

# アイナメ初期飼育仔魚の大量死に関する研究—I

## 肝臓に出現した組織変性

大滝 勝久・長田 明

Studies on the mass mortality in the larva  
of Greenling, *Hexagrammos otakii*— I  
Degeneration of the liver of the larvae

Katuhisa OTAKI and Akira OSADA

### はじめに

アイナメ (*Hexagrammos otakii* JORDAN et STARKS) は種苗生産研究の対象魚種として、大島・中村<sup>1)</sup>、浜井・久新<sup>2)</sup>、丹下外<sup>3)</sup>、福島県水試<sup>4)</sup>等の報告があり、仔魚の飼育方法について様々な試みがなされているが、その特徴としてふ化仔魚からの養成過程において、初期の生残率が極めて低いことがあげられる。それらの主因としては、卵質や仔魚の虚弱性、又は卵黄吸収後の餌付不良によるとみられてきた。筆者等は、昭和53年度指定調査研究総合助成事業に基く飼育試験<sup>5)</sup>過程において発生したへい死魚並びに生残魚について、病理組織学的検討を加える外、通常の海水で飼育中に明らかに病的症状を示した仔魚を、低塩分の海水に移しての飼育を行い、さらに塩分量を3段階に稀釈した海水で浮上仔魚から飼育を試みた結果、塩分量の増加にともなって、肝臓に顕著な組織変性の生ずることが観察されたのでその結果を報告する。

### 材料と方法

1979年の1月～3月にかけて表1に示す飼育試験を行ったアイナメ仔魚の生残魚、並びに実験中に横転あるいは行動の緩慢となったものの一部をランダムサンプリングし、そのうちの一部について消化管内の餌料の有無の観察を行い、残りについては病理組織学的な観察を行うためにブアン氏液で固定した。組織標本の作製は、常法により厚さ8 $\mu$ のパラフィン切片を作り、マイヤー氏ヘマトキシリン・エオジンY、PAS、アザン(マロリー・ハイデンハイン法)、アミロイド(クリスタル紫法)染色を行った。

餌付仔魚の消化管の閉塞の有無と、初期餌付に用いられたシオミズツボワムシの消化時間を観察す

るために、表1の実験2の飼育水槽から餌付開始後5日目に200尾程度の仔魚を、あらかじめ飽食したとみられる時間にランダムサンプリングして、シオミズツボワムシの含まない海水中で飼育し一定時間ごとに10尾ずつとりあげて、顕微鏡下で消化管内の餌料の有無を観察した。

また、培養した海産クロレラ *sp.* を加えた通常の海水で飼育中に、飼育開始後7日目頃から散発的なへい死がみられ、10~15日目に大量死が生じて、生残魚も典型的なクロンボ状(ピンヘッド)を呈した表1に示す実験5の生残魚を、3種類の塩素量12‰程度に淡水で稀釈した海水-シオミズツボワムシ培養海水(プランクトンネットであらかじめワムシを除いたもの)・汽水(飼育海水に脱塩素水道水を40%混合したもの)・クロレラ汽水(前述の汽水13ℓに海産クロレラ *sp.* を培養海水のまま2ℓの割合で混合したもの)-15ℓを満たした角形スチロール水槽に各50尾ずつ放養し、シオミズツボワムシを2~3個体/飼育水1mlとなるように毎日給餌して10日間の飼育を行い、生残状況を観察するとともに、他の実験魚と同様に一部をブアン氏液で固定し、組織標本を作成して病理組織学的な観察を行った。飼育槽は

表1 1979年(昭和53年度指定研究)アイナメ仔魚飼育試験結果

飼育 実験 番号	試 験 項 目	試 験 期 間	飼 育 水 槽 容 積	飼 育 試 験 の 結 果					* 生残魚の肝臓の組織変性状況					
				試験 区No	放養時 密 度	飼 育 水 塩 素 量	生残率	試験終了時 仔魚全長	検体数	-	±	+	++	備 考
* 2	通常の海水による流水飼育	1.2 ~ 1.19 (17日間)	1 t	I	16尾/ℓ	* 19~19.5	10.8	9.3±0.55	4	2	1	1	飼育後 12日 17日	
				II	15尾/ℓ		10.7		4	4				
3	クロレラ添加海水(止水)飼育	1.8 ~ 1.20 (12日間)	100 ℓ	I	5尾/ℓ	* 18~19	74.2	9.3±0.55	4	3	1			
				II			54.0							
4	クロレラ添加海水(止水)飼育の放養密度	1.23~2.2 (10日間)	100 ℓ	I	5尾/ℓ	* 18~19	76.0		4				4	
				II	10尾/ℓ		62.3		4				4	
				III	15尾/ℓ		45.0		4				4	
5	クロレラ添加海水(止水)飼育	1.22~2.5 (14日間)	1 t	I	10尾/ℓ	* 18~19	15.0	9.0±0.35	4			4		
6	低かん水飼育(クロレラワムシ培養槽内飼育)	1.26~2.13 (18日間)	0.5 t	I	2尾/ℓ	12~13	51.6	* 12.2±0.35	4	4			* 15日目の全長	
		2.3 ~ 3.27 (24日間)		I	3尾/ℓ	12~13	55.0	13.2±0.88	4	4				
7	塩分濃度別海水(止水)の飼育比較	2.1 ~ 2.8 (7日間)	100 ℓ	I	5尾/ℓ	19.4	10.8		6	1			5	海100 水90 濃70 度50
				II		17.3	23.2		6	1	1	3	1	
				III		13.9	29.0		6	2	3	1		
				IV		9.3	16.2		6	2	3	1		

註 1: 実験1は、無投餌の場合の生残期間を求める試験なので省略した。

2: \*塩素量は推定値。

3: 肝臓の変性状況++ 肝臓に空胞がほとんどみられず、混濁腫脹の著しいもの。

+ わずかに空胞がみられるもの。

± 空胞がかなりみられるが、混濁腫脹の残るもの。

- 混濁腫脹がみられないもの。

ウォーターバスにより水温は15℃に保ち、各水槽に直径2cmの球形エアストーンを入れて軽く通気した。飼育期間中の換水は行わなかった。

## 結 果

肉眼的所見：水温12～15℃の通常の海水を注水して流水飼育した、アイナメ浮上仔魚の1979年（昭和53年度）の飼育結果では、餌付開始後3～5日からへい死魚が出現しはじめ、7～10日後には急激にへい死率が高まった。（実験2）浮上直後のアイナメ仔魚は無色又は、淡青色の色素胞があり、水面附近に分散して活発な摂餌行動を示す。へい死又は衰弱魚は、飼育期の後半には黒色素胞が全身をおおい、ピンヘッド状を呈するが、前半に出現するへい死魚には表2に示すように黒化したものは少く、淡青色又は無色のまま横転するものの率が高い。餌付開始後10日以降の生残魚の遊泳速度も全般に緩慢で、かっ黒化し、手網等による捕獲、急速な換水、通気の強化などの物理的な刺激を加えると横転しやすく、へい死に至ることが多い。海産クロレラ *sp.* を通常の海水に加えて飼育すると、飼育槽の中層にまで仔魚はよく分散するが（実験3, 4, 5）体色の黒化がみられる。海産クロレラ *sp.* を与えたシオミズツボワムシ培養槽での飼育仔魚の体色は特有の淡緑青色の色調を呈する。

消化管内の餌料の動向：実験2で餌付3～4日後から発生したへい死又は横転した仔魚の消化管を腹腔からとりだし、咽頭部から肛門部まで直線状に延ばし、顕微鏡下で消化管の外部から餌料の充満状況を観察した結果を表3に示したが、卵黄の未吸収魚外はあきらかに餌付していることを示している。また消化管内の餌料の通過状況の観察結果を表4に示したが、水温15℃程度では24時間以内には消化管を通過し、肛門等の閉塞もみられない。

通常の海水で飼育後低塩分海水に収容して飼育した仔魚の動向：

結果については表5に示す。

飼育結果では1区のワムシ培養水の生残率が優れているが、1区への放養が2, 3区より1日早かったため、放養魚の活力に違いがあったことによるとみられる。本実験では対照区を設けず、代りに供試魚を抽出後の飼育試験水槽で、生残魚の一部の継続飼育したものの観察にとどめたが、供試魚の抽出後の7日間で、飼育水を全て通常海水に交換して流

表2 初期死魚の体色区分

浮上後経過日数	淡青色	黒色
5日	192尾	21尾
6	297	189

表3 死魚の消化管内充満率

* 充満率	出現数	卵黄の有無		充満率別組成
		-	+	
0%	5尾	1尾	4尾	13.16%
0～10	5	5	・	13.16
11～30	7	7	・	18.42
31～50	7	7	・	18.42
51～100	14	14	・	36.84
合計	38	34	4	100.00

註：咽頭部から肛門まで餌料生物（ワムシ）が詰っているとみられるものを100%として、目視観察による。

表4 消化管充満率経時変化

充満率	開始時	3時間	19時間
0%	・尾	・尾	10尾
40	・	1	・
60	・	3	・
80	・	6	・
100	10	・	・

表 5-1 低かん水移行飼育結果

区 分	1 区 ワムシ培養海水	2 区 60% 海水 (汽水)	3 区 クロレラ 汽水
期間中平均塩素量 %	12.06	12.02	12.02
放 養 尾 数 (尾)	50	50	50
生 残 尾 数 (尾)	35	27	27
期間中死亡尾数 (尾)	10	19	19
不 明 尾 数 (尾)	5	4	4
生 残 率 (%)	70.0	54.0	54.0
生 残 魚 肝 臓 の 組 織 変 性 状 況 (尾)	- ± + ++	. 1 2 1	. 2 1 1

表 5-2 飼育魚の累積死亡尾数

経過日数	( ) 1日当平均死亡尾数					
	1 区	2 区	3 区	1 区	2 区	3 区
1~6日	9尾 (1.5)	13尾 (2.2)	16尾 (2.7)			
7~10	1 (0.3)	6 (1.5)	3 (0.8)			
計	10 (1.0)	19 (1.9)	19 (1.9)			

水飼育を行ったにもかかわらず、残った仔魚にはへい死魚が増加しほぼ全滅状態となった。低塩分海水に移し換えた仔魚は、収容後7日目に降のへい死数は3区とも横ばい、もしくは低下しており、ワムシ培養水もしくはクロレラ *sp.* 培養

海水中の何らかの影響とみるよりは、低かん度海水による飼育効果と考えられた。(表5)

病理組織学的観察：海水の塩分濃度と仔魚の生残との関連については、マダイ<sup>6)</sup>のふ化後7~14日頃の仔魚の膀胱内に結石様異物が形成され、高かんほどその出現率が高く、初期仔魚の死亡に関与していると考えられた症状(現在は無関係とみられている)の報告があるが、アイナメ仔魚にはその症状は観察されなかった。また腎臓組織にも顕著な病変は認められなかった。(写真1, 2, 3, 4, 5, 6)しかし各実験における生残魚あるいは横転魚には肝臓に特徴的な症状が観察された。

浮上直後のアイナメ仔魚の肝臓は、固定液をブアン氏液に限定したために、肝臓実質細胞は脂肪または貯蔵糖原の流出痕とみられる空胞が網状に分布し、(形状、部位よりほぼ糖原とみられる)空胞内にはわずかにPAS嗜好性の顆粒状物質がみとめられる。ワムシ培養槽内に放養した飼育仔魚(実験6)、通常の海水で長期間飼育しわずかに生残した仔魚の肝臓も同様な形状を示した。(写真7, 8, 9, 10, 11)

通常の海水で飼育中に横転あるいは行動の緩慢となった仔魚と、少量のクロレラ *sp.* を添加した通常海水で飼育中に(実験5)横転または行動の緩慢となった仔魚の肝臓は、実質細胞にみられる網状の空胞は消滅し、血管の拡張、細胞の腫大がみられ、細胞質はエオシン弱嗜好性、PAS陰性の顆粒状物質が充満しており、組織の混濁腫脹を呈しているとみられた。(写真12, 13, 14)

肝臓の特徴的な組織変性の各実験魚別の出現状況を表1に示したが、クロレラ *sp.* を加えた通常の海水で飼育中に行動が緩慢となって、低かん度海水に移して継続飼育した実験5の生残魚の肝臓には、

実質細胞に空胞が出現し、組織の混濁腫脹が軽症化されている徴候を示していることが推察される(写真15, 16) また、脱塩素水道水を加えて稀釈した海水を用いて、浮上直後より7日間飼育した仔魚の肝臓も、70%海水区はほぼ正常とみられる実質細胞の空胞が認められるが(写真21, 22), その外の淡水を加えた区はやや変性がみられており(写真19, 20, 23, 24) 100%海水区では著しい混濁腫脹化がみられ、この変性が飼育海水の塩分濃度と関連していることを示唆している。(写真17, 18)

## 考 察

アイナメのふ化仔魚の飼育初期のへい死は、浜井外<sup>2)</sup>、丹下外<sup>3)</sup>も述べており、飼育時の水温、供試餌料の違いによって発生する日数に差があるが、いずれも高い死亡率を示している。丹下は試験開始前に7~10日間の予備飼育を行って一部を淘汰し、予備飼育期間中のへい死魚は虚弱個体とみなしている。浜井は、アルテミアノープリウスを主餌料として飼育を試みたが、へい死の主因は卵黄の吸収後の餌付の良否にあるとみなし、摂餌不能個体が餓死したものと示唆している。また同一実験で飼育水にクロラムフェニコールを加えた場合、飼育仔魚の生残率が高かったことから、抗生物質の添加によって飼育水の細菌の繁殖が抑制され、水質が良好に保れた結果卵黄吸収後の餌付を良くし、生残率を高めたものと推定している。

実験2, 5の飼育初期後半にみられるクロンボ状の衰弱魚は、消化管内容物を直接調べていないが、その外観上と行動力からみて摂餌不能による飢餓死もあろうと考えられるが、流水飼育時に投餌を開始して数日後から発生するへい死魚をみると、卵黄吸収後の餌付きはシオミズツボワムシを与えた場合、かなりスムーズに餌付くものとみられ、卵黄の未吸収魚外に空胃とみなされるものはほとんどみられない。(表3) 餌料の消化管内の通過もアユと比較すれば滞留時間が長い、15℃前後の水温では24時間以内に通過するものとみられ、(表4) したがって餌付き不良による飢餓死、あるいは消化管の閉塞などによりへい死が生ずるとは思えない。また放養初期の活発な摂餌行動とそれを裏付ける消化管の内容物からみて(表3) 浮上後の7~10日間に生じたへい死魚が虚弱個体であるとみなすのは疑問視される。

渡辺は、 $\omega 3$  高度不飽和脂肪酸の餌料に含まれる量が、マダイ仔魚の初期生残率に関与していると

表6 シオミズツボワムシの脂肪酸分析結果

Pref. 飼料 fatty acid	Fukushima ワムシ クロレラ	Yamaguti ワムシ 油脂酵母	Miyazaki 酵母ワムシを クロレラで二 次培養?	Kanagawa ワムシ クロレラ	Nagasaki ワムシ クロレラ
14:0	3.2	6.3	3.0	3.8	4.5
16:0	19.3	18.6	11.8	19.1	17.3
16:1 $\omega$ 7	17.9	10.6	17.4	19.9	20.3
18:0	2.1	5.0	3.7	2.8	2.7
18:1 $\omega$ 9	7.8	15.4	26.2	9.4	9.6
18:2 $\omega$ 6	4.8	1.4	5.2	3.4	4.9
18:3 $\omega$ 3	0.2	0.5	0.3	0.1	0.4
18:4 $\omega$ 3	2.3	3.2	6.2	2.4	2.2
20:1					
20:3 $\omega$ 3	4.7	1.6	2.3	5.0	2.9
20:4 $\omega$ 6					
20:4 $\omega$ 3					
20:5 $\omega$ 3	0.3	0.7	0.5	0.2	0.7
20:5 $\omega$ 3	24.3	14.9	8.3	23.1	22.4
22:1		0.7	2.3	tr	0.7
22:5 $\omega$ 6	tr	0.2	0.1	tr	tr
22:5 $\omega$ 3	5.4	2.3	2.4	4.4	3.5
22:6 $\omega$ 3	0.5	11.1	1.9	0.2	0.7
$\Sigma \omega 3$ HUFA*	30.5	29.0	13.1	27.9	27.3
Lipid %	2.1	2.7	2.6	3.7	2.3

\* C 20:3 <  $\omega$ 3 fatty acids.

みて、シオミズツボワムシの培養条件の違いによってその生残率に著しい差を生ずることを立証し、海産クロレラ *sp.* で培養されたシオミズツボワムシが、海産魚の仔魚の初期餌料として最も優れていることを述べている。アイナメ仔魚の養成に必要な脂肪酸組成は未だ明らかではないが、海産クロレラ *sp.* を用いたシオミズツボワムシ培養槽で飼育された仔魚が、生残率・成長とも従来の報告例と比べて優れた結果を示していることからみると、マダイ仔魚養成餌料のシオミズツボワムシと同様な脂肪酸組成でも、アイナメ仔魚養成上支障はないとみられ、表6に示したシオミズツボワムシの分析結果では、今回用いた餌料の $\omega$ 3HUFAsが他検体と比して遜色ないことからみて、大量死が餌料生物に含まれる脂肪酸組成にあるとは思えない。

寄生虫については観察されなかった。急激に生ずるへい死は、ウイルス性疾病や細菌性疾病も疑われるが、どちらも未検査であるけれども、へい死が流水・止水を問わず通常の海水で飼育する場合には発生し、肝臓の混濁腫脹を除き特に変性又は病変が認められないこと。さらには、通常の海水から低かん度海水に移すと病状が緩和される現象をみると、ウイルスあるいは細菌性疾病とはみなし難い。

飼育環境を種々に変えて試みた1979年の仔魚の飼育結果では、通常の海水のままで飼育すると従来の報告されたと同様に、飼育初期の急速な歩留りの低下をみたが、通常の海水に少量の海産クロレラ *sp.* を培養水のまま加えて飼育すると、初期の10日間程度の生残率は高い傾向にある。(実験3, 4, 5) 14日以上飼育した場合の飼育例は1例に過ぎないが、(実験5) 10日以降に大量死がみられ、横転魚並びに生残魚には、通常の海水で飼育した場合の横転魚と同様な肝臓の変性が観察された。(写真14)

実験5の飼育過程では、開始後9日目頃から飼育水が緑色→黄緑色→透明化が大量死に先立って観察され、放養仔魚数も実験6と比してやや過密化のきらいもあって、大量死は一面事故を疑わせた。しかも小型水槽を用いたが、それと併行して行った同様な手法での飼育密度試験(実験4)では、10日間の生残率が45~76%と比較的高い値を示し、添加されたクロレラの退色現象もみられず、みかけ上はクロレラ *sp.* の添加効果があるとみられ、この結果では実験5の大量死が事故によることをうかがわせるが、生残魚の肝臓の変性化は、いずれの区においても高い値で出現しており、(表1)実験5の結果が単なる事故とはみなし難い。したがって仔魚の趨光性による局部的な蟄集のために、アユ仔魚等の初期飼育例にみられる様な摂餌行動の阻害によって生ずるへい死は、通常の海水に少量のクロレラ *sp.* を添加することによって解消されるとみられるが、そのことによってアイナメ仔魚の初期生残率が著しく高められるかは疑わしい。

なお、当水試で用いている海産クロレラ *sp.* の培養海水は、塩素量にして12%前後と通常の海水の約60%程度のかん度であるため、通常の海水に添加した場合にクロレラ *sp.* の活力に変化が生じ、実験3と4のように同じような手法で飼育したにもかかわらず、肝臓の組織変性に相反する結果が生じたとみられる疑も考えられるが、大量死が発生し、行動の緩慢となった生残魚を約12~13%の海水に移した結果、そのへい死は横ばいとなり、(表5)また肝臓の病変も軽減化の傾向をみせていること。(写真15, 16)またクロレラ *sp.* を添加しなかったため、仔魚の分散が悪く、全般に生残率は低かったが、淡水の添加された試験区がいずれも100%海水区よりも生残率が高く、かつ肝臓の組織変性も軽度となっていることから、(表1・写真19~24)アイナメ仔魚を通常の海水で飼育した場合に生ずる初期の大量死は、通常の海水の塩分濃度がアイナメ仔魚にとって高かん度の環境となるために生じたものであって、そのへい死と仔魚の肝臓の組織変性とは関連していることが疑われる。

## 要 約

- 1 アイナメ浮上仔魚に、シオミズツボワムシを与えて水温 15℃前後の通常海水で飼育し、浮上後 5～6 日目以降に発生した大量へい死魚の消化管を観察した結果、卵黄吸収後の餌付きは良好で、飢餓死とはみられなかった。
- 2 卵黄未吸収期の仔魚の肝細胞には、貯蔵糖原の蓄積痕とみられる空胞があり、飼育結果が従来の報告例より優れているシオミズツボワムシ培養槽で飼育された仔魚の肝臓にも観察された。
- 3 上記の空胞は、わずかに生残った通常海水飼育魚肝臓にも観察される。
- 4 通常の海水で飼育した場合の横転魚と衰弱魚の肝臓には、上記の空胞が消失し、肝組織は混濁腫脹を呈している。
- 5 肝臓外の組織の、腎臓、膀胱等の排泄器管には、組織の顕著な変性は観察されなかった。
- 6 海産クロレラ *sp.* を少量添加した通常の海水で飼育すると、仔魚の分散がみられ、へい死の発生は無添加海水より遅れるが、生残魚の肝組織には混濁腫脹を呈するものが多く、初期生残率が高まるかは疑わしい。
- 7 海産クロレラ添加海水で飼育中に行動の緩慢となった仔魚を、塩素量 12～13% に調整した飼育水に移行すると、肝組織の混濁腫脹は軽症化される傾向がみられる。
- 8 浮上直後から、塩分濃度を海水と淡水の混合率で 100, (cl-19.4%) 90, (cl-17.3%) 70, (cl-13.9%) 50 (cl-9.3%) % と変えて飼育した結果、仔魚肝臓の組織変性が少いとみられる個体は、海水と淡水の混合率が 70% の飼育水に多く、生残率も高かった。
- 9 通常の海水またはそれに近い塩分濃度(クロレラ添加海水を含む)で飼育中に生ずる仔魚の大量死は、飼育水の塩分濃度がアイナメ仔魚にとって高かん度環境となるために生じたものであって、肝臓の組織変性と関連していることが疑われる。

## 参 考 文 献

- 1) 大島泰雄・中村中六：アイナメの生活史について。水産学会報，9(1944)
- 2) 浜井生三・久新健一郎：アイナメの卵・仔魚期における形態変異と死亡に及ぼす温度の影響について。北大水産研究彙報，Vol 17-1(1966)
- 3) 丹下勝義外：アイナメ仔稚魚飼育における環境水温について。兵庫水試報告 10 号(1971)  
：アイナメ仔稚魚飼育における飼育容器と歩留について。兵庫水試報告 11 号(1971)
- 4) 福島県水試：アイナメ種苗生産技術開発研究報告書(昭和 50, 51, 52 年度指定調査研究報告書)  
：アイナメ種苗生産技術開発研究報告書(昭和 53 年度指定調査研究報告書，1979)
- 6) 岡本 亮：海産仔魚の疾病に関する研究。昭和 42 年度水産増殖研究報告書，1968
- 7) 上田和夫・石岡宏子外：種苗生産に関する基礎的研究第 1 報。マダイ仔魚期における膀胱内異物形成と成長・死亡との関係について。南西水研研報，3(1970)
- 8) 渡辺 武：養魚と飼料脂質。脂質からみた仔稚魚用生物餌料の栄養価。日本水産学会編，恒星社厚生閣(1978)
- 9) 江草周三・窪田三朗・宮崎照雄：魚の病理組織学。東京大学出版会(1979)東京
- 10) 高山昇二郎・三友善夫：衛生検査技術講座 9(病理学)。医歯薬出版(1970)東京

## 図 の 説 明

- |      |  |              |
|------|--|--------------|
| 図 1  | 通常の海水飼育横転魚の膀胱 (実験 2・浮上後 6 日目)              | H-E 染色 × 100 |
| 図 2  | 同 上 腎臓                                     | H-E 染色 × 400 |
| 図 3  | クロレラ添加海水飼育生残魚の膀胱 (実験 5・浮上後 14 日目)          | H-E 染色 × 100 |
| 図 4  | 同 上 腎臓                                     | H-E 染色 × 400 |
| 図 5  | シオミズツボワムシ培養槽飼育仔魚膀胱 (実験 6・浮上後 8 日目)         | H-E 染色 × 100 |
| 図 6  | 同 上 腎臓                                     | H-E 染色 × 400 |
| 図 7  | アイナメ浮上仔魚肝臓 (卵黄未吸収) アザン染色                   | × 400        |
| 図 8  | 通常海水飼育生残魚肝臓 (実験 2・浮上後 10 日目)               | H-E 染色 × 400 |
| 図 9  | 同 上 (浮上後 30 日目)                            | × 400        |
| 図 10 | シオミズツボワムシ培養槽飼育仔魚肝臓 (実験 6・浮上後 8 日目)         | H-E 染色 × 400 |
| 図 11 | 同 上  | アザン染色 × 400  |
| 図 12 | 通常の海水飼育横転魚の肝臓 (実験 2・浮上後 6 日目)              | H-E 染色 × 100 |
| 図 13 | 同 上 強拡大                                    | × 400        |
| 図 14 | クロレラ添加海水飼育生残魚肝臓 (実験 5・浮上後 14 日目)           | H-E 染色 × 100 |
| 図 15 | クロレラ添加海水飼育後汽水移行 9 日目に生残魚肝臓 (浮上後 23 日目)     | H-E 染色 × 100 |
| 図 16 | 同 上 強拡大                                    | × 400        |
| 図 17 | 100% 海水 (cl-19.4%) 飼育生残魚肝臓 (実験 7・浮上後 7 日目) | H-E 染色 × 100 |
| 図 18 | 同 上 強拡大                                    | × 400        |
| 図 19 | 90% 海水 (cl-17.3%) 飼育生残魚肝臓 ( 同 上 )          | H-E 染色 × 100 |
| 図 20 | 同 上 強拡大                                    | × 400        |
| 図 21 | 70% 海水 (cl-13.9%) 飼育生残魚肝臓 ( 同 上 )          | H-E 染色 × 100 |
| 図 22 | 同 上 強拡大                                    | × 400        |
| 図 23 | 50% 海水 (cl-9.3%) 飼育生残魚肝臓 ( 同 上 )           | H-E 染色 × 100 |
| 図 24 | 同 上 強拡大                                    | × 400        |



图 7

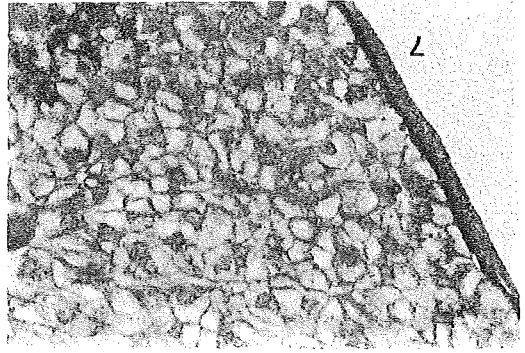


图 8

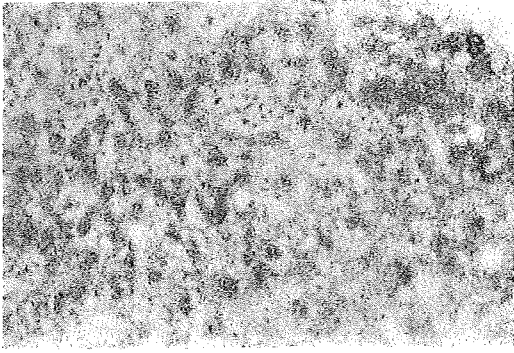


图 5

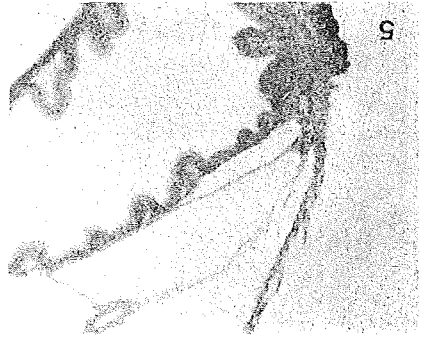


图 6-1

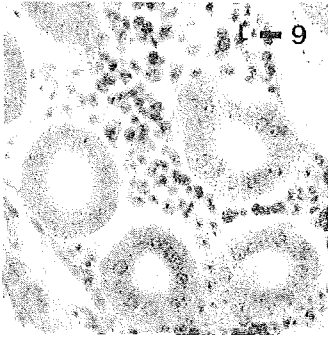


图 6-2



图 3

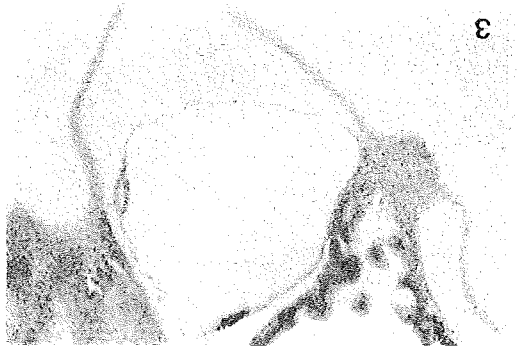


图 4

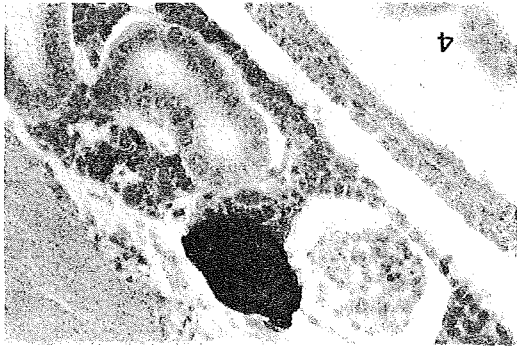


图 1

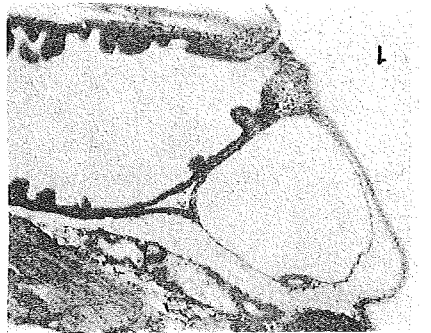


图 2-1

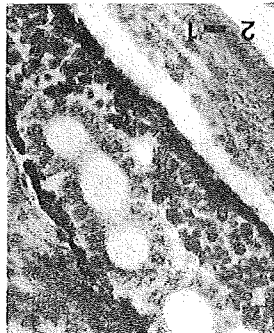
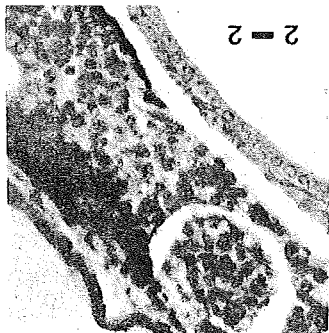


图 2-2



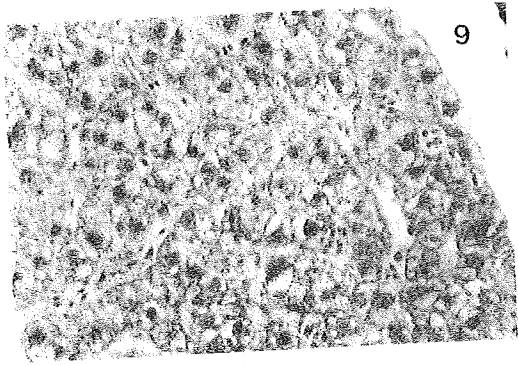


图 9

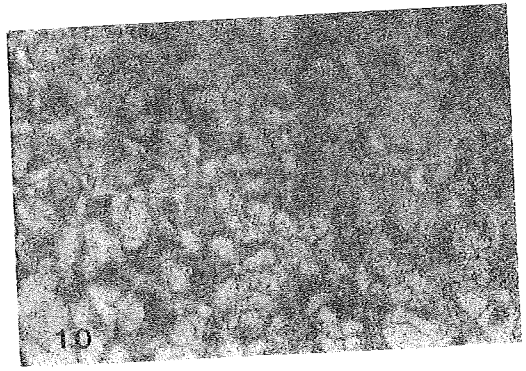


图 10



图 11

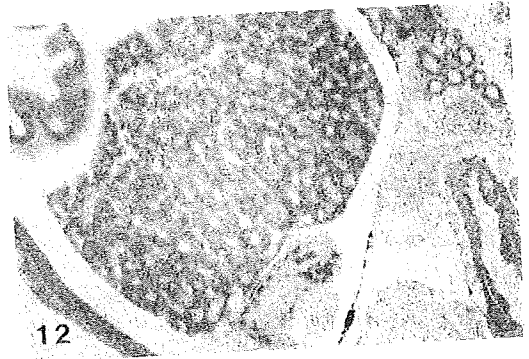


图 12

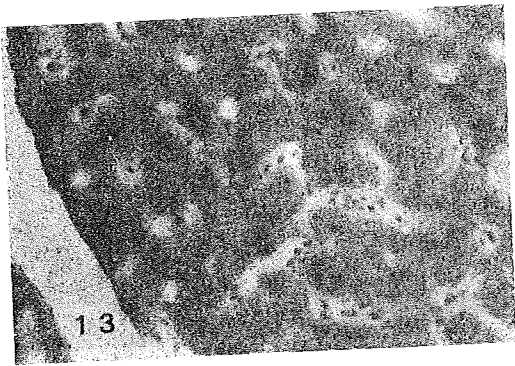


图 13

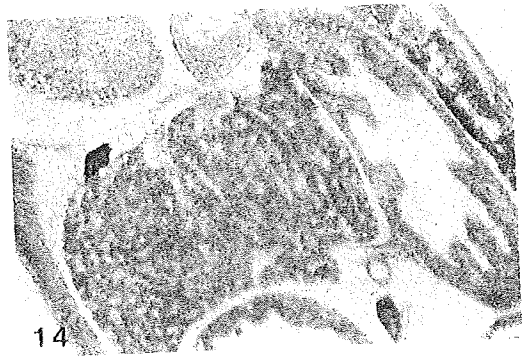


图 14

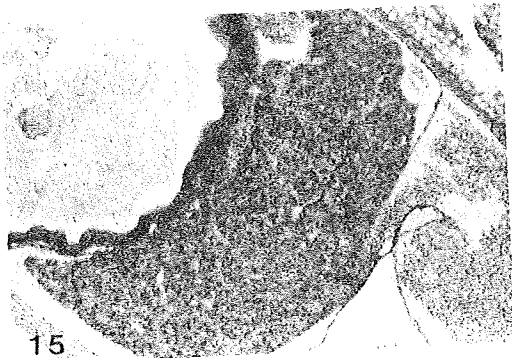


图 15

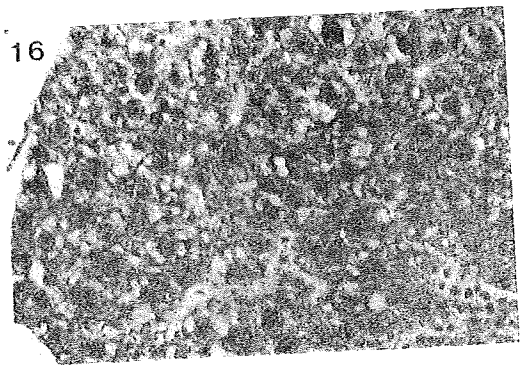


图 16

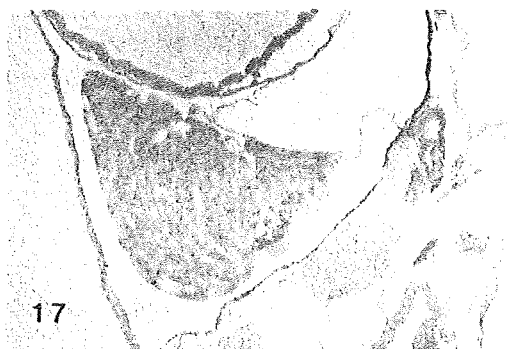


图 17

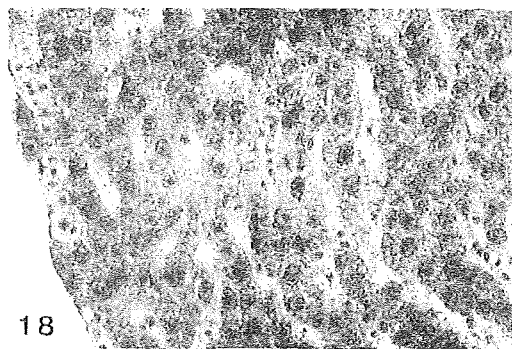


图 18

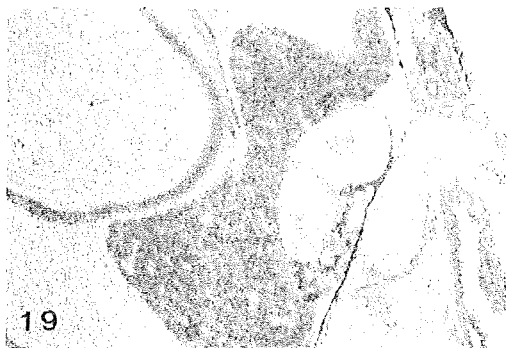


图 19

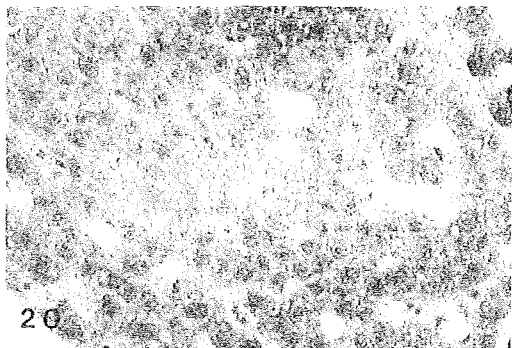


图 20

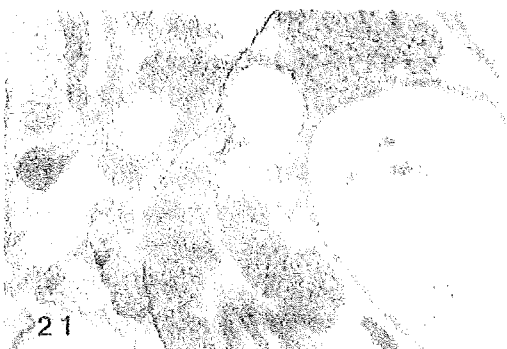


图 21

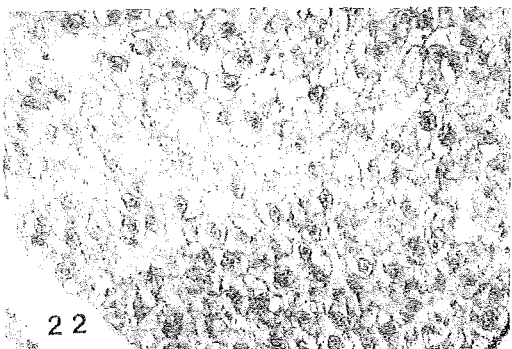


图 22

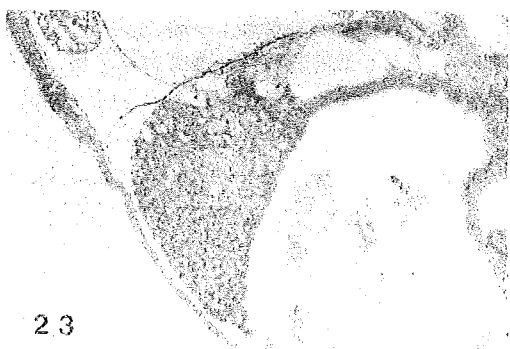


图 23

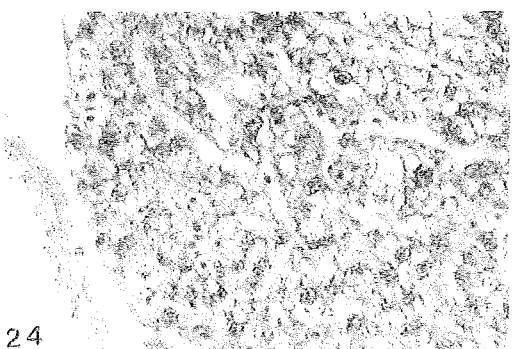


图 24