

# 工場廢水に関する研究 (第2報)\*

新田忠雄, 荒川清, 杉本仁彌, 藤谷超, 竹内修

## Study on pollution by Industrial Sewage. (II)

Tadao Nitta, Kiyoshi Arakawa, Hitomi Sugimoto, Masaru Fujiya and Osamu Takeuti

Here we report the several results obtained after we wrote previously.

### (1) About biological study.

(i) The relation between minimum active dose of fish and nervous system was observed, removing the olfactory or optical organ of fish.  $H_2SO_4$  or NaOH solution shows no relation to both senses,  $NH_3$  solution have a little influence to the olfactory sense, and sulfite pulp sewage gives great influence to the olfactory sense and a little to the optical one.

(ii) Unpleasant dose of the sulfite pulp sewage are one fourth of its minimum active dose.

(iii) The high concentration (COD 100 mg/l) of the sewage of sulfite pulp industry seems to repress the growth of *Senedesmus* population.

### (2) About sedimentary organic substances.

To explain the unpleasant condition of mud, we used the mud in which some organic substances were mixed, and observed the growth of sulfate reducing bacteria. Under dead water condition, the mud, mixed with 2/300 volume pulp sediments, produced 3 mg/g sulfide after 20 days. Under running water condition, sulfide began to be produced after 10 days, and the sulfate reduction are found to continue even after 128 days.

### (3) Some examples of sewage dispersion.

(i) Layon industry waste water in Kuba Bay.

The range of the sewage dispersion could be successfully traced by means of COD method, showing wide area under low tide and narrow during high tide.

(ii) Pulp industry sewage of Ōno.

Visibly coloured range of dispersion of this sewage was nearly the same to that of more than 10 mg COD value, having a halfcircular area of about 200m radius.

(iii) Dispersion of sewage which flowed out from flood gate.

(a) Pulp sewage of Ōtake.

Sewage began to flow 2.5 hours after up tide. At first it flowed west-ward according to ebb current, and then east-ward with rising one. Area of concentration of above 50 mg COD was observed unchanged during the water gate open.

(b) Sewage of city near Ōkō.

During up-tide, the sewage is floating only within the harbour. Then it flowed out according to ebbing current, and at it's maximum the dispersion area shows semicircular shape of 1,200—1,300 m. With beginning of up tide it is compressed gradually into the harbour.

(iv) Dispersion of sewage in river.

Two rivers are branched from Ōta-river at the point of 5 km up the mouth. A pulp industrial sewage flows out a little down one of them. But because this one dry up at low tide, the sewage flows into

\*内海区水産研究所業績第44号

other rivers. However we find no remarkable influence at each mouth.

(v) Sewage of city in a inlet.

Length of this inlet is about 3 km, and at its innermost point the sewage of city has its sewer mouth. The influence of the sewage was observed about 500 m far out of the mouth of inlet. But at the maximum of ebbing tide it reaches almost about 1500 m. The bottom mud suffers from the influence in nearly the same range of sewage. No living benthic organism can be found in inner part of the inlet.

(4) About the sewage of city.

(i) Study on the analytical methods of sewage.

To study the character of organic matter in sewage the oxygen demanding power was examined by treating the sample under various conditions. (Tab. 1, pp. 73) Along the course of sewer, the oxygen demanding powers are observed to be gradually changed.

(ii) At 2 km up from the mouth of sewer there are a gas and a seasoning factories and their sewage take about 7—8 hours to flow down the sewer. While flowing down, the sewage are diluted and total organic matter decreases, but  $H_2S$  content shows some increase, and DO disappears on the half way. At the same time COD ( $50^\circ C$ , 5 min) increases but COD ( $50^\circ C$ , 60 min) decreases.

(5) About the sewage of starch industry.

If the sewage of starch industry flows down into a region of rapid renewal, a little volume of sewage of this industry and good dilution limit its influence only within a narrow area. But in stagnant region, the reducing fermentation occurs and the sewage, soaking into beach mud, may produce hydrogen sulfide.

(6) Some investigations on fishing damages.

(i) Abnormal death of *Cardium muticum* near Oze river.

After a violent typhoon in 1951, there died a great many *Cardium muticum* on the fishing ground near Oze river. A large amount of deposit was observed around the river mouth and has an unusual high value of COD, to which the distribution of mortality was found proportional. In 1953, COD of the mud became normal and *Cardium muticum* began to be fished again.

(ii) Abnormal death of Asari (*Venerupis philippinarum*) at Kōgo.

During a long rain, July 1953, Asari showed an abnormal death rate on a shallow near Kōgo. It was concluded that the too low salinity, continued during neap tide would be the reason of this high mortality.

(iii) Abnormal death of Oyster at Ōno.

Oyster cultivating fields are situated near the outer range of sea surface having above 10mg/L COD under the effect of a pulp industrial sewage. Since the nearer the oyster bed to sewage region exists, the higher the mortality observed, it was concluded that the influence of the sewage seems to be in some relation with its abnormal death.

(7) Investigation of damages of fishing.

The investigation is now going on by means of the method to let the fishermen note precisely the daily catch and the situation of the fishing grounds around the possible range of influence by industrial sewage. Successful analysis of such a problem is expected by this method.

工場廃水問題には緊急に解決を要する諸問題が残されている。吾々は第1報に於て不充分ながら一応研究方針の形態をつくってみた。しかしこれらは基礎的研究も不充分であり其後の研究にまたねばならぬ問題が多かった。

それらの諸問題を例記して見ると、例えば生物関係の問題では薬品の種類に応じて生物が受ける影響の受けかたが違っていることがあげられる。この検討は永く続けなければならない。

底質の研究は第1報に於いては推論の範囲を出ぬものが多かった。CI曲線の意味を明らかにする必要があり曲線図上の種々の位置に分散する種類別を整理する必要があった。それより先に沈澱物から泥の特性が現われて来る経過を追求する事がまず第一歩であるかもしれない。

水質については都市廃水と工場廃水との関連を新たな問題として取上げる必要を感じた。単独の工場の検討は比較的簡単な事であるが、多くの都市に於てはこれが正体不明の都市下水の中に溶け込み複雑な様相を呈して来る。ここには更に下水の水質を如何にして揃えるかの検討が新たな問題として生れて来る。水質については研究方向が無機物と有機物に分けられる。無機物は目ぼしい物にあれば目的を達するが、有機物には別の事を考える必要があり、まずこの適当な分析方法をきめる事からはじめねばならない。

廃水分散はまだ問題が極めて多い。一方では種々の地形に於ける分散形態の調査をつみあげ又他方分散理論の発展が必要な課題であると考えている。

更に漁獲実態調査による被害の確認の研究、又これまで第1報ではパルプ廃水に就て検討したが、更に重要な人絹、澱粉、鋳業関係等について検討を要する。

以上のようにまだまだ問題を未解決のまま持越しているのであるが一応その中で整理出来た内容を取まとめこの第2報とすることとした。

## 内 容 目 次

### I 基礎研究篇

1. 魚類の嫌氧量に関する研究 II
2. 魚類の不好量に関する研究 II
3. 工場廃水中に於ける浮游藻類の成育 II
4. 底質に於ける有機物の醱酵について I
5. 廃水分析方法に関する研究

### II 現地研究篇

6. 工場廃水の分散並び影響の調査研究
  - (イ) パルプ工場廃水分散の一例
  - (ロ) 人絹工場の廃水分散の一例
  - (ハ) パルプ工場廃水の分散とカキに及ぼす影響についての一例
  - (ニ) 都市廃水の分散とカキ養殖場の被害についての一例
  - (ホ) 河川に放流されたパルプ廃水分散の一例
  - (ヘ) 入江の奥にある都市の廃水
7. 都市廃水の研究 (I)
8. 澱粉工場の廃水について
9. 漁業が受けた被害の原因について
  - (I) 小瀬川川口の鳥貝斃死問題
  - (II) 庚午沖合の貝類斃死に関する調査
10. 漁獲量より見た工場廃水の被害についての一考察

## 魚類の嫌忌量に関する研究(II)

(視覚及び嗅覚を喪失させた魚類の嫌忌量について)

藤谷 超・新田 忠雄

## § 緒 言

先に筆者は魚類の嫌忌量を種々の化学薬品及び各種工場の廃水について求めたが、魚類が薬品若しくは工場の廃水に対して嫌忌の情を示す折には夫等が魚類の神経に刺激を与える事が当然考えられる同じ嫌忌の情を示してもその刺激が与えられる神経の種類によって魚類に与える影響は異って来ると考えられる。

従って薬品若しくは廃水が魚類に与える影響の本質を知る上からも夫等が魚類のどの神経を主に刺激するかを知る事は必要と考える。今回は主としてサルファイトバルブ工場の廃水について実験を行ったが殊にこの廃水の様な化学的成分が詳らかでなく、如何なる形で魚類に害的影響を与えるかが良く判って居ないものの嫌忌量の本質を知る上には特に必要であると考えた。

魚類に嫌忌の情を起さしめる原因としては種々の神経への刺激が考えられるが今回は魚類の生活上比較的重要な役割を占め、且実験する上に於て容易に行い得る所から嗅覚及び視覚への影響について検討した。

## 実験方法

供試魚は当才平均体長5cmの金魚を用いた。

嗅覚を喪失せしめる方法は多くの人々〔Parker (1910, 1911), Sheldon (1911) 等〕によって種々の方法が行われ夫々その目的を達しているが何れの方法も小型の魚を対照とする時には操作が困難な様である。

筆者は直径約1.5mmの金属棒を熱し、夫を用いて金魚の鼻孔部を深さ約2mmに互り焼却した。このため金魚は鼻孔部に火傷を生ずるが之を約1週間放置するとその火傷部分は癒えて鼻孔は完全に癒着し嗅覚は外界と遮断されると同時にその一部は火傷によって機能が停止されるものと思われる。かくしてその火傷が全治後実験に用いたが金魚の動作には変化は見られない様である。

視覚の喪失については眼球の摘出を行った。眼球を摘出すると金魚に於ては動作が急に緩慢になり他の魚で見られる様に狂奔すると云った事はない様である。眼球摘出後放置すると約3日を経て動作も平常に戻り摂餌なども始め約1週間して傷は全治する。この傷の全治を待って実験に用いた。以上何れの場合も全治する迄に水生菌の附着等が起る場合が生じたがこの様なものは実験に用いなかった。

嫌忌量を求める方法は先に述べたと同様に行い工場廃水の濃度はKMnO<sub>4</sub>消費量により求めた。

## 実験結果及び考察

実験は薬品としてはH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, NH<sub>4</sub>OHについて之を行い、工場廃水はサルファイトバルブ工場の廃水を用い、その結果は第1表に示したものである。

第1表

	Normal	Remove the Olfactory sense	Remove the Optical sense	Remark
	mg/L	mg/L	mg/L	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40 ~ 70	40 ~ 80	40 ~ 70	
NaOH	100 ~ 130	100 ~ 130	100 ~ 130	
NH <sub>4</sub> OH	20 ~ 25	60 ~ 100	20 ~ 30	
S. P. sewage	170 ~ 200	1,500 ~ 1,800	200 ~ 250	C. O. D.

廢液の外は予備実験として行ったものであるがH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>及びNaOHは嗅覚及び視覚を喪失せしめてもその嫌忌量に変化がない従ってこれらは嫌忌の情を起させる刺激は嗅覚及び視覚以外に与えるものと思われる。

$\text{NH}_4\text{OH}$ については嗅覚を喪失せしめたものは正常のもの3~4倍の濃度になっても嫌忌の情を示さなかった。 $\text{NH}_4\text{OH}$ は一般に陸棲高等動物に対して強い嗅葉の刺激を与えるが魚類に対しても刺激を与えるものと思われる。以上の3例は何れも視覚を喪失せしめたものとの差は認められないが之は薬品の何れもが無色のものであるためと思われる。

サルファイトバルブ廃水に対しては嗅覚及び視覚共に夫々の機能を喪失せしめた場合変化が認められる。従ってこの液によって嫌忌の情が起きる場合その原因が嗅覚に及ぼされる刺激による所が大きいものと思われる。サルファイトバルブの廃液は濃い褐色を呈しているが、視覚の機能を喪失せしめた場合の値から之も嫌忌の情を起させることが幾らかは影響しているものと思われる。

嫌忌と云う事を考える場合にその原因となる所は色々ある事が考えられるが魚類によってその生活上主体となる神経が異なる事が予想される。従って或る廃水が魚類に与える影響を考える場合その生活上主体となる神経の種類によって影響の程度に差が出て来るものと思われるが、サルファイトバルブ廃水に依る魚類の嫌忌は嗅覚及び視覚に与えられる刺激に依る所が大きいものと思われる。

#### 要 約

- 1) 嗅覚及び視覚の機能を夫々喪失せしめた金魚について硫酸、苛性ソーダ、アンモニア及びサルファイトバルブ廃水の嫌忌量を求めた。
- 2) 硫酸及び苛性ソーダによって起される嫌忌の情はその薬品が嗅覚若くは視覚に与える刺激に依るものではない。
- 3) アンモニアに依って起る嫌忌の情は嗅覚に与えられる刺激が原因の一つと考えられる。
- 4) サルファイトバルブ廃水に対する嫌忌の原因は嗅覚に依る所が大きく又視覚に及ぼされる刺激も幾分関係しているものと思われる。

#### 参 考 文 献

- 1) 藤谷・新田 魚類の嫌忌量に関する研究 (I) 内海区水産研究所研究報告第3号
- 2) 川 本 魚類の生理 (昭10)
- 3) 末 広 魚類学 (昭26)

## 魚類の不好量に関する研究(Ⅱ)

新田 忠雄・藤谷 超

前の報告に於て魚類の不好量を求める方法を述べ苛性ソーダに就ての不好量が嫌忌量の $1/10$ であった事を述べた。その後<sup>1)</sup>バルブ工場の廃水を用いて不好量を求めたのでその結果を報告したい。

用いた廃水は山陽バルブでつくったサンサルエキスで、つまり廃水の濃縮物である。勿論これを以て廃水と同一物と云う事は出来ないが一応無関係の物ではない。或は成分の変化があるのではないかと思うが、これを用いる事とした。

実験の結果は第1表に示す通りである。

第1表

番号	I / II	平均	濃度 CODmg/L	水温 t°C
1	0.800	0.832	0	22
2	0.753			"
3	0.835			"
4	0.833			"
5	0.800			"
6	0.975			"
7	3.639	2.879	80	25
8	2.118			"
9	1.404	1.452	50	26
10	1.500			"
11	0.651	0.685	30	"
12	0.719			"
13	0.732	0.732	10	"
14	0.732			"

備考 (1) 濃度は $KMnO_4$ 消費量を以て示す。

(2) I / II は第1報で述べた薬品を入れた水域と入れぬ水域の比較値である。

関係を検討する事が今後の問題で必要だと思われる。

## 参 考 文 献

- 1) 新田・藤谷 魚類の不好量に関する研究 内海区水産研究所報告第3号

これによると $KMnO_4$ 消費量で30~50ppmの間で不好量がある。この廃水の嫌忌量は170~200ppmであるから大体 $1/4$ となった。

このように薬品の種類により嫌忌量と不好量の比率に差のある事は当然であるかもしれない。魚類はその神経に感じる濃度に応じてその反応を現わすのであろうからその感度に差のある事は勿論の事であらう。そこで吾々としては魚類に違つた形で反応を与える幾つかの薬品についてこれらの

## 工場廃水中に於ける浮游藻類の成育

サルファイトバルブ工場廃液中に於ける淡水産緑藻  
(*Scenedesmus Quardricauda* S. C.) の成育 (第2報)

藤 谷 超

### 緒 言

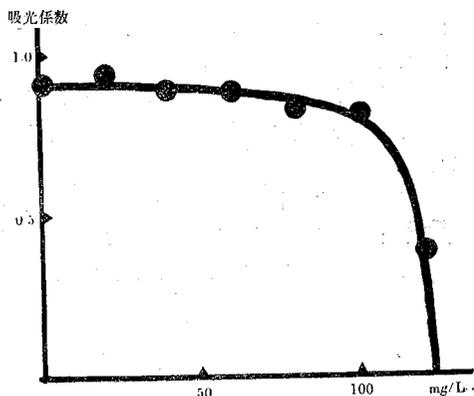
先に筆者はサルファイトバルブ工場廃液中に於ける *Scenedesmus* の成育に就いて大略を述べたが、その後廃液の濃度と成育の関係及び成育が阻害されると思われる  $\text{KMnO}_4$  消費量で100~140mg/Lの濃度に於ける成育の状態について比較を行ったので報告する。

### 實 験

#### 1】廃液の濃度と成育の関係について

先に筆者はサルファイトバルブ工場廃液を  $\text{KMnO}_4$  消費量0~180mg/Lを示すような範囲に薄めた各種濃度液中に於ける *Scenedesmus* の成育を、吸光係数によって示した抽出 Chlorophyll 量で比較したがその結果から *Scenedesmus* の成育と廃液の濃度との関係は第1図の様な直角双曲線に良く一致する事が認められる。

Fig. 1 The relation between Extinction Coefficient of chlorophyll and C. O. D. of S. P. sewage.



2日目毎に5回その成育を調べた。

培養方法は前回と同様に行った。

定量方法はThoma-Zeissの血球計算器を用いて個体数を算定した。

#### 實 験 結 果

移植後5日目以降2日目毎の個体数は第1表の様になる。この成育の状態はLogistic curveの一般式

$$N = \frac{K}{1 + e^{a-bt}} \dots (1) \quad [N = \text{時間}t \text{に於ける個体数}, K = \text{飽和密度}, a \text{ 及び } b = \text{恒数} (b = \text{増殖ポテンシャル}), e = \text{ナピエルの底}] \text{に良く一致する。}$$

即ち吸光係数 (y) と廃液の濃度 (x) との間には  
 $(x - 126.000) \cdot (y - 0.942) = 3.432$

の関係があり60mg/L迄は大して影響が認められないが80mg/Lから急激に影響が現われ100mg/Lからは夫が一層著しいのが認められる。

#### 2】阻害の与えられると思われる濃度に於ける成育の状態

サルファイトバルブの廃水中で *Scenedesmus* の成育が阻害される場合の各種生態的条件について比較を行った。

#### 實 験 方 法

培養した *Scenedesmus* を廃水を混じらないものと及び  $\text{KMnO}_4$  消費量で100mg/L, 120mg/L, 140mg/Lになるように夫々廃水を混じたものに一定量づつ移植し5日目から

Table. 1

Concentration	Day	5	7	9	11	13
		Control	O. $7.0 \times 10^4$ C. 6.8 "	O. $10.0 \times 10^4$ C. 11.5 "	O. $15.0 \times 10^4$ C. 16.1 "	O. $22.0 \times 10^4$ C. 21.3 "
100mg/L	O.	5.0 "	9.0 "	13.0 "	19.0 "	20.0 "
	C.	5.0 "	9.0 "	13.8 "	18.0 "	20.2 "
120mg/L	O.	3.0 "	4.5 "	7.0 "	9.0 "	10.0 "
	C.	2.9 "	4.7 "	6.3 "	8.2 "	9.0 "
140mg/L	O.	0	0	0	0	0

cells/c. c. W. T. 20~22°C

O. : Observation number  
C. : Calculation number

Logistic curve の各数値の計算方法については吉原氏の方法を用いて行った。この方法を略記すると、測定値が L 曲線で表わされる時、之を直線に変換出来るから

t の相隣る n 個の値に対する N の値を  $N_0, N_1, N_2, \dots, N_n$  として座標軸上に  $(\frac{1}{N_0} \cdot \frac{1}{N_1})$   $(\frac{1}{N_1} \cdot \frac{1}{N_2})$   $\dots$   $(\frac{1}{N_{n-1}} \cdot \frac{1}{N_n})$  の点を作ると  $Z_2 = p + Z_1 q, Z_3 = p + qZ_2, \dots, Z_n = p + qZ_{n-1}$  となる ( $Z = \frac{1}{N}$ )。この p, q を最少自乗法で決定すると

$$p = \frac{\sum Z_j \cdot Z_{j+1} \cdot \sum Z_j - \sum Z_{j+1} \cdot \sum Z_j^2}{(\sum Z_j)^2 - (n-1) \sum Z_j^2} \quad q = \frac{\sum Z_{j+1} \cdot \sum Z_j - (n-1) \sum Z_j \cdot Z_{j+1}}{(\sum Z_j)^2 - (n-1) \sum Z_j^2}$$

となり (1) から

$p = (1 - e^{-bh})/L, q = e^{-bh}$ , (但し  $h = t$  の間隔) 従って  $L = (1 - q)/p$  となる。従って之から b 及び L を得る。

a を求める方法は次の様に行った。

最少自乗法で決定した直線の方程式を

$$y = p + qx \dots \dots (2)$$

で表わすと  $(\frac{1}{N_0} \cdot \frac{1}{N_1})$  を通り (2) 式の直線に直角に交わる直線は  $y = \alpha - \frac{1}{q} x$  で示される。この二つの方程式の根即ち二直線の交点を  $(\frac{1}{N'_0} \cdot \frac{1}{N'_1})$  とした時  $N'_0$  を  $t_0$  に於ける値として (1) 式に代入して a を求めた。

以上の方法で求めた各数値を比較すると (第 2 表)

Table. 2

	Control	100mg/L	120mg/L
K (Population of Saturation point)	31.00	23.44	9.70
b (Biotic potential)	0.3426	0.4161	0.4361
a	2.3826	3.3860	3.3132

飽和密度は廃水の濃度が高くなるに従って低くなって居り、その割合は先に行った Chlorophyll による比較と略々同様である。

夫に対して増殖ポテンシャルについては余り影響はなく廃水の濃度が高まるに従って僅か乍ら増加しているのが見られる。

成育速度を比較すると之は廃水の濃度が高まるに従って遅くなって居るのが判るが飽和密度に達する迄

の時間は濃度の高いものの方が短いのが認められる。之を Logistic curve の反曲点について比較すると

	対 照	100mg/L	120mg/L	備 考
t	8.705	8.14	7.18	
N	15.05	11.72	4.85	$N = k/2$
$\frac{dN}{dt}$	2.6557	2.4383	1.0565	最大増加率

となる。

上記の  $dN/dt$  は最大増加率を示すが之も濃度の高まるに従って低くなり特に 120mg/L では急激に低くなるのが見られる。

### 考 察

以上述べた事柄を併せ考えて見ると Logistic curve に於て飽和密度の高さ K の値と増殖ポテンシャル b の値は共に生態的に重要なものである。これらの値は同一種に於ては与えられた環境の相違によって異なるものである。従って同一種について或る二つ以上の環境で K の値を比較すればその環境に対する生育の適、不適が或程度示される。この実験の場合廃水の濃度が高まる事は *Scenedesmus* の成育の環境が悪くなって行く事を示すと云えよう。一方 b の値は 24 時間内に単位個体からどれだけ新しく生産し得るか、と云う能力を示すものであるが、この値が余り変らず増大する傾向が見られると云う事は増殖能力はむしろ増大して居る事を示している。

又廃水の濃度を変えた場合各個体の持つ Chlorophyll の比率を較べると第3表の様である。之を見ると Chlorophyll の含有量は廃水の濃度が高くなると増加しているのが判る。Scenedesmus などの場合個体の持つ生理作用は蓄積している Chlorophyll の量によって或程度その優劣を表わし得ると考えられる。従ってこの場合廃水の濃度が高まるに従って Chlorophyll の蓄積が増すと云う事は少くとも生理作用の減退は考えられないと思ふ。以上の事柄を併せ考えるとサルファイトバルブ

Table. 3

Concentration	percentage of Chlorophyll (%)	Percentage of "b"
Control	100.0	100.0
100mg/L	116.4	121.5
120mg/L	128.5	127.3

廃液が Scenedesmus の成育に及ぼす影響は環境に悪条件を与えるために個体群の増加が抑制されるものであって、各個体の増殖能力及び生理作用には余り影響を与えていないものと思われる。然し乍らこの影響の生理的機構の本質については全く未知であるので之は今後の研究によって判然とし得るものと思ふ。

### 要 約

- 1) サルファイトバルブ工場廃液中に於ける Scenedesmus の成育について廃液の濃度と成育の関係及び成育が阻害されると思われる濃度に於ける成育の状態についての比較を行った。
- 2) 廃液の濃度と成育の関係は飽和密度に於ける抽出 Chlorophyll の吸光係数 (y) と廃液の  $\text{KMnO}_4$  消費量 (x) との間に

$$(x-126.000)(y-0.942) = 3.432$$

の関係がある。

- 3) 廃液の濃度が高くなると個体群の飽和密度、増殖の速さ、増加率は何れも低下するのが見られるが飽和密度に達する迄の時間は短くなるのが認められる。又個体の増殖能力には余り影響はなくむしろ増加している。
- 4) 廃液が成育に及ぼす影響は環境に悪条件を与えるために個体群の増加が抑制されるもので個体の生理作用には余り影響を与えていないものと思われるが、この点に関しては今後なお研究を行いたい。

### 参 考 文 献

- 1) 藤谷・新田 工場廃水の浮游藻類に及ぼす影響 内海区水研報告第3号
- 2) 吉原 友吉 成長曲線に就て 日本水産学会誌 第16巻 第7号
- 3) " " ロヂスチック曲線論 (1951)
- 4) Gause, G. F. (1934) The struggle for existence. Baltimore.
- 5) 内田 俊郎 動物個体群の実験的研究 生物学の進歩 第4集

# 工場廃水に関する研究

底質に於ける有機物の醗酵について その1

荒川 清・新田 忠雄

工場廃水中の有機沈殿物は沈着後底質を汚損し、魚類の産卵、孵化更に稚魚の育成場とも云われる藻場を枯死、荒廃せしめ或は魚場及び浅海養殖場を荒廃せしめる等、とされ既往に於いて数多くの問題として各地に起り沿岸漁業及び魚類資源確保の上に多大の損害を与えていると言われていた。

有機沈殿物が底質を汚損する一つの要因として考えられるのは、多くの場合沈殿後の分解過程に於いて、海水或は底質中に存在する硫酸塩還元菌その他により還元性の醗酵分解が起って多量の硫化物を生じ、更に地域的に環境の悪い所（滞流水域又は水通しの悪い水域）では硫化水素、メタン等をも発生する様な状態に至らしめることである。

吉村氏によれば底質中に硫化物の含有量が0.1%を過ぎる時は大型の底棲生物の存在をも許さない様な悪影響を与えられている。<sup>(1)</sup>

著者等は底質に於ける有機沈殿物による硫化物生成を主に見た還元性醗酵の一過程を知る事が出来たのでここに報告する。

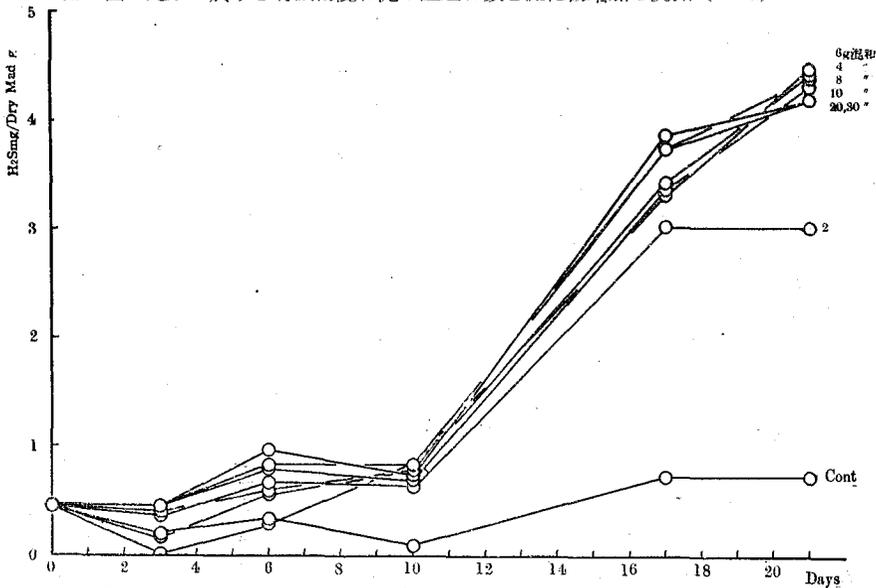
## 実験 1. 死水に於ける有機物の醗酵

自然状態の泥のみでは有機物の含量が少なく、醗酵は殆ど起らない。又有機物を多く含む自然泥質を使用した場合には含有有機物としてどんなものを含んでいるかを知る事が出来ないために一応下記の如きバルブ工業に於ける廃水中の沈殿物に近い物を用いて実験を行う事とした。

## 試料

(1) 試験泥 工場、都市廃水等による影響を受けていないと思われる宮島、可部島間の泥を2mm目の篩を通して、混入している異物を除いて用いた。

第1図 死水に於ける有機物混和泥の経過日数と硫化物増加の関係 (30°C)



(2) 混入用有機物 広島市内にある三次製紙会社の沈澱池より得た沈澱物を布を用いて絞り可及的に脱水したものをを用いた。

### 実験方法

上記有機物の2, 4, 6, 8, 10, 20, 30grを脱脂綿濾過を行った海水を用いて夫々充分攪拌して解きほぐし、試料泥300grに加え更に海水を全量 300cc. になる様に加えて充分に混和し、30°Cの孵卵器中に入れ日を追って夫々から一部宛採り、富山氏の方法により硫化物及び乾燥百分率を測り、乾燥泥1gr当りの硫化物の含量を求めて対照と比較した。

その結果を第1図に示す。

### 実験 2. 有機物の醗酵により生ずる硫化物及び溶出硫化水素量と経過日数との関係

滯流、又は水塊の交換の悪い水域に於いては自然に有機物の沈澱は多くなり、底質物中の有機物の醗酵が進むにつれ硫化物が増加し、発生する硫化水素は海水中の溶存酸素を消費して魚類に対する酸素欠乏の危険を起す事が考えられる。そこでこの泥中の有機物の醗酵により生ずる硫化物の増加と水中に溶出する硫化水素量との関係を知るために実験を行った。泥には醗酵を促進するために魚肉を加える事とした。

使用した泥は実験1と同一のものである。

### 実験方法

泥質300gr中に良くすりつぶした魚肉10grを加え次の2方法により実験を行った。

(1) 魚肉混合泥を10gr宛泥が出ない程度の目の細い綿布に包み、500cc. 容広口瓶に10個入れその上に脱脂綿濾過海水を満し、25°Cの定温水槽中に保存して醗酵を行わしめた。一定日数を経る毎に海水を出来るだけ全量をサイホンにて採り、その海水中の硫化水素を沃度法により定量した。

このように採水した後、瓶中に新しい濾過海水を満して実験を続けた。

泥に就いては泥の包み1個宛を取り出し富山氏法により硫化物及び乾燥百分率を測る。

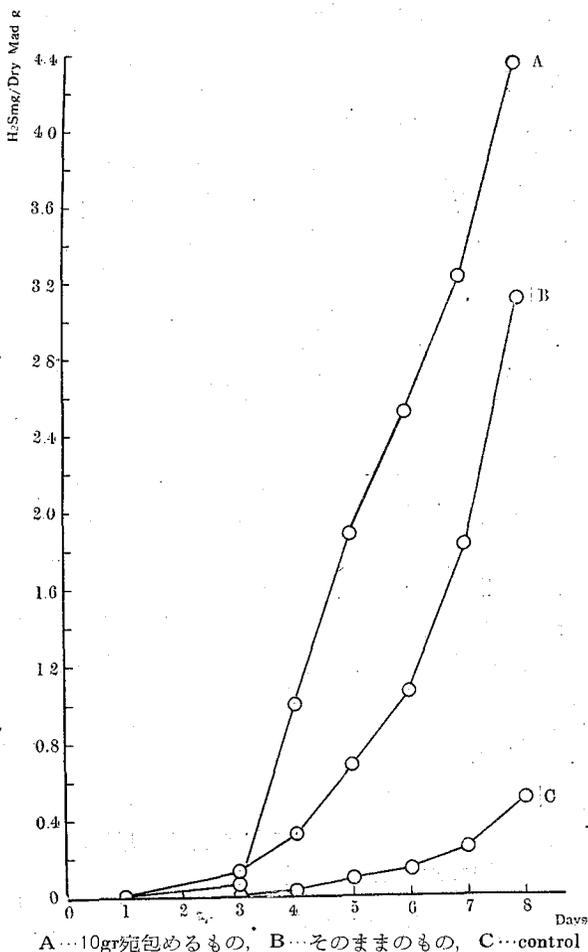
(2) 魚肉混合泥300grをそのまま広口瓶に入れ脱脂綿濾過海水を満し(1)と同様に保存し、一定期間に上澄みの海水を取り出し(1)と同様に測定し、更に新しい海水を注入して実験を続けた。

(1), (2)の乾燥物1gr当りの硫化物量を対照と比較した結果を第2, 3図に示す。

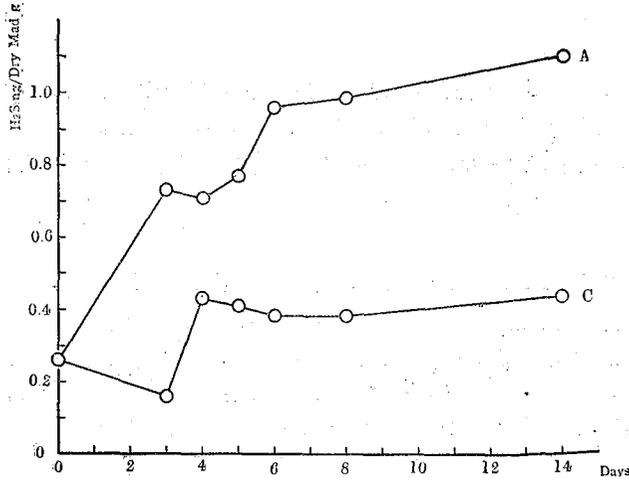
### 実験 3. 海水を流動させた条件下に於ける有機物の醗酵

実験1及び2に於いては死水の下に行

第2図 魚肉添加泥質に於ける経過日数と海水中溶出H<sub>2</sub>Sの関係 (25°C)



第3図 魚肉混和泥に於ける経過日数と硫化物増加の関係 (25°)



A...10gr 宛包めるもの C...control

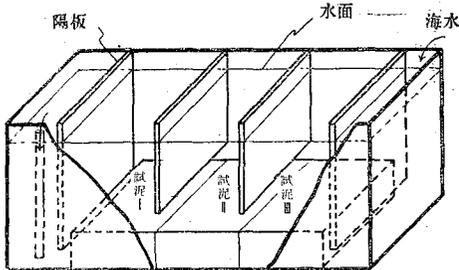
絞り可及的に脱水したものを。

(沈澱物は Cellulose であり細かな紙屑等が多量含まれている。廃水口前面ではこの沈澱物が 1~2 尺程度も積重なり醗酵も相当に進み干潮時には硫化水素等の発生が認められている)

#### 実験方法

内水研大野分室の室内水槽(コンクリート製)に泥 1.5kg に対し各有機物 0.5kg 宛を混じたものと及び対照として泥そのままを、厚さ 3 寸程度入れた。水槽の設備は第 4 図に示す様に海水が底層をなるべく流れる様に隔壁を作った。泥は対照、三次製紙、安芸紙業沈澱物の順に流れの上位より順次配列した。海水の流量は約 600cc/m である。

第4図 流動海水下の有機物混入泥の醗酵装置



実験経過日数は 128 日でその間に適時測定試料の採取及び外観の観察を行い、次の如き種々の測定結果を得た。猶実験期間中の水温は 11~13°C である。

測定した項目は (1)  $\text{KMnO}_4$  消費量, (2) 直接  $\text{KMnO}_4$  消費量\*, (3) 硫化物量, (4) 遊離の硫化水素量\*\*, (5) 有機炭素<sup>(3)</sup>, (6) 全窒素, (7) 灼熱減量, (8) 乾燥百分率であり、乾燥物 1 gr 当りの結果を求め第 1 表に示す。

#### 考察

自然状態で泥に含まれた有機物はあまり大したものではなく、これが死水の状態で保存されてもほとんど硫化物の増加が見られない事は実験 1, 2 の対照区が示している。

実験 1 の海水中に硫化水素の溶存が見られ更に実験 2 の海水中に多量の硫化水素の溶出があることから見て、滞流又は水塊の交換の余り良くない水域に於いては廃水中有機沈澱物の量が余り多くなくても硫化物は増加し、廃水自体による溶存酸素の消費と共に底質より発生する硫化水素等が海水中に溶解し、更に酸素消費を助長する事を表わしている。

実験 1 及 3 の三次製紙沈澱物混入泥が硫化物の増加し初めるのに約 10 日間を要したのに反して安芸紙業の沈澱物混入泥では忽ち硫化物の増加が認められた事は、安芸紙業沈澱物は採集する以前に既に還元性醗酵を

\*  $\text{KMnO}_4$  添加後加熱せずに直ちに稀酸、硫酸を加えて褪色せしめ  $\text{KMnO}_4$  で滴定を行った。

\*\* 富山氏の方法のうち塩酸を加えずに蒸溜を行った。

第1表 流水下に於ける各種泥質の組成変化（乾泥gr当り）

経過 日数	有機物	KMnO <sub>4</sub> 消費量 (mg)	直接KMnO <sub>4</sub> 消費量 (mg)	硫化物 (mg)	遊離 硫化物 (mg)	有機炭素 (mg)	全窒素 (mg)	灼熱減量 (%)	備 考 (外観的变化)
0	Cont.	26.7	11.8	0.23	0.04	14.0	1.84	12.8	
	安芸紙業	56.8	13.9	0.46	0.09	87.9	—	20.0	
	三次製紙	80.7	19.6	0.13	0.03	120.8	2.39	27.2	
4	Cont.	28.7	9.3	0.18	0.02	13.2	1.73	12.6	全体的に黒色を帯 びる
	安芸紙業	114.2	22.2	0.58	0.07	86.6	1.97	20.0	
	三次製紙	162.0	27.8	0.19	0.03	97.3	2.93	26.2	
8	Cont.	18.7	11.1	0.17	0	29.2	—	12.8	一部黒色
	安芸紙業	59.4	23.2	0.62	0.10	95.3	—	19.4	
	三次製紙	150.6	32.7	0.11	0.02	141.5	—	25.3	
14	Cont.	25.6	14.3	0.29	0.09	15.0	1.95	11.4	表面に遊離硫黄を 認殆ど黒色
	安芸紙業	93.2	25.4	1.09	0.73	91.4	2.03	18.3	
	三次製紙	155.8	35.5	0.45	0.18	120.5	1.59	27.6	
28	Cont.	22.0	7.9	0.27	0.05	14.3	—	11.9	表面に遊離硫黄を 認む
	安芸紙業	81.9	15.4	1.13	0.36	93.0	—	19.2	
	三次製紙	140.1	30.4	1.04	0.26	113.8	—	27.4	
42	Cont.	24.0	13.8	0.31	0.04	—	1.63	12.8	
	安芸紙業	108.0	27.9	1.31	0.16	88.4	1.70	20.7	
	三次製紙	126.1	32.1	1.16	0.28	100.0	1.45	26.8	
128	Cont.	22.3	8.0	0.41	0.15	—	—	12.2	殆ど変化なし
	安芸紙業	75.8	19.5	1.97	0.45	—	—	19.0	
	三次製紙	156.9	37.4	2.69	0.57	—	—	25.3	

註, KMnO<sub>4</sub>消費量は酸素相当量を以て表わす。

起していたので醗酵に充分な硫酸塩還元菌及び速く還元性になる原因を含んでいた事を示すのであろう。

この安芸紙業の沈殿物について吾々の見た所では廃水口の前面に於いて如実に現わしている。それは下げ潮時に近くの漁礁で（下潮時で排水口の稍々潮上にある）釣りが出るが、上げ潮時には出来ない事及び近くの地まきカキの養殖場に於いて斃死の事が多い事等は、下げ潮時に水圧の低下のため底質より硫化水素の気泡となって上って来る間に海水に溶解（廃水口前方200mに於いて41mg/Lの硫化水素を認めた）し、上げ潮時にこれが流されて来るためと考えられる。

実験2の第2図で表わされた結果のうちA、Bは同一有機物混合泥であるのに溶出硫化水素の増加の傾向異なるのは、そのまま瓶に入れたのと、綿布に10gr宛包んだためによるものか分からないが、もし包んだためとしたならば綿布が何か原因しているのか、又は包んだために起きる表面積の増加によるものと考えられるが、この事に就いては後に調べて見たいと思う。

流れのある条件で有機物の醗酵の結果硫化物が増加する傾向を第1表の結果について吟味すると初期に於いて低下し、実験後10日前後に於いて増加の傾向を示している事が分る。これは硫酸塩還元速度と流れによる酸化或は硫化物の除去との相互のつりあいによるもので、還元速度の増加と共に酸化或は硫化物の除去の効果が消去されるのではなかろうか。硫化物が乾泥gr当り1mgr以上の値になるには30日目頃であり、之は更に増加を続けて128日の実験期間中に於いても尚増加をつづけていた。

硫酸塩還元菌のH供給体として種々の有機物が用いられCelluloseもこの役をなすものであるが、実験期間中に混在するバルブが分解のため目に見えて減少しない事は灼熱減量その他の値を見ても認められる事であり、更に長い期間に亘って還元菌に利用されると思われる。

硫酸塩還元菌の増殖及び泥質中の硫化物の増加は混入している有機物の量及び泥質、海水の流動の相違により夫々異って来るであろう。

## 摘 要

底質に於ける廃水中の有機沈殿物の硫酸塩還元菌による還元醗酵と泥質中の硫化物の増加について次の事

を知った。

- (1) 工場、都市廃水等による影響を受けてない自然泥質は死水に於いても殆ど硫化物の増加は認められない。
- (2) ハルブ工業廃水の沈澱物は泥質に対して2/300の少量でも死水に於いては20日後に硫化物は乾泥gr当り3.0mg迄増加した。
- (3) 海水流動下に於いてもハルブ工業廃水の沈澱物は底質中の硫化物の増加が約10日後に初まり、30日後には乾泥gr当り1mg以上となり、128日後に於いても尚増加の傾向にある。
- (4) ハルブ工業廃水の沈澱物は酵解、分解による減少は灼熱減量等の値より見ても認められず、相当長期間に亘り還元性酵解は続けられる。

#### 参 考 文 献

- (1) 吉村信吉・和田憲夫：湖底堆積物中に気水湖の湖底堆積物中に含まれる $H_2S$ 並びに硫化物の予察的研究，  
陸水学雑誌，Vol. 8，68
- (2) 富山哲夫・神崎嘉瑞夫：泥土に含まれる硫化物の少量定量法，日本水産学会誌，Vol. 17. No. 5，1～7
- (3) 京都大学農芸化学教室編：農芸化学分析書 上巻
- (4) Zobell and Rittenberg：Sulfate-Reducing Bacteria in Marine Sediments，Journal of Marine Research，  
Vol. VII. No. 3，605

# 廃水分析方法に関する研究

新 田 忠 雄

工場廃水の研究に於いて廃水が如何なる性質をもつかその解明は重要な問題である。これは必ずしもその内容の化学式を列記する必要があると云う事ではない。目的とする所は害を与える可能性があるか否かを判定する基準を確立する事であるから化合物一つ一つの定量分析をする必要はなく、むしろ酵解する危険性とか還元状態をおこす危険性を判断する数字が必要なのである。廃水の成分を分けて考えると無機物と有機物となる。この無機物は其々特定の被害を与えるものであるから必要なものは定量しなければならない。従って pH とか或は重金属などは取上げて考えられるべきである。有機物も毒性をもつものは勿論それとして定量の必要があるが一般の有機物はその酵解力、還元力等に於てその強弱が問題となろう。従来有機物を総合して  $\text{KMnO}_4$  消費量の形で把握して来たのであるが、その内容を更に区別する方法について研究したので報告する。

## (1) 温度を変えた $\text{KMnO}_4$ 消費量

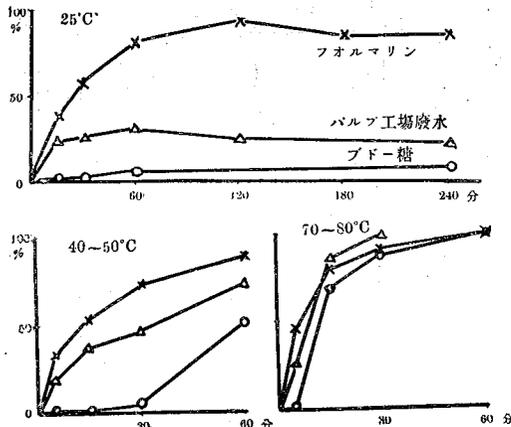
従来  $\text{KMnO}_4$  の溶液を用いる方法には酸素消費量と云って沸騰浴中に 5 分<sup>1)</sup> 又は 30 分<sup>2)</sup> 置いて消費される  $\text{KMnO}_4$  を定量する他、酸素吸収量は常温で 4 時間<sup>3)</sup> 放置し  $\text{KMnO}_4$  の減少量を求めるのであるが、又 3 分間<sup>4)</sup> 常温放置して  $\text{KMnO}_4$  の減少量を求める方法も報告されている。

筆者は  $\text{KMnO}_4$  を常温、40~50°C、70~80°C に於いて如何なる吸収量を示すかを確める事とした。

実験はフォルマリン、葡萄糖の水溶液、及びバルブ廃水を用いた。濃度は同一実験条件に適応する濃度に調節したため其々違っている。

実験条件は  $\frac{N}{100}$   $\text{KMnO}_4$  溶液 50c. c. 4 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  10c. c. に被験液を入れ全容を 200c. c. とした。被験液は実験中に  $\text{KMnO}_4$  溶液の色が消えない量をとった。これを恒温に保持し、各時間毎に 20c. c. 宛の水をとり稀酸を加えて色を消してから  $\text{KMnO}_4$  で滴定した。又この中から 20c. c. とった 1 組は沸騰浴に 5 分間放置し消費量を求めこれに対する消費量の百分率として滴定結果を比較した。(第 1 図)

第 1 図 温度を変えた C. O. D  
(C. O. D of different temperature)



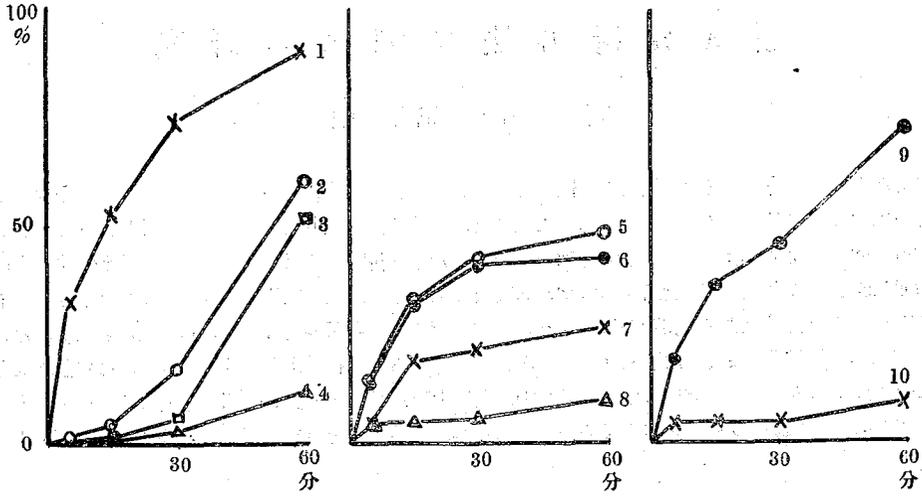
この結果を見ると常温ではブドウ糖はほとんど消費しない。消費量に差はあるが消費状態の変化がない。70~80°C のは 3 つの差があまり現われずどれも 1 時間目には 100% となった。40~50°C のは消費曲線に変化が大きく現われている。従って 40~50°C を用いると有機物の性質が幾分現われるのではないかと考えた。

## (2) 50°C で行つた種々有機物の $\text{KMnO}_4$ 消費量

前の実験で 50°C の実験が一番変化が多いように思われたのでこの 50°C でフォルマリン、ブドウ糖、砂糖、澱粉、肉エキス、醤油、グリシン、ペプトン、グリセリン、及びバルブ廃水を用いてその消費曲線を図示してみた。(第 2 図)

これで分る事は砂糖、ブドウ糖、澱粉等の示す曲線と他の有機物の示す線に明かな相異がある事である。これらの糖類の反応が或はまず酸により分解し第 2 次反応として酸素の消費をするのではなからうかと想像する。バルブ廃水は或は 2 種の反応が共に行われたのではあるまいかと思われる。すなわちはじめフォルマリン型の反応が行われた後に糖型の反応が行わ

第2図 50°C C. O. D



1. フォルマリン 2. 砂糖 3. ブドウ糖 4. 澱粉 5. グリシン  
6. 醬油 7. 肉エキス 8. ペプトン 9. パルプ廃水 10. グリセリン

れたのではなからうかと想像する。

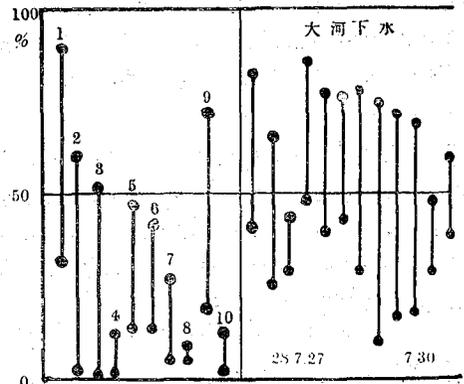
第3図 5分及び60分の50°C C. O. D

(3) 下水の酸素消費

下水の流下中に現われる変化を比較するために大河下水に6点を定めて7月27日、7月30日の2回調査した。

この水について50°Cで消費量を求めた結果の中5分と60分の消費量をとって相互の比較を行うと第3図の如くなる。比較のため参考として(2)に述べた他の有機物も同様に表示した。

この方法で比較するとこの下水では流下中に下水の内容が変化していく事を推定することが出来る。これまで(1)、(2)に於てのべた方法もその内容の特長を示すのに役立つと思われるが、ここであげた方法も又変化を知るのに役立つ方法であると思われる。



1-10は第2図と同じ化合物、下水は其々左から右へ川上から川下への変化を示す。図の下の点は50°C C. O. Dの5分(上の点は60分)の%を示す。

参考文献

- 1) 大島 水産化学実験法
- 2) 下水試験法(水道協会協定)
- 3) "
- 4) 西崎, 下水及び水槽便所流出污水試験法, 薬学 大6.

## 玖波灣の工場廃水について

### 第1報 (大竹紙業の廃水分散について)

杉 本 仁 彌

工場は佐伯郡大竹町の町はずれに在って大竹町の都市廃水の溜池 (72,000平方メートル) に一旦排水され都市廃水の一部と一緒に潮位が溜池の水位より低くなった時に水門が開かれ海中に排出されている。工場は昭和22年に操業開始されたのであるが、操業前は此の溜池はイナノ好漁業場として有名であった。現在では溜池一面にバルブ屑が堆積してイナは全然いない。水門の開閉の時間は大潮と小潮では異なり、廃水の分散も両者の間には相当の差があり、降雨が続いた場合には更に大きく変動を受ける事になる。

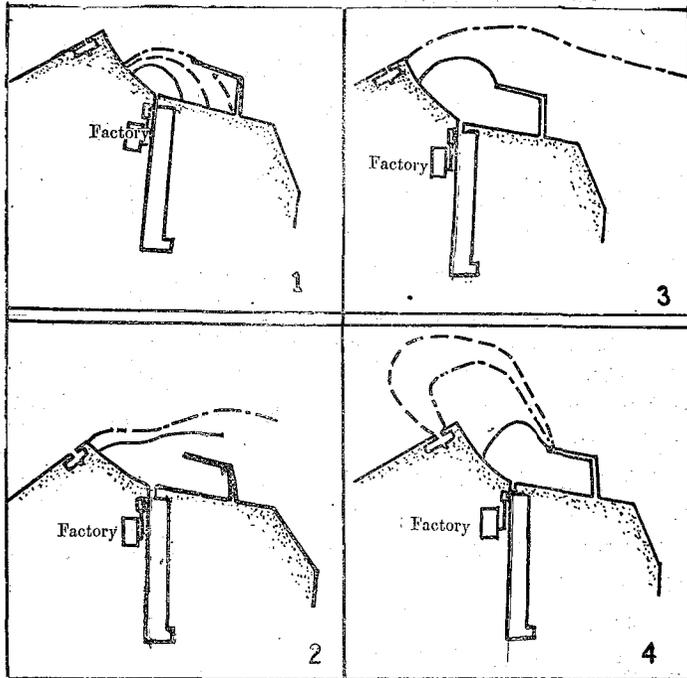
筆者等が調査したのは小潮時で潮位が1.1m (10月1日) の場合であるが調査の結果を下記の通り報告する。

#### 工場並びに排水口の概要

工場はソーダーバルブを日産20トン前後、廃水は日に7,000トンで沈殿池は7,500 $m^3$ 位のものがあるが、全然使用されずに大竹町の下水の溜池に流れ込んでいる。溜池の排水口は旧海兵団のカッター置場の港の奥まった位置にあり、水門は2ヶ所で各水門には巾3mの水路が2個づつあり大潮には全水門を、小潮には1個所の水門を開門し、又降雨が続き廃水量が多量の場合にはポンプで揚水の上排水される。溜池では懸濁性物質は沈殿しているのが醬油の如き透明な色調であるが、開門されると沈殿物は巻き上げられて茶褐色の混濁液となって海中に流入して見てみても分散は明瞭に分る。

#### 調査の結果

観測の日は最干潮後の3時間30分に開門された。開門前は排水口前面の海水は清浄な海水 (C.O.D. 7.6mg/L) であったが、開門後茶褐色の混濁液が流入し10分、20分、30分後の分散は排水口の上から観たものをトレ



The Sewage dispersion over sea surface.

Figure 1. Visible range of waste water.

———— a. m. 9. 10.  
- - - - - a. m. 9. 20.  
———— a. m. 9. 30.

Figure 2. a. m. 10. 20. ————— a. m. 10. 55.

———— Range of 50 mg/L of C. O. D.  
- - - - - Range of 10 mg/L of C. O. D.

Figure 3. a. m. 0. 30. ————— p. m. 1. 10.

———— Range of 50 mg/L of C. O. D.  
- - - - - Range of 10 mg/L of C. O. D.

Figure 4. p. m. 2. 30. ————— p. m. 3. 10.

———— Range of 50 mg/L of C. O. D.  
- - - - - Range of 30 mg/L of C. O. D.  
- - - - - Range of 10 mg/L of C. O. D.

スしたのであるが第1図の如く10分後では巾約300m長さ約120mの半楕円形に分散し約20,000m<sup>2</sup>を占め20分後で約40,000m<sup>2</sup>30分後で約70,000m<sup>2</sup>を占め港内の大半を廃水で満たして港外に流出している。

10時20分～10時55分の間に表面採水を行い海洋観測法に基いてC. O. D. 塩分を分析した結果によりC. O. D. で廃水の分散をとると第2図の通りである。即ち港外に出た廃水は潮流に乗って稀釈されつつ排水口の右側の海面約350,000m<sup>2</sup>を覆っている。

第2回目は12時30分～13時10分の間に表面採水を行い、第1回と同様に分析した結果から分散の範囲は第3図の通りで排水口の右方の海面を更に広く分散し小瀬川の河口まで達し600,000m<sup>2</sup>の海面を覆っている。

第3回目は14時30分～15時10分の間に表面採水を行い同様に分析した結果から分散は第4図の通りで上げ潮に乗り排水口の左側に転じて分散し約540,000m<sup>2</sup>の海面を覆っている。

### 考 察

廃水は水門の開閉により排水される関係でその日その日の潮位により海中に流入する廃水量は一定してなく当然降雨等のない場合は小潮時が一番少量で大潮時に一番多量に排水される事になるが、降雨と大潮の重なった場合が最大の排水量となり廃水は海中に流入する前に溜池で稀釈はされるが海を汚染する面積は最大となる。

玖波湾の潮流は昭和27年4月21日に調査した時に下げ潮の時には湾外の方へ、上げ潮の時には湾内へ流入しているのであるが、調査日の風向は終始下げ潮の方向へ風力4の風が吹いていたが風の影響を余りうけずに専ら潮流に乗って移動分散していた。

即ち排水口が開かれた後30分で港外に出て下げ潮に乗って排水口の右側の方へ分散し、上げ潮に転ずると共に廃水の分散も排水口の正面に転じ更に排水口の左側即ち玖波湾内に分散して排水口が閉門されると共に湾内で稀釈消失され10mg/L (C. O. D.) 以下の海水に帰っている。今C. O. D. が50mg/L, 50～10mg/Lを示す廃水の分散した面積は

	50mg/L以上	50～10mg/L
第1回	140,000 m <sup>2</sup>	187,000 m <sup>2</sup>
第2回	140,000 m <sup>2</sup>	605,000 m <sup>2</sup>
第3回	140,000 m <sup>2</sup>	394,000 m <sup>2</sup>

となりC. O. D. が50mg/L以上を示す分散域は廃水の分散が変化しても最後までその面積は余り変動がない。

### 結 論

1. 満潮時には廃水が見られない事から数時間で廃水が表面から消失し正常の海水に復帰していると思われる。
2. 都市廃水と一緒に排水される為に工場の廃水は一定であるにもかかわらず分散域の面積に多大の変化がある。

### 参 考 文 献

1. 内海区研究所報告 第3号
2. 内海区水産研究所資料 第3号

(77頁より続く)

となり満潮時には攪拌稀釈が良く行われる為にC. O. D. でみた分散の範囲は狭く干潮時に広いことになる。玖波湾の海面は17.33km<sup>2</sup>であるから最大で玖波湾の海面の1.55%の海面が此の廃水の10mg/L以上のC. O. D. の値を示すもので覆われることになる。

### 結 論

1. C. O. D. でも廃水分散の変化を知ることが出来る。
2. 干潮に分散範囲は広く満潮では極めて狭い。

### 参 考 文 献

1. 内海区水産研究所研究報告 第3号
2. 内海区水産研究所利用部資料 第3号

# 玖波灣の工場廃水について

## 第2報 三菱レーヨンの廃水分散

杉 本 仁 彌

人絹工場の廃水の示す C. O. D. はバルブ工場の廃水等と比べるとその値は低く C. O. D. で廃水の分散を追跡することは当を得たことではないが、他に良い指標となるものも未だつかみ得ないので大略でも廃水の分散を知る為に C. O. D. で追跡した結果を下記の通り報告する。

### 調査の結果と考察

#### 1. 工場の概要

工場は玖波湾の西岸にある大工場で人絹用スフをバルブから製造するのが主で、その他有機ガラスの製造も行っている。廃水量は日に28,800トンと冷却用海水14,400トンとが混合し廃水の浄化装置(曝気、沈殿、濾過床)を通して海中にパイプで導入の上排水されている。

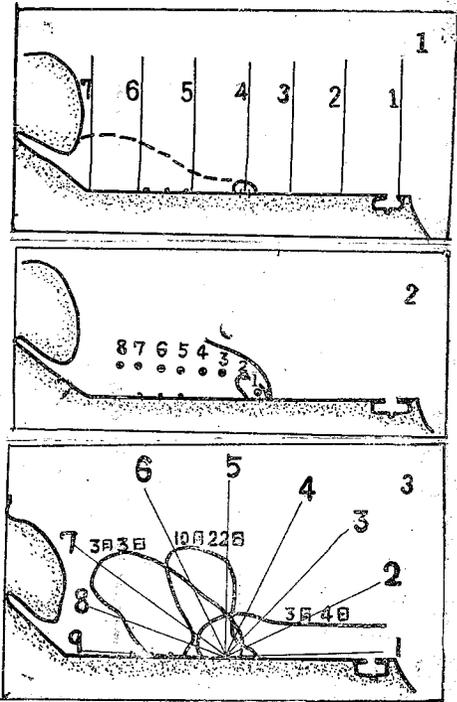
#### 2. 廃水の分散

満潮時には排水のフューム管は海中に2m近く没している為に廃水は海面に出るまでに良く攪拌混合され排水口の周り20m半径位の海面が C. O. D. で40~20mg/Lの値を示すだけで排水口の右側へ岸沿に周囲の海面より稍高い C. O. D. の値を示してこの廃水が分散していることを7月14日、9月13日の観測結果より知る事が出来る。(Fig. 1, 2) 潮が引くにつれて廃水の流出も強くなると共に潮流に乗って排水口の前面に分散移動して来る。C. O. D. の50mg/L位のものの占める面積は依然として大差がないが、10mg/Lの値を示すものは600m沖まで楕円形に突出している。(10月22日観測結果Fig. 3) 更に潮が引き排水口は海面上に現われ廃水の攪拌も小さくなり岸沿に1,000m位の海面まで10mg/L以上の値を示す廃水が細長く海面に分散している。(29年3月4日観測結果Fig. 3) 上げ潮に転ずると共に廃水は上げ潮に乗り排水口の右側に分散して行く。而して排水口が海中に没すると共に分散面積は縮少して来ると思われる。(3月3日観測結果Fig. 3)

今廃水のC. O. D. が10mg/Lの占める面積を計算すると

観測月日	面積	観測月日	面積
9月3日	623m <sup>2</sup>	3月3日	2,684.00m <sup>2</sup>
7. 14	623 "	3. 4	2,417.00 "
10. 22	1,693.00 "		

(76頁下段に続く)



The Sewage dispersion over sea surface.

Figure 1. Range of dotted line is more than 4 mg/L of C. O. D.

Line shows the range of 10mg /L of C. O. D.

(July. 14. 1953. Time 10.00—11.30)

Figure 2. Line shows the range of 10 mg/L of C. O. D.

(Sept. 13. 1953. Time 10.35—11.45)

Figure 3. Line shows the range of 10 mg/L of C. O. D.

Oct. 22. 1953. Time 12.00—13.10

Mar. 3. 1954. Time 15.45—17.00

Mar. 4. 1954. Time 14.15—15.20

## パルプ工場廃水のカキに及ぼす影響についての一例

杉本仁彌・荒川 清・藤谷 超

安芸紙業は小さい工場であるがカキ養殖場の近くにある為漁業者との間に被害についての論争が行われているが筆者等が調査の結果を報告する。

### 工場の概要

工場は大野瀬戸の極く僅か入り込んだ入江にあり1日の生産量24トン、廃水量は約3,600~4,000トシで廃水処理設備は全然ない。水位の関係で満潮時には排水できず満潮後2時間たった頃から灰褐色の混濁した廃液が流出している。

製紙の原料には故紙(古新聞、古雑誌等)70~65%パルプノツ(亜硫酸パルプの未熟パルプ)24~30%、薬6~5%の3者を使用し製造方法は故紙に水95%を加えてミキサーでほぐし篩にかけて繊維だけを取り出し水洗いする。パルプノツは原料に対して4%量の苛性ソーダーを加えて煮熟し生白にて粉碎し漂白水洗する。薬は原料に対して4%量の生石灰で煮熟し粉碎漂白水洗する。この3者を70:24:6の割合に混合の上着色し、製紙機にかけて製紙する。

使用薬品は日に苛性ソーダー0.2トン、生石灰0.04トン、着色剤硫酸礬少量で之等が廃水に混入している。

### 調査の結果

#### 1. 廃水の分散について

廃水の分散は灰褐色の混濁液であるので一見しただけでも明瞭に識別できるが表面の採水を行い、海洋観測法に基いて分析した結果は第1表の通りで排水口直前のSt. 1ではC.O.D.が332mg/Lを示し、又懸濁物は乾物として1ℓ中に0.288grもあり多量の有機物を含有していることを示し50mはなれたSt. 2では24mg/Lに減少していることから廃水の稀釈がよく行われているのに加えて廃水中に混在するパルプ屑等は海中に入るとどンドン沈降して行く様であ

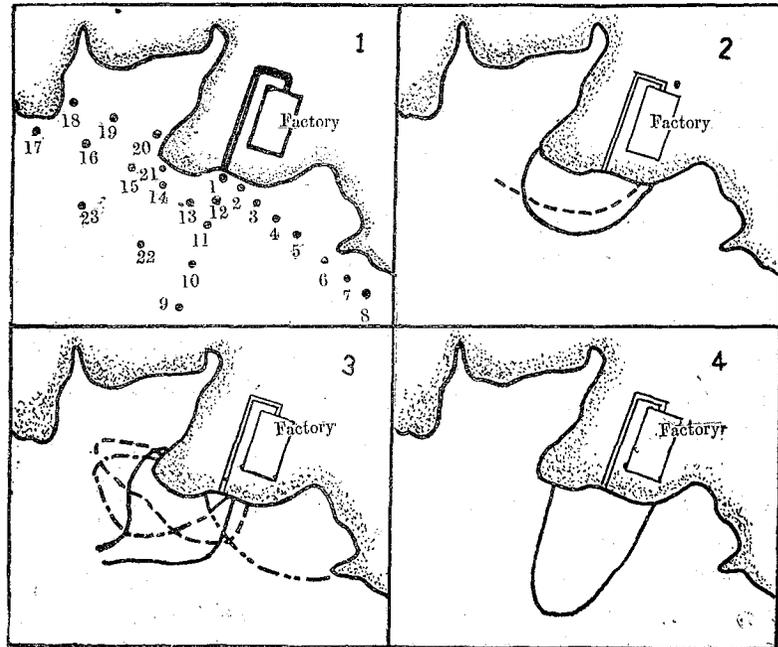


Figure 1. Station of sampling of water.

Figure 2. ----- Visible range of waste water. (Sep. 19, 1953)

————— Range of 10 mg/L of C. O. D.

Figure 3. Visible range of waste water.

..... p. m. 3.00 (Sep. 28, 1953)

————— a. m. 10.00 (Oct. 1, 1953)

----- a. m. 11.30 ( " )

————— a. m. 11.10 ( " )

Figure 4. Hydrogen Sulphide in the bottom water.  
range of 1 mg/L

Table. 1 The list of waters analysis.

St.	H <sub>2</sub> S	C. O. D. mg/L	P. H.	Cl %	Sapsensoid
1	8.64	302.28	7.2	7.45	0.2885
2		24.84	7.4	14.30	
3	25.12	12.42	8.2	15.64	
4		8.69	8.2	15.79	
5	0.18	5.79	8.2	15.85	
6	0.30	4.96	8.1	16.09	
7	2.74	5.33	8.1	15.34	
8	0.68	2.07	8.2	15.70	
9	1.98	5.38	8.0	15.49	
10		2.07	8.0	15.85	
11	41.04	14.49	8.0	15.85	
12	51.32	21.11	8.0	15.04	
13		73.84	7.2	10.28	
14		28.57	8.0	14.60	
15		7.03	8.2	15.78	
16		6.62	8.2	16.15	
17		5.33	8.2	16.09	
18		7.03	8.2	15.01	
19		11.18	8.2	15.85	
20		8.28	8.2	16.24	
21		11.18	8.2	16.09	
22		8.28	8.2	15.94	
23		5.79	8.2	16.09	
24		5.79	8.2	15.97	

る。分散をC. O. Dから求めた結果は第2図の通りで眼で見た分散の範囲と大差がなかった。観測中分散が変る毎にトレースしたのが第3図ではあるが短時間の間に様々に変化している。

廃水のPHは排水口の直前で7.2排水口より100m離れた点で8.2であり余り影響はない。

2. 泥について

第5図の地点の採泥を行い泥のC. O. D, 底質含有の硫化物, 及びフリーの硫化水素の有無を調査した結果は第2表の通りである。

イ) 硫化水素: 採泥を行った時に泥中に鉛糖紙を突

込みその黒変を調べた結果半径100m位の地点の泥は鉛糖紙を黒変しフリーの硫化水素を含有している。これは採泥中水面にガスが泡沫となって盛んに出ていた事実と一致している。

ロ) C. O. D.

内水研業績第3号に基づいて分析した結果排水口前の約67,500m<sup>2</sup>の海底は廃水の影響をうけて異状であり, 地藻のカキ場の一部もC. O. D. は22mg/乾泥1grを示し第6図の通り底質は廃水の影響をうけていることを示している。

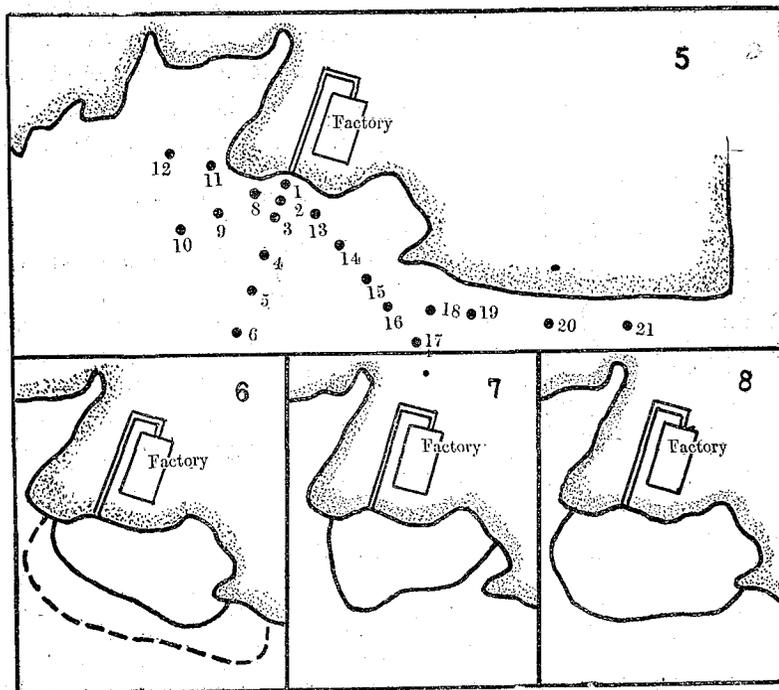


Figure 5. Station of sampling of mud.

Figure 6. C. O. D. of mud.

————— range of 30 mg/g  
 - - - - - range of 20 mg/g.

Figure 7. Sulphide in mud.

————— range of 1 mg/g.

Figure 8. Ignition loss of mud.

————— range of 15%.

Table 2. The list of muds analysis.

St.	free H <sub>2</sub> S	C. O. D. mg/g	Sulphide mg/g	Ignition loss %
1	+	394.0	3.69	57
2	+	428.0	3.04	56
3	+	150.0	1.73	37
4	-	26.5	1.08	60
5	-	19.51	0.66	13
6	-	15.16	0.34	10
7	-	8.93	0.25	8
8	+	90.00	2.45	26
9	-	26.51	0.72	15
10	-	11.75	0.63	13
11	-	17.62	0.67	14
12	-	16.90	0.49	13
13	-	90.00	1.07	13
14	+	33.26	1.14	18
15	+	32.62	0.74	15
16	±	21.29	0.39	10
17	-	2.64	-	3
18	-	22.69	0.94	10
19	-	15.30	0.45	10
20	-	4.34	0.03	5
21	-	21.49	0.32	8

ハ) 底質含有の硫化物

富山氏の硫化物定量法に依り分析した結果は排水口前の 50,000m<sup>2</sup>の海底は 1mg/乾泥 1gr 以上を含有しておりベントスを調査したが 200m 以内の地点では全然ベントスがなかった。(第7図)

ニ) 灼熱減量

乾泥一定量をとり灼熱し有機物を灰化し乾泥 1g に対する減量をパーセントで現わした。筆者等の今迄の経験から 10~13%位までの減量が普通の海泥の最高で排水口より遠くなるにつれて順次パーセントが減少していることから 15%以上の灼熱減量を示すものをとると第8図の如く面積にして約 150,000m<sup>2</sup>になる。

3. カキ場の状況

第9図の地点のカキ(2年もの)を採取しその生死を調べた結果は第3表の通りで排水口から 400m 離れた位置にあるカキは斃死率が 87%で殆んど全滅に近く 600m 離れたもので 84%, 900

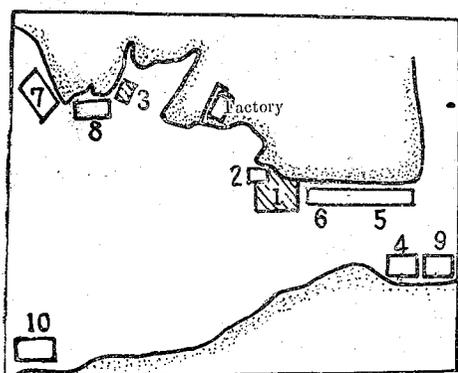


Figure 9. The distribution of oyster culture bed.

▨ bottom culture bed.  
 ■ hanging culture bed.

Table 3 The mortality of oyster.

	Total of Samplings oyster	Survivor	Dead	Mortality %
1	943	151	792	82.3
2	342	45	297	86.8
3	791	125	666	84.1
4	630	203	427	67.7
5	234	57	177	75.6
6	681	136	545	80.0
7	193	87	106	54.9
8	未調査			
9	328	212	116	35.3
10	232	118	114	49.1

m のもので 80%, 1,100m のもので 75%の斃死率を示している。大野瀬戸の 2年ものカキの本年の斃死は 50~60%位であるのでこの地域の斃死率は大分高いことになる。

考 察

調査時に於ける廃水の分散は排水口前の海面 70,000m<sup>2</sup>を覆っていて漁業者の云う様に大野瀬戸の東端登台までは分散していなかったが、海泥の C. O. D から推察すると廃水はその方向に流れることの方が多いことを物語っている。安芸製紙の廃水が直接にカキに害を与えるか否かは今後試験調査してみなくては明らかで

はないが、地蒔のカキに斃死が多いことや排水口に近い位置のもの程斃死率の高いことは廃水による直接或は間接的な影響をうけたものと考えてもよさそうに思われる。このことは海泥のC. O. D硫化物の含有量及び底層水の硫化水素の含有量の異なることから、殊に夏には調査時よりも之等のものは高くなり且つ広範囲に及ぶことが想像され大野瀬戸の一般斃死率が50%前後であるのでそれとの差の30~40%位の増加については此の廃水の影響と考えられる。

### 結 論

1. カキの斃死の一部は安芸製紙廃水の影響をうけていると云ってもよさそうである。

### 参 考 文 献

1. 富山哲夫 底土に含まれる硫化物の少量定量法, 日水誌, Vol. 17. No. 5
2. 海洋観測法
3. 内水研々究報告 第三号

## 都市廃水の分散とカキ養殖場の被害についての一例

杉 本 仁 彌

海田湾には広島市の都市廃水の一部が中小工業の廃水を混じて排水されているが、当湾はカキ及びノリの好養殖場であり都市の復興につれて生物に対する影響を増大し養殖場の一部は既に放棄されている状態で、この都市廃水の分散と養殖場との関係について調査した結果を下記の通り報告する。

## 調査の結果及び考察

## 1) 廃水量について

先ず此の下水に関係のある人口は広島市下水課の統計によると27,700人で上水の使用量は昭和29年1月、2月の2ヶ月分の使用実績は第1表の通りでこれより1日の上水の使用量は868.7kℓである。

第1表 上水使用量

区 別	使用量 kℓ
家 事 用	10,928
各 種 団 体	1,904
工 場 用	14,794
湯 屋 用	15,715
臨 時 用	8,531
共 同 用	250
計	52,122

井戸水の使用者は市の統計によると上水の5割位使用とのことでこの使用量は約140kℓとなりこの両者を合した1,300kℓが使用水量の総量であり、この水量全部が下水水量に変るわけではなく一部は蒸発又は滲透し多少減少することは当然であるけれども、廃水量は1,300kℓ前後と見て大差はない。この数量から1人1日当りの家庭下水量を計算すると57ℓ強となり市町村の1人1日当りの家庭下水量は180ℓから40ℓまでと云われているから中都市の下水水量としてはいささか少ない感がないでもないが、冬期の下水水量であるのでこの位の水量であるとも考えられる。勿論これは降雨その他の影響のない場合のことで雨が降れば廃水は稀釈はされるが増大することは当然であり、夏期と冬期との間に差異のあることも当然である。

広島市の1人1日当りの家庭下水量は150ℓと云われていることから、1日のこの海に入る廃水量は2,770tonから1,300tonまでの間を増減するものと推定される。

## 2) 排水口の概要

排水口は海田湾の奥まった所にある漁船溜りにあり、開閉式の水門が2ヶ所、排水ポンプで揚水の上排水される水門が1ヶ所の3箇所があり、排水ポンプは増設されて6基あって、昨今ではほとんど、ポンプで排水されていて、以前の様に干潮時のみ排水されるとは限らず廃水の蓄積量の関係だけで排水されている。

## 3) 廃水の分散について

1953年11月19日、29日、1954年1月8日、2月10日、13日、16日、17日18日、19日、26日に表面の採水を行い海洋観測法に基づいて分析し、過マンガン酸加里消費量で分散を出した。

一応採水時の前の満潮時を基として時間の経過の順に並べたのが第1図である。

日により排水の開始される時間が異なり、又風力の影響もあり時間の経過の順には廃水の分散がきれいには並んではないが、満潮時にも漁船溜は廃水で満たされている。潮が引くにつれて漁船溜りを出て廃水は左岸沿いに延びて3時間位経った時には、500~600mまで延び最干潮近くなると左岸沿いに扇形に1,200~1,300mまで拡がっている。干潮が過ぎ上げ潮に転ずると共に延びきった廃水は稀釈されつつ湾奥におされ、右岸から左岸へと環流する流れに乗って右岸寄から稀釈され清浄な海水になり、満潮1時間位前には左岸寄りに100m位までに縮少し、更に漁船溜りの出口へと縮少してゆく。満潮時には漁船溜り以外は過マンガン酸加里消費量が10mg/L以下の海水にもどるものと考えられる。

今海田湾で養殖されているノリ・カキの位置は第2図の通りで左岸沿いにある1、2の番号のあるカキ棚の全部と3、4、5の番号のカキ棚の一部黒の部分は業者は養殖を中止しているが、この事は廃水がカキの生長に有害な因子を含んでいることを物語っていると考えられる。

業者は簡易垂下は全面的に生長が悪いと申立てているが、調査時には廃水が簡易垂下の養殖場を全部覆っ

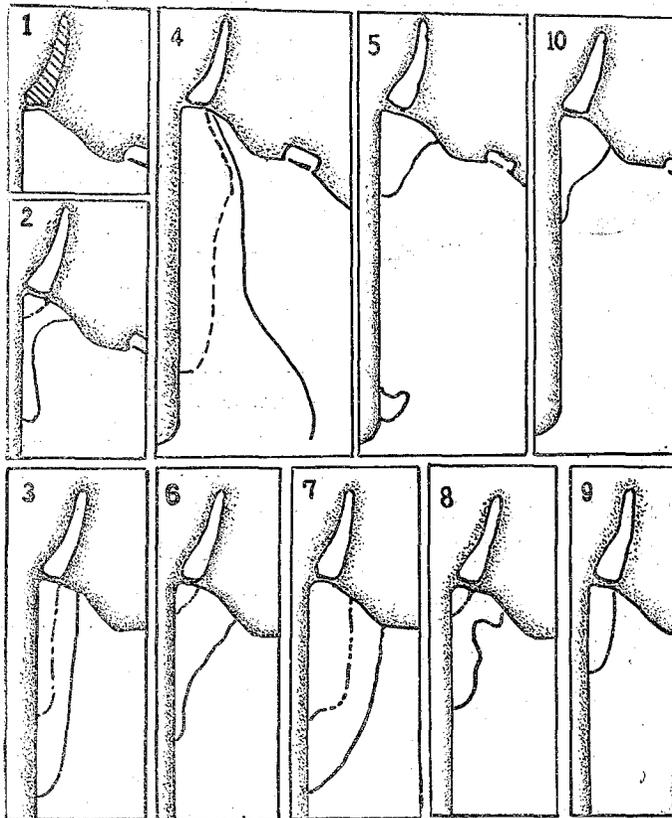


Figure 1. The Sewage dispersion over sea surface.

1. 10 minute after the high tide water.  
(18th Feb. 1954)
2. 2 hour and 45 minute after the high tide water.  
----- range of 30 mg/L C. O. D.      \_\_\_\_\_ range of 10 mg/L C. O. D.  
(19th Nov. 1953)
3. 3 hour and 10 minute after the high tide water.  
----- range of 50 mg/L C. O. D.      \_\_\_\_\_ range of 10 mg/L C. O. D.  
(13th Feb. 1954)
4. 5 hour and 45 minute after the high tide water.  
----- range of 30 mg/L C. O. D.      \_\_\_\_\_ range of 10 mg/L C. O. D.  
(16th Feb. 1954)
5. 6 hour and 50 minute after the high tide water.  
----- range of 10 mg/L C. O. D.
6. 7 hour and 15 minute after the high tide water.  
----- range of 100 mg/L C. O. D.      \_\_\_\_\_ range of 10 mg/L C. O. D.  
(10th Feb. 1954)
7. 8 hour and 55 minute after the high tide water.  
----- range of 20 mg/L C. O. D.      \_\_\_\_\_ range of 10 mg/L C. O. D.  
(24th Feb. 1954)
8. 10 hour and 10 minute after the high tide water.  
----- range of 50 mg/L C. O. D.      \_\_\_\_\_ range of 10 mg/L C. O. D.  
(8th Jan. 1954)
9. 10 hour and 15 minute after the high tide water.  
----- range of 10 mg/L C. O. D.  
(24th Feb. 1954)
10. 11 hour and 30 minute after the high tide water.  
----- range of 10 mg/L C. O. D.  
(18th Feb. 1954)

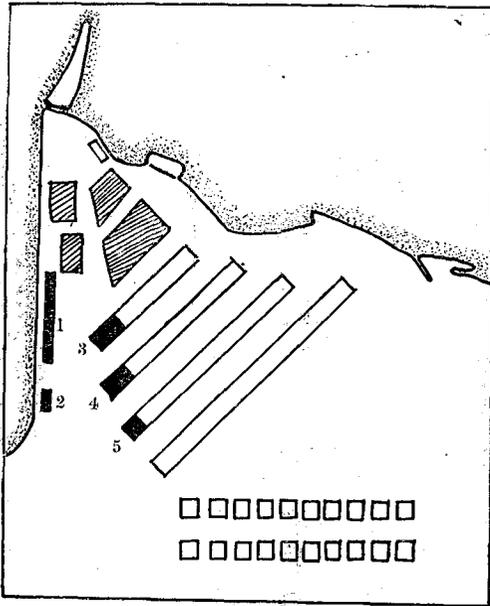


Figure 2. The situation of cultivating fields.  
 Oyster cultivating fields.  
 Slope cultivating fields.  
 Abandoned position.

ている事は確認出来なかったが、上げ潮におされた  
 廃水が養殖場に及ぶことも想像される。

勿論カキの養殖期間は長いので夏期の分散及び廃  
 水の濃度等は広く且つ濃厚であることが想像され、  
 本調査で直接廃水にさらされる場所以外にも生長が  
 悪いとか云ったことが業者の申立てている通り起り  
 得ることも想像される。

カキ棚より排水口に近くノリの養殖場があるが、  
 ノリには余り影響がない様で、現在でも盛んに養殖  
 が行われている。

### 結 論

1. 干潮時に排水されると過マンガン酸加里消費量  
 の10mg/L以上の廃水がカキ棚にまで達するので、  
 ポンプで排水するのであるから満潮時に排水する  
 方が被害は減少すると思われる。

### 参 照 文 献

1. 広瀬孝六郎：下水道学
2. 内海区水産研究所報告 第三号

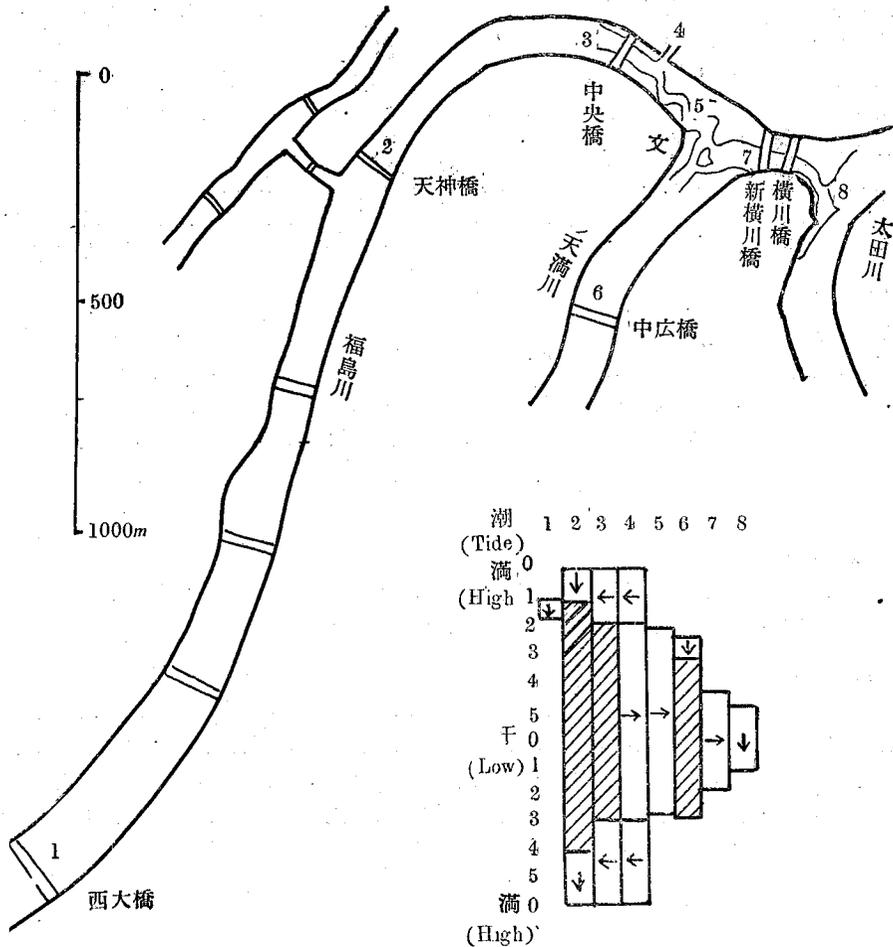
## 河川に放流されたバルブ廃水分散の一例

新田忠雄・竹内 修・荒川 清・藤谷 超

M製紙は広島市を流れる川の川口から5 km 程川上にその廃水を流込んでいる。この工場はソーダ・バルブで1日4,000tonの廃水と云われ廃水が流入するので川は着色されている。この位置は太田川から福島川が分れた近くで、その前で天満川が分れているので潮の干満に伴って3つの川に廃水が流れることとなり流向に変化があるのでその状況を調査した。尚工場は干潮時流れる水量を少なくするように調節している。昭和28年10月23日予備調査をし、11月5日、11月27日に主な調査を行ったが、その後12月3回、翌年1月3回、更に生物調査1回を行った。(結果は水産研究所資料)

第1図はその水の流行状況の変化を示す。

第1図 潮と廃水の流向 (tide and flowing direction of sewage)



→ 流向。斜線は干出による停滞時期。横川橋附近の図は干出状況を示す。太田川に突出する線 (St8. の近く) は着色状態を示す。

(→ shows the direction of flowing, the oblique lines show the drying up period)

### (1) 福島川・天満川の特長

図に現われているように福島川は干潮時は川上が干上って流れが止っている。流れているのは満潮の前2時間から満潮後2時間位である。天満川はやはり干潮時干上って止るが流れる時間は満潮前3時間40分から(11月27日に於て)満潮後3時間15分迄(11月5日に於て)であった。

### (2) 廢水の流れ

満潮時廢水は主として福島川に向って流れていく。廢水のC. O. D. (ppm)は1,500位で中央橋で500位を最高とし200位が普通である。天神橋で150が最高で西大橋では29となっていた。この西大橋の上を廢水が流れる時間は満潮後1時間近くしてからで(その時29)30分後には13になっている。

福島川の水が止ると廢水は東に向って流れはじめ(満潮後2時間)その廢水を含んだ水が中広橋の下を通るのは30分後で、せいぜい30~40分もすればこの川も止ってしまう。中広橋で廢水流下前C. O. D. 3.1廢水流下中7.8を示した。

新横川橋下を廢水の着色が通過するのは干潮前1時間半位で太田川の本流に入った着色状態から分る影響は200m位下までである。ここでは上流から来た水が廢水を乗り越えて流れ、従って横川橋の方から来た着色水は10mも行かず河底にもぐり込んでいく。

干潮後1時間半位で川の水は横川橋の方に流れ込んで行き本流に残る着色した水跡は更に1時間後には見られなくなった。

干潮後2時間で横川橋の下は水が西に向うのが分るが廢水はいぜんとして東に向い従って廢水は天満川の分流地点附近にためられる感じがする。更に1時間で水は福島川に向って流れはじめ、この頃やっと福島川は水が満ちて上下の連絡が出来る。

福島川为天満橋の下をちょちょに着色水が南下しはじめるのは更に1時間後である。

天満川の分流点附近にたまった着色水は本流の水が流れ込んで来るとその下に取残されてしまうように見える。C. O. D.で見て下層の水がわずかに高い結果も得られている。そして廢水が明瞭に中広橋の下を流れるのは満潮後2時間半頃の3, 40分だけのように思われる。

### (3) 河水中の酸素

11月27日太田川本流に流入した着色水中で魚が苦悶しているのを認めたので酸素を色々測定してみたが、排水口に近いほど酸素の少ない事や、魚の苦しんだ所で表面より下の方が少し酸素が少ない事は分った。又水質のC. O. D.に対するI. O. D. (C. O. D.測定操作の中加熱操作を除いてすぐ $\text{KMnO}_4$ 消費量を求めたもの)の比が水の滞留地点などで多少多く出る事等もあるので、一時的な条件の如何によっては魚が死ぬ事も時には起り得るようにも思われた。

### (4) 生物の調査

主として福島川、天満川の上流地点にシジミが居るかどうかを調査したのであるが、両河川ともシジミのいる事を認めた。数量的には地形的な制約があるので論ずることは困難と思う。

### (5) 結果の検討

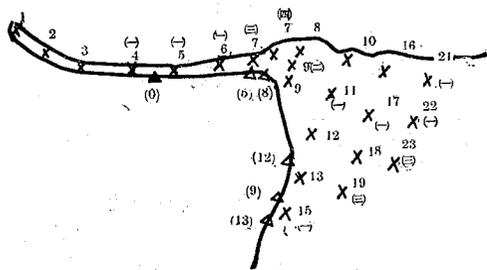
この工場の廢水約4,000tonの中で満潮時流すのが4割位だと云う会社の説明に従い三つの河に流れる廢水量を計算すると福島川2,600ton天満川、太田川各700tonと云う事になる。福島川では満潮を過ぎて流下する時間は1時間余りで従って1時間1,000ton位をこの川は処理しなければならないのに対し、天満川、太田川は1時間100tonですむのである。天満川、太田川が数百米でその影響が分らなくなり、福島川では2.5kmも下流の西大橋の下を廢水が流下するのが認められるのはこのためであろう。

## 入江の奥にある都市の廃水

新田忠雄・杉本仁彌・荒川 清・藤谷 超

福山港は3km近くも入込んだ入江の奥にあってそこには色々の工場廃水が都市廃水と共に注入されている。入江の外は養殖場として利用され又一帯が藻場である。これらの藻場や養殖場が汚濁水によりかなりの影響を受けていると云われ、又アサリなどは苦味があって食べられないと云う事である。

第1図 調査地点と生物の種類



採泥点は×1~23, ベントスの種類の数( )~(10)  
岸壁生物の測点は△で(5)は種類の数

月以降に行った調査結果である。(内海区水産研究所資料)

### 1) 水の分散状態

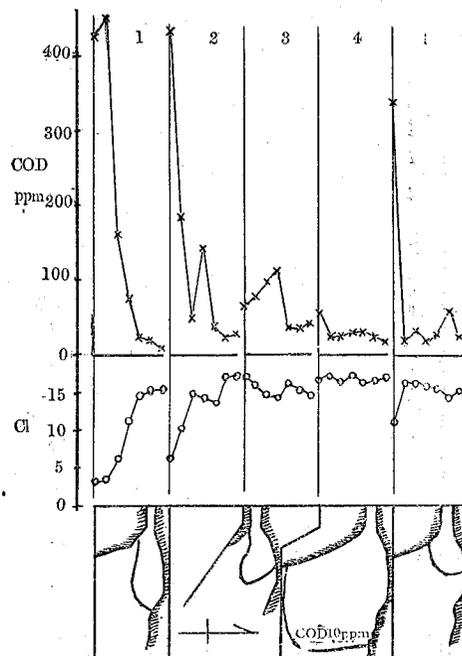
水の分散状態と潮汐の関係を第2図に示した。干潮時港の奥に都市廃水が流入して来る。これが満潮に向って順に入江の口に向って平均化され満潮を過ぎて下潮の最盛期に入江の外に一番遠く迄拡がって影響が及んでいる。最干潮の時には分散したものが稀釈されつくした為にもう目につかなくなっている。このように見て来ると都市廃水の影響は分析で分る濃度で極く短期間入江の口から外に1,500m位迄及び大体は500m位迄影響を及ぼしているように思われる。

4月14日入江の入口附近に於て満潮より干潮にかけて調査した結果を第3図に示している。C.O.Dは途中変化はあるが干潮に向って増加している。廃水の条件などは2月の調査と同一とは云えないが干潮時に流出した廃水が次の満潮から干潮に向って流れ出る事が現われている。満潮後3時間の2月3日の状態(第2図参照)はすでにC.O.Dの高い水が入江の外に流出しているように思われる。2月24日の状態はおそらく更に1時間もすればそれが入江の外に出て行くと思われるが、この4月の場合ではこれよりも更に若干遅れているのかもしれない。流速から考えると第2図の3が3時間後に4に変化し、或は5が3時間後に1に変化す

このような地形でどんな汚濁水の分散状態が現われ影響水域が如何なる状態になるかを調査研究してみた。

資料は昭和26年12月24日行ったのと、昭和28年2.

第2図 入江の中の水質変化と入江の外の水の分類  
(C. O. D. and Cl. of water in inlet, and the sewage dispersion at outside of inlet appeared at several tide)



入江の中のC. O. D及びClの変化は其々左より右に奥から外への変化を示す。下の図の水の分散は入江の出口から外の分散状態で等濃度線はC. O. D 10ppmを示す。

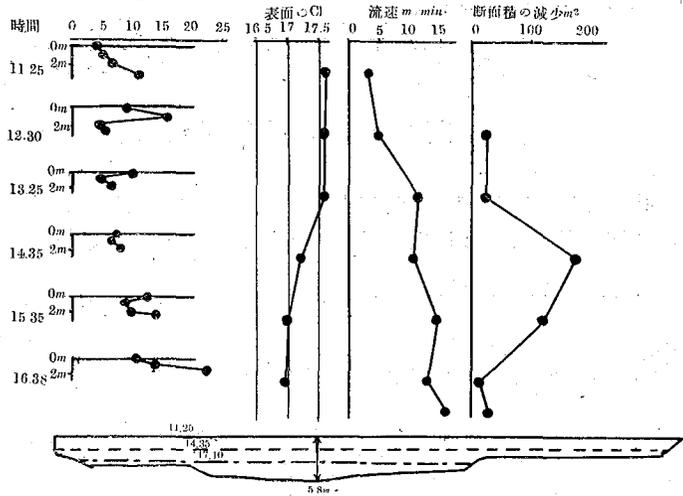
1. 2月24日干潮 Low tide
2. 2月4日干潮後3時間 3 hours after Low tide
3. 2月3日満潮 High tide
4. 2月3日満潮後3時間 3 hours after High tide
5. 2月24日満潮後3時間 3 hours after High tide

ることは大体うなずける事のように思われる。

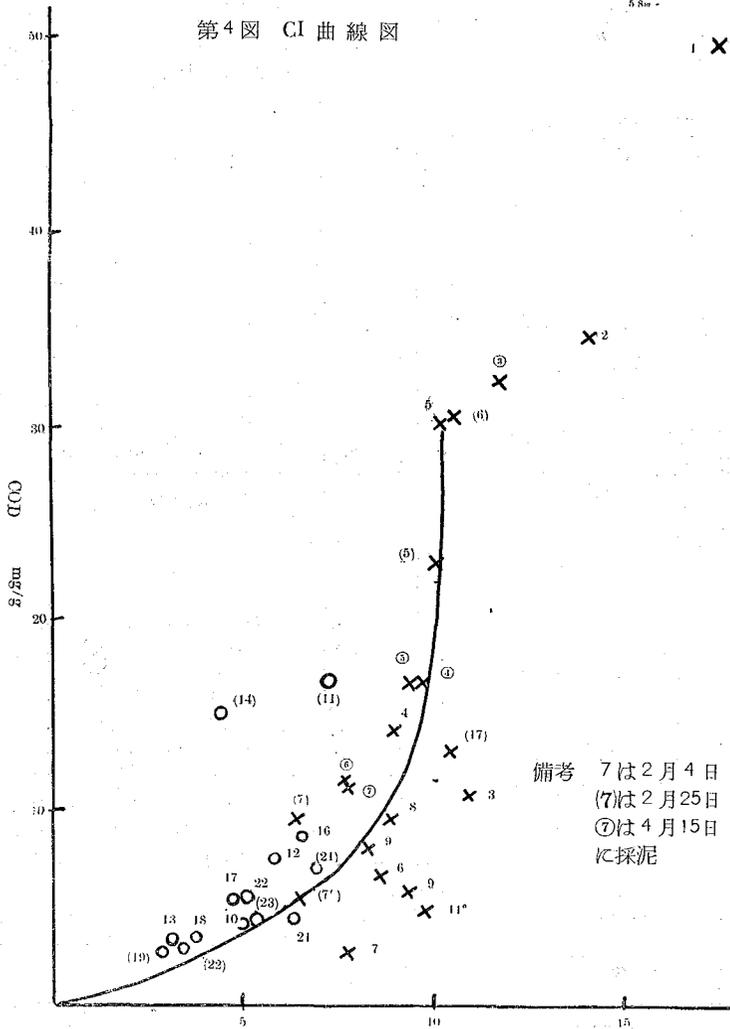
## 2) 泥の分析

CI曲線を用いて考えた影響範囲は第4図に示したようにその尖端は入江の口から外にほぼ廢水の影響限界近く迄及んでいる。この泥の中でも奥の2点は悪質の泥であってここにはベントスは居なかった。尚ここで藻場がCI曲線で特有の所に現われて来ていることは一つの特長の様に思われる。(藻場の泥については別の機会に論じたい)

第3図 入江の入口附近での調査 (C. O. D, CI, 流速, 断面の変化)  
(C. O. D, CI, stream velocity and sectional diagrams of several tidal period on the station near the mouth of inlet)



第4図 CI 曲線図



## 3) 生物と水質

ベントス及び岸壁生物について第1図に示した。尚入江の水質でPHについては奥の方で一番低い時6.2で大体7前後で入江の口で海水と同じになっている。酸素が一番奥で無酸素の事がある。C. O. Dの一番大きい値は435.77を示し奥の泥に硫化水素臭が強い。又干潮時盛んな醗酵ガスの発泡を認めた。この入江は以上のように奥には生物がいない。その限界地点は従って水のC. O. Dが大体100以下となり泥のC. O. Dは30をひどく出ない所のである。

備考 7は2月4日  
7'は2月25日  
⑦は4月15日に採泥

## 都市廃水の研究(Ⅰ)大河下水調査

新田 忠雄・竹内 修

### (1) 都市廃水研究の意味

工場が海岸に臨んで建設され廃水を直接海に流す場合は別として、都市にある中小工場はその廃水を都市の下水に流し込んでいる場合が多い。都市の家庭下水は一定の水質を持ったもので一定範囲の生物化学的酸化分解が行われるのであるが、これに注入される工場廃水は家庭下水とはその性質を異にし、従って変った水質の下水となって海に放出される事になる。このような下水は普通の下水と考える事も出来ず、又工場廃水として考える事も出来ない。都市が大きくなり数多くの工場が廃水を下水に流せばこの条件は増々複雑になって来る。海に放出される下水に問題がなければ別にかまわないが、若しこれに被害問題が伴えば被害の責任分担を明にしその対策を考える必要が出来てくる。都市廃水を研究する事はこのような意味で工場廃水研究に不可欠な一環と考えられるが、又極めて困難な内容のように思われる。たまたま広島市内に問題のある下水がある。この下水に廃水を流す会社は幾つかあるが特にガス会社と調味品会社が廃水を流し、問題とされ、下水路に沿う家庭では金属類が忽ち黒くなるとの苦情が頻発し、又この下水の流入する海の前がノリ、カキの養殖場となっていて被害を強く主張されている。(この報告の6(=)参照)

### (2) 工場の状態その他

調味品会社はグルタミン酸ソーダをつくる会社で小麦粉を原料としグルテンと澱粉を分け、グルテンからグルタミン酸ソーダとアミノ酸の製品を、澱粉は又精製して製品としている。この工場の廃水はこの下水に流す他、河に一部放出される。唯廃水として問題になる水は主として下水に出されるように思われる。工場内には廃水溜があるがこれは廃水処理を目的にしたものとは思われぬ。

ガス会社から勿論ガスの洗滌水が流される。会社は色々の問題を気にして従来タールの分離槽があっただけなのに加えて昨年廃水の浄化を考えている。

この下水路は市当局も心配し下水路の掃除を盛に行ない水の流下促進をはかり、又この下水路の一部は昨年暗渠に改造された。

### (3) 下水に対する調査研究

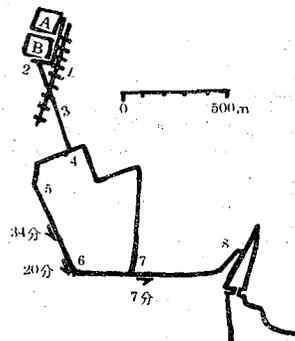
昭和27年11月調査をはじめた。金属類が黒くなる事が問題だったので水中の硫化水素を測定する事を主な手段とし、連絡のある下水路を全部たどって調査を行った。又下水の特性を考えて日変化もしらべた。これらの調査結果を整理したが満足する結果を得られないので研究方法を吟味し新しい方法(この報告(5))も加えて29年4月迄行った結果をここに整理した。(調査結果内海区水産 第1図 調査一般図 研究所資料)

### (4) 下水の硫化物

下水の硫化物をヨード消費量で求めた。(従って厳密な意味の硫化物ではない)。多くの測点の中この下水の経路を示す8点をとり整理した結果を第1図及び第1表に示す。この結果目につく点をあげると硫化物が流下中に増加している事である。第2表に酸素の量を示す。St. 6, 7が無酸素となっている事と硫化物が増加している事に関連があるように思われる。

### (5) 下水の有機物

下水の $\text{KMnO}_4$ 消費量を第3表に示す。又この結果と対比するため広島市内の河口に近い河川、及び下水の水の $\text{KMnO}_4$ 消費量を第2図に



第1表 大河下水のH<sub>2</sub>S (平均)

年月日	St	1	2	3	4	5	6	7	8
27. 11. 18~24						6.78	7.84	12.58	7.89
25, 25		0.6	36.7	20.93	11.49	6.27	6.85	11.25	7.05
28. 12. 14			3,039.2	6.7	32.1	36.7	110.2		16.7
29. 1. 18		100.5			101.5	99.5	102.6	101.5	95.8
2. 24		3,908.2			279	2,741.7	893.3	8.6	1.9
3. 22, 25		9.44			7.6	5.3	7.9	11.6	6.5
4. 1~22		510.6			163.0	7.88	9.65	13.5	11.0

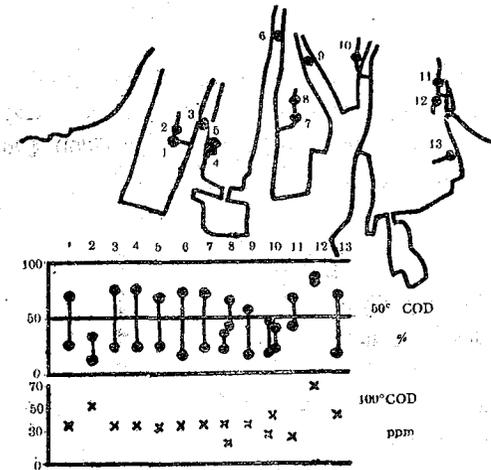
第2表 大河下水溶存酸素 (平均)

年月日	St	1	2	3	4	5	6	7	8
29. 2. 24								1.56	2.62
3. 22~25		0			0.3	0.55	0	0	1.35
4. 1~22		0.05			0.4	0.45	0.05	0	1.02

第3表 大河下水のC. O. D (平均)

年月日	St	1	2	3	4	5	6	7	8
28. 12. 14			28.6	2,652	381.9	488.9	458.4		20.7
29. 1. 18		1,435		869	242	216		123	92
2. 24		10,200			1,217	879	547		
3. 9 ~25		4,888.2	253	4,550.6	1,156.6	286	218.3	280.3	69
4. 1~22		2,206.3			354	103.8	103.3	172.2	236

第2図 太田川口の調査点



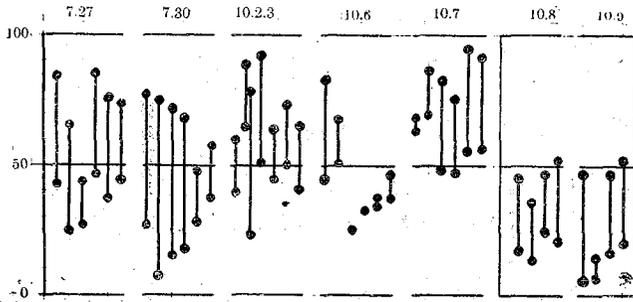
示す。この結果を見て分る事は調味品会社の廃水に有機物が多い事。この多い有機物は下水が流れていくにつれて稀釈されるため少なくなっていき事、河口に於ける有機物量は他の河川や下水と比べ、この大河下水が大きい事(第2図12)、更に調味品会社の有機物量の多い時河口の水の有機物量が多い事などが指摘し得る事のように思われる。

(6) 下水の酸素消費力の變化

下水の酸素消費力の變化(この報告(5))を第3図に示す。これにより分る事は50°C 5分で消費する量は、下水流下につれて増加し、50°C 60分で消費する量は減少していく事である。即ち、流下中に下水中の有機物組成が変化して酸素を消費しやすい物が増加し、又分解しにくい物の比率が増加した事である。つまり下水流下中に比較的分解されやすいもの

が分解して酸素を消費しやすい簡単な物に変化したと思われる。しかもこの変化は水のそれほど悪くない下水よりも強力であり、川口に於ける50°C 5分間の消費は10~30%が普通下水であるのに比し、この大河下水は更に大きい比率を示している。

第3図 下水の50°C C. O. D



大河下水の 50°C C. O. D, 左の 5 例は悪い下水, 右の 2 例は大河に注ぐ普通の下水, 図は其々左より右に川上より川下への変化を示し, 下の点は 50°C C. O. D の 5 分 (上の点は 60 分) の 100°C C. O. D に対する % を示す。

大河下水の 50°C C. O. D, 左の 5 例は悪い下水, 右の 2 例は大河に注ぐ普通の下水, 図は其々左より右に川上より川下への変化を示し, 下の点は 50°C C. O. D の 5 分 (上の点は 60 分) の 100°C C. O. D に対する % を示す。

### (8) 下水の流速

一応しらべたいと思い 28 年 1 月 13 日調査した。潮は満潮後 2~3 時間で風は強かった。25m の距離を板を流して時間を測ったのであるが 100m 当りになおした時間は第 1 図の如くであった。これで一応全段を推測することとしたが、全長約 2 km のこの下水路を工場廃水が流下するのに 7~8 時間を要することになり潮時が逆の時は更に時間がのびる事になろう。

### (9) 結果の検討

この下水は(5)と(6)で述べたように一般下水と比べると川口に於いて  $\text{KMnO}_4$  消費量が大きく、又硫化物を多く含んでいる。この硫化物は (1)流下中に硫化物が増加すること、(2)流下途中で酸素が零になる地点のあること、(3)50°C C. O. D の 5 分の % が流下につれて増加することなどから流下中に有機物が分解して増加したものと推定される。このように硫化物が他の川口より多いとすれば有機物の多い事が問題を大きく支配したと云うことが出来調味料会社の廃水の責任が重いことになる。

この下水が水産業に害を与えるとすれば下水に含まれる還元性物質の多い事を考えなければならないと思われる。果して 10 時間足らずの時間下水が流下する間に有機物の分解が旺盛に行われるかどうかは更に検討を要する事ではあるが、下水中には河川とちがい細菌も又豊富であり、従って分解も又盛んであろうし、加うるに下水にはじめから硫化物等が含まれ無酸素状態である事はこれらの分解に好条件を与えているものと考えられる事も出来よう。

### (7) 下水水質の日変化

水質の日変化を知るためしばしば調査を継続した。(12月4日~6日, 1月6~9日, 2月2~5日, 7日)。硫化物の日変化はかなり大きな変動があるが時間的な傾向は見出せなかった。唯県病院の前にあるメッキ工場の前の溜池の水は朝 5 時極めて多いと云う特長を認めた。pH は St 1 では酸性側でかなり大きい変動を示しその他の地点は 6~7 の間で大して動かない。酵素は一つの傾向として現われず無酸素と酸素のある場合と

混っていた。酸素消費量は県病院から下で見たのであるが朝と夕方小さく昼大きく出ている。又調味品工場の廃水の日変化はかなりあるようである。これらの調査は時間的な変化に潮の干満も関係するので同じ状態として考えるにはこの程度の調査では困難である。

## 澱粉工場廃水の研究

新田忠雄・藤谷 超・荒川 清・杉本仁彌

工場廃水問題の中でも澱粉工場の問題はハルブ関係に次いで件数の多い問題である。澱粉の製造時期は原料としている芋のとれる春又は冬の短期間に限られ従ってその被害も又その期節だけの事と考えられるが被害の資料によると損害などかなり大きいものも記されている。

澱粉工場の廃水には原料芋の洗滌水と芋の中に含まれる可溶性の成分を含む分離液と澱粉の洗滌水の3種がある。甘藷の澱粉含量は13~24%でありそれ以外は澱粉滓と溶液中に出た相当量の有機物である。廃水の $KMnO_4$ 消費量は、1,500~3,000ppmと云われる。この有機物が醗酵しはじめると大変であるが醗酵しないで流れてしまえば大した事はない。澱粉工場廃液は多く赤褐色或は黄褐色を示し、時に悪臭を放って目に見えた非難の材料になっている。

吾々は阿賀、安浦、大野、牛窓、銚立、田尻の7ヶ所について視察或は調査研究した。(内海区水産研究所資料)

### 1) 開いた海面に流出する廃水 (第1図)

#### (イ) 阿賀の澱粉工場

工場は二工場があり一方の工場は原料1万貫廃水100石と云い他は原料8,000貫、廃水50石と云う。26年9月に見た状況は何の異状も認めなかった。11月行った調査でその時は操業中であったが、工場内沈澱池の水はC. O. D 4,080しかし海では20m位沖では着色又50m沖の水C. O. Dは一方の工場は73.8、他が24.3、100mには全く影響が及んでいない。

#### (ロ) 銚立の澱粉工場

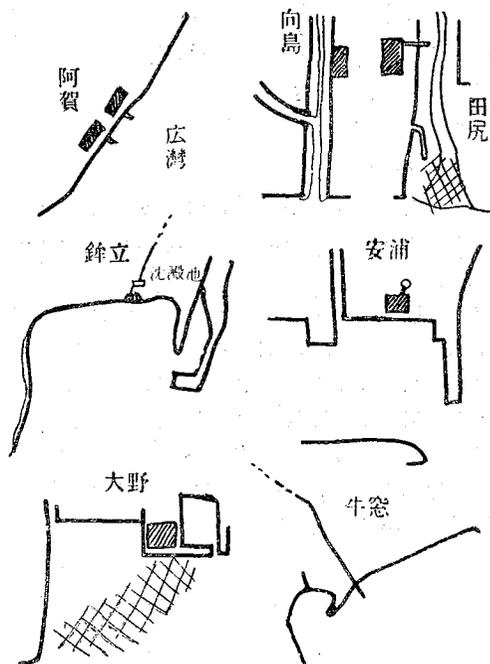
廃水量400石と云う事であるが海岸砂原迄廃水を導き、そこに小さな沈澱池をつくりそれから砂原を20m位流して海に出していた。水の流れたあととは5m位黒くなり又海岸干満潮線内の砂原は半径5m位の範囲で扇形に黒く着色した線が並んでいた。黒い所は深く迄色がついている。これは干潮時に流れてしみ込んだ廃水が原因で還元醗酵したものである。海岸のこの着色を除いては海に特に問題を与えているように見えない。もっとも盛んに廃水を流している時ではないのでその点は確かに云う事は出来ない。

#### (ハ) 大野の澱粉工場

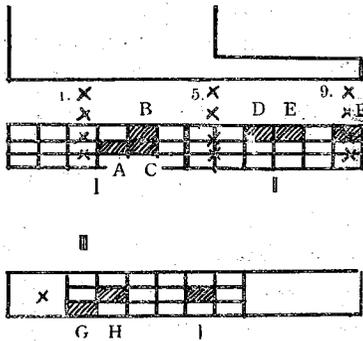
澱粉工場のある海岸の岸壁の下が干潟になってアサリの養殖場となっているので、このアサリ場が果して影響をうけているか否かを調査した。昭和26年12月14~15日にアサリ場採泥並びにカドラート調査によるアサリの個体数及び生長度をしらべた。(第2図第1表)

泥については洗滌水の流下した所(St. 5)と港の口(St. 9)が有機物が多かった。小栗氏の言葉に従えば「洗滌水は泥の外芋の根、腐敗性の可溶分を含むが、後者は微量であるからこの廃水は無害だと云える」と云う廃水の出た下である。処理した本当の廃水はSt. 1の所から出るが、ここは地面のちよっと黒いしま

第1図



第2図 大野調査図



I, II, III, A~Iはカドラート調査地域、×は採掘点1, 5, 9は測点番号。又IとIIIは約300m離れている。

第1表 重量及び生長度

区	St.	重量 gr	b/a × 100	c/a × 100
I	A	100	28	23
		94	34	26
	B	167	32	29
		105	42	30
	C	174	33	27
平均	204	41	34	
II	D	177	42	37
		22	41	29
	E	60	42	32
		60	43	33
	F	38	28	25
平均	44	26	22	
DEの平均	66.8	37	30	
III	G	98	30	28
		86	33	29
	H	164	44	38
		81	37	28
	I	154	33	29
平均	157	35	31	
平均	123.3	36	30	

かなり大きくこの底質が悪化している事は一応指摘出来る。もっとも岸壁生物は附近一帯に認められるので潮時によっては川の中で魚の死ぬ事も起り得ると言う程度の問題であろう。

### 3) 廢水の位置を変えて問題が解消した牛窓の澱粉工場

廢水量600石と云うが操業は10~12月の3ヶ月間行われる。この廢水ははじめ港の奥に流入するドブの中に入っていた。おそらく港の奥では泥にしみこんだ廢水や沈澱物によって還元醗酵が行われ港の中は大変だったと思われるが、今では3吋パイプで港の外に放流されている。従って廢水は常に潮流で流されその時に直接おきる影響以外の還元菌による問題は生じていないと思われる。

模様は水の流下を物語るにすぎない。

カドラート調査は漁業者の云う被害があると云う所(第II区)及び工場の正面(第I区)とそこから300m離れた所(第III区)を18に切り乱数表を用いてランダムに3ヶ所選定し、この約2坪の区割中から15cm四方のカドラートを用いて2組宛の厚さ10cmの泥をとりこの中のアサリを調査した。生長度はこの各1組の中から10個のアサリをとり、そのアサリ10個について外から2本の輪脈を目で見た感じで定め2本目から内側の長さをa、その外をb、1番外をcとし $b/a \times 100$ 或は $c/a \times 100$ の数字を比較した。すなわち輪脈間の寸の大小で生長度の優劣を一応考えようとした。被害があると云われる第2区はたしかに総採取重量は少ない、それはDEFの順である。この中F点は洲の上にあるのでこれらの養殖場としての価値はあやしいが、これらの生長度はDEFの平均も他の2区よりすぐれことにFを除いたDEは更にすぐれている。

漁業者は第2区が悪いと云う理由で意識的に種を少くし、従って総重量は少ないのであるが生長度は個体数の少ない事も勿論原因するであろうけれど他よりも勝れた結果となった。一般的に云えば被害を最も受けるのは排水口の前であるべきはずなのに、この土地ではアサリ場の被害地区としてむしろ港の口に近い所をあげている。色々の不十分な点もあり疑問も残るにしても以上の結果は澱粉工場を批判する理由にはならないように思われる。

### 2) 問題のありそうな地形の廢水問題

#### (イ) 田尻の澱粉工場

昭和27年15万貫、28年12万貫の芋を処理したと云う、操業は11月だけで流された廢水が出るみぞの出口の干潟にアサリを入れているために影響が現われるのは当然だと云えそうに思う。このような地形では当然干潮時にはその干潟の上を廢水が流れ、従って吸込まれて醗酵をおこす結果になると思われる。そのような干潟を使用しないか、或は廢水を海中に流したほうが無難だと思う。

#### (ロ) 向島の澱粉工場

昭和26年12月25日に調査した時工場は仕事を休んでいた。澱粉並びに澱粉工場の前の泥がC.O. D78.8で

#### 4) 泥に滲入した澱粉廃水により問題の起きた安浦の澱粉工場

昭和26年新設された工場で1日3,000貫処理し廃水量40石と云われている。工場は埋立地にあってこの埋立地は満潮になると海水が噴出して工場の裏一帯が水溜りになる状態であった。工場はこの空地に1坪程の穴を掘り、そこへ廃水を入れて自然に吸込ませていた。ここの調査で11月19日、11月28日に行った調査では何の異状もなく、従って廃水は地下で濾過浄化されて清浄となり岸壁から海中へ浸出していく事を認めて来た。しかるに12月12日水が悪化したと云うので12月13日調査し、その後1月、2月、3月、8月に調査した。12月13日岸壁から流出する水に191.47ppmのC. O. Dを認めた。1月17日147.46、2月14日103.38、3月24日97.61、8月9日14.70で8月でもまだわずかにその影響を認める事が出来る。

この工場の処理については最初は所謂灌溉処理の一例とも考えてその成功を期待したが、判断の間違を知らされた。廃水中の有機物が地下を通過する中に泥で吸着分離され、それが硫酸還元菌の栄養源となって硫化物を含む水を岸壁の下の穴から流出する結果となった。岸壁から流出する水も常に硫化物を含むのではなく、岸壁の下に水がいく時、すなわち落潮の末期にはじめて硫化物を水を含んで流れて来る。これはどうしてかと云えば一つの想像としては廃水の泥中に吸着されたのが廃水溜から斜めに岸壁の下に向った線にそって、従ってこの汚濁地帯を通過する水だけが硫化物を含む水として排出されるのではないかと思う。

工場はこの状態の排水を2月頃まで続けていた。後に廃水を別の方向に導く水路をつけたが、とにかく1ヶ月でこのような還元物質を生じその回復は8ヶ月でも完全ではない。

或はこの工場の廃水を直接海水中に注入したほうが無難であったかとも思われる。工場が漁業者側の追求をさけて海水汚濁の責任を逃れる為にとったこの廃水処理方法に非常な誤算のあった事には調査依頼を受けた吾々も反省させられた。

#### 5) 澱粉工場廃水の検定量

金魚を用いた検定量はC. O. Dで310から258ppmの間にあった。実験に使用した廃水は甘藷を用いてつくった浸出液で500匁の芋を1立の水で浸出した原液のC. O. Dは51,000ppmであった。

#### 6) 澱粉工場前の泥質醗酵に就ての実験

15cm角の4区劃のある箱をつくり、泥を入れ2月末に次の条件で8日間満潮及び干潮の条件下で実験し、その後4日間死水の状態で海水に接触させたまま放置しておいた。

室	泥の厚さ	泥質	昼	夜	其 他
1	3~3.5cm	A	泥露出	水深1.5cm	廃水を時々注加した "
2	"	A	"	"	
3	0.5~1.5cm	A	水深1cm	水深2.5cm	
4	3~3.5cm	B	泥露出	水深1.5cm	

泥Aは海岸の砂に海底泥1/4位混合した。泥Bとは泥Aを入れた区劃の中央をまるく泥を除き、澱粉廃水に浸し、1日放置した泥を入れた。廃水は甘藷を水と共にミキサーで粉碎し、布でしぼった液の上澄で澱粉の分離は緻密でない。3月10日海水を全く流しその泥の状態をしらべたが次の如くであった。

- 1室 所々黒く2室と接近した所はかなり黒い。
- 2室 表面は黒くないが、表面から5cm位から下は黒い。この黒い色が底まで及ぶ所もあり黒は濃淡まだらで縦にしま模様をなしている。
- 3室 表面から5cm位まで黒い。所々は底まで黒い。
- 4室 中央黒く、これも1~1.5cm位の深さまでである。円の外側は3室に接近した所は黒くなっていた。

泥について行った分析結果は第2表の如くであった。

この実験で区劃があまりはっきりとせず隣の条件の影響をうけたことと、泥を同一条件だけで正しく区別してとられなかった為に多少結果がぼやけているがとにかく、廃液をよくしませた泥が最もひどく、廃水混合の海水で表面おおわれた所がそれに次ぎ、又露出面にしみ込ませた廃水の条件も又硫酸還元菌の發育をお

第2表

室	C. O. D mg/g	I. L %	I. O. D mg/g	硫化物 mg/g
1	3.33	1.81	1.66	0.021
2	4.10	2.10	1.84	0.057
3	6.31	2.12	2.25	0.064
4中	9.05	2.73	3.28	0.081
4外	3.58	1.73	2.09	0.041

こした事が現われている。

### 7) 結果の検討

以上述べた事を整理すると、澱粉工場の廃水は置換がさかんに行われる水域に放出するなら、水量も少なく稀釈もよく行われるために影響はほとんど間近かだけで止まると思われる。しかし廃水の流

入する場所が適当でないとなればこれが硫酸還元菌の様なものの良い栄養源となり目に見えた被害が現われて来る。かなり問題と思われるのは干潮時に露出する所を流れていく廃水流出形態と水の置換のよくない奥まった所に出る場合であろう。ここで述べた澱粉廃水問題は海水の水域に流出する澱粉廃水の問題であって若し淡水の水域に出るときは勿論状況に差異があろう。

### 参 考 文 献

- 1) 小栗 水, p335

## 漁業が受けた被害の原因について

### (I) 小瀬川川口の鳥貝斃死問題

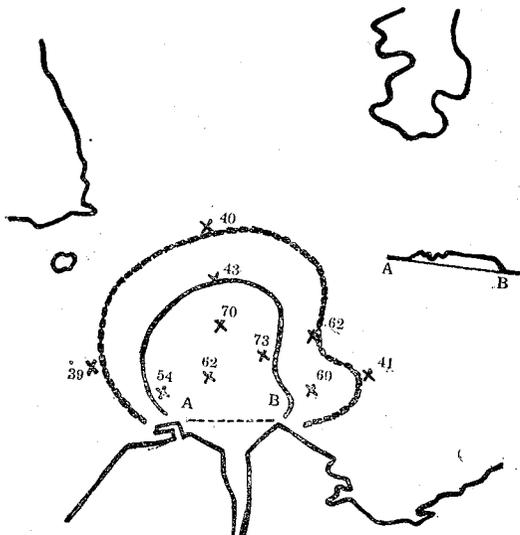
新田忠雄・荒川 清・杉本仁彌・藤谷 超

#### 1) 一般的状況

昭和27年1月小瀬川川口で鳥貝が斃死していると云う連絡をうけ1月9日直ちに調査を行った。この川にはパルプ工場があり果してこの工場に責任があるかが問題の中心をなしている。鳥貝の斃死とルース台風とに関係があろうと云う事は一応誰でも認めるが、それなら台風が如何なる被害を与えたかは色々異なる意見もあるようである。

洪水の水で死んだか泥で死んだかがまず第一の問題である。更に又泥が影響したとして泥の害の主要原因を工場沈殿物の影響が交差したか否かも重要な論争点である。漁業組合は門前川、太田川等の他の河川では現われず小瀬川だけに起った被害だから工場が関係するのだと論じている。この問題に対し、我々としては何か斃死に関連が深い異状を見出し、その原因を推定する事が我々としてなし得る方法の様に思われた。報告を受けた時すでに洪水から三カ月経っている。(第一図一般図)

第1図 小瀬川川口の被害状況図



A Bは音探の示す海底の状態  
実線—全滅区域、点線—影響区域、×採泥点と泥のC. O. D

#### 2) 小瀬川の三角洲と洪水による淡水の影響

台風の後聞いた話によると小瀬川川口の三角洲は流水によってかなりの変形をしたと云う事である。以前は川の右の方向に流れ出した小瀬川の水が真直ぐ真に流れるように変わったのではないかと思われた。三角洲は正面やや左によってみお筋がある。図中A、Bは川口から300米沖の音探記録図で更に300m離れると洲がなくて平坦になっている。昭和28年6月9日大雨の翌日の調べではみお筋二つの正面は洲を越した先で海底近くの塩分も小さいが、みお筋以外では海底近くでは洪水の影響をうけていないようである。三角洲の先は急深となりここで海底が長期にわたり洪水の影響を受けるとは信じにくい。貝が淡水を受けて死ぬ事はあるが、ここで問題となっている三角洲の向側で洪水の影響による斃死はちよつと理由にはならないようである。浦安ではアサリ、バカガイ等が洪水の時は淡水につかって必ず死ぬのが出ると云われているが小瀬川では淡水による斃死はちよつと無理だと思われる。

#### 3) 小瀬川川口の泥質

昭和26年10月から昭和28年8月迄8回の採泥調査を行ない、ことに昭和28年6月16日は梅雨の影響を検討した。又門前川2回、太田川2回更に、小瀬川の川の中の泥を一回調査した。調査結果(水産研究所資料)を整理して列記すれば次の如くである。

- i) 鳥貝の死貝と泥のC. O. Dは関係が深い。第1図の様に死貝の多い所は泥のC. O. Dが大きい。
- ii) 鳥貝の斃死実験 次の4種の泥を径40cmのガラス容器に10cm位の厚さに入れ貝を2個宛入れて状態を観察した。

泥	2月26日	27	28	29	3.1	2
A 水研前アサリ場の砂泥	午貝後を四入時れ鳥た	生存			夕一匹死	朝一匹死
B Aの泥にリグニン沈澱物を入れた		〃		朝繫死発見		
C 小瀬川川口の鳥貝死滅位置の泥		〃	朝繫死発見			
D 水研前の真黒な酵膿泥		〃	〃			

この実験条件はあまりよくはないがC・Dはあまり条件はよくなさそうに見える。

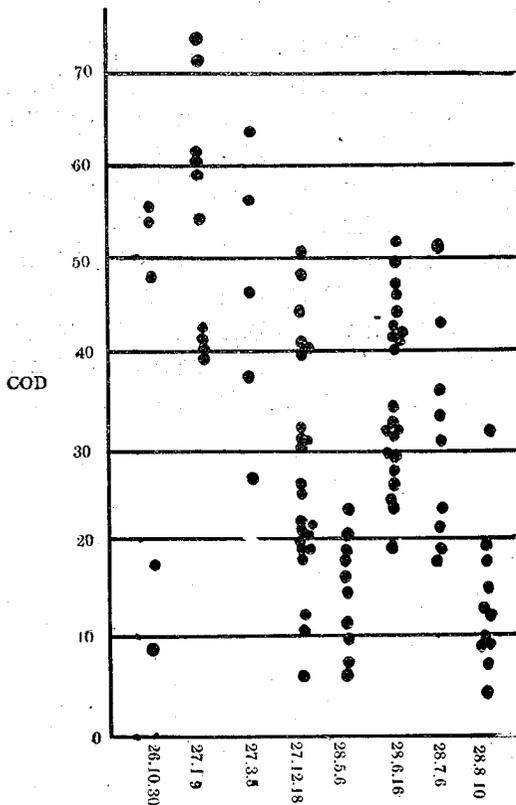
尚同時に入れてあったアサリ、ハマグリは死んでいない。

iii) 生物調査の結果

- (イ) 鳥貝の死貝分布は川口から二つの方向に分れている。これは洪水の水の流れた方向を示すものと思う。
- (ロ) 27年3月5日小瀬川正面1,000m及び1,500mにベントスが居なかった。ここは全滅区域の中である。
- (ハ) 川口三角洲のアサリは4月4日に50%の死殻を数えた。ここは洪水の淡水の影響と見ても差支えないのではないか。
- (ニ) 27年12月、28年6、7、8月のベントス調査で川口やみお筋にベントスが乏しい事が現われているように思われる。

iv) 小瀬川の泥のCOD及びILを月日の順に並べると第2図の如くである。これでCODの変化が大きく、ILには大した変化がない事が分る。測点が色々と相異して同一の議論は出来ない所もあるが、一応順序を追うと、1月9日のCODの大きい泥はその後順に減少し28年5月6日には30以下になったが、その後又梅雨の出水で大きくなりこれも8月10日には平常に復したと云う結果となった。

第2図 泥のC.O.D  
(C.O.D of the mud)



我々は第一報で川口の泥はCODが大きいと考えたが、今度の結果から考えれば或いは川口の泥に変化が大きく洪水によりCODが大きくなり、やがて回復すること。回復する時期は洪水が大きければかなり長期を要し、普通の高水量位では半月後には回復するのではないかと考えられる。門前川でも同じ結果があるように見える。

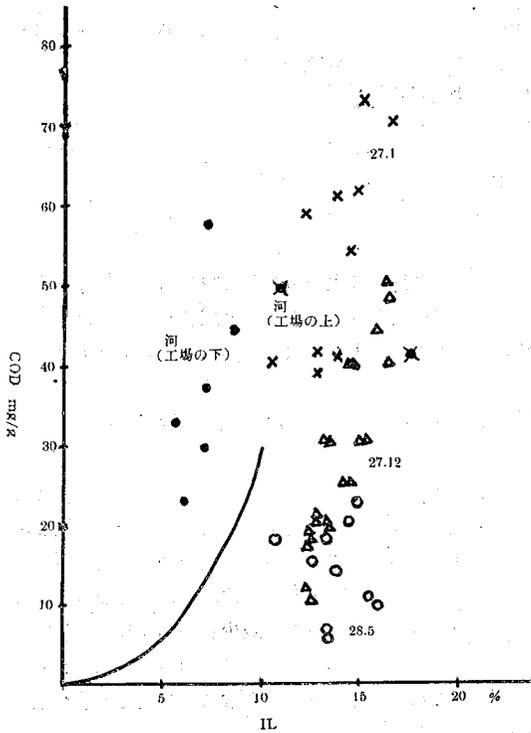
V) 小瀬川川口の泥が回復すると共に鳥貝も回復すればよいと思われるが、28年9月10日操業試験の結果は以前の全滅区域とした所に鳥貝がとれる事を知った。ここでは古い死殻も沢山網にかかり以前の繫死を物語るように思われる。

vi) 泥の分析結果C I 曲線図によって確かめてみると、ハルブ廃水の影響泥に見られる特有の分布は見られなかった。(第3図)

vii) 門前川には小瀬川に比して三角洲のない事からも泥土の流出は少ないと見るべきではなかろうか。従って流出泥土によるCODの増大は小瀬川

ほどもなく、従って鳥貝に及ぼす影響も少ないと見てもよいのではなかろうか。28年初夏の出水位では小瀬川でも大した事ではなかったし鳥貝も死なないのであって、出水が生物に害を与えるとしてもその川筋の特性による影響の強弱があろう。

第3図 泥のCI曲線図  
(CI Curve of the mud)



る。ルース台風後の小瀬川の濁水は宮島阿多田島の中間に向って流れていた。斃死地区の泥は異常に高いCODを示し、又観察では相当強い還元性を示したが、この様な泥は平常状態の泥でない事は明かである。この泥はCI曲線から考えるとハルブ影響泥とは考えにくい。又川口の泥が洪水によりCODが大きくなる率はこの川だけの事ではないが、小瀬川川口の推積泥がルース台風当時非常に多かった事はその回復に一年半もかかったと思われる事からもうなずける事である。おそらく鳥貝はこの泥の影響を順次にうけて死んだものと思う。従って時期にしても同時になく順次に死んで死ぬ期間にずれがあったのではなかろうか。唯ここに泥だけの原因で斃死したものと云いきる理由はないし、これを確める方法を思い付かない事は遺憾である。

viii) 太田川の川口に近く、40、50のCODを示す位置がある。ここについても(vii)に述べたと同様小瀬川に比し大した事ではないと云えるのではなかろうか。尙漁業者は川口近くは漁場として利用していないようである。

ix) 小瀬川の川筋の泥はCI曲線図では工場より上手ではCODが大きい、標準泥の延長上に又工場より下手は標準泥の左に現われた。

X) 鳥貝の殻の輪脈について一番外の輪脈から外の巾を測ってその巾毎の貝の個数をしらべてみると次の如くであった。1は斃死貝2は28年9月10日採捕の生貝である。

1	巾	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	数	3	2	3	3	8	3	3	2	2	4
2	巾	5	5.5	6	6.5	7	8				
	数	4	4	14	3	3	1				

すなわち1は正規分布とは考えられぬが2は正規分布と考えて差支えない。

#### 4) 鳥貝の斃死に就いての推論

小瀬川川口ではルース台風の結果の濁水がほぼ一カ月続いたと云われるが、この泥が小瀬川川口の三角洲を残してその向側に沈降したと思われる

## 漁業が受けた被害の原因に就いて

### (I) 庚午沖合の貝類斃死に関する調査

新田 忠雄・藤谷 超

#### (1) 一般的状況

昭和28年7月中旬にかけて梅雨のあける頃、庚午沖合アサリ養殖場でアサリ及びカキが斃死したと云う、7月27日には多くのアサリが斃死して殻を開いたまま肉が残っていたようである。これについて8月4日、11、12日に調査を行った。この養殖場の位置は庚午樋門の前であり、樋門の内側には相当広地域の下水が集積されるので、永雨の際などはポンプを併用して水を出すようになっている。

#### (2) 調査事項

この干潟一帯の水深を棒をたてて測って歩き、又樋門の上から干潟の露出状態を観察し、更に貝の生死の状態を知るため20cm四方の枠を用いて生物数を種々の地点について調査した。アサリの死貝については新しい死貝のみを判定して教えるようにした。

#### (3) 調査結果の整理

(イ) アサリの死貝は大体20%、多い所は50%以上である。但し斃死後時間の経過があるので死貝の分散がおきている事や調査しない地点があった事から、必ずしも斃死時の位置を正確に示したものとは思われない。(第一図の数字は死貝%)

(ロ) 干潮時の露出面を見ると潮位60cm以下では濘を淡水が流れるが、潮位70cm以上では濘以外を広く淡水が洗い従って干潮の表面を広く淡水が洗う結果が考えられる。

#### (4) 記録による調査

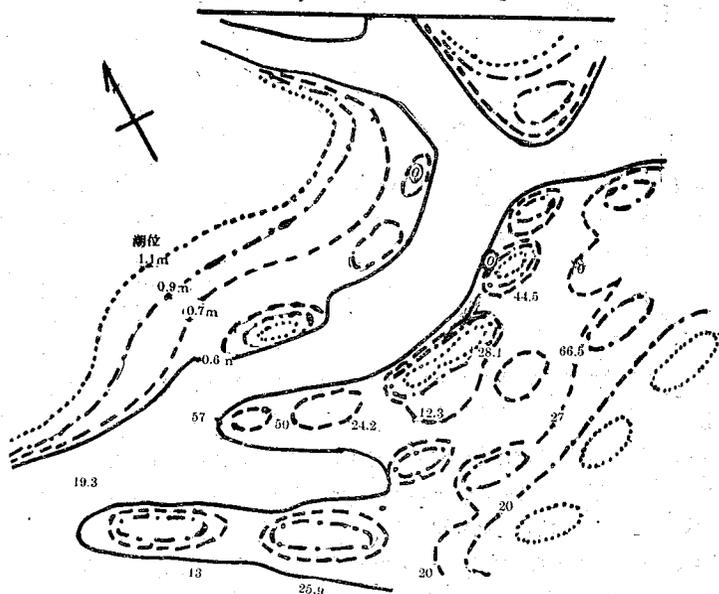
降雨量を調査すると(地方気象台の記録)昭和27年以降全部の記録によっても連続して降雨量が多く樋門内に多くの水が蓄積されたと思われるのは、27年9月7~15日、28年6月4~7日、6月23~28日、7月16~22日の4回である。

#### (5) 結果の検討

アサリが洪水により斃死する事について倉茂氏の研究によれば比重1,004より濃い条件に常に漬っている事と4日以上浸漬が必要だと云うことになる。

この地方で雨量が多く長く続いたのはこの二年間に前後四回考えられる。27年9月の雨は期間は永いが最初2日の多雨の後雨量は比較的少なく、又潮は前半は70cm以下後半70cm以上であった。28年6月は雨の期間が短かった。6月下旬のは大潮で高潮時は海底の塩分が上り、低潮時は水が鰻筋を流れた事が考えられる。7月中旬の雨の時は小潮であって高潮時も大して高くならず低潮時も干潟全般を淡水が洗ったのではないかと想像する。この説明は勿論4回の雨の内7月中旬のみの降雨が被害を及ぼした事をのべる為に考えた事であるが、若しこのように多雨と小潮が重なる時に斃死の危険があり得るとすればこのような場合に樋門内部の水の排水について別の方法が考えられる必要が生じるのであろうと思う。

第1図 干潟の干出状態と斃死率  
(mortality of asari and the figure of Beach)



## 玖波灣の工場廃水について

### 第三報 漁獲量より見た工場廃水の被害についての一考察

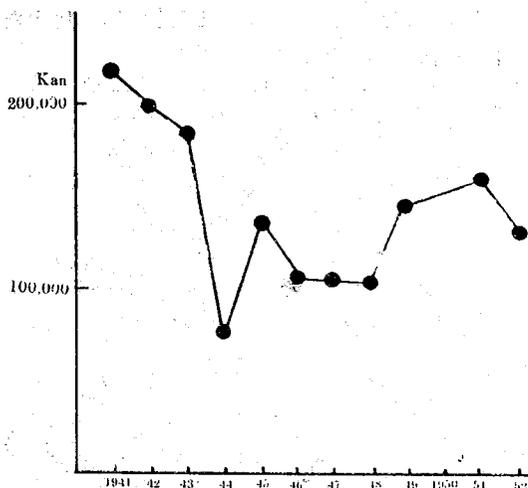
杉 本 仁 彌

玖波湾は広島湾の湾奥に位置し、海の面積は17.33km<sup>2</sup>で同湾の西岸には三菱レーヨン大竹工場、大竹紙業の両工場があり、湾外には山陽ハルプ岩国工場、帝国人絹工場、興亜石油岩国精油工場、日本紙業和木工場の五大工場が続いて大なり小なり廃水を海中に排水して海水を汚染している。

三菱レーヨン工場、大竹紙業工場の廃水の分散は第一報、第二報の通りで、過マンガン酸加里消費が海水10mg/L以上を示す廃水が占める面積は最大の分散をした時には、玖波湾の海面の約10%にも達している。同湾で漁業を行っている組合の中玖波、小方の両組合は同湾を主漁場としており、阿多田、大野、地御前の組合の一部漁業者も入漁している。

玖波、小方両組合の昭和16年から昭和27年までの貝類及び藻類を除いた漁獲量は第一図の通りであるが、

Figure 1. Variation of total annual catch in Kuba-bay.



昭和16年及び17年が20万貫以上で昭和19年を除くと昭和23年までは10万貫前後で、24年頃から稍々増大して来ている。

昭和16、17年はイワシ網が8統であったのが、以後4統に整理されたのであるから、4統分の減量を考慮に入れると、昭和16年から昭和23年までは殆んど増減がなく、昭和24年から増加して来り全体漁獲量からみると、各地の漁獲量の増加の傾向と同様の傾向にある。

今漁獲物を plankton-feeder, Benthos-eater, piscivorous のものの三つに分けて玖波及び広島県の変化をとったのが第二図の1、2であって両者を比較してみると玖波の plankton-feeder を除くといずれも、昭和24年頃から増加して来ているにもかかわらず玖波湾の plankton-feeder のみが24年頃から減産の傾向にあることは特異な

現象である。

昭和26年、27年度の統計事務所の統計によると、広島県の plankton-feeder の88%のものは安芸灘が占めているから、広島県の plankton-feeder の変化は安芸灘の plankton-feeder の変化と見做し得る、安芸灘は江田島を挟んで音戸、倉橋側と玖波側に分けられ、音戸側が安芸灘の漁獲量の60%、玖波側が40%を占めているが、玖波側の全組合が玖波湾の plankton-feeder の如く減少の傾向にあるとすると音戸側は3~4倍の増加にあらねばならないことになり、数倍という増加は考えられないので今後の調査によらねばなんとも云えないけれども、玖波側の大半の組合の plankton-feeder も増加の傾向にあるべきものと思われる。

現在までに阿多田、地御前の両組合のカタクチイワシ網の変化を調べたのであるが、昭和16年の広島県の生産指令によると玖波、阿多田、地御前の一統当りに対する割合は2万貫であって、いずれも指令量より5~6%以上のものを漁獲しているが、その後の変化は阿多田組合は増加の傾向で26年、28年は3万5,000貫前後に達しているのに玖波は14,000貫に減少し地御前は19,000貫~17,000貫で稍減少気味で広島湾の湾奥の組合のみが減少して来ていることになる。

この事は湾奥に工場が林立しているので工場廃水のために洄遊経路に変化があるのか、又外部の漁獲努力

工場廃水 第2図の1

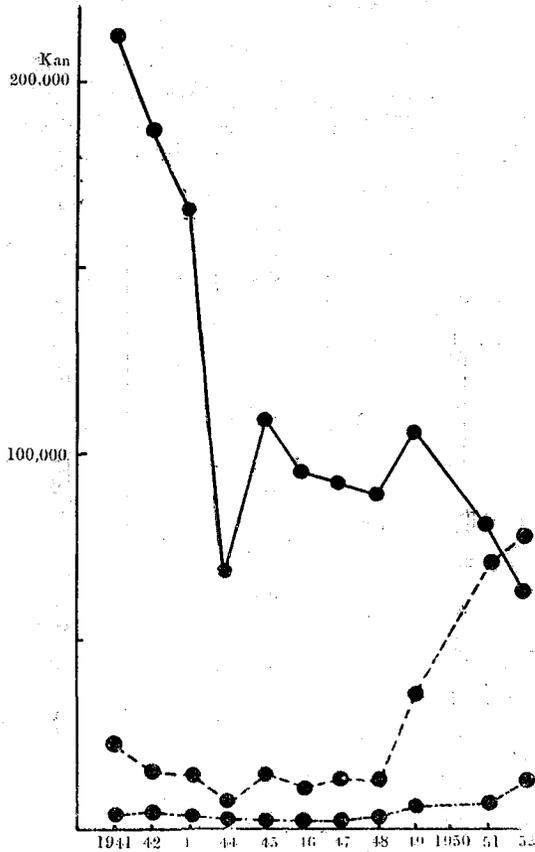
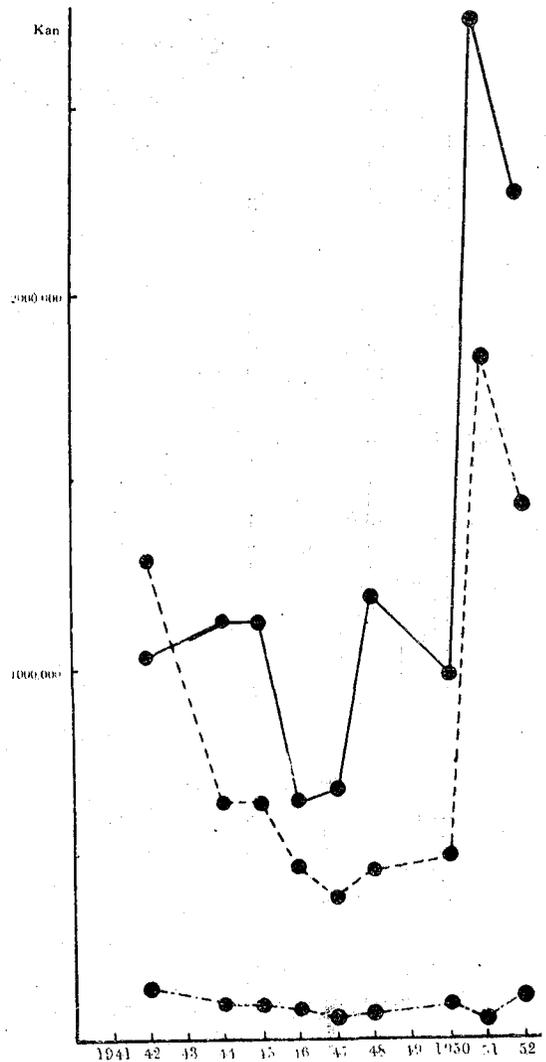


Figure 2. Variation of each group of three Categories—Plankton-feeder, Benthos-eater, Piscivore. (1. Kuba 2. Hiroshima-prefecture)  
 — Plankton-feeder.  
 - - - Benthos-eater.  
 - · - Piscivore.

第2図の2



が強大な為に湾奥にまで洩遊して来る魚数の減少によるのか、いずれかの要因に依るのではないかと考えられる。

昭和28年度の春イワシについて漁業者に依頼し漁場の予備調査を行ったが玖波湾を四区分して第三図の通り廃水の分散の及ぶ範囲を大竹三菱海域、北部寄りを玖波海域、小瀬川の前面を小瀬川海域、宮島寄りを宮島海域として出漁漁獲量の最高を10として現われたのが第一報の通りで、総出漁回数106回の中玖波海域が49回、大竹三菱海域が44回、小瀬川海域5回、宮島海域が8回となって玖波海域と大竹三菱海域が最も出漁回数が多く、漁業者は大竹三菱海域を他海域と同様、漁場としての価値を工場廃水が洗れているにもかかわらず依然高く評価していると考えられる、宮島海域は6月以降より漁場となって来るので出漁回数は少ない。しかし漁獲比をとると玖波海域は64.5%、大竹三菱海域は24.9%、小瀬川海域8.7%、宮島海域は1.8%となり大竹三菱海域は出漁回数が多いにもかかわらず漁獲量は少く、この事は工場廃水の影響がカタクチイワシに及んでいることを示しているように思えるが、しかし春イワシの調査はイワシ網一統についての記帖調査であり第三表からみて根拠地を出て、一番近い玖波海域が一番立地条件がよい為に先ずそこを操業し他

Table 1. Number of fish caught per day by Iwashi-funabiki-ami.

	fishing-ground			
	Kuba	Otake-mitubishi	Ozegawa	Miyajima
Apr. 16	10			
17	8			
18	4			
19		3		
20		2		
21			2	
22		0	8	
23		0		
25		0	2	
26	5	0		
27	10	0		
28	7			
May. 1	2			
2	1	1		
3	1	0		
4	4			
6	3	1		
9	4	3		
10	1	1		
11	3	2		
14	2	0		
15	1 0	0 0		
16	1 0 0	0 0		
17		0 0	6	
18	2 1	0 0	1	
19	6	0		
20	0	0		
22	6 0	0 0		
24	0	8		
25	2 0 little			
26	0	6		
27	8	0 1		
30	0.3 0.3	0.3		
Jun. 3	6 0			0 0
4	0	little 6 2		
9	10	5		
10	0 0	2		0
11	little 2	2		0
12	8	0		
13	7	little		
14	4	0		
16	2	1		
17	3	0		
19		4		0
21		3		1
24		0		3
25	3	0		0
29		0		
total	140.6	54.3	19.0	4.0
average	2.84	1.23	3.8	0.5

Number is percentage, in which the highest fish caught is 10.

Table 2. Number of fish caught per day by Tuboami.

	fishing-ground			
	Kuba	Otake-mitubishi	Ozegawa	Miyajima
Apr. 23	Kan	Kan	Kan	Kan
24			1.5	
25	2.5		2.0	
26		1.5		
27		2.5		
28		1.0		
29		0.5	3.0	
30			1.0	
May. 1	3.0			
10			3.0	
11				4.0
12	3.0			
13		1.5		
14	3.0			
15			4.0	
16		1.0		
23	0.5			
24		0.3		
25			6.5	
26		0.3		
27	25.0			
28			3.0	
30			2.0	
Jun. 1		2.0		
2				3.0
23	0.2			
24		0.5		
25			3.0	
26			3.0	
27		2.0		
28	2.0			
29		0.2		
30			3.0	
Jul. 2		2.0		
7			3.0	
8		2.0		
9			2.5	
10			3.0	
11		3.0		
12	0.3	0.3		
13			3.5	
16		3.0		
18			2.0	
20	4.0			
22			3.0	
23			2.0	
25			4.0	
26		3.0		
28	3.0			
29		0.5		
30			4.0	
Aug. 1			4.0	
Total	46.5	27.1	66.0	6.0
average	4.22	1.42	3.0	3.0

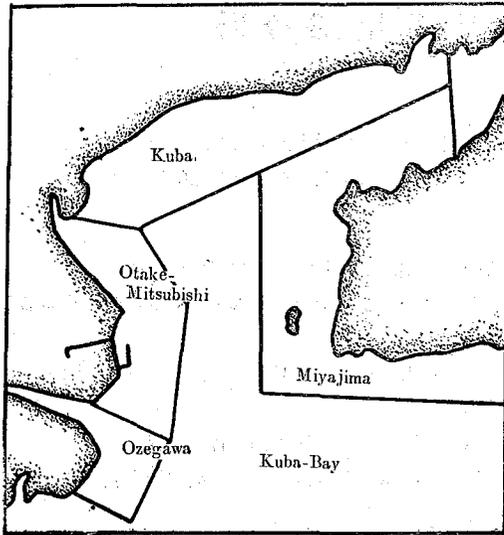


Figure 3. Station of four fishing-ground in Kuba-bay.

### 結 論

致波湾の plankton-feeder の減少は特異の現象と推定されるが、工場廃水の影響であるか否かは尚今後調査を行なはねば云い得ない。

### 参 照 文 献

1. 花岡 資, 内湾漁獲物の組成について, 内海区水産研究所研究報告 No. 5
2. 漁獲物の統計 統計調査事務所, 昭和16年~昭和27年

海域に移動している傾向がみられ、海域別による操業時刻のずれもあり、短期間の調査でもあるので漁獲比の値だけの差が海域別にあるかは疑問である。

Benthos-eater に属する魚種については、全漁獲量は増加の傾向にあるが壺網一統につき漁場予備調査を行ったが、その結果は第三表の通りで、これはカタクチイワシと同様に海域別に分けると玖波海域11回、大竹三菱海域19回、小瀬川海域22回、宮島3回で、1回当りの漁獲量は大竹、三菱海域が一番少く他海域の半量であるが、この調査も一統だけの調査である為にこの値ほどの漁獲差が海域の間にあるとは云い得ないが、工場廃水の分散する海域と他の海域との漁獲比を漁業種別に調査を進めて行くことにより、被害の実態の把握が出来そうに思えるので、今後この調査を続けて行く予定である。

## 内海区水産研究所利用部資料

工場廃水問題で得られた観測調査の結果を資料として整理した。研究所報告にはこれを使った結果を述べることにしてある。資料は一応利用部で整理保管してある。これ迄に整理した資料を簡単に説明する。

### 内海区水産研究所利用部資料

- 第1号 昭和27年の沿岸水質委託調査報告で和歌山、大阪、岡山、広島、山口、福岡（豊前海）、愛媛、香川、徳島の各府県の報告であり、聞き取り調査と観測結果が記されている。(瀬戸内海水産連絡調査要報B集第1号参照)
- 第2号 昭和28年の沿岸水質委託調査報告で大阪市附近、牛窓及び鉢立の澱粉工場、三島附近、三田尻湾の調査結果である。(瀬戸内海水産連絡調査要報B集第1号参照)
- 第3号 玖波湾附近の水質調査結果で26年から28年迄の水質・底質・並びに生物調査の記録である。この湾には大竹紙業と三菱レイヨンが関係していて、各工場正面の廃水影響区域の調査と玖波湾全般の調査が主である。
- 第4号 広島市附近の水質調査で昭和27年、28年に調査したものである。関係しているのは下水関係の他、パルプ、染料、調味品其他の工場がある。
- 第5号 福山市附近の水質調査で主として昭和28年に行ったものである。これは福山港の水質・泥質・生物調査及び笠岡湾内の水質・泥質調査である。
- 第6号 澱粉工場廃水調査で主に阿賀、大野、安浦で行った調査結果である。
- 第7号 小瀬川河口の鳥貝被害に関する調査で主として泥質の調査を行ったものである。