

1. 東京湾口，相模湾沿岸の底質調査について

原 口 明 郎 （神奈川県水産試験場）

はしがき

東京湾口，相模湾沿岸の底質調査は，昭和41年以来必要に応じ部分的な調査を実施してきた。しかし乍ら全域的に環境変化が予測されるため，観音崎から静岡県境に至る海岸線約150 Kmの水深3～580 mの地先に146の定点を設け，夏季と冬季夫々について，重金属類，底生動物分布を含めた大規模な調査を実施した。

調査面積は，約800 Km²に及ぶ広大な海域であったため十分な調査とはいえないが，今後当海域の漁場環境を守り，より効果的な漁場利用の資料としたい。本調査に当たり，種々御指導を戴いた東海区水産研究所北森良之介博士に深く感謝の意を表す。

1. 調査方法

昭和46年7月17日～9月2日（夏季），及び同年11月25日～47年3月28日（冬季）の2回，県下沿岸域をその地理的条件から，A区（東京湾口），B区（相模湾東部水域），C区（相模湾西部水域）の3水域に区分し（第1図），調査地点番号は，それぞれの区域で一連番号を付した。試料の採集は，スミス・マッキンタイヤ型採泥器（採集面積1/10 m²）を使用し，各点1回ずつ採泥した。底泥は約500 g（採取部位は，表層下3～5 cm）を底質分析用とし，約1 kg（採取部位は，表層下混合試料）を重金属分析用とした。底質の粒度，COD，全硫化物，強熱減量は，“水質汚濁調査指針”により分析し，また東亜電波KK製RM-1型電位差計により底泥表層（表面から3 cm）の酸化還元電位差を，採泥直後船上で測定した。重金属類の分析は，日本分析化学研究所に委託した。分析法は，総水銀は還元気化法，カドミウム・鉛・銅は原子吸光光度法によった。

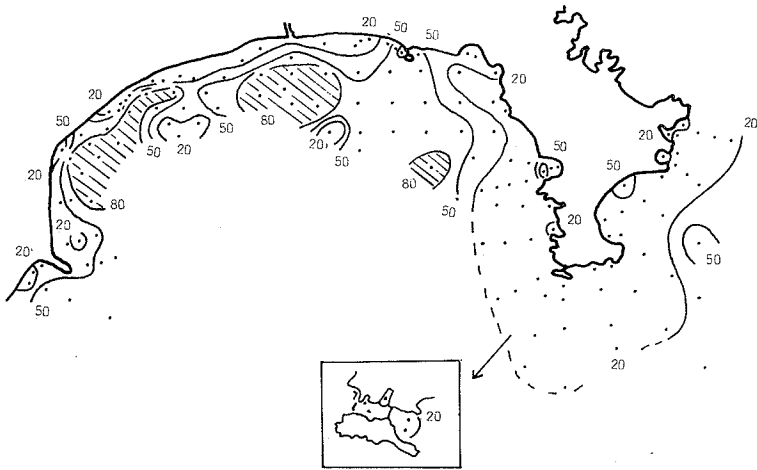
2. 結果及び考察

1) 粒度からみた底状

本調査では粒径0.125 mm以下の微細泥百分率を用いた。第2図は，次の区分により簡略に示したものである。

微細泥百分率	80%以上	: 泥質
〃	50～80%	: 砂泥質
〃	50%以下	: 砂ないし砂礫質

全般的に深くなる程細かくなり，相模川河口沖合，二宮町～小田原市地先及び佐島西沖合の深所が泥地，三浦半島周辺及び江の島～湯河原町に至る沿岸の浅所は，砂ないし砂礫質，その他の水域は大部分が砂泥質である。



第2図 粒径0.1-25mm以下の微細泥百分率の分布(冬季)

2) 化学成分

COD, 全硫化物, 強熱減量及び酸化還元電位差等を測定した。

i) COD (第3図)

三浦半島の小湾入域, 境川河口域, 山王川河口域などでやゝ高い値を示すが, 全般的には各地先共沿岸の浅所は少なく, 沖合の深所ほど増加する。相模川河口沖合及び小田原市地先の深所がやゝ高い値を示すが, これらは何れも微細泥百分率と関係が深い。なお夏・冬季の分布傾向は近似するが, 全般的には冬季にやゝ減少しており, 特に観音崎 ~ 剣崎沿岸, 小田原市地先ではこの傾向が顕著であった。

ii) 全硫化物 (第4図)

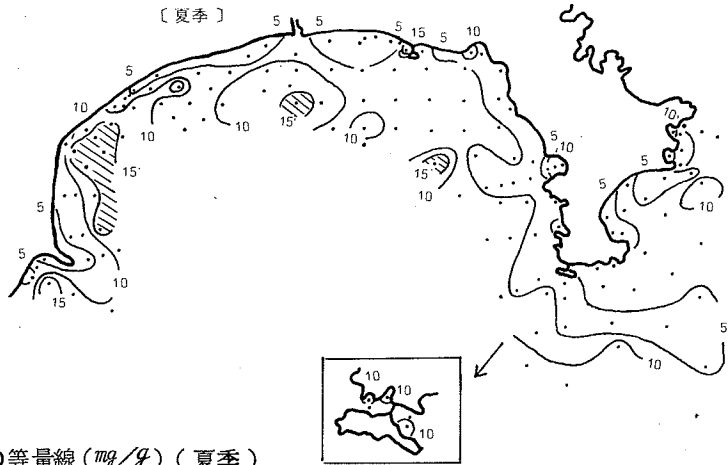
CODと同様, 三浦半島の小湾入域, 境川河口域, 山王川河口域, 相模川河口沖合, 小田原市地先の深所がやゝ高い値を示す。

iii) 強熱減量 (第5図)

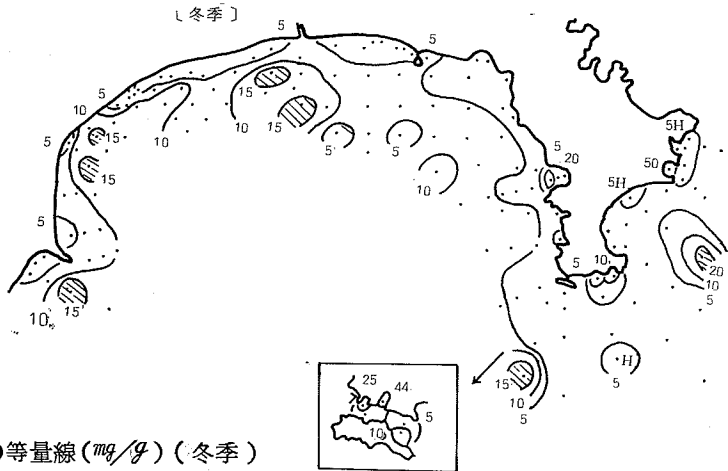
観音崎 ~ 久里浜沿岸, 剣崎から小田和湾に至る三浦半島南部で高い値を示している。一般に強熱減量は, 有機物の外, 貝殻が多く混入すると高い値を示すが, 上記の地点は, これが強熱減量を高くする要因となっている。江の島 ~ 小田原市沿岸の浅所は少なく, 深所ではやゝ増加するが, COD, 全硫化物と違いやゝ不規則な分布を示す。

iv) 酸化還元電位差 (第6図)

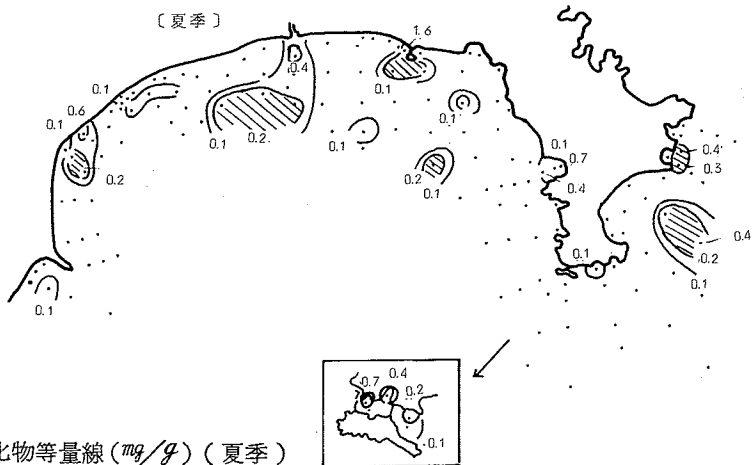
測定値の分布はかなり複雑である。全般的に沿岸の浅所は正值, ないしは負値が小さく, 沖合の深所は負値が大きい。



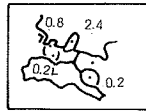
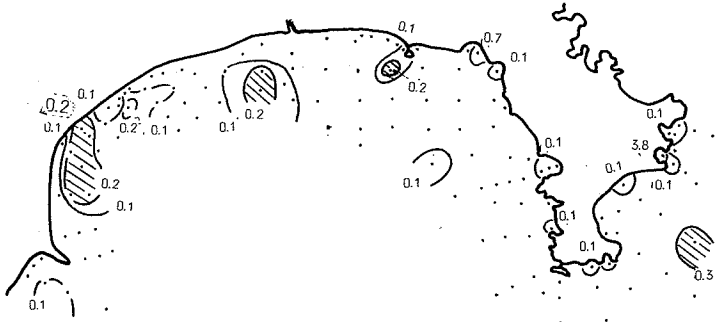
第3図a COD等量線(mg/g)(夏季)



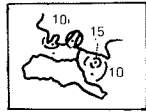
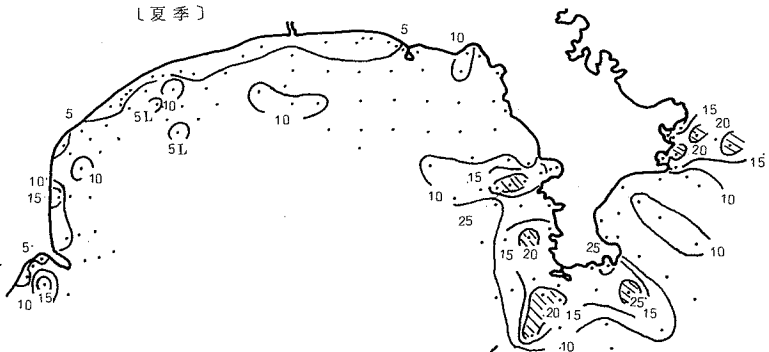
第3図b COD等量線(mg/g)(冬季)



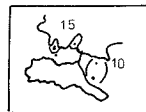
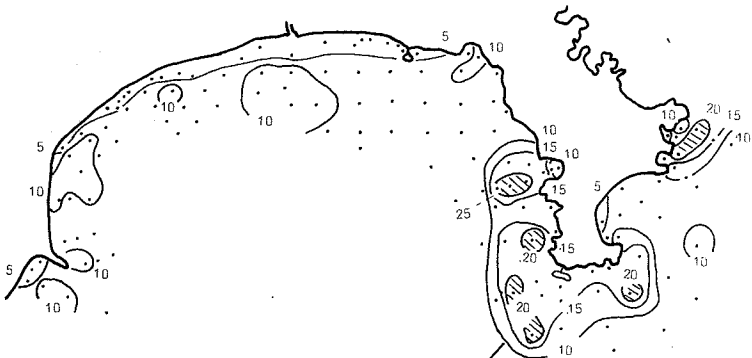
第4図a 全硫化物等量線(mg/g)(夏季)



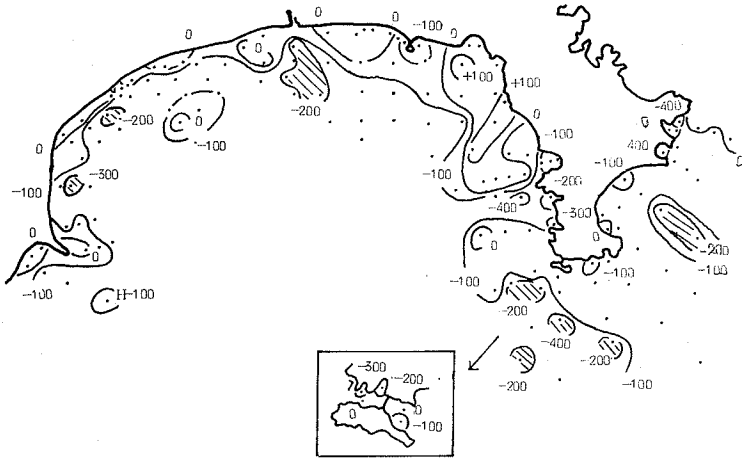
第4図b 全硫化物等量線 (mg/g) (冬季)



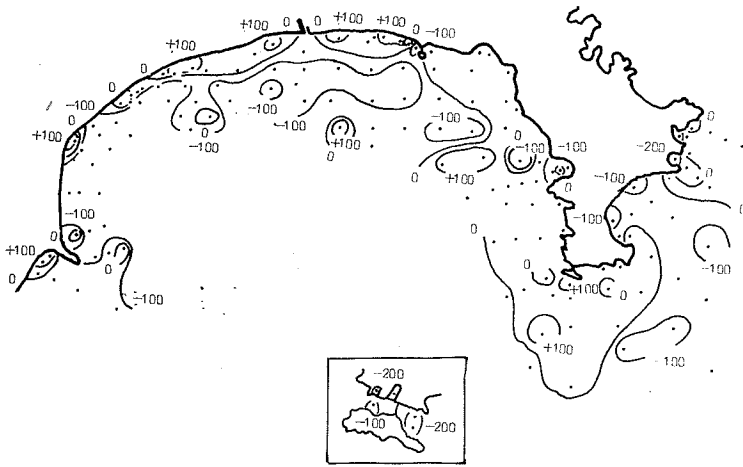
第5図a 強熱減量等量線 (%) (夏季)



第5図b 強熱減量等量線 (%) (冬季)



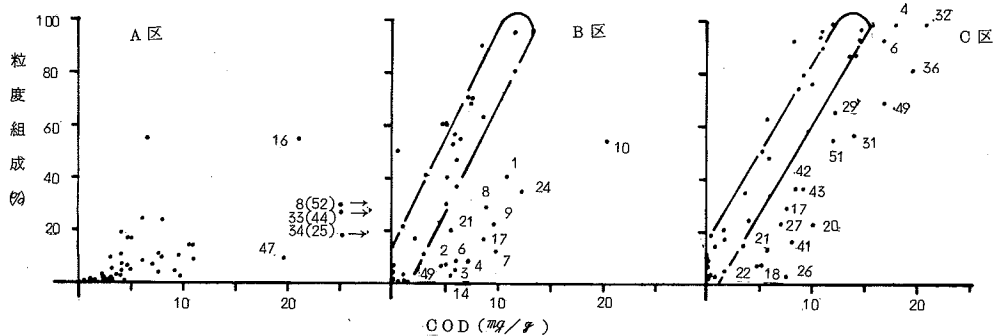
第 6 図 a 酸化還元電位差等量線 (mv) (夏季)



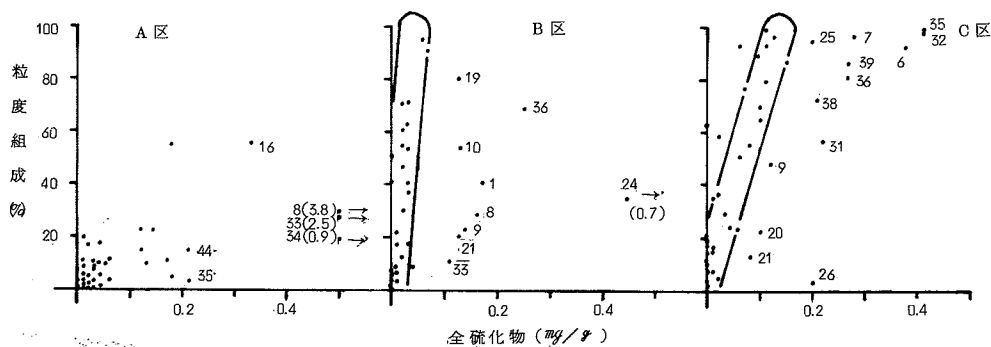
第 6 図 b 酸化還元電位差等量線 (mv) (冬季)

3) 粒度組成と化学成分の関係

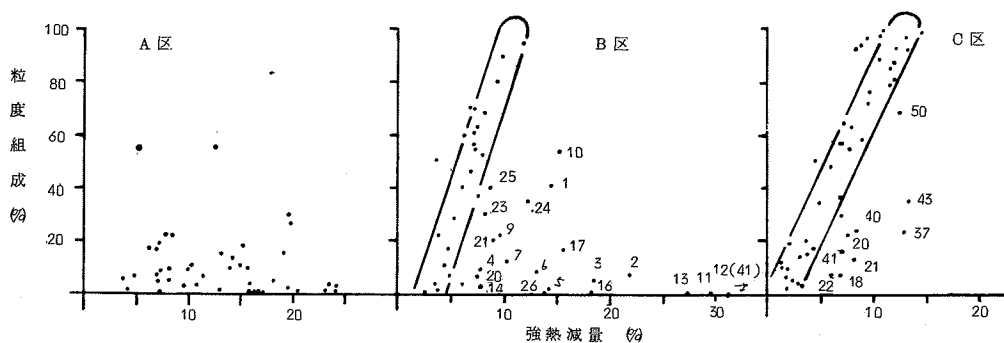
粒度組成と、COD、全硫化物、強熱減量などとは密接な関係を有することが知られており、本調査でも全般的にみれば粒度の細かい沖合ほど化学成分は増加している。両者の関係を検討すれば、単に化学成分の分析結果によるよりは環境条件が正しく判断できる。粒度を測定した冬季調査結果にもとづき、粒径 0.125 mm 以下の微細泥百分率と化学成分との関係を第 7 ~ 10 図に示した。



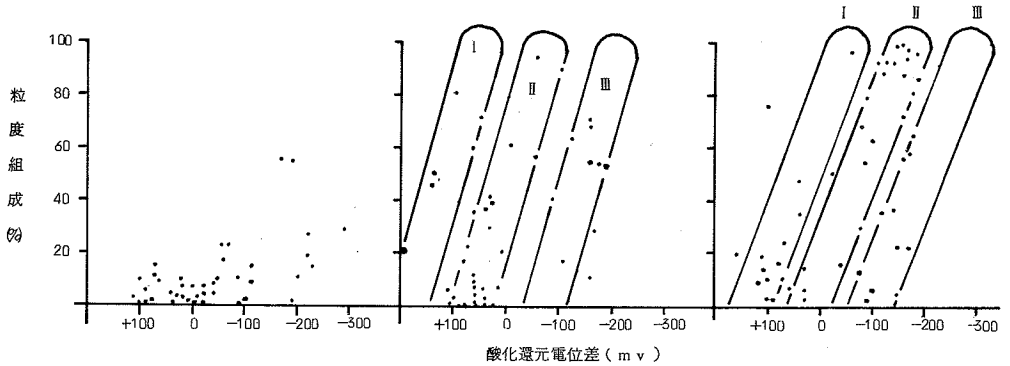
第 7 図 粒度組成と COD (mg/g) の関係 (冬季)



第 8 図 粒度組成と全硫化物 (mg/g) の関係 (冬季)



第 9 図 粒度組成と強熱減量 (%) の関係 (冬季)



第10図 粒度組成と酸化還元電位差 (mV) の関係 (冬季)

i) COD (第7図)

A区: 殆どの地点が微細泥百分率20%以下で、底状が粗く両者の間に規則性がみられなかった。

B区: 一般に微細泥百分率との間に規則性がみられる。

C区: かなり高い相関が認められる。

ii) 全硫化物 (第8図)

A区: COD同様不規則である。

B区: A区に比べ規則性があり、粒度組成が細かいところで硫化物が多い。しかしばらつきも大きい。

C区: B区より更に高い規則性が認められる。

iii) 強熱減量 (第9図)

A区: 両者の関係は不規則である。

B区: あまり明瞭な関係は認められない。強熱減量の値を大きくする貝殻の影響が考えられる。

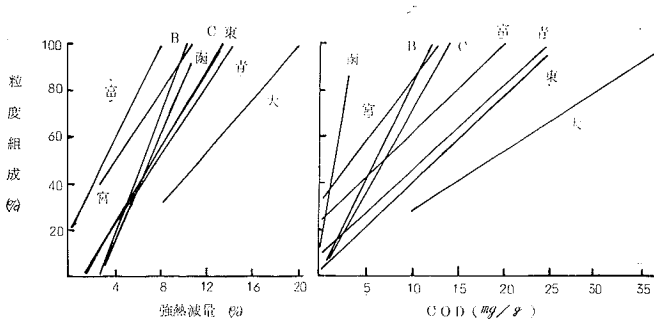
C区: A区, B区に比べるとかなり高い相関関係が存在している。

IV) 酸化還元電位差 (第10図)

酸化還元電位差は、COD、強熱減量とは特別な関係は認められず、むしろ間隙水に影響されることが多いし、また粒度組成との関係から、ほぼ比例的な関係にある4地点群に区別されることが大阪湾の底質調査で報告されている。本水域も、A区は他の化学成分と同様不規則であったが、B・C区は粒度組成との間に、ほぼ比例的な関係にある地点群が区別された。この両区について、酸化還元電位差の小さい地点(+側)をI群とし、順次大きい地点(-側)をII・III群と区別した。I群は江の島周辺及びC区の大部分の浅所に属し、II群は大凡沿岸から沖合までの地点がその範囲にはいり、III群は沖合深所及び小田和湾、境川河口など有機物量の多かった地点に属する場合が多い。

V) 他水域との比較 (第11図)

COD, 強熱減量について, B・C区と他水域との比較を第11図に示した。C区の強熱減量を除きCOD, 強熱減量とも少ない方であるが, 直線の傾斜が急角度である。これは, 内湾に比べ泥地は割合有機物量が少なく, 反面, 砂～砂泥地は, 底質が粗い割りに有機物量がやゝ多いことを示している。



第11図 底質の粒度組成 (メッシュ150以下の微細泥百分率) と強熱減量・CODとの関係にみられる地域差

大:大船渡湾 青:青森湾 東:東京湾 函:函館湾 宮:宮古湾
 富:富山湾 B:相模湾B区 C:相模湾C区 (各水域ごとに, 第7・9図のように作図し, 実線内の中央線をまとめて比較した。但し, 相模湾B・C区はメッシュ120以下の微細泥百分率を用いた。)

4) 重金属類

区域別の概要を第1表に, それぞれの等量線を第12～15図に示した。

第1表 区域別の重金属類含有量の概要

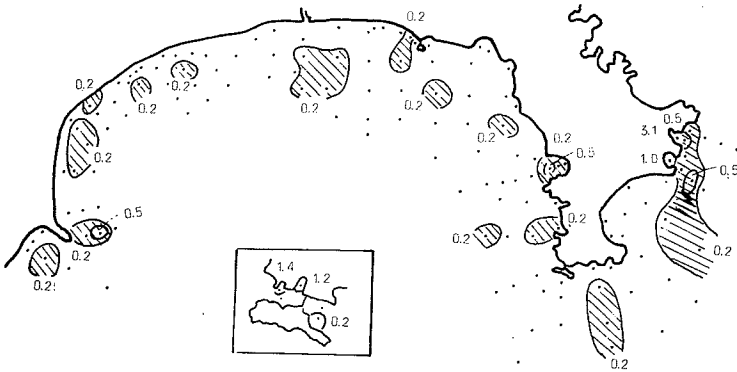
区域	調査時	T - Hg		Cd		Pb		Cu	
		範囲	平均値	範囲	平均値	範囲	平均値	範囲	平均値
A区	夏季	0.01~1.70	0.24	0.0~2.14	0.30	5.9~327.4	30.6	7.4~236.1	30.2
	冬季	0.03~3.18	0.31	0.0~2.70	0.28	3.7~264.8	29.3	7.2~214.3	38.6
B区	夏季	0.00~0.62	0.12	0.0~2.22	0.26	4.4~47.2	17.8	4.9~200.0	35.3
	冬季	0.01~0.60	0.16	0.0~1.15	0.17	2.5~117.9	16.5	3.2~90.0	33.2
C区	夏季	0.01~0.72	0.17	0.0~3.31	0.42	2.4~33.5	14.9	28.5~125.8	65.8
	冬季	0.00~0.62	0.13	0.0~1.68	0.36	1.7~40.0	16.4	31.5~131.5	67.9

(乾泥・ppm)

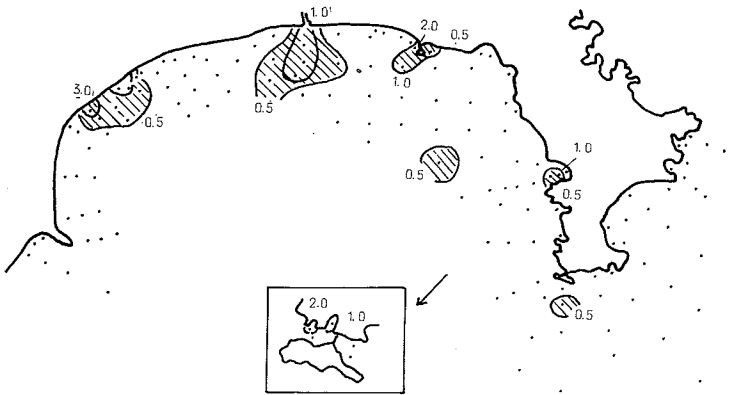
注. A区でCdを除く各金属が最高値を示すのは, 三崎漁港, 久里浜湾などの港湾で局地的に高濃度が検出されたためである。



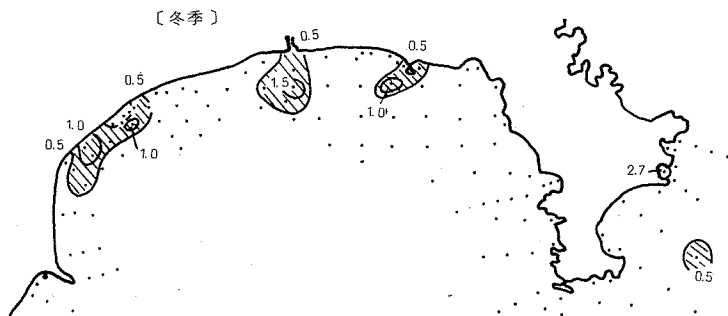
第 12 図 a 総水銀等量線 (ppm) (夏季)



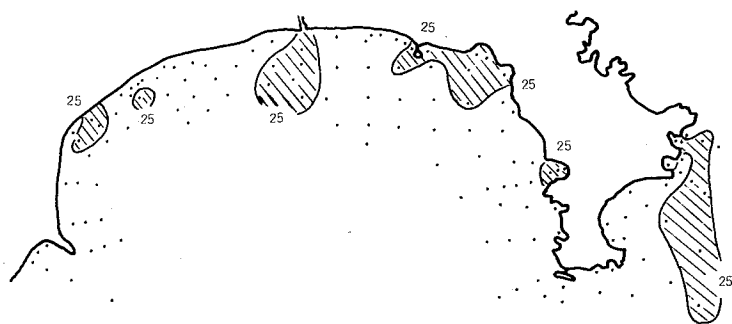
第 12 図 b 総水銀等量線 (ppm) (冬季)



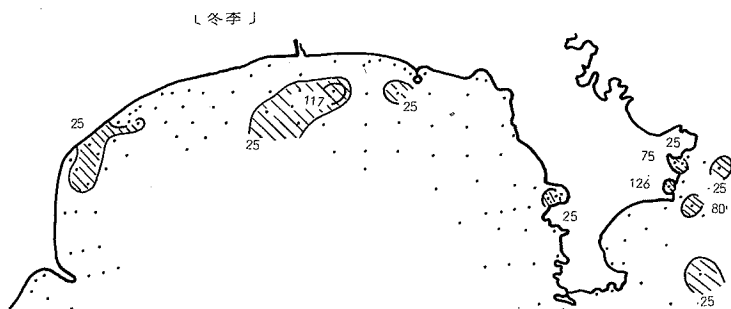
第 13 図 a カドミウム等量線 (ppm) (夏季)



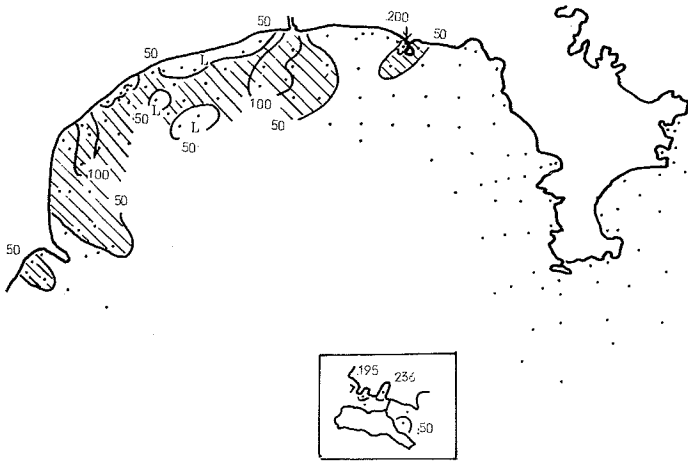
第13図b カドミウム等量線 (ppm) (冬季)



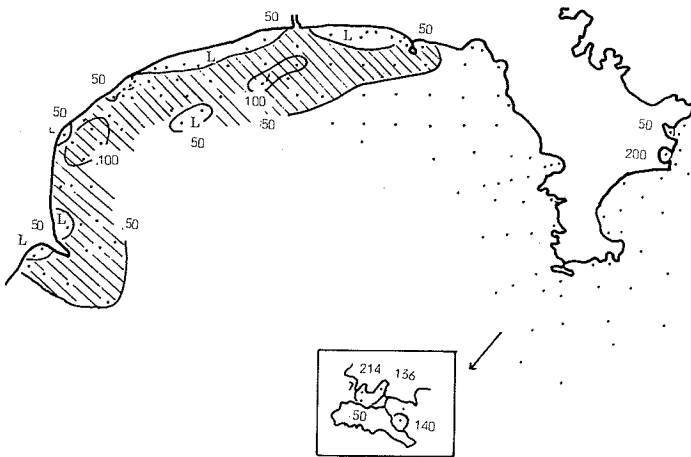
第14図a 鉛等量線 (ppm) (夏季)



第14図b 鉛等量線 (ppm) (冬季)



第15図a 銅等量線(ppm)(夏季)

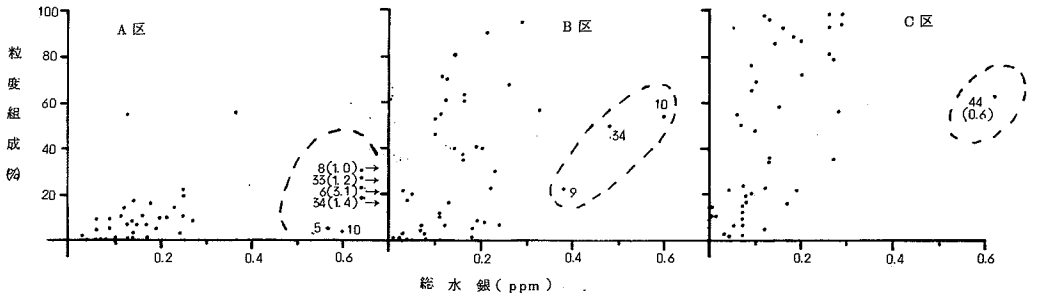


第15図b 銅等量線(ppm)(冬季)

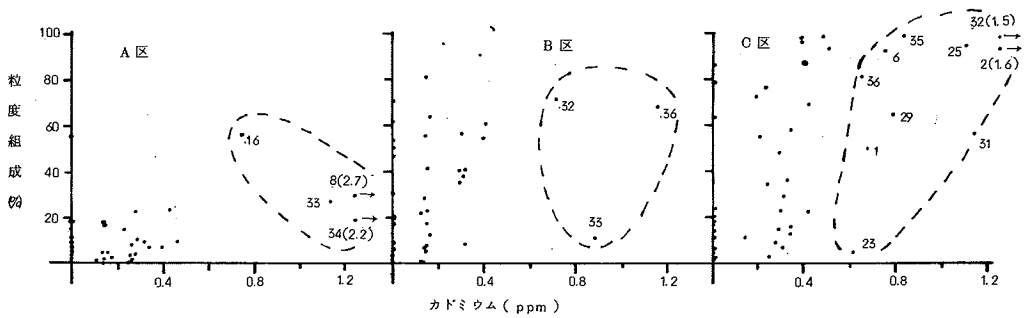
区域別の各金属と微細泥百分率の関係(冬季)を第16~19図に示した。総水銀、カドミウムはバラツキがやゝ大きい、鉛、銅はかなり規則的な関係が認められる。ただしA区は、前記のとおり底状が粗いためか、両者の関係がやゝ規則性を欠き、特異な様相を示すのは、前項の化学成分と同様である。

各金属の全般的な分布傾向は、港湾や河口域でやゝ高い傾向を示す。また銅は、相模川河口以

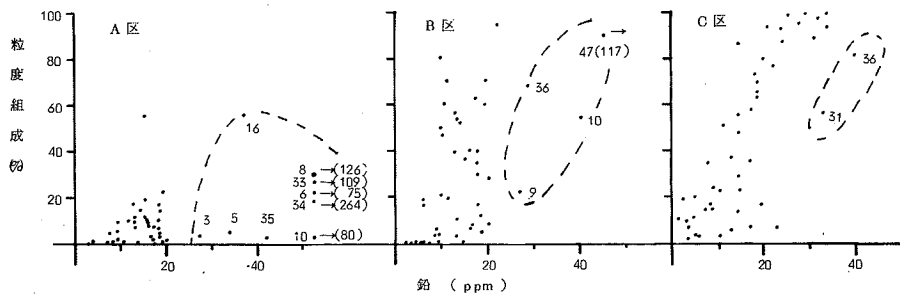
西の水域でやゝ高く、三浦半島周辺で低い特色がみられた。季節的な増減は、小田原市沿岸の総水銀、逗子～鎌倉市沿岸の鉛が、冬季にやゝ減少している外は特別な傾向はないようである。



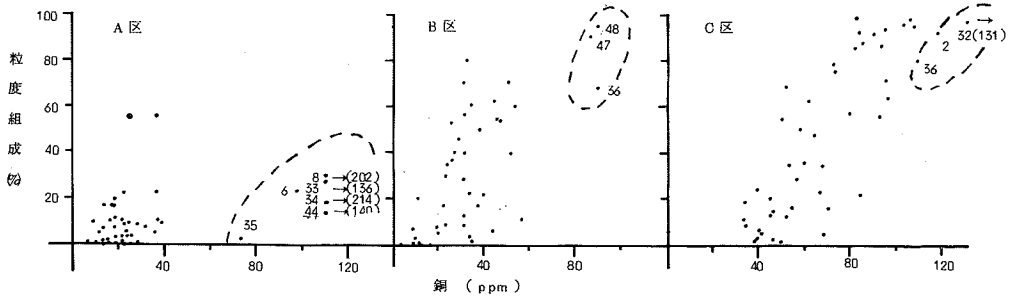
第16図 粒度組成と総水銀 (ppm) の関係 (冬季)



第17図 粒度組成とカドミウム (ppm) の関係 (冬季)



第18図 粒度組成と鉛 (ppm) の関係 (冬季)



第19図 粒度組成と銅 (ppm) の関係 (冬季)

現在、本水域における自然値はわからないので比較できないが、環境の科学によると、世界的にみて自然土壌中の総水銀は0.03~0.8 ppmの範囲で、カドミウムは0.01~7 ppm (普通0.5 ppm, ます1 ppm以下)の範囲にあるという。このことから、今回の調査結果の平均値にみる限りでは低い値とみてよい。微細泥百分率とはかなり密接な関係が認められたので、両者の関係に基づき、やや高い値を示す地点を次に列記する。

i) 総水銀 (第12・16図)

浦賀 ~ 久里浜地先, 久里浜湾, 三崎漁港, 小田和湾, 境川河口域, 真鶴半島の東

ii) カドミウム (第13・17図)

久里浜湾, 金田湾沖合, 三崎漁港, 江の島周辺, 相模川河口域, 森戸川河口 ~ 早川地先

iii) 鉛 (第14・18図)

浦賀 ~ 久里浜地先, 金田湾沖合, 三崎漁港, 小田和湾, 江の島地先, 相模川河口域, 山王川河口域 ~ 早川地先

iv) 銅 (第15・19図)

浦賀地先, 久里浜湾, 三崎漁港, 江の島地先, 相模川河口域, 山王川河口域 ~ 早川地先

5) 底生動物

i) 夏季

種類数は三浦半島沿岸に多く、西に向って減少し、C区が少なく、また300 m以深は一般的に少ない。観音崎 ~ 剣崎, 逗子 ~ 鎌倉沿岸, 相模川河口域, 小田原沿岸などでは Biotic Index (個体数/種類数) が高く、有機物量の増加, ないし停滞性が高いことを示す。各動物群個体数百分率は不規則な分布で、地域性は明らかでないが、多毛類は城ヶ島地先が少なく、軟体類はもっとも少なく殆ど地域差はみられず、甲殻類は三浦半島沿岸, 特に多毛類が少ない城ヶ島地先及び相模湾の沿岸に多く、“その他”は小田原 ~ 湯河原沿岸と、A・B区の沖合の深所に多い。

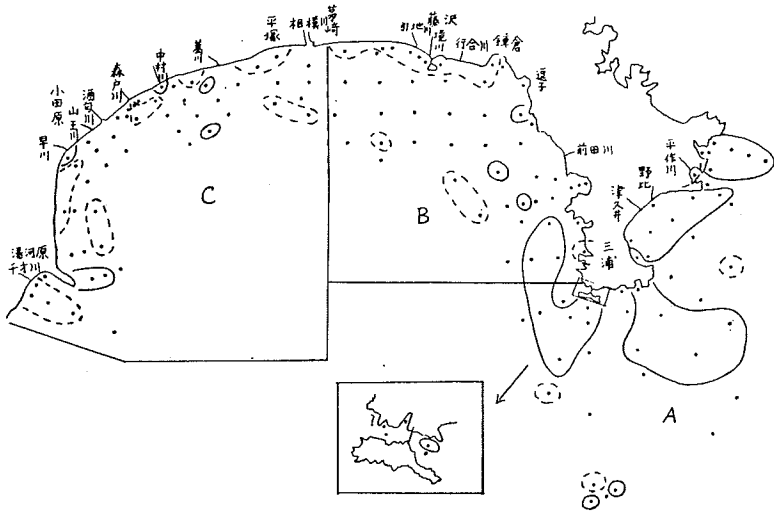
これら底生動物の数量や組成の分布だけでは汚染の状況は明らかでない。Prionospio pinnata, Capitella capitata japonica, コノハエビなど指標生物の分布

は、汚染状況をかなり端的に示す。即ち三浦半島沿岸では、これらの分布は、小湾入域やごく沿岸に限られ沖合には及ばない。三崎漁港内で、甲殻類比率が高いが、大部分コノハエビによって占められ、他地点の甲殻類とは異質である。逗子～鎌倉～藤沢沿岸では、*Prionospio pinnata* の分布範囲が広く、300 m 等深線付近にまで及ぶ。急深な C 区では、本種の分布範囲は深所にまで及ばないが、沿岸沿いに拡がり、特に森戸川河口域では高率を示した。

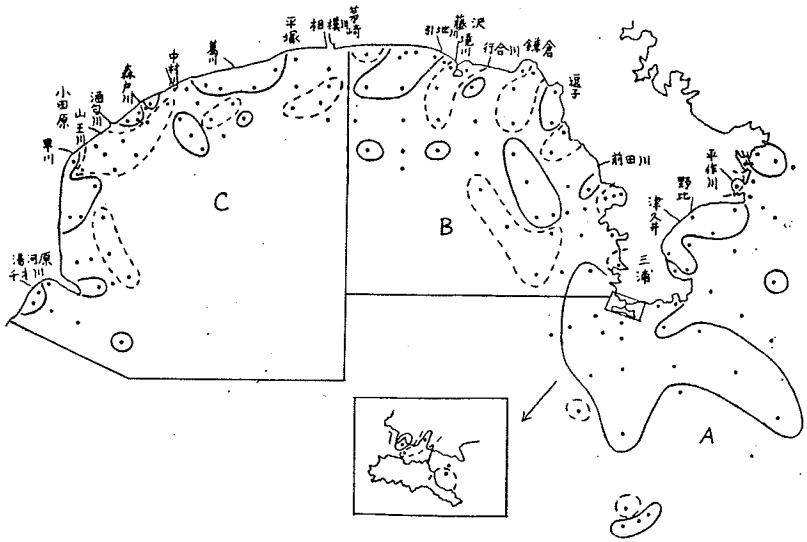
ii) 冬季

分布傾向は、夏季と大差ないのでここでは汚染指標種にみられた特徴に触れることにする。一般に内湾の有機汚染域や停滞域において、*Prionospio pinnata* は 12～2 月、*Capitella capitata japonica* は 3～5 月、それぞれ多数採取され大きな季節的变化を示す。両種の夏・冬季の分布を比較すると、後者については冬季の方が多くの地点で採集された。前者について、一般的にみれば、内湾域とは反対に冬季の方が分布範囲は狭いが、海域によって多少差異がみられる。即ち夏季、逗子～藤沢沿岸に形成された広範な生息域は、冬季には非常に狭く沿岸部だけに限定され、C 区では夏・冬とも大差なく、金田湾では冬季に多数採集された。

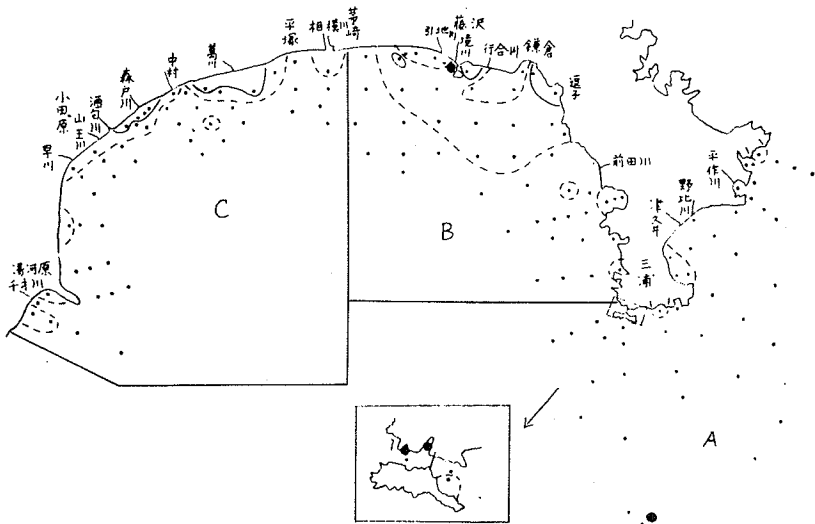
本海域における *Prionospio pinnata* の季節的变化にみられる地域差は、冬季の北西季節風による波浪の影響度と関係が深いように思われる。即ち観音崎～剣崎地先はその影響が弱く、かつ東京湾からの汚水のためと思われ、逗子～藤沢沿岸の沖合は、波浪の影響が強いことによるものであろう。



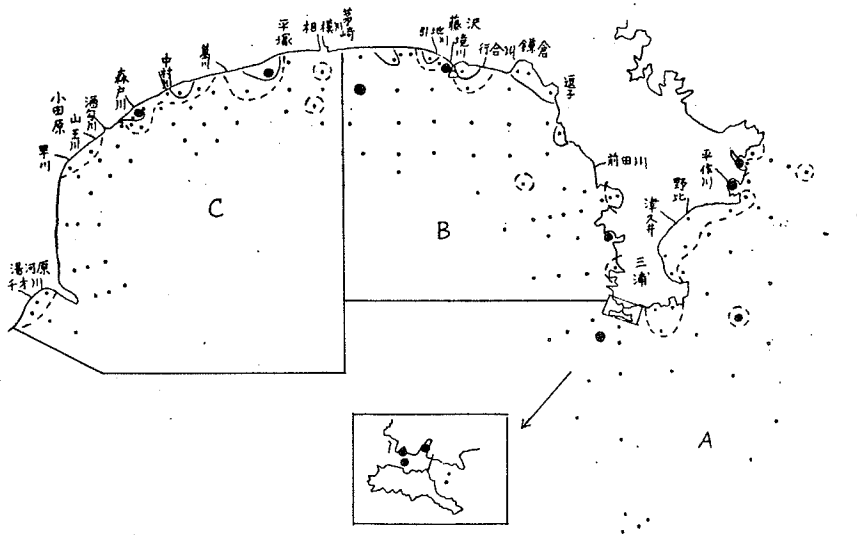
第 20 図 種類数分布 (夏季), 実線は 50 種以上, 点線は 20 種以下。



第21図 甲殻類個体数百分率分布(夏季) 実線は10%以上, 点線は5%以下。



第22図 *P. pinnata* 個体数百分率分布(夏季) 実線は10%以上, 点線は10%以下。黒丸は*C. capitata japonica* 採集地点。



第23図 *P. pinnata* 個体数百分率分布 (冬季)
 実線は10%以上, 点線は10%以下。
 黒丸は *C. capitata japonica* 採集地点。

3. 要 約

1) 粒度からみた底状

底状は全般に粗く, 砂 ~ 砂泥地が大部分を占める。泥地は相模川河口沖合と, 二宮町 ~ 小田原市地先の深所にみられるにすぎない。

2) 化学成分

i) 季節的な変化は, 全調査点の単純平均では, CODは冬季に低く (夏季に比べ約1割減), 全硫化物は冬季に高く (夏季に比べ約2倍), 強熱減量には変化はみられない。

ii) CODは殆どの地点が10 mg/g等値線以内に, 全硫化物は0.1 mg/g等値線以内にあり, 全体的に水産環境水質基準 (COD=20 mg/g, 全硫化物=0.2 mg/g) を大きく下まわっている。

iii) 微細泥百分率との関係から, やゝ汚濁傾向にある地域は次のとおりである。

久里浜湾, 金田湾沖, 三崎漁港, 小網代湾, 小田和湾, 新宿湾, 鎌倉市地先, 境川河口域, 相模川河口沖合, 森戸川河口域, 山王川河口域 ~ 早川地先, 真鶴漁港の東。

3) 重 金 属

i) 全調査点 (146点) の単純平均値は次のとおりであった。

季別 \ 項目	Total-Hg	Cd	Pb	Cu
夏	0.18	0.33	21.1	43.8
冬	0.20	0.27	20.7	46.6
平均	0.19	0.30	20.9	45.4

ii) 総水銀、カドミウムについて、自然土壌の含有量と比較して、今回の調査結果は少ないようである。

iii) 銅は、相模川河口域を境にして東西水域で含有量を異にしている（東水域＝少、西水域＝多）。

iv) 微細泥百分率と相関が深い。この両者の関係にもとづき、やゝ高い値を示す地域は次のとおりであった。

浦賀～久里浜地先、久里浜湾、金田湾沖合、三崎漁港、小田和湾、江の島周辺、相模川河口域、山王川河口域～早川地先で、化学成分からみた汚濁傾向地域と殆ど同一である。

4) 底生動物

i) 三浦半島沿岸は、豊富な底生動物相で良好な環境条件にあるが、東京湾側はやゝ汚染が進行し、小湾入域には指標生物が分布し、過栄養域を形成する。

ii) 相模湾の如く平坦な海岸線をもつ非閉鎖型海域は、汚染が進行し難い自然条件をもつに拘らず、沿岸部は広い範囲にわたり、徐々に汚染が進行し、富栄養域が形成される。逗子～藤沢沿岸の汚染度が高く、特に夏季は広範囲に及ぶ。平塚～小田原沿岸の汚染度がこれについている。また相模川河口沖合や小田原市地先の300m以深の底域は富栄養域であった。

iii) 指標生物 *Capitella capitata japonica*, *Prionospio pinnata* について、前者は小湾入域やごく沿岸で採集され、内湾同様冬季に多く採集された。後者の季節的变化は小さかったが、それには地域差が認められ、冬季季節風による波浪の強さと関係が深いように考えられる。

以上で報告を終る。東京湾に隣接し、都市廃水、工業廃水の影響を受けているにも拘らず、相模湾の複雑な海水の流動が幸いして、全般的に底質については汚濁されているとはいえない。漁業者が安心して漁業に従事するために、漁場環境の診断は重要である。このことは自然環境維持にもつながることである。

今後は今回の調査を基点として5年毎に点検調査を行ない、漁場環境の保全に努め、漁業の高度利用についての確な判断を下すことが大切だと思う。

文 献

- 1) 松江 吉行編 (1965) : 水質汚濁調査指針.
- 2) 水野 (1968) : 水質底質調査入門.
- 3) 愛知県水産試験場 (1970) : 伊勢湾・三河湾水底質調査報告 (その一)

- 4) 城・林・三好(1969):大阪湾の水質,底質ならびに底生動物について. 大阪府水試研究報告,第1号.
- 5) 北森(1971):底質と底生動物. Ocean Age, Vol. 3, №12.
- 6) 北森(1969):東京・大阪・伊勢湾の水質汚濁と底生動物. 水処理技術, Vol. 10, №8.
- 7) 毎日新聞社(1972):公害—環境の科学.
- 8) 日本水産資源保護協会(1972):水産環境水質基準.

2. 東京湾の水質について

海老原 天生 (千葉県内湾水産試験場)

東京湾は沿岸に工業地帯・大都市を擁し,かなり古くから富栄養化現象が知られている。

これが藻類の増殖を促がし,魚貝類の生産に役立ってきたわけであるが,近年のいちじるしい工場増設・人口集中化により過栄養化しているといえよう。このため春期から秋期にかけて赤潮現象が頻発し,有機物の蓄積から貧酸素水塊を形成して魚貝類に被害をおよぼしている。

当场では,水質傾向を把握して漁業指導指針とするため,1947年から東京湾の千葉県沿岸部の海洋調査をはじめ,1952年に沖合調査点が設定され,その後調査回数・調査点・分析方法等に変更があったが,1966年8月から神奈川水試と共同調査体制をとり現在にいたっている。

東京湾の水質については1971年9月水産海洋研究会主催による,「東京湾・相模湾・駿河湾水産海洋調査研究に関する研究会」で報告したが,その後の経過を含めて汚染と関係のある,COD・Ammonia-N(Total-N)・酸素飽和度・透明度の経年変化・水平分布・季節変動について報告する。

1. 調査地点

東京湾における調査地点は第1図のとおりで,現在当场で調査を実施しているのは沿岸21点・沖合12点の計33点であるが,神奈川水試の調査点16点を加えて分布図を作成した。

調査回数は沿岸が,2月・4月・6月を除いた各月で年9回,沖合点は毎月1回年12回である。

2. COD

CODの分析方法は佐伯法(過マンガン酸カリ 100°C 20分)で,1965年7月からプランクトンによる影響を除くため試水をガラスフィルターG3で濾過した。

第2図にCODの経年変化を示したが,沿岸部については富津以北の内湾部千葉県沿岸14点の上