

中海本庄工区の底質環境

三瓶良和¹・徳岡隆夫¹・藤森恒至¹・吉松康仁²

Lake bottom environment of the Honjo area in brackish Lake Nakaumi, Shimane Prefecture, Japan

Yoshikazu Sampei¹, Takao Tokuoka¹, Koji Fujimori¹ and Yasuhito Yoshimatsu²

Abstract: Lake bottom environment has been investigated by means of grain size, total organic carbon (TOC), total nitrogen (TN) and total sulfur (TS) contents, salinity and dissolved oxygen (DO) analyses at the nineteen stations in the Honjo area every two months from May 1997 to December 1998. We discussed the oxic-anoxic bottom conditions and its seasonal changes in this observation period before and after the installation of seawater pipe. Average TOC content of surface sediment from all stations is almost constant (about 3 %) during the period. While the C/S ratio in summer season 1998 is clearly lower than that in the same season in 1997. DO profiles also suggest that the oxygen-poor environment at the lake bottom has been continued more long time in 1998 than in 1997.

Key words: Lake bottom environment, mud, TOC, TS, C/S ratio, salinity, dissolved oxygen

はじめに

中海本庄工区水域は、現在、北東部の森山堤防と西部の大海崎堤防に仕切られて閉鎖水域となっているが、中海本体よりも塩分躍層が形成されにくいため、湖底に酸素が届きやすい水域として知られている(相崎・秋葉, 1998)。1998年3月、農水省は本庄工区の利用形態を検討するため、森山堤防に潮通しパイプを設置して水産実験などを行い、1999年3月に終了した。本研究は、この潮通しパイプ実験による本庄工区湖底環境への影響を評価するために、潮通しパイプ設置前の1997年度と設置後の1998年度に底質・水質調査を行ったものである。底質の有機物濃度や硫化物濃度は、比較的長期間の水質変化の影響を記録しているので、日毎に測定された水質データよりも

長いタイムスパンで湖底環境を議論することができる。特に嫌気性の硫酸還元バクテリアの活動に伴って底質に堆積する鉄硫化物濃度の有機物濃度との比は、底質表層の酸化還元状態によって変化するため、底質環境のよい指標となる(Berner, 1984; Berner and Raiswell, 1984; Sampei, *et al.*, 1997)。

また、水質については清家ほか(1999, 本特集号)が詳しく報告し、基礎的で重要な情報を提供しているが、日毎の微妙な変化を伴うため本研究でも各底質調査地点で調査日毎に水質プロファイル測定を行っている。2年という期間は必ずしも十分な調査期間とはいえないが、本研究によって本庄工区水域底質の特徴が明らかになってきた。

¹ 島根大学総合理工学部地球資源環境学教室

Department of Geoscience, Faculty of Science and Technology, Shimane University, Matsue 690-8504, JAPAN

² 和歌山県庁

Wakayama Prefectural Office

調査水域および調査地点

本庄工区水域に係わる人工改変の記録は、徳岡ほか(1990)や野村・山根(1996)が年表にとりまとめている。概要を引用すれば、1968年12月に大海崎および森山両堤防建設が開始され、前者は1978年3月に後者は1981年3月に完成して以来、本庄工区水域は閉鎖的水環境となっている。湖水の流入は、水深の浅い西部承入路を通してのみ行われるため、中海本体湖底の高塩分水が入ってくることはまれであり、上下混合が起こりやすい状態となっている。

また、中海北部(本庄工区)アトラス(徳岡・高安編, 1992)によれば、図1に示したように湖底地形が複雑に改変され、盛土による圃道や浚渫による排水溝もすでに出来上がっている。自然地形の水深は5-6mである。

調査地点は、盛土や排水溝をできるだけ避け、図2に示した本庄工区水域内17地点を選定した。No.16および17は浚渫溝であり、水深は約10mであった。各地点は、日本無線社GPSを用いてブイを設置し目印としたが、ブイが無くなることが多く、同GPSで毎回特定した。用いたGPSの精度は約50mである。本研究では、湖棚より深い泥質環境を主に調査対象としたため、潮通しパイプまじかの砂質地域は含まれ

ていない。潮通しパイプ付近では、泥質湖底となる地域でNo.1, 2および3を選定した。また、本庄工区水域の対照地として西部承水路と中海北西部の各1地点を選んだ。

潮通しパイプは、北部承水路堤防東端に位置し、1998年3月24日から開通した。直径2.5m、長さ26mのパイプ2本で、上端約50cmは水面上に出るように設置された。

調査方法

1) 底質

1997年5月から1998年12月まで約2ヶ月毎(表-1)に、湖底泥採取および水質測定を行った。底泥は、15cm角のエックマンバージグラブサンプラーを用い、底泥が巻き上がらないようにゆっくりと着底させて採取した。試料は、トレイの上に形状が崩れないようにゆっくりと移し、酸化褐色層の厚さ・生物等を肉眼

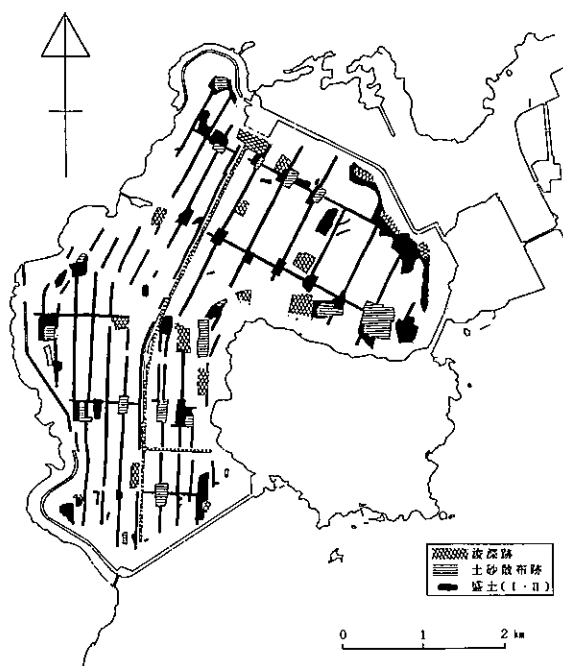


図1. 本庄工区湖底の人為改変状況(徳岡・高安, 1992).

Fig. 1. Map showing the bottom of the Honjo area artificially changed

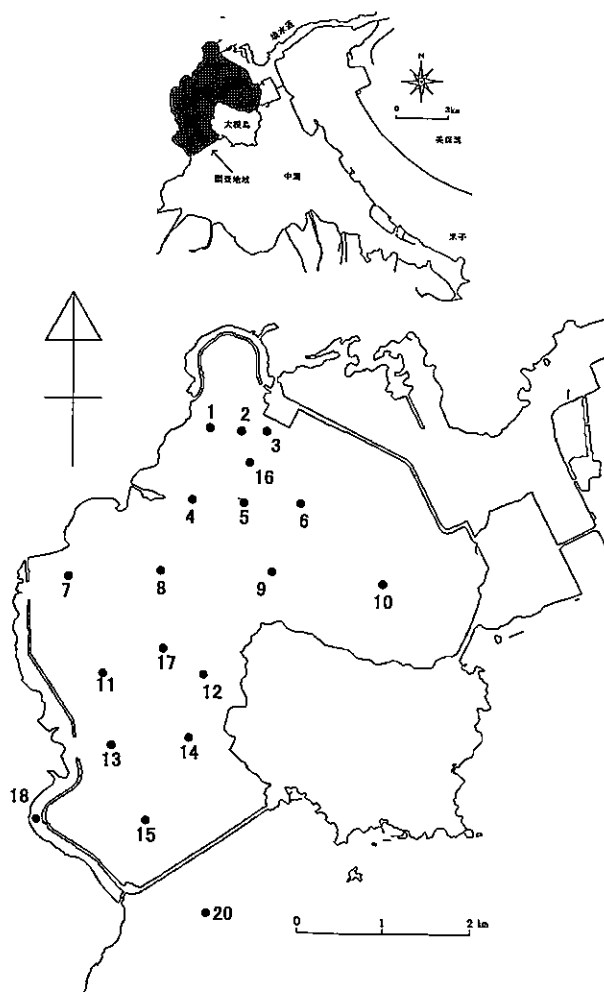


図2. 調査地点.

Fig. 2. Map showing the stations where surface sediment was collected and water profile was investigated.

表1. 底質および水質の調査期間.

Table 1. Period of observation for sediment and water.

調査日	
第1回	1997. 5/24, 6/13, 26, 27
第2回	1997. 9/1, 2
第3回	1997. 10/22
第4回	1997. 12/16
(1998. 3/24 潮通し開通)	
第5回	1998. 3/31, 4/3
第6回	1998. 6/13, 15, 17
第7回	1998. 8/27, 28
第8回	1998. 10/29, 31
第9回	1998. 12/16, 17, 18

観察した後、表層5mmをステンレス葉匙で側方にかきとり、100g程度を口付きビニール袋に保存した。

試料は、約半分を63 μ mメッシュ篩で水洗して含砂率を測定し、残りを70℃約1日で乾燥、メノウ乳鉢で200メッシュ程度に粉碎・均質化したのち、約10mgを銀コンテナーに分取した。1N塩酸を加えて炭酸塩炭素を除去し、110℃で約45分間乾燥させて、助燃剤の錫コンテナーに入れ、FISONS社EA1108CHNS元素分析計で、全有機炭素(TOC)濃度、全窒素(TN)濃度、全イオウ(TS)濃度を測定した。機器分析誤差(1 σ)は、次のとおりである。TOC: $\pm 0.03\%$ (濃度1%の場合)、TN: $\pm 0.003\%$ (濃度0.1%の場合)、TS: $\pm 0.04\%$ (濃度1%の場合)。

2) 水質

底質採取時に、水質計(WTW社LF-196型電気伝導度・塩分計, WTW社OXI-196型溶存酸素・温度計)を用いて、表層から湖底直上10cmまで、1m毎に塩分、溶存酸素、水温を測定した。

結果および考察

1) 底質

1. 含水率・含砂率および酸化層厚

前述のように、本庄工区水域では盛土が広範囲になされ(図1)、泥質堆積域でも砂の混入がいたるところでみられる。砂の混入は、底泥酸化層観察やTOC, TNおよびTS濃度評価の妨げになる。従って、本研究では、まず含水率・含砂率を測定して、砂の混入状況について検討した。

表2に各地域毎の含水率・含砂率を示した。含水率は多くの地点で70~80%を示すが、station 1, 2, 3, 7, 10, 12, 14および18では30~40%を示す場合もある。含砂率は、station 1, 2, 3, 5, 12, 14および18で多い。なお、station 18では、礫が多く含まれ、冬季を除いてホトギス貝のマットや多量の貝殻片が確認された。

同一のstationでも底質採取時毎に含水率・含砂率に大きな変動がみられる。これは、GPS測位の試料採取地点が毎回微妙に異なったためと思われる。盛土がかなり拡散している可能性がある。station 1, 2および3では水深が3-4mと浅いので、湖岸からの自然砂が混っているかもしれない。

肉眼観察では、全般に黒色泥の極表層に褐色~黄褐色酸化層がみられ、その厚さは、時期と地点によって0から5mm程度まで変化した(写真1, 2)。図-3に底質極表層の褐色酸化層の厚さを各station毎に示した。全般に2-3mmの酸化層がみられたが、夏季にはstation 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 16, 17および20で酸化層がみられなくなった。

2. 各地点のTOCおよびTS濃度

各試料採取地点のTOC濃度の経時変化を図4に示した。TOC濃度が、2%以下のものは砂混入量が多かった。砂の混入の少ない泥質試料のみでみれば、ほ

表2. 各調査地点における底質試料の含水率および含砂率.

Table 2. Water and sand contents of surface sediment from the stations.

[Water content]										[Sand content]									
Station No.	1997 5/24, 27	1997 9/1, 2	1997 10/22	1997 12/16	1998 3/31, 4/3	1998 6/13, 15, 17	1998 8/27, 28	1998 10/29, 31	1998 12/16, 17, 18	Station No.	1997 5/24, 27	1997 9/1, 2	1997 10/22	1997 12/16	1998 3/31, 4/3	1998 6/13, 15, 17	1998 8/27, 28	1998 10/29, 31	1998 12/16, 17, 18
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	32.5	66.2	67.1	71.9	71.8	41.7	50.7	42.8	47.7	1	51.6	18.3	21.1	32.9	14.7	84.2	42.8	81.7	68.2
2	-	33.2	39.2	51.3	46.7	-	39.6	61.4	57.0	2	-	56.3	87.8	84.7	78.2	-	85.1	53.8	59.4
3	-	72.5	73.1	64.0	53.7	76.2	74.7	72.1	55.9	3	-	14.2	21.0	50.2	71.4	6.1	9.4	23.3	57.1
4	44.6	79.8	80.4	86.3	80.2	81.4	77.5	80.3	81.0	4	78.1	1.0	0.9	2.7	3.0	1.9	2.4	2.3	3.1
5	38.9	35.6	75.6	85.0	76.6	79.7	72.5	76.9	79.3	5	80.7	73.6	2.7	2.7	11.5	3.7	18.0	14.2	7.9
6	72.8	75.8	72.9	84.2	78.0	76.8	74.5	75.1	76.4	6	5.8	3.0	4.8	6.7	3.9	3.8	4.6	6.4	4.4
7	74.7	75.6	77.7	83.8	80.2	75.8	75.4	31.4	49.1	7	7.2	16.9	4.7	3.1	2.5	4.1	4.3	92.2	72.9
8	77.7	79.8	79.4	86.0	79.7	77.1	73.6	78.9	81.7	8	2.3	1.0	0.6	2.1	2.2	3.2	7.5	3.0	2.7
9	75.1	77.1	78.3	85.1	78.4	76.2	72.7	74.4	71.3	9	4.0	4.2	4.1	6.4	5.5	10.6	15.4	10.1	31.5
10	74.9	75.3	74.5	77.0	41.5	75.9	73.1	72.5	61.2	10	6.0	6.5	20.0	41.2	76.2	7.0	9.2	9.9	59.1
11	79.6	74.7	72.2	86.2	81.4	79.8	78.3	81.9	79.2	11	2.9	5.4	8.8	21.6	3.5	3.8	3.3	3.8	4.4
12	63.8	44.5	75.1	76.8	36.2	75.4	35.8	49.1	53.3	12	38.1	84.2	14.7	51.4	87.1	10.9	85.3	75.1	75.7
13	72.9	66.9	79.0	52.0	80.8	69.2	76.2	74.7	73.2	13	7.5	41.8	2.0	62.8	3.1	10.2	3.3	5.8	13.0
14	74.8	73.0	75.9	80.5	78.2	76.4	70.0	78.2	47.2	14	14.1	19.5	11.7	12.0	14.4	15.6	19.9	14.8	79.6
15	75.5	75.3	74.0	77.5	56.7	67.7	73.7	75.3	74.8	15	8.1	8.3	15.4	24.5	32.3	11.3	8.6	11.0	14.6
16	79.6	78.3	79.8	74.7	80.7	81.7	79.5	78.7	77.8	16	1.4	1.6	1.3	5.7	2.4	1.6	1.6	2.5	3.3
17	67.3	77.4	81.6	81.2	79.9	82.3	80.4	81.0	81.0	17	19.2	9.1	26.4	11.1	7.0	1.8	1.9	6.4	4.7
18	58.8	66.7	-	-	54.0	-	-	-	-	18	52.7	35.8	-	-	58.3	-	-	-	-
20	82.9	82.4	81.8	86.7	79.3	82.9	81.8	83.2	83.0	20	0.6	1.2	0.5	6.7	0.7	1.2	0.8	0.6	0.7

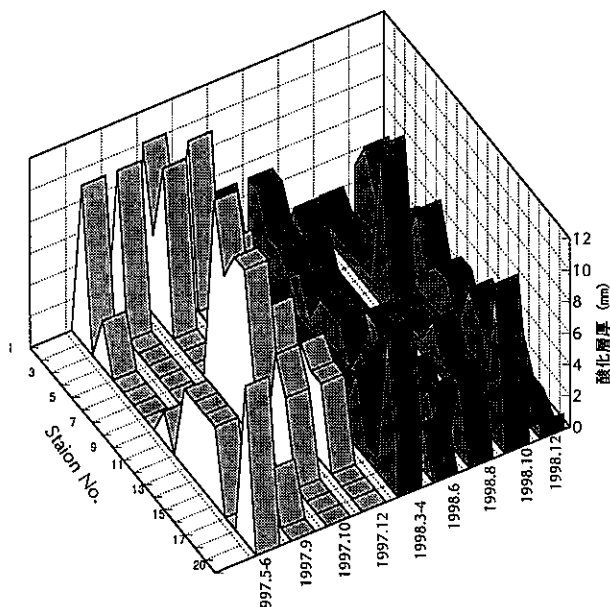


図3. 各調査地点における酸化層の厚さ。

Fig. 3. Thickness of oxidized top surface mud layer at the stations.

とんどの地点で大きな季節変化はみられていない。代表的な地点でみると、北東部の station 6 で平均約 2.8%，中央部の station 8 で平均約 3.3%，南部の station 14 で平均約 3.0%，および浚渫溝の station 16 で平均約 3.3% であり、変動はない。一方、中央部西側の station 11 では、平均約 3.2% であるが、変動が大きく、夏季に低く、冬季に高い傾向がある。対照地の中海本体北西部 station 20 では平均約 3.7% であり、1998 年 8 月および 10 月にやや低い傾向が認められた。

全般に、砂混入の多い試料を除けば、北部と南部でやや TOC 濃度が低く、中央部および浚渫溝で高い値を示している。全体では中海よりも 0.5% ほど低い。station 11 や station 16 では夏季に低く冬に高い傾向があるように見えるが、潮通パイプを設置した 1998 年 3 月前後での明瞭な変化は認められなかった。

次に TS 濃度の経時変化を図 5 に示した。TOC 濃度とは異なり、砂の混入のない泥質試料でも大きな変化が認められる。TOC 濃度と同じ代表的地点でみれば、北東部の station 6 では平均約 1.0% であるが、1998 年のほうが 1997 年よりも 0.2～0.5% ほど低い値を示している。しかし、中央部の station 8 では平均約 1.2% で、1998 年夏季が 1.8% と高く突出している。南部の station 14 では平均約 1.1% で、夏季に 1.2～1.4%，冬季に 0.8～0.9% と明瞭な差が現れている。中央部西側の station 11 では、全般に 1998 年が 1997 年よりも低く、1998 年には夏季に濃度がやや高くなる傾向が認められる。浚渫溝の station 16 では平均約 1.1% であるが、1997 年よりも 1998 年のほうが低い傾向にある。

対照地の中海本体北西部 station 20 では平均約 1.4% で、1998 年がやや低い。全般に、TS 濃度が低いところでは酸化層の厚さは概して厚かった。

TS 濃度は地域的にみれば全体に TOC 濃度とほぼ同様の傾向を示し、中央部および浚渫溝でやや高い傾向がある。しかし、経時変化が大きく、全体に 1998 年の濃度が 1997 年よりもやや低くなっている。また、1998 年には、夏季のほうが冬季よりも明らかに高い傾向が認められる。対照地である中海本体でも、1998 のほうが 1997 年よりも低い傾向がみられることから、本庄水域における同様な変化は、潮通パイプ設置の影響とは考えにくい。一方、1998 年に季節変化が顕著に現れている要因については、次章で述べる。

3. 本庄工区水域全域の TOC・TN・TS 濃度、C/N 比および C/S 比の特徴

図 6 に約 2 ヶ月毎の全地点の TOC 濃度をまとめた。泥質試料と砂混入の多い試料を区別するため、前者に相当する 2.0% 以上のものを枠で囲っている。全体に 1997 年 12 月までは 3% を超える地点が多く、1998 年 3-4 月以降は 3% を超える地点が少ない。一方、TS 濃度 (図 7) は傾向が異なり、特に 1997 年が高い傾向はなく、1998 年 3-4 月および 1998 年 12 月を除けば、1% を超える地点が多い。

図 8 には、TOC 濃度、TS 濃度、C/N 比および C/S 比について砂混入の少ない泥質試料の全地点の平均値 (エラーバーは標準偏差 1 σ) を経時変化で示している。TOC 濃度は大きな変化はない。TN 濃度は 1997 年、1998 年ともに冬季 (12 月) で濃度が高い。TS 濃度は 1997 年 12 月と 1998 年 8 月 10 月でやや高い。C/N 比は、1997 年、1998 年ともに 12 月で低く (6～7)、C/S 比は、1997 年 12 月と 1998 年 8 月 10 月で低く、1998 年 12 月には明瞭に高くなっている。

C/N 比については、これまで多くの研究がなされており、簡便な有機物起源指標とされている。一般にタンパク質に富む動植物プランクトンの C/N 比は 5～6 であり (例えば、Bordowskiy, 1965a; 1965b)、陸上高等植物起源有機物は 15 以上の値を示す (Bordowskiy, 1965b; Ertel and Hedges, 1984; Post *et al.*, 1985; Ertel *et al.*, 1986; Hedges *et al.*, 1986; Orem *et al.*, 1991)。また、動植物プランクトンの C/N 比は分解によって増加することも知られている (Martens *et al.*, 1992)。これらのことから判断すれば、本庄工区水域の底質有機物には、陸起源の有機物はあまり混入しておらずほとんどが動植物プランクトン起源と考えられる。図 8 において両年とも 12 月の C/N 比がやや低くなっている

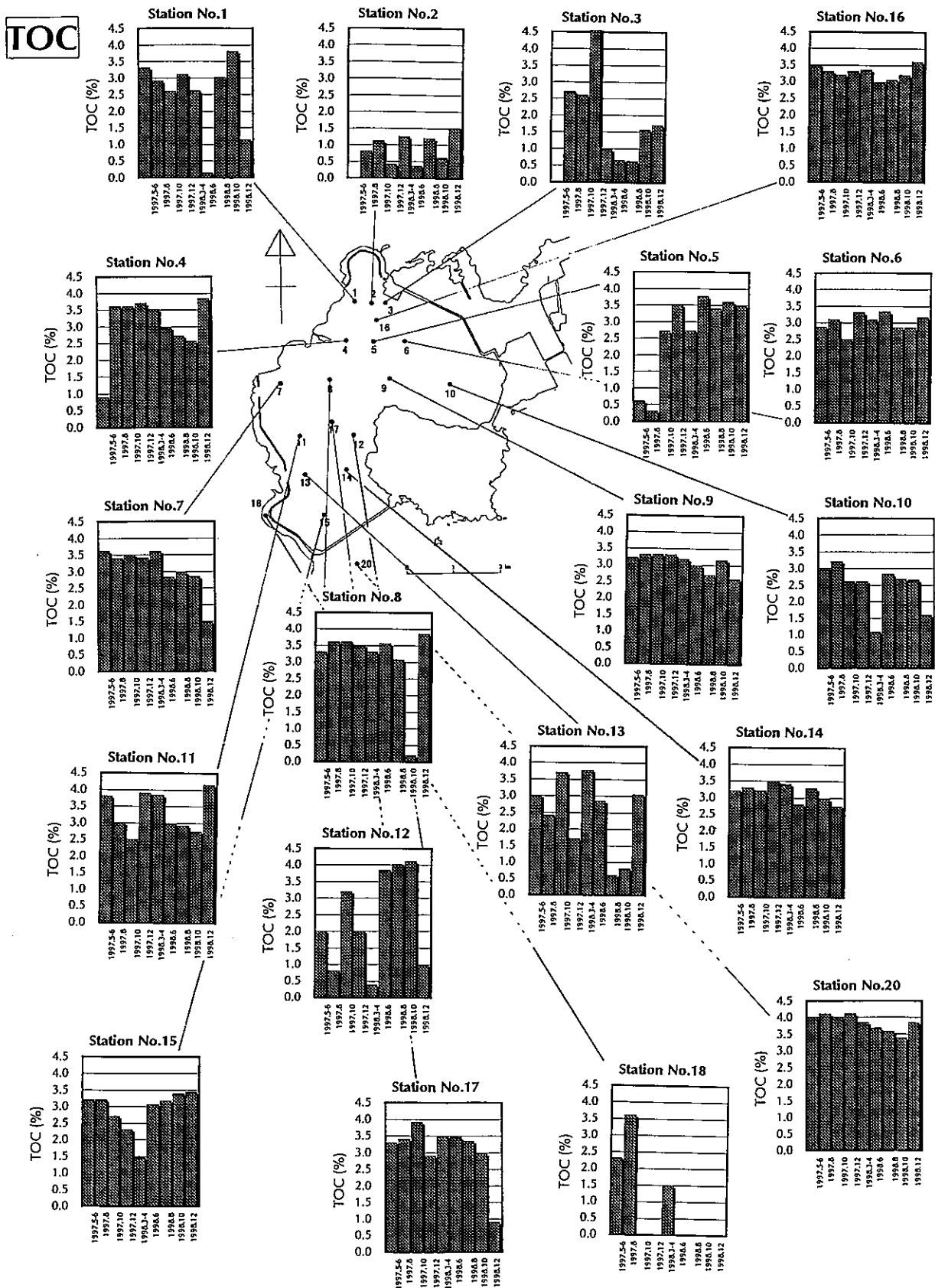


図4. 各調査地点における有機炭素 (TOC) 濃度の経時変化。

同一地点において濃度の低いものは砂混入の影響による。

Fig. 4. Total organic carbon (TOC) content of sediment at the stations and the seasonal changes during the observation.

Abnormally low content in TOC at the same station is due to contamination by artificial sand.

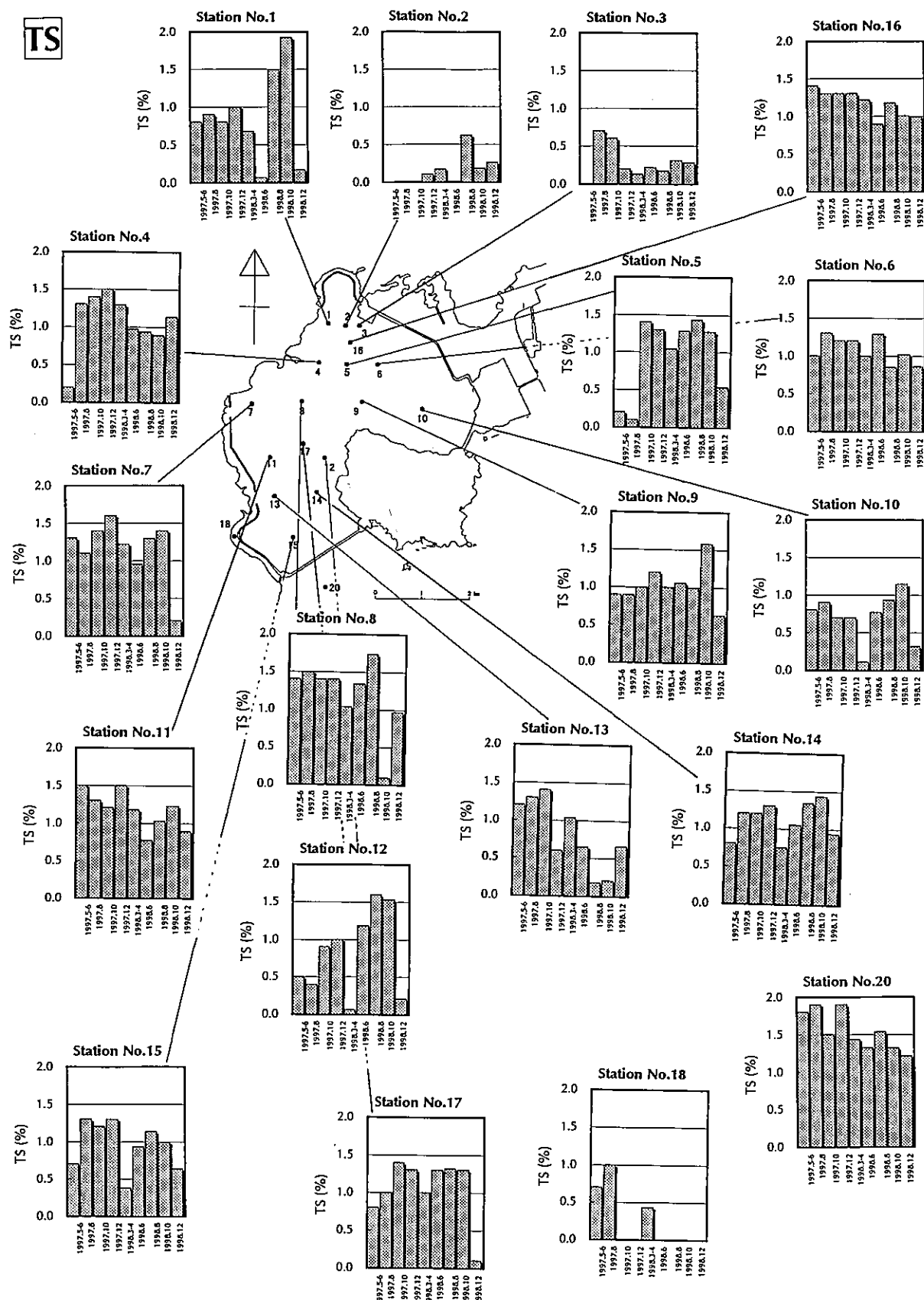


図5. 各調査地点における全イオウ (TS) 濃度の経時変化。

同一地点において濃度の低いものは砂混入の影響による。

Fig. 5. Total sulfur (TS) content of sediment at the stations and the seasonal changes during the observation.

Abnormally low content in TOC at the same station is due to contamination by artificial sand.

TOC

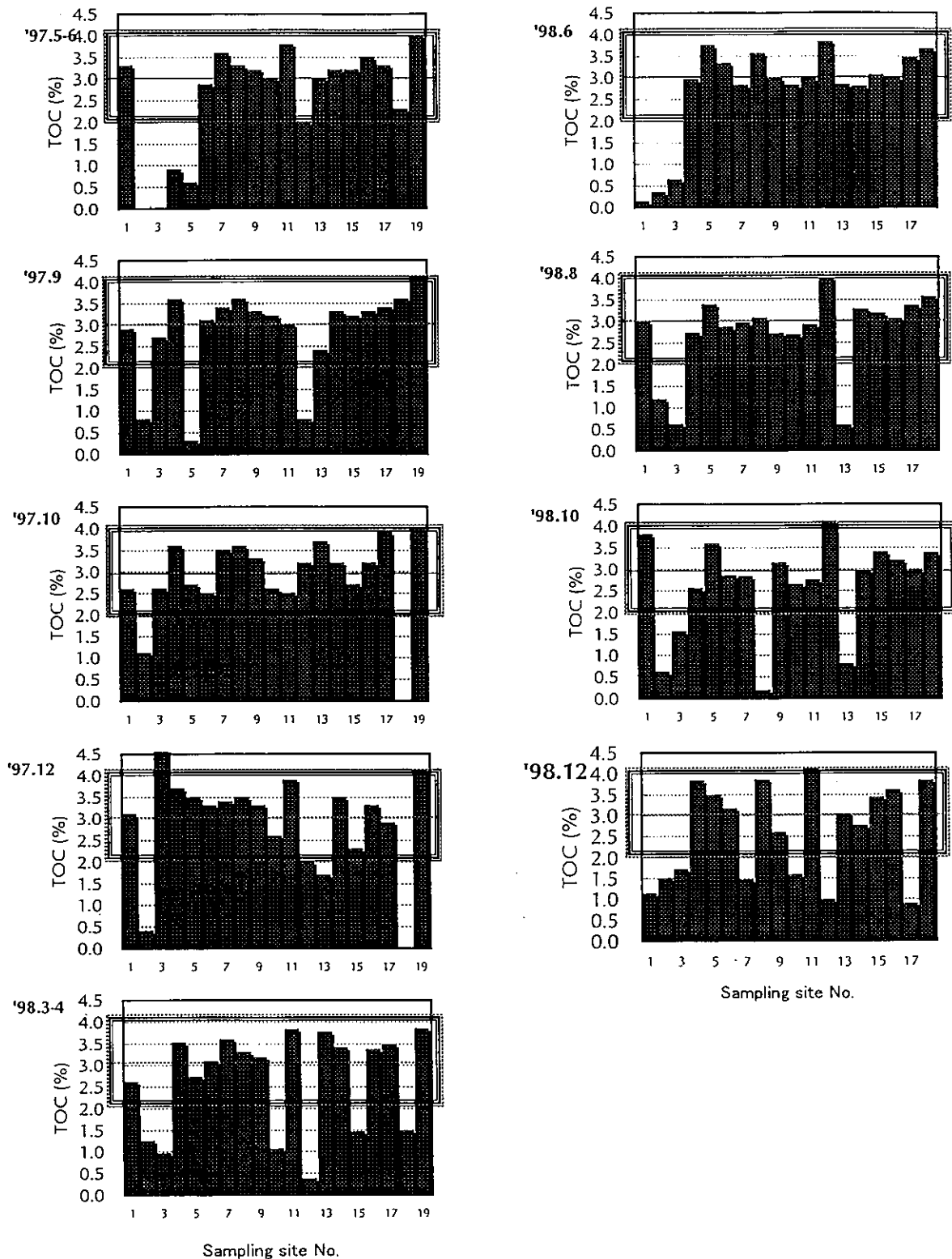


図 6. 試料採取時毎の全地点の TOC 濃度分布.
Fig. 6. TOC distributions of all stations at every sampling period.

TS

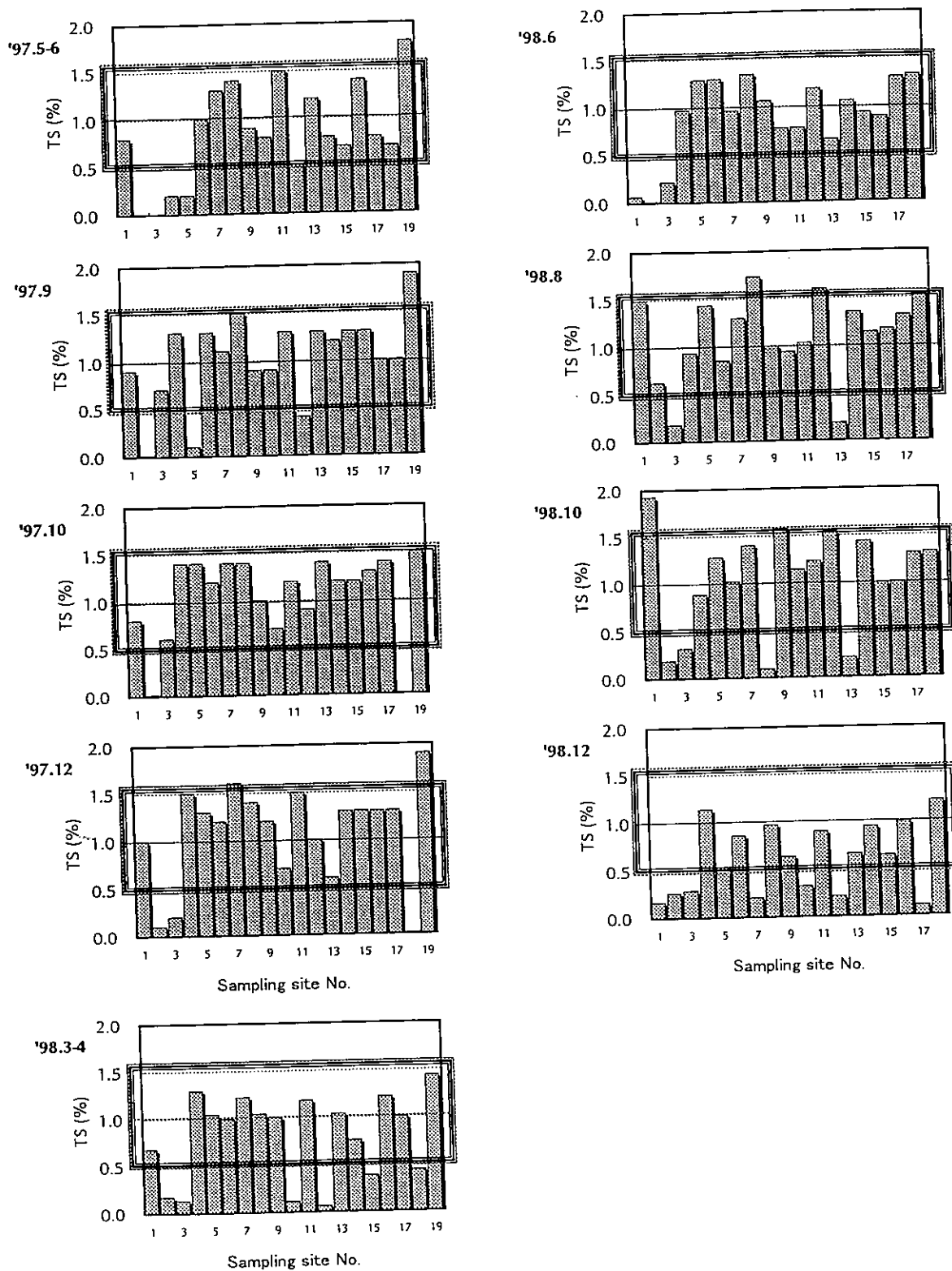


図7. 試料採取時毎の全地点のTS濃度分布。
Fig. 7. TS distributions of all stations at every sampling period.

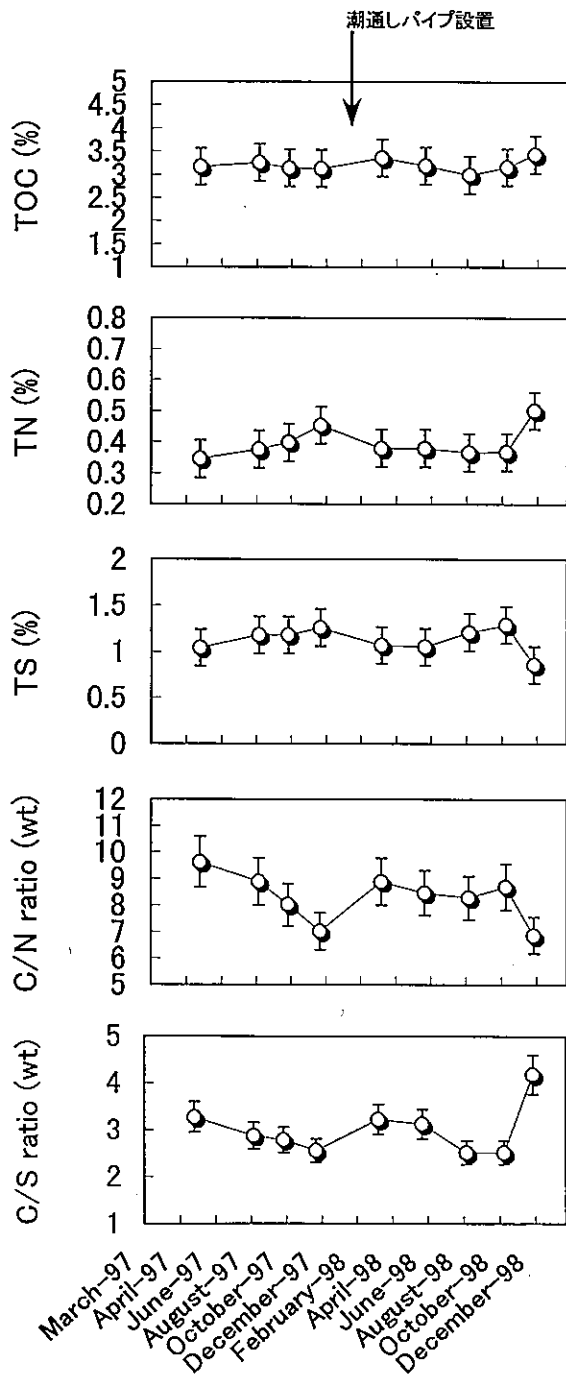


図8. TOC, TN, TS, C/N比およびC/S比の全地点平均値の経時変化。

Fig. 8. Seasonal changes in average TOC, TN, TS, C/N ratio and C/S ratio of all stations.

が、これは冬季に河川からの懸濁物の供給が少なかったためと思われる。

C/S比は、前述のように底質の酸化還元環境変化の指標となる。酸化的な海洋泥質環境におけるその比は3程度であるが (Berner, 1984), 塩分躍層が形成されて湖底が夏季に無酸素になる汽水湖などでは1程度となる (Sampei, et al., 1997)。底質表層ではイオウは

必ずしも固定されておらず、これらの値を直接比較値として使うわけにはいかないが、C/S比の相対的な関係は議論に用いることが可能である。図8のC/S比は、1997年ではほとんど変わらないが、春季から冬季に向かってわずかながら減少しているようにみえるが、1998年では夏季から秋季に低く、湖底に酸素がやや届きにくい環境になったことを示唆している。1998年夏季～秋季のほうが、1997年夏季～秋季よりも全般に貧酸素状態が継続したものと推察される。また、1997年春季、1998年春季・冬季に値がやや高いのは、湖水表層水温が低いために上下混合が起き易い状態となって湖底がやや酸化になったものと考えられる。

2) 水質

1. 塩分

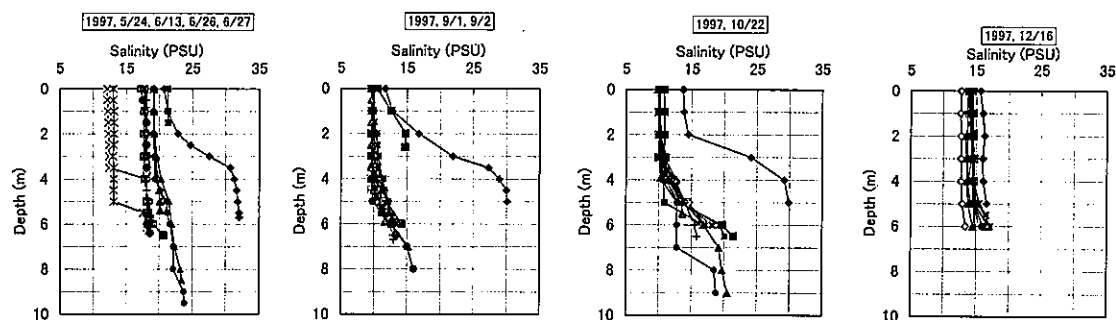
1997年および1998年の各stationの塩分プロファイルを図9aに示した。

1997年5-6月では塩分躍層は明瞭でなく、約4mから下方へ2-3PSU程度の緩やかな上昇がある。1997年の上層は全般に17PSU程度で、15PSU以下のものは6月の測定値のみである。9月および10月に塩分躍層が弱く発達し、特に10月には約4mから湖底までは約10PSUの差が生じている。中海本体では、5-10月のいずれも2-3mに、約10PSU差の塩分躍層がみられる。表層塩分は、中海本体の方が3PSUほど高い。12月には本庄工区水域、中海本体とも塩分躍層がみられなくなり、表層から湖底まで15PSU程度で均一になっている。

1998年 (図10a) は、いずれの時期にも下層に塩分の増加がみられる。ただし、その深度は季節により異なっており、3-4月・6月では4-5m、8月では5-6m、10月では3-4m、12月では4-5mに存在する。中海本体では、3-8月の3.5mに明瞭な塩分躍層があり、10PSU以上の増加を伴っている。この時期の表層塩分は、本庄工区水域と中海本体でほとんど差がない。また、10月には表層から3mまでは中海本体のほうが本庄工区水域よりも数PSU低い。12月には中海本体でも塩分躍層が無くなっている。

本庄工区水域の1998年の水質に関しては、1997年よりも鉛直プロファイルに変化がなく、潮通し3月開通以降8月までは、表層塩分が中海本体とほとんど差がないのが特徴である。1998年の表層塩分は13-20PSUで、1997年の9-19PSUと比べてやや高くなっている。また、浚渫溝の塩分は、1997年の最高が24PSU (5-6月) なのに対して、1998年の最高は30PSU

a. 1997 Sal.



b. 1997 DO

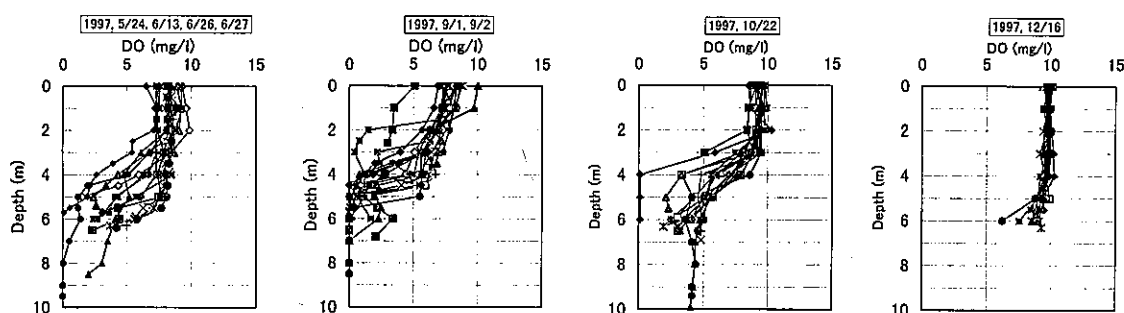


図9. 1997年の塩分・溶存酸素 (DO) の深度変化 a: 塩分, b: 溶存酸素.

Fig. 9. Profiles in 1997. a: salinity, b: Dissolved oxygen (DO).

と、かなり高いものがあった。汽水湖の窪地では、一度高塩分水が進入すると、上層となかなか混合しないため長期間残ることがあるが、1998年のこの高塩分水が、潮通しパイプから来たものか西部承水路から進入したものは、特定できなかった。

2. 溶存酸素 (DO)

1997年および1998年の各 station の DO プロファイルを図9b, 10bに示した。

DOは、塩分よりも明瞭に変化層を形成している。1997年(図9b)には12月を除いて、いずれも3-4m以深で大きく減少している。特に1997年9月には、5m以深ではほぼ無酸素となっている。しかし、10月には、中海本体では無酸素であるにもかかわらず、本庄工区湖底では、2-5mg/lほどDOが供給された。表層のDOは夏季に数mg/l、冬季に10mg/lと変化しているが、これは溶存飽和量が水温に関係しているためである。

1998年(図10b)は、3-4月を除いて、1997年よりも長い期間で3-4m以深から大きくDOが減少している。これらのことは、1998年が全般に1997年より溶存酸素が湖底に届きにくい環境であったことを示唆している。この推察は、C/Sの結果と一致する。しか

し、1997年の夏季に、平年にはみられない多雨があったことから(相崎・秋葉, 1998)、両年の湖底環境の微妙な違いが潮通しパイプに起因したかどうかの判定は困難である。

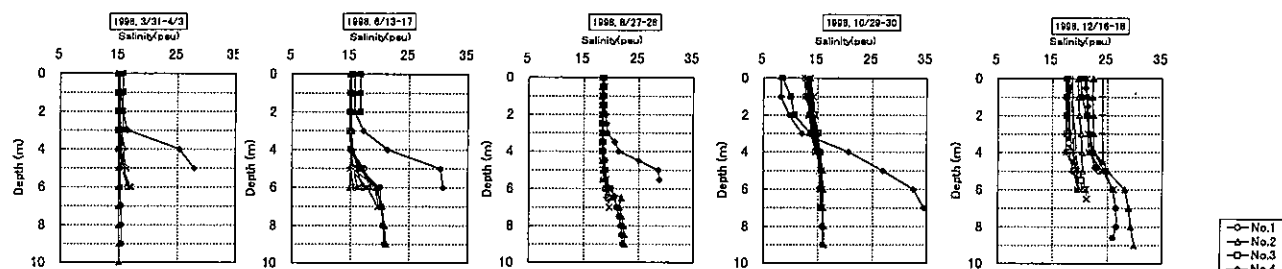
ま と め

1. 底質

同一のstationでも含水率・含砂率に大きな変動がみられたが、これはGPS測位による試料採取地点が毎回微妙に異なったことが原因と思われる。盛土がかなり拡散している可能性が示唆された。全体に、砂の混入の少ない泥質試料では、北部と南部でややTOC濃度が低く、中央部および浚渫溝で高い値を示した。中海と比較すると、全般に0.5%ほど低い値である。季節的にはstation 11や16のように、夏季に低く、冬に高い傾向がある場所もあったが、全体に大きな季節変化は認められず、潮通しパイプによる底質有機物濃度への影響は認められなかった。

肉眼観察では、全般に黒色泥の極表層に褐色～黄褐色酸化層がみられ、その厚さは、時期と地点によ

a. 1998 Sal.



b. 1998 DO

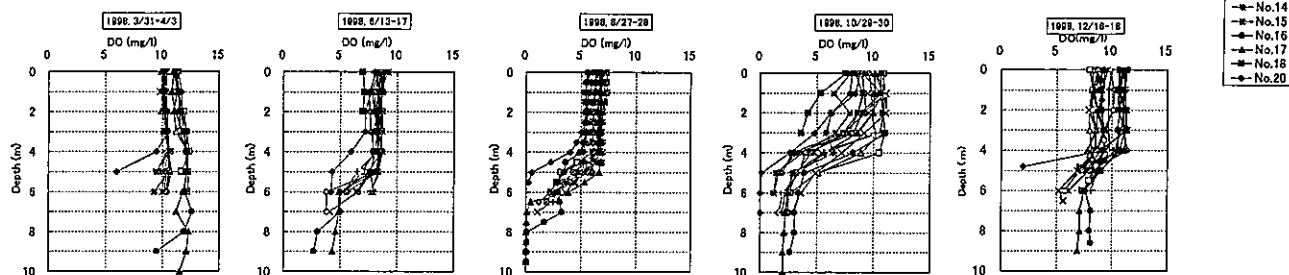


図 10. 1998 年の塩分・溶存酸素 (DO) の深度変化。
Fig. 10. Profiles in 1998. a: salinity, b: Dissolved oxygen (DO).

て0から5mm程度まで変化したが、厚い場所ではTS濃度が低い傾向を示した。TS濃度は地域的にみればTOC濃度と同様の分布傾向で、中央部および浚渫溝でやや高い傾向にある。しかし、経時変化が大きく、概して1998年の濃度が1997年よりもやや低い傾向がある。対照地である中海本体でも、1998年のほうが1997年よりも低い傾向がみられることから、本庄水域における同様な傾向は潮通しパイプ設置の影響とは考えにくい。なお、C/S比でみれば、1998年夏季～秋季のほうが、1997年夏季～秋季よりも全般に貧酸素状態が継続したことが示唆された。

2. 水質

塩分は、1998年には1997年よりも鉛直プロファイルに変化がなく、8月までは表層塩分は中海本体との差がほとんどないのが特徴である。1998年の表層塩分は13-20PSUで、1997年の9-19PSUと比べてやや高かった。また、浚渫溝の塩分は、1997年の最高が24PSU(5-6月)であったのに対して、1998年は最高値30PSUとかなり高いものがあったが、これが潮通しパイプの影響によるものかどうかは特定できなかった。

溶存酸素は、1997年の9月には5m以深でほぼ無酸素となったが、10月には、湖底に2-5mg/lほどDOが

供給された。1998年は、夏季に無酸素とはならなかったが、夏季から冬季にかけて湖底は一定して貧酸素状態を示しており、全般に1997年より溶存酸素が湖底に届きにくい環境にあったものと推察される。しかし、1997年の夏季に、平年にはみられない多雨があったことから、両年の湖底環境の微妙な違いが潮通しパイプの影響によるかどうかを明らかにすることは困難であった。

以上のように、底質・水質からみて、潮通しパイプの本庄工区水域全体に対する影響は明らかには認められなかった。しかし、底質酸化還元状態の微妙な違いなどは、潮通しパイプの影響が全域に及んだ可能性を残している。本研究では、湖縁部や潮通しパイプ直近の環境についての調査を行っていないが、山口ほか(1999, 本特集号)などは、アサリの生育状況から潮通しパイプに接する環境が底棲生物の生息に好適となったことを述べている。本研究の結果が、本庄工区利用に関する議論に参照される場合には、水域全体と潮通しを含む縁辺部とを分けて議論すべきことを附記しておきたい。

謝辞: 松江市本庄町の三代鮮魚店三代祐二氏には、調査船として本祐丸をお借りし、調査に際して特段の

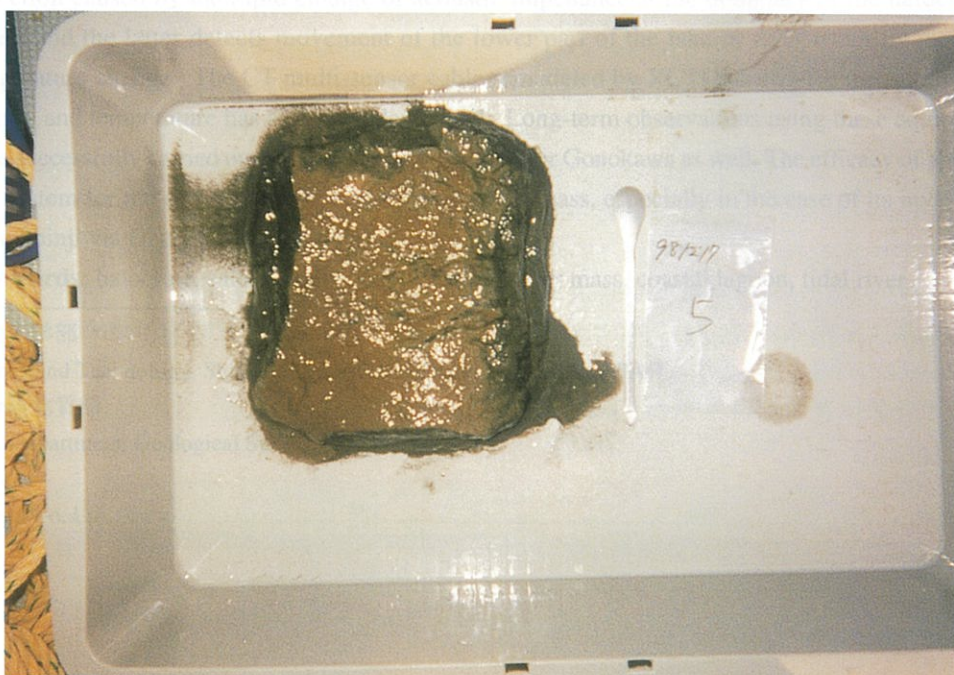
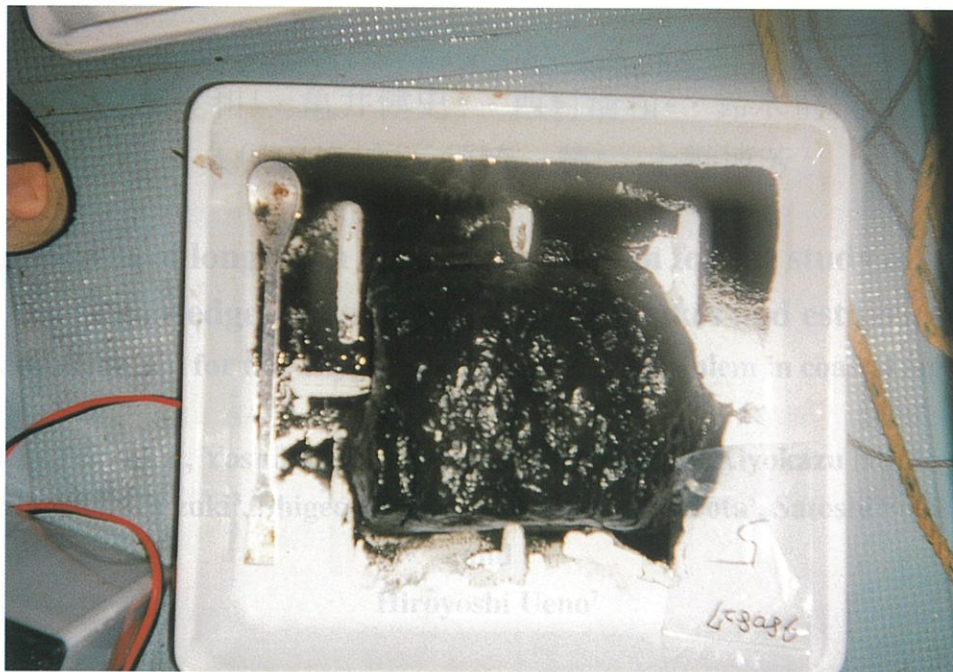
ご配慮をいただいた。ここに記して謝意を表します。

文 献

- 相崎守弘・秋葉道宏 (1998) 中海本庄工区の水質特性. LAGUNA (汽水域研究), 5: 175-182.
- Berner, R.A. (1984) Sedimentary Pyrite formation: An update. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 48: 605-615.
- Berner, R.A. and Raiswell, R. (1984) C/S method for distinguishing freshwater from marine sedimentary rocks. *Geology*, 12: 365-368.
- Bordowsky O. K. (1965a) Source of organic matter in marine basins. *Mar. Geol.*, 3: 5-31.
- Bordowsky O. K. (1965b) Accumulation of organic matter in bottom sediments. *Mar. Geol.*, 3: 33-82.
- Ertel J. R. and Hedges J. I. (1984) The lignin component of humic substances: Distribution among soil and sedimentary humic, fulvic, and base-insoluble fractions. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 48: 2065-2074.
- Ertel J. R., Hedges J. I., Devol A. H. and Richey J. E. (1986) Dissolved humic substances of the Amazon River system. *Limnol. Oceanogr.*, 31: 739-754.
- Hedges J. I., Clark W. A., Quay P. D., Richey J. E., Devol A. H. and Santos U de M. (1986) Compositions and fluxes of particulate organic material in the Amazon River. *Limnol. Oceanogr.*, 31: 717 - 738.
- Martens C. S., Haddad R. I. and Chanton J. P. (1992) Organic matter accumulation, remineralization, and burial in an anoxic coastal sediment. In: *Organic Matter - Productivity, Accumulation, and Preservation in Recent and Ancient Sediments*- (eds.) Whelan J. and Farrington J.W., pp 82-98. Columbia Univ. Press, New York.
- 野村律夫・山根幸夫 (1996) 湖水環境の人為的改造と底棲有孔虫の群集変化: その3中海東部の過去数10年の環境変化. LAGUNA (汽水域研究), 3: 13-24.
- Orem W. H., Burnett W. C., Landing W. M., Lyons W. B. and Showers W. (1991) Jellyfish Lake, Palau: Early diagenesis of organic matter in sediments of an anoxic marine lake. *Limnol. Oceanogr.*, 36: 526-543.
- Post W. M., Pastor J., Zinke P. J. and Stangenberger A. G. (1985) Global patterns of soil nitrogen storage. *Nature*, 317: 613-616.
- Sampei, Y., Matsumoto, E., Kamei, T. and Tokuoka, T. (1997) Sulfur and organic carbon relationship in sediments from coastal brackish lakes in the Shimane peninsula district, southwest Japan. *Geochem J.*, 31: 245-262.
- 清家 泰・奥村 稔・藤永 薫・千賀有希子・岡 宏樹 (1999) 中海および本庄工区の水質特性. LAGUNA (汽水域研究), 6: 1-9.
- 徳岡隆夫・高安克己 (1992) 中海北部 (本庄工区) アトラス. 島根大学山陰地域研究総合センター, 92p.
- 徳岡隆夫・大西郁夫・高安克己・三梨 昂 (1990) 中海・宍道湖の地史と環境変化. 地質学論集, 36: 15-34.
- 山口啓子・門脇義雄・藤森恒至・立見博俊 (1999) 中海本庄水域におけるアサリの生残と成長-関連する要因の予察と潮通しパイプの効果の検討-. LAGUNA (汽水域研究), 6: 145-156.

図版 I 本庄工区の底泥

塩分躍層（塩水楔）動態観測システムの開発
一 汽水域の貧酸素水塊問題への貢献一



上：表層は黒色で、強い硫化水素がある底泥（1998 年 8 月 27 日，Station 5）
下：約 3 mm の表層酸化褐色層を伴う底泥（1998 年 12 月 17 日，Station 5）