

夷隅川における魚類浮上事例に関する調査

工藤 幸子* 福田 芳生* 福島 悦子*
 藤代 良彦* 大井 清*

1. はじめに

魚の大量死の事例は千葉県においても、四季を通して経験されており、著者らは冬期において水温の急激な低下による寒冷ショックと思われる事例について既に報告した。¹⁾

初夏の夷隅川において、魚の大量死の事例が発生し、丁度時期を同じく実施された大多喜町でのヘリコプター農薬空中散布(1977年5月29日実施)と魚の大量死との関係を指摘された。

今回著者らは空中散布との因果関係も含めて、魚の大量死の原因を究明すべく調査を行なったので報告する。

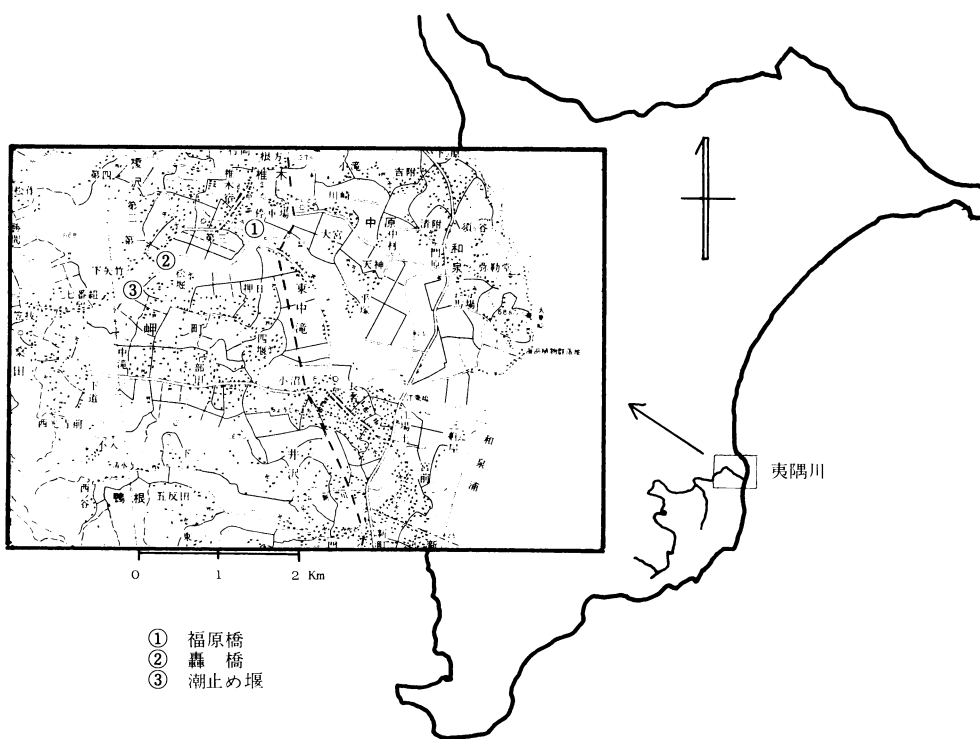


図1 夷隅川周辺図

*千葉県衛生研究所
 (1978年2月18日受理)

II. 事例の概要

1977年6月8日、夷隅川淡水漁業組合より千葉県水質保全課に、同月4日頃よりコイ・フナの浮上があり、その後イナ、ハゼ、ウナギ等が多数浮上しているとの連絡があった。

夷隅川は流路延長67.5km、流域面積299.4平方kmの二級河川で、その源を房総半島南部の清澄山系にもち、北へ流れ、大多喜町から九十九里南端太東岬附近で太平洋へ注いでいる。

今回の魚の大量死は河口から約4km上流の福原橋と更に上流2kmほどにある潮止め堰との間約2kmの範囲であり、一番多く浮上したのは轟橋から潮止め堰の間であった。浮上した魚の数はイナが圧倒的に多く、約一週間の間に亘って浮上したとの事である。

この附近の川幅は25~28m前後で緩流であり、平常時の水深は浅く小舟の底をこする所や、広い岩盤の出ている個所もみられる。

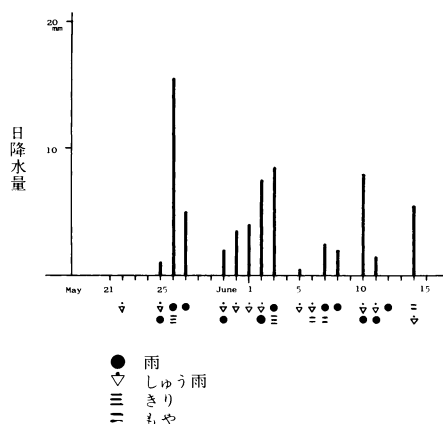


図2 気象状況 (1977年勝浦測候所)

III. 試料及び方法

1977年6月9日、現地で弱って浮上している魚類を10匹捕獲し、8匹を現場で10%ホルマリン固定し、病理学検査に供し、残部は固定せず化学分析を行なった。

(1) 病理組織学検査

ホルマリン固定された魚類のうち次の3種5匹を解剖し、パラフィン包埋、薄切し、ヘマトキシリン・エオジン、過ヨウ素酸シッフ、グロコット、グラム、鉄の各染色を行なって病理組織標本を作成した。

1. フナ 体長26cm 体重330g
2. イナ ①体長22.5cm 体重130g
②体長17.5cm 体重70g
③体長21cm 体重95g
3. ウナギ 体長22.5cm 体重12g

(2) 化学分析

現地より持ち帰ったイナ2匹(生重量191.5g)の肉部及び内臓部をホモジナイズし、アセトン-n-ヘキサン(2:3)500mlで抽出する。有機層を2%食塩水500mlで洗浄、芒硝乾燥した後、クデルナーダニッシュ濃縮器(KD濃縮器)にて15mlに濃縮する。これをn-ヘキサン飽和アセトニトリル30mlで3回抽出した後、アセトニトリル層に2%食塩水600mlを加え、n-ヘキサン100mlを用いて逆抽出する。n-ヘキサン層を水洗後、芒硝乾燥、KD濃縮して正確に5mlとし、ガスクロマトグラフィー(GLC)の検液とした。

なお、試薬類は和光純薬のn-ヘキサン、アセトニトリル(残留農薬試験用)、芒硝(特級)、食塩および農薬標準品を用いた。

ガスクロマトグラフは炎光光度検出器(FPD)付き島津GC-4CMPFを用いた。カラム充てん剤およびGLC操作条件を表1に示した。カラムはいずれもガラス製である。

表1 GLC操作条件

カラム 2.5 m × 3 mmφ	5% Silicone DC-200 Gas-chrom Q	5% Silicone SE-30 Chromosorb W AW DMCS	2% Silicone DC- QF-1 Chromosorb W AW DMCS	2% Silicone OV-1 Chromosorb W AW DMCS	2% Silicone OV-17 Chromosorb W AW DMCS
column temp. °C	190	190	160	190	190
injection temp. °C	210	210	210	210	210
detector temp. °C	260	280	260	260	260
carrier gas N ₂ ml/min.	40	42	40	40	40
H ₂ kg/cm ²	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
air kg/cm ²	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5

IV. 結 果

1. フナ：病理組織検査

肉眼所見：口先端より14~22cmにかけて左側にウロコの脱落と出血巣を伴う潰瘍が存在し、淡褐色を呈していた。エラは淡赤色を示し、ヘドロ様の附着物を認めた。消化管には緑色の内容物が充満している。肝は灰白色を呈し、少し柔らかく、弾力性を欠いている。

組織所見

肝：血管の拡張と肝細胞の浮腫を認め、結節状に壊死を起こしている箇所も認められる。

腎：尿管、糸球体は変性、壊死に落入り、赤血球は溶解像を呈している。

長桿菌と思われる細菌が存在する。又、判定不明のエオジンで染る幅の太く長い結合織様の物質が認められる。細菌による間質の破壊が認められる。

脾：赤血球が溶解し、赤髄脾と白髄脾の区別が困難であり、組織構造が明確でない。ビリルビン色素を取る組織球細胞と形質球様細胞が多数出現している。

心：筋層への軽い細胞浸潤と原虫の寄生を認める。

膵：特別な変化を認めない。

消化管：管腔は内容物で充満し、粘膜は溶解し、変性、壊死に落入っている。

エラ：鰓弁（特に中央~先端部）に組織球性の細胞浸潤が非常に強く、粘膜を破り放出しているものもある。又、鰓弧に近い部分には同類と思われるが形の異なる細胞の浸潤を認め、全体に浮腫と赤血球の崩壊並びに出血像を認める。

表皮：真皮層及び筋層内における出血巣並びに筋繊維の変性が認められる。又、炎症像を呈する多数の細胞浸潤が認められる。

以上の所見により細菌感染による腎臓の壊死による非常な衰弱をきたしたものと思われる。

2. イ ナ

(1) 病理組織検査

肉眼所見：口先端より12~15cmにかけて左側のウロコが4~5列松笠状に立って、その下部~周囲は出血巣を認め、淡褐色を呈していた。又、その部位に相当する脊椎骨は彎曲している。エラは淡褐色を示し、附着物を認める。消化管には内容物を認めない。

組織所見

肝：肝細胞の変性、浮腫と血管の拡張、血液の滯

滞と赤血球の溶解像を認める。

腎：尿管上皮の壊死と核濃縮、並びに赤血球の溶解像を認める。

脾：一部血管内（静脈と思われる）の血液に溶解像を認める。赤髄脾を形成している赤血球もこわれている。

心：心筋の変性と細胞浸潤を認める。

膵：特別な変化を認めない。

消化管：内容物は認められず、粘液上皮の変性、壊死が一部認められる。特に粘液の分泌が亢進している。変性、壊死の周囲には細胞浸潤が認められる。

エラ：鰓弁は浮腫を呈していると同時に多数の血腫が形成されているが、その部所の赤血球は正常である。しかし他の部所の赤血球は溶解像を呈している。又、出血巣を認め、細胞浸潤も認められる。又組織球様の細胞が非常に多く（特に先端部にわたり）出現している。

表皮：真皮層の破壊と皮下から筋層にかけての出血巣を認める。又、細胞浸潤も認められる。

脊椎：脊椎の彎曲部位に強い出血巣を伴った骨折（比較的新しい）が認められる。炎症像がみられる。

(2) 有機リン系農薬の分析結果

F P Dによるガスクロマトグラフィーから6種の有機リン化合物と推定されるピークを検出したが、表2に示す10種類の有機リン系農薬のうち、ダイアジノン (trace)、スミチオン (0.5ng/g) およびマラチオン (0.5ng/g) の3種類の有機リン系農薬を魚体抽出検体から確認した。

なお、魚の生重量に対する検出限界は表2のとおりである。

表2 有機リン剤に対する検出限界

有機リン系農薬	魚の生重量に対する検出限界
D D V P	0.3ng/g
ダイアジノン	0.3ng/g
ジメトエート	2.5ng/g
スミチオン	0.5ng/g
パラチオン	0.5ng/g
E P N	4.0ng/g
ジメチルメトン	5.0ng/g
マラチオン	0.5ng/g
フェンチオン	0.5ng/g
サリチオン	0.3ng/g

3. ウナギ：病理組織検査

肉眼所見：口先端より12~14cmの表皮が剥離し、1~3mmの褐色の斑点を10ヶ内外散在しているのを認める。全体としても体表が非常に汚ない。鰓は灰白色で多量の粘土塊が存在しており、鰓弁片を認めがたいほどであり、溶解した感じを与える。肝は淡黄色を呈し、肝特有の弾力性を欠いている。消化管は空虚であり、内容物は認めない。腎は肥大している。

組織所見

肝：肝細胞は壊死に陥入り、一部結合織も崩壊している。肝組織のいたる所に桿菌を主とした細菌の存在を認め、血管内及び血管壁にも存在している。又、多数の細胞浸潤を認める。

腎：腎尿管、糸球体の浮腫及び壊死が認められ、その内部並びに血管内に細菌の存在を認める。所々に菌塊を認めると共に原虫の集団を認める。

心：心筋層内及び血液中に多数の細菌を認め、一部の心筋は壊死に陥入っている。又、筋層内に多数の細胞浸潤を認め、炎症像を呈している。血管中の赤血球も溶解したり、原形質の膨化している像を認

める。

消化管：消化管上皮は壊死に陥入り、溶解し、上皮の存在は所々にしか認められない。筋層もmyolysisを呈し、どの部分にも細菌の存在を認める。

エラ：鰓弁、粘膜の溶解、壊死、並びに赤血球の崩解、浮腫を認め、鰓弁、血管その他どの部分にも細菌の存在を認める。又、一部菌塊を造っている。細菌浸潤を認め所々壊死を起こしている。

表皮：真皮の崩壊と皮下並びに筋層に及ぶ出血巣を認める。細菌の存在と筋層の壊死を認める。又、細胞浸潤を認める。

以上の所見により細菌の感染による敗血症が死因と考えられる。(Endwardsiella tardaと考えられる長桿状の細菌が認められる。)

V. 考 察

今回の事例では、数の上からはイナの死亡および浮上が多くみられ、標本として持ち込まれた数も多かった。千葉県内水面水産試験場の調査でも同様であり、その結果を表3に示す。

表3 夷隅川異常魚の状況

千葉県内水面水産試験場調査資料
採取 1977年6月10日 測定 1977年6月11~13日

魚 種	魚体長(体重)	測定個体数	外 観		鰓		内 臓		骨 格		備 考
			正常	異常	正常	異常	正常	異常	正常	異常	
ボ ラ	10 cm 以上	14	3	11	12	2	3	11	2	12	潮止堰下流、表層
	4 cm以上10cm未満	13	4	9	13	0	3	10	4	9	遊泳中タモ網採捕
	4 cm 未 満	11	4	7	10	1	4	7	4	7	
	小 計	38	11	27	35	3	10	28	10	28	
ハ ゼ	12.1cm	1	1	0	1	0	0	1	0	1	潮止堰下流、柴漬採捕
ウ ナ ギ	26.8cm (26.0g)	1	0	1	0	1	1	0	1	0	"
テナガエビ	4.3cm	1	1	0	1	0	1	0	1	0	"
ハ ゼ	12.3~12.8cm	2	2	0	2	0	2	0	2	0	潮止堰上流、柴漬採捕
ウ ナ ギ	20.0~30.0cm	6	6	0	6	0	6	0	6	0	"

これらのイナに共通する肉眼的所見は魚体中央部近くの出血斑と脊椎の異常な屈曲であった。これは組織標本での、比較的最近起ったと考えられる骨折像との因果関係を示している。この症状は既に報告されている有機燐系農薬による障害^{2),3)}と類似している。

飼育水中の農薬が生魚へとり込まれる過程に関して、鹿児島水産試験所の報告があり、²⁾ダイアジノンのハマチ体内中へのとり込みは、0.02ppmおよび0.005ppmの濃度の試験区では24時間で最高に達し、その魚体内濃度は

飼育水濃度の20~30倍になる。これを正常水に移すと2日後には試験前レベルに回復したと報告している。又、タキモトラ⁴⁾はスミチオン0.1ppmまたは0.02ppmを含む流水中でニジマス、ムツゴを飼育した。これらの魚はスミチオンを急速にとり込み、魚体内濃度は1~3日で最高に達し、水中濃度の200~250倍に濃縮される。またこの魚を正常な水に移すと体内のスミチオンは急速に減少し5日間で千分の一になることを報告している。今回採捕した魚体から、有機リン剤の量は極めて僅かではある

が検出されたことは、通常の自然環境には存在しないはずの有機リン剤による河川の汚染があったことを示唆するものである。

図2は1977年5月21日から、6月15日までの勝浦測候所における降雨の状況を示したものである。5月30日から6月3日までの5日間は連続降雨があり、特に2日、3日はそれぞれ7.5mm、8.5mmの降雨があった。

この時期は水田等への農業散布の行われる時期である。

また5月29日には夷隅川上流…即ちこの附近より更に20km上流の大多喜一帯でヘリコプターにより空中散布が行なわれている。この散布で使用された農薬はスミバッサ75であり、今回魚体から検出された有機リン剤と同一ではなかった。

一方、フナ、ウナギについてみると、これらの魚は標本としての数が少ないばかりでなく、現地で見つけた浮上魚も殆んどなかった。標本となったウナギは既に弱っており、体表の斑点、表皮の剥離など肉眼的にも病魚を思わせ、フナも体表の出血斑と周囲の立鱗が認められた。フナ、ウナギの病理学的検索では、その主要な病変は感染症であることを示している。しかしフナ、ウナギ、イナ三種に共通する組織学的所見として、腎臓の著明な障害、エラ、消化管の強い炎症性反応がみられた。廣瀬ら⁵⁾はダイアジノン処理後のメジナ、アゴハゼの消化管特に上皮の変性を認めている。従って今回のウナギ、フナにおいても有機リン剤による影響を共通してうけていることを思わせる。

今回の大量浮上は潮止め堰より下流で起った。この堰の上流で淡水漁業組合は川の汚染の指標とするため、生簀でコイを飼っているが、このコイには異常は起らなかったという。実験的にはコイのダイアジノン、およびスミテオンに対する48時間TLm値はそれぞれ10ppmおよび8.2ppmであり、一方、ブリの稚魚などの海産魚ではコイの1/250以下であることが報告²⁾されており、コイに異常が認められなかった理由として、海産魚に対し、コイなどの淡水魚は有機リン剤に対する抵抗性が高いことによるものと思われる。このことからすると、コイに比較して、より農薬の影響を受け易い汽水性のボラ(イナ)が堰より上流にも生棲していなければ、農薬による汚染の有無を論ずることは出来ないであろう。

V. ま と め

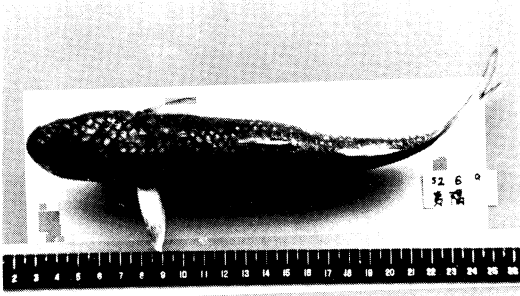
1977年6月4日頃から夷隅川下流において魚の大量浮上事例が発生した。この原因を調査した結果、有機リン剤による川の汚染が原因ではないかと推定された。農薬として散布された有機リン剤が適度の降雨によって川を汚染し、有機リン剤に特に弱いイナが浮上したものと思われる。

終りに、今回調査に当って資料を提供下さった勝浦測候所、谷宏成所長はじめ菅沼達雄技官、勝浦保健所関係職員各位、千葉県内水面水産試験場、内田晃室長、小島英二技師に深く感謝申し上げますと共に、種々御指導戴いた千葉大学、岩崎勇助教授、機器分析に御指導頂いた千葉県衛生研究所、生活環境研究室小室芳洵技師ならびに食品化学研究室の諸氏に感謝します。

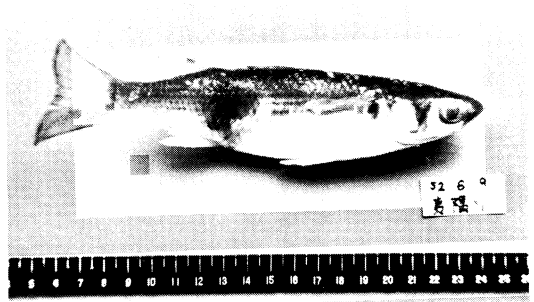
参 考 文 献

- 1) 工藤幸子, 他: 塩田川における魚の大量死の事例について, 千葉県衛生研究所研究報告, No.1, 41~44, 1978
- 2) 鹿児島県水産試験場: 農薬(有機リン)による川、海の汚染と海産動物への影響, 日本水産資源保護協会, 月報, No.151, 4~6, 1976
- 3) 馬場啓輔, 他: 農薬の海水魚に対する毒性-V, P A P と B P M C のブリ稚魚に対する慢性毒性, 静岡県水産試験場研究報告(II), 56~69, 1977
- 4) Yoshiyuki Takimoto and Junshi Miyamoto: Study on Accumulation and Metabolism of Sumithion in fish, J. Pesticide Sci., Vol. I, No.4, 261~271, 1976
- 5) 廣瀬慶二・橘川宗彦: 農薬の海産魚類に対する急性毒性, 特にTLm値と脊椎骨異常について, 東海水研報(84), 11~20, 1976

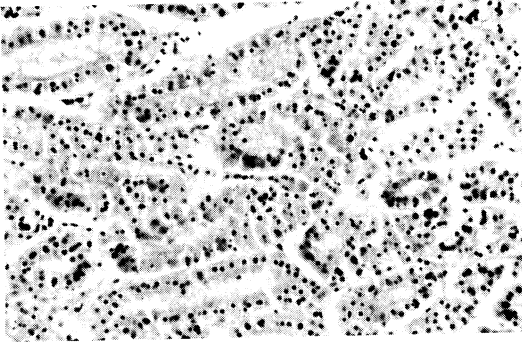
1



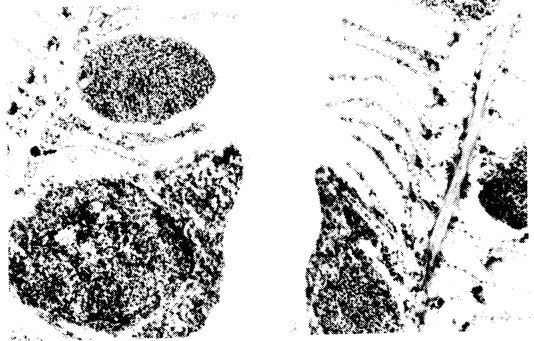
2



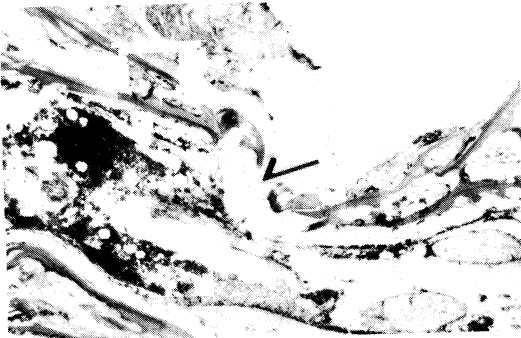
3



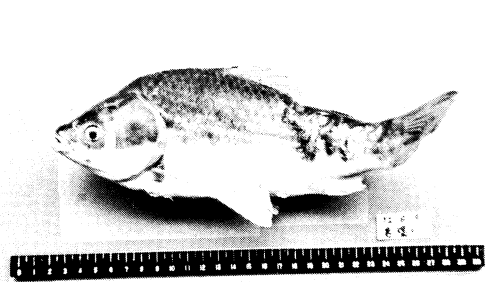
4



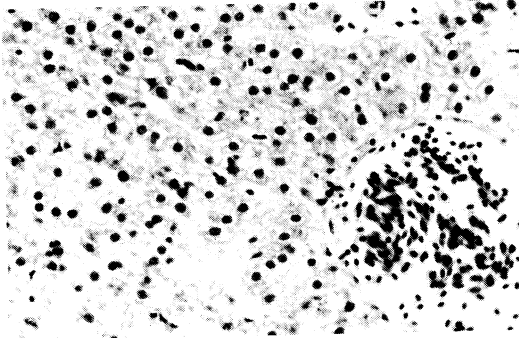
5



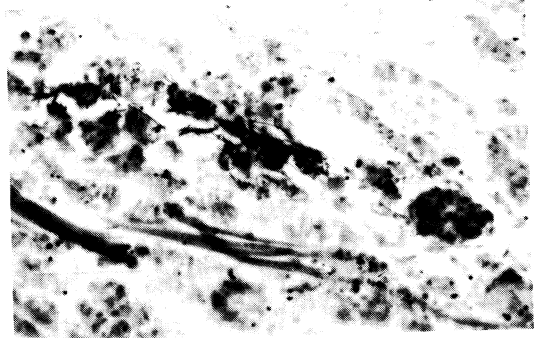
6



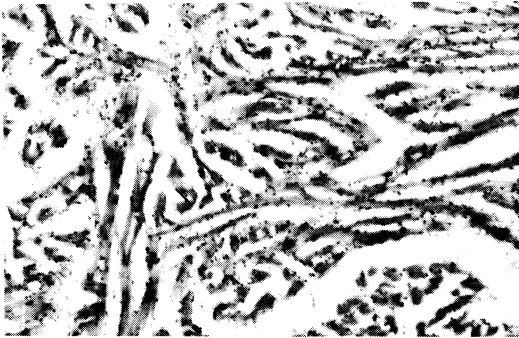
7



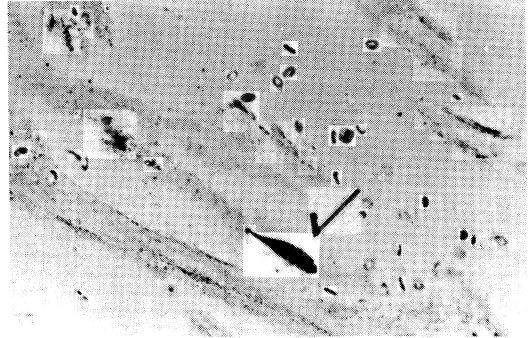
8



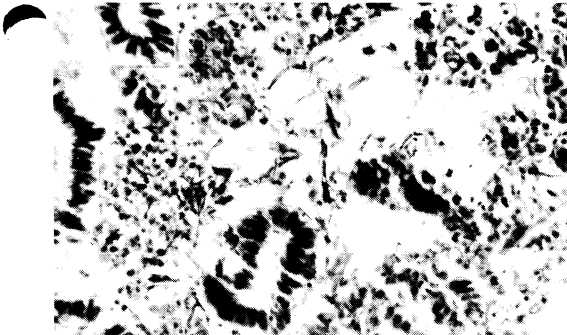
9



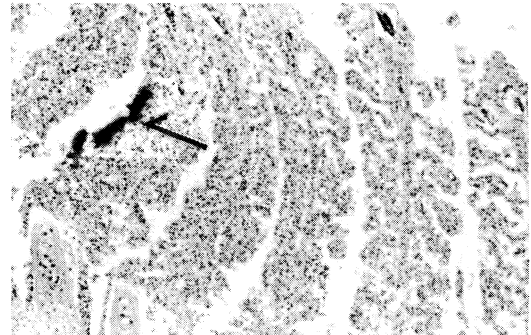
10



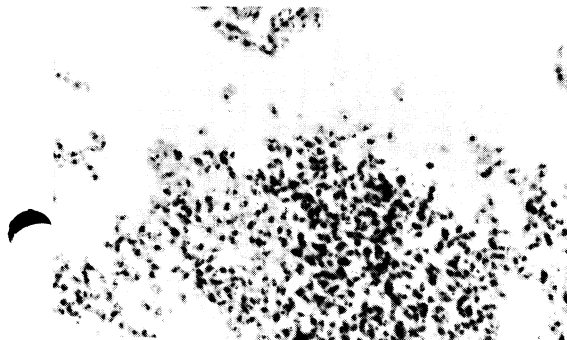
11



12



13



写真の説明

- | | | | |
|-----------------|----------|---|-----------|
| 1. 骨折による脊椎の彎曲 | (イナ) | 9. 心筋の変性と細胞浸潤 | (フナ)×200 |
| 2. 骨折附近の出血斑 | (イナ) | 10. 心筋内の寄生虫(矢印) | (フナ)×400 |
| 3. 尿細管上皮の壊死と核濃縮 | (イナ)×100 | 11. 腎の壊死と細菌 | (ウナギ)×400 |
| 4. エラの血腫 | (イナ)×200 | 12. エラの細胞浸潤と菌塊(矢印) | (ウナギ)×100 |
| 5. 脊椎骨骨折(矢印)と出血 | (イナ)×20 | 13. エラに付着してきた寄生虫 | (ウナギ)×400 |
| 6. 皮フの潰瘍と出血巣 | (フナ) | (1, 2, 5, 10を除いてヘマトキシリン・エオジン染色標本である。10はグロコット染色標本である。) | |
| 7. 肝細胞の変性と血液の鬱滞 | (フナ)×100 | | |
| 8. 尿細管の壊死と細菌 | (フナ)×400 | | |