

魚類の健康評価に関する研究(3)

昭和55年度

魚類指標排水規制基礎研究会
横浜市公害研究所

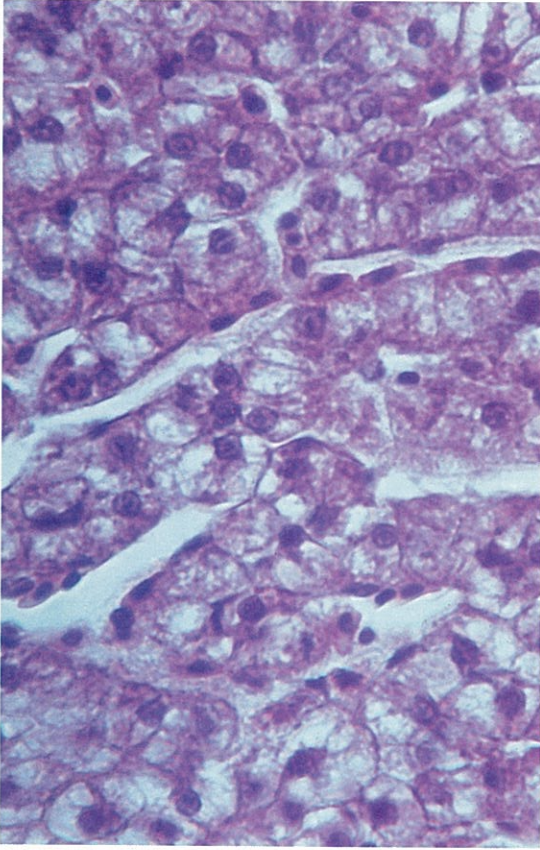


写真1 収縮してエオジンに強く染まった肝細胞と拡張する洞様毛細血管 (×400)

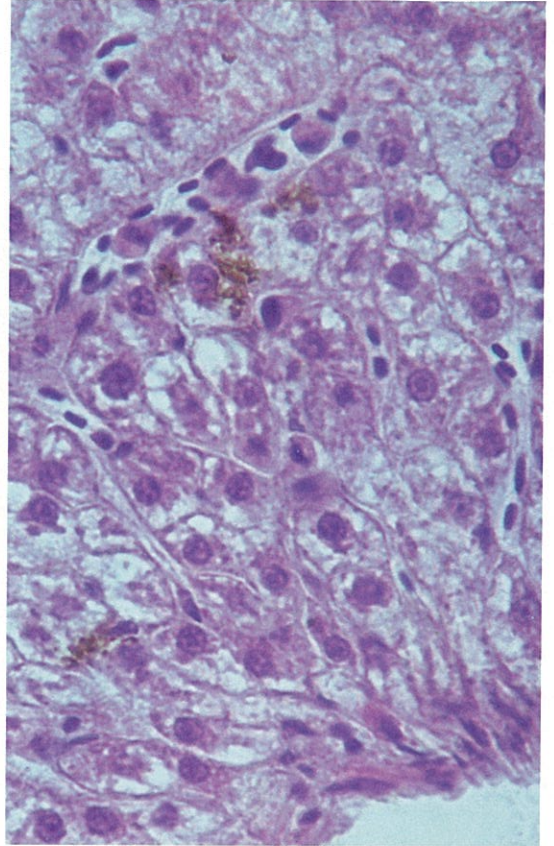


写真2 拡張した洞様毛細血管内に分布する赤血球と好酸球。肝細胞中に暗黄色の微小色素体が認められる。(×400)

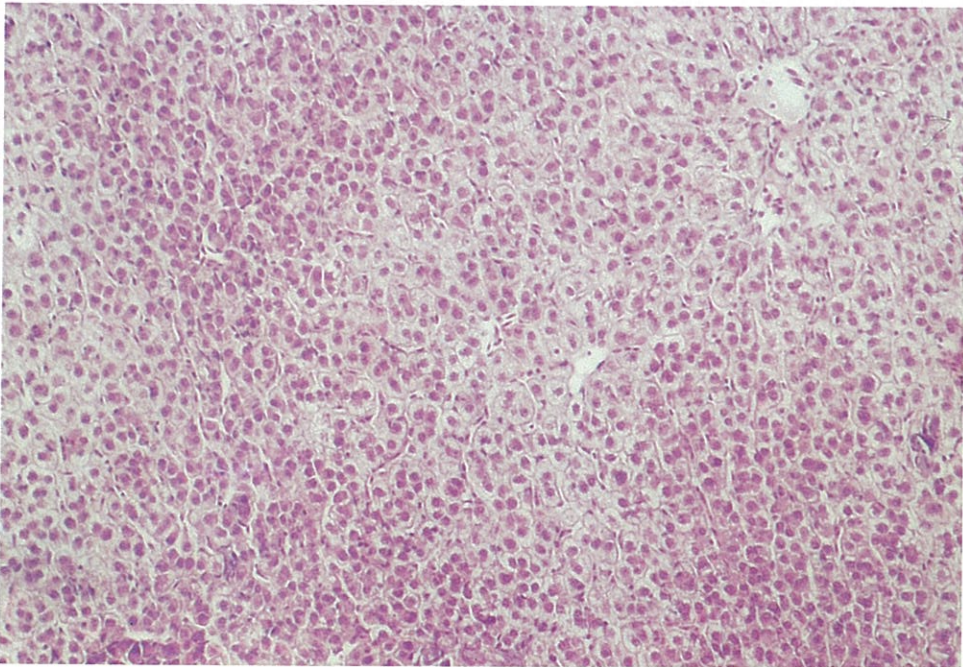


写真3 中心静脈周辺と肝門脈付近で異なった性状を示す肝組織 (×100)

は し が き

本研究会が昭和51年度に横浜市から「魚類指標による工場排水規制方式に係わる研究」の委託を受けてから早や5年経過した。この研究は問題の性格上、本会と行政機関・研究機関が一体となって、それぞれの角度からの検討を続け、52年度には「工場等に係る魚類飼育指針」を提示した。また、コイを用いた工場排水の安全性に対する考え方について「生物指標論<中>」をまとめた。

53年度には、遺伝病に基づく形態の異常および健康なコイの肉眼観察、さらに、コイの血球分類について研究を充実し、「魚類の健康評価に関する研究(その1)」としてまとめた。

54年度には、コイの健康な状態での組織像の把握および生理学的診断における採血条件、血液試料取扱い条件についての検討を重ね、これを「同上(その2)」としてまとめた。

また、本会は52年度以来、魚類を指標とした工場排水の評価方法を検討してきた。その評価方法については「魚類指標による排水評価指針(案)」を、また、評価のための検査方法については「魚類指標による排水評価のための - 技術要領 - 」としてとりまとめた。

本報では55年度実施した工場等飼育魚を供試魚として実施検討した組織学的研究ならびに生理学的研究の結果を「魚類の健康評価に関する研究(その3)」として報告する。

なお、本研究会は今年度をもって一応その目的を達成したと考えている。

今後は 前述の指針を活用して、所期の規制を実施していく段階である。運用にあたっては、行政機関および研究機関の努力と共に、工場等側における排水の安全性確認の努力が切に望まれる。

魚類指標排水規制基礎研究会メンバー

代 表 四 竈 安 正

尾 崎 久 雄

田 端 健 二

鈴 木 規 夫

協力者

池 田 弥 生

磯 貝 純 夫

磯 貝 三重子

目 次

は し が き

生物指標論<下の3>	1
------------------	---

付-3 病変が見られるコイの顕微鏡観察(組織学的観察)	1
- 肝 蔵 -	

環境汚染物質の生物への影響調査	7
-工場排水での飼育ゴイに見られた血液学的, 血液化学的所見-	

資 料

各事業場の飼育状況	19
-----------------	----

生物指標論〈下の3〉

観音崎水産生物研究所

四 竈 安 正
磯 貝 純 夫
磯 貝 三 重 子

付-3 病変が見られるコイの顕微鏡観察(組織学的観察)

肝 臓

コイの肝臓についての組織学的な研究はこれまでもある程度なされている。これ等については前回の報告で述べた。今回は肝臓の異常な状態(組織像)について報告する。

供 試 魚 コ イ

今回使用した個体は横浜市内の4事業場の排水池で配合飼料を与えて1年間(198~~6~~⁷年8月~198~~6~~⁷年7月)飼育した1年魚である。観察は飼育池ごとに各5個体ずつ、無作為に抽出したものについて行なった。

飼 育 池	体 長 (cm)	体 重 (g)
A	12.5 ~ 15.0	47 ~ 85
B	15.1 ~ 23.0	109 ~ 356
C	16.0 ~ 21.8	107 ~ 238
D	13.6 ~ 19.4	65.3 ~ 179

供試魚は採血後直ちに開腹して、内臓の生鮮写真撮影と組織採取を行なった。肝組織は主として左主葉より採取し、10%ホルマリンで固定した。所定の手順によってパラフィン切片標本とし、ヘマトキシリン-エオジンで染色した。

飼育池Aの5個体から採取した肝組織について

脂肪滴によると思われる胞体の空胞化に伴って、各肝細胞の形や大きさにかなりの差が生じた。又その差にも関連して肝細胞索と洞様毛細血管の配列が不規則となっているのを認めた。洞様毛細血管はほとんどどの部位でそれと認め難い程狭く、洞内の赤血球数は極めて少なかった。一方赤血球が重なって存在する部分が見られた。この様な所では洞様毛細血管は拡張し、その内径は赤血球の長径程に達した。

A-1, A-3では部分的に肝細胞索と洞様毛細血管の規則的な配列を認めた。肝細胞の1/2~2/3を脂肪滴と思われる大小の空胞が占め、細胞質は空胞の間に網状に分布した。胞体内に空胞の占める割合は細胞によって若干異なったが、その割合が増すにつれて肝細胞は肥大し変形する傾向が認められた。空胞化の著しい細胞が多数存在する肝細胞索では、互いに圧迫して、肝細胞が不規則な多角形を呈した。又核破砕を起して壊死に至った細胞も各所に見られた。

A-7 (Fig. 1), A-9では肝細胞はいずれも胞体の大部分を脂肪滴と思われる数個の大形の空胞によって占められて肥大した。細胞質は極めて少なく、ほとんど粗い網状に分布した。核はいずれも収縮を示した。染色質は大小の塊状となって核膜に付着し、核小体が消失して核破碎の過程にあると思われるものが多数認められた。又肝細胞索の随所に核を消失して壊死に至った肝細胞が認められた。

飼育池Bの5個体から採取した肝組織について

肝細胞の脂肪変性を基調とする病変が顕著に認められた。

B-7では肝細胞索と洞様毛細血管の規則的な配列を判別することが出来た。肝細胞の2/3~4/5は脂肪滴と思われる大小の空胞によって占められて、細胞質は血管に接する部分に偏在しエオジンに濃く染まった。核は車輪核の性状を示すもの及び数個の核小体を有するものの他に、核破碎の過程にあるもの、さらに核が全く消失したのも認められた。洞様毛細血管は一様に狭くなり、血管内の赤血球数は正常に比して少なかった。

B-1 (Fig. 2), B-3, B-5では肝細胞索と洞様毛細血管が煩雑に屈曲し、肝細胞の配列が不明瞭となった。肝細胞はその大部分が脂肪滴と思われる空胞によって占められて肥大し、細胞質は核周辺と血管に接した部分にわずかに存在した。核は収縮ないし破碎の徴候を示した。一方核を消失して収縮あるいは崩壊した肝細胞もかなり認められた。この結果肝細胞索を構成する肝細胞の形や大きさに差が生じ、肝細胞索の変形と屈曲を起したものと思われる。洞様毛細血管はほとんどの部分で肥大した肝細胞によって圧迫される様に狭くなったが、肝細胞索の屈曲部や収縮した肝細胞に沿った部分で拡張した。赤血球はその様な拡張部に停滞する様に分布した。

B-9 (写真 1)では空胞化に加えて細胞質の収縮が認められエオジンに強く染まった。さらに肝細胞索を構成する肝細胞の半数以上が壊死に至った。洞様毛細血管はB-1, 3, 5とほぼ同様の形態的变化を示し、血管内には細い繊維状成分の析出が認められた。又壊死崩壊した肝細胞索に隣接する血管組織は崩壊した。

飼育池Cの5個体より採取した肝組織について

循環障害に基づくと思われる病変が顕著であった。

C-1, C-3 (Fig. 3), C-7では洞様毛細血管内に赤血球が重なり合って密在し、血管は不規則に拡張した。拡張の著しい部分では数個の赤血球が横に並んで見られた。高度にうっ血した血管内

では赤血球は様々に変形した。部分によっては、細胞質がエオジンに染まらず核濃縮を起した赤血球が認められた。特にC-7(写真 2)では標本全般にわたって拡張した洞様毛細血管内にその様な変性を示す赤血球が分布し、これに混じって多数の好酸球も認められた。中心静脈に相当すると思われる静脈血管壁の結合繊維は膨潤してガラス様に変性し、周囲にはリンパ球や好酸球等の遊走細胞が集合した。これはCのいずれの標本にも認められた。又C-3では中心静脈内に赤血球が充満した。

肝細胞索の配列は洞様毛細血管の拡張によって一層顕著に認められた。

C-1では脂肪滴によると思われる肝細胞の空胞化が顕著であった。網状に分布する細胞質は収縮してエオジンに不均一に染まった。特に空胞化の著しい肝細胞では胞体が肥大し、核を消失したのも認められた。その様な肝細胞を多数含む肝細胞索に沿った洞様毛細血管内にはC-7で認められたものと同様の赤血球が分布した。

C-7ではC-1で部分的に見られた肝細胞の脂肪化に伴う変性が標本全般に広がり、核破碎から核を消失して壊死に至った肝細胞が多数出現した。又C-1, C-7(写真 2)では名所に暗黄色の微小色素体が認められた。これ等はいずれも数個の肝細胞中に塊まって見られた。

C-9でも洞様毛細血管は数個の赤血球が横に並ぶ程に拡張した。しかし洞内の血球数は少なく、変形あるいは変性を示す赤血球が様々な方向を向いて散在した。洞内の各所には好酸球も認められた。脂肪滴によって肥大した肝細胞と核を消失して壊死に至った肝細胞が混在する肝細胞索は拡張した洞様血管の間で変形し、屈曲した。

C-5ではうっ血に伴う洞様毛細血管の拡張をほとんど認めなかったが、洞内の赤血球はC-7で見られたものと同様の変性を示した。肝細胞内に脂肪滴と思われる空胞の占める割合は $1/3 \sim 1/2$ で、肝細胞の形や大きさに著しい差は認められなかった。しかし細胞質がいずれも収縮してエオジンに濃く染まった。核膜にも収縮が見られ核小体や染色質が消失する過程にあった。C-5ではこれ等の変化がほとんどの肝細胞でほぼ同じ状態で見られたことが特徴的であった。

飼育池Dの5個体から採取した肝組織について

Dの標本には肝細胞の萎縮変性が認められた。

D-2(写真 3, Fig. 4), D-5では中心静脈周辺の肝組織と肝門脈(脾組織が周囲を取り巻く)付近の肝組織が異なった性状を示した。中心静脈を中心として放射状に並ぶ肝細胞索を構成する肝細胞の多くは、胞体の大部分が脂肪滴と思われる空胞によって占められて肥大し細胞質は核の周囲にわずかに存在した。空胞化の特に著しい細胞では核が消失し、胞体も次第に崩壊した。肝細胞索中には肥大した細胞にまざって強く収縮した肝細胞が認められた。収縮した肝細胞は不規則な多角形を呈し、その周囲

には間隙が生じた。細胞質は核周囲に凝集してエオジンに濃く染まり、胞体の約半分を占める空胞は細胞の周縁に分布した。核も収縮し核小体は消失した。染色質は核内で大小不同の塊状をなすか、核膜に附着して濃く染まった。洞様毛細血管は肥大した肝細胞より成る索に沿った部分で狭く、収縮した肝細胞より成る索に沿った部分で不規則に拡張した。

赤血球は洞様血管の拡張部に停滞する様に分布した。中心静脈内には多数の赤血球が充満した。

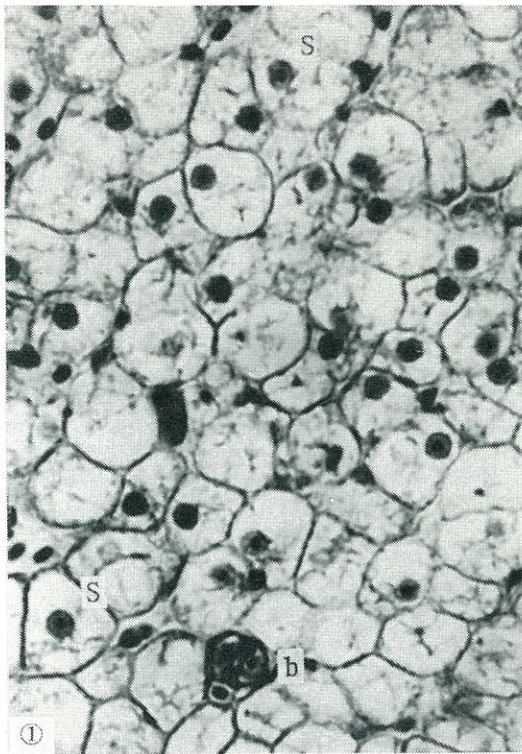
肝門脈付近に位置する肝組織では肝細胞がいずれも収縮する傾向を示した。特に強く収縮したものは通常の肝細胞の半分程の大きさとなり、周囲には間隙が生じた。細胞質は核の周囲に凝縮してエオジンに強く染まり、空胞は胞体の周縁部に分布した。胞体内に空胞の占める割合は細胞によって様々であったが中心静脈周辺の肝細胞に比してかなり少なく、脂肪滴による胞体の肥大は認められなかった。核は中心静脈付近で収縮を起した肝細胞のものとほぼ同じ性状を示した。収縮の程度が細胞によって異なる為、肝細胞索は変形し煩雑に屈曲した。これに沿う洞様毛細血管も強く屈曲して不規則に拡張した。赤血球は洞様毛細血管の拡張部に停滞する様に分布した。

以上の様な性状に加えてD-5では標本全般にわたって脂肪滴による肝細胞の空胞化が顕著であった。

D-9では肝細胞内に空胞の占める割合が少なく、中心静脈周辺の細胞においても胞体が空胞によって著しく肥大することはなかった。肝細胞は一様に収縮し前述の門脈付近に見られたものとほぼ同様の性状を示した。

D-1では門脈を取り巻く隣組織に近接した部分でわずかに肝細胞が収縮し、細胞質が核周囲に凝集する傾向が認められた。

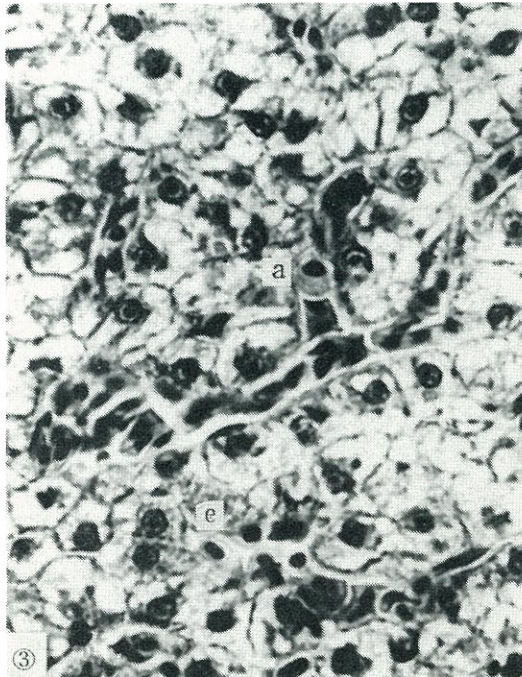
一方、D-8では脂肪滴による肝細胞の空胞化が顕著であったが、Dの他の標本に見られた肝細胞の収縮は認められなかった。



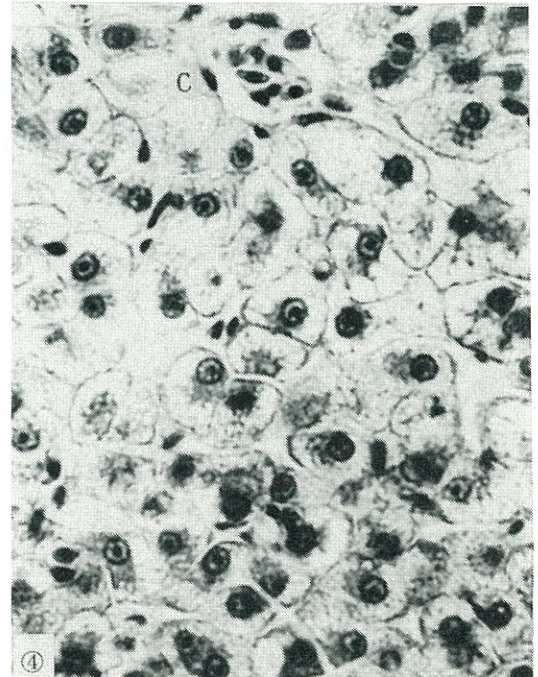
①



②



③



④

Fig. 1 脂肪滴と思われる空胞によって著しく肥大した肝細胞

Fig. 2 屈曲する肝細胞索と不規則に拡張する洞様毛細血管

Fig. 3 うっ血によって拡張した洞様毛細血管

Fig. 4 中心静脈周辺で肥大する肝細胞と門脈付近で収縮する肝細胞

(説明ウラ)

図 板 の 説 明

Fig. 1 脂肪滴と思われる空胞によって著しく肥大した肝細胞。核破碎を起したのもも諸所に認められる。

b ; 管腔が著しく縮少し濃染している胆管 (× 4 0 0)

s ; 部分的に拡張した洞様毛細血管。洞内に見られるのは赤血球。

Fig. 2 屈曲する肝細胞索と不規則に拡張する洞様毛細血管。肝細胞はかなりの部分を脂肪滴と思われる大小の空胞によって占められ、細胞質は核周辺と血管に沿った部分に偏在する。

a ; 好酸球

e ; 洞様毛細血管の拡張部に停滞する赤血球

l ; 核破碎を起した肝細胞 (× 4 0 0)

Fig. 3 うっ血によって拡張した洞様毛細血管。赤血球は洞内で様々に変形している。

a ; 好酸球

b ; 変性を示す赤血球 (× 4 0 0)

Fig. 4 中心静脈周辺で肥大する肝細胞 (図の上側) と門脈付近で収縮する肝細胞 (図の下側) 周囲には間隙が認められる。

c ; 中心静脈 (× 4 0 0)

環境汚染物質の生物への
影響調査

東京水産大学

尾崎久雄

池田弥生

環境汚染物質の生物への影響調査

工場排水での飼育ゴイにみられた血液学的、血液化学的所見

極めて低濃度の環境汚染物質が生物に及ぼす影響を調べる為に、マゴイを上記物質の混じった工場排水で長期間飼育し、その影響を生理学的側面より調べた。各事業所での飼育技術も安定していないし、検査時の供試魚の取扱いもそれぞれの事業所の都合もあって一律ではない。更に、検査項目も最適な指標となるものが未だ選り出されていない。何れも模索中である。従ってここでは種々の排水で飼育した結果をそれぞれの対照区の結果と比較し、両区の間どの程度の差異があるかを記すにとどめる。

材料及び方法

神奈川県淡水増殖試験場より移植したマゴイ当才魚を市内の4事業所(A~D)の工場排水で1年間飼育した。対照区には工業用水利用。共に屋外のコンクリート水槽で流水式に飼育。餌料には市販のコイ用配合飼料を一定給餌率で投与した。飼育は1979年8月に開始し、1980年7月2日~11日の間に取上げ検査に供した。魚体の大きさは表1~4に併記した。

検査に際しては、屋内で処理したが、池から魚を取り上げ大型ポリ桶に収容後、30分~1時間位の間に調べた。この間酸素は十分に補給した。

採血は尾部血管からヘパリンを用いて注射器により採血した。直ちに3,000rpm, 10分間の遠心分離により血清を得た。

検査項目及び測定方法は、赤血球数(トーマ算定盤)、相対血球容積(微量毛細管法)、血色素量(シアンメトヘモグロビン法)及びこれら3者から平均血球血色素濃度(MCHC)、平均血球血色素量(MCH)、平均血球容積(MCV)を算出した。

血漿化学成分として、総蛋白量(相対血球容積を測定した後の血漿を用いて屈折法により、又、正規の血漿でビュレット法により2通り求めた)、アルブミン・グロブリン比(セルローズアセテート膜電気泳動法)、非蛋白性窒素(NPN)(Rappaport-梅田変法)、尿素窒素(DAM-TSC法)、総コレステロール及び遊離コレステロール(酵素法)、この2者の差からエステルコレステロールを求め、エステル比を算出した。GPT活性はPOP-P-クロルフェノール発色法によった。

結果及び考察

血液検査を事業所別に表1~4に示した。表の順に従って、事業所別に排水で飼育した結果を概観してみる。

A 事業所

体成長は工業用水で飼育した対照区の体長 15.8 cm, 体重 88.3 g に対し, 排水区では 13.6 cm, 59.1 g と著しく成長が劣っていた。肥満度には差がないことから特に瘠せてはならず, 単に成長速度が遅いといえる。血液所見では対照区の赤血球数 $157 \times 10^4 / \text{mm}^3$, Hb 量 9.9 g/dl, Ht 値 43.6% に対し, 排水区ではそれぞれ 128, 6.7, 27.8 と著しく低値を示した。これら数値から誘導された赤血球恒数をみると, 血球 1 個当りに含まれる Hb 量 (MCH) は対照区 $63.6 \times 10^{-12} \text{ g} / \text{コ}$ に対し, 排水区では 53.0 と僅かに低いが, 血球内の Hb 濃度 (MCHC) としてみると, むしろ排水区の方が高めの値を有している。しかし, 血球容積 (MCV) は対照区の $280 \mu\text{m}^3$ に対し, 220 と明らかに小さい。これらのことからみて, 排水区では軽度の貧血症を呈しているが, 小球性・正色素性のものである。次に血液中の化学成分量を調べた結果では, 総蛋白量は測定方法の違いで値が異なるが, 両方法共排水区の方が僅かに低かった。更にアルブミン・グロブリン比 (A/G) は逆に高かったことから, 排水区ではグロブリンの含量が少ないようにみえる。窒素代謝系では非蛋白性窒素 (PNP) 量, 尿素窒素量共に排水区では対照区のその半分程度しかなく, 窒素代謝は顕著に低かった。脂質代謝の一環としてのコレステロール系では, 遊離型には差がないが, エステル型は対照区の 52 mg/dl に対し, 排水区では 32 しかなく, 従って総コレステロール量も少なかった。アミノ基転移酵素の一つである GPT 活性は肝細胞の壊死などによって血液中に流出し血清値が高値を示すので普通肝障害などの指標として利用されるが, ここで得られた値は両区とも正常範囲内のものであり, むしろ蛋白代謝の活発さを反映している。従って, 排水区の方が代謝度が小さいことになる。

以上の結果からみると, 排水区では何れも蛋白代謝が劣っており, それは肝機能の低下に起因したものであるといえよう。

B 事業所

体長, 体重, 肥満度共に対照区と排水区との間に差は認められなかった。血液所見では赤血球数, Hb 量, Ht 値共に排水区でやや低く, 恒数でみると, MCV には差がないが, MCH と MCHC とが低く, 従って, 排水区では軽度ではあるが低色素性・正球性の貧血が認められる。又, 血液化学所見では総蛋白量, A/G には差がなかったが, 非蛋白性窒素とエステルコレステロール量が高く, これは肥満度の高値とも併せ, 脂質代謝が活発なことを示している。また, 尿素窒素量と GPT 活性とが低値であったことは, わずかではあるが, 体成長が遅れていることと関連しているのかも知れない。

C 事業所

肥満度には差がないが, 対照区の体長 19.5 cm, 体重 177 g に対し, 排水区ではそれぞれ 18.3 と 153 とであり, 明らかに成長の遅れが認められた。血液所見では赤血球数, Hb 量, Ht 値共に排水区の方が低値を示しており, 有意な差とは云えないが, 貧血傾向にはある。化学成分量からみた所見では, 蛋白, 窒素, コレステロール及び GPT 活性の何れにおいても排水区ではやや低い傾向がみられたが, 特に大きな差ではなかった。本事業所では対照区と排水区との間に大きな差はないが, しかし, 排水区の

所見は何れの検査項目でもごく僅かだが低値を示しており、全体に物質代謝が抑えられていることを示している。

D 事業所

対照区の体長 13.7 cm, 体重 71.8 g に対して排水区では 16.0 cm, 103.3 g と高値を示し、対照区よりもむしろよい成長であった。血液所見は赤血球数には差がなかったが、Hb 数と Ht 値とは排水区の方が高く、従って MCH 及び MCHC も高値であった。しかし、数値をみると、排水区が高値を示すのではなく、逆に対照区の値が低すぎる。総蛋白量と A/G, 及びコレステロール量には差がなかったが、非蛋白性窒素及び尿素窒素量には排水区で低値がみられた。残念ながら GPT 活性は測定していない。本事業所の排水区の検査所見は対照区に比べれば概ね良い結果といえるが、それでも窒素成分系に差が生じていることは、それが何を意味しているか現段階では明らかではない。しかし、良くない影響をもたらしていることだけは確かである。

4 事業所の対照区の比較

まず体成長の結果であるが、体長を A から D へと事業所順に並べると、15.8, 18.8, 19.5 及び 13.7 cm であり、体重は 88.3, 194, 177 及び 71.8 g となる。A と D の事業所は B と C の事業所に比べて著しく小さいが、これは飼育開始時の種苗の大きさに差があったものと思われる。従ってこの点を除いて考えることの出来る肥満度で比較してみると、22.1, 28.3, 23.6 及び 27.3 で、A と C の事業所のコイはかなり瘠せている。B と C 事業所のものは一般的健康魚の値に近いといえる。血液所見では、赤血球数：157.4, 168.5, 155.8, 170.7×10^4 コ/mm³ で 4 者共かなり近い値ではあるが、A と C 事業所の値は B と D のそれに比べ、やや低く、肥満度と同様の傾向を示している。Hb 量：9.88, 9.49, 7.87, 7.42 g/dl, Ht 値：43.6, 42.7, 33.9, 30.0 % で、両項目共前 2 者が高く、後 2 者が低く出ている。前 2 者の数値はコイの値としては少し高過ぎるように思われるが、これは採血までの魚体の取扱いが異なり、それによるストレス反応の結果としての増加分も一部含まれているかも知れない。赤血球恒数の所見は MCV：63.6, 56.9, 50.9, 46.1×10^{-12} g/コ で、これは MCV：280, 256, 219, $190 \mu\text{m}^3$ に対応しているもので、従って MCHC でみると、22.8, 22.2, 23.4, 24.7 % で各事業所間で大差はないが、特に D 事業所の赤血球は小さく、数は幾分多い。これは酸素要求の高いことを示しているが、それを補うだけの Hb が増加していない為、全体に貧血状態に陥っていると推測される。

血液化学成分をみると、総蛋白量は 2.66, 2.80, 2.85, 2.66 g/dl, A/G は 0.85, 0.66, 0.70, 0.85 であり、何れも“大きな差”という程のものではなかった。非蛋白性窒素量は 30.5, 30.7, 26.5, 27.4 mg/dl, 尿素窒素量は 4.36, 3.97, 3.22, 4.32 mg/dl で、C 事業所が幾分低い値であった。コレステロール系では、エステル型には 52, 58, 52, 57 mg/dl と事業所間で差はみられなかったが、遊離型は 67, 82, 81, 95 mg/dl で、特に A 事業所で低く、D 事業所で高かった。GPT 活性は、9.3, 47.5, 29.3 Karmen 単位で、A 事業所で著しく低値を示した。

以上のように事業所によって、種々の項目に差異を生じており、工業用水で飼育した対照区でさえ事業所によってこのように異なるというのは望ましいことではないが、飼育技術の未熟さも大きな要因に

なっていると考えられる。今回調べた4事業所の中ではB事業所の結果はかなり安定したよい値といえよう。今回取上げた検査項目の中には排水の影響をかなり敏感に反映しているものもあり、それらの再現性の確認と共に理論的裏付けが望まれる。生物を検査指標とする場合、環境条件、飼育条件などによって結果が大きく影響される為、特に飼育技術の向上と安定化が望まれる。その上で目的に叶った検査項目を選べば、コイの長期飼育により排水の汚染度をチェックすることは非常に有意義なものと成り得よう。

工場排水で1年間飼育したコイの血液学的
血液化学的所見（表1～4）

表 1

工場廃水で1年間飼育したコイの

事業所	No	体長 (cm)	体重 (g)	肥満度	全血					
					赤血球数 ($\times 10^4/\text{mm}^3$)	Hb (g/dl)	Ht (%)	MCH $\times 10^{-12}/\text{個}$	MCHC %	MCV μm^3
対照区	1	18.5	123	19.4	149	10.5	39.2	70.5	26.8	263
	2	16.5	103	22.9	146	13.7	41.2	93.8	33.3	282
	3	16.0	91	22.2	171	9.0	41.7	52.6	21.6	244
	4	16.2	88	20.7	149	9.2	39.3	61.7	23.4	264
	5	16.7	99	21.3	184	9.5	46.2	51.6	20.6	251
	6	15.6	79	20.8	154	9.4	45.2	61.0	20.8	294
	7	14.2	71	24.8	150	10.6	48.9	70.7	21.7	326
	8	15.0	81	24.0	123	9.3	46.3	75.6	20.1	376
	9	15.0	80	23.7	158	9.6	43.1	60.8	22.3	273
	10	15.6	85	22.4	183	9.6	47.7	52.5	20.1	261
	11	15.2	75	19.8	164	9.7	43.3	59.2	22.4	264
	12	15.3	84	23.5	158	8.4	41.4	53.2	20.3	262
	\bar{x}	15.8	88.3	22.1	157	9.9	43.6	63.6	22.8	280
	SD	1.1	14.3	1.7	17	1.3	3.2	12.4	3.8	37
CV	7.0	16.2	7.7	10.8	13.1	7.3	19.5	16.7	13.2	
排水区	21	13.2	53	23.0	134	6.1	23.5	45.5	26.0	175
	22	13.3	60	25.5	104	6.6	30.2	63.5	21.9	290
	23	13.5	59	22.0	107	7.6	19.1	71.0	39.8	179
	24	15.0	85	25.2	131	6.0	27.6	45.8	21.7	211
	25	14.2	63	22.0	133	6.1	28.3	45.9	21.6	213
	26	13.6	56	22.3	139	7.7	34.0	55.4	22.7	245
	27	14.5	77	25.3	137	5.5	24.0	40.2	22.9	175
	28	13.8	56	21.3	128	6.3	28.3	49.2	22.3	221
	29	12.5	49	25.1	120	6.7	27.1	55.8	24.7	226
	30	13.7	61	23.7	119	6.6	32.7	55.5	20.2	275
	31	12.7	53	25.9	122	6.9	29.3	56.6	23.6	240
	32	13.7	54	21.0	124	7.9	30.4	63.7	26.0	245
	33	12.7	47	22.9	166	6.7	26.9	40.4	24.9	162
	\bar{x}	13.6	59.1	23.5	128	6.7	27.8	53.0	24.5	220
SD	0.7	10.8	1.7	16	0.7	4.0	9.5	4.9	40	
CV	5.1	18.3	7.2	12.5	10.4	14.4	17.9	20.0	18.2	

血 漿										
総蛋白* (g/dℓ)	総蛋白 (g/dℓ)	A/G	NPN (mg/dℓ)	尿素-N (mg/dℓ)	尿素-N	コレステロール				GPT (カラム ン単位)
					NPN (%)	Total (mg/dℓ)	free (mg/dℓ)	ester (mg/dℓ)	ester比 (%)	
3.3	2.48	1.1	36.9	5.08	13.8	103	68	35	34.0	11.1
3.2	2.48	0.7	24.0	4.84	20.1	111	65	46	41.4	12.6
3.8	3.14	0.9	27.8	4.29	15.4	128	65	63	50.8	9.1
3.6	2.67	0.9	27.0	5.24	19.4	107	72	35	32.7	13.1
4.3	3.15	0.6	28.6	4.84	16.9	131	—	—	—	16.2
4.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.8	2.75	0.8	—	—	—	160	—	—	—	8.1
3.8	2.77	0.9	31.7	3.49	11.0	139	75	64	46.0	11.6
3.4	2.44	0.8	20.0	3.81	19.1	124	69	55	44.4	13.6
4.0	2.56	1.0	34.0	3.45	10.2	140	68	72	51.4	4.0
3.3	2.40	0.8	23.9	4.61	19.3	87	56	31	35.6	1.5
3.4	2.46	0.9	51.3	3.98	7.8	130	65	65	50.0	1.5
3.7	2.66	0.85	30.5	4.36	15.3	124	67	52	42.9	9.3
0.4	0.26	0.13	8.4	0.62	4.2	20.3	5.3	15.4	7.3	.50
10.8	9.8	15.3	27.5	14.2	27.5	164	7.9	29.6	17.0	53.8
3.4	2.48	1.3	12.2	3.10	25.4	103	69	34	33.0	2.0
3.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.7	2.67	1.5	17.0	2.31	13.5	102	73	29	28.4	2.0
3.1	2.40	0.8	8.9	1.99	22.4	79	55	24	30.4	3.5
3.3	2.40	0.7	14.8	1.83	12.4	81	59	22	27.2	2.0
3.2	2.20	1.4	16.8	1.37	8.2	74	53	21	28.4	0.5
3.2	2.17	0.8	6.1	1.91	31.3	95	—	—	—	2.5
4.2	2.90	1.1	13.5	3.02	23.7	128	78	50	39.1	4.0
3.7	2.71	0.9	12.6	3.10	24.6	85	—	—	—	0.5
3.4	—	—	—	—	—	107	—	—	—	7.6
3.4	2.39	1.2	14.5	2.38	16.4	104	70	34	32.7	3.0
3.6	2.46	0.8	25.9	3.64	14.1	104	60	44	42.3	0.5
3.5	2.48	1.05	14.2	2.47	19.2	97	65	32	32.7	2.6
0.3	0.21	0.28	5.0	0.68	6.9	15.7	9.1	10.5	5.4	2.1
8.6	8.5	26.7	35.2	27.5	35.9	16.2	14.0	32.8	16.5	80.8

表 2

工場廃水で1年間飼育したコイの

事業所	No	体長 (cm)	体重 (g)	肥満度 (%)	全血					
					赤血球数 ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	Hb (g/dl)	Ht (%)	MCH $\times 10^{-12}/\text{個}$	MCHC %	MCV μm^3
対照区	1	19.2	189	26.7	191	10.8	45.8	56.5	23.6	240
	2	18.3	171	27.9	184	9.7	45.0	52.7	21.6	245
	3	20.6	249	28.5	159	9.3	42.8	58.5	21.7	269
	4	18.1	180	30.4	174	10.7	49.0	61.5	21.8	282
	5	16.1	117	28.0	181	10.5	44.2	58.0	23.8	244
	6	18.0	180	30.9	204	10.5	46.9	51.5	22.4	230
	7	21.5	263	26.5	183	9.2	42.5	50.3	21.7	232
	8	23.7	390	29.3	127	8.9	38.7	70.1	23.0	305
	9	17.0	142	28.9	150	8.4	38.7	56.0	21.7	258
	10	17.0	127	25.9	159	8.3	36.5	52.0	22.7	230
	11	18.4	178	28.6	140	9.3	44.0	66.4	21.1	314
	12	17.3	146	28.2	170	8.3	38.7	48.8	21.5	228
	\bar{x}	18.8	194	28.3	169	9.5	42.7	56.9	22.2	256
	SD	2.2	76	1.5	22	0.9	3.9	6.5	0.9	30
CV	11.7	39.2	5.3	13.0	9.5	9.1	11.4	4.1	11.7	
排水区	21	17.3	155	29.9	163	6.1	45.8	37.4	13.3	281
	22	17.7	170	30.7	131	7.6	38.8	58.0	19.6	296
	23	20.7	258	29.1	109	7.9	38.7	72.5	20.4	355
	24	20.2	214	26.0	160	7.6	36.0	47.5	21.1	225
	25	17.9	155	27.0	155	8.0	36.0	51.6	22.2	232
	26	15.1	109	31.7	116	7.0	32.0	60.3	21.9	276
	27	16.6	141	30.8	126	8.4	36.3	66.7	23.1	288
	28	23.0	356	29.3	135	7.0	36.0	51.9	19.4	267
	29	18.6	170	26.4	156	7.2	36.0	46.2	20.0	231
	30	17.4	162	30.8	212	7.2	34.0	34.0	21.2	160
	31	16.4	142	32.2	148	9.2	42.8	62.2	21.5	289
	32	15.3	111	31.0	126	7.9	40.3	62.7	19.6	320
	\bar{x}	18.0	179	29.6	145	7.6	37.7	54.3	20.3	268
	SD	2.3	69	2.1	28	0.8	3.8	11.6	2.5	51
CV	12.8	38.5	7.1	19.3	10.5	10.1	21.4	12.3	19.0	

血		漿								GPT (カルメン 単位)
総蛋白 (g/dl)	総蛋白 (g/dl)	A/G	NPN (mg/dl)	尿素-N (mg/dl)	尿素-N NPN (%)	コレステロール				
						Total (mg/dl)	free (mg/dl)	ester (mg/dl)	ester比 (%)	
4.3	3.30	0.6	25.77	4.42	17.2	160	96	64	40.0	26.2
4.4	-	-	33.04	3.89	11.8	172	106	66	38.4	67.6
3.8	288	0.7	22.03	4.42	20.1	170	91	79	46.5	40.9
3.6	-	-	31.61	3.98	12.6	153	85	68	44.4	30.0
3.6	289	0.7	19.38	3.89	20.1	132	83	49	37.1	42.5
3.2	269	0.7	20.81	3.27	15.7	120	73	47	39.2	71.9
3.6	295	0.7	34.58	3.63	10.5	139	88	51	36.7	49.0
3.6	274	0.8	38.55	3.98	10.3	149	83	66	44.3	33.2
3.2	257	0.6	37.99	4.25	11.2	132	75	57	43.2	80.6
3.1	257	0.6	29.52	3.36	11.4	116	71	45	38.8	40.9
3.2	254	0.6	37.44	4.42	11.8	104	63	41	39.4	17.4
3.5	285	0.6	37.44	4.16	11.1	137	73	64	46.7	69.7
3.6	280	0.6	30.68	3.97	13.7	140	82	58	41.2	47.5
0.4	0.22	0.06	6.79	0.38	3.5	213	120	115	3.6	20.4
11.1	7.9	9.1	22.1	9.6	25.5	152	146	198	8.7	42.9
3.2	243	0.8	27.53	1.59	5.8	130	46	84	64.6	27.8
3.8	270	0.8	44.27	1.51	3.4	165	88	77	46.7	22.3
4.2	279	0.8	37.67	1.33	3.5	222	108	114	51.4	20.7
3.8	280	0.9	40.42	1.42	3.5	153	81	72	47.1	20.2
3.1	233	0.8	42.40	1.51	3.6	149	78	71	47.7	11.4
3.3	245	0.8	37.89	1.42	3.7	137	71	66	48.2	13.6
4.5	324	0.6	-	1.33	-	294	129	165	56.1	39.2
3.8	281	0.8	30.00	1.15	3.8	158	82	76	48.1	6.5
3.4	254	0.7	41.85	0.88	2.1	120	55	65	54.2	8.7
3.9	292	0.9	47.36	1.15	2.4	145	78	67	46.2	15.3
3.2	223	0.7	47.80	1.24	2.6	130	67	63	48.5	10.9
3.4	245	0.9	43.17	1.06	2.5	139	67	72	51.8	7.6
3.6	264	0.79	40.03	1.30	3.4	162	79	83	50.0	17.0
0.4	0.28	0.09	6.16	0.20	1.0	49.1	22.3	29.3	5.3	9.6
12.0	10.6	1.14	15.4	15.4	29.4	30.3	28.2	35.3	10.6	56.5

表 3

工場廃水で1年間飼育したコイの

事業所	No	体長 (cm)	体重 (g)	肥満度	全血					
					赤血球数 ($\times 10^4/\text{mm}^3$)	Hb (g/dl)	Ht (%)	MCH ($\times 10^{-12}$ 個)	MCHC (%)	MCV (μm^3)
対照区	1	18.3	136	22.2	140	7.2	32.0	51.4	22.5	229
	2	21.0	207	22.4	154	8.0	34.7	52.0	23.1	225
	3	19.4	170	23.3	167	8.9	43.1	53.3	20.7	258
	4	19.0	180	26.2	149	7.5	35.3	50.3	21.3	237
	5	19.4	195	26.7	175	8.5	32.7	48.6	26.0	187
	6	21.8	252	24.3	159	7.5	34.0	47.2	22.1	214
	7	17.7	125	22.5	144	8.6	34.0	59.7	25.3	236
	8	19.6	162	21.5	202	8.6	38.0	42.6	22.6	188
	9	16.8	102	21.5	157	7.2	32.1	45.9	22.4	204
	10	20.4	203	23.9	126	7.1	33.3	56.4	21.3	264
	11	22.1	251	23.3	162	7.9	31.4	48.8	25.2	194
	12	18.3	146	23.8	141	7.2	30.8	51.1	23.4	218
	13	19.1	177	25.4	150	8.1	28.6	54.0	28.3	191
	\bar{x}	19.5	177.4	23.6	155.8	7.87	33.9	50.9	23.4	219
	SD	1.6	45.0	1.7	18.8	0.63	3.6	4.5	2.2	26
CV	8.2	25.4	7.2	12.1	8.0	10.6	8.8	9.4	11.9	
排水区	21	19.0	169	24.6	150	8.0	33.3	53.3	24.0	222
	22	17.9	161	28.1	134	7.7	38.8	57.5	19.9	290
	23	18.5	167	26.4	139	8.4	32.1	60.4	26.2	231
	24	19.1	167	24.0	103	3.2	18.9	31.1	16.9	184
	25	21.8	238	23.0	98	7.4	30.2	75.5	24.5	308
	26	16.0	104	25.4	119	7.4	30.0	62.2	24.7	252
	27	17.5	124	23.1	197	8.1	32.0	41.1	25.3	162
	28	18.3	157	25.6	124	7.9	29.2	63.7	27.1	235
	29	16.6	107	23.4	133	7.6	30.0	57.1	25.3	226
	30	18.8	166	25.0	110	6.9	26.5	62.7	26.0	241
	31	17.6	127	23.3	107	7.3	29.4	68.2	24.8	275
	32	18.0	150	25.7	117	7.1	30.2	60.7	23.5	258
	\bar{x}	18.3	153.1	24.8	127.6	7.25	30.1	57.8	24.0	240
	SD	1.5	35.9	1.6	26.9	1.35	4.6	11.8	2.9	41
CV	8.2	23.4	6.5	21.1	18.6	15.3	20.4	12.1	17.1	

血		漿								GPT (カルベン 単位)
総蛋白*	総蛋白	A/G	NPN (mg/dl)	尿素-N (mg/dl)	尿素-N NPN (%)	コレステロール				
(g/dl)	(g/dl)					Total (mg/dl)	free (mg/dl)	ester (mg/dl)	ester比 (%)	
3.5	2.68	0.8	17.5	245	14.0	130	84	84	35.4	19.1
3.9	2.92	0.8	32.1	309	9.7	151	91	91	39.7	48.0
4.0	3.03	0.7	31.6	245	7.8	121	85	85	30.0	33.2
3.6	2.79	0.6	31.4	309	9.8	157	87	87	44.6	35.4
3.7	2.81	0.8	30.5	382	12.5	149	85	85	43.0	36.0
3.8	3.01	0.6	37.3	345	9.2	117	76	76	35.0	16.3
3.3	2.71	0.6	27.3	245	9.0	109	68	68	37.6	30.5
4.1	3.42	0.7	12.7	300	23.6	127	84	84	33.9	28.9
3.6	2.88	0.7	25.8	418	16.2	130	79	79	39.2	22.9
3.8	2.77	0.8	25.0	382	15.3	134	89	89	33.6	30.0
3.6	2.71	0.8	21.2	30.9	14.6	142	82	82	42.3	23.4
3.0	2.45	0.5	25.8	3.73	14.5	104	64	64	38.5	31.6
4.1	2.86	0.8	26.1	3.18	12.2	158	85	85	46.2	25.6
3.7	2.85	0.70	26.5	3.22	13.0	133	81	81	38.4	29.3
0.3	0.22	0.10	6.3	0.54	4.0	17.6	7.9	7.9	4.8	8.3
8.4	7.7	14.3	23.8	16.8	30.8	13.2	9.8	9.8	12.5	28.3
3.3	2.45	0.8	27.8	4.27	15.3	111	70	41	36.9	26.7
3.4	2.73	0.8	17.7	2.00	11.3	95	67	28	29.5	26.2
3.7	2.73	0.6	25.0	2.00	8.0	152	86	66	43.4	22.9
3.4	2.86	0.8	22.2	2.00	9.0	94	70	24	25.5	20.2
3.8	2.94	0.9	25.4	2.73	10.7	124	80	44	35.5	16.9
3.5	2.60	0.9	20.3	2.18	10.7	133	76	57	42.9	23.4
3.4	2.68	0.8	17.7	1.73	9.8	116	76	40	34.5	16.3
3.4	2.60	0.6	16.5	3.00	18.2	121	72	49	40.5	15.3
2.6	1.97	1.0	40.8	3.64	8.9	91	68	23	25.3	14.7
3.4	2.62	0.7	25.9	2.09	8.1	124	78	46	37.1	15.8
3.6	2.66	0.8	31.3	2.27	7.3	128	82	46	35.9	13.6
3.6	2.60	0.7	31.4	2.09	6.5	133	81	52	39.1	9.8
3.4	2.62	0.78	25.2	2.50	10.3	119	76	43	35.5	18.5
0.3	0.23	0.11	6.8	0.74	3.2	18.3	6.1	13.0	6.0	5.3
8.8	8.8	14.1	27.0	29.6	31.1	15.4	8.0	30.2	16.9	28.6

表 4

工場廃水で1年間飼育したコイの

事業所	№	体長 (cm)	体重 (g)	肥満度	全血					
					赤血球数 ($\times 10^4/\text{mm}^3$)	Hb (g/dl)	Ht (%)	MCH $\times 10^{-12}$ 個	MCHC (%)	MCV μm^3
D 対 照 区	1	168	1332	28.1	182	7.5	34.0	41.2	22.1	187
	2	137	772	30.0	175	5.9	30.2	33.7	19.5	173
	3	140	735	26.8	292	11.9	33.3	40.8	35.7	114
	4	139	749	27.9	188	8.8	28.6	46.8	30.8	152
	5	151	844	24.5	253	6.1	28.6	24.1	21.3	113
	6	139	658	24.5	143	7.8	32.0	54.6	24.4	224
	7	117	390	24.4	126	7.9	31.4	62.7	25.2	249
	8	124	562	29.5	141	6.8	31.4	48.2	21.7	223
	9	124	587	30.8	148	7.1	30.8	48.0	23.1	208
	10	130	597	27.1	100	6.1	25.5	61.0	23.9	255
	11	143	752	25.7	108	6.0	24.0	55.6	25.0	222
	12	131	641	28.5	193	7.1	30.0	36.8	23.7	155
	\bar{x}	1369	71.8	27.3	170.7	7.42	30.0	46.1	24.7	189.6
	SD	136	228	2.21	56.8	1.67	3.0	11.5	4.4	48.6
CV	9.9	31.8	8.1	33.3	22.5	10.0	24.9	17.8	25.6	
排 水 区	21	194	1787	24.5	174	9.7	34.7	55.8	28.0	199
	22	192	1764	24.9	176	10.9	37.3	61.9	29.2	212
	23	149	819	24.8	193	10.3	38.5	53.4	26.8	199
	24	172	1204	23.7	200	7.8	37.3	39.0	20.9	187
	25	156	916	24.1	132	7.7	30.6	58.3	25.2	232
	26	136	577	22.9	153	9.6	36.5	62.8	26.3	239
	27	141	653	23.3	204	9.4	34.5	46.1	27.3	169
	28	146	709	22.8	151	8.6	36.0	57.0	23.9	238
	29	174	1206	22.9	200	9.3	34.0	46.5	27.4	170
	30	156	884	23.3	174	9.8	34.0	56.3	28.8	195
	31	143	666	22.8	172	8.7	33.3	50.6	26.1	194
	32	176	1492	27.4	119	8.9	32.7	74.8	27.2	275
	33	139	753	28.0	158	8.5	32.7	53.8	26.0	207
	\bar{x}	1595	1033	24.3	169.7	9.17	34.8	55.1	26.4	209.1
SD	200	42.1	1.70	26.4	0.93	2.3	8.9	2.2	31.4	
CV	12.5	40.8	7.0	15.6	10.1	6.6	16.2	8.3	15.0	

血					漿					GPT (カルマン 単位)
総蛋白 (g/dl)	総蛋白 (g/dl)	A/G	NPN	尿素-N	尿素-N	コレステロール				
					NPN (%)	Total (mg/dl)	free (mg/dl)	ester (mg/dl)	ester比 (%)	
4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4.4	3.21	0.8	23.5	4.06	17.2	175	110	65	37.1	
3.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.9	2.75	1.0	18.2	5.21	28.6	159	106	53	33.3	
3.8	2.69	1.1	-	-	-	188	92	96	51.1	
3.6	2.40	0.7	24.0	3.84	16.0	144	92	52	36.1	
4.0	2.75	0.8	31.9	4.01	12.6	159	105	44	27.7	
4.2	3.07	0.6	41.3	4.69	11.4	172	98	74	43.0	
3.6	2.50	0.8	25.6	4.10	16.0	120	86	34	28.3	
-	2.37	0.7	-	-	-	155	92	63	40.6	
-	2.33	1.1	-	-	-	121	79	42	34.7	
3.6	2.56	0.9	-	-	-	136	86	50	36.8	
3.91	2.66	0.85	27.4	4.32	17.0	153	95	57	36.9	
0.28	0.28	0.17	7.4	0.48	5.6	22.7	99	18.0	6.9	
7.2	10.5	20.0	27.0	11.1	32.9	148	104	31.6	18.7	
3.5	2.40	1.0	8.99	3.33	37.0	176	98	78	44.3	
3.8	2.75	0.8	8.68	2.82	32.5	163	86	77	47.2	
3.6	2.50	0.9	25.97	3.16	12.2	137	91	46	33.6	
3.6	2.56	1.0	7.41	3.07	41.4	133	82	51	38.3	
3.2	2.33	0.9	8.52	3.75	44.0	130	75	55	42.3	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.6	2.54	0.9	-	-	-	135	80	55	40.7	
4.0	3.10	0.9	-	-	-	130	88	42	32.3	
3.6	2.50	0.9	8.68	2.65	30.5	146	88	58	39.7	
3.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.5	2.60	0.9	-	-	-	134	83	51	38.1	
3.6	2.86	0.8	-	-	-	152	84	68	44.7	
3.8	2.78	0.8	-	-	-	163	85	78	47.9	
3.63	2.63	0.89	11.4	3.13	32.9	145	85	60	40.8	
0.19	0.21	0.07	6.5	0.35	10.4	159	6.0	13.0	5.1	
5.2	7.98	7.9	57.0	11.2	31.6	11.0	7.1	21.7	12.5	

資料

区 分	実施年月日	尾 数			前			
		実測 尾数 (尾)	観測 尾数 (尾)	除去 尾数 (尾)	経過 日数 (日)	へい死等 除去尾数 (尾)	平均 給餌量 (g/日)	
対 照 区	購入	54-9-19	492	200	(292)	-	-	-
	第1回予備飼育	54-10-3	295	139	156	(14)	-	25
対 照 区	飼育開始	54-10-22	105	105	0	(19)	-	25
	第1回測定	54-12-26	104	100	4	66	1	40
	第2回測定	55-3-28	100	95	5	92	0	18
	第3回測定	55-6-25	92	90	2	89	3	110
	第4回測定	55-7-4	90	90	0	9	0	100
	合計	-	-	-	11	256	4	-
備考	-は欠測等							
排 水 区	飼育開始	54-10-22	105	105	0	(19)	(29)*	25
	第1回測定	54-12-26	76	72	4	66	0	40
	第2回測定	55-3-28	70	62	8	92	2	35
	第3回測定	55-6-25	62	61	1	89	0	75
	第4回測定	55-7-4	61	61	0	9	0	70
	合計	-	-	-	13	256	2	-
備考	-は欠測等							
					()は含めない	*(29尾)は流出?		

括 表 (A 事 業 場)

回 観 測 か ら の 記 録							体 長(L)		体 重(w)		肥 満 度 $\frac{w}{L^3} \times 10^3$ —
平 均 水 質						平 均 水 量 (m^3 /日)	平均 体長 (cm)	標準 偏差 (cm)	平均 体重 (g)	標準 偏差 (g)	
pH	$\mu S/cm$	水 温 ($^{\circ}C$)	COD (mg/L)	NH_4-N (mg/L)	TDS (mg/L)						
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.6	138	23	—	—	—	50	—	0.9	63	3.1	(22)
7.5	130	21	—	—	—	50	6.6	0.9	6.1	2.2	(21)
7.3	103	14	—	—	—	30	9.9	1.7	30.0	15.7	(31)
7.5	121	9	—	—	—	30	10.1	1.5	30.0	12.2	(29)
7.5	126	20	—	—	—	20	139	1.9	745	28.2	(28)
7.5	127	24	—	—	—	20	143	2.0	71.9	30.4	(25)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.5	130	21	—	—	—	50	6.6	0.9	6.1	2.2	(21)
7.2	2900	20	(10)	—	—	50	10.2	1.5	27.9	12.8	(26)
7.7	3500	18	(10)	1.3 **	4680 **	50	10.3	1.4	29.1	11.2	(27)
7.5	2800	25	(10)	—	—	50	13.4	1.2	65.2	15.4	(27)
7.3	2000	28	(8)	—	—	50	13.2	1.3	54.9	14.7	(24)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			流入水 の(01)値 ** 2/13の値								

区 分	実施年月日	尾 数			前			
		実測 尾数 (尾)	観測 尾数 (尾)	除去 尾数 (尾)	経過 日数 (日)	へい死等 除去尾数 (尾)	平均 給餌量 (g/日)	
対 照 区	購 入	54-9-19	516	516	145	-	-	-
	第1回予備飼育	54-9-20	371	214	157	(1)	-	-
対 照 区	飼育開始	54-10-5	107	107	0	(15)	-	0
	第1回測定	54-12-20	95	87	8	77	12	42.9
	第2回測定	55-3-14	87	82	5	85	0	8.7
	第3回測定	55-5-14	82	82	0	61	0	76.3
	第4回測定	55-7-9	82	82	0	55	0	265.0
	合 計	-	-	-	13	278	12	-
	備 考	-は欠測等						
排 水 区	飼育開始	54-10-5	107	107	0	(15)	-	0
	第1回測定	54-12-20	103	92	11	77	4	51.7
	第2回測定	55-3-14	92	91	1	85	0	8.0
	第3回測定	55-5-14	91	89	2	61	0	70.7
	第4回測定	55-7-9	85	85	0	55	4	259.0
	合 計	-	-	-	14	278	8	-
	備 考	-は欠測等						

括 表 (B 事 業 場)

回 観 測 か ら の 記 録							体 長 (ℓ)		体 重 (w)		肥 満 度 $\frac{w}{\ell^3} \times 10^3$ —
平 均 水 質						平 均 水 量 (m^3 /日)	平均 体長 (cm)	標準 偏差 (cm)	平均 体重 (g)	標準 偏差 (g)	
pH —	$\mu V/cm$ ($\times 10^3$)	水 温 ($^{\circ}C$)	COD (mg/ℓ)	NH_4-N (mg/ℓ)	TDS (mg/ℓ)						
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.5	0.3	21.6	—	—	—	48	7.0	1.0	8.9	3.5	(25.9)
6.7	—	15.0	1.2	0.1	109	50	8.3	1.2	20.7	9.5	(36.2)
7.6	—	9.8	1.2	0.1	107	49	8.6	1.3	22.9	10.7	(36.0)
7.2	—	14.2	1.3	0.1	111	52	11.2	1.6	46.3	20.5	(33.0)
7.2	—	22.2	1.0	0.2	104	53	183	2.1	171.2	684	(27.9)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.5	0.3	21.6	—	—	—	48	7.0	1.0	8.9	3.5	(25.9)
7.4	0.2	15.2	2.3	0.1	126	53	8.2	1.2	19.2	8.9	(34.8)
7.4	2.1	9.0	5.9	98.3	831	53	8.2	1.0	19.4	7.5	(35.2)
7.1	4.4	14.5	6.8	1420	1354	51	10.7	1.6	41.4	19.4	(33.8)
7.1	2.7	22.5	6.2	1640	1760	57	169	2.3	143.7	574	(29.8)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

区 分	実施年月日	尾 数			前			
		実 測 尾 数 (尾)	観 測 尾 数 (尾)	除 去 尾 数 (尾)	経 過 日 数 (日)	へい死等 除去尾数 (尾)	平 均 給 餌 量 (g/日)	
購 入	—	—	—	—	—	—	—	
対 照 区	飼 育 開 始	5 5 - 4 - 9	47	47	0	—	—	
	第 1 回 測 定	5 5 - 5 - 1 3	47	45	2	34	0	32
	第 2 回 測 定	5 5 - 6 - 5	45	45	0	23	0	91
	第 3 回 測 定	5 5 - 7 - 1 1	45	45	0	36	0	129
	合 計	—	—	—	2	93	0	—
	備 考	一は欠測等						
排 水 区	飼 育 開 始	5 5 - 4 - 9	48	48	0	—	—	
	第 1 回 測 定	5 5 - 5 - 1 3	45	44	1	34	3	32
	第 2 回 測 定	5 5 - 6 - 5	29	29	0	23	15	93
	第 3 回 測 定	5 5 - 7 - 1 1	26	26	0	36	3	83
	合 計	—	—	—	1	93	21	—
	備 考	一は欠測等						

括表 (C 事業場)

回 観 測 か ら の 記 録						体 長(l)		体 重(w)		肥 満 度 $\frac{w}{l^3} \times 10^3$ —	
平 均 水 質						平 均 水 量 (m^3 /日)	平均 体長 (cm)	標準 偏差 (cm)	平均 体重 (g)		標準 偏差 (g)
pH	$\mu S/cm$	水 温 ($^{\circ}C$)	COD (mg/L)	NH_4-N (mg/L)	TDS (mg/L)						
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	9.2	1.1	21.7	7.2	(28)
7.7	165	17	1	0	140	32	10.9	1.2	37.7	11.8	(29)
7.7	150	21	3	0	120	33	14.1	1.5	76.0	22.3	(27)
7.4	155	24	1	0	150	28	17.8	1.9	147.0	44.1	(26)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	8.9	0.9	19.5	5.7	(28)
7.2	670	18	1	0.5	410	32	10.7	1.1	35.8	10.2	(29)
7.1	870	22	2	1.0	610	32	14.0	1.1	72.3	17.0	(26)
7.1	980	24	3	0.5	1210	36	17.9	1.4	144.6	32.0	(25)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

区 分	実施年月日	尾 数			前		
		実 測 尾 数 (尾)	観 測 尾 数 (尾)	除 去 尾 数 (尾)	経 過 日 数 (日)	へい死等 除去尾数 (尾)	平 均 給 餌 量 (g/日)
購 入	5 4 - 9 - 1 9	221	—	—	—	—	—
	予 備 飼 育 5 4 - 1 0 - 2 2	196	—	—	—	—	—
対 照 区	飼 育 開 始 5 4 - 1 2 - 6	101	101	0	—	—	11.0
	第 1 回 測 定 5 5 - 2 - 6	96	96	0	59	5	0
	第 2 回 測 定 5 5 - 4 - 7	94	94	0	71	2	10
	第 3 回 測 定 5 5 - 6 - 6	94	94	0	113	0	40
	第 4 回 測 定 5 5 - 7 - 2	93	93	0	23	1	?
	合 計	—	—	0	266	8	—
排 水 区	飼 育 開 始 5 4 - 1 2 - 6	94	94	0	—	—	14.0
	第 1 回 測 定 5 5 - 2 - 6	94	94	0	59	0	0
	第 2 回 測 定 5 5 - 4 - 7	92	92	0	71	2	10
	第 3 回 測 定 5 5 - 6 - 6	90	90	0	113	2	50
	第 4 回 測 定 5 5 - 7 - 2	92?	92?	0	23	?	?
	合 計	—	—	0	266	4	—
備 考	—は欠測等						

括表 (D 事業場)

回 観 測 か ら の 記 録						体 長 (ℓ)		体 重 (w)		肥 満 度 $\frac{w}{L^3} \times 10^3$ —	
平 均 水 質						平 均 水 量 ($m^3/日$)	平 均 体 長 (cm)	標 準 偏 差 (cm)	平 均 体 重 (g)		標 準 偏 差 (g)
pH	$\mu S/cm$	水 温 ($^{\circ}C$)	COD (mg/L)	NH_4-N (mg/L)	TDS (mg/L)						
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.4	126	7.3	—	—	—	—	8.7	—	21.1	—	(32)
7.0	130	7.0	—	—	—	—	8.7	—	18.1	—	(28)
8.2	136	14.0	—	—	—	—	8.9	—	22.8	—	(32)
7.4	124	22.0	—	—	—	—	11.2	—	48.0	—	(34)
—	—	—	—	—	—	—	13.1	16	615	217	(27)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.2	560	18.5	—	—	—	—	8.9	—	19.6	—	(28)
7.4	114	9.8	—	—	—	—	9.2	—	20.6	—	(28)
7.6	660	16.0	—	—	—	—	9.8	—	30	—	(27)
7.4	574	26.0	—	—	—	—	12.8	—	61.9	—	(30)
—	—	—	—	—	—	—	14.2	22	75.2	35.1	(26)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

I 対照区

№	体重 (g)	体長 (cm)	備 考	№	体 重	体 長	備 考
1	123	18.5	採血量 0.6	40	53	13.2	
2	103	16.5	1.0	41	40	11.5	
3	91	16.0	1.0	42	36	11.2	
4	88	16.2	1.2	43	50	13.0	
5	99	16.7	0.8	44	48	12.4	
6	79	15.6	0.4	45	41	11.5	
7	71	14.2	1.0				
8	81	15.0	0.9		n=45	n=45	
9	80	15.0	1.0		$\bar{x}=71.9$	$\bar{x}=14.3$	
10	85	15.6	1.1		S.D.=30.4	S.D.=20	
11	75	15.2	0.9				
12	84	15.3	1.2				
13	56	13.2	組織検体				
14	57	13.8	〃				
15	58	13.7	体力測定				
16	95	16.5	〃				
17	68	14.5	〃				
18	100	16.4	〃				
19	100	16.7	〃				
20	76	14.7	〃				
21	79	15.5	〃				
22	78	15.0	〃				
23	44	12.7	〃				
24	65	14.2	〃				
25	96	17.0					
26	191	18.8					
27	77	15.2					
28	147	18.7					
29	43	12.0					
30	47	12.2					
31	50	12.8					
32	48	12.8					
33	47	12.6					
34	53	13.0					
35	47	12.2					
36	46	12.4					
37	49	12.5					
38	47	12.3					
39	35	11.2					

の 体 長 ・ 体 重

II 排 水 区

№	体重 (g)	体長 (cm)	備 考
1	53	13.2	採血量(1.0)
2	60	13.3	(0.1)
3	54	13.5	(0.3)
4	85	15.0	(1.5)
5	63	14.2	(0.5)
6	56	13.6	(0.7)
7	77	14.5	(1.3)
8	56	13.8	(0.5)
9	49	12.5	(0.6)
10	61	13.7	(0.6)
11	53	12.7	(0.5)
12	54	13.7	(0.6)
13	47	12.7	(0.6)
14	34	11.3	組 織 検 体
15	45	12.2	◇
16	46	13.0	蓄 積 性 検 体
17	39	10.5	◇
18	53	13.0	◇
19	63	14.0	体 力 測 定
20	66	14.4	◇
21	46	12.9	◇
22	89	15.9	◇
23	74	14.7	◇
24	58	13.5	◇
25	84	15.0	◇
26	56	13.5	◇
27	53	13.2	◇
28	49	12.6	
29	49	13.0	
30	28	10.4	
31	26	10.1	
32	43	12.5	
33	41	11.8	
	n=33	n=33	
	$\bar{x} = 54.9$	$\bar{x} = 13.2$	
	S.D= 14.7	S.D. = 1.3	

I 対照区

No	体長 (cm)	体重 (g)	備 考	No	体長 (cm)	体重 (g)	備 考
1	19.2	187	採血量 1.4	40	19.1	165	
2	18.3	170	0.8	41	19.5	182	
3	20.6	247	1.7	42	15.8	109	
4	18.1	178	1.5	43	21.5	232	
5	16.1	116	1.2	44	17.1	121	
6	18.0	178	1.6	45	17.7	139	
7	21.5	261	2.2	46	16.6	129	
8	23.7	387	2.2	47	15.8	99	
9	17.0	140	2.0				
10	17.0	125	1.8		n=47	n=47	
11	18.4	176	1.7		$\bar{x} = 183$	$\bar{x} = 1712$	
12	17.3	143	2.2		S.D.=21	S.D.=684	
13	18.7	188	組織検体				
14	18.0	167	〃				
15	18.8	181					
16	16.3	128					
17	16.5	128					
18	20.4	205					
19	20.0	208					
20	19.1	168					
21	17.5	150					
22	16.2	103					
23	24.0	401					
24	20.6	223					
25	16.0	105					
26	17.4	152					
27	19.3	163					
28	23.9	351					
29	16.9	136					
30	17.3	136					
31	16.1	103					
32	16.0	115					
33	13.5	70					
34	18.3	167					
35	19.4	204	著積性検体				
36	19.8	202	〃				
37	19.2	179	〃				
38	16.4	99					
39	17.1	128					

の 体 長 ・ 体 重

Ⅱ 排 水 区

No	体長 (cm)	体重 (g)	備 考	No	体長 (cm)	体重 (g)	備 考
1	17.3	153	採血量cc 1.5	41	17.1	130	
2	17.7	167	2.3	42	15.3	94	
3	20.7	256	1.8	43	14.2	86	
4	20.2	211	2.4	44	15.8	116	
5	17.9	152	2.3	45	17.4	141	
6	15.1	108	1.1	46	17.8	148	
7	16.6	139	1.8	47	15.4	96	
8	23.0	353	2.4				
9	18.6	167	2.2				
10	17.4	159	2.4		n=47	n=47	
11	16.4	140	2.0		$\bar{x}=16.9$	$\bar{x}=143.7$	
12	15.3	109	1.4		S.D.=2.3	S.D.=57.4	
13	19.2	206	組 織 検 体				
14	19.6	233	〃				
15	17.0	137					
16	16.6	129					
17	17.0	148					
18	15.6	119					
19	14.7	91					
20	17.4	148					
21	16.1	105					
22	18.0	147					
23	20.5	235					
24	14.5	89					
25	17.0	138					
26	17.1	134					
27	13.2	68					
28	14.3	91					
29	15.9	114					
30	17.6	140					
31	15.2	103					
32	15.8	102					
33	9.2	22					
34	15.0	137					
35	20.0	223	蓄 積 性 検 体				
36	20.7	267	〃				
37	17.3	146	〃				
38	17.3	143					
39	16.6	114					
40	15.6	98					

C 事業場飼育魚

I 对照区

No	体重 (g)	体長 (cm)	備考	No	体重 (g)	体長 (cm)	備考
1	136	18.3	採血量 2.0	40	88	14.5	
2	207	21.0	1.2	41	74	14.2	
3	170	19.4	1.8	42	156	18.3	蓄積性
4	180	19.0	2.3	43	155	18.0	〃
5	195	19.4	1.6	44	68	13.9	組織検体
6	252	21.8	1.8	45	101	16.6	〃
7	125	17.7	1.4				
8	162	19.6	2.3		n=45	n=45	
9	102	16.8	1.5		$\bar{x}=147.0$	$\bar{x}=17.8$	
10	203	20.4	2.1		S.D.=44.1	S.D.=1.9	
11	251	22.1	2.7				
12	146	18.3	2.0				
13	177	19.1	2.4				
14	169	18.0	体力測定				
15	173	17.0	〃				
16	231	19.4	〃				
17	127	16.2	〃				
18	93	15.4	〃				
19	146	17.6	〃				
20	164	18.4	〃				
21	144	18.2	〃				
22	78	14.7	〃				
23	134	16.8	〃				
24	153	18.5					
25	149	18.5					
26	164	18.7					
27	105	16.0					
28	147	17.8					
29	64	14.0					
30	156	18.5					
31	139	18.5					
32	116	17.5					
33	149	18.2					
34	94	15.2					
35	190	19.0					
36	185	15.0					
37	117	16.0					
38	137	17.5					
39	143	18.3					

の 体 長 ・ 体 重

Ⅱ 排 水 区

№	体重 (g)	体長 (cm)	備 考
1	169	19.0	採血量 1.4
2	161	17.9	〃 2.2
3	167	18.5	〃 2.4
4	167	19.1	〃 2.3
5	238	21.8	〃 2.0
6	104	16.0	〃 2.0
7	124	17.5	〃 1.9
8	157	18.3	〃 2.3
9	107	16.6	〃 1.7
10	166	18.8	〃 2.1
11	127	17.6	〃 2.3
12	150	18.0	〃 1.5
13	68	13.7	組織検体
14	101	16.6	〃
15	151	18.9	体力測定
16	160	18.2	〃
17	154	18.7	〃
18	167	18.9	〃
19	125	17.0	〃
20	151	17.9	〃
21	164	19.0	〃
22	143	17.8	〃
23	138	17.5	〃
24	167	18.9	〃
25	110	16.7	蓄積性検体
26	124	17.0	〃
	n=26	n=26	
	$\bar{x}=144.6$	$\bar{x}=17.9$	
	S.D.=32.0	S.D.=1.4	

D 事業場飼育魚

I 対照区

No	体重 (g)	体長 (cm)	備 考	No	体重 (g)	体長 (cm)	備 考
1	133	16.8	採血量 cc 0.2	40	64.4	13.0	体力測定
2	75.5	13.7	1.4	41	78.6	15.2	〃
3	73.5	14.0	0.2	42	61.4	13.5	〃
4	73.8	13.9	0.9	43	68.9	13.8	〃
5	83.2	15.1	1.0	44	46.4	12.1	〃
6	65.0	13.9	0.7				
7	38.0	11.7	0.8				
8	55.2	12.4	0.8		n = 44	n = 44	
9	57.0	12.4	1.4		$\bar{x} = 61.5$	$\bar{x} = 13.1$	
10	58.3	13.0	1.2		S.D. = 21.7	S.D. = 1.6	
11	73.5	14.3	1.4				
12	63.1	13.1	0.8				
13	39.5	11.5	組織検体				
14	42.9	12.1	〃				
15	44.0	11.0	蓄積性検体				
16	54.4	12.6	〃				
17	30.7	10.7	〃				
18	71.0	14.1					
19	102.5	16.3					
20	93.6	15.1					
21	56.7	13.2					
22	60.8	12.7					
23	72.6	13.7					
24	36.5	11.5					
25	43.4	11.7					
26	48.8	12.3					
27	53.8	11.3					
28	58.7	13.0					
29	34.1	11.1					
30	61.4	13.2					
31	53.9	12.4					
32	31.3	10.7					
33	30.4	10.2					
34	45.4	10.0	蓄積検体				
35	65.0	14.2	体力測定				
36	97.7	15.6	〃				
37	100.2	16.2	〃				
38	53.9	12.6	〃				
39	74.3	14.4	〃				

の 体 長 。 体 重

II 排 水 区

No	体重 (g)	体長 (cm)	備 考	No	体重 (g)	体長 (cm)	備 考
1	176.9	19.4	採血量cc 1.5	40	82.7	14.9	体 力 測 定
2	174.0	19.2	2.0	41	63.9	13.7	〃
3	79.7	14.9	1.8	42	72.3	14.3	〃
4	118.6	17.2	1.5	43	76.6	14.4	〃
5	89.4	15.6	1.8	44	90.3	16.1	〃
6	57.2	13.6	0.4	45	60.5	13.8	〃
7	64.5	14.1	0.7				
8	69.8	14.6	0.9				
9	118.3	17.4	1.9		n = 45	n = 45	
10	88.2	15.6	0.2		$\bar{x}=75.2$	$\bar{x}=14.2$	
11	65.8	14.3	0.7		S.D.=35.1	S.D.=22	
12	148.5	17.6	0.6				
13	74.4	13.9	0.75				
14	34.1	10.7					
15	39.8	11.3					
16	47.2	12.3					
17	61.6	13.2					
18	78.4	14.5					
19	68.7	14.2					
20	85.9	15.7					
21	48.7	12.8					
22	23.5	9.6					
23	55.1	13.2					
24	37.5	11.2					
25	52.5	12.2					
26	52.8	13.0					
27	28.1	9.9					
28	51.7	12.6					
29	32.4	11.3					
30	40.7	11.7					
31	101.2	15.6	組 織 検 体				
32	69.5	13.9	〃				
33	154.1	17.9	蓄 積 性 検 体				
34	61.3	13.6	〃				
35	63.3	13.4	〃				
36	105.1	16.0	体 力 測 定				
37	73.4	14.6	〃				
38	84.7	15.8	〃				
39	61.8	13.9	〃				

魚類の健康評価に関する研究(3)

(昭和55年度)

昭和57年3月31日 発行

編集 魚類指標排水規制基礎研究会

発行 横浜市公害研究所

〒235 横浜市磯子区滝頭1-2-15

TEL 045-752-2605

印刷 (株)国際マイクロフォト研究所

横浜市中区尾上町3-29

TEL 045-681-0719