

藤前干潟窪地における水質形成機構の検討

Study on the water quality mechanism of the Fujimae Tidal Flat depression

研究第四部 主任研究員 樋村 正雄
研究第四部 部長 前田 諭
研究第四部 研究員 横田 博昭

本稿は、「庄内川・新川河口干潟調査会」におけるモニタリング調査の一環として行われた、藤前干潟窪地における水質および生物調査の結果について報告するものである。

平成12年9月に愛知県を襲った集中豪雨は、庄内川・新川流域に甚大な被害を与えた。この対策として、平成12年より緊急の治水対策事業が行われている。この事業が行われる庄内川および新川の河口には、水鳥の飛来地として有名な藤前干潟があることから、事業が干潟に与える影響を回避・軽減する目的で、「庄内川・新川河口干潟調査会」が組織され、モニタリング調査およびその結果に対して指導・助言が行われている。

この調査会の中で、藤前干潟窪地で発生した貧酸素水が、藤前干潟に生息する底生動物等に悪影響を与えている可能性が指摘されたことを受け、平成13年度に水質および水生生物の現地調査が実施された。水質調査の結果、窪地では5月から10月にかけて強い躍層が発達し、8月から9月では底層で貧酸素状態となっていた。また、窪地における底生動物調査の結果、貧酸素水の解消がみられる冬期を除いてほとんど底生動物はみられず、干潟生態系としての機能が低下していることがわかった。

キーワード：藤前干潟、モニタリング調査、窪地、水質調査、底生動物調査、貧酸素水

This paper reports on the results of water quality and biological surveys conducted at the Fujimae Tidal Flat depression as part of the monitoring survey conducted by the Shonai River-Shin River Estuary Tidal Flat Study Group.

The localized heavy rain that hit Aichi Prefecture in September 2000 inflicted tremendous damage on the drainage basin of the Shonai and Shin rivers. In response to this flood damage, an emergency flood control project was launched in 2000. There is Fujimae Tidal Flat, a famous stopover site for migratory birds, along the estuaries of the two rivers for which the flood control project is underway. In order to prevent and mitigate the adverse effects of the project on the tidal flat, the Shonai River-Shin River Estuary Tidal Flat Study Group was formed, and the group has been giving guidance and advice on the monitoring survey and its results.

The study group pointed out the possibility of adverse effects of oxygen-poor water masses produced at the Fujimae Tidal Flat depression on the benthic and other animals inhabiting the tidal flat. In response to this indication, water quality and aquatic life investigations were conducted in 2001. The investigations revealed that in the depression a strong discontinuity layer develops at a depth of about one meter below the mean sea level of Tokyo Bay from May to October, and that the bottom layer is oxygen poor in August and September. The water quality survey revealed that PO₄-P and NH₄-N concentrations in the layers below a depth of 3 to 4 m below water surface are high during the period in which the discontinuity layer develops. This is thought to be caused by dissolution from the bottom sediment. A benthic animal survey conducted at the depression indicated that there are few benthic animals except during winter, in which the oxygen poor condition does not occur. This is thought to indicate that the tidal flat ecosystem is not functioning well.

Key words : *Fujimae Tidal Flat, monitoring survey, depression, water quality survey, benthic animal survey, oxygen-poor water mass*

1. はじめに

平成12年9月11日から12日にかけて、愛知県内では台風14号及び秋雨前線の影響により、未曾有の集中豪雨に見舞われた。この集中豪雨により、一級河川庄内川水系新川では3箇所が破堤し、沿川の総氾濫面積が約19km²、新川流域では約2万9千人の住民が避難を強いられたほか、1万8千戸を超える住家が被災し、事業所の浸水被害を加えると推定約6,700億円に及ぶ甚大な被害となり、流域社会に深刻な傷跡を残した。

この対策として、平成12年11月より旧建設省中部地方建設局と愛知県は河川激甚災害対策特別緊急事業（以下「激特事業」という。）に着手した。この事業では概ね5年間の予定で河道掘削・河床掘削・築堤および堤防の強化、遊水池の整備等の治水対策事業が進められている。この激特事業の対象となる庄内川・新川の河口には、渡り鳥の飛来地として有名な藤前干潟を中心とする干潟が現存し、河道内には多様な水辺環境が形成されていることから、事業実施に際してはこれらの自然環境に対して十分に配慮し、極力これらの自然環境に与える影響を小さくとどめていく措置を講じていかなければならないと考えられた。この視点を踏まえて、「激特事業が河口干潟に与える影響を調査、監視し、必要に応じて施工の方法等について指導・助言を行う」ことを目的とした、学識者8名からなる「庄内川・新川河口干潟調査会（委員長：河村三郎岐阜大学名誉教授）」が平成13年3月に組織され、激特事業に対するモニタリング調査に対する指導・助言が行われている。

2. 窪地調査を行った経緯

激特事業のうち、河川および河口干潟の環境に対するインパクトが大きいと考えられる、新川の河床掘削工事と、庄内川の河道掘削工事の二つをモニタリング調査の対象とした。この二つの工事が、主に庄内川・新川河口部に広がる干潟環境へ与える影響を把握し、その影響を極力小さくとどめていく措置を講ずることを目的とした、水質・底質・生物を対象とする総合的なモニタリング計画が平成13年8月に立案された。この計画に従い、概ね5ヶ年の予定でモニタリング調査が実施されている。

このモニタリング計画策定時に、激特事業で発生する土砂を用いて藤前干潟の西側にある窪地（図-1参照）を埋め戻す案が検討された。藤前干潟の窪地は、昭和34年に東海地方を襲った伊勢湾台風の災害復旧時に使用された土砂を採取した跡であり、現在、開口部が約400×200mで藤前干潟の干潟面から5mほど深

くなっている。モニタリング計画の検討の中で、この窪地で発生した貧酸素水塊が、藤前干潟に生息する底生動物等に悪影響を与えている可能性が指摘されたことを受けて、窪地における水質および水生生物の現状を把握する調査を実施することとなった。この調査は、窪地に対する生態的な評価のみでなく、今後の窪地埋め戻しに対する検討を行う際の、科学的な根拠資料を得ることを目的に実施された。

3. 調査結果

3-1 調査方法

(1) 調査場所

調査は、図-1に示す藤前干潟の西側にある窪地において実施した。

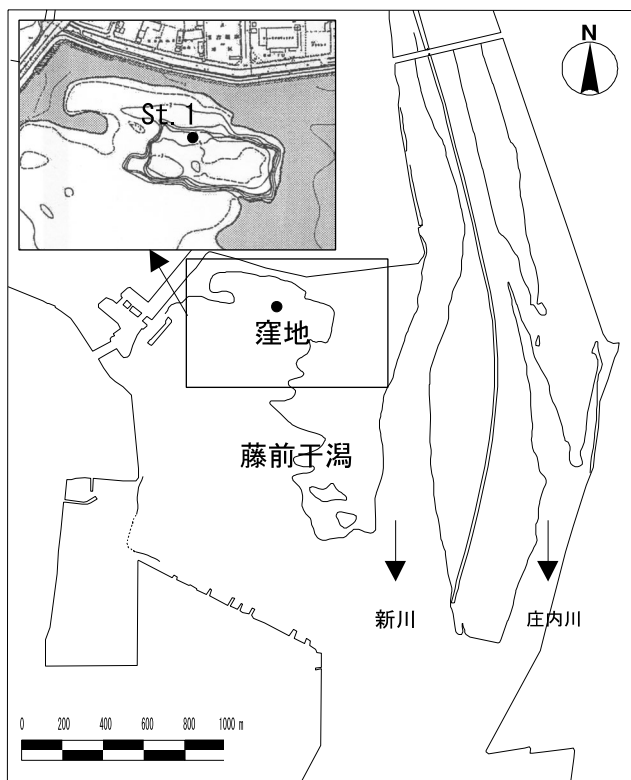


図-1 調査地点位置

(2) 調査項目と方法

調査項目は、水質、底質、底生生物、魚類とし、底質と底生生物調査は同時に行った。調査方法の概要は以下に示すとおりである。

【水質】

①鉛直測定

以下の測定機器を用いて、水深10cm毎の鉛直測定。
・水温・塩分：アレック電子社製 クロロテック208 PDK

- ・ DO：YSI 社製 YSI58型
- ・ 濁度：環境計測システム社製 YPC

②採水分析

海面から1mピッチで海底面上1mまで、バンドーン型採水器で採水し、各態の窒素・リンを分析。

【底質・底生生物】

スミス・マッキンタイヤ型採泥器で採泥し、底質は粒度組成、硫化物、TOCを分析。底生生物は1mm目と0.5mm目を2段重ねにしてふるい、それぞれのふるい上に残った生物を分析。

【魚類】

刺網を12時間（夕方から翌朝）設置。

(3) 調査時期

調査は、平成13年5月から平成14年3月にかけて実施した。調査項目別の調査実施日を表-1に示す。

図-1 調査地点位置

項 目		調 査 日
水質	鉛直測定	平成13年5月23日、平成13年6月16日 平成13年6月23日、平成13年7月6日 平成13年7月17日、平成13年8月13日 平成13年8月31日、平成13年9月12日 平成13年9月19日、平成13年10月15日 平成13年11月14日、平成13年12月13日 平成14年1月14日、平成14年3月15日
	採水分析	平成13年7月17日、平成13年8月31日 平成13年9月19日、平成13年11月14日
底質・底生生物		平成13年1月19日（冬季：事前調査） 平成13年6月4日（春季） 平成13年8月17日（夏季） 平成13年11月12日（秋季） 平成14年2月12日（冬季）
魚介類		平成13年6月5日（春季） 平成13年9月1日（夏季） 平成13年11月15日（秋季） 平成14年2月13日（冬季）

3-2 調査結果

(1) 水質

①鉛直測定結果

藤前干潟窪地（St.1）における水質の鉛直測定結果を平成13年5月から平成14年3月までの全実施回数を重ね書きにして図-2に示す。

水塊の物理的な構造は、水温と塩分から導き出される密度によってみる事ができる。窪地における密度の鉛直分布をみると、5月23日から9月19日まではほぼT.P.-1m前後に躍層が存在していた。また、密度の鉛直分布は塩分の鉛直分布と類似しており、この躍層は塩分躍層であると考えられる。10月には、9月ま

でほど強くないが、T.P.-1mに躍層がみられた。11月になると躍層は消滅し、上層から下層まで一様な密度分布となった。躍層が消滅する11月は、新川の河川流量が少なくなる時期とおおむね一致している。

このような密度の鉛直分布の変化とDO（DO飽和度）の変化は良く対応しており、9月までは躍層より下層で低く、特に8月、9月はT.P.-4m～-5mより深い層では貧酸素状態になっていた。また、躍層が解消した11月以降は、下層のDOは回復し、鉛直的に一様な分布となった。

②水分析結果

7月～9月及び11月に実施した1m毎の採水分析結果を図-3に示す。

7月には、水深3～4mの間で鉛直的な傾向が変化し、これより下層では有機的な底泥からの溶出によると考えられるPO₄-P、NH₄-Nの濃度が高かった。一方、それより上層では、リンについては下層に比べて濃度が低く、窒素については濃度がやや高くなっていた。この上層と下層の間には、鉛直測定結果でも明らかのように、強い躍層が発達していた（図-2）。そのため、躍層を境にして鉛直方向での水の混合が起こらず、下層の水塊は、躍層で蓋をされ、閉じこめられたようになっているものと考えられる。

8月・9月では、7月とほぼ同様の傾向がみられた。

11月には、上層から下層までほぼ同様の濃度であり、各態窒素及びリンの割合にも変化はみられなかった。

以上の結果より、藤前干潟窪地の水質形成機構は以下のように推察される。

7～9月の夏季には塩分躍層の発達により上下層間の水の交換が抑制されている。また、窪地では周囲より水深が深くなっているため、塩分躍層より下層の海水は、窪地内に閉じこめられたようになる。このように閉じこめられた水は、有機物の分解に伴い貧酸素化し、底泥から溶出した栄養塩が蓄積され濃度が著しく高くなると考えられる。

塩分躍層が解消する11月以降から春季までは、鉛直混合が進むため、上層から下層までほぼ一様な水質鉛直分布をするといった季節変化をしているものと推察された。

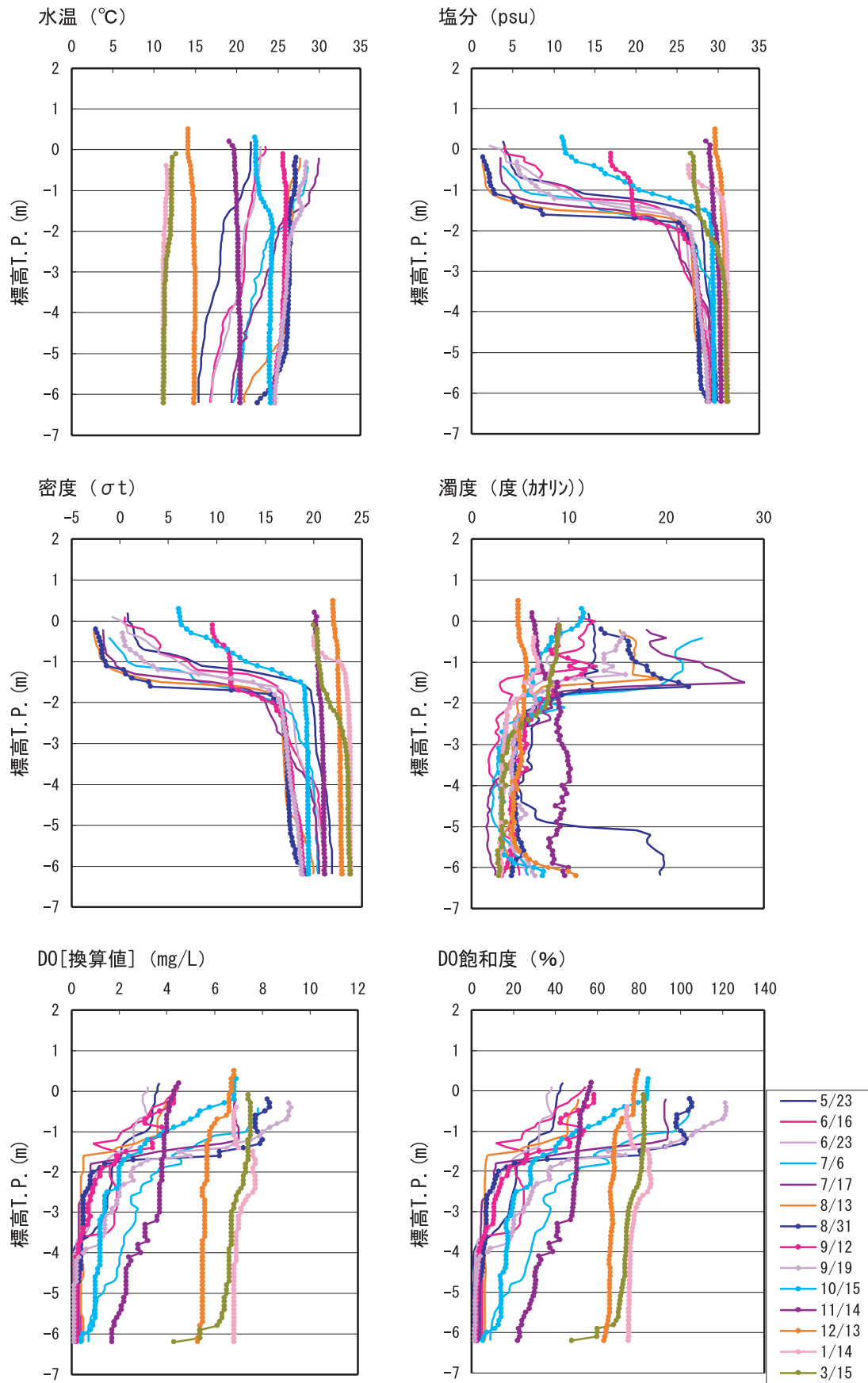


図-2 窪地における水質の鉛直測定結果 (上げ潮時)

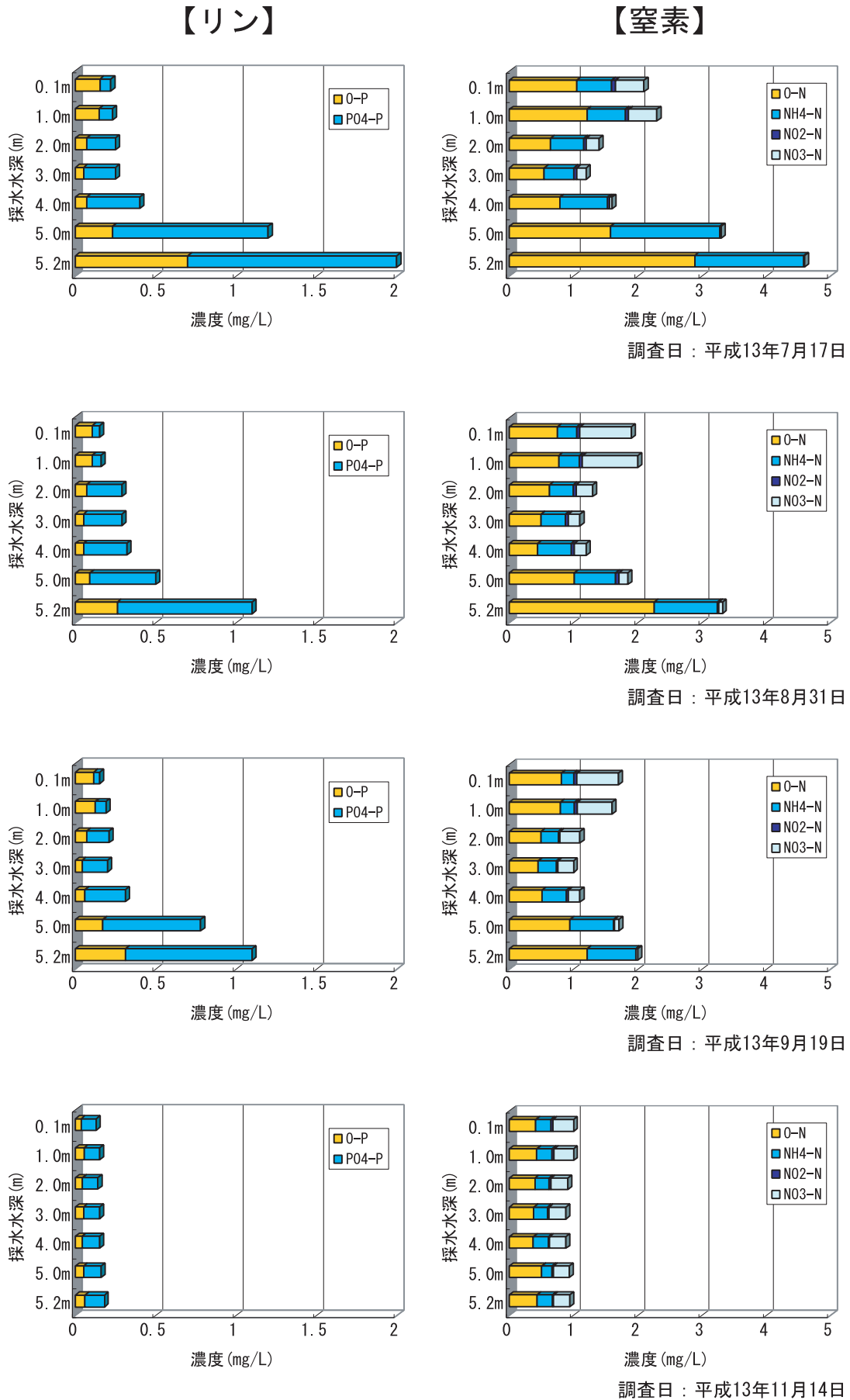


図-3 窪地における1m毎の採水分析結果（上げ潮時）

(2) 底生生物

藤前干潟窪地 (St. 1) における底質・底生生物の状況を図-4 に示す。

窪地の底質は四季を通じてシルト・粘土分が主体であった。全硫化物は約 3 mg/g 乾泥 (水産用水基準では海域の底泥は 0.2mg/g 乾泥以下が基準となっている)、酸化還元電位は -200mV 程度と有機汚濁の進んだ底泥であり、四季を通じて大きな変化はなかった。

底生生物は冬季 (平成13年 1月) には 2 個体/0.15 m²、春季 (平成13年 6月) には 4 個体/0.15m² が採集された。夏季 (平成13年 8月) には無生物であり、秋季 (平成13年11月) には 11 個体/0.15m² が採集された。冬季 (平成14年 2月) には 65 個体/0.15m² が採集された。

出現種をみると、冬季 (平成13年 1月) にはマキガイ類のエドガワミズゴマツボ、ニマイガイ類のシズクガイ、春季にはエドガワミズゴマツボ、ゴカイ類のヤマトスピオ、*Heteromastus sp.*、秋季には *Paraprionospio sp.* (A 型)、エドガワミズゴマツボ、冬季 (平成14年 2月) には *Paraprionospio sp.* (A 型)、*Capitella sp.* であった。今回の調査で最も多くの個体が採集された冬季 (平成14年 2月) では *Paraprionospio sp.* (A 型) が優占していた。

このように、藤前干潟窪地では貧酸素水塊の解消がみられる冬季を除いて、底生生物の生息数が非常に少なく、夏期にはほぼ無生物状態となっていることが判った。また、出現する底生生物も、有機汚濁の進んだ海域に特徴的な *Paraprionospio sp.* (A 型) が優占しており、窪地内の底生生物生息環境が非常に悪いといえる。

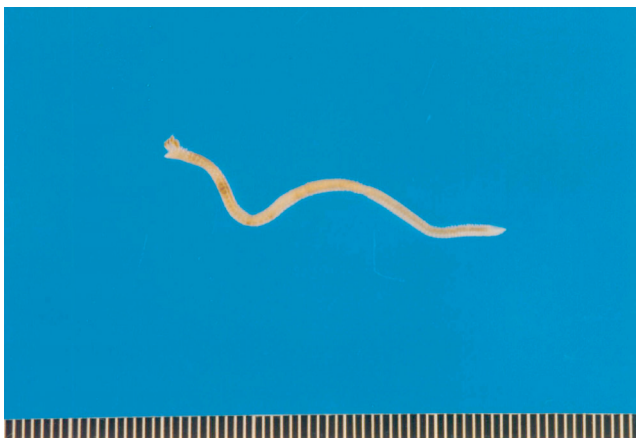
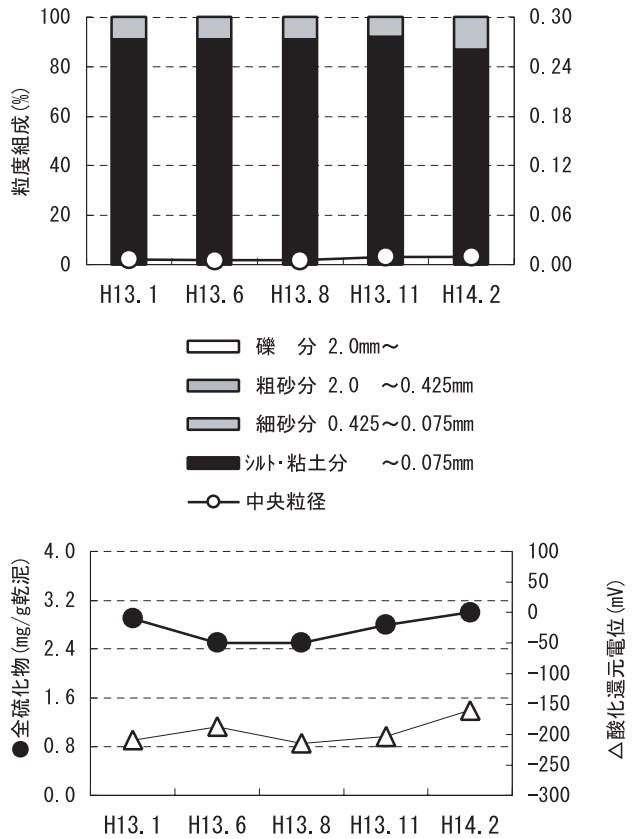
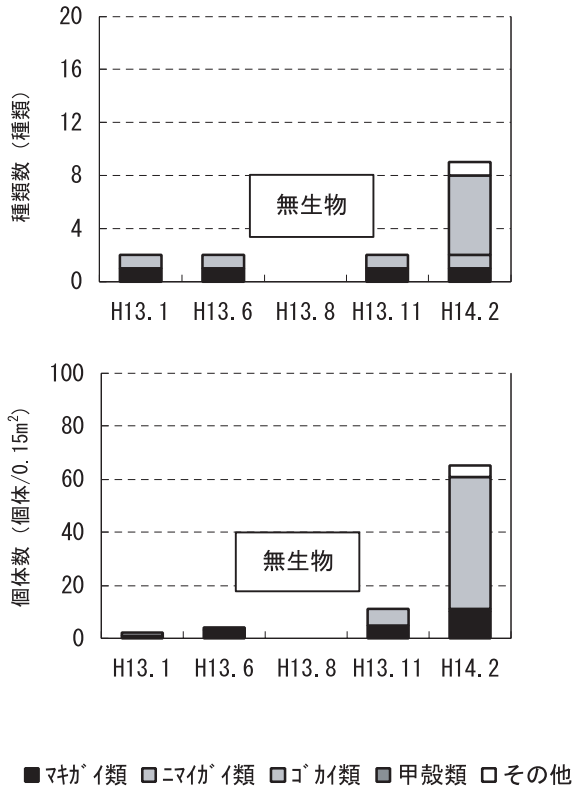


写真 *Paraprionospio sp.* (A 型)
藤前干潟窪地における代表的な底生動物
(スケールは 1 mm)

【底質】



【底生動物：1mm目以上】



■マキガイ類 □ニマイガイ類 □ゴカイ類 ■甲殻類 □その他

図-4 窪地における底質・底生生物の状況

(3) 魚類

藤前干潟窪地における魚介類の出現状況を表-2に示す。

藤前干潟窪地 (St. 1) で採集された魚介類は、春季 (平成13年6月) には3種類、22個体/網でボラが多かった。夏季 (平成13年9月) には魚介類が採集されなかったが、秋季 (平成13年11月) には3種類、274個体/網の魚介類が採集され、そのほとんどがコノシロ、ボラであった。冬季には3種類、5個体/網の魚介類が採集された。

このように、藤前干潟窪地内で採集された魚類は、コノシロ、ボラ、メナダなどいずれも表層付近を遊泳する浮魚であり、底質に強く影響を受けるハゼ科等の底生魚が全く確認されなかった。また、夏季には底生生物と同様、魚介類が全く採集されておらず、魚介類にとっても過酷な生息環境であることが示唆された。

表-2 窪地における魚介類の出現状況

目	科	種名(和名)/調査年月	H13.6	H13.9	H13.11	H14.2
エビ	クルマエビ	シバエビ			○	
	クモガニ	イッカククモガニ				○
	イワガニ	モクスガニ				○
ニシン	ニシン	コノシロ	○		○	○
スズキ	ボラ	ボラ	○		○	
		メナダ	○			
種類数			3	0	3	3

4. 窪地が干潟環境に与える影響について

現地調査の結果、藤前干潟の窪地では夏季に塩分躍層の発達により「蓋」をされたようになり、窪地内で貧酸素水塊が形成され、底生生物や魚介類がほとんど生存できないような過酷な環境となることが判った。さらに、貧酸素水塊が解消する冬季でも、底生生物や魚介類にはあまり利用されていないことから、藤前干潟周辺における窪地の生態学的な機能は低いと考えられる。また、窪地内の貧酸素水塊は、台風等の波浪による影響で隣接する藤前干潟に広がり、底生動物の生息環境に悪影響を与えている可能性が干潟調査会の中で指摘されている。

このように、藤前干潟窪地では生態学的な機能は低く、場合によっては藤前干潟の生物生息環境を悪化させる原因となっている可能性もあることから、干潟環境の保全という視点では、何らかの対策を行うことが必要と考えられる。

藤前干潟窪地を埋め戻す案については、平成15年8月時点で、激特事業の枠組みで実現させるための工法

やコスト、工程等の具体的検討に入っている。また、名古屋港・藤前干潟が平成14年11月に国内で13番目のラムサール湿地登録をされたことを受け、今後は鳥類生息環境の保全という視点からも、窪地に対する対策が進むことが期待される。

干潟は人間活動が特に盛んな沿岸域に存在するため、土砂採取などに利用されることも多く、本稿で報告した藤前干潟と同様に、諫早湾や東京湾でも、土砂採取跡の窪地で水質が悪化し、周辺海域の生物に悪影響を与えていると報告されている。これらの事例では、場所や規模は藤前干潟と異なるが、水質が悪化するシナリオはほとんど共通していると考えられることから、本稿で報告した調査結果が、これらの対策に生かされてゆくことが期待される。

5. おわりに

干潟環境は、その立地条件や高い生産性から様々な利用がされてきた。そこでは、今回報告した窪地における水質・底質の悪化など、人為的な環境の改変が条件によっては生態系に悪影響を与えていることも推察される。しかし、一般的に河口干潟のような、物理的にも化学的にも生物学的にも複雑な条件下で成立している環境では、環境の変化に対する原因を、定性的に把握はできても、科学的・定量的に把握は難しいことが多い。今回のモニタリング調査では、組織的・集中的に藤前干潟窪地に対する調査を行ったことにより、全体のうちの一端ではあるが干潟における機能が科学的に明らかにされた。この調査結果は、今後の藤前干潟の保全や再生に向けての対策を検討する際の、貴重な手がかりになるものと考えられる。

また、今回は内容を割愛したが、現在も進められている激特事業に対する庄内川および新川河口干潟での様々なモニタリング調査は、事業の影響評価の資料としてのみでなく、干潟生態系を理解する上での貴重な資料でもあり、今後の干潟問題を考える際に幅広く利用されることが望まれる。

〈参考文献〉

- 1) 東幹夫 (2000) : 諫早干拓事業の影響. 「有明海の生き物たち」 pp320-337. 海游社.
- 2) 千葉県 (1998) : 市川二期地区・京浜二期地区計画に係る環境の現況について (要約版).
- 3) 竹下俊二 (1998) : 閉鎖性海域における水界生態系機構の解明および保全に関する研究. 国立環境研究所ニュース14 (6).