

調 査 部

§ クルマエビ配合飼料研究

昭和43年度に引き続き、水産庁指定研究の一環としてクルマエビ配合飼料の研究を行ない、イカミール、石油酵母等を配合した飼料の開発に関して若干の知見を得た。

詳細にわたる研究内容は、下記報文によつて報告済みであるので参照されたい。

記

昭和44年度指定調査研究総合助成事業

クルマエビ配合飼料研究報告書

担当者	場	長	茂	野	邦	彦
	調	査	部	長	畠	山
	主	任	研	究	員	九
	研	究	員		荒	牧
	主	任	研	究	員	弟
	研	究	員		武	田

§ 川内川水質調査事業結果報告

この調査は川内市の委託に係るものである。

川内市の中越パルプ工場は川内川河口より約10Km上流にあり、昭和29年に操業を開始して以来現在に至っているが、その間工場規模も漸次拡大され、それに伴って同工場から排出される廃出量も操業当初の約2.53m³/日から現在の約12万m³/日と約6倍に増加している。同工場は蒸解液として苛性ソーダと硫化ソーダを使用するいわゆるクラフトパルプ工場であるが、この度川内市から同工場の廃水が流入する川内川水域における汚染状態についての調査依頼を受け、川内川水質調査に関する委託契約に基づいて、実施したものである。なお、本調査にあたり川内市役所公害係長、外山大三氏他関係職員、並びに関係漁業者の御協力を戴いた。

以下、調査結果について報告する。

1 調査日時と調査項目

○ 第1回調査

日時 昭和44年9月3日 15時00' ~ 18時00' (干汐時)

〃 9月4日 11時00' ~ 13時00' (満汐時)

項目 水質、底質、並びに魚類、底棲生物、坪刈り調査。

なお、生物関係の調査は9月24日~25日に追加調査を行なった。

○ 第2回調査

日時 昭和44年11月19日 15時00' ~ 17時20' (満汐時)

〃 12月5日 10時30' ~ 12時20' (干汐時)

項目 水質、底質、並びに浮遊生物と浮遊物調査

2 調査方法と分析項目

1) 水 質

船上から北原式中層採水器により、表層水と底層水をそれぞれ採水し、1ℓポリ瓶に満水密栓して水試に持ち帰り直ちに分析に供した。

分析項目は次のとおりである。

- PH ; ガラス電極PHメーター
- Cl ; 硝酸銀滴定
- DO ; ウィンクラー法
- COD ; アルカリ法(100℃30分)にヨードメトリーを併用
- 浮遊物 ; ガラスフィルター(NU3)による濾別
- 透明度 ; 直径30cmの白色円板による現場測定

2) 底 質

柱状採泥器、ナウマン採泥器(河川域)及び熊田式採泥器(海域)により採泥し、ポリ袋に入れて水試に持ち帰り分析に供した。

分析項目は次のとおりである。

- PH ; ガラス電極PHメーター
 - 灼熱減量 ; 電気炉を使用
 - 硫化物 ; 富山法
 - COD ; アルカリ法 (100℃ 30分) にヨードメトリーを併用
- 3) 浮遊生物並びに浮遊物調査
- 北原式プランクトンネットを用い、7m水平曳きによつて採集し10%ホルマリンで固定後水試に持ち帰つて検鏡した。
- プランクトンの出現量はC-R法を用いた。
- 4) 魚類並びに底棲生物調査
- 魚類、甲殻類は投網による採捕、貝類は一般採集によつた。
- 5) 坪刈り調査
- 干汐時における干出床について1m²の範囲に棲息する底棲生物を採集しホルマリンで固定後水試に持ち帰った。
- 試料は生物測定を行ない、その中の優占種については体長組成を求めた。

3 調 査 点

第1図 川内川水域調査点図に示すとおり

水質、底質については ST.1~ST.9の8点

生物関係についてはI~ホの5点

について調査した。

4 調 査 結 果

- 1) 水質並びに底質調査について

水質分析結果を第1表(第1回調査)、第2表(第2回調査)に示し、底質分析結果を第3表(第1, 2回調査)に示した。

- 2) 浮遊生物及び浮遊物調査について

調査結果を第4表に示した。

- 3) 魚類並びに底棲生物調査について

調査結果を第5表に示した。

- 4) 坪刈り調査について

調査結果を第6表(久見崎地先)及び第7表(倉浦地先)に示した。

- 5) 一般採集調査について

調査結果を第8表(竹島対岸)に示した。

5 調 査 結 果 の 概 要 と 考 察

- 1) 水質について
- 1) 第1回調査(第1表)

 - PH ; 工場排水口において、干汐時の表層水が6.7と若干低い他は河川域ではほぼ7.2~7.3、海域では8.3前後を示し、特に異状な値は示さない。

なお、河川域では底層水に比べて表層水のPH値は低くなっている。

- Cl ; Cl は通常河川水にも極く僅か存在するが、川内川では満汐時海水の溯上に伴う Cl の上昇がみられる。すなわち、干汐時には河口から約 6km 上流の小倉川附近までは Cl 1.0 P P m 前後で海水の影響は全く見られないが、満汐時には同水域の特に底層水に海水の影響と思われる Cl の上昇がみられる。
なを排水口附近では表層水の Cl が若干高くなるが、これは廃水に由来するものと思われる。
- DO ; 排水口附近の表層水は DO の減少がみられるが、これは廃水自体が低酸素であるためだろう。
その他の水域では概ね 6 P P m 以上となつている。
- COD ; 排水口附近では 2.3 P P m と高い値がみられるが、それより約 3km 下流の小倉川附近では 2.5 P P m 前後に減少し海域では 1 P P m 以下となる。
なお、小倉川左岸から 1.3 漁区にかけては特に干汐時において表層水より底層の COD 値が高くなつている。
- 浮遊物質 ; 排水口附近においては 30 ~ 90 P P m と高い浮遊物量を認めるが、その他の水域では小倉左岸で 15 P P m という比較的高い値がみられる他、全般に低い値となっている。

第 1 回調査における川内川水域の上述したような水質の変動推移の状態を第 2 図 (干汐時) 第 3 図 (満汐時) に示した。

ロ) 第 2 回調査 (第 2 表)

- PH ; 第 1 回調査において排水口附近の PH が他の水域に比べて低い値を示したのに対し今回は逆に干汐時 8.9、満汐時 8.3 とかなり高めになっている。
その他の河川域全般も特に干汐時において 8.0 前後と通常の河川水に比べて高い値となっている。
- Cl ; 干汐時における Cl 量は小倉川附近では P P m 単位で海水の影響はみられないが満汐時には同水域附近までは海水の溯上に伴う Cl の上昇がみられる。
なお、工場排水は河川水に比べて若干高い値を示す。
ここで前述した干汐時における河川水の PH が 8.0 前後と通常の河川水より高く特に底層水にその傾向が顕著であった点は Cl 量の分布状態からみて海水に原因する PH 上昇とするよりも工場廃水が海水溯上によって上流に押し上げられ、干汐時に表層水は正常な河川水によって流下したが底層水はその流下がおくれて PH の高い廃水の影響が残存したと考えるのが妥当であろう。
- DO ; 干汐時は排水口と 1.3 漁区底層を除けばほぼ 8.0 P P m 以上とかなり高いが満汐時には、排水口その他、特に小倉川附近において 5 P P m 以下の他水域に比べて低酸素水域がみられる。
- COD ; 排水口附近では干汐時 9.2 P P m、満汐時 4.0 P P m と第 1 回調査よりもかなり高いが、約 3km 下流の小倉川附近では 5 P P m 以下となっている。
しかしながら、干汐時における小倉川右岸と 1.3 漁区の底層水及び満汐時における小倉川水域は全般に高い COD 値を示している。

河口から海域にかけては 1 P P m 以下の低い値となっている。

- 浮遊物質；第 1 回調査に比べて排水口附近の浮遊物質は 180～70 P P m で極めて高く下流域の河口附近まで特に底層水において、8～10 P P m と浮遊物量の高い結果となっている。

第 2 回調査における川内川水域の上述したような水面の変動推移の状態を第 4 図（干汐時）第 5 図（満汐時）に示した。

2) 底質について（第 3 表）

- P H；排水口附近、小倉川右岸水域には、通常の河川底質には考えられない低い P H 値を示す泥塊が認められる。
小倉川左岸域では 7.0 以上となっている。
- 灼熱減量；灼熱減量は泥を灼熱することによって燃焼する成分を表示するものであるが外観的に正常な砂礫質の灼熱減量はほぼ 5 % 以下である。
小倉川右岸や、河口沖、1000 m 附近には黒色軟泥の高い灼熱減量値を示す泥塊がみられる。
- 硫化物；底質悪化の指標となるものであるが、河川域では排水口附近よりもその下流の小倉川（特に右岸）や河口の河川水滞留部や、海域では、河口沖 1000 m 附近に高い硫化物量を示す泥塊が分布している。
- C O D；C O D の分布も硫化物と類似の傾向を示す。

なお、泥質の外観観察によって、黒色或いは軟泥である場合はその泥の性状は悪化しているものとみて良い。

3) 浮遊生物及び浮遊物について（第 4 表）

- 浮遊物の沈澱量は満汐時において、S T ロ>ハ>イ>ニ、干汐時は S T ロ>ハ>ニ>イの順で、干満何れも工場排水口附近が最も多く、次いでその下流の小倉川附近となっている。
なお、沈澱量は排水口から河口にかけては干汐時が多いのに対し、排水口上流の水道取水口では満汐時が多くなっている。
- 川内川において廃水の影響を受けることの少ない、水道取水口附近や廃水が稀釈された状態で流下する河口附近では浮遊生物の沈澱量を平均して約 1.5 cc とすると、排水口附近の浮遊物は 11.2 cc で約 7.5 倍となっている。
なお、排水口附近と小倉川附近の浮遊物は殆んどがパルプ繊維に混って淡水産のプランクトンがやや出現する。更に河口附近においては内湾或いは沿岸性の *Stephapyxis* sp. を始めとする多数の硅藻類と *Copepoda* 等の出現も認められる。

4) 魚類並びに底棲生物について（第 5 表）

- 水道取水口ではカワニナやエビ類、淡水魚類等の各種の生物が出現しているが排水口附近ではスジエビ（稚エビ）1 尾とウロハセ 2 尾を確認したにすぎなかった。
小倉川附近ではエビ類（特に稚エビ）と溯上したボラやヤガタイサキの稚魚、淡水魚類の分布もみられ、河口附近では貝類、甲殻類、魚類共に多くの生物がみられた。

魚類及び底棲生物の出現状況をみると前述したように浮遊生物と類以の傾向を示し工場排水口より下流においてはバルブ廃水の流下に応じてそれぞれの消長が観察される。

5) 坪刈り調査

- 河川附近（久見崎巨岸約200mの地点）における底棲生物は1㎡当りホソウミニナ64個体、アゲマキ20個体、オチバガイ18個体、イソシジミ6個体その他ヒメジャコの一つ3尾、ヨシエビ1尾、計6種112個体の棲息がみられた。
同地区における優占生物の体長組成を第7図に示した。
- 13漁区附近（倉浦地先）では、河の中央部に洲が形成された地点で坪刈りを行ない1㎡当りシジミ22個を採取した。この体長組成を第8図に示した。
この地区ではシジミ以外の底棲生物は全く確認できなかった。
- 同じく13漁区附近（竹島対岸）でシジミ、イソシジミの2種類の棲息がみられたが何れも5～7㎡当りに1個程度のまばらな分布に過ぎなかったため坪刈り調査は出来なかった。
同地区のイソシジミの体長組成を第9図に示した。
- その他、川内市太平橋から隅之城川合流点附近及び小倉川合流点附近の2カ所についても同様の調査を行なったが両地先共底棲生物は確認できなかった。

6 川内川水域の水質環境の現状

川内川水系においては、過去に昭和29年～30年にかけて中越バルブ川内工場設置に伴う事前及び事後調査（鹿児島県水産商工部）、昭和43年経済企画庁指定水域委託調査（県水産試験場）、昭和42年以降毎日1回の定期調査（県工試、川内市）などが実施されている。本報告では、この様な資料を参考として今回調査結果から同水域における水質環境についての現状把握を試みた。

1) 水質について

- 中越バルブ工場廃水水域

第1図調査点図の枠内図に示す工場廃水口A、Bで採水したもので、昭和41年から昭和44年の間に既ね、月1回計30回測定したものの平均値を次の第9表に示した。

（川内市採水、県工試分析）

第9表 中バ廃水水質

	P H	C O D ppm	B O D ppm	S S ppm
排水口 A	5.7～11.2	71.1～417.0	52.2～132.0	53.0～206.0
排水口 B	5.7～11.2	18.6～271.0	28.6～83.2	12.5～309.0

- 。川内川の小倉川合流点附近の水質について、県工試が左岸、流心部右岸で採水したものを混合し、昭和42年から昭和43年において毎月1回測定したものの平均値を次の第10表に示した。

第10表 小倉川合流点附近の水質

	P H	C O D ppm	B O D ppm	S . S ppm
昭和42年	7.1	6.7	3.8	11.2
昭和43年	7.1	5.8	3.6	10.9

- 。昭和43年度経済企画庁委託に係わる川内川水質を次の11表に示した。(県工試分析)

第11表 川内川水質

採水点 採水月日 項目	水道取水口				工場廃水口 (S T C)				小倉川合流点							
									右岸				左岸			
	7/26	8/26	10/24	11/19	7/26	8/26	10/24	11/19	7/26	8/26	10/24	11/19	7/26	8/26	10/24	11/19
P H	7.3	7.6	7.1	7.2	9.7	6.1	6.7	8.7	7.2	7.4	6.8	6.8	7.1	7.2	6.9	6.8
C O D ppm	2.9	2.0	1.3	1.5	93.5	82.5	82.6	133.6	4.4	5.0	6.7	12.1	2.2	5.3	8.6	7.7
B O D ppm	0.3	0.6	0.8	0.5	47.8	65.2	63.0	60.2	1.4	2.0	2.7	22.2	1.0	1.4	3.0	21.8
S S ppm	0.0	0.0	2.0	1.8	191.5	82.0	27.7	44.8	7.1	0.0	8.3	7.0	5.6	0.0	7.9	2.7

○昭和43年度経済企画庁委託に係わる川内川河口沖合海域の水質を次の第12表に示した。

(県水試分析)

第 12 表 川内川河口沖合水質

採 水 月 日 項 目	河 口				沖 合 500m				沖 合 1,000m			
	7 26	3 26	11 7	11 19	7 26	9 26	11 7	11 19	7 26	9 26	11 7	11 19
P H ppm	7.1	7.7	8.0	7.5	7.2	7.8	8.0	7.6	7.6	7.9	8.1	7.9
C O D ppm	1.6	1.6	2.7	3.3	1.4	1.1	1.6	2.3	0.4	0.8	1.3	1.5
S S ppm	7.0	11.6	8.0	7.5	7.0	3.8	6.8	6.5	4.0	0.8	0.8	6.0

上に揚げた第9表から第12表の数字から、推論を加えると次のとおりである。

イ) 工場廃水について

工場廃水の水質は第9表に示す如く PHは弱酸から、かなりのアルカリ側にまたがりCODも最低20ppmから最高400ppmと広い範囲でバラツキをみせている。

浮遊物質もまた12ppmから300ppmの範囲において変動している。このようなバラツキはパルプ工場における製造工程の操作から生ずる必然的な相違であろう。

しかしながら、これら測定値の大部分はCOD40～180ppm, SS60～220ppmの範囲に収まるようであり、通常はこの程度の廃水が排出されているものと考えられる。

また、41年3月までの廃水について、そのCODの経月変化をみると42年10月以降はその変動が激しくなっているが、このCOD値が経年的に高くなる傾向はみられない。

廃水のBODはCODより低目となるが、これはパルプ廃水がでんぶん廃水などと、本質的に相違することを示すものであろう。ここでBOD/CODの比をみると、0.35～1.18の範囲に分布するが全般的には0.5 (CODの $\frac{1}{2}$)を示すものが多い。しかしながら、両者の測定値間にはっきりした相関関係は見出せない。

以上を要約すれば現在排出されている中越パルプ工場の廃水はCOD; 40～180ppm, BOD; COD値の約 $\frac{1}{2}$, SS; 60～220ppmであり、現在のところ、これらの数値が経済的に増加しているという傾向はみられない。

ロ) 川内川の水質について

今回調査において川内川は満汐時には河口から約6km上流の小倉川附近まで少なくとも海水の潮上がみられること、工場廃水の水質が前述したようにかなり大きなバラツキをもって流出することなどから、河川水の水質自体も一定の水質状態を示すことはない。

これはまた、表層水と下層水についてもいえることであるが、この様な点を含めて、河川水質の全般的な動きについて考察を加えるならば次のとおりである。

すなはち、工場廃水が川内川に流入する附近ではCODは表層において20～90ppm, 底層において10～20ppm, SSは表層40～170ppm, 底層30～60ppmとなって

おり、廃水は河川水の表層を被覆した形で流出することを示している。

流出した廃水は調査当日の現場の状況からみて、満汐時は工場排水口より約2.5Km上流附近まで河巾一面に拡散して溯上し、干汐時は排水口を右岸寄りに約1Km流下しながら、漸次河巾一面に拡がりを見せるようになる。

排水口から、排出した廃水が流下して、河川水にほぼ均一に拡散されるのは排水口から約3Km下流の小倉川附近と考えられるが、同水域における水質はCODが右岸においては2~4ppm(表層)2.5~6.5ppm(底層)左岸においては1.8~3.3ppm(表層)2.0~3.5ppm(底層)、SSは右岸において1.2~11.2ppm(表層)2.8~10.0ppm(底層)、左岸において3.2~15.6ppm(表層)4.8~11.2ppm(底層)となっている。

更に小倉川より下流についてみると同水域より約4Km下流の13漁区では、CODが0.7~2.6ppm(表層)0.6~3.6ppm(底層)、SSは1.2~3.2ppm(表層)1.6~7.6ppm(底層)となり、さらに2Km下流の河口流心部ではCOD0.6~2.8ppm(表層)0.6~1.6ppm(底層)、SS1.0~4.8ppm(表層)1.2~10.4ppm(底層)となっている。

この様な河川水の流下に伴う水質の推移の状態は第2、第3図及び第4、第5図で示されることがここで明らかなことは水質測定値で観察する限りにおいては、工場から排出された廃水は約3Km流下する間に大きく希釈され小倉川附近においては既に工場廃水によって汚染されたという明らかな数値は示されていない。小倉川附近から河口に至る流程においてはCOD、SS共に減少しつつ、河口より海面へ放出されている。

全般的な水質の推移は概ね、以上のとおりであるがこれを干汐と満汐に分けて観察すると特にCOD値の変動が、干汐時には、小倉川から13漁区にかけて相対的に高い値を示し、満汐時には小倉川附近に高いCODの水塊が見られる。

これは海水による干満の影響と考えられ、干汐時には河川水の流下が円滑であることから、13漁区附近までは比較的汚染された状態を示し、満汐時は溯上する海水によって廃水の流下が緩慢或いは停滞して小倉川附近に廃水による滞留水塊が形成されることを示すものと考えられる。

併しながら、この様な動きも相対的な比較において観察される訳で、CODで示される汚染度自体は小倉川下流域では特に問題となる値ではない。

これら水質分析以外に浮遊物調査においても、廃水の影響のない水域の浮遊物を1とした時、小倉川附近の浮遊物は7.5、排水口附近では270という比率を示し、この点からも、廃水は小倉川までの3Kmを流下する間に希釈され浮遊物は沈降してしまうことを示している。

従って水産面から水質的に問題があるとするなら、排水口从小倉川までの3Kmの水域であろう。

なお、小倉川附近における水質の状態を昭和42年から43年にかけて毎月1回測定したものの平均値を第10表に示したが、この数値からみて、同水域附近の水質が、経年的に悪化していることは考えられない。

川内川水質の周年を通じての時期的変動を第11図に示したがこれによると小倉川附近においては11月にBODが異常に高くなっているが、これは季節的にみて、でんぷん廃水の影響が現われているものと思われる。

その他、海域における水質の季節的变化を第12表に挙げたが、海域における正常なCOD値は水域によつて若干相違はあるが一応1ppmを目安として居るが、川内川河口沖、500m附

近においてはCOD 1.1~2.3 ppm、1.000m附近で0.4~1.5 ppmとなっており、廃水の影響範囲は沖合1.000m迄及ぶ場合もある様である。

一時的には河川域と同様、11月のでんぷん時期には、廃水の波及範囲も拡大される傾向がみられる。

なお、現場における観察では河口から流出した廃水は沖合から南側寄りに拡がりをみせる。

なお、海域におけるCOD値からみた汚染度は特に問題となる数値とは考えられない。

また、河口北側の唐浜地先においては、今回調査では、廃水の影響は全くみられていない。

(ハ) 底質について

水質が日時によって変化し、1回或いは2回の調査ではその時点における状況しか把握できないのに対し、底質は長期に亘る水質汚染が蓄積された状態を示す点で水域全般の汚染状況を知り得る有利な材料である。

川内川における水域毎の底質の状況を第6図に示したが、これによると排水口から河口、更に海域の河口沖へかけて全般的には正常な底質であるが、部分的には各所に汚泥塊が分布していることが観察される。

例えば、排水口附近の岸寄り、小倉川附近の右岸部、河口の河川水滞留部、さらには河口沖1.000m附近では硫化物、COD共にかなり汚染された泥塊が分布している。

このような汚染塊は、排水口より下流において河川水の滞留するような河の屈折部或いは凹地に多くみられ、特に小倉川附近では黒色軟泥が5cm程推積しその下層に黒色の還元砂質が認められた。

これに対し河川水の流下の円滑な流心部においては汚染泥の分布はみられず概ね正常な底質となっている。しかし、小倉川では部分的に一応正常とみられる砂礫質のPHが6.3と酸性を示し、硫化物も0.026mg/g程度を認め、同様のことを排水口附近のやや黒色を帯びた砂礫質に認めた。このことは正常と思われる他の水域の底質に硫化物を全く認めないことからみて排水口から小倉川にかけての水域の底質は肉眼的には正常とみられる砂質も悪化の傾向があると考えられる。

この様な硫化物の毒性は酸性下において強くなるといわれ、底質中の硫化物は底質悪化の指標となり、底質中0.1%以上硫化物の存在は底棲生物に影響を与えるといわれて居るが、川内川水域における上述した汚泥域のうち、小倉川附近での底棲生物の棲息は部分的には不可能な水域と言えよう。

海域においても河口沖1.000m附近に汚染の部分的な分布がみられるようである。その汚染程度は一応正常な海底泥が概ねCOD 5mg/g、硫化物0.1mg/g以下であることからすればかなり顕著な汚染といえることができる。

出水市米ノ津川地先においては上流にアルコール及びパルプ工場があり、その廃水が流入しているが、海域の汚染泥の分布は米ノ津川河口沖1.000m附近にみられる点、川内川と類する。

ただ、川内川の場合は米ノ津川地先にみられる程の広い範囲ではなく、極めて部分的のよう

ニ) 川内川水系の生物について

川内川における底棲生物の調査は昭和28年から30年に亘り、中バ工場操業に伴なり事前事後の調査(鹿泉水産商工部)が行なわれたが、この報告によれば底棲生物の優占種は河口

附近（京泊地先）のオチバガイ、小倉川附近のシジミ、隈之城川合流点附近のシジミとなつて
いる。

これに対し今回の調査では河口（久見崎地先）においてホソウミナナ、オチバガイ、アゲマキ
の3種類となつて居り、小倉川及び隈之城川合流点附近では、曾って棲息していたシジミは1個
体の分布も見られない。

今回の調査においてシジミの分布に関しては水道取水口から河口までの間では河口から約2Km
上流の倉浦及び竹島対岸の2カ所となつており、その棲息範囲も非常に狭い。

量的には洲の形成された倉浦地先が多く1㎡当り22個を認め、その大部分は殻長2.3～
2.4cmのものである。

川内川水系におけるシジミの減少した理由としては明らかでないが一応考えられる事項を挙げ
るならば、かつてシジミの棲息していた現在の排水口附近から小倉川附近にかけての底質の状態
が悪化していることから、シジミの棲息に不適の環境と思われることその他、同水域における砂
利採集や河川工事に伴う河川水の流れの変化、河床の砂泥変動など単に工場廃水による影響以
外の要因を考察に入れる必要があろう。

また、プランクトン（浮遊生物）の種類や出現量についてみると、パルプ廃水の影響を受ける
水域ではその度合に応じて種類、量共に減少している。

浮遊生物は、水域の生産性の指標と見做し得るが、パルプ廃水は特有の黒褐色を呈するため、
CODなどいわゆる水質の汚染度指標が低くても着色水による日光の水中への透過を阻害するの
で浮遊生物のうち植物性のものは正常な同化作用を行える環境でないことは事実である。

従つて、排水口附近から特に小倉川附近までの間においては上流から流下して来る浮遊生物の繁
殖は困難な環境にあるといえる。

その他魚類や底棲生物の出現も浮遊生物とほぼ類以の出現傾向がみられ、パルプ廃水の濃度に
応じたそれぞれの消長が観察される。すなわち、排水口附近では僅かにスジエビとハゼを1～2尾
認めた程度であつたが河口附近では貝、エビ、魚類など種類量共に多くの生物がみられる。小倉
川附近では、下流から溯上したと思われる魚類がみとめられ同水域から下流においては廃液に対
し生物が嫌忌する状態は観察されていない。

但し、同水域で採捕される魚類では、鰓にパルプ繊維の纏絡がみとめられ、水質そのものは嫌忌
しなくても生物の呼吸作用を阻害するような物理的な影響は考慮に入れるべきだろう。

ホ) 異臭魚について

川内川で採捕される魚類は松ヤニ様の異臭を持ち、商品としての価値がないといわれる。

本調査はこの様な異臭魚の異臭を確認するための予備試験的な資料を得るため行つたもので
ある。

異臭の抽出は、川内川で採捕されたボラの肉質をクロロホルム・メタノールで抽出した脂質
をガスクロマトグラフで分離する方法を採つたが、その結果を第10～第12図にクロマトグ
ラフで示した。

これによると中パルプ水にみられるピーク①②③は同廃水の樹脂様臭気の本体と思われるが、
川内川のボラにはこのうちピーク①と②が魚肉中の脂肪に存在している。

なお、鹿児島湾内で採捕された正常なボラにはこのピークは存在しない。

以上のことから、概略ではあるが、川内川のいわゆる異臭魚は煮熱したとき、ヤニ様臭気を
強く感じ、その臭気の来源は、パルプ廃水に存在するピーク①②③の物質が魚肉の脂質に蓄積
することによって生じるものと推察した。

なお、このピーク物質が何であるかは明らかでないが、別途行なった松ヤニ（アビエチン酸が主成分）のクロマトグラムと比較して全く相違することから、この様な樹脂以外の成分と考えられる。

7 川内川における環境汚染と水産被害について

川内市の海面及び内水面漁協が指摘する水産被害は次のとおりである。

○ 海面について（川内市漁協）

1. チヌ、スズキ、ボラ、カレイ、コノシロ等の魚類が減少し悪臭浸透し販売不能。
2. アサクサノリ養殖は孢子が廃液により死滅。
3. 青のり、おごのりその他の海藻類も廃液により死滅。
4. カキ養殖死滅。
5. エサ用エビ類の減少。

○ 内水面について（川内川内水面漁協）

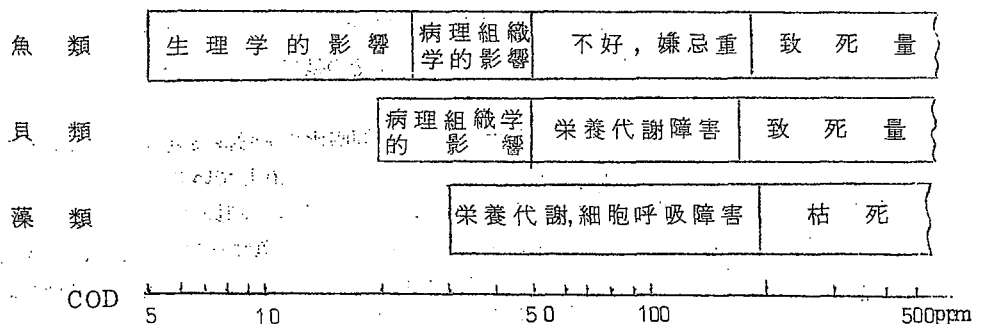
1. 棲息魚類が悪臭浸透のため商品価値低下。
2. 微細繊維の沈澱と浮遊物の流出によって網類の操業が不可能。
3. 沈澱物の腐敗によりガスが発生し、溶存酸素の不足を来たし魚類の疾病を生じべい死減少。
4. 廃水の悪臭汚濁によって魚類が忌避する様になり、貝類は死滅した。
5. 廃液によって珪藻類は死滅し魚介餌料となる小動物が激減して魚介類の産卵繁殖を不可能にしている。

パルプ廃水が水産生物に及ぼす本質的な影響要因としては廃水中に含まれる樹脂成分（アビエチン酸）又はこの樹脂酸関連物質と考えられているが、二次的には廃水中に含まれるパルプ繊維を始めとする有機成分が河床或いは海底に沈積して底質を悪化させることによって起る要因があり、実際問題としてはこの二次的要因による影響が大きいものと思われる。

藤谷や河辺、富山等（文献参照）はパルプ廃水が水産物に及ぼす影響について克明に実験しているが、その報告によれば廃水中の毒性物質はCODで表現される廃水濃度に応じて増減することを推定し、水域における廃水の濃度傾斜を表示するのにCOD値を用いても支障のないことを述べている。

パルプ廃水が貝類又は魚類に対して与える影響の発現は低濃度においては鰓や腸管内の粘液分泌昂進や、肝機能の変化、血液性状の変化といった生理学的影響を与え、それより高濃度になれば病理組織学的変化例えば鰓弁、腺組織、粘膜上皮等の壊死剥離、脱落等の症状を惹起し、更に高濃度において、生物の不好或いは嫌忌状態がみられるようになるとしている。

この様な影響濃度をCODで示すならば次のとおりである。



ここで示されるパルプ廃液の魚類に対する最低影響濃度はCOD値で5～10ppmであり、この濃度以上では生物は生理的に影響を受けると考えられ、発現する形は慢性的症状といえる。

25～50ppmでは組織的に影響を受ける濃度であり急性的な症状の発現としては廃水中の神経毒（樹脂酸関連物質）によってショック死を惹起することもあり得る。さらに50～200ppmでは魚類はこの濃度に対し嫌忌行動を示す様になり、100～200ppm以上では致死量となる。

なお、水産庁による昭和31年度水質委託調査結果によればパルプ廃水の48ℓ TLMは100～400ppmCODとなっている。

この様にパルプ廃水の水産物に与える影響の発現はかなり複雑で一概に論ずることは出来ないが、現時点における川内川水域については、小倉川から下流域の水質が特に高いCODを示すことはなく、（ほぼ5ppm以下）又、廃水が原因で溶存酸素が低下している現象もみられない事実からすると同水域においては生物に対してへい死、或いは組織学的に重大な影響を与える様な汚染は見られず、又、この水域に魚類等が嫌忌して寄りつかなくなることも先ず考えられない。

ただ、小倉川から上流の排水口附近では魚類が嫌忌する様な水域が部分的に存在することは容易に推察され、かつ同水域に長時間棲息する場合は生理的に影響を受けることも考えられるので例えへい死することはないとしても、その生長や繁殖を阻害することもあり得るものと推察される。

また、河川域においては、水質的にはここ数年パルプ廃水によって汚濁することも考えられ、パルプ廃液の着色水はそれ自体、毒性は問題ではないが、水中への日光照射阻害に起因する浮遊物等水域の生産生に關与する生物に対する影響などから生産性の低下が今後の問題となろう。

又、海域においてはあさくさのり等は、かなり高濃度の廃水によって影響を受けるので、水質自体には問題はないとしても廃水の有機コロイドが海水と接触することによって沈澱し、河川水と同様、底質の悪化を招く点は考慮されるべきであろう。

その他、異臭魚についても現実にパルプ廃水に原因する異臭魚の発生が見られて居り、商品としての価値はかなり失なわれていることも水産の受ける大きな被害といえる。

以　　上

参 考 文 献

1. 鹿児島県水産部 ; 川内川水質及び生物調査報告書
中越パルプ工場操業前 昭30, 3.
2. 鹿児島県水産商工部 ; 川内川水質及び生物調査書
中越パルプ工場操業後 昭31, 11
3. 河辺克己, 富山哲夫 ; 工場廃水の浄化方法に関する研究 1報～
V報 日水誌Vo1₂₀ No8, 1954
4. 藤谷 超 ; パルプ工場廃水の水産生物に及ぼす生理
学的影響に関する研究
内海区水研報告 第17号 別刷
5. 鹿児島県工業試験場 ; 業務報告書 昭43 第15号(化学部)

第 1 表 第 1 回 調 査 水 質

ST	名 称	採水層	水 温 ℃		PH		Cl‰		DO Ppm		COD Ppm		浮遊物質 Ppm		透明度 m		水 深 m	
			干 汐	満 汐	干 汐	満 汐	干 汐	満 汐	干 汐	満 汐	干 汐	満 汐	干 汐	満 汐	干 汐	満 汐	干 汐	満 汐
1	市水道取水口 流 心 部	表層	28.1	27.4	7.34	7.18	PPm 5.7	PPm 1.8	6.41	8.04	1.05	1.18	2.8	3.2	1.5	底	2.0	1.5
		底層	28.1	27.5	7.33	7.39	3.9	1.8	8.82	7.92	1.46	1.48	2.8	6.0				
2	バルブ工場廃 水口水門から 約 30m	表層	33.9	33.6	6.70	7.16	45.2	58.8	3.98	3.30	23.17	42.51	44.4	41.6	0.3	0.2	1.0	1.0
		底層	29.8	29.5	7.23	7.09	16.7	19.6	6.73	5.98	9.99	15.23	62.4	29.2				
3	小倉川 右岸 岸から50m	表層	28.4	29.0	7.20	7.30	4.3	51.3	6.82	6.78	2.90	2.18	3.2	1.2	1.0	底	2.8	1.5
		底層	28.1	28.5	7.23	7.30	9.6	163.8	7.22	6.20	2.43	2.46	2.8	2.8				
4	小倉川 左岸 岸から50m	表層	28.5	29.0	7.31	7.28	10.2	63.1	6.82	6.52	1.85	2.02	4.8	15.6	1.0	底	1.5	2.0
		底層	28.3	28.5	7.47	7.45	11.3	160.1	7.44	6.55	3.08	2.68	4.8	11.2				
5	13 漁 区 流 心 部	表層	28.8	30.0	7.21	7.62	‰ 0.85	‰ 3.46	6.57	6.69	1.78	2.11	2.0	3.2	1.3	底	1.5	1.5
		底層	28.4	28.5	7.61	8.21	5.10	14.10	6.34	6.97	2.10	1.19	4.0	1.6				
7	河 口 流 心 部	表層	28.6	28.3	7.89	8.30	4.14	11.00	6.80	7.08	1.70	1.05	1.6	1.0	1.5	5.5	4.0	6.0
		底層	28.4	27.6	8.18	8.31	11.84	17.62	7.25	7.00	1.62	0.67	1.2	1.2				
8	海 域 河口沖1000m	表層	28.3	27.6	8.31	8.32	11.93	17.25	7.21	7.03	0.61	0.79	0.2	0.5	12.0	19.0	22.0	24.0
		底層	26.9	26.4	8.33	8.28	17.70	17.93	7.14	7.04	0.61	0.71	1.1	1.8				
9	海 域 唐浜沖 500m	表層	27.5	27.7	8.31	8.32	17.73	17.55	7.37	—	0.32	0.33	0.7	0.8	底	底	3.0	4.5
		底層	27.8	—	8.30	—	17.82	—	7.40	—	0.32	—	0.7	—				

註 調査月日と時刻 ; 4.4.9.3 干汐時(15.00' ~ 18.00') 快晴

4.4.9.4 満汐時(11.00' ~ 13.00') 快晴

第 2 表 第 2 回 調 査 水 質

ST	名 称	採 水 層	水 温 ℃		PH		C l %		DO PPM		COD PPM		浮遊物質 PPM		透明度 m		水 深 m	
			干 汐	満 汐	干 汐	満 汐	干 汐	満 汐	干 汐	満 汐	干 汐	満 汐	干 汐	満 汐	干 汐	満 汐	干 汐	満 汐
1	市水道取水口 流 心 部	表層	11.5	15.0	7.90	7.63	PPM 14.98	PPM 28.5	9.10	8.38	0.87	1.03	8.8	6.8	底	1.0	1.3	1.5
		底層	11.4	14.9	8.10	7.30	13.49	10.19	10.25	8.91	1.15	1.22	12.0	3.6				
2	パルプ工場廃 水口水門から 約 30m	表層	19.7	20.4	10.90	8.32	69.93	117.88	3.72	3.31	923.1	40.48	177.0	7.08	0.1	0.2	0.3	2.0
		底層	—	17.2	—	7.20	—	73.97	—	6.67	—	19.56	—	44.4				
3	小倉川 右岸 岸から50m	表層	11.7	15.6	7.25	7.30	22.98	13.6%	8.24	4.66	2.97	3.89	11.2	4.8	1.0	1.0	2.5	4.0
		底層	11.7	16.0	8.10	7.26	8.442	1.61	8.44	4.10	6.39	3.09	8.4	10.0				
4	小倉川 左岸 岸から50m	表層	11.7	15.5	7.52	7.26	31.97	1.21	8.06	4.32	1.80	3.33	3.2	4.0	底	1.0	1.3	2.0
		底層	11.7	16.0	8.00	7.30	35.97	2.22	8.65	4.09	1.92	3.35	8.4	9.8				
5	1.3 漁 区 流 心 部	表層	12.0	18.8	7.00	8.15	1.42%	17.31	7.55	7.10	2.57	0.71	1.2	2.8	1.1	底	1.8	2.0
		底層	11.9	19.2	7.90	8.22	1.56	18.38	6.70	7.24	3.60	0.65	7.6	7.6				
7	河 口 流 心 部	表層	12.4	19.5	7.92	8.28	5.77	18.76	7.94	7.79	2.84	0.59	2.0	4.8	2.5	4.5	5.0	5.0
		底層	16.0	19.5	8.18	8.19	18.48	18.56	7.53	7.50	0.64	0.84	7.6	10.4				
8	海 域 河口沖1000m	表層	14.7	19.4	8.18	8.27	12.70	17.96	7.68	7.44	0.51	0.49	4.0	4.8	7.0	13.0	20.0	20.0
		底層	16.7	19.3	8.20	8.25	18.77	19.03	7.51	7.35	0.62	0.69	1.2	2.4				
9	海 域 唐浜沖500m	表層	16.2	19.6	8.25	8.27	18.89	18.97	7.88	7.46	0.49	0.55	0.8	2.4	底	底	2.0	3.0
		底層	16.7	19.2	8.25	8.19	18.84	18.97	7.89	7.42	0.60	0.86	4.8	4.0				

註 調査月日と時刻； 4.4. 11. 19 満汐時(15.15' ~ 17.20') 曇
4.4. 12. 5 干汐時(10.30' ~ 12.20') 晴
干汐時における排水口は水深が浅く底層の採水は不能

第 3 表 第 1, 2 回調査底質

ST.	名 称	P H		灼熱減量%		硫化物 $S_{mg}/乾泥$ 1g		C D O $mg/乾泥$ 1g		備 考	
		1回調査	2回調査	1回調査	2回調査	1回調査	2回調査	1回調査	2回調査	1 回 調 査	2 回 調 査
1	市水道取水口 流 心 部	7.20	7.48	2.4	2.2	0.000	0.000	0.48	0.65	砂 礫 正 常 色	砂 礫 正 常 色
2	パルプ工場排水口 水門から30m	5.20	7.30	1.6	1.5	0.004	0.0134	1.21	2.50	砂 礫 やゝ, 帯黒色	砂 礫 やゝ, 帯黒色
3	小倉川右岸 岸から50m	6.32	5.75	1.4	22.6	0.026	3.712	0.51	92.13	砂 礫 正 常 色	軟 泥 黒 色
(3)	小倉川右岸 岸から5~10m	7.31	—	12.0	—	1.235	—	48.75	—	黒色軟泥5cm程堆積 その下は黒色砂質	—
4	小倉川左岸 岸から50m	7.69	7.15	1.6	2.7	0.000	0.154	0.72	7.46	砂 礫 正 常 色	砂 質 黒 色
5	13 漁 区 流 心 部	7.60	7.50	1.7	1.4	0.000	0.000	0.62	0.99	砂 礫 正 常 色	砂 質 正 常 色
6	河 口 附 近 河 川 水 滞 留 部	7.25	—	7.6	—	0.378	—	25.38	—	軟 泥 黒 色	—
7	河 流 心 部	8.05	8.09	1.9	2.2	0.000	0.000	0.86	1.22	砂 礫 正 常 色	砂 礫 正 常 色
8	海 域 河口沖 1000m	7.42	7.92	5.3	4.3	0.158	0.008	13.61	3.41	軟 泥 黒 色	細 砂 正 常 色
(8)	全 上	7.41	7.18	9.1	7.1	0.161	0.415	22.52	25.68	軟 泥 黒 色	軟 泥 黒 色
9	海 域 唐浜沖 500 m	7.88	8.11	4.6	4.6	0.000	0.000	1.13	1.15	細 砂 正 常 色	細 砂 正 常 色

註 調査月日と時刻 : 第1回調査 44. 9. 3 15.00' ~ 18.00'
 第2回調査 44. 11. 19 15.15' ~ 17.20' (海域について)
 44. 12. 5 10.30' ~ 12.20' (河川域について)

第4表 浮游生物・浮游物調査

CC非常に多い
 Cやや多い
 +普通
 rやや少ない
 rrきわめて稀

種 類	調 査 場 所		イ		ロ		ハ		ニ	
	潮 汐 (時)		満潮		満潮		満潮		満潮	
	沈 澱 量 (CC)		1.8	1.1	174.8	644.0	4.3	21.0	1.0	1.9
バ ル ブ 織 維					CC	CC	C	C	rr	r
植 物 性 プ ラ ン ク ト ン	Thalassiothrix nitzschioides								rr	rr
	Stephanopyxis palmeriana								CC	+
	Ditylum brightwellii								rr	
	Biddulphia sinensis								rr	r
	Hemidiscus wneiformis								rr	
	Rhizosolenia stollerfothii								r	rr
	Coscinodiscus sp.						rr		+	+
	Eucampia zoodiacus								rr	
	Pinnularia gibba	+								
	Synedra acus (ハリケイソウ)	+	+							
	Surirella robusta (アツガタケイソウ)		rr			rr				rr
	Rhabdonema adrialicum					rr				
	Spirogira sp. (アオミドロの一種)	rr	+				r	rr		rr
	Melosira varians (ハコツナギケイソウ)	+	CC					+		CC
	Pediastrum duplex (クンシヨウモ)	rr								
	Navicula sp. (ハネケイソウの一種)	+	+							
	Asterionella sp. (ホンガタケイソウ)	rr								
	Gomophonema constrictum		rr							
	Ceratium fusus								rr	
	Fragilaria sp.	rr	r							
動 物 性 プ ラ ン ク ト ン	Sagitta delicate								rr	
	Copepoda nauplius larva	rr	rr				r	rr	rr	+
	Oithona nana								rr	
	Sinocalanus tenellus					C	r			+
	Eodiaptomus japonicus	rr	r							

第 5 表 魚類並びに底棲生物調査

調査場所			イ	ロ	ハ	ニ
種 体 長 (mm)	種 体 長 (mm)	種 体 長 (mm)	イ	ロ	ハ	ニ
貝 類	カワニナ イソシジミ オキシジミ オチバガイ ホソウミニナ マキアゲ ハマグリ	62×51×29	点 在			点 在 稀 多 い 非常に多い 点 在 極めて稀
甲 殻 類	ヤドカリの一種 ヒメガザミ ヤマトオサガニ イソガニ マメコブシ スジエビ (成体) " (稚エビ) テナガエビ	38~43 15~22 68~71	多 い 非常に多い 点 在	極めて稀	少ない やゝ多い	非常に多い 稀 多 い 多 い 非常に多い 極めて稀
魚 類	ボ ラ ブ ナ メダカ オイカワ タイワシドジョウ ヨシノボリ ウロハゼ ヤガタイサキ (稚 魚) スズキ (セイゴ) ギンガメアジ クサフグ ネズミゴチ ギンユゴイ サ ヨ リ ヒメハゼ	120~250 54~67 23~27 50~66 45~61 74~93 46~115 23~33 143~165 75~96 110~125 103~136 35~54 124~171 28~44	多 い やゝ多い やゝ多い 多 い やゝ多い 多 い 非常に多い	極めて稀	やゝ多い 多 い 多 い 多 い 多 い 非常に多い	非常に多い 多 い 多 い 多 い やゝ少ない 多 い 多 い 多 い やゝ少ない 少ない やゝ多い 多 い 多 い

第 6 表 坪刈り調査 (久見崎地先)

(1) ホソウミニナ

項目 No.	殻 重 (肉共g)	殻 高 (mm)	殻 径 (mm)		殻 重 (肉共g)	殻 高 (mm)	殻 径 (mm)
1	0.70	18	9	36	0.30	14	6
2	0.75	21	9	37	0.35	16	6
3	0.60	19	8	38	0.30	15	6
4	0.30	14	6	39	0.35	16	6
5	0.55	17	7	40	0.45	16	7
6	0.75	19	9	41	0.65	18	7
7	0.95	20	10	42	0.60	20	8
8	0.75	19	9	43	0.70	21	8
9	0.70	20	8	44	0.75	19	9
10	0.45	18	8	45	0.60	17	8
11	0.55	19	7	46	0.65	19	8
12	0.35	15	6	47	0.30	13	6
13	0.30	15	5	48	0.40	16	6
14	0.60	18	8	49	0.30	15	6
15	0.40	16	6	50	0.30	16	6
16	0.40	16	6	51	0.35	14	7
17	0.40	16	7	52	0.40	17	6
18	0.25	13	5	53	1.05	21	10
19	0.40	16	6	54	0.40	15	7
20	0.45	16	6	55	0.40	15	6
21	0.80	19	9	56	0.30	15	6
22	0.40	16	7	57	0.40	17	3
23	0.40	16	7	58	0.25	12	5
24	0.45	16	7	59	0.35	14	6
25	0.40	16	7	60	0.30	15	6
26	0.40	16	6	61	0.30	16	6
27	0.40	16	6	62	0.35	15	6
28	0.35	14	6	63	0.35	17	6
29	0.30	15	6	64	0.35	15	6
30	0.25	13	6	平 均	0.46	16	7
31	0.30	15	5				
32	0.55	17	7				
33	0.30	15	6				
34	0.40	17	7				
35	0.30	14	6				

(2) アゲマキ

項目 No.	殻重 (肉共g)	殻長 (mm)	殻高 (mm)	殻巾 (mm)
1	2.40	30	14	10
2	2.35	26	13	9
3	2.45	33	16	12
4	2.30	30	14	10
5	2.00	26	14	9
6	2.10	30	15	10
7	2.05	28	14	10
8	1.95	28	14	9
9	2.00	28	14	8
10	1.60	27	13	8
11	1.70	28	14	8
12	1.95	29	13	9
13	1.10	25	13	8
14	1.20	25	13	8
15	1.65	27	14	9
16	1.30	23	12	8
17	1.25	24	13	8
18	2.10	26	14	9
19	1.75	28	14	8
20	1.35	22	12	8
平均	1.81	22	14	9

(3) オチバガイ

項目 No.	殻重 (肉共g)	殻長 (mm)	殻高 (mm)	殻巾 (mm)
1	2.10	26	17	9
2	1.25	23	14	8
3	1.20	21	13	8
4	1.20	21	14	7
5	0.95	20	13	7
6	1.85	25	16	9
7	0.60	18	11	6
8	1.10	22	14	7
9	0.80	18	12	7
10	1.00	19	13	7
11	0.90	19	12	7
12	0.35	15	9	5
13	0.60	17	11	5
14	0.75	18	12	6
15	0.60	16	11	6
16	0.80	18	12	7
17	0.50	15	10	5
18	0.40	15	10	5
平均	0.94	19	12	7

(4) イソシジミ

項目 No.	殻重 (肉共g)	殻長 (mm)	殻高 (mm)	殻巾 (mm)
1	6.95	38	28	12
2	3.90	32	22	10
3	1.15	20	16	6
4	1.10	20	16	6
5	0.65	17	13	5
6	1.30	20	16	7
平均	2.51	25	19	8

(5) その他

イ) ヒメジャコ一種 3尾

体長 18mm

17mm

13mm

ロ) ヨシエビ 1尾

体長 25mm

第 7 表 坪刈り調査(倉浦地先)

項目 No	殻 重 (肉共 g)	殻 長 (mm)	殻 高 (mm)	殻 巾 (mm)	項目 No	殻 重 (肉共 g)	殻 長 (mm)	殻 高 (mm)	殻 巾 (mm)
1	11.00	31	28	18	13	4.60	22	21	14
2	8.70	30	26	17	14	3.90	22	21	13
3	6.55	26	23	15	15	4.90	24	22	14
4	7.40	28	25	16	16	4.85	23	21	14
5	7.00	28	25	15	17	4.75	23	21	14
6	5.75	25	22	15	18	3.80	22	19	12
7	5.00	24	22	14	19	4.15	23	20	13
8	5.30	25	23	14	20	2.80	19	18	11
9	5.20	25	22	14	21	1.95	17	15	10
10	5.50	24	22	14	22	1.30	15	13	8
11	5.05	24	22	13	平均	5.90	24	21	14
12	5.30	24	21	14					

第 8 表 一般採集(竹島対岸) (1)

(1) イソシジミ

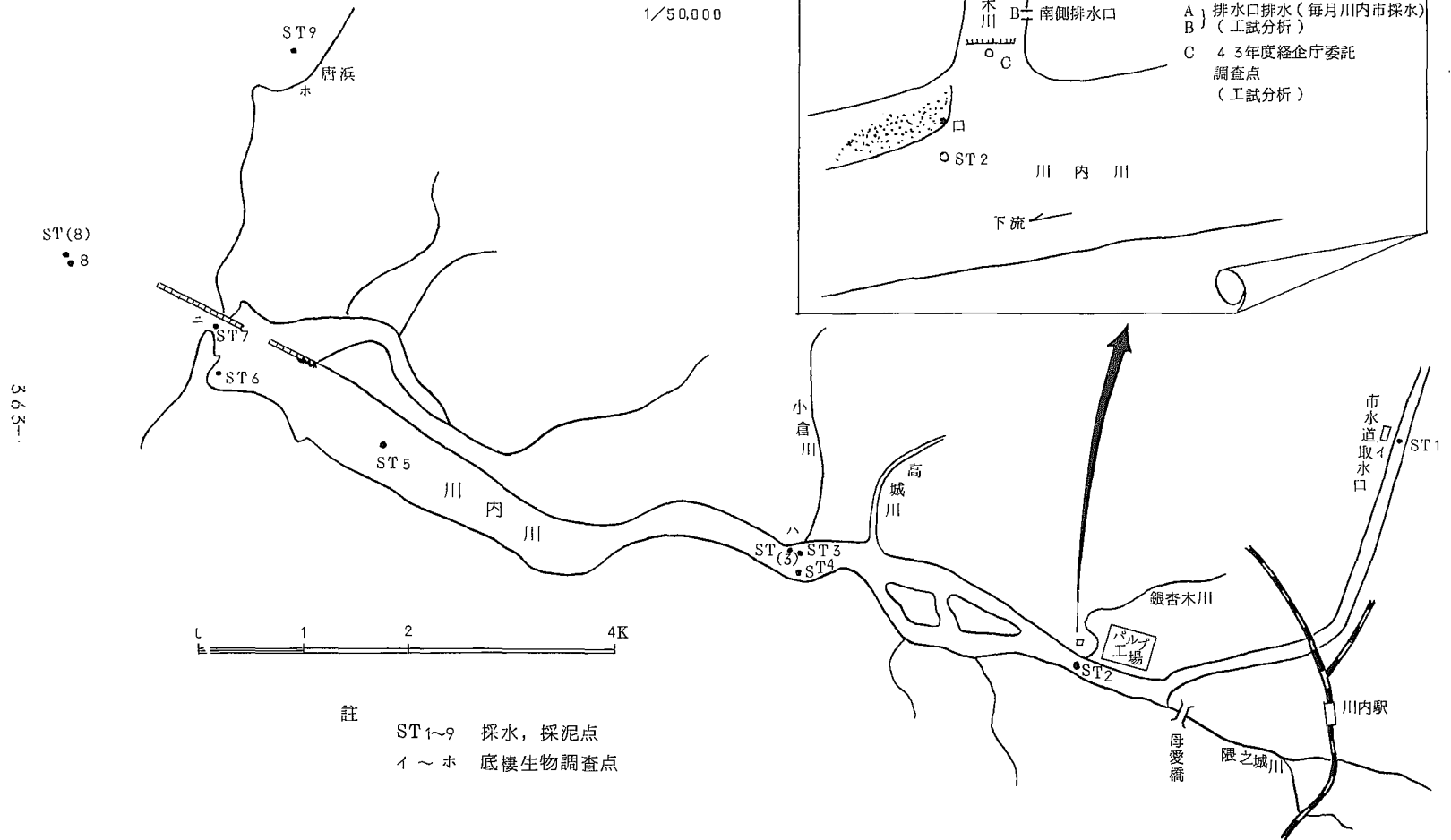
項目 No	殻 重 (肉共 g)	殻 長 (mm)	殻 高 (mm)	殻 巾 (mm)
1	6.95	36	27	13
2	4.90	33	26	11
3	5.45	33	24	12
4	4.30	32	24	11
5	4.35	31	24	11
6	5.50	33	25	12
7	4.60	33	24	11
8	3.35	30	23	10
9	3.70	29	22	11
10	4.30	33	24	11
11	3.10	28	21	10
12	3.20	29	21	10
13	3.30	28	22	10
14	2.90	27	21	9
15	3.40	28	22	10
16	3.00	28	21	19
17	1.90	25	18	8
18	2.45	24	19	10
19	1.95	25	19	8
平均	3.56	29	22	10

(2) シジミ

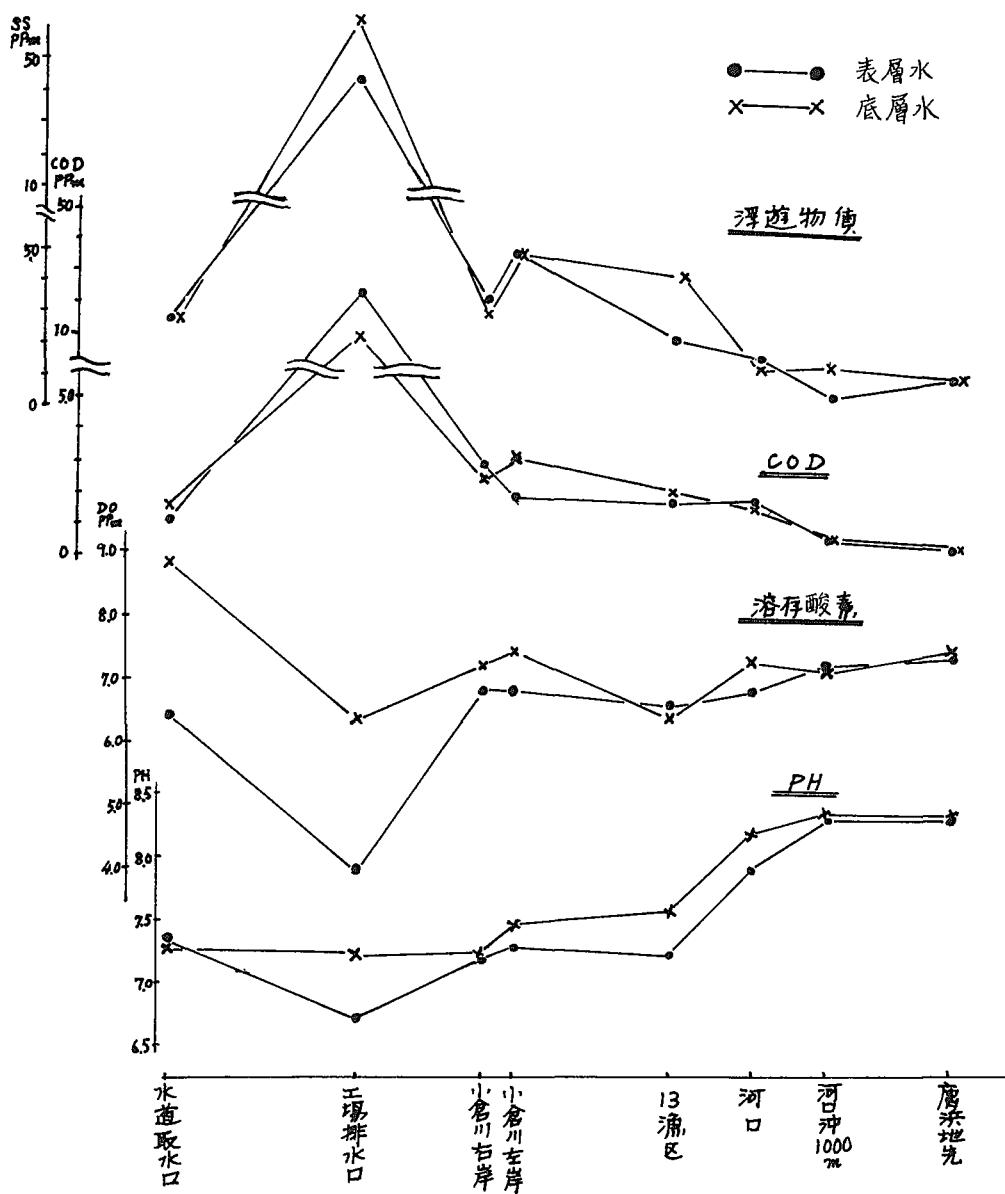
項目 No	殻 重 (肉共 g)	殻 長 (mm)	殻 高 (mm)	殻 巾 (mm)
1	22.15	41	35	22
2	14.90	36	30	20
3	18.05	37	33	21
4	11.45	31	29	18
5	10.60	31	28	18
6	9.60	29	26	18
7	5.55	24	23	14
8	4.35	22	20	13
平均	12.08	31	28	18

第1図 川内川水域調査点図

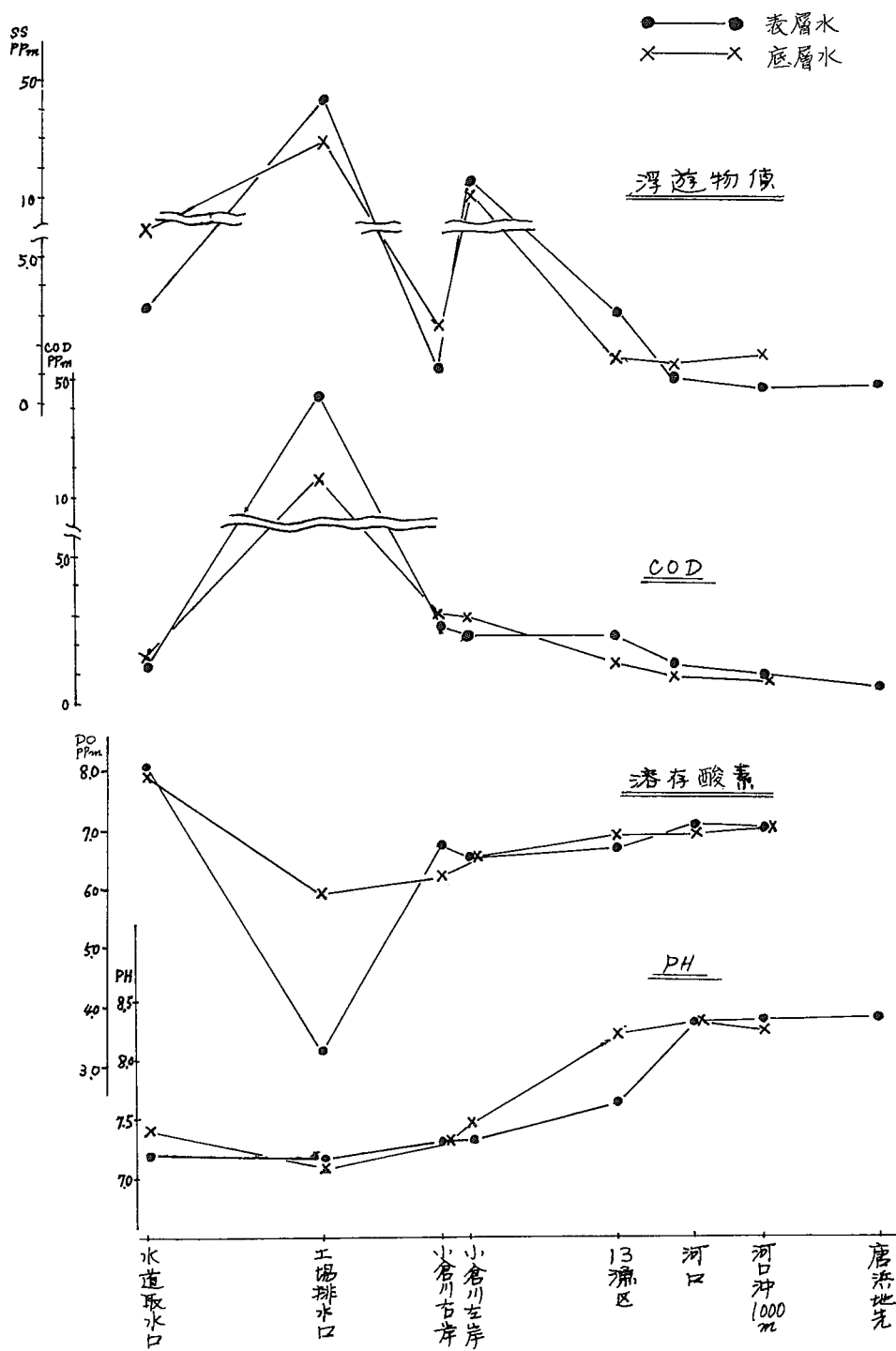
1/50,000



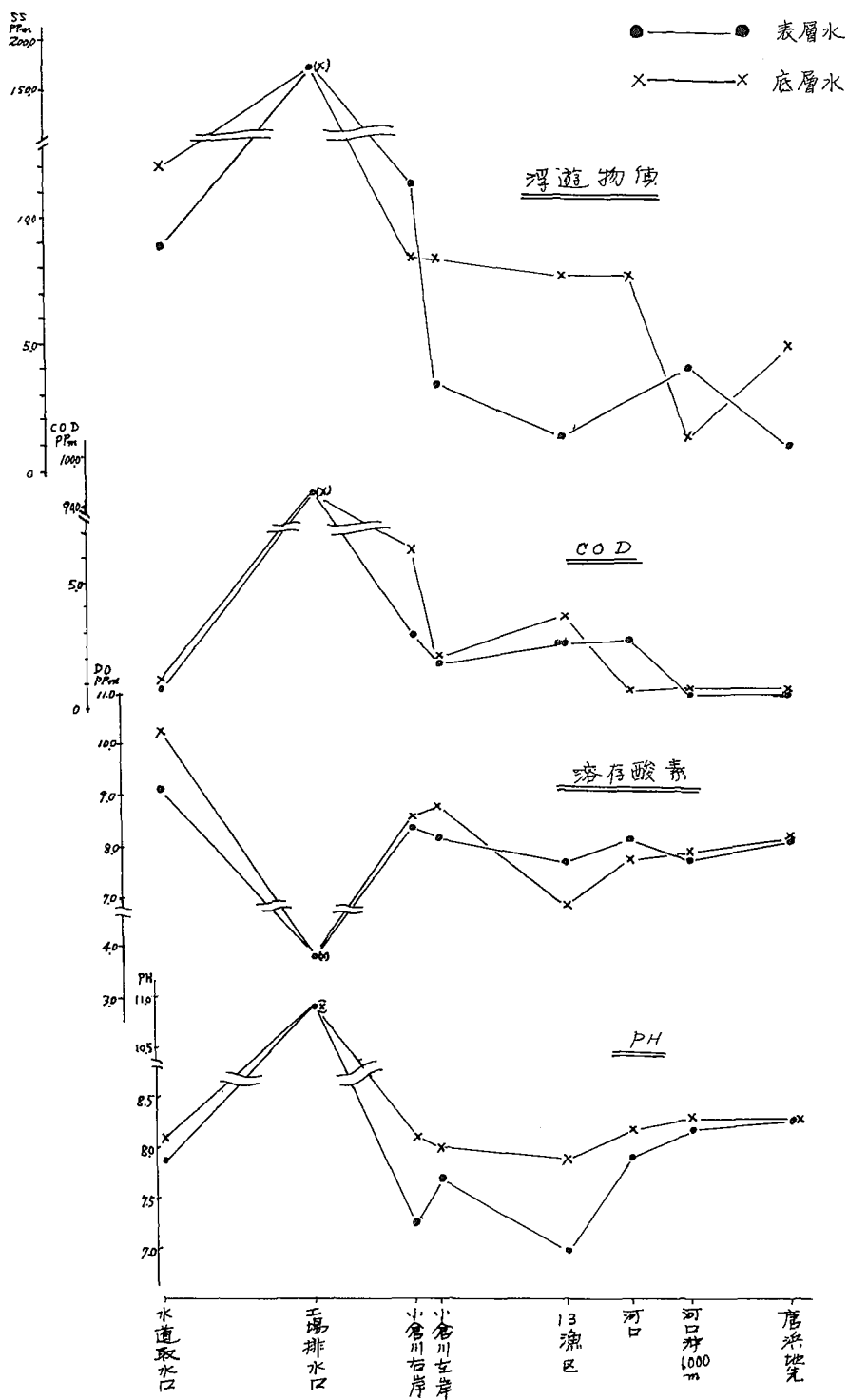
363-



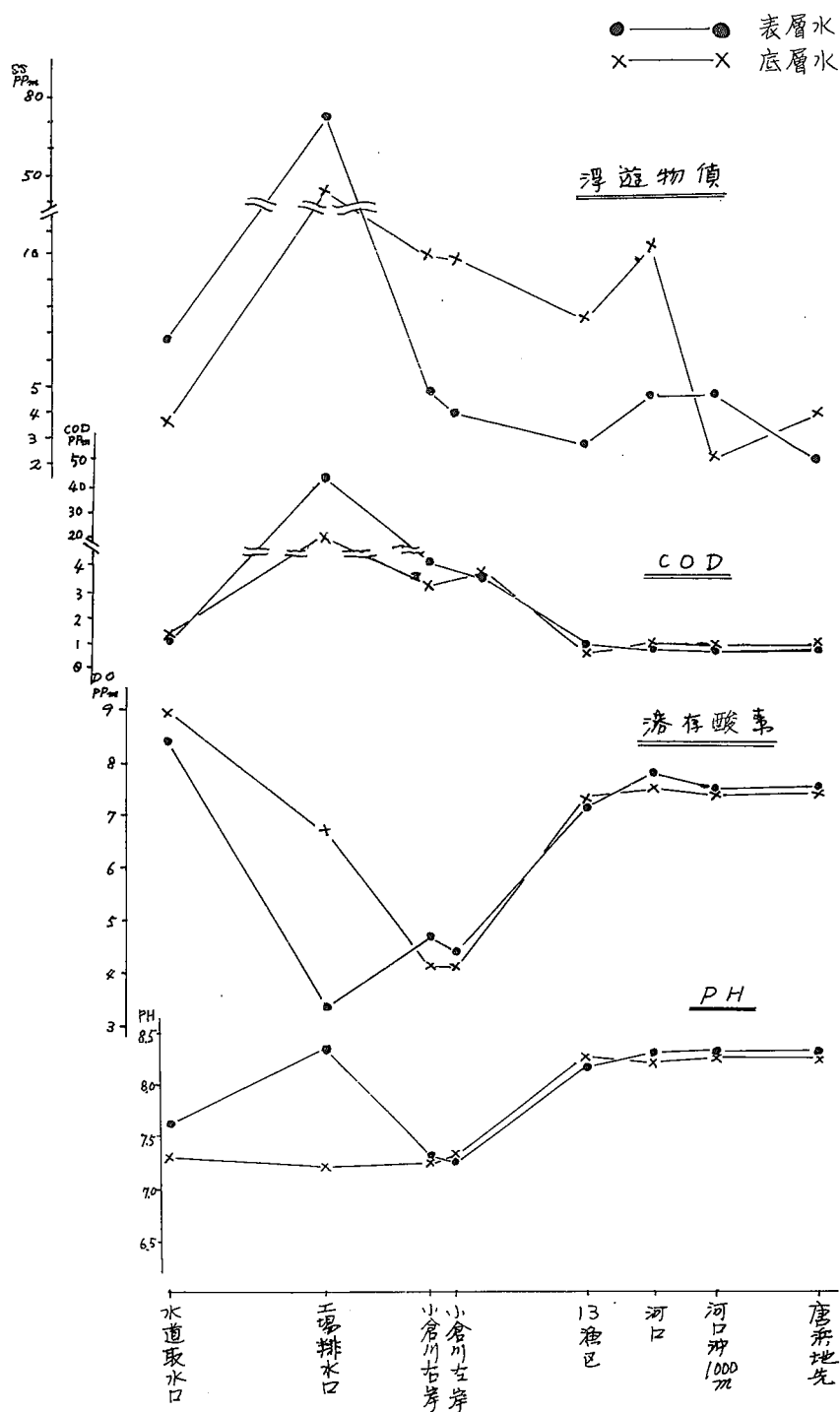
第2図 川内川水域の干汐時における水質の変動
 (第1回調査)



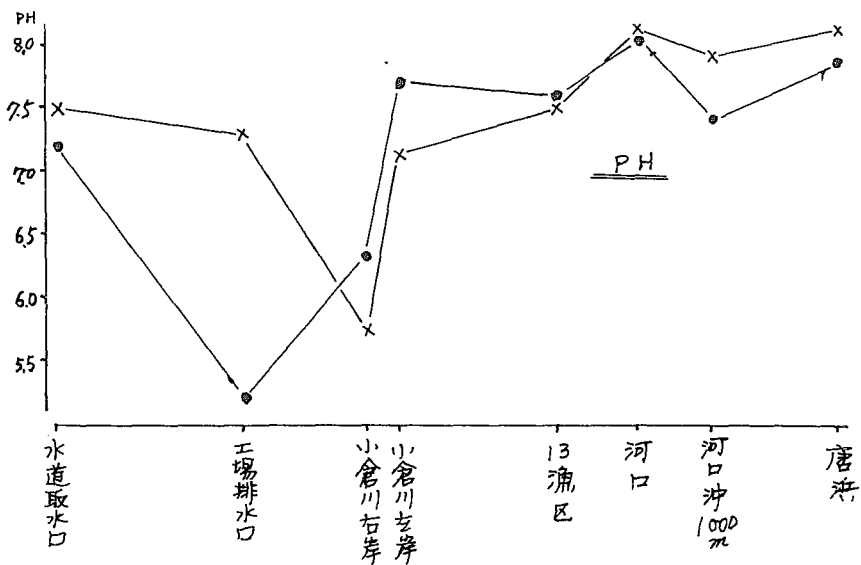
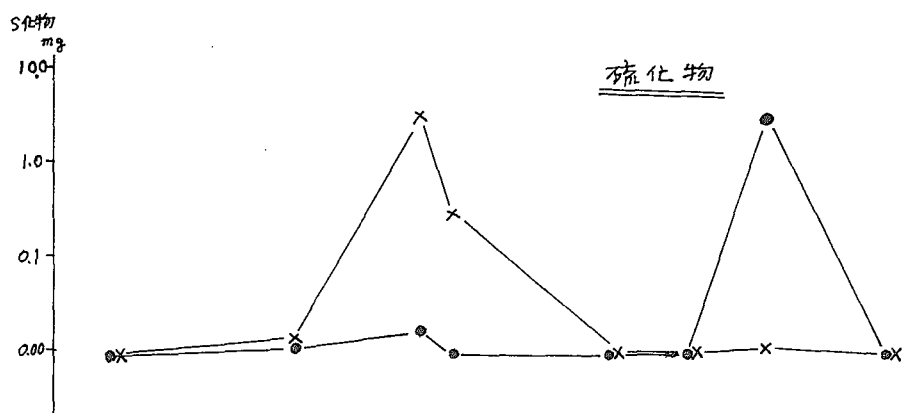
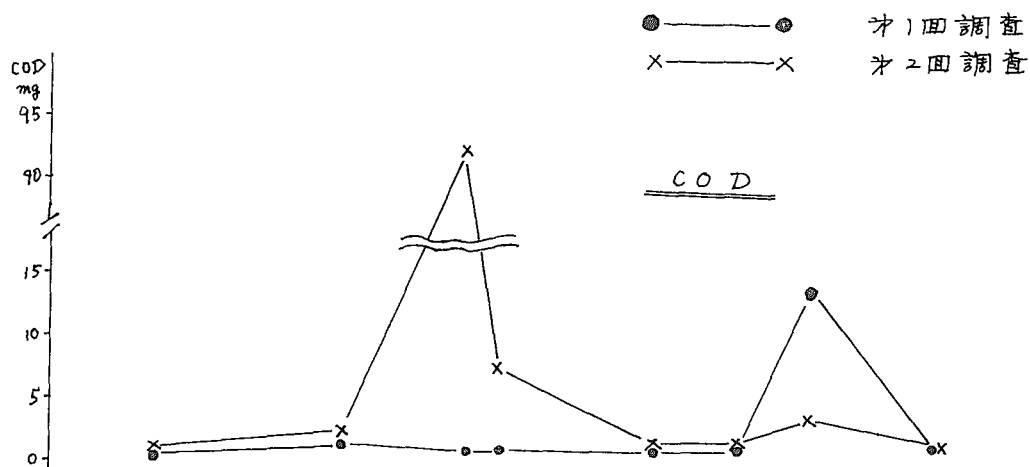
第 3 図 川内川水域の満汐時における水質の変動
(第 1 回 調 査)



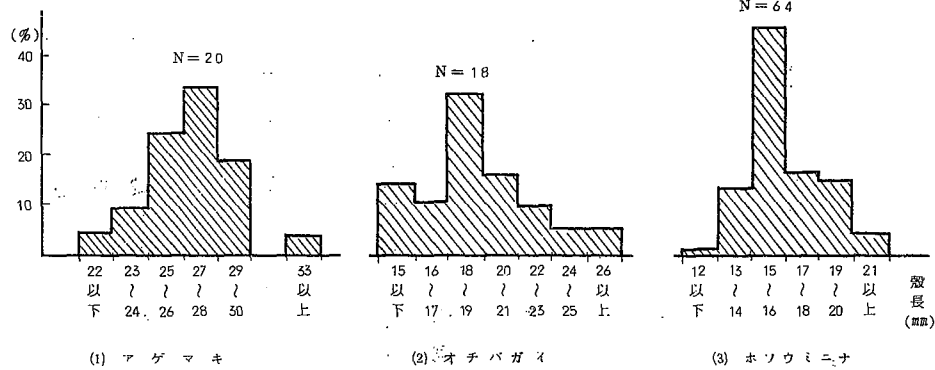
第4図 川内川水域の干汐時における水質の変動
(第2回調査)



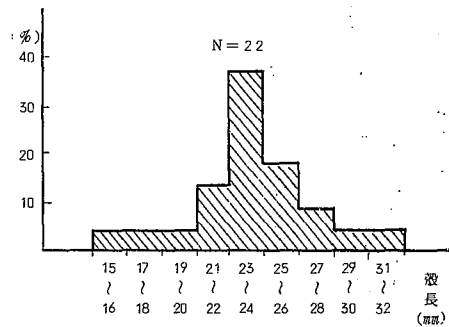
第5図 川内川水域の満汐時における水質の変動
(第2回調査)



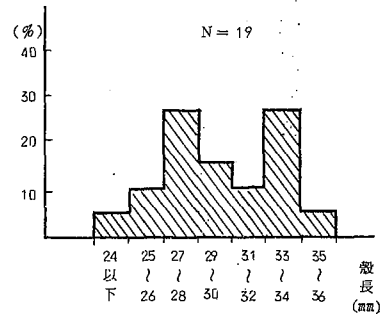
第6図 川内川水域における底質の変動
(第1回及び2回調査)



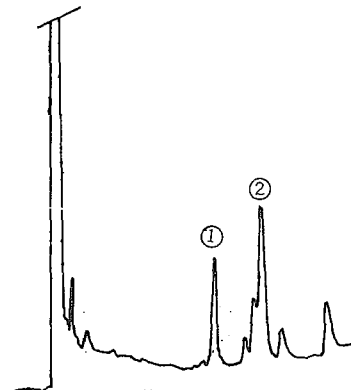
第7図 久見崎地先における主な生物の体長組成



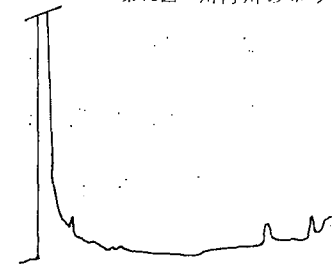
第8図 倉浦地先のシジミの体長組成



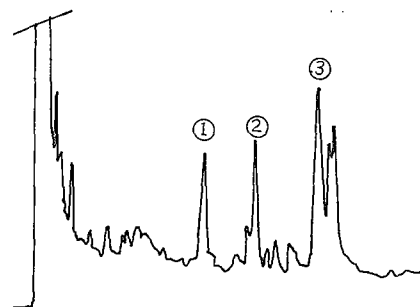
第9図 対島対岸のイソシジミの体長組成



第10図 川内川のボラ



第11図 鹿児島湾内のボラ



第12図 中バ廃水 (排水口から30 m)

担 当 者

畠	山	国	雄
弟	子	丸	修（文責）
上	田	忠	雄
武	田	健	二
荒	牧	孝	行（文責）
山	下	耕	平（漁政課）

油 臭 魚 藻 に 関 す る 調 査 試 験

原油等，鉱油類に原因する油臭魚藻に関する種々の試験を実施した。詳細は下記報告書で報告済みであるので参照されたい。

鹿児島湾西部海域水質調査研究報告書 昭和45年5月

鹿児島県

担 当 者 弟 子 丸 修

水 域 の 指 定 に 関 す る 調 査

昭和44年度経済企画庁委託に係わる水域指定調査を鹿児島湾北部海域について実施した。調査結果は，下記報告書に報告済みであるので参照されたい。

水域の指定に関する調査報告書（鹿児島湾北部海域） 昭和45年3月

鹿児島県

担 当 者	弟 子 丸	修
	上 田	忠 雄
	武 田	健 二

§ 川内川周辺に発生した病魚に関する研究

菌の分離、分離菌の性状、病原性の確立

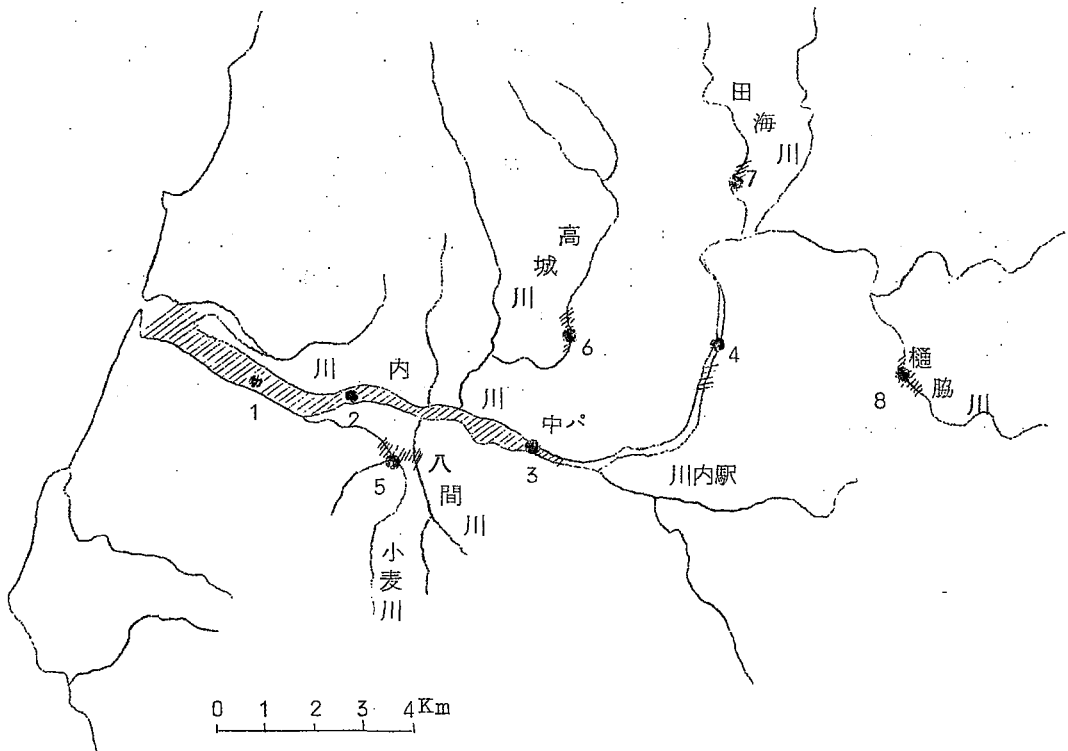
1969年7月以降川内川周辺に原因不明の病魚が発生した。病魚の外観的観察によると、胸鰭背鰭、尾鰭の発赤、魚体側部等に潰瘍症状が認められ、一次的あるいは二次的に感染したと思われる細菌性疾病と考えた。

近年、蓄養殖業の発展に伴い、魚病に関する調査研究事例も数多く報告されている。そのうちでウナギ、ニジマス、コイ、アユ、トラフグ、ハマチ等魚類の細菌性疾病についてはVibrio属、Pseudomonas属、Aeromonas属等、その他の病原菌を分離した報告がなされている。

そこでこれらの文献を参考にして、川内川周辺で発生した病魚により細菌学的検索を行なった結果、病原菌の分離、病原性の確立を得たので、その結果について報告する。

病魚の発生状況

病魚の発生場所は第1図に示した。主として川内川河口周辺に1969年7月～8月上旬ボラの病魚が多量発生し、その後9月下旬頃までボラ、ハゼ、コイ、フナの病魚が観察された。また川内川支流の小麦川でハエ、八間川でフナ、ハエ、高城川でフナ、アユ、雷魚の病魚を10月観察した。



第1図 病魚発生場所及び水質調査地点
/// ; 病魚発生場所 • ; 水質調査地点

また当時聴取した事項で田海川（9月）ハゼの一種、樋脇川（7～8月）雷魚の病魚が認められたとのことであった。

これら病魚の外観的症狀については写真1～5に示し、主な観察所見は次のとおりである。

(1) ボラ 写真1

体側、肛門附近、尾柄部の潰瘍、肛門の拡張出血、肝臓、脾臓の肥大、腸管内に出血斑が認められるのが特徴的である。また写真6に示すように肝臓が融解したものも認めた。

(2) ハゼ 写真2

体側の発赤潰瘍、肛門の拡張、肝臓、脾臓の肥大、腸管内に出血斑が認められる。

(3) 雷魚 写真3

頭部、体側の潰瘍、肝臓の出血斑、殆んど遊泳しないで静止していた。

(4) コイ、フナ 写真4

鱗下の出血斑、鰭のすれ、欠損出血、眼球突出、肛門の出血拡張、肝臓の肥大、胆のうの肥大濃緑色が認められる。

(5) アユ 写真5

鰓に出血、体側に発赤腫張、肛門の出血が認められる。

細菌の分離

分離に供した病魚は1969年9月～10月、川内川周辺において発病した体長10～14cmのハゼ4尾、体長16～21cmのボラ4尾、体長43cmの雷魚1尾、体長27cmのフナ1尾、体長、22cmのアユ1尾である。

分離方法は、一般に海産病魚から分離する場合、培地の食塩濃度は3%を使用し、淡水魚から分離する場合は0.5%を使用する。そこで病魚ハゼの病変部、肝臓部、腎臓部を食塩0.5、1.5、3.0%添加普通寒天培地に塗抹分離を行なった。そして30℃24時間後における集落の大きさは、1.5%＞0.5%＞3.0%の順で1.5%食塩添加培地が最も発育良好であった。更に、これらの分離菌を0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0%食塩添加1%ペプトン水における発育を観察した結果、何れも1.0%食塩添加ペプトン水が最も良好な発育を示した。

そこで、今後は各試験に使用した。培地の食塩濃度は1%である。

病魚体をできるだけ無菌的処理によって、1%食塩添加普通寒天培地により分離菌を用いて、復元試験を行なった結果、病原性を示した分離菌は第1表のとおりである。

第 1 表 分離材料に用いた病魚の症状

分離菌	採取月日	場 所	魚 種	体 長 _{cm}	使用尾数	分離部位	主 な 症 状
I	9. 3	川内川	ハゼ	10~14	4	腎 臓	皮膚潰瘍
II	"	"	"			"	肛門の拡張
III	"	"	"			肝 臓	肝臓, 脾臓の肥大 腸管内出血斑
I	9.25	川内川	ボラ	16~21	4	潰瘍部	皮膚潰瘍
I	"	"	"			"	肛門の拡張出血
II	"	"	"			肝 臓	肝臓, 脾臓の肥大
III	"	"	"			"	腸管内出血斑
III	"	"	"			腎 臓	肝臓融解
II	10.31	高城川	アユ	22	1	腫張部	鰓出血
II	"	"	"			肝 臓	体側腫張発赤 肛門の出血
II	10.3.1	高城川	フナ	27	1	肝 臓	鱗下出血斑, 眼球突出 肛門の拡張, 肝臓, 胆 のうの肥大
II	10.3.1	高城川	雷魚	43	1	肝 臓	頭部, 背部潰瘍, 肝臓 出血斑

水 質 調 査

病魚の発生した場所の水質, 泥質の汚染度を知る目的で, COD (アルカリ高温法) を分析した結果は第2表のとおりで, 調査地点図は第1図に示した。

水質のCODは中バ排水口附近では41PPmと著しく汚染されている。しかし河口に向うに従って減少し, 河口附近では2PPmである。更に川内川支流の八間川, 高城川, 樋脇川では1PPm以下でCOD値からみた汚染度は考えられない。

泥質も中バ排水口附近では66mg/gと著しく高い値が認められるが水質同様, 河口附近では3~6mg/gに減少している。また, 川内川支流の高城川は4mg/gで少ない値を示している。しかし八間川, 樋脇川は10.13mg/gでやや高い値が認められた。

第2表 COD値

地点	水 質 (PPm)	泥 質 (mg/g)
1	2.34	3.11
2	4.44	5.79
3	41.28	66.47
4	0.87	2.66
5	0.63	9.90
6	0.37	3.70
7	0.34	—
8	0.76	13.27

分離菌の集落の形と構造

普通寒天平板培地上における、30℃、24時間培養し観察した結果は第3表のとおりである。

第3表 分離菌の集落の形と構造

分離菌	細胞形	大きさ(mm)	形	断面形	構造	透明度	色調	硬度
I	短桿菌	1.0～1.5	円形		顆粒状	半透明	乳黄色	脂肪状
II	短桿菌	0.5～1.0	円形		顆粒状	半透明	乳黄色	脂肪状
III	短桿菌	0.5～1.0	円形		顆粒状	半透明	乳黄色	脂肪状

すなわち、細胞形態は3分離菌ともに両端鈍円の短桿菌である。また3分離菌とも集落の大きさは0.5～1.5mm、形は円形、断面の形は丘状、構造は平滑または微細顆粒状、透明度は半透明、色調は乳黄色で硬度は脂肪状であり、3分離菌ともに全く同様の性状を示した。

分離菌の培養的性状

分離菌の培養的性状検査に用いた培地は、日本栄養化学製で、検査方法の概略は次のとおりである。また培養温度は30℃で行なった。

グラム染色	; HUCKER の変法
色素産生	; キングB培地、7日間培養
運動性	; S.I.M培地による半流動寒天法
硫化水素産生	; S.I.M培地に7日間培養し、その間の硫化水素発生の有無を観察した。
V.P反応	; ブドウ糖・リン酸ペプトン培地を用い3日間培養
M.R試験	; 上記培地を用い3日間培養
クエン酸塩利用	; K.P有機酸塩基礎培地に1%の割合で添加、14日間培養
ゼラチン液化	; 25%ゼラチン、高層穿刺22℃、7日間培養
メチレンブルー還元性	; ブイヨン培地に24時間培養
チトクローム酸化	; I.Nペプトン培地に24時間培養
インドール反応	; MIS培地に24時間培養後 EHRLICH 法で判定
硝酸塩の還元性	; I.Nペプトン培地に3日間培養
カタラーゼ反応	; 24時間培養後の菌体を、スライドガラス上で3%過酸化水素と混合し発泡の有無により判定した。
O.F試験	; ヒュー・レイフソン培地を用い好氣的、嫌氣的条件のもとで、24時間培養した。

上記の方法により、分離菌の培養的性状検査の結果は第4表に示すとおりである。

すなわち、分離菌Iは運動性、M.R試験、クエン酸塩利用、ゼラチン液化、メチレンブルー還元性、チトクローム酸化、硝酸塩の還元、カタラーゼ反応陽性で、グラム染色、色素産生、硫化水素産生、V.P反応陰性である。分離菌IIは運動性、クエン酸塩利用、ゼラチン液化、メチレンブルー還元性、チトクローム酸化、インドール反応、硝酸塩の還元、カタラーゼ反応陽性でグラム染色、色素産生、硫化水素産生、V.P反応陰性でM.R試験は疑陽性である。分離菌IIIは運動性、M.R試験、メチレンブルー還元性、インドール反応、硝酸塩の還元、カタラーゼ反応陽性で、グラム染色、色素産生、硫化水素産生、V.P反応、ゼラチン液化陰性で、クエン酸塩利用、チトクローム酸化は疑陽性を示した。O.F試験は3分離菌ともに醗酵形式であった。

第 4 表 分離菌の培養的性状

分離菌	グラム染色	色素産生	運動性	硫化水素産生	O・F試験	V・P反応	M・R試験	クエン酸塩利用	ゼラチン液化	メチレンブルー還元性	チトクローム酸化	インドール反応	硝酸塩の還元	カタラーゼ反応
I	—	—	+	—	酵	酵	—	+	+	+	+	+	+	+
II	—	—	+	—	酸	酵	—	±	+	+	+	+	+	+
III	—	—	+	—	酸	酵	—	±	—	+	±	+	+	+

分離菌の各種炭水化物分解性

糖分解用半流動基礎培地に0.5～1.0%に糖を加え、30℃、48時間後判定した結果は第5表のとおりである。

第 5 表 分離菌の各種炭水化物分解性

分離菌	乳糖	白糖	ブドウ糖	アラビノース	セロビオース	マルトース	ラムノース	トレハロース	キシロース	マンニット	アドニット	イノシット	ソルビット	デンプン	グリセリン	ザリシン	ダルシトール
I	—	—	+	—	—	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
II	—	+	+	—	—	+	—	+	—	—	—	—	—	+	±	—	—
III	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

すなわち、分離菌Iはブドウ糖、マルトース、トレハロース、マンニットを分解するが、乳糖白糖、アラビノース、セロビオース、ラムノース、キシロース、アドニット、イノシット、ソルビット、デンプン、グリセリン、ザリシン、ダルシトールは分解しない。分離菌IIは白糖、ブドウ糖、マルトース、トレハロース、デンプンを分解するが、乳糖、アラビノース、セロビオースラムノース、キシロース、マンニット、アドニット、イノシット、ソルビット、ザリシン、ダルシトールは分解しなく、グリセリンは疑陽性である。分離菌IIIはブドウ糖だけを分解し、用いた他の糖は分解しなかった。

分離菌の食塩濃度の影響

1%ペプトン水に0~10%(W/V)の種々の割合に食塩を添加した7ml培地に1白金耳菌を接種し、30℃、48時間培養後、セル10mm、波長560mμにおける濁度を測定し、その発育程度を試験した結果は第2図に示した。

分離菌Ⅰは食塩濃度4%まで均一な菌液であり、至適濃度は0.5~1.0%で、無添加、あるいは1.5~3.0%では発育や良好、4%では微弱あり、5%以上では発育しない。分離菌Ⅱは食塩濃度0~2%までは均一な菌液であるが、2%以上の濃度ではへん平な菌塊を形成する。その至適濃度は0.5~1.0%である。そして1.5~2.5%で発育やや良好、3~4%では微弱であって5%以上では発育しない。分離菌Ⅲは6%まで均一な菌液である。

前二者に比較して傾向が異なる。すなわち食塩無添で発育良好であって、食塩濃度が増加するに従い発育は減少し7%以上では発育しない。

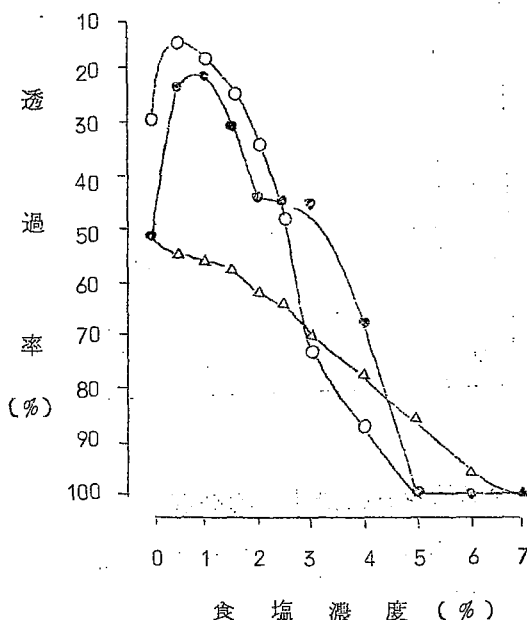
復元試験

病魚からの分離菌が健康な魚に対し、果して川内川で発生した同様な症状を復元し得るかどうかを試験する目的で復元試験を実施した。

供試魚は指宿内水面種苗場で飼育されていた、健康な体長10~12cm、体重16~25gの稚ゴイを試験に用いた。供試菌は1%食塩添加、1%ペプトン水、30℃、24時間培養した菌液を、右胸鰭下部に0.1mlの割合に筋肉に、5尾あて接種し、水量70ℓで隔日換水、水温23~24℃の環境条件のもとで8日間観察を行なった。

観察結果を第6表、外観症状は写真6に示した。

分離菌Ⅰは1日後に、接種部位に腫張がおこり、2~3日後には発赤腫張に変化し、3日後1尾へい死、4日後には発赤腫張は著しく、体表に強い粘液が附着し、胸鰭、背鰭に発赤が認められるようになって、6日後には全部へい死した。分離菌Ⅱは1日後に接種部位に腫張がおこり、2~4日後には発赤腫張に変化した。更に5~6日には発赤腫張は著しく進行し、7日後には接種部位の表皮が破れ、出血性潰瘍を形成して、自然感染の場合と殆んど同様の症状が認められた。分離菌Ⅲは1~2日後に接種部位に腫張がおこり、3日後2尾発赤腫張、2尾腫張、4日後発赤腫張の1尾へい死、更に5日後、他の発赤腫張の1尾もへい死した。しかし8日後の観察では腫張2尾、健康1尾であった。また対照としてペプトン水を0.1mlの割合で接種し、同時に観察



第2図 分離菌の食塩濃度の影響

- — ● ; 分離菌Ⅰ
- — ○ ; " Ⅱ
- △ — △ ; " Ⅲ

したが全く異常は認められなかった。復元された病魚は表皮粘液の異常分泌、肛門の拡張、黄色便が認められ、臓器内では胆のう、肝臓の肥大が著しかった。また、接種部位、内臓器管の塗抹染色検鏡と、培養試験を行なってみると多数の供試菌が検出された。

第 6 表 分離菌のコイに対する毒性

分離菌	0 日	1 日	2 日	3 日	4 日	5 日	6 日	7 日	8 日
I	0/5 健康 5 尾	0/5 腫張 5 尾	0/5 発赤腫張 5 尾	1/4 発赤腫張 4 尾	2/2 発赤腫張 胸背鱗発 赤 2 尾	1/1 発赤腫張 胸背 発 赤 1 尾	1/0 全部 へい死		
II	0/5 健康 5 尾	0/5 腫張 5 尾	0/5 発赤腫張 5 尾	0/5 発赤腫張 5 尾	0/5 発赤腫張 5 尾	0/5 発赤腫張 著しい 5 尾	0/5 発赤腫張 著しい 5 尾	0/5 潰瘍形成 5 尾	0/5 潰瘍形成 5 尾
III	0/5 健康 5 尾	0/5 腫張 4 尾 健康 1 尾	0/5 腫張 4 尾 健康 1 尾	0/5 発赤腫張 2 尾 腫張 2 尾 健康 1 尾	1/4 発赤腫張 1 尾 腫張 2 尾 健康 1 尾	0/4 発赤腫張 1 尾 腫張 2 尾 健康 1 尾	1/3 腫張 2 尾 健康 1 尾	0/3 腫張 2 尾 健康 1 尾	0/3 腫張 2 尾 健康 1 尾

註 上段；死／生

1969年8月以降、川内川周辺に原因不明の病魚が発生した。当時農薬による原因ではないかと考えられたが、農薬等による急性毒の場合は、魚類は一時的にへい死して、へい死は持続しないものとする。そこで、病魚の外観及び内臓諸器管の観察結果から、細菌性疾患と考えると、病原菌の分離検索を実施した。

細菌分離に用いた材料は第1表に示したように、当時発病したハゼ、ボラ、アユ、フナ、雷魚の潰瘍部、肝臓部、腎臓部である。これら材料から分離された分離菌をコイに接種した結果、写真7に示したように潰瘍を形成した。また、接種試験結果から明らかなように、川内川周辺で発生した病魚と同様な症状を示したので、本魚病の直接的原因は一次的、あるいは二次的に感染した細菌性疾患と考える。

分離菌は培養の性状、炭水化物分解性および食塩濃度が発育に及ぼす影響結果から3菌株に分類される。分類菌Ⅰ及びⅡはこれらの性状結果から推察して殆んど類似した菌株であるが、分離菌Ⅲは前二者とは異なるように思われる。

各分離菌の出現頻度は分離菌Ⅰ及び分離菌Ⅱが最も高く、これらの菌株が主原因であると推察される。このように2～3種類の病原菌が作用することは、魚類の細菌性疾患の場合は混合感染することも報告されているので、本魚病から3菌株が分離検出されたとしても不合理とは考えられ

ない。一般に魚類の細菌性疾病は経口的か、あるいは魚体の損傷部位から感染する場合が普通である。本疾病の場合は発生地区に細菌の栄養源、あるいは細菌の発育に好適環境条件が生じて、病原菌が発生したか、あるいは何んらかの原因で魚体の損傷または衰弱により細菌性疾病を併発したかは本調査からは推論出来ない。しかし復元試験結果からも明らかなように本疾病の原因は細菌によるものと考えてよい。

第1図に示したように、病魚発生場所は局地的でなく、かなり広範囲に発生した。このことは局地的に病原体が発生し、魚類に感染して、保菌魚がさく上したために発生するようになったかどうかは現段階では推論できない。

今後自然条件下における感染試験、あるいは自然界における病原菌の分布調査を実施することにより推論できるのではないかと考える。

発育に及ぼす食塩濃度については、至適温度検討なしに実施したが、この点については更に検討する予定である。しかし、30℃における食塩の至適濃度は0.5～1.0%であることから、陸水か半かん水（河口附近）に由来するものではないかと考える。

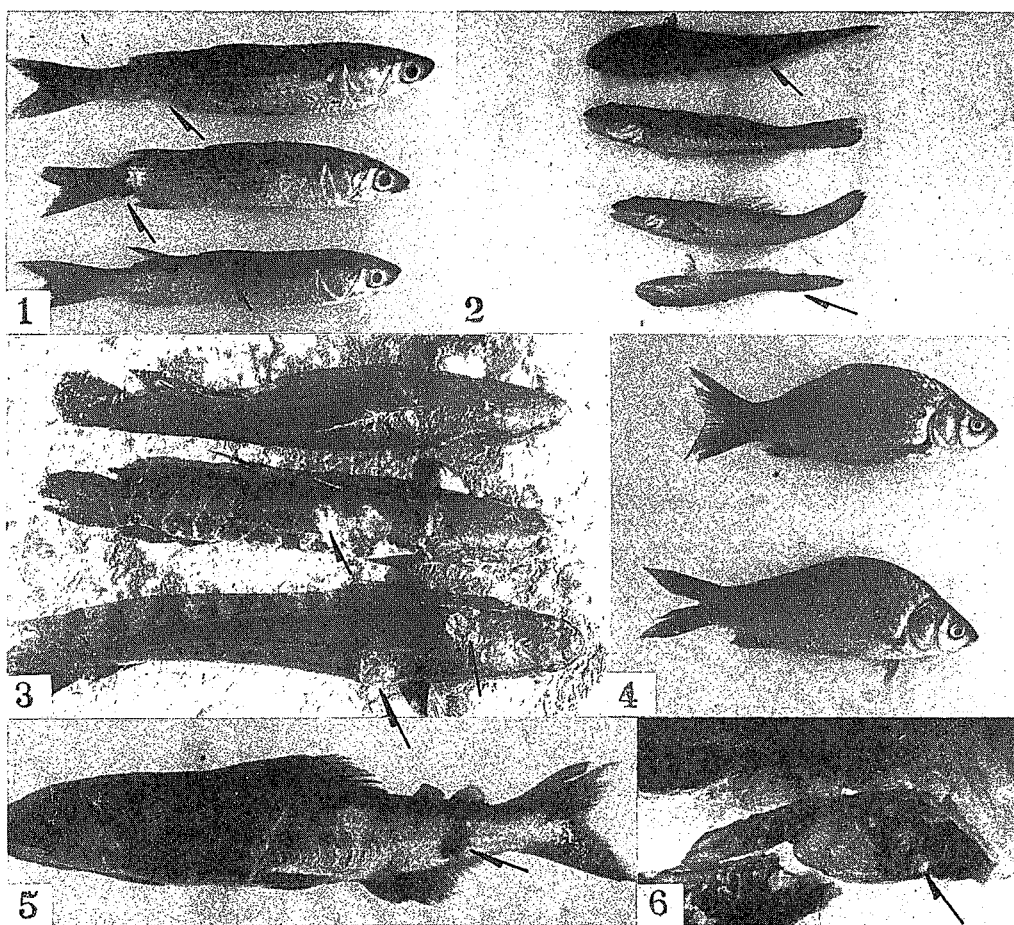
本試験は病魚の発生状況、病原菌の分離、病原性の決定を行なった。病原菌の同定については、各性状からみて、またO・F試験結果が酸化形式でなく、醗酵形式を示したので、Aeromonas属かVibrio属類似の病原菌と考える。更に、種属同定に必要な、詳細な試験結果により同定する予定である。

担 当 者

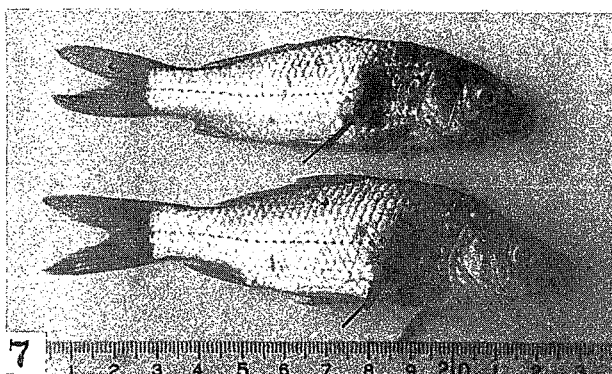
上 田 忠 男

武 田 健 二

荒 牧 孝 行



1. ボラ病魚の外観的症状
2. ハゼ病魚の外観的症状
3. 雷魚病魚の外観的症状
4. フナ病魚の外観的症状
5. アユ病魚の外観的症状
6. ボラ肝臓部の潰瘍症状

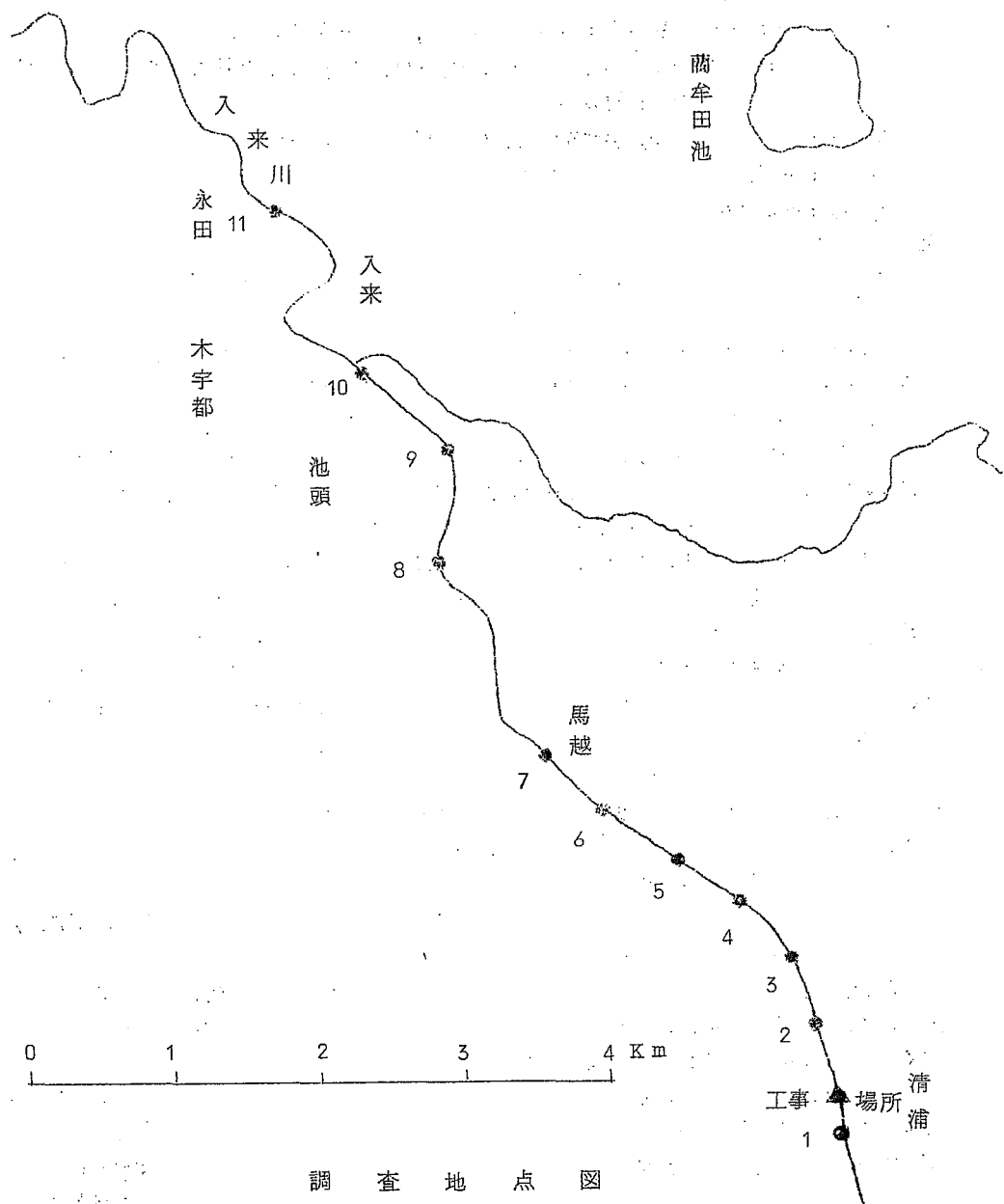


7. 分離菌Ⅱを筋肉内接種したコイの外観的症状

§ 治山工事廃水による水質調査

1 工事場所及び水質調査地点

工事場所及び水質調査地点は下図に示した。



2 調査月日

昭和44年12月16日 ; 定点調査

昭和45年 3月30日 ; 定時調査

昭和45年 3月31日 ; 定点調査

3 分析項目

DO (溶存酸素量) ; ウィンクラ法

COD (化学的酸素消費量) ; 高温 (100℃, 30分) アルカリ法

アルカリ度 ; BCGを指示薬として / , H_2SO_4 で滴定し, PH4.3アルカリ度, CaCO₃PPmで表わした。

硬度 ; EDTA硬度滴定法で滴定し, CaO PPmで表わした。

鉄 ; オルソフエナンスロリンによる比色分析

濁度 ; セル50mm, 波長560mmによる透視度。

4 結果

定点調査12月, 3月の2回及び地点2, 3, 4における1時間毎の定時調査を3月1回調査した。その分析結果は別表及び別図に示した。

DO (溶存酸素量) は12月, 11~12PPm, 3月は10~11PPmであった。この値では水産生物に悪影響を及ぼすとは考えられない。またDO分析値によっては工事廃水の影響は殆んど考えられなかった。

COD (化学的酸素消費量) は12月0.3~0.5PPm, 3月は0.6~0.8PPmで, 3月は全般的に高い値を示した。12月の調査結果で, 地点1は0.3PPmであり, 工事場所500m下流の地点2で0.5PPmとやや高い値を示したのは工事廃水による影響と考えられる。また全般的にみて上流は低い値を示し, 下流の地点11は高値を示したことは入来町の都市下水等による影響と考える。しかしCOD値からみた入来川の汚濁状況は著しいとは考えられない。

硬度は12月, 13~15PPm, 3月, 23~26PPmであって, 3月は全般的に高い値を示した。12月の調査で地点1が13PPmと低いのに対し, 地点2, 3が15.6PPm, 15.1PPmで高いが地点4から下流は14PPmと平衡を保っている。このように硬度値からみた工事廃水の影響は地点4 (工事場所1600m下流) 附近までと考える。

アルカリ度は12月, 25~27PPm, 3月, 23~26PPmであって, 12月が全般的に高い値を示した。アルカリ度の分析値からは工事廃水の影響は推察できない。

鉄分は12月, 0.3~0.6PPm, 3月, 0.3~0.7PPmであって, 3月が全般的に高い値を示した。鉄分分析値からも工事廃水の影響は推察できなかった。

濁度は12月の調査結果で, 地点1は99%, 地点2は66%に透視度が低下し, 更に地点3, 4, 5と下流は透視度が上昇していることは工事廃水の影響と考える。

定時調査結果で, 硬度は地点別の相違は殆んど認められないが, 経時的には13時の分析値が最も低く, その前後の時間は上昇する。濁度は地点別では地点2が最も透視度低く, 地点3, 4と高くなる。経時的には午前より午後に低下する。

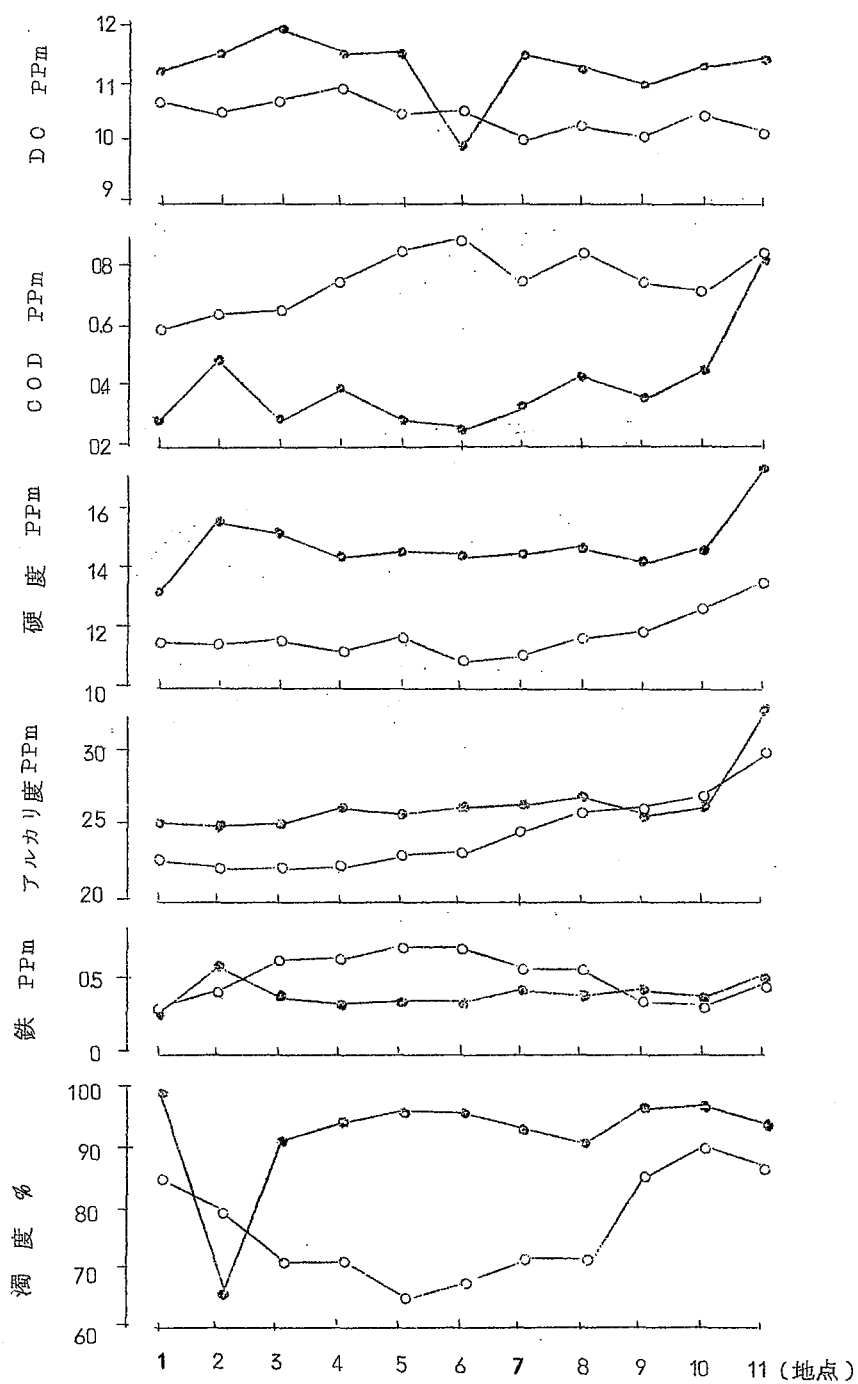
以上の分析結果から工事廃水の汚濁状況を推察すると, COD, 硬度, 濁度から考察して地点4~5 (工事場所1600~2000m下流) 附近までと考えられる。また十曾川上流における治山工事廃水による水質分析結果でも, 工事場所1000~1500m下流附近までと観察されたことから, 当工事廃水も同程度と考える。しかし河川の漁業生産力に及ぼす影響は更に下流にまで及ぶことも懸念される。 担当者 上田忠男・武田健二

水質分析表（定点調査）

調査 月日	項目 地点	DO (PPm)	COD (PPm)	硬度 (PPm)	アルカリ度 (PPm)	鉄 (PPm)	濁度 (%)
12 月 16 日	1	11.31	0.30	13.2	25.4	0.30	99
	2	11.45	0.50	15.6	25.4	0.59	66
	3	11.86	0.31	15.1	25.6	0.42	92
	4	11.54	0.38	14.4	26.2	0.35	94
	5	11.50	0.30	14.6	26.0	0.36	96
	6	9.94	0.28	14.4	26.4	0.36	95
	7	11.51	0.34	14.5	26.4	0.42	93
	8	11.25	0.44	14.8	27.0	0.39	90
	9	10.92	0.38	14.2	26.0	0.41	96
	10	11.28	0.46	14.6	26.4	0.36	96
	11	11.42	0.81	17.4	33.0	0.45	93
3 月 31 日	1	10.74	0.62	11.6	22.9	0.33	85
	2	10.46	0.65	11.6	22.3	0.46	79
	3	10.65	0.66	11.8	23.3	0.64	71
	4	10.89	0.76	11.2	23.3	0.64	72
	5	10.47	0.86	11.8	24.3	0.71	65
	6	10.66	0.89	11.0	24.3	0.71	67
	7	10.08	0.76	11.2	25.1	0.56	72
	8	10.31	0.85	11.8	26.1	0.57	72
	9	10.17	0.75	12.0	26.3	0.37	84
	10	10.48	0.72	12.8	27.3	0.32	88
	11	10.15	0.84	13.6	30.2	0.42	85

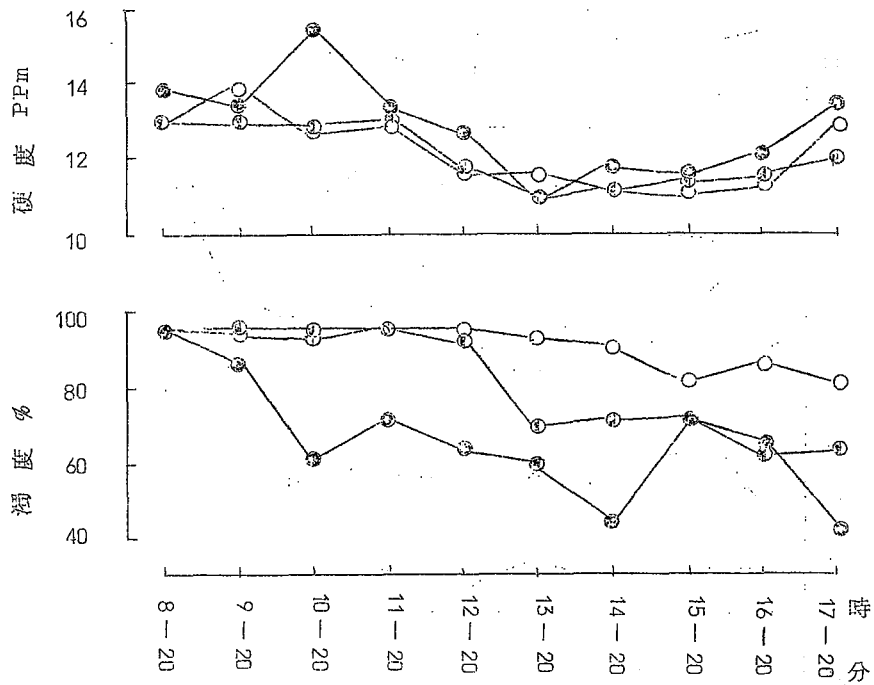
水質分析表（定時調査）

地 点 項 目 時 間	2		3		4	
	硬 度 PPm	濁 度 %	硬 度 PPm	濁 度 %	硬 度 PPm	濁 度 %
8 — 20	14.0	9.7	13.1	9.6	13.2	9.7
9 — 20	13.5	8.7	12.9	9.7	13.9	9.5
10 — 20	15.6	6.2	12.9	9.6	12.9	9.3
11 — 20	13.3	7.1	13.2	9.5	13.0	9.5
12 — 20	12.8	6.4	11.9	9.2	11.8	9.4
13 — 20	11.0	6.0	11.6	7.0	11.1	9.3
14 — 20	11.8	4.5	11.2	7.2	11.4	9.0
15 — 20	11.7	7.2	11.5	7.2	11.2	8.2
16 — 20	12.2	6.5	11.6	6.4	11.7	8.7
17 — 20	13.7	4.3	12.1	6.6	13.2	8.2



各分析項目の地点別変化図

●; 12月16日調査 ○; 3月31日調査



硬度、濁度の経時の変化(3月30日)

●; 地点 2, ◐; 地点 3, ○地点 4

§ 内水面養魚場水質調査

養魚者の依頼により、下記養魚場の水質調査を行なった。

1 調査場所	月	日	対象魚
(1) 川内市上川内町	4 4.	4. 2 4	ウナギ
(2) 川辺町清水	4 4.	5. 1 4	コイ
(3) 南種子町茎永	4 4.	5. 2 6	ウナギ
(4) 鹿児島市坂元町	4 4.	6. 2 0	コイ
(5) 鹿児島市谷山塩屋町	4 4.	9. 1	コイ
(6) 鹿児島市和田町	4 4.	1 0. 3 1	つり餌用エビ
(7) 鹿児島郡吉田村	4 4.	1 2. 1	ウナギ
(8) 阿久根市	4 4.	1 2. 1 5	コイ
(9) 鹿屋市東原町	4 5.	1. 2 9	ウナギ
(10) 国分市広瀬	4 5.	3. 1 1	ウナギ

2 分析結果

深田水内

項 目	調 査 場 所	1		2		3			
		地下水	広瀬川	池	A	B	C	D	
水	温	20.6	17.9	17.9	—	—	—	—	
	P H	7.25	7.55	7.45	7.30	7.30	7.30	7.40	
溶	存 酸 素 P P m	3.88	8.16	8.14	—	—	—	—	
塩	素 量 P P m	26.1	8.8	8.2	47.7	46.3	35.1	48.0	
硫	化 物 P P m	検 出 せ ず	検 出 せ ず	検 出 せ ず	—	—	—	—	
亜	硝 酸 P P m	”	0.01	0.01	検 出 せ ず	検 出 せ ず	検 出 せ ず	検 出 せ ず	
ア	ン モ ニ ア P P m	”	0.03	0.03	”	”	”	”	
	鉄 P P m	”	0.30	0.31	2.83	6.40	6.25	1.59	
硬	度 CaCO ₃ P P m	42.9	12.5	12.5	207.2	209.0	187.2	144.7	
カ	ル シ ウ ム P P m	9.9	1.8	1.8	45.2	58.6	54.2	36.7	
マ	グ ネ シ ウ ム P P m	4.4	2.6	2.6	22.9	15.2	12.6	23.2	
硅	酸 SiO ₂ P P m	22.8	18.8	18.4	16.5	17.1	9.8	7.0	
4.3	アルカリ度 CaCO ₃ P P m	—	11.6	11.0	—	—	—	—	
	C O D P P m	—	0.41	0.39	—	—	—	—	
浮	遊 物 質 P P m	—	—	—	—	—	—	—	

4		5			6	7	8	9	10	
ろ過層前	ろ過後	古井戸	新井戸	池	湧水	河川水	湧水	地下水	地下水 40m	地下水 70m
19.7	19.7	18.6	23.7	22.4	18.7	9.6	—	19.5	19.8	20.6
7.10	7.10	7.20	7.85	—	7.10	6.80	6.80	6.75	—	—
5.08	4.94	0.12	0.63	6.49	8.97	9.00	—	8.24	1.26	0.75
45.9	46.1	22.7	17.7	—	12.1	9.5	7.9	54.4	11.2	14.4
—	—	検 出 せ ず	検 出 せ ず	—	検 出 せ ず	検 出 せ ず	—	検 出 せ ず	検 出 せ ず	検 出 せ ず
検 出 せ ず	検 出 せ ず	〃	〃	—	〃	〃	検 出 せ ず	〃	〃	〃
0.11	0.11	0.10	〃	—	〃	0.18	〃	〃	0.33	0.23
検 出 せ ず	検 出 せ ず	5.10	〃	—	〃	0.42	〃	0.14	検 出 せ ず	検 出 せ ず
95.0	88.4	175.0	47.0	—	36.2	34.6	87.4	39.6	89.6	62.4
25.8	23.0	45.2	9.0	—	7.4	6.0	16.6	5.6	19.8	11.6
7.4	7.5	14.9	5.9	—	4.2	4.7	15.8	6.1	9.8	8.1
20.2	20.4	—	—	—	55.0	54.3	14.8	75.0	43.8	50.5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—