箇所ですべて地表面 0cm～-4cm の深さまで試料を採取する方法で、同じ容積の試料に存在する MP の個数は採取法 A に比べ常に少ない結果だった。また、下層の -2cm～-4cm のところには MP がほとんど存在しない結果であった。

これより、採取法として 1 採取地点において 2 箇所ですべて地表面 0cm～-2cm の深度における 2cm 厚の試料を採取する方法が効率的かつ合理的であると推測される。しかし、この方法は今のところ使われていないので、この方法を使用したデータの蓄積が必要である。

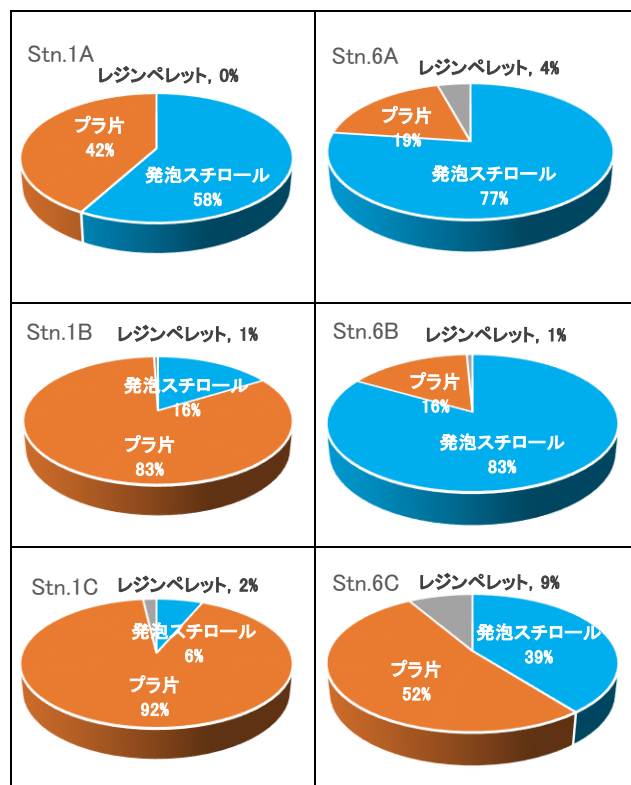


図 7.3.11 採取点 Stn.1 と Stn.6 における採取法ごとのマイクロプラスチックの種類別割合

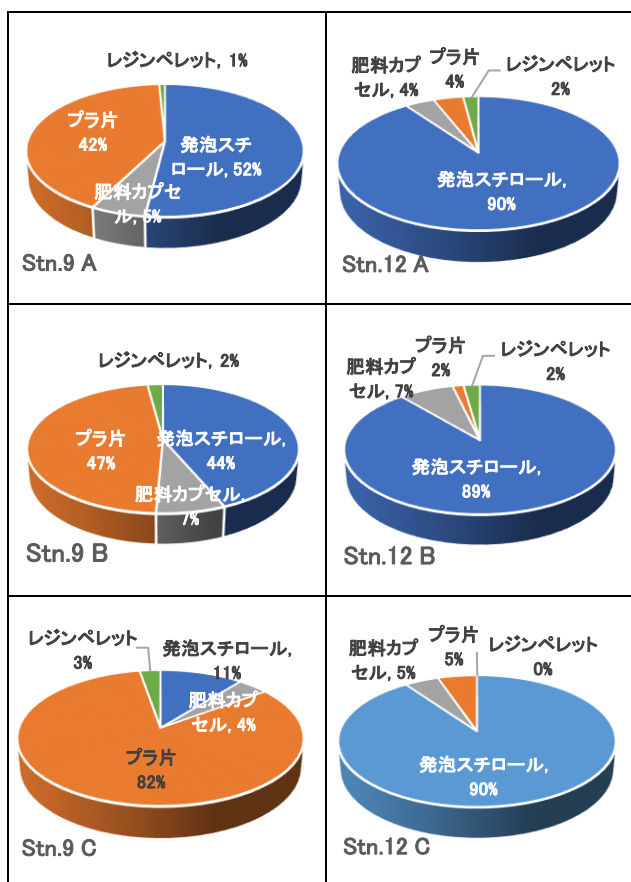


図 7.3.12 採取点 Stn.9 と Stn.12 における採取法ごとのマイクロプラスチックの種類別割合

7.4.5 まとめ

- 1) ここで示した調査では、満潮汀線近傍が、漂着ごみの最も多い場所であった。
- 2) 曾根干潟において各地点とも河口に近接しているが、流量が最も大きい竹馬川の河口に近い地点④と⑤のMPが他の地点の個数より3~4倍多い結果となった。このことは、MPが河川から供給されていることを示唆している。
- 3) 泥浜に位置する一番海側の採取点においては、今回の調査では2.5L当たりの個数が5個以下であり、他の採取点と比べると非常に少なくなっている。これは、現時点では満潮汀線より低い泥浜ではMPによる汚染が起こっていないことを示している。
- 4) 砂浜海岸6か所における既存の調査結果と比較すると、竹馬川の滞筋に面した地点④、⑤(吉田海岸)が平均値(3,220個/m²)、最大値(9,676個/m²)ともに最大となった。
- 5) 宮古島の西原海岸以外の海岸では、平均値で1,000~2,000個/m²のMPが存在することが示された。
- 6) MPの種別で見ると、各地点とも発泡スチロールとプラ片が他の種類と比べ多い結果となった。特に、地点③(朽網川河口)、⑤(竹馬川河口)では発泡スチロールが優占していた。
- 7) 採取法としては、1採取地点において2箇所で地表面0cm~2cmの深度における2cm厚の試料を採取する方法が効率的かつ合理的であると推測される。しかし、この方法がいまだ使われていないので、この方法を使用したデータの蓄積が必要である。

(小島)

参考文献

- 1) 山下麗, 田中厚資, 高田秀重, 海洋プラスチック汚染海洋生態系におけるプラスチックの動態と生物への影響, 日本生態学会誌, 66, pp.51-68, 2016.
- 2) 日本学術会議 健康・生活科学委員会・環境学委員会合同環境リスク分科会: マイクロプラスチックによる水環境汚染の生態・健康影響研究の必要性和プラスチックのガバナンス, pp.1-36, 2020.
- 3) 池貝隆宏, 三島聡子, 菊池宏海, 難波あゆみ, 小林幸文: 相模湾沿岸域のマイクロプラスチック漂着特性, 神奈川県環境科学センター研究報告, No.41, 2018.
- 4) https://www.pref.okinawa.jp/site/kankyo/seibi/ippan/marine_litter/documents/h28_3-2.pdf(参照2025年1月20日)
- 5) 山田百合子, 伊藤洋, 坂口裕哉: マイクロプラスチックの実態調査と生分解性材料の分散実験, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会, VII-91, 2020.
- 6) NPO法人自然環境定量評価研究会: 令和3年度名島海岸マイクロプラスチック調査報告書, 2022.
- 7) NPO法人自然環境定量評価研究会: 令和4年度御島海岸マイクロプラスチック調査報告書, 2023.

8. 最新技術を用いた調査・研究活動

定量研では、設立当初から会の名称のとおり自然環境の定量評価技術の開発を目指し、その時々最新の技術を取り入れながら調査・研究活動を進めてきた。

既に設立から 25 年が経過し、その初期に開発したラジコンヘリ(農薬散布用)によるカニ穴計数は、今や小型で低額のドローンの使用が可能となり、人力で行っていた巣穴の写真判定や航空写真による底質の解析は AI(Artificial Intelligence), いわゆる人工知能の利用により、より迅速かつ高精度にできる時代となった。

また、定量研では、研究開発と実用化が近年一気に進んだ環境 DNA を利用して、カブトガニをはじめとする

干潟生物の定量・定性調査の開発を目指し、2017 年ごろから研究を進めてきた。

これら最新技術を用いた調査・研究の成果の一部は、**図 8.1** に示すように学会等での口頭発表や論文発表、河川整備基金助成事業報告書等で公表してきた。

本章では、これまでの定量研での研究成果のうち、航空写真による底質の性状把握手法、巣穴を用いたカニの個体数推定方法と同推定によるラジコンヘリの活用、環境 DNA によるカブトガニをはじめとする干潟生物の定量・定性評価手法について紹介する。

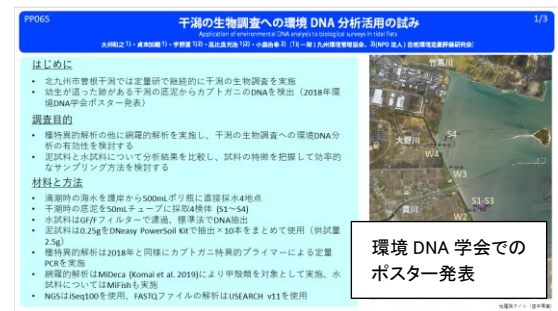
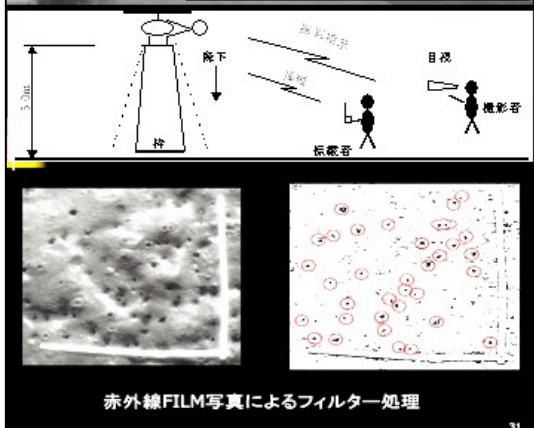
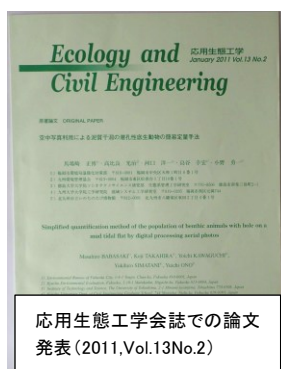
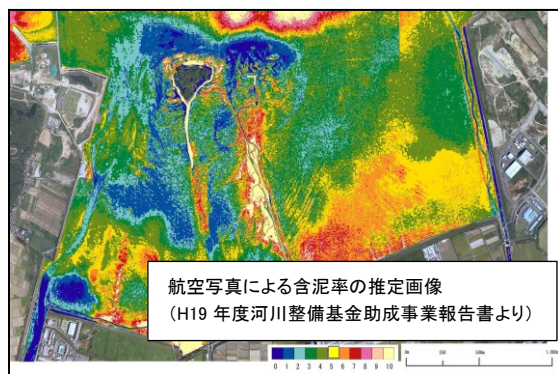


図 8.1 定量研での最新技術を用いた調査研究活動の学会等での発表(一例)

8.1 航空写真による干潟底質性状の面的把握

定量研では、航空写真に写る干潟表面の色から含泥率の分布を推定する方法を開発し、2003年に発表した¹⁾。2007年には、この方法を改良して曾根干潟における含泥率の分布の2000年からの変化を解析した²⁾。以下にその概要を紹介する。

8.1.1 航空写真の撮影諸元および撮影写真

撮影日:2000年9月27日

2007年7月31日

写真種別:垂直・カラー写真, 縮尺 1/10,000

撮影数量:2コース, 10枚

(干潟撮影範囲約3km×1.5km, 図8.1.1)

撮影条件:カメラRC-20, F=153, オーバーラップ°60%,
サイドラップ°30%

撮影写真:写真8.1.1 (デジタルモザイク処理)

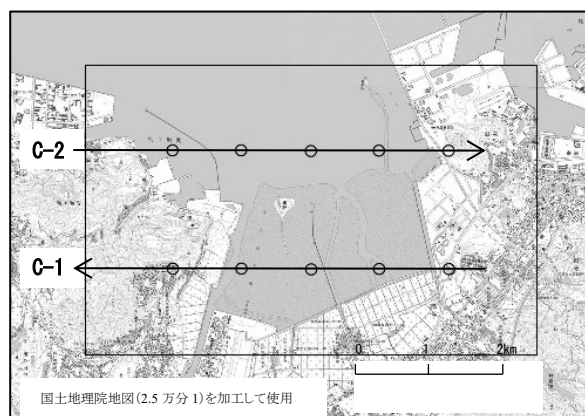


図8.1.1 曾根干潟航空写真飛行コース(→) および撮影ポイント(o)



写真8.1.1 曾根干潟の航空写真(上段:2000年, 下段:2007年)

8.1.2 画像解析手法

航空写真カラーポジフィルムをスキャナーで読みとった3バンドRGB(Red, Green, Blue)のデジタル画像(1画素の読みとりサイズは地上サイズで1m×1m相当とした)を用いて、航空写真と撮影年が一致する2000年および2007年の同一地点の含泥率の実測値との重回帰分析を行った。具体的には、表8.1.1(1)、表8.1.1(2)に示す各年度の調査で採取・分析した曽根干潟23地点の底泥の含泥率の分析結果を次式の目的変数Yとし、各年の航空写真から各地点のRGB値を画像編集ソフト

Adobe Photoshop で読みとった値をそれぞれ次式の説明変数 X_1, X_2, X_3 として重回帰分析を行い、式への当てはまりが最も良い a, b, c, d の係数(定数)を求めた。

$$Y = aX_1 + bX_2 + cX_3 + d$$

ここで、

Y: 現地の含泥率(%) 実測値

X_1 : 航空写真画像 RGB 値の Red の値

X_2 : 航空写真画像 RGB 値の Green の値

X_3 : 航空写真画像 RGB 値の Blue の値

表 8.1.1(1) 曽根干潟における含泥率の航空写真画像 RGB 値による重回帰分析結果(2000年)

測点 No	含泥率 (%) 【実測値】	航空写真画像データ によるRGP値			重回帰分析結果 【モデル式 $Y = aX_1 + bX_2 + cX_3 + d$ (y切片)】			含泥率 (%) 【重回帰式による推定値】	
		Red	Green	Blue	推定値	誤差			
P1	86.3	113	125	113	重回帰式 $Y = -1.9 * Red - 0.77 * Green + 3.2 * Blue + 15$ 標準誤差 13.34 自由度 19 R2乗 0.756 自由度調整済みR2乗 0.718 自由度調整済み重相関係数R 0.847 標本数 23 P値 ***0.000005 偏回帰係数 推定値 標準誤差 P値 a= -1.920 0.686 *0.012 b= -0.768 0.755 0.322 c= 3.207 0.423 ***0.0000004 定数d= 14.74 31.09 0.641 * 有意水準 5%未満 ** 有意水準 1%未満 *** 有意水準 0.1%未満	65.7	20.7		
P2	73.2	120	130	122		77.3	-4.1		
P3	52.0	106	114	101		49.0	3.0		
P4	31.5	125	129	112		36.6	-5.1		
P5	83.5	131	137	128		70.2	13.3		
P6	41.0	144	148	135		59.4	-18.4		
P7	41.5	109	117	94		18.6	22.9		
P8	19.7	123	126	107		26.7	-7.0		
P9	15.0	119	123	106		33.4	-18.4		
P10	30.8	110	113	96		26.2	4.6		
P11	27.6	111	119	99		29.3	-1.7		
P12	15.1	120	123	101		15.5	-0.4		
P13	38.0	138	136	116		19.3	18.7		
P14	92.8	108	116	118		98.1	-5.3		
P15	32.1	96	103	88		34.9	-2.8		
P16	17.9	106	113	97		37.0	-19.1		
P17	3.8	118	123	102		22.5	-18.7		
P18	52.8	102	109	101		60.5	-7.7		
P19	40.0	106	113	97		37.0	3.0		
P20	29.5	107	115	100		43.2	-13.7		
P21	71.0	99	104	98		60.4	10.6		
P22	33.8	99	107	92		38.9	-5.1		
P23	13.4	112	133	99		16.6	-3.2		

表 8.1.1(2) 曽根干潟における含泥率の航空写真画像 RGB 値による重回帰分析結果(2007年)

測点 No	含泥率 (%) 【実測値】	航空写真画像データ によるRGP値			重回帰分析結果 【モデル式 $Y = aX_1 + bX_2 + cX_3 + d$ (y切片)】			含泥率 (%) 【重回帰式による推定値】	
		Red	Green	Blue	推定値	誤差			
P1	89.0	136	138	127	重回帰式 $Y = 0.74 * Red - 1.4 * Green + 3.5 * Blue - 260$ 標準誤差 15.52 自由度 19 R2乗 0.61 自由度調整済みR2乗 0.549 自由度調整済み重相関係数R 0.741 標本数 23 P値 ***0.00038 偏回帰係数 推定値 標準誤差 P値 a= 0.741 0.326 *0.035 b= -1.443 0.492 **0.009 c= 3.460 0.692 ***0.00008 定数d= -261.34 66.24 ***0.0009 * 有意水準 5%未満 ** 有意水準 1%未満 *** 有意水準 0.1%未満	91.9	-2.9		
P2	73.7	129	135	123		77.0	-3.3		
P3	57.7	125	134	115		47.4	10.3		
P4	9.6	132	134	113		45.6	-36.0		
P5	62.9	136	144	123		69.5	-6.6		
P6	46.6	100	160	136		66.0	-19.4		
P7	40.6	124	125	109		38.3	2.3		
P8	25.4	118	126	116		56.9	-31.5		
P9	33.5	127	141	119		53.1	-19.6		
P10	50.3	113	124	112		42.0	8.3		
P11	22.3	111	117	113		53.8	-31.5		
P12	33.5	125	134	117		54.4	-20.9		
P13	21.7	125	133	112		38.3	-16.6		
P14	75.0	129	132	121		74.2	0.8		
P15	33.3	128	128	113		51.0	-17.7		
P16	28.3	115	128	118		58.9	-30.6		
P17	8.8	122	143	112		22.1	-13.3		
P18	85.5	125	129	128		99.9	-14.4		
P19	46.2	102	122	111		33.2	13.0		
P20	25.5	109	122	112		41.9	-16.4		
P21	66.0	112	128	118		56.7	9.3		
P22	26.9	106	121	114		48.0	-21.1		
P23	32.7	107	123	113		42.5	-9.8		

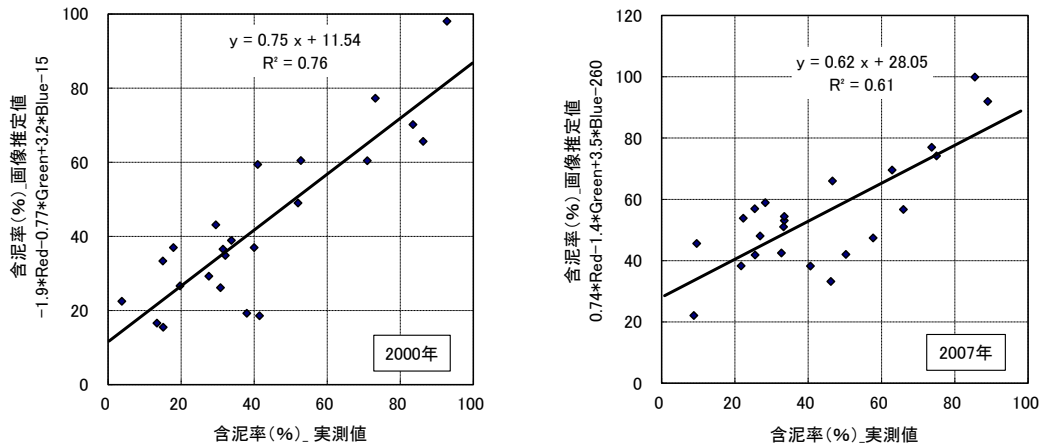


図 8.1.2 曾根干潟における含泥率の実測値と重回帰式による推定値の相関関係 (左図:2000年, 右図:2007年)

重回帰分析で得られた各年の重回帰式(次式①, ②)を用いて航空写真の画像から推定した含泥率と、実際に干潟で採取・分析した含泥率の実測値との間には図 8.1.2 に示すように有意な相関が認められた($R^2=0.76$, 0.61 , 有意水準(P 値) $<0.1\%$)。

① 2000年画像から得られた含泥率の重回帰式

$$\text{含泥率} = -1.9\text{Red} - 0.77\text{Green} + 3.2\text{Blue} - 15$$

$$(R^2=0.76)$$

② 2007年画像から得られた含泥率の重回帰式

$$\text{含泥率} = 0.74\text{Red} - 1.4\text{Green} + 3.5\text{Blue} - 260$$

$$(R^2=0.61)$$

そこで、この重回帰式を用いて、曾根干潟全面の含泥率の分布を航空写真の画像から推定した。推定結果は、以下のとおりである。

8.1.3 航空写真画像から推定した含泥率の分布

2000年および2007年の曾根干潟航空写真画像から推定した干潟全面の含泥率の分布を図 8.1.4 に示した。また、これらの画像から含泥率の割合別の干潟面積を算出し、その変化を図 8.1.3 に示した。

本推定画像をみると、現地踏査で確認した泥質の分布と概ね一致しており、干潟の底質分布や経年変化の概要を把握する上で有効な方法と考えられた。一方、

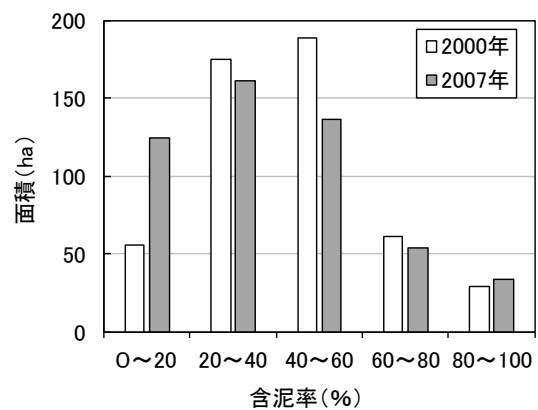


図 8.1.3 含泥率別の面積の変化 (面積合計 509ha)

北干潟の図 8.1.4(上段)の破線で囲んだ海床路の根元付近、および竹馬川流入部付近、特に両区域の西側堤防沿い(図の下側)は2000年当時から含泥率の高い区域であることを調査時に現地確認しているものの、本推定結果では含泥率は低いと評価されており、実態を上手く再現できていない。この要因として、水面反射や泥の湿り具合などの影響が考えられ、推定手法の改善が望まれる。したがって、本推定結果には一定の誤差が含まれていることを加味する必要はあるが、図 8.1.3 に示す含泥率の割合別面積変化をみると、干潟全体では含泥率の少ない0~20%の区域が2倍ほど増加しており、南干潟の含泥率の減少を概ね表しているものと推察される。また、含泥率60%以上の砂泥から泥質域での変化が小さいことが読み取れる。

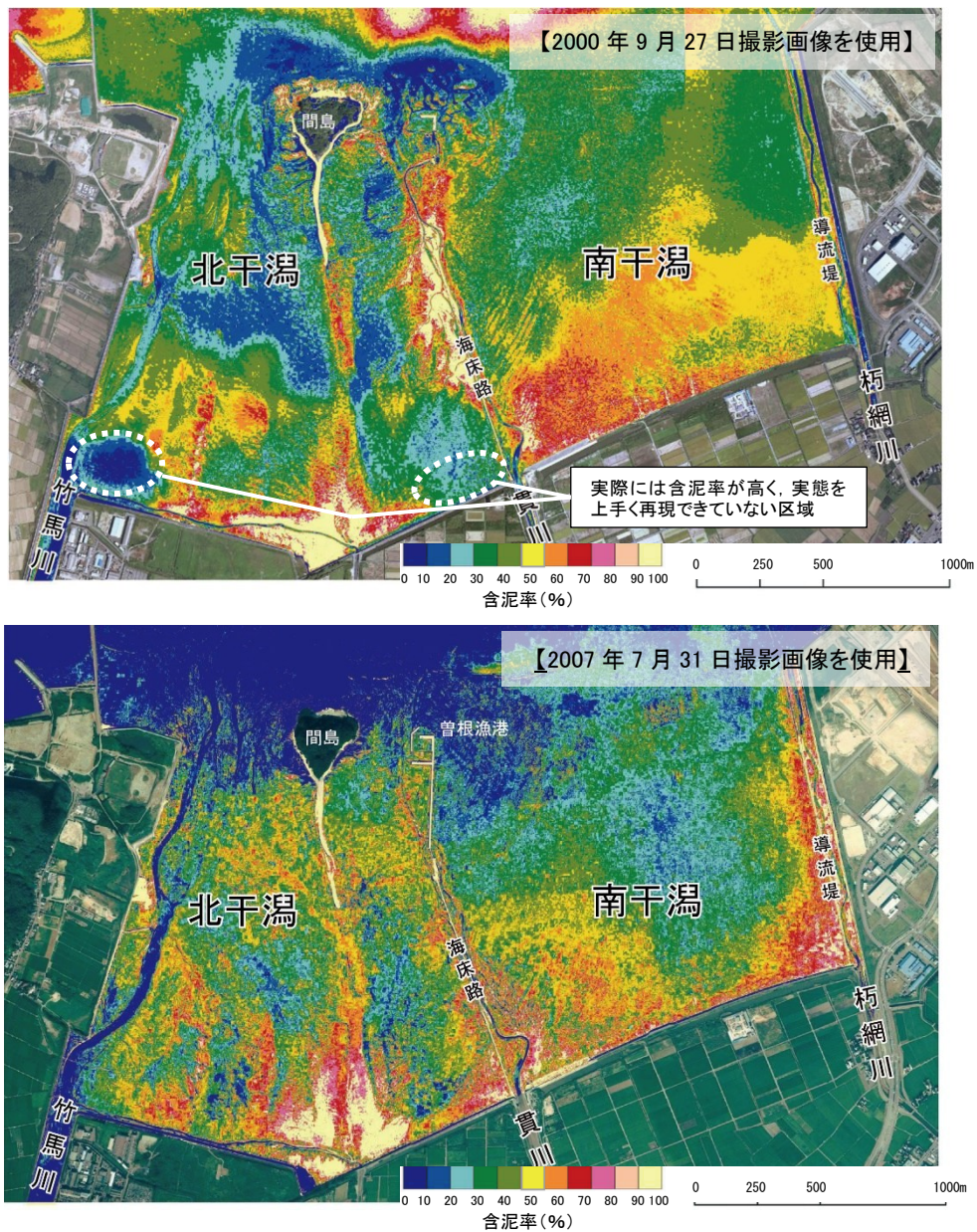


図 8.1.4 曾根干潟における含泥率分布の推定画像(上段:2000年, 下段:2007年)

8.1.4 まとめ

曾根干潟の航空写真から底質調査地点の RGB 値を読み取り、底質含泥率の実測値を目的変数、航空写真の RGB 値を説明変数とする重回帰式を用いて、含泥率の平面分布を推定する手法を開発した。

本手法は、水面反射等の影響により実態を上手く再現できない場所が一部みられ、今後の改善が望まれるものの、干潟の底質分布の経年変化を把握する上で有効であると考えられた。

謝辞:本研究は(財)河川環境管理財団の河川整備基

金助成事業として実施しました。心よりお礼申し上げます。
(山内)

参考文献

- 1) 小野勇一:河川整備基金助成事業「河口干潟生態系における環境評価手法の研究」報告書(助成番号 14-1-II-2-5), 40 pp., 河川環境管理財団, 2003.
- 2) 小野勇一:河川整備基金助成事業「河口干潟生態系の評価・モニタリングに有効な指標生物抽出技術および群集比較法等の開発」報告書(助成番号 19-1215-024), 45pp., 河川環境管理財団, 2008.

8.2 ヤマトオサガニ等大型底生生物の定量評価

8.2.1 底生生物の実態把握

曾根干潟におけるヤマトオサガニの現存量は大きいものと考えられるが、本種の生息地は歩行困難な軟泥質であり、定量的採集には時間と労力を要するほか危険も伴うため、十分な調査が行われることは少なかった。また、干潟上で活動するカニ類の数は、気温や潮時、外敵の分布等で異なるため、調査時期や時間、観察距離等の制限を受ける。

一方、干潟に棲むカニ類の多くは巣穴を作り、生活の拠点としている。ヤマトオサガニの場合も同様に成体では直径 2~5cm の大型の巣穴を形成する。この巣穴は、干潟表面から斜めに掘られる特徴をもつことから、ある程度の経験により他のカニ類との判別が可能である。したがって、ヤマトオサガニの個体数と巣穴の数との相関が明らかとなれば、巣穴の数によって、このカニの生息数が推定可能である。

そこで、これらの関係を求めるため、定量研では曾根干潟でヤマトオサガニと巣穴の個(体)数密度を調査した¹⁾。また、併せてその他の底生生物を調査し、ヤマトオサガニや巣穴および底質との関係から、間接的に底生生物現存量の把握ができないかを検討した¹⁾。

(1) 調査方法

底質調査は、**図 8.2.1** に示す調査範囲(黒破線内)のうち調査時に水没していた D-6, M-2 を除く 70 地点で、巣穴調査はさらに B-6 を除く 69 地点で 2001 年 6 月 11 日および 9 月 29 日(D-1, E-1, H-0, F-0 を補完)に実施した。

底生生物調査は、2000 年 9 月 26 日に**図 8.2.1** に示す範囲内の B から N の岸側 0~2 の地点で、2001 年 9 月 29 日に同範囲の B から L の沖側 3~5 の合計 72 地点で実施した。

底質調査は、各調査地点 1 か所で干潟表面 10cm 程度の泥を約 500mL 採取し、粒度組成および強熱減量の分析を行った。

巣穴調査は、各調査地点周辺の 5 か所に**写真 8.2.1** に示す 50cm×50cm の枠と 5, 10, 15, 20mm 大の円を描いた白色塩ビ板を置き、真上から干潟表面を写真撮



図 8.2.1 底生生物・底質調査範囲および調査地点
(航空写真は 2000 年 9 月 27 日に定量研が撮影)

影した。後日、写真から大きさ別巣穴数を計数した。

底生生物の採集は、各調査地点 1 か所に**写真 8.2.2** に示す鉄板 4 枚を、**写真 8.2.3** に示すように枠状(50×50cm コドラート)に差し込み、この中に閉じこめたカニ類を泥とともにスコップで深さ約 30cm 掘上げ、これらを 4mm 目の篩で選別する方法で行った。なお、一般の底生生物調査では 1mm 目の篩が用いられるが、今回のような採泥量の多い調査では砂が網目を抜けず、1 か所で持ち帰る試料は数十 kg を超えることになる。そこで、事前に底質の異なる 3 地点の泥を 1mm, 2mm, 4mm 目の篩を重ねてふるって比較した結果、4mm 目では砂が抜け、小型のヨコエビ類やゴカイ類を除き、オサガニ類、エビ類、二枚貝類、巻貝類等の干潟に生息する底生生物の中では大型のほとんどの種類(以下、「大型底生生物」という)を捕捉でき、**図 8.2.2** に示すように底生生物全体の湿重量もほとんど変わらないことを確認した。なお、採泥の深さ 30cm は、**写真 8.2.4** に示す事前調査によってカニ穴の形状を調査し、決定した。

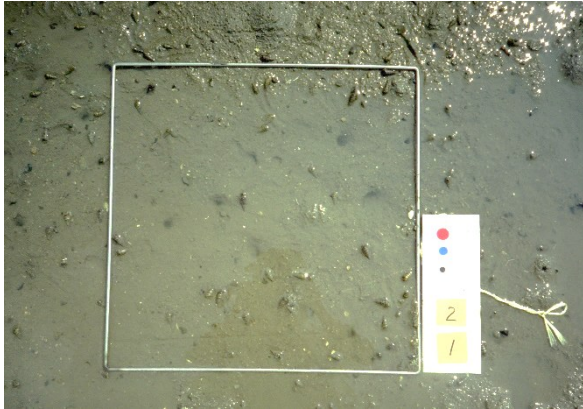


写真 8.2.1 干潟表面の写真撮影例
 (50×50cm 方形枠, 右側の白色塩ビ板内の円の直径は
 赤 20mm, 青 15mm, 黒 10mm, 緑 5mm)

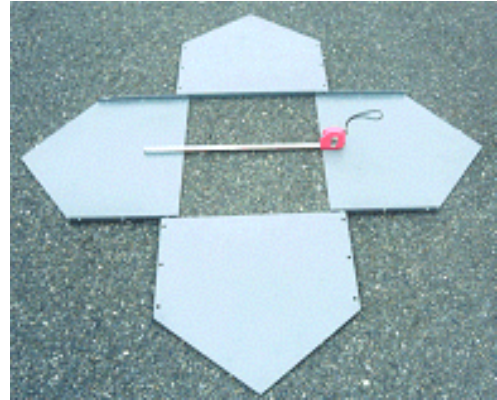


写真 8.2.2 底生物採取用コドラート枠
 (50×50cm, 深さ 30cm 鉄製)



写真 8.2.3 コドラート枠の設置



写真 8.2.4 カニの巣穴の形状
 (建設用発泡剤による巣穴の型取り)

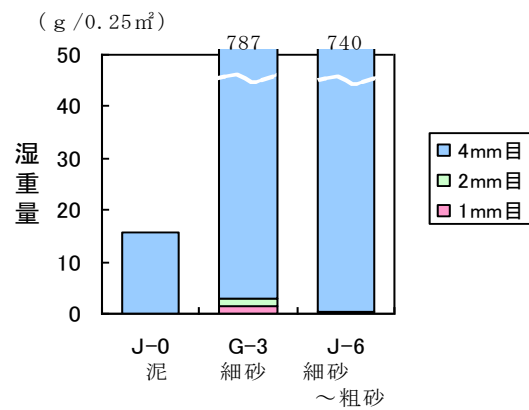
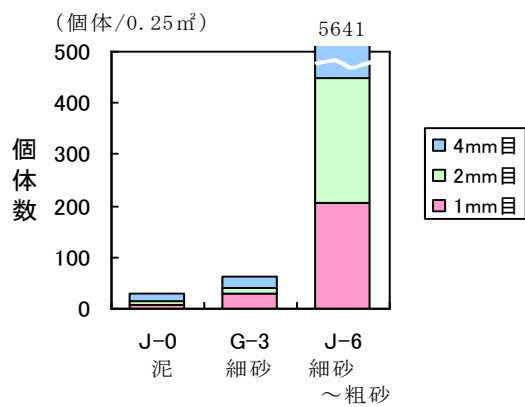


図 8.2.2 底生物の篩の網目サイズ別採集量

(2) 調査結果

1) 大型底生生物および巣穴の分布

地盤高、干潟表面泥の粒度組成、強熱減量、穴の大きさ別個数、ヤマトオサガニ等大型底生生物の個体数の分布を図 8.2.3 に示す。各分布の特徴は次のとおりである。

なお、地盤高の分布は、北九州市が 2000 年 10 月に調査したものによる。

a) 底質

粘土およびシルトは岸側に多く、沖側に少ない。これは、波浪や潮流によって舞い上がった干潟上または沖合の底泥が流速の低下する岸沿いで沈降するためと考えられる。細砂は干潟南側の沖側に多い。粗砂は大野川および貫川の河口、竹馬川下流の間島北側に多い。この分布状況から、粗砂は出水時に河川から供給される陸域由来のものと考えられる。間島周辺は岩礁帯となっており、調査では間島西側に礫が僅かに混在している。有機物の指標となる強熱減量は、大野川および貫川河口、竹馬川下流から間島にかけての滞付近で多くなっている。

b) 巣穴

直径 10mm 以下の「穴小」は、南側干潟中央部に多い。直径 10~15mm の「穴中」、15~20mm の「穴大」は大野川河口および貫川河口の滞周辺に多い。

c) 底生生物

ヤマトオサガニは、含泥率(粘土+シルト)の高い西側沿岸に多い。直径 10mm 以上の穴の分布と概ね一致する。

オサガニは、ヤマトオサガニの生息域より沖側、特に南側の細砂域に多い。

環形動物は、間島の北側の砂泥域に多い。ここは強熱減量の高い区域である。

砂や泥の中に潜る二枚貝では、アサリ・シオフキガイが砂泥質で強熱減量の高い間島周辺に、ハナグモリガイが大野川河口付近に多い。

表在性二枚貝のホトギスは間島南側の砂質域、表在性巻貝のヘナタリ・アラムシロ等は干潟北側の砂泥域に多い。

以上の底生生物の分布から、曾根干潟は次の 4 つの

区域に大きく分けることができる。

A: ヤマトオサガニ主分布域

B: オサガニ主分布域(南側ヤマトオサガニ分布域の沖)

C: 巻貝類主分布域(北側ヤマトオサガニ分布域の沖)

D: 二枚貝・大型環形動物主分布域(間島周辺)

2) 大型底生生物と巣穴および底質との関係

ヤマトオサガニほか底生生物の類別個体数および表 8.2.1 に示す個体数上位 20 種と穴の数、底質との関係は表 8.2.2 に示すように低い。

この因子分析結果によると、表 8.2.3 に示すようにアサリと正の相関の高い因子 1、細砂と正、含泥率(泥分)と負の相関の高い因子 2 が抽出される。

図 8.2.4 はこの因子負荷量のプロット図である。因子 1 と相関の高いアサリ周辺にはアラムシロ、シロスジフジツボ、ケフサイソガニ、マメコブシガニ等表在性の底生生物が集まっている。

因子 2 と相関の高い細砂と含泥率の直線上には細砂に近い方にオサガニが、含泥率と地盤高に近い方にヤマトオサガニが位置し、その間に底質との関わりの深い埋在性のシオフキ、アナジャコ、イチョウシラトリ、オキシジミなどが細砂と相関の高いものから順に並び、環境勾配に伴う分布の変化を良く表している。

これらの個体数と含泥率および地盤高との関係を図 8.2.5 に示す。これによると、底生生物の種類ごとに含泥率と地盤高に適値があり、個体数はこの適値を中心とする山型分布をとるため、線形単純回帰による相関は低くなっている。このほか相関を低下させている原因としては、①含泥率が適地であっても、地盤高や塩分など他の環境要因が不適である場合や種の供給が元々少ない場合は個体数が少なくなること、②集中分布型(表 8.2.1)の種では各地点の個体数のバラツキが大きく、採用したデータの精度が低いことなどが考えられる。

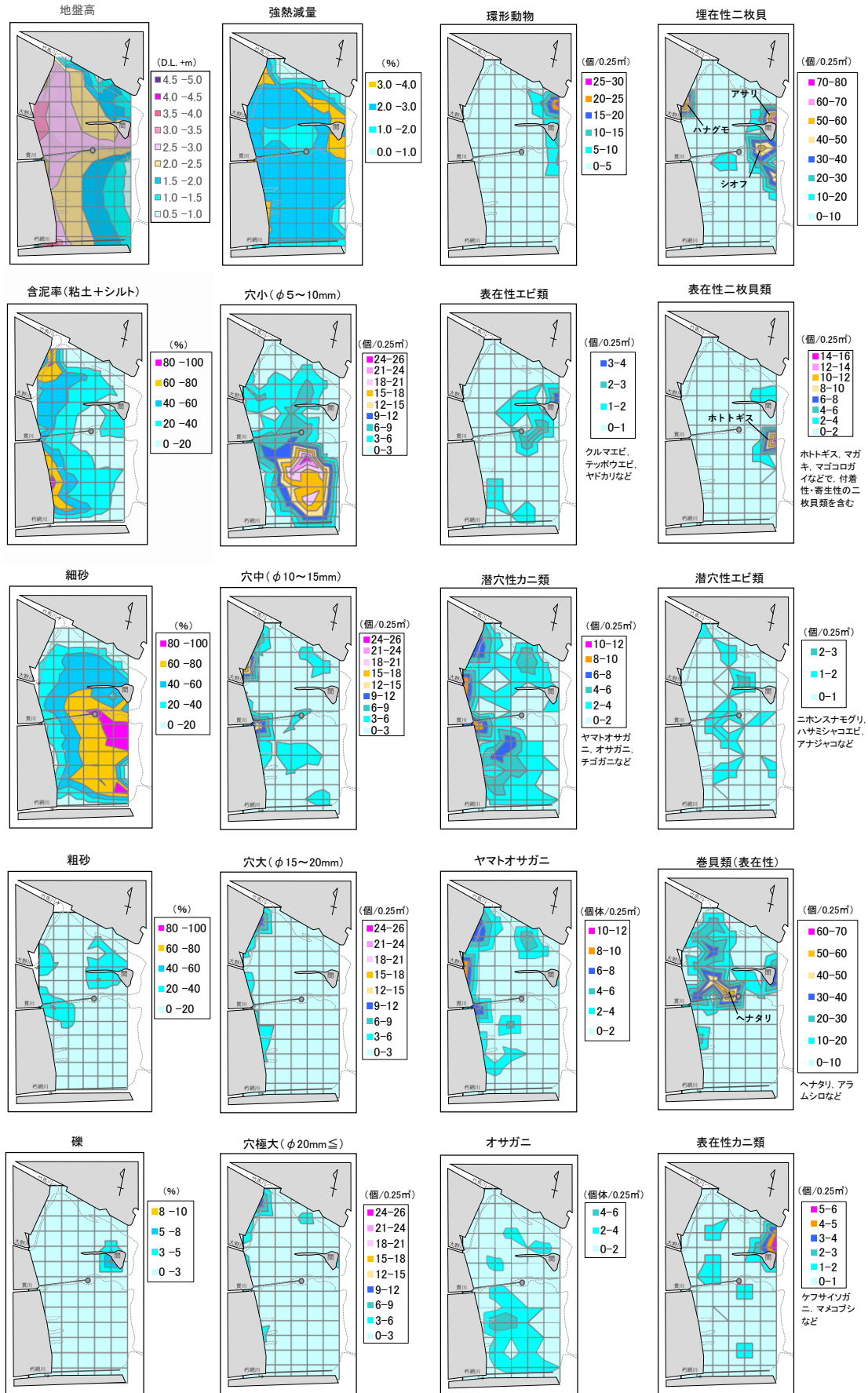


図 8.2.3 底質, 巣穴, 底生生物の分布

表 8.2.1 相関分析を行った個体数上位 20 種の全地点での出現状況および分布特性

順位	門	綱	目	科	種名	総個体数	I δ 指数	分布型
1	軟体動物門	二枚貝綱	偽イ目	偽イ科	ホトギス	777	71.1	集中分布
2	軟体動物門	二枚貝綱	マルスタレガイ目	マルスタレガイ科	アサリ	675	48.0	〃
3	軟体動物門	腹足綱	中腹足目	ウミナ科	ヘナリ	382	5.4	〃
4	軟体動物門	二枚貝綱	マルスタレガイ目	ハナグモリ科	ハナグモリ	199	69.9	〃
5	軟体動物門	腹足綱	新腹足目	オリヨフハイ科	アラムシロ	195	3.3	〃
6	軟体動物門	二枚貝綱	マルスタレガイ目	ハカガイ科	シオフキ	135	13.9	〃
7	節足動物門	甲殻綱	十脚目	スガニ科	ヤマトサガニ	126	2.6	〃
8	節足動物門	甲殻綱	十脚目	スガニ科	オサガニ	84	1.4	〃
9	節足動物門	甲殻綱	完胸目	フジツボ科	ササフジツボ	81	27.1	〃
10	軟体動物門	二枚貝綱	マルスタレガイ目	ニッコウガイ科	ユウシガイ	61	8.6	〃
11	軟体動物門	二枚貝綱	マルスタレガイ目	ニッコウガイ科	イヨウシトリ	40	3.1	〃
12	軟体動物門	二枚貝綱	マルスタレガイ目	マルスタレガイ科	オキシミ	35	1.6	ランダム分布
13	節足動物門	甲殻綱	完胸目	フジツボ科	シロスジフジツボ	35	21.8	集中分布
14	環形動物門	多毛綱	遊在目	チロ科	<i>Glycera subaenea</i>	34	2.8	〃
15	環形動物門	多毛綱	遊在目	キホンシノメ科	<i>Lumbrineris sp.</i>	33	1.4	ランダム分布
16	節足動物門	甲殻綱	十脚目	アサギヤコ科	アサギヤコ	25	1.9	〃
17	軟体動物門	腹足綱	中腹足目	ウミナ科	ホウウミナ	24	16.2	集中分布
18	環形動物門	多毛綱	定在目	トコカイ科	<i>Heteromastus sp.</i>	23	11.4	〃
19	節足動物門	甲殻綱	十脚目	コマシガニ科	マコブシガニ	20	3.8	〃
20	節足動物門	甲殻綱	十脚目	イカニ科	ケフサイカニ	16	4.8	〃

$$I_{\delta} = n \frac{\sum_{i=1}^n x_i(x_i-1)}{N(N-1)} \quad n: \text{サンプル数}, N: \text{総個体数}(\sum x_i), x_i: i \text{番目のサンプルの個体数}$$

$I_{\delta} = 1$ はランダム分布(ポアソン分布), $I_{\delta} < 1$ は一様分布, $I_{\delta} > 1$ は集中分布を示す。1 からどれくらい離れたら有意かは次式を F 検定する。

$$F = \frac{s^2}{\bar{x}} = \frac{I_{\delta}(N-1)+n-N}{n-1} \quad s^2 = \frac{\sum(x_i-\bar{x})^2}{n} \quad s: \text{標準偏差}, \bar{x}: x_i \text{の平均値} \quad 2)$$

表 8.2.2 底生生物の個体数と穴の数, 底質との相関係数(r)

項目	穴数							強熱減量	粒度組成				地盤高	
	小 φ 5 ~10mm	中 φ 10 ~15mm	大 φ 15 ~20mm	極大 φ 20mm ≤	穴計	穴中 以上	穴大 以上		泥 (粘土+シルト)	細砂	粗砂	礫		
ヤマトオサガニ		0.38	0.48	0.55		0.52	0.54		0.38	-0.52	0.28		0.4	
オサガニ	0.41		-0.3	-0.38		-0.3	-0.36		-0.26	0.39	-0.24		-0.28	
計(オサガニ類)		0.31	0.34	0.37	0.29	0.39	0.38		0.26	-0.34			0.27	
分類別	環形動物 二枚数(埋在性)										0.27			
	エビ類(潜穴性)		0.34	0.34	0.38	0.3	0.41	0.38	0.26	-0.35			0.28	
	カニ数(潜穴性)												-0.31	
	二枚数(表在性)													
	エビ類(表在性)					-0.25			-0.26			0.25		
	カニ数(表在性)					-0.27								0.26
主な出現種	ホトギス												-0.31	
	アサリ							0.28						
	ヘナリ												0.32	
	ハナグモリ		0.68		0.29	0.37	0.51				0.26			
	アラムシロ					-0.27			-0.24		0.34			
	シオフキ								-0.29	0.34			-0.42	
	ササフジツボ								-0.28				-0.24	
	ユウシガイ													
	イヨウシトリ													
	オキシミ													
	シロスジフジツボ													
<i>Glycera subaenea</i>					-0.28			0.31	-0.33	0.26		0.3	-0.38	
<i>Lumbrineris sp.</i>	-0.25		-0.27		-0.35									
アサギヤコ			-0.25							0.26				
ホウウミナ														
<i>Heteromastus sp.</i>														
マコブシガニ	-0.26										0.28			
ケフサイカニ									-0.25					
底質	強熱減量	-0.33		0.33	0.46		0.27	0.41		0.39	-0.43			
	泥(シルト+粘土)	-0.29		0.62	0.59		0.47	0.65	0.39		-0.82		0.56	
	細砂													
	粗砂	-0.28	0.3				0.26				-0.38		0.29	
	礫											0.36		
地盤高	-0.31		0.35	0.49		0.37	0.44		0.56	-0.69	0.29			

有意確率 $p < 0.05$ を表示

表 8.2.3 因子分析結果

因子負荷量 (回転無)

項目	因子1	因子2
強熱減量	0.15	-0.49
含泥率	-0.34	-0.77
細砂	0.25	0.96
粗砂	0.12	-0.41
礫	-0.04	-0.15
地盤高	-0.35	-0.64
塩分	0.13	0.06
ホトキス	0.04	0.17
アサリ	0.96	-0.25
ハナタリ	-0.08	-0.06
ハナクモリ	-0.05	-0.14
アラムシロ	0.77	-0.14
シオフキ	0.08	0.35
ヤマトオサガニ	-0.23	-0.49
オサガニ	0.09	0.39
サラサフジツボ	0.93	-0.15
ユウシカガイ	0.16	0.15
イヨウシタリ	-0.07	-0.03
オキシジミ	-0.13	-0.14
シロスジフジツボ	0.54	-0.06
<i>Glycera subaenea</i>	0.06	0.28
<i>Lumbrineris</i> sp.	0.18	0.11
アナジャコ	0.03	0.25
ホウミナ	0.07	0.06
<i>Heteromastus</i> sp.	0.00	0.09
マモコブシカニ	0.49	-0.21
ケブサイカニ	0.59	-0.03
説明済	3.77	3.26
寄与率	0.14	0.12

抽出法: 最尤因子分析法

(因子2)
細砂
↑
泥
↓

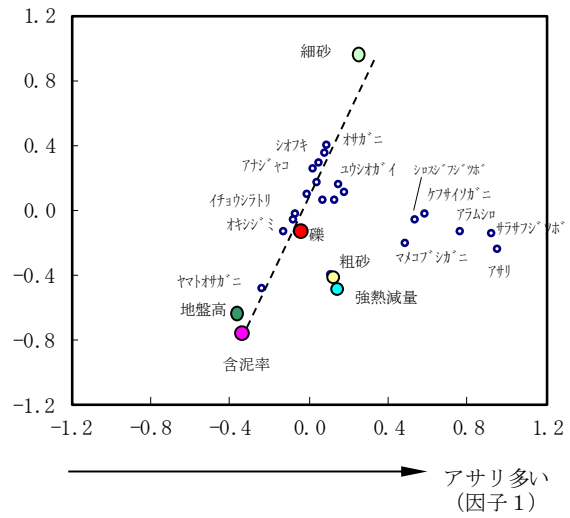


図 8.2.4 因子負荷量のプロット図

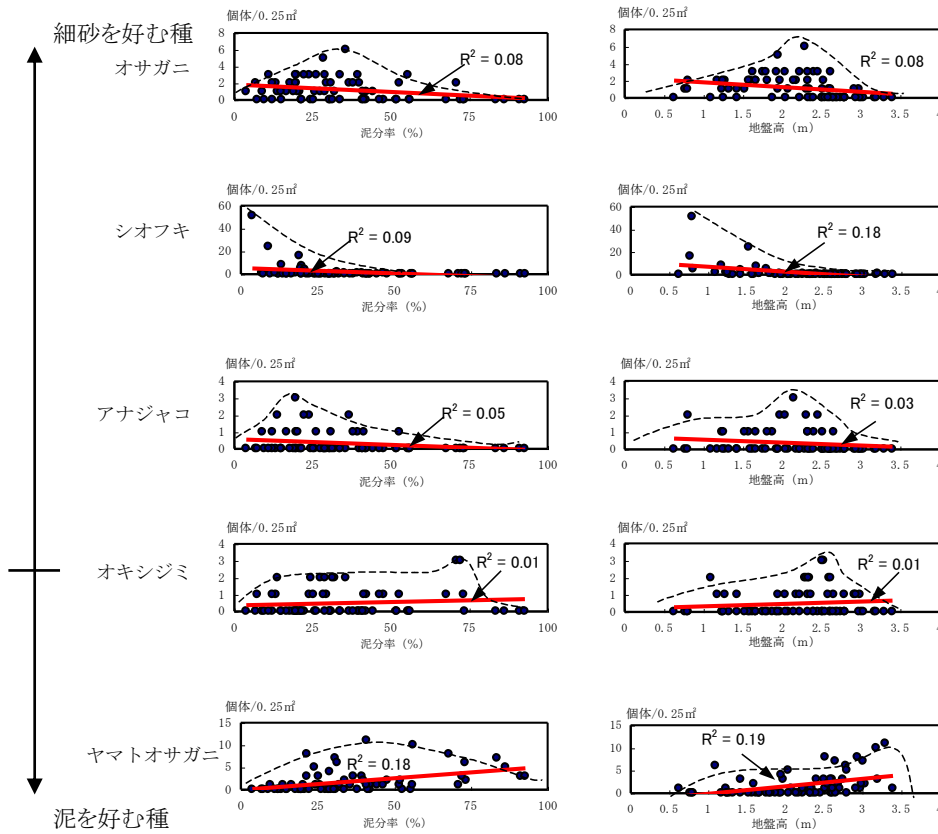


図 8.2.5 主な底生生物の個体数と含泥率, 地盤高との関係

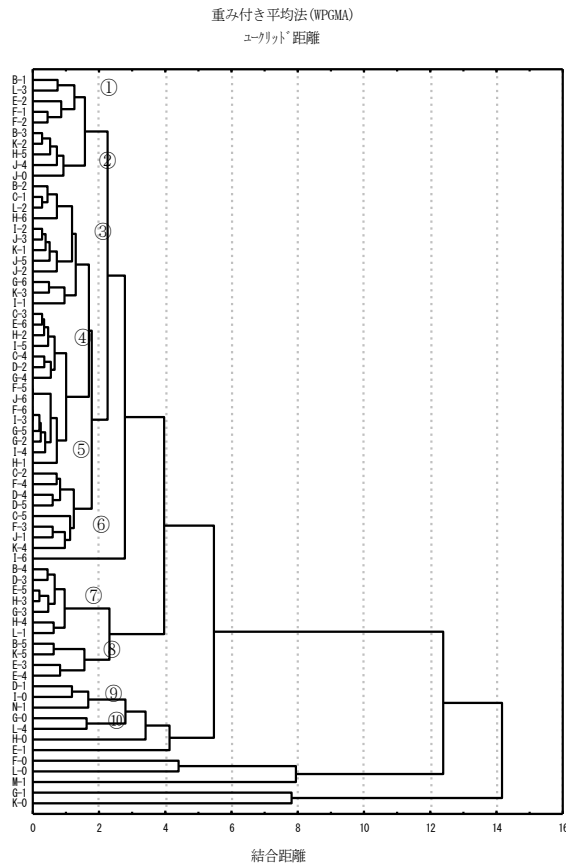


図 8.2.6 穴のサイズ別個数による
クラスター分析結果

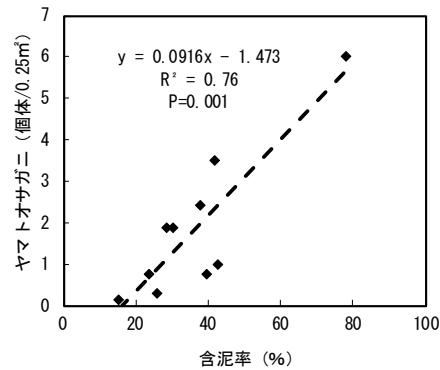
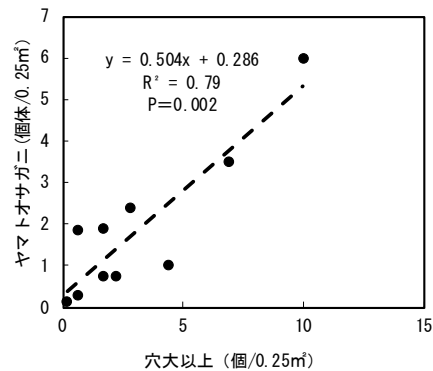


図 8.2.7 ヤマトオサガニ個体数と穴大以上
および含泥率との関係

表 8.2.4 主な底生生物の個体数と穴の数、底質との相関係数(r)

主な出現種	穴の数					底質					地盤高
	小 φ 5 ~10mm	中 φ 10 ~15mm	大 φ 15 ~20mm	極大 φ 20mm ≤	大以上 φ 15mm ≤	強熱 減量	泥 (粘土+ シルト)	細砂	粗砂	礫	
ヤマトオサガニ			0.85	0.88	0.85	0.69	0.87	-0.82			0.74
オサガニ	0.75			-0.74		-0.68		0.72			
<i>Lumbrineris</i> sp.		-0.65			-0.67						
アサギヤコ			-0.71								
<i>Heteromastus</i> sp.		0.72									
マモコブシガニ		-0.75			-0.67						

有意確率 $p < 0.05$ を表示
N=10

そこで、各地点のバラツキによる誤差を小さくし相関の精度を高めるため、巣穴のサイズ別個数に着目して調査地点のクラスター解析を行い、巣穴の分布に類似性のみられた図 8.2.6 の①~⑩のグループの平均値間で相関をとったところ、表 8.2.4、図 8.2.7 に示すようにヤマトオサガニと穴大(直径 15mm)以上、含泥率との間に相関係数 $r=0.85$ 以上の高い相関が得られた。オサガ

ニと細砂にも $r=0.72$ と高い相関がみられ、オサガニ類の分布が底泥粒度の良い指標となること、穴の数や底質からヤマトオサガニの個体数の推定が可能となったことが明らかとなった。

なお、以上の相関分析および因子分析には、統計解析ソフト STATISTICA³⁾を使用した。

3) 大型底生生物・巣穴の個体(個)数を定量把握するための必要サンプル数

a) 底生生物

底生生物の72地点の調査結果をもとに、90%の信頼性、誤差±30%で曾根干潟の底生生物を定量的に把握する場合の必要サンプル数(50×50cm コドラート採集法)を次式により求めた。

なお必要サンプル数の算出は、全地点のデータを用いた場合と出現地点のみのデータを用いた場合の2種類で行った。計算結果は表 8.2.5 に示すとおりである。

必要サンプル数²⁾

$$N = (z/E)^2 \sigma^2 = (1.667/(\bar{x} \times 0.3))^2 \times \sigma^2$$

(信頼度 90%, 誤差±30%)

ここで、z: t 値(信頼度 90%, 自由度 71)=1.667

\bar{x} : 平均値 σ : 標準偏差

E: 許容誤差=平均値×30%(誤差)

これによると、ヤマトオサガニの必要サンプル数は 67、オサガニは 40 で、個体数上位 20 種の中ではオサガニが最も少ない。これはオサガニの I_δ 指数(森下)²⁾が 1.4 とランダム分布に近いことに起因している。底生生物のほとんどは集中分布型を示すため、干潟全体でのバラツキが大きく、図 8.2.8(左)に示すように必要サンプル数は平均個体数の増加に伴い増える傾向にある。特にホトギスやアサリ、シホフキなどの二枚貝類の必要サンプル数は 400~2,200 であり(表 8.2.5)、これらの採集による定量的把握は極めて困難といえる。一方、表在性のヘナタリ、アラムシロ、ホソウミニナ等の巻貝、オサガニ類の必要サンプル数は 40~550(表 8.2.5)と二枚貝に比

表 8.2.5 主な底生生物の必要サンプル数

順位	門	綱	目	科	種名	総個体数	I_δ 指数	分布型	必要サンプル数	
									(全地点データ)	(出現地点データ)
1	軟体動物門	二枚貝綱	イガイ目	イガイ科	ホトギス	777	71.1	集中分布	2193	242
2	軟体動物門	二枚貝綱	マルスタレガイ目	マルスタレガイ科	アサリ	675	48.0	"	1471	254
3	軟体動物門	腹足綱	腹足目	ウミナ科	ヘナタリ	382	5.4	"	143	34
4	軟体動物門	二枚貝綱	マルスタレガイ目	ハナゲモリ科	ハナゲモリ	199	69.9	"	2155	833
5	軟体動物門	腹足綱	新腹足目	オレイヨフハイ科	アラムシロ	195	3.3	"	82	36
6	軟体動物門	二枚貝綱	マルスタレガイ目	ハカガイ科	シオフキ	135	13.9	"	418	104
7	節足動物門	甲殻綱	十脚目	スガニ科	ヤマトオサガニ	126	2.6	"	67	23
8	節足動物門	甲殻綱	十脚目	スガニ科	オサガニ	84	1.4	"	40	9
9	節足動物門	甲殻綱	完胸目	フジツボ科	ササフジツボ	81	27.1	"	834	94
10	軟体動物門	二枚貝綱	マルスタレガイ目	ニッコウガイ科	ユシオガイ	61	8.6	"	270	46
11	軟体動物門	二枚貝綱	マルスタレガイ目	ニッコウガイ科	イチョウシトリ	40	3.1	"	121	19
12	軟体動物門	二枚貝綱	マルスタレガイ目	マルスタレガイ科	オキシジミ	35	1.6	ランダム分布	81	7
13	節足動物門	甲殻綱	完胸目	フジツボ科	シロスジフジツボ	35	21.8	集中分布	695	51
14	環形動物門	多毛綱	遊在目	チロ科	<i>Glycera subaenea</i>	34	2.8	"	121	12
15	環形動物門	多毛綱	遊在目	キボシツメ科	<i>Lumbrineris sp.</i>	33	1.4	ランダム分布	78	6
16	節足動物門	甲殻綱	十脚目	アナシヤコ科	アナシヤコ	25	1.9	"	117	6
17	軟体動物門	腹足綱	中腹足目	ウミナ科	ホリウミナ	24	16.2	集中分布	548	29
18	環形動物門	多毛綱	定在目	イトコガイ科	<i>Heteromastus sp.</i>	23	11.4	"	407	25
19	節足動物門	甲殻綱	十脚目	コブシガニ科	マメコブシガニ	20	3.8	"	194	11
20	節足動物門	甲殻綱	十脚目	イワガニ科	ケヤクイワガニ	16	4.8	"	250	10

$$I_\delta = n \frac{\sum_{i=1}^n x_i(x_i-1)}{N(N-1)}$$

n: サンプル数, N: 総個体数($\sum x_i$), x_i : i 番目のサンプルの個体数

$I_\delta = 1$ はランダム分布(ポアソン分布), $I_\delta < 1$ は一様分布, $I_\delta > 1$ は集中分布を示す。1 からどれくらい離れたら有意かは次式を F 検定する。

$$F = \frac{s^2}{\bar{x}} = \frac{I_\delta(N-1) + n - N}{n-1}$$

$$s^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}$$

s: 標準偏差, \bar{x} : x_i の平均値²⁾

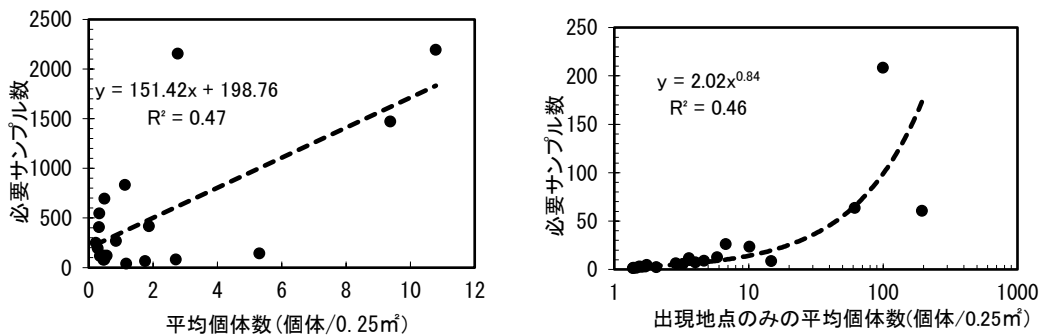


図 8.2.8 底生生物の平均個体数と必要サンプル数との関係(左: 全地点のデータ, 右: 出現地点のみのデータ)

べれば少ないものの、定量的把握には多数のサンプルが必要であり、後述のようにラジコンヘリの活用が有効である。また、生息域(出現場所)が特定できれば図 8.2.8(右)に示すようにサンプル数は無作為抽出の図 8.2.8(左)の概ね 10 分の 1 で良い。

b) 巣穴

底生生物と同様の方法でヤマトオサガニと関係の深い「穴大」および「穴極大」の必要サンプル数を算出すると、表 8.2.6 に示すようにそれぞれ 63, 54 で、オサガニ類の必要サンプル数の 40~70(表 8.2.5)と概ね一致した。

(高比良)

c) ラジコンヘリで写真撮影した巣穴

2000 年 9 月 26 日にヤマトオサガニの主生息域(図 8.2.1 の地点 G-0, G-1, H-0, H-1 で囲まれた範囲)内の 8 区域(表 8.2.7)で農薬散布用の大型ラジコンヘリ(以下、「RC ヘリ」という)による巣穴の写真撮影を試験的に行った(写真 8.2.5, 図 8.2.9, 写真 8.2.6)。

表 8.2.7 はこのとき撮影した 8 区域(1 区域は写真 1 枚の撮影範囲で約 4.6×5.5m)の写真から 1×1m 枠内のオサガニ類の巣穴を目視で判定・計数し、信頼度 90%, 誤差±30%の必要サンプル数を求めたものである。これによると、各区域の必要サンプル数は 2~8 で、(50×50cm 枠に換算すると約 8~28)となった。RC ヘリでは写真 1 枚あたり 14~16 サンプルを採取できるため、1 区域 1 枚程度の撮影で十分な精度を確保できる。また、写真ではカニの活動個体、巻貝類も確認でき(写真 8.2.7), RC ヘリがホバーリングしながら上空からゆっくり近づくと 2m 程度までカニが逃避せずにその場に留まっていることも明らかとなった。なお、必要サンプル数が前項「b) 巣穴」の穴の 63, 54 に比べて 18(50×50cm 枠換算)と少ないのは、RC ヘリではヤマトオサガニの主分布域のみを対象にしたためと考えられる。

(奥田)

4) 曾根干潟におけるヤマトオサガニ生息数

干潟全体 72 地点におけるヤマトオサガニの採集調査結果から干潟面積 500 ヘクタールの本種の生息数を推定すると、表 8.2.8 に示すように約 3,500±1,200 万個体(信頼度 95%)となった。

表 8.2.6 巣穴の必要サンプル数

項目	穴大	穴極大
標本数(n数)	68	68
平均	1.73	1.53
不偏分散 σ^2	6.0	4.1
標準誤差 $\sqrt{(\sigma^2/n)}$	0.30	0.25
90%信頼範囲(平均±個体)	0.50	0.41
誤差(±%)	29%	27%
必要サンプル数 (90%の信頼度, ±30%の誤差)	63	54



写真 8.2.5 RCヘリによる干潟写真の撮影状況

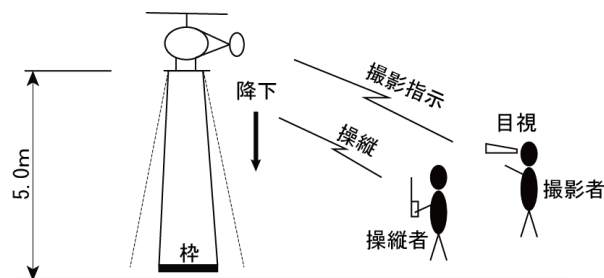


図 8.2.9 RCヘリによる干潟写真の撮影方法

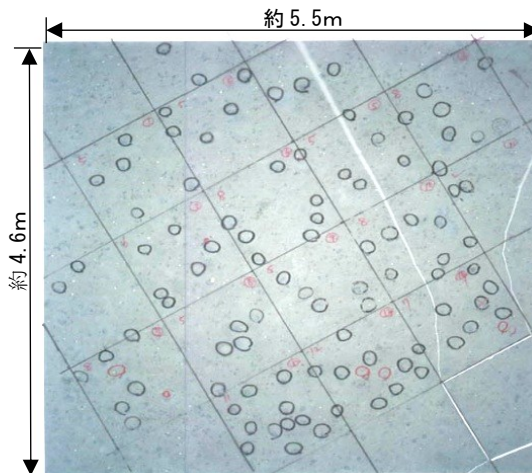


写真 8.2.6 RCヘリ撮影写真での巣穴判定例
(巣穴の形状から、○で囲った巣穴をヤマトオサガニの巣穴と判定した)

表 8.2.7 RC ヘリで撮影した写真から判別した巣穴の必要サンプル数

項目	記号・計算式	区 域								平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	
標本数 (n)	n	16	16	16	16	16	14	15	15	15.5
自由度 (f)	f=n-1	15	15	15	15	15	13	14	14	14.5
平均 (X)	X	8.2	3.7	11.1	8.6	11.7	6.8	5.9	4.7	7.59
不偏分散	$\sigma^2 = B / (n-1)$	12.2	3.0	10.0	5.7	13.3	7.0	4.7	1.6	7.18
標準誤差	$SE = \sqrt{(\sigma^2/n)}$	0.9	0.4	0.8	0.6	0.9	0.7	0.6	0.3	0.65
t値 (信頼度90%, $\alpha=0.05$)	Z_{90}	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.77	1.76	1.76	1.76
90%信頼範囲 (平均±U個)	$U = t \text{値} \times SE$	1.5	0.8	1.4	1.0	1.6	1.2	1.0	0.6	1.14
誤差 (%)	U/X	18.7%	20.7%	12.4%	12.1%	13.7%	18.4%	16.8%	12.3%	15.6%
必要サンプル数 (N) (信頼度90%, 許容誤差±30%)	$N = Z_{90}^2 / (X \times 0.3)^2 \times \sigma^2$	6.2	7.6	2.8	2.6	3.3	5.3	4.7	2.5	4.4

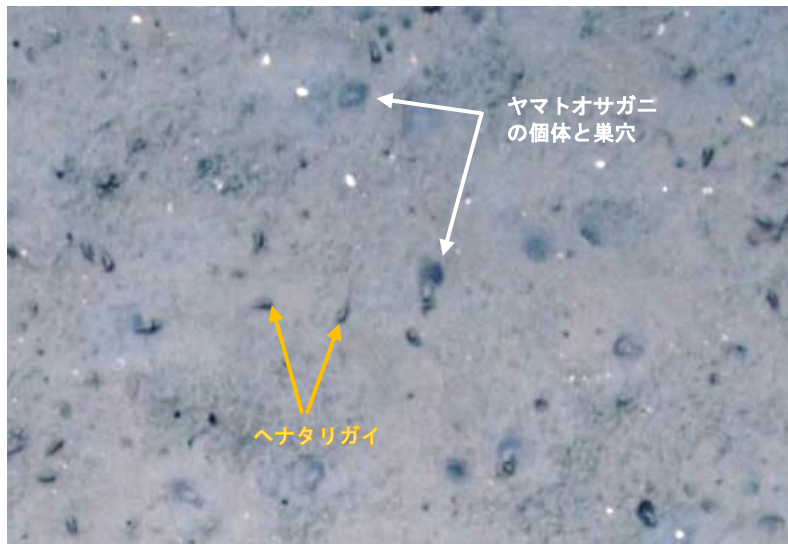


写真 8.2.7 RC ヘリ撮影写真で確認できるヤマトオサガニとヘナタリガイ

表 8.2.8 採取個体数から推定した曾根干潟全域におけるヤマトオサガニの生息数

項 目		ヤマトオサガニ	干潟面積 (㎡)	干潟全体個体数
		A	B	C = A × B × 4
平均個体数	X (個体/0.25㎡)	1.75	5,000,000	35,000,000
標本数 (n)	n	72	—	—
標準偏差	S	2.54	—	—
	$S_x = S / \sqrt{n}$	0.30	—	—
t値 (信頼度95%, $\alpha=0.05$)	Z_{95}	1.99	—	—
誤差 (信頼度95%)	$S_x \times Z_{95}$	0.60	5,000,000	12,000,000

8.2.2 巣穴によるヤマトオサガニ生息数の推定法

軟弱地盤で人の歩行が困難な泥質域に生息するヤマトオサガニの広域・多点調査は、通常は困難である。このような場合、生息密度の異なる数点で穴と本種の個(体)数密度との相関を求め、RCヘリ等を用いた穴の数から生息数を推定する方法が現実的である。

そこで定量研では、この実証例として曾根干潟の図8.2.10に示す6地点で巣穴の数とヤマトオサガニの数の各密度の相関を求め、全域で調査した巣穴の数から、干潟全域のヤマトオサガニの生息数を推定した¹⁾。

(1) 調査方法

2002年9月26日に、図8.2.10に示す①～⑥の6地点で巣穴の計数およびカニ類の採集を行った。巣穴は、各地点の干潟上10か所に50×50cmの方形枠(写真8.2.1)を設置し、枠内の穴大(約1.5cm)以上のものを目視計数した。

カニ類は、計数した巣穴数の多い方から2か所および少ない方から2か所を除く6か所で、2000年9月26日の調査と同様の方法(写真8.2.2,写真8.2.3)で採集した。

(2) 調査結果

各地点10か所で調査した直径1.5cm以上の巣穴数とヤマトオサガニの数の地点平均値の相関は、図8.2.11に示すように $R^2=0.77$ と比較的高かった。

この相関式 $y=0.320x+0.756$ を用いて、干潟全域におけるヤマトオサガニの生息数を推定すると、表8.2.9に示すように約3,600±660万個体となり、前述の採集調査による推定値3,500±1,200万個体とほぼ一致した。

(高比良)



図 8.2.10 巣穴によるヤマトオサガニ生息数の推定法検討のための調査地点

(航空写真は2000年9月27日に定量研が撮影)

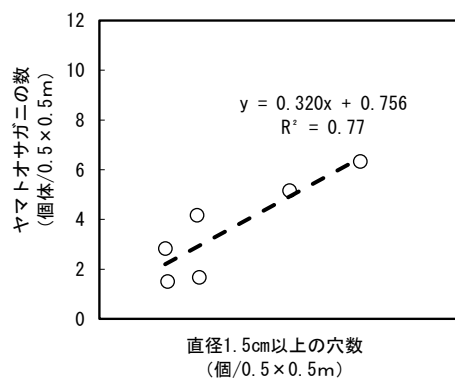


図 8.2.11 巣穴数とヤマトオサガニ個体数との相関 (各地点10か所の平均値による散布図)

表 8.2.9 巣穴の数から推定した曾根干潟全域におけるヤマトオサガニの生息数

項 目		穴数 (直径1.5cm以上)	ヤマトオサガニ A	干潟面積 (㎡) B	干潟全体個体数 C=A×B×4
平均個数	X (個/0.25㎡)	3.25	1.80	5,000,000	36,000,000
標本数 (n)	n	68	68	—	—
標準偏差	S	4.28	1.37	—	—
	$S_x = S/\sqrt{n}$	0.52	0.17	—	—
t値 (信頼度95%, $\alpha=0.05$)	Z_{95}	2.00	2.00	—	—
誤差 (信頼度95%)	$S_x \times Z_{95}$	1.04	0.33	5,000,000	6,600,000

8.2.3 航空写真によるヤマトオサガニ生息数の推定

定法

リモートセンシングは対象物を面的かつ即時に把握できる点で優れている。このような利点をもつリモートセンシング手法を、干潟底生生物の分布状況把握に利用できないだろうかというのが、本研究のねらいである。

人工衛星や航空機は、リモートセンシングの代表的なプラットフォーム(電磁波などの観測センサーを搭載した移動体)である⁴⁾。本研究では対象範囲の面積を考慮し、以下の理由から航空写真を利用することにした。

- ・干潟干出時をねらって撮影できる。
- ・人工衛星画像よりも空間解像度の点で優れる。
- ・人工衛星画像よりも大気の影響が少なく、色の再現性に優れる。

本研究では、曾根干潟の代表種の一つであるヤマトオサガニを研究対象としたが、ヤマトオサガニに限らず底生生物を小縮尺の航空写真で直接捉えることは難しい。しかし、ヤマトオサガニの生息密度は底質の含泥率と高い相関関係を示すことから、底質の含泥率の分布が分かれば、それをヤマトオサガニの分布に置き換えることが可能である。そのため本研究では、航空写真に写る干潟表面の色から含泥率の分布を捉え、その含泥率の分布から間接的にヤマトオサガニの分布状況を捉える手法を検討した。

(1) 調査項目と推定手法

航空写真からのヤマトオサガニ分布の推定方法および調査項目は、図 8.2.12 に示すとおりである。

1) 航空写真撮影

撮影諸元は、次のとおりである。

撮影日時:2000年9月27日14時

(大潮の最干潮時)

写真種別:垂直・カラー写真,縮尺 1/10,000

撮影数量:2コース,10枚

(干潟範囲約3km×1.5km, 図 8.1.1 参照)

撮影条件:カメラRC-20, F=153, オーバーラップ°60%,

サイドラップ°30%

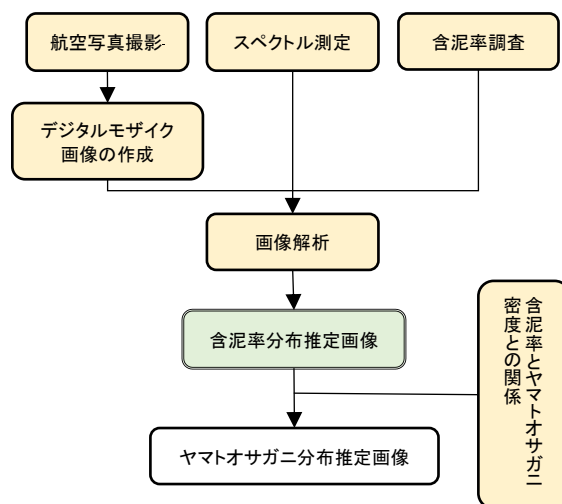


図 8.2.12 航空写真からヤマトオサガニ分布の推定方法

2) デジタルモザイク画像の作成

a) 航空写真の A/D (アナログ/デジタル) 変換

航空写真カラーポジフィルムをスキャナーで読みとり、3バンド(Blue, Green, Red)のデジタル画像に変換した。1画素の読みとりサイズは 0.1mm×0.1mm(空間解像度:地上サイズで 1m×1m 相当)とした。

b) 画像の接合 (デジタルモザイク)

各写真のデジタル画像を接合し、全撮影範囲のデジタルモザイク画像(図 8.2.13)を作成した。

3) 反射スペクトル測定

地表の物体はその種類や状態によって太陽放射光の反射特性が異なる⁵⁾。この特性を波長別にみたものを「反射スペクトル」といい、物体の種類や状態を判別するための有用な情報の一つとなる⁵⁾。ここでは、デジタルモザイク画像から含泥率を表す演算式を反射スペクトルから検討する目的で、現地で干潟面の反射スペクトルを測定するとともに同地点で採泥し(写真 8.2.8, 写真 8.2.9), 後日その泥の粒度組成を分析した。

調査日時:2003年1月25日 9時~12時

調査項目:反射スペクトル(波長毎の反射率),

粒度組成

測定機器:携帯型の可視近赤外分光装置

米国 ASD 社製 FieldSpec Pro Jr

(計測波長範囲:350~2,500nm)

調査地点:図 8.2.13 に示す 4 地点

(1 地点につき 3 回の測定値を平均)



図 8.2.13 航空写真のデジタルモザイク画像と反射スペクトル測定地点(A~D)



写真 8.2.8 スペクトルメーター



写真 8.2.9 反射スペクトル測定風景

4) 含泥率分布調査

デジタルモザイク画像の演算画像濃度と含泥率との相関関係を検証するために必要な含泥率データは、2001年6月11日、9月29日に調査した図8.2.1に示した70地点の底質調査結果を利用した。

5) 画像解析

図8.2.14に示すように、現地測定で得られた干潟面のスペクトル特性にもとづき、含泥率を反映すると考えられるデジタルモザイク画像の演算式を検討した。

次に、この演算式にもとづく含泥率調査地点の画像演算値と含泥率データとの相関関係を確認し、有意な相関関係が得られた演算式を用いて含泥率分布推定

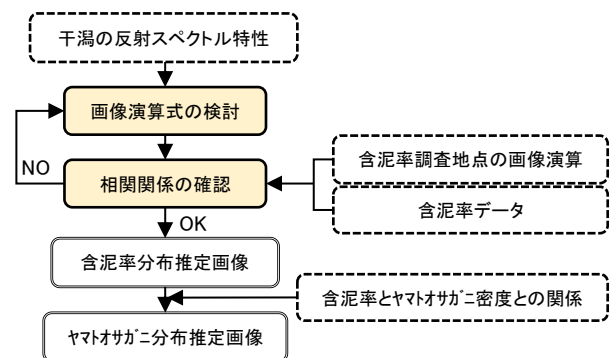


図 8.2.14 画像解析の手順

画像を作成した。さらに、含泥率とヤマトオサガニ密度との相関式により含泥率をヤマトオサガニ密度に換算し、含泥率分布推定画像をヤマトオサガニ分布推定画像とした。

(2) 調査・推定結果

1) 干潟面のスペクトル特性

測定地点の主な土質をみると、表 8.2.10 に示すように A, B, C 地点が砂泥, D 地点が砂であった。C, A, B, D の順に含泥率が高かった。

これら 4 地点のスペクトル(波長毎の反射率)は、図 8.2.15 のとおりである。本研究では航空写真を用いているので、航空写真のデジタルモザイク画像がカバーする可視域の波長帯(400~700nm)に絞ってスペクトル特性を検討した。

可視域のスペクトルを図 8.2.16 に、この図の傾きを正規化したグラフを図 8.2.17 に示す。これらの図の 400~500nm, 500~600nm, 600~700nm の各平均値がデジタルモザイク画像の Blue, Green, Red バンドの各濃度値に対応している。このグラフで注目されるのは、地点毎の①反射率の違いと②スペクトルの傾きの違いである。①反射率については、含泥率が高い C 地点と次に高い A 地点で全体的に反射率が低く、泥分を含まない D 地点では反射率が高い。また、②傾きについては含泥率の高い C 地点では右下がり、泥分を含まない D 地点では右上がり、含泥率が中位の A, B 地点ではその中間である。

2) 画像演算式

干潟面のスペクトル特性には前述のように含泥率との関係が認められたので、この関係を反映すると考えられる次の 3 つの画像演算式を含泥率分布推定画像の候補とした。

- ① $(B+G+R)/3$: 3 バンド平均濃度 ← 反射率の指標
- ② R/B : Blue バンド濃度に対する Red バンド濃度の比 ← 傾きの指標
- ③ $(R-B)/(R+B)$: 植物活力度判定に用いられる式の応用型 ← 傾きの指標

①式は 3 バンドを平均したものであり、図 8.2.16 に示すように反射率の指標と考えることができ、この値が大きくなると含泥率は低くなると考えられる。②式は Blue バンドから Red バンドにかけての傾きの指標と考えることができ、この値が大きくなると含泥率は低くなると考えられ

表 8.2.10 スペクトル測定地点の粒度組成(平均値)

地点名	含水率 (%)	中央粒径 (mm)	粒度組成 (%)					泥 (粘土+シルト)
			中礫	細礫	粗砂	中砂	細砂	
A	39.5	0.23	16.4	7.4	5.5	17.8	33.1	19.9
B	41.9	0.18	0.0	0.0	0.9	23.9	62.0	13.2
C	44.3	0.12	0.0	0.0	1.1	17.7	47.6	32.9
D	0.9	-	0.0	0.0		100.0		0.0

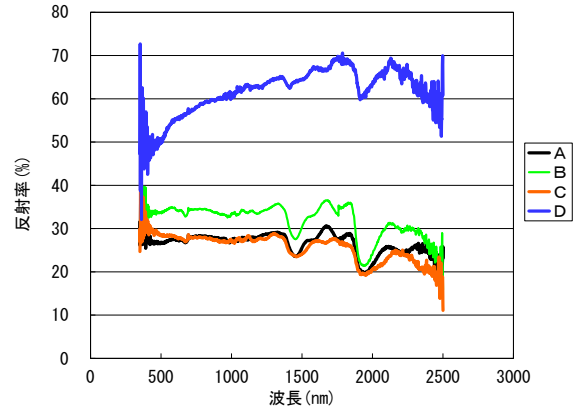


図 8.2.15 干潟面のスペクトル

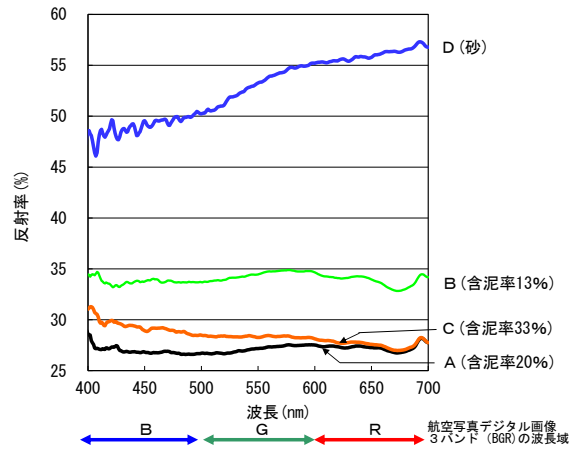


図 8.2.16 干潟面のスペクトル(可視域)

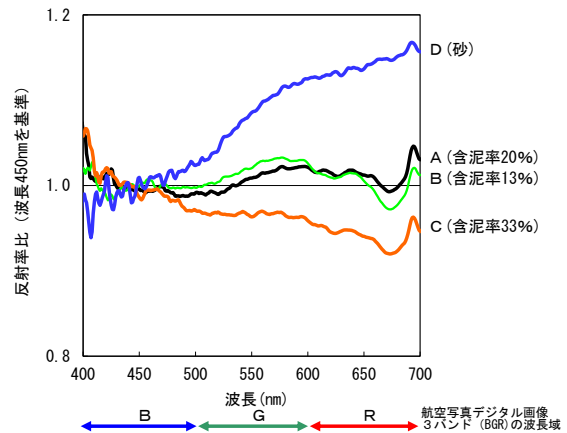


図 8.2.17 干潟面のスペクトル(波長 450nm の反射率で正規化)

る。③式は植物活力度判定に用いられる正規化植生指数(NDVI)⁴⁾の応用型で、2バンドの値の大きさにもよるが、②式と同様にBlueバンドからRedバンドにかけての傾きの指標となる可能性がある。その場合は、この値が大きくなると含泥率は低くなると考えられる。

3) 画像演算値と含泥率の相関

画像演算値と含泥率の関係は図8.2.18に示すとおりであり、②式および③式には有意な相関関係が認められた。したがって、②式および③式による演算画像は含泥率の分布傾向を表現しているものといえる。

今回は、この2式のうち決定係数(R^2)=0.27とより相関の高い③式による演算画像を、含泥率分布推定画像とした。

以後、含泥率を示す画像演算値をSI値(Silt Index)と呼び、曾根干潟のSI値は③式の演算値 $(R-B)/(R+B)$ とする。

なお、図8.2.18の③図のばらつきは、次のようなノイズ成分を完全に除去できていないことによるものと考えられ、現時点では本手法の精度上の限界となっている。

- ・航空写真で得られる含泥率の情報は干潟表面の色であるため、たとえば砂の表面に薄く泥がつもっているような場所では、実際の粒度組成に比べて含泥率が過大評価される。
- ・海水はRedバンドの波長をBlueバンドに比べて多く吸収するため⁶⁾、完全に水がひききっていない場所ではSI値が小さくなり、実際よりも含泥率が過大評価される。

4) 含泥率とヤマトオサガニ密度との関係

曾根干潟において含泥率とヤマトオサガニ密度との間には図8.2.7(下段)に示す相関関係がみられるので、含泥率分布推定画像の含泥率をヤマトオサガニ密度に換算し、図8.2.19に示す画像を得た。

画素ごとのヤマトオサガニ密度を干潟全体について合計した値、すなわち2000年9月調査時点における干潟全体のヤマトオサガニ現存量は3,067万個体と推定され、72地点の現地サンプリング結果からの推定値である約 $3,500 \pm 1,200$ 万個体と同等の値が得られた。

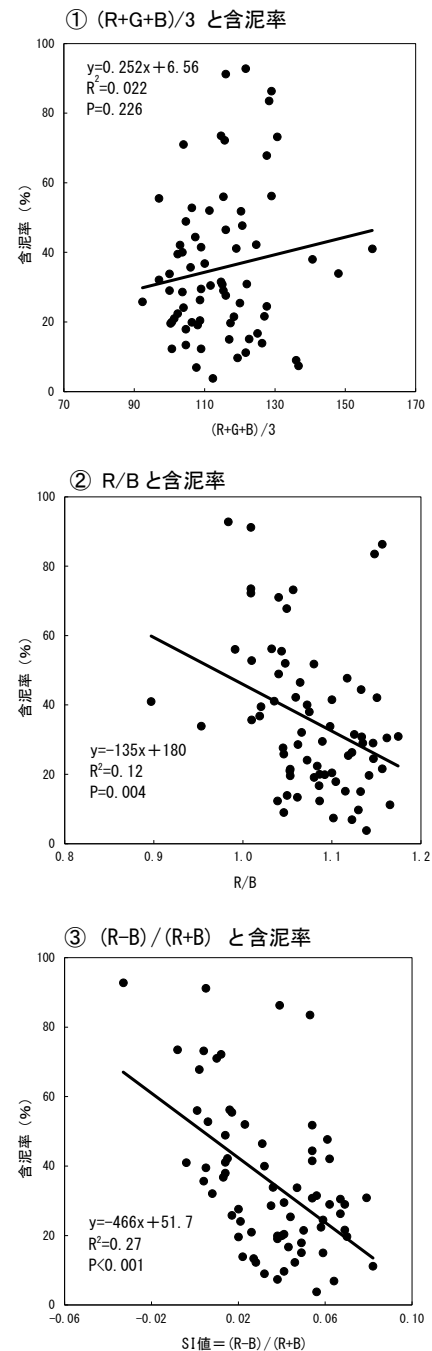


図 8.2.18 画像演算値と含泥率との関係

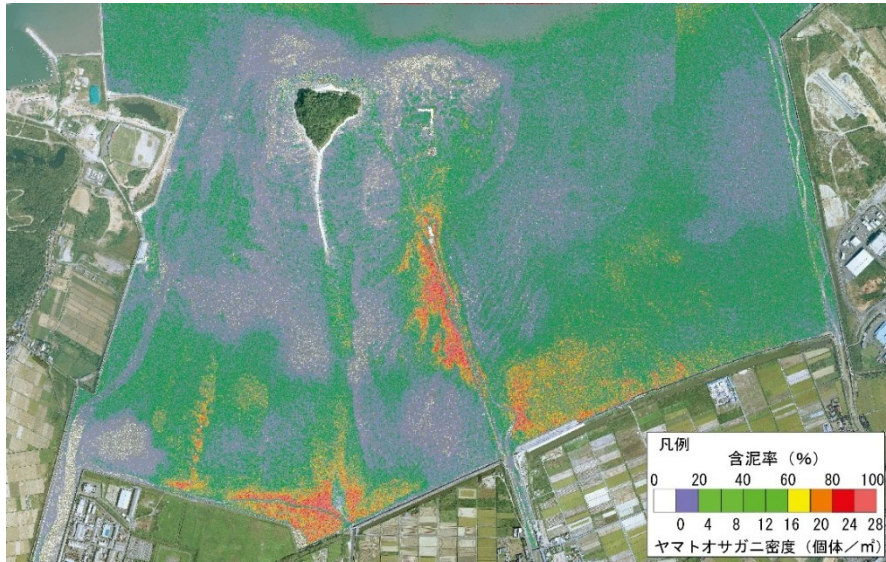


図 8.2.19 航空写真による曽根干潟のヤマトオサガニ分布推定画像(2000年9月時点)
* ヤマトオサガニの現存量は本画像より約3千万個体と算定される

(3) 本手法の標準化について

本研究で対象とした曽根干潟のヤマトオサガニについては、図 8.2.20 に示す調査手順によって今後継続的なモニタリングが可能である。

他の干潟ないし他の指標種については、事前の調査等で以下を明らかにすれば本手法の適用が可能である。他干潟での現地情報の蓄積が今後の課題である。

- 含泥率とスペクトル特性との対応関係
- SI 値と含泥率との相関関係 (SI 値の汎用性)
- 含泥率と指標種個体数密度との相関関係

なお、著者らはこれらの現地情報がない干潟でも底質性状の相対的分布までは把握可能であることを、福岡市博多湾内にある今津干潟で確認した(図 8.2.21)¹)。

(山内)

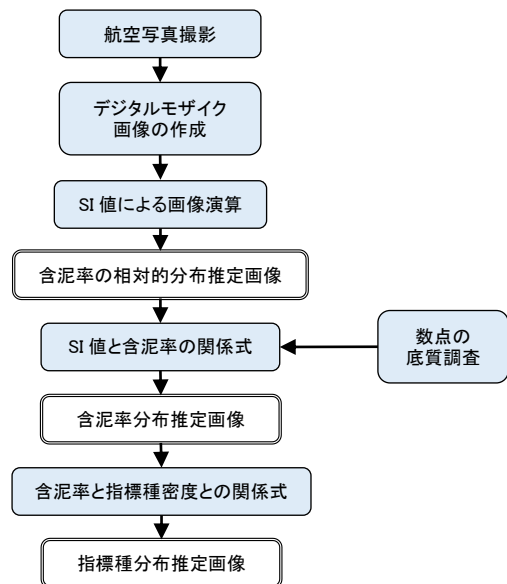


図 8.3.20 本手法による干潟底生生物指標種分布の調査手順

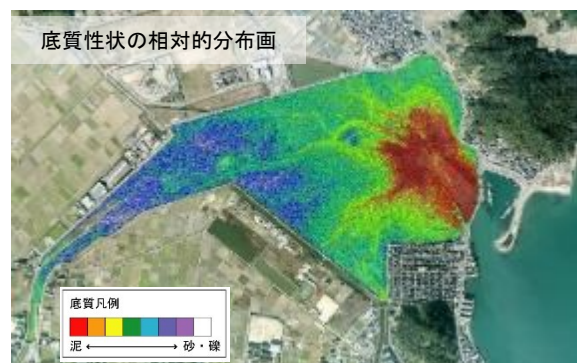


図 8.2.21 今津干潟への本手法の適用例(2003年1月17日撮影画像による底質性状の推定)

8.2.4 まとめ

・巣穴の数からヤマトオサガニ等大型底生生物の分布を把握するため、両者の分布実態等を現地踏査による干潟表面の写真撮影や現地採集により調査し、その関係を求めた。その結果、ヤマトオサガニの個体数密度と直径 15mm 以上の穴の個体数および底質の含泥率との間に高い相関関係が認められ、穴の数や底質からヤマトオサガニの個体数の推定が可能となったことが明らかとなった。

・曾根干潟でオサガニ類の個体数を定量的に把握するための必要サンプル数(信頼度 90%, 誤差±30%)は、50×50cm コドラート採集法ではヤマトオサガニが 67, オサガニが 40 と見積もられた。

・アサリ, シオフキ等二枚貝類の必要サンプル数(同信頼度, 同誤差)は 400~2,200, ヘナタリ, アラムシロ等巻貝類やオサガニ類は 40~550 で、大型底生生物の定量的把握には多数のサンプルが必要であることが分かった。

・巣穴の数の定量的把握のための必要サンプル数(同信頼度, 同誤差)は、穴大(直径 15~20mm)が 63, 穴極大(直径 20mm 以上)が 54 で、オサガニ類の必要サンプル数 40~70 と概ね一致した。

・現地採集調査から、曾根干潟に約 3,500±1,200 万個体(信頼度 95%)のヤマトオサガニが生息していることが推定された。

・干潟代表 6 地点で目視調査した巣穴の数とヤマトオサガニ採集個体数の各密度の相関式を用いて、曾根干潟全域 68 地点の平均巣穴数(目視による写真判定)からヤマトオサガニの生息数を推定すると約 3,600±660 万個体(信頼度 95%)で、採集調査による推定値と概ね一致した。

・ヤマトオサガニが分布する干潟表面の巣穴をデジタルカメラ搭載の RC ヘリを用いて上空 5m から撮影した結果、1枚の写真で 1×1m 枠のサンプル(写真)14~16 個が取得でき、撮影した区域の巣穴の数を目視による写真判定で把握するための必要サンプル数(信頼度 90%, 誤差±30%)の 2~8 個を十分確保できた。したがって、RC ヘリを使用すると巣穴の数が効率的に精度良く、しかも安全に調査できると考えられる。

・RC ヘリによる写真では、カニの活動個体、巻貝類も確認でき、RC ヘリが上空 2m 程度まで近づいてもカニが逃げないことなども明らかとなった。さらに、近年急速に開発が進み広く普及しているドローンを使用すれば、かなり低予算で同様の調査が可能になったと考えられる。

・曾根干潟の航空写真の画像解析を行い、含泥率と相関の高い画像演算値 $(R-B)/(R+B)$ を選定し、その相関式から干潟全面の含泥率の分布を推定した。この推定した含泥率、および含泥率とヤマトオサガニの個体数密度との相関式を用いて、曾根干潟におけるヤマトオサガニの分布、生息数を推定した。その結果、ヤマトオサガニの生息数は約 3,000 万個体と推定され、現地採集による推定結果約 3,500 万個体と概ね一致した。

謝辞:本研究は(財)河川環境管理財団の河川整備基金助成事業として実施しました。また、九州大学工学研究院環境社会部門教授の中山裕文氏にはスペクトル測定および画像処理に際して多大なご協力と適切なご助言をいただきました。心よりお礼申しあげます。

(奥田, 山内, 高比良)

参考文献

- 1) 小野勇一:河川整備基金助成事業「河口干潟生態系における環境評価手法の研究」報告書(助成番号 14-1-II-2-5), 40 pp., 河川環境管理財団, 2003.
- 2) 伊藤嘉昭:3. 個体数調査法(統計), 生物学教育講座7 動物の個体群と群集, pp.19-41, 東海大学出版会, 1980.
- 3) StatSoft: *STATISTICA*, StatSoft, Tulsa, Oklahoma.
- 4) リモートセンシング学会(編):基礎からわかるリモートセンシング, 319pp., 理工図書, 2011.
- 5) (独)国立環境研究所:多バンド画像解析手法, 平成15年度環境省委託業務結果報告書—不法投棄等衛星監視システム開発調査(平成16年3月), pp.9-26, 2004.3.
- 6) 松村皐月:可視光リモートセンシングが持つ深度情報, 水産工学, Vol.27, No.1, pp.65-68, 1991.

8.3 環境 DNA による干潟生物の定量・定性評価

2015 年、宮らによってバケツ一杯ほどの水をくんで環境 DNA を分析すると、そこにいる魚の種類が検出できるという画期的な調査手法が発表され¹⁾、テレビや新聞等のメディアにも多数取り上げられた。その後、本手法を用いた多くの研究が行われ、技術も進歩し、魚類だけでなく哺乳類や鳥類ほか様々な生物への適用も進んできたところである²⁾⁴⁾。

定量研でもカブトガニをはじめとする干潟生物調査への環境 DNA の活用方法について、これまで調査・検討を進め、学会等で発表してきた^{注1)}。その内容を以下に紹介する。

8.3.1 環境 DNA によるカブトガニ幼生分布調査の可能性

カブトガニの幼生調査は、前述のように干潮時に干潟を踏査し目視で個体を確認するのが一般的である。この目視調査では、幼生が干潟上を活発に這いまわっているときはその個体を見つけやすいが、泥中に潜って動いていない個体を見つけるのは難しい。特に、若い 1～2 齢の小さい個体の発見は困難であり熟練を要する。

また、九州大学等で産卵のために来浜するカブトガニ成体を対象に環境 DNA の研究が既に進められているとの情報があつた。

そこで、定量研では幼生調査の新たな手法として環境 DNA に着目し、当時、カブトガニ成体の DNA 分析で実績のあつた(一財)九州環境管理協会と共同で 2017 年から研究を開始した。これまでの研究成果は以下のとおりである。

(1) 底泥由来環境 DNA の検出確認調査

1) 採取地点・方法

曽根干潟内でカブトガニ幼生が多く生息する南干潟の地点と、ほとんど幼生がいない北干潟の地点(図 8.3.1)の底泥(採取日:2017 年 10 月 1 日)、干潟表面水および干潟間隙水(採取日:2018 年 9 月 9 日)を採取し、カ

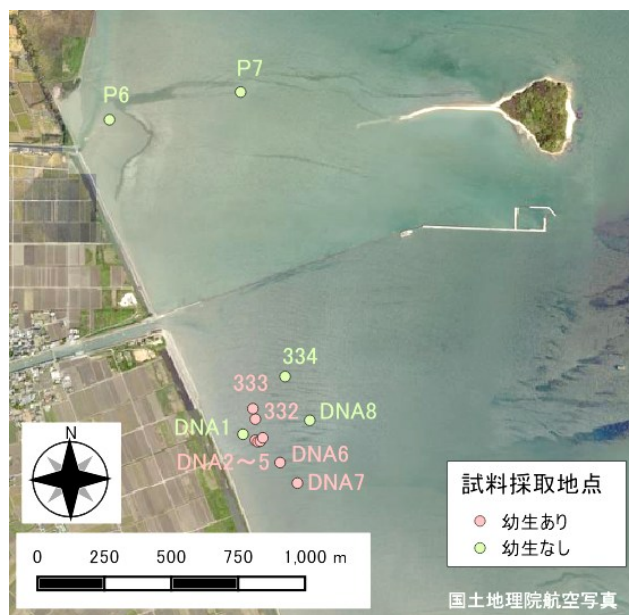


図 8.3.1 底泥由来の環境 DNA 調査地点



写真 8.3.1 底泥由来の環境 DNA の採取状況

ブトガニの DNA が検出できるかを調査した。各試料の採取方法は次のとおりである。

- 底泥:表面をプラスチックスプーンですくって 15mL チューブに採取(写真 8.3.1 左)。
- 干潟表面水:干出後に泥のくぼみ等に残っている水をプラスチックカップですくい 500mL ポリ瓶に採取(写真 8.3.1 中央)。
- 干潟間隙水:泥をスコップで 15cm ほど掘って湧き出してくる水をプラスチックカップですくい 500mL ポリ瓶に採取(写真 8.3.1 右)。

2) DNA 抽出方法

底泥は、冷凍保存した試料約 0.5g から ISOIL(ニッポンジーン)を使用して DNA を抽出した。

水試料は 4～8℃で静置し、土粒子が沈殿した状態で上澄みを GF/F フィルターでろ過し、フィルターから DNeasy Blood & Tissue kit(キアゲン)を使用して DNA を抽出した。

注1)・第1回環境 DNA 学会東京大会, 2018 年 9 月 29-30 日, 日本科学未来館。P04「干潟底質の環境 DNA によるカブトガニ空間利用調査の試み」大井和之, 高比良光治, 小島治幸。

・環境 DNA 学会第 3 回大会 第 36 回個体群生態学会 合同大会, 2020 年 11 月 14-16 日, オンライン。PP065「干潟の生物調査への環境 DNA 分析活用の試み」大井和之, 貞末加織, 宇野潔, 高比良光治, 小島治幸。

3) DNA 検出方法

カブトガニのミトコンドリア全塩基配列から Primer3plus を使用して cytb 遺伝子領域と ND5 遺伝子領域に各 1 組の Forward primer と Reverse primer と Internal probe を設計した。Internal probe は FAM-TAMRA で標識した。

Primer のみのインターカレーター法 (TB Green premix Ex Taq タカラバイオ) と Probe を用いる蛍光標識プローブ法 (Probe qPCR mix) の両方法での定量 PCR (qPCR) 分析を試行した。

定量 PCR 分析では、標本から採取したゲノム DNA の濃度 (38.7ng/μL) を濃度標準 1 としてカブトガニ DNA 濃度を計測した。また、陽性対照として、カブトガニを飼育した水槽水および水槽底泥を使用し小さい。

4) 調査結果

曽根干潟で採取した試料の DNA の検出結果を、カブトガニの飼育水槽から採取した試料の DNA 検出結果と併せて図 8.3.2 に示す。

カブトガニを継続的に飼育している施設 (まもる一む福岡) の飼育水槽水 (飼育水槽水 A) からは、カブトガニの標本から採取したゲノム DNA 溶液の DNA 濃度 (38.7ng/μL) を濃度標準 1 としたとき、 10^{-3} のオーダーの濃度のカブトガニ DNA が検出された。カブトガニ成体 1 個体を 2 日間飼育していた水槽水 (飼育水槽 B) から 10^{-4} のオーダーの濃度の DNA が検出された。3 齢幼生 1 個体を 2 日間飼育していた小型水槽の底泥からは 10^{-6} のオーダーの濃度の DNA が検出された。

干潟の表面水からは、付近で幼生が確認されている地点で 10^{-6} 未満の濃度の DNA が検出された。同一試料の反復で検出されない場合もあった。

干潟の底泥からは、幼生の這った痕跡を含むように

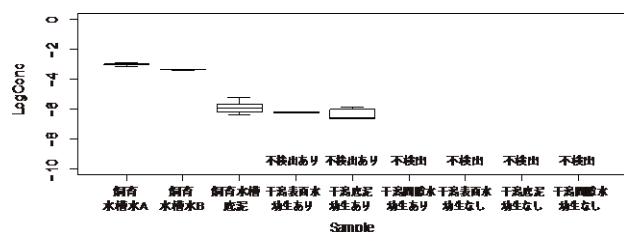


図 8.3.2 カブトガニ環境 DNA 濃度※

※標本から採取したゲノムDNAを濃度標準とした

採取した試料から 10^{-7} のオーダーの濃度の DNA が検出された。ただし、3 反復全て不検出の試料も多かった。

干潟の間隙水からは、付近で幼生が確認されている地点でも全て不検出であった。

付近で幼生の確認がない地点の試料からは、表面水、底泥、間隙水のいずれも不検出であった。

5) 考察

幼生あり地点の干潮時の干潟表面水 500mL からは底泥 0.5g の数倍の濃度のカブトガニ DNA が検出されたが、満潮時には海水が混合・拡散するため DNA 濃度が低く、検出が難しいものと考えられた。

干潟間隙水はいずれの地点でもカブトガニ DNA は検出できなかった。底泥内では微生物による有機物の分解が速く進行するため、検出が難しいことも要因と考えられた。

干潟表面の底泥は満潮水没時にも対象生物の DNA を保持している可能性があると考えられた。しかし、底泥、土壌試料は 0.5g 程度から DNA 抽出を行うので、0.5~2L をフィルターろ過する水試料に比べて、対象生物の老廃物や粘膜細胞などが含まれる確率が低くなり、幼生あり地点での低濃度の検出にとどまったと考えられた。

本調査結果から、底泥由来の環境 DNA からカブトガニ幼生の分布を把握するためには、表面土壌の効率的な採取方法の工夫、例えばドローンの活用や数十 g~1kg 程度の土壌試料から安価に DNA を抽出できる方法の開発が必要と考えられた^{注2)}。

そこで、定量研では 2019 年に DNA 抽出に DNA の収率の向上および土壌に含まれる PCR 阻害物質の除去効果が期待される DNeasy PowerSoil Kit を使い、底泥供試量の増量の試みとして 0.25g, 2.5g (0.25g を 10 回抽出), 2.5 g (0.25g を 10 回抽出後に再精製、濃縮) の泥からの DNA 抽出・分析を行ったが、どのサンプルからもカブトガニ DNA の検出は確認できなかった。

以上の結果から、幼生生息地点の底泥中または底泥に接触する間隙水や干潟表面水に含まれるカブトガニ DNA に分解したカブトガニ DNA 断片が含まれる可能性はあるものの、DNA 量は非常に僅かであり、底泥由

注2) 本調査結果は 2018 年 9 月 29 日, 30 日に東京 (日本科学未来館) で開催された第 1 回環境 DNA 学会大会でポスター発表を行った。

来の環境 DNA を用いてカブトガニ幼生分布の定量評価を行うのは現時点の技術では難しいと考えている。

(2) 表層水に含まれる環境 DNA の検出確認調査

定量研では、底泥由来の環境 DNA からの幼生分布の把握は現時点の技術では難しいと考え、既に技術が確立している環境水中の環境 DNA による幼生分布把握の可能性を2019年～2020年に検討したので以下に紹介する。

1) 採取地点・方法

2019年は9月15日の満潮時に図 8.3.3 に示す堤防沿い4地点(A1',E0',P10',P6')の各水際で500mLの滅菌ポリ瓶を直接海水中に沈め、500mLの表層水を採取した。DNAの分解を防止するため、採取した表層水に10%核酸分解防止剤(BAC:塩化ベンザルコニウム、商品名オスバン-S)を終濃度0.01%になるように0.5mL添加し、転倒混和して攪拌した。採取試料は持ち帰りから過まで保冷した。

2020年は10月4日の上げ潮時に表層水を図 8.3.3 に示すD3で、満潮時にD1～D6の各地点で、下げ潮時にD3とD4で各1サンプルの計9サンプルを護岸から紐付きバケツを使用して採取した。現地ろ過ではカートリッジフィルター(ステリベクスHV、孔径0.45 μ m)を使用し、RNA laterを2mL入れて保冷して持ち帰った。採水時間の都合で現地ろ過できなかったサンプルは、1Lポリ瓶に入れ塩化ベンザルコニウムを1.2mL添加して保冷して実験室に持ち帰り、その日のうちにステリベクスでろ過した。ステリベクスによる各サンプルのろ過量は500～700mLで、ろ過後は-20 $^{\circ}$ Cで冷凍保存した。

なお、サンプリングから保存までの方法は、環境DNA学会が発行する「環境DNA調査・実験マニュアル Ver.2.2(2020年4月3日発行)」⁹⁾を参照した。

2) DNA抽出方法

2019年は、試料の入ったポリ瓶を4～8 $^{\circ}$ Cで静置し、土粒子が沈殿した状態で上澄み液をガラス繊維ろ紙(GF/F:粒子保持能0.7 μ m)でろ過し、DNA抽出作業を行うまで-20 $^{\circ}$ Cで冷凍保存した。DNA抽出はろ紙から市販のDNA抽出キットであるDNeasy Blood & Tissue kitを使用してプロトコルに従って行った。

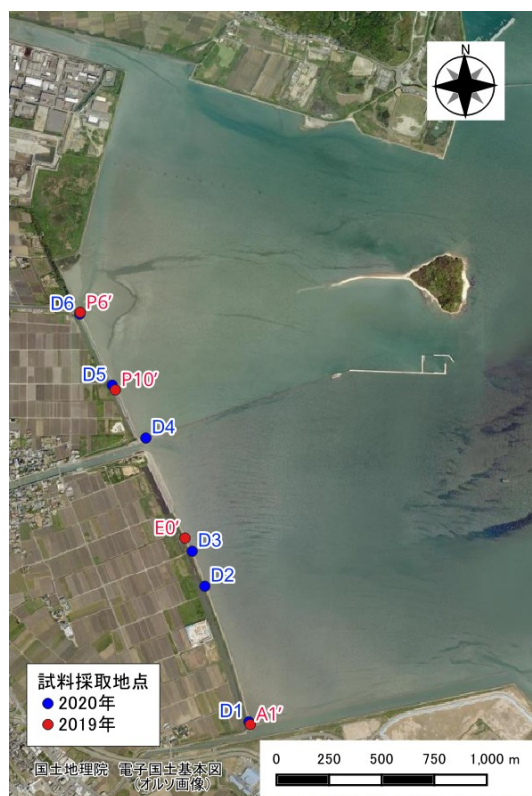


図 8.3.3 表層水に含まれる環境 DNA の調査地点

2020年は、解凍したカートリッジフィルターの注入口を下にして3000 \times gで30秒遠心し、フィルター内に残っている水分を除去した後、DNA抽出バッファー(AL+PBS+ProK)440 μ Lをフィルター内に入れてローテーターで回転させながら56 $^{\circ}$ Cで20分保温した。遠心で抽出バッファーをマイクロチューブに移し、環境DNA調査・実験マニュアル Ver.2.2⁹⁾に従ってDNeasy Blood & Tissue kitを使用してカラムによるDNA抽出を行い、200 μ LのAEバッファーで溶出した。

3) 定量PCR

2019年はインターカレーター法により、リアルタイムPCR装置を用いて、定量PCR試薬TB Green premix Ex Taqを使用してプロトコルに従って行った。予備試験は各地点4反復、本試験は各地点8反復であった。標準試料には今津干潟のカブトガニ幼体の脚から採取したゲノムDNAを用い、プライマーは前述の泥試料と同様のものを使用した。蛍光色素を加えてPCRを行い1サイクルごとの蛍光強度を測定してDNAの増幅曲線を描き、反応液中の対象DNA濃度を評価した。分析の最後には融解曲線分析を追加した。

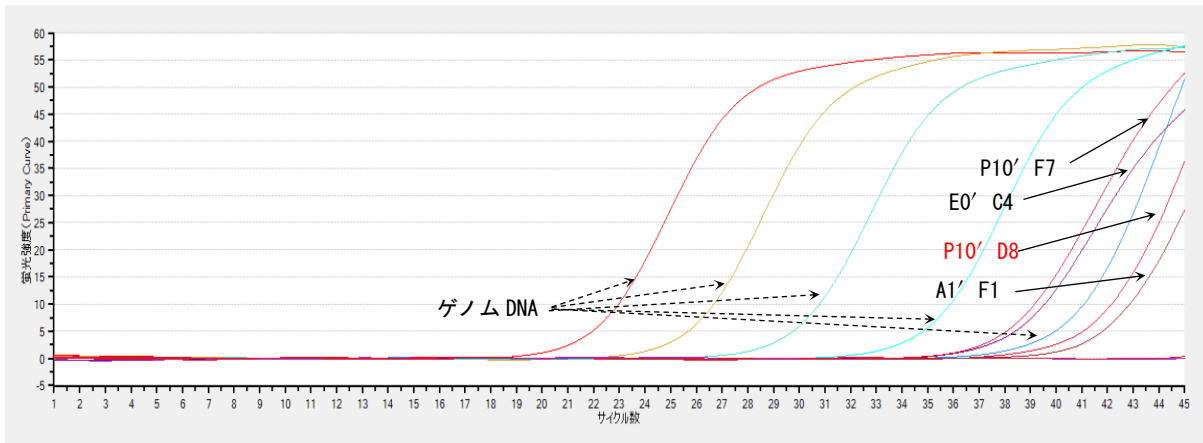


図 8.3.4 定量 PCR における増幅曲線(2019 年)

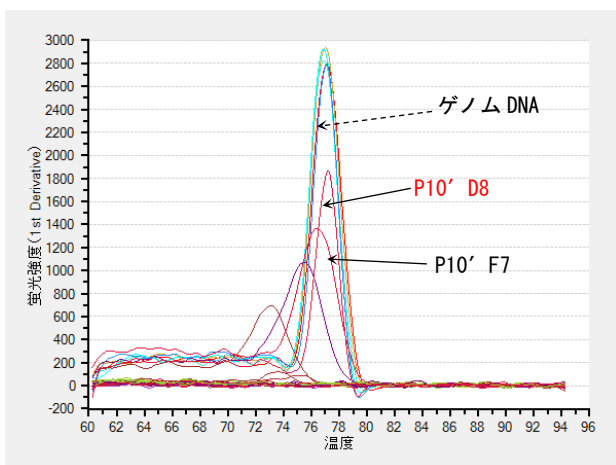


図 8.3.5 定量 PCR における融解曲線(2019 年)

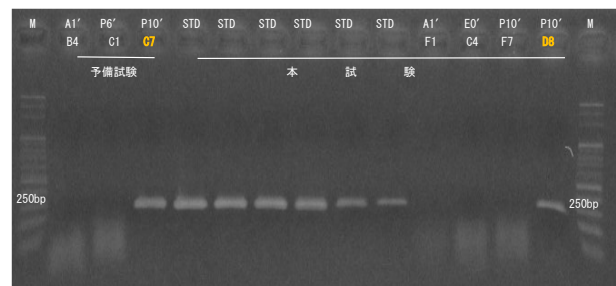


図 8.3.6 アガロース電気泳動像(2019 年)

M :DNA ラダーマーカー
 上段:地点名, 上段 STD:ゲノム DNA
 下段:ウェル(分析時配置名)

表 8.3.1 カブトガニの環境 DNA 測定結果(2019 年)

試料名	採取日	採水時刻	分析回数 (検出数)	DNA濃度*
A1'	2019.9.15	8:00	12 (0)	不検出
E0'	2019.9.15	8:10	12 (0)	不検出
P10'	2019.9.15	8:32	12 (2)	不検出 検出: 6.54×10^{-9} 検出: 5.55×10^{-7}
P6'	2019.9.15	8:45	12 (0)	不検出

*DNA濃度は標本から採取したゲノムDNA溶液(濃度38.7ng/ μ L)を1とした相対値である。

2020 年も 2019 年と同様の方法で定量 PCR (qPCR) 分析を行った。

4) 2019 年調査結果

抽出した DNA 溶液の濃度は、蛍光光度計で測定した結果、1.5-6.0 ng/ μ L の範囲であった。

定量 PCR において増幅が認められ(図 8.3.4)、かつカブトガニゲノム DNA の融解温度と近似するサンプル(図 8.3.5)はアガロースゲル電気泳動を行い(図 8.3.6)、250 塩基対程度に増幅が認められたサンプルを検出した。図 8.3.4、図 8.3.5 において F7, D8 は分析時の配置名を示す。本試験 P10' 地点の F7 と D8 は近似するが、図 8.3.6 で P10' 地点の F7 は増幅が認められなかったため不検出、D8 は増幅が認められたため検出とした。その結果、採水地点 P10'において、予備試験で 1 サンプル(4 反復中)、本試験で 1 サンプル(8 反復中)、合計 2 サンプル(合計すると 12 反復中)の検出が認められた。

カブトガニの DNA 濃度標準 1 に対して、採水地点 P10'において予備試験では 6.54×10^{-9} (C7, 図 8.3.6)、本試験では 5.55×10^{-7} (D8, 図 8.3.6)の DNA 濃度が検出された(表 8.3.1)。操作上、コンタミネーションの可能性は低いため、非常に微量な DNA が検出されたと考えられる。

5) 2020 年調査結果

標本から採取したゲノム DNA を濃度標準として、定量 PCR によりカブトガニ DNA 濃度を計測した。CT 値の算出は CP 法で行い、融解曲線が陽性対照(ゲノム DNA)の Tm(76.0~77.2°C)の範囲に含まれたサンプルのみ陽性と判定した。カブトガニの環境 DNA は、D1 のサンプルで 4 回中 3 回検出された(表 8.3.2)。そのほかのサンプルからは DNA は検出されなかった。対照サンプルとして 2018 年に 4 分析中 1 回検出されていた地点 332(図 8.3.1)の表面水の DNA を 1 回測定したところ陽性であった。検出された D1 地点はカブトガニ幼生が多く確認されている曾根干潟南部の末端であり、採水時刻は満潮前の午前 9 時 5 分であった。カブトガニの DNA を含む糞などが水中に含まれる量はごくわずかであるが、上げ潮に乗って沿岸まで到達していると考えられる。それが満潮になると希釈・拡散、あるいは沈降・分解してしまい、検出が困難になるものと推察される。

護岸での上げ潮時の採水サンプルでも、DNA 供給と分解、潮の流れをモデリングすることにより沖合のカブトガニの分布を推定することは可能と考えられるが、現在の環境 DNA の検出感度とコストから考えるとあまり現実的な手法ではないといえる。

8.3.2 環境 DNA による生物相把握の試み

定量研では、2019 年から 2021 年にかけてカブトガニの環境 DNA 調査に併せて、甲殻類や魚類を対象にした網羅的解析(メタバーコーディング法)を実施し、干潟域での環境 DNA を用いた生物相把握の可能性について検討した。以下に、2019 年と 2021 年の調査結果を紹介する。

(1) 環境 DNA サンプルの採取地点・方法

図 8.3.7 に示す地点で 2019 年は 9 月 15 日に水試料と泥試料を、2021 年は 9 月 19 日に水試料のみを採取した。

水試料は満潮時に海水を護岸から 500mL 滅菌ポリ瓶に直接採水した。DNA の分解を防止するため、採取した表層水に 10%塩化ベンザルコニウムを終濃度 0.01%になるように 0.5 mL 添加し、転倒混和して攪拌し

表 8.3.2 カブトガニの環境 DNA 測定結果(2020 年)

試料名	採取日	採水時刻	分析回数 (検出数)	DNA濃度*
D1	2020.10.4	9:05	4(3)	5.12~8.90×10 ⁻⁷
D2	2020.10.4	9:45	4(0)	不検出
D3-1 上げ潮時	2020.10.4	8:30	4(0)	不検出
D3-2 満潮時	2020.10.4	9:50	4(0)	不検出
D3-3 下げ潮時	2020.10.4	13:00	4(0)	不検出
D4-1 満潮時	2020.10.4	10:15	4(0)	不検出
D4-2 下げ潮時	2020.10.4	13:15	4(0)	不検出
D5	2020.10.4	10:05	4(0)	不検出
D6	2020.10.4	10:25	4(0)	不検出
(対照)332泥表面水	2018.9.9	—	1(1)	8.21×10 ⁻⁷

*DNA濃度は標本から採取したゲノムDNA溶液(濃度38.7ng/μL)を1とした相対値である。



図 8.3.7 曾根干潟における甲殻類や魚類を対象にした環境 DNA の網羅的解析調査地点

た。持ち帰りからろ過まで保冷した。

泥試料は底泥表面をプラスチックですくって 50mL チューブに採取した。試料は保冷して持ち帰り、-20°C で冷凍保存した。

2021 年は満潮時に北干潟のヨシ原近傍(D-1)と南干潟の貫川南護岸近傍(D-2)のそれぞれ周辺 5 か所で採水・混合した。2021 年は各地点周辺の水を混合することで、2019 年より多くの種とヨシ原依存種の検出を期待した。

(2) DNA 抽出・解析方法

水試料は 4~8℃で静置し、土粒子が沈殿した状態で上澄みを GF/F フィルターでろ過し、フィルターから DNeasy Blood & Tissue kit(キアゲン)を使用して DNA を抽出した。

泥試料は 0.25g を DNeasy PowerSoil Kit を使用して DNA を抽出し、この 10 回分をまとめて1試料とした(供試料 2.5g)。

網羅的解析には、甲殻類を対象としたプライマー MiDeca⁴⁾を使用し、2019 年の水試料については魚類を対象にしたプライマー MiFish¹⁾も使用した。

次世代シーケンサー(NGS)は iSeq100(イルミナ社製)を使用し、FASTAQ ファイルの解析には USERCHv11 を使用した。

(3) 調査結果

1) MiDeca による甲殻類の DNA 検出

MiDeca を用いて DNA が検出された甲殻類は、表 8.3.3 に示す 23 種類(OTU^{注3)})で、曾根干潟に普通に生息するものである。

これまでの目視確認や採集記録と比較すると採水地点が限られていたためか、クロベンケイガニやアシハラガニなどヨシ原に生息する種は検出されなかった。

マメコブシガニは、リファレンス^{注4)}から当初カネココブシに判定されたが、カネココブシは曾根干潟での確認記録がなかったため、現地で採取したマメコブシガニ標本の 16SrRNA 領域塩基配列をシーケンスしたところ 100%一致した。

エビ類では、サクラエビ科、テナガエビ科、テッポウエビ科などリファレンスが 80~90%しか一致しない種類(OUT)が 3 つあった。種名の明らかな標本のリファレンス配列の整備が必要と考えられる。

泥試料 S1~S4 は、水試料 W1~W4 に比べて検出種数が圧倒的に少なく、本手法による泥試料からの甲殻類の DNA の検出は難しいと考えられる。

表 8.3.3 MiDeca による甲殻類の DNA 検出結果

+: 検出

和名	2019年								2021年	
	W1	W2	W3	W4	S1	S2	S3	S4	D-1	D-2
1 シバエビ						+				
2 サクラエビ科		+				+	+			
3 ミナミヌマエビ				+						
4 カワリヌマエビ属				+						
5 テナガエビ科	+									
6 シラタエビ										+
7 テッポウエビ科		+								
8 ユビナガホンヤドカリ			+	+						
9 ハサミシヤコエビ										+
10 アナジャコ		+	+	+		+		+		
11 マメコブシガニ	+									
12 タイワンガザミ/ガザミ			+	+						
13 ガザミ				+						
14 サワガニ				+						
15 アカテガニ				+						+
16 フタバカクガニ				+						
17 モクスガニ				+						
18 ヒライソガニ						+				
19 ケフサイソガニ				+						+
20 タカノケフサイソガニ	+	+								+
21 オサガニ		+		+	+					
22 ヤマトオサガニ	+		+	+					+	+
23 ハクセンシオマネキ										+
種類数	4	5	4	13	1	4	1	2	5	3

注) W1~W4は水試料, S1~S4は泥試料, D-1~D-2は水試料

水試料では、ヨシ原や大野川河口に近い W4 で検出された種類が最も多く、実際の生物多様性の高さを反映しているものと考えられた。

2021 年の試料は調査地点周辺 5 か所の混合水であったが、D-1 が 5 種、D-2 が 3 種と期待したほど多くの種類は検出できなかった。この理由の一つとして、調査前の 9 月 17 日夜に台風 14 号が曾根近傍を通過し、その影響で DNA が希釈・拡散した可能性が考えられた。

2) MiFish による魚類の DNA 検出

MiFish を用いて DNA が検出された魚類は、表 8.3.4 に示す 29 種で、曾根干潟やその流入河川に普通にみられるものである。

W4 地点は MiDeca の場合と同様に種類数が多かった。これは W4 地点が大野川河口に近く、純淡水魚が 8 種類検出されたことが要因である。

注3) OTU:Operational Taxonomic Unit 操作的分類単位の略で、塩基配列をコンピュータ上でその類似度を指標に分類したときに得られる単位をいう。クラスタリングで相関性が高い塩基配列を1まとまりとして扱うための単位⁹⁾。今回の MiDeca の解析結果では甲殻類 23OTU(本稿では同一の意味で「種類」を使用し、「種」と区別した)が得られ、この中にはサクラエビ科など種名が確定していないものも含まれる。

注4) リファレンス:種の同定に参照する塩基配列(リファレンス配列)のことで、分析で得られた代表配列に対して、このリファレンスのデータベースを参照して種を特定する。

表 8.3.4 MiFish による魚類の DNA 検出結果

和名	+ : 検出			
	W1	W2	W3	W4
1 ツバクロエイ	+			
2 ニホンウナギ (通し回遊魚)				+
3 サッパ ^{※1}	+	+		+
4 フナ属の一種 (純淡水)	+			+
5 ギンブナ ^{※2} (純淡水)				+
6 コイ (純淡水)	+			
7 タモロコ (純淡水)				+
8 オイカワ (純淡水)				+
9 カマツカ (純淡水)				+
10 タカハヤ ^{※4} (純淡水)	+	+		+
11 セスジボラ				+
12 ボラ	+	+	+	+
13 メナダ	+			+
14 トウゴロウイワシ		+		+
15 ミナミメダカ				+
16 サヨリ		+	+	
17 スズキ				+
18 ヒイラギ		+		
19 クロダイ		+		
20 ドンコ				+
21 マハゼ				+
22 アシシロハゼ				+
23 ツマグロスジハゼ			+	
24 タビラクチ ^{※3}				+
25 ヒモハゼ	+			
26 ビリンゴ				+
27 トビハゼ		+		+
28 ヨシノボリ属 ^{※5} (通し回遊魚)	+			
29 クサフグ類	+			
種類数	10	8	3	21

※1 DNAの解析結果ではカタボシイワシまたはサッパと判定された。曾根干潟域ではサッパが普通にみられるためサッパとした。

※2 解析結果ではキンギョギベリオプナに判定されたが、これらの種は本流入河川では希であり、普通にみられるギンブナとのMiFishでは判別がつかないため、ギンブナとして掲載した。

※3 解析結果ではタビラクチ属と判定された。我国で確認されているタビラクチ属は曾根に生息するタビラクチ一種のみであり、タビラクチとした。

※4 タカハヤ及び同属の一種 (*Phoxinus* sp.) の2種類が検出されたが、近隣で生息しているのはタカハヤのみであるため、あわせてタカハヤとした。

※5 ヨシノボリ属とは別にピワヨシノボリ(当地域及び周辺で確認されたことがない)とDNAが類似する種が検出されたが、北部九州にはMiFishで本種と判別がつかないトウヨシノボリ、シマヨシノボリ等のヨシノボリ属が普通に生息しており、あわせてヨシノボリ属とした。

8.3.3 まとめ

カブトガニをはじめとする干潟生物調査への環境DNAの活用方法について検討した結果の概要は次のとおりである。

- 干潟の表面水および間隙水、底泥からカブトガニ幼生由来の環境DNAの検出を試みた結果、表面水および底泥からDNAが検出されたが、その濃度は低く、検出頻度も低かった。また、間隙水からは環境DNAは検出されなかった。

- 底泥由来の環境DNAからカブトガニ幼生の分布を把握するためには、表面土壌の効率的採取方法、例えばドローン採取や底泥からのDNA抽出技術の開発が必要と考えられた。

- 表層水からカブトガニ幼生由来の環境DNAの検出を試みたが、その濃度は低く、検出は困難と考えられた。

・環境DNAによる魚類、甲殻類の生物相の把握を試みた結果、魚類相については一度に多数の種が把握でき、有効と考えられたが、甲殻類については現状では目視調査の方が確認種類数が多いこと、DNAのリファレンスデータがまだ不十分であることなどから、現時点では有効な調査方法とまではいえない状況にあった。今後リファレンスデータの充実を含めた調査手法の進展に期待したい。

(大井, 貞末)

参考文献

- 1) Miya, M., Sato, Y., Fukunaga, T., Sado, T., Poulsen, J. Y., Sato, K., Minamoto, T., Yamamoto, S., Yamanaka, H., Araki, H., Kondoh, M. & Iwasaki, W.: MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species. *Royal Society open science*, 2(7), 150088, 2015.
- 2) Ushio, M., Fukuda, H., Inoue, T., Makoto, K., Kishida, O., Sato, K., Murata, K., Nikaido, M., Sado, T., Sato, Y., Takeshita, M., Iwasaki, W., Yamanaka, H., Kondoh, M. & Miya, M.: Environmental DNA enables detection of terrestrial mammals from forest pond water. *Molecular Ecology Resources*, 17(6), e63-e75, 2017.
- 3) Ushio, M., Murata, K., Sado, T., Nishiumi, I., Takeshita, M., Iwasaki, W., & Miya, M.: Demonstration of the potential of environmental DNA as a tool for the detection of avian species. *Scientific reports*, 8(1), 4493, 2018.
- 4) Komai, T., Gotoh, R. O., Sado, T. & Miya, M.: Development of a new set of PCR primers for RedNA metabarcoding decapod crustaceans. *Metabarcoding and Metagenomics*, 3, e33835, 2019.
- 5) 環境DNA学会: 環境DNA調査・実験マニュアル Ver.2.2, 2020.
- 6) 環境省自然環境局生物多様性センター: 環境DNA分析技術を用いた淡水魚類調査手法の手引き(第1版), 42pp., 2020.6.

9. 曾根干潟に関連する調査・研究活動および資料

NPO法人自然環境定量評価研究会は、当初、1999年3月に九州大学名誉教授 小野勇一を代表者に「生物及び自然環境定量評価研究会」(任意団体)として活動を始めた。2007年7月に名称を「自然環境定量評価研究会」と改称し、2016年1月九州共立大学名誉教授小島治幸に会長を交代し、2017年3月に法人化し「NPO法人自然環境定量評価研究会」として活動を続けてきた。

現在までに、本研究会及び研究会員個人が発表した論文、報告書などを以下に整理した。

また、今までの主たる研究の場である北九州市小倉南区の曾根干潟に関係する論文、報告書などを改めて調査し、曾根干潟の記述があるもの、曾根干潟の情報が認められるものについても併せて整理した。

整理した項目は次のとおりであり、それぞれ表 9.1～表 9.8 に示す。

- ・調査・研究活動の足跡・・・表 9.1
- ・本研究会の報告書・・・表 9.2
- ・曾根干潟関連の論文・・・表 9.3
(本研究会会員関係の論文を色分けした)
- ・曾根干潟関連の報告書・・・表 9.4
- ・曾根干潟関連の新聞記事・・・表 9.5
- ・その他の曾根干潟関連資料・・・表 9.6
- ・曾根干潟関連動画・・・表 9.7
- ・曾根干潟をテーマにした web サイト・・・表 9.8

(町田)

表 9.2 本研究会の報告書

定量研とは本研究会の略称

番号	発表年月日	タイトル	著者	発表元
「生物及び自然環境定量評価研究会」の助成研究報告書				
1	20030300	第10回河川整備基金助成事業成果発表会 指定課題助成研究報告書 ～良好な河川環境をめざして～ 河川環境の評価手法に関する研究「河口干潟生態における環境評価手法の研究」報告書	定量研	河川環境管理財団
2	20030000	河口干潟生態系における環境評価手法の研究(ラジコンヘリによる干潟底生動物分布把握手法)	奥田 哲也(応用技術(株))	応用技術(株)
3	20070630	河川整備基金助成事業「河口干潟生態系の評価・モニタリングに有効な指標生物抽出技術および群集比較法等の開発」	定量研	河川環境管理財団
4	20050501	生物及び自然環境定量評価研究会・研究報告「環境管理」	高比良 光治, 山内 鋭司, 宇野 潔	九州環境管理協会
「自然環境定量評価研究会」の助成報告書				
5	20130500	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」平成24年度活動報告書	定量研/みなとや海辺の活動支援	北九州市
6	20140000	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」平成25年度活動報告書	定量研/みなとや海辺の活動支援	北九州市
7	20150000	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」平成26年度活動報告書	定量研/みなとや海辺の活動支援	北九州市
8	20160000	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」平成27年度活動報告書	定量研/みなとや海辺の活動支援	北九州市
9	20170000	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」平成28年度活動報告書	定量研/みなとや海辺の活動支援	北九州市
「NPO 法人自然環境定量評価研究会」の助成報告書				
10	20180300	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」平成29年度活動報告書	定量研/みなとや海辺の活動支援	北九州市
11	20190300	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」平成30年度活動報告書	定量研/みなとや海辺の活動支援	北九州市
12	20200300	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」令和元年度活動報告書	定量研/みなとや海辺の活動支援	北九州市
13	20210300	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」令和2年度活動報告書	定量研/みなとや海辺の活動支援	北九州市
14	20220300	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」令和3年度活動報告書	定量研/みなとや海辺の活動支援	北九州市
15	20230300	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」令和4年度活動報告書	定量研/みなとや海辺の活動支援	北九州市
16	20200316	「曽根干潟生きもの観察会」事業実施報告書 2019 年助成事業	定量研/未来のみなとづくり助成	一般財団法人みなと総合研究財団
17	20210326	「曽根干潟生きもの観察会」事業実施報告書 2020 年助成事業	定量研/未来のみなとづくり助成	一般財団法人みなと総合研究財団
18	20220300	「曽根干潟生きもの観察会」事業実施報告書 2021 年助成事業	定量研/未来のみなとづくり助成	一般財団法人みなと総合研究財団
研究会の活動報告書				
19	20130300	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」平成24年度活動報告書	定量研	同左
20	20140200	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」平成25年度活動報告書	定量研	同左
21	20150300	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」平成26年度活動報告書	定量研	同左
22	20160300	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」平成27年度活動報告書	定量研	同左
23	20170000	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」平成28年度活動報告書	定量研	同左
24	20180300	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」平成29年度活動報告書	定量研	同左
25	20190300	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」平成30年度活動報告書	定量研	同左
26	20200300	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」令和元年度活動報告書	定量研	同左
27	20200300	「曽根干潟と博多湾における環境活動とアンケート調査」 令和元年度活動報告書	定量研	同左
29	20210300	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」令和2年度活動報告書	定量研	同左
30	20220300	「曽根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動」令和3年度活動報告書	定量研	同左
実績				
31	20120000	曽根干潟の生き物・かんたんガイドブック	定量研	同左
32	20150000	たいせつな生き物いっぱい 曽根干潟	定量研	同左
32	20201114	干潟の生物調査への環境 DNA 分析活用の試み	大井 和之, 貞末 加織, 宇野 潔, 高比良 光治, 小島 治幸	第3回環境 DNA・学会第36回個体群生態学会ポスター発表

表 9.3 曾根干潟関連の論文

黄色は定量研究会関係

番号	発表年月日 (西暦年月日)	タイトル	著者	発表元
1	19930000	福岡県曾根干潟におけるズグロカモメの越冬数の年変化と季節変化	武下雅文, 佐藤一雄, 林修	日本野鳥の会 strix12
2	19940000	福岡県曾根干潟におけるツクシガモ <i>Tadorna tadorna</i> の越冬数の年変化と季節変化	武下雅文, 佐藤一雄, 武石全慈	日本野鳥の会 strix13
3	19950600	戦後干拓事業の変遷について	吉武美孝, 松本伸介, 篠和夫	農業土木学会論 文集177
4	19960000	日本におけるズグロカモメの生息記録	武下雅文	日本野鳥の会 strix14
5	20000000	海岸の環境ポテンシャルに関するアンケート調査法	小島治幸, 片平誠一郎, 入江功, 小野信幸	海岸工学論文集 47
6	20000600	北九州市曾根干潟の間島背後に形成された comet tail 上のカプトガニの自然産卵地と人工産卵地の現地調査	清野聡子ほか5名	海洋開発論文集 16
7	20010000	内湾の貝類「最後の楽園」周防灘—そして私たちがなすべきこと	福田宏	日本ベントス学会 誌56
8	20020000	河口干潟生態系における環境評価手法の研究—航空写真による干潟底生動物把握手法—	山内鋭司, 高比良光治, 馬場崎正博, 小野勇一	応用生態工学会 第7回研究発表 会講演集
9	20020000	河口干潟生態系における環境評価手法の研究—ラジコンヘリによる干潟底生動物分布把握手法—	奥田哲也, 高比良光治, 町田 実, 馬場崎正博, 小野勇一	応用生態工学会 第7回研究発表 会講演集
10	20020000	空中写真でみる曾根干潟の生態系	山内鋭司	写真測量とリモ ートセンシング41
11	20020000	干潟海岸に対する児童生徒の環境意識	森本健太郎ほか4名	海岸工学論文集 49
12	20020300	周防灘と曾根干潟における自然環境指標の特性	上殿高広, 岡野太樹, 小 島治幸	土木学会西部支 部・2002年3月発 表会
13	20021000	北部九州沿岸における自然環境指標の特性に関する研究	小島治幸ほか5名	海岸工学論文集 49
14	20030700	CVMによる干潟海岸の環境価値に関する研究	四角公一, 小島治幸, K.S.Saawar Uddin AHMED, 後藤恵之輔	海洋開発論文集 19
15	20040000	「空港とカプトガニ」	池田高則, 松崎和博	平成16年度九州 国土交通研究会
16	20040600	沿岸域の自然環境評価手法に関する研究	原喜則, 小島治幸, 入江 功, 山城賢	海洋開発論文集 20
17	20050000	曾根干潟の自然環境特性に関する研究	安東典之, 正岡和昌, 小 島治幸	九州共立大学 H17年度卒論
18	20050600	曾根干潟におけるズグロカモメの餌生物把握調査	小野原一, 高比良光治	多自然研究 No117
19	20060000	曾根干潟におけるカプトガニ幼生の生息環境に関する基礎研究	平部真士, 小島治幸	九州共立大学 H18年度卒論
20	20060000	干潟を利用する渡り鳥の現状	天野一葉	地球環境 11 (2)
21	20060700	曾根干潟の自然環境特性に関する研究	原喜則ほか5名	海洋開発論文集 22
22	20060800	日本の干潟の現状と未来	花輪伸一	地球環境 11 (2)
23	20070200	GISを用いた沿岸環境データベースの構築に関する研究	江崎正文, 原喜則, 小島 治幸	九州共立大学研 究報告
24	20070700	曾根干潟におけるカプトガニ幼生生息環境の物理特性に関する基礎的研究	原喜則ほか5名	海洋開発論文集 23
25	20080000	曾根干潟におけるカプトガニ幼生と底質特性に関する一考察	原喜則ほか5名	海洋開発論文集 24
26	20080300	曾根干潟におけるカプトガニ幼生の生息環境について	伊藤達矢ほか6名	土木学会西部支 部・2008年3月発 表会
27	20090300	曾根干潟におけるカプトガニ幼生の個体数変化と生息環境について	熊谷和也ほか5名	土木学会西部支 部・2009年3月発 表会
28	20090300	北九州空港島周辺の沿岸環境データベースを用いた自然環境評価に関する一考察	原喜則, 小島治幸, 鄒曙 光	沿岸域学会誌 21 巻4号
29	20100900	曾根干潟における地形と底質・底生動物特性について	熊谷和也, 小島治幸, 鄒 曙光	土木学会第65回 年次学術講演会
30	20110000	空中写真利用による泥質干潟の潜孔性底生動物の簡易定量手法	馬場崎ほか4名	応用生態工学 13(2)
31	20110200	曾根干潟における地形と底質, 底生動物の特性について	熊谷和也ほか4名	九州共立大学工 学部研究報告 35

番号	発表年月日 (西暦年月日)	タイトル	著者	発表元
32	20120000	周防灘西部海域における流動・濁り・低次生態結合型モデリング	吉田秀樹ほか4名	土木学会論文集 B2(海洋工学)68
33	20150300	朽網川導流堤の改変に伴う曽根干潟の地形変化の数値計算	小島治幸, 鄒曙光	九州共立大学総合 研究所紀要 8
34	20151000	都市周辺部における政策的二面性と地域形成ー北九州市郊外を対象としてー	三輪仁, 池島祥文	九州国際大学経営 経済論集 22(1)
35	20170000	絶滅危惧種カブトガニの保全を目的とした実践調査体験 in 北九州市曽根干潟	野上凌, 泉山真寛, 水守 裕一, 東垣大祐	共生のひろば 12 号
36	20170700	北九州空港島周辺海域と曽根干潟における自然環境特性	小島治幸, 原喜則, 平山 直樹, 清水敬司	九州共立大学総合 研究所紀要 10
37	20170920	福岡県曽根干潟におけるカブトガニ幼体の密度と幼体生息場所及び成体産卵場所 の底質	飯田健ほか6名	広島大学 FSC 報 告 15号
38	20170920	里海瀬戸内海に産する生きた化石カブトガニの保全に関する研究	大塚攻	福武財団 瀬戸内 海地域振興助成 成果報告
39	20180612	福岡県曽根干潟におけるカブトガニ幼体の密度と底質の物理環境特性	飯田健ほか8名	広島大学 FSC 報 告 16号
40	20190700	カブトガニ生息地である曽根干潟沖合の 2017 年夏季の海洋環境, 特に貧酸素水塊 の有無について	近藤裕介ほか8名	広島大学 FSC 報 告 17号
41	20210000	人間の自然観の変遷を考える野外観察プログラムの設計とその環境教育効果ー北九 州市貫・曽根地域を例として	野井英明, 梅崎恵司	北九州市立大学 文学部紀要, 人 間関係学科 28
42	20220117	堆積物中における溶存硫化物簡易測定のための間隙水採取法	山本千裕, 小塩和輝, 野 口寛, 山崎惟義	土木学会論文集 B1(水工学)78(1)

表 9.4 曾根干潟関連の報告書

番号	発表年月日 (西暦年月日)	タイトル	著者	発表元
1	19960300	平成7年度曾根漁港海域環境調査委託報告書	北九州市((財)九州環境管理協会)	北九州市
2	19960300	周防灘南西部海域(豊前海)における貧酸素水塊形成機構に関する研究	神箇真人/豊前海研究所	福岡県水産海洋技術センター研究報告第6号
3	19980000	海外業務報告「日中ズグロカモメ共同調査」	岡部海都	九州環境管理協会誌「環境管理」
4	19980300	人工護岸の漁礁効果	佐藤博之, 江藤拓也, 神箇真人, 桑村勝士	福岡県水産海洋技術センター研究報告第8号
5	19980300	夏季の周防灘の底質環境とマクロベントスの分布	江藤拓也, 佐藤博之, 神箇真人	福岡県水産海洋技術センター研究報告第8号
6	19990002	ズグロカモメの生態学的研究 1997年度/プロナトゥーラファンド助成成果報告	邱英杰	(公財)自然保護助成基金
7	19990003	ズグロカモメの生態学的研究 1998年度/プロナトゥーラファンド助成成果報告	邱英杰	(公財)自然保護助成基金
8	19990300	曾根干潟保全・利用計画	北九州市	同左
9	20020300	豊前海における水質とプランクトン相の変化	片山幸恵, 江崎恭志, 長本篤	福岡県水産海洋技術センター研究報告第12号
10	20030000	沿岸海域基礎調査報告書(行橋地区)	国土地理院	国土地理院 HP
11	20060100	平成17年度曾根干潟環境調査(底質等)業務委託報告書	北九州市環境局((株)三洋コンサルタント)	北九州市
12	20060300	H17年度未確立環境影響評価予測モデル(干潟生態系関連)検討調査報告書「干潟生態系に関する環境影響評価の今後のあり方」	(株)セルコ	環境省 HP 環境影響評価情報支援ネットワーク
13	20060300	曾根干潟環境調査(平成7年度～17年度)結果	北九州市	北九州市
14	20070300	平成18年度未確立環境影響予測モデル(干潟生態系関連)検討調査業務	(株)セルコ	環境省 HP 環境影響評価情報支援ネットワーク
15	20070300	第7回自然環境保全基礎調査/浅海域生態系調査(干潟調査)報告書	環境省	環境省生物多様性センターHP
16	20070300	干潟や河口域の沿岸環境の評価を表面堆積有機物中の腐植物質を用いて解析する新しい方法の開発と展開	山内敬明	ソルト・サイエンス研究財団平成17年度助成研究報告集I
17	20090300	湿地の生物多様性を守るー各地の報告ー(暫定版)	日本NGOネットワーク	ラムサール・ネットワーク日本HP
18	20090612	海面上昇を考慮した総合的沿岸域管理に関する研究	小島治幸	科学研究費補助金研究成果報告書
19	20101000	北九州市都市計画道路6号線整備事業・環境影響評価書	北九州市	北九州市 HP
20	20120100	曾根新田排水区分水質等調査業務委託報告書	北九州市建設局((株)三洋コンサルタント)	北九州市
21	20120300	福岡県豊前海河口域に生育するアサクサノリの発見	尾田成幸ほか6名	福岡県水産海洋技術センター研究報告第22号
22	20181000	新門司沖土砂処分場(Ⅱ期)公有水面埋立事業実施前後一年間の調査結果29年度版	国土交通省九州地方整備局	北九州市 HP
23	20190000	令和元年度 曾根干潟環境調査(底質・底生動物)結果	北九州市	九州市 HP
24	20190000	令和元年度 曾根干潟鳥類調査結果	北九州市	北九州市 HP
25	20200000	令和2年度 曾根干潟環境調査(底質・底生動物)結果	北九州市	北九州市 HP
26	20200000	令和2年度 曾根干潟鳥類調査結果	北九州市	北九州市 HP
27	20210000	令和3年度 曾根干潟環境調査(底質・底生動物)結果	北九州市	北九州市 HP
28	20210000	令和3年度 曾根干潟鳥類調査結果	北九州市	北九州市 HP
29	20210800	北九州空港滑走路延長事業に係る計画段階環境影響評価方法書	国土交通省・大阪航空局/九州地方整備局	同左
30	20210326	新門司沖土砂処分場(Ⅱ期)公有水面埋立事業に係る環境監視調査ー令和元年度	国土交通省・九州地方整備局	同左
31	20211101	新門司沖土砂処分場(Ⅱ期)公有水面埋立事業に係る環境監視調査ー令和2年度	国土交通省・九州地方整備局	同左
32	20211102	新門司沖土砂処分場(Ⅱ期)公有水面埋立事業に係る環境監視調査ー令和2年度あらまし	国土交通省・九州地方整備局	同左
33	20220300	豊前海におけるアカモク増殖手法に関する研究	黒川皓平, 後川龍男, 野副滉, 田中慎也	福岡県水産海洋技術センター研究報告第32号

表 9.5 曾根干潟関連の新聞記事

番号	掲載日 (西暦年月日)	新聞社	見出し
1	19990312	読売新聞	カプトガニ産卵地 埋め立ても:北九州市利用計画「環境に配慮」強調, 曾根干潟 9 割近く残す
2	19990421	朝日新聞	北九州市に九州自然協議会が曾根干潟計画再考で意見書
3	20001226	西日本新聞	「ガンゾギ」と命名:曾根干潟で発見, 新種の貝(二枚貝)曾根干潟を守る会
4	20010216	西日本新聞	オオハクチョウ事故? 死:曾根干潟に飛来の幼鳥, くちばし近くに傷
5	20010307	読売新聞	絶滅危ぐ種のズグロカモメ飛来地の視察始まる:北九州市と中国が共同
6	20010308	西日本新聞	絶滅危ぐのズグロカモメ, 曾根干潟で日中共同調査
7	20010602	西日本新聞	地元に残る生物の宝庫を大切に:曾根干潟でごみ拾い, 曾根東小児童ら
8	20010612	西日本新聞	曾根干潟で生物調査:守ろう渡り鳥の生息地, カニなどの生態系を探る
9	20011012	西日本新聞	「カニ穴」で調べる曾根干潟の豊かさ:定量研きよう八幡東で報告, 手法を確立し全国に応用へ
10	20011116	読売新聞	曾根干潟カプトガニ急増:生息数 3 倍に, 沖は埋め立て中, なぜ?
11	20030304	西日本新聞	渡り鳥に異変:北部九州 3 湿地公共事業が影響? 和白, 有明, 曾根:曾根干潟は泥質化進む
12	20050511	朝日新聞	カプトガニ産卵ピンチ:アオノリ大量に漂着, 「原因不明, 撤去が必要」
13	20050706	朝日新聞	カプトガニ産卵急増中:内海化が好影響? 環境異変?
14	20060720	毎日新聞	福岡県沖周防灘:赤潮で魚介類大量死:原因は 6 月の大雨
15	20081115	朝日新聞	クチバシに釣り糸とおもりが巻き付いたクロツラヘラサギ
16	20120203	朝日新聞	環境都市への挑戦/曾根干潟を守る住民・団体:カプトガニ保護に一丸
17	20140714	朝日新聞	カプトガニ格好いい, 曾根干潟で産卵観察会(日本カプトガニを守る会・福岡支部)
18	20160824	毎日新聞	カプトガニ, 曾根干潟で 400 匹超死ぬ:海水温上昇影響か
19	20160829	西日本新聞	カプトガニ謎の大量死:北九州・曾根干潟に 500 匹, 2005 年にも・・・「異常事態」
20	20160922	朝日新聞	カプトガニ大量死, エイ原因説, エラにかまれた跡, 感染症か:従来なかった脱皮中のものも
21	20160925	朝日新聞	北九州空港開港 10 年:大粒のカキ, 内海がゆりかご:はちがめ・セイゴ会
22	20161119	朝日新聞	曾根干潟に「海の紅葉」シチメンソウ色づく
23	20170826	西日本新聞	カプトガニ産卵確認“空振り”:大量死判明, 生態に謎多く
24	20191224	西日本新聞	ノリ養殖の再開目指す, 曾根漁協, 干潟で実験的生産

表 9.6 その他の曾根干潟関連資料

番号	発表年月日 (西暦年月日)	タイトル	著者	発表元
1	18100000	伊能忠敬大図・九州沿海図巻第一	東京国立博物館	東京国立博物館 HP
2	18100000	伊能中図・九州北半	国土地理院	国土地理院 HP 古地図コレクション 185
3	18100000	伊能図・筑前豊前小倉、長門赤間関	国土地理院	国土地理院 HP 古地図コレクション 178
4	18100117	伊能忠敬地図・豊前国沿海地図	徳島大学附属図書館	徳島大学附属図書館 HP
5	18380000	天保豊前国絵図	国立公文書館	国立公文書館 HP デジタルアーカイブ
6	18660000	狸山諸備持場ノ図(「小笠原文庫」豊津高等学校筋量同窓会所蔵)	行橋市史編纂委員会	行橋市 デジタルアーカイブ「行橋市史」
7	18900000	官板実測日本地図 山陰 山陽 南海 西海(明治3年)	国土地理院	国土地理院 HP 古地図コレクション 147
8	19310000	企救郡誌	伊東尾四郎	企救郡誌(国立国会図書館デジタルコレクション)
9	19520000	曾根中学校区読本(中学校区図)	曾根中学校	同左
10	19540000	曾根干拓建設事業計画概要書	農林省曾根干拓建設事務所	同左
11	19541121	小倉市曾根干拓沿革史	小倉市	小倉市
12	19880331	二豊のユウジャク:現地調査の方法による中世村落史研究への試み	服部英雄	大分県立宇佐風土記の丘歴史民俗資料館研究紀要.5
13	19890915	わが郷土朽網	朽網郷土史会	同左
14	19950000	曾根漁港	福岡県	福岡県 HP
15	19950000	パンフレット「わたしたちのかけがえのない自然・曾根干潟を守るために」	曾根干潟を守る会	同左, WWFJ 助成
16	19960000	西日本の干潟:生命あふれる最後の楽園, 北九州市曾根干潟	山下弘文	南方新社
17	19960329	地盤工学会:現場を訪ねて:新北九州空港建設現場	真次寛	土と基礎:地盤工学会誌 44(10)
18	19960900	開発往来 1996-09—大交流時代を支える港湾デザイン—新北九州空港	開発行政懇話会	国立国会図書館デジタルコレクション
19	19980000	北九州市・曾根干潟 1998 年度パンフレット	北九州市	同左
20	20001124	住民がみた瀬戸内海—海をわれらの手に	環瀬戸内海会議(編)	(株)技術と人間
21	20020000	干潟にくらす～北九州曾根干潟の専業漁師～	平安啓乃	北九州市立大学人類学ゼミ 学位論文リポジトリ
22	20031103	日本における貝類の移入(福田宏),「移入海産ベントスの生息状況と環境的課題」報告	日本ベントス学会	第 16 回 日本ベントス学会大会
23	20040000	曾根漁港(平成 16 年港勢)	福岡県	同左
24	20040300	重要野鳥生息地 JP135 曾根干潟	日本野鳥の会	日本野鳥の会 HP
25	20050116	かんだの歴史・軌跡/蒔田町合併 50 周年記念誌	蒔田町	同左
26	20061000	Science Window2006 年 10 月特集 月といのち「大潮に産卵するカブトガニ」	科学技術振興機構(JST)	Science Window 2006 October
27	20060330	行橋市史	行橋市史編纂委員会	行橋市 s
28	20070000	「陸と川と海が出会う場所・曾根干潟のいきもの」2007 年度パンフレット	北九州市	北九州市
29	20070000	北九州空港の歩み	北九州市	北九州市
30	20071009	石原宗佑翁と曾根新田の二百年	ふくおか人物史編集委員会	同左
31	20081000	湿地の生物多様性保全～WWF ジャパンの取り組み～	WWF ジャパン	同左
32	20101000	北九州市都市計画道路 6 号線整備事業環境影響評価書	北九州市	北九州市
33	20100900	総合誌:瀬戸内海 特集 瀬戸内海の新たななかだいと取り組み—周防灘—	(社)瀬戸内海環境保全協会	同左
34	20110124	「関門航路周辺海域における土砂処分計画」の策定に係る検討 第4回技術専門委員会資料-3	国土交通省	同左
35	20110700	「関門航路周辺海域の土砂処分計画」策定結果のお知らせ	国交省・北九州市	同左
36	20120000	曾根干潟の生き物・かんだんガイドブック	定量研	

番号	発表年月日 (西暦年月日)	タイトル	著者	発表元
37	20130200	ふるさと「朽網」今昔・北九州市小倉南区	朽網の郷土史を語る会	朽網の郷土史を語る会
38	20130700	北九州市・曾根干潟 2012 年パンフレット・改定版	北九州市	北九州市
39	20140000	1995-2013 曾根干潟カプトガニ産卵調査の記録	林修	自費出版
40	20140000	アサザ基金／学習展開事例・曾根東小学校	NPO 法人アサザ基金	同左
41	20150630	ハチガメの海を未来へ／曾根干潟でガプトガニウォッチング開催	北九州市立水環境館	水環境館だより vol60 20150630
42	20151000	新門司沖土砂処分場(Ⅱ期)公有水面埋立事業・環境影響評価準備書	国土交通省九州地方 整備局	同左
43	20160300	第2次北九州市生物多様性戦略	北九州市	同左
44	20160300	土地分類基本調査(土地履歴調査)説明書・北九州	国土交通省国土政策 局国土情報課	国土交通省 HP 国土数値情 報ダウンロードサイト
45	20160400	生物多様性の観点から重要度の高い湿地(重要湿地)「重要湿地 500」 の再評価	環境省自然環境局自然 環境計画課	環境省 HP
46	20160930	「曾根干潟でカプトガニウォッチング開催」	北九州市	水環境館だより vol65 20160930
47	20161000	新門司沖土砂処分場(Ⅱ期)公有水面埋立事業 環境監視計画	北九州市	同左
48	20161000	新門司沖土砂処分場(Ⅱ期)公有水面埋立事業 環境影響評価方法書 要約書	北九州市	同左
49	20161101	環境省中央環境審議会水環境部会(第42回)資料1別紙 燧灘北西部、 広島湾西部、響灘及び周防灘における類型指定に必要な情報の整理 について(分割3)	環境省	環境省 HP
50	20161119	ラムサール・ネットワーク日本レポート「湿地巡り:曾根干潟(福岡県)」	高橋俊吾	ラムサール・ネットワーク日本 HP
51	20161215	カプトガニをみんなで守ろうー「共生」こそが人類存亡のキーワードー	広島大学大学院生物 圏科学研究科附属瀬 戸内圏フィールド科学 教育研究センター竹原 ステーション、広島大学 総合博物館	広島大学水産実験所 HP
52	20180000	エコロジーと生命の大舞台曾根干潟	北九州市環境局総務 制作部環境学習課	北九州市エコツアーガイドブ ック
53	20180000	東朽網小 2018 年 5 年生「曾根干潟を明日へつなぐ私たち」	東朽網小学校	同左
54	20180405	曾根干潟と風力発電計画	高橋俊吾	ラムネット J ニュースレター vol.31, ラムサール・ネットワ ーク日本 HP
55	20181100	瀬戸内における環境を基調とする海文化(瀬戸内の藻場・干潟と保全の 取り組み)	公益社団法人瀬戸内 海環境保全協会	同左
56	20190000	子孫に残そう曾根干潟	日本野鳥の会福岡支 部	日本野鳥の会福岡支部 HP
57	20190200	北九州市・曾根干潟 2019 改定版パンフレット(定量研協力)	北九州市	北九州市 HP
58	20190314	北九州市自然百選／干潟を形成するエリア	北九州市	同左
59	20191120	いのちのゆりかご「曾根干潟」をフィールドとした海洋教育／曾根東小	古澤律子	笹川平和財団・海洋政策研究 所ニュースレター463号・
60	20200715	永遠に残したい曾根干潟・世界的に貴重な野鳥と生きた化石カプトガニ の楽園／書評	大塚攻ほか7名	Nextpublishing Authors Press
61	20200909	曾根干潟と歴史を訪ねてーカプトガニ生息地と小倉南区の歴史散策ー	JR九州サービスサポ ート(株)	同左
62	20201225	永遠に残したい曾根干潟・世界的に貴重な野鳥と生きた化石カプトガニ の楽園／書評	原賀いずみ	広島大学総合博物館研究報 告 12
63	20210200	福岡県海岸個別施設設計画	福岡県県土整備部港 湾課	福岡県庁 HP
64	20210300	人間の自然観の変遷を考える野外観察プログラムの設計とその環境教育 効果:北九州市貫・曾根地域を例として	野井英明, 梅崎恵司	北九州市立大学文学部紀要 (人間関係学科)28
65	20210400	福岡県北九州市土整備事務所管内図	福岡県県土事務所	福岡県庁 HP
66	20220000	北九州市水防計画ー令和4年	北九州市	北九州市 HP
67	20220900	北九州市環境白書(令和4年度版)	北九州市環境局	北九州市 HP

表 9.7 曾根干潟関連動画

番号	公開日 (西暦年月日)	見出し／公開元	公開サイト名	URL
本研究会が公開している動画				
1	20220108	曾根干潟のカニ ハクセンシオマネキ (おいでおいで てをふるカニ)	YOUTUBE	https://www.youtube.com/watch?v=zcy95MsiVFE
2	20220108	曾根干潟のカニ チゴガニ (おどる カニ！みんなでおどろう！)	YOUTUBE	https://www.youtube.com/watch?v=IaQKkuwbxgU
3	20220108	曾根干潟のヤマトオサガニ (そねひがたのいきもの)	YOUTUBE	https://www.youtube.com/watch?v=fbH2wE5RZtc
4	20220116	曾根干潟のカニ シオマネキ (ひがたでみつけた！あおいほうせき！)	YOUTUBE	https://www.youtube.com/watch?v=Qb_eVfhe6tM
5	20220123	曾根干潟のカブトガニ幼生 (どろのかたまり？いきたかせきのあかちゃん？)	YOUTUBE	https://www.youtube.com/watch?v=h93bT76FEF4
本研究会関連の動画				
6	20231218	【カブトガニを救え！】九州共立大学教授と行く干潟探検ツアー 日本財団 海と日本 PROJECT in ふくおか 2023 #023 / 日本財団	YOUTUBE	https://www.youtube.com/watch?v=NPYrc73_74E

表 9.8 曾根干潟をテーマにした web サイト

番号	サイトの名前	運営元	URL
1	曾根干潟を知ろう	北九州市	https://www.city.kitakyushu.lg.jp/kurashi/menu01_00320.html
2	曾根干潟	北九州市小倉南区	https://www.city.kitakyushu.lg.jp/kokuraminami/file_0073.html
3	北九州市環境情報サイトー曾根干潟	北九州市	https://www.gururich-kitaq.com/spot/sonne-higata
4	海ナビ／地域の海辺について知ろう／曾根干潟ゾーン	北九州市港湾空港局	http://www.kitaqport.or.jp/jap/umibe/area/sonne.html
5	北九州市 時と風の博物館／曾根干潟	北九州市	https://www.kitakyushu-museum.jp/resources/?ac=entry.list&tag_id=235&list_type=tag
6	曾根干潟	曾根東小学校	https://www.kita9.ed.jp/sonne-higashi-e/sonne-higata.html
7	曾根干潟	小倉東高等学校	http://kokurahigashi.fku.ed.jp/one_html3/pub/default.aspx?c_id=57
8	福岡よかとこ・自然「曾根干潟」	福岡県九州ブランド開設準備室	http://www.fukuokayokatoko.com/?MN_disp_report=2;g=16;a=2;j=114
9	生物多様性の観点から重要性の高い海域沿岸域 15803 曾根干潟周辺	環境省	https://www.env.go.jp/nature/biodic/kaiyo-hozen/kaiiki/engan/15803.html
10	生物多様性の観点から重要度の高い湿地	環境省	https://www.env.go.jp/nature/important_wetland/wetland/p07_40_fukuoka.html
11	曾根干潟・カプトガニ自慢館	北九州観光コンベンション協会	https://www.gururich-kitaq.com/spot/kabutogani-jimankan
12	希少生物や野鳥の宝庫～北九州市曾根干潟	(株)地球の歩き方	https://tokuhain.arukikata.co.jp/fukuoka/2020/04/post_36.html
13	曾根干潟 LSD.RUN	(株)ヤママップ	https://yamap.com/activities/264201/article
14	みちしるべ／曾根干潟・生き物の命が行き交う場所	NHK	https://www2.nhk.or.jp/archives/michi/cgi/detail.cgi?dasID=D0004060124_00000
15	湿地巡り・曾根干潟	ラムサール・ネットワーク日本	http://www.ramnet-j.org/2016/11/report/3173.html
16	曾根干潟	wikipedia	https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%9B%BD%E6%A0%B9%E5%B9%B2%E6%BD%9F
17	自然豊かな「曾根干潟」	カニ漁師セイゴ会	https://goto-shoyu.com/watarigani/place/#
18	曾根干潟	ズーピッカー(株)	https://zoopicker.com/places/3854

付表・付図

- 曾根干潟および周辺で確認された底生生物リスト
- 曾根干潟および周辺で確認された鳥類リスト
- 干潟の地中温の各種グラフ

曾根干潟および周辺で確認された底生生物リスト(その1/7)

No.	門	綱	目	科	和名	学名	環境省 RL	福岡県 RDB
1	刺胞動物門	花虫綱	イソギンチャク目	ムシモドキギンチャク科	ムシモドキギンチャク科	Edwardsiidae		
2				セトモノイソギンチャク科	マキガイイソギンチャク	Paranthus sociatus		EN
3			ウミエラ目	ウミサボテン科	ウミサボテン	Edwardsiidae		NT
4	扁形動物門	有棒状体綱	多岐腸目		多岐腸目	Polycladida		
5	紐形動物門	無針綱	異紐虫目	リネウス科	リネウス科	Lineidae		
6				異紐虫目	異紐虫目	Heteronemertea		
7		有針綱	ハリヒモムシ目	エムプレクトネマ科	針紐虫目	Hoplonemertea		
8		古紐虫綱	原始紐虫目		原始紐虫目	Archinemertea		
9					古紐虫綱	Palaeonemertea		
10					紐形動物門	NEMERTINEA		
11	軟体動物門	多板綱	クサズリガイ目	ケハダヒザラガイ科	ケハダヒザラガイ	<i>Acanthochitona rubrolineata</i>		
12				ケハダヒザラガイ属	<i>Acanthochitona</i> sp.			
13		腹足綱	カサガイ目	ユキノカサガイ科	ツボミガイ	<i>Patelloida conulus</i>	NT	NT
14				ヒメコザラガイ	<i>Patelloida heroldi</i>			
15		古腹足目	ニシキウズガイ科	イボキサゴ	<i>Umbonium moniliferum</i>		NT	VU
16				サザエ科	スガイ	<i>Lunella correensis</i>		
17		アマオブネガイ目	アマオブネガイ科	イシマキガイ	<i>Clithon retropictum</i>			
18				ヒロクチカノコガイ	<i>Neripteron</i> sp.	NT	VU	
19		ユキスズメガイ科	ヒナユキスズメガイ	アマガイ	<i>Nerita japonica</i>			
20				<i>Phenacolepas</i> sp.	NT	NT		
21		新生腹足目	オニノツノガイ科	オニノツノガイ属	<i>Cerithium</i> sp.			
22				ウミニナ科	ホソウミニナ	<i>Batillaria attramentaria</i>		
23				ウミニナ	<i>Batillaria multiformis</i>	NT	NT	
24				イボウミニナ	<i>Batillaria zonalis</i>	VU	EN	
25				ウミニナ属	<i>Batillaria</i> sp.			
26				ウキツボ科	シマハマツボ	<i>Alaba picta</i>		
27				キバウミニナ科	フトヘナタリガイ	<i>Cerithidea moerchii</i>	NT	NT
28					シマヘナタリガイ	<i>Cerithidea tonkiniana</i>	CR+EN	EN
29					クロヘナタリガイ	<i>Cerithideopsis largillierti</i>	CR+EN	VU
30					ヘナタリガイ	<i>Pirenella nipponica</i>	NT	NT
31		カワアイガイ	<i>Pirenella pupiformis</i>		VU	VU		
32		キバウミニナ科	Potamididae					
33		スナモチツボ科	シマモツボ	<i>Finella purpureoapicata</i>				
34		タマキビ科	マルウズラタマキビガイ	<i>Littoraria sinensis</i>				
35			タマキビガイ	<i>Littorina brevicula</i>				
36		ワカウラツボ科	ワカウラツボ	<i>Wakauria sakaguchii</i>	VU	NT		
37		カワザンショウガイ科	クリイロカワザンショウガイ	<i>Angustassiminea castanea</i>	NT	NT		
38			ツブカワザンショウガイ	<i>Assiminea estuarina</i>	NT	NT		
39			ヒラドカワザンショウガイ	<i>Assiminea hiradoensis</i>				
40			ムシャドリカワザンショウガイ	<i>Assiminea parasitologica</i>	NT			
41			ヨシダカワザンショウガイ	<i>Assiminea yoshidayukioi</i>	NT	VU		
42			カワザンショウガイ科	Assimineidae				
43		ミズゴマツボ科	エドガワミズゴマツボ	<i>Stenothyra edogawensis</i>	NT			
44		イソコハクガイ科	シラギクガイ	<i>Pseudoliotia pulchella</i>	NT	NT		
45		カリバガサガイ科	シマメノウフネガイ	<i>Crepidula onyx</i>				
46			ツメタガイ	<i>Glossaulax didyma</i>				
47		タマガイ科	サキグロタマツメタガイ	<i>Laguncula pulchella</i>	CR+EN	DD		
48			ゴマフダマガイ	<i>Natica tigrina</i>	CR+EN	CR		
49			タマガイ科	Naticidae				
50		イトカケガイ科	クレハガイ	<i>Epitonium clementinum</i>	NT	NT		
51			セキモリガイ	<i>Epitonium robillardi</i>	NT	NT		
52			Epitonium属	<i>Epitonium</i> sp.				
53		フトコロガイ科	マルテンスマツムシ	<i>Mitrella martensi</i>	CR+EN	EN		
54			ノミニナ	<i>Zafra pumila</i>				
55		ムシロガイ科	アラムシロガイ	<i>Nassarius festivus</i>				
56			キヌボラ	<i>Nassarius japonicus</i>				
57			ヒメムシロガイ	<i>Nassarius multigranosus</i>				
58		バイ科	バイ	<i>Babylonia japonica</i>	NT	VU		
59		アッキガイ科	アカニシ	<i>Rapana venosa</i>				
60			イボニシ	<i>Reishia clavigera</i>				
61		低位異鰓目	マメウラシマガイ科	マメウラシマガイ	<i>Ringicula doliaris</i>			
62		裸側目	ウミフクロウ科	ウミフクロウ	<i>Pleurobranchaea japonica</i>			
63		真後鰓目	ヘコミツララガイ科	コメツブガイ	<i>Decorifer insignis</i>			
64				ヘコミツララガイ	<i>Retusa pumila</i>			
65			Retusa属	<i>Retusa</i> sp.				
66			キセワタガイ科	キセワタガイ	<i>Philine orientalis</i>			
67			カノコキセワタガイ科	カノコキセワタ	<i>Philineopsis gigiliolii</i>			
68			ブドウガイ科	カノコキセワタガイ科	Aglajidae			
69				ブドウガイ科	Haminoecidae			
70				スweifガイ科	Scaphandridae			
71			裸鰓目	裸鰓目	Nudibranchia			

曾根干潟でおよび周辺で確認された底生生物リスト(その 2/7)

No.	門	綱	目	科	和名	学名	環境省 RL	福岡県 RDB	
63	軟体動物門	腹足綱	汎有肺目	トウガタガイ科	カキウラクチキレモドキ	<i>Brachystomia bipyramidata</i>			
64					Cingulina属	<i>Cingulina</i> sp.			
65					チャイロクチキレ	<i>Colsynora brunnea</i>			
66					Odostomia属	<i>Odostomia</i> sp.			
67					シゲヤスイトカケギリガイ	<i>Pyrgulina shigeyasui</i>	NT	DD	
68					ヌノメホソクチキレ	<i>Syrnola tenuisculpta</i>	VU	NT	
-					ホソクチキレ属	<i>Syrnola</i> sp.			
69					クチキレガイ	<i>Tiberia pulchella</i>			
70					Turbonilla属	<i>Turbonilla</i> sp.			
-					トウガタガイ科	Pyramidellidae			
71					イソアワモチ科	センバイアワモチ	<i>Plateindex</i> sp.	CR+EN	VU
72					オカミミガイ科	ナラビオカミミガイ	<i>Auriculastra duplicata</i>	VU	VU
73						オカミミガイ	<i>Ellobium chinense</i>	VU	VU
74						ウスコミミガイ	<i>Laemodonta exaratooides</i>	NT	NT
75				クリイロコミミガイ		<i>Laemodonta siamensis</i>	VU	EN	
76				キヌカツギハマシノミガイ		<i>Melampus sincaporensis</i>	VU	VU	
77				カリガネエガイ		<i>Barbatia obtusoides</i>			
78				サンカクサルボウ科	サルボウガイ	<i>Scapharca kagoshimensis</i>			
79					ハイガイ	<i>Tegillarca granosa</i>	VU	EN	
80					ビョウブガイ	<i>Trisidos kiyonoi</i>	CR+EN	CR	
81					ササゲミミエガイ	<i>Estellacar galactodes</i>	CR+EN	EN	
82				イガイ目	イガイ科	ホトトギスガイ	<i>Arcuatula senhousia</i>		
83						ムラサキイガイ	<i>Mytilus galloprovincialis</i>		
84						クログチガイ	<i>Xenostrobus atratus</i>		
85						コウロエンカワヒバリガイ	<i>Xenostrobus securis</i>		
86				ウグイスガイ目	イタボガキ科	マガキ	<i>Magallana gigas</i>		
87						イタボガキ	<i>Ostrea denselamellosa</i>	CR+EN	EN
88				イタヤガイ目	ハボウキ科	タイラギ	<i>Atrina lischkeana</i>	NT	NT
89	ツキガイ目	ツキガイ科	イセシラガイ	<i>Pegophysema bialata</i>	CR+EN	EN			
90	マルスダレガイ目	チリハギガイ科	マゴコロガイ	<i>Peregrinamor ohshimai</i>	NT	EN			
91			ブンブクヤドリガイ科	ブンブクヤドリガイ科	Montacutidae				
92			ガンヅキ科	ガンヅキ	<i>Arthritica japonica</i>	CR+EN	CR		
93			フナガタガイ科	ウネナシトマヤガイ	<i>Neotrapezium liratum</i>	NT			
94			シジミ科	ヤマトシジミ	<i>Corbicula japonica</i>	NT	NT		
95			ザルガイ科	チゴトリガイ	<i>Fulvia hungerfordi</i>				
96				マダラチゴトリガイ	<i>Laevicardium undatopictum</i>				
97			マルスダレガイ科	シラオガイ	<i>Circe undatina</i>	NT	VU		
98				オキシジミ	<i>Cyclina sinensis</i>				
99				アツカガミ	<i>Dosinia biscocta</i>	CR+EN	CR		
100				ハマグリ	<i>Meretrix lusoria</i>	VU	VU		
101				イヨスダレガイ	<i>Paphia undulata</i>				
102				カガミガイ	<i>Phacosoma japonicum</i>				
103				アサリ	<i>Ruditapes philippinarum</i>		NT		
104				ヒメカノコアサリ	<i>Timoclea scabra</i>				
-				マルスダレガイ科	Veneridae				
105				ハナグモリ科	ハナグモリガイ	<i>Glaucanome angulata</i>	VU	VU	
106			ニッコウガイ科	テリザクラガイ	<i>Iridona iridescens</i>	VU	VU		
107				ユウシオガイ	<i>Jitlada culter</i>	NT	NT		
108				ヒメシラトリガイ	<i>Macoma incongrua</i>				
109				ゴイサギガイ	<i>Macoma tokyoensis</i>				
110				モモノハナガイ	<i>Moerella hilaris</i>	NT	NT		
111				サクラガイ	<i>Nitidotellina hokkaidoensis</i>	NT	NT		
112				ウズザクラガイ	<i>Nitidotellina minuta</i>	NT	DD		
113				イチョウシラトリ	<i>Serratina diaphana</i>	CR+EN	EN		
-				ニッコウガイ科	Tellinidae				
114				シオサザナミ科	オチバガイ	<i>Gari chinensis</i>	NT	NT	
115			イソシジミ		<i>Nuttallia japonica</i>				
116			ムラサキガイ		<i>Soletellina diphos</i>	VU	VU		
117			アサジガイ科	シズクガイ	<i>Theora lata</i>				
118			マテガイ科	マテガイ	<i>Solen strictus</i>				
119			ナタマメガイ科	アゲマキガイ	<i>Sinonovacula constricta</i>	CR+EN	CR		
120			バカガイ科	アリソガイ	<i>Coelomactra antiquata</i>	VU	VU		
121				バカガイ	<i>Mactra chinensis</i>				
122	シオフキガイ	<i>Mactra quadrangularis</i>							
-	バカガイ属	<i>Mactra</i> sp.							
123	ヤチヨノハナガイ	<i>Raeta pellicula</i>		CR+EN	EN				
124	チヨノハナガイ	<i>Raeta pulchella</i>							
125	クチバガイ	<i>Coeccella chinensis</i>		NT					
-	マルスダレガイ目	Veneroidea							
126	異靱帯目	オキナガイ科	ソトオリガイ	<i>Exolaternula liautaudi</i>					
127			オキナガイ	<i>Laternula anatina</i>					
128			コオキナガイ	<i>Laternula impura</i>	CR+EN	CR			
-			オキナガイ属	<i>Laternula</i> sp.					

曾根干潟でおよび周辺で確認された底生生物リスト(その 3/7)

No.	門	綱	目	科	和名	学名	環境省 RL	福岡県 RDB
129	軟体動物門	二枚貝綱	オオノガイ目	オオノガイ科	オオノガイ	<i>Mya arenaria oonogai</i>	NT	NT
130					クシケマスオガイ	<i>Venatomya truncata</i>	NT	VU
131	環形動物門	ゴカイ綱	サンバゴカイ目	ウロコムシ科	マダラウロコムシ	<i>Harmothoe imbricata</i>		
132					アナジャコウロコムシ	<i>Hesperonoe hwanghaiensis</i>	DD	EN
-					ウロコムシ科	Polynoidae		
133				ノラリウロコムシ科	Sthenelais属	<i>Sthenelais</i> sp.		
134					Sthenolepis属	<i>Sthenolepis</i> sp.		
135					マサゴウロコムシ	<i>Labioleanira yhleni</i>		
136				サンバゴカイ科	Anaitides属	<i>Anaitides</i> sp.		
137					ホソミサシバ	<i>Eteone longa</i>		
138					Eteone属	<i>Eteone</i> sp.		
139					Eulalia属	<i>Eulalia</i> sp.		
140					マダラサシバ	<i>Eumida sanguinea</i>		
141					アケノサシバ	<i>Nereiphylla castanea</i>		
142					サンバゴカイ科	Phyllodoctidae		
143				チロリ科	マイヅルチロリ	<i>Glycera americana</i>		
144					マキントシチロリ	<i>Glycera macintoshi</i>		
145					チロリ	<i>Glycera nicobarica</i>		
146					タイヘイチロリ	<i>Glycera pacifica</i>		
-					Glycera属	<i>Glycera</i> sp.		
147					ヒナサキチロリ	<i>Hemipodia yenourensis</i>		
148				ニカイチロリ科	チャメチヨリ	<i>Glycinde wireni</i>		
-					Glycinde属	<i>Glycinde</i> sp.		
149					ヤマトキョウスチロリ	<i>Goniada japonica</i>		
-					キョウスチロリ属	<i>Goniada</i> sp.		
-					ニカイチロリ科	Goniadidae		
150				オトヒメゴカイ科	Gyptis属	<i>Gyptis</i> sp.		
151					モグリオトヒメ属	<i>Ophiodromus</i> sp.		
-					オトヒメゴカイ科	Hesionidae		
152				カギゴカイ科	クシカギゴカイ	<i>Sigambra phuketensis</i>		
-					カギゴカイ属	<i>Sigambra</i> sp.		
153				シリスコ	Syllis属	<i>Syllis</i> sp.		
154					Typosyllis属	<i>Typosyllis</i> sp.		
155				ゴカイ科	コケゴカイ	<i>Ceratonereis erythraeensis</i>		
156					ヒメヤマトカワゴカイ	<i>Hediste atoka</i>		
157					ヤマトカワゴカイ	<i>Hediste diadroma</i>		
-					Hediste属	<i>Hediste</i> sp.		
158					ゴカイ	<i>Neanthes japonica</i>		
159					アシナガゴカイ	<i>Neanthes succinea</i>		
-					Neanthes属	<i>Neanthes</i> sp.		
160					オウギゴカイ	<i>Nectoneanthes oxypoda</i>		
161					ウチワゴカイ	<i>Nectoneanthes uchiwa</i>	NT	VU
162					ヒゲブトゴカイ	<i>Nereis heterocirrata</i>		
163					マサゴゴカイ	<i>Nereis multignatha</i>		
-					Nereis属	<i>Nereis</i> sp.		
164					スナイソゴカイ	<i>Perinereis mictodonta</i>		
165					ツルヒゲゴカイ	<i>Platynereis bicanaliculata</i>		
166					カニゴカイ	<i>Tambalagamia fauveli</i>		
167					Tylorrhynchus属	<i>Tylorrhynchus</i> sp.		
-					ゴカイ科	Nereididae		
168				シロガネゴカイ科	ハヤテシロガネゴカイ	<i>Nephtys caeca</i>		
169					コノハシロガネゴカイ	<i>Nephtys oligobranchia</i>		
170					ミナミシロガネゴカイ	<i>Nephtys polybranchia</i>		
-					Nephtys属	<i>Nephtys</i> sp.		
171			ウミケムシ目	ウミケムシ科	Linopherus属	<i>Linopherus</i> sp.		
172			イソメ目	ナナテイソメ科	スゴカイイソメ	<i>Diopatra sugokai</i>		
173				イソメ科	シボリイソメ	<i>Lysidice collaris</i>		
174				ギボシイソメ科	Lumbrinerides属	<i>Lumbrinerides</i> sp.		
175					ギボシイソメ	<i>Lumbrineris japonica</i>		
-					Lumbrineris属	<i>Lumbrineris</i> sp.		
176					カタマガリギボシイソメ	<i>Scoletoma longifolia</i>		
177					コアシギボシイソメ	<i>Scoletoma nipponica</i>		
-					Scoletoma属	<i>Scoletoma</i> sp.		
178			ホコサキゴカイ目	ホコサキゴカイ科	Haploscoloplos属	<i>Haploscoloplos</i> sp.		
179					ナガホコムシ	<i>Leitoscoloplos pugettensis</i>		
-					Leitoscoloplos属	<i>Leitoscoloplos</i> sp.		
180					Leodamus属	<i>Leodamus</i> sp.		
181					Naineris属	<i>Naineris</i> sp.		
182					Scoloplos属	<i>Scoloplos</i> sp.		
-					ホコサキゴカイ科	Orbiniidae		

曽根干潟および周辺で確認された底生生物リスト(その4/7)

No.	門	綱	目	科	和名	学名	環境省 RL	福岡県 RDB					
183	環形動物門	ゴカイ綱	ホコサキゴカイ目	ヒメエラゴカイ科	Aedicira属	<i>Aedicira</i> sp.							
184					Aricidea属	<i>Aricidea</i> sp.							
-					ヒメエラゴカイ科	Paraonidae							
185					スピオ目	モロテゴカイ科	モロテゴカイ	<i>Magelona japonica</i>					
-							Magelona属	<i>Magelona</i> sp.					
186					スピオ科	Poecilochetus属	Poecilochetus属	<i>Poecilochetus</i> sp.					
187							ケンサキスピオ	<i>Aonides oxycephala</i>					
-						Aonides属	<i>Aonides</i> sp.						
188						カギノテスピオ	<i>Boccardiella hamata</i>						
-						Boccardiella属	<i>Boccardiella</i> sp.						
189						Malacoceros属	<i>Malacoceros</i> sp.						
190						シノブハネエラスピオ	<i>Paraprionospio patiens</i>						
191						フクロハネエラスピオ	<i>Paraprionospio cordifolia</i>						
192						Polydora属	<i>Polydora</i> sp.						
193						ヤマトスピオ	<i>Prionospio japonicus</i>						
194						マガタマスピオ	<i>Prionospio multibranchiata</i>						
195						マクスピオ	<i>Prionospio paradisea</i>						
196						イトエラスピオ	<i>Prionospio pulchra</i>						
197						フタエラスピオ	<i>Prionospio sexoculata</i>						
-						Prionospio属	<i>Prionospio</i> sp.						
198						Pseudomalacoceros属	<i>Pseudomalacoceros</i> sp.						
-						ドロオニスピオ	<i>Pseudopolydora cf. kempii</i>						
199						アミメオニスピオ	<i>Pseudopolydora cf. reticulata</i>						
-						Pseudopolydora属	<i>Pseudopolydora</i> sp.						
200						ヒゲスピオ	<i>Rhynchospio glutaea</i>						
-						Rhynchospio属	<i>Rhynchospio</i> sp.						
201						チギレマクスピオ	<i>Scolelepis texana</i>						
-						Scolelepis属	<i>Scolelepis</i> sp.						
202						マドカスピオ	<i>Spio filicornis</i>						
-						Spio属	<i>Spio</i> sp.						
203						エラナシスピオ	<i>Spiophanes bombyx</i>						
-						スピオ科	Spionidae						
204					ツバサゴカイ科	ツバサゴカイ	ツバサゴカイ	<i>Chaetopterus cautus</i>	EN	VU			
205							ムギワラムシ	<i>Mesochaetopterus japonicus</i>		NT	DD		
-							Mesochaetopterus属	<i>Mesochaetopterus</i> sp.					
206							アシビキツバサゴカイ	<i>Spiochaetopterus okudai</i>					
-							Spiochaetopterus属	<i>Spiochaetopterus</i> sp.					
-						ツバサゴカイ科	Chaetopteridae						
207					ミズヒキゴカイ科	Chaetozone属	Chaetozone属	<i>Chaetozone</i> sp.					
208							ミズヒキゴカイ	<i>Cirriformia tentaculata</i>					
209							Tharyx属	<i>Tharyx</i> sp.					
210					コスラ目	ヒトエラゴカイ科	Cossura coasta	<i>Cossura coasta</i>					
211							Cossura duplex	<i>Cossura duplex</i>					
-							Cossura属	<i>Cossura</i> sp.					
212					ダルマゴカイ目	ダルマゴカイ科	ダルマゴカイ	<i>Sternaspis scutata</i>					
213					イトゴカイ目	イトゴカイ科	ナミイトゴカイ	<i>Capitella capitata</i>					
-							イトゴカイ属	<i>Capitella</i> sp.					
214							ホソイトゴカイ	<i>Heteromastus similis</i>					
-							Heteromastus属	<i>Heteromastus</i> sp.					
215							Mediomastus属	<i>Mediomastus</i> sp.					
216							Notomastus属	<i>Notomastus</i> sp.					
-							イトゴカイ科	Capitellidae					
217							タケフシゴカイ科	ナガオタケフシゴカイ	Praxillella pacifica	<i>Praxillella pacifica</i>			
-									Euclymeninae亜科	Euclymeninae			
-									タケフシゴカイ科	Maldanidae			
218					オフェリアゴカイ目	オフェリアゴカイ科	ツツオオフェリア	<i>Armandia lanceolata</i>					
-						Armandia属	<i>Armandia</i> sp.						
219					チマキゴカイ目	チマキゴカイ科	チマキゴカイ	<i>Owenia fusiformis</i>					
-						Owenia属	<i>Owenia</i> sp.						
220					フサゴカイ目	フサゴカイ科	Lanice属	<i>Lanice</i> sp.					
221							チンチロフサゴカイ	<i>Loimia verrucosa</i>					
-							Loimia属	<i>Loimia</i> sp.					
222							Lysilla属	<i>Lysilla</i> sp.					
-							フサゴカイ科	Terebellidae					
223							ウミイサゴムシ科	ウミイサゴムシ	Lagis bocki	<i>Lagis bocki</i>			
-									Lagis属	<i>Lagis</i> sp.			
224									オクダウミイサゴムシ	<i>Pectinaria okudai</i>			DD
-									Pectinaria属	<i>Pectinaria</i> sp.			
225							カンムリゴカイ科	Sabellaria属	<i>Sabellaria</i> sp.				
226					カザリゴカイ科	カザリゴカイ科	Ampharetidae						
227					ケヤリムシ目	ケヤリムシ科	コウキケヤリ	<i>Chone teres</i>					
-							Chone属	<i>Chone</i> sp.					
228							Laonome属	<i>Laonome</i> sp.					

菅根干潟および周辺で確認された底生生物リスト(その 5/7)

No.	門	綱	目	科	和名	学名	環境省 RL	福岡県 RDB				
229	環形動物門	ゴカイ綱	ケヤリムシ目	ケヤリムシ科	Potamilla属	<i>Potamilla</i> sp.						
-				カンザシゴカイ科	Pomatoleios属	<i>Pomatoleios</i> sp.						
230		ミミズ綱	イトミミズ目	ミズミミズ科	ミズミミズ科	Naididae						
231				ミミズ綱	Oligochaeta							
232	ゆむし動物門	ユムシ綱	ユムシ目	ユムシ科	ユムシ	<i>Urechis uncinatus</i>	NT	NT				
-					ユムシ科	Urechidae						
233	星口動物門	スジホシムシ綱	フクロホシムシ目	フクロホシムシ科	フクロホシムシ科	Golfingiidae						
-				スジホシムシ科	スジホシムシ科	Sipunculidae						
234						クロホシムシ	<i>Thysanocardia nigra</i>					
-							SIPUNCULA					
235	節足動物門	節口綱	剣尾目	カプトガニ科	カプトガニ	<i>Tachypleus tridentatus</i>	CR+EN	CR				
236		顎脚綱	無柄目	フジツボ科	タテジマフジツボ	<i>Amphibalanus amphitrite</i>						
237					サラサフジツボ	<i>Amphibalanus reticulatus</i>	NT					
238					アミメフジツボ	<i>Amphibalanus variegatus</i>						
239					シロスジフジツボ	<i>Fistulobalanus albicostatus</i>						
240				ドロフジツボ	<i>Fistulobalanus kondakovi</i>							
241		軟甲綱	クーマ目		ナギサクーマ属	ナギサクーマ属	<i>Bodotria</i> sp.					
-					ナギサクーマ科	ナギサクーマ科	Bodotriidae					
242					ニッポンシロクーマ属	ニッポンシロクーマ属	<i>Nippoleucon</i> sp.					
-					シロクーマ科	シロクーマ科	Leuconidae					
243					カザリクーマ科	カザリクーマ科	Lampropiidae					
244					クーマ科	ミツオビクーマ	<i>Diastylis tricincta</i>					
-						クーマ属	<i>Diastylis</i> sp.					
245						サザナミクーマモドキ属	<i>Paradiastylis</i> sp.					
-						クーマ科	Diastylidae					
-						クーマ目	Cumacea					
246					ヨコエビ目			ナミノリソコエビ科	ナミノリソコエビ属	<i>Haustorioides</i> sp.		
247								ユンボソコエビ科	ユンボソコエビ属	<i>Aorooides</i> sp.		
248									ニホンドロソコエビ	<i>Grandidierella japonica</i>		
-									ドロソコエビ属	<i>Grandidierella</i> sp.		
-									ユンボソコエビ科	Aoridae		
249								ヒゲナガヨコエビ科	ヒゲナガヨコエビ属	<i>Amphioe</i> sp.		
250								ドロクダムシ科	ドロクダムシ属	<i>Corophium</i> sp.		
251									アリアケドロクダムシ	<i>Monocorophium acherusicum</i>		
252									トンガリドロクダムシ	<i>Monocorophium insidiosum</i>		
-		モノドロクダムシ属	<i>Monocorophium</i> sp.									
253		ニホンドロクダムシ	<i>Sinocorophium japonicum</i>									
-		チュウゴクドロクダムシ属	<i>Sinocorophium</i> sp.									
-		ドロクダムシ科	Corophiidae									
254		ワレカラ科	マルエラワレカラ	<i>Caprella penantis</i>								
255			トゲワレカラ	<i>Caprella scaura</i>								
256		カマキリヨコエビ科	カマキリヨコエビ属	<i>Jassa</i> sp.								
257		カマカヨコエビ科	カマカヨコエビ属	<i>Kamaka</i> sp.								
258		メリタヨコエビ科	ヒゲツノメリタヨコエビ	<i>Melita setiflagella</i>								
-			メリタヨコエビ属	<i>Melita</i> sp.								
259		クチバシソコエビ科	クチバシソコエビ	<i>Monoculodes carinatus</i>								
-			クチバシソコエビ属	<i>Monoculodes</i> sp.								
260			Synchelidium属	<i>Synchelidium</i> sp.								
-		クチバシソコエビ科	Oedicerotidae									
261		フトヒゲソコエビ科	Orchomene属	<i>Orchomene</i> sp.								
262		スガメソコエビ科	クビナガスガメ	<i>Ampelisca brevicornis</i>								
263			ヒゲナガスガメ	<i>Ampelisca miharaensis</i>								
264		ワラジムシ目	スナウミナナフシ科	ムロミスナウミナナフシ	<i>Cyathura muromiensis</i>							
-				スナウミナナフシ属	<i>Cyathura</i> sp.							
265			ヘラムシ科	ワラジヘラムシ属	<i>Synidotea</i> sp.							
266			コツブムシ科	ハバヒロコツブムシ	<i>Chitonosphaera lata</i>							
267				イソコツブムシ属	<i>Gnorimosphaeroma</i> sp.							
268	ナナツバコツブムシ			<i>Sphaeroma sieboldii</i>								
-	コツブムシ科		Sphaeromatidae									
269	エビヤドリムシ科	Athelges属	<i>Athelges</i> sp.									
-		ワラジムシ目	Isopoda									
270	アミ目	アミ科	クロイサザアミ	<i>Neomysis awatschensis</i>								
-			イサザアミ属	<i>Neomysis</i> sp.								
-			アミ科	Mysidae								
271	エビ目	クルマエビ科	クルマエビ	<i>Marsupenaeus japonicus</i>		NT						
-			クルマエビ属	<i>Marsupenaeus</i> sp.								
272			ヨシエビ属	<i>Metapenaeus</i> sp.								
273			シバエビ	<i>Metapenaeus joyneri</i>								
274			サルエビ	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>								
-			クルマエビ科	Penaecidae								
275	サクラエビ科	アキアミ	<i>Acetes japonicus</i>									

曾根干潟および周辺で確認された底生生物リスト(その 6/7)

No.	門	綱	目	科	和名	学名	環境省 RL	福岡県 RDB	
276	節足動物門	軟甲綱	エビ目	テナガエビ科	ユビナガスジエビ	<i>Palaemon macrodactylus</i>			
277					シラタエビ	<i>Palaemon orientis</i>			
-					スジエビ属	<i>Palaemon sp.</i>			
-				テナガエビ科	Palaemonidae				
278				テッポウエビ科	テッポウエビ	<i>Alpheus brevicristatus</i>			
279					イソテッポウエビ	<i>Alpheus lobidens</i>			
-					テッポウエビ属	<i>Alpheus sp.</i>			
280					セジロムラサキエビ	<i>Athanas japonicus</i>			
-					ムラサキエビ属	<i>Athanas sp.</i>			
281					ツノメエビ	<i>Ogyrides orientalis</i>			
282					モヨウツノメ	<i>Ogyrides striaticauda</i>			
-					ツノメエビ属	<i>Ogyrides sp.</i>			
-					テッポウエビ科	Alpheidae			
283					ロウソクエビ科	ハヤシロウソクエビ	<i>Processa sulcata</i>		
284					ツノメエビ科	モヨウツノメエビ	<i>Ogyrides striaticauda</i>		
285				エビジャコ科	エビジャコ	<i>Crangon affinis</i>			
286				ヤドカリ科	ヤドカリ属	<i>Dardanus sp.</i>			
287					テナガツノヤドカリ	<i>Diogenes nitidimanus</i>	DD	NT	
-					ツノヤドカリ属	<i>Diogenes sp.</i>			
-				ヤドカリ科	Diogenidae				
288				ホンヤドカリ科	ユビナガホンヤドカリ	<i>Pagurus minutus</i>			
-					ホンヤドカリ科	Paguridae			
289				ハサミシヤコエビ科	ハサミシヤコエビ	<i>Laomedia astacina</i>		NT	
290				スナモグリ科	Nihonotrypaea属	<i>Nihonotrypaea petalura</i>			
291				アナジャコ科	アナジャコ	<i>Upogebia major</i>		DD	
292					ヨコヤアナジャコ	<i>Upogebia yokoyai</i>			
-					アナジャコ属	<i>Upogebia sp.</i>			
293				キンセンガニ科	アミメキンセンガニ	<i>Matuta planipes</i>			
294				イチョウガニ科	イボイチョウガニ	<i>Romaleon gibbosulum</i>			
295				ヘイケガニ科	ヘイケガニ	<i>Heikeopsis japonica</i>			
296				マルバガニ科	マルバガニ	<i>Eucrate crenata</i>			
297				エンコウガニ科	エンコウガニ科	Goneplacidae			
298				ムツアシガニ科	ムツアシガニ	<i>Hexapinus latipes</i>			
299				コブシガニ科	ヘリトリコブシガニ	<i>Philyra heterograna</i>			
300					マメコブシガニ	<i>Pyrhila pisum</i>			
301					タテジマコブシ	<i>Seulocia latirostrata</i>			
-					コブシガニ科	Leucosiidae			
302				ケブカガニ科	マキトラノオガニ	<i>Pilumnopus makianus</i>			
303					トラノオガニダマシ	<i>Pilumnus trispinosus</i>			
304				ワタリガニ科	イシガニ	<i>Charybdis japonica</i>			
305					ガザミ	<i>Portunus trituberculatus</i>		NT	
306				ベンケイガニ科	アカテガニ	<i>Chiromantes haematocheir</i>			
307					ウモレベンケイガニ	<i>Clistocoelema sinense</i>	VU	VU	
308	ヒメベンケイガニ	<i>Nanosesarma minutum</i>							
309	クシテガニ	<i>Parasesarma affine</i>	NT		VU				
310	ユビアカベンケイガニ	<i>Parasesarma tripectinis</i>							
311	クロベンケイガニ	<i>Orisarma dehaani</i>							
312	ベンケイガニ	<i>Orisarma intermedium</i>	NT		NT				
313	モクズガニ科	ヨコナガモドキ	<i>Asthenognathus inaequipus</i>		NT	DD			
314	ムツハリアケガニ科	ヒメアカイソガニ属	<i>Acmaeopleura sp.</i>						
315		ハマガニ	<i>Chasmagnathus convexus</i>	NT	NT				
316		モクズガニ	<i>Eriocheir japonica</i>						
317		ヒメアシハラガニ	<i>Helicana japonica</i>	NT	VU				
318		アシハラガニ	<i>Helice tridens</i>						
319		ケフサイソガニ	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>						
320		イソガニ	<i>Hemigrapsus sanguineus</i>						
321		ヒメケフサイソガニ	<i>Hemigrapsus sinensis</i>	NT	NT				
322		タカノケフサイソガニ	<i>Hemigrapsus takanoi</i>						
-		イソガニ属	<i>Hemigrapsus sp.</i>						
323	ウモレマメガニ	<i>Pseudopinnixa carinata</i>	VU	DD					
324	オオヒメアカイソガニ	<i>Sestrostoma balssi</i>	VU	DD					
325	トリウミアカイソモドキ	<i>Sestrostoma toriumii</i>	NT	NT					
326	ムツハリアケガニ科	ムツハリアケガニ	<i>Camptandrium sexdentatum</i>	NT					
327		アリアケガニ	<i>Cleistostoma dilatatum</i>	VU	EN				
328		アリアケモドキ	<i>Deiratonotus cristatus</i>		VU				
329	コメツキガニ科	チゴガニ	<i>Ilyoplax pusilla</i>						
330		コメツキガニ	<i>Scopimera globosa</i>						
331	オサガニ科	オサガニ	<i>Macrophthalmus abbreviatus</i>	NT	NT				
332		ヤマトオサガニ	<i>Macrophthalmus japonicus</i>						
-		オサガニ属	<i>Macrophthalmus sp.</i>						
-		オサガニ科	Macrophthalmidae						

曾根干潟および周辺で確認された底生生物リスト(その 7/7)

No.	門	綱	目	科	和名	学名	環境省 RL	福岡県 RDB		
333				スナガニ科	ハクセンシオマネキ	<i>Austruca lactea</i>	VU	VU		
334					スナガニ	<i>Ocypode stimpsoni</i>				
335					シオマネキ	<i>Tabuca arcuata</i>	VU	EN		
-					シオマネキ属	<i>Uca sp.</i>				
336				メナシピンノ科	メナシピンノ	<i>Xenophthalmus pinnotheroides</i>				
337				カクレガニ科	オオシロピンノ	<i>Arcotheres sinensis</i>				
338					ヒラピンノ	<i>Arcotheres sp.</i>				
339					アカホシマメガニ	<i>Pinnixa haematosticta</i>	NT	DD		
340					ラスパンマメガニ	<i>Pinnixa rathbuni</i>				
-					マメガニ属	<i>Pinnixa sp.</i>				
341					カギツメピンノ	<i>Pinnotheres pholadis</i>				
342				カニダマシ科	フトウデネジレカニダマシ	<i>Pisidia serratifrons</i>				
343					ヤドリカニダマシ	<i>Polyonyx sinensis</i>				
344					ドロカニダマシ	<i>Raphidopus ciliatus</i>				
-					エビ目	Decapoda				
345					シヤコ目	シヤコ科	シヤコ	<i>Oratosquilla oratoria</i>		NT
346				昆虫綱	ハエ目(双翅目)	アシナガバエ科	アシナガバエ科	Dolichopodidae		
-			ハエ目(双翅目)		DIPTERA					
347	腕足動物門	ホウキムシ綱	ホウキムシ目	ホウキムシ科	Phoronis属	<i>Phoronis sp.</i>				
348		腕足綱	舌殻目	シヤミセンガイ科	ミドリシヤミセンガイ	<i>Lingula anatina</i>		NT		
-				シヤミセンガイ属	<i>Lingula sp.</i>					
349	半索動物門	ギボシムシ綱			ギボシムシ綱	Enteropneusta				
350	棘皮動物門	ヒトデ綱	ヒメヒトデ目	イトマキヒトデ科	ヒメヒトデ属	<i>Henricia sp.</i>				
351			モミジガイ目		モミジガイ目	Paxillosida				
352		クモヒトデ綱	Amphilepidida目	スナクモヒトデ科	カキクモヒトデ	<i>Amphiplus (Lymanella) japonicus</i>				
-					スナクモヒトデ科	Amphiuridae				
-					顎蛇尾亜目	Gnathophiurina				
353		ナマコ綱	無足目	イカリナマコ科	イカリナマコ科	Synaptidae				
354	脊索動物門	ホヤ綱	マボヤ目	シロボヤ科	シロボヤ	<i>Styela plicata</i>				

○環境省RL

- ・環境省レッドリスト2020(環境省, 令和2年3月)
 - ・海洋生物レッドリスト2017(環境省, 平成29年3月)
- EX: 絶滅 CR: 絶滅危惧 I A類 EN: 絶滅危惧 I B類 CR+EN: 絶滅危惧 I 類 VU: 絶滅危惧 II 類 NT: 準絶滅危惧
DD: 情報不足 LP: 絶滅のおそれのある地域個体群

○福岡県RDB

- ・福岡県の希少野生生物ー福岡県レッドデータブック2024 (福岡県: 2025年3月31日)
- EX: 絶滅 CR: 絶滅危惧 I A類 EN: 絶滅危惧 I B類 CR+EN: 絶滅危惧 I 類 VU: 絶滅危惧 II 類 NT: 準絶滅危惧
DD: 情報不足 LP: 絶滅のおそれのある地域個体群

参考資料

- 1) 自然環境定量評価研究会: 曾根干潟における貴重種の特定と保護・保全活動 報告書, 2012-2022.
- 2) 北九州市: 平尾台・曾根干潟の自然環境把握業務 報告書, pp. 50-57, 2018.
- 3) 大塚功・向井宏・清野聡子・林修・高橋俊吾・清水則雄・足立賢太・近藤裕介: 永遠に残したい曾根干潟ー世界的に貴重な野鳥と生きたカブトガニの楽園ー, pp. 36-48, 2020.
- 4) 北九州市: 曾根干潟環境調査(鳥類調査)業務委託 報告書, 2006-2021.
- 5) 北九州市: 曾根干潟環境調査(底生動物等調査)業務委託 報告書, 2006-2021.
- 6) 北九州市: 曾根干潟環境調査(平成7年度~17年度) 結果, pp. 51-57, 2005.
- 7) WWF Japan: Science Report Vol.3(特集・日本における干潟海岸とそこに生息する底生生物の現状), p. 107, 1996.

曾根干潟および周辺で確認された鳥類リスト(その 1/4)

No.	目	科	和名	学名	環境省RL	福岡県RDB
1	キジ目	キジ科	キジ	<i>Phasianus colchicus</i>		DD
2	カモ目	カモ科	マガン	<i>Anser albifrons</i>	NT	
3			オオハクチョウ	<i>Cygnus cygnus</i>		
4			ツクシガモ	<i>Tadorna tadorna</i>	VU	NT
5			アカツクシガモ	<i>Tadorna ferruginea</i>	DD	
6			オンドリ	<i>Aix galericulata</i>	DD	
7			オカヨシガモ	<i>Anas strepera</i>		
8			ヨシガモ	<i>Anas falcata</i>		
9			ヒドリガモ	<i>Anas penelope</i>		
10			アメリカヒドリ	<i>Anas americana</i>		
11			マガモ	<i>Anas platyrhynchos</i>		
12			カルガモ	<i>Anas zonorhyncha</i>		
13			ハシビロガモ	<i>Anas clypeata</i>		
14			オナガガモ	<i>Anas acuta</i>		
15			シマアジ	<i>Anas querquedula</i>		
16			トモエガモ	<i>Anas formosa</i>	VU	NT
17			コガモ	<i>Anas crecca</i>		
-			マガモ属	<i>Anas sp.</i>		
18			ホシハジロ	<i>Aythya ferina</i>		
19			キンクロハジロ	<i>Aythya fuligula</i>		
20			スズガモ	<i>Aythya marila</i>		
21			シノリガモ	<i>Histrionicus histrionicus</i>		VU
22			ビロードキンクロ	<i>Melanitta fusca</i>		DD
23			ホオジロガモ	<i>Bucephala clangula</i>		VU
24			ミコアイサ	<i>Mergellus albellus</i>		NT
25			ウミアイサ	<i>Mergus serrator</i>		
26	カイツブリ目	カイツブリ科	カイツブリ	<i>Tachybaptus ruficollis</i>		
27			カンムリカイツブリ	<i>Podiceps cristatus</i>		
28			ハジロカイツブリ	<i>Podiceps nigricollis</i>		NT
29	ハト目	ハト科	カワラバト (ドバト)	<i>Columba livia</i>		
30			キジバト	<i>Streptopelia orientalis</i>		
31	アビ目	アビ科	オオハム	<i>Gavia arctica</i>		NT
32	カツオドリ目	ウ科	ヒメウ	<i>Phalacrocorax pelagicus</i>	EN	
33			カワウ	<i>Phalacrocorax carbo</i>		
34			ウミウ	<i>Phalacrocorax capillatus</i>		
35	ペリカン目	サギ科	ヨシゴイ	<i>Ixobrychus sinensis</i>	NT	CR
36			ゴイサギ	<i>Nycticorax nycticorax</i>		VU
37			ササゴイ	<i>Butorides striata</i>		VU
38			アマサギ	<i>Bubulcus ibis</i>		VU
39			アオサギ	<i>Ardea cinerea</i>		
40			ダイサギ	<i>Ardea alba</i>		
41			チュウサギ	<i>Egretta intermedia</i>	NT	NT
42			コサギ	<i>Egretta garzetta</i>		VU
43			クロサギ	<i>Egretta sacra</i>		NT
44			カラシラサギ	<i>Egretta eulophotes</i>	NT	NT
45		トキ科	ヘラサギ	<i>Platalea leucorodia</i>	DD	VU
46			クロツラヘラサギ	<i>Platalea minor</i>	EN	EN
47	ツル目	クイナ科	クイナ	<i>Rallus aquaticus</i>		NT
48			ヒクイナ	<i>Porzana fusca</i>	NT	NT
49			バン	<i>Gallinula chloropus</i>		
50			オオバン	<i>Fulica atra</i>		
51	カッコウ目	カッコウ科	ホトトギス	<i>Cuculus poliocephalus</i>		
52	チドリ目	チドリ科	タゲリ	<i>Vanellus vanellus</i>		VU
53			ケリ	<i>Vanellus cinereus</i>	DD	NT
54			ムナグロ	<i>Pluvialis fulva</i>		VU
55			ダイゼン	<i>Pluvialis squatarola</i>		VU
56			ハジロコチドリ	<i>Charadrius hiaticula</i>		NT
57			イカルチドリ	<i>Charadrius placidus</i>		NT
58			コチドリ	<i>Charadrius dubius</i>		
59			シロチドリ	<i>Charadrius alexandrinus</i>	VU	VU

曽根干潟および周辺で確認された鳥類リスト(その 2/4)

No.	目	科	和名	学名	環境省RL	福岡県RDB
60	チドリ目	チドリ科	メダイチドリ	<i>Charadrius mongolus</i>		
61			オオメダイチドリ	<i>Charadrius leschenaultii</i>		
62		ミヤコドリ科	ミヤコドリ	<i>Haematopus ostralegus</i>		VU
63		セイタカシギ科	セイタカシギ	<i>Himantopus himantopus</i>	VU	
-		チドリ亜目	チドリ亜目	Charadrii		
64		シギ科	オオジシギ	<i>Gallinago hardwickii</i>	NT	NT
65			タシギ	<i>Gallinago gallinago</i>		
66			オグロシギ	<i>Limosa limosa</i>		VU
67			オオソリハシシギ	<i>Limosa lapponica</i>	VU	EN
68			コシャクシギ	<i>Numenius minutus</i>	EN	
69			チュウシャクシギ	<i>Numenius phaeopus</i>		VU
70			ダイシャクシギ	<i>Numenius arquata</i>		EN
71			ホウロクシギ	<i>Numenius madagascariensis</i>	VU	EN
72			ツルシギ	<i>Tringa erythropus</i>	VU	VU
73			アカアシシギ	<i>Tringa totanus</i>	VU	NT
74			コアオアシシギ	<i>Tringa stagnatilis</i>		NT
75			アオアシシギ	<i>Tringa nebularia</i>		NT
76			カラフトアオアシシギ	<i>Tringa guttifer</i>	CR	CR
77			クサシギ	<i>Tringa ochropus</i>		
78			タカブシギ	<i>Tringa glareola</i>	VU	VU
79			キアシシギ	<i>Heteroscelus brevipes</i>		
80			ソリハシシギ	<i>Xenus cinereus</i>		VU
81			イソシギ	<i>Actitis hypoleucos</i>		
82			キョウジョシギ	<i>Arenaria interpres</i>		NT
83			オバシギ	<i>Calidris tenuirostris</i>		EN
84			コオバシギ	<i>Calidris canutus</i>		
85			ミユビシギ	<i>Calidris alba</i>		VU
86			トウネン	<i>Calidris ruficollis</i>		VU
87			ヨーロッパトウネン	<i>Calidris minuta</i>		
88			オジロトウネン	<i>Calidris temminckii</i>		VU
89			ヒバリシギ	<i>Calidris subminuta</i>		NT
90			ウズラシギ	<i>Calidris acuminata</i>		VU
91			サルハマシギ	<i>Calidris ferruginea</i>		
92			ハマシギ	<i>Calidris alpina</i>	NT	VU
93			ヘラシギ	<i>Eurynorhynchus pygmeus</i>	CR	CR
94			キリアイ	<i>Limicola falcinellus</i>		
95			エリマキシギ	<i>Philomachus pugnax</i>		
96			アカエリヒレアシシギ	<i>Phalaropus lobatus</i>		VU
-			シギ科	Scolopacidae		
97		タマシギ科	タマシギ	<i>Rostratula benghalensis</i>	VU	VU
98		ツバメチドリ科	ツバメチドリ	<i>Glareola maldivarum</i>	VU	VU
99		カモメ科	ユリカモメ	<i>Larus ridibundus</i>		NT
100			ズグロカモメ	<i>Larus saundersi</i>	VU	VU
101			ウミネコ	<i>Larus crassirostris</i>		
102			カモメ	<i>Larus canus</i>		NT
103			セグロカモメ	<i>Larus argentatus</i>		
104			オオセグロカモメ	<i>Larus schistisagus</i>	NT	
105			コアジサシ	<i>Sterna albifrons</i>	VU	EN
106			エリグロアジサシ	<i>Sterna sumatrana</i>	VU	
107			アジサシ	<i>Sterna hirundo</i>		NT
108			クロハラアジサシ	<i>Chlidonias hybrida</i>		
109			ハジロクロハラアジサシ	<i>Chlidonias leucopterus</i>		
-			カモメ科	Laridae		
110	タカ目	ミサゴ科	ミサゴ	<i>Pandion haliaetus</i>	NT	
111		タカ科	ハチクマ	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	NT	NT
112			トビ	<i>Milvus migrans</i>		
113			オジロワシ	<i>Haliaeetus albicilla</i>	VU	
114			チュウヒ	<i>Circus spilonotus</i>	EN	CR
115			ハイイロチュウヒ	<i>Circus cyaneus</i>		VU
116			ツミ	<i>Accipiter gularis</i>		VU

曾根干潟および周辺で確認された鳥類リスト(その 3/4)

No.	目	科	和名	学名	環境省RL	福岡県RDB
121	タカ目	タカ科	オオノスリ	<i>Buteo hemilasius</i>		
122			ケアシノスリ	<i>Buteo lagopus</i>		
123	フクロウ目	フクロウ科	コミミズク	<i>Asio flammeus</i>		VU
124	ブッポウソウ目	カワセミ科	カワセミ	<i>Alcedo atthis</i>		
125	キツツキ目	キツツキ科	コゲラ	<i>Dendrocopos kizuki</i>		
126			アオゲラ	<i>Picus awokera</i>		
127	ハヤブサ目	ハヤブサ科	チョウゲンボウ	<i>Falco tinnunculus</i>		
128			コチョウゲンボウ	<i>Falco columbarius</i>		VU
129			ハヤブサ	<i>Falco peregrinus</i>	VU	VU
130	スズメ目	サンショウクイ科	サンショウクイ	<i>Pericrocotus divaricatus</i>	VU	CR
131		モズ科	モズ	<i>Lanius bucephalus</i>		
132		カラス科	コクマルガラス	<i>Corvus dauuricus</i>		
133			ミヤマガラス	<i>Corvus frugilegus</i>		
134			ハシボソガラス	<i>Corvus corone</i>		
135			ハシブトガラス	<i>Corvus macrorhynchos</i>		
136		キクイタダキ科	キクイタダキ	<i>Regulus regulus</i>		
137		ツリスガラ科	ツリスガラ	<i>Remiz pendulinus</i>		NT
138		シジュウカラ科	ヤマガラ	<i>Poecile varius</i>		
139			シジュウカラ	<i>Parus minor</i>		
140		ヒバリ科	コヒバリ	<i>Calandrella cheleensis</i>		
141			ヒバリ	<i>Alauda arvensis</i>		
142		ツバメ科	ショウドウツバメ	<i>Riparia riparia</i>		
143			ツバメ	<i>Hirundo rustica</i>		
144			コシアカツバメ	<i>Hirundo daurica</i>		NT
145			イワツバメ	<i>Delichon dasypus</i>		
146		ヒヨドリ科	ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i>		
147		ウグイス科	ウグイス	<i>Cettia diphone</i>		
148		エナガ科	エナガ	<i>Aegithalos caudatus</i>		
149		ムシクイ科	ムジセッカ	<i>Phylloscopus fuscatus</i>		
150			オオムシクイ	<i>Phylloscopus examinandus</i>	DD	
151			メボソムシクイ	<i>Phylloscopus xanthodryas</i>		
152			エゾムシクイ	<i>Phylloscopus borealoides</i>		
153		チメドリ科	ガビチョウ	<i>Garrulax canorus</i>		
154			ソウシチョウ	<i>Leiothrix lutea</i>		
155		メジロ科	メジロ	<i>Zosterops japonicus</i>		
156		センニュウ科	シマセンニュウ	<i>Locustella ochotensis</i>		
157		ヨシキリ科	オオヨシキリ	<i>Acrocephalus orientalis</i>		NT
158			コヨシキリ	<i>Acrocephalus bistrigiceps</i>		
159		セッカ科	セッカ	<i>Cisticola juncidis</i>		
160		ミソサザイ科	ミソサザイ	<i>Troglodytes troglodytes</i>		
161		ムクドリ科	ムクドリ	<i>Spodiopsar cineraceus</i>		
162			コムクドリ	<i>Agropsar philippensis</i>		
163		ヒタキ科	シロハラ	<i>Turdus pallidus</i>		
164			ツグミ	<i>Turdus naumanni</i>		
165			ノゴマ	<i>Luscinia calliope</i>		
166			コルリ	<i>Luscinia cyane</i>		CR
167			ジョウビタキ	<i>Phoenicurus auroreus</i>		
168			ノビタキ	<i>Saxicola torquatus</i>		
169			イソヒヨドリ	<i>Monticola solitarius</i>		
170			コサメビタキ	<i>Muscicapa dauurica</i>		VU
171			キビタキ	<i>Ficedula narcissina</i>		
172		スズメ科	スズメ	<i>Passer montanus</i>		
173		セキレイ科	ツメナガセキレイ	<i>Motacilla flava</i>		
174			キセキレイ	<i>Motacilla cinerea</i>		
175			ハクセキレイ	<i>Motacilla alba</i>		
176			セグロセキレイ	<i>Motacilla grandis</i>		
177			マミジロタヒバリ	<i>Anthus richardi</i>		
178			セジロタヒバリ	<i>Anthus gustavi</i>		
179			ムネアカタヒバリ	<i>Anthus cervinus</i>		
180			タヒバリ	<i>Anthus rubescens</i>		NT

曾根干潟および周辺で確認された鳥類リスト(その 4/4)

No.	目	科	和名	学名	環境省RL	福岡県RDB
181	スズメ目	アトリ科	アトリ	<i>Fringilla montifringilla</i>		
182			カワラヒワ	<i>Chloris sinica</i>		
183			ベニマシコ	<i>Uragus sibiricus</i>		
184		ホオジロ科	ホオジロ	<i>Emberiza cioides</i>		
185			ホオアカ	<i>Emberiza fucata</i>		
186			コホオアカ	<i>Emberiza pusilla</i>		
187			カシラダカ	<i>Emberiza rustica</i>		NT
188			ミヤマホオジロ	<i>Emberiza elegans</i>		
189			シマアオジ	<i>Emberiza aureola</i>	CR	
190			アオジ	<i>Emberiza spodocephala</i>		
191			オオジュリン	<i>Emberiza schoeniclus</i>		

○環境省RL

・環境省レッドリスト2020（環境省，令和2年3月）

EX：絶滅 CR：絶滅危惧 I A類 EN：絶滅危惧 I B類 CR+EN：絶滅危惧 I 類 VU：絶滅危惧 II 類 NT：準絶滅危惧
DD：情報不足 LP：絶滅のおそれのある地域個体群

○福岡県RDB

・福岡県の希少野生生物－福岡県レッドデータブック2024（福岡県：2025年3月31日）

EX：絶滅 CR：絶滅危惧 I A類 EN：絶滅危惧 I B類 CR+EN：絶滅危惧 I 類 VU：絶滅危惧 II 類 NT：準絶滅危惧
DD：情報不足 LP：絶滅のおそれのある地域個体群

参考資料

- 1) 北九州市：曾根干潟環境調査(鳥類調査)業務委託 報告書, 2006-2022.
- 2) 北九州市：平尾台・曾根干潟の自然環境把握業務 報告書, pp. 64-69, 2018.
- 3) 大塚功・向井宏・清野聡子・林修・高橋俊吾・清水則雄・足立賢太・近藤裕介：永遠に残したい曾根干潟－世界的に貴重な野鳥と生きたカブトガニの楽園－, pp. 28-33, 2020.
- 4) 環境省：モニタリングサイト 1000 シギ・チドリ類調査 2004-2023.
- 5) 北九州市：曾根干潟環境調査(平成7年度～17年度) 結果, pp. 90-92, 2005.

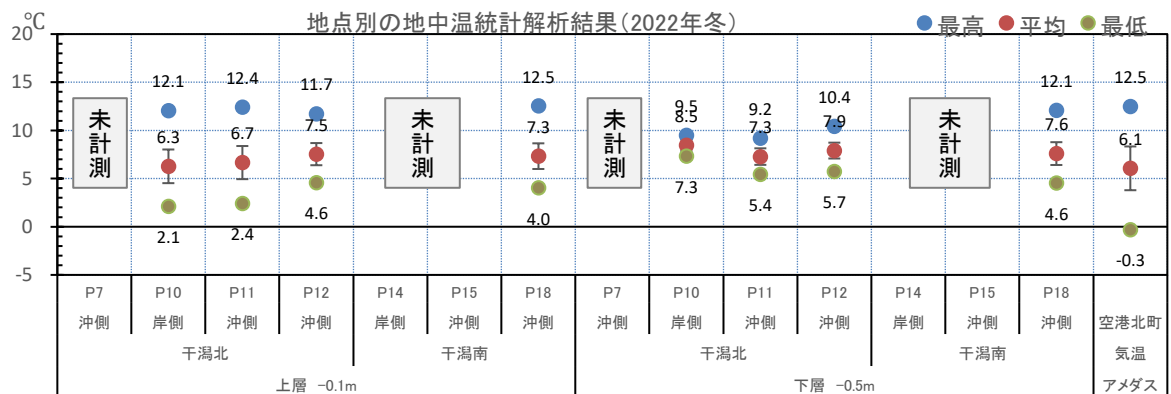
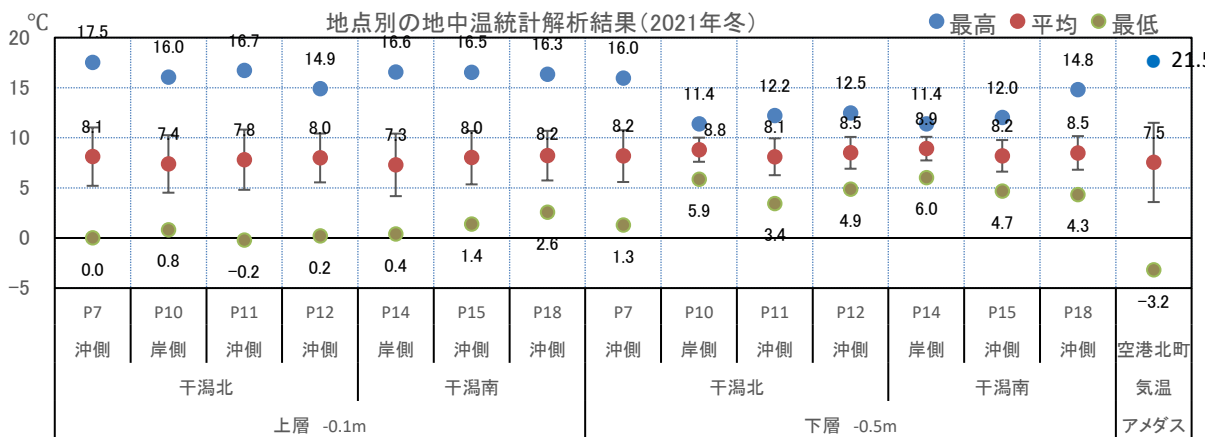
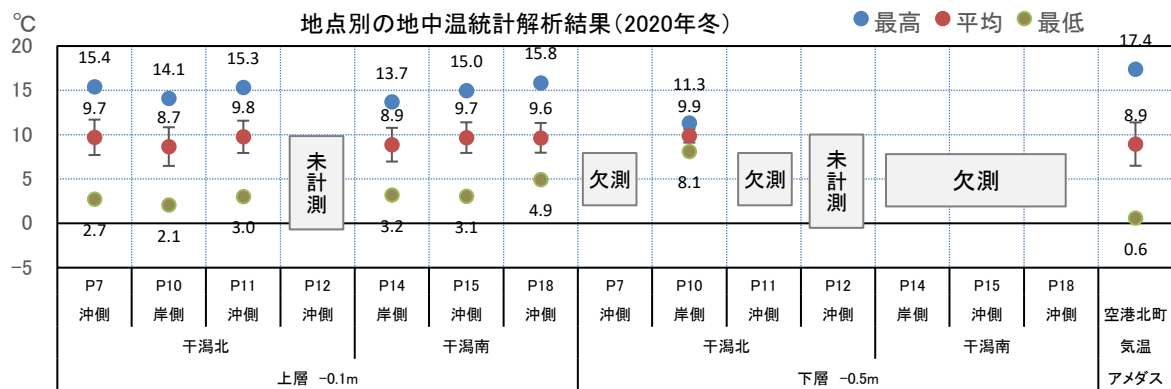
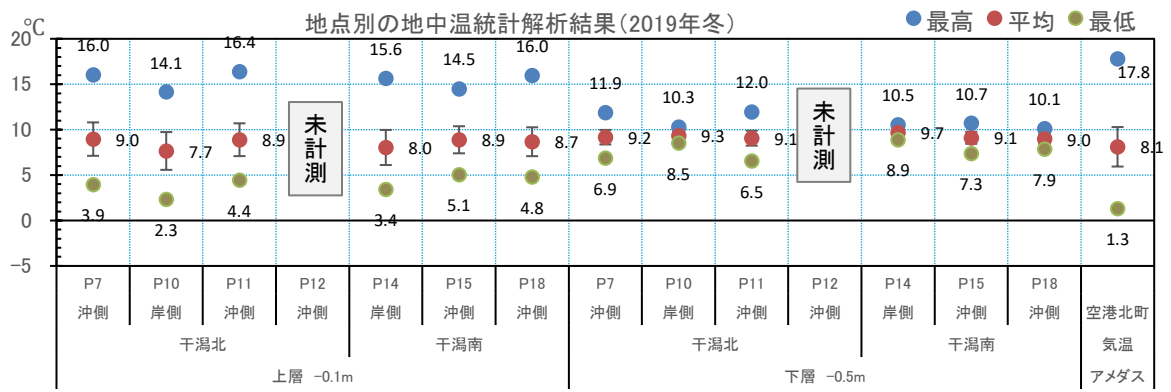


図 A.1 地中温の最大・平均・最小値・標準偏差(年別・冬)

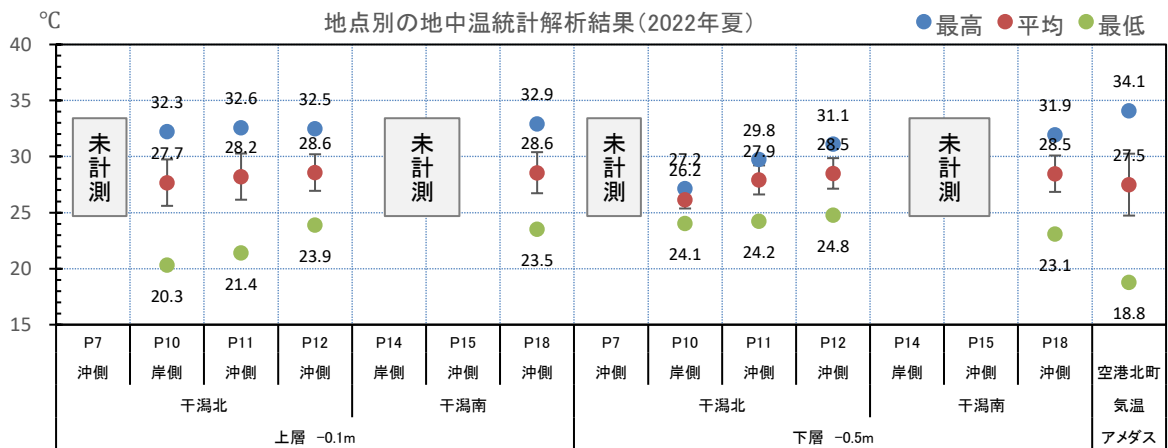
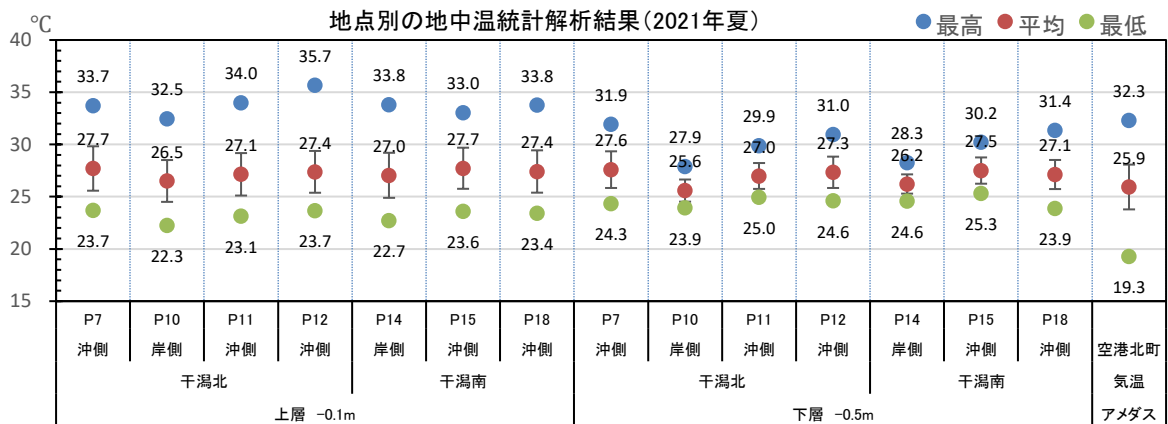
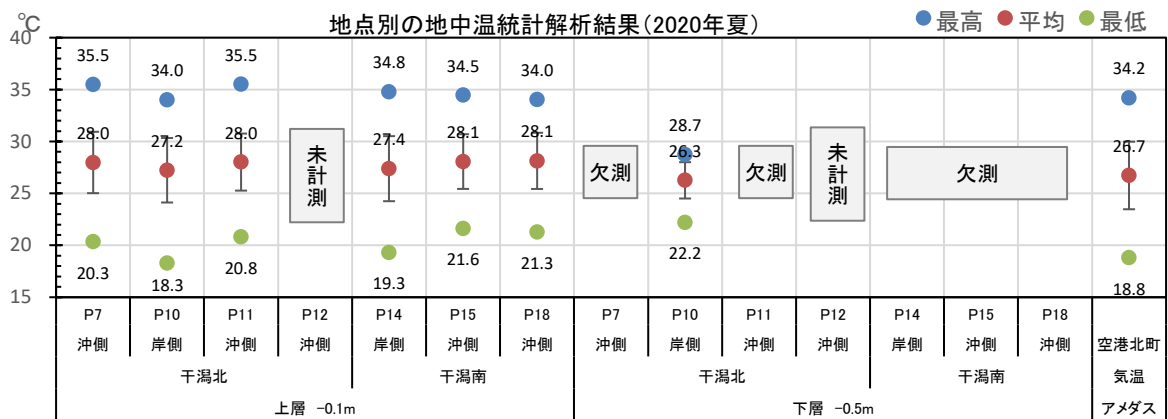
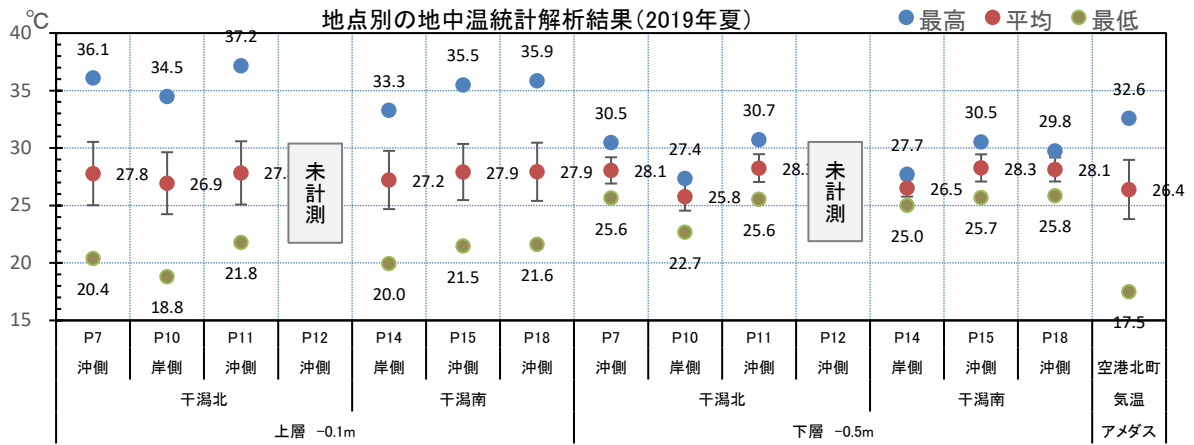


図 A.2 地中温の最大・平均・最小値・標準偏差(年別・夏)

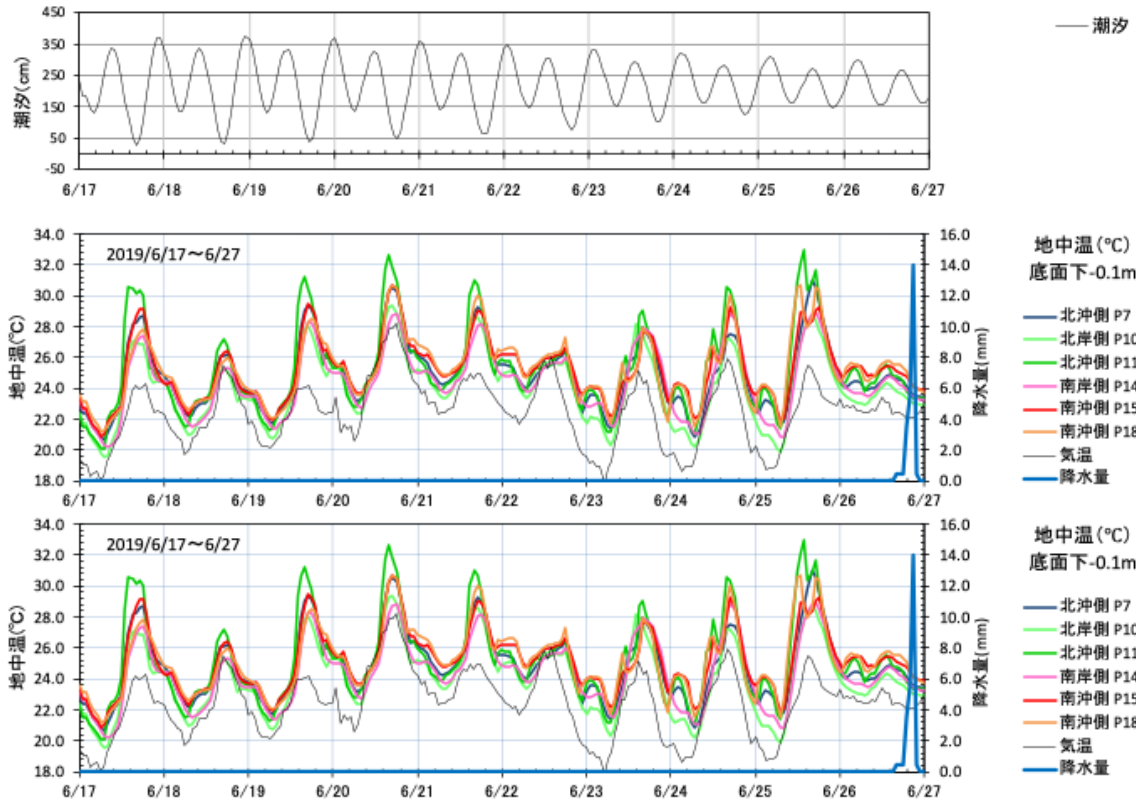


図 A.3 各地点における地中温と潮位, 降水量の時系列変化(2019 年夏季, 晴天時)

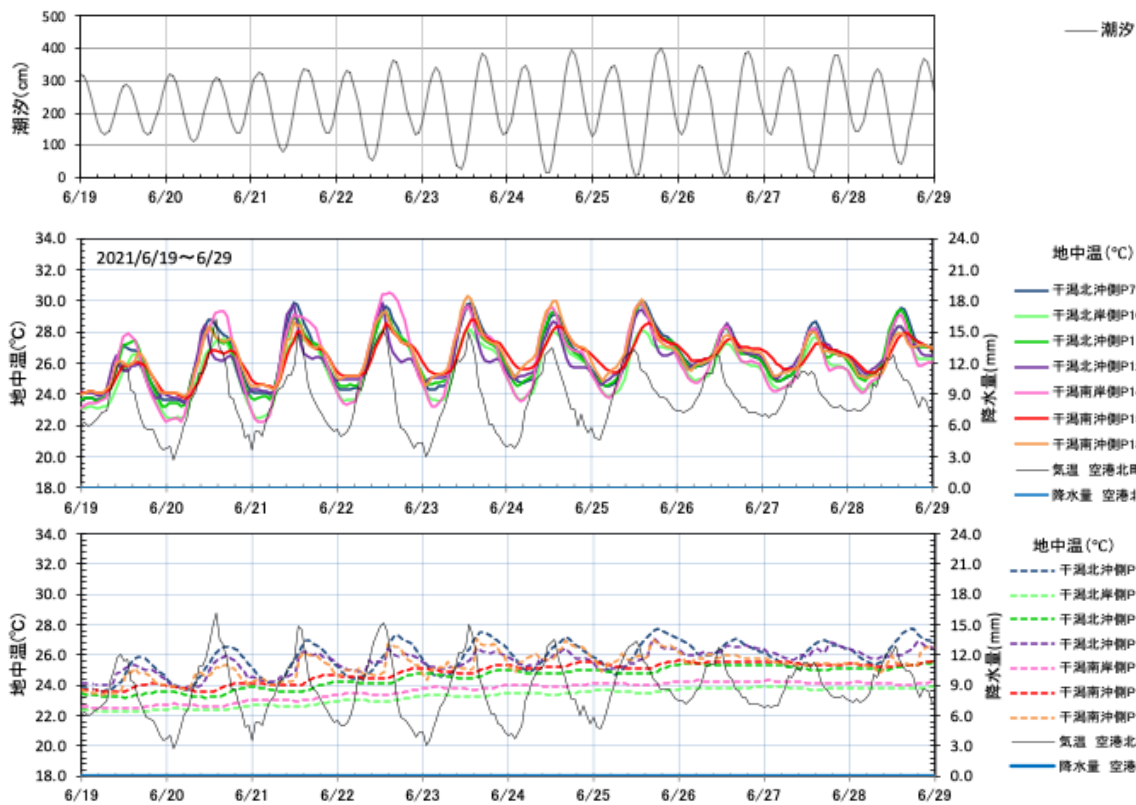


図 A.4 各地点における地中温と潮位, 降水量の時系列変化(2021 年夏季, 晴天時)

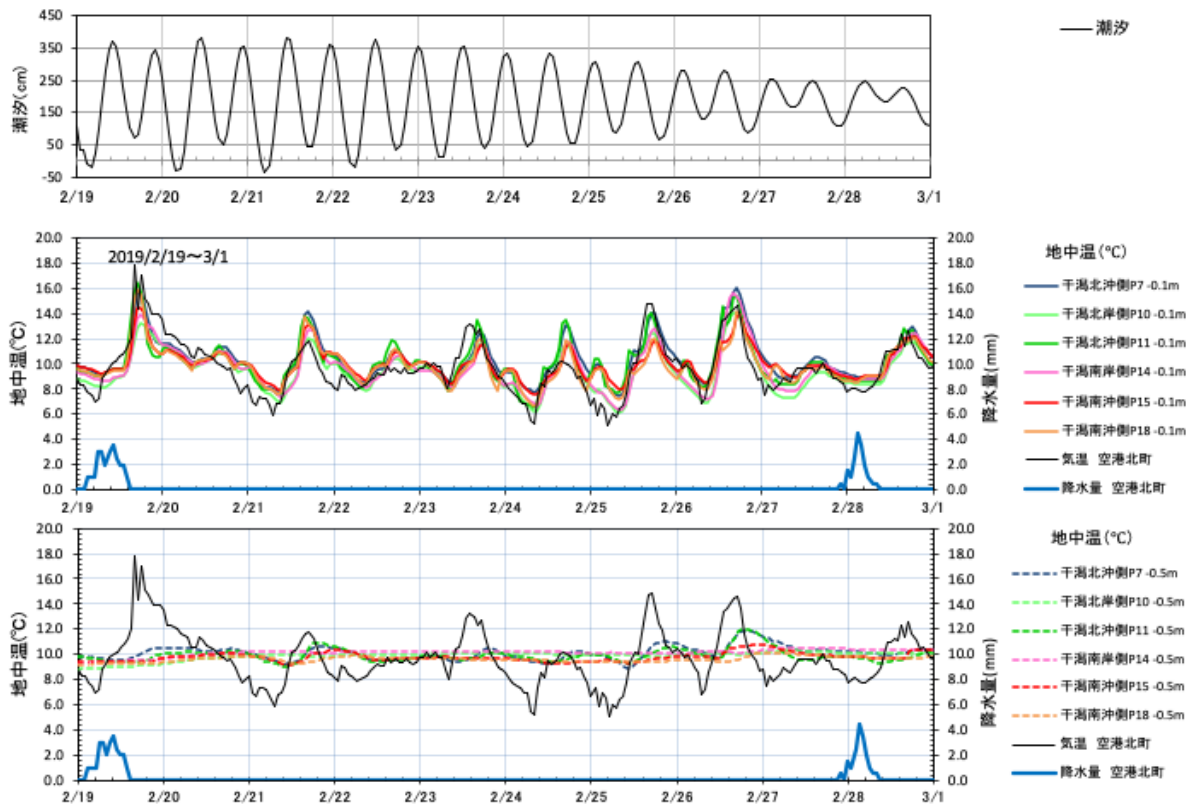
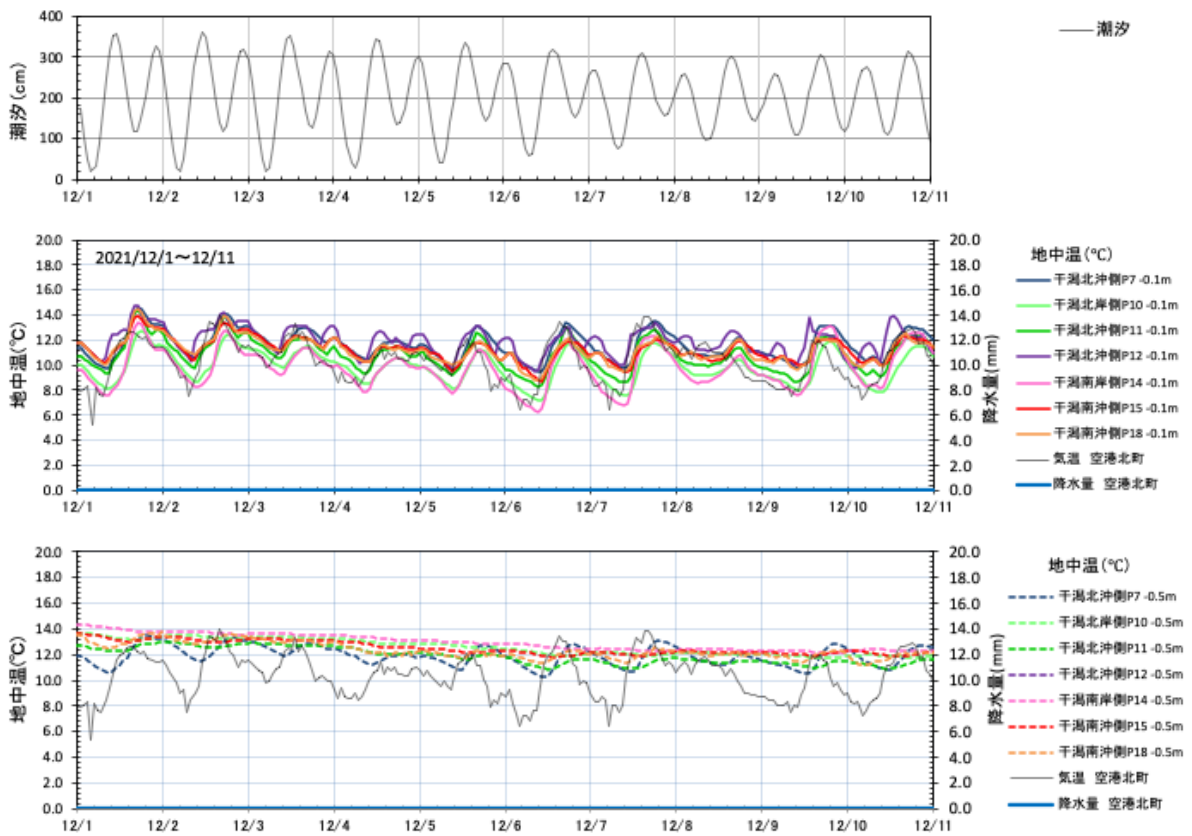


図 A.5 各地点における地中温と潮位, 降水量の時系列変化(2019 年冬季, 晴天時)



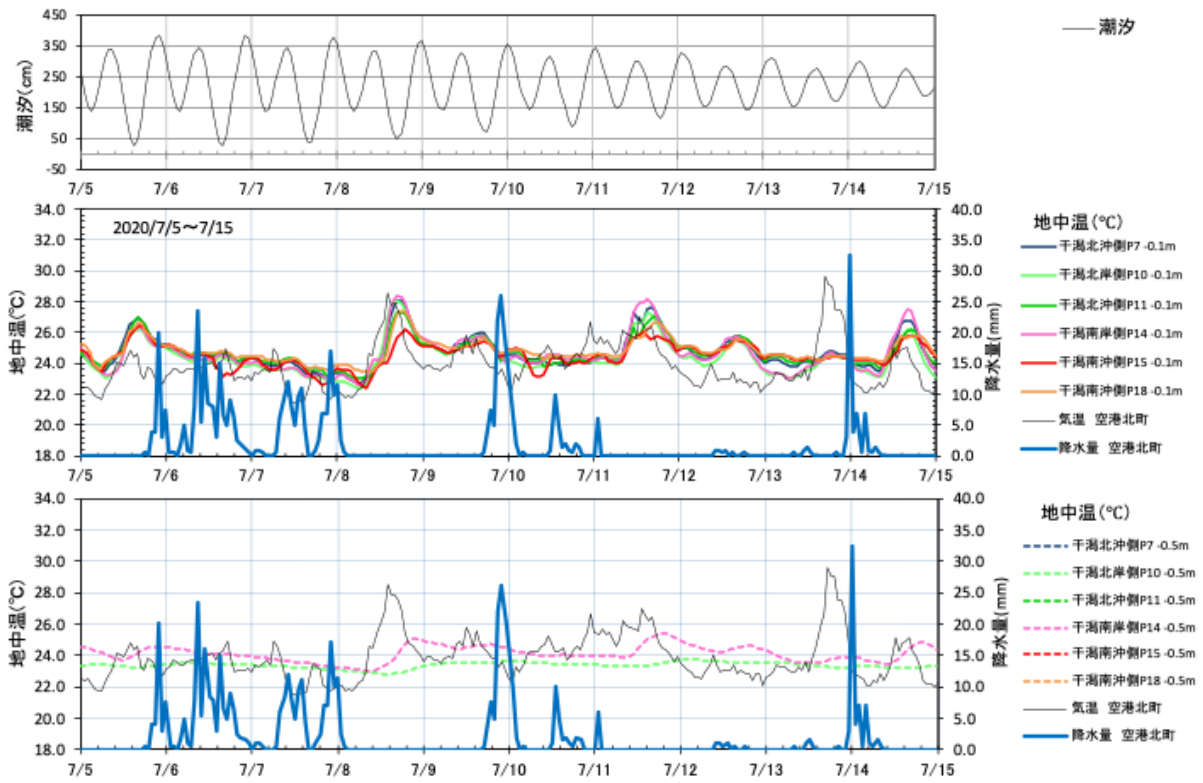


図 A.7 各地点における地中温と潮位, 降水量の時系列変化(2020 年夏季, 雨天時)

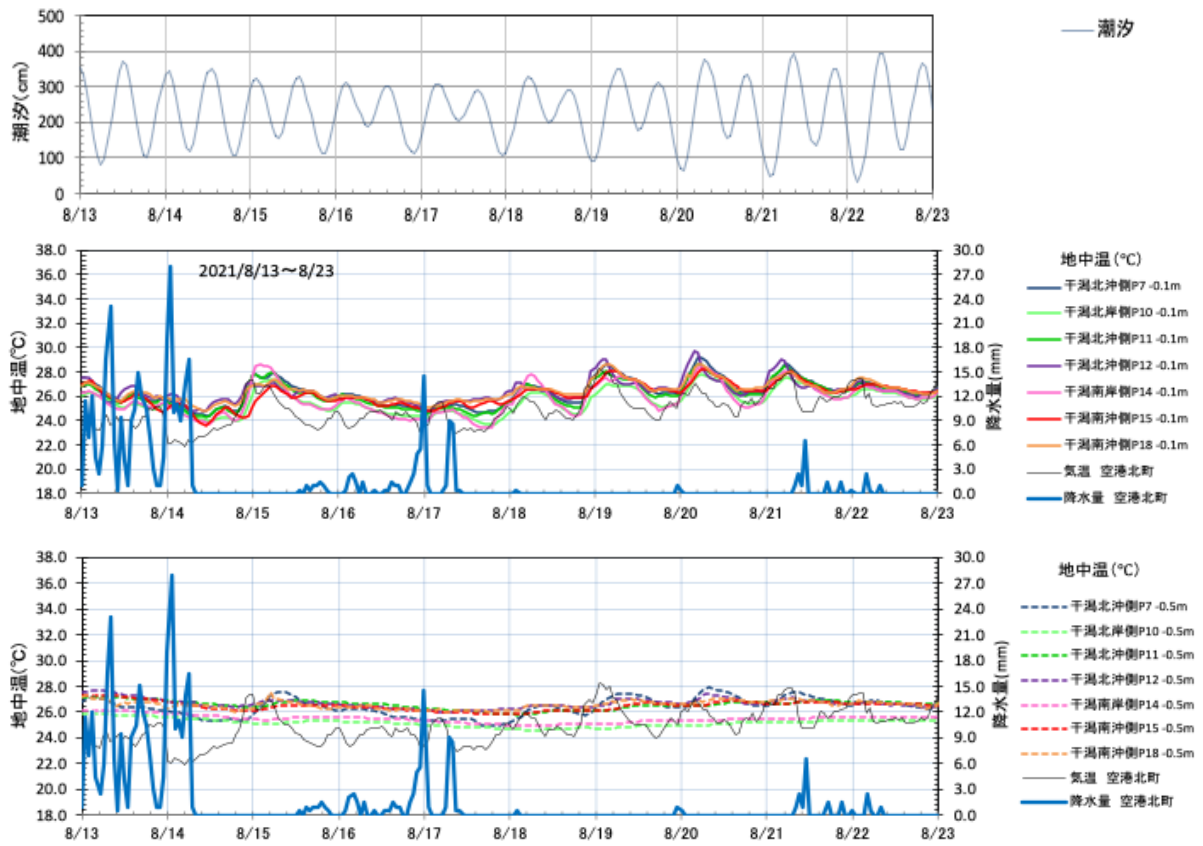


図 A.8 各地点における地中温と潮位, 降水量の時系列変化(2021 年夏季, 雨天時)

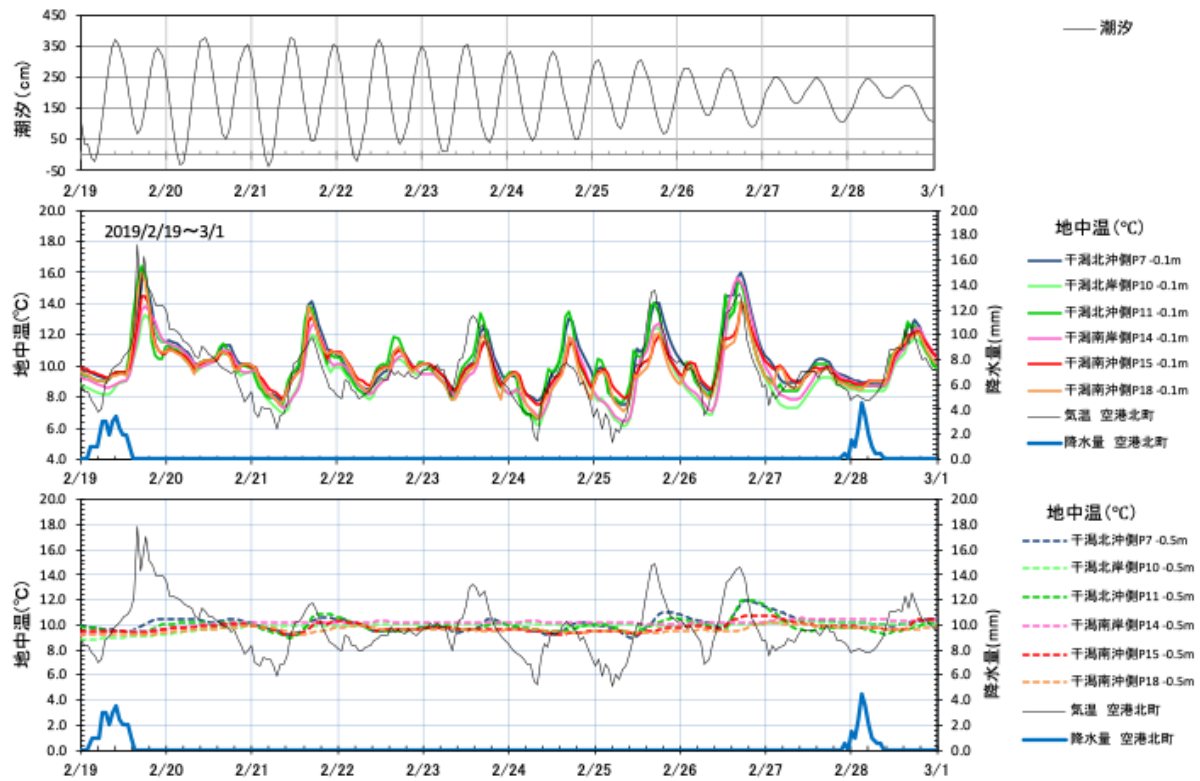


図 A.9 各地点における地中温と潮位, 降水量の時系列変化(2019 年冬季, 雨天時)

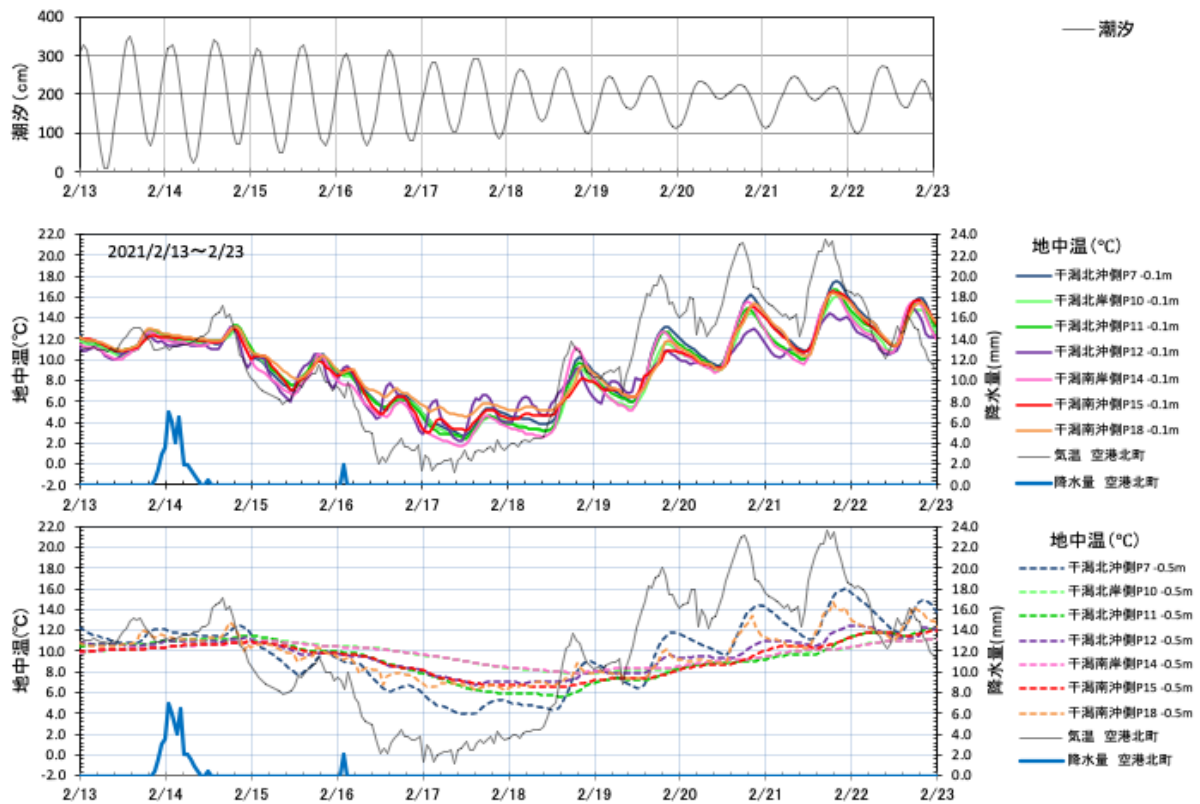


図 A.10 各地点における地中温と潮位, 降水量の時系列変化(2021 年冬季, 雨天時)

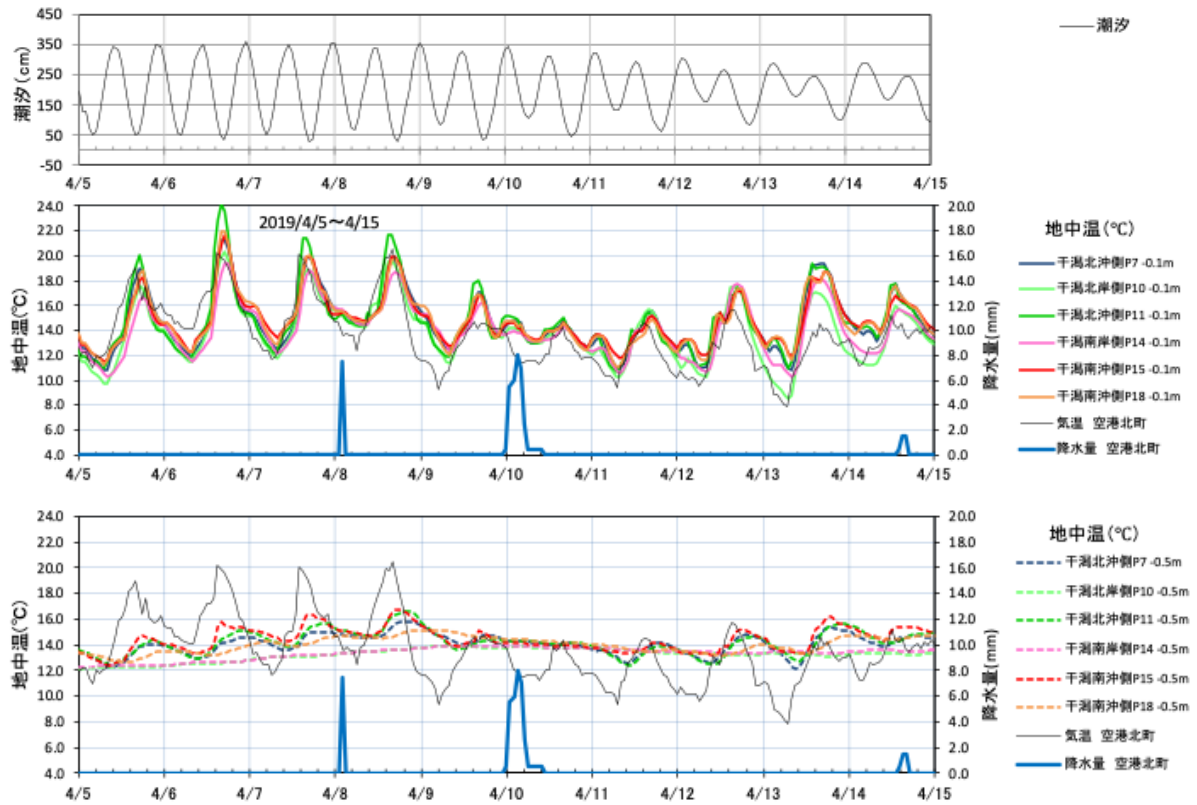


図 A.11 各地点における地中温と潮位, 降水量の時系列変化(2019 年春季, 雨天時)

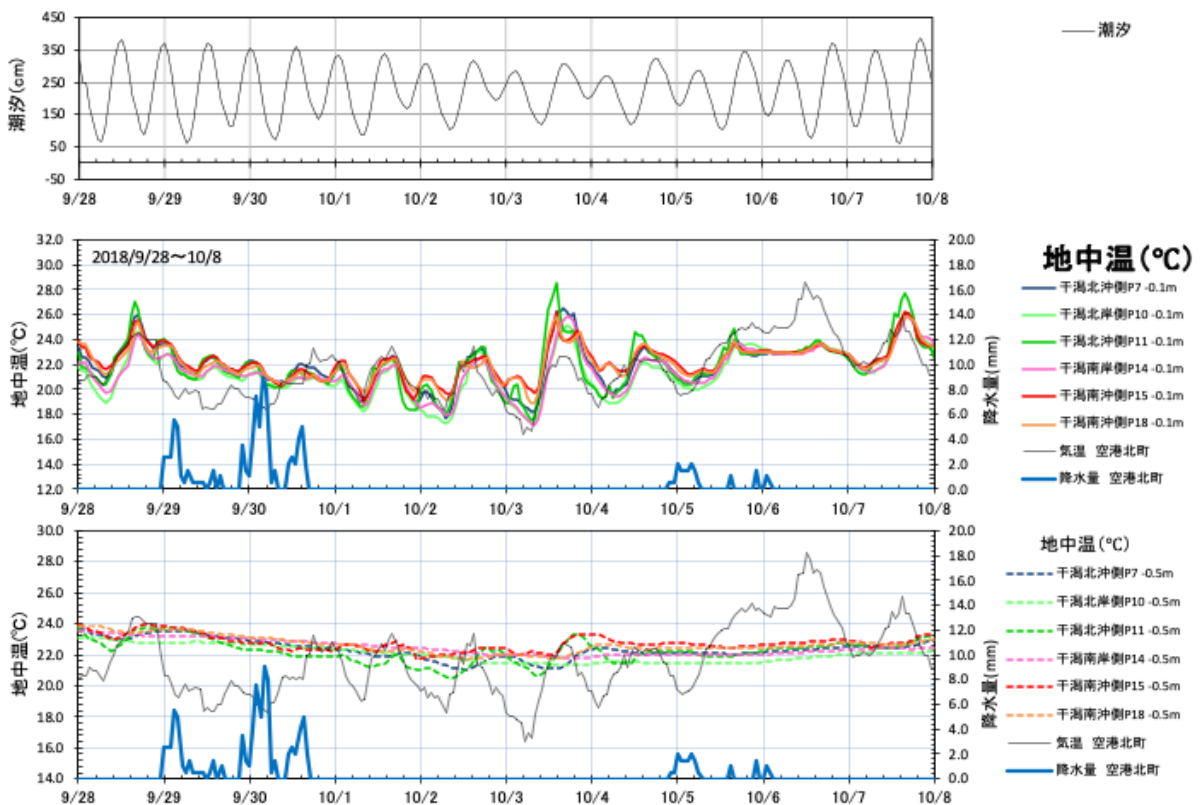


図 A.12 各地点における地中温と潮位, 降水量の時系列変化(2018 年秋季, 雨天時)

おわりに

日本の干潟は、九州では有明海の干潟が有名であるが、都市の中にある干潟としては、北九州の曾根干潟、福岡市の和白干潟、今津干潟が有名である。昔は食料増産のため、干拓事業により水田として利用されてきたが、近年は都心の発展に伴い、空港港湾機能用地、工業用地、商業用地などの都市機能を補完するための開発が進められている。

日本では平成9年6月に環境影響評価法が制定され、開発に際し、公害の防止および自然環境の保全を図ることが求められたが、自然環境については、その数量化が難しく、定性的な評価にとどまっていた。

地球上では生命誕生以来、多様な生物が生まれてきた。特にユーラシア大陸の東端に位置し、寒帯から亜熱帯までである日本では、地域ごとに特有の生物が存在する。そのため、都市の生活環境はもとより地域特有の自然環境に関する情報を集め、できるだけ客観的・定量的な評価を行うことが重要である。

本書は、特に曾根干潟を中心とした環境情報を一元的に網羅的に見ることができる図書として、定量研が収集した多くの情報をまとめ、可能な限り定量的な評価を行ったものであり、北九州市の曾根干潟を中心とした持続可能な地域の発展に少しでも寄与することを願います。

最後に、本図書の完成に至るにあたって、これまでご指導・ご支援をいただきました皆様に深く感謝し、以下にお名前を挙げさせていただきます。

定量研名誉会員：本研究会初代代表の小野勇一氏〔九州大学名誉教授〕、初代副代表の岡本久人氏〔九州国際大学次世代システム研究所所長（在籍時）〕、森本嘉人氏〔日本野鳥の会北九州支部長（在籍時）〕、岡田 徹氏〔日本野鳥の会前北九州支部長（在籍時）〕、奥田哲也氏〔（有）オクト環境〕。なお、奥田氏は本書執筆途中に病に倒れ、本書の完成を見ることなく他界された。

定量研元会員：小野原一氏〔環境テクノス（株）（在籍時）〕、酒井奈美氏〔西日本技術開発（株）〕、原喜則氏〔（株）三洋コンサルタント（在籍時）〕

調査・研究アドバイザー：嶺井久勝氏〔元九州大学大学院農学研究員助手〕、新井章吾氏〔海藻研究所所長〕、中山裕文氏〔九州大学工学研究院環境社会部門教授〕

現地調査協力者（過去10年間で複数回協力された方）：椿賢太氏・堀田剛広〔西日本技術（株）〕、倉持雅彦氏・太田琴子氏・片山理恵氏・凌千恵氏〔（株）エコー〕、福留真樹氏・手嶋孝司氏〔環境テクノス（株）〕

資料提供者：北九州市環境局、同経済産業局、同上下水道局、福岡県農林水産部水産局漁業管理課

助成金・補助金提供者：（財）河川環境管理財団（河川整備基金助成）、（株）エヌエスウインドパワーひびき（みなとや海辺の活動支援）、北九州市港湾局（みなとや海辺の親しみ創出事業補助）、（一財）みなと総合研究財団（未来のみなとづくり助成）、北九州市環境局（自然環境保全活動支援事業補助）

以上

NPO 法人 自然環境定量評価研究会

副会長 馬場崎 正博

NPO 法人 自然環境定量評価研究会メンバーおよび執筆者一覧

氏名	役職	所属 ※(主な職歴)
小島 治幸	会長	九州共立大学名誉教授
馬場崎 正博	副会長	NPO 法人エコネットふくおか理事長 (福岡市保健環境研究所所長)
岩本 浩	理事	岩本浩技術士事務所 (環境テクノス株式会社)
奥田 哲也	元理事	有限会社オクト環境
高比良 光治	理事	一般財団法人九州環境管理協会
中野 敦	理事・会計	日鉄テクノロジー株式会社
伊藤 陽	理事	株式会社三洋コンサルタント
山内 鋭司	監事	(国際航業株式会社・アジア航測株式会社)
町田 実	会員	(株式会社日立製作所)
宇野 潔	会員	一般財団法人九州環境管理協会
片山 悦治郎	会員	パシフィックコンサルタンツ株式会社
小濱 智之	会員	パシフィックコンサルタンツ株式会社
恒岡 徹	会員	パシフィックコンサルタンツ株式会社
平山 直樹	会員	北九州市環境局
山本 千裕	会員	(福岡県水産海洋技術センター長)
吉田 知世	会員	国際航業株式会社
大井 和之	共同研究者	一般財団法人九州環境管理協会
貞末 加織	共同研究者	一般財団法人九州環境管理協会

※所属は、研究に関わった当時または執筆時のもの。

—NPO 法人自然環境定量評価研究会 設立 25 周年記念誌—

曾根干潟 測り・学び・伝える

—泥んこ研究者たちの記録—

2026 年 3 月 31 日 初版発行

編者：高比良光治・小島治幸・岩本 浩・中野 敦・町田 実

表紙：宇野 潔

発行者：小島治幸

発行所：NPO 法人自然環境定量評価研究会

〒800-0233 福岡県北九州市小倉南区朽網西四丁目27番1号

TEL: 090-4999-4531 <http://www.teiryoken.jp/>



NPO 法人
自然環境定量評価研究会