

### (3) 秋田湾水質総量規制導入基礎調査

#### 1. はじめに

最近の公害対策の動向は以前の個々の化学物質による汚染いわゆる単一汚染の対策から総合的な対策（環境保全を重視）へのアプローチがなされつつある。大気関係ではテレメータシステムを活用し、濃度規制から総量規制への転換をはかり各地で実施されているが、水質関係では従来通り手分析（一部自動化されているが）による監視体制が取られており海洋への汚染が、徐々に進行している。その一例として本県では「すす水」があげられる。男鹿半島南岸一帯の海域では従来から「すす水」と呼ばれる着色水が発生し、漁業関係者の間で問題となっていたが、特に48年には異常気象と重なって発生が顕著となり漁業関係者から苦情が殺到した。これは某製紙工場の廃液が着色したまま海域へ流出、又、都市下水からの窒素、リン酸等のいわゆる栄養塩類が含まれた淡水が流出し異常気象と相まってプランクトンが異常繁殖し、茶かつ色を呈する水「すす水」が発生したためである。この例では栄養塩類とパルプ廃液による着色水が原因であつたが、その他の物質、重金属、油分、特殊化学物質（PCB、PCN、PAE、etc.）等、濃度的には極微量であるが人口増加と共に絶対量が年々増加し、海洋汚染へ拍車をかけている。

#### 2 調査目的

本県においては水質汚濁防止に関する現行法体系に基づき、本県の地域特性を生かした環境基準の設定、上乗せ排水基準の設定を行い、水質汚濁防止に効果をあげつつあるが、秋田湾臨海部の大規模開発の今後の進展の状況によつては汚濁物質の排水量が増加し、現行法の濃度規制のみでは将来とも環境基準を満足するという安全性の面から必ずしも効果的であると断言し得ないものがあり、より合理的な排水規制手法を導入すべきであると考え、水質の総量規制の導入に必要な基礎資料を得るために50年度より行つたものである。

#### 3 調査水域

St 1~9	河川（0mのみ）	9 Samples
St 10~17	港湾（0、1、3、5m）	20 Samples
St 18~37	海域（0、1、3m）	42 Samples
St A~J	工場事業場（総合排水）	10 Samples
手形山団地	一般家庭排水	6 Samples

図-6の調査地点図と表5~8の分析結果を参照。

#### 4 調査月日、調査機関

50. 9. 3 ..... 河川及び港湾海域

5.0.1.1.2..... 工場事業(秋田市内)

5.0.1.1.3..... 手形山団地

調査機関..... 公害技術センター、公害課、秋田保健所公害係

## 5. 調査項目、調査方法及び分析方法

調査項目..... 気温、水温、透明度(透視度)、流量(河川のみ)、水色(色相)PH、 $k$ 、DQ、BOD、COD、TOC、SS、T-N、 $PO_4^{3-}$ 、 $Cl^-$

調査は河川の橋の上から流心を、工場は総合排水を採水し、港湾海域においては小型船でバンドン型採水器により0、1、3、5 m層を常法により採水した。

分析法はJIS-K0102に定める方法か又はそれに準ずる方法で行い、TOCについては、Oceanography、International Co.の非分散型赤外線分析計524B型でアンブル方式で行った。又、 $Cl^-$ については $k$ 5 ml/cm以上のもののみ $Cl$ (%) $=0.38 \times k$ (ml/cm)に換算した。

## 6. 調査結果及び考察

調査当日は、日中の最高気温が30℃を越し、海上でも31.5℃と残暑はきびしかつたが、波浪は1~2で比較のおだやかであつた。調査当日前10日間ぐらゐは降水がなく、当日は、湯水状態に近く、風向風速は調査開始の9時ではSEの風が卓越し、時間の経過と共に時計回りの方位に移動しており、風速も3~4 mで波浪への影響もさほどなかつた。

潮流については調査できず、47年の運輸省第一港湾建設局調査の潮流図を引用させて頂く。(図-7参照)秋田湾は佐渡ヶ島周辺から沿岸沿いで北上する対馬暖流の分枝流が湾口部を通り、NWからNNWに流向をかえ、男鹿半島南西部へ流れている。この際、湾内には右回りの循環域が形成され、河川や工場などの汚濁水は(時期的に差はあるが)湾内に停滞する傾向がある。夏季には対馬暖流の流速も1.5ノット(≒0.75 m/sec)と速く沿岸へ汚濁水は滞留するが冬季は北西の強い季節風とリマン寒流の南下により湾内の汚濁水は乱れて滞留できず、沿岸より遠ざかる。又、波浪は波高1 m以上の出現率は夏季6.7%、冬季5.2.1%で冬の季節風の影響が大きい。周期は8 sec以上の出現率が秋田沖で1.2%出戸浜沖で6.4%である。波向は屈折の影響でほとんど汀線(海面と陸地との境界線)に直角方向になる。潮位は一般的に小さく、秋田港で約0.3 m、船川港で約0.4 mである。高潮による影響は、冬季に多く、そのほとんどが日本海を通る低気圧と冬の季節風のため発生している。以上、気象、海象を考慮に入れながら考察してみる。

海域における水色は図-8に示す。47年運輸省第一港湾建設局の調査とはほぼ一致し、男鹿半島南部方面からの巻き返しがあり、発電所近くのSt. 19は沿岸沿いで南下した廃水が、

発電所放流の温排水の影響を受けて巻こまれ、水色14の間で循環域が形成していると推定される。雄物川の水量は秋田運河のそれと比較しても大であるが、南防波堤が潮流に大きく影響していると思われる。又、当日は濁水状態に近く、雄物川から(淡)水量も平常より少なく、海水の河川への流入も考えられる。河川からの表層水は河口より、あまり流出せず沿岸沿いに拡散するものと思われる。

透明度も又、水色とほぼ同様である。(図-9参照)電導度からは秋田運河(旧雄物川)のSt, 11港大橋あたりまで海水が進入していることがうかがわれ、濁水状態のために海水の逆流を裏づけるものである。BODにおいて河川のSt, 7草生津川勝平橋で3.0.4ppmと他の河川に比較し異常な値であるが、(他の項目も高い)、約10m上流にはEし尿処理場、F終末処理場があり、又、少流量のため高濃度になった。秋田大橋ではいずれも低濃度であるがこれはJ製紙の排水口より上流のためである。下流の雄物川新橋での測定も必要と思われる。秋田運河の港大橋では0m、2.5mより1m層が、BODは高く、つつみ込まれた状態となつている。これは $Cl^-$ をみてみると1mが低塩分であり0m、2.5mが高塩分となつていることから推測される。St, 12の石油基地あたりからSt, 16の大浜水路境界にかけて水色20、透明度約1mと非常に汚濁した水であるが、濁水による海水の流入により停滞したためである。又、海域ではSt, 25がBOD、COD、TOCが0mと3mで逆転しているが、これはB発電所からの温排水の放流によると思われる。

次に河川、運河、海域と大きく三つに分け、海域はさらにA水域(St, 18~26)、B水域(St, 27~37)と層別し、さらに又、これらを0mと3mに層別し、それらがあくまでも個々に同一母集団であると仮定し、BOD-TOC、COD-TOC、BOD-COD、TOC- $Cl^-$ の相関分析を行い、各々の関係を考察してみた。表-9~12に相関分析結果を示す。nはサンプル数、 $\bar{x}$ 、 $\bar{y}$ は平均値、 $\sigma_x$ 、 $\sigma_y$ は試料標準偏差、rは試料相関数、相関性1%、5%はrの検定結果、 $r^2$ は寄与率、分散比は分散分析の検定結果を示す。

#### o BOD(x)-TOC(y)の関係

BODは海域と河川運河とでは平均値で約2.5倍強の開きがある。TOCはBODほど差はなく、海域と淡水域での開きは約1.5倍である。BOD、TOC共に海域においては0mと3m層の差はあまり著しくはない。 $\sigma_x$ も当然、異常値があれば、バラツキが大きくなる。河川において $\sigma_x$ が8.8に対し $\sigma_y$ は1.5である。海域においてはバラツキも少なくなる。河川と海域の $\sigma_x/\sigma_y$ との比率は約6倍となつている。

#### o COD(x)-TOC(y)の関係

CODでは海域と河川では平均値で約4倍であるが、 $\sigma_x$ では河川で2.5、海域で0.5とバ

ラツキは少なくなくなり、河川と海域の $\sigma_x/\sigma_y$ の比率も約5倍とBOD-TOCより少ない。

○ BOD(x)-COD(y)の関係

河川においてBOD、CODともTOCに比較し、 $\sigma$ は大であり、海域においても約2倍のバラツキがある。

○ TOG(x)- $Cl^-$ (y)の関係

運河において $\sigma_y/\sigma_x$ は約5であるが海域では約0.3と同程度のバラツキに過ぎない。

○ rの精度

rだけを比較するとBOD-TOCが全体に渡り、相関性が一番ありそうに思われるが、表-13に示すようにrの精度を比較するとCOD-TOCが精度がよくその中でもSt、1-37全層の0.9がこの中では一番、正規分布に近い形を示している。図5~8にBOD-TOC、COD-TOC、BOD-COD、TOC- $Cl^-$ の散布図と回帰直線を示す。

○ 回帰直線

表-14に回帰直線の勾配と切片を示す。BOD-TOCにおいて $y=bx+a$ ではBODが増加すれば河川、港湾より海域においてTOCはより増加し、 $x=b'y+a'$ ではTOCが増加すればBODは河川より海域においてより減少する。COD-TOCの関係は $y=bx+a$ ではCODが増加すれば河川より海域においてより減少し、 $x=b'y+a'$ ではTOCが増加すればCODもやはり河川より海域においてより減少する。

○ 分散分析

さて、それでは今までの相関分析を行つたことが意味があつたかどうかを判定するため分散分析法による解析を行つた。表-9~12を参照。分散比をみると全般的にサンプル数の多い方が分散比が大きく、又、COD-TOCの方が大きい。回帰による変動と回帰からの変動を全変動と比較するとやはり、サンプル数の多い方、つまり 集団を拡大した方が回帰による変動が大きく、海域に進むにつれて、その比率は回帰からの変動が増加してくる。つまり、河川、港湾、海域全てを母集団としたものは $y=bx+a$  ( $x=b'y+a'$ )において $x(y)$ の変化に対し、 $y(x)$ の変化のバラツキも大きいので回帰からの誤差は小さく見える。海域のみでは $x(y)$ の変化に伴ない、 $y(x)$ の変化のバラツキも小さくなるので回帰からの誤差は大きく現われる。今まではSt17の海域基点を中心として考察したが、観点を變えて沿岸からの垂直距離と海底の地形を考慮に入れて考察してみる。(図-19参照)雄物川河口から出戸浜沖にかけては全面砂地で、単調な地形であり、等深線も海岸線に平行で規則正しく並び沖合いに向い次第に深度を増し、4kmでは30m前後の水深である。図-20~23は沿岸からの垂直距離とBOD、COD、TOC、 $Cl^-$ の関係を示したものである。BODでは0、

3 m 共に沿岸より 3 Km 地点まで変動は激しいが、それ以上の距離では比較的安定し、次第に減少している。0 m、3 m、共にピークの山から明らかなように北防波堤及び発電所放流口周辺の地点である。COD では 1 Km 未満まで 0、3 m 共に変動は激しいが 1 Km を越えるとうねりにも似たカーブを描がき、5 Km 地点で 0、3 m ともに上昇している。TOC では 1.5~2.7 Km 間で多少の変動はあるがその他はあまり変化はみられず、3 Km 以降は 0 m と 3 m は接近し、つまり拡散混合されて安定し、次第に減少する。Cl<sup>-</sup> も 1 Km 以内で多少の変動はあるが 1 Km 以降は 0 m と 3 m が上下し、次第に安定している。又、BOD、COD、TOC、Cl<sup>-</sup> の 0 m と 3 m の濃度差をとりプロットしたのが図-24 である。BOD では St. 36 と 23 が顕著である。St. 36 は D 製紙の廃水によるものと思われる。COD では St. 27、24、32 がプラス（0 m が高く）で St. 20、30 はマイナスである。TOC と Cl<sup>-</sup> では沿岸より 1 Km までと同じように変動し、それ以降は負の相関があると思われる。BOD と COD でも 3 Km 以降は負の相関らしいものが表われている。沿岸とほぼ直角な地点 St. 17、27、28、29、30、31、32 をプロットしてみると図-25 のようになり、COD においては 0.3 m 共に波形（うねり）に似たパターンになり、又、TOC、Cl<sup>-</sup> の 0 m と 3 m の着は同じような挙動を示している。

工場事業場と手形山団地の排水については 11/12 ~ 13 Sampling のため河川、海域などとの対比はできず、データのみにとどめておく。

以上のことからまとめとして

- 調査当日は濁水状態に近く、海水の淡水域への流入があつた。
- 風向風速は SE から S に移行し 3~4 m であり波浪への影響はあまりなかつた。
- 潮流は水色、透明度からみると 47 年の建設省の調査とほぼ一致し、循環流が形成されている。
- 汚染源近くの水域では拡散が十分に行われていない。
- 河川においてはバラツキが大きく、海域では拡散のため小さい。
- BOD、COD、TOC では BOD がバラツキが大きく、TOC が小さい。
- COD-TOC の関係が一番相関性あり、精度もよい。
- 母集団のとり方により、相関性が変動する。
- 沿岸より 3 Km は BOD、COD、TOC が変動しそれ以降は安定する。

調査及び分析上の問題

- 海域では気象、海象による影響が大であり、同時調査が必要である。
- サンプリング地点を同心円状ではなく、沿岸に垂直に行い、サンプル数を多くする。
- 汚染源をはつきりと把握する。
- N、P における分析法の検討が必要。

などがあげられる。

今回は総量規制導入基礎調査の初年度であり、十分な検討が行われなかつたが、今後、データの蓄積により秋田湾の排水規制手法を把握したい。

圖-6 水質總量規制調査地点圖

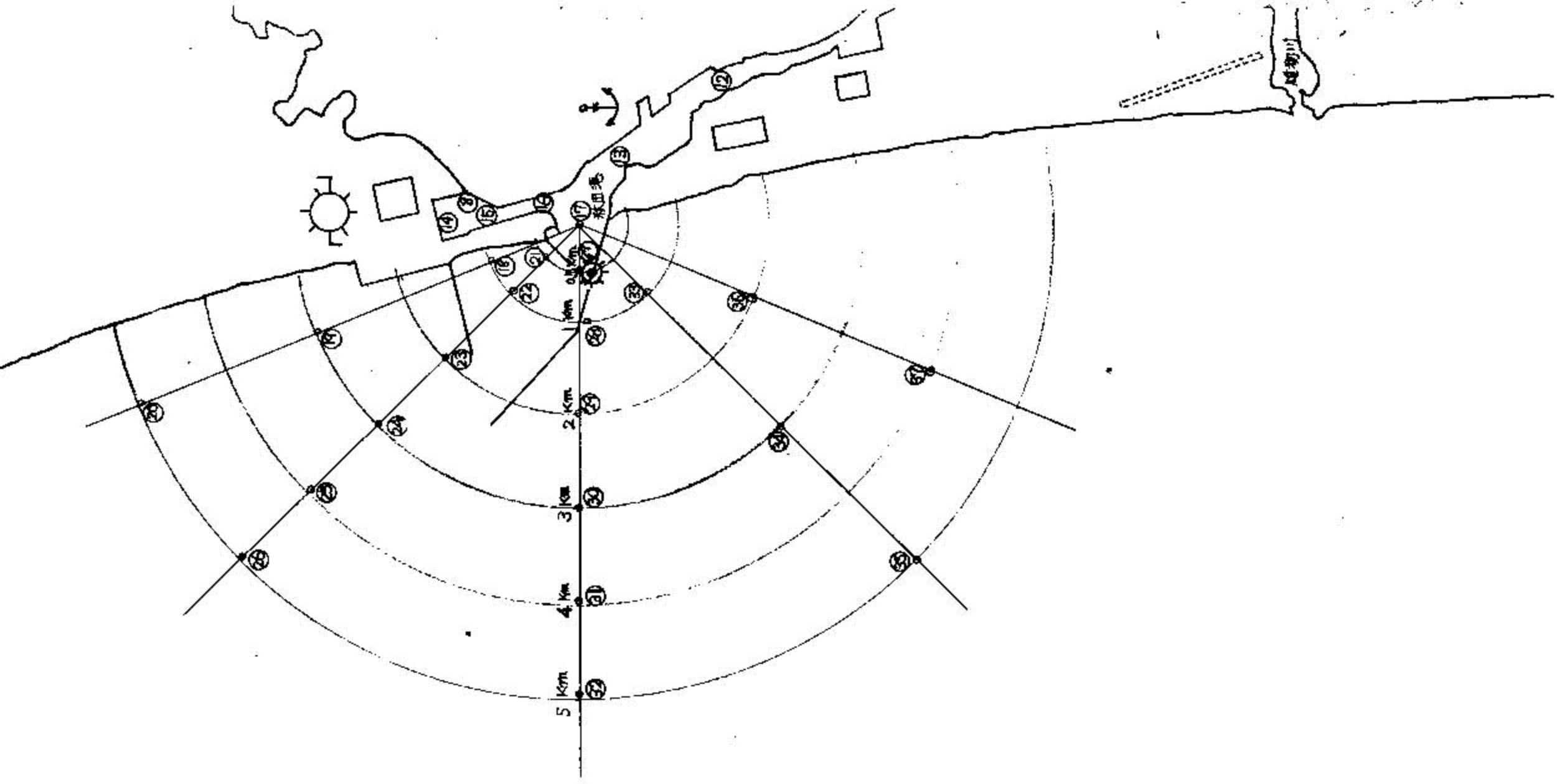


表-5 水質總量規制分析結果(河川)

Sampling 50. 9. 3

種類	地点番号	地点名	採水時刻	気温(°C)	水温(°C)	透視度(cm)	流量	色相(水色)	PH	k ( $\mu\text{U}/\text{cm}$ )	DO ( $\text{mg}/\ell$ )	BOD ( $\text{mg}/\ell$ )	COD ( $\text{mg}/\ell$ )	TOC ( $\text{mg}/\ell$ )	SS ( $\text{mg}/\ell$ )	T-N ( $\text{mg}/\ell$ )	$\text{PO}_4^{3-}$ ( $\text{mg}/\ell$ )	Cl <sup>-</sup> (%)
河川	①	雄物川 秋田大橋	10:30	31.3	26.0	27		白 緑色	7.58	184.0	8.6	1.1	1.57	1.0	1.0	0.23	0.006	
	②	太平川 牛島橋	11:55	34.3	26.0	13		濁 緑色	7.04	169.0	3.6	2.0	4.55	3.2	8.5	0.54	0.600	
	③	猿田川 開橋	11:30	33.0	25.6	13		微 濁 緑 褐色	6.79	144.5	5.8	2.0	3.03	2.5	6.5	nd	0.168	
	④	旭川 川口橋	14:00	31.7	27.5	12		黄 緑 褐色	8.12	126.5	1.1	2.6	2.43	1.7	4.5	0.21	0.276	
	⑤	旭 橋	14:25	33.0	26.7	15		"	6.90	548.0	6.0	2.6	3.85	3.1	7.0	0.86	0.310	
	⑥	草生津川 面影橋	15:00	33.0	27.3	7		乳 白 褐色	6.94	272.0	5.4	5.4	8.90	4.5	1.25	1.85	1.01	
	⑦	" 平橋	15:15	33.0	27.1	3		黒 褐色	7.01	928.0	2.9	3.04	7.89	6.0	23.0	1.13	2.32	
	⑧	新坂川 大兵橋	9:10	30.8	25.0	13		濁 褐色	7.74	$\text{mU}/\text{cm}$ 25.05	8.2	2.9	4.26	2.9	3.80	0.01	0.212	9.52
	⑨	旧雄物川 取水点	10:00	30.8	26.0	29		微 濁 緑色	7.75	$\text{mU}/\text{cm}$ 25.10	8.8	2.4	16.5	1.0	2.0	0.08	0.012	9.54

表-6 水質總量規制分析結果(港灣海域)

Sampling 50. 9. 3

種類	地点番号	地点名		採水時刻	気温(°C)	水温(°C)	透明度(m)	色相(水色)	pH	k (μg/cm)	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TOC (mg/l)	SS (mg/l)	T-N (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (%)	
港 灣 及 び 海 域	⑩	秋田港旭川合流点	流心	9:15	30.0	28.1	1.5	17	7.06	2,220	4.8	8.0	2.39	2.7	2.0	2.91	5.00		
			0		29.5	28.0	1.5	17	7.87	4,355	5.0	3.3	3.56	3.1	3.0	1.42	3.30	16.55	
		秋田港大橋	1	9:40		27.5			7.23	1,260	5.1	2.11	2.53	2.9	2.15	4.68	1.02	4.79	
			2.5			27.4			7.91	3,380	4.2	8.5	1.50	2.5	3.20	0.01	0.792	1,284	
			0		30.6	27.6	1.2	18	7.65	2,320	8.0	1.30	3.28	2.8	7.5	9.43	1.84	8.82	
		石油基地	1	10:00		28.0			8.42	3,505	9.4	10.9	4.96	3.5	1.85	5.00	0.950	1,332	
			3				27.5		8.16	4,125	6.8	4.9	1.96	2.7	2.80	1.08	0.353	15.68	
			0		30.0	27.9	1.3	20	8.43	3,640	12.0	3.4	3.4	2.92	2.8	2.25	3.89	0.599	1,383
		秋田港秋田鉄鋼埠頭前	3	10:20		27.7			8.25	4,210	8.8	4.4	4.4	1.69	2.8	1.85	nd	0.101	1,600
			5				27.6		8.13	4,415	7.6	1.1	1.36	1.7	2.55	nd	0.105	16.78	
		秋田港火力発電所取水点	0	10:40	31.5	26.5	1.2	20	8.27	3,205	9.7	5.6	5.6	1.85	3.1	1.60	2.00	0.415	1,218
			3				27.5		8.22	4,465	10.1	6.2	1.26	2.4	1.65	0.14	0.148	16.97	
	秋田港大橋水路	0	10:50	31.0	26.6	1.5	20	8.30	3,055	10.0	4.7	2.27	2.7	2.40	2.12	0.302	1,161		
		3				27.5		8.22	4,120	8.9	2.0	0.23	1.9	2.45	0.29	0.113	15.66		



①⑥	秋田港 大浜水路 境界	0	11:00	310	282	1.1	21	8.45	38.75	12.1	5.7	3.63	3.0	1.95	2.35	0.340	1.473
		3			27.8			8.27	41.25	10.9	2.5	1.50	2.4	2.80	1.10	0.226	15.68
①⑦	秋田港 中央(海 域基点)	0		310	280	3.5	15	8.37	39.90	12.2	3.9	0.86	2.6	27.5	1.92	0.483	15.16
		1	11:10		27.7			8.18	44.40	8.9	2.1	0.95	2.0	22.0	nd	0.048	16.87
①⑧	NNW 1 km	3			27.5			8.19	44.75	9.2	1.9	0.74	1.6	28.0	nd	nd	17.01
		5			27.5			8.15	44.65	9.4	1.1	0.58	1.2	17.0	nd	nd	16.97
①⑨	NNW 3 km	0	9:20	298	280	2.5	15	8.20	45.95	8.3	1.9	1.03	2.0	1.85	tr	nd	17.46
		3			280			8.12	45.55	7.9	1.5	1.61	1.7	30.5	nd	nd	17.31
②①	NNW 5 km	0	9:45	295	280	3.3	15	8.20	44.35	8.8	2.3	1.57	2.0	3.00	nd	nd	16.85
		3			280			8.21	44.20	9.0	2.3	1.79	2.0	2.55	nd	tr	16.80
②②	NW 0.5 km	0	10:20	307	290	3.0	14	8.26	44.95	9.7	2.6	0.80	1.9	3.00	nd	tr	17.08
		3			290			8.24	45.05	8.9	2.4	1.42	1.9	2.05	nd	nd	17.12
②③	NW 1 km	0	11:50	295	285	2.0	15	8.18	43.10	9.1	1.6	2.66	1.7	27.0	0.75	0.010	16.38
		1			285			8.15	44.30	8.2	2.0	2.16	1.5	19.0	0.19	0.004	16.83
②④	NW 1 km	0	11:40	316	285	2.0	14	8.20	42.45	9.4	1.8	0.85	1.7	26.5	0.84	0.009	16.13
		3			285			8.18	45.05	9.9	2.5	1.02	1.8	21.0	nd	0.001	17.12

種類	地点番号	地点名	m	採水時刻	気温 (C)	水温 (C)	透明度 (m)	色相 (水色)	pH	k <sub>d</sub> (1/d)	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TOC (mg/l)	SS (mg/l)	T-N (mg/l)	PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (%)	
港 灣 及 海 域	㉓	NW	0	11:10	30.0	29.0	3.5	13	8.17	4.475	8.1	1.1	0.32	1.5	2.45	nd	nd	17.01	
			3			28.0			8.16	4.540	7.5	2.8	0.47	1.6	1.95	nd	0.003	17.25	
	㉔	NW	0	11:00	30.3	28.0	3.0	14	8.22	4.470	9.3	2.1	1.31	1.9	27.0	0.28	0.027	16.99	
			3			28.0			8.21	4.510	8.7	2.2	0.64	1.8	2.20	nd	tr	17.14	
	㉕	NW	0	10:45	27.7	28.0	3.5	14	8.21	4.480	8.6	1.6	0.64	1.4	29.5	0.11	0.025	17.02	
			3			28.0			8.23	4.475	9.0	2.2	0.74	2.0	25.0	0.03	0.065	17.01	
	㉖	NW	0	10:30	30.3	28.0	3.0	14	8.25	4.475	9.2	2.3	0.81	1.8	29.5	0.20	nd	nd	17.01
			3			28.0			8.21	4.465	8.9	1.7	0.89	1.8	2.40	nd	nd	nd	16.97
	㉗	W	0.5km	0		31.0	28.5	2.5	14	8.21	4.260	9.1	1.8	1.48	1.8	27.5	0.74	0.120	16.19
				1	11:25		28.5			8.22	4.325	8.6	2.2	1.17	2.2	2.45	0.59	0.074	16.44
	㉘	W	1km	0	9:10	31.0	27.8	4.0	9	8.12	4.330	8.3	1.8	1.03	1.8	25.5	0.77	0.086	16.45
				3			27.6			8.12	4.520	8.5	1.4	1.21	1.5	29.0	nd	0.049	17.18
	㉙	W	2km	0	10:35	29.0	27.7	7.0	8	8.12	4.455	7.9	1.0	1.14	1.3	23.5	nd	nd	16.93
				3			27.5			8.12	4.445	7.6	1.4	0.93	1.4	25.5	nd	nd	16.89

①	W	3km	0	9:45	30.0	27.6	7.5	8	8.08	4.520	7.5	1.5	0.68	1.5	3.05	0.02	nd	17.18
			3			27.5				8.11	4.425	7.7	0.8	1.27	1.7	3.50	0.06	nd
②	W	4km	0	9:55	30.5	27.7	11.5	7	8.10	4.410	7.4	1.3	1.04	1.4	2.70	nd	nd	16.76
			3			27.6				8.10	4.415	7.3	0.8	0.89	1.4	3.45	0.04	nd
③	W	5km	0	10:03	31.0	27.6	12.5	7	8.08	4.405	7.4	0.6	2.06	1.2	3.15	nd	nd	16.74
			3			27.5				8.10	4.395	7.7	0.8	1.21	1.2	3.15	nd	nd
④	SW	1km	0	11:05	31.5	27.8	6.0	8	8.11	4.390	8.0	2.5	0.49	1.8	3.40	0.03	nd	16.68
			3			27.7				8.13	4.320	7.8	1.9	0.51	1.3	3.25	nd	nd
⑤	SW	3km	0	10:43	30.5	27.7	10.5	7	8.10	4.435	7.7	0.9	0.58	0.9	3.00	nd	nd	16.85
			3			27.6				8.12	4.395	7.5	1.2	0.68	1.3	2.55	nd	nd
⑥	SW	5km	0	10:20	30.0	27.6	10.5	7	8.12	4.410	7.4	1.2	0.74	1.3	3.15	nd	nd	16.76
			3			27.6				8.11	4.470	8.0	1.1	0.36	1.2	2.50	nd	nd
⑦	SSW	2km	0	10:55	31.0	27.7	8.0	8	8.11	4.415	7.7	2.9	0.60	1.1	3.10	nd	nd	16.78
			3			27.6				8.13	4.460	7.8	1.2	0.42	1.4	2.25	nd	nd
⑧	SSW	4km	0	10:32	30.5	27.6	8.5	7	8.11	4.455	7.4	1.5	0.66	1.8	3.00	nd	nd	16.93
			3			27.6				8.12	4.495	4.0	1.0	0.53	1.3	2.65	nd	nd

表-7 水質総量規制分析結果(工場)

Sampling 50. 11. 12

工場事業名	採水箇所	pH	$k$ ( $\mu\text{V}/\text{cm}$ )	BOD ( $\text{mg}/\ell$ )	COD ( $\text{mg}/\ell$ )	TOC ( $\text{mg}/\ell$ )	SS ( $\text{mg}/\ell$ )	T-N ( $\text{mg}/\ell$ )	$\text{PO}_4^{3-}$ ( $\text{mg}/\ell$ )	$\text{Cl}^-$ (%)
A 尿処理場	総合排水	6.93	43.35	22.9	15.29	28.2	125	tr	1.22	16.47
B 発電所	放流口	8.21	46.15	1.0	1.03	2.8	13.0	nd		17.54
B "	取水口	7.44	15.40	1.0	2.43	1.6	18.5	0.92	0.100	5.85
C 製錬	総合排水	7.58	44.60	0.9	0.14	1.5	20.5	nd	0.057	16.95
D 製紙	"	7.59	$\mu\text{V}/\text{cm}$ 450.0	120	52.96	51.8	64.0	5.46	2.61	
E 尿処理場	"	7.65	$\mu\text{V}/\text{cm}$ 251.5	15.6	5.92	4.3	21.0	1.61	2.64	
F 終末処理場	"	6.51	$\mu\text{V}/\text{cm}$ 450.5	36.6	13.48	12.8	35.0	9.54	5.73	
G 肥料	"	7.80	$\mu\text{V}/\text{cm}$ 140.0	1.9	3.59	2.9	41.5	102	2.28	
H 化学	"	8.51	$\mu\text{V}/\text{cm}$ 666.0	1.2	3.07	1.7	25.0	1.07	0.261	
I 金属	"	6.89	$\mu\text{V}/\text{cm}$ 530.0	1.9	3.07	1.7	28.5	nd	0.350	
J 製紙	"	6.63	$\mu\text{V}/\text{cm}$ 137.5	44.1	6.41	5.83	107	4.46	1.25	

表-8 水質総量規制分析結果(一般排水)

Sampling 50. 11. 13

団地名	採水時刻	pH	$k$ ( $\mu\text{V}/\text{cm}$ )	BOD ( $\text{mg}/\ell$ )	COD ( $\text{mg}/\ell$ )	TOC ( $\text{mg}/\ell$ )	SS ( $\text{mg}/\ell$ )	T-N ( $\text{mg}/\ell$ )	$\text{PO}_4^{3-}$ ( $\text{mg}/\ell$ )	$\text{Cl}^-$ (%)
手形山団地	7:30	6.53	41.80	5.4	7.55	7.3	40.0	6.32	2.61	
"	10:00	6.46	41.15	5.6	8.65	7.6	38.0	1.86	2.89	
"	12:30	6.53	42.05	0.4	7.53	5.1	6.0	7.36	2.09	
"	15:00	6.50	41.75	0.2	7.33	5.1	6.0	6.16	2.11	
"	17:30	6.42	35.45	0.1	6.56	3.7	8.0	2.12	1.56	
"	20:00	6.25	36.60	0.2	5.55	3.8	8.0	4.14	1.62	

図-7 秋田湾潮流図

( 図中の数字は流速(ノット) )

- ← 平均的潮流
- ← 多く現われる部分流
- ← 比較的回数の少ない特殊流

基本流

12月～1月

2月

3月～4月

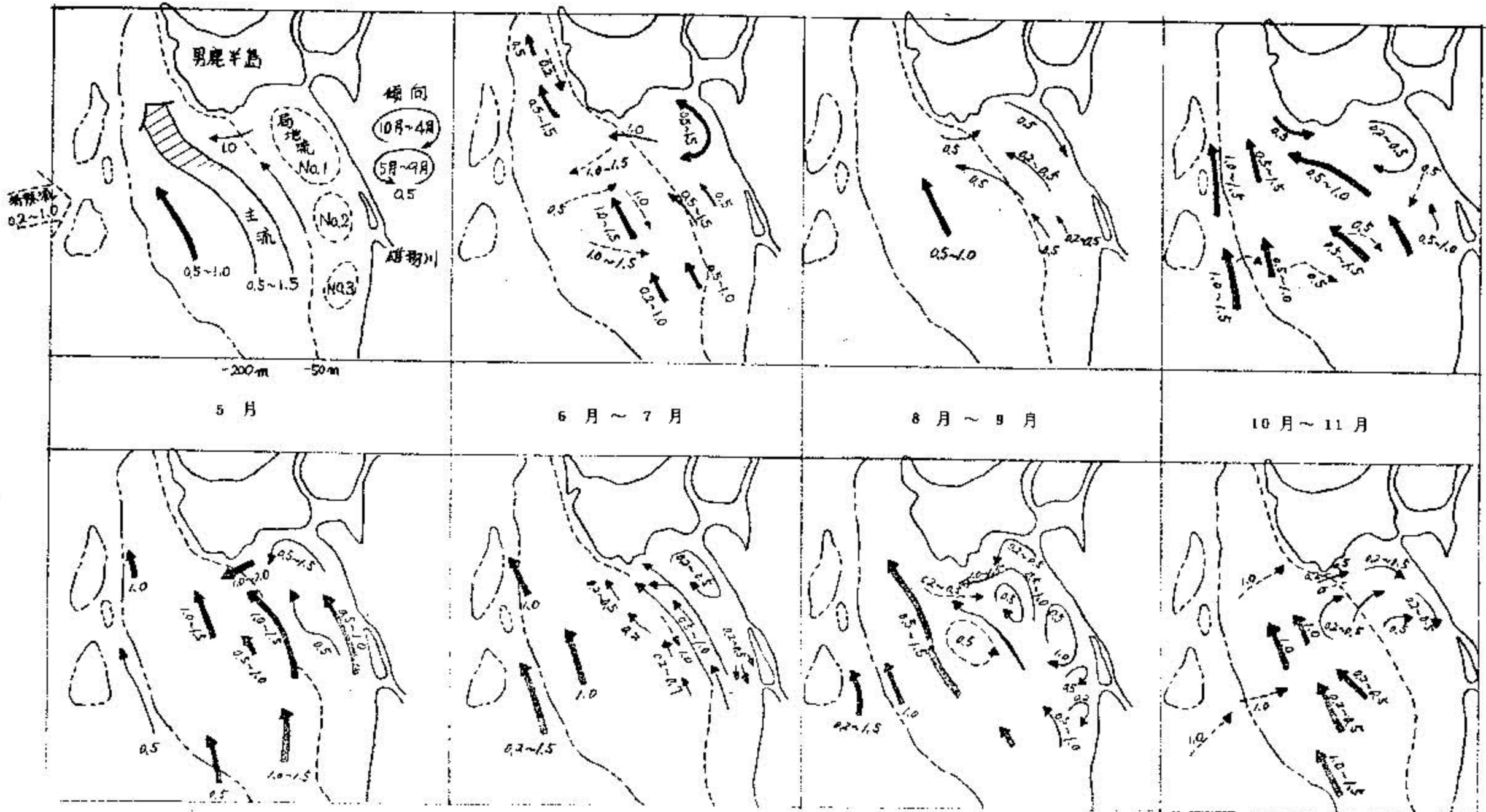


图 8 水 池

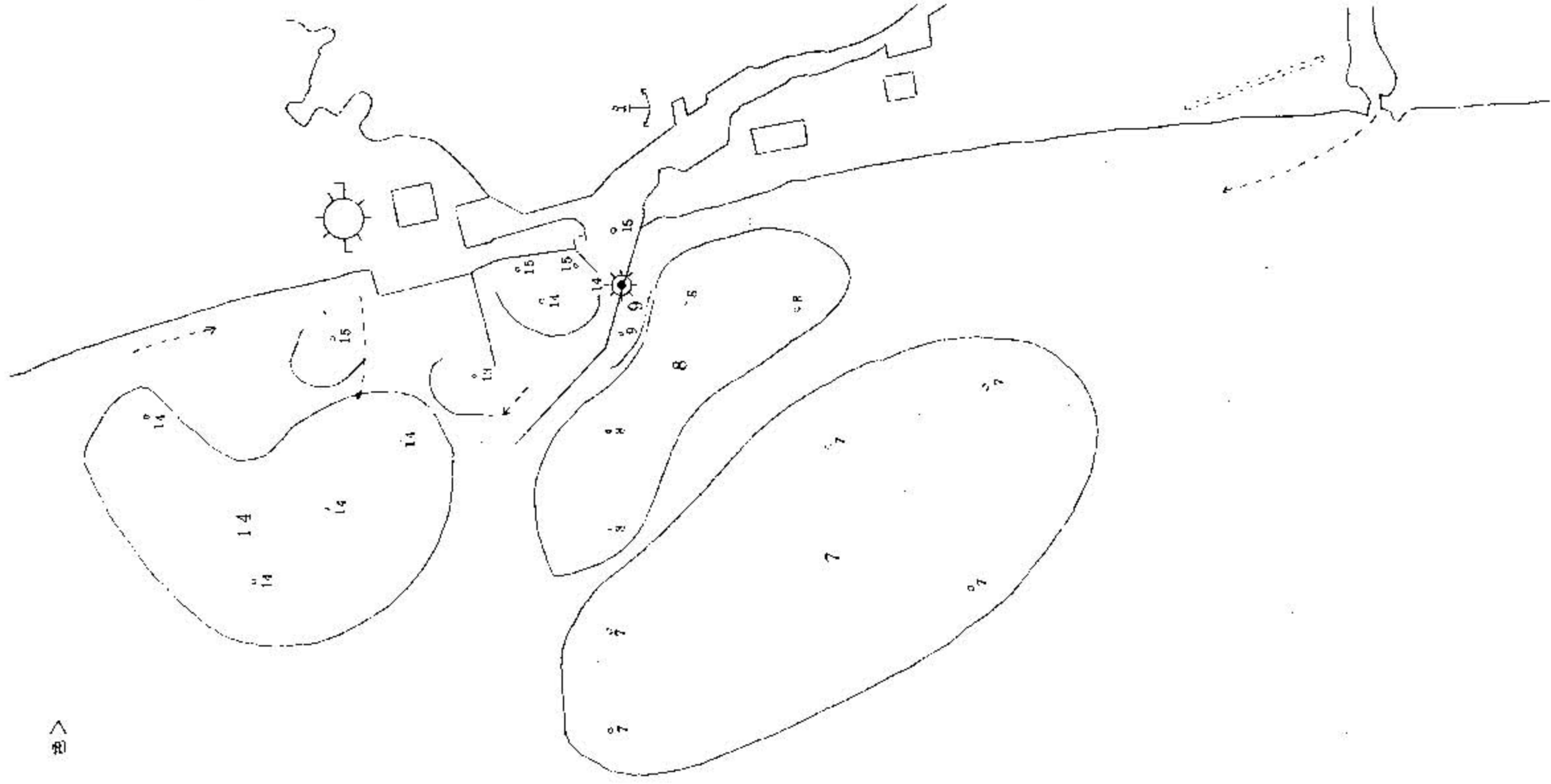


图-9 <透明度>

( m )

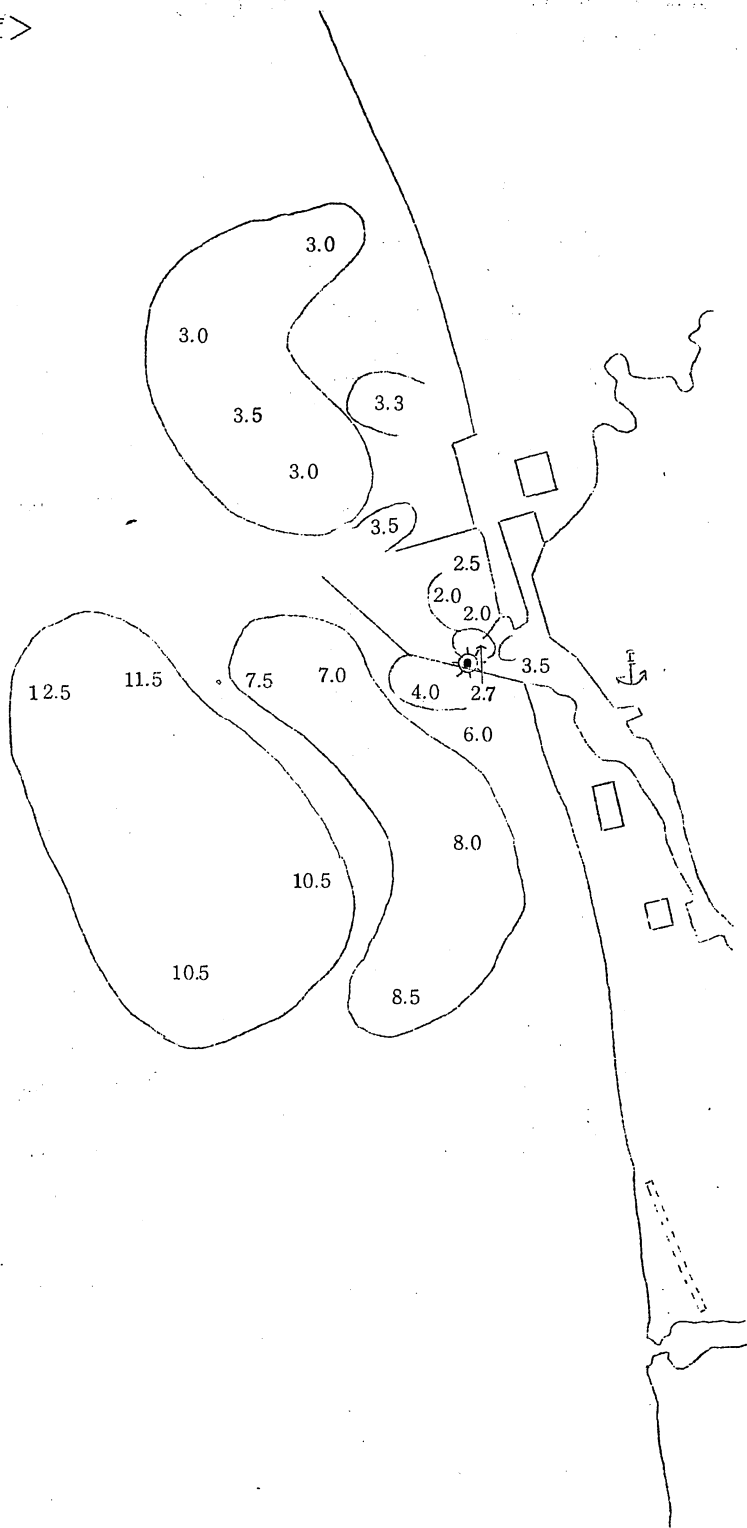


表-9 BOD ( x ) —— TOC ( y )

Sample No.	Zone	(m)	n	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\sigma_x$	$\sigma_y$	r	相 関 性	
									1 %	5 %
1-37	All	0.1 3.5	70	3.36	2.02	4.548	0.851	0.740	Yes	
		0	37	3.60	2.18	5.089	1.030	0.763	Yes	
		3	25	2.12	1.75	1.313	0.445	0.827	Yes	
1-10	River	0	10	5.94	2.86	8.828	1.533	0.774	Yes	
11-17	Canal & Port	0.1 3.5	18	4.73	2.49	3.188	0.582	0.642	Yes	
		0	7	5.66	2.87	3.381	0.198	-0.067		No
		3	6	3.65	2.30	1.774	0.465	0.704		No
18-37	Sea  All	0.1 3.5	41	1.70	1.60	0.607	0.297	0.592	Yes	
		0	20	1.72	1.59	0.609	0.316	0.527	No	Yes
		3	19	1.64	1.57	0.635	0.264	0.674	Yes	
	A  (18-26)	0.1 3.5	18	2.05	1.78	0.437	0.187	0.469	No	Yes
		0	9	1.92	1.77	0.458	0.212	0.743	No	Yes
		3	8	2.20	1.83	0.421	0.139	-0.024		No
	B  (27-37)	0.3	23	1.43	1.45	0.586	0.292	0.417	No	Yes
		0	11	1.55	1.45	0.683	0.321	0.347		No
		3	11	1.24	1.39	0.415	0.158	0.167		No



$\rho$ の95%信頼区間	回帰直線		$r^2$ (%)	回帰による 変動	回帰からの 変動	分散比
	$y=$	$x=$				
0.612 < $\rho$ < 0.832	0.139x+1.559	3.957y-4.693	55	x 782.346 y 27.385	x 9.483 y 0.332	** 82.50
0.586 < $\rho$ < 0.869	0.154x+1.624	3.768y-4.615	58	542.548 22.302	11.140 0.454	** 48.70
0.637 < $\rho$ < 0.927	0.280x+1.156	2.444y-2.158	69	28.332 3.247	0.568 0.065	** 49.88
0.283 < $\rho$ < 0.945	0.134x+2.062	4.455y-6.802	60	419.748 12.653	35.205 1.062	** 11.92
0.230 < $\rho$ < 0.847	0.117x+1.935	3.516y-4.025	41	712.35 2.377	6.343 0.212	** 11.23
0.348 < $\rho$ < 0.762	0.290x+1.107	1.207y-0.231	35	5.153 1.238	0.245 0.059	** 20.99
0.107 < $\rho$ < 0.783	0.274x+1.119	1.016y+0.105	28	1.960 0.528	0.283 0.076	* 6.93
0.318 < $\rho$ < 0.865	0.281x+1.110	1.619y-0.901	45	3.301 0.573	0.233 0.041	** 14.14
0.004 < $\rho$ < 0.767	0.200x+1.367	1.099y+0.093	22	0.715 0.130	0.158 0.029	* 4.53
0.155 < $\rho$ < 0.941	0.344x+1.109	1.602y-0.916	55	0.924 0.198	0.107 0.023	* 8.64
0.004 < $\rho$ < 0.705	0.208x+1.156	0.836y+0.218	17	1.311 0.330	0.297 0.070	* 4.41

表-10 COD ( x ) — TOC ( y )

Sample No	Zone	(m)	n	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\sigma_x$	$\sigma_y$	r	相関性	
									1%	5%
1-37	All	0. 1. 3. 5.	7.0	1.703	2.02	1.579	0.851	0.846	Yes	
		0	37	2.145	2.18	1.918	1.030	0.864	Yes	
		3	25	0.984	1.75	0.485	0.445	0.646	Yes	
1-10	River	0	10	4.052	2.86	2.515	1.533	0.915	Yes	
11-17	Canal & Port	0. 1. 3. 5.	19	1.981	2.51	1.234	0.590	0.806	Yes	
		0	7	2.624	2.87	1.020	0.198	0.528		No
		3	6	1.230	2.30	0.642	0.465	0.869	No	Yes
18-37	Sea	0. 1. 3. 5.	41	1.001	1.60	0.519	0.297	0.259		No
		0	20	1.025	1.59	0.567	0.316	0.174		No
		3	19	0.907	1.57	0.416	0.264	0.493	No	Yes
	A (18-26)	0. 1. 3. 5.	18	1.152	1.78	0.617	0.187	0.120		No
		0	9	1.110	1.77	0.686	0.212	0.309		No
		3	8	1.073	1.83	0.481	0.139	0.382		No
	B (27-37)	0. 3.	23	0.884	1.45	0.404	0.292	0.186		No
		0	11	0.955	1.45	0.473	0.321	-0.010		No
		3	11	0.786	1.39	0.334	0.158	0.422		No

$\rho$ の95%信頼区間	回帰直線		$r^2$ (%)	回帰による 変動	回帰からの 変動	分散比
	$y=$	$x=$				
0.076 < $\rho$ < 0.904	0.456x+1.248	1.569y-1.467	72	x 123.033 y 35.755	x 0.719 y 0.209	** 171.12
0.753 < $\rho$ < 0.924	0.464x+1.179	1.609y-1.363	75	98.913 28.549	0.956 0.276	** 103.47
0.337 < $\rho$ < 0.828	0.592x+1.166	0.705y-0.249	42	2.355 1.977	0.143 0.120	** 16.47
0.634 < $\rho$ < 0.977	0.557x+0.602	1.501y-0.240	84	47.614 17.683	1.165 0.433	** 40.87
0.552 < $\rho$ < 0.921	0.385x+1.747	1.685y-2.249	65	17.778 4.061	0.566 0.129	** 31.41
0.192 < $\rho$ < 0.986	0.629x+1.526	1.199y-1.528	75	1.553 0.815	0.126 0.066	* 12.33
0.050 < $\rho$ < 0.773	0.313x+1.286	0.775y-0.309	24	0.757 0.306	0.139 0.056	* 5.45

表-11 BOD(x) — COD(y)

Sample No.	Zone	(m)	n	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\sigma_x$	$\sigma_y$	r	相関性	
									1%	5%
1-37	All	0.1 3.5	70	3.36	1.703	4.548	1.579	0.584	Yes	
		0	37	3.60	2.145	5.089	1.918	0.609	Yes	
		3	25	2.12	0.984	1.131	0.485	0.441	No	Yes
1-10	River	0	10	5.94	4.052	8.828	2.515	0.580		No
11-17	Camal & Port	0.1 3.5	19	5.59	1.981	4.925	1.234	0.491	No	Yes
		0	7	5.66	2.624	3.381	1.020	0.264		No
		3	6	3.65	1.240	1.774	0.642	0.620		No
18-37	Sea	0.1 3.5	41	1.70	1.001	0.607	0.519	-0.023		No
		0	20	1.72	1.025	0.609	0.567	-0.165		No
		3	19	1.64	0.907	0.635	0.416	0.052		No
	A (18-26)	0.1 3.5	18	2.05	1.152	0.437	0.617	-0.087		No
		0	9	1.92	1.110	0.458	0.686	0.088		No
		3	8	2.20	1.073	0.421	0.481	-0.368		No
	B (27-37)	0.3	23	1.43	0.884	0.586	0.404	-0.305		No
		0	11	1.55	0.955	0.683	0.473	-0.494		No
		3	11	1.24	0.786	0.415	0.334	-0.366		No

$\rho$ の 95% 信頼区間	回帰直線		$r^2$ (%)	回帰による 変 動	回帰からの 変 動	分散比
	$y =$	$x =$				
$0.407 < \rho < 0.720$	$0.203x + 1.021$	$1.683y - 0.494$	34	$x$ 487.084 $y$ 58.690	$x$ 13.825 $y$ 1.666	** 35.23
$0.356 < \rho < 0.780$	$0.230x + 1.319$	$1.617y - 0.124$	37	346.068 49.120	16.753 2.379	** 20.66
$-0.004 < \rho < 0.682$	$0.163x + 0.639$	$1.193y - 0.946$	19	8.039 1.097	1.450 0.198	* 5.54
$-0.035 < \rho < 0.735$	$0.123x + 1.293$	$1.958y - 1.711$	24	105.057 6.594	19.506 1.224	* 5.39

表-12 TOC(x) — Cl<sup>-</sup>(y)

Sample No	Zone	(m)	n	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\sigma_x$	$\sigma_y$	r	相 関 性	
									1 %	5 %
11-37	All	0.1 3.5	60	1.89	16.052	0.592	2.156	-0.622	Yes	
		0	27	1.92	15.891	0.640	2.034	-0.672	Yes	
		3	25	1.75	16.768	0.445	0.493	-0.539	Yes	
1-10	River	0								
11-17	Canal & Port	0.1 3.5	19	2.51	14.287	0.590	3.201	-0.481	No	Yes
		0	7	2.87	13.269	0.198	2.599	0.239		No
		3	6	2.30	16.167	0.465	0.650	-0.420		No
18-37	Sea  All	0.1 3.5	41	1.60	16.870	0.297	0.287	0.053		No
		0	21	1.60	16.777	0.309	0.350	-0.011		No
		3	19	1.57	16.958	0.264	0.219	0.403		No
	A (18-26)	0.1 3.5	18	1.78	16.971	0.187	0.311	0.141		No
		0	9	1.77	16.881	0.212	0.395	0.255		No
		3	8	1.83	17.090	0.139	0.162	-0.795	No	Yes
	B (27-37)	0.3	23	1.45	16.790	0.292	0.244	-0.354		No
		0	11	1.45	16.750	0.321	0.257	-0.412		No
		3	11	1.39	16.861	0.158	0.210	0.260		No

$\rho$ の 95% 信頼区間	回帰直線		$r^2$ (%)	回帰による 変 動		回帰からの 変 動		分散比
	$y =$	$x =$		$x$	$y$	$x$	$y$	
$-0.285 > \rho > -0.670$	$-2.266x + 20.323$	$-0.171y + 4.791$	39	8.003 106.178		0.219 2.898		** 36.54
$-0.393 > \rho > -0.837$	$-2.136x + 19.997$	$-0.212y + 5.466$	45	4.809 48.568		0.233 2.358		** 20.64
$-0.180 > \rho > -0.768$	$-0.598x + 17.813$	$-0.486y + 9.894$	29	1.377 16.94		0.146 0.180		** 9.43
$-0.035 > \rho > -0.767$	$-2.613x + 20.848$	$-0.089y + 3.776$	23	1.449 42.728		0.283 8.337		* 5.12
$-0.205 > \rho > -0.961$	$-0.926x + 18.780$	$-0.682y + 13.111$	63	0.085 0.116		0.008 0.011		* 10.63

表-13 r の精度

Sample No	水深 (m)	BOD-TOC			COD-TOC			BOD-COD			TOC-COD					
		n	r	rの精度 (※1)	n	r	rの精度 (※1)	n	r	rの精度 (※1)	n	r	rの精度 (※1)			
(※4) 1-37	0.1	70	0.740	0.220	70	0.846	0.144	0.9	70	0.584	0.313	1.9	60	-0.622	0.385	2.5
	3.5															
(※5) 1-37	0	37	0.763	0.283	37	0.864	0.171	1.5	37	0.609	0.424	3.6	27	-0.672	0.444	4.5
	3	25	0.827	0.290	25	0.646	0.491	5.2	25	0.441	0.686	7.3	25	-0.539	0.588	6.3
1-10	0	10	0.774	0.662	10	0.915	0.343	6.5								
	0.1	18	0.642	0.617	18	0.806	0.369	4.6	19	0.491	0.770	9.6	19	-0.481	0.732	9.2
11-17	3				6	0.869	0.794	22.9								
	0.1	41	0.592	0.414	3.4											
18-37	3.5															
	0	20	0.527	0.676	8.2											
18-37	3	19	0.674	0.547	6.8	0.493	0.723	9.0								
	0.1	18	0.469	0.763	9.9											
18-26	3.5															
	0	9	0.743	0.786	16.0											
18-26	3															
	0.3	23	0.417	0.701	7.8								8	-0.795	0.756	16.9

※1) 9.5%信頼限界の上限 (r1) から下限 (r2) を引いたもの。

※2)  $\frac{r_1 - r_2}{2\sqrt{n-3}} \times 100$

※4) TOC-COD は 11-37 (0.1.3.5 m)

※5) TOC-COD は 11-37 (0.1.3.5 m)

※6) 12~37 3 m

n: 試料数

r: 試料相関係数

rの精度: nが5になれば正規分布を示し、

r = 0 とする。



☒ -10 <BOD - TOC>

all 1~37 0, 1, 3, 5m  
(n=70 r=0.740)

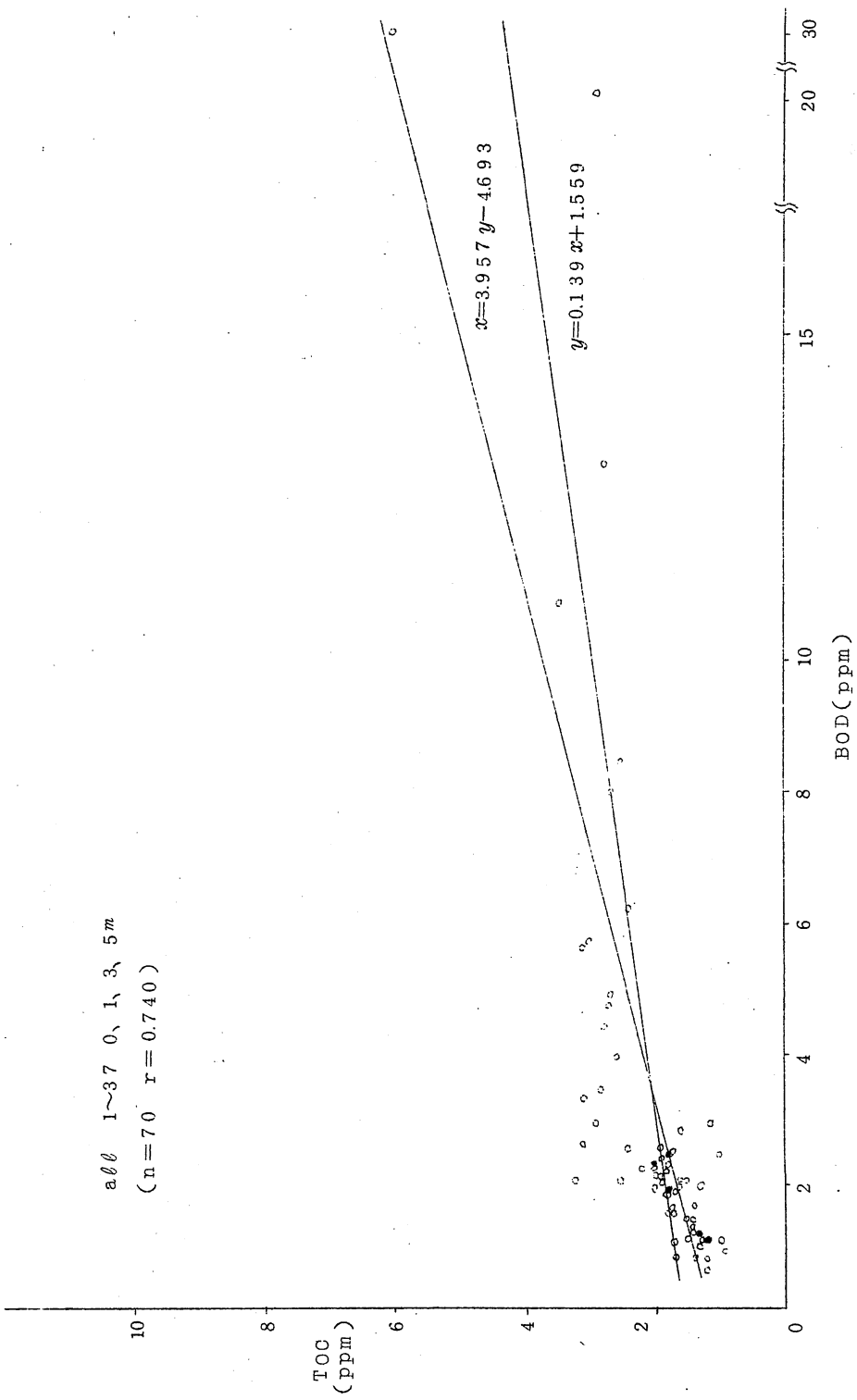


図-11 <BOD - TOC>

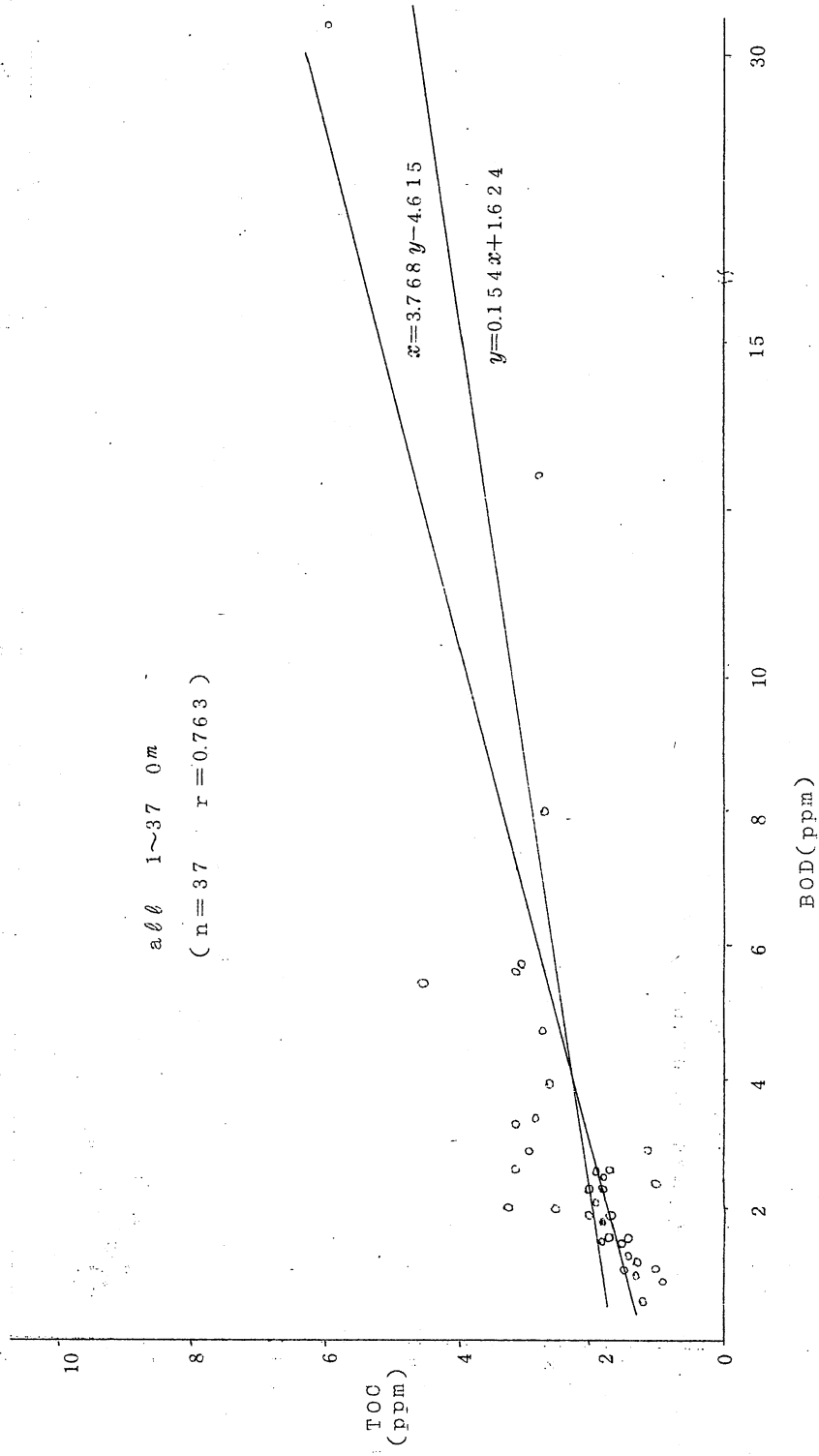


図-1.2 <BOD-TOC>

all 12~37 3m  
(n=25 r=0.827)

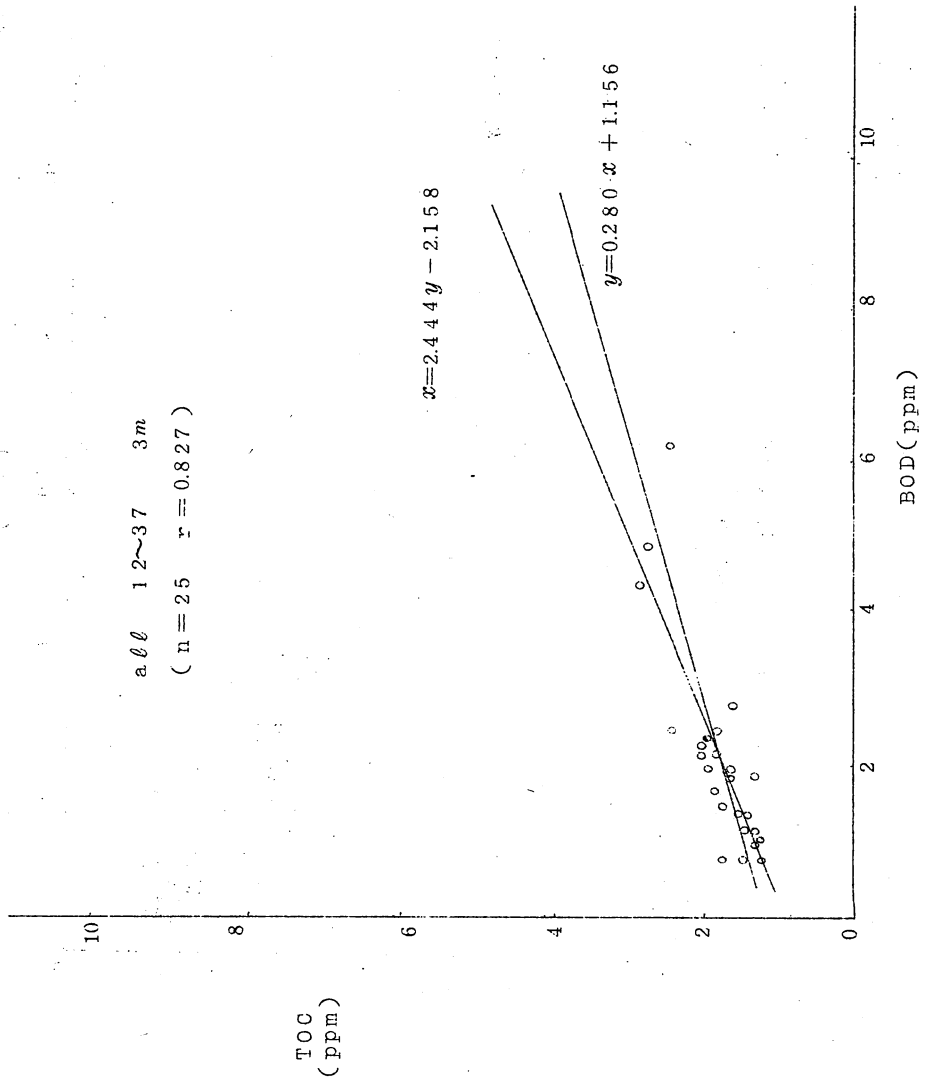


図-13 <COD - TOC>

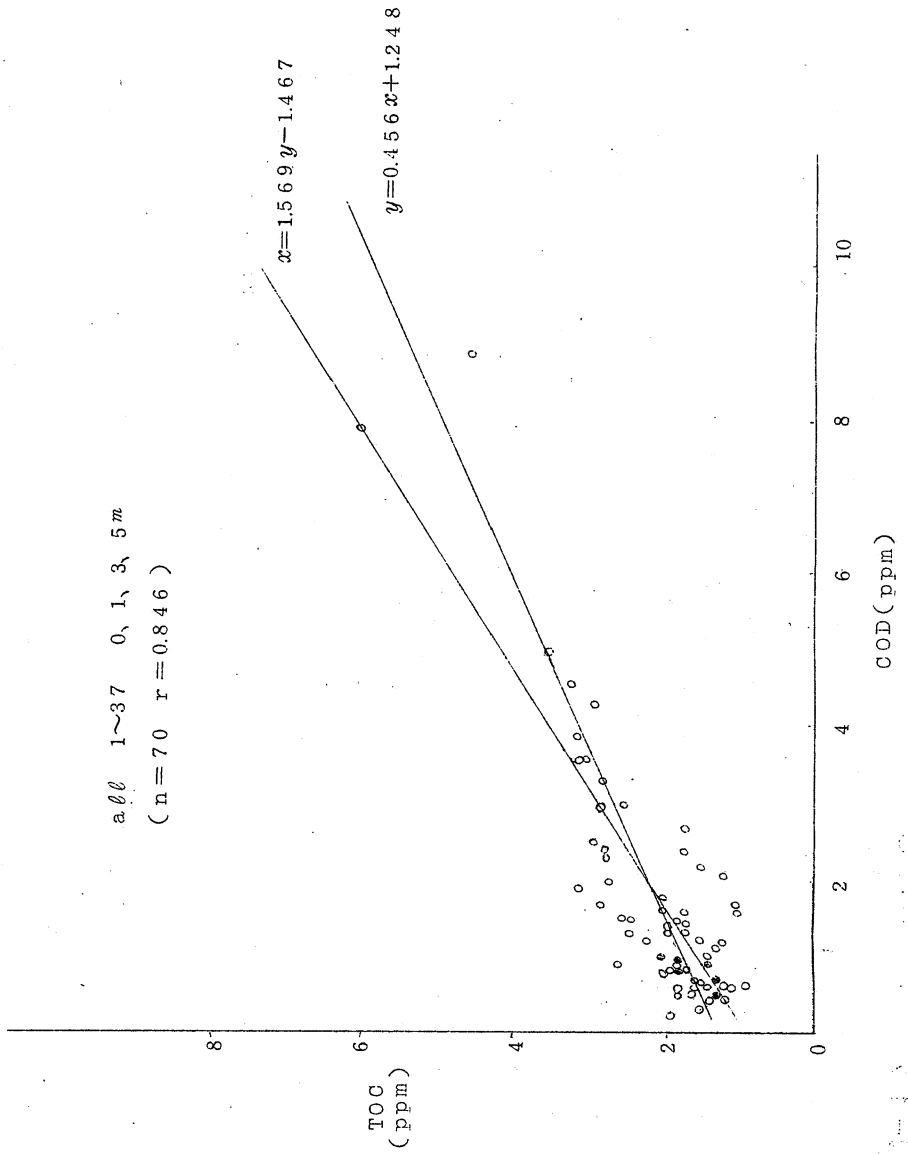


図-14 < COD-TOC >

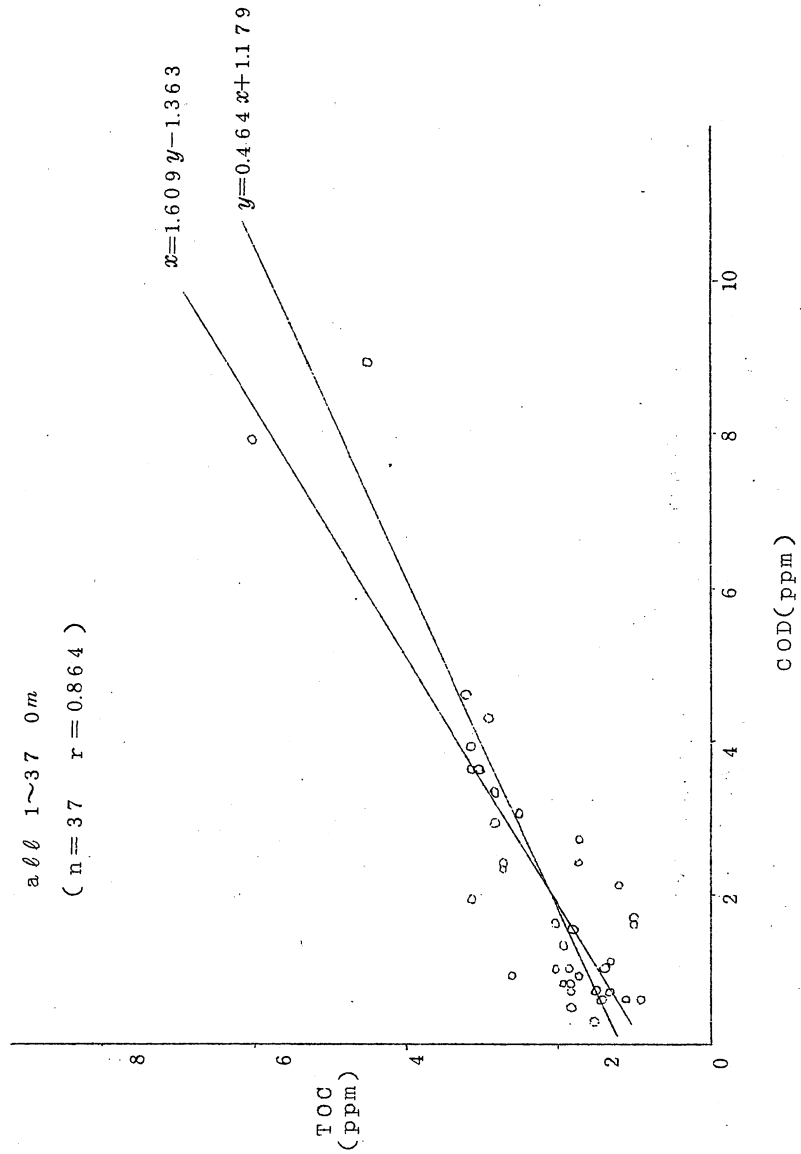
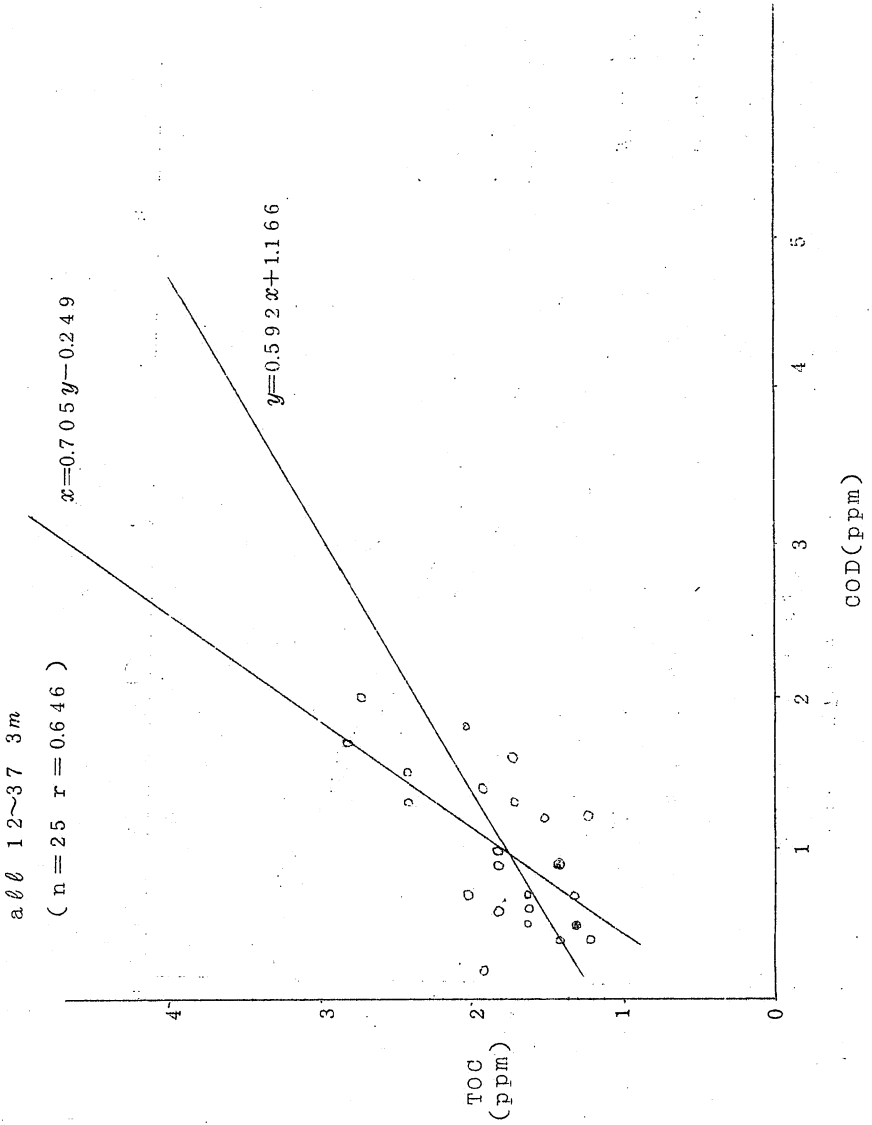


図-15 <COD-TOC>



☒ - 16 <COD - TOC>

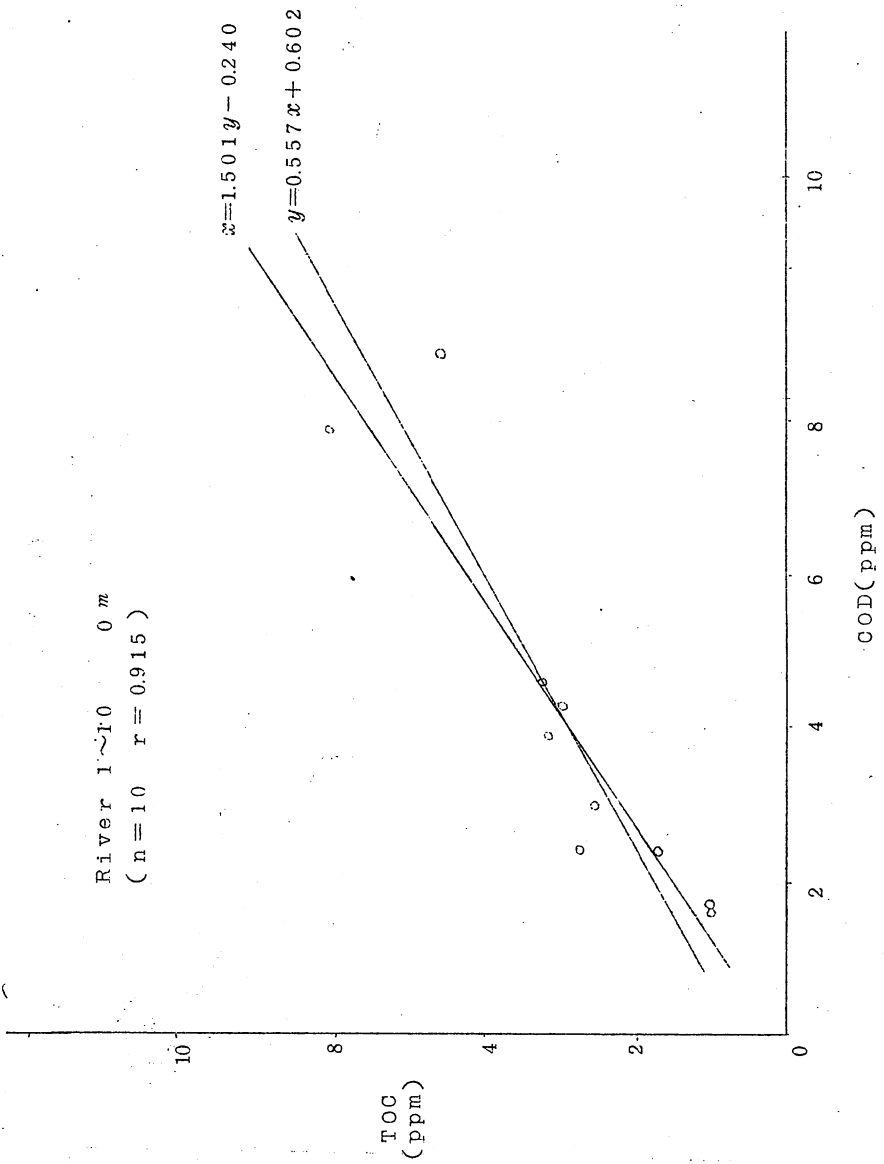


图-17 < BOD → COD >

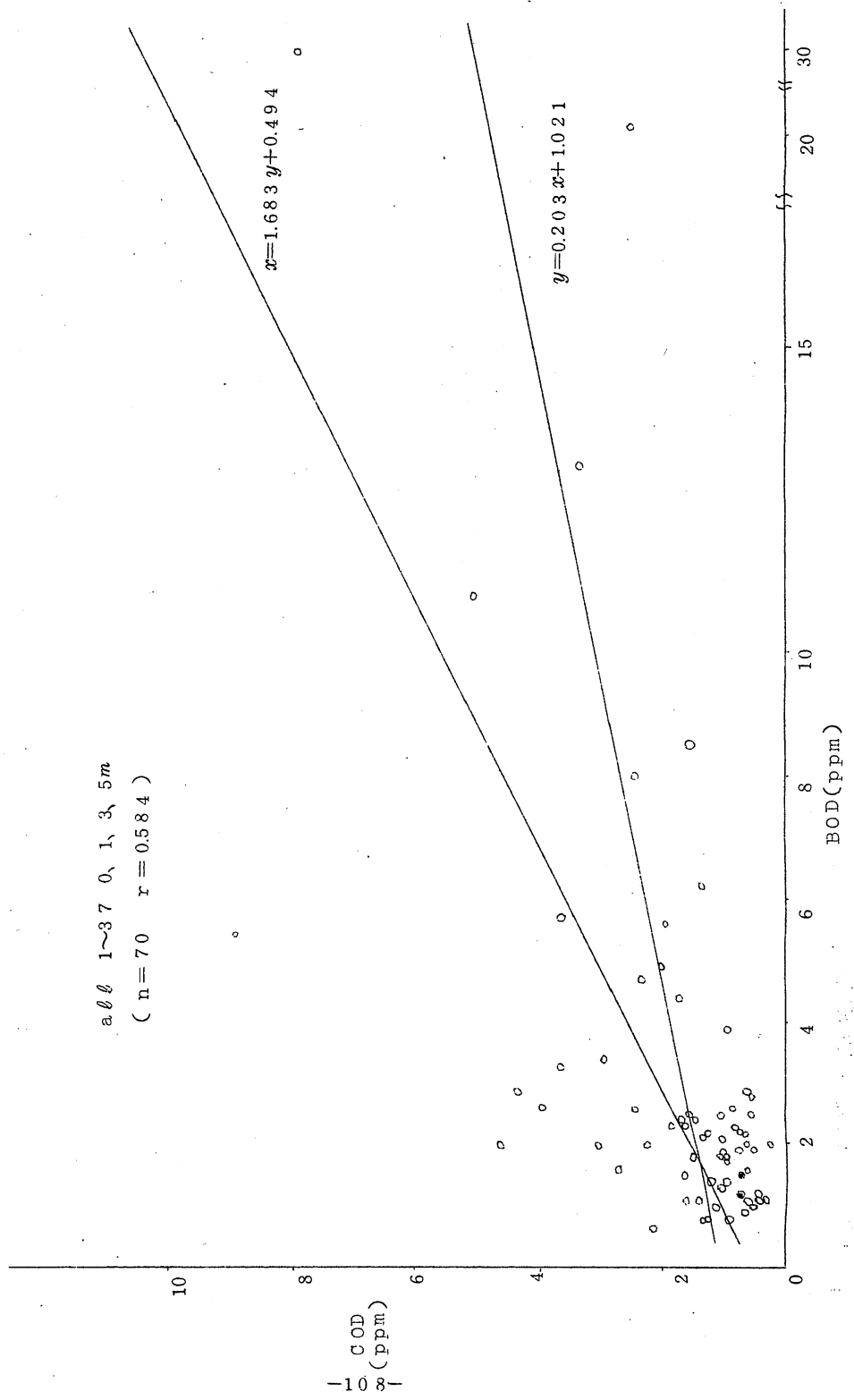




図-18 <TOC-Cl>

all 11~37 0, 1, 3, 5m  
(n=60 r=-0.622)

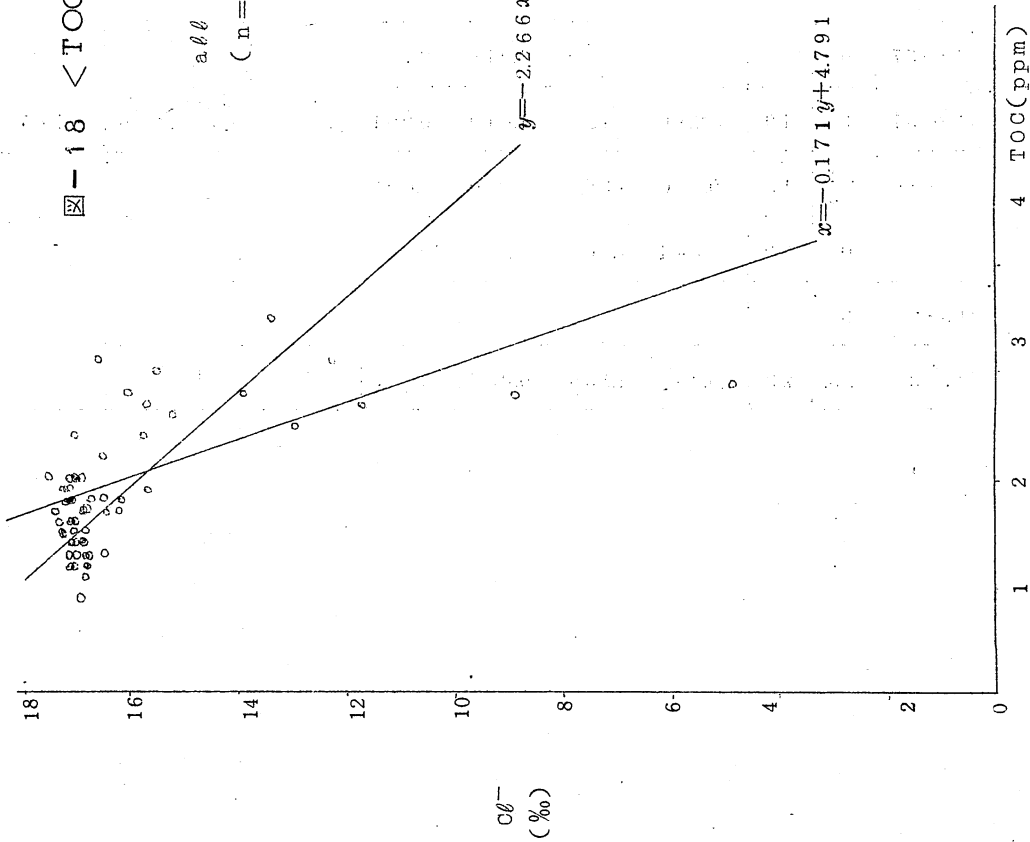


表-14 回帰直線の勾配と切片

Sample No	水深 (m)	n	$x$ BOD - $y$ TOC				$x$ COD - $y$ TOC				
			b(x)	a	b'(y)	a'	n	b(x)	a	b'(y)	a'
1-37	0.1. 3.5.	70	0.139	1.559	3.957	-4.693	70	0.456	1.248	1.569	-1.467
1-37	0	37	0.154	1.624	3.768	-4.615	37	0.464	1.179	1.609	-1.363
1-37	3	25	0.280	1.156	2.444	-2.158	25	0.592	1.166	0.705	-0.249
1-10	0	10	0.134	2.062	4.455	-6.802	10	0.557	0.602	1.501	-0.240
11-17	0.1. 3.5.	18	0.117	1.935	3.516	-4.025	19	0.385	1.747	1.685	-2.249
11-17	3						6	0.629	1.526	1.199	-1.528
18-37	0.1. 3.5.	41	0.290	1.107	1.207	-0.231					
18-37	0	20	0.274	1.119	1.016	0.105					
18-37	3	19	0.281	1.110	1.619	-0.901	19	0.313	1.286	0.775	-0.309
18-26	0.1. 3.5.	18	0.200	1.367	1.099	0.093					
18-26	0	9	0.344	1.109	1.602	-0.916					
18-26	3										
27-37	0.3.	23	0.208	1.156	0.836	0.218					

n : 試料数

b, b' : 勾配

a, a' : 切片

$$y = bx + a \quad x = b'y + a'$$

$x$ BOD - COD					$x$ TOC - Cl <sup>-</sup>				
$n$	$b(x)$	$a$	$b'(y)$	$a'$	$n$	$b(x)$	$a$	$b'(y)$	$a'$
70	0.203	1.021	1.683	0.494	60	-2.266	20.323	-0.171	4.791
37	0.230	1.319	1.617	0.124	27	-2.136	19.997	-0.212	5.466
25	0.163	0.639	1.193	0.946	25	-0.598	17.813	-0.486	9.894
19	0.123	1.293	1.958	1.711	19	-2.613	20.848	-0.089	3.776
					8	-0.926	18.780	-0.682	13.111

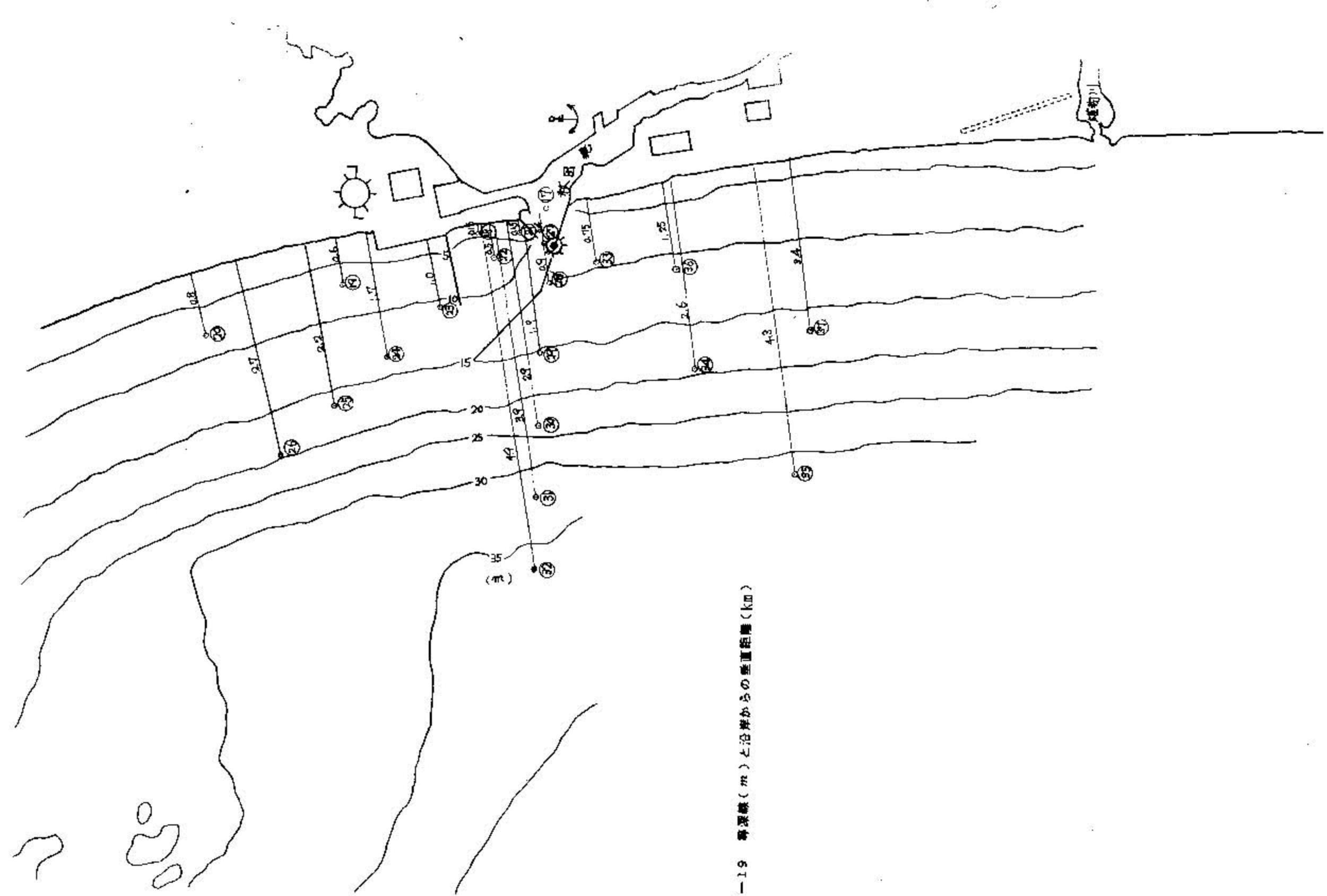


図-19 水深線 (m) と沿岸からの垂直距離 (km)

図-20 <BOD>

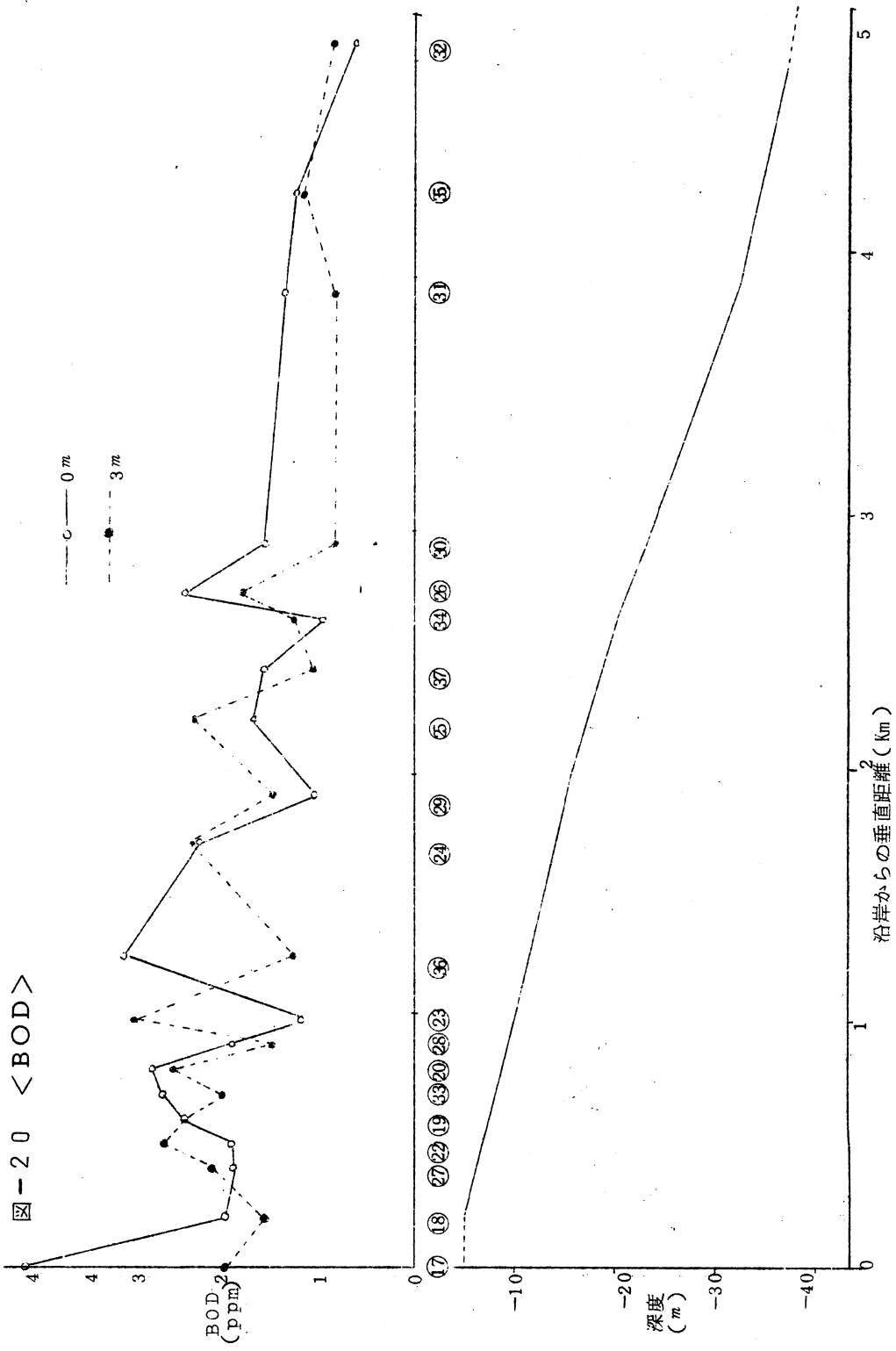


図-21 <COD>

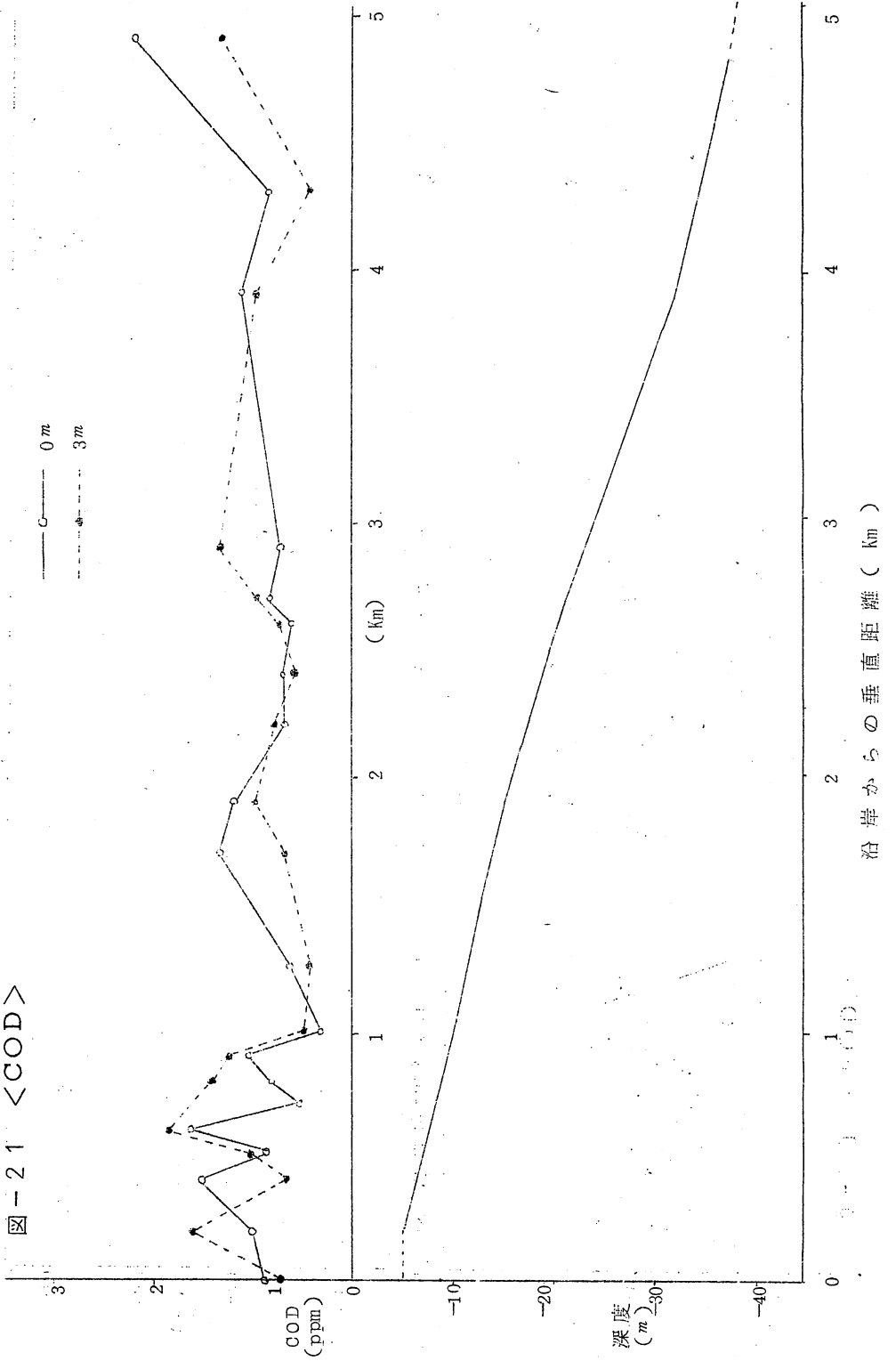


図-22 <TOC>

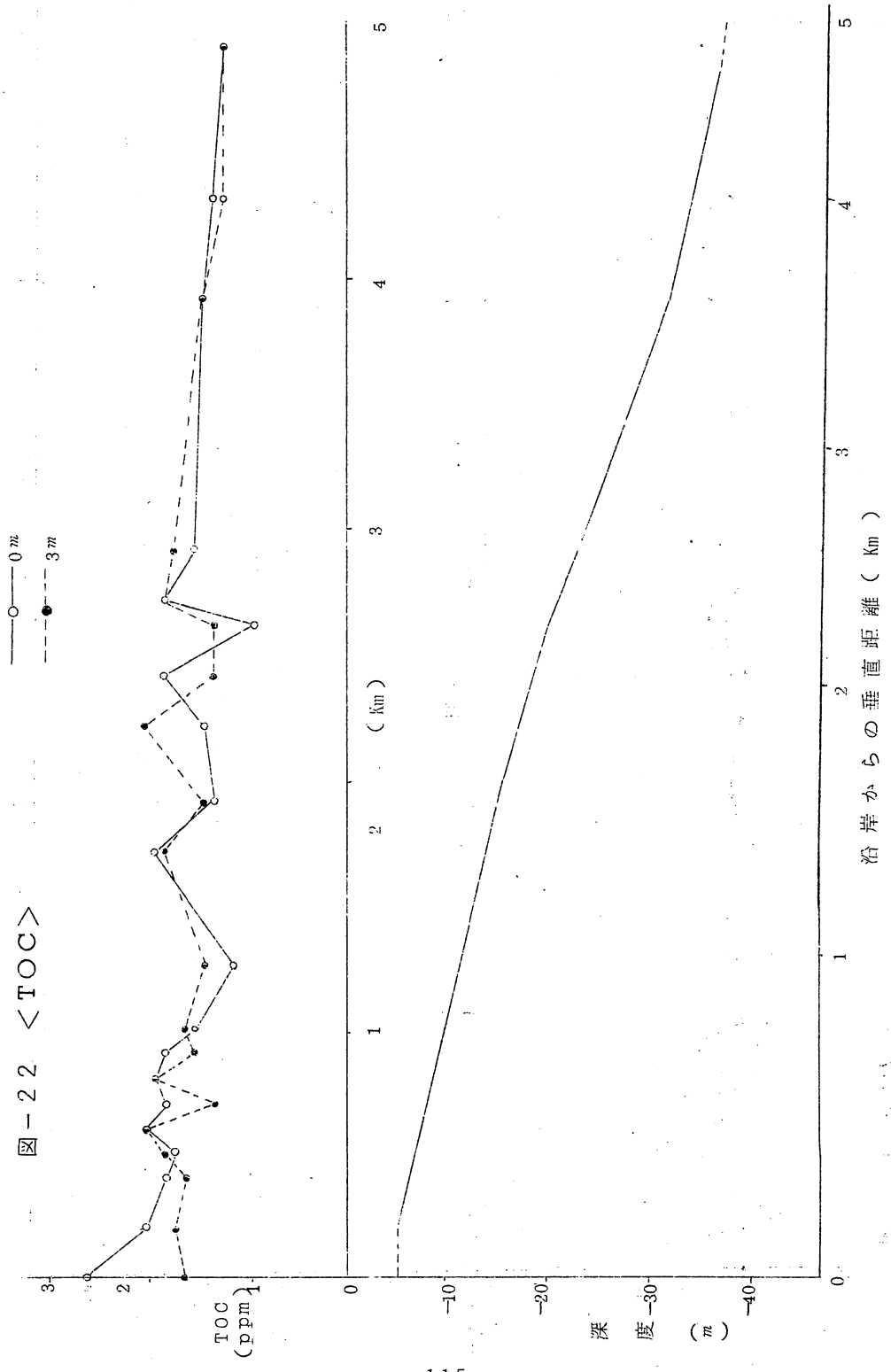
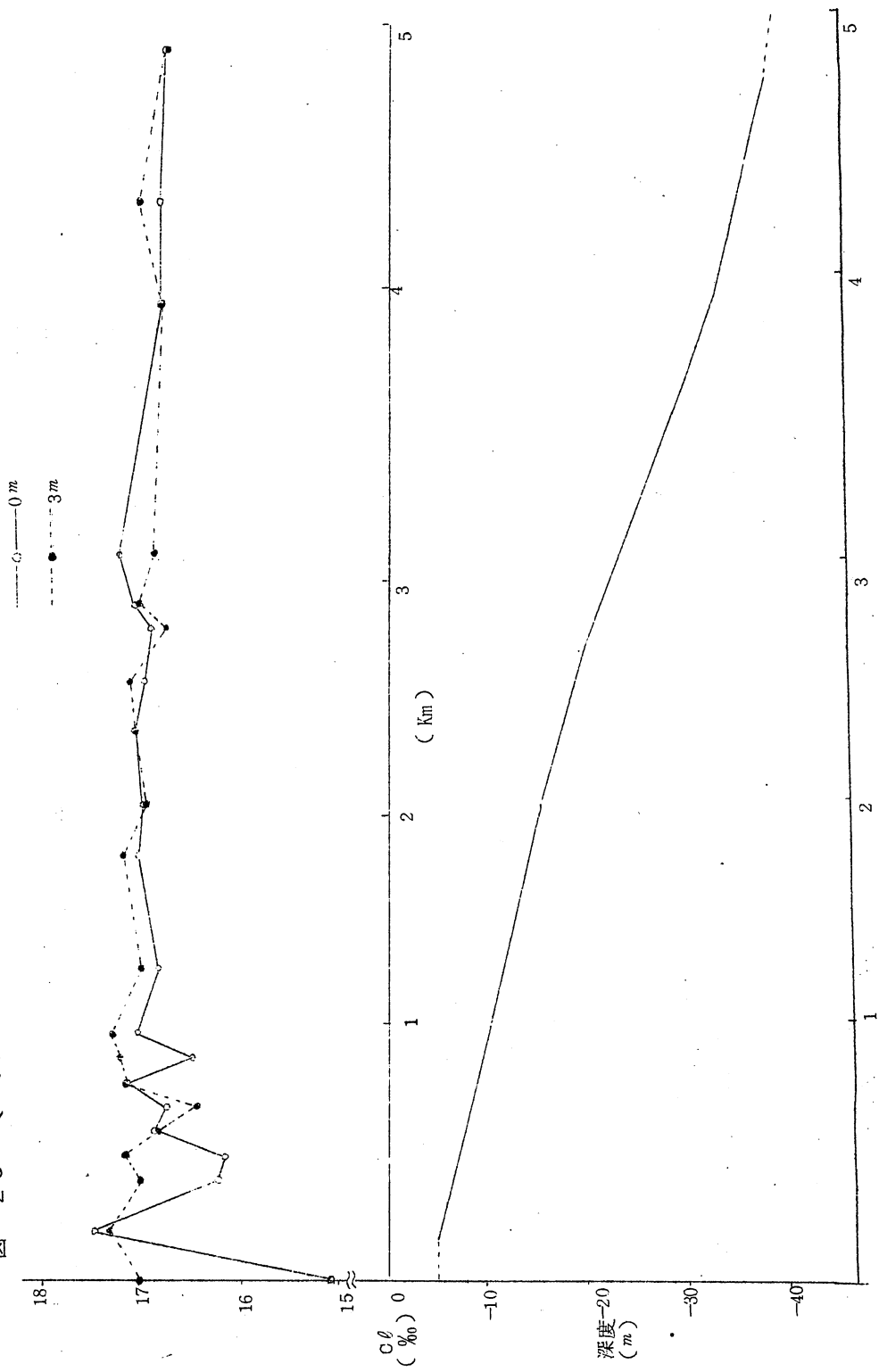


図-23 <C<sub>θ</sub>>



沿岸からの垂直距離 (km)



図-24 <0 m - 3 m 差>

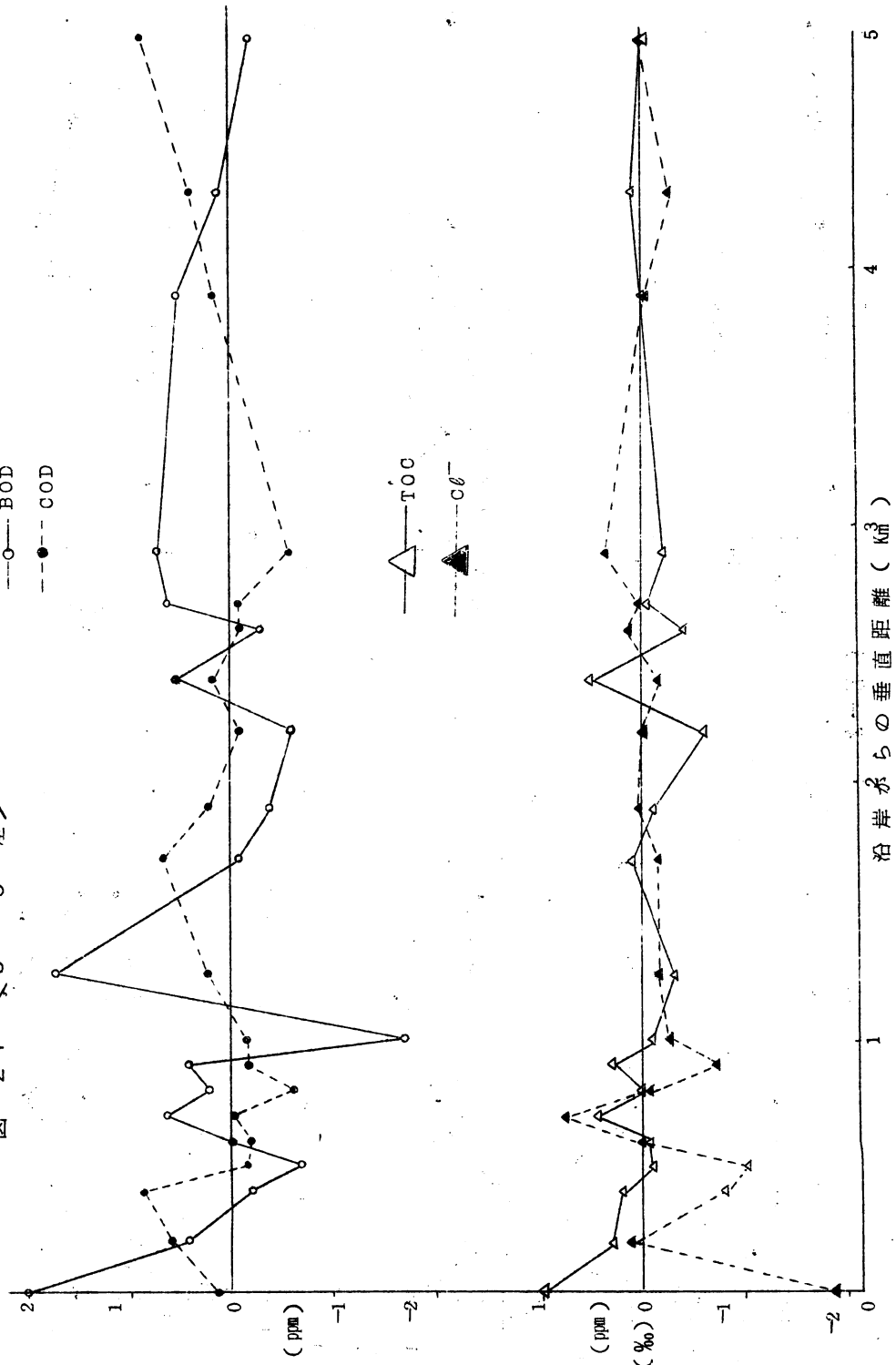


図-25

