

三浦半島南部沿岸域における底質環境とマクロベントス

山田 佳昭*

Bottom environment and macrobenthos communities in neritic region of southern Miura Peninsula

Yoshiaki YAMADA

はじめに

三浦半島南部の地先海域は、定置網漁業をはじめ、刺し網や一本釣りなどの沿岸漁業が活発に営まれている海域である。同時にこの海域は、東京湾内の海水が流出する際の流路上に位置し、富栄養化した湾内水の影響が懸念される場所でもある。

海洋環境の変化に的確に対処し、将来にわたって漁場環境を保全し持続的な漁業生産を期待する上で、当該海域の環境の現況把握は重要なものと考えられる。

今回、三浦半島南部海域の底質と底生生物の状況を明らかにするために調査を実施した。

海水の基本的性質を水質と呼ぶのと同じく、海底の基本的性質は底質と呼ばれる。底質調査は、海底環境の実態あるいは汚染の実態を把握することを目的とするものである。

また、底生生物はその生存期間が長いこと、移動が少なく調査地の海底付近の水質や底質環境の影響を直接受けやすいと考えられることから、底生生物調査は比較的長期の海底環境を反映するものであろう。

本報では、この海域において実施した底質調査と底生生物調査の結果について述べるとともに、両調査の結果

を併せて、漁場環境の有機汚染度の評価を試みた。

なお、本報告にあたっては、三浦市の委託による平成16年度漁場環境調査の結果を用いた。

方法

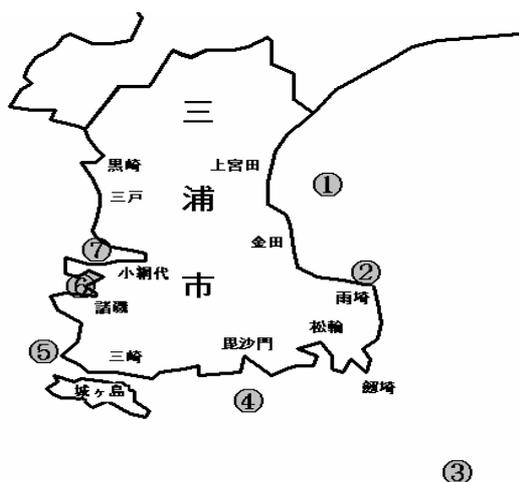
調査は、当所所属の漁業調査船うしお(19t)を使用し、2004年8月12日(夏季)および2005年1月27日(冬季)の2回、三浦半島南部の地先海域に設定した7箇所の調査地点(図1)で行った。

底質試料の採取には、スミス・マッキンタイヤ型採泥器(1/20m²)を使用し、船上で泥色と泥臭を観察した後、容器に密封して底質試料とし、実験室に持ち帰って以下の分析を行った。

粒度組成は、メッシュ5・9・16・32・60・120・250の標準篩により8段階に区分し、それぞれの重量を測定した。

強熱減量(IL)は、電気炉で700℃、2時間強熱し、前後の重量差を測定した。さらに、COD(化学的酸素要求量)を過マンガン酸カリウム消費量により、全硫化物(TS)を水蒸気蒸留法によりそれぞれ測定した。

底生生物の試料の採取には、底質とは別途同じスミス



	北緯			東経		
	度	分	秒	度	分	秒
①	35	10	38	139	40	4
②	35	9	29	139	40	34
③	35	6	58	139	41	45
④	35	7	55	139	39	2
⑤	35	8	32	139	36	18
⑥	35	9	12	139	36	56
⑦	35	9	39	139	37	15

図1 調査地点図

・マッキンタイヤ型採泥器(1/20m²)を使用した。採集した砂泥を船上で直ちに1mm目の篩を通し、篩上残留物を中性ホルマリンで固定したものを底生生物試料として実験室へ持ち帰った。試料から底生生物を選別し、種同定の上、その個体数と湿重量を測定した。

結 果

1 底質調査

表1に、夏季及び冬季の結果をまとめて示す。

表1 底質分析結果(上段:夏季、下段:冬季)

調査地点番号	①上宮田沖	②金田沖	③劔崎沖	④毘沙門沖	⑤白石沖	⑥油壺湾	⑦小網代湾
調査月日	2004年8月12日						
強熱減量(%)	1.8	8.4	10.3	11.4	12.2	13.4	16.8
COD(mg/g)	0.4	1.1	1.1	1.1	1.5	1.9	20.0
全硫化物(mg/g)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.16
粒度組成(mm)							
>4	0.2				2.9	0.4	
4~2	1.2		0.9		14.8	0.4	0.4
2~1	3.9	0.5	3.3	0.8	23.3	2.1	0.6
1~1/2	20.7	2.2	20.3	5.7	35.9	10.1	1.1
1/2~1/4	56.3	25.5	59.3	47.3	19.3	38.6	4.7
1/4~1/8	16.5	62.6	15.6	45.0	3.2	37.4	11.6
1/8~1/16	1.1	8.7	0.4	1.0	0.3	9.1	33.0
<1/16	0.1	0.5	0.2	0.2	0.3	1.9	48.6

調査地点番号	①上宮田沖	②金田沖	③劔崎沖	④毘沙門沖	⑤白石沖	⑥油壺湾	⑦小網代湾
調査月日	2005年1月27日						
強熱減量(%)	2.2	6.8	10.5	17.0	10.1	15.1	16.3
COD(mg/g)	0.8	1.2	1.1	0.9	0.8	2.0	14.5
全硫化物(mg/g)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.34
粒度組成(mm)							
>4	0.1		0.1		0.4		
4~2	0.4	0.2	0.1	1.2	3.8	0.1	0.1
2~1	1.7	0.6	2.5	15.7	17.4	1.1	0.7
1~1/2	3.8	1.4	12.2	33.8	45.6	6.6	0.4
1/2~1/4	22.7	14.3	54.6	40.7	28.4	26.6	1.8
1/4~1/8	47.9	54.2	28.4	7.7	3.4	49.7	7.7
1/8~1/16	21.8	24.5	0.7	0.3	0.4	13.6	25.2
<1/16	1.6	4.8	1.4	0.6	0.6	2.3	64.1

表2 調査点別観察結果

2004年8月12日							
調査地点番号	①上宮田沖	②金田沖	③劔崎沖	④毘沙門沖	⑤白石沖	⑥油壺湾	⑦小網代湾
水深(m)	9.0	5.5	51.6	12.7	32.0	5.4	9.5
調査時刻	11:07	11:04	10:28	10:02	9:31	9:17	9:02
泥色	灰黒	灰黒	灰黒	灰白	灰白黒	灰白	灰緑
泥臭	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
外観	砂	砂	砂	砂	砂礫	砂	砂泥
2005年1月27日							
調査地点番号	①上宮田沖	②金田沖	③劔崎沖	④毘沙門沖	⑤白石沖	⑥油壺湾	⑦小網代湾
水深(m)	8.0	5.0	52.0	12.0	35.0	4.0	9.0
調査時刻	11:18	11:02	10:27	10:01	9:33	9:20	9:03
泥色	灰黒	灰黒	灰	灰白	灰白	灰白	灰黒
泥臭	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
外観	砂泥	砂泥	細砂	砂	砂	砂	泥

(1) 泥色・泥臭

採集物の船上での観察結果を表2に示す。

2回の調査を通じて、ヘドロや還元泥(酸素欠乏により黒化し、硫黄臭を生ずる)はみられなかった。泥臭も特に認められなかった。

(2) 粒度分析

小網代湾では泥が多いのが目立つが、他の地点では概ね細粒砂~中粒砂が大きな割合を占めている。

この粒度組成から、図2の粒度分布の累積曲線を描

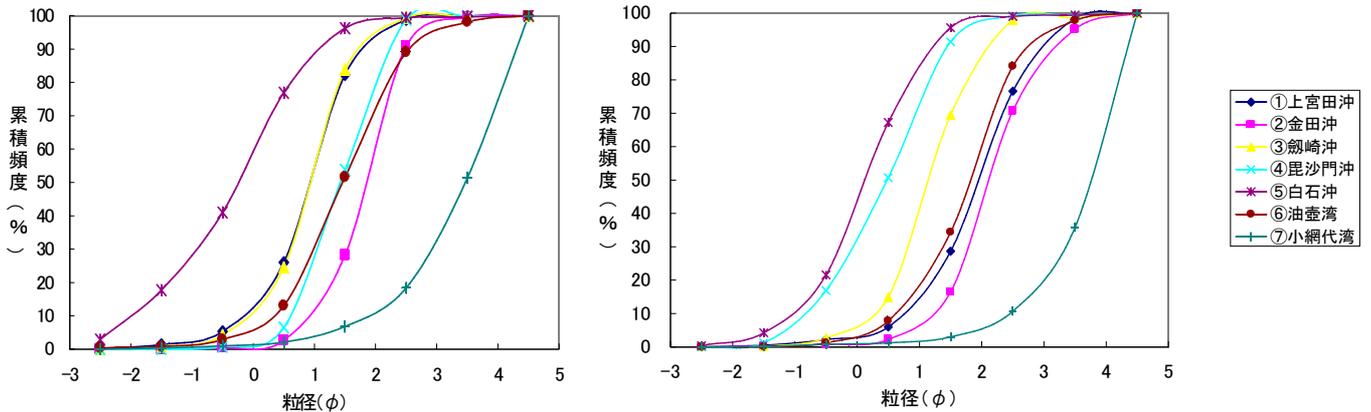


図2 粒度分布の累積曲線 (左; 夏季、右; 冬季)

表3 粒度分析結果

2004年8月12日							
調査地点番号	①上宮田沖	②金田沖	③劔崎沖	④毘沙門沖	⑤白石沖	⑥油壺湾	⑦小網代湾
微粒砂泥率(%)	1.2	9.2	0.6	1.2	0.6	11	81.6
泥分含有率(%)	0.1	0.5	0.2	0.2	0.3	1.9	48.6
中央粒径(φ)	0.9	1.85	0.9	1.43	-0.3	1.45	3.45
	粗粒砂	中粒砂	粗粒砂	中粒砂	極粗粒砂	中粒砂	微粒砂
平均粒径(φ)	0.88	1.78	0.87	1.42	-0.38	1.44	3.33
	粗粒砂	中粒砂	粗粒砂	中粒砂	極粗粒砂	中粒砂	微粒砂
分級度	0.75	0.57	0.72	0.63	1.20	0.87	0.93
	普通	やや良い	普通	やや良い	悪い	普通	普通
歪度	-0.37	-0.51	-0.40	-0.39	-0.45	-0.38	-0.41
	著しく粗い方へ偏している						
尖度	1.36	1.00	1.57	0.83	1.07	0.94	4.30
	突出	中間的	非常に突出	扁平	中間的	中間的	きわめて突出

2005年1月27日							
調査地点番号	①上宮田沖	②金田沖	③劔崎沖	④毘沙門沖	⑤白石沖	⑥油壺湾	⑦小網代湾
微粒砂泥率(%)	23.4	29.3	2.1	0.9	1	15.9	89.3
泥分含有率(%)	1.6	4.8	1.4	0.6	0.6	2.3	64.1
中央粒径(φ)	1.95	2.1	1.22	0.49	0.12	1.8	3.76
	中粒砂	細粒砂	中粒砂	粗粒砂	粗粒砂	中粒砂	微粒砂
平均粒径(φ)	1.90	2.16	1.21	0.39	0.14	1.73	3.60
	中粒砂	細粒砂	中粒砂	粗粒砂	粗粒砂	中粒砂	微粒砂
分級度	0.88	0.71	0.83	0.86	0.86	0.83	0.74
	普通	やや良い	普通	普通	普通	普通	普通
歪度	-0.38	-0.28	-0.42	-0.50	-0.34	-0.43	-0.64
	著しく粗い方へ偏している	粗い方へ偏している	著しく粗い方へ偏している	著しく粗い方へ偏している	著しく粗い方へ偏している	著しく粗い方へ偏している	著しく粗い方へ偏している
尖度	1.21	1.05	1.46	0.94	1.08	1.13	1.08
	突出	中間的	突出	中間的	中間的	突出	中間的

粒度組成 (mm)	φ 値	粒径区分
>4	<-2	礫
4~2	-2~-1	細礫
2~1	-1~0	極粗粒砂
1~1/2	0~1	粗粒砂
1/2~1/4	1~2	中粒砂
1/4~1/8	2~3	細粒砂
1/8~1/16	3~4	微粒砂
<1/16	>4	泥

いる。強熱減量の結果も合わせ、底質中に有機物量が多くなっていることが推察される。

全硫化物は、夏冬を通じて、小網代湾でのみの検出である。

2 底生生物調査

結果を表4に示すとともに、その概要を表5にまとめた。

(1) 個体数

出現した生物の個体数は、1 m²あたりに換算した値であるので、生息密度とみることできる。

いずれの地点でも冬季よりも夏季に個体数が多くなっている。これは通常の季節変化を反映したものと考えられる。劔崎沖では夏冬の差が比較的小さいが、水深が深いことが影響している可能性がある。

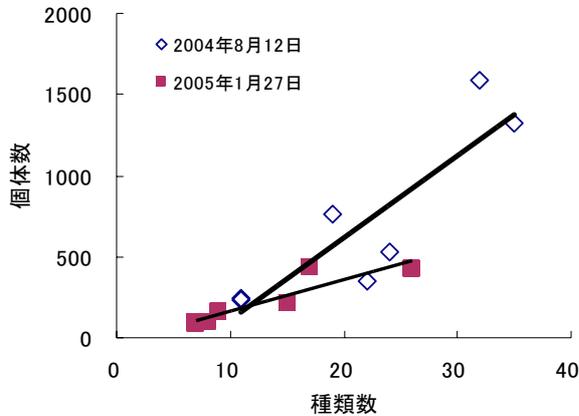


図3 底生生物の種類数と個体数の関係

(2) 種類数

劔崎沖を除いて、冬季よりも夏季の方が種類数も多くなっている。

図3は種類数と個体数の関係を表したものであるが、夏季冬季ともに種類数が多いほど個体数も多い傾向が認められた。個体数の増減が特定の種に依存しないことによるものと考えられる。

(3) 湿重量

湿重量も1 m²あたりに換算した値である。

種類数や個体数と同様に季節変化を反映し、冬季よりも夏季の方が高い値となっている。劔崎沖、白石沖、油壺湾、小網代湾での夏季の高い値は特定の種類によるところが大きい。特に、劔崎沖、白石沖、小網代湾では少数の大型個体の出現を反映している。

(4) 多様度指数

ここではShannon-Wienwer の多様度指数 H'を対数の底を2として計算したものをを用いた。

すべての調査点を通じて多様度指数は高いレベルにあった。種類数と個体数が減少する冬季の値は夏季に比べ低くなる例が多かったが、劔崎沖や油壺湾では冬季の方がわずかに高くなった。

考 察

調査の結果から、この海域の有機汚染度について検討する。

有機汚染に関連する測定項目とその結果を表6に示す。

現在、水産生物を対象として法的に定められた水質基準はないが、日本水産資源保護協会が刊行している「水産用水基準」¹⁾²⁾³⁾が、「水産資源の保護を目的に、水

表6 有機汚染に関連する測定項目とその結果

2005年8月12日							
調査地点番号	①上宮田沖	②金田沖	③劔崎沖	④毘沙門沖	⑤白石沖	⑥油壺湾	⑦小網代湾
IL 強熱減量(%)	1.8	8.4	10.3	11.4	12.2	13.4	16.8
GOD COD(mg/g)	0.4	1.1	1.1	1.1	1.5	1.9	20.0
TS 全硫化物(mg/g)	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00	0.16
MC 泥分含有率(%)	0.10	0.50	0.20	0.20	0.30	1.90	48.60
H' ベントスの多様度	4.29	3.08	4.22	3.20	3.84	3.29	3.16
合成指標①	-2.76	-2.30	-2.71	-2.35	-2.56	-2.32	-0.77
合成指標②	-2.79	-1.61	-1.81	-1.32	-1.46	-1.10	0.25
合成指標③	-2.49	-2.46	-2.46	-2.46	-2.44	-2.40	-0.68
合成指標④	-2.52	-1.65	-1.41	-1.27	-1.16	-0.98	0.51
2005年1月27日							
調査地点番号	①上宮田沖	②金田沖	③劔崎沖	④毘沙門沖	⑤白石沖	⑥油壺湾	⑦小網代湾
IL 強熱減量(%)	2.2	6.8	10.5	17.0	10.1	15.1	16.3
GOD COD(mg/g)	0.8	1.2	1.1	0.9	0.8	2.0	14.5
TS 全硫化物(mg/g)	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00	0.34
MC 泥分含有率(%)	1.60	4.80	1.40	0.60	0.60	2.30	64.10
H' ベントスの多様度	2.73	2.75	4.38	2.85	2.77	3.75	2.78
合成指標①	-2.16	-2.10	-2.75	-2.21	-2.19	-2.48	-0.40
合成指標②	-2.16	-1.60	-1.82	-0.56	-1.31	-1.07	0.74
合成指標③	-2.45	-2.37	-2.44	-2.46	-2.47	-2.39	-0.42
合成指標④	-2.44	-1.78	-1.36	-0.53	-1.43	-0.75	0.91

産の生産基盤として水域の維持されることが望ましい水質条件」として用いられることが多い。

この基準によると、底質については「海域では乾泥として、CODは20mg/g乾泥以下、硫化物は0.2mg/g乾泥以下」が基準値とされている。

COD及び全硫化物が高い値を示した小網代湾では、夏季にCOD20.0mg/g、全硫化物0.16mg/g、冬季にCOD14.5mg/g、全硫化物0.34mg/gであり、冬季に全硫化物が基準値を上回った。

水産用水基準（改訂版）¹⁾では、底質基準をCODと全硫化物に基づいて図4のように、正常泥、汚染の始まりかかった泥、汚染泥の3段階に分けている。この正常泥の範囲は夏季の底層DO（溶存酸素量）濃度が保たれるように安全性が加味されたものである。

これに当てはめると、今回の底質調査結果では、小網代湾の冬季は汚染の始まりかかった泥、その他は正常泥ということになる。

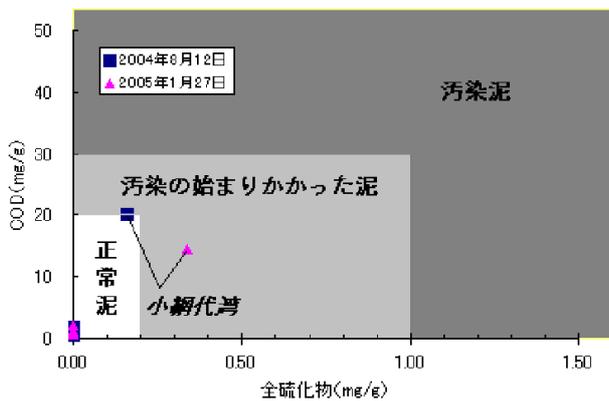


図4 CODとTSに基づく有機汚染度

表7 有機汚染度を評価するための合成指標

	使用する項目
合成指標①	COD、TS、MC、
合成指標②	IL、TS、MC、H'
合成指標③	COD、TS、MC
合成指標④	IL、TS、MC

COD(化学的酸素要求量)、TS(全硫化物)、MC(泥分含有率)、H'(底生生物群集の多様度)、IL(強熱減量)

水産用水基準（2000年版）³⁾では、有機汚染に関連する測定項目を用いた底質環境の有機汚染度を評価するための4種の合成指標（表7）を提案している。

これらの合成指標値は、正で汚染された底質、負で正常な底質と判断されるが、安全性がかなり見込まれたものである。合成指標で正常と判断された場合にはほぼ間違いなく正常な底質であるが、汚染されたと判断されても正常である可能性もかなりあるとされる。

表6に示したとおり、小網代湾は夏冬ともに合成指標及びで正の値を示し、汚染された底質と判断される。その他の地点でも、上宮田沖を除いて合成指標及びでは値が正に近づいている。どちらも強熱減量を用いた指標であり、強熱減量が高めに出了ことが影響している可能性がある。

合成指標を算出するのに用いた項目のうち、COD（化学的酸素要求量）、TS（全硫化物）、MC（泥分含有率）及びIL（強熱減量）の底質項目を用いて、今回の調査地点間の関係をウォード法によりクラスター分析した結果を図5に示す。

劔崎沖、毘沙門沖、白石沖、油壺湾の4地点は非常に似ており、上宮田沖と金田沖がそれに次ぐ。小網代湾は特異的と言えるほど他の調査地点とかけ離れている。



図5 底質の調査点別クラスタリング結果（上段：夏季、下段：冬季）

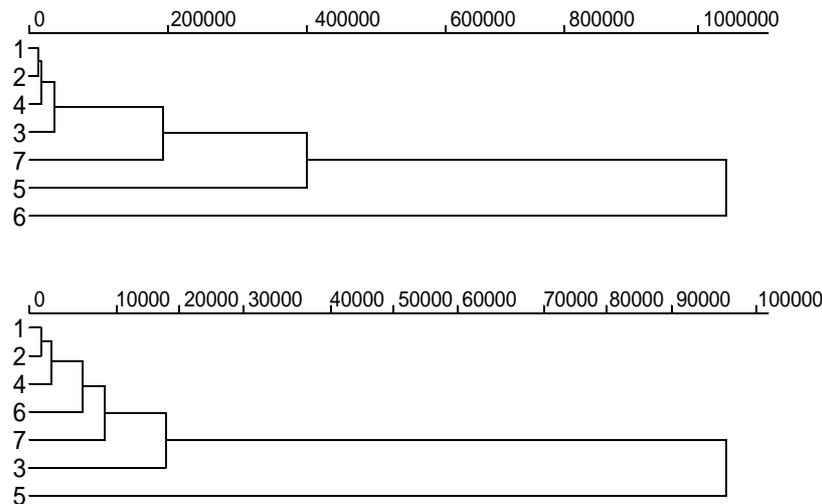


図6 底生生物の調査点別クラスタリング結果（上段：夏季、下段：冬季）

底生生物については、環境の汚染を指標する生物種として汚染指標種が知られている。底生生物では、シズクガイ、チヨノハナガイ、ヨツバナスピオ（A型）、*Capitella capitata*（イトゴカイの1種）などが底質環境の代表的な汚染指標種である。

それらのうち、本調査では、夏季にヨツバナスピオ（A型）が上宮田沖及び油壺湾でわずかに出現した。汚染指標種は環境変化への耐性が強いので汚染された海域では優占して出現するが、正常な海域でも生息する。汚染指標種のわずかな出現をもって両地点の底質は汚染されていると見なすことはできない。種類数と個体数が多く、多様度も高いことから正常な底質と見なすことができる。

底生生物の出現状況（種類ごとの出現数）を用いて、今回の調査地点間の関係をウォード法によりクラスタ分析した結果を図6に示す。

上宮田沖、金田沖及び毘沙門沖の3点は似通っているが、その他は離れている。底質の違いが小網代湾を除いてわずかなのと対照的である。

小網代湾の調査地点は等水深線の入り込んだ谷状の地形上に存在し、堆積が起こりやすい条件にあると考えられる。これは粒度分析の結果細かい粒子が卓越することにも現れている。その結果有機物も同時に堆積し、測定値を悪化させているものとみられる。しかしながら、周辺に汚染源が見あたらないことから人為的なものではなく、自然現象であると推定される。

小網代湾の状況は、各測定値とも極端に高いわけではなく、2種の合成指標で正常泥と判断された。底生生物の種類数と個体数が多く、多様度も高いことから、現時点においては憂慮すべき状態ではなく、今後の推移を見守るべきものであろう。

要約

1 底質調査では、泥色・泥臭について異常が認められた調査地点はなかった。強熱減量は総じて高い傾向にあった。CODは夏季、冬季とも小網代湾で高い値を示した。全硫化物は小網代湾でのみ検出された。小網代湾の粒度組成は細かい粒子の占める割合が高かった。

2 底生生物調査では、総じて種類数、個体数、湿重量、多様度指数は高かった。汚染指標種であるヨツバナスピオA型が上宮田沖及び油壺湾で夏季にわずかに出現した。

3 調査結果から当該海域の有機汚染度の評価を行った。小網代湾では全硫化物が冬季に水産用水基準値を上回って検出されたが、他には水産用水基準値を上回る値はみられなかった。また、汚染を判断する4種の合成指標からも、小網代湾は夏冬ともに、2種で汚染、2種で正常と判断されたが、他の調査地点はすべて正常と判断された。

底生生物はいずれの調査地点でも豊富に生息し、今回調査を行った海域の底質環境はほぼ正常に保たれているものと考えられる。

引用文献

- 1) 日本水産資源保護協会(1983): 水産用水基準(改訂版), 日本水産資源保護協会, 東京, 29pp.
- 2) 日本水産資源保護協会(1995): 水産用水基準(1995年版), 日本水産資源保護協会, 東京, 69pp.
- 3) 日本水産資源保護協会(2000): 水産用水基準(2000年版), 日本水産資源保護協会, 東京, 96pp.