

# 曾根干潟の自然環境特性に関する研究

## ON NATURAL ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS IN THE SONE TIDAL FLAT

原喜則<sup>1</sup>・小島治幸<sup>2</sup>・江崎政文<sup>3</sup>・鄒曙光<sup>4</sup>・清水啓司<sup>5</sup>・久富敬司<sup>6</sup>

Yosinori HARA, Haruyuki KOJIMA, Masahumi EZAKI, Shuguang YAN, Keiji SIMIZU, and Keiji HISATOMI

<sup>1</sup>学生会員 修士(工学) 九州共立大学大学院 環境・都市システム工学専攻(北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8)

<sup>2</sup>正会員 工博 九州共立大学 教授 工学部 都市システム工学科(北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8)

<sup>3</sup>学生会員 学士 九州共立大学大学院 都市システム工学専攻(北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8))

<sup>4</sup>正会員 博士(工学) 九州共立大学 助手 工学部 都市システム工学科(北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8)

<sup>5</sup>非会員 学士 株式会社 三洋コンサルタント 九州支店(北九州市小倉北区京町3-14-17)

<sup>6</sup>非会員 学士 株式会社 三洋コンサルタント 九州支店(北九州市小倉北区京町3-14-17)

The Sone tidal flat in Kitakyushu city has a dry flat of about 517ha during ebb tides. It is one of the nicest spots for the wild bird observation through the four seasons. It is also famous as the breeding ground of Horseshoe crab (*Tachypleus tridentatus*). A construction of an artificial island for a new airport about 3km offshore started in 1994, which was opened in March, 2006. A fishing port is under construction in the center of the Sone tidal flat. Therefore, there is a possibility that natural environments of the tidal flat may change. The aim of this study is to understand characteristics of the natural environments of the Sone tidal flat through field investigations of ground elevation, water quality, bottom sediment, and benthos. These investigation results are compared with the past findings. The results of the study indicate that the natural environments of the Sone tidal flat and its neighbor have not significantly changed at the present time. However, there is concern that a slight deterioration of bottom sediments and diversity of benthos has been detected. Detailed regular monitoring studys will be necessary.

**Key Words:** topographic survey, water quality, bottom sediment, benthos, Horseshoe crab (*Tachypleus tridentatus*)

### 1. はじめに

福岡県北九州市小倉南区にある曾根干潟(図-1)は、幅(南北)約3km、干出距離が1.7km、最大干出面積が約517haあり、ズグロカモメなど貴重な野鳥が多く渡来し、四季を通して野鳥観察を楽しむ事ができる。また、カブトガニの繁殖地としても有名である。干潟の周辺は、東が周防灘、北、西、南の三方はいずれもコンクリート護岸の海岸線となっており、中央には漁港に通じるコンクリートの道路が通っている。後背地には住宅地、空港施設、水田等があり、北から竹馬川、大野川、貫川、朽網川が干潟に流入している。平均大潮時における潮位差は3.96m、高波浪の波は東から東南東方向が卓越しており30年確率波としては、波高2.5m、周期6.2秒である。

平成6年より沖合約3kmに人工島方式により新北九州

空港の建設が開始され平成18年3月に開港した。また、間島の南側に平成9年から漁港を建設中のため、干潟の自然環境が変化する可能性がある。そこで本研究は、曾根干潟の地形、水質、底質、底生物の4項目について現地調査を行い、それらの調査結果と過去の資料を比較し、曾根干潟の自然環境の特性<sup>1)</sup>を把握することを目的としている。

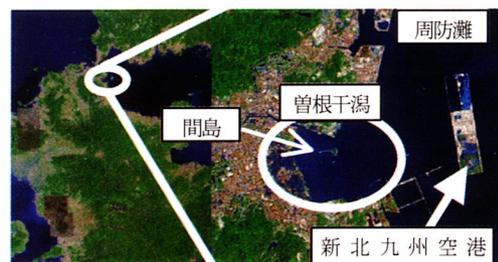


図-1 調査対象地域位置図

## 2. 研究方法

### (1) 曾根干潟と流入河川，周辺海域の既存資料収集

収集した既存資料は，北九州市<sup>2)</sup>と国土交通省<sup>3)</sup>の調査および環境省の環境 GIS<sup>4), 5)</sup>で曾根干潟および流入河川や周辺海域の自然環境に関するデータである。解析に用いた項目は，地形，水質，底質，底生生物の4項目であり，その詳細を表-1に示す。

図-2は，既存資料の測点を示した図であり，河川の■の3測点と海域の●の2測点が環境GISから得たデータであり，▲の14測点が国土交通省から得たデータの測点である。解析では，曾根干潟上の測点を「干潟」，新北九州空港より岸側海域の測点を「岸側」，空港より沖側海域の測点を「沖側」と呼び3つに区分けた。各区分内における各測点の年平均値を平均した値を用いた。また，環境GISから得られた●の2測点を平均したものを「岸側G」と呼ぶ。

### (2) 曾根干潟の現地調査方法

現地調査は，H17年9月に地盤高と粒度組成の試料採取，10月に水質，底質，底生生物の試料採取を行った。地盤高の測点は，干潟域に図-3のように86点(×印)設け，南北にA~Nまでの測線記号を振り，東西方向に番号を振って識別している。RTK (Real Time Kinematic) GPSや電子平板とトータルステーションを用いて地盤高を計測した。また，●印の23測点(北からP1~P23)において，粒度組成の試料を円筒状の採取器で採取した。

水質の測点は，図-4に示す▲印の7測点であり，S-1測線(W-1, W-7)では干潟域の上層(海面下0.5m層)の1層，S-2測線(W-4, W-8)とS-3測線(W-9, W-10, W-11)は上層と下層(海底面上1m)を満潮前後にバンドン型採水器を用いて採水した。S測線とは測点を南北方向に結んだもので，解析にはこの測線を用いた。

底質の成分調査測点は，図-4に示す×印であり，P-10, T-1測線(P-1, P-7, P-15, P-21), T-2測線(P-8, P-12, P-16, P-22), T-3測線(P-9, P-13, P-17, P-23)の13測点である。船上からエクマンバージ型採泥器を用いて採取し，船上から採取できない測点は干潮時に円筒状で試料を採取した。T測線とは測点を南北方向に結んだもので，解析にはこの測線を用いた。

底生生物の測点は図-4に示す●印(P-1, 7, 9, 10, 13, 15, 17, 21, 23)の9測点で，船上からエクマンバ

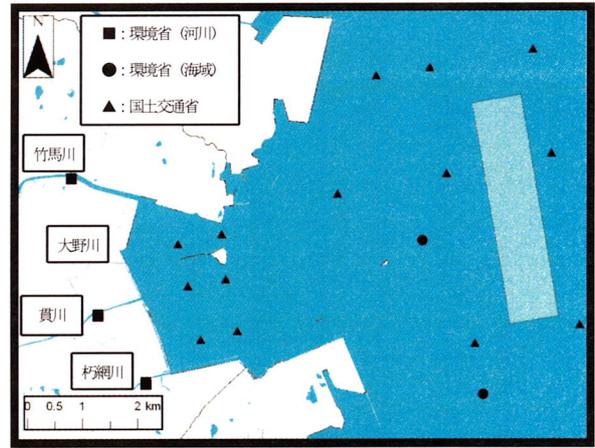


図-2 資料測点位置図

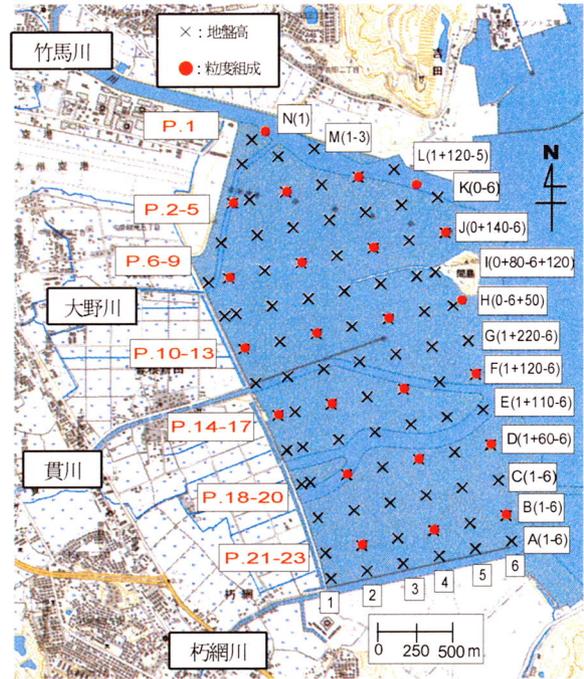


図-3 地盤高および粒度調査測点

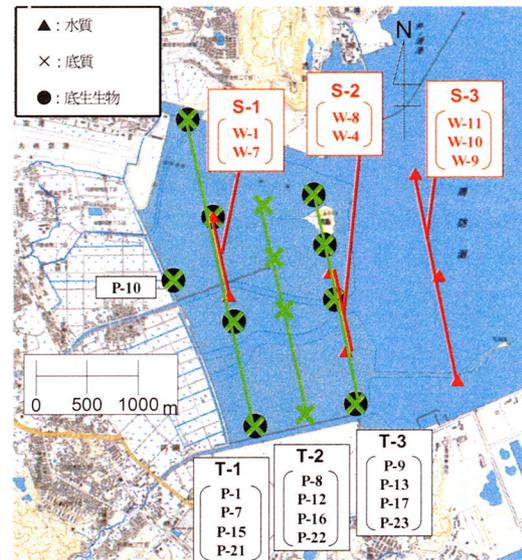


図-4 水質，底質，底生生物調査測点

表-1 資料収集

区域	項目	環境要素	北九州市	国土交通省	環境GIS
干潟 および 海域	地形	地盤高	干潟の標高 平成7, 9, 12年	海域の水深は 以下の年度ある	なし
	水質	透明度・pH・COD・SS DO・T-N・T-P	平成7年度	平成16年度～	昭和52年度～
	底質	粒度組成	平成7～12年度	(水質は海域のみ)	なし
	底生生物	出現種数・個体数・湿重量	平成7年度 (干潟のみ)	(粒度試験は干潟のみ)	なし
河川	水質	流量・pH・COD・SS DO・T-N・T-P	平成7年度	なし	昭和52年度～ 平成15年度
	底質	硫化物・COD・T-N・T-P	なし	なし	なし

ージ型採泥器で採取し、また、船上から採取できなかった測点は干潟時に 22.5cm の方形枠で採取し、1mm フルイ上の残渣を試料とし、種の同定と計数を行った。

### 3. 結果と考察

#### (1) 曾根干潟周辺の自然環境

##### a) 流入河川

曾根干潟に流入する河川は、北から竹馬川、大野川、貫川、朽網川の4つがある。このうち2級河川が竹馬川と貫川、準用河川が大野川と朽網川となっている。図-5は、H7年7月からH8年6月<sup>2)</sup>までにおける各河川の平均流量である。これを見ると竹馬川の約51,000m<sup>3</sup>/日(全体の約44%)が最も多く、次いで朽網川の約37,000m<sup>3</sup>/日(全体の約32%)である。

図-6は、河川水質<sup>2), 4)</sup>の経年変化を示したもので、上からCOD, SS, T-N, T-Pである。CODの経年変化からみると、3つの河川において竹馬川の値が最も高い値を示しているが、S57年度をピークに減少傾向である。貫川と朽網川は多少変動があるものの、これといった傾向はみられずほぼ横ばいであった。SSでは、各河川とも変動が大きい。昭和末期からH10年度にかけて各河川とも減少傾向である。竹馬川ではH10年度以降増加傾向にある。T-N, T-Pについては、H11年度からH15年度までの各河川を比較すると、河川による大きな違いはみられなかった。竹馬川の経年変化では、T-N, T-PともにS56年度から急激に減少している。竹馬川におけるこれらの減少要因の一つは、下水道の整備が考えられる。

##### b) 周辺海域

図-7は、水質の資料調査結果<sup>3), 4)</sup>で、上からCOD, SS(岸側Gのみ)、T-N, T-Pの順になっている。まず、CODの岸側Gでは、H12年度まで多少の変動があるものの2mg/l前後で推移していた。CODの岸側と沖側をみるとH7年度の約2mg/lからH15年度の約3mg/lまで増加傾向にあり、流入河川水の値に近づいている。次にSS(岸側G)は、H4年度の14mg/lからH7年度の約3mg/lまで急激に減少し、それ以降は6mg/l前後で推移し、流入河川水の傾向に類似している。T-Nの岸側Gの経年変化をみると多少の変動はあるものの概ね0.2mg/l前後で推移している。H7年度以降では各区分ともほとんどの年度で環境基準Ⅱ類型の0.3mg/l以下となっていた。T-Pでは各区分とも環境基準Ⅰ類型の0.02mg/l前後で落ち着いている。T-N, T-PのH7年度以前と以降を比較すると、H7年度以前では変動の幅が大きい。H7年度以降では変動の幅が小さくなっている。T-N, T-Pは、河川流入水と比較すると値のオーダーが1桁小さい。また、人工島の岸側と沖側の水質には大きな違いはない。

図-8は、底質の資料調査結果<sup>3)</sup>で、上からCOD, 強熱減量, 硫化物, T-N, T-Pの順になっている。また、左の縦軸が岸側と沖側、右の縦軸が干潟の値を表してい

る。CODの経年変化をみると、各区分ともH12年度で値が高くなり、H13年度で平常並み程度に戻り、その後はやや増加傾向にある。そして、干潟と海域は増減の傾向が似ていた。強熱減量では、岸側と沖合は約9%以下で

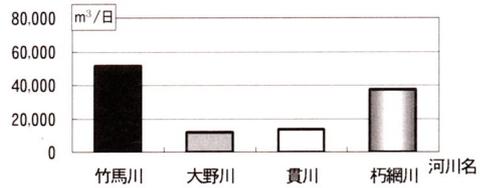


図-5 曾根干潟に流入する河川流量

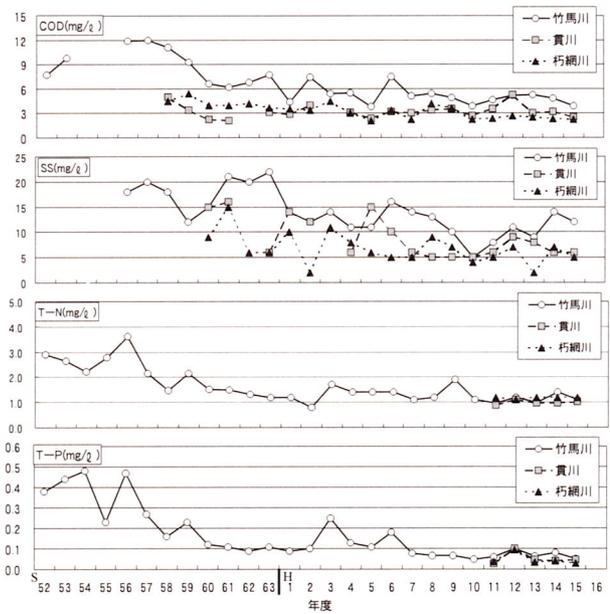


図-6 流入河川における水質の経年変化

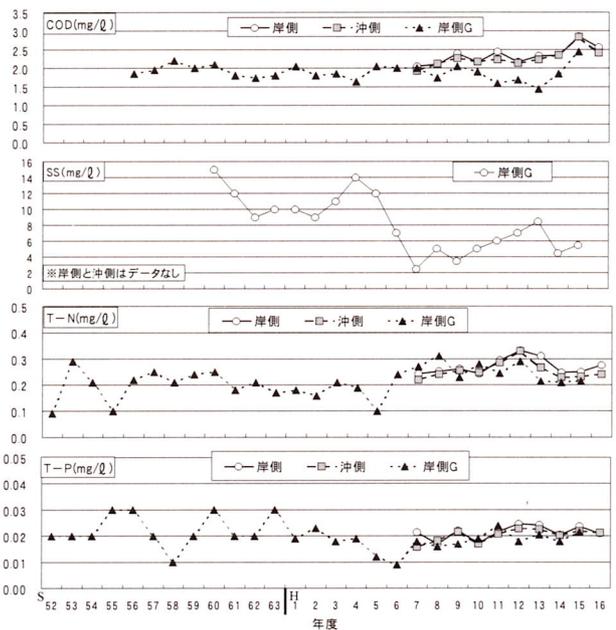


図-7 周辺海域における水質の経年変化

あったが、H13年度だけ値が高くなっていた。干潟では2%~3%の間の変化だけで大きな変化はなかった。硫化物では、他の成分と比べると変動が大きく、H11年度の岸側と沖側の差が約0.4mg/gあった。干潟では岸側や沖合ほどの変動はなく0.02mg/g前後で変動していた。T-Nの岸側と沖合では、H11年度前後から若干の減少傾向にある。T-Pの岸側と沖側ではH13年度で約0.6mg/gになった以外は約0.5mg/g前後であった。T-N、T-Pの干潟ではほとんど変動がなかった。

(2) 曾根干潟の現地調査結果

a) 地形解析結果

図-9は、H7年度(左図)とH17年(右図)の地盤等高線を表している。間島の背後にトンボロ地形が形成されている。H7年度とH17年度を比較すると、干潟の北側ではT.P.+0.5m等高線の前進がみられ、南側ではT.P.-1.0m等高線の後退が見られた。しかし、T.P.-0.5mの等高線にはあまり変化がなかった。また、最も低い測点では、T.P.-1.6mとなっている。

b) 水質解析結果

図-10は、水質成分分析結果の各年度における各測線の平均値である。H17年度からみていくと、透明度(左

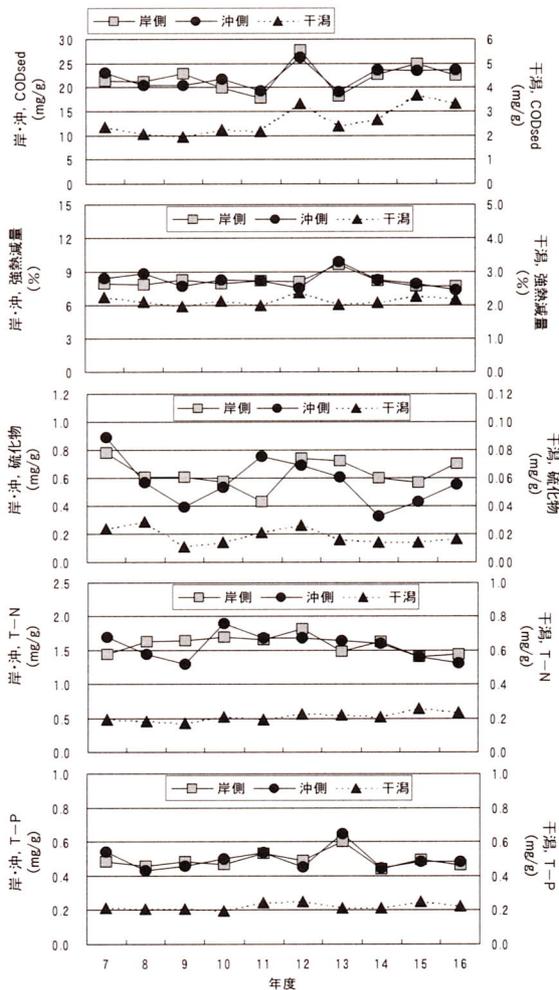


図-8 干潟と周辺海域における底質の経年変化

上図)では、沖に向かって上昇する傾向がみられた。COD(左下図)は環境基準のA類型を若干超えている程度である。T-N(右上図)はII類型を超えている。T-P(右下図)はI類型の前後である。H7年度とH17年度を比較すると、透明度では各測線でH17年度の値が高くなっており、最も岸側のS-1では約0.5m上昇していた。CODとT-Pは減少傾向であるが、T-Nは増加傾向であった。水質のT-N以外は、H7年度からH17年度にかけて水質の悪化がほとんどないため、周辺環境の変化による悪影響はほとんどないと思われる。

c) 底質解析結果

図-11は、H7年度からH17年度までの各調査年度における粒度組成の一例であり、上からP-9、P-13、P-18となっている。干潟全体的における粒度組成は、測点P-18の結果が示すように経年的にあまり変化がない。23測点のうちで変化が激しかったのは最も海側にあるP-9で、H11年度からシルト分の割合が増加傾向にあることが分かる。P-13では各年で大きな変化が見られ、H12年度はシルト分が増加しているのに対し、それ以外の年では砂分が80%以上を占める。図-13は、H17年度からH7年度の含泥率(粘土分とシルト分を足したものを差分した平面図である。地盤高の調査測線G(干潟のほぼ中央)を境に北側では含泥率が減少し、南側は北側と比べると変化が小さい。竹馬川、大野川、貫川河口付近のP-1、P-6、P-7、P-10、P-15では、含泥率が10%前後減少していた。このP-10、P-15付近は、透明度の上昇が最も大きい部分である。23測点中で変化が激しかったのは間島の北にあるP-9で、図-11からもわかるよ

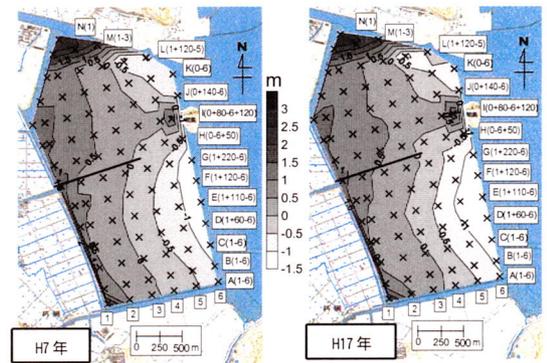


図-9 等高線図

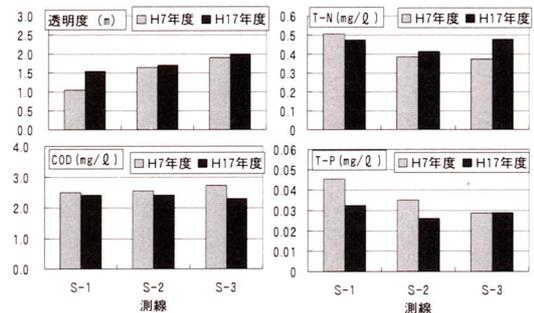


図-10 各測線における水質

うに含泥率が約35%増加していた。

図-13は、底質成分分析結果の各年度における各測線の平均値である。H17年度のCOD(左上図)、T-N(右上図)、T-P(右下図)では岸に近いP-10、T-1の値が高く、沖に近いT-2、T-3の値が低い傾向があり、この傾向はH7年度も同じであった。H17年度の硫化物(左下図)だけが沖側の値が高くなっている。H7年度とH17年度を比較するとCOD、硫化物、T-Nで増加向が見られ、T-Pではあまり変化がなかった。中でも特に硫化物は、他の成分と比べると増加率が高かった。図-14は、硫化物のH7年度(左図)、H17年度(右図)の平面分布図である。H7年度は全体的に0.03mg/g以下と低いのが、H17年度では局所的に増加しており、含泥率が増加したP-9では0.13mg/gの増加が見られた。これらの結果から底質環境が悪化していると考えられる。

d) 底生生物解析結果

図-15は、底生生物の種類数と個体数である。H7年度とH17年度を比べると全体的に個体数が増加しているが、種類数は減少している。H17年度では、P-9の個体数が、約5000個体と他の測点と比べると圧倒的に多く、種類数も18種と多かったが、個体数の約84%がホトギカイで占められていた。P-17も種類数が18種と多かった。図-16にShannon-Wiener<sup>6), 7)</sup>の式で求めた多様性指数を示す。全体的にみると多様性指数が減少しているのがわかる。特に減少が激しいP-7、P-9、P-13では、約1.5、2.0、1.3減少していた。これらの測点は、含泥率が変化をした測点で、その影響があると思われる。

e) カブトガニ

曾根干潟は、カブトガニの産卵・繁殖場としても有名であり、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いないといわれおり、学問上貴重な生物とされている<sup>8)</sup>。また、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)<sup>9)</sup>の絶滅危惧I類(CR+EN)に該当している。カブトガニが生息する地域の自然環境の保護・

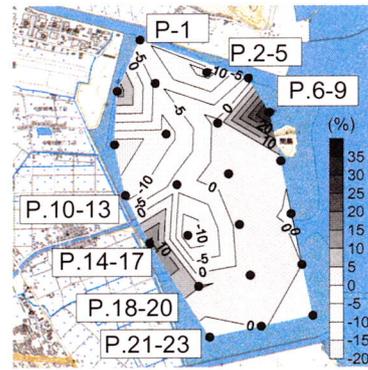


図-12 含泥率の平面差分図

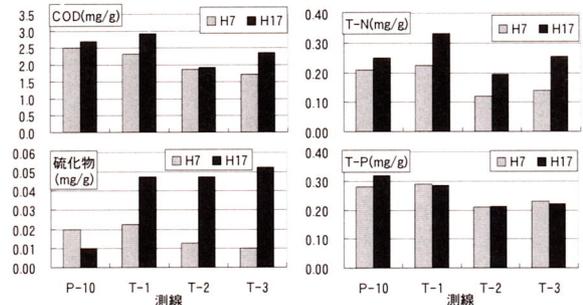


図-13 各測線における底質成分

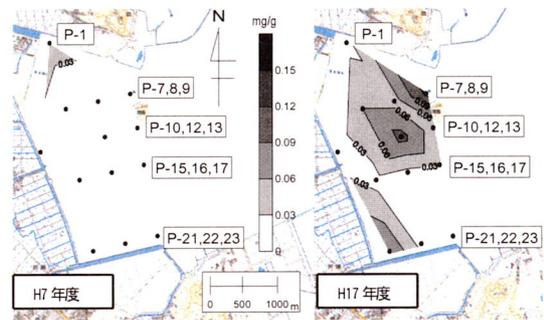


図-14 硫化物の平面分布図

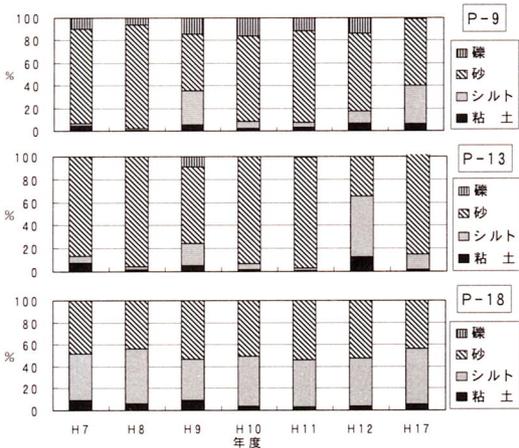


図-11 粒度組成

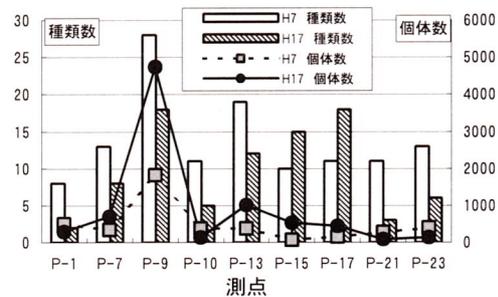


図-15 底生生物の種類数と個体数

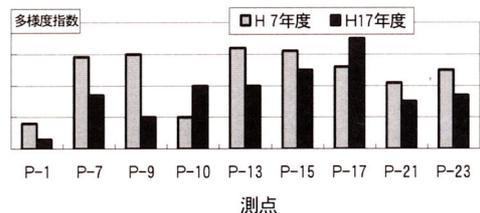


図-16 多様性指数

保全がなければ、この先カブトガニが絶滅する可能性がある。

図-17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<sup>10), 11)</sup>。曾根干潟をみると、H7年度の24つがいからH12年度の78つがいに徐々に増加していたが、H13年度に233つがいに急増し、H17年度には約1600つがいと急激に数を増やしている。伊万里湾ではH6年度の741つがいをピークに減少し、H10年度からは200つがい前後で推移している。他の湾・海岸では、大きな数の変動はない。

今回の現地調査結果と10年前のH7年度の調査結果を比較すると、曾根干潟の自然環境は多少変化があるもののカブトガニの生息環境に大きな変化はない結果となった。周辺海域においては、守江湾や玉喜海岸の結果が示すようにつがい数に大きな変動はないが、近年の曾根干潟はつがい数が急激に増加し、つがい数を他の湾と比べると圧倒的に多い。カブトガニの生態は未だに解明されていないことも多く、この増加の詳細な要因は、今のところ不明である。希少種のカブトガニが増加するのは喜ばしいことだが、今後もこの増加が続くと曾根干潟がカブトガニを養っていけるか、生態系のバランスが崩れなかなどの危惧もある。

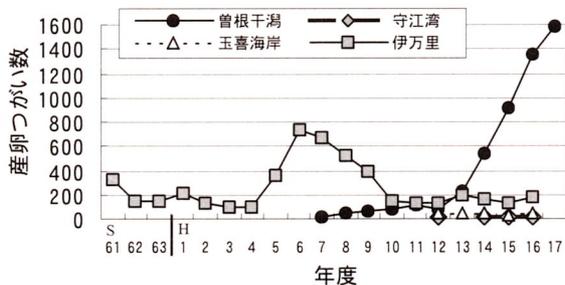


図-17 カブトガニの産卵つがい数

#### 4. 結論

本研究により、以下のような結論を得た。

1. 曾根干潟の流入河川水質と海域のSSは、昭和から平成にかけて良くなっていた。近年の河川と海域においては、SSの増加傾向以外は大きな変動はない。干潟の水質は、COD、T-Pは減少傾向であり、透明度が若干上昇していたが、水質に大きな変化はみられなかった。
2. 干潟の北側ではTP+0.5m等高線が前進し全体的に堆積傾向である。南側ではTP-1.0m等高線が後退し海側で顕著な侵食傾向がみられた。

3. 干潟における粒度組成は、流入河川の河口と干潟の北側で含泥率が減少し砂質化している。また、P-9やP-13では年により含泥率に大きな変化があった。干潟の底質は、硫化物、T-NやCODが増加し悪化傾向にある。
4. 干潟の底生生物は、全般的に個体数は増加していたが、種類数は減少していた。含泥率の大きな変化があったP-7、P-9、P-13では、多様度指数が大きく減少していた。
5. 近年、曾根干潟に産卵のため現れるカブトガニが急増している。増加の詳細な要因は不明である。

現在のところ曾根干潟や周辺の自然環境に大きな変化はないと考える。しかし、干潟の底質の悪化、多様度指数の減少傾向など環境変化の予兆とも思われる挙動があり、今後とも詳細なモニタリングが必要である。また、曾根干潟および周辺海域の流れや波浪の数値計算を行い、干潟の物理環境特性を調べる予定である。

謝辞：貴重なデータを提供して頂いた北九州市および国土交通省北九州港湾空港整備事務所、広大な干潟の現地調査に協力して頂いた関係者、研究室の4年生だった安東君と正岡君に心からの感謝の意を表す。

#### 参考文献

- 1) 小島治幸, 上殿高広, 岡野太樹, 原喜則, 入江功, 山城賢：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, 海岸工学論文集, 第49巻, pp.1146-1150, 2002
- 2) 北九州市：曾根干潟環境調査（平成7～15年度）結果
- 3) 国土交通省北九州港湾空港整備事務所：新門司沖生態系調査報告書, 1995年～2004年
- 4) 環境省：環境GIS, <http://www-gis.nies.go.jp/>
- 5) 山城賢, 入江功, 山口義幸, 長山達哉：海域水質環境の全国的相対比較, 海洋開発論文集, 第20巻, pp.559-604, 2004
- 6) 木元新作：生態学研究法講座 14, 動物群集研究法I, 共立出版, p192, 1976
- 7) 原喜則, 小島治幸, 入江功, 山城賢：沿岸域の自然環境評価手法に関する研究, 海洋開発論文集, 第20巻, pp.425-430, 2004
- 8) 生きた化石カブトガニ：[http://www.hirao.townnet.pref.yamaguchi.jp/untitled\\_folder/html/kikouzu/ka/kikaku/kabutogani.html](http://www.hirao.townnet.pref.yamaguchi.jp/untitled_folder/html/kikouzu/ka/kikaku/kabutogani.html)
- 9) 生物多様性情報システム：<http://www.biodic.go.jp/J-I-BIS.html>
- 10) 日本カブトガニを守る会：<http://www.hachigamenet.ne.jp/~mayu-shy/page6.htm>
- 11) 伊万里湾カブトガニの産卵推移：<http://www.hachigamenet.ne.jp/~mayu-shy/page4.htm>