

工場廃水に関する研究(第3報)*

新田 忠雄, 荒川 清, 杉本 仁彌,
藤谷 超, 伊賀原彌一郎, 竹内 脩

Study on pollution by Industrial Sewage (III)

Tadao Nitta, Kiyoshi Arakawa, Hitomi Sugimoto,
Masaru Fujiya, Yaichiro Igahara and Osamu Takeuchi

内 容 目 次

I 基礎研究篇

1 生物関係

- (イ) 魚類の不好量に関する研究 III
- (ロ) 各種汚濁水の牡蠣に及ぼす影響
- (ハ) 泥質中の有機物の醗酵とベントスの棲息との関係について その1
- (ニ) 農業用殺虫剤の水産生物に及ぼす影響 (I)
- (ホ) 同 (II)

2 泥質関係

- (イ) 底質に於ける有機物の醗酵について II
- (ロ) 泥質による廃水影響区域の検討

3 水質関係

- (イ) 汚水に対する海の自浄作用について (其ノI) 浄化の程度を知る方法
- (ロ) 同 (其ノII) 浄化の速度及び酸素たるみ曲線について
- (ハ) 廃水の分散を支配する要素
- (ニ) 廃水分散の形態

4 廃水処理について

II 現地研究篇

1 都市廃水の研究

広島市内水域の水質調査

2 川口周辺の底質についての一考察

3 人絹工場の廃水に就いて

4 醗酵工場の廃水に就いて

5 石油工場の廃水調査

6 玖波湾の工場廃水について (IV)

魚類の不好量に関する研究 III

新 田 忠 雄

これまで不好量について2回にわたり報告を行って来た。⁽¹⁾⁽²⁾この不好量の測定実験は一種類の薬品の不好量を測定するのにはほぼ一月を要したので、これを簡単にして同一効果をあげ薬品の種々の種類についての測定を容易にするため、同じ考え方で小型の水槽をつくり、これを用いて実験を試みたが、一応役にたつよう

* 内海区水産研究所業績第49号

に思われた。実験はミチンコ及び金魚を用いたが、以下これらについて報告する。

I ミチンコを用いた実験

(i) 実験方法並び実験

装置は第1図に示した通りである。この中に20個体のミチンコを入れた。試験水槽を五つに区分して、10分毎に各区のミチンコ数を数えた。しかし実際にはミチンコが見付けにくく、見つけた数だけを記載した。5回以上の読みの後両端の区域の数の比率から影響の有無を判定した。

不好量と比較するため致死量を測定した。致死量は小さなピーカー又は管瓶に20個体位のミチンコを入れ1時間以内に死ぬ濃度を求めた。

実験に用いた薬品の種類の選定は生物に対する薬品の生理作用を述べる高瀬氏の記載から、神経に対する刺激を主にして選定した。(第1表)

実験結果を第2表に示す。実験は5・6月に行った。

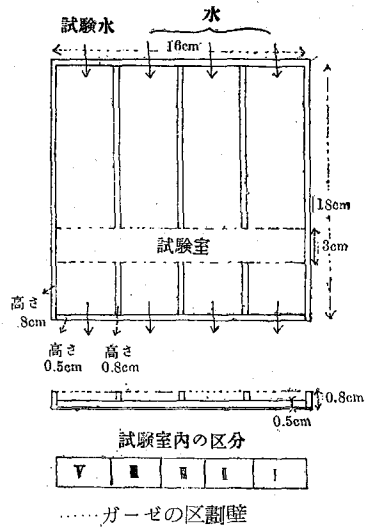
第1表

薬品	種々の反応、影響	
硫化ソーダ	粘膜刺激	催吐薬 催吐薬 下剤
塩化バリウム	粘膜刺激	
晒粉	局所刺激	
苛性ソーダ	腐蝕性	
硫酸銅		
硫酸亜鉛		生物には滲透圧の関係で問題がある 強力な殺菌力 リポイドと結合して毒性
硫酸苦土		
食塩		
昇汞		
フェノール		

第2表 ミチンコの不好量

薬品	濃度	I/V	測定回数	不好量	致死濃度	致死濃度測定の際の反応
食紅	0	0.58	10			
	添加	14.0	5			
苛性ソーダ	0	0.63	5	5~10ppm		
	100ppm	8.0	5			
	0	1.5	5			
	50	18.0	5			
	0	0.71	5			
	5	1.4	5			
	10	5.3	5			
	20	4.7	5			
硫化ソーダ	10	1.2	5	20~50ppm	200ppm 100 50	1時間でほとんど死 1時間で死なない 2時間半で半数死 2時間で死なない
	20	1.2	5			
	50	1.8	6			
	100	6.0	5			

第1図



(ii) 実験結果の検討

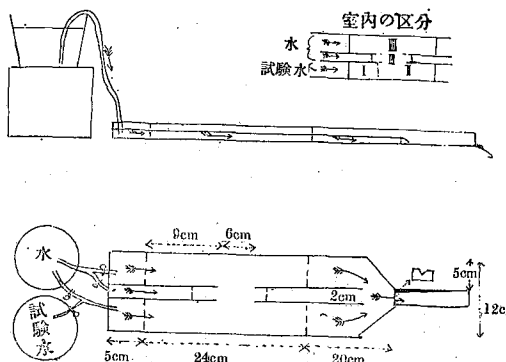
ミチンコは趨光性があり、色に対して反応を示した。薬品について行った実験では、粘膜に直接影響する薬品には早く感応があるが、その他の薬品には毒力の強いものでも反応が現われず、ミチンコは実験中に死んでいく事が結果として現われた。

II 金魚を用いた小型水槽による不好量の実験

ミチンコでは視覚に感じる場合と直接皮膚に感じる場合に不好量が現われ

薬品	濃度	I/V	測定回数	不 好 量	致死濃度	致死濃度測定の際の反応	
塩化バリウム	0	1.0	5	50~100ppm	1000	1時間で小型のもの死 1時間で死なず	
	50	1.15	5		500		2時間で半分死ぬ
	100	4.6	3				
次亜塩素酸ソーダ	0.5	1.0	5	0.5~1.0ppm	2	1時間で1/4死 死なず	
	1.0	4.5	4		1		
硫 酸 銅	0	0.77	5	実験中多数死ぬ	10	1時間後1匹のみ生残 " 4匹生残	
	0.2	1.4	5				
	0.4	0.87	5				
	1	1.2	5				
	2	2.1	5				
	0	0.6	5				
	5	0.87	5				
	10	1.2	5				
	20	1.1	5				
	0	0.86	5				
	20	0.54	5				
50	0.53	5	一部死ぬ				
100	0.43	5	全部死ぬ				
フェノール	0	1.2	5	一部死ぬ			
	0.02	1.4	5				
	0.05	1.8	5				
	0.1	0.44	5				
	2.0	0.68	5				
	0	0.97	5				
	10.0	1.6	5				
	50.0	0.6	5				
	100.0	0.78	5				
硫酸マグネシウム	500	2.1	5	実験中死ぬ	10000	1時間半分死ぬ " 死なぬ	
	1000	1.8	3		5000		
	200	1.1	3				
	0	2.0	3				
	1000	—	—				
	5000	—	—				
10000	+	—					
昇 汞	5	—	—	実験中死ぬ	0.5	1時間で半分死ぬ	
	50	—	—				
	100	—	—				
食 塩	20000	—	—	実験中死ぬ	10000	1時間で1/4死ぬ " 死なぬ	
	50000	—	—		5000		

第2図



る事を知ったが、金魚について同様に比較実験を行って来た。

(i) 実験方法

第2図に示す装置を用いた。装置に使用した材料は硬質のビニールである。その周囲を板で囲み上に電灯をつけて人影が金魚を驚かさないようにした。この実験は11月に行ない、水温が16~17°Cで金魚がやや不活発であったので装置の大きさに比べては多過ぎる位の金魚を入れて実験した。金魚は大体20~25尾を泳がした。測定は5分毎に金魚の尾数を数え10回の平均値を比べる事とした。

(ii) 実験経過

実験結果を第3表に示す。

第3表 金魚不好量嫌忌量

薬品	不 好 量			嫌 忌 量		水温
	濃 度	I / V	結 果	濃 度	反 応	
苛性ソーダ	0	0.73		100ppm 80	+	17°C
	20ppm	0.91	-		-	
	30	0.59	+ ?			
	10	0.72	-			
	20	3.7	-			
	40	0.16	+			
	0	0.84				
硫化ソーダ	5	0.22	+	60 80	-	16°C
	0	1.8			+	
	2	1.1	-			
硫酸銅	5	4.0	-	50	-	16°C
	0	1.5				
	10	1.8	- 鼻上げ状態			
	20	0.35	? 13尾死			
フェノール	0	0.98		5 10 20 50 100	- - - ? ?	
	5	0.21	+ 5ppmで 1日死なない			
	2	2.2	-			
塩化バリウム	0	0.66		10 20 50 100 200	-	16°C
	50	0.14	+		-	
	20	0.17	+		?	
	0	0.40			?	
	10	0.36	-		+	
	5	0.61	-			
硫酸	0	0.65		10 20 50 100	- - + -	20°C
	5	0.43	-			
	10	0.12	+			
硫酸亜鉛	0	1.0				16°C
	10	3.4				
	20	1.1	鼻上げ状態			
	40	0.78				
	80	1.1				
	200	0.74	7尾死			
亜硫酸バルブ廃水	0	0.89		140 280 560	-	22°C
	16ppm	1.9	+		?	
	32	26.0	-		+	
	80	4.0	-			
	120	0.42	-			
ソーダバルブ廃水	0	2.1	-	500 750	-	
	75ppm	2.2	-		+	
	149	2.1	-			
	298	1.3	+			
石鹼水	COD 92.2ppm	0.31	+	369	+	16°C
	0	0.82				
	36.9	0.65	-			
松ヤニ	COD 747ppm	体表に松ヤニがつき金魚は動けず死ぬ10分				
	149.4	口の周囲や体から糸を引いて逃げまわる30分で死ぬ。				
	74.7	むしろ好む如し、1時間で金魚がふらふらになる。 水を変えると元気になる。止水で74.7ppm 2時間で死ぬ。				

この実験中硫酸銅及び硫酸亜鉛を使用した場合濃度が増すと金魚が鼻上げをはじめ動作がにぶくなり斃死するものを生じた。

金魚で行った実験でフェノールでは不好量が現われた。これから考えられる事は、皮膚の刺戟の他に金魚では臭気に対しても感じるのではないかと考えられる事である。これは金魚が嗅覚により嫌忌を示すこととも一致する。⁽⁴⁾

金魚の小型水槽の実験は大型水槽の場合と比較して多少の差があるようで、これは冬になって水温が低下して、金魚が不活潑であることがその原因の一つではないかと考えられる。

III 不好量の結論

魚類の極量として致死量の他に嫌忌量は魚が嫌って逃げる量と言うことであるが、魚が逃げる所と魚には全く影響のない所との中間に魚の少ない所を考えて不好量とした。この不好量までは魚類に影響があると考えている。この不好量は金魚では皮膚に刺戟を与える薬品や臭気のある薬品を魚は好まずさげようとするのであるが、毒性があっても直接の刺戟を感じなければ死ぬまでそこを逃げようとしない。ミチンコでは金魚と違って臭気も感じないのかもしれない。

参 考 文 献

- (1) 新田・藤谷 内水研報告第3号 1953
- (2) " " 第6号 1954
- (3) 高 瀬 化学構造と生理作用 昭16
- (4) 藤谷・新田 内水研報告第6号 1954

各種汚瀆水の牡蠣に及ぼす影響

藤 谷 超

緒 言

工場廃水を始めとして各種汚瀆水の漁業に及ぼす影響に関しては多くの報告があり可成り考察も行われているが、養殖業の対象生物となるものについては左程多くの報告が見られない様である。然し乍ら移動力を持たない生物を主とした養殖業の対象生物に対する各種廃水の影響は可成り大きなものがある様である。この様な見地から今回はその対象生物の一つとして瀬戸内海に於いて重要養殖業である牡蠣についての研究を行った。

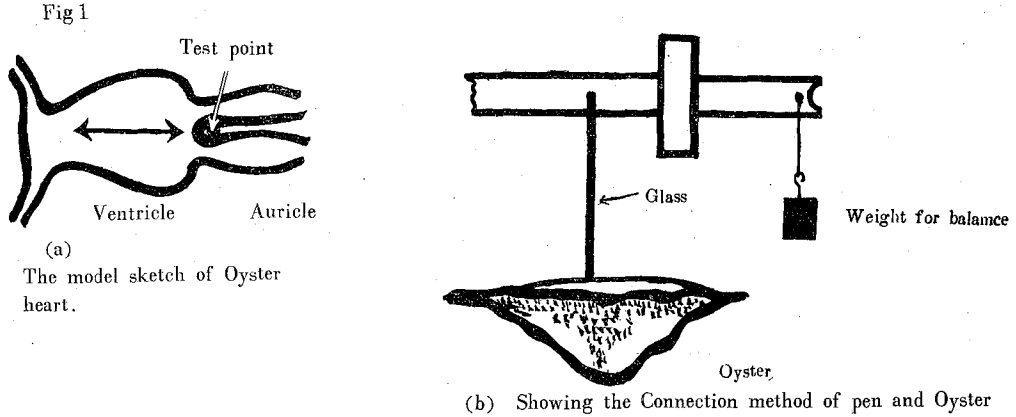
研究 方 法

従来魚類に関しては致死量、嫌忌量又筆者等が提唱した不好量と言った各種汚瀆水に対する影響について可成り多くの報告、資料が見られるが貝類に関するものは之に比し極めて少く又その方法についても余り多くの報告は認められない様である。貝類、特に大型のカキ、アコヤガイ等についてはその生理的な影響を知るために従来貝殻の運動、水の吸入量、^(1,2) (Galtsoff 1928, Hopkins 1931) 心臓搏動の変化、^(6,7) 鰓の絨毛運動等それらを併行した方法によってその影響を知る方法が採られている。これら多くの方法の中で環境海水の変化による介体の生理変化は、⁽³⁾ 心臓搏動の変化によって直接示されると言われて居り、⁽⁴⁾ 筆者は新たに考案した方法で心臓搏動の変化を求めてこの研究を行った。今日迄貝殻の心臓搏動についての研究は総て摘出された心臓を用い行われているが、之は必ずしも自然状態に於ける変化を示すものとは思われない。川本はこの点を改良してアコヤガイに於ける実験に於いて新たな方法によって研究を行っているが、⁽⁴⁾ 筆者は猶一層自然状態に接近して研究を行うために心臓を具体的に附着せしめたままその運動を Kymograph 上に描記せしめ

る方法を用いた。

【心臓搏動を描記する方法】

カキの上殻を閉殻筋から切離して除去し、鋭利な小形鉗を用いて心臓を露出せしめる。カキの心臓は二心耳一心室であり、その外観は第1図に示した様に心室と心耳の境は又状を呈している。この又状部の基部へ第1図に示した植杆に取付けてあるガラス管を挿入して心臓の矢印の動きをペンに伝えKymograph上に描記せしめる。



【実験方法】

上記の方法を用いて先ず正常な海水での心臓搏動を描記させ、そのままの状態で海水のみを供試し様とする液と交換して描記を続け、濾紙を固定した後液を交換する前後について各々単位時間内に於ける搏動数と搏動の大きさの平均値との積について比較した。

即ち 心臓の仕事量を E

海水中での単位時間の搏動数と搏動の大きさの平均値を B, H

供試液中のものを B', H' とすると

$$E = \frac{B' H'}{B H} \times 100\%$$

として E の値を比較する事とした。カキは 7~10gr の物を使用した。

【実験】

i) 液の交換による影響

先ず海水中で描記させその海水を取出し、同一海水を再び注入した場合に於ける E の値を求めると第 1 表の様になる。之から E の棄却限界を求めると $109.4 \geq E \geq 89.6\%$ が求められる所から大体同一海水中の交換による E の変化を $110 \geq E \geq 91\%$ として種々の液を用いて行った E の値が上記の域内にあるものを正常のもの、上記の域外に出たものを影響を受けたものとして考察を行った。

第 1 表

実験回数	E の値 (x)	x ²	実験回数	E の値 (x)	x ²	実験回数	E の値 (x)	x ²
1	107	11,449	9	95	9,025	17	100	10,000
2	97	9,409	10	103	10,609	18	108	11,664
3	100	10,000	11	100	10,000	19	93	8,649
4	93	8,649	12	100	10,000	20	100	10,000
5	93	8,649	13	100	10,000	21	100	10,000
6	100	10,000	14	93	8,649			
7	100	10,000	15	108	11,664	計	2090	
8	100	10,000	16	100	10,000		$\bar{x} = 99.5$	208,416

ii) 水温の変化による影響

水温に依って心臓の仕事量 (E) の変化がどの程度になるかについての実験を行った。海水を50%の稀釈海水と交換した場合各温度に於ける E の値は第2表の様である。この場合 15~24°C に於ける温度の変化に対して E の値は大して変化がない。この研究に於ける各実験に於て 15~24°C の間で行われているので、従って水温についての特別の考慮は行わなかった。従来の摘出心臓について行われた報告には温度の上昇と共に搏動数は増加すると言われていたが、この実験の場合は海水と試液を交換す前後については同一温度であるので変化が余り認められないものと思われる。従って各温度に於ける搏動の絶体値については変化が認められるが、之はこの研究の上では相殺されているものと考えられる。勿論此の場合も搏動数の絶体値には差がある。

第2表 50%稀釈海水に於ける温度による変化

Temp.	15°C	16	17	18	19	20	21	22	23	24
E	53	53	56	59	57	52	56	55	55	55

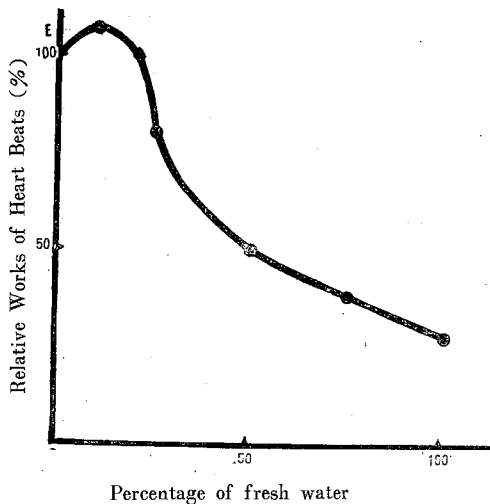
The effect of temperature in 50% dilute sea water.

iii) 淡水による影響

カキの養殖技術形態から見ても成育環境に淡水が波及して来る場合が容易に考えられる。特に工場、都市の廃水を考えて之が如何に浄化されたとは言え淡水として流されるのが現況と考えられる。従って淡水に依って受ける影響は比較的重要な要素を含むものと考えこの実験を行った。

稀釈の割合と E との関係は第2図の様になり正常な状態と見為されるのは22%の所迄である。今日迄行われて来た摘出心臓による実験に於いては稀釈海水を用いた場合可成り海水の塩分濃度が低下しても搏動は余り変っていない様に報告されているが、この点この実験と大分異なっている。

Fig 2 淡水の影響
The effects of dilute sea water



第3表 稀釈海水と生存時間

時間	1	2	3	4	5	7	10	20	24
100(海水)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
90	+	+	+	+	+	+	+	+	+
80	+	+	+	+	+	+	+	+	+
70	+	+	+	+	+	+	+	+	+
60	+	+	+	+	+	+	+	+	+
50	+	+	+	+	+	+	+	+	+
40	+	+	+	+	-	-	-	-	-
30	+	+	+	+	+	+	+	-	-
20	+	+	-	-	-	-	-	-	-
10	±	-	-	-	-	-	-	-	-
0	±	-	-	-	-	-	-	-	-

The living time in dilute sea water.

水温 15°C ~ 18°C

稀釈海水とカキの生存時間及び E の値について見ると第3表の様になる。之に依って表わされるものは僅かに見当付けが出来る程度のものでしか有り得ないが淡水の割合が60%を越える事はカキにとって致命的なものになると考えられる。

蒸留水に浸した場合の回復率を第4表に示す、之は例を30分のものについて見ると30分間蒸留水に浸した後正常な海水へ戻した時、心臓搏動が正常に戻ったものの割合である。之から一旦搏動の停止したものは容易に回復しない様である。摘出心臓の場合には一旦搏動が停止しても或程度

第4表 蒸留水中の回復率

浸液時間	10分	20	30	40	50
回復率	20%	20	5	0	0

The recovery rate in distilled water

恢復する事が報告されているが、この点も大分異っている様である。之等の違いは具体的に附着せしめたままの状態に於いて実験を行った事に起因するものと思われ、之等は少なからぬ相違と考える。

iv) 酸及びアルカリによる影響

多くの廃水特に各種工場廃水の場合 pHが或る程度水質の目安になり得る位酸及びアルカリに影響される所が大きい。従って之等工場廃水を考えた時カキが酸若しくはアルカリによって影響される事を考えこの実験を行った。

Fig3 酸の影響
The effects of HCl solution

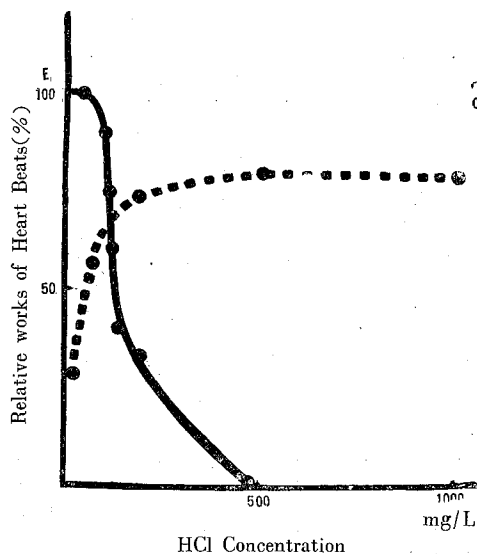
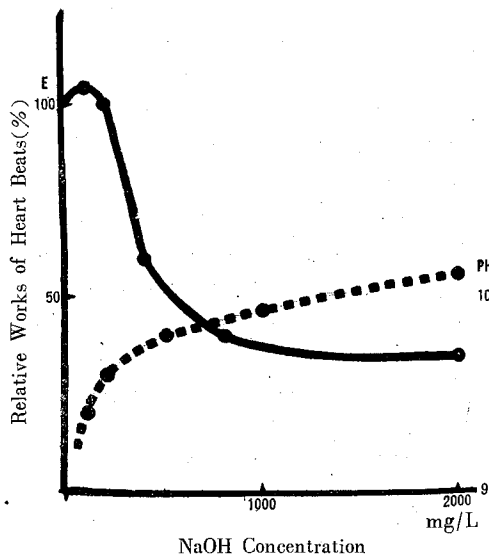


Fig4 アルカリの影響
The effects of NaOH solution



酸の場合(第3図)は約80mg/L(この時の液のpH=3.7)アルカリの場合(第4図)は約200mg/L(同じくpH=9.6)に達すると正常状態ではなくなる様である。

第5表 酸中に於ける斃死時間

濃度 \ 時間	1	2	3	4	5	6	7	10	21	25
Control	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
500mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200mg/L	+	+	+	±	±	±	-	-	-	-
100mg/L	+	+	+	+	+	+	+	±	±	-
50mg/L	+	+	+	+	+	+	+	+	±	-

The living time in HCl. solution.

第6表 アルカリ中に於ける斃死時間

濃度 \ 時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	23	24	25	26	30
Control	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4000mg/L	+	+	+	+	±	±	-	-	-	-	-	-	-	-
2000mg/L	+	+	+	+	±	±	-	-	-	-	-	-	-	-
1000mg/L	+	+	+	+	+	±	±	±	-	-	-	-	-	-
500mg/L	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
250mg/L	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
125mg/L	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	±	-

The living time in NaOH solution

V) 都市廃水による影響

カキの増殖形態からも比較的都市廃水によって環境が汚濁される事が多々ある。

広島市の一般下水を用いて行った実験の結果は第5図の様である。之に依ると20%下水が混ざるとEの値は正常と認められなくなるのが見られるが、この場合下水は淡水であるのでこの影響を考えに入れると下水としての影響は大して表われていない様に思われる。一方下水を取扱う場合その生物に対する毒性を考えると硫化物が常に大きく影響する様である。この下水の場合硫化物は H_2S として $2.3mg/L$ のものであったが、之は余り大きい値ではない。硫化物の多い下水がカキの実験に適した季節中得られない所から硫化ソーダを用いて行った実験の結果を示すと第6図の様になる。之に依ると H_2S に換算して $5mg/L$ になるとEの

Fig 5 下水の影響
The effects of sewage

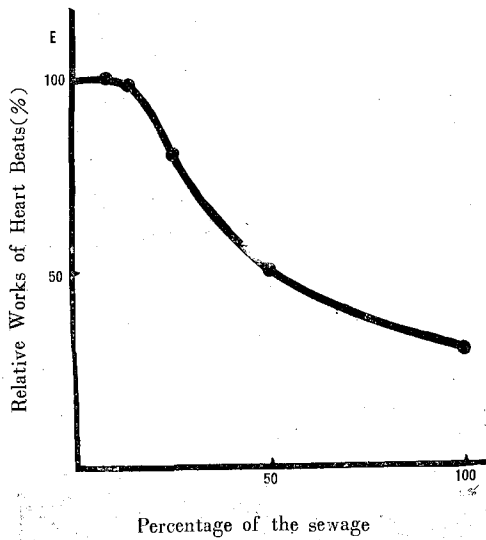


Fig 6 硫化物の影響
The effects of Na_2S solution.

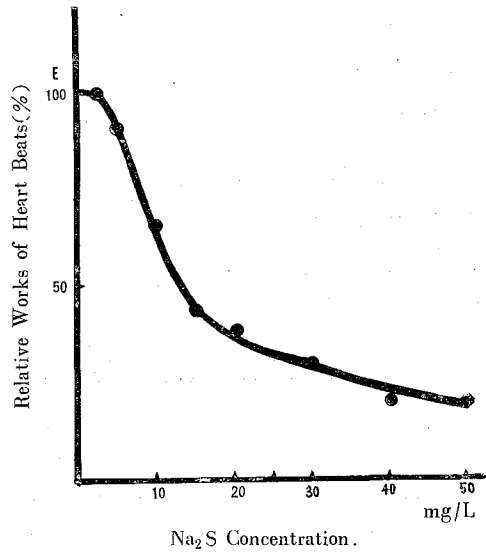


Fig 7 レーヨン工場廃水
The effects of Rayon Waste Water.

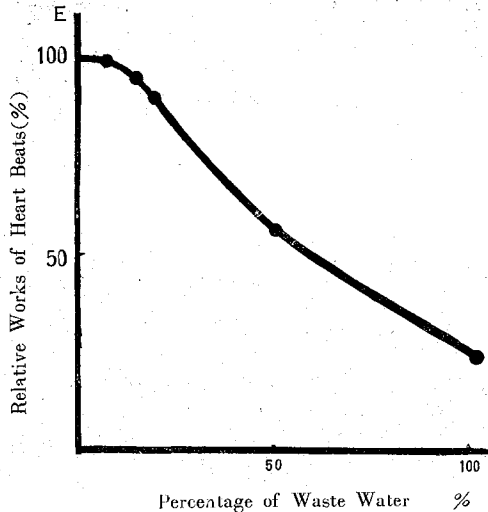
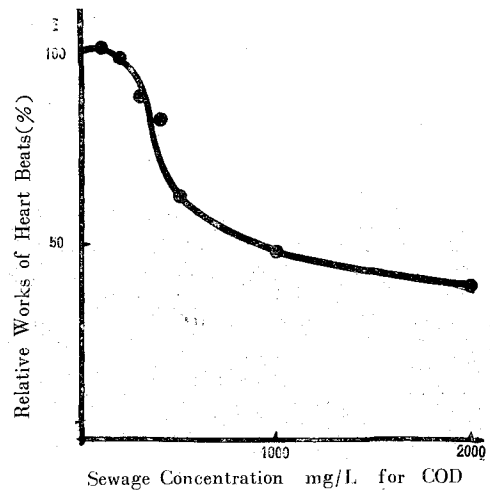


Fig 8 サルファイトパルプ廃水
The effects of sulphite Pulp mill Waste Water.



値は正常でなくなる様である。従って下水に依る影響の大略を推定すると、淡水としての影響が約20%混合に依って生じ硫化物が硫化水素として5 mg/Lを越える場合はこの影響をも受けるものと思われる。然し乍ら下水の場合淡水と硫化物の混合された形で現われる事が多いと考えられるので悪条件が重なった場合はより少ない混合で影響が現われるものと思われるが今回の実験ではこの点明らかになし得なかった。

vi) レーヨン及びサルファイトパルプ工場廃水に依る影響

近年合成繊維の普及発達と共に之等工場に依る影響が各地で起きている様である。

之等廃水に対するEの値の変化は第7図及び第8図の様なものでレーヨンの場合の影響濃度は約20%混合した場合、パルプの場合は約250mg/L (KMnO₄消費量)である。パルプ廃水の場合第7図に見られる様に200mg/L~500mg/LにかけてEの値の変化は急激であるので濃度の僅少な変化がカキに対する影響を可成り左右するものと思われる。

猶これに用いたレーヨン廃水はpH3.0、汚濁消費量3.53mg/L C.O.D 42.69mg/Lのものである。

vi) 各種農薬に依る影響

最近農薬の普及に伴ってその水産生物に対する影響が各地で可成り問題となっている所からこの実験を試みた。

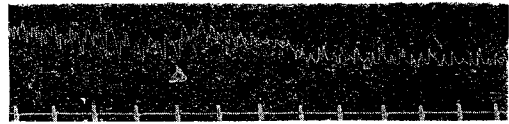
使用した農薬は近年特に関心を持たれている、パラチオン、TEPP、又新製品であるが問題のある、エンドリンの何れも乳剤を用いて行ったもので、その結果は第7表の様である。

之から見ると之等農薬に依る影響は魚類に較べて影響濃度が高く⁹⁾実際に於いて余り影響を受けない様に思われるが、農薬による影響は夏季カキの抵抗の比較的弱い時期に於いて起る事であるので判然とした事は何とも言えないものとする。然し乍ら水産業の上で問題となる農薬の多くは生物の神経系に作用するものが多いが、一般に神経系に作用を与えて心搏に変化を起さしめると言われている塩酸モルヒネ、硫酸アトロピン、硫酸ストリキニン等を用いて実験を行った結果はアトロピン、ストリキニンについては心搏の変化が見られたがモルヒネについては変化は見られない。(第9図)この種貝類の神経系の分化程度から考えて、神経系に作用する薬品については必ずしも高等動物についての考え方がそのまま当てはまるかどうかが問題であって通常神経系に刺激を与えるとされている薬品が必ずしもこ

第7表 The effective dose of Insecticides on Oyster.

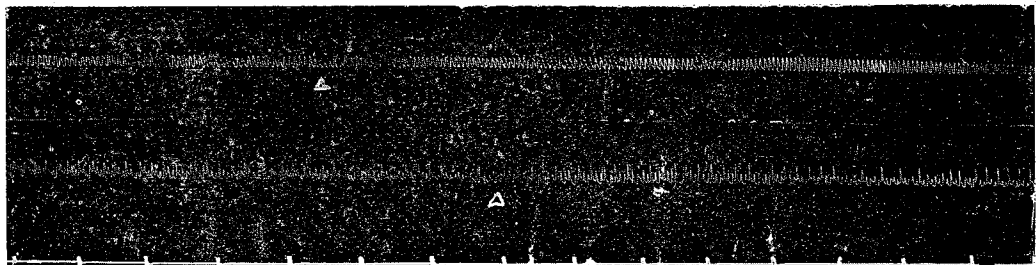
Insecticide	Effective Dose	Remarks.
Parathion	0.05%	
TEPP	0.035%	
Endrin	0.0025%	

Fig 9



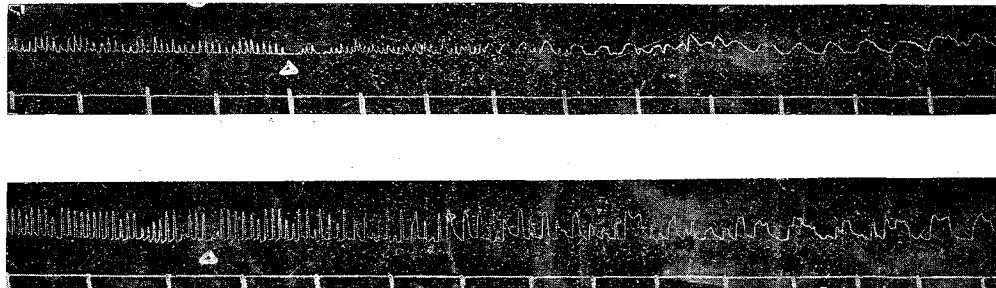
Atropinum sulfuricum 1目盛30秒
1 mg/cc in sea water.

Fig 9



Morphine Hydrochloride 1 mg/L cc 1目盛30秒

Fig 9



Strychnae Nitras

1 mg/cc

1目盛30秒

の種の貝類には刺激を与えるとは限らないと予想されるがこの点については今後の機会に研究を行いたいと考えている。

考 察】

各項目についての考察はその都度既述したので總体的な面についてのみ述べて：一以上種々の薬品及び廃水についてカキに対する影響濃度を述べたがこの方法及び各数値を直ちに実際の海面に当てはめるには未だ多くの検討すべき点があるものと思われるが、最悪条件の濃度として一応の見当付けをする意味からは使用し得るものと考え。又カキに同一の生理的現象を与える各薬品、廃水の濃度を知る事が出来るから之等相互間の相対的な影響の程度についても知る事が出来るものと思われる。実験方法特に心搏描記の方法は之に依って得られた結果が従来の摘出心臓に依るものに比して操作は可成り簡単であり然も敏感に作用する面が多い様に感ぜられる。従って介体の影響等を知るには従来の方法よりも猶適していると思われるが、心臓そのものの動きについて検討する場合に於いては不適當であると考え。

要 約】

- 1) 新たに改良を加えた心臓搏動描記方法に依り心臓の仕事量を求め、各種薬品、廃水による影響濃度を求めた。
- 2) 淡水22%混合海水、塩酸80mg/L、苛性ソーダ200mg/L、都市下水20%混合、硫化物5mg/L (H₂Sとして)、レーヨン廃水20%混合、バルブ廃水250mg/L (KMnO₄消費量で)の濃度で夫々心臓搏動は正常でなくなる。又農薬パラチオン、エンドリン、TEPP等は夫々0.05%、0.0025%、0.035%である。
- 3) 所謂高等動物の神経系に刺激を与える薬品は必ずしもこの種貝類に同様な刺激を与えるとは限らないものと思われるがこの点については今後研究を行いたい。

参 考 文 献

- 1) 高 槻：カキの心臓搏動について 動雑 38
- 2) 高 槻：牡蠣
- 3) ALBERT COLLIER, etc. : Effect of Dissolved Organic Substances on Oyster.
Fishery Bulletin 84. Fish and Wildlife Service.
- 4) 川本, 元木：アコヤガヒの生理的研究—I 日水誌 Vol 20 No 3 1954
- 5) 藤谷, 新田：魚類の嫌忌量に関する研究 魚類の不好量に関する研究 内水研報告第3号第6号
- 6) Tomita, G : The physiology of ciliary movement. I—II 1934. Jour. shanghai sci. Inst. (IV) I
- 7) 小林 博：アコヤガヒの環境変化に対する抵抗性の研究
(2)心臓の搏動について 水産講習所研究報告第4巻第1号 昭30
- 8) A. NOZAWA : The Normal and Abnormal Respiration in the Oyster, *Ostrea circumpicta* Pils. Science Report of the Tohoku Imp. univ. 4th Series, Biology vol. IV No 1. 1929
- 9) 藤 谷：農業用殺虫剤の水産生物に及ぼす影響 第一報 本誌

泥質中の有機物の醗酵とベントスの棲息 との関係について その1

荒 川 清

工場廃水中の有機沈殿物による底質の悪化に関し、先に著者は泥質中の有機物が海水流動下の実験に於いて還元性の醗酵分解を進め泥中に硫化物が多くなり底質の悪変が比較的長い事を報告したが、底質中の硫化物の含量が多い事は底棲生物の棲息に影響があると言われている。又以前に著者等が報告したように工場廃水中の有機物の沈殿があると思われる底質の範囲内に全然ベントスが認められない地域があった。

ベントスにしてもその種類により抵抗力も異なるであろうし、又生活環境に対する順応性もあると思われるが、底質がどの程度に悪化された場合に棲息に影響されるものであるかを特に有用ベントスの一部につき知る事が出きたのでここに報告する。

1 ゴカイの棲息に対する影響

Polychaeta類を代表するものとして、入手に都合がよいのでゴカイを使う事にした。

試 料

泥—宮島、可部島間の工場、都市廃水の影響のない地点の泥質をとり2mm目の篩を通して異物を除いたものを基本泥とした。

混入有機物—(A) 三次製紙会社の沈殿池よりとりあげたバルブを布に包んで絞り出来るだけ廃水を除いた。

(B) 魚肉を搗潰機により少量の海水を加えてすりつぶしたもの。

ゴカイ—広島市内の釣具店に釣餌として売っていたもの。

有機物混合率 基本泥の乾燥物に対して(A)は10%、(B)は7%

実 験 方 法

各有機物に少量の海水を加えてよく解きほぐして上記基本泥に混合し、これを2ℓ容硝子製ポットに約半量入れ、第1図に示す様に海水を一応海水溜に入れサイホンを用いてポットへ導き常時海水をあふらせる事にした。ポットへの海水注入部は注入中に泥の攪拌をさけるために硝子管瓶を立て、約600cc/mの海水を管瓶の底部に注下する方法をとった。

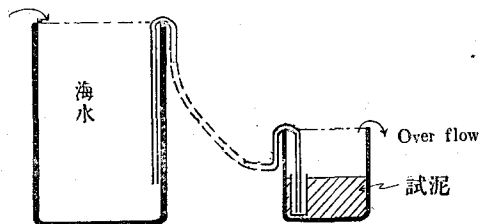
基本泥、有機物混合泥A、B各を数個準備し、これにゴカイを15匹宛入れ常時海水をあふらせた。尚ゴカイの游泳による脱出を防ぐためポットをガーゼで覆い紐で結んでおいた。約1週間目毎に各種のポットの一個宛を選び、ポット中の海水をとり溶存酸素(ウインクラウ法)、硫化水素(ヨード消費量)を測定し同時に海水溜より採水して同様の測定及びpHを測定する。

泥については海水を排除後ゴカイをとり出さない様に採泥瓶にとり充分攪拌後乾物量、C. O. D, I. O. D, 全硫化物、遊離硫化物及び灼熱減量を測定した。

測定試料を採取した残りの泥を2mm目の篩を用い海水中にて篩分けてゴカイの生存数より生存率を求めた。

その結果を第1、2、3表に示す。

第1図 飼育実験装置



第1表 経過日数と有機物混入泥の性質変化

(10月13日～11月24日)

測定項目	日数 区分	0	6	13	19	27	34	42
		C.O.D. (mg/g)	Cont.	35.4	28.7	36.2	32.9	28.1
	蛋白混入泥	80.1	53.0	47.5	48.9	44.8	46.2	44.7
	バルブ混入泥	106.4	105.1	97.5	72.6	48.7	90.3	85.7
I.O.D. (mg/g)	Cont.	11.7	12.6	11.2	14.9	11.2	8.4	8.8
	蛋白混入泥	22.2	22.9	18.5	19.7	14.2	14.0	13.2
	バルブ混入泥	22.9	19.5	17.7	22.3	21.3	18.6	22.3
Total硫化物(mg/g)	Cont.	0.255	0.100	0.264	0.487	0.258	0.236	—
	蛋白混入泥	0.248	0.325	1.061	1.221	1.240	1.198	1.314
	バルブ混入泥	1.189	0.437	0.851	1.217	1.272	1.058	1.523
遊離硫化物(mg/g)	Cont.	0.046	0.010	0.038	0.029	0.028	0.069	0.162
	蛋白混入泥	0.106	0.310	0.250	0.773	0.392	0.584	0.748
	バルブ混入泥	0.034	0.290	0.192	0.647	0.596	0.300	0.707
灼熱減量 (%)	Cont.	12.63	12.15	13.14	12.96	12.00	11.88	12.23
	蛋白混入泥	18.58	16.63	15.67	15.36	14.00	14.31	14.05
	バルブ混入泥	20.56	22.07	28.34	18.30	18.62	19.04	17.95

第2表 経過日数と有機物混入物上層海水の性質

(10月13日～11月24日)

測定項目	日数 区分	0	6	13	19	27	34	42
		溶存酸素 mg/L	Cont.	—	6.9	7.2	7.4	7.5
	蛋白混入泥	—	6.5	6.2	6.5	7.2	—	7.3
	バルブ混入泥	—	6.8	6.9	6.7	6.9	—	7.4
	海水溜	6.5	6.9	7.4	7.3	7.6	7.8	8.0
硫化水素 mg/L	Cont.	—	0.6	0.6	0.1	0.3	0.2	0.3
	蛋白混入泥	—	4.6	14.2	0.5	1.7	3.2	0.9
	バルブ混入泥	—	1.1	1.7	0.8	0.7	0.8	0.3
	海水溜	—	0.6	0.5	—	0.2	0.3	0.4
PH	海水溜	—	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
水温 °C	海水溜	—	20～18	19～17	20～16.5	19～13	17～15	14～7.5

第3表 経過日数と生存率 (%)

日数 区分	0	6	13	19	27	34	42
Cont.	100	66	46	40	60	3	46
蛋白混入泥	100	0	0	0	0	0	0
バルブ混入泥	100	13	20	20	0	0	0

2 アサリに対する棲息影響

アサリは二枚貝の代表として選んだ。アサリの養殖場が干潟に限定されるため附近に工場がある場合しばしば廃水による被害問題が起る。

又アサリの棲息層は大体酸化層であるが、まま還元層にも棲息するのを見る事があり、従って硫化物の多い底質に対して抵抗力が強いのではないかと思われ、又簡単に入手し易いこと等から之を使用した。

試料としては基本泥は実験1と同一物を用い、混入有機物はバルブ沈澱物のみを用いた。

実験方法は実験1と同一方法によったが、測定項目の内、海水に関する測定は実験1の結果から見て溶存酸素に大きな影響を与えていないので行わない事にした。

アサリは実験の2~3時間前に大野分室前の養殖地よりとりあげた殻長15~20mm程度のものを用いた。

実験結果を第4, 5表に示す。

第4表 経過日数とバルブ混入泥の性質変化

(12月20日~2月17日)

測定項目	区分	日数						
		0	17	31	39	45	52	59
C.O.D. (mg/g)	Cont.	29.6	28.1	33.9	29.2	25.0	10.1	28.1
	バルブ混入泥	47.8	47.9	49.4	23.8	37.8	36.2	31.5
I.O.D. (mg/g)	Cont.	10.1	9.4	10.8	2.5	11.0	9.1	9.1
	バルブ混入泥	12.5	12.6	12.1	4.4	13.5	12.1	7.2
Total硫化物(mg/g)	Cont.	0.172	0.111	0.338	0.121	0.060	0.400	0.180
	バルブ混入泥	0.140	0.473	0.719	0.784	1.093	1.261	0.603
遊離硫化物(mg/g)	Cont.	0.033	0.026	0.028	0.086	0.042	0.054	0.068
	バルブ混入泥	0.052	0.075	0.216	0.231	0.333	0.314	0.146
灼熱減量 (%)	Cont.	12.79	12.81	12.34	12.02	12.27	13.26	—
	バルブ混入泥	14.10	15.84	15.34	13.77	12.25	15.22	—

第5表 経過日数と生存率(%)

区分	日数						
	0	17	31	39	45	52	59
Cont.	100	100	0	100	100	100	100
バルブ混入泥	100	50	0	100	0	20	0

考 察

ゴカイの様に生活の殆んどを泥中に過すものは、泥質の状態及びそれから起る間隙水の問題等が環境に大きく影響すると思われるが、間隙水の問題については後の研究にゆずる事とする。

泥質に於いては、バルブ、蛋白混入泥ともに実験1ではC.O.D及びI.O.Dが稍下る傾向にあるが、バルブ混入泥は灼熱減量より見て均等に混入されなかったと思われ、又蛋白混入泥に就いては蛋白質の分解が相当に早いものであるし、分解生産物が流動海水に溶出されるためであろうと思われるが、この事は灼熱減量から見れば経過日数に従って順次減少してゆく事、及び、海水中の硫化水素量が非常に一時多くなり後減少してゆく事などから推測される。

実験1の結果から見ればバルブと蛋白質が泥中に混入されていた場合を比較すれば蛋白質混入泥の方が早

く硫化物が多くなる事はその混入物の分解の早さによるものを暗示しているのではないだろうか、更に分解が進むにつれ泥はインドール、スカトール様の悪臭を発する様になり生物の棲息環境としては非常に悪い状態となる。

実験1及び2のバルブ混入泥を比較した場合、実験1は水温20°C、実験2は14°Cによる水温(変えて言えば酸酵温度)による影響のためか硫化物の増加の早さが異なり、実験1の温度の高い方が早くくなっている事は酸酵温度が高い方、いわば硫酸塩還元菌の適温に近い方が酸酵が早く硫化物が多くなるのであろう。

実験1に於ける海水の測定結果より見れば分解のし易いもの程海水中の溶存酸素を消費する傾向が表われ、更に硫化水素も多いが、この実験の範囲に於いては海水の流動による海水の交換が底層より順次に行われると仮定すれば用器の大きさから考えて約2分を過ぎない短時間で交換が行われるため生物の棲息に影響する程溶存酸素の欠乏は起きないであろうし、実測結果においても酸素の点にはさほど大きな減少は表われていない。

底質が還元性になりC. O. D. の値が大きく、硫化物が多くなった場合に於けるゴカイ、アサリの様な余り移動性のない生物は棲息環境の悪化のために生存率が低下する事を第3、5表が示しており、蛋白混入泥の生存率がバルブ混入泥に比較して早く零になっている事は蛋白質による影響のうち泥質分析に現われない分解産物による結果ではなからうか。

この実験に於いて底質の悪化の程度によるベントスの棲息に及ぼす影響は生存率から見て実験1に於いては6日目、実験2は17日目に現われているが、硫化物の量から見れば吉村氏の報告の約半分に相当する約0.5mg/乾泥gである。之は実験中の泥はC. O. D. の値が大きくなお硫化物増加にあると言う様な状態等であったので結果の相違があったものと思う。

この実験において飼育生物の死骸による泥質の影響は当然あるものと思われるがControlの泥に現われなかったので考えに入れれない事にした。

要 約

- (1) 海水流動条件下でバルブ、蛋白混入泥中にゴカイ、アサリを飼育し、棲息に対する影響を泥のC. O. D., I. O. D., 硫化物、灼熱減量を対照飼育と比較した。
- (2) 蛋白混入泥による飼育水槽中の海水の硫化水素量は分解産物の溶出によるためか、一時的に多くなるが海水中の溶存酸素には大きな影響は見られず、バルブ混入泥に於いても略々これと同一の事が言える。
- (3) 蛋白混入泥はバルブ混入泥に比し酸酵による硫化物の増加及びゴカイに対する棲息影響を早く現す。
- (4) 棲息影響は硫化物約0.5mg/乾泥gに現われたが、硫化物の増加時及びC. O. D. が大きい状態等の有機物の酸酵の進行時によるため既往に言われたものより小さい値によったものと考えた。

参 考 文 献

- (1) 荒川 清, 新田忠雄: 底質に於ける有機物の酸酵について その1, 内海区水研報告第6号
- (2) 吉村信吉, 和田憲夫: 湖底堆積物特に汽水湖の湖底堆積物中に含まれるH₂S並びに硫化物の予察的研究, 陸水学雑誌, vol. 8. 68.
- (3) 新田忠雄, 荒川清, 杉本仁彌, 藤谷超: バルブ工場廃水の研究, 内海区水研報告第3号

農業用殺虫剤の水産物に及ぼす影響 (第1報)

(メダカ, コイに対する致死量・反応量について)

藤 谷 超

緒 言

農業技術の発達はここ数年来長足の進歩を遂げつつあり、特に各種殺虫剤を主とした農業用薬品の発達と普及は目覚ましいものがある。

特に稲田に強力な薬品が撒布されるに及んで、その水の流れにより各種水産生物に対する影響が各地で問題化される様になった。従って今回は稲田に用いられる殺虫剤を主として、実験・考察を試みた。

実 験 方 法】

従来薬品の生物に及ぼす影響を知る方法として致死量の算出を行い、之に基づいて種々の考察を行っている例が多い。特に Bliss によって Probit 法が提唱されるに及んで之に基づいて多くの報告がなされ、この種の研究上利する所が大きい。今回の実験はこの Probit 法に基づいて50%致死量 (L.D.50), 50%反応量 (E.D.50) (後述)を求め考察を行った。魚類に薬品を作用させた場合外見上大別して次の三つの経過が認められる。

- 1) 狂気し游泳状態が正常でない。
- 2) 游泳力を失い横倒しとなるが呼吸は行われている。
- 3) 呼吸停止、即ち死。

之等は何れも薬品の作用に依って生じた状態であるが、1)の状態は外見上明らかに区別し得ない場合が多く実験者の主観に判定が左右され易いが、2)の状態は明らかに判定し得る。従って2)の状態に達したものを薬品の反応が現われたものとして50%反応量を求める基準とする事とした。ここで反応量について検討を行った結果は各種濃度の Parathion, Endrin 液を作りその中へメダカ、仔鯉を入れ其れが游泳力を失って横倒しの状態になるのが認められたら直ちに正常な水に移しその後の経過を見ると総て48時間以内で死亡するのが認められた。従ってこの実験で於て反応量として求められたものは結局は致死を意味するものと考えられる。

L.D.50及びE.D.50は何れも時間的な変化が存在するので之等数値は各時間について求める事とした。又総ての実験は17°C~21°Cで行われた。各実験項目に於ける細部の方法についてはその都度述べる事にす。

実 験】

i) Parathion, Endrin, Dieldrin. のメダカのL.D. 50及びE.D. 50.

容量約15ℓのガラス水槽に10ℓの水を入れ種々の濃度に上記薬品を溶して之にメダカを各10尾入れて行った実験結果が第1表である。この場合各薬品は何れも乳剤であって各々次の様な割合で有効成分を含有して居り、表中の濃度は何れも乳剤としての%である。

Parathion	…	47%
Endrin	…	19.5%
Dieldrin	…	19.5%
TEPP	…	35%

ここでメダカと別に行った実験の場合に於ける鯉について之等薬品により受ける影響の比——即ちメダカと鯉に同一の反応率を与える濃度の比——を求めると

Endrin	鯉/目高=2.3~1.09	平均1.46
Parathion	〃 =1.81~0.66	平均1.06

Table 1 Effect of Insecticides represented upon *Oryzias latipes* (Temniuch et Schlegel)
by L.D.50 and E.D.50

Time(h)	Parathion				Endrin	
	E D 50		I, D 50		E D 50	
	C. I. (%)	m (%)	C. I. (%)	m (%)	C. I. (%)	m
3	0.0013~ 0.00079	0.001			0.000069~ 0.00001	0.000035
4	0.0011~ 0.0008	0.00094			0.000034~ 0.000017	0.000024
5	0.00067~ 0.001	0.00082	0.0015~ 0.00088	0.00096	0.000021~ 0.000008	0.000013
6	0.00079~ 0.00062	0.0007	0.00099~ 0.00082	0.0009	0.000015~ 0.0000068	0.0000092
7	0.00064~ 0.0006	0.00063	0.00093~ 0.00078	0.00085		
8	0.00066~ 0.00053	0.00059				
9	0.00057~ 0.00044	0.0005	0.00092~ 0.00056	0.00072	0.000021~ 0.000003	0.000004
12	0.00046~ 0.00032	0.00038	0.00073~ 0.0005	0.0006	0.0000026~ 0.00000036	0.000002
24			0.00053~ 0.00042	0.00047		

Time(h)	Endrin		Dieldrin				Remark.
	L D 50		E D 50		I, D 50		
	C. I. (%)	m (%)	C. I. (%)	m (%)	C. I. (%)	m (%)	
3			0.0012~ 0.00031	0.0006			C.I. = Confidence Interval
4			0.00043~ 0.00019	0.00029	0.0014~ 0.00042	0.00076	m. = mean
5	0.000041~ 0.000025	0.000029	0.00029~ 0.0001	0.00018	0.00026~ 0.00062	0.0004	($\alpha = 0.05$)
6	0.000022~ 0.000012	0.000016	0.00020~ 0.000061	0.00011	0.00033~ 0.00015	0.00022	
7			0.00011~ 0.000064	0.000085	0.00018~ 0.00029	0.00013	
8			0.000098~ 0.000059	0.000076	0.00014~ 0.000068	0.000094	
9	0.000007~ 0.0000045	0.0000056	0.00012~ 0.000043	0.000052	0.000082~ 0.000049	0.000063	
12	0.0000039~ 0.0000019	0.0000024	0.000085~ 0.000027	0.000043	0.000075~ 0.000033	0.000053	
24	0.0000019~ 0.00000064	0.0000011	0.000016~ 0.000013	0.000014	0.000041~ 0.0000075	0.000016	

となって鯉についても大体第一表は当てはまるものと考えられるが、ここで使用した鯉は体長約3cm程度の略々メダカと同じ位の大きさのものでより大きなもの若くは小さなものについては勿論別に考慮する必要がある

ある。

ii) Parathion. Endrin の影響を減少させる一方法。

之等薬品を使用した後可能な範囲でこの毒性を減少せしめ放流する事が望まれるが余り複雑な手数のかかる事では仲々行われ難いものと思われる。Parathion は溶解して放置して置くとその効力が減少し、特に日光の下では夫が著しいと言われているので、日光下に放置したものの魚類に対する影響を放置しないものと比較した。

Parathion 乳剤の0.001%のものを作りこの10ℓをガラス水槽に入れ1日(快晴)3日(3日共快晴)7日(内2日時々曇)と屋外に放置し、仔鯉(生後1カ月のもの)を用いて6時間反応量について比較すると元の濃度に対し

- 1日放置のものは殆んど変化なく
- 3日放置のものは31.6~67.9% 平均40.2%
- 7日放置のものは18.0~28.9% 平均25.2% ($\alpha=0.10$)

に減少しているのが見られた。

一方 Endrin は溶解しても極めて安定であって放置しても効力の減少は極めて少いと言われ又事実、実験に於ても夫が見られる。

この種の薬品は生物体等に吸収される事が比較的大きいので雑草を用いて之に吸収させる方法を試みた。通常容易に入手出来るクローバー300grを用いてEndrin乳剤の0.00001%液1ℓについて2分40秒の濾過速度で濾過した液、同じくクローバー500grを10ℓ中に1時間浸したの、2時間浸したものについて見ると

- 濾過したもの 87.0%~47.8% 平均74.6%
- 1時間浸したもの 58.9%~24.3% 平均40.0%
- 2時間浸したもの 55.0%~24.0% 平均38.6% ($\alpha=0.10$)

に減少しているのが見られた。

考 察】

之等の殺虫剤が使用された場合、稲田からどの程度のもものが流出するかが重要な点と考えられるがその実態を把握する事は容易なものではない所から、先ず最悪条件が重なった様な場合即ち最高使用量を撒布直後の降雨等によって撒布されたものの大部分が水中に落ち込んだ場合を考えて見ると、何れも乳剤として約 Parathion 0.0005% Endrin. Dieldrin 0.001%位の濃度になり又通常は撒布したものの約半が水中に落ちると言われている。之等を整理して見ると第一図の様になる。之を見ると Parathion に関しては影響を受ける可能性がある事が判るが、余程の悪条件が重ならない限り一般に規定通りの使用法に従えば左程問題となる事はないと考えるが然し乍ら撒布後少くとも1週間は水の管理を充分に行つて水の流出を防止する必要がある、特に所謂「掛け流し」の田では一層留意する必要がある。

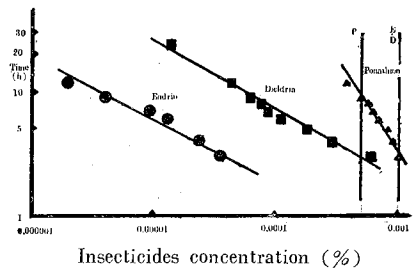
Endrinに関しては影響を受ける危険性は多分に考えられ規定された使用法に従つても猶可成りの危険性を有するものと考えられる。

即ち規定された使用法に従つても稲田の水中に於ける濃度は約0.0003%に達して居り之は12時間反応量、24時間致死量の夫々約150倍及び300倍に相当する事になる。然もEndrinは相当長期間魚に対する毒性は失われぬ所から、一層水の流出に留意する必要がある、人為的に管理し得ない少量の漏水に依つても影響が現われる可能性が強いと考えられるから水路に多くの雑草を入れて途中で吸収させ、又撒布後は排水路の水量を増加して稀釈を充分行う等の方法に依り水族の棲息する河川等に流入する時は影響のない濃度に迄

Fig 1 反応量と稲田水中の薬品濃度との関係

Relation between E.D. 50 and Insecticides concentration of the paddy-field Water.

P line : Presumptive Dose of parathion.
D.E. line : Presumptive Dose of Endrin and Dieldrin.



低下せしめる必要がある。

Dieldrin に関しては魚に対する影響濃度は Endrin よりも低いが性質は Endrin と類似している 所から 略々 同様と 考へて 処理する のが 安全 であらう。

Table 2 Effect of Insecticides represented by L.D.50 upon the 1st zoea stage of *Neptunus trituberculatus*.

Time(h)	Parathion L.D. 50		Endrin L.D. 50	
	C. I.	m	C. I.	m
1	0.00000053~ 0.00000023	0.00000035	0.00001~ 0.0000055	0.0000074
1.5	0.00000025~ 0.00000012	0.00000017	0.000053~ 0.0000017	0.0000026
2	0.00000008~ 0.000000035	0.000000053	0.000014~ 0.0000059	0.0000009
2.5	0.000000041~ 0.000000017	0.000000026	0.0000069~ 0.0000035	0.0000005
3	0.000000028~ 0.000000012	0.000000018	0.0000044~ 0.0000021	0.0000003

以上は飽く迄魚類についてであつて甲殻類については第二表から一層低い濃度で影響が与えられるものと思われる。従つて甲殻類の多数棲息する地域では猶一層の注意を払わないと夫等に大きな影響を与える事が予想される。(猶甲殻類についての詳細は後刻報告の予定である。)

要 約】

- 1) 農業用殺虫剤の内主として稲田に使用される Parathion, Endrin, Dieldrin についてメダカ, 鯉の50%致死量及び50%反応量を求め考察を行った。
- 2) 通常の規定された使用法に依つた場合に Parathion より Endrin, Dieldrin によつて影響を受ける危険性が多分にあるものと考えられるから稲田の水の管理等に充分注意する必要がある。特に甲殻類の多い地域はより一層の注意が肝要と思われる。

参 考 文 献

- 1) 推計学の化学及び生物学への応用 第一集・第二集 化学の領域
- 2) 河野達郎: Blissのプロビット法による薬量死亡率曲線の計算 防虫科学 第16号-I 昭26
- 3) 奥井誠一: 浸透殺虫剤 日本薬剤師協会雑誌 第7巻6号
- 4) : 農業技術研究所報告 昭28 1, 2, 3号
- 5) MAX H. STOCK: Toxicity of Four Insecticides on Trout. Agricultural Bulletin. 1950
- 6) BLISS, C. I: Ann. Appl. Biol., 22, 307 (1935), 24, 815 (1937), 26, 535 (1939)

農業用殺虫剤の水産生物に及ぼす影響 (第二報)

(コイの成長に伴う Endrin に対する抵抗性の変化)

藤 谷 超

緒 言

筆者は第一報に於てコヒ及びメダカについて各種農業用殺虫剤の50%致死量, 50%反応量を求め種々考察を行ったが, 同一種の生物についてもその大きさによって影響を与える 薬品の 濃度は 当然異なる 事が予想され, 従って成長の各段階に依っても異なるものと考えられる。

特に養魚の対照となる魚類について成長の各段階に於ける影響濃度を知る事は, 農業技術上殺虫剤を能率的に使用する上に重要な事柄であると考えこの研究を行った。又現在農村地方に於ける養魚の多くはコイである所から供試魚として之を用い, Endrinが特に魚類に対し影響の大きいのが認められるので之に依る影響について実験を行った。

実 験 方 法】

実験は卵の孵化率及び生後5日, 3週間, 1カ月半(6週間)3カ月の鯉に対する影響を第一報同様プロビット法に依る L.D. 50及びE.D. 50の算出によって比較し, 又各段階について影響濃度比を求め考察を行った。農業用殺虫剤の使用時期と併せ考えて今回は3カ月迄のものについて行う事とした。

卵は広島県水産試験場の提供によるものを用い5日目及び3週間目のものはこの卵から孵化したものを実験室内水槽で飼育したもの, 6週間目, 3カ月目のものは広島市郊外の養魚場のものを用いた。各供試魚の平均体長は第一表の様である。

実験についての細部は各項に於て述べる。猶総ての実験は水温19°~21°Cで行った。

実 験】

i) 卵の孵化率に及ぼす影響

容量約100ccのガラスコップ内に Endrin を第二表に示した濃度に作り, この中に発眼卵20粒を入れ, 3時間, 6時間, 12時間, 24時間浸漬して後之等を正常な水に戻して放置しその孵化率を求めた。3時間, 6時間のものはすべて孵化し, 24時間の間ものは総て斃死。12時間のものが第二表の如くになった。

之から50%孵化濃度を計算すると0.000032~0.000012%, 平均0.00002% ($\alpha = 0.05$)である。

ii) 生後5日目の仔鯉のL.D. 50及びE.D. 50.

孵化した仔鯉を卵黄及びミジンコを培養したガラス水槽内で飼育し孵化後5日目のものを容量約

300ccのガラス器に各種濃度液200ccを作り各器に仔魚10尾を夫々入れて行った結果は第3表の様になる。

Table 1

	Body Length (mean)
5 day	0.8 cm
3 weeks	2.3
6 weeks	5.2
3 month	7.1

Table 2 Relative Toxicity of Endrin upon the egg of Carp.

Dilution (%)	Percentage of kill in 12 hours	Dilution (%)	Percentage of kill in 12 hours
0.004	100	0.00001	75
0.002	100	0.000004	60
0.001	100	0.000002	55
0.0004	100	0.000001	40
0.0002	100	0.0000004	20
0.0001	100	0.0000002	15
0.00004	90	0.0000001	10
0.00002	85		

Table 3 Effect of Insecticides represented by L. D. 50 and E. D. 50. upon the 5 days Carp.

Time(h)	ED 50		LD 50	
	C. I.	m	C. I.	m
3	0.0000022 ~0.0000076	0.0000013		
4	0.0000012 ~0.0000046	0.0000075		
5	0.0000049 ~0.0000021	0.0000032	0.0000018 ~0.0000079	0.0000012
6	0.0000037 ~0.00000089	0.0000018	0.0000010 ~0.0000048	0.0000007
7	0.0000018 ~0.00000073	0.0000015		
9	0.00000039~0.00000017	0.00000026	0.0000088~0.0000041	0.0000006
12			0.0000034~0.0000014	0.0000022
24			0.0000015~0.00000069	0.0000001

iii) 生後3週間目の仔鯉のL.D. 50及びE.D. 50.

実験 ii) に用いたものの残りを引続き実験室内でミヂソコを与えて飼育し3週間目のものについて実験 ii) 同様な方法で行った結果は第4表の様なものである。但しこの場合水槽は容量約2.5ℓのガラス器で、之に2ℓの液を入れて供試した。

Table 4 Effect of Insecticides represented by L. D. 50 and E. D. 50 upon the 3 weeks Carp.

Time(h)	ED 50		LD 50	
	C. I.	m	C. I.	m
3	0.0000049 ~0.0000081	0.000003		
4	0.000003 ~0.0000076	0.0000015		
6	0.0000014 ~0.0000035	0.0000007	0.000003 ~0.0000076	0.0000015
9	0.00000063~0.00000316	0.0000032		
12	0.0000003 ~0.00000076	0.0000015	0.0000014 ~0.0000036	0.0000007
24			0.00000063~0.00000016	0.00000032

vi) 生後6週及び3カ月の仔鯉のL.D. 50及びE.D. 50.

生後6週及び3カ月のものは前述の様に養魚場より手に入れたものであるので正確な生後日数については確認していない。之等は容量約15ℓのガラス槽に10ℓの各濃度液を作り之に夫々10尾を入れて供試した結果は第5表及び第6表の様である。

Table 5 Effect of Insecticides represented by L. D. 50 and E. D. 50 upon the 6 weeks Carp.

Time(h)	ED 50		LD 50	
	C. I.	m	C. I.	m
3	0.000012 ~0.000003	0.000006	0.000025 ~0.000014	0.000019
4	0.0000053 ~0.000003	0.000004	0.000014 ~0.0000089	0.000011
5	0.0000036 ~0.0000022	0.0000028	0.0000068 ~0.000004	0.0000052
6	0.0000026 ~0.0000015	0.000002	0.0000047 ~0.0000026	0.0000035
7	0.0000016 ~0.0000013	0.0000013	0.0000036 ~0.0000022	0.0000028
9	0.0000011 ~0.00000079	0.00000092	0.0000020 ~0.0000012	0.0000015
12	0.00000078~0.00000053	0.00000064	0.0000012 ~0.00000067	0.0000009
24			0.00000047~0.00000019	0.0000003

Table 6 Effect of Insecticides represented by L. D. 50 and E. D. 50 upon the 3 months Carp.

Time(h)	ED 50		LD 50	
	C. I.	m	C. I.	m
3	0.000014 ~0.000072	0.00001		
4	0.000008 ~0.000041	0.0000057		
5	0.0000052~0.000022	0.0000034		
6	0.0000031~0.000016	0.0000022		
9	0.0000022~0.000012	0.0000016	0.00003 ~0.000049	0.000012
12	0.0000073~0.000014	0.000001	0.0000056~0.000018	0.0000032
24			0.0000021~0.0000093	0.0000014

v) 各成長段階に於ける影響濃度比。

成長に伴って影響濃度がどの様に変って行くかについて実験を行った。

之は6時間反応量について Probit法の4点法に準拠して行った。従って之は各成長段階の仔魚に同一の反応率を起させる濃度の比と言う事になる。生後5日目のものを1として各々の値を求めると

生後5日目のもの 1
 " 3週目のもの 2.43~9.76 平均4.99
 " 6週目のもの 5.31~18.8 平均10.00
 " 3カ月目のもの 7.20~25.50 平均13.70

但し何れも $\alpha = 0.10$

となり夫だけ成長に伴って Endrin に対する抵抗性が増加して行くと言えよう。

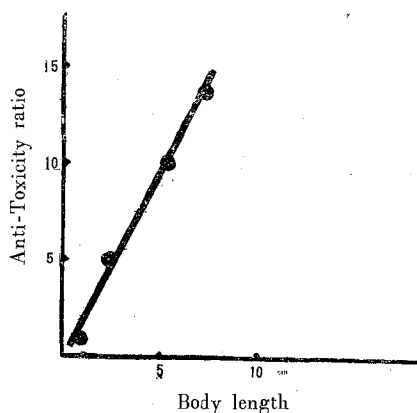
考 察】

前述の結果を総合して卵の50%孵化濃度を魚の数50%致死量と同意義に考えると、実験条件が若干異っているために判然とした事は言えぬとしても卵の時代は孵化して少くとも3カ月間のどの時代よりも Endrin に対して強いと言ひ得るものと考え。孵化後は成長に伴って抵抗性は増加して行くのが見られるが、各成長段階の供試魚の平均体長と抵抗性の増加の割合との関係は第1図の様になり、直線的な関係にある様である。従って生後3カ月位迄の間の Endrin に対する抵抗性は体長と相関々係があるものと考え。

この様に成長の段階によって影響を受ける濃度が異って居る事は Endrin のみではなく他の薬品についても或る程度言ひ得るものと考えられ、然も農薬用殺虫剤を使用する時期に於ける生後3カ月内外迄は極めて少量の薬剤によって影響される事が伺われる。現在之等殺虫剤を使用するに当っては、魚類に対する影響を可成り考慮して取扱われている様であるが、考慮の対称となる魚類に影響を与える限度を知ると共にその生物の成長段階に応じて薬剤の使用、散布後の管理を行えば一層効果的に之等殺虫剤を使用し得るものと考え。

ここで問題となるのは魚類に対する安全な濃度はどの位かと言う事であるが、第7表に一例を示すが Endrin では大体 E. D. 50 として求められた値の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{10}$ の濃度になると反応は全然ない様である。然も野外の実際使用の場合は実験室内と異なって薬剤の効力を減少させる要素が多く存在している所から E. D. 50 として求め

Fig 1 Relation between Anti-toxicity ratio and Body length on young Carp



られた値の $\frac{1}{10}$ と考えて置けば實際上余り大きな支障はないものと思われる。

Table 7 Relative Toxicity of Endrin on 6 weeks young Carp.

Dilution (%)	Percentage of effected in Hours.									
	1.5	2	3	4	5	6	7	9	12	24
0.00008	90	100	100							
0.00004	20	100	100	100						
0.00002	0	90	100	100	100					
0.00001	0	20	100	100	100	100				
0.000008		10	70	90	100	100	100			
0.000004		0	20	70	80	90	100	100		
0.000002			0	10	20	50	90	100	100	
0.000001				0	0	10	20	60	90	100
0.0000008					0	0	10	30	70	100
0.0000004						0	0	0	10	100
0.0000002							0	0	0	100
0.0000001								0	0	70

要 約】

- 1) 農業用殺虫剤Endrinのヨイに及ぼす影響について卵より生後3カ月迄について致死量及び反応量を求めて比較を行った。
- 2) 卵より生後3カ月の間に於ては卵の時代が最も抵抗性が強い。
- 3) 生後5日目より3カ月迄の影響を受ける濃度の比は5日目を1とすると

3週間目	4.99
6週間目	10.00
3カ月目	13.70

 と増加し、之は体長と相関々係がある。
- 4) 魚類に対する殺虫剤の安全な濃度はE. D. 50として求められた量の $\frac{1}{10}$ と考えて實際上余り支障はないものとする。

底質に於ける有機物の醱酵について その2

荒 川 清

(1) 前報に著者は海水流動下の条件に於ける底質中の有機物による硫化物生成を主に見た還元性醱酵について報告したが、前報に於いては単一の有機物割合によつたものであり、又冬期に於ける水温の低い条件による醱酵であるので、夏期における有機物の量と泥質中の硫化物生成についてここに報告する。

実験方法は前報と同様に行い、試泥については前報で使用した試泥採取地点より新たに採泥を行い、2mm目の篩を通して異物を除いたもの、及び有機物については三次製紙会社の沈殿物を使用した。

泥に対する沈殿物の混合割合は試泥2kgに0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15%の沈殿物を夫々加え出来るだけ均一に混合して実験を行い、測定項目としては前項と同様にC.O.D., I.O.D., 硫化物, 遊離硫化物, 灼熱減量であり乾燥物1gr当り値を求め表に示す。

バルブ混入泥の組成変化(乾泥gr当り)

測定項目	日数		0	3	7	14	35
	%						
C.O.D. (mg/g)	0		22.2	26.1	22.2	21.6	
	1		26.5	31.0	33.6	28.6	
	2		35.0	34.3	24.7	32.0	
	3		36.9	42.0	32.6	40.1	
	4		34.7	45.8	29.5	37.4	
	5		40.1	45.6	30.5	47.8	
	10		68.8	62.2	53.3	66.3	
	15		71.7	85.3	72.8	84.8	
I.O.D. (mg/g)	0		6.0	12.7	9.3	5.6	—
	1		6.4	13.2	9.7	4.6	10.6
	2		6.9	14.8	10.0	4.8	10.1
	3		7.2	16.0	11.1	10.3	8.0
	4		4.7	15.4	11.3	15.2	4.3
	5		8.4	15.4	11.7	18.9	6.1
	10		9.3	19.4	13.6	17.7	9.9
	15		10.8	20.6	16.6	19.6	13.4
硫化物(mg/g)	0		0.15	0.27	0.30	0.35	0.21
	1		0.20	0.30	0.39	0.45	0.35
	2		0.14	0.28	0.40	0.63	0.59
	3		0.20	0.25	0.36	0.60	0.82
	4		0.13	0.26	0.38	0.71	0.90
	5		0.17	0.25	0.45	0.79	0.89
	10		0.20	0.35	0.49	0.89	1.01
	15		0.24	0.36	0.51	0.93	1.49
遊離硫化物(mg/g)	0		0.01	0.03	0.03	0.03	
	1		0.01	0.05	0.09	0.03	
	2		0.01	0.05	0.12	0.12	
	3		0.02	0.06	0.14	0.16	
	4		0.01	0.05	0.12	9.17	
	5		0.02	0.05	0.12	0.22	
	10		0.04	0.06	0.13	0.25	
	15		0.04	0.03	0.13	0.37	
灼熱減量(%)	0		11.02	11.73	12.19	11.95	11.16
	1		13.78	12.20	12.68	12.53	11.59
	2		13.08	12.68	11.76	11.36	12.60
	3		13.41	13.09	11.99	12.48	12.36
	4		13.80	13.20	12.72	13.60	12.15
	5		14.71	14.10	12.66	13.27	13.65
	10		15.87	15.69	15.17	15.93	15.31
	15		17.86	17.12	16.70	16.92	17.15

考 察】

前報では有機物の酵解により硫化物は初期に於いて低下し、10日前後より増加する傾向が現われたが本実験によれば初期より15日頃までほぼ直線的に増加を見、20日頃には有機物の混合率の順、即ち3~5%は乾泥gr当り0.7~0.8mg、10、15%では1mgにも達し、尙増加の傾向にある。

この事は前報の実験時期は冬期で水温は約10°Cであるのに反し、本実験では夏期で水温24°C（10時に於ける7月中平均水温）であり硫酸塩還元菌の適温⁽²⁾（30~35°C）に近くなりそのために活潑な菌の増殖が行われた結果であろうと思われる。

有機物の混合率の低い1、2%のものはControlに比較して約倍量になりほぼ平衡の状態をとる様子であるが有機物の混入により硫化物の増加は認められる。

参 考 文 献

- (1) 荒川 清・新田忠雄：底質に於ける有機物の酵解について その1、内海区水研報告 第6号
- (2) 門田 元・畑 幸彦：海洋性硫酸還元菌について、日本水産学会中部支部、水質汚濁のシンポジウム（昭和29年7月）

泥質による廢水影響区域の検討

新田 忠雄・荒川 清

泥質の検討についてこれまでCI曲線によりしばしばふれて来たことであるが、⁽¹⁾⁽²⁾ これまで得られた資料を用いて泥質の特長について検討を行ったのでその結果を報告する。

検討を行う前にまずCI曲線について一応の説明を行ってみる事とする。

CI曲線は過マンガン酸カリ消費量 (C.O.D) と灼熱減量 (I.L) の関係曲線であり、前者を縦軸に、後者を横軸にとったものである。ここで言う過マンガン酸カリ消費量とは吾々が試みた分析方法で試泥 1g に $\frac{N}{10}$ 過マンガン酸カリ溶液 50cc を加えアルカリ性として沸浴中で 15 分間加熱、その過マンガン酸カリの消費量を乾泥 1g に対する酸素消費量で現わしたものである。灼熱減量は乾泥に対する % で示した。

(1) 基準泥に就いて

CI曲線の一応の基準とする為に広湾と玖波湾附近の泥をとってCI曲線をえがいてみると、点の分散はC.O.D 30mg/g以下, I.L 10~15%位の間であってしかも広湾の測定値に現われるような2本の曲線で囲まれた範囲にある事が分る。(第一図) これまで吾々の行った泥の調査で同一条件の地と思われる泥は常に或る分散範囲にちらばり、その中でも砂が多い所では原点近い事が現われる。

若し海底の泥質の組成が砂質と腐蝕泥質との混合比だけで説明出来るとするならば泥質分析結果の示すCI関係図は原点を出発した直線上に乗ってもいいはずであるが、上に述べた線は曲線となり、I.Lの増加は10%附近で止るがC.O.Dは増加する状態を示している。これは或る程度の有機物があると泥の腐敗醱酵は進んで少しの条件で種々の差が出来るが、その増加にも限度があると言う事を示していると思う。このような特別な曲線を以って一応基準線として、これと種々の泥質を比較することとする。

(2) パルプ廢水の影響と泥のCI曲線

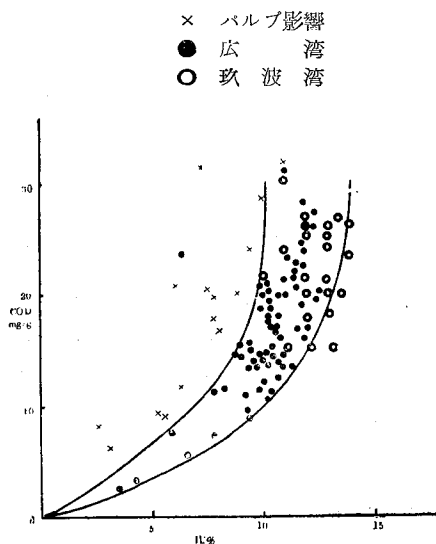
(イ) 岩国山陽パルプの近くの泥⁽³⁾

岩国山陽パルプ前面の泥についてCI曲線を図いてみると第2図の如くなる。これを見て分る事はパルプの影響泥はCI曲線の基準泥のよりも内側に於いて分散している事である。

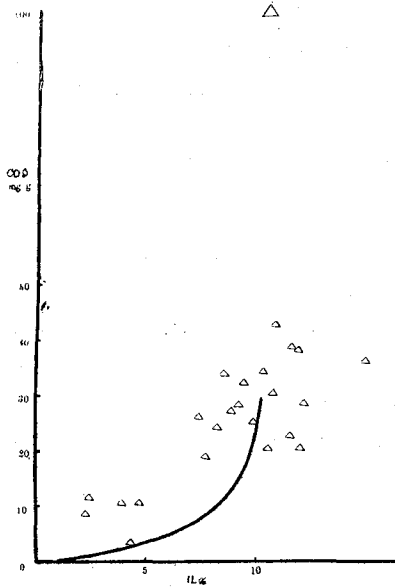
何故I.Lが少ないかについてはちょっと説明に困るが、一般の泥質とは泥の組成がちがう事を物語るように思う。多少想像を混ぜて考えるなら或は有機質と無機質との混合比率は容積ではあまり大差がないのであろうが、異状泥と一般泥には有機質に於ける含水量の差があり、従って乾物量は異物混入泥が小さく、そのためI.Lが少なく出るのはないかと考える。唯水分を測定するためには自然状態の含水状態を捕えることが困難で海底にある含水状態を正確に測定していないのでこの点を明確にする事は出来ず、測定してそのような注意を払う事が出来なかつたので実際には水分はかなり大きい変動を示しているが、唯なんとなくパルプ影響地域の乾物%に小さい値のものも現われているように思う。

(ロ) 東洋パルプ、興国人絹、大竹紙業、日清製紙の泥のCI曲線⁽³⁾

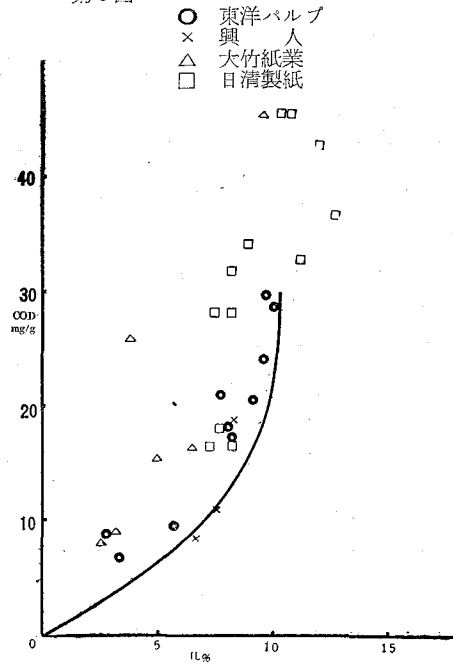
第1図



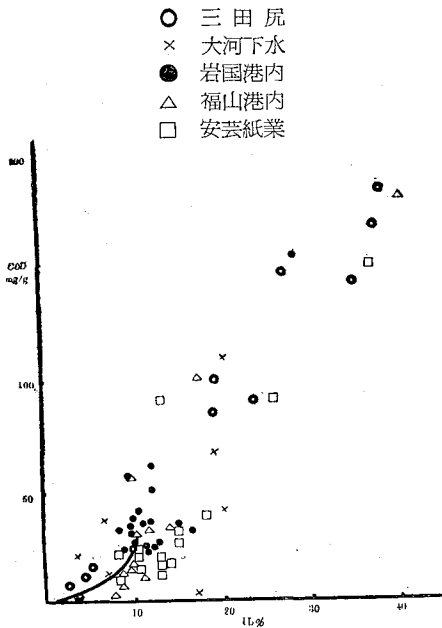
第2図 山陽パルプ



第3図



第4図



- 三田尻
- × 大河下水
- 岩国港内
- △ 福山港内
- 安芸紙業

これをまとめて第3図に示す。

いずれの場合に於ても影響泥のある所は廃水口の近くと考え、その地点の泥についてみると、どれも山陽パルプと同じように基準線の内側にその分散を示している。

(4) 安芸紙業の泥のCl曲線

安芸紙業はG.Pに類する工場でいずれかと言えば廃水処理が悪いので附近の海に多くのパルプを沈澱させている。このCl曲線を画くと第4図の如くである。

ここに現われた事はパルプ工場の影響泥ではなく醗酵泥（後で述べる）として現われているように思われる。

(e) パルプ工場廃水の泥の特色は山パルプ其他で現われた様にCl曲線で少し基準線より内側に外れて現われる事である。しかしパルプ工場の内でもパルプ屑を多く落して海底で異状醗酵を示している所では、パルプ廃水の特色よりもむしろ醗酵泥の状態を示すものようである。

(3) 醗酵のひどい泥のCl曲線 (第4図)

(i) 醗酵のひどい地区の説明

(i) 三田尻港⁽⁵⁾はその奥に協和醗酵の廃水が流入し、この廃水には極めて多量の浮遊物を含んでいるためその沈降により港の奥一帯は泥質が悪い。

(ii) 福山港⁽⁶⁾は奥の深い入江で、その奥に工場廃水と都市下水が流入している。奥では干潮時に海底からのガス浮上が認められる。

(iii) 岩国港⁽³⁾の泥はC.O.Dで多少大きい値を示している。しかし上の二つの港ほど醗酵は顕著ではない。

(vi) 広島市大河下水は市内下水の中最も悪い下水で、それはこの下水に、工場廃水が混入しているからだと考えられる。

(ii) 醗酵泥土の特長

第4図に現われているように、醗酵泥はC.O.D, I.L, 共に大きくなって特別な線を示している。すなわち、有機物の増加に伴ない、I.Lの増加とC.O.Dの増加がほぼ直線的に変化していることである。

(4) 川口の泥の特長

(i) 小瀬川の泥のCl曲線

小瀬川は時々洪水により濁流が流れる川である。キジャ台風ではその川口の鳥貝が斃死すると言う事まで起きている。

Cl曲線をまとめると第5図の如くであり、Cl曲線上であるが位置が上にのびている。

C.O.Dの変化をみると洪水によりそれが増大するのではないかと考えられ従ってC.O.Dの高い事が川により上流から運搬された物に関係が深いことを現わしているように思われる。

(ii) 門前川, 太田川, 淀川河口の泥質。

門前川は岩国。太田川は広島。淀川は大阪の市内を流れる川であり、其々流れ出した川口の外にC.O.Dの大きい所がある。第6図

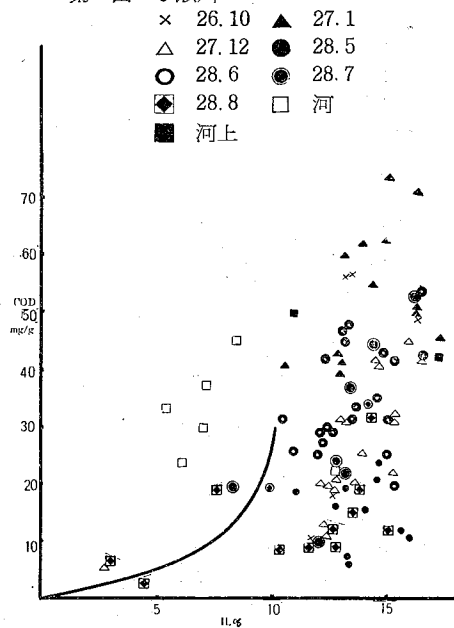
(i) 河口に於てはC.O.Dが大きくCl曲線で30mg/gより大きい所が見られ、洪水により影響をうけるとさらにC.O.Dの値が大きくなる。Cl曲線の位置は基準線の延長上に延びていく。川口の泥の内川の中の泥には基準線の左に出る泥がある。小瀬川、及び太田川の例で現われている事であり、同じ川口に関係した泥でもこの様に二様に現われている。

(5) 有機物の少ない泥

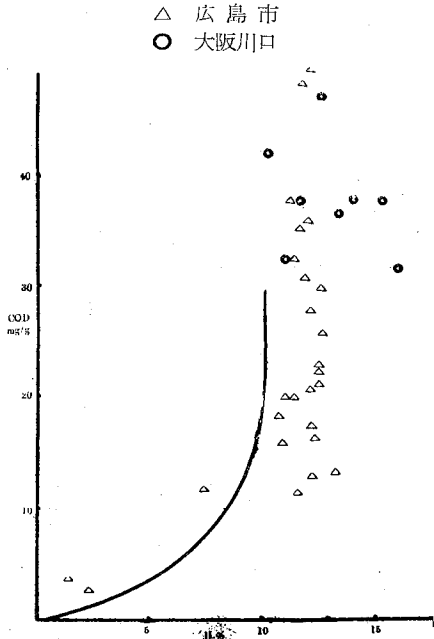
(i) 屋代島の北の海泥及び由宇沖の泥

第7図に現われているようにC.O.Dが極めて少ない。I.Lに比しC.O.Dがなぜ少ないかちよっと疑問である。或は島の周辺で流れが早く有機物の醗酵が少ない事などをあげる事が出来るかもしれないが説明し得る

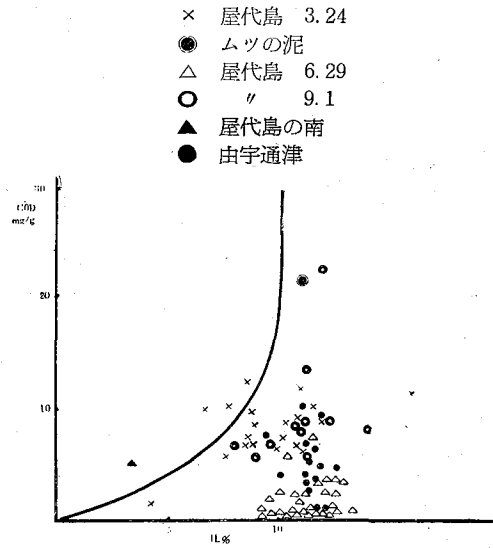
第5図 小瀬川



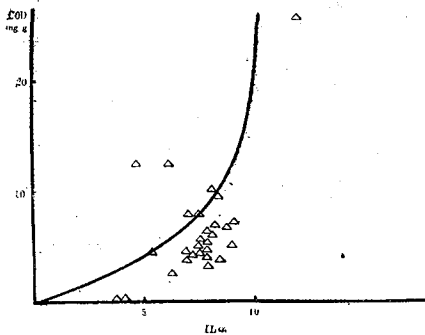
第6図



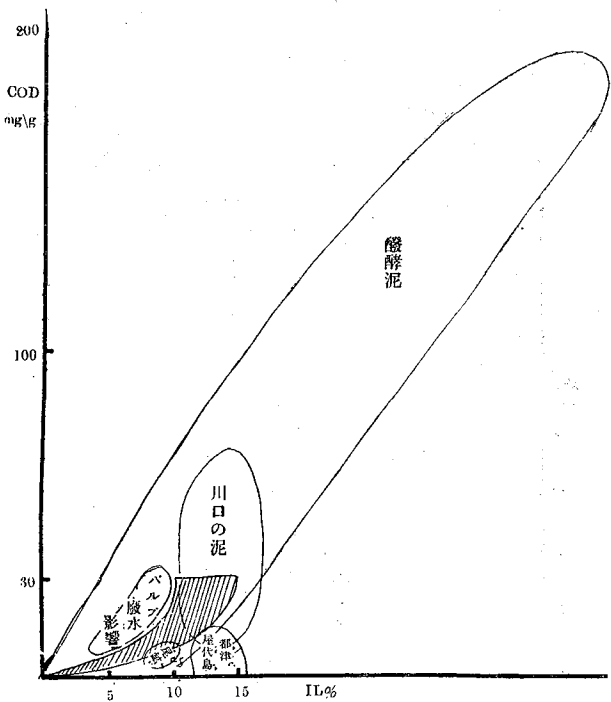
第7図



第8図 新居浜 尾鉋の影響



第9図



充分の資料がない。

(4) 新居浜で尾鉋による埋立の泥

第8図に現われているようにC.O.Dが少ない。この泥は埋立の尾鉋が干潮に伴われて流されて分散したと思われる地域でこの一群をなしていた。Cl曲線で下って現われたことは泥の醗酵等が少ない事を現わし、尾鉋の混入がI.Lの減少と共に幾分か泥の醗酵分解の行われることを阻害した為だと考える。

(6) 泥質に就ての区分

これまで述べた事を整理すると一般泥を基準泥と考えてそれにより現わされる曲線を基準線と考えたときその基準線から離れてCl曲線を示す群を分けることが出来る。(第9図)

基準線の左に出る群は異質の有機物の影響が底質に現われた場合で、バルブ廃水の影響泥や、川口で川の

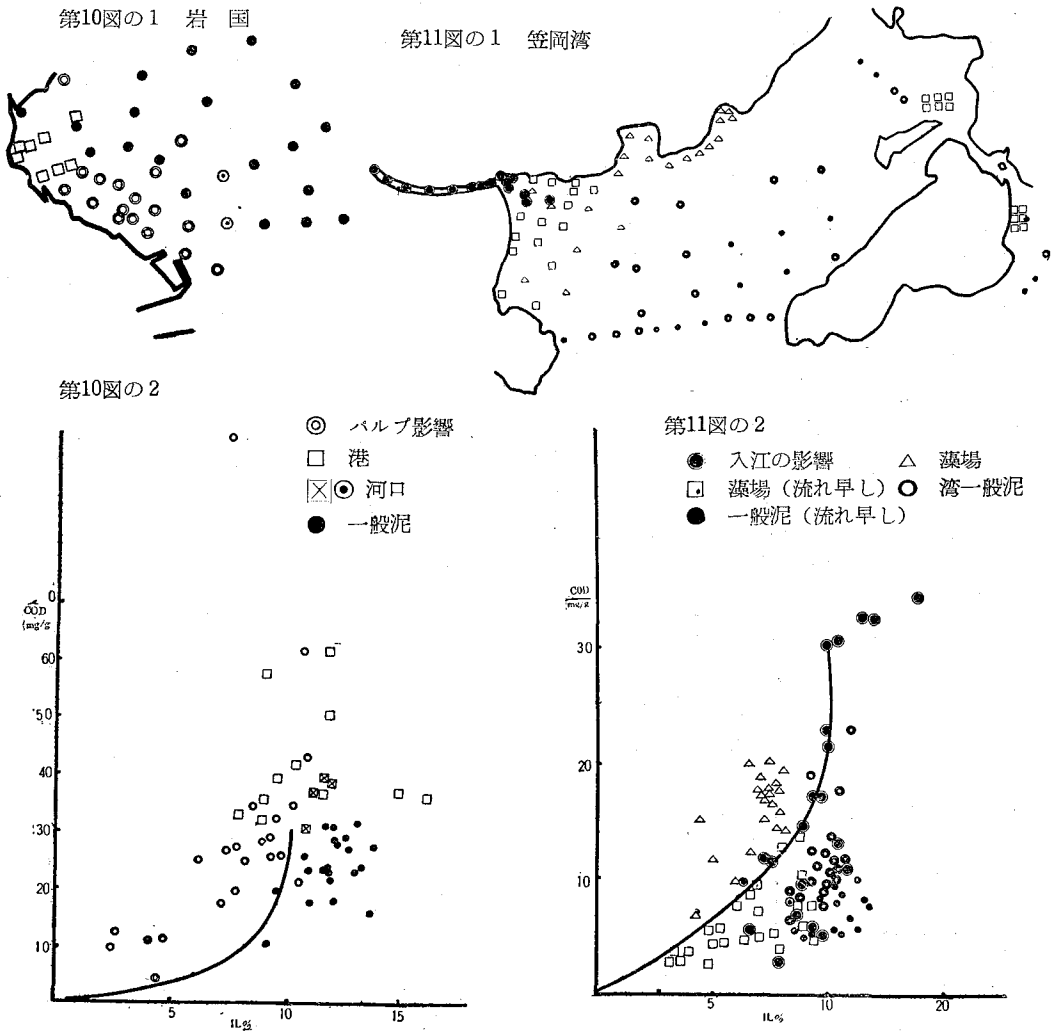
中の部分の沈殿物がそれを示している。基準線の下に出る群は酸酵を阻害される条件のある場合で、水温が低い事なども考えられるが、特に異質な無機沈殿物が沈降したりした時なども起ると思う。基準線の上に出る群は有機物の多い沈殿物の集積した川口の外や酸酵のひどい港の中などであるが、酸酵の明かにひどく行われている所は単に基準線の上に出るだけでなく、I.LとC.O.Dの関係が直線的な関係を示し基準線とは違った状態を示している。

(7) 泥質に関する総合的な判断に就いて

泥質は大きく(6)に述べたように区分することが考えられるが、更に細かく見ると、同じ(6)の区別に入っても、別の群に分れて其々の群をなしているように考えられる事である。この其々分けられる群に別々に何かの説明を与える事は不可能ではない。それには地形を基礎とし、河の位置、工場の位置、等を考えに入れて説明をするわけである。次に二、三の例をあげてみたいと思う。

(1) 岩国山陽バルブ沖の泥⁽³⁾ (第10図)

これは4つの区分に考えられる。一つはバルブ廃水の影響で、その他岩国港、門前川の関係地区と、その他一般泥の4区分が考えられる。



(7)
 (甲) 笠岡湾の泥について (第11図)

これは入江の影響、藻場の影響、一般泥の三つで更に其々二つに分けて考えられる。入江の泥では奥の方のC.O.D.の大きい泥とほぼ基準線と一致する泥、藻場では流速の早い所とおそい所の区別、一般泥も流速の早い所と普通の所の区別がつけられる。

第12図の1 玖波湾附近



第13図の1 岩国南東地区

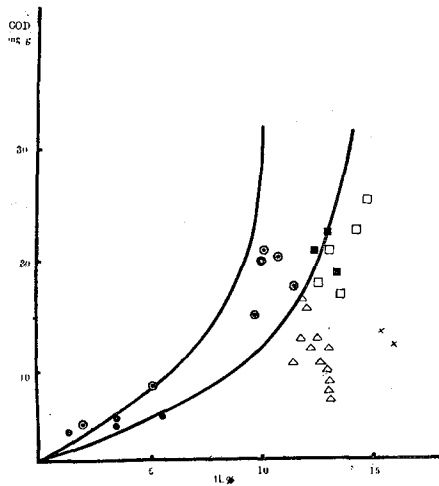


(8)
 (乙) 玖波湾附近の泥について (第12図)

昭和28年5月6日の調査結果で工場の影響のある泥其他で、其他を分けて岸に近い砂の多い所、流れのある砂地の多い所、比較的早い流れのある所、川口、普通泥で流れの早い所と遅い所などに区別出来る。

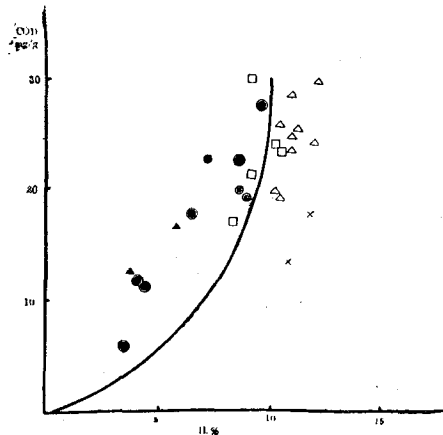
第12図の2

- 砂地 △ 流れのある水の置換のよい所
- 川口 ■ 普通泥(水の置換はよくない)
- ○ パルプ影響 ○ レーヨン影響
- × 川口で特に流れが早い所



第13図の2

- △ 一般泥
- 沿岸の泥(多少異っている)
- パルプ影響泥
- ▲ ○ レーヨン影響泥
- × 有機物の少ない泥



(二) 山口県東部海域の泥について (第13図)

工場廃水の影響のある所、一般泥、その中で有機物の少ないもの、多少違った沿岸の泥を区別出来る。

参 考 文 献

- (1) 内海区水産研究所報告 第3号
- (2) " 第6号
- (3) 新田・荒川・杉本・藤谷 内海区水産研究所報告 第3号
- (4) 杉本・荒川・藤谷 " 第6号
- (5) 新田・荒川・藤谷・伊賀原 三田尻港の工場廃水問題 1954
- (6) 新田・杉本・荒川・藤谷 内海区水産研究所報告 第6号
- (7) 内海区水産研究所利用部資料 第5号
- (8) " 第3号
- (9) 山口県委託調査報告 (昭29年)

汚水に対する海の自浄作用について

其ノI 浄化の程度を知る方法

伊 賀 原 彌 一 郎

自浄作用はその重要性の故に、又学問的興味の故に多くの業績が積み重ねられて来た。然し、海を対象として研究を行ったものはない様である。その重要性についてWeston 1) は水質汚濁上第一に考えるべき事として、廃水の量と質及び受入れる水塊の自浄作用の能力をあげている程であるが、海についても同様に見落す事の出来ない現象であると思う。こうした考えに基き汚水に対する海の自浄作用の概略を知ろうと考え研究を進めた。ここでは其ノIとして海に出された汚水は稀釈による濃度の減少に、自浄作用による濃度の減少が加って、測定値上急激な濃度減少がみられるが、この測定値より稀釈のみによる濃度の減少を除去して浄化を受けた程度を知る方法を考えたのでここに報告する。本報文は、本所長 花岡資博士、京大 川上教授の御指導によって出来上がったもので、ここに厚く感謝の意を表します。

考 え 方

基本的な考え方は自浄作用を受けない標準物質の濃度により稀釈度を出しこれと濃度の減少比とを比較するものであって、場合により標準物質を何にとるべきかが問題となる。

河川の場合には、

(A) 流量から稀釈度を出す方法 (得られた物質の濃度を汚水と川水とが均一に混合した場合の値と仮定する)

(B) 汚水自身のもっている自浄作用を受けない成分の濃度から稀釈度を出す方法とがあると思う。

多くの研究者の取って来た方法は(A)であるが、然し(A)の方法は流量を出すのに相当な調査を必要とし、又均一に混合しているとは決して言えない事、又(B)の方法はどの成分が自浄作用をうけないか判定するのが困難である等、実測値より計算するには相当の難点がある。

海の場合には自浄を受けない標準物質として塩分がある。これを使用して稀釈度を出せば良い。

以下計算上使用する符号を次の如く定める。

廃水口より排出される汚水の単位体積中に含まれている或物質の量又は或る値を C_p 、塩分の量を S_p 、稀釈する基準となる海水 (実際には相当離れた地点で或る物質の量、又は或る値が充分小さく、且つ変動の充分に小さい場所の海水) の単位体積中の或る物質の量又は或る値を C_0 、塩分を S_0 、同様汚水の混合している任意地点の海水の単位体積中の或る物質の量又は或る値を C 、塩分を S 、自浄作用により浄化された程度を α とする。この関係を表示するとTable 1の如くである。

Table 1 Symbols

	basic sea water	mixture of sea water and pollutant	pollutant
Salinity	S_0	S	S_p
Concentration of any substance	C_0	C	C_p
Volume	1	1	1
Fraction Pollutant	0	x	1
Fraction basic sea water	1	$1 - x$	0
Purificated degree	--	α	0

A) 以上の符号付けより直ちにS, C, が他のSo, Sp, Co, Cp, α等より求められる。

$$S = \frac{So(1-x) + Sp x}{1} \dots\dots\dots (1)$$

$$C = \frac{Co(1-x) + Cp(1-\alpha)x}{1} \dots\dots\dots (2)$$

(1)(2)式よりxを消去する為次の操作をする。

$$\frac{S}{So} = (1-x) + \frac{Sp}{So} x \dots\dots\dots x = \frac{1 - \frac{S}{So}}{1 - \frac{Sp}{So}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{C}{Cp} = \frac{Co}{Cp}(1-x) + (1-\alpha)x \dots\dots\dots x = \frac{\frac{C-Co}{Cp}}{1-\alpha - \frac{Co}{Cp}} \dots\dots\dots (4)$$

(3)(4)式よりxを消去して

$$\frac{So-S}{So-Sp} = \frac{\frac{C-Co}{Cp}}{1-\alpha - \frac{Co}{Cp}} = \frac{C-Co}{(1-\alpha)Cp-Co} \dots\dots\dots (5)$$

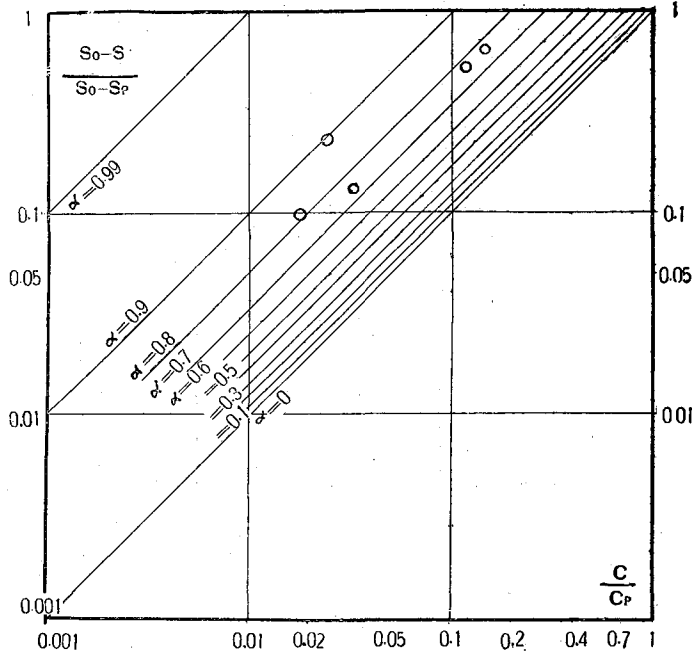
$$\therefore \alpha = 1 - \frac{\frac{C-Co}{Cp}}{\frac{So-S}{So-Sp}} - \frac{Co}{Cp} \dots\dots\dots (6)$$

よって(6)式により自浄された程度がわかる。B) 若しαを求めるのではなく単に浄化の程度を知るのであれば(6)式によらず自浄のなき場合と図上で比較しても良い。

(2)式でα=0とおけば

$$\frac{So-S}{So-Sp} = \frac{C-Co}{Cp-Co} \dots\dots\dots (7)$$

Fig 1 graphical computation of α



即ち塩分から計算した廃水が単位体積中に占める割合と或る物質の量から計算した同上の事が一致するという事である。両軸に $\frac{S_0-S}{S_0-S_p}$ と $\frac{C-C_0}{C_p-C_0}$ を同一尺度で目盛れば45°線か浄化のない場合の点列である。

1) $C_0=0$ の場合には(7)が

$$\frac{S_0-S}{S_0-S_p} = \frac{C}{C_p} \dots\dots\dots(8)$$

となり更に自浄の有る場合には

$$\frac{S_0-S}{S_0-S_p} = \frac{C}{(1-\alpha)C_p} \dots\dots\dots(9)$$

(8)(9)両式の右辺をlogで表わしその差をとれば

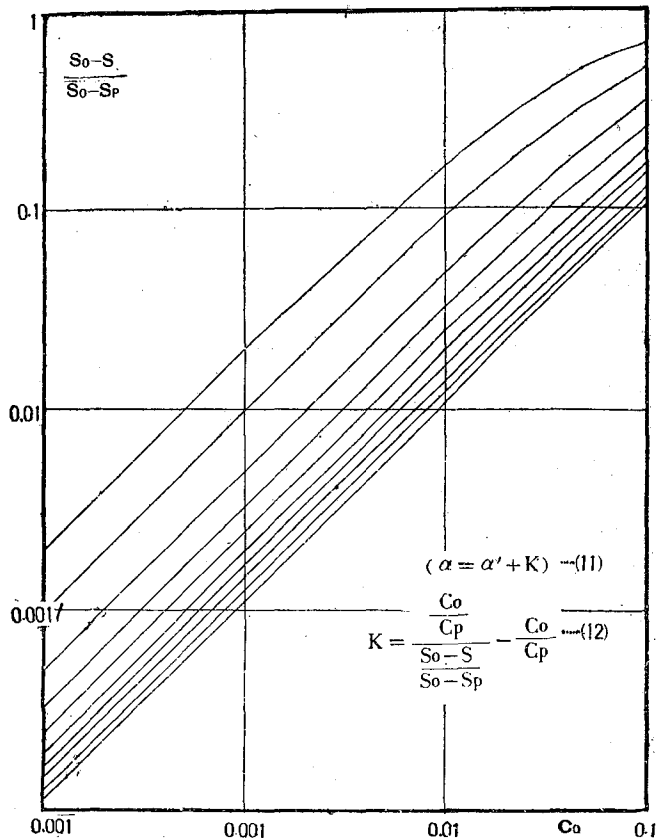
$$\log \frac{C}{C_p} - \log \frac{C}{(1-\alpha)C_p} = \log(1-\alpha) \dots\dots\dots(10)$$

となり $\frac{C}{C_p}$, $\frac{S_0-S}{S_0-S_p}$ 軸をlogで取れば $\frac{C}{C_p}$ 軸方向への点のずれが、 α により一定、即ち等 α 線が45°線と平行になる。こうして α の異なる各平行線を引いた図上に点をプロットすれば直ちに α がわかる。Fig Iに例を示す。

2) $C_0 > 0$ の場合。1) の様にはいかないが、

今 $C_0=C_0$ とおいた時の浄化度を α , $C_0=0$ とおいたときの浄化度を α' とし、 α α' の間にどのような値のふれがあるかを考えてみる。

Fig 2 Intersection chart of Equation(12)



$$\text{即ち } (\alpha = \alpha' + K) \dots\dots\dots (11)$$

$$K = \alpha - \alpha'$$

とおくと

$$K = \frac{\frac{C_o}{C_p}}{\frac{S_o - S}{S_o - S_p}} - \frac{C_o}{C_p} \dots\dots\dots (12)$$

(12)式に基きKと $\frac{C_o}{C_p}$ 並びに $\frac{S_o - S}{S_o - S_p}$ の関係を網目図表に表わしたのが Fig 2 である。使用法は、任意点の $\frac{S_o - S}{S_o - S_p}$ を知りそれと $\frac{C_o}{C_p}$ を両軸で見てその交点に最も近い線のKの値をとれば、(11)式により α を出すことが出来る。以上より(B)の1)と2)とを組合せて α を出すことが出来る。

異なる水塊が混入した場合の α の値から、S、C、の成分が異なる水塊が混入すれば当然 α は別の値を示す。この点につきどの位 α がふれるか検討してみる。

S_o, S_p, S, C_o, C_p, C 及び x, α についてはTable 1 と同様に符号を定める。

異なる水塊の単位体積中に含まれる対象物質の量又は質を Cq 塩分量を Sq とし任意の単位体積中に混合されている異なる水塊の割合を x' とする。従って基準海水の含まれる割合は $1 - x - x'$ となる。

以上の符号よりC、Sを求めると

$$S = \frac{S_o(1 - x - x') + S_p x + S_q x'}{1} \dots\dots\dots (13)$$

$$C = \frac{C_o(1 - x - x') + C_p(1 - \alpha)x + C_q x'}{1} \dots\dots\dots (14)$$

$$x + x' = X \quad x = hX \quad x' = h'X \quad \text{とすると}$$

$$X = \frac{1 - \frac{S}{S_o}}{1 - \frac{S_p}{S_o}h - \frac{S_q}{S_o}h'}$$

$$X = \frac{\frac{C - C_o}{C_p}}{(1 - \alpha)h + \frac{C_q}{C_p}h' + \frac{C_o}{C_p}}$$

両式よりXを消去し α を出すと

$$\alpha = 1 - \frac{1}{h} \left\{ \frac{\frac{C - C_o}{C_p}}{\frac{S_o - S}{S_o - S_p h - S_q h'}} - \frac{C_q}{C_p} h' - \frac{C_o}{C_p} \right\} \dots\dots\dots (15)$$

$$= 1 - \frac{\frac{C - C_o}{C_p}}{\frac{S_o - S}{S_o - S_p}} + \frac{1}{h} \frac{C_o}{C_p} - \frac{1 - h}{h} \left\{ \frac{C - C_o}{C_p}, \frac{S_o - S_q}{S_o - S} - \frac{C_q}{C_p} \right\} \dots\dots\dots (16)$$

比較すべき見掛の浄化度 α'' は次の如くである。

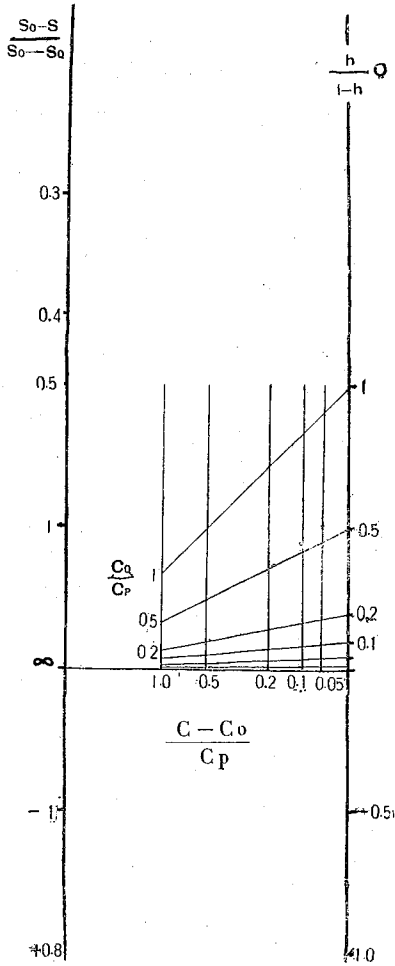
$$\alpha'' = 1 - \frac{\frac{C - C_o}{C_o}}{\frac{S_o - S}{S_o - S_p}} - \frac{C_o}{C_p}$$

$$\alpha = \alpha'' + Q, \quad \frac{C_o}{C_p} = 0 \text{ とすれば}$$

$$Q = -\frac{(1 - h)}{h} \left\{ \frac{\frac{C - C_o}{C_p}}{\frac{S_o - S}{S_o - S_q}} - \frac{C_q}{C_p} \right\} \dots\dots\dots (18)$$

変形して

Fig 3 Momograph of Equation (18)



$$\frac{C-Co}{C_p} + \frac{h}{1-h} Q - \frac{C_q}{C_p} = 0$$

$$\frac{1}{\frac{S_o-S}{S_o-S_q}} = f_1 \quad \frac{h}{1-h} Q = f_2 \quad -\frac{C_q}{C_p} = f_3$$

$$\frac{C-Co}{C_p} = g_3 \quad 1 = h_3 \text{ とすれば 上式は}$$

$f_1 g_3 + f_2 h_3 + f_3 = 0$ の形となりノモグラフで表わす事が出来る。これを Fig 3 に示す。これより考えると、一概には論じられないが淡水が入れば α'' は大きく表われ、相当の稀釈後に高濃度の異質水が入れば α'' の値は α より小さく表われる事は言える。

Fig 4 α Values of sewage disposal in Fukuyama inlet
dot... α circle : α'

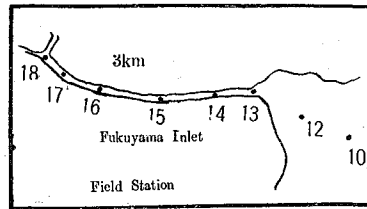
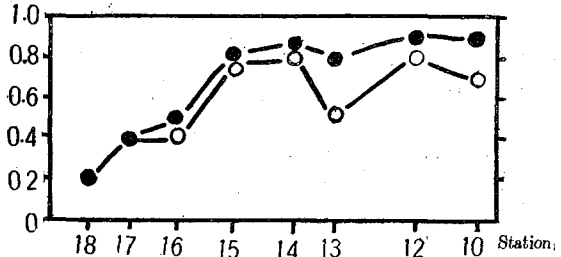


Table 2 Calculation Procedure

C_p ...C.O.D 740mg/ℓ S_p ...18.0%
 C_o ...C.O.D 5mg/ℓ S_o ... 0%

Data						Calculation						
Station	Depth m	pH	Dissolved O ₂ mg/ℓ	Cl %	C.O.D mg/ℓ	Clo-Cl %	$\frac{Clo-Cl}{Clo}$	$\frac{C}{C_p}$	$\frac{C}{C_p} \frac{Clo-Cl}{Clo}$	L'	K	α
18	0	7.4	0	0	573.4	18.	1.0	0.77	0.77	0.23	0	0.2
17	0	6.4	0	2.46	399.5	15.54	0.86	0.54	0.63	0.37	0	0.4
16	0	6.8	2.74	12.90	124.5	5.10	0.283	0.168	0.59	0.41	0.05	0.5
15	0	7.2	4.12	14.08	38.78	3.91	0.217	0.0523	0.242	0.76	0.05	0.8
14	0	6.8	5.80	14.15	29.9	3.68	0.204	0.0405	0.20	0.8	0.05	0.85
13	0	6.8	3.73	14.32	12.23	0.61	0.0339	0.0165	0.48	0.52	0.3	0.8
12	0	7.2	6.10	16.65	15.4	0.67	0.087	0.021	0.24	0.76	0.1	0.9
10	0	7.8	7.18	17.04	7.81	0.96	0.053	0.017	0.32	0.68	0.2	0.9

以上の方法を使用して計算した一例をFig 4 にあげる Table 2 は計算の経過である。

使用した数値は内海区水産研究所利用部が福山入江に於て調査したものである。4) 5)

計算法は初め $C_0 = 0$ において α' を計算し次にFig 2 を利用してKを出しこれより α を出したものである。

〔附記〕以上の方法は単に自浄の程度を知るのみでなく一般に海に流入する水塊の濃度の変化の中稀釈によるものを除去する方法であるから河口に於ける浮游物土砂の動向、沈澱等を解明するのにも有用であると考えている。

要 約

海に放出された汚水の濃度減少の中、海水の稀釈による濃度減少を除去し、海の自浄作用による濃度減少(浄化度)を知る計算法を提出した(6)式 更に図式法について考え、性質の異なる水塊が混入した場合の値の変動を考えた。

文 献

- 1) Weston Water Pollution Ind Eng Chem Vol 31 1311~1321
- 2) 竹内寿太郎, ノモグラフの極意 昭和27 オーム社
- 3) 内海区水研利用部資料, 第二号 山口水試の部 未発表
- 4) 同 上 第五号 未発表
- 5) 新田 他, 工場廃水に関する研究 2報 6の(一)
入江の奥にある都市廃水
内水研報告 6号 昭29.

汚水に対する海の自浄作用について

II 浄化の速度及び酸素たるみ曲線について

伊賀原 彌一郎・新田 忠雄

自浄作用の数値的取扱についてPhelps, Streeter, Theriault等の周知の業績がある。

自浄作用に関する実験式としてはPhelpsが発唱しTheriaultによって充分確かめられた式。この式中の脱酸素係数と温度の関係についてはPhelps and Streeterの換算式、酸素たるみ曲線の解析についてはStreeter and Phelpsの提出した式等がある。著者等は上記の数値的取扱を既存のデータに二、三の仮定及び方法を入れて行ってみた。

その結果を報告する。

浄化速度

i) Phelpsの実験式の海に於ける適合性

海に於てもPhelpsの式が適合するかどうか一応検討してみた。その結果をFig 1, Fig 2に示す。使用した数値は杉本1) 新田他2) のCODを使い伊賀原3) の方法で稀釈による濃度減少を除去計算し図示した。Fig 2は時間を測定していないのであるが、ほぼ均一巾、均一深度の細長い入江で、その奥より都市廃水が放出されるので奥よりの距離比は、時間比を表はすものと考え、代用した。Fig 1, Fig 2共、大約Phelpsの

Fig 1 Relation between $(1-\alpha)$ and time in Kuba bay 1)

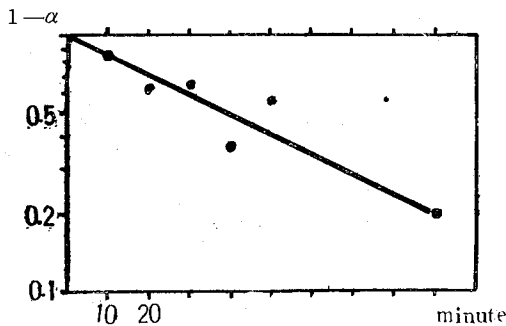
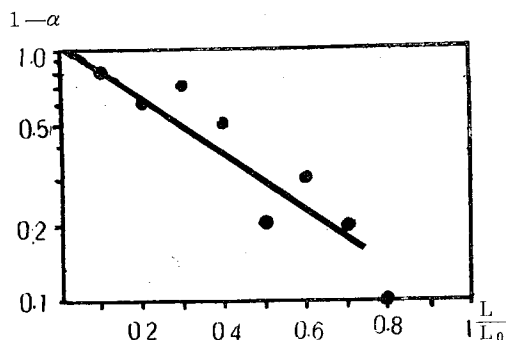


Fig 2 Relation between $(1-\alpha)$ and $\frac{L}{L_0}$ in Fukuyama inlet 2)



実験式に適合する様である。

ii) Phelps式の脱酸素係数について

Streeter 4)は、人工水路及びIllinois河に於てPhelpsの式のKを実測値より計算した。同様に海の例について計算を行ったこの結果を、Tabl 1に、その計算上の主要事項を下に記した。

Tabl 1の数値をみるとStreeterの提出したKの値に比して人工水路の極上流の値を除くと一般的に著者の計算したKの値は大きい様である。この説明として8)の急流の場合は、泥のCODの測定結果より相当の沈殿が測点間で起っている事実及び杉本5)がグランドバルブ工場地先、放出口周辺海面の泥を分析した結果繊維物質が多量含まれ100m前後離れると急に泥中の繊維物質が少なくなる事を見ている事から、バルブ廃水が沈降性物質を多量含んでいる事。平均流速より表面流速の方がKが大きく又、測定時間の短い方がKが大きい事等から

i) CODの値を左右する物質の沈降が相当大きい事。

ii) 直接酸素要求量が相当大きく、海に放出直後に急速に充足される。以上の2つがStreeterの値より大きく出た原因の一つと考えられる。

例えば沈降物質がCODの減少の半分を占め、こ

れが上層水より除去されるとすれば、沈澱が沈降しない時は 9) ならば0.33となりそれに直接酸素要求量があれば更にKの値は小さくなりStreeterの値と近くなる。しかしながら、COD、BODの意義の差異はさて置くとしても測定時間が短いと微生物による分解等は停滞している場合以外は数値上出てこないと考えられる。

Table 1 Various Value of natural oxidation constant, K.

Order K ₂₀	10 ¹	10 ⁰ , 10 ⁻¹	Kind of waste and swage	Velocity, time, distance.	Dater
B.O.D		0.3 Kitaura	Starch work's waste	mean Velocity 1 day	Matida. etc. 6)
C.O.D	14 Estuary		G.P. waste	Surface 15.6cm/sec Velocity 0.75hour 0.7km	Okayama prefectural Fishries experimental station. 7)
C.O.D	11 Kuba bay		S.P. waste	" 5.6cm/sec 1.5hour 0.5km	Sugimoto, 1)
C.O.D		0.8 Mitaziri bay	Brewery waste	mean Velocity 4.2cm/sec 1.2hour	Yamaguti prefectural Fishries experimental station. 8)
C.O.D		0.8 Kubabay	S.P. waste	" 3.2cm/sec 4hour 0.8km	Sugimoto, Nitta. 9)
C.O.D		1.2~0.6 Fukuyama inlet	sewage	" 8.4~5cm/sec 6~10hour 3km	Nitta, etc. 2)

- 6) 町田の計算したflushing timeと現場のC.O.D数値を用いた。
 7) 河水と汚水の不均一混合を除くため上流下流共に数点をえらび、混合の均一でない上流は汚水部分と汚水のあまりまざっていない部分とに分け、下流の数点の平均塩分と同一になる如く各部の塩分に乘すべき加重を計算し、この加重を使って均一に混合した場合の上流のC.O.Dを決定しこれよりKを計算した。
 1) 3)の方法と漂流瓶による時間より計算した。
 8) 湾内に於て同じく汚水を含む水塊で明らかに性質の異なり不連続になっている1つの水塊を潮汐により分離したものと考え時間を推定し、これに1)の方法とを併用した。
 9) 或る等濃度面より内の水分含有量を計算し、これより汚水含有量を出しこれを工場の1日当りの排水量で割って平均最大経過時間を出し、又全体につき平均濃度を計算しこれを使って出した。
 2) 8)と同様な方法を入江に於て行った。

* Streeterの提出したKの値

人工水路の極上流	21	Illinois河の上流	0.3
" 上流			
" 下流	0.3	" 下流	0.1
流 速	16ft/sec		

酸素たるみ曲線について

河川に汚濁が加った場合河川のたどる溶存酸素の展型的変化は注入地点より下流に向い漸減し、或る地点で極小となり再び漸次回復して遂に飽和に到る図示するとたるみをもった一つの曲線となり、此れを酸素たるみ曲線 (Oxygen Sag Curve) 10) と呼んでいる。

しかしながら海、或る限られた小湾入江等に於ては、その様なたるみは得られず急激な回復を示すのが通常である。この原因については海は河川と異なり急激な稀釈により酸素が補給され単に見掛上たるみを生じないのであるか、それとも他に原因があるのか確かめる意味で 2) の変法を用ひ稀釈の影響を除去し汚水の酸素吸収による溶存酸素の減少率 (β) 及び汚水による見掛けの酸素吸収量 (γ) 等を考え、求めてみた。この求め方は次の通りである。

Table 2 Symbols

	Basic sea water	mixture of sea water and pollutant	pollutant
Sa'inity	So	S	Sp
Concentration of dissolved oxygen	Oo	O	Op
Volume	1	1	1
Decrease proportion of oxygen content by pollutant	0	β	—

以上の符号より直ちに

$$O = \frac{O_p (1 - X) + O_o (1 - \beta) X}{1} \dots (1)$$

$$S = \frac{S_p (1 - X) + S_o X}{1} \dots (2)$$

両辺より X を消去し β を求めると

$$\beta = 1 - \frac{\frac{O - O_p}{O_o}}{\frac{S - S_p}{S_o - S_p}} \dots (3)$$

初め単位体積中に存在した汚水が稀釈され、その中に海水が混入されると同時に他の単位体積に

汚水は混入していく。

これを初めの単位体積について考え、真の酸素吸収から再曝気による酸素補給を差引いた単位体積中の汚水による見掛けの酸素吸収量を γ とすると

γ は $\beta \times$ 単位体積に供給された酸素量であるから

$$\gamma = \beta \times \left(\frac{S - S_p}{S_o - S_p} \right) O_o \dots (4)$$

又初めの単位体積の汚水が稀釈され混入された全体の混合水中で見掛上吸収した酸素量は

$\gamma \times$ 稀釈率 (汚水の含まれている割合の逆数) であるから

$$\gamma' = \gamma \times \frac{1}{\frac{S_o - S}{S_o - S_p}} \dots (5)$$

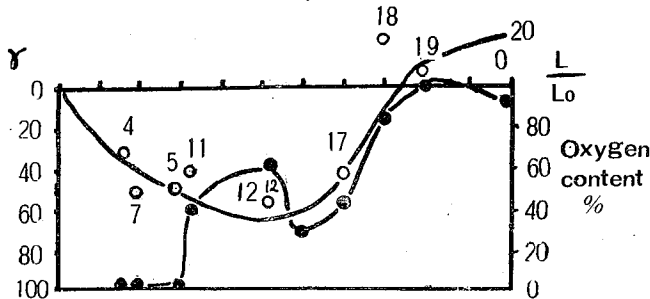
厳密な意味で河川の酸素たるみ曲線の如く初めに多量な河川水中に放出混合され、その稀釈が一定な時の酸素たるみ曲線の如き意味をもたないが、単位体積中での汚水による見掛上の吸収酸素量が初期を除き稀釈によって充分の酸素が供給されていると考えられるので、ほぼ河川に於ける酸素たるみ曲線と近似のものとする。

この問題となる(4)式を計算するのは面倒なので Fig 4 の如く両軸に 溶存酸素量と汚水含有量 (海水含有量なら目盛を逆にとる) をとり、2 の図上に各測定値を取り、45° 線より下方のはづれの長さが見掛上吸収された酸素量を表す。この方法を用ひて以下行った。

使用した数値は山口水試 8) の三田尻湾内の醸造工場及びブレーヨン工場を取扱ったもの、及び新田他 2) の福山入江の都市廃水を取扱った測定値である。結果 Fig 5, Fig 6 に示す。

図示したものは汚水による酸素消費に比して十分に溶存酸素を保有する如くに初めに稀釈され、この稀釈度が時間と共に変化せず一定の場合の溶存酸素の変化を示すもので、河の酸素たるみ曲線に相当するものである。Fig 3, Fig 6 共ほぼ河のたるみ曲線と同様な形になる様である。(但し横軸が距離比を時間比ととったため、たるみの形は時間軸の時とは多少異なるかも知れない。)

Fig 5 Relation between γ and oxygen contents in Mitaziri bay
circle... γ dots... oxygen content



(Fig 6 の Station 13 が屈曲の原因となりはづれているが、この場合は入江の入口に位置し浅所で溶存酸素の少ない底層水と混合している事が他の事実より認められるので当然と考える) 以上で調査数値そのままからは酸素たるみ曲線が得られない原因が単に稀釈の度が刻々変化する為と考えられる。

酸素たるみ曲線と COD

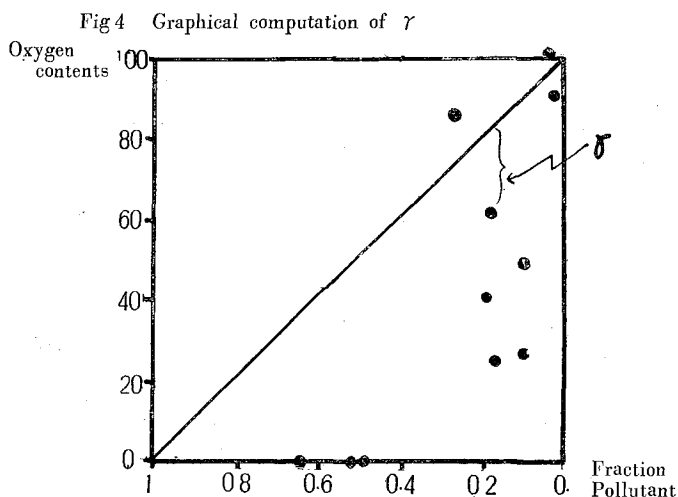


Fig 5

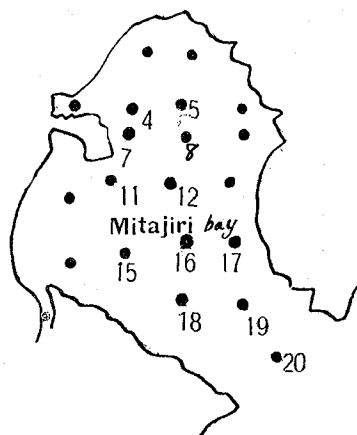
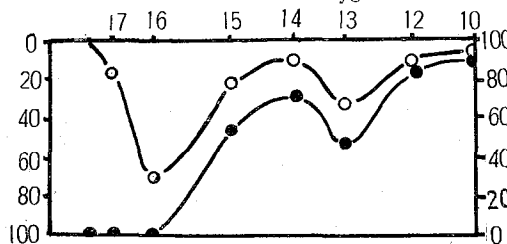


Fig 6 Relation between γ and oxygen contents in Fukuyama inlet



河川に於ては酸素たるみ曲線とBODの内には種々の考察が行はれ再曝気係数を入れて酸素たるみ曲線を解析した式が有り 溶存酸素の極少点 (critical point) に達するまでの時間を求める事が出来る。海の場合に於ては稀釈が一定でも又規則正しく変化しないので河の様子に解析する事は困難であるかCODとの関係について考察してみた。使用した数値は上と同じ、CODから浄化度を計算しこれと酸素たるみ相当曲線との関係をみた、結果を図示すると Fig 7, Fig 8となる。両図をみると浄化度の急激な増大部分に於て汚水により吸収された酸素量 (正確にはこれより再曝気の酸素量を差引いたもの) も又急増している事が認められる。この事は両者の間に密接な関係のある事を指示するものと思う。この自浄度は見掛けのものであり沈澱、その他の原因による、CODの減少をも含んでいるので一概に浄化度の増減即ち曝気及び酸素吸収とは結びつかないのであるが、先づCODより考えた放出後初期の浄化度の増大と酸素吸収量の急増とが結びつく事、溶存酸素の極小点が時間的に1/2日以下にある事、稀釈の影響を除いた汚水の酸素吸収が0となる点が $\frac{L}{L_0}$ が0.75約1/2日~3/8日位放出後経過した地点にある事、等より汚水の注入後初期の酸素吸収は直接酸素要求量による、事を裏書するものと考えられる、又稀釈のはげしい海に於ては酸素消費要求量としてBODよりIOD・CODが重要ではないかと考えられる、然しながら使用数値には沈澱、時間等の測定がないので多くの未知の問題を包含しているのは言うまでもない。

次にFig 7の $\frac{L}{L_0}=0.75$ 附近に注目すると稀釈を除く酸素吸収量 (β) = 0の線と黒点を連ねる線の交点は調査時の再曝気状態、放出後の経過時間etcの各種条件下に於てもはや見掛上汚水が水中溶存酸素を吸収する要因としての意味を失った点であると言へる。こうした点がある地域、ある工場について多数求めれば、その条件下に於ける対象汚水による酸素吸収という意味よりみた影響限界濃度を論ずる事が出来るもの

Fig 7 Relation between α and γ in Mitajiri bay 12)

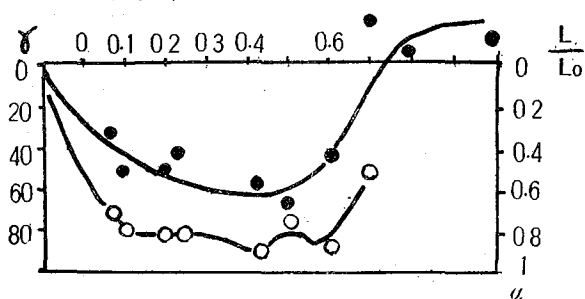
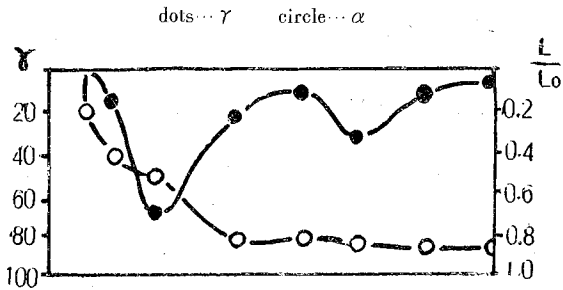


Fig 8 Relation between α and γ in Fukuyama inlet 10)



の関係を論じた。

3. 対象汚水の酸素吸収要因としての面よりみた海に於ける影響限界濃度という考えを提出した。終りに文献について御便宜を賜った右田正男博士に厚く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 杉 本：未発表
- 2) 新田 他：工場廃水に関する研究 第二報 入江の奥の都市廃水 内水研報告 6号 (昭和29)
- 2) 内水研利用部資料 第5号
- 3) 伊賀原：工場廃水に関する研究 第三報 汚水に対する海の自浄作用 1
- 4) Streeter : Comparative rate of stream purification under natural and controlled condition. Ind. Eng. chem. Vol 22 p1343~46 (1930)
- 5) 杉 本：未発表
- 6) 町田 他：北浦北部に於ける澱粉工場廃水の影響 水産増殖 2巻 1号 (1959)
- 7) 岡山水指：日清製紙工場廃水調査 未発表
- 8) : 内水研利用部資料 山口水試の部 第2号
- 9) 杉本・新田：工場廃水の研究 一報 工場廃水の分散について 内水研報告 3号 (昭和28)
- 10) Streeter : The effect of Sewage discharge on stream Sewage works J. Vol 3 p713 (1931)

と考えられる。

Fig 6の数値より得られたのはCOD約20mg/Lであった、これは表層のみであるので再曝気の不足する底ではこの影響限界濃度は更に小さいものと考えられる。

要 約

1. Phelpsの式のKを既存のデータより計算しCODによる値が Streeter の値より一般に大きい事を見た。又この理由について考察した。
2. 既存のデータより海に於ける酸素たるみ曲線についてのべ、更にCODにより浄化度と

廢水の分散を支配する要素

新 田 忠 雄

淡水が海水中に放流されると表面に浮上して水面を拡がっていくのであるが、拡がりつつ海水と混合拡散が行はれる。溶液に於ける一般の可溶性物質の拡散は勿論この場合行はれるけれども、このような浮上して流れる淡水に起る海水との混合は淡水と海水との接触面に於て行はれる拡散現象よりもよほど大きなものであり、これにより流入した淡水は海水と混合されて遂には識別出来なくなっていく。

海面に起るこれらの混合拡散が如何に行はれるかを知るために幾つかの実験を行った。

(1) 実験方法

(i) 実験水槽はその都度必ずしも同一ではないが、大体木枠の中にビニールを敷いて水槽をつくった。実験の目的により平面的に考へるときは巾2尺、長さ5尺、深さ3寸位の水槽を使用した。断面を見る時には横にガラス板を入れた木枠の中に透明なビニールを張って水槽とし、水槽は巾1寸、長さ3尺、深さ1尺位のものをつくった。しかし水槽はその他必要に応じて木枠をつくって色々の物を使用した。

(ii) 廢水は色で見分けることとして実験を行った。方法としては次の様にした。

(i) 海水を入れた水槽に食紅で着色した淡水を流してその分散を追求した。

(ii) 自然海面で食紅を流したが食紅はいつまでも消えないので水表面に浮かんでいなくなった時をもって淡水の消滅とする事とした。水表面から赤い色がなくなる事は水中に白い物を入れてそれと表面との色を識別し判定した。又深さ3cm縦横50cm四方の大きさの木枠をつくり、下に白色のビニール糸を縦横に張って網目の様にした。これを水中に枠の上面が少し現はれる程度に入れこの中に着色した淡水を入れ白色ビニール糸の上に色を認められなくなる時間を測ったりした。

(iii) 海水に無機酸(塩酸)を少し加へたものを水槽に入れ、この中に苛性ソーダを少し加えフェノルフタレンで着色した淡水を入れて分散を調査した。この着色水は一定倍率に稀釈されれば着色が消えるから酸アルカリの濃度を加減すれば何倍に稀釈されたかはその着色の消滅で決める事が出来る。実験は主にこの方法によった。

以上の方法で水の拡散を支配する要素の検討を行ったのでその結果を項目を分けて述べよう。

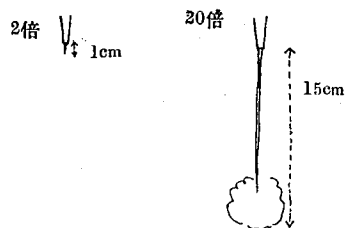
(2) 注入される流れの力による稀釈

(iii)の方法でビューレットから淡水を流した。流量は1.9秒に1ccの割である。水槽は径25cm深さ30cmのガラス水槽である。この着色が消失した距離と稀釈倍率を第一表に示す。尙海水と比重の差のない場合を考へるため微アルカリ性とした着色海水でも実験してみた。この着色の消失状況は第1図の如くである。

第一表 注入される流れの力による稀釈

	淡 水 注 入				海水注入
稀釈倍率	2倍	5	10	20	20
消失距離	1cm	2.5	11	15	1

第1図



(3) 注入される水の量比と稀釈

(iii)の方法で行った実験で、水槽は巾5cm深さ1cm、長さ1mの水路をつくり、これに毎秒1.7~16ccの流量で海水を流した、この中に10倍稀釈が分る淡水を流入させた。流入量は0.1~0.4cc/秒でこれにより

淡水量に対する流水量の倍率も計算した。結果は第二表の如くである。

第二表 注入される水の量比と稀釈

色の消失の距離	約2.5cm	5	15	消失せず	備考
流量毎秒 1.7cc		0.1 (17倍)			10倍稀釈
2			0.2 (10倍)	0.25(8倍) 0.33(6倍)	注入淡水量
4.4		0.15(27倍)	0.29(15倍)		1秒当りc.c.()
8		0.4 (20倍)			は流量との比率
16	0.4(40倍)				

(4) 注入された淡水が海面上に浮上する力による稀釈

(イ) 径3.4cmの円筒に海水を入れ、その中に注入した10倍稀釈を示す淡水の浮上後に残る着色水層の厚さをしらべると第三表(イ)の如くであった。この実験で注入した水量は10ccである。

第三表 海面に浮上する力による稀釈

(イ) 浮上距離 浮上後の着色層の厚さ	8cm 3cm	13cm 2cm	18cm 1.5cm	備考 10倍 稀釈
(ロ) 稀釈倍率 浮上後の着色層の厚さ	1倍 0.1cm	2 0.2	5 2	10 3

(ロ) 浮上距離を5cmとし稀釈率を変へた液の浮上後の着色層の厚さは第三表(ロ)の如くであった。使用した円筒は直径4.3cmであった。

(5) 水面上を拡がっていく力による稀釈
(イ) 巾5cmの水路に一定水量の淡水を流した時の消失状態である。流下後一定時間

毎にその着色水の先端までの距離を測ったが、その結果は第四表(イ)の如くであった。

第四表 水面上に拡がる力による稀釈

(イ) 淡水量	測定時間	倍率						
		1倍	2	3	3 海水使用	5	10	20
10cc	30秒	消失	34cm	34	24	34	34	
	消失迄の時間		2分	4分半	10分			
	30秒	64	65			59	32, 56	45
	1分	82	82			52	41, 70	55
	2分						46	77
	5秒							24
	10 "							39
	20 "							35
30 "							40	
40 "							45	
50 "							50	
60 "							52	
(ロ) 流下距離	10cm		7.5		5.0		2.5	
着色水の高さ	1.4cm		1.3		1.2		1.1	

(ロ) 10ccのメスシリンダーに淡水を入れこれに食紅を混ぜた海水を静かに入れ下にあつまる着色水の高さをしらべた。(第四表(ロ))

(6) 自然に行はれる拡散
前に述べた第四表(イ)で10ccの場合2倍3倍で消失するのはこの程度の水にあつて混合が行はれる事を示すようである。

(7) 海面上を流れる自然の流れと稀釈
前の(5)(イ)に述べた事は水が表面を流れることに

よる稀釈があまり行はれない事であったが、この場合は流れる水と止まっている下の水の間に渦流が起つて、それにより稀釈は幾分とも進められているが、若し上の水と下の水が同一に流れるならこの稀釈が更に劣る事は考へられる。

(8) 風力或は浪による攪拌で行はれる消失

(i) 実験 (ii) の方法により表面消失の状況を見た。場所は笠岡の養魚池で行った。はじめ10~200ccの淡水を流して色が分らなくなる時間をしらべた。次に5立の着色水を流し表面水に色がなくなる時間をしらべた。この時間は2分10秒~2分45秒であった第3に連続疏下する淡水の消失距離をしらべた。第1と第3の結果は第五表(i)に示す。

第五表 風力又は浪による攪拌で行われる稀釈

(i) (1)流した水量	10cc	50	100	200
消失時間	26秒	45	1分52秒	2.28
(2)平均流量	107cc/min	720cc/min		
消失する迄の距離	80cm	200cm		
(ii) 注入淡水量	10cc	50	100	200
消失時間	26秒	45	1分52秒	2分28秒

(v)(i)一定量の廃水が消える時間

(a) 淡水を海水中に注入させた場合

淡水量	稀釈率	10倍	20	50	500
1cc			4, 9, 10		
5			12, 13	22, 30	120秒
10		6秒	18, 20, 25		

(b) 淡水を淡水中に流入させたとき

稀釈率	1倍	2	3	4	5	10	25	50
時間	5秒	60	80	60	53	35	65	100

(ii) 常に流入する廃水の消失距離

(a) 淡水を海水中に流入させる

a 廃水量 0.5cc/sec

稀釈率	10倍	20	50
風なし	10	消えず	
風あり	10	20cm 30cm (巾7cm)	60cm

b 5cmの距離で廃水の消える流量

稀釈率	10倍	20	50
流量	1cc/2.5秒	1cc/5秒	1cc/36秒

(b) 淡水を淡水中に注入したとき

流量	稀釈率	5倍	10	20	50	100
1cc/1.4秒	風なし	消失	6cm	12.7	27	54
	風あり		消失			
1cc/5秒	風なし			8cm	18	

(ii) 実験 (ii) の方法で50cm四方の木枠で3cmの深さのある底に白色ビニール管の荒い目の網を張ったものを海面に浮かせ、この枠内に着色海水を入れた。はじめ表面に拡がるがやがて表面になくなり3cm下の目を抜けていってしまう。若し表面の水が比重が軽い限り浮いていて紅色もなくならぬはずであるが波等の影響をうけて表面に浮く力がなくなり色素が洗んでいくものと考へた。実験は内海区水産研究所前の海に浮かべたボートの上で行った。結果は第五表(ii)の通りである。

(v) 実験 (iii) の方法により風は送風器で水面に吹付けた。従って条件は必ずしも一定ではない。

実験は一定量の廃水が消える時間及び常に流入しつづける廃水が示す到達距離を求めた。結果は第五表(v)に示す。

(ii) 実験 (iii) による方法で浪は板をモーターを用ひて一定に前後に振り起した。水槽は長さ93cmの両面がガラス張りの水槽である。流下水量は10ccで25秒かかって落した。流下直後の着色水の厚さと長さ及びその色が消失する時間をしらべた。結果は第五表(ii)に示す。

(9) 結果の検討

これまで述べた事をまとめて検討してみると次の如くなる。

(i) 流入する勢が強いと20倍稀釈も15cmの距離で行はれた。

(ii) 稀釈水量は10倍以上の流量のある所に流入した時10倍稀釈が行はれた。流れる水量が多いほど早く消える。

(㊦)

稀 積 率	浪(巾)	浪高さ	沈下する位	着色水の置拡がり	着色水の厚さ	消失時間	
淡水流入	10倍	12.5cm	1cm	水面直下	25cm	30秒	
		5	2.5	"		0	
	20倍	12	0.5	"	33	0.5cm	2分40秒
		"	"	5cm下	27	3	30秒
		12	1	水面直下	36	2	1分20秒
		"	"	"	37	1	1分20秒
		8	2.5	"	20		40秒
		8	3	"	"		0
40倍	10~12	1.5~3	"	42	2	4分30秒	
80倍	"	"	"	50	3	7分	
海水流下	20倍					0	

(㊦) 注入した淡水が海面上に浮上する事により10倍稀積の水は18cmの浮上では消滅しなかった。

(㊦) 水面に拡がる力については50ccの淡水で1分間の観察では1~20倍稀積のどれもが40~80cmの移動をただで消滅しなかった。

(㊦) 自然に行はれる拡散は10ccの水で2~3倍稀積が2分、4分半かかって消滅した。

(㊦) 海水面上の流れにのって行はれる稀積は(㊦)に述べた移動から見てもあまり行はれるとは思はれない。

い。

(㊦) 風及び浪により行はれる攪拌によっては

風による実験で5ccの500倍稀積が2分で1cc/2秒の50倍稀積が60cmの移動で消失

浪による実験で10ccの40倍稀積が4分30秒同じく80倍稀積が7分で消失した。

自然条件で笠筒で50000ccが2分10秒~2分45秒で消失、木枠ので200ccが2分28秒で消失した。

ここにのべた(㊦)これらの実験はかなり極端な条件の実験であるかもしれず、従ってここで述べた稀積倍率と実際とのつながりは確かなことは分らないが現地調査でも廢水が容易に100倍以上の稀積が行はれているのを見るのである。

以上の結果をみると水の稀積を最も推進するものは風及び浪であり、又廢水が流入する時の力はかなり稀積に役にたち、又稀積水量の多い事も又必要である。浮上する力に若干の稀積力があり、水面を拡がる力、自然に行はれる拡散力、水の流動に伴なう移動にはあまり大した稀積が期待出来ないと考えられる。実験室内の実験操作で特に風や浪を与へないときにはこの最も稀積力のある攪拌が行はれず、唯単に注入する力と浮力する力による稀積が行はれるだけである。しかし自然水域ではこの最も重要な波浪による拡散が行はれるため廢水の稀積は極めて容易に行はれていると考えられる。

廃水分散の形態

新田 忠雄

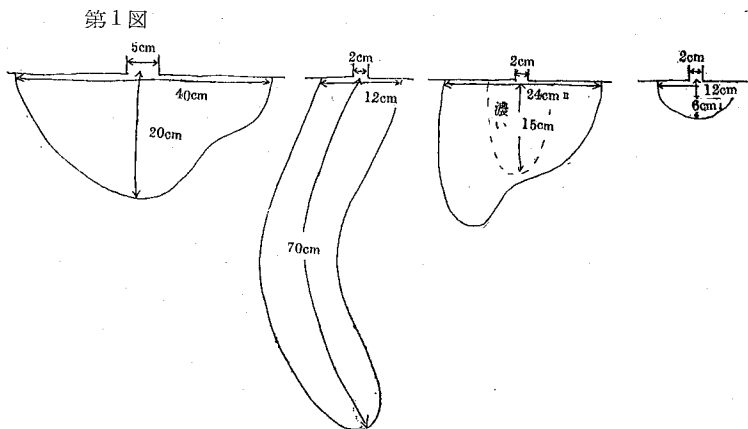
廃水分散の模型的な形は半円形の分散形態をとり、それから各種の地形、海況、気象等の影響により変形するものと考えられる。これに関係する要素は極めて多く従っておそらく各地各場合で相異して同一の形態で廃水が流れることはあり得ない事と思われるが、一応これまでに調査し、或は調査に關係した資料によって整理してみることにする。⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

分散を左右するのは地形の条件がある事は明かである。開闢地の分散、河川、入江等の關係した地形の分散、島のある地形の分散等はそれぞれ特色のある形を示すと思われる。海況条件で潮流の流速や影響の強弱が關係する。気象の条件として風が廃水の流向に相當の影響を与えている。

(1) 実際の廃水は必ず何かの影響を受けて基本的な形と言うものは考えられないのでまず簡単な模型実験でその形を推測してみた。

実験方法は分散の実験で用いた方法により等量の海水と混合すれば変化が分る程度の稀釈率により実験を行った。等量混合による理由は自然海域では波等の如き廃水の稀釈を促がす要素が大きく働くが、実験室内ではこれを模型実験として行なう事はむずかしく、従って波が伴って20倍50倍の稀釈が行われる状態を2倍稀釈の波のない実験で代用する事を考えたからである。2倍稀釈なら自然の拡散だけでもかなりよく行われる。

この実験結果を第1図に示した。



これで分るように形は半月形であるが流量がますますと長軸がのびていく。若し流出口の巾が広がるとそれにに応じて長軸がちぢまるようである。

(2) 地形の条件により現われる廃水分散の特長
(i) 開闢地形の廃水分散
(i) 開闢な地形では基本の形をとるのが普通だと思われる。しかし開闢な地形と言っても色々の

変化が近くにあり、又潮流の影響も受ける為同じ形になりにくい。以下例をあげてその状態をのべる事とする。(第二図)

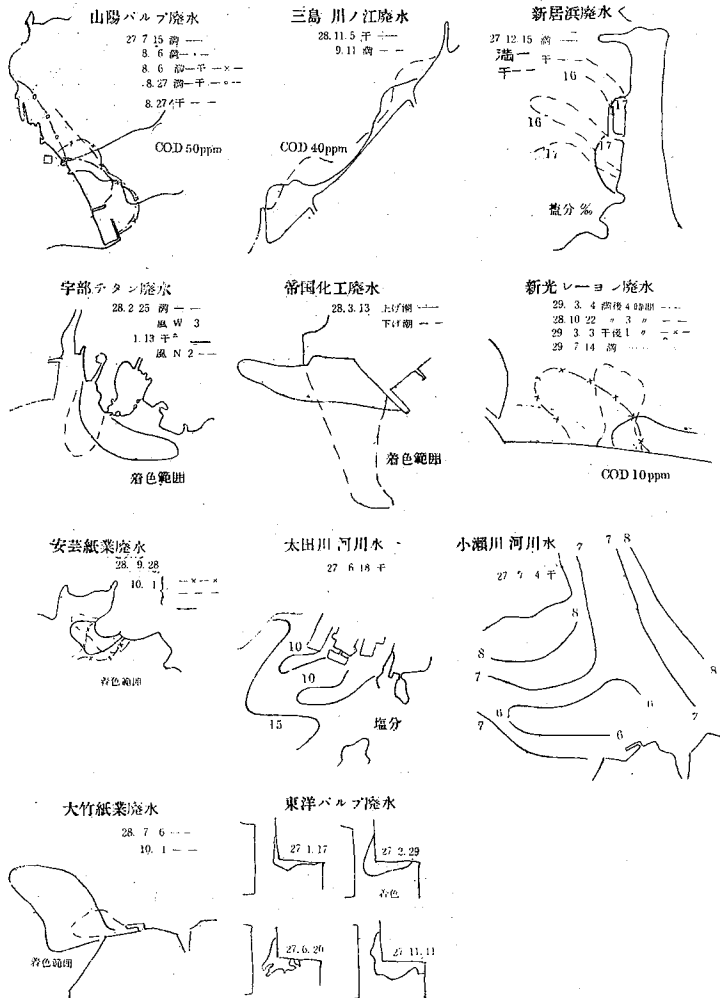
(ii) 山陽パルプの廃水分散⁽⁵⁾⁽⁶⁾

一般的な地形の特長は工場に近く浅い陸棚があり、それから沖に急に深くなっている。水は工場近くでは早い流れはなく、落潮で南に流れ、干潮から満ちはじめると沖に出た水が北に向うのではないと思われる。風の影響はかなり極端に片寄って廃水が吹きよせられる。この工場の廃水は日に8万トンと言われ廃水原液のCODは1,500ppm以上を示している。

(iii) 三島川ノ江附近のパルプ工場の廃水分散⁽³⁾⁽⁴⁾

一般になだらかな海底のようである。この一帯に沢山のパルプ工場があり三島5工場、廃水量12億、川ノ

第2図



江7工場廃水量10個, 全生町4工場廃水量8個, 上分町1工場廃水量5個, 廃水は横にのびた形に拡がっている。

(iv) 新居浜の住友化学の廃水

特に急な流れの影響を受けず, 廃水は大体正面に向かって流れる。廃水路16本, 内硫酸工場(10本)の廃水1,794m³/H タール工場(2本)の廃水2,500m³/H 他(2工場)230m³/Hである。

(V) 宇部チタン工場の廃水

廃水は沖に向かって流れ, 風向の影響をうけている。廃水は1日1,500tonと言う。

(vi) 岡山帝国化工の廃水

潮流に支配され分散方向が変る。廃水日に100~150ton

(vii) 新光レーヨンの廃水

潮流の影響を受けて廃水の流れる方向に変化があるようである。廃水量43,000トンである。

(viii) 安芸紙業の廃水

大野瀬戸の潮流ははげしく廃水分散の方向は潮流につれて変化するようである。廃水量3,600~4,000トンである。

(ix) 太田川川口の水の水散

河川は流量が多いが太田川の川口は全体では巾が広く従って川の水が合わさって全体として半円形を示すようである。

(X) 小瀬川川口の水の影響

これは引延ばされた半楕円形をなしている。

(xi) 大竹紙業の廃水分散

海岸にある溜池の中へ廃水が入り, 干潮時にそれまで貯められた溜池の水が閘門が開いて一度に流出するから, かなりの水量があり, それが潮流のかなり強い所で潮流に流される。

(xii) 東洋パルプの廃水

廃水量は1日8,000トンでごく近くの岸壁にそって廃水が認められる。

(xiii) 全般についての検討

河川水や廃水は海面に流入して一応基本的な半円の形をとるものと考えられる。この半円がくずれるのに

は色々な原因が考えられる。流入する水の初速が早ければその形態の長径は長くのびる。小瀬川や太田川の形はこれである。しかし流出する川口に巾があれば、分散区域は短かくつぶれた半楕円形になっていく。太田川は個々の川は先が延びるが、これを一緒にまとめると短かい半楕円形となる。三島もこれに類する。

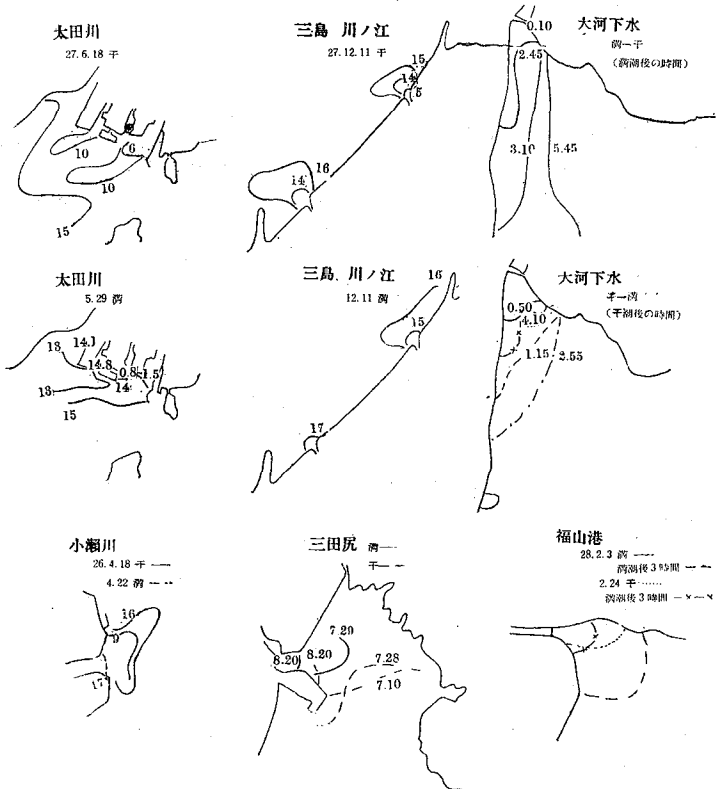
廃水は潮流にはこぼれる。大竹紙業の廃水がそのような形になっている。又これが潮流の変化に左右されると帝國化工や安芸紙業、新光レーヨン等の廃水の様に流れの変るのにつれて向きをかえる、三島などの廃水もこのような事が現われている。

第3図 太田川、小瀬川、三島、川ノ江は等塩分線
三田尻はC O D 50ppm線
大河下水、福山港はC O D 10ppm線

(a) 入江や川に於ける廃水の分散

(i) 入江や川の入口に於ける特長 (第三図)

(3)(4)
(a) 太田川川口の塩分変化
干潮時には数分沖まで及ぶ河水の影響が満潮時にはすっかりなくなり、川口を少し入った所に塩分の差がひどく現れる所が出来る。おそらく河水が再び河に満潮流ておし込まれるのではなく、外に出たものはどこかに消えてしまって新しく流出しようとする淡水が流出をさえぎられているのではないかと考えられる。第四図の結果を見ると(測点は第三図太田川の*印の位置)満潮時に表面の塩分が増し、1m、3m層の塩分が減じている。これは淡水がここで貯蔵されていることを示しているように思う。



(4)
(b) 小瀬川川口の塩分分布

(a) で述べたのと同様で満潮時には川口で内外水の変化が見られる。

(3)(4)
(c) 三島、川ノ江の満潮干潮の差

(a) と同じ事が言える。

(3)(4)(1)
(d) 三田尻の廃水分散

かなり複雑な廃水の分散形態を見せている。ここは湾の奥でまがり込んだ入江の様な感じがする。満潮時には廃水の線が目で見ても明かに認められるが干潮時には外に拡がり、時には線が分らなくなる。

廃水量は協和齋 5 万噸、鐘紡 4 万噸と言われている。

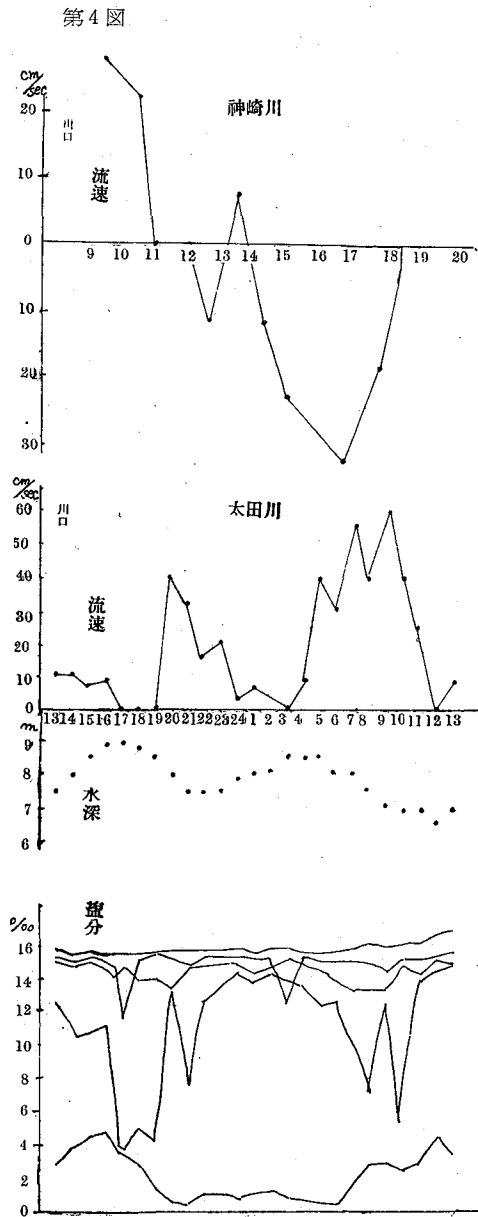
(4)(12)
(e) 福山港の廃水の分散

3 軒程の入江の奥から干潮時には都市下水が流入する。又この近くには日本火薬其他の廃水も流入している。下げ潮につれて外に流れ出す水は或る時期にかなり広く迄影響を外に及ぼすが、その後はそれほど遠く迄廃水の影響は及んでいない。最干潮時に出た廃水が満潮の次の下げ潮時に外へ出ていくものと思われる。

(13)
(f) 海田湾に流入する下水(大河下水)の分散

これは入江と言うのは無理で不定期に、つまり干潮時のみ流出する廃水の分散である。奥は小さな船溜りがあり、ここに流出した水はすぐ外へ出るが、最大分散面積を示すとすぐその影響は消えてしまうように考えられる。

(ii) 川の中に見られる水の動き (第四図)



(a) 神崎川の満潮干潮⁽¹⁴⁾

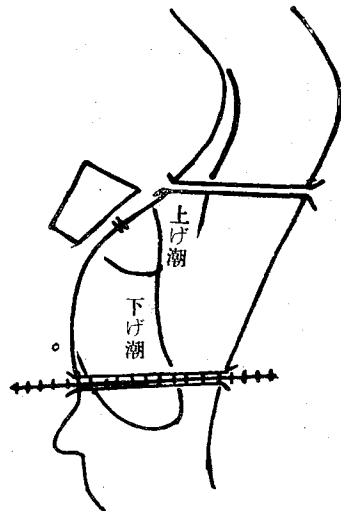
川口から2軒ほど上でも上げ潮に際して表面水は逆流する。この川は流入する水が少ない為と言うより、入江の様なものになっている。

(b) 太田川の満潮干潮⁽⁴⁾

太田川の川水は川口近くでも表面で神崎川ほどの逆流を示していない。

(c) 笹ヶ瀬川の満潮干潮⁽⁴⁾ (第五図)

第5図



五軒ほど川口より上に日清製紙がある。海水の影響はこのあたりにも及び満潮時には廃水が逆流している。

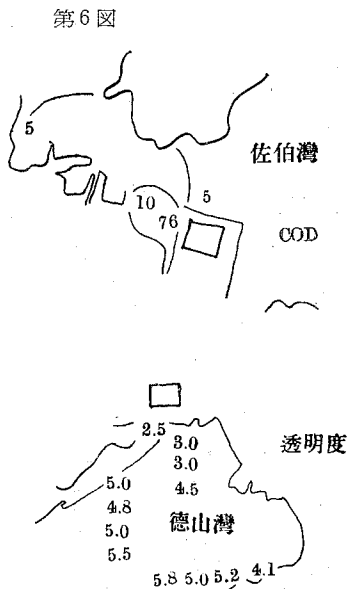
(iii) 川或いは入江に於ける廃水の分散検討

川口の特長は満潮時に上げ潮におされて川口近くで中の水と外の水の間に大きな水の水平的な成分濃度変化を示すのが特長のように思われる。このような事は入江の口でも同様である。次に干潮の時には満潮時ためられた分だけ多く外に拡げられる事になる。河の中に入ってしまったら上げ潮の影響は表面水にまで及び得るから河の水量断面積の大きさ、海面との高さの差等が加わって河口近く迄表面水がかなり強い影響をを与えている場合とかなり奥まで海水に左右される場合が出来よう。神崎川は河の水量が少ない場合であり、太田川では河の水量が多い場合だと考えられる。

入江の奥では流入する水が樋門で開閉されて最干時にだけ流出する場合があると、このような廃水が入江

の奥から外に流れ出して一定区域に拡がり、そして消えてしまうようである。従ってそのような所では一日の間の一定期間だけ廃水、汚水の影響に強くひたる事になる。

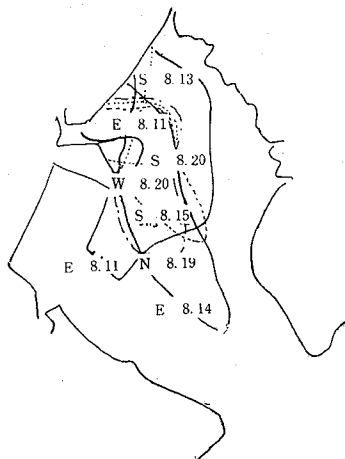
(7) 島が前にある地形 (第六図)



(15) (i) 佐伯湾の奥にあるパルプ工場

こまかい調査を行っていないからの確な説明とはならないが、水は流向に左右されてその方向に移動する。

第7図 三田尻湾



(ii) 徳山ソーダの廃水の⁽¹⁶⁾影響

潮流に乗っている為か徳山湾の中まで濁りの影響を認めた。

(8) 風に左右されて現われた流向の変動 (第七図)

山陽パルプ、宇部チタン、三田尻湾等の調査結果で風による影響を認める事が出来る。(3)(4)(6)(11)

これを見ると風はかなり強く流向を支配している。

これは廃水が表面に浮いている為であり、このため思わぬ方向へ汚濁水面が拡がっていく。若しそれが地形上分散に不利な場合には分散がじゃまされる事も考えられる。山陽パルプでは風が港の奥に廃水を吹き込んだ時の汚染面積は小さいが、これは風浪が拡散を促進した結果が加わっているかもしれない。三田尻では毎年、夏魚が死ぬ事が起きそれは廃水が港の中に吹き込められる事が続いた後風向が変わって廃水が外に出て行くと問題が起きると言われている。

風はその地方によって特長的な局地風をもっているからきまった時期にはきまった方向に廃水が吹きよせられるわけであるが、思わぬ違った風が吹くとその影響を考える必要が起るわけである。

参 考 文 献

- (1) 内水研報告 第3号
- (2) " 第6号
- (3) 瀬戸内海水産連絡調査要報B輯 第1号
- (4) 内海区水産研究所利用部資料 第1~6号
- (5) 杉本, 新田 内水研報告 第3号
- (6) 新田, 荒川, 杉本, 藤谷 " "
- (7) 杉本 " 第6号
- (8) " " "
- (9) 新田, 荒川, 杉本, 藤谷 " "
- (10) 杉本 " "
- (11) 新田, 荒川, 藤谷, 伊賀原 三田尻港の工場廃水問題 (騰写印刷) 1954
- (12) 新田, 杉本, 荒川, 藤谷 内水研報告 第6号
- (13) 杉本, 荒川, 藤谷 " "
- (14) 大阪湾調査資料 未発表
- (15) 佐伯湾調査資料 "
- (16) 徳山湾調査資料 "

廃水処理について

新 田 忠 雄

廃水処理については色々の研究が行われている事であるが、水産としての立場から工場に対する要求なり批判をする事は必要のように思われる。従って廃水処理を批判する意味に於いて若干の検討を行なう事とした。

工場廃水を少しでも正常の水にして流すことは最も理想とすべき事である。しかし水量の多い水を完全に浄化する事は極めてむずかしいのであり、又若し大した害もなければそのままでも不都合は生じない。要は海面に害のない状態を望むのであって工場の負担をます事が目的ではない。廃水の内容を分ければ次の如くに分けられる。(1)含まれる固形物 (2)水溶性の無機物 (3)水溶性の有機物(コロイド状のもも含め)と考えられる。廃水の処理に必要なのはこの三種とすれば、これに応じた処理を考える事が必要である。(1)の固形物についてはスクリーン、沈砂、沈澱を考えたらいい。(3)可溶性の物については揮発性の物PHを変えるもの、特殊な無機物、有機物で細菌により分解しやすい物と困難なものに分ける事が出来よう。

以上の事から廃水処理を区別して次の如く考えてみよう。

- (1) 予備処理の可能性を考える。スクリーンが必要か、沈澱させられるか等である。
- (2) 酸又はアルカリで中和する必要があるか。
- (3) 揮発性のものを除く必要があるか。
- (4) 特別な無機成分の除去の方法
- (5) 有機物については (イ)生物酸化が出来るか。(ロ)沈澱除去の方法がとれるか等である。

(I) 予備処理の可能性について

大きなものはスクリーン網目を用いれば除き得る。小さいものについては困難で例えばグラウンドバルブの白水処理に沈澱剤を使用する事が書かれている。⁽³⁾

沈澱については沈澱速度が必要条件であるからこれを測ってみた。

方法は100ccのメスシリンダーに水を入れて極く少しの沈澱物を入れる。(入れる量が多いと水中に逆流が起きるから少ない事が必要であった。)落下時間は第1表に示す。

第一表

沈 澱 物	5cm落下の 時間(秒)	平均
砂	0.5~2.5	
泥	3~17	10
〃(にがり)	65~124	86
バルブ	36~83	60.2
澱粉	36~97	57.6
水酸化鉄(大)	9~29	22.2
〃(小)	46~67	57

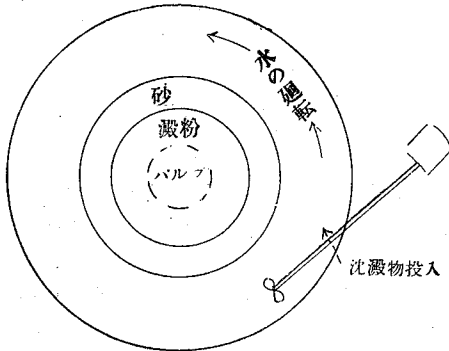
沈澱物の沈降速度は粒子の径とその比重に関係する事は当然で、同じ物でも粒子が大きくなれば早く沈澱する。第1表の結果は落下のみを見たのであるが、別の力を受けやすいかどうかもある必要があろう。つまり同じ落下速度を示しているものも粒子の大小についてはふれていない。

そこで次の実験を考えてみた。径50cmの盥の中に水を入れ、その周りをプロペラで回転させた。すると中の水には外側ほど早く回転し中に行くほど遅くなる一連の流速の異なる水の並んだ状態が出来る。この周囲を回転する水の水の速度は一回転に平均6秒であった。この水中に、外側近く沈澱物をまぜた水を注入すると順次内側にそれが移動して或る大きさの円形を画いて沈澱する。異なる物は其々違った半径の

円を画くので順次に異なる物をえがかせると幾つかのリングの重なりが出来上った。

砂泥と澱粉とバルブについてこれを比較すると砂、澱粉、バルブと三段のリングとなる。(第一図)砂のリングの直径は約30cm、澱粉では約20cm、バルブは更に小さくあつまり、あまり空隙ではなかった。砂、澱粉は下に定着しているが、バルブは中央にあつまり水の動揺につれて動かされる状態である。

第1図



このような事はバルブが沈澱速度だけではいかなない面のある事を物語り、流動水の乱流に会って沈澱が容易でない事を現わすものと思われる。

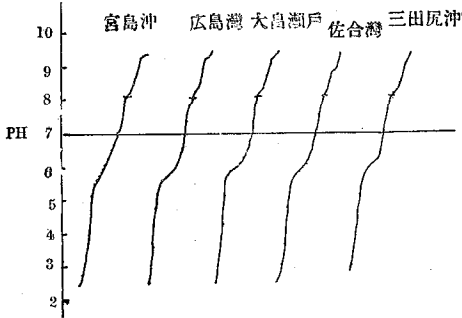
(II) 酸又はアルカリの中和

(1) 海水は緩衝力が強いから多少の酸やアルカリはすぐ問題がなくなるものと考えられる。この関係を知るに好都合なものは海水の滴定曲線であろう。

海水の滴定曲線を測定するのに pH バイロットを使用した。要は pH のユニバーサル・インディケーターを使用する事と適当な比色器具を用いばよいわけである。

pH バイロットは pH 値をスライド式に比較して読みとるもので幾分かの誤差は勿論あろうけれど変化を見るには便利である。尚色が相異なる事で比色するのであって濃淡は大して影響しないから滴定しつつ測定しても pH を全く異にする事はないと考える。大体 N/100 の酸又はアルカリを 0.05cc づつ加えてその変化を見るが水量の変化は滴定しはじめた時 5cc ではじめ 0.05cc の酸又はアルカリを 10 回加えて 0.5cc 加わることになるから 5.5cc となるだけである。海水について行ったのは大体 0.5cc 多くても 1.0cc を入れる事はなかった。又若し N/100 で駄目なときは N/20 を使用して滴定した。滴定曲線を第 2 図に示す。

第2図



滴定曲線を見て分る事は水中の pH を変えるにはどの位の酸又はアルカリを注加する必要があるかと言う事である。海水の滴定曲線を見て分ることは海水の緩衝力は強いから、若し海水の pH を広い区域にわたり変える為にはよほど多量の酸又はアルカリが流れ込まなければならないと言う事である。

(2) 廃水がアルカリ性である事は少なく多くは酸性である。酸性廃水を処理するのに一番簡単に行なわれるのは石灰石を水中に入れてその間を流す事である。元来これらの問題は排水に於いて大問題なのであり、⁽⁴⁾ 鈹

山などでは最も心配をしている点である。これについて柵原鈹山では石灰石を粉砕したものをういて効果をあげている。酸の中和に消石灰も使われるがあとの沈澱分離がむづかしく、手間がかかりむしろ微粉の石灰石がよいと言う事である。

石灰石で中和する事がよく行われているにしてもどうも中和が不完全のように思われる。一応石灰石による酸の中和能力について簡単な実験を行ってみた。

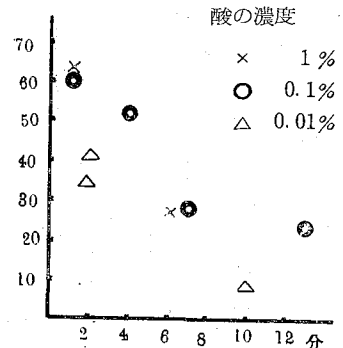
深さ 2 cm, 巾 2 cm 長さ 18 cm の硬質ビニールの容器をつくり、この中に大理石をつめた。大理石は径 0.5~1.5 cm 位の大きさのものである。ここに硫酸を流してその流下前後の液のアルカリによる滴定値を比較した。(第 2 表第 3 図)

この結果を見て分る事は大体 10 分間位を石灰石と接触させれ

第二表

硫酸濃度	通過時間	残存硫酸比率
1%	1分	62%
	6分	27%
	13分	6.9%
0.1%	1分	60.5%
	4分	52.3%
	7分	27.9%
	13分	23.1%
0.01%	1分45秒	30.4%
	2分	40.5%
	10分	8.1%

残存量 % 第3図



ば酸が 1/10 位の濃度に中和されている事である。若し流下廃水と石灰石との接触が短時間で形式的であれば中和される事はむづかしく、又十分に接触させるなら石灰石でも相当な効果があると思われる。

(III) 揮発性物質の除去

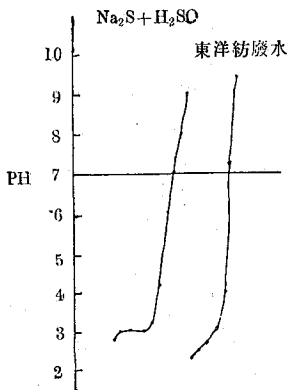
揮発性物質としてまず考えられるのは硫化物である。硫化物を含む廃水は例えば人絹工場などではこの除去のため曝気を行っている。曝気は会社により色々な形式をとっているが、とにかく酸性で曝気をする操作を処理工程に加えている。曝気の効果を知るために常温でのカメレオン消費量（以下簡略の為 I.O.D と記す。）を比較してみる事も一つだと考える。これはヨード消費量で比べてもよいと思うが I.O.D で比べる事とした。硫化ソーダ水溶液を酸性にしてスプレーで空気を吹込み、或は振盪してその前後の I.O.D を比較すると第 3 表の如くであった。この数値は原液に於ける消費量に対する % を示す。試験した水量は約 20cc である。第 3 表の様に、振盪或は空気吹込みの効果が I.O.D により現われている。

第三表

空気吹込み	1 図	44%
	数 図	32%
		37.3%
振 盪	1 図	35%
		47.5%

硫化物の存在は又酸性にして臭気をかいたり、或は滴定曲線によっても知る事が出来る。硫化物の滴定曲線と或る人絹工場の廃水とを比較した結果を第 4 図に示す。

第 4 図



(IV) 特別な無機薬品について

銅や鉄や石灰について工場廃水としては一応考える必要があると思う。硫酸銅及び塩化石灰の溶液を炭酸ソーダ溶液で滴定して求めた滴定曲線及び硫酸第二鉄の溶液を苛性ソーダ溶液で滴定して求めた滴定曲線を第 5 図に示す。

銅や鉄は海水中で容易に沈澱する事は第 5 図 $\text{CuSO}_4, \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3, \text{CaCl}_2$ 明かであるが、石灰は海水の pH では炭酸石灰とならず従って沈澱しないと思われる。

(V) 有機性物質の除去

(1) 生物酸化の可能性

生物濾過及び活性汚泥はいずれも微生物による酸化作用を考えているわけであるが、同じように B.O.D は微生物による酸化作用により分解した有機物が要求する酸素量を求める方法である。廃水について C.O.D と B.O.D を比べると工場の種類に応じてその比率をこととするのであるが C.O.D は化学的に分解するのであり、B.O.D は生物が分解し得るものを選択して分解した結果であって廃水中に含まれる内容物により当然工場の種類により相異なるわけである。C.O.D/B.O.D の比率が S.P で 5 なのに対し、浴場廃水が 1.1~1.3 とする事である。若し工場廃水について C.O.D/B.O.D が 1 に近ければ有機物の大部分は生物酸化し得る可能性も考えられるのではなからうかと思う。勿論生物酸化を行うには窒素と炭素の比が適当である必要があるとか、適当な濃度としなければならない事はあるが、これらの事を調節してやれば生物酸化による効果を期待出来るのではないかと考える。

(2) 吸着、沈澱による含有成分の除去

沈澱を起させるためには幾つかに分けて考える事が必要だと思ふ。ここでは有機物だけを考えずに沈澱をつくる事を考えてみよう。沈澱或は吸着させる方法として一応次の様に整理してみた。(i) 酸性又はアルカリ性にして沈澱させる。(ii) 吸着により除去するため (a) 酸性白土骨炭等により吸着をはかる (b) 鉄やアルミニウムの水酸化物をつくりそれに吸着させる。(iii) コロイドの電氣的平衡を破るようなものすなわち Na, Ca, Fe 等を加えて沈澱をおこさせる。(iv) 化学的な化合により不溶性の沈澱物に変える。(v) コロイド状態のものを長期経過により自然に凝集させ或は曝気、攪拌等を適当に行つて凝集を促進させる。これらの中可能

な方法を見出すことが必要であるが多くの場合使用し得るものは酸又はアルカリの添加、石灰の添加、鉄塩と石灰の添加等が容易に行い得るであろう。

ここに述べた方法をいくつか廃水に試みて廃水浄化の可能な方法を判定し、次に廃水量を考慮して廃水処理出来るか否かを検討し、それら全部を含めて廃水処理の適切な方法を生むのが一つの行きかたではないかと考えている。

(1)(2)に述べた色々の方法を用いて廃水の処理方法の緒を見出すための実験を行ってみたのが次の結果である。

(3) 廃水処理についての実験方法

(イ)C.O.D (ロ)I.O.D (ハ)B.O.D及びC.O.D/B.O.D (ニ)pH、又酸又はアルカリ必要量 (ホ)曝気効果試験 (ヘ)沈澱又は吸着処理後C.O.Dの浄化率をみる。添加薬品は、硫酸、苛性ソーダ、石灰、硫酸第二鉄及び石灰、明礬を加えアルカリ性にする。食塩。

(4) 廃水処理試験

S.P 廃液、A.P 廃水、澱粉廃水、醸酵工場廃水、レーヨン廃水について廃水処理試験を行った結果を第4表に示す。結果により判定すれば、

第四表

	亜硫酸 バルブ	ソーダ バルブ	澱粉工場	醸酵工場	人絹工場
C.O.D	785ppm	1,490	1,842	266.9	104.3
I.O.D	339ppm	701	146	67.5	10.9
B.O.D	138ppm	770	1,700		
C.O.D/B.O.D	5.68	1.94	1.08		
pH	6.5	10以上	6.4	3.2	2.3
酸 度		260			
アルカリ度	31			150	125
曝気試験	80.8%				
沈澱試験					
H ₂ SO ₄		38.3%	70.4%		
NaOH	65.0%	92%	26.3%	91.4	46.2
Ca(OH) ₂	42.4%	65.8%	(1日放置)	81.0	26.4
Fe ₂ (SO ₄) ₃ 及Ca(OH) ₂	37.7%	39.3%	46.7	69.2	26.4
明礬及びソーダ		56.4%			
酸性白土	90.3%		86.0		
骨炭	72.3%		109.5		
NaCl		96.8%	100.5	92.0	
備考	S.P 廃水の濃縮液を稀釈して使用		芋をすり水で浸出した液を使用		

S.P 廃水は硫酸第二鉄と石灰の沈澱が最も効果的だと考えられる。

A.P 廃水、酸性とするとい、又硫酸第二鉄と石灰によっても沈澱が得られる。

澱粉廃水、アルカリを入れて効果があつた。

B.O.Dが大きいため生物酸化が有効である。

醸酵工場廃水、実験では効果があるものを見ていないが、生物酸化と沈澱物除去が必要と思う。

人絹工場廃水、石灰を入れる事、曝気する事などは必要な事である。

廃水処理は単にこのような事だけでなく工場の立地条件、廃水量等を基

礎にして考えねばならぬ事であり、それらの事を含めて更に検討をしなければならぬ。

参 考 文 献

- (1) 柴田 水質汚濁とその処理法 昭29
- (2) 飯田 有機化学工業に於ける廃物の利用 昭18
- (3) Eldridge (柴田訳) 工業廃水処理 昭24
- (4) 井上 化学と工業 Vol 6 No. 2

広島市に於ける都市廢水の研究

竹内 脩・新田 忠雄

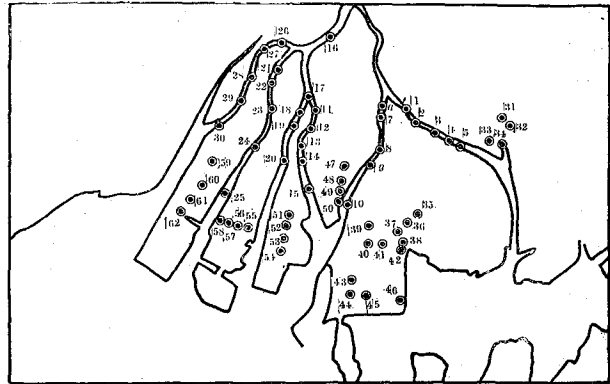
緒 言

広島市の水域調査に就いてはあまり記録はないようである。内海区水産研究所では工場廢水研究の計画を進めているが、余等もこの方針に基いて当市内を流れる河や下水の年変化調査を行ったので報告する。

實 験 方 法

- (1) 採水地点 第1図の通り採水点を河6筋、下水8筋に夫々5点、4点とり河、下水併せて62点を選んで採水した。
- (2) 定量方法 海洋観測法及び下水試験法に依った。
- (3) 定量項目 pH、 H_2S (ヨード消費量)、C.O.D.(過マンガン酸カリ消費量) D.O(溶存酸素)を定量し、採水時水温、気温も測った。

第1図 広島市水質調査測定点図
1—30 河川 31—62 下水



結果の分析値をC.O.D (ppm), H_2S (cc/L), D.O (cc/L), 別に月毎に平均したものは別表の通りである。

C.O.D ppm

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
下水												
府中	76.9	94.9	33.4	28.9	38.1	14.3	20.8	28.5	29.1	26.8	32.5	18.6
旭中	80.8	29.2	41.4	41.4	41.1	27.0	21.1	9.7	33.9	53.0	52.4	29.1
大宇	178.7	78.4	115.7	69.6	62.6	131.6	124.7	127.6	10.0	147.1	122.5	144.1
皆河	69.1	26.2	24.5	19.6	21.3	17.9	13.7	9.6	9.7	24.2	14.5	18.5
実品	47.0	28.6	34.5	17.4	31.6	8.9	9.0	20.6	13.0	35.4	15.1	16.3
島皆	69.3	40.3	70.3	35.0	12.0	13.6	20.1	32.9	18.5	30.4	40.1	35.0
波吉	86.1	34.0	60.2	26.8	13.1	12.0	9.5	18.5	11.3	39.9	46.9	17.2
江観	68.7	88.7	66.3	7.5	12.0	10.6	8.3	21.1	14.2	21.5	28.1	28.0

H_2S cc/L

府中	5.2	2.6	10.1	0.2	0.8	0.4	0.3	0.4	0.5	1.6	0.1	0.3
旭中	4.5	2.8	7.1	0.1	1.2	0.8	0.4	0.6	0.4	2.1	0.4	0.8
大宇	8.6	11.7	24.8	4.0	4.8	2.3	4.1	1.4	4.1	4.1	3.0	3.8
皆河	3.4	10.5	4.9	0.3	0.3	0.4	0	0.2	0.3	2.4	0.7	0.3
実品	1.6	2.4	8.3	0.2	1.4	0.7	1.4	0.3	0.9	1.2	0.7	0.3
島皆	1.6	4.1	2.4	0.9	0.7	0.5	3.5	1.2	1.0	0.8	1.4	1.0
波吉	0.6	5.6	0.9	0.8	0.4	0.1	0.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7
江観	1.8	2.3	2.9	0.2	0.6	0.3	0.8	0.9	1.2	0.6	0.1	0.9

D.O cc/L

府中	2.0	1.1	1.5	1.1	0.6	0.5	0.7	1.3	2.8	4.1	3.2	1.3
旭中	1.3	1.8	1.3	1.0	0.2	0.5	1.1	1.3	3.6	3.7	2.4	1.9
大宇	1.1	1.8	0	0	0	0	0.1	0.7	0	0	0.8	0.1
皆河	3.0	1.1	5.3	2.8	1.4	1.2	0.3	1.6	1.4	1.4	2.1	0.4
実品	0.9	3.3	1.3	2.0	0.2	4.1	1.9	1.1	1.4	2.5	1.3	1.4
島皆	1.9	1.7	0	0.4	0.2	0.9	1.2	1.5	1.7	1.7	1.5	1.0
波吉	1.8	2.3	3.2	1.8	1.9	3.7	3.8	3.0	1.6	2.5	2.4	2.2
江観	2.3	0.7	1.1	2.8	0.6	0.7	1.4	1.7	1.6	2.3	3.0	0.7

C.O.D. ppm

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
猿猴川	2.3	3.1	1.8	1.6	2.8	3.8	1.1	5.9	2.1	1.6	—	1.2
京橋川	2.4	2.7	1.8	2.1	2.9	3.4	1.3	5.6	2.3	0.7	0.8	1.3
元安川	2.3	2.0	1.4	3.9	2.3	2.6	2.3	2.3	1.1	1.9	0.5	1.2
本川	8.5	3.2	1.8	3.8	2.2	2.5	2.0	2.7	0.8	2.7	0.6	1.5
天満川	12.8	9.0	2.2	2.0	1.5	2.0	21.0	3.2	2.9	4.4	2.5	2.0
福島川	32.3	7.9	2.4	82.7	1.6	7.3	30.7	6.3	4.1	11.1	4.9	2.3

D.O cc/L

猿猴川	3.7	6.9	5.5	5.8	3.7	3.2	6.8	6.6	5.8	4.3	8.1	5.4
京橋川	6.8	4.8	5.1	5.6	3.7	3.8	7.0	6.2	5.4	6.3	7.2	5.3
元安川	7.1	5.1	5.8	5.8	4.0	7.4	6.7	6.3	6.4	6.7	8.9	6.1
本川	5.9	5.5	6.2	6.2	4.4	7.3	6.5	6.5	4.2	7.5	8.8	6.2
天満川	5.1	5.0	6.0	6.0	5.1	6.5	—	4.8	3.7	4.4	4.4	4.3
福島川	—	5.3	5.1	6.1	5.5	5.6	—	3.8	4.7	5.7	5.2	5.3

H₂S cc/L

猿猴川	0.3	0	1.2	0.3	0.2	0	0.1	0.2	0	0	0.4	0.2
京橋川	0.7	1.0	2.2	0.2	0.1	0	0.5	0.3	0	0.4	0	0.1
元安川	0	1.2	0.4	0.4	0.7	0.1	1.0	0.3	0.7	0.3	0.1	0.2
本川	0	0.7	0.7	0.1	0.6	0.6	0.2	1.2	0.5	—	0	0.3
天満川	0.5	1.0	0.6	0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.6	—	1.2	0.6
福島川	0.9	1.5	1.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.4	0	0.4	0.7	0.3

結果の検討

(1) 下水 大河下水を除いては大差ない下水が多い。C.O.Dは年間の平均が39.8ppmで殆んどは大河を除いて18~45ppmの範囲であり、特に大河は57~148ppmである。D.Oに就て大河は無酸素の時もあり、平均0.5cc位であるが、他の下水は0.9~3.5cc間にある。平均して1.5ccである。H₂Sは0.3~2.5cc/Lで平均は2.2cc/Lである。之に較べて大河は6~7.5ccである。

(a) 四季の変化：C.O.Dは春多く夏から秋にかけて少い。D.Oは大体冬多く夏には少い。H₂Sでは5、6月多く後減少し、冬増加する。

(b) 地域の変化：C.O.Dは余り変化はないが大河は流下につれてはつきり減少している。而も大河は平均120ppmで下水中最大である。D.Oは上流より河下に行くに従って増えるものは旭町、府中で減少するものは吉島、大河、観音、皆実であり、江波は中高、字品は中低である。大河は無酸素に近い。H₂Sは皆実、字品、旭町等は下流に行くにつれ多くなっている。

(c) 大河の特長：他の下水よりC.O.D、H₂Sは大きく、D.Oは小さく、全く一般性状を越えた性質が強いことである。而もこれらの測定項目中、上流の方より、下流に向ってC.O.Dは減少の傾向をとり、D.Oは少々増加し、H₂Sは殆んど無変化であることは特長となっている。一般下水より悪いとされるのはガス会社、味日本の工場廃水が流入するためであると考えられる。

(2) 河

(a) 全般の特長

全般的に底面の高低や6筋に分岐される淡水量の均一でないために水質の上にも相当影響を与えている。全般に平均してC.O.Dは4.9ppm、D.Oは5.7cc/L、H₂Sは0.39cc/Lであるが、福島、天満川はC.O.Dが多く、可成此の川の特長を示している。

(b) 四季の変化

C.O.Dは秋と春に多い。天満と福島は秋では少く、夏に多い。H₂Sは5、6、11、12月に多く7、8、9月には少い。

(c) C.O.D, H₂S, O₂の相関々係

福島, 天満川はC.O.Dは淡水量少く, 稀釈が少いから分散面積は拡大されている。D.Oは, 河川中最少値である。本川, 元安川はC.O.D最も少く, 又淡水量は多く, D.Oは最大量であるので此等の間に相関々係のあることがほぼ想像される。恐らく有機酸化のためにD.Oが関係するのではないと思われる。D.Oを酸素飽和百分率で示した場合も河下に行くにつれ, 減少する傾向があり, 河の順序で言うと, 元安, 本川, が1.猿猴, 京橋 2.福島, 天満が3に並ぶようである。これらの原因となるものは淡水量によって示されるようである。

(d) 地域別変化

C.O.Dは福島川4.6~15.2ppmで4点までは急減するが, 5点では反対に急増する。天満では4.3~7ppmその他の川は1.8~3.3ppmで少くその中, 元安川は最も少い。天満は河下に向かって減少の傾向, 本川, 京橋も大体そうであるが, 猿猴, 元安は増しているようである。しかし大した変化ではない。D.Oは元安, 本川は5.8~7.8ccで直線的に減少する。京橋, 猿猴が之に次ぎ, 天満, 福島の順に少く, 最少値の福島川は直線的に変化し, 4.6~5.9ccである。H₂Sは天満が最大で0.3~0.6cc, 猿猴が最少で0.2~0.3ccの範囲で他はその中間である。

(e) 福島, 天満川の特長

三次製紙の廃水によって相当下流まで有機物量が多いのは此の河の水質上の特異点で河川水によって稀釈される度合いが低いから, 他の河川よりも可成多い結果を示している。

(f) 広島市内水域の全般の特長

これまで述べた事を要約してみると, 河川水はC.O.Dが平均5ppm附近の比較的有機物の少ない河川で, 季節的变化に伴ってC.O.Dが暑い時期に大きく寒い時期に少く, D.Oはこれと反対になっている。しかしこれに加わり雨量に伴う水質の変化が大きくて, 季節的变化はこの影響を受けるようである。河川は分れて流れるのに際し地形条件に伴って流量がそれだけ違っていてそれにより多少の変化があり, 又途中から流入する都市下水も加わり水質に影響が与えられている。河川の中, 目だった特色のあるのは三次製紙の廃水流入に伴ない福島川及び天満川がその影響を受けている事でC.O.Dがそれによって大きくなっている。

広島市内の下水は大部分は20~45ppmのC.O.Dを示している。しかもC.O.Dは同一下水での変化があまり大きくない場合が多い。すなわちこの下水でも流入する水に含まれる有機物含量は平均値から大してはなされていないように見える。下水の中で大河下水は例外的にC.O.Dが大きく, 味日本, ガス会社の廃水流入が原因であるが, この下水が一般下水とちがって普通下水の平均的状态から外れていることが分る。下水は有機物が多いために, その中で行われる腐敗醱酵作用は又旺盛であり, 従ってヨード消費量, D.O等の変化は地域的に, 又季節的にも大きな変化を示している。しかし一般に下水には海に注入する際に於て完全な還元状態で含有酸素零と言うような水として注入するようなことはほとんどないようである。唯大河で述べたように, 若し下水に何か特に有機物の多い工場廃水が加わるとき, その下水にとっては大きな問題が生れると考えられる。

川口周辺の底質についての一考察

荒 川 清

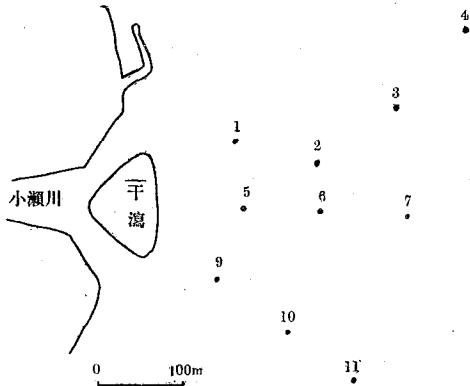
各河川は流域の環境による違いはあるが種々の有機物等を海面に流し込んでいるが、沈降の速いものは河水が海域に流れ込んだためにより起る流速の低下により川口近くに沈殿するが、コロイド的の大きさのもの、又は比重の軽いものは急速には沈殿せず、海水中の塩化ナトリウム等の電解質のために起る凝集作用により沈降は速進されるが、干満流、波浪等その他種々の条件により運搬されて或る程度の広さの範囲に沈降するものと思われる。

工場廃水中の浮遊物が排水口から出された後、浮遊物がどの程度の広さにわたって沈降するものかを一応推測するための資料として又川口周辺の底質の特徴が得られるものならと考えて行った調査である。

1. 小瀬川々口

小瀬川は広島、山口の県境にあり、稍々上流にパルプ工場のある川で昭和26年秋の台風により非常な出水

第1図 小瀬川前面採泥点



第1表 小瀬川前面の泥の性質

st.	27年12月		28年6月	
	C.O.D	I.L	C.O.D	I.L
1	21.6	15.1	34.5	14.4
2	40.8	16.4	40.2	15.4
3	40.3	14.7	44.8	13.1
4	30.3	13.0	29.8	12.4
5	12.1	12.2	31.5	10.4
6	18.1	12.6	31.2	13.3
7	50.7	16.2	41.7	16.5
8	31.3	15.2	18.9	15.4
9	19.5	13.5	—	—
10	30.7	13.2	42.9	14.8
11	25.1	14.0	41.9	12.7

を見、そのために多量の陸土及び有機物等を流し、更に流水のため川口にあった洲を变形せしめ川口周辺に種々のものを沈降し底質に大きな変動を起した事があり、27年1月に至るも底質はC.O.D 70mg/乾燥泥gを越える地点があった。(1) 約1年後底質の正常化をまち12月に第1図に示す地点を採泥し、C.O.D及び灼熱減量を測定し、更に大雨後に(28年6月)再度同地点の底質につき同様の測定を行った結果を第1表に示す。

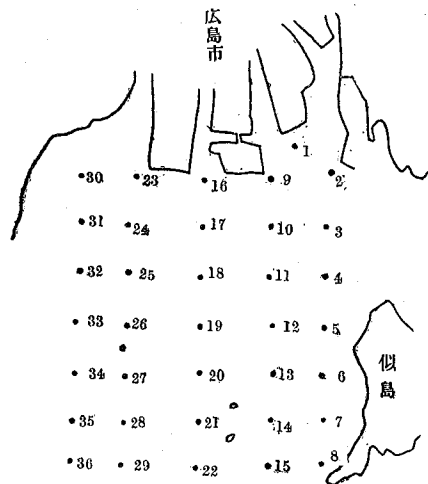
2. 太田川々口

太田川は広島市を貫流し、都市廃水に就いては処理下水口が別にあるが多量の汚物が流される事がしばしばある。

川は五つに分流しその内四つは同じ海域に注いでいる。

第2図に示す様に同一海面に注ぐ四つの分流について川口より流れの方向に1km間隔に7点宛5列、計36点を28年5月に採泥し、C.O.D及び灼熱減量を測定し、更に29年

第2図 太田川前面採泥点



7月に同一地点の泥質につきC.O.D, 灼熱減量及び硫化物を測定しその結果を第2表に示す。

第2表 太田川前面の泥の性質

st.	28年5月		29年7月			
	C.O.D	I.L	C.O.D	硫化物	遊離硫化物	I.L
1	56	13	10	1.489	0.108	9.8
2	—	—	18	1.421	0.106	8.5
3	48	13	8	0.762	0.081	11.9
4	17	3	14	0.419	0.023	11.7
*5	4	1	11	0.214	0.068	12.5
6	18	11	6	0.112	0.054	9.2
7	18	8	9	0.145	0.032	11.0
8	25	13	5	0.183	0.026	12.1
9	15	11	19	0.417	0.047	10.4
10	37	11	11	0.442	0.035	10.8
11	31	12	6	0.299	0.033	11.8
12	28	12	10	0.125	0.025	11.5
13	12	7	4	0.178	0.020	11.7
14	16	12	8	0.123	0.029	12.4
15	—	—	6	0.186	0.037	12.6
16	—	—	22	0.712	0.165	9.2
17	33	12	14	0.149	0.047	9.2
18	13	12	10	0.313	0.138	8.0
19	22	12	13	0.184	0.095	8.2
20	18	12	12	0.152	0.097	8.1
21	12	11	10	0.255	0.117	8.2
22	17	10	8	0.174	0.092	8.0
23	—	—	—	—	—	—
24	30	13	35	0.568	0.055	11.0
25	22	13	28	0.561	0.058	11.6
26	20	12	23	0.267	0.028	11.6
27	17	12	18	0.147	0.033	11.4
28	21	12	13	0.206	0.065	11.6
29	12	12	—	—	—	—
30	—	—	20	0.406	0.030	11.3
31	47	15	26	0.717	0.054	13.9
32	22	13	17	0.202	0.029	13.0
33	35	12	15	0.210	0.028	13.6
34	20	12	19	0.135	0.073	13.0
35	20	11	10	0.162	0.043	13.5
36	13	12	14	0.119	0.035	13.1

* St. の位値の違いを認める。

いては27年の値ではst. 2, 3, 4, 7, 10の如く多量に沈澱したと思われる地点は異状泥の位置にあり、その他の地点は沈澱後海水中の酸素により酸化され有機物含量を表す灼熱減量が多い割にC.O.Dの余り大きくない泥となっている様である。

更に28年では殆ど全部のst. が異状泥質の位置にある事は大雨後の調査のため新しく沈澱したためと思われる。

同様に太田川の泥については28年では川口より約1km.の各st. のC.O.Dの多い異状泥と見られたものが約1年後には1st.を除き標準泥又はそれより右側によっている。

この右側によっているst.は調査範囲の大体外側にあり、これらのst.は流された有機物の沈澱が多くなかった事が潮流その他の種々の影響により泥質が回復されたものと考えられる。

参 考 文 献

- (1) 新田忠雄外：漁業が受けた被害の原因について, 1, 内海区水研報告 第6号
- (2) 荒川清・新田忠雄：海底泥の分析に関する研究 内海区水研報告 第3号

考 察

小瀬川前面の泥についてはC.O.D及び灼熱量が大きな値を示しているのは出水の影響により多量の有機物が流し出されたためと思われる。川口より各st.を方向的に見ればC.O.D, 灼熱減量は距離的に山形となり川口正面に於いては川口より2km.にC.O.Dが最大な点があり、その両側の測点では約1.5km.に最大点があるのは出水による流れが正面に比し弱かったためによる沈澱状況の差と思われる。この事から出水時に於いても河川により流し出された有機物等は川口より約1.5~2km.の地点に主に沈澱するものと考えられるが、川筋の泥土、有機物の性質、量又は出水の程度等によりC.O.Dの値、川口よりの距離は異なって来るであろう。

太田川前面の泥については大体川口より1km.の間と比較的C.O.Dの大きい値を示し川口より離れるに従い減少する傾向が見られるが、小瀬川のC.O.D, 灼熱減量の値に比較して小さい事は太田川の出水が小瀬川に比較して少なかったためと思われ、又28年と29年の値に開きがあるのは川口の泥質の回復は案外速く行われるのでその間に於ける底質の回復によるものであろう。

尙有機物の沈澱後硫酸塩還元細菌等により生成されると考えられる硫化物の量も同様に川口近くに多い事から、河川により海城に流し込まれた沈澱性物質は大体川口より1~2km.の範囲に主に沈澱するものであろうと思われる。

(2)
先に著者等の報告したC.I.曲線図に小瀬川及び太田川の測定結果を挿入して見れば、小瀬川の泥につ

人絹工場の廃水について

新田忠雄・荒川 清・杉本仁彌
藤谷 超・伊賀原彌一郎

I 緒 論

人絹工場は工場廃水問題の聲が高い工場の一つである。瀬戸内海に面して人絹工場はかなり多数あり、又これが大工業であるため人の目につきやすい。その上廃水の流入した海面は白濁してその影響を如何にも明瞭に示している。しかしこの工場は外国ではあまり問題にされていないためか Eldridge の図書にも記せられていない。しかし吾国では重要視されなければならぬ問題であろう。

人絹工場の廃水は浸漬液、⁽²⁾ 圧搾液等から来る苛性ソーダ廃液と凝固浴等から来る酸性廃液からなり、ヘミセルローズ、硫化物、場合によっては油又は銅、亜鉛等の塩等を含んでいる。この廃水の特長は pH の酸性⁽³⁾⁽⁴⁾ であること。硫化水素があること。B.O.Dが悪い事。廃水量が多い事だと言う。海の白濁は多く気がかりの問題で工場側の話を聞けばヘミセルローズ及び硫酸（新光レーヨン）或は鯨油（東洋紡、鐘紡）も関係すると言う事である。

人絹工場の廃水処理については工場によってはよく考慮が払われていて例えば東洋レーヨンなど熱心である。それらの処理法も一応同じ考えかたに出ているようで多くの処理は曝気による硫化物の除去、石灰による中和、沈殿池、⁽⁵⁾ 濾過池の通過等が組合されている。

人絹工場の廃水についての被害の調査記録を見ると所によるとカキに対する被害⁽⁶⁾⁽⁷⁾ 或は緑色化、⁽⁶⁾ ノリの被害⁽⁸⁾、⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ 河川のベントス、魚類に対する影響等が論じられている。

II 人絹工場廃水の研究

(1) 三菱レーヨンの廃水調査

玖波湾の西岸にある工場で廃水量 43,200ton と言われている。この工場の正面に於て昭和26年5月以降再三調査を行い、又玖波湾全般についての調査も行った。

(i) 水質調査

人絹工場廃水の分析はC.O.D, pH, H₂Sの測定を行へばよい⁽⁴⁾ と言う事であるが、海面に於ける影響の調査に於てはC.O.Dがあまり大きくないので何かバルブ工場と違った調査方法をとる必要があるかもしれない。塩分による調査はC.O.Dと同じでやはりあまりよく分散を表現してくれないように思われる。人絹工場の廃水は白濁が問題にされている。白濁を主にして考えれば透明度を利用して考えなければならぬとも思われる。この調査では色々迷って一貫した方式にはよらない結果となった。

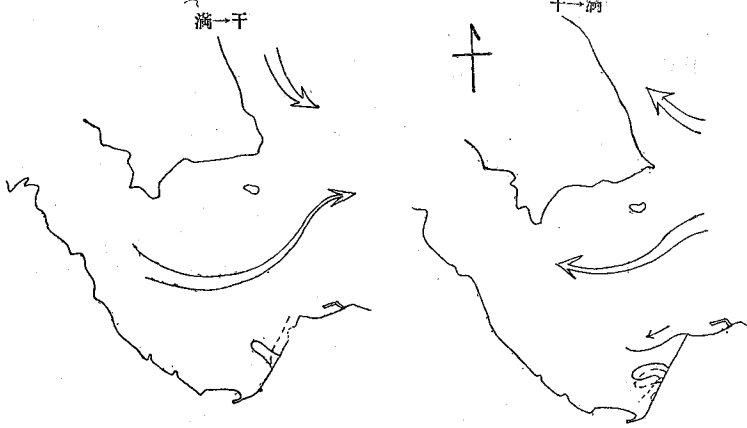
(i) 廃水の分散する方向

玖波湾全般の水の動きは必ずしも同様に現われず、小瀬川の水量等の影響による変化もあるように思われるが一応ある資料から考えると第1図のようになる。この玖波湾の動きにつれて廃水は干から満に向って順次工場正面で逆時計方向にまわって北に向う方向に動かされる。それが満潮時頃になると廃水口から西北に岸沿いにわずか残るだけとなる。潮が満から干に向えば玖波湾の水は南に流れていくがかなりはっきり廃水が廃水口からほぼ直角に流れ出し長楕円形にその影響が現われるようであり、末期に於てはこの廃水が廃水口から東南に岸沿いにのびる事が見られる。

(ii) 透明度

9月22日の透明度と塩分との関係を比べると表面塩分が透明度よりも少し東側に動いた所に稀薄な部分が

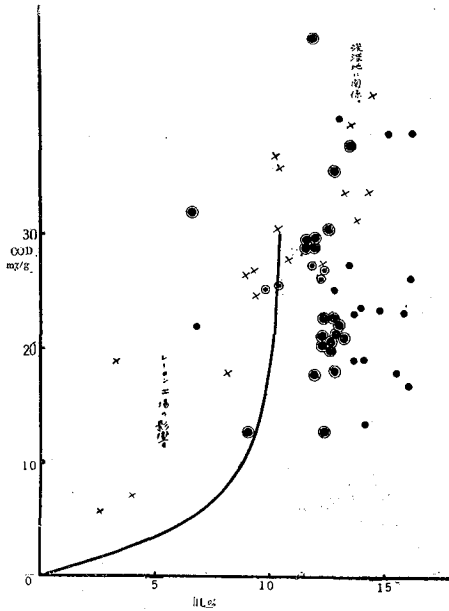
第1図



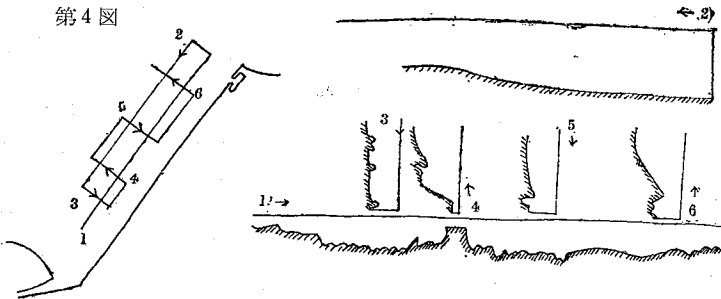
初期— 中期— 末期……

第2図 新光レーヨンのC.I曲線

●7.4 ●9.18, 9.22 ×11.4



第4図



現われた。透明度に現われる影響面積はC.O.D.に現われるものより広いように思われ1,500m位沖にまで及んでいるようである。これに対しC.O.D.は500m位沖⁽¹¹⁾まで影響が見られるだけである。浮遊物の分散は水の様簡単にいかず、ことに水中の乱流に動かされてその分散範囲は廃水そのものより広いのではないかと考えられる。

(iii) pH

10月2日の測定では真直ぐ正面にpHの低い所が現われることに目につく。唯その値はpH7.4~7.8で大した問題になる値は示していない。

(iv) 泥質調査

調査結果をCl曲線で見ると廃水口の前では特有のCl曲線が認められた。(第2, 3図)更に又変な事は廃水口の東

第3図

△ レーヨン廃水影響
○ 浚渫地影響
● 一般



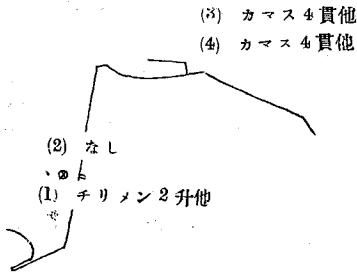
南沿岸ぞいにC.O.D.の高い異状な点を散見する。ここ一帯の海底の状況は第4図の如くであるが岸沿いに浚渫されていてその凹部に於て異状底質を示したように思われる。これが、廃水の影響であるかは疑わしい。

(v) 生物調査

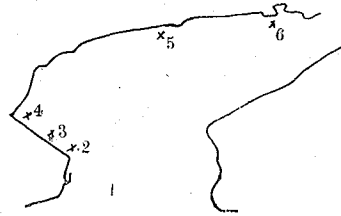
(i) 魚類

昭和26年9月18日片寄網により漁撈試験を行った。その結果は第5図の如くであった。この結果で藻場のない所で曳いたのは魚がなかったが、排水口直前の藻場のある所では沢山とれている。

第5図 片寄網試験



第6図



昭和28年5月25日集魚燈を用いて集魚状況の調査を行った。集魚燈は300Wの電球を使用し30分間の観察した状態を第6図第1表に示す。ここで考えられる事は小魚類が集まる事はどこでも同じであるが、唯St.6が最もよい印象をうけた。

第1表

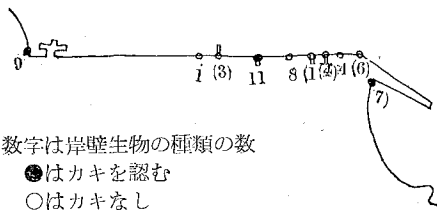
St	1	2	3	4	5	6
開始	午後 8.45	9.28	10.5	10.52	11.39	午前 0.33
初めて出現の時間	2分	4分	3分	2分	2分	1分
集まったもの	イワシ	イカ、イワシ、ガザミ	エビ、イカ、イワシ	小魚、イカ、イワシ、ガザミ	イカ、フグ、イワシ、魚	イワシ、シラス
透明度		4.2	5.1	6.0	5.6	3.5
水温		18.2°C	19.5	18.7	18.8	18.7

(ii) ベントスについては特に異状を認めなかった。

(iii) プランクトンについても大した変わった状態は考えられない。

(iv) 岸壁生物(第7図)は廃水口の近くは多少の影響を受けている来とこの岸壁生物調査に際しカキが認められなかった事が特長のように思われる。

第7図



数字は岸壁生物の種類の数

●はカキを認む

○はカキなし

(=) 結果の検討

工場の正面で若し問題があるとすれば海水の白濁を起している事であろう。この範囲はかなり広く、透明度に現われたものでは1,500m位沖迄及んでいる。

生物相について色々の調査が行われたが生物が居る事はたしかであるが、いくらか乏しいことも考えられる。岸壁生物にカキを見なかったのは古い報告と比べ

ても或は一つの特長であるかもしれない。

この工場の下水から時には毒物が流れ、魚が死ぬ事があると言うが、(漁業組合の説明)それは廃水口直前だけの問題のようである。

(2) 東洋紡の廃水調査

昭和28年9月、12月この工場について調査或は水質分析を行う機会があった。

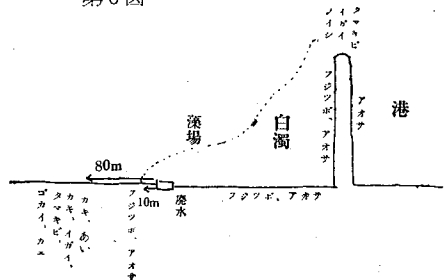
この工場の廃水量は12,000~13,000tonと言う事でありその分散範囲もさして大きくない。白濁した水は廃水口より西に向けて分散していたが、これは風が吹きつけた為であろう。

廃水口からあまり離れぬ所に藻場があり、又岸壁生物(第8図)は少し離れた所から認められた。

(3) 其の他の工場

帝国人絹、鐘紡の廃水分析の結果を第2表に示す。

第8図



第2表 人絹工場水質分析表（一例）

	pH	ヨード消費量 ppm	C.O.D ppm	DO cc/L	浮遊物 ppm	浮遊物 ppm
東洋紡	3.0	3.53	42.69	2.97	10.5	131.0
帝人	5.9	3.46	16.01	3.40	86.8	
鐘紡	3.0	7.3	89.95			

Ⅲ 調査した各工場

廃水の特長

ここにあげた工場の中
帝人を除けば他の3工場
はいずれも海面に直接廃
水を出し、その排水口の
近くが白濁している。帝

人以外の3工場共かなり廃水は酸性である。人絹工場には冷却水に海水を使用している所があり、従って廃水中に塩分を含み、或は分散にそれが関係するかもしれない。三菱レーヨンでは廃水が影響を及ぼす範囲と白濁を示す範囲に差があるようであるが、東洋紡では白濁水はごく表面だけである事からも廃水分散面積と同じ意味をこの白濁が示しているようにも見える。鐘紡の廃水は協和礫場が近くで悪い廃水を出していて、この廃水は出るとすぐ海水中にまぎれ込んで分らなくなる。

Ⅳ 生物の受ける影響

嫌気量の実験を鐘紡廃水で行ったのは現われなかった。但し酸性液、アルカリ性液と分けて行った山口水試の報告は嫌気量を認めている。⁽¹²⁾これによると酸性液では嫌気量 pH6.2であったがアルカリ液では示さなかった。

生物相の欠陥をみると直接濃厚な廃水のふれる所には生物がない。これはおそらく酸が強い為であろう。これから離れると生物も段々ふえている。廃水中の成分で酸、硫化物及び浮遊物が問題になりそうである。レーヨンの前において実験したカキの飼育で緑カキを生じたと言う話を聞き（漁業組合より）又同様の事が海田湾でも起っているが、⁽⁶⁾東洋紡の調査時に見られたカキは緑色ではなかった。若し工場の操作で銅を使えば或は緑カキを生じるであろうが、レーヨン廃水が必ずしも緑カキを生じないものと思う。三菱レーヨンでも東洋紡でも近くにすぐ藻場がある。愛媛県の松前では排水口のすぐ近くだけ少し藻場がなくなったが、あとは変わらないと言う事を聞くが、藻場に与える影響もその位の事だと思われる。

魚類について排水口の近くに居る事も分っているが、魚類は比較的視覚の影響を受ける場合がある事から白濁は漁獲に無関係ではなからうと考えられる。⁽¹³⁾

Ⅴ 廃水処理

曝気をする事、石灰を入れ曝気する事がかなり効果がある。東洋レーヨン（滋賀県）の廃水処理がこのように行っているが、よい方法だと思われる。白濁を除く実験を行わなかったが、上記で処理し沈殿物を除けば白濁も起さぬのではないかと思う。

参 考 文 献

- (1) Eldridge (柴田訳) 工業廃水処理 昭24
- (2) 飯田 有機化学工業に於ける廃物の利用 昭18
- (3) 井上 化学と工業 Vol 6, No. 2
- (4) 中島 Viscose 式人絹廃水分析法 (日本化学総覧 13, 36)
- (5) 中島 Viscose 人絹廃水の硫化物除去 (" 12, 706)
- (6) 広島水試 水質調査報告 昭13, 9月
- (7) 山口水試 廃水調査 昭16, 11月
- (8) 山口内海水試 工場廃水分析及び海苔抵抗実験
- (9) 徳島水試 水試だより 6号 昭28
- (10) 水沼 滋賀水試 3巻1号 昭27
- (11) 杉本 内水研報告 6号
- (12) 瀬戸内海水産連絡調査要報 B集1号 1954
- (13) 藤谷・新田 内水研報告 6号

醱酵工場の廢水に就て

新田忠雄・荒川清・伊賀原彌一郎・藤谷超

醱酵工場の廢液中には多くの不溶解物を含んでいる。これはほとんど有機物で窒素の含有量も多い菌体の廢物であり又水に可溶性の物は量は少くても主に炭水化物を含み、いずれも腐敗變質を起しやすい。⁽¹⁾その濃度は多いとB.O.D150,000ppmにも及ぶと言う事である。⁽²⁾

これらの廢水処理は濃縮して肥料或は飼料とすることがすすめられているが、又嫌気性消化も一つだと言うことである。⁽³⁾⁽⁴⁾

三田尻湾にある醱酵工場は常に問題の多い工場であり、その調査を行ったわけである。尙ここの調査はこれまでしばしば行われていた。⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾

(1) 三田尻湾の地形と水の流れ

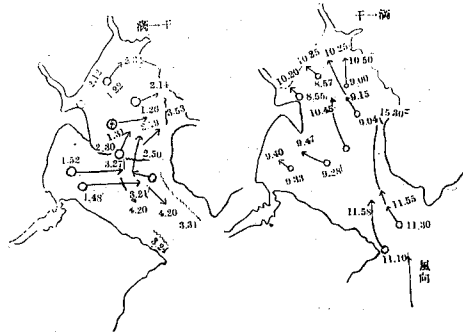
三田尻湾は面積5,462,000平方メートルの面積をもつ湾で水深は遠浅で全般に浅く狭く入り込んだ奥迄船が入る様に濶狭してある。この入り込んだ所に人絹工場と醱酵工場が廢水を流し込みそれらの廢水により水は茶褐色を示している。夏この湾内でしばしば魚類が斃死するのが例年の事で、これに関連し、廢水の影響は低潮時著しく高潮時最小と簡単に説明されているが、湾内の水の動きは細かく考える事が必要であろう。⁽⁵⁾⁽⁸⁾

昭和29年8月5,6日の調査は流向調査にヘギ板を着色して区別し一組は100枚内外を使用する事とし一地点にこれをばらまき、時間をおいてその行方を記録した。順次に数カ所にこれを散布すれば湾全体の一貫した動きを知る事が出来る。唯これは表面のみの事であり、又風の交配を多く受けるが、一方廢水は表面に分散するものであるから廢水分散については役にたつ資料となる。(第一図)

下げ潮に於ける調査で下げ潮時に関わらず表面水は逆に北又は北東に向って流れた。即ち水の流れはそれほど強くなく表面流向はむしろ風に左右されるわけで、廢水の濃度の高い水はこの表面流に左右される事が多いと思われるから廢水影響水域は風の強い影響を受けると言えるであろう。

上げ潮では水は港の北端に向って流されている様であるこれは風も働いたものと思う。

第1図



(2) 水質調査

(イ) 汚濁水域

26年の調査, 28年の調査, 29年の調査を含めて港の奥がきたない事が明かに現われている。満潮時には船溜りの出口に明かな汚濁水域の区劃の線が引ける様である。これは廢水の影響が高潮時最小と言われている事と一致し、これは又川口などで高潮時塩分濃度差の大きい点が現われる事なども一致すると考える。すなわち、この港は入江の様な形と考えられる。干潮時はこれが拡がり汚濁水域の面積が拡大されるわけである。

(ロ) 汚水の滯留日数

この汚濁水域は入江の奥の状態でありこの水の置換は潮の干満に伴うピストン式の運動によるのではなからうかと考えている。大体満潮時平均水深4mとみて潮差2mとして考えるならば満潮時の汚濁水塊は引

潮につれて流失して約倍の面積にひろがる事になる。これが上げ潮で又元におしもどされるわけであるが表面の稀薄水はそのままとして比重の重い海水がむしろもどされると考えていくと船溜りの着色水域にある廃水は一潮毎に2となるわけである。一潮の間に廃水4万ton注入される廃水は4万ton⇔6万tonの間にある事になる。

(廃水量は協和酸酵は5~6万ton鐘紡は約3万tonで計8~9万tonとなる)

この関係を8月5日の調査結果を基礎にして考えてみよう。(第一表、第二図)

第一表

st	2	3	4	5
相互の距離		100m	200m	400m
水深	0	5	0	1
塩分	14.3	17.0	12.0	10.2
17%を100とし	84.2	100	70.7	60
淡水量の比率	15.8	0	29.3	40

今奥で約1m位まで影響がありそれが入江の口まで同じ比率で稀釈されていると言う仮定でこの淡水量を計算すると36,960tonとなる。この計算は例えば影響水深が正確でない事や鐘紡の淡水が余り計算に入っていない事で正確さを欠いているがとにかく上に述べた事がひどく間違っていない事を示すように思う。尚この

計算では淡水量を塩分であげたが塩分とC.O.Dとの関係をみるとst5とst4, 3とは直線で結ぶ事は出来ずst4の所で鐘紡の淡水が加わってくる事が現われているものと考えている。

さてここであげたように廃水は一潮時に半減1日では4にへらされていくとは言え廃水自体は相当長い期間減少しつつも残されているのであって酸酵が行われる機会をもっていることは地形上の結果とは言え会社側にとって又漁業者側に対して不幸な事と言う外はない。

(v) 水質に現われた特長

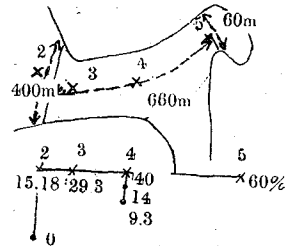
水が単に時間的な変化をうけず稀釈するだけで位置が移動するなら水の性質は濃度の差のみに止まるものと思われる。水の移動交換が容易に行われる開密な所では廃水は稀釈のみによりやがて消失するのであるが水の置換が容易でないと入江では廃水は時間的な変化が加わって水の悪変が起るものと考えられる。

この調査に於て前に述べた50°Cで行ったKMnO₄消費量の測定を試みた。(第三図)

50°Cで行ったKMnO₄消費量とは50°Cにより5分間及び60分間作用させたKMnO₄消費量で100°C15分間の値に対する消費量の比率で表現したものである。

この実験では当日、翌日及び4日目に同じ水を用いて50°CのKMnO₄消費量を求めたが第三図に現われた様に、翌日は大差なく4日目に変化を見せたものと翌日から変化が大きかったものがあった。この翌日から変化が大きいのはそれだけ分解しやすいものを多く含んでいるものと考えてみると、この調査のst3, 4, 5の水を比較してみるとときかなりの時間的な変化が起っている事が分る。この水でst5の水は分解があまり行

第二図

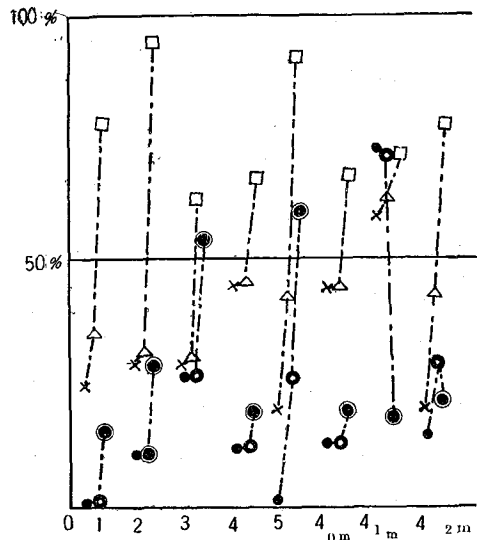


×測点、断面図(下図)の数字は海水淡水の混合比率

$$\text{面積を長さ} 660 \times \frac{400+160}{2} = 184800$$

(m²)とする

第3図 50°C KMnO₄消費



備考 下5分上60分各左から1日, 2日, 4日目

われていない水であり3, 4の水はかなり分解が進んでいると思われる50°CのKMnO₄消費量は含まれる有機成分の中で酸化されやすさを比較したものであるが5分加熱の値がst5, 4, 3と増加する事は極めて酸化しやすいものが順次増加した事を示しこれがst3を頂点に2, 1と減少する事はC.O.Dの減少と相俟って水の回復を示している。次に60分加熱の値であるがst4に増大しst3と減少したことは有機成分の内分解しにくいものが順に分解され極めて分解しにくい物だけになって分解が止ってしまった事を示している。st3で加熱時間が5分の結果と60分の結果とがほぼ近いことは分解しにくいものを残して分解しやすいものが殆んど簡単なものになっていることを意味し、この点が又汚水汚濁区域の限界に来ていることを示すのではないかと思う。st5の水は瓶に保存する日数の増加につれ分解状態に変化があるが、他のstでは翌日も変化のないことと比べてst5は自然状態で分解される事が少なく未分解のものを多く含んだ水であった為保存期間の始めからどんどん分解が進む事を示した様に思われる。

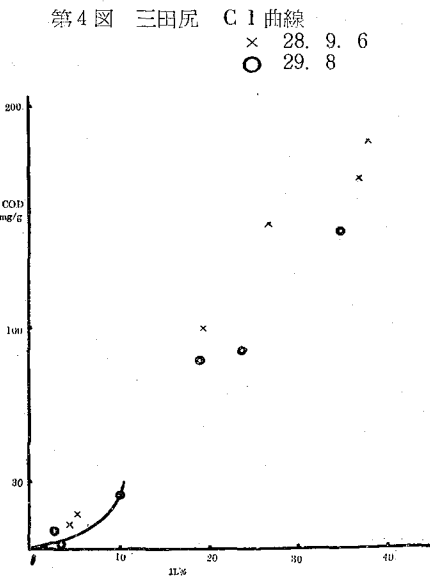
次に垂直的な変化をみると1m層の水は酸酵の限度に来た水(上に述べたst3の表面水と同じ)であり下層(2m)の水は未分解水(上に述べたst5と同じ状態を示した水)である様に思われる。即ち1m層水は表面水の影響限界水であり又底層水は泥質を起源とした新しい有機物を含む水だと思われる。おそらく潮の動きは常に新しい有機物を泥から抽出しこれが水中の酸素を消費する力を持っているものと思う。1m層に比し底層に於ては溶存酸素は少なく酸素消費に大きい値のある事はこの様な事を意味するのであろう。

水中酸素消費力についてみると汚濁水域の水は大体正常水中の酸素の2倍半位を消費する様である。汚濁水域の面積を18万平方メートルとすれば従って45万平方メートルを無酸素にする力がある事になり若し酸素を半分にする面積を計算すれば90万平方メートルとなるこれは三田尻湾の約4%に当たっている。

(3) 泥質調査

第二表 29年8月採泥調査

泥のCl曲線は特別のもので酸酵泥の特長を示す(第4図)



st	I.L	C.O.D	泥から抽出した水	
			I.O.D	水中酸素消費
1	35.07	141.01	451.24	15.53
2	23.71	89.89	302.72	10.12
3	19.18	84.83	832.37	23.50
4	9.80	24.34	88.63	4.71
5	2.53	7.31		
6	3.06	0.93		

泥から抽出した水のI.O.D及び水中酸素消費をみると(第2表)st1に比しst3が大きい様である。これに反しI.L., C.O.Dはむしろst1が大きい事は特長的であるこれは泥の状態の差を示すものであってst1の泥は有機物が多いがこれに比しst3は分解しやすい有機物がst1より多い事を示している。これらの事は沈澱物の粒の大きさや内容の相異によるものであり汚水口に近ければ(st1)粗大な沈澱物が多く落ち汚水口より離れる方が微細な沈澱物が落ち、むしろ分解性が強いと言うことになるのではないかと思う。

(4) 生物相の状態(第5図)

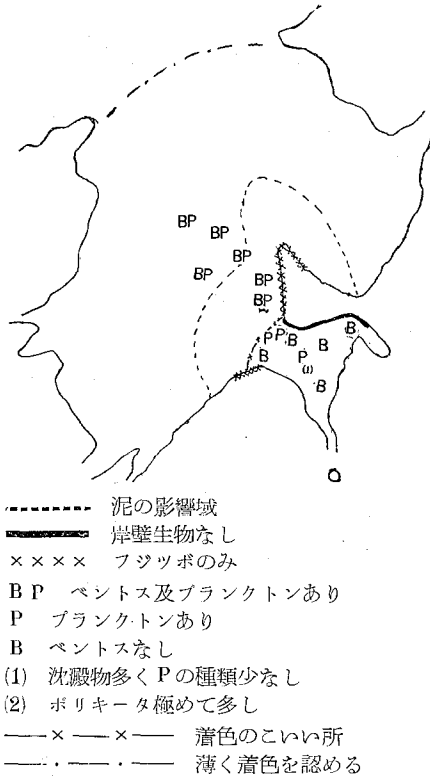
(イ) 底棲生物

26年及び28年の調査共船溜りには底棲生物なく、その外には底棲生物を認めた。

(ロ) 浮遊生物

26年6月では全域に浮遊生物を認めた。

第5図



(5) 結果の総括

三田尻湾は極めて水の置換の悪い湾でこの奥に酸礫工場の廃水が出されている。廃水による汚濁水域は満潮時には明かな線で区割されこの線内は生物相の点でも問題がある。この汚濁水域は下げ潮につれ拡大されるが湾内の表面流は風により相当の支配をうけるおそれが多く例えば廃水が湾の東北側に吹きよせられ干潮で浅くなった所に魚が追込められると魚は逃げ場を失って斃死する結果ともなる。

汚濁水は区割線にかけて順次分解酸礫が進みこれは垂直的には1m位までの影響であり底層に於ける泥の汚濁とは別の問題らしく見える。水の酸素消費力は表層に強く、これは他の水域を危険にする力をもっている。測定時の数字からすれば約2倍半量の他の自然水を無酸素とする力である。従ってこれが流出すれば魚を斃死させる問題も起りうるわけである。

ここでは三田尻湾の問題として考えたが酸礫工場の廃水量はかなり多い上に水質は悪化しやすいので充分の対策が必要である。

参 考 文 献

(1) 小 栗 水 昭15
 (2) 柴 田 産業廃水試験法 昭25
 (3) 飯 田 有機化学工業に於ける廃物の利用 昭17
 (4) Eldridge (柴田訳) 工業廃水処理 昭24
 (5) 山口水指 山口県水指研究業績 第4号 昭26
 (6) 瀬戸内海水産連絡調査要報 B集1号 1954
 (7) 内水研利用部資料 第2号
 (8) 赤 築 日水産 16, 12
 (9) 藤谷・新田 内水研報告 第3号

28年9月浮遊生物を全域に認めている。但し船溜りの中央では沈殿物多く又種類が少い。

(イ) 岸壁生物の調査を我々は行わなかったが山口県の調査では船溜りの中には生存せず又直径1kmの範囲はフジツボのみである。

(ロ) アサリを用いての試験 (第三表)

着色の明瞭な区域の表面水をピーカーにとりアサリを入れるとアサリは強く影響をうける。ところが着色区域外の水及び着色域の中下層水はその影響があまり大きくなかった。

第三表

水深	st	2	4	5
0		79	0	0
1			89	
2				84
5		86		

備考 Cont. を100とする。st位置第2図。

酸素消費からみると表層水に比し中、下層水は大きくないC.O.Dで大差がないが酸素消費力は小さい様である。これらの事はアサリで行った実験で表層水はアサリに危険だが中、下層水はそれほどでもない事と同じ意味の様にも思われる。

鉱油関係工場の廃水に就て

新田 忠雄・藤谷 超・敦賀 花人
 荒川 清・伊賀原彌一郎

(1) 緒言

鉱油関係の問題は昭和7年の水産被害調査に大きく取上げられこれに就ての研究報告がのせられている。⁽¹⁾
 しかるに昭和12年、25年の調査には全く忘れられた感があった。⁽²⁾その後昭和29年に再び取上げられて被害調査が行われた。⁽³⁾

油については水上に認め得る膜を 10m^2 以上に亘り生じないことと言う極めて厳格な規定が考えられているが、一方 Eldridge の本には 30ppm 以下と言う油分離槽の処理基準をあげている。⁽⁵⁾

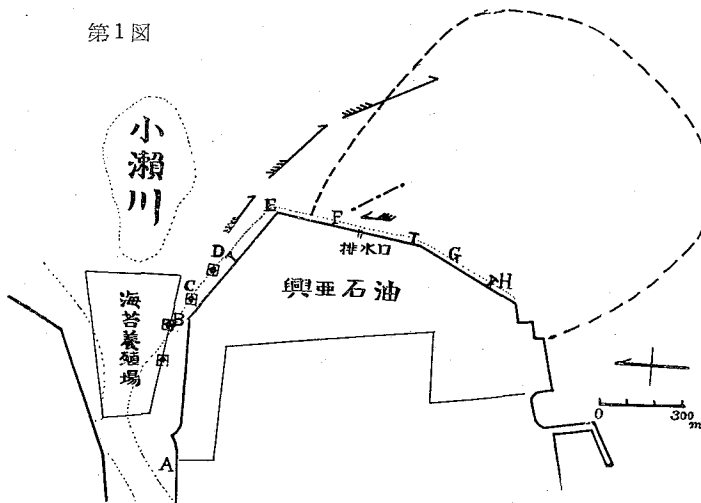
油の関係で被害のひどいのは海苔で海苔の様なものは極く少しでも油が附着すると製品の風味をそこね全く駄目にしてしまうから、他の廃水問題と違って非常に面倒である。ここに二つの例について検討する機会を得たのでそれについて述べよう。

(2) 興亜石油の調査

昭和29年6月調査を行った。

(i) 流向調査 (第一図)

上げ潮の時をねらい油が海苔養殖場に入るかどうかを考えようと思ったが、雨の後に小瀬川の水量が多く



29. 6. 31 : 早朝調査海面に油膜を認めた所 ●---●--- 潮目
 矢印 表面流の方向
 午後調査 ◻ 干潟の泥に油を見る。

岸壁生物 A (フジツボ, ヒゲアオサ, ヤドカリ) B (レイシ, フジツボ, アオサ) C (ミル, アオサ, フジツボ, レイシ) D (紅藻, アオサ, フジツボ, レイシ, ヘビガイ) E (アオノリ, ヒゲアオサ, フジツボ, レイシ) F (藍藻, まれにアオノリ, ヘビ貝, ウノアシ) G (ウノアシ, アオサ, ガラ藻) H (アオノリ, アオサ)

表面水は海に向って流れているだけで油が海苔養殖場に入るのは見られなかった。油膜は当日かなり広く分散していた。

(ii) 廃水口附近の油

6月29, 30日にoil separatorの状態を見たが over flow して出て行く水の表面を油膜が覆っていた。30日昼頃 over flow する水は水深3cmで1時間に $1,300\text{m}^3$ 流れるので廃水の表面積は $43,300\text{m}^2$ となり, oil separator の油は実験により 0.147cc が 1.25m^2 に拡がる事から流出水の全表面を油膜が覆っていると計算して1時間5.1立となり1日122.4立となる。このoil separator は1日5kℓの油を回収しているという事であるから従って回収率は98%弱となる。又この油の分散面積は1日約

1,000,000m²でこれは30日朝認められた油の分散面積にほぼ等しい。又この油の量は3.9ppmと計算されるからEldridgeの基準の1/10位にしかならない。

30日夕刻排水口の前にかんりの油の凝集していることを見、又岸壁の中段に打上げられた油を見た。

(イ) 岸壁調査

岸壁沿いに調査した結果は第1図に示す如くである。岸壁生物の調査結果はかなり悪く、又昭和26年12月に同地を行った調査に比し非常に劣るようである。海苔養殖場の近くの干潟は油がにじみ出る所があり、この附近にアサリが居るがこれを煮て試食してみたところ臭っただけでは油臭を感じなかったが嘔むと油の臭味を強く感じた。

(ロ) 油についての分析

oil separatorの上に集まった油と浪に打上げられて岸壁の上に集まった油とはかなり性質が違っている。屈折率、比粘度、比重及び平均分子量を求めたが、第一表の如くであった。

第一表

	oil separatorの油	岸壁に打上げられた油
N _D ²⁰	1.4807	1.5325
比粘度 (60°C)	3.35	89.58
比重 d 25°/4°C	0.84936	0.93569
平均分子量	242.1	501.9

干潟を調査した時泥から油がにじみ出て来るのでその泥をとってしらべたが、油の含有量は0.0155%~0.0561%であった。

(ハ) 結果の検討

oil separatorから油が流れ出している事は事実で、この回収率が98%と言う高率であるとしても1日3万tonの廃水量で100ℓ近くの油が出る事になる。常にこの油が養殖場に行くのではないであろうが養殖場の干潟からは油がにじみ出る状態であり、ここに棲息するアサリは試食すると油臭い臭味を感じる。養殖業者の言う海苔の被害もこのような状態では起り得る事と言える。Eldridgeの基準からは合格しても実際に被害があつては仕方がないから廃水処理には更に工夫が必要だと言える。

(3) 猿猴川川口に於けるノリ漁場の被害調査

猿猴川に臨んで東洋工業と大成工業の二会社がある。東洋工業は石炭ガスを自家用に製造する際の廃水を流すが、これにはタールが含まれている。大成工業は重油を扱っている会社でどうもこの重油がこぼれて流れるらしいと言われている。両会社共会社近くの岸壁には黒く油の附着した状態がみとめられる。さて川口の高苔養殖場にタール状のものが附着し海苔が製品としての価値を失ったと言う事が問題となった。重油も水面を流れ地物に附着した状態は黒い粘りのあるものでタールか重油かの判定は見て区別することは出来ない。

石炭タールか重油かを区別するために一つの実験を試みた。

石炭タールは原料石炭の種類により一定し難いのであるが、一般に芳香族炭化水素及びフェノール類を主としている。重油は石油溜分中の高沸点化合物で主要成分は飽和した炭化水素でおそらく環状化した安定なものと考えられる。重油には勿論低沸点の物も含まれ、主として飽和パラフィン族(或はナフテン族)の炭化水素である。

以上の様な差があるとしてタール状物質の比較判定を次の方法により行った。

まずこの中から比較的低温の物を分離し比較すれば石炭酸の有無、脂肪族か、芳香族かの判定は出来そうに思われる。そこで試料を水蒸気蒸溜した溜出液につき臭気(石炭酸臭)屈折率(脂肪族炭化水素に比し芳香族炭化水素が高い)硫酸、硝酸との反応(飽和脂肪族炭化水素はおかされない)塩化鉄反応(フェノールの検出)を試みることにした。検体としては東洋工業廃タール、東洋工業岸壁附着物、大成工業岸壁附着物、宇品港岸壁附着物(重油が附着していると考えている)、船舶用A重油、並びにノリ漁場タール状附着物を用いた。結果は第二表に示す。

この結果からヒビに附着するタール状物質は臭気、溜出液の状態、屈折率等から石炭タールを含むことが考えられるが、又硫酸、硝酸で反応せぬ油状物質が含まれている事から重油を含むことも考えられる。屈折率は石炭タールよりも低く重油との混合と考えてもよさそうである。

これらの事からヒビ附着のタール状物質が石炭タール及び重油の両方を含んでいるのではないかと推論す

るわけである。

第二表

No.	色	臭	屈折率 N _D ²⁰	溜出液	濃H ₂ SO ₄ と振盪	硫酸から分離する油層	発煙硝酸による油の反応	塩化鉄反応
A 石炭タール	茶褐	タール臭	1.5245	白濁	反応はげし +++	なし		微
B 東洋工業岸壁附着物(タール)	茶	タール臭	1.5230	〃	+++	なし		
C 海苔養殖場の附着タール状物質	茶	海苔臭 タール臭	1.5031	〃	++	2mmの油層	微	なし
D 大成工業岸壁附着物(重油)	茶褐		1.4873	透明	わずかに反応 +	2mm 〃	〃	
E 宇品港岸壁附着物(重油)	茶	ゴムの焦る様な臭	1.4982	〃	+	3mm 〃	〃	
F 船舶用A重油	茶	軽油臭	1.4593	〃	+	3mm 〃	〃	なし
備考	油	油	油	溜出液の濁り	油の反応	試験管の硫酸の表面に浮く油の厚さ	前の残りの油で試験	

(4) 結 語

鉱油関係廃水の養殖場ことに海苔に対する被害は他の場合とちがい製品を無価値にするおそれがあるほど大きく現われるから、そのような場合には工場としても充分の対策を考えて油を流さぬ注意が必要であらう。

引用文献

- (1) 農林省水産局 水質保護に関する調査 昭7
- (2) 水産庁 最近における水質汚濁による水産業被害調査 内水面漁業資料 第13集 昭25
- (3) 水産庁 最近における油による漁業被害の事例 内水面漁業資料 第43集 昭29
- (4) 経済安定本部資源調査会 水質汚濁防止法案勧告 昭24
- (5) Eldridge (柴田訳) 工業廃水処理 昭24

玖波灣の工場廃水について

第四報 漁場調査より見たカタクチイワシえの影響について

杉本 仁 彌・勝 乗 妙 子

筆者等は先第三報にて玖波湾の plankton-feeder に属する魚種は減少の傾向にあり、このことは、湾奥湾口に工場が林立し廃水の為て洄游経路に変化があるのか、又は外部の漁獲努力が強大な為て洄游して来る魚群の量の減少によるかのいずれかの要因に依るのではないかと推定した。今回は plankton-feeder の代表的なカタクチイワシについて昭和28年4月から昭和29年1月まで玖波鱻生産組合に依頼し、その漁場と漁獲量とを毎日記帳してもらい漁場と廃水との関係について調査したので報告する。

調査の結果

1. 玖波湾内外の廃水の分散について

個々の工場については第一報第二報で報告したが湾全体として漁場調査に平行して湾の内外に34点を取り昭和28年5月から同年9月まで毎月1回採水を行い、海洋観測法に従って分析した結果は内海区水産研究所利用部資料で記載し資料として発表の予定である。これらの結果から玖波湾内外とも右岸沿の海面は距岸500~1,000mまでは連続して、C.O.D. 10mg/L以上の廃水で覆われて汚染されている。(Fig 1), 又6月の観測結果をみると塩分濃度は右岸側の5m水深度のものが宮島側の表面水のものと同じの濃度であり、右岸沿の海水の塩分は工場糞水及び河川の影響を受けていて等塩分線をとると右岸に向かって傾斜している。(Fig 2)

Fig. 1 C.O.D. of the surface of sea water.

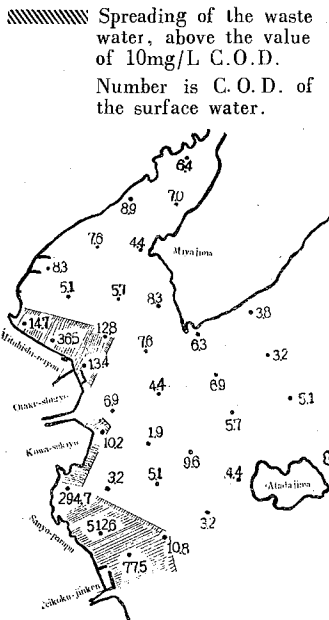


Fig. 2 the section of the sea Numbers are salinities.

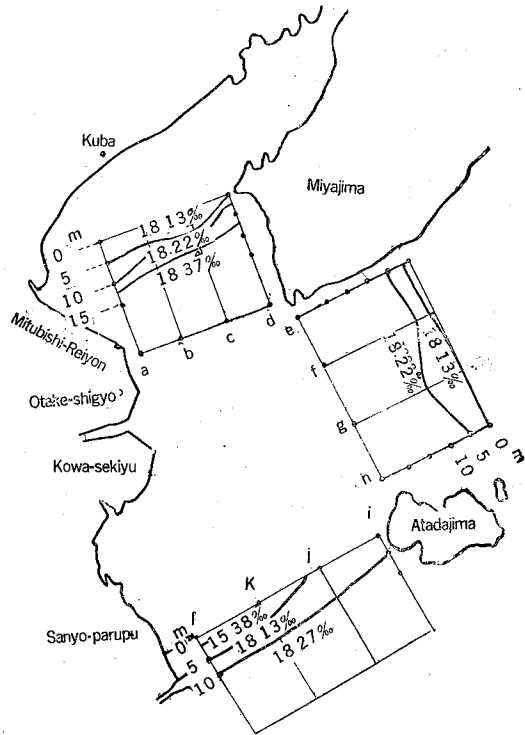


Table 1. Monthly total catch of the fishing ground in Hiroshima-bay

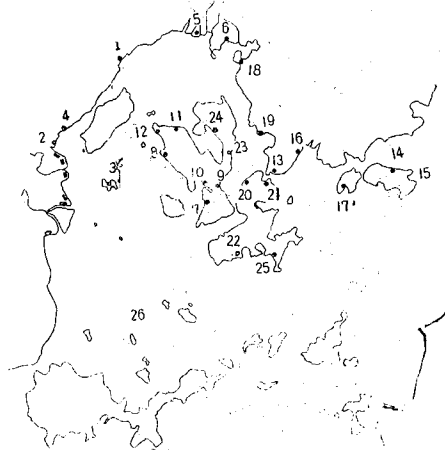
	January			February			March			April			May			June		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1 Zigozen																		
2 Ogata										1	1,000	1,000	1	3,410	3,410	1	1,395	1,395
3 Atada	4	5,760	1,440							4	34,936	8,734	3	22,751	7,583	3	3,840	1,280
4 Kuba				1	1,372	1,372				2	6,888	3,444	2	6,216	3,072	2	4,852	2,426
5 Hiroshima	2	1,830	915							2	3,646	1,823	4	8,712	2,178	2	8,502	4,251
6 Okō	1	816	816	1	1,470	1,470	1	1,650	1,650	1	2,750	2,750				1	2,300	2,300
7 Fukae	2	600	300							2	3,412	1,706	2	4,348	2,174	2	4,320	2,160
8 Oki	2	1,250	625	2	864	432				2	654	327	2	4,228	2,114	2	4,301	2,150
9 Ogaki										2	5,490	2,795	2	5,000	2,500	1	4,095	4,095
10 Kanokawa	1	360	360							2	1,960	980	2	4,200	2,100	2	4,600	2,300
11 Mitaka										2	648	324	2	4,824	2,412	2	3,436	1,718
12 Minō										2	1,288	644	2	5,500	2,750			
13 Kegoya	1	770	770				12,700	2,700	1	3,650	3,650	1	2,010	2,010	1	9,000	9,000	
14 Kami kamakari																		
15 Oura																		
16 Aga													7	6,120	874			
17 Taiyo																		
18 Saka	4	1,600	400	43,000	750					4	14,300	3,575	4	9,590	2,397	4	4,240	1,060
19 Yoshiura	3	1,000	333							3	5,220	1,740	3	3,000	1,000	3	4,100	1,366
20 Tahara										1	3,480	3,480				1	1,446	1,446
21 Ondo	4	1,380	347							4	8,000	2,000	6	10,210	1,701	6	14,800	2,466
22 Seibukurahashi										4	14,000	3,500	1	1,300	1,300			
23 Tōuetashima	1	80	80															
24 Etashima										4	7,400	1,850	4	4,600	1,150	4	7,200	1,800
25 Kurahashi	8	4,400	550							11	30,340	3,034	11	25,360	2,536	9	15,000	1,666
26 Subōnada-tobu	12	22,400	1,866	13	7,700	582				32	20,260	631	34	59,000	1,735	32	48,700	1,522

anumber of Iwashi-funabiki-ami. btotal catch of Iwashi-funabiki-ami. caverage.

2. 広島湾のカタクチイワシの漁獲量について

広島湾全体のカタクチイワシの変動を知る為に漁業組合別に昭和28年度の漁獲量を調査した結果はtable 1の通りである。(漁場Fig 3)之に依ると江田島周辺のイワシ網は一統年間漁獲量は4~3万貫、山口県周防灘東部、江田島南部の組合の漁獲量は1万5千貫前後、東部の組合の漁獲量は2万貫であって江田島周辺の海域のみが多く、そこから離れるにつれて減少して来ている。この事は江田島周辺に経済的に利用出来るイワシ群があると推定され玖波湾のカタクチイワシはこのイワシ群につながるものと思われる。昭和28年度の玖波の漁獲量が一統当り3万5千貫と大巾に増加して来ているのは昭和28年にイワシ舟曳からバッチ網に替り沖合での操業も出来るようになったことと、船の馬力数も大きくなったことも原因であると思われる。

Fig. 3 The Station of the fishing guild in Hiroshima-bay.



3. 玖波産生産組合の漁場別漁獲量について

第三報に於て玖波湾を四海域に分けて、昭和28年4月~6月までの漁獲量について報告したが、この四海域別の昭和28年9月から昭和29年1月までのカタクチイワシの海域別の漁獲量はTable 2の通りである。

July			August			September			October			November			December			total
a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	c
						1	2,300	2,300	1	4,850	4,850	1	575	575				7,725
									2	12,840	6,420							5,805
			4	6,200	1,550	4	52,260	13,065	4	28,000	7,000	4	18,707	4,677	4	12,060	3,015	48,344
2	3,872	1,936	3	3,365	1,121	3	18,640	6,213	3	24,416	8,138	3	9,627	3,209	2	8,316	4,158	35,589
5	8,550	1,710	5	9,950	1,990	3	15,600	5,200	3	12,640	4,213	3	9,250	3,033	3	9,158	3,052	28,415
2	1,500	750	1	3,200	3,200				1	4,140	4,140	1	3,500	3,500	1	3,427	3,427	24,003
2	6,600	3,300	2	9,300	4,650	2	14,000	7,000	2	11,300	5,650	2	11,300	5,650	2	6,952	3,476	36,062
3	3,820	1,273	3	7,680	2,560	3	17,300	5,766	3	17,750	5,916	3	13,500	4,500	3	8,322	2,774	28,437
2	7,814	3,907	5	25,700	5,540	5	35,200	7,040	5	40,500	8,100	5	15,900	3,180	5	10,800	2,160	39,317
4	5,760	1,440	4	16,370	4,092	4	19,000	4,750	4	18,700	4,675	4	26,200	6,550	4	18,912	4,728	31,975
2	2,808	1,404	2	18,360	9,180	2	21,334	10,667	2	14,100	7,050	2	10,400	5,200	2	11,460	5,730	43,685
			4	22,235	5,558	4	33,003	8,250	4	22,666	5,541	4	16,510	4,127	4	19,504	4,876	31,746
															2	2,500	1,250	19,380
1	1,300	1,300	1	2,100	2,100	1	345	345										3,745
1	800	800	1	1,070	1,070													1,870
8	33,700	4,212	8	6,100	762	8	28,000	3,500	8	17,500	2,187	8	23,000	2,875				14,403
4	24,800	6,200	4	11,900	2,975	2	7,600	3,800				2	6,200	3,100				16,075
4	7,200	1,800	4	24,000	6,000	4	32,500	8,125	4	22,726	5,681	4	4,030	1,007	4	20,600	5,150	35,945
3	5,200	1,733	3	17,000	5,666	3	22,000	7,333	3	23,800	7,933	3	7,500	2,500	3	1,940	646	30,250
1	2,556	2,556	1	3,887	3,887													11,369
6	38,700	6,450	6	43,600	7,266	5	33,420	6,684	5	19,640	3,928	6	10,180	1,696	6	11,000	1,833	33,741
			1	5,700	5,700	1	7,000	7,000	1	5,800	5,800	1	11,660	11,660	2	400	200	16,660
4	12,490	3,122	4	3,300	825	4	15,500	3,875	4	18,000	4,500	4	4,770	1,192	4	6,440	1,610	19,922
20	41,290	2,064	22	91,310	4,150	20	24,590	1,229	20	27,673	1,333	13	18,800	1,452	10	6,000	600	18,664
32	43,200	1,350	51	82,800	1,623	82	120,500	1,457	85	144,400	1,699	56	146,300	2,612	46	66,500	1,445	16,522

今回の調査はイワシ網3統について記帳してもらった結果であり数字は煮干の俵数である。4月から1月までの海域別の漁獲の百分率をとると玖波海域65.7%大竹三菱海域18.6%小瀬川海域5.4%、宮島海域10.3%で、次ぎに出漁回数に対して漁獲のない回数の百分率は玖波海域24%、大竹三菱海域52.9%、小瀬川海域14.2%、宮島海域64.3%である。これらから見て現在では大竹三菱海域は良い漁場ではないが、小瀬川、宮島両海域と比べると優劣はないと思われる。

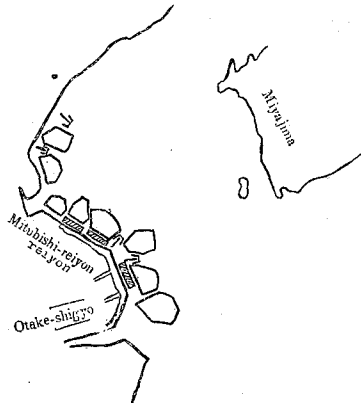
4. 工場操業前の漁場及び漁場価値についての聞き取り調査について

工場操業前の大竹三菱海域の漁場は Fig 4 の通りであり現在ではカキ棚及び壺網は操業していない。カタクチイワシの好漁場として下記の条件が挙げられ、これ等の条件と大竹三菱海域が全く合致していると昭和11年の玖波組合の書類に記載されている。(漁場価値の条件は原文のまま記載した。)

『漁場価値の条件

- イ) 餌料の関係と魚の滞在；附近の地形と海水の廻り場所の関係によって魚の食料となる餌（プランクトン類）多し、其の場所には必然的に魚集り永く滞在を継続す。
- ロ) 曳寄場所；海底平衡にして傾斜の角度並びに水深適度の調節、附近障害物の有無及び地形状態を必要

Fig. 4 The fishing ground in Kuba. bay, 1946.



Ttsubo-ami
 //.....Oyster-cultivating fields.
 △lwashi-funabiki-ami.

Table 2 Number of fish caught per day by Iwashi-funabiki-ami.

	fishing-ground					fishing-ground			
	Kuba	Ōtake-mitubishi	Ozegawa	Miyajima		Kuba	Ōtake-mitubishi	Ozegawa	Miyajima
Sep.	13	150		0	12	0	0		50
	14		60	140	14	0	0		0
	15	120		30	15	0	0		0
	16	a little		180	19	0	0		
	19	180		0	21	0	a little		
	20	150			22			200	
	21	100			23	200		0	
	22	100	100	50	24	100	100		
	26	200		100	25				300
	27	400		0	27	0	0		
Oct.	28	0		0	28	0	50		0
	1	100	0	0	29		100		
	2	100	0	0	30				
	4	150	0	0	Dec. 1	50	100		
	5	10.0		0	4	50	50		
	6	200	0	0	10	50	0		
	7	0	100	0	12		a little		50
	8	400		0	13	50			
	10	700	0	0	14				
	11	200		100	15	50			
	12	150		0	16				
	13	500	0	0	18	50			
	14	250	0	0	19				
	15	0	100	0	20	50			50
	16	0	100	200	21				
	17	0	50	100	23	200	0		
	20	100	0	100	24				
	22	300	0	0	27	200	0		
	23	0	0	0	29	0			
	24	0	150	0	30	100			
Nov.	25	100	0	0	31	50			
	26	150	0	0	Jan. 6	50			0
	29	500	0	0	7	50			
	30	0	0		8	50	0		0
	31	100	0	100	11	a little			
	2	0			12				
	3	50		250	15	50			
	4	0	10	140	17	a littel			
	5	100	0	0	19	—	—	—	—
	6	50	0	50	20	—	—	—	—
	7	0	0	0	22	a little	a little		
	9	0	250	0	24		a little		
	10	100	0	0	total.	7,110.00	1,320	200	1,990
	11			0		66.9%	12.4%	1.9%	18.7%

とする。

ハ) 潮流速度及び水深と風浪；潮流速度緩和にして水深適度風浪なく海上平静なれば何時たりと雖も操業を営まれ潮待ち等の必要なく労力時間を短縮し生産能率を向上す。

ニ) 日光の光線の受方；漁具荒雜の構造を特長とする漁業なる為ミト網（魚の追込袋ある処）は日の光線を背に曳揚船は日光を照射面に受け曳寄せれば魚の収獲に至大の關係を有する故に午前網代、午後網代

に区別す。

ホ) 午前の漁獲物は直ちに乾燥せらるるを以て品質向上し積量亦之に伴う。午後の収獲は翌日乾燥なるため品質劣り積量歩合減少せるを以て販売価格に相違ありて生産高に影響し。時に雨天の爲め腐敗する恐あり。』

昭和11年頃のイワシ舟曳は無動力であるから根拠地から漁場までの距離及び上記の条件から考えて此の大竹三菱海域が主漁場であったということ及び漁獲量の50~60%のものを此の海域から得ていたと言う業者の言分も妥当であると思われる。

考 察

玖波湾に洄游して来るカタクチイワシが江田島周辺のイワシ群につながるものと考えたとこのイワシ群は玖波湾の湾口にある大竹紙業の廃水が流入し満潮に転じた2~3時間以外には玖波湾内外の水質分析の結果から見て洄游経路に変化を受けるものとは考えられない。このことは昭和28年より漁獲方法の転換と共に上昇の傾向に転じて来ている事実からも首肯出来る。次に玖波湾内に洄游して来たカタクチイワシ群は漁場調査より見て大半のものは玖波沖合に掛けて洄游しており、昭和8年から昭和11年頃の様は大竹三菱沖合に大半のものが洄游していて、50~60%の漁獲をこの海域で得ていたと言う業者の言分から推察して、現在では大竹三菱海域には工場の廃水の流入の影響を受けて近寄りなくなっていると見る方が妥当であろう。しかしイワシの好漁場としての諸条件から見て工場の廃水だけでこの海域内の漁獲量が減少したのでは無く、戦時中海兵団及び工場の設立にともない前面の海底を渾濁した為に水深の変化、藻場の消失等も工場廃水の流入と相俟って相当の影響を与えているものと考えらるべきであろう。又漁業者が工場廃水がある為に湾内に洄游して来たイワシは以前は1週間以上も滞留洄游していたが現在では2~3日位しか洄游しないといっているが漁場調査より見て多少その傾向もうかがえるが特に顕著なものでもなさそうである。昭和28年にイワシ舟曳からバッチ網に転換することに依り漁獲量が広島湾の他の組合と同様に増加してきたのはイワシ舟曳よりもバッチ網の方が沖合から曳網が出来ること。曳船も高馬力になった事等が原因と考えられる。これらの事から玖波湾に洄游して来るイワシ群は工場廃水の流入が増加するにつれて沿岸近くにまで洄游していたものが沖合へおし出され、イワシ舟曳では捕獲し難くなり減少の傾向となって昭和27年まで現われて来たものと考えらるべきであろう。

結 論

1. 玖波湾外にある工場の廃水は玖波湾に洄游して来るイワシ群にはほとんど影響を与えていないと考える。
2. 玖波湾内に洄游して来たイワシ群は工場廃水の流入、地形の変化等で岸近くまで洄游しない為に従来のイワシ舟曳では捕獲率が低下して来たと考えらる。
3. 湾内の大竹三菱海域のイワシ漁場の価値は以前漁者の言分通りの漁獲があったものとする現在では半減しているものと考えらる。
4. 玖波湾全体のイワシ漁場としての価値は、大竹三菱海域の漁場価値が低下しているにもかかわらず従来と比べてほとんど低下していないと考える。

参 照 文 献

1. 海洋観測法
2. 内海区水産研究所研究報告 第3号 第6号
3. 海面漁業漁獲統計表 昭和26年~28年 統計調査事務所