

# 平成 4 年度県南養殖漁場底質環境調査

萩平 将・大塚弘之・吉田正雄

魚類養殖漁場環境保全対策の一環として昭和 54 年度より,ハマチ養殖漁場を対象に底質調査を実施してきた。本年度の調査結果と,平成 3 年度の調査結果を併せて報告する。

## 目 的

魚類養殖にともなう残餌や糞などの排出物(有機物負荷)は水中で分解し,一部は海水交換によって漁場外に流出するが,一部は沈降物となって海底に堆積する。底質を調べることによって,こうした有機物負荷が漁場環境にとって適切かどうかを知る手がかりとする。

## 調査方法

調査地点は,図 1 に示した県南の 5 ケ所の湾内養殖漁場で(図中括弧内の数字は平成 3 年度の調査地点番号),20 定点において秋季(9~10 月)と春季(2~3 月)に実施した。なお,平成 3 年度は橘湾で 2 地点少ない計 18 定点で実施した。

採泥・分析方法並びに分析項目は,従来と同じである。

また,底泥の COD と全硫化物の各漁場の平均値の推移を,昭和 54 年度以降の調査結果について検討した。

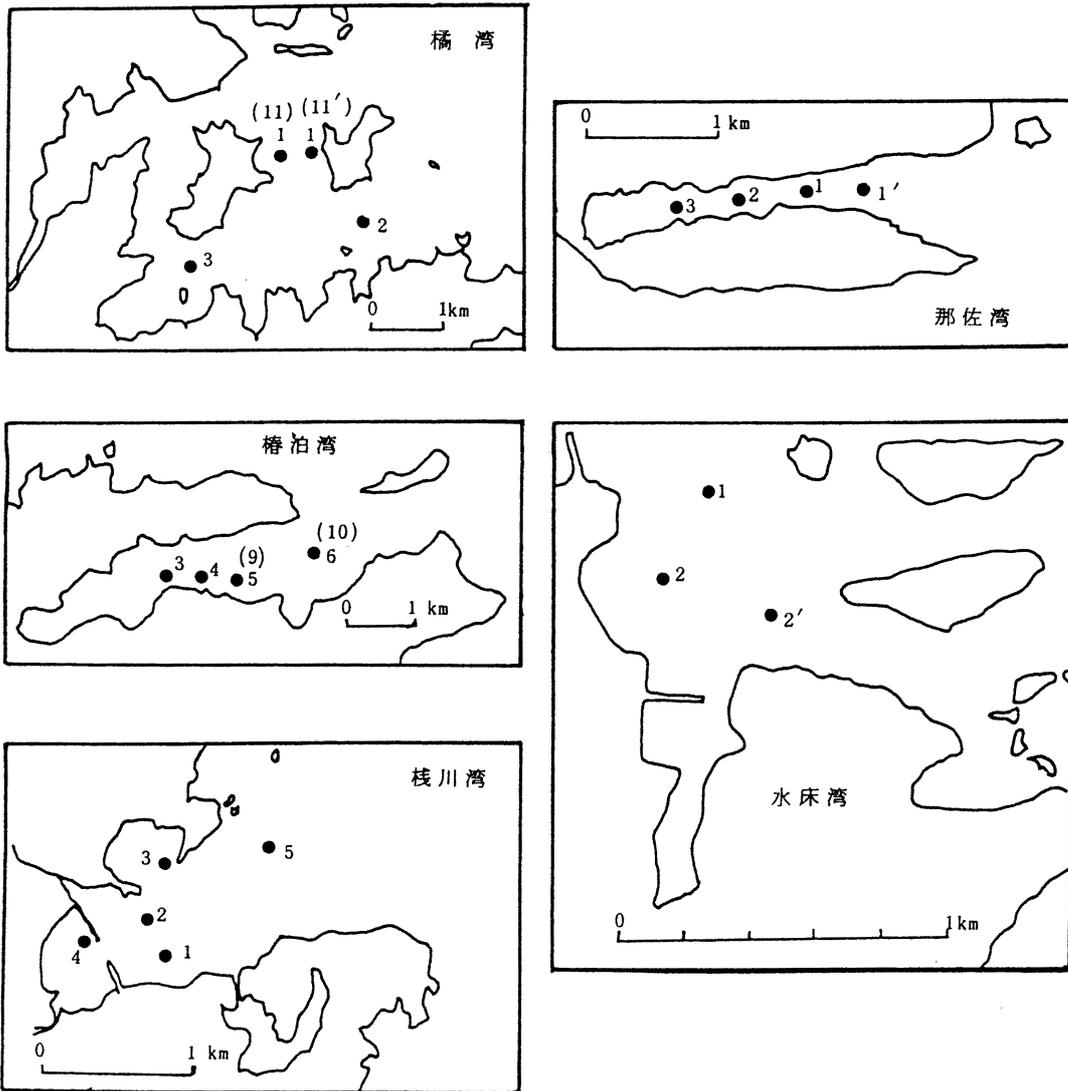


図1 調査地点位置

## 調査結果

### 1 平成3年度と4年度の調査結果

表1,2に,平成3年度と4年度の秋季調査結果を示した。秋季調査でCODが水産用水基準の20(単位はmg/g乾泥,以降省略)を上回った定点は,平成3年度にはないが平成4年度には橘湾で2定点,椿泊湾では3定点で観測された。全硫化物が水産用水基準の0.2(単位はmg/g乾泥,以降省略)を上回ったのは,平成3年度には橘湾の全定点(2定点)と椿泊湾の湾口部分を除く3定点,平成4年度では同じく橘湾の全定点(4定点),椿泊湾の3定点及び浅川港内の1定点(St.4)であった。他の湾では基準値を越えた定点はなかった。

春季の調査結果を表3,4に示した。平成3年度にはCODが水産用水基準を上回った定点はなかったが,平成4年度には橘湾で2定点,浅川湾のSt.4で観測された。全硫化物が水産用水基準を上回ったのは,平成3年度には橘湾で1定点,椿泊湾で2定点であったが,平成4年度には橘湾(3定点)と椿泊

湾（4 定点）の全定点及び浅川湾と那佐湾のそれぞれ 1 定点で観測された。

表 1 平成 3 年度県南養殖漁場底質調査結果（秋季調査）

調査年月日	調査場所	調査地点名	調査時刻 (時分)	採泥水深 (m)	泥温 (℃)	乾泥重量比 (%)	C O D (O <sub>2</sub> mgg g乾泥)	全硫 化物 (Smg/ g乾泥)	強熱 減量 (500℃) (%)	強熱 減量 (800℃) (%)	底質の性状				
											外観・色		浮泥層厚 (mm)	臭気	粘性
H 3 ・ 9 ・ 18	橘湾	11	9:13	12.5	25.3	49.2	16.37	0.21	5.2	7.2	泥 灰緑	—	中	大	
		11'	9:08	12.0	25.3	52.3	14.35	0.21	4.7	6.9	泥 灰緑	—	中	大	
	椿泊湾	3	9:52	17.0	25.2	42.3	18.79	0.25	7.2	9.8	泥 灰緑	—	弱	大	
		4	9:44	20.7	25.1	43.0	18.66	0.24	6.1	9.5	泥 灰緑	—	中	大	
		9	9:36	21.8	25.2	45.7	16.95	0.23	3.5	7.9	泥 灰緑	—	中	大	
		10	9:32	24.3	25.3	47.1	15.92	0.13	4.3	8.7	泥 灰緑	—	強	大	
	H 3 ・ 10 ・ 8	浅川港	1	11:25	6.8	24.8	71.8	5.82	0.01	3.0	10.3	泥砂 淡褐	0.2	不明	小
			2	11:20	7.9	24.9	68.8	10.44	0.06	3.1	7.5	泥砂 灰黒	0.2	不明	中
			3	11:15	6.8	25.0	69.1	8.48	0.16	3.4	18.6	泥砂 灰緑	0.2	不明	中
			4	11:30	5.8	25.1	70.5	9.39	0.14	3.5	8.5	泥砂 淡褐	0.0	不明	中
5			11:10	12.0	24.4	69.2	5.40	0.01	3.5	12.6	砂泥 淡褐	0.1	不明	中	
那佐湾		1'	10:05	9.5	24.9	76.6	3.58	0.04	2.1	9.3	泥砂 淡褐	0.2	不明	小	
		1	10:02	7.2	25.0	69.7	7.27	0.04	3.1	12.7	泥砂 淡褐	0.2	不明	小	
		2	9:58	5.0	25.0	77.9	5.06	0.04	1.9	8.3	泥砂 淡褐	0.2	不明	小	
		3	9:50	4.0	24.9	80.3	3.51	Tr	1.4	4.0	泥砂 淡褐	0.1	不明	小	
水床湾		1	9:02	7.5	24.8	72.7	3.17	0.03	2.2	6.1	砂礫 淡茶	0	不明	小	
	2	8:57	5.8	25.0	74.9	2.22	0.01	1.9	33.6	砂 淡茶	0	不明	小		
	2'	8:54	5.5	24.6	73.7	3.29	0.03	2.0	23.2	砂泥 灰	0	不明	小		

Tr：検出限界以下

表2 平成4年度県南養殖魚場底質調査結果(秋季調査)

調査年月日	調査場所	調査地点名	調査時刻(時分)	採泥水深(m)	泥温(℃)	乾泥重量比(%)	C O D (O <sub>2</sub> mg/g乾泥)	全硫化合物 (Smg/g乾泥)	強熱減量(500℃)(%)	強熱減量(800℃)(%)	底質の性状			
											外観・色(浮泥以外)		浮泥層厚(mm)	臭気
H4.9.17	橘湾	1'	9:00	11.5	24.6	49.4	16.92	0.30	4.6	8.0	泥 灰緑	2	弱	中
		1	9:03	12.0	25.2	47.7	18.02	0.34	4.3	7.7	泥 灰緑	3	不明	中
		2	9:10	17.8	25.2	40.4	20.87	0.23	4.3	8.5	泥 灰緑	2	不明	中
	3	10:10	12.3	25.2	37.4	22.33	0.68	7.2	10.4	泥 灰緑	3	中	大	
	椿泊湾	3	9:45	19.1	25.0	43.9	23.84	0.37	2.8	8.5	泥 灰緑	3	弱	中
		4	9:38	21.2	25.1	43.9	23.10	0.39	2.9	8.6	泥 灰緑	2	中	大
5		9:32	22.1	25.0	46.8	20.34	0.23	5.1	8.0	泥 灰緑	1	弱	大	
6	9:25	24.5	25.0	44.0	17.02	0.16	6.1	8.9	泥 灰緑	2	不明	中		
H4.10.5	浅川湾	1	13:21	9.0	23.7	68.2	12.24	0.17	3.0	9.2	砂泥 灰黒	1	不明	中
		2	13:35	8.2	23.6	72.1	5.31	0.01	3.1	8.5	砂泥 淡褐	1	不明	中
		3	13:31	6.2	23.9	71.2	5.27	0.07	3.4	15.9	砂泥 灰黒	1	不明	小
		4	13:40	5.0	24.3	62.5	15.87	0.30	3.5	9.0	泥 灰緑	3	弱	大
		5	13:26	12.0	23.5	66.7	7.26	0.01	3.5	12.6	砂泥 灰黒	1	不明	中
那佐湾	1'	11:21	8.8	23.8	72.1	12.56	0.06	2.4	12.3	砂 灰黒	1	不明	小	
	1	11:15	7.0	24.0	68.1	6.19	0.12	3.3	12.5	泥 灰黒	5	中	中	
	2	11:12	5.1	23.6	80.3	2.72	0.02	1.6	8.2	砂泥 淡褐	1	不明	中	
3	11:08	3.4	23.9	77.1	2.83	Tr	1.1	3.9	砂泥 淡褐	1	不明	中		
水床湾	1	10:09	6.5	23.6	73.1	7.27	0.03	2.2	17.3	砂泥 淡褐	1	不明	小	
	2	10:04	5.5	23.6	74.4	2.31	Tr	2.0	23.6	砂 淡褐	1	不明	小	
	2'	10:00	4.1	23.6	71.5	2.95	0.01	2.4	20.7	砂 淡褐	0	不明	小	

Tr: 検出限界以下

表3 平成3年度県南養殖漁場底質調査結果(春季調査)

調査年月日	調査場所	調査地点名	調査時刻(時分)	採泥水深(m)	泥温(℃)	乾泥重量比(%)	C O D (O <sub>2</sub> mg/g乾泥)	全硫化合物 (Smg/g乾泥)	強熱減量(500℃)(%)	強熱減量(800℃)(%)	底質の性状			
											外観・色		浮泥層厚(mm)	臭気
H4.2.28	橘湾	11	9:10	12.0	10.8	49.8	13.82	0.19	4.2	6.6	泥砂 灰緑	2	弱	大
		11'	9:13	11.5	10.9	51.5	13.98	0.24	4.4	7.1	泥 灰緑	2	中	大
	椿泊湾	3	10:10	17.2	10.6	46.1	15.79	0.09	4.9	8.2	泥砂 灰緑	3	不明	中
		4	10:00	20.2	10.0	42.8	18.96	0.62	5.9	8.1	泥 灰緑	2	中	大
H4.3.13	浅川湾	9	9:50	22.0	10.8	42.8	16.90	0.30	5.7	8.4	泥 灰緑	3	中	大
		10	9:40	24.8	10.5	44.6	15.06	0.12	5.4	8.3	泥 灰緑	2	不明	中
		1	16:00	7.2	14.0	67.3	8.09	0.10	3.5	9.3	泥砂 灰緑	—	不明	中
		2	16:14	7.0	14.0	70.8	6.61	0.03	2.6	8.5	泥砂 灰緑	1	不明	中
		3	16:10	6.1	14.0	77.2	2.75	0.11	1.2	3.8	泥砂 灰緑	1	不明	中
4	16:18	4.0	14.2	68.9	9.35	0.10	3.9	8.7	泥 灰黒	2	不明	中		
5	16:06	11.2	14.1	68.4	6.55	0.03	3.4	10.9	泥砂 淡褐	2	不明	中		
那佐湾	1'	11:26	9.0	15.2	65.3	8.33	0.03	3.0	18.9	砂 淡褐	—	不明	小	
	1	11:22	8.0	15.1	67.4	10.03	0.12	3.2	14.6	泥砂 淡褐	—	不明	中	
	2	11:16	6.0	15.1	77.0	3.84	0.01	1.5	11.1	砂泥 淡褐	—	不明	小	
水床湾	3	11:13	3.5	15.1	74.1	3.35	Tr	1.8	9.5	砂泥 淡褐	—	不明	小	
	1	10:21	8.0	15.7	72.5	3.97	0.08	1.4	15.5	砂泥 淡褐	0	不明	小	
2	10:13	5.2	15.4	72.9	2.41	Tr	1.4	23.6	砂 灰	0	不明	小		
2'	10:10	4.5	15.5	74.1	2.37	0.03	0.3	24.0	砂 灰	0	不明	小		

Tr: 検出限界以下

表4 平成4年度県南養殖漁場底質調査結果（春季調査）

調査年月日	調査場所	調査地点名	調査時刻(時分)	採泥水深(m)	泥温(℃)	乾泥重量比(%)	COD(O <sub>2</sub> mg/g乾泥)	全硫化物(Smg/g乾泥)	強熱減量(500℃)(%)	強熱減量(800℃)(%)	底質の性状				
											外観・色		浮泥層厚(mm)	臭気	粘性
H5・3・17	橘湾	1	9:10	13.0	10.8	47.8	22.21	0.26	3.8	7.7	泥	灰緑	3	中	大
		2	9:22	17.0	11.0	41.7	19.86	0.26	5.9	9.0	泥	灰緑	5	中	大
		3	10:47	12.0	11.0	35.3	23.25	0.58	7.3	10.2	泥	灰緑	2	強	大
	椿泊湾	3	10:08	17.5	10.7	49.7	15.23	0.26	5.2	7.6	泥	灰緑	5	弱	大
		4	10:00	21.0	10.6	41.4	15.85	0.29	5.8	8.5	泥	灰緑	5	強	大
		5	9:52	21.9	10.3	43.8	17.46	0.27	6.1	8.5	泥	灰緑	5	弱	大
	6	9:43	24.0	10.1	43.1	16.84	0.21	3.4	8.7	泥	灰緑	5	不明	大	
H5・3・18	浅川湾	1	15:25	7.8	15.0	67.5	M	0.34	4.0	11.1	砂泥	黒	2	中	中
		2	15:38	7.9	15.1	70.0	0.22	Tr	3.0	10.9	砂	灰緑	1	不明	小
		3	15:34	7.0	14.3	69.9	5.47	0.04	2.7	6.5	砂泥	灰緑	1	不明	小
		4	15:43	5.0	15.0	55.3	21.74	0.16	6.1	10.2	泥	灰緑	3	不明	大
		5	15:31	11.5	14.9	65.8	10.09	0.02	4.0	9.2	砂泥	灰緑	1	不明	小
H5・3・18	那佐湾	1'	11:26	9.0	15.2	69.7	5.60	0.03	3.3	11.9	砂泥	淡褐	1	不明	小
		1	11:22	8.0	15.1	60.9	9.88	0.23	4.6	15.4	泥砂	淡褐	1	不明	中
		2	11:16	6.0	15.1	80.1	M	0.01	1.1	7.2	砂	淡褐	0	不明	小
		3	11:13	3.5	15.1	77.7	1.41	0.01	1.4	4.2	砂泥	淡褐	1	不明	中
H5・3・18	水床湾	1	10:21	8.0	15.7	71.9	4.02	0.01	2.1	20.0	砂泥	淡褐	1	不明	小
		2	10:13	5.2	15.4	74.8	0.73	0.01	2.2	23.2	砂	淡褐	1	不明	小
		2'	10:10	4.5	15.5	71.6	4.03	0.01	2.9	19.6	砂	淡褐	1	不明	小

M：不適切な結果

## 2 昭和54年度以降のCODと全硫化物の推移

### 1) 南部養殖漁場の傾向と漁場間の比較

#### (1) CODの推移

図2に県南養殖漁場(5漁場)のCODの平均値の推移を昭和54年から示した。春と秋に定期的に底質の調査を実施するようになったのは昭和60年度からである。特徴的なことは、各漁場でそれぞれのレベルを示していることと、昭和62年から63年にかけて全漁場で低下したが、63年秋に水床湾を除いて急増しその後減少又は横ばいの傾向を示していることである。5漁場を比較すると椿泊湾と橘湾が高位、浅川湾が中位、那佐湾と水床湾が低位にある。また、CODでは秋季と春季で明らかな差が認められない。

#### (2) 全硫化物の推移

図3に全硫化物の平均値の推移を示した。特徴的なことは、昭和63年秋季に高い値を示し(浅川湾は平成元年秋季)、その後減少傾向をたどったが、平成3年春季以降増加に転じた(CODではこの傾向はそれほど明瞭でない)ことである。また、昭和63年以前には秋季に高く春季に低い値を示すが(水床湾を除く4漁場で顕著)、平成元年以降は秋と春で明瞭な差が認められないことである。

5漁場を昭和63年以降と比較すると、橘湾と椿泊湾で0.2以上の高い値を示した(平成2年秋季、3

年春季を除く)。浅川湾は0.1前後,那佐湾,水床湾は0.1以下の水準にあり,CODと同じ傾向にある。

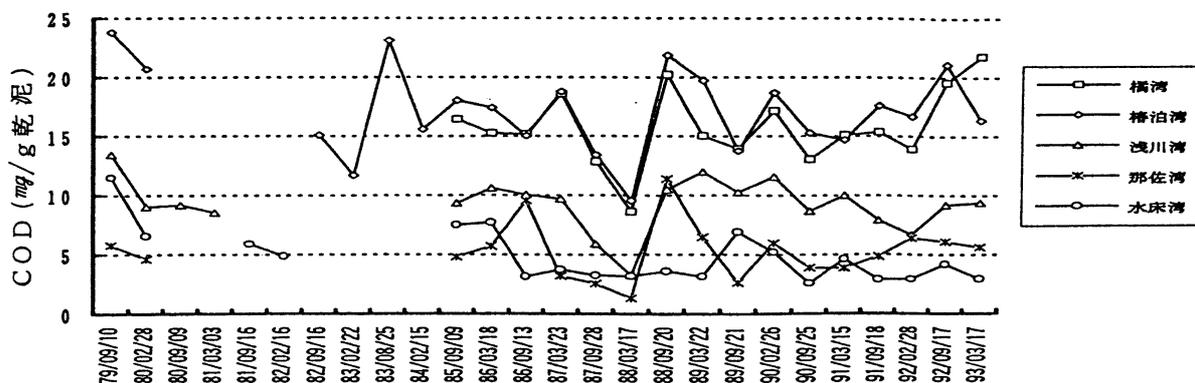


図2 県南養殖漁場における底泥のCODの平均値の推移

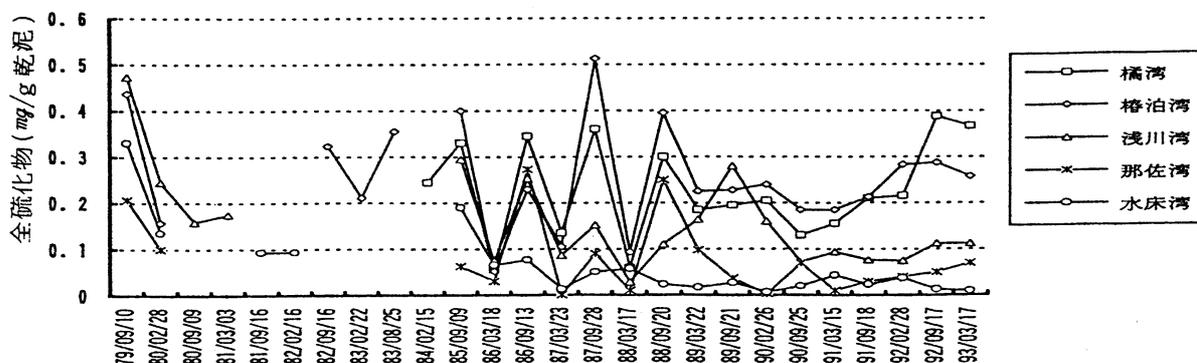


図3 県南養殖漁場における底泥の全硫化物の平均値の推移

2) 各漁場の状況

各漁場でのCODの平均値と変動係数の経年変化を図4に,同じく全硫化物の平均値と変動係数を図5にそれぞれ示した。

(1) 橘湾

CODは15前後で変動していたが,平成4年秋季以降は急増した。変動係数は定点数が少ないために小さな値を示している。全硫化物は平成元年以降0.2前後で安定していたが,CODと同じように平成4年秋季後急増した。

(2) 椿泊湾

CODは10~20の幅で変動を示すが,近年は15~20で安定している。養殖施設が漁場の中央部を中心に広く設置されていることから,定点によるバラツキが少なく変動係数は小さい。全硫化物は平成元年以降0.2~0.3を示し,変動係数はCODより大きい。

(3) 浅川湾

CODは10前後で推移,平成元年以降漸減傾向にあったが平成3年から増加に転じた。養殖施設との位置関係が定点間でバラツキがあるため変動係数は比較的大きい。全硫化物は平成元年9月に高い値

を示したのち減少し0.1前後で安定している。

(4) 那佐湾

CODは0～10で変動していたが、平成元年以降5前後で比較的安定している。全硫化物は平成元年以降0.1以下の低い値で推移していたが、最近増加傾向にあるのは特定の定点(St.1)の値が増加しているため(表1～4参照)、その結果変動係数が大きくなっている。

(5) 水床湾

CODは昭和61年以降5以下で推移し、県南の養殖漁場の中でもっとも低い。全硫化物も0.1以下の低い水準にあり、昭和62年以降安定している。

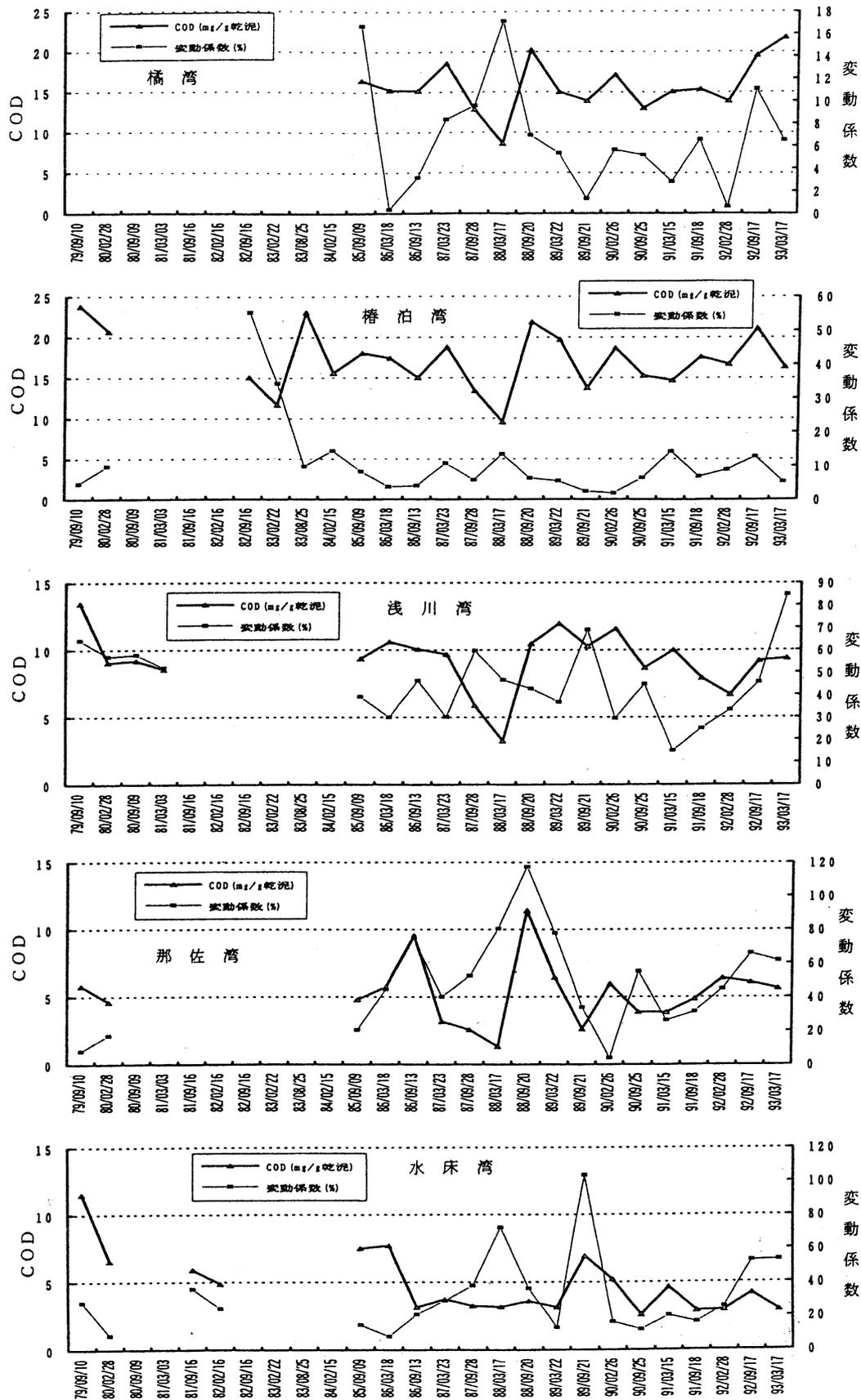


図4 各漁場におけるCODの平均値と変動係数の経年変化

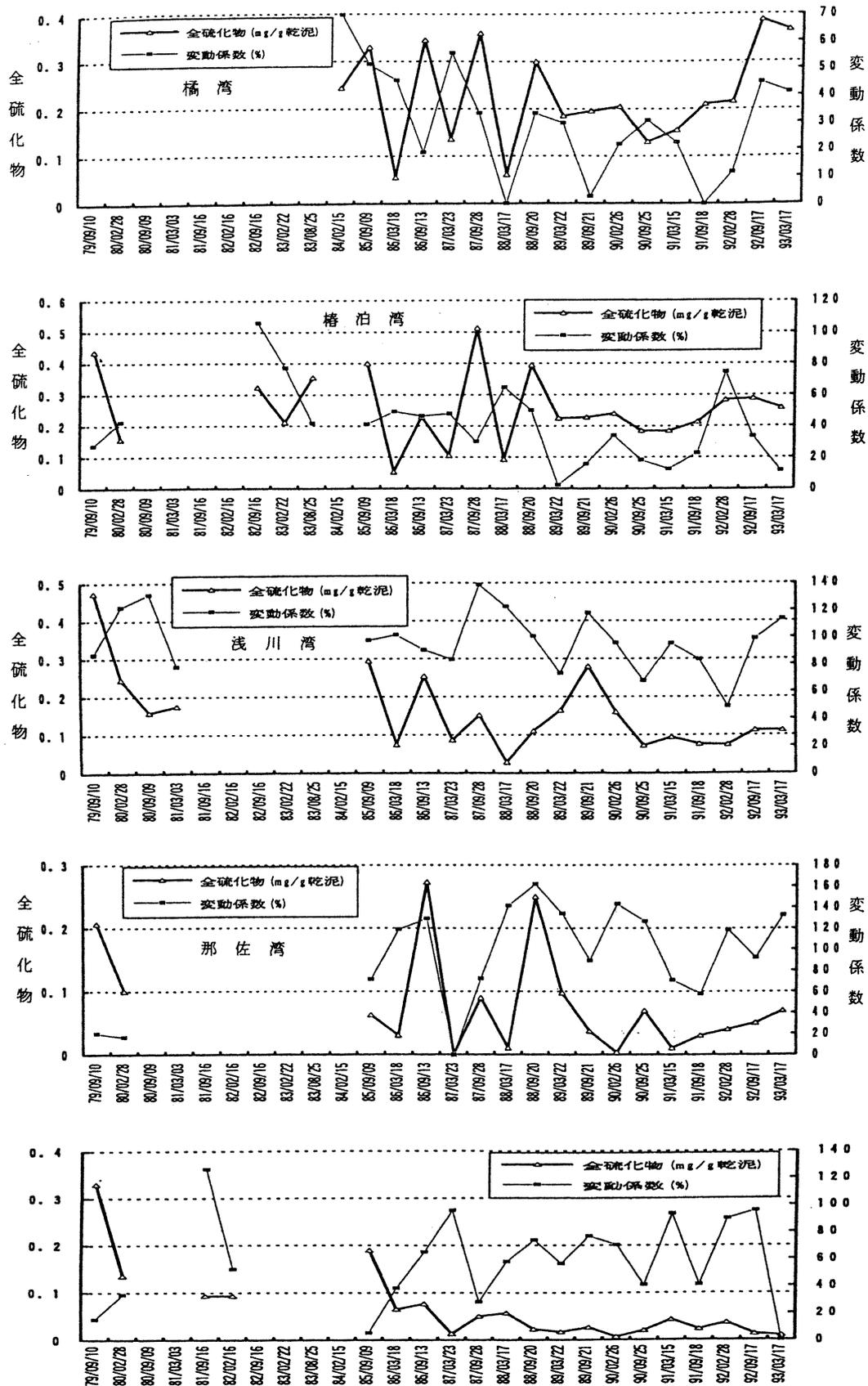


図5 各漁場における全硫化物の平均値と変動係数の経年変化

## 考 察

昭和 60 年から昭和 63 年までの全硫化物量が春と秋でレベルが違う。これは一つには秋から春までの海況が鉛直混合期になるために秋冬期に底質に酸素が供給され、還元層が酸化されるためと考えられる。しかし、平成元年以降こうした傾向が見られなくなったのは、ハマチ、モジャコを対象とする養殖形態に何らかの変化があったことが推測される。

COD は養殖の結果生ずる残餌や糞などの有機物の沈降堆積物（有機物負荷量）のうちの未分解の有機物量の指標と考えることができる。硫化物は有機物負荷が増加して好氣的分解とともに嫌気性細菌による還元的な分解が進み、硫酸還元菌の働きによって硫酸イオンが還元されることによって生じる。そして好氣的分解が最大になるあたりから硫化物の発生が増加すると考えられる。平成 3 年度の本事業報告書<sup>1)</sup>の北部養殖漁場底質環境調査で全硫化物量と COD の相関図を示しているが COD が 12 まで硫化物の増加は比較的緩やかである。しかし、12 以上で急な増加を示す。このことは、好氣的分解速度が低下するとともに COD 値と硫化物量が増加し、好氣的条件が損なわれた段階で硫化物量が急増すると考えることができる。図 3,4 では COD と硫化物量を各漁場の平均値として示したので明らかな関係は見られないが、各定点の調査結果を解析すれば漁場ごとに同じような傾向がでてくると思われる。

養殖魚の放養量をどれだけにするかは個々の養殖経営体の経済的判断にまかされるが、本県では養殖漁場環境を保全し赤潮や魚病による被害を防止するために「ハマチ養殖指導要領」を定め、海域によっては最高養殖尾数内での養殖が指導されている。社会情勢の変化の中で、環境を適正に維持することを経済活動の基準とすることが社会的規範になりつつある。大森<sup>2)</sup>は宇和島湾浅海養殖漁場環境調査報告書（1990）のなかで、漁場の収容量（適正放養量）は底質を健全な状態に保つことを目標とし、底質が最大酸素消費量を示すときの硫化物量を有機物負荷量の限度とすることを提案している。そして宇和海の遊子漁協ハマチ養殖漁場では、硫化物量が 0.07 を超えない放養量が適当であるとしている。また武岡<sup>3)</sup>（1991）は、硫化物量、海底への有機物負荷量、残餌・糞の排出量、養殖魚放養量はそれぞれほぼ比例関係にあることをボックスモデルによる有機炭素収支の計算結果から示した。提案された硫化物量（0.07）は漁場環境が違えば変わってくるのでそのまま当てはめられないとしても、水産用水基準 0.2 よりは厳しい数字になるであろう。この基準に準拠するためには、橘湾と椿泊湾では漁場行使の改善が必要であろう。養殖漁場環境を適正に保つ指標をどのように考えるかは、今後の業界内の議論とコンセンサスに負うところであるが、こうした社会的要請を考慮することが求められるであろう。

## 参考文献

- 1) 大塚弘之・萩平 将・吉田正雄：平成 3 年度北部養殖漁場底質環境調査，平成 3 年度徳島県水産試験場事業報告書，pp210-213
- 2) 大森浩二：養殖漁場における有機物負荷制限値の推定法について，平成元年度宇和島湾浅海養殖漁場環境調査報告書，遊子漁業協同組合，pp50-56
- 3) 武岡英隆：魚類養殖法養量適正化に関する研究報告書，愛媛県かん水養魚協議会，1991