

5 指針に基づく排水評価例（水尾寛己，樋口文夫）

先の検査結果について、今回策定した暫定排水評価指針に従って、実際に排水評価を行なった場合の例として、各工場別年度別に表5-1に示したが、そのうち2例について指針に従って評価の作業の流れを以下に具体的に示す。

5-1 排水評価例（その1） 56年度飼育のA工場の場合（図5-1）

- (1) まず、**対照区の検討**を行う。① 対照区指標魚の死亡率は2%、非生残率は4%で、死亡率として10%以内である。② 指標魚を取り扱う作業（池の清掃、体長、体重の測定等）で、対照区に明らかな「かし」は見られない。③ 工水について特に水質的に問題は見られない。

以上から、対照区は**問題なし**と判断する。

- (2) 次に、**排水区指標魚の異常の有無**について、標準となる対照区の検査結果と、排水区の検査結果から「評価指針」に基づいて有意差を比較し、比較結果から判定を行なう。検査結果から、ヘマトクリット値とヘモグロビン濃度の2項目に差が見られることから、排水区指標魚に**異常あり**と判定し、2項目に差があることから**指標魚の異常の程度**は**G₂**となる。
- (3) 又、**排水区管理面**、**排水区環境面**について、1年間の飼育において魚の異常を引き起こす要因はなかったかどうか検討する。

排水管理面については、給餌は適正だったかどうか、清掃等作業における魚の取り扱いはどうか、病魚の発生及び治療はどうだったかなどを先の4-2-2で述べた飼育管理状況について検討する。検討の結果、測定時の取り扱いミスによる魚の飛び出しと、尾ひれの欠損による除去が見られたが、寄生虫や細菌性による魚病の発生は特になかったなど、評価に支障をきたすようなトラブルは見られなかった。よって**排水管理面**は**Ⓐ**と判定する。

排水環境面については、先の4-2-1で述べた飼育水質について両区の比較等により検討する。

換水率は両区同じで7回/日、水温は排水区の方が2~3℃高い、平均電気伝導度は対照区と排水区に差が見られるが、塩の組成から見て問題は少ない。NH₄-Nも両区で差は見られない。以上より、**排水区環境面**は**Ⓐ**と判定する。

- (4) **排水の問題性の検討**においては、先の**排水区指標魚の異常の有無**、**排水区管理面の良否**、**排水区環境面の良否**の結果を総合的に判断して、**排水区指標魚の異常**は排水に帰因する可能性があると判断する。

- (5) 以上をふまえて、**指標魚の異常の程度**と**排水評価基準**との関係から、指標魚が**G₂**であることから、排水は**Ⓑ**（排水に問題の疑いがある）と評価する。

5-2 排水評価例（その2） 56年度 C工場の場合（図5-2）

- (1) まず、**対照区の検討**を行う。①対照区指標魚の死亡率は1%、非成残率は20%で、非生残率が高かったのは、3月12日に両区でキドネラ寄生と細菌性白雲症の発生があり、重症魚を除去したため、その後薬浴で安定しており、死亡魚も発生していない。②指標魚を取り扱う作業（池の清掃、体長・体重の測定等）で、対照区に明らかな「かし」は見られない。③工水に

ついて特に水質的に問題は見られない。

以上から、対照区は(問題なし)と判断する。

- (2) 次に、排水区指標魚の異常の有無について、標準となる対照区の検査結果と排水区の検査結果から「排水評価指針」に基づいて有意差を比較し、比較結果から判定を行なう。検査結果から、死亡率と非生残率の2項目に差が見られることから、排水区指標魚に(異常あり)と判定し、2項目に差があることから指標魚の異常の程度はG₂となる。
- (3) 又、排水区管理面、排水区環境面について、1年間の飼育において魚の異常を引き起こす要因はなかったかどうか検討する。

排水区管理面については、給餌は適正だったかどうか、清掃等作業における魚の取り扱いがどうか、病魚の発生及び治療はどうだったかなどを先の4-2-2の飼育管理状況について検討する。検討の結果、3月12日に、対照、排水両区でキドロネラ症と細菌性白雲症が発生し、それについては、治療するが、4月26日に排水区にだけ「ワタカブリ症」が発生し、薬浴時の濃度等のミスにより排水区で69尾の魚が死亡する。よって排水管理面は(⊕)と判定する。

排水区環境面については、先の4-2-1の飼育水質について両区の比較等により検討する。換水率は両区で6~10回/日の範囲、水温については両区でほとんど差なし。COD、NH₄-Nについてはわずかに排水区が高い程度。電気伝導度についてもわずかに排水区が高い程度であるが、塩分組成からみて問題はないと判断する。

以上より、排水区環境面は(⊕)と判定する。

- (4) 排水の問題性の検討においては、排水区管理面の良・否において(否)のため、排水区指標魚の異常は排水に帰因できないと判断する。
- (5) 以上をふまえて、指標魚の異常の程度はG₂であるが、排水については(評価できない)とする。

以上のように、排水評価指針に従えば、56年度のA工場については、「指標魚の異常の程度は、G₂で排水の評価はB」であり、56年度のC工場については、「指標魚の異常の程度はG₂だが排水評価はできない」となる。A工場については、後にふれる「6.過去数年間の飼育魚についての血液及び組織学的検討」のところで説明しているが、形態・組織学的に、脾臓および腎臓において血鉄症と思われる症状が認められた。血液性状からは、正色素性小球性の軽度の貧血と推察された。C工場については、形態、組織学的な検討では感染症に基づく炎症が疑われており、飼育技術的に問題があると考えられた。

以上より、指針による評価が、血液・組織学的検討を比較的反映しており、実務担当者において、簡易な有効な評価法であることが裏付けられた。逆に評価の裏付けが必要な時には、血液、組織学的検討の必要性も明らかになった。

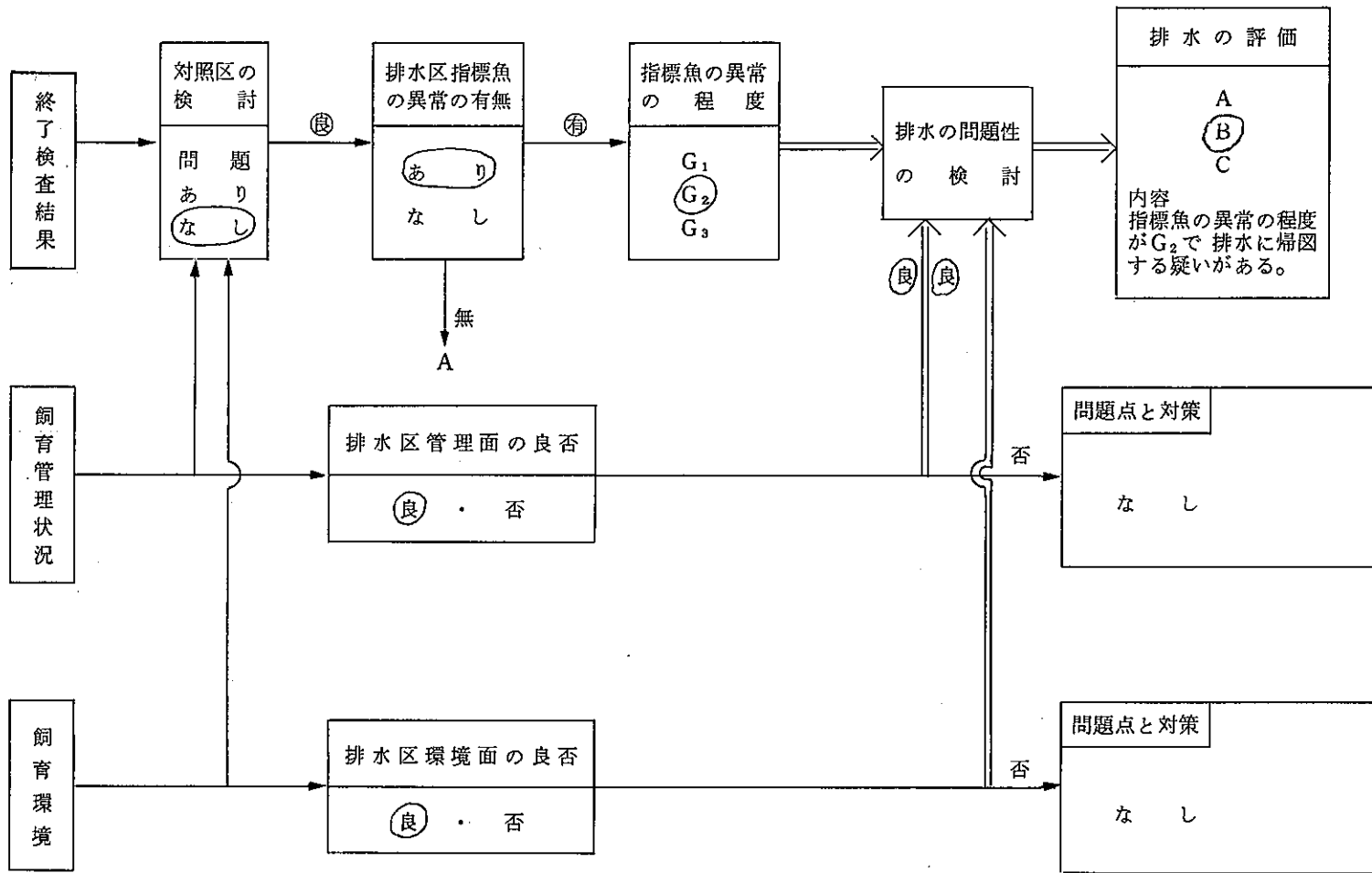


図 5 - 1 排水評価例 (その 1) 56 年度 A 工場

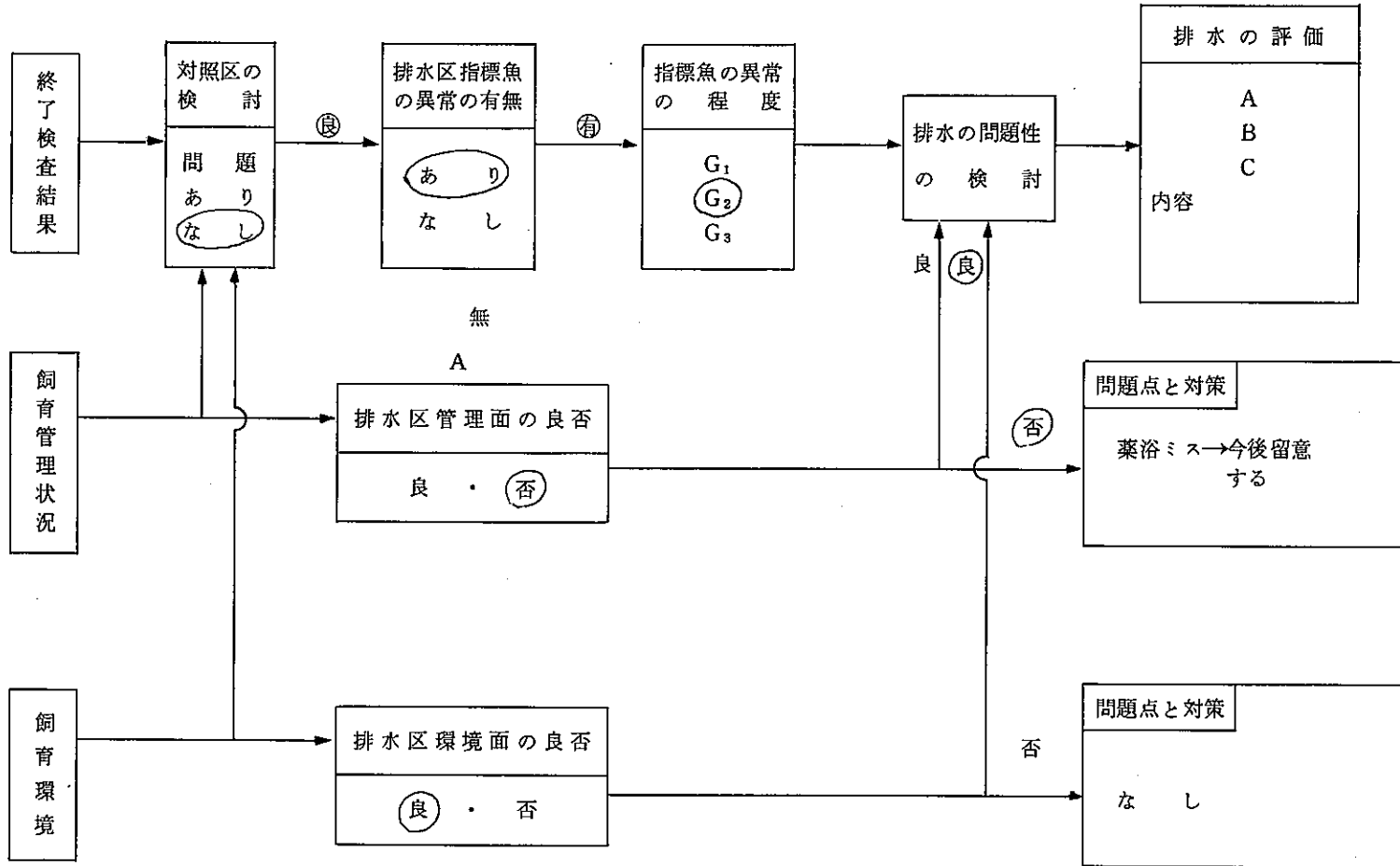


図 5 - 2 排水評価例 (その 2) 56 年度 C 工場

表 5 - 1 各事業場の年度別排水評価例一覧表

工場名	年度 結果・評価 検討項目	5 4		5 5		5 6		5 7		5 8		備 考
		検討結果	排水 評価	検討結果	排水 評価	検討結果	排水 評価	検討結果	排水 評価	検討結果	排水 評価	
A	異常の有無 管理面 環境面	有 (G ₃) × ×	—	有 (G ₃) ○ ×	—	有 (G ₂) ○ ○	B	有 (G ₂) ○ ○	B	有 (G ₂) ○ ○	B	
B	異常の有無 管理面 環境面	有 (G ₃) ○ △	B	有 (G ₁) ○ △	A	有 (G ₁) ○ △	A	有 (G ₂) × △	—	有 (G ₂) ○ △	B	環境面で、NH ₃ -N が高いが、評価には NH ₄ -Nの影響はあ まり現われてない。
C	異常の有無 管理面 環境面	有 (G ₂) × ○	—	有 (G ₁) × ○	—	有 (G ₂) × ○	—	有 (G ₀) ○ ○	A	有 (G ₀) ○ ○	A	
D	異常の有無 管理面 環境面	— × ×	—	— × ×	—	— ○ ×	—	有 (G ₁) ○ △	A	— ○ ×	—	対照区の注入水中の 残留塩素が高いため、 対照区の指標魚に異 常あり。
E	異常の有無 管理面 環境面	有 (G ₁) ○ ○	A	無 (G ₀) ○ ○	A	無 (G ₀) ○ ○	A	無 (G ₀) ○ ○	A	無 (G ₀) ○ ○	A	

注． ○；良 ×；不良 △；変則的 —；排水評価及び異常の有無を評価できない

6 過去数年間の飼育魚についての血液、組織学的検討及び蓄積性

すでに54年度、55年度、56年度の飼育魚の健康評価について、「魚類の健康評価に関する研究(3)、(4)で報告している所である。本報告では、これらの結果と57年度(組織においては58年度も)の結果を合わせて各工場飼育魚について検討するとともに、形態学的所見と組織像との関係、血液成分間の比較、血液成分と肝臓の形態学的所見との関係についても検討した。

また、蓄積性についての検討は、54年度飼育魚と56年度飼育魚の重金属の蓄積性及びA工場の56年度飼育魚の化学物質について行なった。結果は以下に示すとおりである。

6-1 工場排水で飼育したコイの肝臓、脾臓、脾臓、腎臓についての肉眼及び顕微鏡的観察 — (生物指標論下の5) — (磯貝純夫、磯貝三重子、水尾寛己)

はじめに

工場排水中で一年間飼育したコイについて、その行動、外部形態、血液性状等の検査と同時に、内部形態については、これまで下記の如く観察を行なって来た。

- ・健康と思われるコイの肝・脾・脾・腎臓についての顕微鏡的観察(54年度)
- ・工場排水中で飼育したコイの肝臓についての肉眼的、顕微鏡的観察(55年度)
- ・工場排水中で飼育したコイの肝・脾臓についての肉眼的、顕微鏡的観察(56年度)
- ・工場排水中で飼育したコイの腎臓についての肉眼的、顕微鏡的観察(57年度未発表)
- ・工場排水中で飼育したコイの肝・脾・脾・腎臓についての肉眼的観察(58年度未発表)

本報告では、これ等の観察より得られた肉眼的、顕微鏡的所見を照合し、検討を試みた。

6-1-1 方法

供試魚はいずれも神奈川県水試、あるいは群馬県水試より稚魚の段階で購入し、横浜市公害研究所で一定期間飼育選別後、横浜市内の5工場の排水中で9月～翌年の7月まで、市販の配合飼料を一定の給餌率の下に与えて飼育した。なお、対照区には工業用水を用いた。

供試魚は外部形態観察、採血後、直ちに開腹して、内臓の生鮮写真撮影、肉眼観察を行ない、適時組織を採取して10%ホルマリンで固定した。一部個体については、採血によって生じる内部形態及び組織への影響を知る意味から、採血せずに上記操作を行なった。

観察にあたっては、原則として、左側腹壁を切り取り、肝脾臓については、左主葉、腹側葉、腎臓については、体腔内に下垂する左葉について行なった。これは、検査時の操作上の理由、ならびに上記葉が比較的一定して存在し、ある程度の容積を占めることによった。

肉眼観察では、腹水及び癒着の有無、肝脾臓の形態、容積、色調、硬さ、表面の滑粗、血管の状態、脾臓、腎臓の形態、色調等について行なった。色調の表示はマンセルの色体系に従った。(H/V/C, H色相, V明度, C彩度)

顕微鏡観察では、所定の手順に従ってパラフィ

表6-1-1 工場別、年度別供試魚数

工場	年度	55	56	57	58	計
	A	対照	13	13	10	13
試験		14	13	12	11	50
B	対照	13	10	11	10	44
	試験	13	10	11	10	44
C	対照	—	13	10	10	33
	試験	—	13	11	10	34
D	対照	15	13	10	10	48
	試験	14	13	10	10	47
E	対照	9	13	13	—	35
	試験	8	13	13	—	34
計	対照	50	62	54	43	209
	試験	49	62	57	41	209

ン切片とし、ヘマトキシリン・エオジンで染色した。また、必要に応じ、アザン染色、PAS染色、鍍銀染色、脂肪染色等を試みた。

各工場別、年度別の供試魚個体数は、表6-1-1のごとくである。

6-1-2 結果および考察

1) 肝 臓

コイの肝臓の一般的形態についてはすでに述べたが⁽¹⁾(カラー写真1-1)、明らかにこれと異なる形態を示す個体(カラー写真1-2)が全工場、全年度を通じ、対照区11.5%、試験区16.3%の割合で認められた。Amlacher⁽²⁾は、コイの肝臓について一般的形態を示しながらもかなりの個体差を認め、多くの変形の存在を指摘している。その理由として、肝臓は本質的に肉眼レベルで特定の形態を必要とせず、周囲の器官との関連においてその形態を決定する傾向があるとし、特にコイでは複雑な回転を示す消化管との関連をあげている。

一方、ヨーロッパのコイに古くから知られる腹水症の障害等によっても、形態の変化が生ずることを指摘している。

左主葉および腹側葉の配置、形態が通常のものとは異なる個体の、工場別、年度別の出現率は、図6-1-1の如くである。

A、E工場では対照区、試験区の間で特に差は認められない。B・C・D工場では、試験区でわずかに高い出現率を示す傾向は見られるが、排水との関係を推定するにはいたらない。

各年度毎の全工場を通じての出現率は、55、57、58年度では対照区、試験区ともほぼ10%以下であるのに対し、56年度は各工場とも高く、全工場を通じての出現率は、対照区22.6%、試験区33.9%に達した。56年度については、排水との関係よりもむしろ供試魚の先天的な要因、あるいは供試前に加えられた要因との関連が考えられる。

コイの肝臓が個体によって様々な色調を示す事も知られている。

左主葉、腹側葉ともに色調が一定し、正常と思われる個体では、9.5R 4.5/7.0、5.0R 4.5/8.0、3.5YR 5.5/7.0、5.0R 4.0/8.0等(カラー写真1-1、色見本)の色調が最も多く出現し、全供試魚

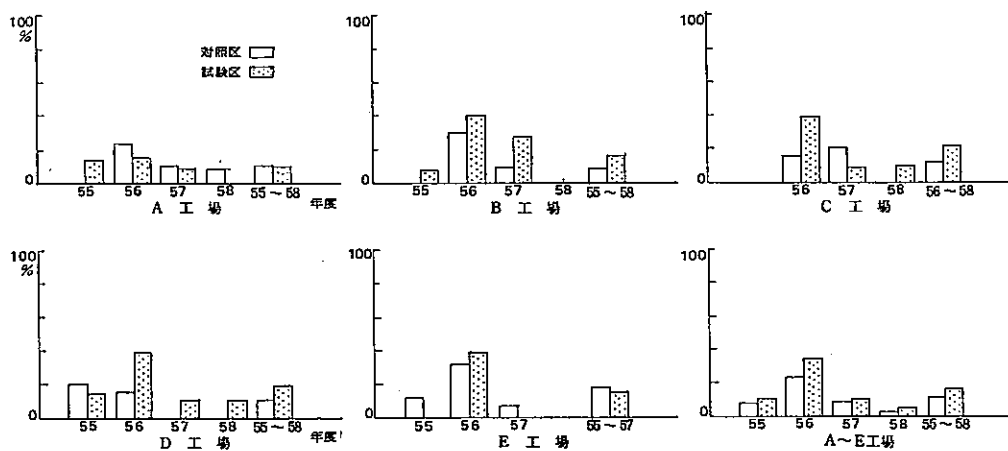


図6-1-1 形態異常出現率

の約半数を占めた。一方、同一個体において、各葉が異なった色調を示す個体も認められた。

上記色調とは異なる 6.5 YR 7.5/6.0, 5.0 YR 7.5/6.5 (カラー写真 1-3, 色見本) あるいはその 2 つの色調が、上記色調と斑紋をなす個体が出現した。各工場とも 55, 56 年度には特に多く、全供試魚に対し 12.4% に達した。同様な色調を示す個体のうち、全く透明感がなく、少し硬化し豆腐様で、表面を詳しく観察すると、ヒトの脳を思わせるシワ模様が生じた個体もかなり含まれた (カラー写真 1-4)。上記色調を示す肝組織の組織学的観察で、肝細胞は胞体の大部分を脂肪滴と思われる大小の空胞によって占められ、変形肥大した。又、後者の組織においては、肝細胞のほとんど全てを脂肪滴と思われる空胞が占め、胞体は著しく肥大し、核は若干収縮する。しかし、肝細胞の壊死像は認められなかった (Fig. 1)。

肝細胞の肥大変形に伴って、肝細胞索の配列が不規則となる。肝細胞索に沿う洞様毛細血管は肥大した肝細胞によって圧迫され細くなるが、肝細胞索の屈曲部や萎縮した肝細胞に沿った部分では拡張し、赤血球が停滞する様に分布した。又、斑紋をなす部分の圧べい標本では、中心静脈と思われる血管を中心とした赤血球のうっ滞が認められた。

以上、肉眼観察で認められた、透明感のない豆腐様の色調、肝組織の硬化、肥大等は、適時行なった組織学的観察結果並びに、別に行なった無給餌試験結果 (供試魚には上記性状を示す肝組織が認められなかった) より、肝細胞の脂肪化とこれに伴う変性に関連しているものと推定する。

肝組織が上記性状を示す個体の全工場、全年度を通じての出現率は、対照区 11.0%, 試験区、26.3% であり、各工場、年度別の出現率は図 6-1-2 の如くである。

各年度毎の全工場を通じての出現率において、55, 56 年度の試験区は特に高い値を示した。前述の如く、肝細胞の脂肪化に伴う変性と考えられる上記性状を示す個体の出現は、主として摂餌量、飼料成分と密接に関連していると思われる。年度を経るにしたがいその出現率が減少したことについては、飼料の質、量に検討が加えられ、又、飼育技術の向上とあいまった結果と考える。

しかし、工場別、年度別の出現率を検討すると、C 工場を除き、対照区に比べ試験区で高い出現率を示す。これについては上記理由からは説明できない。

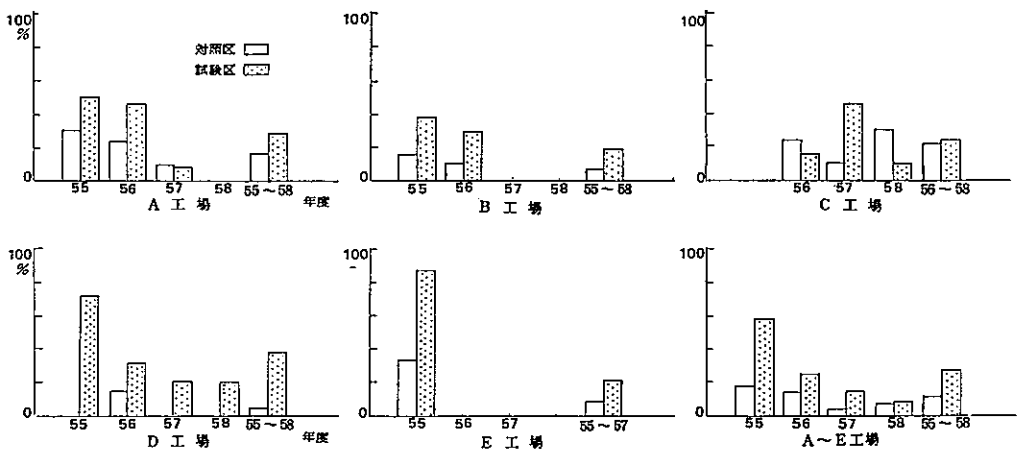


図 6-1-2 色調異常出現率

肝葉の表面に認められた脳のシワを思わせる模様については、組織学的観察との関連は明らかでなかった。(ヒトの脂肪肝等では良く似た模様が認められる。)

肝組織のグリコーゲンや、脂肪の分布、病理的变化の発現は、肝の小葉構造と関連して現われる事が多々指摘されている。しかし、コイでは肝組織中の結合組織の発達が弱いことと関連して、肝の小葉構造が未だ正確に把握されていない。

B工場58年度、D工場55、56、57年度では、対照区、試験区とも、開腹時、繊維素による腹壁(腹膜)と内臓(漿膜)の癒着が認められた。B工場55、56、57年度において、軽度ではあるが、肝組織の腫張、萎縮等も認められている。特に、B工場58年度対照区、試験区、D工場55年度試験区については、供試魚のほとんどに癒着が認められた。癒着部はつやがなく幾分硬く、脆くて盛りあがり、葉の表面は凸凹が生じた。癒着部を除いて、肝組織の示す色調が各葉の部分によって異なり、全体としては斑紋を呈するものが多くみられた。又、肝門脈と肝静脈のうっ血もしばしば認められた。(カラー写真1-5)

上記性状を示す葉では、壊死崩壊した肝組織に代わって、局所的な繊維芽細胞の増殖と、その周囲を取り巻いてリンパ様細胞が集合し、炎症に伴う組織の変性像が認められた(Fig. 2)。

数例ではあるが、左主葉あるいは腹側葉の肝組織に、強い萎縮変性をおこした個体(カラー写真1-6)が、B、D工場対照区、試験区で認められた。各葉に占める肝組織の容積は、肝細胞中に蓄えられるグリコーゲンや脂肪の量と密接に関連し、生理的にも変化する。しかし、これらの葉では肝組織が著しく萎縮した。これに反し、周囲の消化管から連絡する肝門脈に沿って分布する脾組織が、しばしば顕著に認められた(組織学的観察については脾臓の項で述べる)。上記葉の組織学的観察では、各所に、比較的大きなエオジン好性の球体が認められた。これは好酸体とよばれ、肝細胞の凝固収縮、壊死像を示し、内部に核の残骸を見ることも多い。退縮した肝細胞に代わって、多数の脂肪細胞が存在した。従って肝細胞索の配列はもはや判別できない(Fig. 3)。

以上、B、D工場では、炎症に伴う肝組織の腫脹、萎縮、うっ血ならびに癒着等が認められた。

上記性状を示す個体が、対照、試験両区に認められる事より、感染症に基づく炎症と思われる。

2) 脾 臓

脾臓の基本的形態についてはすでに述べた⁽¹⁾が、コイでは肝脾臓の名で知られる様に、肝臓と脾臓が入り組んでいる。しかし、脾臓の周囲は極めて薄いながらも結合組織で被われ、独立した器官として存在する。肉眼的に脾組織は、肝葉を取り巻く消化管より連絡する門脈に沿う脂肪組織様として認められる散在性の器官であり、その形態、色調等について観察するのは困難であったが、肝臓の項で述べた如く、時に強い乳白色を示す(カラー写真1-6)。

通常、脾組織の腺細胞は円柱状をなし、規則的に配列するが、胞体の自由縁側に存在する酵素原顆粒の増加とともに、丸味を帯び、その容積を増す。又、顆粒はエオジン好性で強い屈光性を示す。肉眼観察による脾組織の肥大と脂肪組織様の乳白色化は、酵素原顆粒の消長と密接に関連しているものと思われる。上記組織においては、腺細胞内に通常の量を超える顆粒が存在し、腺細胞の球形化に伴う配列の乱れと、腺細胞の変性壊死が認められている。退縮した腺細胞に代わって多数の脂肪細胞の存在が認められた(Fig. 3)。これが肉眼観察時の脾組織の肥大、乳白色化をより顕著にしている事も考えられる。炎症等に際しては、肝組織と脾組織の間隙に、リンパ球等の遊走細胞の集合が認められる。

正常と思われる組織中に、細胞質の塩基性が薄れ、酵素原顆粒を消失し球形化した腺細胞と、結合組織からなる厚い壁を持った肝門脈がしばしば認められることを付記しておく。

3) 脾 臓

すでに述べた様に⁽¹⁾脾臓の形態および色調は、生理的にも種々の条件や要因で変化する。しかし、A工場、55, 56, 57, 58年度の試験区の供試魚は、明らかに病的と思われる色調を示した。通常、脾臓は暗赤色の器官として表現され、いわゆる血の色の濃淡に伴う色調の変化を示す。

上記A工場個体については、これとは異なる強い茶色を示した（該当する色見本を所持せず、測定不可）。同組織の組織学的観察では、脾組織と脾組織（門脈に沿って脾臓内へ入りこむ）に黒褐色の微小顆粒および茶褐色の顆粒を飽食した喰細胞の著しい集積が認められた。さらに脾組織内には同顆粒がび慢的に存在した（Fig. 4）。時に同顆粒が肝組織内にも認められた。この顆粒はヘモグロビンに由来し、当試験区の供試魚は血鉄症を起こしているものと推定される。

4) 腎 臓

すでに述べた様に⁽¹⁾左葉腎は中間部で体腔内へ葉状に下垂する。56, 57, 58年度に行なった左側下垂葉の肉眼観察では、各工場とも特に形態の異常は認められなかった。色調については、A工場を除いてほぼ一定しており、9.5 R 4.5/7.0およびそれに近い色調を示した。又、57年度に行なった組織学的観察においても、細尿管およびその間隙に分布する造血組織に異常は認められなかった。

一方、A工場56, 57年度において、上記色調よりわずかに茶色味を帯び、58年度では、強い茶色を示した（該当する色見本を所持せず測定不可）。組織学的観察では、脾臓の項で述べたと同様の黒褐色の微小顆粒および茶褐色の顆粒を飽食した喰細胞の集積が、造血組織内に認められた。又、微小顆粒が造血組織内にび慢的に存在する事もしばしば認められた。細尿管を構成する細胞については、特に異常は認められなかった。

6-1-3 ま と め

各工場の排水および工業用水中で飼育したコイの肝臓、脾臓、腎臓について、前述の如く、肉眼的、組織学的観察を行なった。

肝臓では、左主葉、腹側葉に見られた形態の異常、色調の異常、炎症に基づく形態の異常等について検討した。個々の項目については、各工場とも排水と直接関連すると思われる異常は特に認められなかった。しかし、A, B, C, D工場の対照区と試験区における各項目ごとの出現率を総合的に検討すると、試験区で異常を示す個体の出現率が、対照区のそれをわずかに上回る傾向が認められた。（ただし、E工場についてはこの傾向はあてはまらない）排水による影響が肉眼的あるいは組織学的形態として認めうるにはいたらないが、供試魚に対し、軽度の負荷を加えていることが推定される。

脾臓、腎臓については、B, C, D, E工場とも、形態、色調に異常は認められなかった。A工場では、程度の差はあるが、全年度を通じて血鉄症と思われる症状が認められている。A工場の排水中には、溶血等と関連する成分の存在が疑われる。

お わ り に

工場排水中で飼育したコイの各臓器が示す個々の形態や色調の意義について、我々は探究を始めたばかりである。この様な時点である判定を下すことに対しては、時期早尚の批判をまぬがれないものと思う。55年度より続けられた調査は、本報告をもって一応終了するが、さらに、個々の形態や色調について検討を加え、血液性状の検査結果等と照合することによって、それらが示す生理的な変異

幅を把握できるものとする。その結果が、肉眼観察によるコイの健康度のチェックを可能とし、ひいては、コイによって排水を評価する事を可能にする手段の一つとなるものと思う。

本報告は故四竈安正博士の方針に従って、

生物指標論（上）

生物指標論（中）

生物指標論（下の1）

生物指標論（下の2）

生物指標論（下の3）

生物指標論（下の4）

に続く、生物指標論（下の5）とする。

通覧していただければ、その意図を御理解いただけるものとする。

文 献

- (1) 四竈安正，磯貝純夫，磯貝三重子，— 生物指標論<下の2> —
魚類の健康評価に関する研究(2)，横浜市公害研究所，19，1-14. (1979)
- (2) Amlacher, E.: Beitrzur Anatomie der karpfenleber
(*Cyprinus carpio L.*) - Z. Fish., N.F., 3: 311-336, (1954).

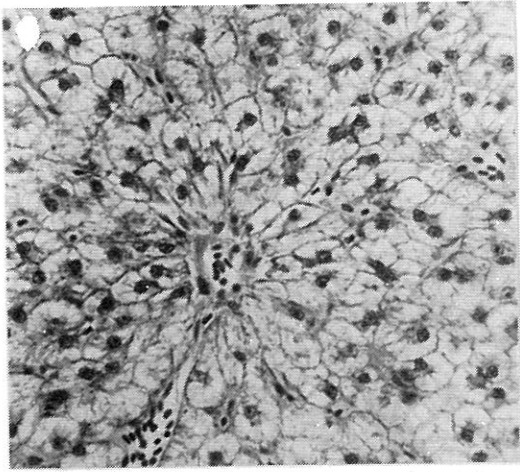


Fig. 1 胞体のほとんどが脂肪滴と思われる空胞によって占められ肥大した肝細胞

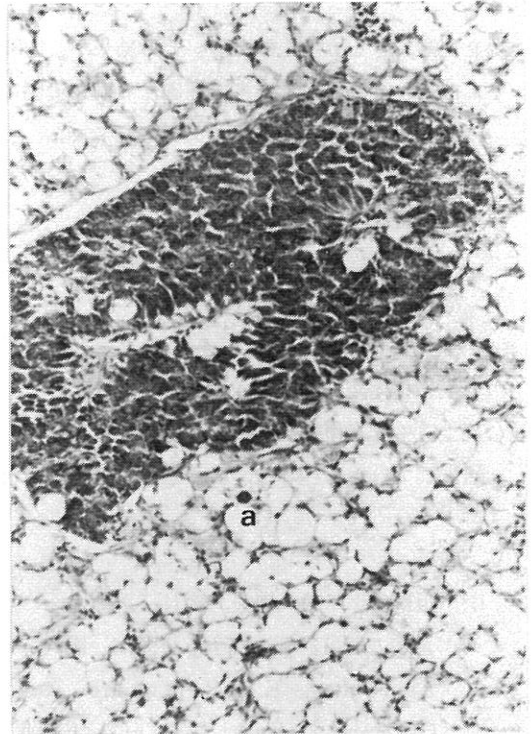


Fig. 3 肝細胞が退縮し脂肪細胞が占めるに至った肝組織。脾組織内にも脂肪細胞が見られる。
a 好酸体

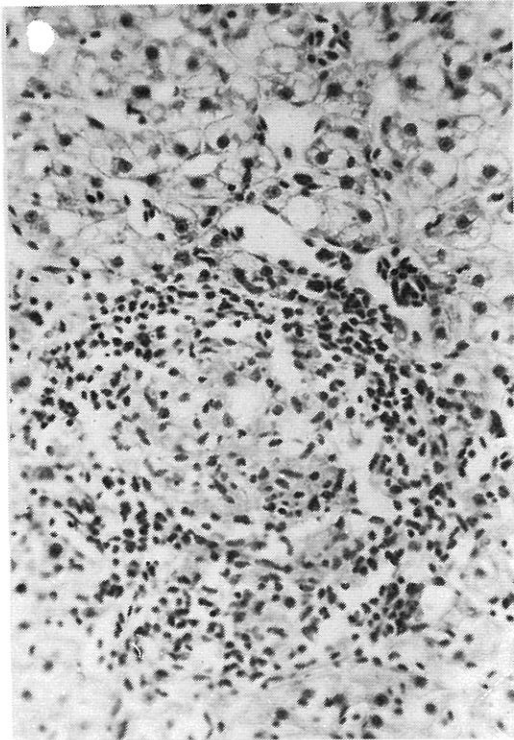


Fig. 2 肝組織内に増殖した繊維芽細胞。周囲をリンパ球様遊走細胞が取り巻いている。

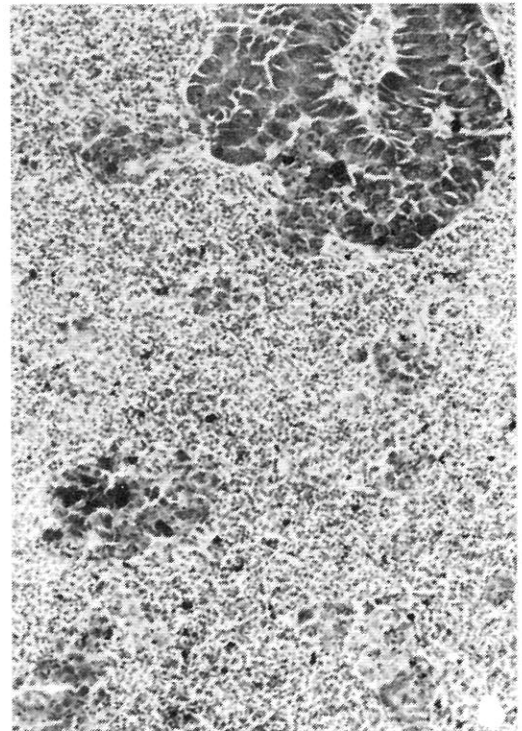


Fig. 4 脾組織と肝組織内に微小顆粒を胞食した遊走細胞の集合が顕著に認められる。

6-2 工場排水での飼育ゴイの4ケ年の血液学的、血液化学的所見及び考察

— 環境汚染物質の生物への影響 3 —

(尾崎久雄, 池田弥生, 樋口文夫)

6-2-1 はじめに

昭和54年度より58年度まで横浜市内の4工場を対象に、コイにおける工場排水の慢性影響について生理学的側面よりアプローチしてきた。昭和54~56年度の結果については先に報告したが、今回はこれらを含め、昭和57年度までの4ケ年の結果をあわせて検討する。なお昭和58年度は工場及び検査項目を選定し実施したので今回は解析を加えなかった。検討内容は工場別、年度別の血液成分の特徴、診断学的立場からの有効な検査項目、血液成分の相互の関係、さらに肝臓からの外観所見の程度と血液成分の関係等であった。

6-2-2 材料及び方法

供試魚は、昭和54,55年が神奈川県淡水魚増殖試験場より、それ以後は群馬県水産試験場より入手したマゴイ(当才魚)を用いた。各飼育年度を通じ、試験開始は9月、終了は翌年の6,7月であった。

飼育方法は各工場の野外に設置したコンクリート水槽を使用し、対照区、排水区の2槽にそれぞれ約100尾を收容し、餌料は、市販のコイ用配合飼料を一定給餌率で投与した。

血液検査前の作業手順は供試魚を池から取り上げ大型ポリ桶に收容後、30分~1.5時間以内に体長、体重の測定及び採血を行なった。この間酸素は充分に補給し、各区10~13尾を供試した。

採血は尾部血管からヘパリン処置した注射器を用いて行なった。血液は直ちに3,000 rpm, 10分間の遠心分離を行ない血漿を得た。

検査項目及び測定方法は、血色素量: Hb(シアンメトヘモグロビン法), 相対血球容積: Hb(微量毛細管法), 赤血球数: RBC(Burker-Türkの方法)及びこれら3者から平均血球血色素濃度: MCHC, 平均血球容積: MCV, 平均血球血色素量: MCHを算出した。血漿化学成分として総タンパク: TP₁(屈折計法), TP₂(ビューレット法), BCG(+), タンパク(BCG法), 及びこの差より求めたBCG(-)タンパクとBCG(+), BCG(-)の比(AIG)を算出した。尿素窒素: PUN(DAM-TSC法), 非蛋白性窒素: NPN(Rappaport-梅田変法)及び両者の比の%を算出した。グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ: GOT及びグルタミン酸ピルビン酸トランスアミナーゼ: GPT(ピルビン酸オキシダーゼ-P-クロロフェノール発色法), アルカリフォスファターゼ: ALP(カインドキング法), アミラーゼ: Amylase(キャラウェイ法), 総コレステロール: TC(酵素法), 遊離コレステロール: Free-Cho.(酵素法), この2者の差からエステルコレステロール: Ester-choを求め, エステル比: Ester-Ratioを算出した。ブドウ糖: Glucose(OTB法), クレアチンフォスフォキナーゼ: CPK(酵素法), 無機磷: Inp(モリブデンブルー法), 塩化物: Cl(シャルズ・シャルズ法)であった。なお, 検査項目は年度によって追加あるいは削除した項目があった。

6-2-3 結果及び考察

1) 工場別の血液成分

各工場別の血液検査結果を表6-2-1~6-2-4に示した。

(1) A工場(表6-2-1)

A工場の飼育年度別の血液成分を表6-2-1に示した。

対照区と排水区の血液成分を年度別に比較すると、Hb、Htは57年度を除いて対照区に比して排水区が低値を示し、貧血の症状を示す年度が多かった。またMCHCには差があまりなかったが、MCV及びMCHが対照区が高値を示したことは、正色素性小球性貧血の傾向にあった。総タンパクは排水区で若干低値が見られ、BCG(-)でも同様であったが、これは排水区のグロブリン合成量が少ない為のように思われる。従って、A/G即ち、BCG(+)/(-)比は逆に対照区で低値を示した。窒素代謝系ではその他に尿素窒素が54、55年度では、対照区に比して排水区が低値を示し、又、非蛋白性窒素も低値で窒素代謝系の低下が推測されるが、56、57年度は逆に尿素窒素が排水区で高値を示し、全年度を通じて一定の傾向がみられなかった。脂質代謝系では総コレステロールは排水区で若干低値を示した。54年度では遊離型コレステロールは排水区で低値を示していた。無機物系では、Clは両者に差はなく、無機Pは排水区で低値を示し体成長の遅れを反映したものとされた。次に酵素活性をみると、GPTは年度によって高、低値を示し一定の傾向がみられなかった。GOTは57年度を除いて排水区で低値を示し一定の傾向がみられなかった。GOTは57年度を除いて排水区で低値、ALPは56年度を除いて排水区で高値を示した。Amylaseは56年度を除いて排水区で低値、又、CPKは55年度のみであるが、同様の結果であった。

以上の結果から、各年度での共通点を拾ってみると、排水区の体成長がやや劣る傾向にあった。この工場は水温が対照区に比し排水区で1~4℃高くなる時期があり、また給餌率が両区で同じであることも体成長の差をひき起こす要因の一つと推測される。血漿中の蛋白成分、脂質成分が排水区で低値であったことはこれを反映したものである。この工場で明らかな所見としてみられるのは軽度の正色素性小球性貧血症である。GOT・GPT・TP等で著明な差がみられなかったことから、造血機能の低下によるものと推測されるが、栄養状態の悪化もその一要因として考えられる。

(2) B工場 (表6-2-2)

Hb・Ht・RBCは年度によって結果が一定していないが、54年度は対照区に比して排水区で3項目共低値を示したのに対し、それ以後の年度では逆に高値を示す傾向にあった。赤血球恒数ではMCHが57年度を除けば、排水区で低値を示していた。総タンパクは両区で差はなく、BCG(+)も両区で有意な差はみられなかった。BCG(-)は排水区で低値を示す年度が多く、A/Gからみると対照区で低値を示した。尿素窒素は各年度とも排水区で低値を示した。総コレステロールは全年度の平均からみると排水区で高値、又、無機Pは低値を示した。酵素活性ではGOT・GPT・ALPはどの年度も排水区で低値を示し、Amylaseは高値を示した。56年度の対照区のGOT・GPTは異常な高値を示した。

以上の結果からB工場の特徴は排水区で尿素窒素量の低値、対照区でGPT・GOT・ALPの高値があげられる。対照区の体成長は特に悪くはないが、BCG(-)が高く、A/Gも低いことから、上記の酵素活性の上昇と併せてみると、肝機能の障害が生じたと考えられる。また排水区の体成長がやや低値を示したことは尿素窒素、ALP、無機Pと関連したものと推測される。

(3) C工場 (表6-2-3)

検査回数が54、57年度の2回のみであった。Hb・Ht・RBCは排水区でやや低値を示す傾向にあり、赤血球恒数はMCVが高値を示し、軽度の正色素性大球性貧血症を示す傾向にあった。総タンパク、BCG(+)、(-)及び総コレステロールについては両区の差はわずかであった。尿素窒素もほぼ同様の結果であった。

以上の結果、C工場は共通の特徴を検討するには資料が少ないが、排水区でHb・Ht等の血液性状値が軽度の貧血症状を示したことがあげられる。また体成長に両区で差があまりなかったことと関連して、他の成分は著明な差を示さなかったと思われる。

(4) D工場 (表6-2-4)

両区のHb・RBCの差は年度によって変わり、一定しないが、Htは非排水区で高値の傾向がみられた。赤血球恒数ではMCVが排水区で高値を示す年度が多く、他項目は一定していなかった。総タンパクは対照区で54年度を除けば低い値を示し、BCG(+)は逆に対照区で高値を示した。BCG(-)も対照区で高値を示し、結果としてA/Gは同区で低値を示した。尿素窒素は57年度を除いて、排水区で低値であった。総コレステロール、無機Pは両区で差がなかった。酵素活性はGOTが排水区で低値、ALPは55年度を除けば高値を示す傾向があった。

以上の結果、D工場の特徴は、体成長は対照区より排水区の方が大きく、従って血液成分では総タンパク、ALPが高値であった。しかし、尿素窒素、無機Pは逆に低値を示し一見矛盾した結果となった。血液性状の内Htは年度を通じ対照区で低値を示したが、他のHb・RBCには一定の傾向がみられず貧血症状を示すまでには至ってなかった。

2) 工場別、年度別の対照区の比較

過去4回の検査結果を工場別に平均値、標準偏差を求めたのが表6-2-5で、変動係数%は表6-2-6に示した。

(1) 工場別の対照区及び排水区

Hb・Ht・RBCは工場によって差はあまりなく、全合計の平均値±標準偏差及び変動係数は以下の様であった。Hb: 8.53 ± 1.40 g/100 ml, 16.5%, Ht: 37.0 ± 5.5 %, 15.0%, RBC: 155.1 ± 28.1 10^4 /mm³, 18.1%であった。赤血球恒数はMCHCがD工場でやや高値、MCVはA工場で高値を示したが、MCHは工場間の差は小さかった。また総タンパクではTP₁、TP₂とも工場による差はわずかであった。他にBCG(+)はB工場で低値、BCG(-)はA工場で低値を示し、A/Gは工場間で若干差があり変動係数も22.3%と大きかった。尿素窒素はC・D工場が他に比して低値を示し、非蛋白性窒素PUNも同様な傾向を示した。総コレステロールはA・B工場が低値を示した。遊離型、エステル型のコレステロールは遊離型がD工場で高値、エステル型はB・D工場でやや高値であった。酵素活性のGPT・GOT・ALPは工場間で差が大きく、特にGPTがB・D工場で高値を示した。またこれらの変動係数も50%以上の非常に高い値を示した。

次に対照区と排水区の血液成分をまとめた意味を含めて比較検討した。Hb・Ht・RBCはD工場を除いて排水区で低値、BCG(-)、尿素窒素、GPT、遊離型コレステロールは全工場の排水区で低値、総コレステロールNPNはB工場を除いて排水区で低値を示した。また逆に排水区で高値を示したものは、BCG(+), A/Gと少ない項目であった。全体的に排水区の血液成分は低値を示す傾向がうかがわれた。次に両区の変動係数を比較すると、Hb・HtはA・C工場が排水区で高値を示し、赤血球恒数ではD工場以外の排水区で高値を示した。また、尿素窒素、非蛋白性窒素PUN、総コレステロールも同様であった。D工場は総じて対照区の方が高い変動係数を示した。次に両区の変動係数の差が比較的大きかった項目をあげると、MCHC、尿素窒素、非蛋白性窒素NPN、GPT、GOT、Glucose等であった。

(2) 年度別の対照区の比較

4工場の対照区の血液成分を年度別にまとめたのが表6-2-7である。

Hb・Ht・RBCは年度による差は明確でないが、56年度で低値を示す傾向があった。赤血球数はMCHCは56年度以後が低値、MCVは高値を示した。総タンパク、BCG(+)も同年度以後が低値を示した。しかしながら尿素窒素、総コレステロール、GPTは年度による一定の傾向がみられなかった。以上、全体としてみれば56年度及びそれ以後に低値を示す傾向があり、また体成長も56年度で低値を示した。これらは飼育条件、給餌条件を加味して検討する必要があるが、コイの遺伝的な差に由来した結果とも考えられる。ちなみに56年度から神奈川県産から群馬県産のコイに変わっている。

(1),(2)の結果から、対照区の血液成分の特徴をみると、工場間の差違では、ない項目とある項目があり、Ht・Hb・RBC・TP等は前者、GOT・GPT等の酵素活性は後者の代表といえよう。また飼育年度間による変化は工場間のそれより大きい傾向がうかがわれ、環境条件、飼育条件、遺伝的な問題等の年度による差違を反映したものと推測される。なお全体的に対照区、排水区を比較すると排水区で低値を示す傾向があった。

3) 血液検査の有効性の検討

正常か異常かの判断は一般的に基準値を設定し、これを基に比較検討することによってなされる。2)ではその基準値となる対照区の問題を中心に検討してきたのであるが、ここではさらに血液検査としての有効性について、特に各検査項目の変動の問題及びこれまでの結果を踏まえてまとめた。まず各項目の変動係数を5段階の範囲に分けてみたのが表6-2-8である。

表6-2-8 血液成分の変動係数%(対照区)

10.0~19.9	20.0~29.9	30.0~39.9	40.0~49.9	50.0<
Hb・Ht・RBC	MCV・MCH・A/G	PUN/NPN	TC PUN	CPK GPT・GOT・ALP
MCHC・TP・BCG(+)	NPN・Ester-cho.			Amylase
BCG(-)・cl・Free-cho.	InP			
Glucose				

これらからHb・Ht・RBC及び総タンパクTP、BCG(+), BCG(-)等は10%代の個体差の少ない安定した低値を示した。また20%代ではMCV・MCH・非蛋白性窒素等で、40%代が尿素窒素、50%代は酵素活性のほとんどの項目を含んでいた。この酵素活性に個体差が著しく大きいということは体内諸臓器中の酵素量(活性)が個体によってかなり異なること、また代謝活性を反映する細胞のturn-over速度も個体によってかなりの差があることを窺わせた。

魚類の健康状態を評価する上で有効な検査項目の条件は値の変動が小さいこと、再現性があり、簡便な方法で測定できることがあげられる。さらに鋭敏さをもち、外界の特性をよく反映するものである。しかしながら鋭敏さ故に値の変動が大きくなり、指標として用いるのには難点もある。今回、過去4回の結果を検討したが、上記の条件が比較的満足できうる項目は、Hb・Ht・RBC及び赤血球数などで貧血の程度及びその原因の診断が可能である。これらは変動係数が低値、更に水質の状況を

比較的よく反映しかつ測定方法が簡便などの点で有効な指標となりうるものである。また総タンパク及び他の蛋白成分も栄養状態及び肝機能を評価する上で重要であり、変動が小さく、簡便性を持ったよい項目となりうる。尿素窒素は窒素代謝の終末産物である為、物質代謝の大きさに影響される。ここではそれに加えて水質の状況を反映する項目と考えられるが、変動がやや大きかった。総コレステロールは脂質代謝及びエステル型コレステロールは肝機能を反映する。これらは変動が小さく、魚類の栄養状態を知る上で必要かもしれない。また蛋白代謝の側面から肝機能を反映するGPTも、変動は大きいが必要かもしれない。他の酵素活性もそうであるが、変動が非常に大きいことがあげられよう。これは鋭敏な指標であるためであり、反面個々の魚体の状態を知るうえで必要である。今回は検討しなかったが、組織中の酵素活性の項目も有効な指標として今後、検討すべきである。特に酸性フォスファターゼAcidPは体内に侵入した異物に対する解毒作用に関与し、水質の特性をよく反映する項目と考えられる。又、鱗の表面に刻まれた紋様の解読は、血液検査学を併せ調べることによって累積的な影響を知る手がかりになると考える。

4) 血液成分間の関係

3) で検討してきた主要な検査項目と、他の血液成分との関係をみたのが表6-2-9である。相関係数の検定は、例数が多いことを考慮して有意水準0.001で有意差があった項目のみ記した。Hb・Ht・RBC、赤血球恒数は蛋白成分と正相関を示す傾向があったが、相関係数は低かった。これらの中で、HbはTP・BCG(+), BCG(-1), ALP・Amylase, InPなど多くの項目と有意な相関性を示した。またHtはInPと強い関係を認めた。水温上昇期の蛋白代謝の増加及び骨形成の増進などの成長期における特徴を反映したものかもしれない。しかしこれらの相関係数はあまり高くない。次に総タンパクは屈折計法によるTP₁とビューレット法によるTP₂の2つの方法で測定した。TP₁は総コレステロール、遊離型コレステロール、エステル型コレステロールとそれぞれ正相関を示し、特に遊離型と高い相関性を示した。TP₂は総コレステロール、遊離型コレステロールと相関を示したが、TP₁ほど高くなかった。両者の違いはTP₁がTP₂より常に高い相関性を示したことである。その理由はTP₁は屈折計法による値である為、総コレステロール量が影響して値を高めている。従って他の脂質成分と高い相関性を示すものと考えられる。ちなみに両者の関係式は、 $Y = 0.432x + 0.632$ ($Y=TP_1, x:TP_2$) で示される。またこれらの関係は蛋白及び脂質代謝の相互の関連性を強く示唆している。尿素窒素は総タンパクと負の相関を示し、蛋白の合成、異化の関係のなかで合成が促進されている可能性もあるが、水温上昇期、成長時に窒素代謝が亢進することとは矛盾する。次に総コレステロールは他の脂質成分と高い正相関を示した。またGPTはGOTと高い正相関を示した。

最後に血液検査に用いたコイの体成長と血液成分との関係についてみると、体長、体重はInPのみと正の相関を示したのに対して肥満度は非蛋白性窒素、総コレステロール、コレステロールエステル型、GPTと正相関を示した。なおHb・Ht・RBC等はいずれも体成長と相関を示さなかった。この様に全体からみれば、体長や体重の成長度と血液成分とはあまり関係がなく、むしろ肥満度との関係の方が大きかった。

5) 形態学的所見と血液成分との関係(表6-2-10)

形態学的所見の内、ここでは血液検査を行なった個体の肝臓の肉眼観察に注目して通常とは異なる所見を示したものについて以下のグレードを設定し、血液成分との関係を検討した。すなわち肝臓の色調に関係した所見を各1点とし、体壁(腹壁)と内臓(漿膜)との癒着、肝組織の萎縮、葉の

の表面の凹凸，透明感のない豆腐様の所見を各2点として若干重みづけをした。点数が高くなるほど多項目の所見を示している。なお点数が4以上の個体数が少なかったのでまとめて検討した。何等の所見を示さなかった点数0と点数を有するものとを比較する。Hb・Ht・RBCは，点数2，3で低下する項目もあるが，全体に高い傾向を示した。赤血球恒数はMCVが点数3，4で低下していた。総タンパクも点数を有するもので高い傾向を示した。ただし4～では若干低下きみ。BCG(+)，BCG(-)等も同様であった。尿素窒素，非蛋白性窒素は点数を有するものが低値，特に4～が最も低値を示した。GPT，GOTも同様に低値を示していた。ALPは例数が少ないが点数3,4で高値を示す傾向があった。他に総コレステロールが低値を示し，4～で最も低値を示していた。他の脂質成分の遊離型，エステル型は一定の傾向がみられなかった。体成長の肥満度は4～で最も低値を示した。

以上の結果，肝臓の色調，外観の異常の程度と血液成分との関係はあまり明確でなかったが，尿素窒素，総コレステロール等が低下傾向を示した。一般に，GPT・GOT・ALPは肝組織の壊死等の病的状態で高値を示す。しかし，今回はGPT・GOTが低値，ALPが若干高値であり，一定の傾向がみられなかった。これは肝臓の障害の程度がそれほど重篤な状態に陥っていないことを示していると考えられる。

6-2-4 ま と め

魚類の健康状態を評価する手法として血液検査に注目し，その有効性及び再現性について検討してきた。排水中に含まれる個々の物質に対する影響については今後検討されるべきものであるが，今回は工場別の排水の特徴が総合的にどの程度まで血液検査手法によって抽出されるのかを検討したのであった。その結果の要約を以下に示す。

1) A工場は排水区で正色素性小球性の貧血症状を呈した。また低蛋白，低脂質の傾向があった。B工場は排水区の尿素窒素の低値，対照区の酵素活性の高値を示した。C工場は排水区で軽度の貧血症状を示すが，両区の差はわずかであった。D工場は尿素窒素が排水区で低値を示し，他の多くの項目は対照区で低値を示した。

2) 各工場の健康状態の判断基準となる対照区相互の比較は，工場間ではHb・Ht・RBC，TP₁等が差が少なく，酵素活性は大きかった。全工場の年度別比較ではコイの系統による違いが若干あるようであった。

3) 血液検査の有効性の検討では，まず各項目の変動係数をみると血液性状，蛋白，窒素，脂質成分は低率を示したが，酵素活性は高率を示した。さらに先の検討結果を踏まえ，主要な検査項目としてHb・Ht・RBC・TP・PUN・TC等があげられる。他に追加検討項目としてNPN・Ester - Cho.がある。変動が大きいけれど鋭敏な項目のALP・GPTも意味あるものと考えられる。今後の検討課題としてAcidP・鱗及び組織内酵素活性があげられる。

4) 主要な検査項目と他の項目との関係はHb・Ht・RBCは蛋白成分と正相関を示し，蛋白成分は脂質成分と正相関を示す傾向にあった。酵素活性は無相関であるが，他と異なる生体情報を得るうえからも必要かもしれない。

5) 肝臓の外観の所見と血液成分との関係はこの部位に関連した尿素窒素PUN，総コレステロールTCで低値を示す傾向があった。

以上のことから血液検査は野外飼育試験において，環境条件及び測定条件によって結果が影響される面もあるが，目的にあ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なり得る。

表の注の説明

＊1 ヘモグロビン量 ($g/100\text{ ml}$), ＊2 ヘマトクリット値 (%), ＊3 赤血球数 ($\times 10^4/mm^3$), ＊4 平均血球血色素濃度 (%), ＊5 平均血球容積 (μm^3), 平均血球血色素量 ($\times 10^{-12}g/\text{個}$), ＊7 血漿総蛋白量 ($g/100\text{ ml}$) 屈折計法, ＊8 同, ビューレット法, ＊9 BCG (+) タンパク (g/ml), ＊14 尿素窒素量/非蛋白性窒素, ＊15 グルタミン酸ピルビン酸トランスアミナーゼ (Karmen U), ＊16 グルタミン酸オキサリ酢酸トランスアミナーゼ (Karmen U), ＊17 アルカリフォスファターゼ (K-Au), ＊18 アミラーゼ (Unit), ＊19 クレアチンフォスフォキナーゼ (mU/ml), ＊20 総コレステロール ($mg/100\text{ ml}$) ＊21 遊離型コレステロール ($mg/100\text{ ml}$), ＊22 エステル型コレステロール ($mg/100\text{ ml}$), ＊23 エステル比, ＊24 血漿グルコース量 ($mg/100\text{ ml}$), ＊25 無機リン ($mg/100\text{ ml}$), ＊26 塩素量 ($mmol$), 以上＊1～＊6までは全血成分, ＊7以後は血漿成分である。以下表2～7, 10も同様 ＊27 平均値 標準偏差 (尾数)

表 6 - 2 - 1 A 工場の血液

区	年度	体 長		体 重		肥 満 度		Hb *1		Ht *2	
対照	54	15.8	1.1 (12)	88.3	14.3 (12)	22.1	1.7 (12)	9.87	1.34(12)	43.6	3.2 (12)
	55	14.7	1.5 (11)	75.8	22.3 (11)	23.2	1.4 (11)	8.95	0.89(11)	37.9	4.1 (11)
	56	13.2	1.0 (12)	58.7	10.8 (12)	25.2	1.8 (12)	8.05	0.71(11)	37.4	2.0 (11)
	57	16.5	0.8 (13)	107.9	13.6 (13)	23.7	1.8 (13)	8.52	0.50(9)	39.9	4.1 (12)
	計	15.1	1.7 (48)	83.3	23.9 (48)	23.6	2.0 (98)	8.89	1.15(43)	39.8	4.2 (46)
排水	54	13.6	0.7 (13)	59.5	10.7 (13)	23.5	1.7 (13)	8.67	0.71(13)	27.8	4.0 (13)
	55	15.4	1.8 (11)	82.7	25.9 (11)	22.0	0.8 (11)	7.28	1.09(11)	30.8	2.3 (11)
	56	13.1	1.0 (11)	60.6	14.2 (11)	26.4	1.2 (11)	7.24	0.39(11)	33.9	2.7 (11)
	57	17.0	0.8 (13)	121.4	15.4 (13)	24.5	1.6 (13)	8.91	0.85(7)	40.0	3.4 (7)
	計	14.8	1.9 (48)	81.8	30.8 (48)	24.1	2.1 (48)	7.35	1.07(42)	32.2	5.2 (42)

区	年度	TP ₂ *8		BCG (+) *9		BCG (-)*10		A/G *11		PUN *2	
対照	54	2.66	0.25(11)	1.22	0.13(11)	1.46	0.22(11)	0.85	0.14(11)	4.36	0.65(10)
	55	2.61	0.15(6)	1.39	0.07(6)	1.21	0.08(6)	1.15	0.03(6)	5.07	1.26(11)
	56	2.33	0.22(12)	1.14	0.14(8)	1.26	0.15(8)	0.91	0.15(8)	6.26	0.70(12)
	57			1.00	0.16(12)					2.71	1.46(12)
	計	2.52	0.27(29)	1.16	0.19(37)	1.34	0.20(25)	0.94	0.17(25)	4.60	1.70(45)
排水	54	2.48	0.23(10)	1.25	0.22(10)	1.23	0.18(10)	1.05	0.29(10)	2.46	0.72(10)
	55	2.55	0.25(11)	1.40	0.15(11)	1.16	0.14(11)	1.22	0.17(11)	3.20	0.76(11)
	56	2.27	0.31(11)	1.12	0.12(10)	1.10	0.22(10)	1.05	0.23(10)	6.59	0.83(11)
	57			1.13	0.13(12)	1.04	(1)			5.28	2.65(13)
	計	2.43	0.29(32)	1.22	0.19(43)	1.16	0.18(32)	1.11	0.24(31)	4.47	2.22(45)

区	年度	Amylase*18		CPK *19		TC *20		Free-Cho *21		Ester-Cho *22	
対照	54					123.6	20.4 (11)	67.0	5.3 (9)	51.8	15.4 (9)
	55	89.8	22.0 (11)	6108	1150(10)	109.0	13.4 (10)				
	56	89.0	15.8 (10)			205.0	32.2 (10)				
	57	53.6	18.7 (12)			102.6	16.1 (12)				
	計	76.4	25.5 (33)	6108	1150(10)	133.3	45.7 (43)	67.0	5.3 (9)	51.8	15.4 (9)
排水	54					96.6	15.7 (11)	64.6	9.1 (8)	32.3	10.5 (8)
	55	37.5	41.0 (11)	4436	974(11)	96.2	18.7 (11)				
	56	95.8	37.2 (11)			189.6	27.1 (11)				
	57	77.2	32.3 (13)			90.1	14.3 (13)				
	計	87.5	35.5 (35)	4436	974(11)	116.9	45.8 (96)	64.6	9.1 (8)	32.3	10.5 (8)

成分の対照区，排水区の比較

RBC *3		MCHC *4		MCV *5		MCH *6		TP ₁ *7	
157.4	16.8 (12)	22.8	3.8 (12)	280.0	37.2 (12)	63.6	12.4 (12)	3.66	0.35(12)
162.6	28.9 (11)	23.7	1.8 (11)	239.6	48.0 (11)	56.5	10.7 (11)	3.53	0.19(11)
145.9	24.0 (11)	21.6	1.5 (11)	262.8	42.5 (11)	56.2	8.0 (11)	3.07	0.28(11)
155.8	17.9 (9)	22.0	1.8 (9)	251.4	26.6 (9)	55.3	6.6 (9)	3.16	0.38(11)
155.5	22.6 (43)	22.6	2.5 (43)	259.3	41.4 (43)	58.2	10.2 (43)	3.36	0.39(45)
128.0	15.6 (13)	24.5	4.9 (13)	219.8	39.6 (13)	51.3	12.4 (13)	3.47	0.29(13)
145.6	23.3 (11)	23.8	3.9 (11)	215.3	29.5 (11)	51.0	9.6 (11)	3.55	0.32(11)
159.1	22.0 (11)	21.4	1.0 (11)	217.5	33.7 (11)	46.4	7.7 (11)	2.92	0.37(11)
166.0	12.3 (7)	21.3	2.3 (5)	253.1	35.6 (5)	53.6	7.9 (5)	3.37	0.51(6)
147.1	23.7 (42)	23.1	3.8 (40)	222.1	35.7 (40)	50.1	9.9 (40)	3.33	0.43(41)

NPN *13		PUN/NPN *14		GPT *15		GOT *16		ALP *17	
30.5	8.9 (10)	15.3	4.4 (10)	9.3	5.0 (11)				
				15.7	7.3 (10)	144.8	42.9 (10)	1.89	0.43(11)
				15.5	6.5 (12)	130.9	40.9 (12)	2.31	0.49(11)
				25.8	7.5 (12)	132.2	33.5 (12)	1.68	0.27(12)
30.5	8.9 (10)	15.3	4.4 (10)	16.8	8.8 (45)	135.4	38.4 (34)	1.95	0.48(34)
14.2	5.3 (10)	19.2	7.3 (10)	2.7	2.0 (11)				
				19.6	9.2 (11)	117.8	62.6 (11)	2.24	0.83(11)
				15.8	4.2 (11)	104.9	35.6 (11)	2.24	0.61(11)
				23.1	12.4 (13)	196.9	132.5 (13)	2.28	0.74(13)
14.2	5.3 (10)	19.2	7.3 (4)	15.7	11.2 (46)	143.1	97.5 (35)	2.26	0.71(35)

Ester-Ratio* ₂₃		Glucose *24		InP *25		Cl *26	
42.9	7.4 (9)						
		113.5	9.1 (4)	8.90	4.70(11)	121.3	2.3 (3)
						122.1	5.9 (6)
				10.71	0.43(7)	114.6	3.5 (11)
42.9	7.4 (9)	113.5	9.1 (4)	9.60	3.73(18)	117.9	5.4 (20)
32.7	5.4 (8)						
		87.2	13.4 (10)	4.49	0.57(11)	121.6	2.7 (8)
						121.8	4.8 (7)
				10.15	1.08(8)	111.9	30.9 (13)
32.7	5.4 (8)	87.2	13.4 (10)	6.87	2.98(19)	117.1	21.3 (28)

表 6 - 2 - 2 B 工場の血液

区	年度	体 長		体 重		肥 満 度		Hb		Ht	
対照	54	18.8	2.2 (12)	194.3	75.6 (12)	28.3	1.5 (12)	9.49	0.94(12)	42.7	3.8 (12)
	55	15.4	1.2 (12)	95.2	28.7 (12)	25.5	2.3 (12)	8.70	1.14(10)	29.6	2.1 (10)
	56	12.1	1.2 (12)	49.2	11.3 (12)	28.0	1.9 (12)	6.46	0.61(12)	31.5	2.5 (12)
	57	15.4	1.0 (11)	99.6	21.5 (11)	26.9	2.4 (11)	8.23	1.13(11)	40.2	2.2 (11)
	計	15.4	2.8 (47)	109.8	67.8 (47)	27.2	2.3 (47)	8.20	1.49(45)	36.2	6.2 (45)
排水	54	18.0	2.3 (12)	178.6	69.2 (12)	29.6	2.1 (12)	7.59	0.79(12)	37.7	3.8 (12)
	55	14.2	1.1 (10)	78.0	18.7 (10)	26.5	2.3 (10)	9.05	1.71(6)	27.6	6.5 (6)
	56	11.5	0.9 (10)	46.2	10.3 (10)	29.7	2.0 (10)	6.58	0.56(10)	33.4	3.9 (10)
	57	15.2	1.2 (11)	86.2	18.0 (11)	24.5	1.8 (11)	8.53	0.70(11)	41.2	2.5 (11)
	計	14.9	2.8 (43)	100.8	63.6 (43)	27.6	3.0 (43)	7.82	1.26(39)	36.0	6.1 (39)

区	年度	TP ₂		BCG (+)		BCG (+)		A/G		PUN	
対照	54	2.80	0.23(10)	1.11	0.12(10)	1.69	0.16(10)	0.66	0.07(10)	3.97	0.40(12)
	55	2.33	0.24(7)	1.08	0.16(6)	1.33	0.13(6)	0.81	0.08(6)	9.07	1.74(12)
	56	2.65	0.34(11)	0.89	0.16(11)	1.70	0.27(11)	0.52	0.10(11)	3.45	1.54(11)
	57			0.93	0.08(11)					1.92	0.52(11)
	計	2.62	0.33(28)	0.99	0.16(38)	1.61	0.25(27)	0.64	0.14(27)	4.69	2.98(46)
排水	54	2.64	0.29(12)	1.16	0.13(12)	1.36	0.26(12)	0.85	0.17(12)	1.30	0.22(11)
	55	2.56	0.15(8)	1.23	0.08(6)	1.37	0.15(6)	0.91	0.14(6)	1.41	0.46(10)
	56	2.64	0.32(10)	1.06	0.07(10)	1.56	0.34(10)	0.73	0.28(10)	3.32	1.68(10)
	57			0.90	0.06(11)					1.17	0.53(11)
	計	2.62	0.26(30)	1.07	0.15(39)	1.43	0.28(28)	0.82	0.21(28)	1.77	1.23(42)

区	年度	Amylase		CPK		TC		Free-Cho.		Ester-Cho.	
対照	54					140.3	21.3 (12)	82.3	12.0 (12)	58.1	11.5 (12)
	55	152.9	54.2 (12)	5433	2350(12)	133.6	17.5 (12)				
	56	127.7	54.4 (6)			106.5	6.8 (3)				
	57	92.1	41.9 (11)			118.2	12.4 (11)				
	計	124.6	55.4 (29)	5433	2350(12)	129.1	19.9 (38)	82.3	12.0 (12)	58.1	11.5 (12)
排水	54					161.8	49.1 (12)	79.2	22.3 (12)	82.7	29.3 (12)
	55	214.0	95.4 (10)	6881	1894(10)	146.9	19.0 (10)				
	56	131.3	36.9 (4)			85.1	5.4 (3)				
	57	113.7	50.1 (11)			113.0	14.2 (11)				
	計	156.6	83.4 (25)	6881	1894(10)	136.4	39.5 (36)	79.2	22.3 (12)	82.7	29.3 (12)

成分の対照区，排水区の比較

RBC		MCHC		MCV		MCH		TP ₁	
168.5	22.3 (12)	22.2	0.9 (12)	256.4	29.9 (12)	54.2	7.0 (12)	3.59	0.42(12)
154.9	20.5 (10)	29.5	3.4 (10)	193.4	23.4 (10)	56.9	9.8 (10)	3.28	0.38(10)
123.1	18.3 (12)	20.6	2.3 (12)	261.3	45.3 (12)	53.2	6.4 (12)	3.03	0.47(12)
153.7	24.1 (11)	20.7	2.7 (11)	266.2	34.6 (11)	54.8	8.4 (11)	3.23	0.40(11)
149.8	26.9 (45)	23.0	4.3 (45)	246.1	44.1 (45)	54.7	8.8 (45)	3.28	0.46(45)
144.8	27.7 (12)	20.3	2.5 (12)	268.3	50.7 (12)	52.4	12.0 (12)	3.63	0.44(12)
175.7	29.5 (6)	35.2	14.5 (6)	162.2	49.6 (6)	51.6	5.3 (6)	3.65	0.47(4)
137.9	18.1 (10)	19.9	1.7 (10)	243.3	22.2 (10)	48.8	4.9 (10)	3.60	0.39(10)
149.9	37.0 (11)	23.8	11.2 (11)	287.1	59.4 (11)	60.2	14.6 (11)	3.14	0.35(11)
149.2	30.4 (39)	23.5	9.6 (39)	250.9	62.0 (39)	53.6	11.3 (39)	3.48	0.45(37)

NPN		PUN/NPN		GPT		GOT		ALP	
30.7	7.1 (12)	13.7	3.7 (12)	47.5	20.4 (12)				
				74.1	54.2 (12)	181.1	103.9 (12)	3.43	4.87(12)
				133.7	148.2 (11)	280.6	200.1 (11)	1.65	0.32(9)
				33.4	9.8 (11)	120.2	38.6 (11)	1.55	0.38(11)
30.7	7.1 (12)	13.7	3.7 (12)	71.7	84.7 (46)	193.6	143.4 (34)	2.28	3.05(32)
38.1	11.8 (11)	5.2	7.4 (11)	17.0	9.6 (12)				
				41.2	27.1 (10)	147.4	63.4 (10)	1.95	0.44(10)
				40.6	26.3 (10)	139.0	69.0 (9)	1.58	0.51(8)
				17.8	7.4 (11)	94.3	35.1 (11)	1.17	0.18(11)
38.1	11.8 (11)	5.2	7.4 (11)	28.3	22.0 (43)	125.4	59.8 (30)	1.56	0.50(29)

Ester-Ratio		Glucose		InP		Cl	
41.2	3.6 (12)						
		131.3	25.3 (12)	8.18	1.00(4)	111.1	0.14(7)
				7.46	1.40(11)	110.4	5.0 (5)
				7.74	1.64(11)	115.6	3.5 (11)
41.2	3.6 (12)	131.3	25.3 (12)	7.69	1.43(26)	108.7	22.9 (22)
50.9	5.3 (12)						
		135.0	32.2 (10)	4.69	0.69(4)	112.1	2.3 (8)
				7.42	0.93(10)	109.8	5.0 (5)
				7.25	1.03(10)	105.4	3.6 (11)
50.9	5.3 (12)	135.0	32.2 (10)	6.90	1.36(24)	108.5	4.6 (24)

表 6 - 2 - 3 C 工場の血液

区	年度	体 長		体 重		肥 満 度		Hb		Ht	
対照	54	19.5	1.6 (13)	177.4	45.0 (13)	23.6	1.7 (13)	7.87	0.63(13)	33.9	3.6 (13)
	55										
	56										
	57	13.6	0.8 (10)	69.4	10.3 (10)	27.4	1.6 (10)	9.10	0.69(10)	42.7	3.6 (10)
	計	16.9	3.2 (23)	130.5	64.3 (23)	25.2	2.5 (23)	8.40	0.90(23)	37.7	5.7 (23)
排水	54	18.3	1.5 (12)	153.1	35.9 (12)	24.8	1.5 (12)	7.25	1.35(12)	30.1	4.6 (12)
	55										
	56										
	57	13.2	0.4 (11)	61.8	6.0 (11)	26.4	1.3 (11)	8.76	0.82(11)	42.8	3.5 (11)
	計	15.8	2.8 (23)	109.4	53.3 (23)	25.6	1.6 (23)	7.97	1.34(23)	36.1	7.6 (23)

区	年度	TP _i		BCG (+)		BCG (-)		A/G		PUN	
対照	54	2.85	0.23(13)	1.18	0.15(13)	1.67	0.15(13)	0.71	0.10(13)	3.22	0.57(13)
	55										
	56										
	57	2.46	0.37(10)	1.16	0.14(10)	1.30	0.25(10)	0.90	0.12(10)		
	計	2.68	0.35(23)	1.17	0.14(23)	1.51	0.27(23)	0.79	0.15(23)	3.22	0.57(13)
排水	54	2.62	0.24(12)	1.14	0.12(12)	1.48	0.18(12)	0.78	0.12(12)	2.50	0.77(12)
	55										
	56										
	57	2.72	0.48(11)	1.24	0.22(11)	1.48	0.30(11)	0.85	0.13(11)		
	計	2.67	0.37(23)	1.19	0.18(23)	1.48	0.24(23)	0.81	0.13(23)	2.50	0.77(12)

区	年度	Amylase		CPK		TC		Free-Cho.		Ester-Cho.	
対照	54					133.0	17.6 (13)	81.5	7.9 (13)	51.5	12.4 (13)
	55										
	56										
	57					185.5	37.6 (10)				
	計					155.8	38.2 (23)	81.5	7.9 (13)	51.5	12.4 (13)
排水	54					118.5	18.3 (12)	75.5	6.1 (12)	43.0	13.0 (12)
	55										
	56										
	57					192.1	27.6 (11)				
	計					153.7	43.9 (23)	75.5	6.1 (12)	43.0	13.0 (12)

成分の対照区，排水区の比較

RBC		MCHC		MCV		MCH		TP ₁	
155.9	18.8 (13)	23.4	2.2 (13)	218.9	25.7 (13)	49.3	7.1 (13)	3.69	0.32(13)
167.4	24.2 (10)	21.5	1.2 (10)	263.7	46.8 (10)	55.8	9.1 (10)	3.29	0.39(10)
160.9	21.6 (23)	22.6	2.0 (23)	238.3	42.1 (23)	52.1	8.5 (23)	3.52	0.40(23)
127.6	26.9 (12)	24.0	2.9 (12)	240.3	41.2 (12)	54.9	14.2 (12)	3.42	0.30(12)
149.2	21.1 (11)	20.3	1.3 (11)	291.5	44.1 (11)	59.0	8.6 (11)	3.58	0.36(11)
137.9	26.1 (23)	22.2	2.9 (23)	264.8	49.2 (23)	56.9	11.8 (23)	3.50	0.33(23)

NPN		PUN/NPN		GPT		GOT		ALP	
26.5	6.6 (13)	12.1	5.1 (13)	29.3	8.3 (13)				
26.5	6.6 (13)	12.1	5.1 (13)	29.3	8.3 (13)				
25.2	7.1 (12)	10.3	3.4 (12)	18.5	5.3 (12)				
25.2	7.1 (12)	10.3	3.4 (12)	18.5	5.3 (12)				

Ester-Ratio		Glucose		InP		CI	
38.4	4.8 (13)						
		111.0	21.0 (10)			120.7	3.9 (10)
38.4	4.8 (13)	111.0	21.0 (10)			120.7	3.9 (10)
35.5	6.0 (12)						
		110.4	20.6 (11)			121.7	3.8 (10)
35.5	6.0 (12)	110.4	20.6 (11)			121.7	3.8 (10)

表 6 - 2 - 4 D 工場の血液

区	年度	体 長		体 重		肥 満 度		Hb		Ht	
対照	54	13.7	1.4 (12)	71.8	22.8 (12)	27.3	2.2 (12)	7.42	1.67(12)	30.0	2.9 (12)
	55	14.0	0.8 (12)	74.4	9.4 (12)	27.0	2.9 (12)	10.64	1.53(10)	34.6	4.7 (10)
	56	12.6	1.0 (13)	51.7	11.8 (13)	25.6	1.5 (13)	8.03	0.86(13)	34.4	2.3 (12)
	57	14.8	0.6 (15)	81.2	9.8 (15)	24.9	1.6 (15)	8.58	0.62(12)	39.7	3.0 (12)
	計	13.8	1.3 (52)	70.1	17.8 (52)	26.1	2.3 (52)	8.57	1.67(47)	34.7	4.8 (46)
排水	54	16.0	2.0 (13)	103.3	42.1 (13)	24.3	1.7 (13)	9.2	0.9 (13)	34.8	2.2 (13)
	55	15.4	1.2 (11)	96.5	18.3 (11)	26.6	2.5 (11)	10.1	1.0 (10)	36.7	3.4 (10)
	56	13.4	1.3 (11)	62.0	17.7 (11)	25.4	0.9 (11)	7.95	0.54(11)	35.3	3.4 (11)
	57	15.3	1.0 (14)	90.2	18.6 (14)	24.9	1.0 (10)	8.71	0.73(10)	40.4	3.0 (10)
	計	14.9	2.2 (49)	87.1	32.2 (49)	24.8	3.6 (49)	8.98	1.11(44)	36.6	3.6 (44)

区	年度	TP ₂		BCG (+)		BCG (-)		A/G		PUN	
対照	54	2.66	0.30(10)	1.21	0.16(10)	1.45	0.24(10)	0.82	0.16(9)	4.32	0.52(6)
	55	3.06	0.41(12)	1.34	0.22(12)	1.72	0.24(12)	0.78	0.11(12)	4.35	0.55(12)
	56	2.65	0.23(13)	1.13	0.12(13)	1.52	0.14(13)	0.75	0.07(13)	3.54	0.66(10)
	57			1.16	0.13(15)	1.57	0.23(35)			1.49	0.57(14)
	計	2.80	0.37(35)	1.21	0.17(50)	1.57	0.23(35)	0.78	0.11(34)	3.20	1.38(42)
排水	54	2.63	0.22(11)	1.23	0.09(11)	1.40	0.15(11)	0.89	0.07(11)	3.13	0.39(6)
	55	3.23	0.27(11)	1.56	0.16(11)	1.61	0.23(11)	0.99	0.20(11)	2.08	0.52(11)
	56	2.78	0.28(11)	1.31	0.13(11)	1.47	0.19(11)	0.90	0.11(11)	2.17	0.75(11)
	57			1.12	0.06(14)					1.56	0.55(14)
	計	2.88	0.36(33)	1.29	0.20(47)	1.49	0.21(33)	0.93	0.14(33)	2.08	0.76(42)

区	年度	Amylase		CPK		TC		Free-Cho.		Ester-Cho.	
対照	54					152.9	22.7 (10)	94.6	10.0 (10)	57.3	18.0 (10)
	55	173.4	100.9 (12)	3432	1646(10)	159.3	35.0 (11)				
	56	95.3	68.0 (11)			240.3	43.3 (11)				
	57	89.1	38.0 (14)			108.9	15.7 (14)				
	計	118.3	80.1 (37)	3432	1646(10)	161.9	57.1 (46)	94.6	10.0 (10)	57.3	18.0 (10)
排水	54					145.4	15.9 (11)	85.5	6.0 (11)	59.9	13.2 (11)
	55	176.5	88.1 (11)	4426	2148(11)	172.6	32.6 (11)				
	56	74.4	24.5 (11)			227.3	59.9 (11)				
	57	94.4	29.5 (14)			109.3	20.0 (14)				
	計	113.3	67.7 (36)	4426	2148(11)	160.2	56.0 (47)	85.5	6.0 (11)	59.9	13.2 (11)

の対照区，排水区の比較

RBC		MCHC		MCV		MCH		TP _t	
170.8	56.8 (12)	24.7	4.4 (12)	189.6	48.6 (12)	44.2	11.8 (12)	3.91	0.29(10)
161.3	29.9 (10)	31.0	4.6 (10)	223.7	63.0 (10)	67.6	14.1 (10)	4.04	0.43(10)
155.1	13.6 (13)	23.0	1.7 (12)	227.3	31.2 (13)	52.2	8.2 (13)	3.49	0.46(11)
141.6	24.6 (12)	21.8	2.5 (12)	287.8	49.7 (12)	59.4	22.0 (12)	3.04	0.23(12)
157.0	35.4 (47)	24.9	4.8 (46)	232.5	59.5 (47)	55.3	16.7 (47)	3.59	0.53(43)
169.7	26.4 (13)	26.4	2.2 (13)	208.9	30.1 (13)	55.1	8.9 (13)	3.62	0.20(12)
155.4	12.5 (10)	27.8	3.0 (10)	238.3	37.0 (10)	65.8	9.6 (10)	4.29	0.28(10)
155.6	25.6 (11)	22.7	1.5 (11)	235.1	62.7 (11)	52.7	11.0 (11)	3.69	0.48(11)
156.8	26.4 (10)	22.0	1.4 (9)	256.3	40.8 (9)	57.6	8.6 (9)	3.13	0.14(9)
160.0	23.8 (44)	24.8	3.2 (43)	232.4	45.9 (43)	57.5	10.5 (43)	3.70	0.49(42)

NPN		PUN/NPN		GPT		GOT		ALP	
27.4	8.1 (6)	17.0	6.1 (6)	147.6	167.8 (11)	359.8	247.9 (11)	3.98	2.26(10)
				29.5	11.4 (13)	186.5	80.0 (12)	2.34	0.52(11)
				25.3	7.9 (14)	201.5	73.8 (15)	2.55	0.80(14)
27.4	8.1 (6)	17.0	6.1 (6)	62.1	103.6 (38)	242.6	162.4 (38)	2.89	1.47(35)
11.4	7.2 (6)	32.9	11.4 (6)	45.0	45.8 (11)	159.1	72.3 (11)	3.87	1.86(11)
				31.3	14.8 (11)	172.6	57.0 (11)	2.99	0.84(11)
				21.9	9.8 (14)	120.1	38.2 (14)	2.57	1.25(14)
11.4	7.2 (6)	32.9	11.4 (6)	31.8	28.1 (36)	148.1	59.2 (36)	3.09	1.44(36)

Ester-Ratio		Glucose		InP		Cl	
36.9	6.9 (10)			8.36	0.64(6)	102.8	33.6 (10)
				10.74	1.21(12)	113.6	5.0 (12)
36.9	6.9 (10)			9.95	1.55(18)	108.7	22.9 (22)
40.8	5.1 (11)			8.74	1.68(8)	111.2	0.3 (10)
				9.35	1.19(13)	111.8	6.3 (14)
40.8	5.1 (11)			9.12	1.39(21)	111.5	4.7 (24)

表 6 - 2 - 5 工場別の対

区 工場	体 長	体 重	肥 満 度	Hb	Ht	
対照	A	15.1 1.7 (48)	83.3 23.9 (48)	23.6 2.0 (48)	8.89 1.15(43)	39.8 4.2 (46)
	B	15.4 2.8 (47)	109.8 67.8 (47)	27.2 2.3 (47)	8.20 1.49(45)	36.2 6.2 (45)
	C	16.9 3.2 (23)	130.5 64.3 (23)	25.2 2.5 (23)	8.40 0.90(23)	37.7 5.7 (23)
	D	13.8 1.3 (52)	70.1 17.8 (52)	26.1 2.3 (52)	8.57 1.67(47)	34.7 4.8 (46)
	計	15.0 2.4 (170)	93.0 50.0 (170)	25.6 2.6 (170)	8.53 1.40(158)	37.0 5.5 (160)
排水	A	14.8 1.9 (48)	81.8 30.8 (48)	24.1 2.1 (48)	7.35 1.07(42)	32.2 5.2 (42)
	B	14.9 2.8 (43)	100.8 63.6 (43)	27.6 3.0 (43)	7.82 1.26(39)	36.0 6.1 (39)
	C	15.8 2.8 (23)	109.4 53.3 (23)	25.6 1.6 (23)	7.97 1.34(23)	36.1 7.6 (23)
	D	14.9 2.2 (49)	87.1 32.2 (49)	24.8 3.6 (49)	8.98 1.11(44)	36.6 3.6 (44)
	計	15.0 2.4 (163)	92.3 46.0 (163)	25.4 3.1 (163)	8.06 1.33(148)	35.1 5.8 (148)

区 工場	TP ₂	BCG (+)	BCG (-)	A/G	PUN	
対照	A	2.52 0.27(29)	1.16 0.19(37)	1.34 0.20(25)	0.94 0.17(25)	4.60 1.70(45)
	B	2.62 0.33(28)	0.99 0.16(38)	1.61 0.25(27)	0.64 0.14(27)	4.69 2.98(46)
	C	2.68 0.35(23)	1.17 0.14(23)	1.51 0.27(23)	0.79 0.15(23)	3.22 0.57(13)
	D	2.80 0.37(35)	1.21 0.17(50)	1.57 0.23(35)	0.78 0.11(34)	3.20 1.38(42)
	計	2.66 0.34(115)	1.13 0.19(148)	1.52 0.26(110)	0.78 0.18(109)	4.10 2.17(146)
排水	A	2.43 0.29(32)	1.22 0.19(43)	1.16 0.18(32)	1.11 0.24(31)	4.47 2.22(45)
	B	2.62 0.26(30)	1.07 0.15(39)	1.43 0.28(28)	0.82 0.21(28)	1.77 1.23(42)
	C	2.67 0.37(23)	1.19 0.18(23)	1.48 0.24(23)	0.81 0.13(23)	2.50 0.77(12)
	D	2.88 0.36(33)	1.29 0.20(47)	1.49 0.21(33)	0.93 0.14(33)	2.08 0.76(42)
	計	2.65 0.36(118)	1.20 0.20(152)	1.38 0.27(116)	0.93 0.22(115)	2.79 1.89(141)

区 工場	Amylase	CPK	TC	Free-Cho	Ester-Cho	
対照	A	76.4 25.5 (33)	6108 1150(10)	133.3 45.7 (43)	67.0 5.3 (9)	51.8 15.4 (9)
	B	124.6 55.4 (29)	5432 2350(12)	129.1 19.9 (38)	82.3 12.0 (12)	58.1 11.5 (12)
	C			155.8 38.2 (23)	81.5 7.9 (13)	51.5 12.4 (13)
	D	118.3 80.1 (37)	3432 1646(10)	161.9 57.1 (46)	94.6 10.0 (10)	57.3 18.0 (10)
	計	106.2 62.5 (99)	5019 2096(32)	144.5 45.8 (150)	81.7 12.8 (44)	54.7 14.1 (44)
排水	A	87.5 35.5 (35)	4436 974(11)	116.9 45.4 (46)	64.6 9.1 (8)	32.3 10.5 (8)
	B	156.6 83.4 (25)	6881 1894(10)	136.4 39.5 (36)	79.2 22.3 (12)	82.7 29.3 (12)
	C			153.7 43.9 (23)	75.5 6.1 (12)	43.0 13.0 (12)
	D	113.3 67.7 (36)	4426 2148(11)	160.2 56.0 (47)	85.5 6.0 (11)	59.9 13.2 (11)
	計	115.2 68.1 (96)	5197 2041(32)	140.5 50.3 (152)	77.1 14.6 (43)	56.4 26.3 (43)

照区，排水区の血液成分

RBC		MCHC		MCV		MCH		TP ₁	
155.5	2.6 (43)	22.6	2.5 (43)	259.3	41.4 (43)	58.2	10.2 (43)	3.36	0.39(45)
149.8	6.9 (45)	23.0	4.3 (45)	246.1	44.1 (45)	54.7	7.8 (45)	3.28	0.46(45)
160.9	1.6 (23)	22.6	2.0 (23)	238.3	42.1 (23)	52.1	8.5 (23)	3.52	0.40(23)
157.0	5.4 (47)	24.9	4.8 (46)	232.5	59.5 (46)	55.3	16.7 (47)	3.59	0.53(43)
155.1	8.1 (158)	23.4	3.9 (157)	244.6	48.9 (157)	55.4	11.8 (158)	3.43	0.47(156)
147.1	3.7 (42)	23.1	3.8 (40)	221.1	35.7 (40)	50.1	9.9 (40)	3.33	0.43(41)
149.2	0.4 (39)	23.5	9.6 (39)	250.9	62.0 (39)	53.6	11.3 (39)	3.48	0.45(37)
137.9	6.1 (23)	22.2	2.9 (23)	264.8	49.2 (23)	56.9	11.8 (23)	3.50	0.33(23)
160.0	3.8 (44)	24.8	3.2 (43)	232.4	45.9 (43)	57.5	10.5 (43)	3.70	0.49(42)
150.1	6.8 (148)	23.6	5.7 (145)	239.7	50.8 (145)	54.3	11.1 (145)	3.50	0.46(143)

NPN		PUN/NPN		GPT		GOT		AIP	
30.5	8.9 (10)	15.3	4.4 (10)	16.8	8.8 (45)	135.4	38.4 (34)	1.95	0.48(34)
30.7	7.1 (12)	13.7	3.7 (12)	71.7	84.7 (46)	193.6	143.4 (34)	2.28	3.05(32)
26.5	6.6 (13)	12.1	5.1 (13)	29.3	8.3 (13)				
27.4	8.1 (6)	17.0	6.1 (6)	62.1	103.6 (38)	242.6	162.4 (38)	2.89	1.47(35)
28.8	7.5 (41)	14.0	4.9 (41)	47.8	75.6 (142)	192.5	134.8 (106)	2.38	1.96(101)
14.2	5.3 (10)	19.2	7.3 (10)	15.7	11.2 (46)	143.1	97.5 (35)	2.26	0.71(35)
38.1	11.8 (11)	5.2	7.4 (11)	28.3	22.0 (43)	125.4	59.8 (30)	1.56	0.50(29)
25.2	7.1 (12)	10.3	3.4 (12)	18.5	5.3 (12)				
11.4	7.2 (6)	32.9	11.4 (6)	31.8	28.1 (36)	148.9	59.2 (36)	3.09	1.44(36)
23.9	13.1 (39)	14.6	11.7 (39)	24.1	21.1 (137)	139.1	74.7 (101)	2.35	1.17(100)

Ester-Ratio		Glucose		InP		Cl	
42.9	7.4 (9)	113.5	9.1 (4)	9.60	3.73(18)	117.9	5.4 (20)
41.2	3.6 (12)	131.3	25.3 (12)	7.69	1.43(26)	113.1	4.0 (23)
38.4	4.8 (13)	111.0	21.0 (10)			120.7	3.9 (10)
36.9	6.9 (10)			9.95	1.55(18)	108.7	22.9 (22)
39.7	5.9 (44)	120.8	23.5 (26)	8.90	2.54(62)	114.1	13.5 (75)
32.7	5.4 (8)	87.2	13.4 (10)	6.87	2.98(19)	117.1	21.3 (28)
50.9	5.3 (12)	135.0	32.2 (10)	6.90	1.36(24)	108.5	4.6 (24)
35.5	6.0 (12)	110.4	20.6 (11)			121.7	3.8 (10)
40.8	5.1 (11)			9.12	1.39(21)	111.5	4.7 (24)
40.6	8.8 (43)	110.9	29.8 (31)	7.62	2.22(64)	113.7	13.4 (86)

表 6 - 2 - 6 工場別の血液成分の変動係数 (%)

区	工場	体長	体重	肥満度	Hb	Ht	RBC	MCHC	MCV	MCH	TP ₁
対照	A	11.0	28.6	8.4	12.9	10.5	14.5	11.2	16.0	17.5	11.5
	B	18.3	61.7	8.3	18.1	17.3	18.0	18.5	17.9	14.2	13.9
	C	19.0	49.3	9.9	10.7	15.2	13.4	9.0	17.7	16.3	11.3
	D	9.1	25.5	8.7	19.5	13.8	22.6	19.4	25.6	30.1	14.8
	計	15.9	53.8	10.2	16.5	15.0	18.1	16.6	20.0	21.3	13.6
排水	A	13.1	37.7	8.6	14.6	16.2	16.1	16.4	16.1	19.8	13.0
	B	18.7	63.2	10.8	16.0	16.8	20.4	40.8	24.7	21.0	12.8
	C	17.6	48.7	6.3	16.9	21.1	19.0	13.2	18.6	20.7	9.5
	D	14.5	37.0	14.5	12.5	10.0	14.9	12.7	19.8	18.2	13.4
	計	15.9	49.9	12.2	16.5	16.4	17.9	24.4	21.2	20.4	13.1

区	工場	TP ₂	BCG (+)	BCG (-)	A/G	PUN	NPN	PUN/NPN	GTP	GOT	ALP
対照	A	10.7	16.3	15.0	18.1	37.0	29.0	28.9	52.6	28.3	24.3
	B	12.5	15.9	15.7	21.8	63.5	23.1	26.8	118.2	74.1	133.5
	C	13.2	12.2	18.0	18.5	17.6	24.8	42.3	28.2		
	D	13.1	14.4	14.6	14.3	43.2	29.6	36.1	166.8	70.0	82.3
	計	13.0	16.7	17.0	22.3	52.8	26.1	34.6	158.1	66.9	50.9
排水	A	11.7	15.5	15.5	21.3	49.8	37.2	38.0	71.7	68.1	31.6
	B	10.1	14.4	19.6	25.9	69.5	31.0	142.6	77.6	47.7	32.2
	C	13.9	15.3	16.2	15.4	30.9	28.0	32.8	28.8		
	D	12.5	15.4	14.0	15.1	36.3	63.0	34.5	88.4	40.0	46.6
	計	13.5	16.7	19.2	23.7	67.9	55.0	80.1	87.5	53.5	49.7

区	工場	Amylase	CPK	TC	Free-Cho.	Eester-Cho.	Ester-Ratio	Glucose	Inp	Cl
対照	A	33.3	18.8	34.3	8.0	29.7	17.2	8.0	38.8	4.6
	B	44.5	43.3	15.4	14.6	19.8	8.7	19.3	18.6	3.6
	C			24.5	9.7	24.1	12.4	18.9		3.3
	D	67.8	48.0	35.3	10.6	31.5	18.7		15.6	21.1
	計	58.8	41.8	31.7	15.7	25.8	14.9	19.4	28.6	11.8
排水	A	40.5	22.0	38.8	14.1	32.5	16.6	15.4	43.4	18.2
	B	53.2	27.5	29.0	28.1	35.4	10.5	23.8	19.7	4.2
	C			28.6	8.1	30.2	17.0	18.6		3.2
	D	59.8	48.5	34.9	7.0	22.0	12.5		15.2	4.3
	計	59.1	39.3	35.8	18.9	46.6	21.7	26.9	29.2	11.8

表 6 - 2 - 7 飼育年度別の対照区と排水区の血液成分

区 年度	体 長	体 重	肥 満 度	Hb	Ht	RBC	MCHC	MCV	MCH	TP ₁	
対照	54	17.0 2.8 (49)	133.9 69.9 (49)	25.3 3.1 (49)	8.65 1.57(49)	37.5 6.7 (49)	163.0 32.4 (49)	23.3 3.2 (49)	235.9 49.3 (49)	52.8 11.9 (49)	3.70 0.35(47)
	55	14.7 1.3 (35)	82.0 23.1 (35)	25.3 2.7 (35)	9.41 1.45(31)	34.2 5.1 (31)	159.7 26.2 (31)	27.9 4.6 (31)	219.6 50.0 (31)	60.3 12.4 (31)	3.61 0.46(31)
	56	12.6 1.1 (37)	53.2 11.7 (37)	26.2 2.1 (37)	7.51 1.04(36)	34.3 3.3 (35)	141.6 22.9 (36)	21.7 2.1 (35)	250.1 42.3 (35)	53.8 7.6 (36)	3.19 0.45(34)
	57	15.2 1.3 (49)	90.0 20.2 (49)	25.5 2.3 (49)	8.60 0.82(42)	40.5 3.4 (45)	154.0 24.2 (42)	21.5 2.2 (42)	268.6 41.9 (42)	56.4 13.3 (42)	3.17 0.35(44)
	計	15.0 2.4 (170)	93.0 50.0 (170)	25.6 2.6 (170)	8.53 1.40(158)	37.0 5.5 (160)	155.1 ¹ 28.1 (158)	23.4 3.9 (157)	244.6 48.9 (157)	55.4 11.8 (158)	3.43 0.47(156)

区 年度	TP ₂	BCG (+)	BCG (-)	A/G	PUN	NPN	PUN/NPN	GPT	GOT	ALP	
対照	54	2.75 0.26(44)	1.18 0.14(44)	1.57 0.22(44)	0.76 0.14(43)	3.88 0.71(41)	28.8 7.5.(41)	14.0 4.9 (41)	29.3 20.0 (36)		
	55	2.75 0.45(25)	1.29 0.21(24)	1.50 0.29(24)	0.88 0.18(24)	6.20 2.46(35)			80.9 112.7 (33)	229.7 180.0 (33)	3.08 3.22(33)
	56	2.54 0.30(36)	1.05 0.18(32)	1.52 0.26(32)	0.71 0.18(32)	4.50 1.69(33)			56.7 95.2 (36)	197.0 135.0 (35)	2.13 0.55(31)
	57	2.46 0.37(10)	1.07 0.16(48)	1.30 0.25(10)	0.90 0.12(10)	2.01 1.05(37)			27.9 9.0 (37)	156.1 64.8 (38)	1.97 0.71(37)
	計	2.66 0.34(115)	1.13 0.19(148)	1.52 0.26(110)	0.78 0.18(109)	4.10 2.17(146)	28.8 7.5 (41)	14.0 4.9 (41)	47.8 75.6 (142)	192.5 134.8 (106)	2.38 1.96(101)

区 年度	Amylase	CPK	TC	Free-Cho.	Ester-Cho.	Ester-Ratio	Glucose	InP	Cl	
対照	54		137.0 22.3 (46)	81.7 12.8 (44)	54.7 14.1 (44)	39.7 5.9 (44)				
	55	140.1 75.2 (35)	5019 2096(32)	134.7 30.9 (33)			126.9 23.4 (16)	8.61 3.38(21)	108.5 24.1 (20)	
	56	100.2 51.6 (27)		208.9 55.4 (24)				7.46 1.40(11)	116.8 8.0 (11)	
	57	78.5 37.7 (37)		125.8 38.2 (47)		54.7 14.1 (44)		111.0 21.0 (10)	9.63 1.91(30)	116.0 4.8 (44)
	計	106.2 62.5 (99)	5019 2096(32)	144.5 45.8 (150)	81.7 12.8 (44)	56.4 26.3 (43)	39.7 5.9 (44)	120.8 23.5 (26)	8.90 2.54(62)	114.1 13.5 (75)

表 6-2-9 相関係数の検定 (有意水準 0.001)

	蛋白質素成分	脂質成分	酵素活性	無機成分
	TP ₁ , TP ₂ , BCG(+), PUN, NPN, PUN/NPN A/G	TC, Free-C, Ester-C E-Ratio	GPT, GOT, ALP Amylase, CPK	InP, Cl
Hb	TP ₁ (0.289,295)* TP ₂ (0.312,225) BCG (+) (0.243,277) BCG (-) (0.210,220)		ALP (0.292,175) Amylase (0.215, 169)	InP (0.302,111)
Ht		E-Ratio (0.394,87)	Amylase (-0.305, 171)	InP (0.506,113)
RBC				
MCHC	BCG (+) (0.233,274)			
MCV	A/G (-0.215,217) NPN (0.349,80)			InP (0.291,110)
MCH	TP ₂ (0.222,225)			
TP ₁	TP ₂ (0.828,221) BCG (+) (0.711,274) BCG (-) (0.490,215)	TC (0.320,271) Free-C (0.735,85) Ester-C (0.492,85)	ALP (0.335,171) Amylase (0.311,165)	
TP ₂	BCG (+) (0.655,225) BCG (-) (0.752,225) PUN (-0.255,198)	TC (0.239,212) Free-C (0.524,85)	ALP (0.335,114)	
PUN	TP ₂ (-0.255,198) PUN/NPN (0.373,80)			
TC		Free-C (0.826,87) Ester-C (0.922,87) E-Ratio (0.569,87)		
GPT			GOT (0.785,206)	
肥満度	A/G (-0.272,224) NPN (0.383,80)	TC (0.223,302) Ester-C (0.494,87) E-Ratio (0.428,87)	GPT (0.256,279)	
体重				InP (0.298,126)

* ()内の数字は相関係数, 個体数を示す。

表 6-2-10 内観異常(肝臓)の程度と血液成分との関係

点数	体 長		体 重		肥 満 度		Hb		Ht		RBC		MCHC		MCV		MCH		TP ₁	
	0	14.1	2.6 (85)	80.0	59.7 (85)	26.0	2.9 (85)	8.10	1.75(84)	34.6	5.3 (83)	152.5	26.7 (84)	23.4	4.0 (83)	232.6	41.8 (83)	53.7	11.7 (84)	3.49
1	14.7	2.3 (27)	88.0	47.9 (27)	25.8	2.9 (27)	8.59	1.65(25)	36.0	6.0 (25)	155.9	36.7 (25)	24.1	4.4 (25)	238.6	50.5 (25)	54.3	12.5 (25)	3.73	0.43(25)
2	15.1	2.5 (23)	96.3	57.2 (23)	25.6	3.5 (23)	7.78	1.20(23)	36.1	5.5 (23)	146.3	29.1 (23)	21.8	2.8 (23)	254.2	55.5 (23)	54.6	11.1 (23)	3.70	0.38(23)
3	14.8	1.6 (9)	83.3	23.0 (9)	25.2	2.7 (9)	8.58	1.39(9)	33.1	3.8 (9)	152.9	31.7 (9)	25.9	3.3 (9)	222.0	33.4 (9)	57.3	10.0 (9)	3.99	0.54(8)
4~	15.5	4.2 (9)	109.9	57.4 (9)	22.6	7.7 (9)	9.04	1.60(9)	35.5	5.7 (9)	168.4	24.6 (9)	25.6	3.8 (9)	212.6	31.9 (9)	54.3	11.1 (9)	3.52	0.32(8)
点数	TP ₂		BCG (+)		BCG (-)		A/G		PUN		NPN		PUN/NPN		GPT		GOT		ALP	
	0	2.66	0.37(77)	1.19	0.23(75)	1.46	0.29(75)	0.85	0.24(75)	3.92	1.71(80)	27.7	9.8 (21)	14.0	7.2 (21)	44.1	72.7 (77)	181.6	133.8 (58)	2.39
1	2.71	0.30(23)	1.21	0.18(23)	1.50	0.29(23)	0.84	0.23(23)	3.48	1.12(24)	21.0	9.4 (9)	19.8	6.5 (9)	68.7	132.0 (20)	254.3	204.3 (14)	2.96	1.32(13)
2	2.72	0.30(22)	1.25	0.14(22)	1.42	0.29(22)	0.90	0.19(22)	2.96	1.44(19)	26.4	15.8 (11)	16.8	14.2 (11)	20.5	12.0 (19)	156.7	96.0 (9)	2.34	1.05(9)
3	2.93	0.47(9)	1.36	0.27(9)	1.50	0.25(9)	0.93	0.24(9)	3.27	1.32(6)	29.5	(1)	11.4	(1)	36.3	11.3 (6)	150.2	48.0 (5)	3.35	0.82(5)
4~	2.59	0.33(7)	1.30	0.20(7)	1.29	0.30(7)	1.07	0.36(7)	2.81	1.00(7)	19.3	14.0 (5)	22.2	16.2 (5)	26.8	27.8 (5)	114.0	104.7 (2)	3.31	1.85(2)
点数	Amylase		CPK		TC		Free-Cho.		Ester-Cho.		Ester-Ratio		Glucose		InP		Cl			
	0	115.1	65.5 (49)	4583	2004(18)	158.2	52.3 (68)	79.0	15.4 (21)	54.5	18.5 (21)	40.0	7.9 (21)	89.0	15.9 (5)	7.61	2.21(31)	114.7	6.9 (25)	
1	122.9	71.9 (14)	4998	1749(6)	150.6	60.6 (20)	85.9	17.2 (8)	53.1	19.7 (8)	37.1	7.0 (8)	106.7	21.6 (3)	8.11	4.91(8)	104.1	34.1 (10)		
2	78.3	24.7 (7)	4657	1421(5)	154.7	66.5 (20)	84.0	22.3 (11)	81.1	32.2 (11)	48.7	7.0 (11)	90.9	12.9 (2)	5.94	2.02(6)	120.5	0.7 (2)		
3	163.6	135.2 (5)	4582	2332(5)	155.5	38.8 (9)	82.8	9.3 (4)	51.3	9.6 (4)	38.1	4.0 (4)	80.6	(1)	7.17	2.62(3)	115.3	4.6 (4)		
4~	105.5	87.0 (2)	5274	345(2)	134.0	31.6 (7)	80.8	10.3 (5)	55.2	19.6 (5)	39.6	7.3 (5)	77.8	(1)	7.75	3.99(2)	116.6	7.6 (2)		

111

6-3 工場排水で飼育したコイの重金属および化学物質の蓄積

6-3-1 工場排水で飼育したコイの重金属の蓄積

昭和54年度飼育魚、および56年度（一部57年度）飼育魚について重金属分析を行なった。

54年度飼育魚については各部位別に Zn, Cd, Pb, Fe, Cu, Ni, Cr の項目について分析した。

56年度（一部57年度）飼育魚については、魚体全部をホモジナイズしたものについて、Pb, Cd, Hg の項目について分析した。以下に分析法及び結果について示す。

1) コイの重金属分析結果（その1） （鈴木重之、大場栄次）

(1) 供試魚 A, B, C, D工場における昭和54年度飼育魚（54年飼育開始、55年飼育終了の魚）

供試魚の体長・体重を表6-3-1、部位別重量を素6-3-2に示した。

(2) 分析法

イ. 供試各部位の採取

解剖後、複数の魚体の各部位を対照区、排水区ごとの一つにして、各部位はイオン交換水で洗浄後、濾紙上で水分を取った後に秤量した。

消化管については、内容物を除去したものを用いた。

ロ. 酸分解

硫酸5 ml, 硝酸10 mlを加え、砂浴上で加熱し、硫酸発煙発生後、放冷し、その後、硝酸1 ml添加して加熱し、無色透明またはそれに近くなるまで放冷、硝酸添加加熱を繰り返した。

ハ. 原子吸光光度計測定

酸分解後、200 mlにメスアップし、そのうち25 mlを水溶液直接噴霧用として分取する。残液175 mlについては、クエン酸=アンモニウム溶液10 mlを加え、メタクレゾールパープルでpHを9に調整し、DDTC 5 ml-酢酸nブチル 20 mlで抽出を行なった。

分析項目のうち、Zn, Pb, Fe, Cuについては、水溶液直接噴霧、Cd, Ni, Crについては酢酸噴霧により測定した。

結果

分析の結果は表6-3-3~4に示した。

2) コイの重金属分析結果（その2） （水尾寛己、福島 悟、畠中潤一郎、樋口文夫）

(1) 供試魚 A, B, D工場については昭和56年度飼育魚（56年飼育開始、57年飼育終了の魚）

C工場については昭和57年度飼育魚（57年飼育開始、58年飼育終了の魚）を用いた。

(2) 分析法

イ. 供試魚の採取

供試魚は冷凍保存していたもので、解凍後1個体ずつメスで細かくきざみ、その後ホモジナイズにより、魚体を充分混ぜ合わせ、そこから10 g（又は5 g）を分析用として採取し、残りの一部を含水率の測定のために用いた。

ロ. 酸分解

試料 10 g に対し、硝酸 10 ml、硫酸 5 ml を添加し、水銀用の分解装置により分解を行い、分解がかなり進んで色が澄んできた段階で放冷し過塩素酸を 2 ml 添加し、再度加熱し試料が無色透明またはそれに近くなるまで分解を行なう。分解終了後、冷却してから 3% シュウ酸アンモン 5 ml を添加し、沸騰させ NO₂ を飛ばし、その後 6% 過マンガン酸カリウム溶液を少しづつ加え 10 分間加熱し、色が消えなくなるまで加える。その後冷却し、蒸留水で洗浄し、試料を装置からはずし、20% 塩化ヒドロキシルアミン溶液を数滴加えて過マンガン酸カリウムの色を消し、200 ml メスシリンダーに移し、その後 6% 過マンガン酸カリウム溶液を色が残るまで添加し、蒸留水を加えて 200 ml にメスアップする。この試料のうち 50 ml を Cb, Pb の分析に使い、残りの 150 ml は Hg の分析に用いた。

ハ. Cb, Pb の分析

試料 50 ml にクエン酸アンモニウム溶液 10 ml を加え、蒸留水により 100 ml とした後、メタクレゾールパーブルで pH を 9 に調整し、DDTC 5 ml、酢酸 n ブチル 20 ml で抽出し、原子吸光度計で測定した。

ニ. Hg の分析

試料 150 ml に 8% 塩化ヒドロキシルアンモニウム溶液 10 ml 添加して過剰の過マンガン酸カリウムを還元し、蒸留水で 200 ml にメスアップし、そのうち 100 ml について塩化スズ(II) 溶液 10 ml を加えて水銀用原子吸光分析装置で分析した。

(3) 結果

分析の結果は表 6-3-5~8 に示した。Cd, Pb, Ni の分析については、過マンガン酸カリウム及びシュウ酸アンモンによるコンタミの影響についても検討したが、特に問題は見られなかった。

3) まとめ

表 6-3-3~4, 表 6-3-5~8 に示すとおり、54 年度飼育魚、56 年度飼育魚(一部 57 年度飼育魚)の分析結果において対照区と排水区の蓄積で著しい差は特に認められなかった。

56 年度飼育魚(一部 57 年度飼育魚)の Hg の分析結果については、A 工場が他の工場に比べ、対照・排水両区の魚とも高い傾向が見られたが、全体的に両区で差はほとんどなく、蓄積濃度も環境中の魚体中の濃度範囲とほぼ類似の値を示していた。

表 6-3-1

供試魚の体長・体重

飼育場所		No	体長(cm)	体重(g)
A 工場	対 照	1	15.3	90.8
		2	16.3	104.8
		3	16.0	97.5
	排 水	1	13.0	46.0
		2	10.5	39.2
		3	13.0	53.3
B 工場	対 照	1	19.5	177.5
		2	20.2	203.5
		3	20.2	201.3
	排 水	1	21.3	263.9
		2	20.7	219.8
		3	17.0	142.2
C 工場	対 照	1	18.3	156.3
		2	18.0	154.8
	排 水	1	16.7	109.8
		2	17.0	123.9
D 工場	対 照	1	10.5	32.1
		2	13.0	54.0
		3	11.5	43.5
		4	10.0	24.8
	排 水	1	18.0	153.0
		2	13.5	62.6
		3	13.3	61.1

表6-3-2 部位別供試重量(g・湿重量)

飼育場所		腎臓	肝臓	脾臓	胆ノウ	消化管	肉	脳
A工場	対照	1.21	4.18	0.75	1.02	4.58	7.20	1.09
	排水	0.57	3.99	0.21	0.60	3.92	6.25	0.80
B工場	対照	3.72	5.05	1.20	1.45	5.32	7.56	0.93
	排水	3.23	4.57	1.16	2.18	7.28	7.25	1.03
C工場	対照	2.56	4.97	0.88	1.40	2.93	7.58	0.75
	排水	1.75	2.95	0.71	0.85	2.31	7.78	0.79
D工場	対照	0.88	3.59	0.42	0.53	5.10	6.87	0.78
	排水	1.21	4.04	0.63	0.97	6.20	8.66	0.89

表6-3-3 部位別金属含量(その1)

μg/g

試料		亜鉛	カドミウム	鉛	鉄	銅	ニッケル	クロム		
A工場	腎臓	対照	212	ND	ND	82.6	ND	ND	0.10	
		排水	195	ND	ND	143	ND	ND	ND	
	肝臓	対照	85.2	ND	ND	130	15.7	ND	0.22	
		排水	98.0	ND	ND	99.7	5.74	ND	ND	
	脾臓	対照	55.3	ND	ND	208	ND	ND	ND	
		排水	58.1	ND	ND	1,195	ND	ND	ND	
	胆ノウ	対照	27.6	ND	ND	6.68	ND	ND	ND	
		排水	15.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	消化管	対照	288	ND	ND	2,175	2.66	ND	1.87	
		排水	207	ND	ND	1,559	4.01	ND	0.06	
	肉	対照	10.6	ND	ND	0.95	ND	ND	ND	
		排水	10.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	脳	対照	11.2	ND	ND	12.4	ND	ND	ND	
		排水	11.9	ND	ND	23.0	ND	ND	ND	
	B工場	腎臓	対照	151	ND	ND	81.7	2.31	ND	ND
			排水	217	ND	1.16	79.3	4.86	ND	ND
肝臓		対照	41.0	ND	ND	56.6	3.82	ND	ND	
		排水	88.9	ND	ND	40.3	11.8	ND	ND	
脾臓		対照	59.0	ND	ND	140	ND	ND	ND	
		排水	35.8	ND	8.16	114	ND	ND	ND	
胆ノウ		対照	10.3	ND	ND	8.14	ND	ND	ND	
		排水	16.7	ND	7.84	8.44	ND	ND	ND	
消化管		対照	153	0.26	ND	26.3	2.95	ND	ND	
		排水	70.2	0.08	ND	16.2	4.62	ND	ND	
肉		対照	4.44	ND	ND	1.34	ND	ND	ND	
		排水	4.63	ND	0.25	0.71	ND	ND	ND	
脳		対照	10.3	ND	ND	16.2	ND	ND	ND	
		排水	9.17	ND	ND	17.9	ND	ND	ND	

ND:不検出

表6-3-4 部位別金属含量(その他)

μg/g湿

試料		亜鉛	カドミウム	鉛	鉄	銅	ニッケル	クロム		
工場	腎臓	対照	190	ND	0.71	116	ND	ND	ND	
		排水	213	ND	ND	101	ND	ND	ND	
	肝臓	対照	55.5	ND	ND	35.4	8.91	ND	ND	
		排水	60.0	0.19	3.21	49.5	ND	ND	ND	
	脾臓	対照	53.2	ND	ND	96.6	ND	ND	ND	
		排水	254	ND	ND	180	ND	ND	ND	
	胆ノウ	対照	31.6	ND	ND	19.1	ND	ND	ND	
		排水	20.7	1.61	8.88	11.9	ND	ND	ND	
	消化管	対照	257	ND	ND	23.3	ND	ND	ND	
		排水	340	ND	ND	29.6	ND	ND	0.05	
	肉	対照	4.43	ND	ND	1.12	ND	ND	ND	
		排水	3.29	0.07	ND	0.33	ND	ND	ND	
	脳	対照	9.23	ND	ND	15.7	ND	ND	ND	
		排水	8.76	ND	ND	12.8	ND	ND	ND	
	工場	腎臓	対照	181	ND	ND	168	ND	ND	ND
			排水	588	ND	7.82	105	7.09	ND	ND
		肝臓	対照	86.4	0.16	1.57	101	20.3	ND	ND
			排水	366	ND	ND	47.0	30.4	ND	ND
脾臓		対照	67.1	1.33	8.90	357	ND	ND	ND	
		排水	281	ND	33.2	179	ND	ND	ND	
胆ノウ		対照	43.2	ND	ND	9.02	ND	ND	ND	
		排水	75.7	ND	ND	6.45	ND	ND	ND	
消化管		対照	195	0.11	ND	822	7.29	ND	0.02	
		排水	866	0.35	1.53	116	3.11	ND	ND	
肉		対照	9.91	ND	ND	0.75	ND	ND	ND	
		排水	29.1	ND	ND	2.12	ND	ND	0.01	
脳		対照	12.2	ND	ND	10.9	ND	ND	ND	
		排水	22.7	ND	ND	15.2	ND	ND	ND	

ND:不検出

表6-3-5 コイの重金属含量(A工場)

(μg/g)

		体長 (cm)	体重 (g)	採取量 (湿重量g)	含水率 (%)	Cd		Pb		Hg	
						湿重量	乾重量	湿重量	乾重量	湿重量	乾重量
対照区	1	13.7	62.0	5	欠測	0.05	/	20.3	/	0.11	/
	2	10.5	35.0	10	75.3	0.03	0.12	ND	ND	0.10	0.40
	3	11.9	36.0	10	75.0	ND	ND	0.33	1.32	0.10	0.40
	4	11.0	37.0	5	欠測	0.05	/	ND	ND	0.14	/
	5	12.0	44.0	10	77.6	ND	ND	ND	ND	0.11	0.49
	\bar{M}	11.8	42.8	8	75.9	0.03	0.04	4.13	0.33	0.11	0.43
排水区	1	12.0	45.0	5	61.1	0.09	0.39	0.33	0.85	0.10	0.26
	2	12.0	44.0	5	61.6	0.02	0.05	6.14	1.60	0.09	0.24
	3	11.1	41.0	5	71.5	ND	ND	0.74	3.61	0.12	0.42
	4	12.0	52.0	5	77.0	0.08	0.43	ND	ND	0.07	0.30
	5	10.5	34.0	5	68.0	0.06	0.19	0.46	2.13	0.12	0.38
	\bar{M}	11.5	43.2	5	67.8	0.05	0.21	1.53	4.52	0.10	0.32
	6	0.62	5.84	0	6.03	0.03	0.17	2.32	5.87	0.02	0.07

ND:不検出 /:測定不能

表6-3-5 コイの重金属含量(B工場)

(μg/g)

		体長 (cm)	体重 (g)	採取量 (湿重量g)	含水量 (%)	Cd		Pb		Hg	
						湿重量	乾重量	湿重量	乾重量	湿重量	乾重量
対照区	1	10.3	29.3	10	78.1	0.03	0.14	ND	ND	0.04	0.17
	2	9.8	23.2	10	80.3	0.03	0.15	ND	ND	欠測	欠測
	3	10.4	25.2	10	75.3	0.02	0.08	0.16	0.65	0.04	0.16
	4	9.5	22.7	10	77.1	ND	ND	ND	ND	0.04	0.17
	5	12.1	46.4	10	77.1	0.02	0.09	ND	ND	0.04	0.17
	\bar{M}	10.4	29.4	10	77.6	0.02	0.09	0.03	0.13	0.04	0.17
排水区	1	11.3	31.7	10	75.9	ND	ND	ND	ND	0.05	0.21
	2	11.3	33.1	10	74.0	0.05	0.19	ND	ND	0.05	0.19
	3	9.5	23.8	10	74.1	ND	ND	4.73	1.83	0.07	0.27
	4	10.1	26.6	10	76.0	0.04	0.17	ND	ND	0.05	0.21
	5	9.9	25.0	10	77.9	ND	ND	18.1	8.19	0.06	0.27
	\bar{M}	10.4	28.1	10	75.6	0.02	0.07	4.57	2.00	0.06	0.23
	6	0.74	3.70	0	1.44	0.02	0.09	7.01	3.17	0.01	0.03

ND:不検出

表6-3-7 コイの重金属含量(C工場)

(μg/g)

		体長 (cm)	体重 (g)	採取量 (湿重量g)	含水率 (%)	Cd		Pb		Hg	
						湿重量	乾重量	湿重量	乾重量	湿重量	乾重量
対 照 区	1	15.4	95.5	10	64.8	0.06	0.17	0.23	0.65	0.03	0.09
	2	13.5	67.9	10	71.4	0.05	0.17	0.23	0.80	0.03	0.10
	3	13.6	67.4	10	69.4	ND	ND	ND	ND	0.03	0.10
	4	12.8	58.0	10	71.6	0.03	0.11	ND	ND	0.03	0.11
	\bar{M}	13.8	72.2	10	69.3	0.04	0.11	0.12	0.36	0.03	0.10
	6	0.96	14.0	0	27.4	0.02	0.07	0.12	0.36	0.0	0.01
排 水 区	1	13.8	73.5	10	70.8	0.03	0.10	ND	ND	0.03	0.10
	2	13.8	64.8	10	69.1	0.03	0.10	ND	ND	0.03	0.10
	3	13.2	64.6	10	70.4	ND	ND	ND	ND	0.03	0.10
	4	13.1	61.0	10	69.6	0.05	0.16	ND	ND	0.03	0.10
	5	12.6	58.2	10	71.6	ND	ND	ND	ND	0.03	0.11
	\bar{M}	13.3	64.4	10	70.3	0.02	0.07	ND	ND	0.03	0.10
6	0.46	5.16	0	0.88	0.02	0.06	0	0	0	0.00	

ND:不検出

表6-3-8 コイ及び餌の重金属含量(D工場)

(μg/g)

		体長 (cm)	体重 (g)	採取量 (湿重量g)	含水率 (%)	Cd		Pb		Hg	
						湿重量	乾重量	湿重量	乾重量	湿重量	乾重量
対 照 区	1	10.2	29.8	5	43.1	ND	ND	1.02	1.76	0.05	0.09
	2	10.1	30.5	5	64.4	ND	ND	ND	ND	0.04	0.11
	3	11.0	33.1	5	66.9	ND	ND	1.02	3.08	0.03	0.09
	4	11.7	45.0	5	61.6	ND	ND	0.33	0.86	0.04	0.10
	\bar{M}	10.8	34.6	5	59.0	ND	ND	0.59	1.43	0.04	0.10
	6	0.65	6.13	0	9.37	0	0	0.44	1.14	0.01	0.01
排 水 区	1	13.7	67.0	5	65.2	ND	ND	ND	ND	0.04	0.11
	2	12.2	49.5	5	65.4	ND	ND	0.33	0.95	0.03	0.09
	3	12.8	55.9	5	64.0	ND	ND	ND	ND	0.03	0.08
	4	11.0	33.1	5	69.5	ND	ND	0.46	1.51	0.05	0.16
	\bar{M}	12.4	51.4	5	66.0	ND	ND	0.20	0.62	0.04	0.11
	6	0.98	12.3	0	2.08	0	0	0.20	0.64	0.01	0.03
配合飼料				10	6.64	ND	ND	ND	ND	0.03	0.03

ND:不検出

6-3-2 化学物質 (齊藤治子)

1) はじめに

近年、各種工場において使用される化学物質は非常に多数ある。しかし、これら化学物質については、PCB等のように、その蓄積性など明らかにされたものもあるが、これらはまだほんの一部にすぎない。そこで、工場排水で飼育した魚体中の化学物質を測定し、対照区と排水区を比較することは、排水中の化学物質特性を知る有効な手段であり、又、その量により、その化学物質の蓄積性を知ることでもできる。このため、本指針に基づき、ガスクロマトグラム-質量分析法で分離同定可能な難揮発性物質、非水溶性および水溶性物質について測定した。

2) 材料

1981年7月に、孵化後約2ヶ月の鯉を購入し、約1ヶ月半蓄養した後、工場にて2週間馴化飼育した後に1981年9月~1982年7月までA工場において飼育されたものを測定に供した。表6-3-9に示すように、対照区および排水区、各々3尾を用い、体重50g以下のものについては混合し、各2試料とした。

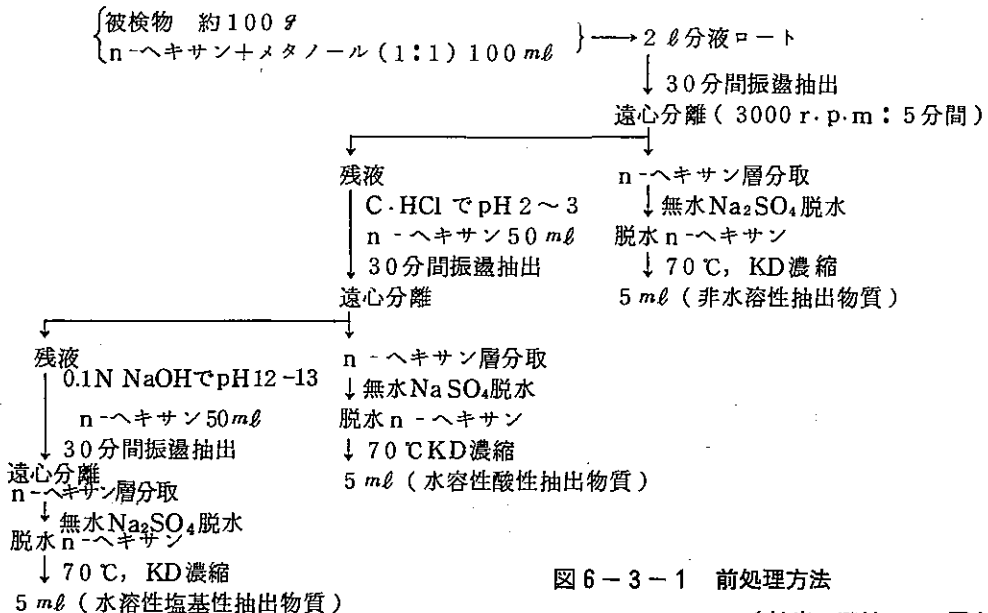
表6-3-9 使用した鯉の体長と体重

区分	尾	体長cm	体重g
対照区	1	11.2	43
	2	14.2	65
	3	12.0	46
排水区	1	11.0	37
	2	12.6	54
	3	11.0	34

3) GC/MSによる質量スペクトルの測定

(1) 前処理

試料とする魚体は細断し、2000 r.p.mで10分間、少量の水を加えてホモジナイズした後、図6-3-1に示すようにn-ヘキサンにて、中性にて非水溶性成分を抽出し、その後水溶性成



分については塩基性、酸性の2つのフラクションに別けて抽出した。各成分共に脱水し、KD濃縮器を用いて5 mlまで濃縮した。

(2) クリナップとGC/MSへの導入

試料のクリナップは図6-3-2に示すように、OV-17および水酸化ストロンチウムコーティングガラスビーズを充填した、プレカラム管を用い、脂肪酸等を除去した後、GC/MS分析計に導入した。まず、濃縮試料20 μlをプレカラム管に注入し、管をGC/MSに接続する。管を200℃に加熱し、試料をGC/MSに導入する。GC/MSの測定条件は表6-3-10に示すとおりである。

(3) 検索方法

(2)で得られたママスペクトルから、McIAffertyのProbability Based Matching (P.B.M法)によるConfidence Value (K.V.)を検索指標とし、データベースに米国EPA編の原ファイルをP.B.M法に再編集したものを利用して大阪市環境科学研究所の検索方法により物質を検索した。この方法は、ファイル側のスペクトルと未知のスペクトルを対比して、m/zの特異性を

確率として算出し、K値として求め、又、最高のK値に対する未知物質のK値の比率を%で表わし、さらに不純ピークの比率をC%で表わす。従って、K値およびK%が高い程一致性が高く、さらにC%が低い程その一致が高くなることから、未知物質と一致性の高い物質を31,573スペクトルから成るデータファイルの中から、電算処理により検索する。

4) 結果および考察

(1) 非水溶性物質

非水溶性物質のGCの結果を、対照区は図6-3-3に、排水区は図6-3-4に示した。両区を比較するとピークパターンが全く異なっていることがわかる。対照区に比べ、排水区は低沸点物

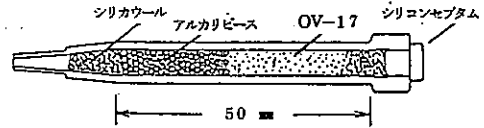


図6-3-2 アルカリビーズ付プレカラム管

表6-3-10 GC/MSの分析条件

カラム:	OV-17, 2%
担体:	chromosorb WAW, DMCS 60~80 mesh 3m, 3mmφガラスカラム
カラム温度:	150℃ → 300℃, 5℃/min 昇温
試料注入口温度:	270℃
セパレータ温度:	300℃
イオン源温度:	310℃
キャリアーガス:	He, 50ml/min
トラップ電流:	60 μA
加速電圧:	3.5 kV
スキャンスピード:	6 sec.
レコーダスピード:	10 cm/min
TICチャートスピード:	10mm/min
検出器:	TIC
装置:	島津 LKB-9000

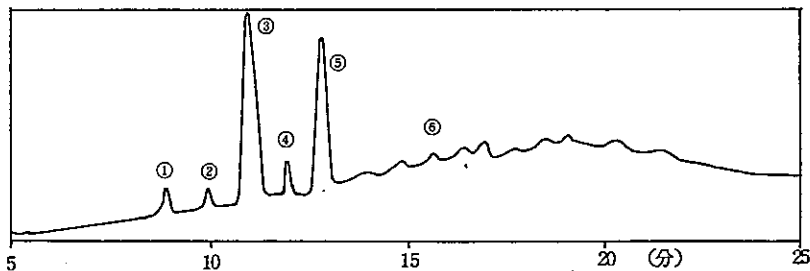


図6-3-3 対照区における非水溶性物質のガスクロマトグラム

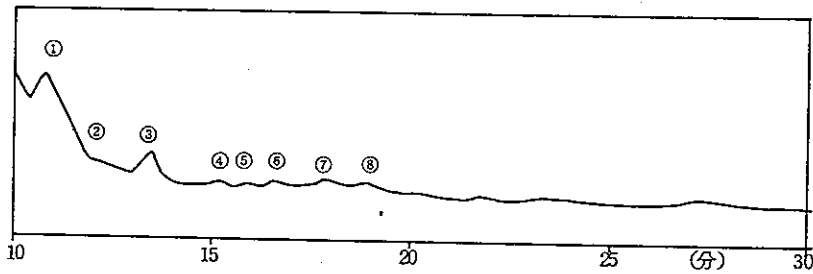


図6-3-4 排水区における非水溶性物質のガスクロマトグラム

質が多く存在し、しかも、分離が悪い。これらは非水溶性成分であることから、魚体内の脂肪層に蓄積しやすい物質の存在の可能性がある、今後の検討が必要である。

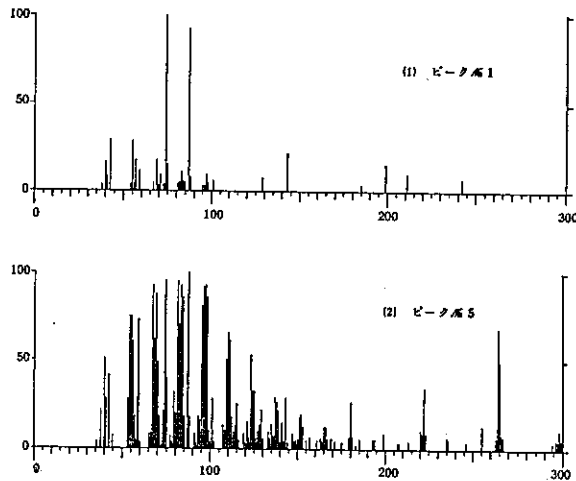


図6-3-5 対照区における主な非水溶性物質のマススペクトル

図6-3-3,4の中の代表的なピーク、図6-3-3ではピーク№1と5のマススペクトルを図6-3-5に、図6-3-4のピーク№1,2,8のマススペクトルを図6-3-6に示した。

図6-3-5, 6-3-6にみられるように、比較的強いピークの周辺にいくつかのピークが群をなし、それが、ほぼ等間隔で現われるようなパターンは、主として直鎖あるいはそれに側鎖のついた炭化水素化合物と推定される。

非水溶性物質の検索結果は表6-3-11に示すとおりであり、対照区および排水区のピーク№1はメチルマルガリク酸メチルに同定された。対照区のピーク№3はトリメチルミリスチン酸メチルに同定されたが、ヒドロオキシテトラデシルステアリン酸メチルの可能性も残っている。同様に№5もトリオキソランオクテルカプリリク酸メチルに同定されたが、ステアリン酸メチルの可能性も残った。排水区のピーク№2はベヘニック酸に、№5はエチルメチルピリリジンジオンに、又№6はオクタデカナールに同定された。対照区のピーク№4,6および排水区の№7,8は今回用いたデータベースにはない物質であった。残りのピークについては、一物質に同定し切れず、検索された物質の内のどれであるかは純品によって確認測定を行う必要があった。

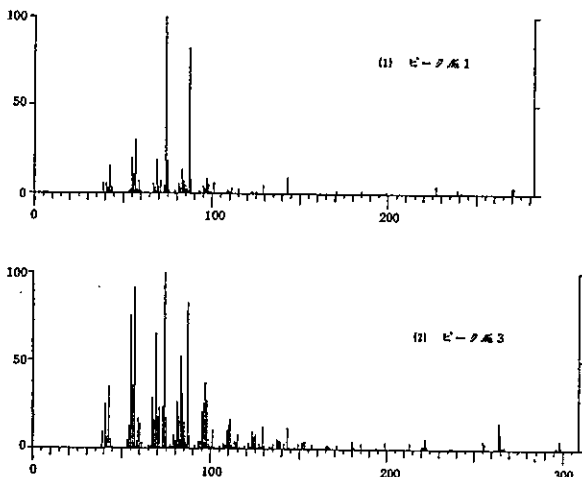


図6-3-6 排水区における主な非水溶性物質のマススペクトル

(2) 水溶性酸性抽出物質

水溶性酸性抽出物質のGC結果を、対照区は図6-3-7に、排水区は図6-3-8に示した。両区を比較するとピークパターンはほとんど一致していることがわかる。このことは両区に差のないことを

示めしていると推定される。

表 6-3-11 非水溶性物質の検索結果

図 6-3-7, 6-3-8 の主なピークである、共通のピーク 1, 2, 3, 4, 5 についてのマススペクトルを図 6-3-9, 6-3-10 に示した。水溶性酸性抽出物質の検索結果は表 6-3-12 に示すとおりである。マススペクトルの結果からも、図 6-3-7 と図 6-3-8 の共通したピーク 1, 2, 3, 5, 9 および図 6-3-8 の 6 が, GC の保持時間も同一であるし、マススペ

区分	ピーク No.	分子量	分子式	物質名
対照区	1	298	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	Methylmargaric acid-methylester
	2	240	C ₁₆ H ₃₂ O	Hexadecanal
		212	C ₁₄ H ₂₈ O	Tetradecanal
	3	284	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	Trimethylmyristic acid-methylester
		510	C ₃₃ H ₆₆ O ₃	Hydroxy-tertradecylstearic acid-methylester
	4	該当なし		
排水区	5	344	C ₁₉ H ₃₆ O ₅	Trioxolane-octylcaprylic acid-methylester
		296	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Stearic acid-methylester
	6	該当なし		
	1	298	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	Methylmargaric acid-methylester
	2	340	C ₂₂ H ₄₄ O ₂	Behenic acid
	3	200	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	Methylcapric acid-methylester
		562	C ₃₈ H ₇₄ O ₂	Oleic acid-eicosylester
	4	170	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	Tetramethyl-hexanedione
	354	C ₁₄ H ₁₇ Cl ₃ O ₄	Trichlorophenoxy-methylproxyacetic acid-ethylester	
	5	141	C ₇ H ₁₁ NO ₂	Ethyl-methylpyrrolidinedione
	6	266	C ₁₈ H ₃₄ O	Octadecanal
	7	該当なし		
	8	該当なし		

該当なし:今回用いたデータベースに含まれていない物質である。

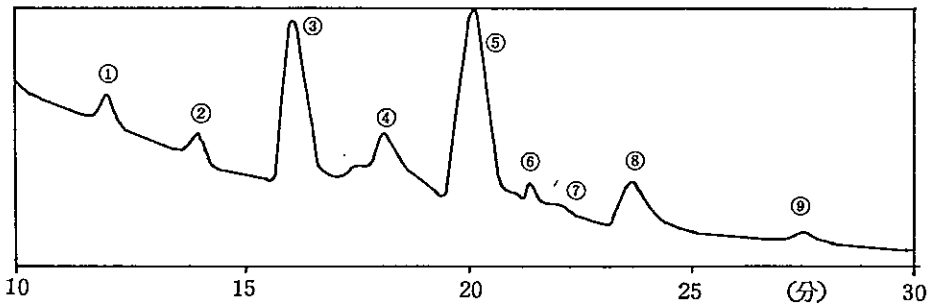


図 6-3-7 対照区における水溶性酸性抽出物質のガスクロマトグラム

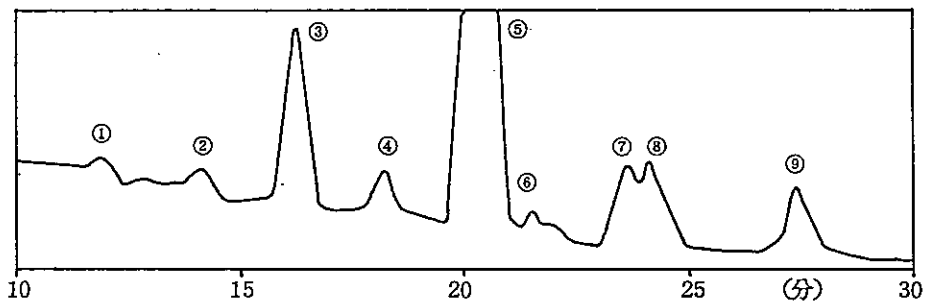


図 6-3-8 排水区における水溶性酸性抽出物質のガスクロマトグラム

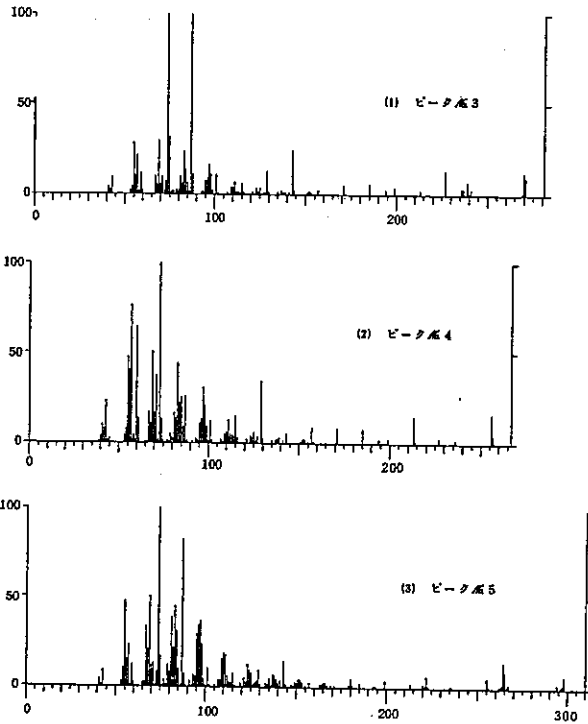


図 6-3-9 対照区における主な水溶性酸性抽出物質のマススペクトル

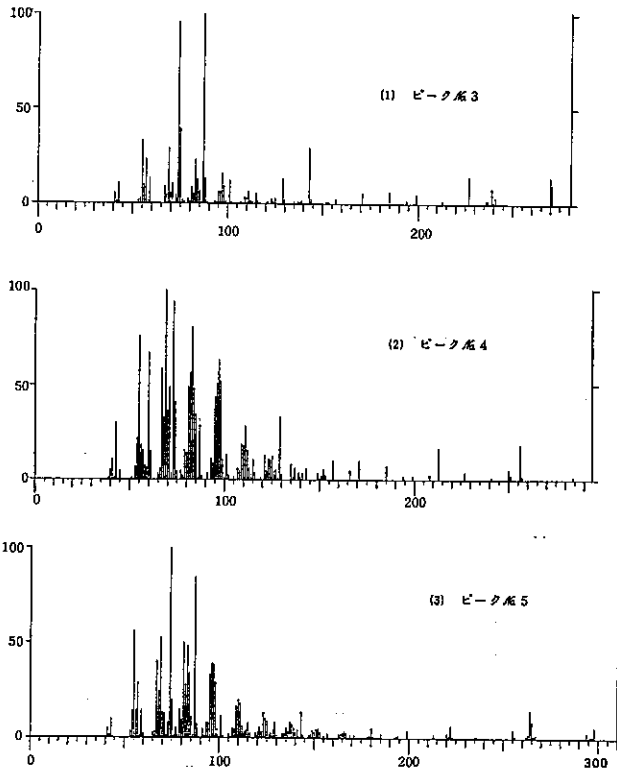


図 6-3-10 排水区における主な水溶性酸性抽出物質のマススペクトル

クトルも類似していることから、それぞれ同一物質であろうと推定された。両区とも $\#1$ はメチルマルガリク酸メチルに、 $\#2$ はトリオキソラン-オクタリカプリク酸メチルに、 $\#5$ はステアリン酸メチルに、 $\#9$ はメチレンジスピロ 2.0.2.5 ウンデカンにそれぞれ同定された。 $\#4$ のピークは、対照区ではパルミチン酸に、排水区ではオクタデセナールに同定された。対照区の $\#6$ のピークはオクタノールに、 $\#8$ はアラキドン酸メチルに同定された。排水区のピーク $\#7$ はヘプタデカトリノールに、 $\#8$ はデカヒドロメチレン-ビニル-ナフタレンメタノールに同定された。その他のピークについては純品による確認測定が必要であった。

(3) 水溶性塩基性抽出物質

水溶性塩基性抽出物質のGCの結果を、対照区は図 6-3-11 に、排水区は図 6-3-12 に示した。両区を比較すると、水溶性酸性抽出物質と同様に、両区のピークパターンがほとんど一致していることがわかる。図 6-3-11, 図 6-3-12 の主なピーク、図 6-3-11 では $\#1, 3, 5$ の、図 6-3-12 については $\#1, 3, 4$ のマススペクトルを図 6-3-13, 6-3-14 に示した。

水溶性塩基性抽出物質の検索結果は表 6-3-13 に示すとおりである。両区に共通して、 $\#1$ のピークはメチルペラルゴニック酸メチルに同定された。又、保持時間が一致している、図 6-3-11 の $\#$

5と図6-3-2の16

表6-3-12 水溶性酸性抽出物質の検索結果

区分	ピークNo	分子量	分子式	物質名
対照区	1	298	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	Methylmargaric acid-methylester
	2	344	C ₁₉ H ₃₆ O ₅	Trioxolane-octylcaprylic acid-methylester
	3	200	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	Methylcapric acid-methylester
	4	270	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	Methylpentadecanoic acid-methylester
	5	256	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	Palmitic acid
	6	296	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Stearic acid-methylester
	7	130	C ₈ H ₁₈ O	Octanol
	8	186	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	Methylpelargonic acid-methylester
	9	298	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	Methylmargaric acid-methylester
排水区	1	332	C ₂₂ H ₃₆ O ₂	Arachidonic acid-methylester
	2	162	C ₁₂ H ₁₈	Methylene-dispiro 2.0.2.5 undecan
	1	298	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	Methylmargaric acid-methylester
	2	156	C ₁₀ H ₂₀ O	Methylpropylcyclohexanol
		312	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	Octadecenylxyethanol
		344	C ₁₉ H ₃₆ O ₅	Trioxolane-octylcaprylic acid-methylester
	3	186	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	Methylpelargonic acid-methylester
		298	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	Methylmargaric acid-methylester
	4	266	C ₁₈ H ₃₄ O	Octadecenal
5	296	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Petroselinic acid-methylester	
6	186	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	Methylpelargonic acid-methylester	
	298	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	Methylmargaric acid-methylester	
7	250	C ₁₇ H ₃₀ O	Heptadecatriinol	
8	206	C ₁₄ H ₂₂ O	Decahydro-methylene-vinyl-naphthalenemetanol	
9	162	C ₁₂ H ₁₈	Methylen-dispiro 2.0.2.5 undecane	

4のピークは、共にベトロセノイック酸メチルと同定された。対照区のピーク164はオクタデカノイック酸メチルに、167はパルミチン酸オクタデサイロキシエチルに同定された。169のピークは排水の168と保持時間もほぼ一致していたが、共にメチレン-ディスピロ2.0.2.5ウンデカンと同定された。1610はオクタデカノイック酸メチルに同定された。排水区のピーク165はアラキディック酸メチルに、166

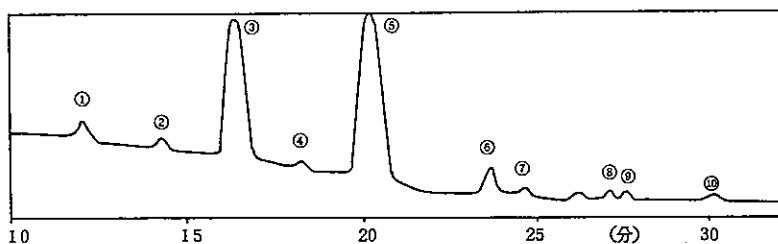


図6-3-11 対照区における水溶性塩基性抽出物質のガスクロマトグラム

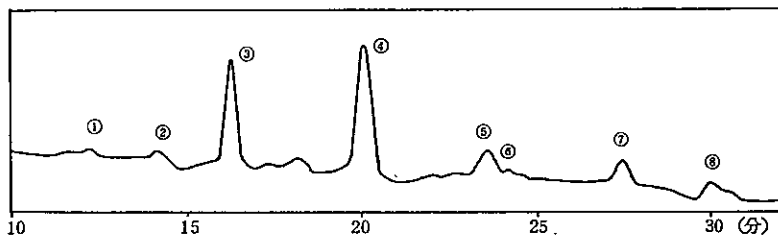


図6-3-12 排水区における水溶性塩基性抽出物質のガスクロマトグラム

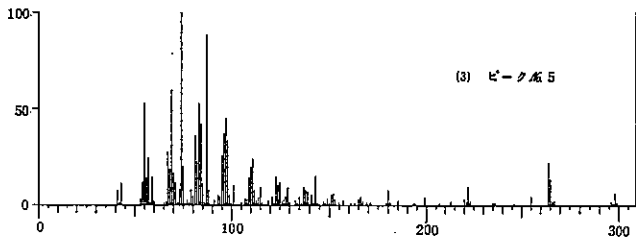
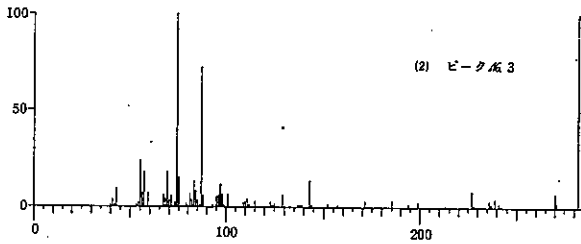
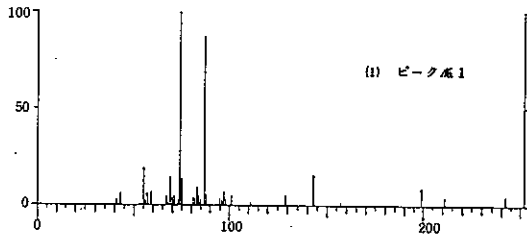


図 6-3-13 対照区における主な水溶性塩基性抽出物質のマクスベクトル

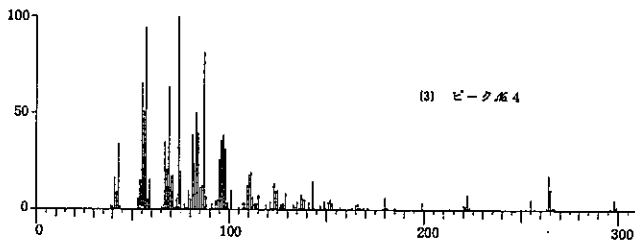
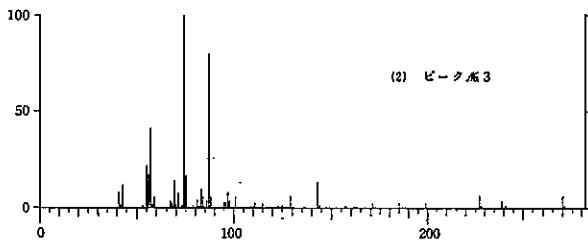
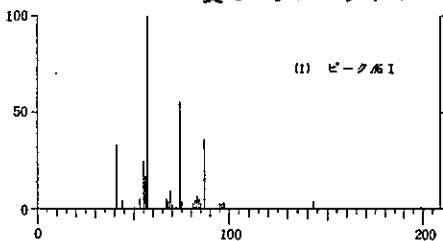


図 6-3-14 排水区における主な水溶性塩基性抽出物質のマクスベクトル

は、168の構造異性体であるメチレン-ディスピロ 2.1.2.4ウンデカンに同定された。167のピークは今回のデータベースにない物質であり、他のピークについては、純品による確認測定が必要であった。

5) まとめ

今回はA工場のみを検索であったが、物質がはっきりと検索されたものもあったが、単一物質と同定しきれなかったものもあり、これらについては今後、純品にて同定する予定であるが、全体としてその物質を見ると対照区、排水区に係りなくそのほとんどが脂肪酸エステルであり、注目すべき化学物質はなかった。このことから、A工場の56年度飼育魚については、化学物質の蓄積性からは、問題ないものとされた。

表 6-3-13 水溶性塩基性抽出物質の検索結果

区分	ピーク No	分子量	分子式	物質名
対照区	1	186	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	Methylpelargonic acid-methylester
		298	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	Methylmargaric acid-methylester
	2	200	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	Methylcapric acid-methylester
		298	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	Methylmargaric acid-methylester
	3	186	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	Methylpelargonic acid-methylester
		200	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	Methylstearic acid-methylester
		298	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	Methylmargaric acid-methylester
	4	296	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Octadecenoic acid-methylester
	5	296	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Petroselinic acid-methylester
	6	504	C ₃₄ H ₆₄ O ₂	Palmitic acid-octadecenylester
532		C ₃₆ H ₆₈ O ₂	Oreic acid-octadecenylester	
7	552	C ₃₆ H ₇₂ O ₃	Palmitic acid-octadecyloxy-ethylester	
8	344	C ₁₉ H ₃₆ O ₅	Trioxolane-octylcaprylic acid-methylester	
	562	C ₃₈ H ₇₄ O ₂	Ethanediybis(oxy)bis-octadecene	
9	162	C ₁₂ H ₁₈	Methylene-dispiro 2.0.2.5 undecane	
10	296	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Octadecenoic acid-methylester	
排水区	1	200	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	Methylcapric acid-methylester
		298	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	Methylmargaric acid-methylester
	2	184	C ₁₂ H ₂₄ O	Cyclohexanehexanol
		268	C ₁₈ H ₃₆ O	Octadecanal
	3	200	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	Methylcapric acid-methylester
		270	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	Methylvaleric acid-methylester
		186	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	Methylpelargonic acid-methylester
	3	312	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	Methylstearic acid-methylester
		4	296	C ₁₉ H ₃₆ O ₂
	5	324	C ₂₁ H ₄₀ O ₂	Arachidic acid-methylester
6	162	C ₁₂ H ₁₈	Methylene-dispiro 2.1.2.4 undecane	
7	該当なし			
8	162	C ₁₂ H ₁₈	Methylene-dispiro 2.0.2.5 undecane	

7 今後の課題

本研究は、公害防止協定で契約した「魚類が正常に生息できる水質」の確保を担保するために進められてきたもので、約10年に及ぶ研究の末、1985年10月の暫定排水評価指針の策定をもって、魚類指標による工場排水規制手法を確立した。

本協定は、現行の排水規制基準値を遵守しているも、環境への影響、特に生態への影響については必ずしも明確でなく、公害を未然に防止しようという考えから、技術的裏付けより先行して市と企業が契約したという意義のあるものである。この協定を受けて、それから2年後、市が策定した飼育指針に基づき1,2の工場で飼育池を作り飼育を開始し、その後、徐々に数工場へと拡充していった。

しかし、実際に飼育してみると、本文の飼育結果でも明らかなように、1979年から1981年までは、魚病の発生や飼育ミスによるトラブルが多かった。この理由としては、屋外飼育試験ということで、室内試験のように条件が一定でないことと、養殖ともちがうという点で、飼育技術的に今まで未経験で予知できなかったことによる。これからの経験を通じ飼育技術的にかなりの改善を図り、現在では、飼育技術的には比較的安定しており、今後新しく工場で飼育試験を実施する場合も、本文の飼育で述べたいくつかの点に留意すれば、容易に実施が可能と考える。

又、排水の評価においても、今回策定した手法により、特に専門家でなくても一定の評価が可能で、検査項目数も比較的少なく、死亡率や成長量等の項目については工場サイドで検査可能である。

各工場の1979年から1983年までの工場排水飼育魚の検査結果及び評価例からわかるように、水質分析では把握できない排水の生物への影響について一定の評価が可能であることが明らかになった。

しかし、本評価指針を暫定評価指針としているのは、1年間飼育した対照区の魚が何らかの条件により対照としてふさわしくないと判断された場合は、最終的に排水の評価は原則としてできないことになり、この点で問題は残されている。又、飼育管理の面についても対照区と排水区それぞれについて極力、条件をそろえる努力はしているが、まだ完璧なものとは言えないし、飼育池の規模や対照区の工水量等経済的負担の問題もあり、今後本指針をより良いものにするには残された課題は多い。

従って今後は、各工場における飼育魚の検査結果等の蓄積を重ね、さらによりよい指針をめざす必要がある、その努力を続けていく予定である。最後に本報告書が排水のフィッシュチェックを実施しているあるいは今後実施予定の関係機関あるいは関係者諸氏に多少なりとも参考になれば幸いである。