

# 葉山～鎌倉地先漁場環境調査

原 口 明 郎

Environmental survey on coastal area of Fishing Ground  
from Hayama to Kamakura.

Akio HARAGUCHI \*

## はじめに

当該海域は相模湾奥部の東端に位置し、定置網、採藻、船曳網、刺網等の沿岸漁業、ノリ・ワカメ等の浅海養殖業が営まれている。

この海域には、下山川・森戸川・田越川・滑川・神戸川等の二級河川を始め、終末処理場を含む各種都市排水が流入しているが、これら陸水が漁場に及ぼす影響については究められていない。

本報告は、水質・底質・底生生物の三分野から調査した結果をとりまとめたものである。

水質については1985年度、'86年度の2カ年にわたったが、初年度は全域的に、2年目は部分域について調査した。底質・底生生物については'85年度に調査した。なお、'71年度、'79年度に相模湾全域の底質・底生生物調査を実施したが、このうち葉山～鎌倉地先の結果と、今回調査の結果を比較し、その推移について考察した。

'85年度調査の底生生物について、多毛類の種の同定は国立科学博物館の今島実博士に、甲殻類については横浜国立大学の蒲生重男博士に依頼した。両氏の御好意に厚く御礼申し上げる。

## 調査方法

水質 ノリの張立て時期を考慮して'85、'86年度とも9～10月、2～3月の2回実施し、採水はすべて低潮時に行った。調査年月日と調査点数は表1のとおりである。採水層は、すでに成層期の夏季を過ぎ、かつ水深20m以浅の浅海域であるため表層のみとした。調査項目は多岐にわたったが、ここでは塩分の水平分布によく対応した

表1 調査年月日と調査点数

年月日等	内訳			
	水質 (全域)	水質 (部分域)	底質 (全域)	底生生物 (全域)
調査年月日	'85.9.26 '86.2.24	'86.10.26 '87.3.16	'85.10.22	'85.10.22
調査点数	22	田越川 9 河口域 行合川 15 河口域	13	13

無機態窒素(以下窒素と略す)と磷酸態磷(以下磷と略す)をとりあげ、この3項目について考察する。

分析法 塩分.....オートラフ誘導起電式塩分計  
 無機態窒素 { アンモニア態窒素...インドフェノール法  
                   亜硝酸態窒素.....ストリックランド・パーソン法  
                   硝酸態窒素....."  
 磷酸態磷.....アスコルビン酸法

底質・底生生物 夏季の底層水温の上昇や、成層の強化にともなって、9～10月(水温の最高期や成層の強化期より約1ヵ月おくれる)に底泥の汚染度がもっとも高くなり、底生生物相がもっとも貧困になる。このため最低環境の現状を見出すため10月に調査した。底質については、表面下3cmまでの泥土を混合して(内湾域底泥は3cm堆積するのに5年要する)、粒度、COD、全硫化物、総水銀の4項目について分析した。

分析法 粒度.....メッシュ5, 9, 16, 32, 60, 120, 250の標準篩により8段階に区分  
 COD.....水質汚濁調査指針  
 全硫化物..."  
 総水銀.....還元気化法による原子吸光光度法

底生生物については、採泥(23×22×12cm)のすべてを1mmの篩で水洗し、篩上の底生生物をホルマリン(10%)で固定後、当場の生物実験室で多毛類、甲殻類、軟体類、その他に分類して同定及び種類数、個体数の計数を行った。

結果と考察

水質(全域) 調査は'85年9月26日と'86年2月24日に実施した。その水質水平分布を図1、図2に示した。9月の滑川河口域を除くと、9月、2月とも低かん水は、田越川、行合川両河口域にみられた。このことに対応して窒素、燐の濃度は河口域で高い数値を示している。尾形(1973)によると、ノリの生長制限の下限要因濃度は窒素0.2ppm、燐0.02ppmとされている。このことからノリ漁場として、田越川河口域(新宿湾)、滑川河口域(由比ヶ浜地先)の窒素、燐の濃度について考察すると、田越川河口域については、2月は尾形(1973)の唱える濃度を満たしていたが、9月は満たしていなかった。滑川河口域については、9月、2月ともに窒素、燐のいずれもやや低かった。一方、行合川河口域については、9月は満たしていたが、2月はやや低かった。

吉田(1983)によると、沿岸域の栄養塩としての窒素、燐について次のように区分している。

	貧栄養域	富栄養域	過栄養域	腐水域
窒素	0.03ppm 以下	0.03 ~ 0.14ppm	0.14 ~ 1.4ppm	1.4ppm 以上
燐	0.01 "	0.01 ~ 0.03 "	0.03 ~ 0.3 "	0.31 "

この区分に従うと、田越川、滑川、行合川の3河口域は、燐については富栄養域、窒素については富栄養域～過栄養域にはいる。

水質(部分域) 前年度に窒素、燐の濃度の高かった3海域のうち、田越川、行合川両河口域をとりあげ精査した。'86年10月20日と'87年3月16日の水質水平分布を図3～6に示した。田越川河口には逗子市桜山終末処理場(以下逗子処理場と略す)があり、行合川上流には鎌倉市七里ヶ浜終末処理場(以下鎌倉処理場と略す)がある。ともに1972年4月から稼働しており、前者の排水量は20,000 t/日、後者は24,000 t/日で終日ほぼ一定に海域に流入している。

図3～6から排水系水と沿岸水との水質境界値及び排水口からの拡散域外縁に至る距離を求めると表2のようになる。両海域とも排水口からほぼ1,000mにおける水質は、ノリ漁場の栄養塩としては適切である。

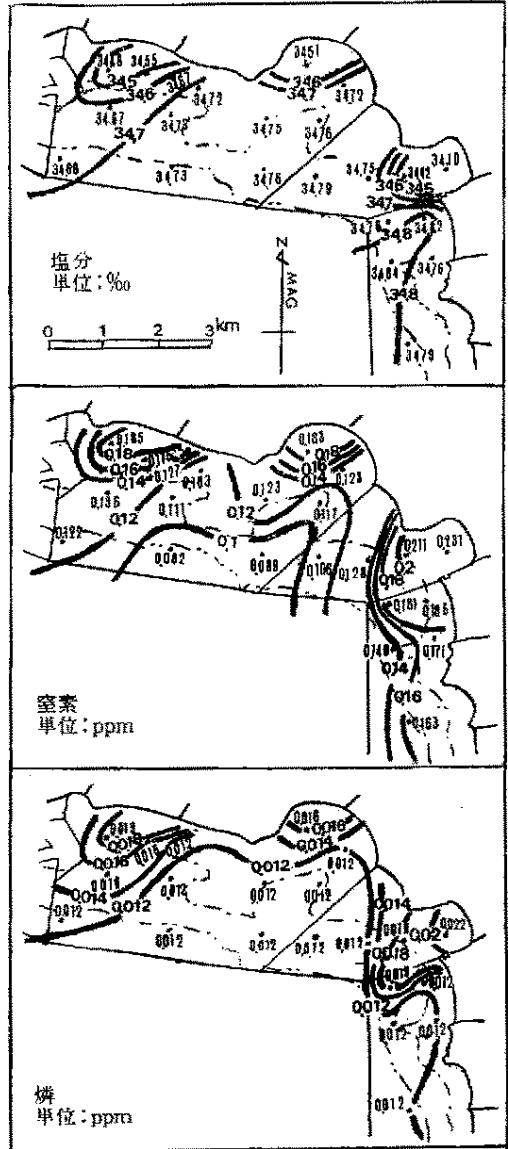


図1 '85年9月26日における表層の水質水平分布

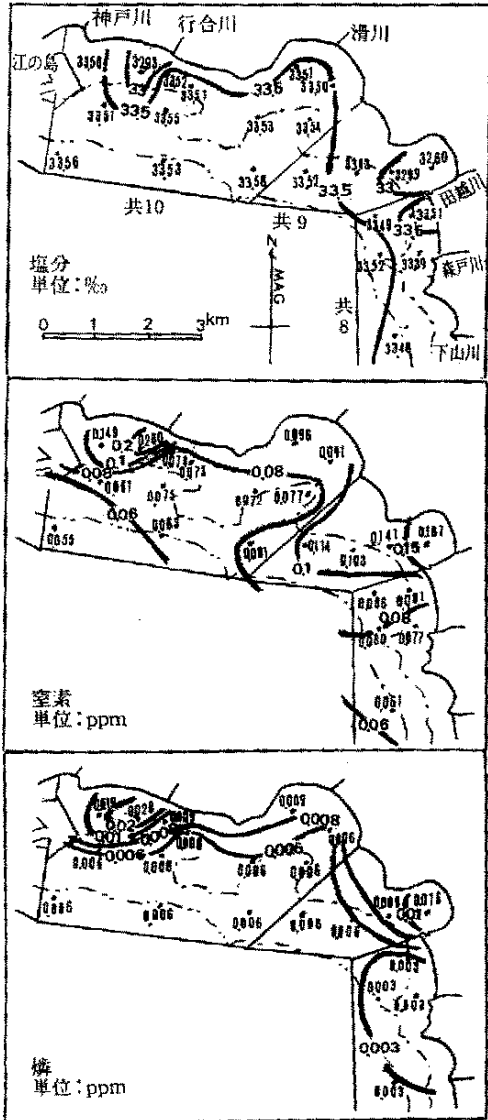


図2 '86年2月24日における表層の水質水平分布

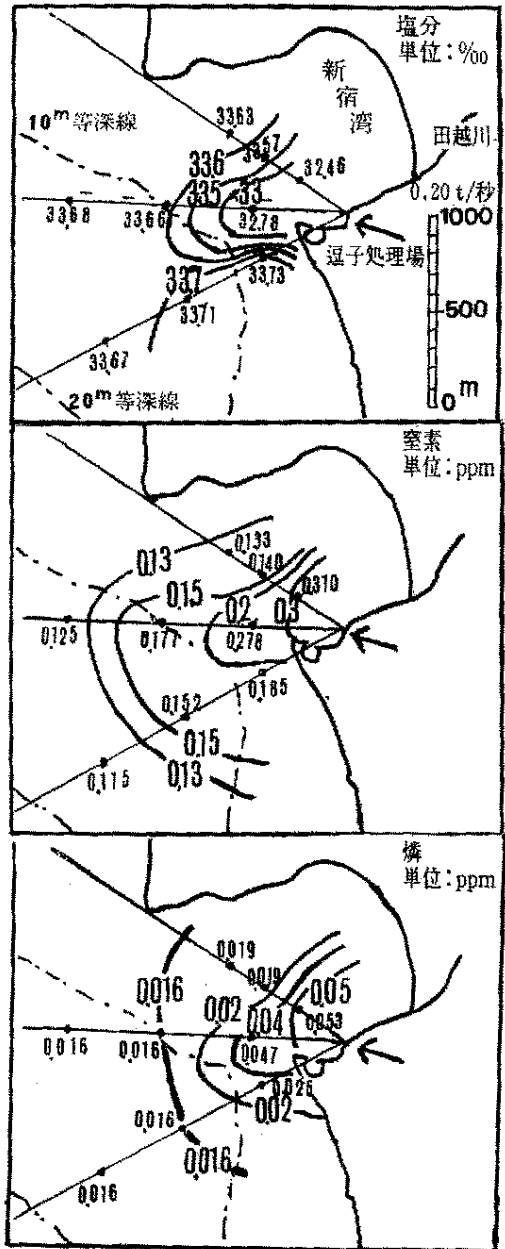


図3 '85年10月20日の田越川河口域における表層の水質水平分布

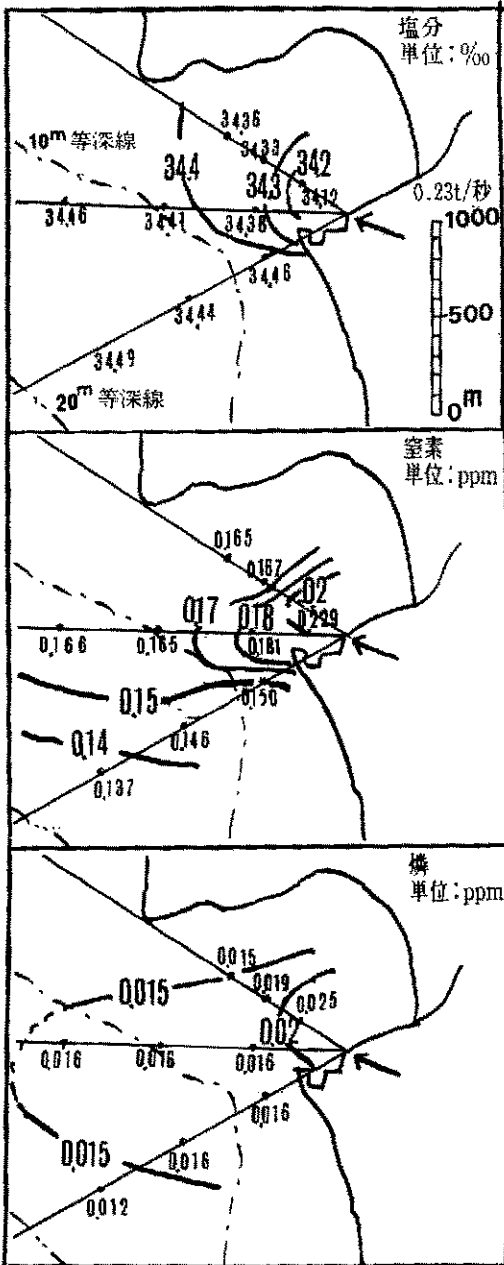


図4 '86年3月16日の田越川河口域における表層の水質水平分布

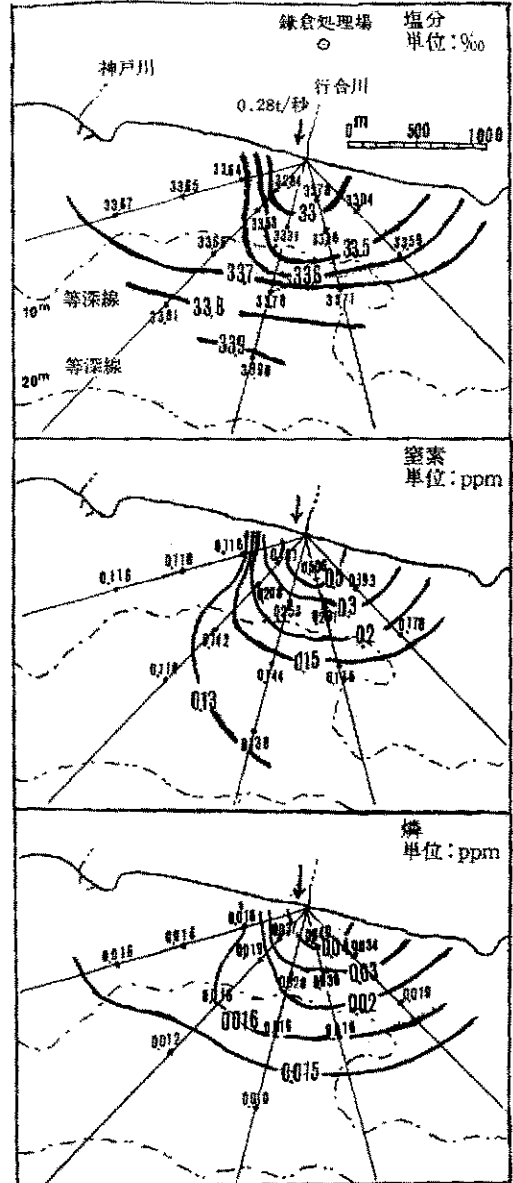


図5 '85年10月20日の行合川河口域における表層の水質水平分布

表2 排水系水と沿岸水との水質境界値及び排水口から拡散域外縁に至る距離

調査年月日	終末処理場名	塩分 (%)	窒素 (ppm)	燐 (ppm)	拡散距離 (km)
'86年 10月26日	逗子市	33.6	0.13	0.02	0.8～1.3
	鎌倉市	33.6	0.15	0.02	0.9～1.2
'87年 3月16日	逗子市	34.3	0.17	0.02	0.4～0.8
	鎌倉市	34.3	0.15	0.02	0.8～1.2

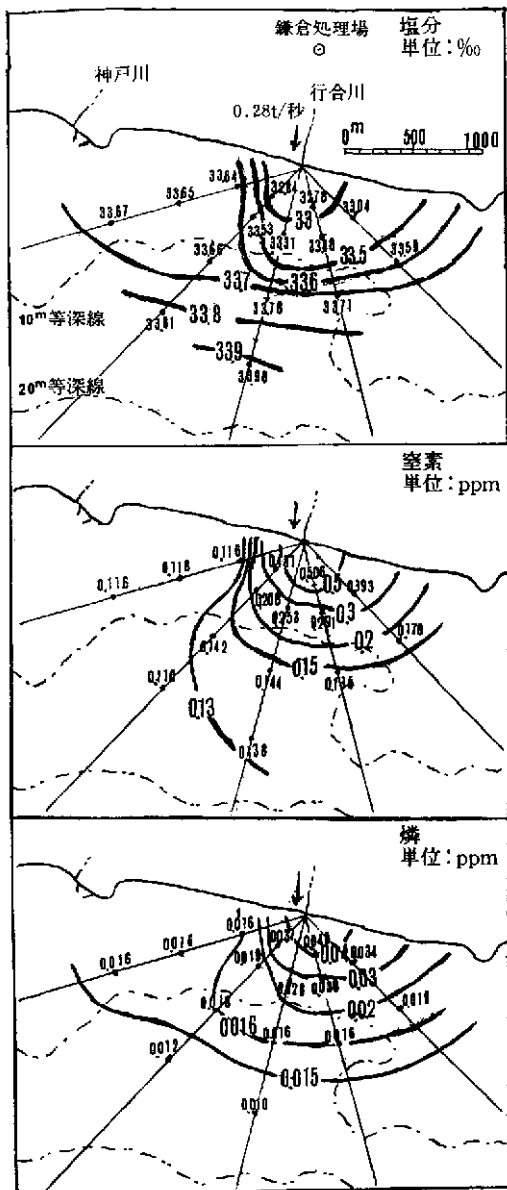


図6 '86年3月16日の行合川河口域における表層の水質水平分布

逗子処理場と鎌倉処理場の排水口先(鎌倉処理場は行合川河口先)300mと1,000mの窒素と燐について、排水口先300mの数値を100として1,000mの減少比を表3に示した。

表3 排水口先300m, 1,000mの窒素・燐の処理場別対比

処理場	窒素・燐の別	調査年月日	排水口先300m	排水口先1,000m
逗子	窒素	'86.10.26	0.310ppm 100	0.177ppm 57
		'87.3.16	0.223ppm 100	0.165ppm 74
	燐	'86.10.26	0.053ppm 100	0.016ppm 30
		'87.3.16	0.025ppm 100	0.016ppm 64
鎌倉	窒素	'86.10.26	0.506ppm 100	0.135ppm 27
		'87.3.16	0.348ppm 100	0.151ppm 43
	燐	'86.10.26	0.040ppm 100	0.016ppm 40
		'87.3.16	0.043ppm 100	0.016ppm 37

表3によると、排水口先1,000mにおいて、窒素は逗子処理場が30～40%、鎌倉処理場が60～70%それぞれ減少、燐については逗子処理場が40～70%、鎌倉処理場60%がそれぞれ減少した。このように、両海域とも排水口先300mの窒素、燐の濃度は、1,000mにおいて沿岸水による希釈のため30～70%減となった。

底質

粒度 表示方法はウエントワース・スケール(水野1968)を、組成の解析には中央粒径値(Md<sub>j</sub>)を用いた。

'71年～'79年～'85年に至る中央粒径値等値線の経時変化を図7に示した。

'79年と'85年のst. はほぼ同一点であるが、'71年については同一でない。このため'71年と'79・'85年と対比

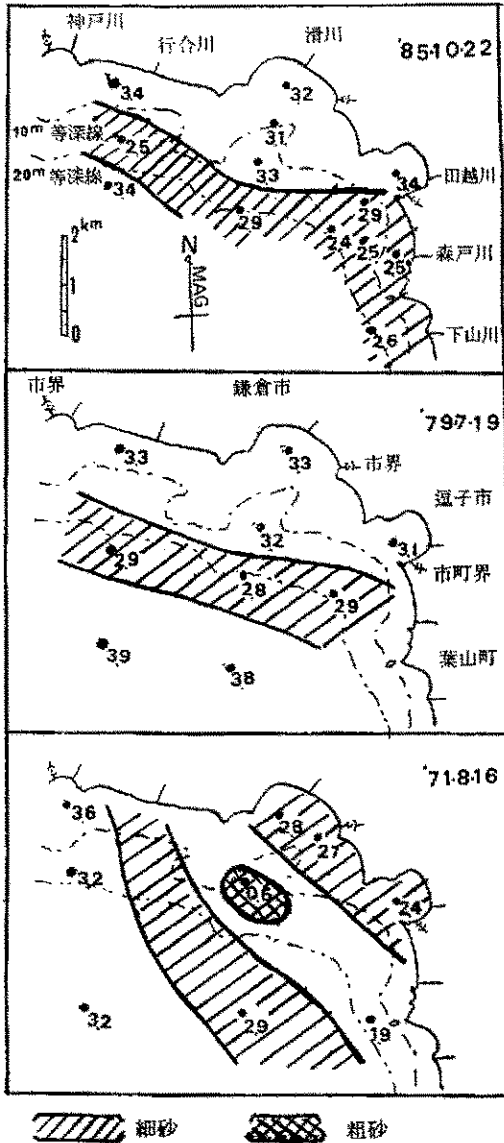


図7 中央粒径値等値線の経時変化

することはできないが、中央粒径値3.0の等値線はおおよそ北西、南東方向になっている。小向(1957)によると、中央粒径値等値線から流向を判定しているが、このことから考えると、陸に向かってさしこむ流向より等深線に沿った流向が卓越していることになる。粒径区分については、ほとんど細砂( $j$ 値2～3)によって占められ、10m以浅域は極細砂( $j$ 値3～4)であり泥質はみられなかった。さらに茂木(1971)により淘汰度( $j_{84-j_{16}}/2$ )を求め、その経時変化を図8に示した。淘汰度

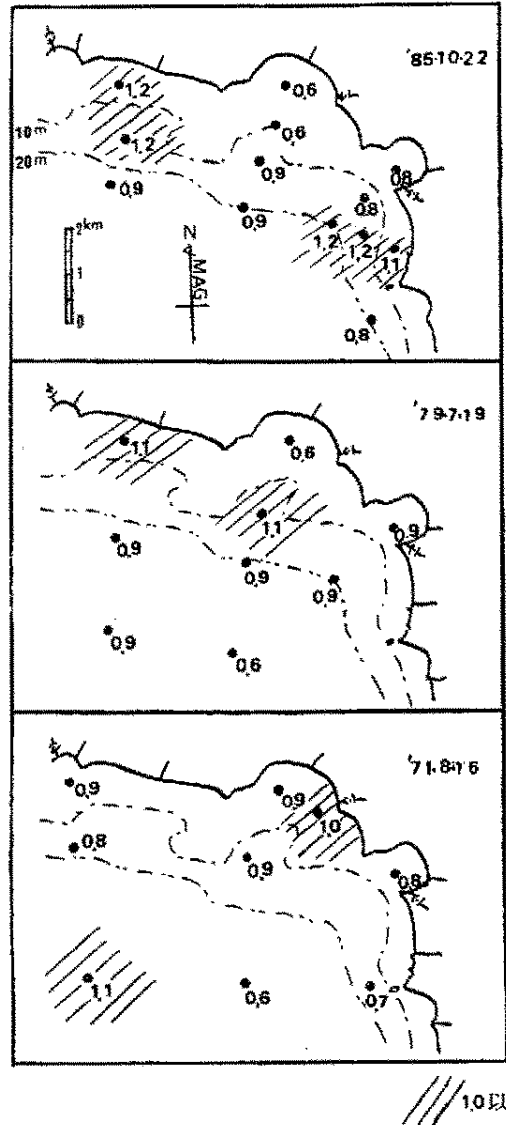


図8 淘汰度の経時変化

は、値の小さいほどよく淘汰されていることをあらわす。図8にみられるとおり最小値0.6から最大1.2値の範囲にあり、'71, '79, '85各年とも1.0以下が多かった。

中央粒径値, 淘汰度の結果から, 葉山～鎌倉地先沿岸海域では滞留現象はなく, 海底土は絶えず微速に流動しているものと考えられた。

COD, 全硫化物, 総水銀 年別に全測点の各測定値から, 最大, 最小, 平均値を求め表4に示した。

表4 年別COD, 全硫化物, 総水銀

( )内は平均値

調査年月日	COD (mg/g)	全硫化物 (mg/g)	総水銀 (ppm)
'71年8月16日	13.8～2.2 (5.6)	0.28～0.01 (0.09)	0.18～0.03 (0.10)
'79年7月19日	10.8～0.5 (5.3)	0.06～0.00 (0.02)	0.17～0.01 (0.06)
'85年10月22日	7.0～3.0 (4.4)	0.08～0.02 (0.04)	0.04～0.02 (0.03)

水産用水基準値(1983)によれば, CODは20mg/g以下, 全硫化物は0.2mg/g以下となっている。海底土の総水銀のバックグラウンド値(東京湾)は, 喜田村ほか(1977)により0.3ppm以下とされている。表4にみられるとおり, COD, 全硫化物, 総水銀とも水産用水基準値, バックグラウンド値に比べると低い数値を示し, また経時変化としては, 平均値でみる限り横ばいもしくは減少傾向であった。以上のことから海底の有機汚染, 総水銀の蓄積ということは考えられない。

底生生物

この海域は, '71年, '79年に調査を行ない, 今回の調査が3回目であるが, 調査した月が8月('71), 7月('79), 10月('85)で統一されていない。調査方法の項でも触れたように, 底生生物には季節変化があり, 生物相のもっとも多い月は4～5月であり, もっとも少ない月は9～10月である。また調査点も調査範囲も各年により異なっている。以上のことを前提として考察する。

局地的な海域の環境を評価するには, 水域の総合的環境条件を有効に標示する底生生物の分布からとらえるのがよいといわれている。また, その評価は, 一般に種類数分布, 多様度指数分布, 甲殻類個体数百分率分布の3項目で行われている。3項目の経時変化を図9～11に示した。

原口(1984)によると, '79年, '80年に調査した相模湾の調査結果から, 環境良好と評価された海域では, 底生生物の種類数20以上, 多様度指数2以上, 甲殻類個体数百分率10%以上であった。多様度指数は, SHANNON & WEAVERによって提唱された(菊池, 1979)

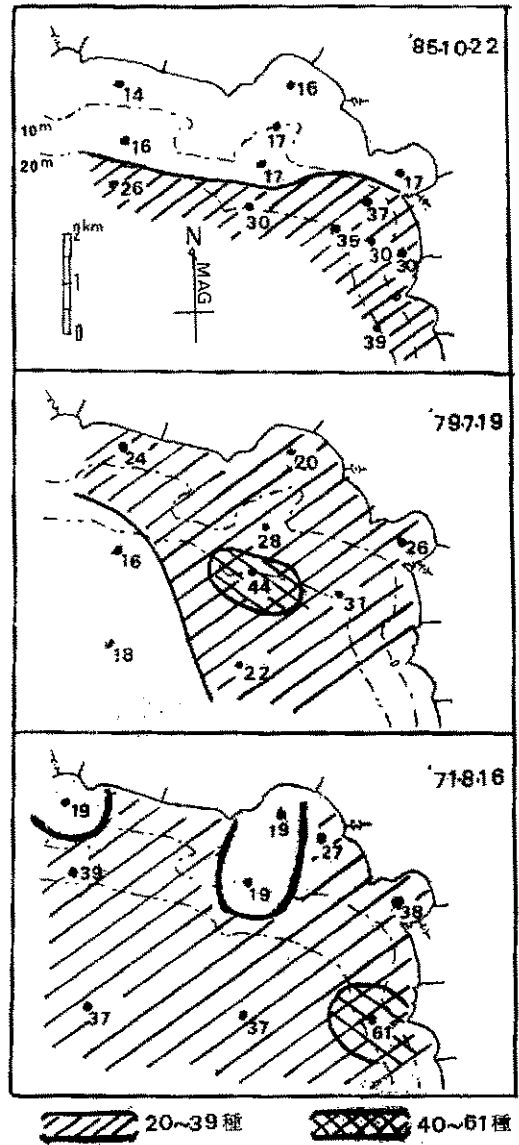


図9 種類数分布の経時変化

$$S - \sum_{i=1}^s (ni/N) \log_e(ni/N)$$

- N : 総個体数
- ni : 種iの個体数
- s : 種類数

を用いた。多様度指数は, 数字の高いほど生物群集の安定性(種類数と個体数が均等に生息していること)が高

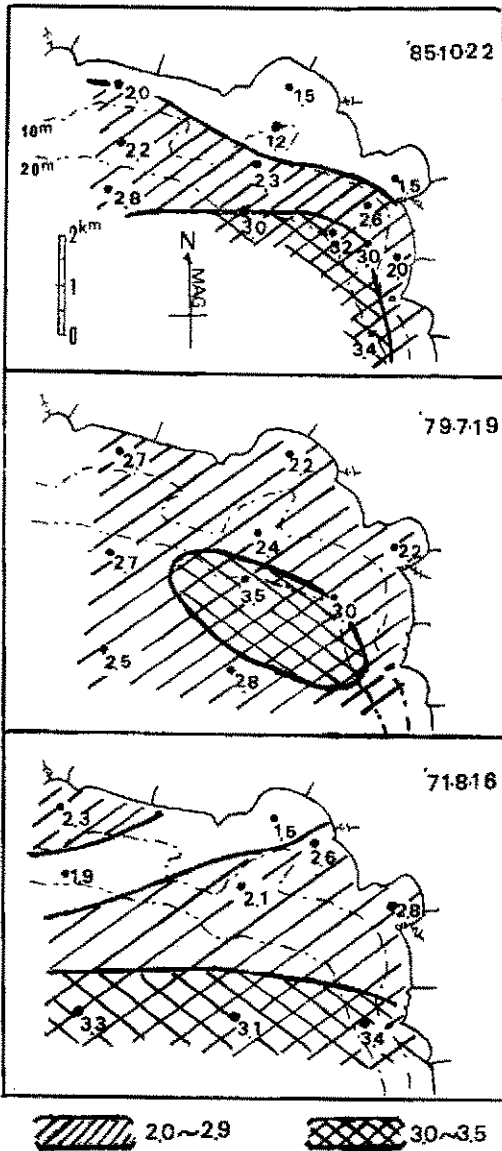


図10 多様度指数分布の経時変化

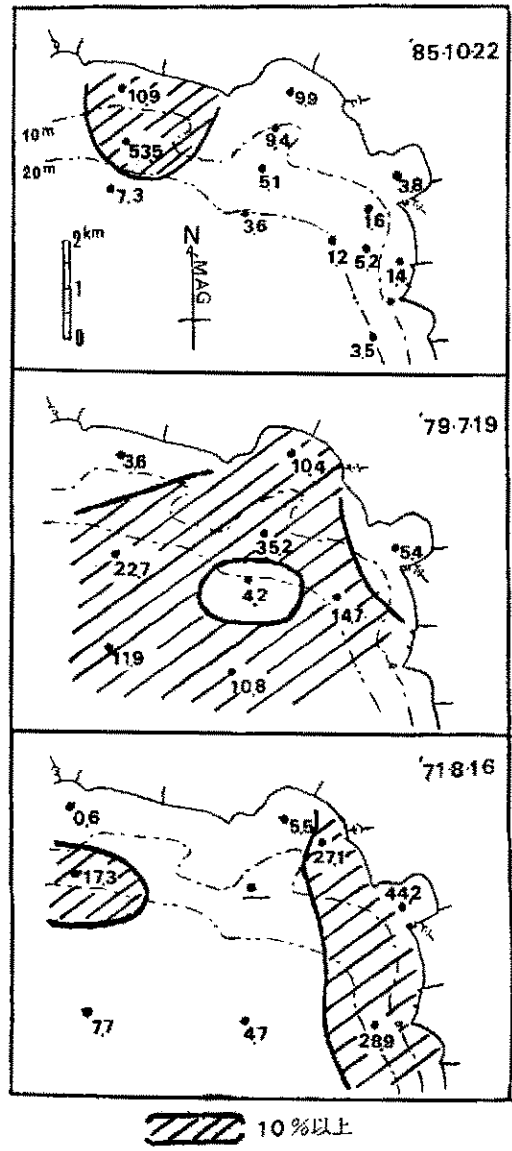


図11 甲殻類個体数百分率分布の経時変化

という。この数値は、'79年、'80年に調査した相模湾（水深6～1270m）の108の調査点では、最大値3.5，最小値0.8，平均値2.4であった。

図9の種類数分布によると，'71年，'79年は広い範囲にわたり20種以上を示し，生物相豊富とみなされた。'85年になると14m以浅域の田越川，滑川，行合川各河口海域は14～17種となり減少したが，逗子処理場の排水

口西側海域から森戸川・下山川河口域にかけては，30～39種を数え種類の多いことを示した。

図10の多様度指数分布では，'71，'77，'85の各年2.0以上の範囲が広く，当該海域の生物群集の安定度は高いと考えられた。

甲殻類は底生魚貝類の餌としても知られているが，底質汚染に対する抵抗力が弱いので環境の良否判断の要素



になる。図11の甲殻類個体数百分率分布によると、'79年は10%以上の海域がもっとも広範囲となり、同海域の甲殻類総数96個体のうち端脚目（クダオンコエビ科、スガメソコエビ科、ツノヒゲソコエビ科が多い）が87%を占めており、漁場環境として安定した年であった。'71年は東側沿岸域と行合川河口域で10%以上を示し、東側沿岸域では端脚目が97%、行合川河口域では91%であった。'85年は行合川河口域で10%以上のst.が2点みられ、2点で計30個体の甲殻類を数え、このうち97%は端脚目で占められた。

次に'79年と'85年の共通したst.をとりあげ対比した。共通のst.を図12に、調査結果を表5に示した。

表5から'79年の総種類数は102種、総個体数は703個体、'85年は82種、712個体であった。'79年と'85年を対比すると、総種類数、総個体数に大きな差はないが、個

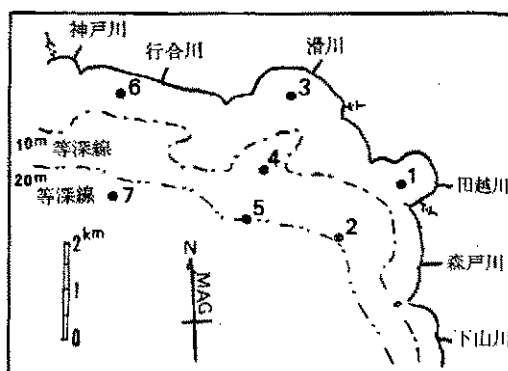


図12 '79年、'85年における共通st.

体数百分率では、甲殻類が14.5%から5.8%に、その他が3.1%から1.1%となり大きな変化がみられた。これは

表5 '79年、'85年における共通st.の調査結果

st.	水深	底質	年月日	多毛類		甲殻類		軟体類		その他		計	
				種類数	個体数	種類数	個体数	種類数	個体数	種類数	個体数	種類数	個体数
1	5m	細砂	'79. 7.19	18	139	3	9	3	4	2	15	26	167
			'85.10.22	8	196	3	8	5	6	1	1	17	211
2	18m	"	'79. 7.19	28	79	2	14	1	2			31	95
			'85.10.22	32	77	1	1	1	1	1	4	35	83
3	5m	"	'79. 7.19	15	93	3	11	2	2			20	106
			'85.10.22	10	107	4	12	3	3			17	122
4	14m	中砂	'79. 7.19	17	103	10	57	1	2			28	162
			'85.10.22	14	35	1	2	1	1	1	1	17	39
5	20m	細砂	'79. 7.19	39	86	3	4	1	2	2	3	45	95
			'85.10.22	25	79	3	3	1	1	1	1	30	84
6	8m	"	'79. 7.19	20	51	2	2			2	3	24	56
			'85.10.22	8	56	5	7	1	1			14	64
7	27m	"	'79. 7.19	13	16	2	5	1	1	1	1	17	23
			'85.10.22	24	100	1	8			1	1	26	109
個体数計			'79. 7.19		566 80.5		102 14.5		13 1.8		22 3.1		703 100.0
			'85.10.22		650 91.3		41 5.8		13 1.8		8 1.1		712 100.0
7地点全体の種類数			'79. 7.19	74		18		7		3		102	
			'85.10.22	58		13		7		4		82	

調査した月が7月と10月であるので、月の相異による可能性も考えられる。なお両年における多毛類，甲殻類，軟体類，その他のそれぞれについての優占種は表6のとおりである。組成（％）は，多毛類計566個体（'79

年）・650個体（'85年），甲殻類計102個体（'79年）・41個体（'85年），軟体類計13個体（'79年）・13個体（'85年），その他計22個体（'79年）・8個体（'85年）に対する比率を示す。

表6 '79年，'85年調査時の優占種

調査年月日	類別	種名	個体数	組成(%)
'79.7.19	多毛類	Chaetozone sp. (ミズヒキゴカイ科)	151	26.7
		Tharyx sp. ( " )	55	9.7
		Aricidea sp. (ヒメゴカイ科)	27	4.8
		Pista sp. (フサゴカイ科)	20	3.5
		Aricidea neesuecica nipponica (ヒメゴカイ科)	19	3.4
		Melinna sp. (カザリゴカイ科)	19	3.4
	甲殻類	Ampelisca sp. (スガメソコエビ科)	32	31.4
		Gammaropsis sp. (クダオソコエビ科)	32	31.4
		Urothoe grimaldii CHEVREUX (ツノヒゲソコエビ科)	11	10.8
		Pontocrates sp. (クチバシソコエビ科)	6	5.9
		Leptocheila Pugnax DE MAN (オキエビ科)	5	4.9
	軟体類	サクラガイ (ニッコウガイ科)	3	23.1
		ゴイサギ ( " )	2	15.4
		キサゴ (ニシキウズ科)	2	15.4
		ダンベイキサゴ ( " )	2	15.4
その他	クモヒトデ	19	86.4	
'85.10.22	多毛類	Paraprionospio Pinnata A型 (スピオ科)	262	40.3
		Mediomastus sp. (イトゴカイ科)	52	8.0
		Nephtys polybranchia (シロガネゴカイ科)	46	7.1
		Glymenella enshuense (チロリ科)	36	5.5
		Praxillella Praetermissa (タケフシゴカイ科)	14	2.2
	甲殻類	Ampelisca sp. (スガメソコエビ科)	13	31.7
		Callianassa sp. (スナモグリ科)	7	17.1
	軟体類	サクラガイ (ニッコウガイ科)	3	23.1
		ダンベイキサゴ (ニシキウズ科)	3	23.1
		クチベニガイ (クチベニガイ科)	2	15.4
		チヨノハナガイ (パカガイ科)	2	15.4
	その他	クモヒトデ	4	50.0
		オカメブンプク	2	25.0

'79年，'85年に共通した優占種は，多毛類ではみられず，甲殻類はスガメソコエビ科，軟体類はサクラガイ，ダンベイキサゴ，その他はクモヒトデであった。多毛類のうちPrionospio pinnata A型は，'79年はわずかに5個体見出されたのに対し，'85年は262個体の多きを数えた。Prionospio pinnata A型は汚染指標生物とされて

いるが，これは泥質で有機汚染度の高い海域の場合であり，葉山～鎌倉地先海域は，細砂～極細砂域で有機汚染もみられないことから特に問題にはならない。

水質の項でも述べたように，逗子・鎌倉両処理場は'72年4月から稼働している。このため'71年8月16日の調査は処理場の稼働以前の調査になる。図7～11に示す

結果から考察して、これら処理場排水が底生生物生態に及ぼす影響はみられなかった。底生生物分布は、季節による変化があるため、次回調査では四季別分布の現況から考察する必要がある。

## 要 約

### 水 質

- (1) 田越川、滑川、行合川各河口域は、窒素については富栄養域～過栄養域、磷については富栄養域にはいる。
- (2) 田越川河口域と行合川河口域は、逗子処理場、鎌倉処理場の影響を受けているが、排水口（鎌倉処理場の場合は行合川河口）から1,000 mにおける水質は、ノリ漁場の栄養塩としては適切であった。
- (3) 排水口先300 mの窒素、磷の濃度を100とすると、1,000 mにおいては沿岸水による希釈のため30～70%減となった。

### 底 質

- (1) ほとんど細砂質によって占められ、泥質はなかった。
- (2) 中央粒径値等値線から流向を推定すると北西～南東方向であり、また淘汰度からみて滞留現象はないものと判断された。
- (3) '71, '79, '85各年とも有機汚染、総水銀蓄積はなかった。

### 底生生物

- (1) '71, '79, '85年の経時変化を、種類数分布、多様性指数分布、甲殻類個体数百分率分布の3項目から考察すると、'71, '79年の底生生物相は、広い範囲にわたり豊富であったが、'85年は14 mで浅域でやや

減少した。これは季節変化によるものと考えられた。

- (2) 逗子・鎌倉両処理場の稼働以前、以後の結果から考察した場合、底生生物への影響はないものとみなされた。
- (3) '79年, '85年に共通した優占種は、多毛類ではみられず、甲殻類はスガメソコエビ科、軟体類はサクラガイ、ダンベイキサゴ、その他はクモヒトデであった。
- (4) 回目の底生生物調査は、四季別分布の変化から考察する必要がある。

## 引用文献

- 原口明郎（1984）：東京内湾、東京湾口及び相模湾の底生生物、神水試研報 6, 27-34.
- 菊池泰三（1979）：環境指標としての底生動物(1)、環境と生物指標 2, 共立出版株式会社, 255-264.
- 喜田村正次・近藤雅臣・滝沢行雄・藤井正美・藤木素士（1977）：水銀、講談社, 106-107.
- 小向良七（1957）：相模湾奥部の海底地形・底質分布について、水路要報 54, 41-49.
- 水野篤行（1968）：水質底質調査入門、丸善株式会社, 116-123.
- 茂木昭夫（1971）：海浜堆積物の性質、海洋科学基礎講座 7, 浅海地質学, 174-181.
- 尾形英二（1973）：浅海増養殖における富栄養化の問題、ノリ漁場の問題点、水産学シリーズ(1)、恒星社厚生閣, 68-77.
- 吉田陽一（1983）：環境変化の予測と評価の方法、生物指標法、水産学シリーズ(48)、恒星社厚生閣, 25-46.