

# フクドジョウの卵発生に就て

小林 弘・森山 雪洲

(北海道学芸大学旭川分校生物学教室)

On the development of a loach, *Barbatula toni oreas* (JORDAN et FOWLER)

Hiromu KDBAYASI and Seshu MORIYANA

(Biol. Lab. Hokkaido Gakugei Univ. Asahigawa)

## 緒 言

フクドジョウ *Barbatula toni oreas* (JORDAN et FOWLER) は北海道の河川、或は流れの速い灌漑溝等に最も普通に見受けられる種類のドジョウであり、この種のドジョウに就ては岡田弥一郎、岡田篤、池田兵司、疋田豊彦等諸氏の報告があり又内田恵太郎 (1939) は朝鮮産のフクドジョウ *Barbatula toni* (DYBOWSKY) に就て、孵化後の稚魚の生活史に関して、かなり詳細な報告をなしている。然しながら、この種のドジョウ卵の発生に関する記載は、これらの何れの報告の中に於ても認める事が出来なかつた。これに反し本州及び北海道にも多産するマドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* (CANTOR) 卵の発生経過に就ては既に川村智治郎、本永妙子 (1944)、渡部正雄、小堀伸治、松本章 (1948) 等の研究により極めて詳細な報告がなされて居る。

筆者等は 1954年、旭川市内を流れる石狩川及びこれに流入する近郊の小川、灌漑溝及び下水溝等より材料を採集し、これらより得た卵を使用して、フクドジョウの発生経過を観察し、概要を得たので、以下にこの結果をマドジョウの発生経過と対比しつつ報告する。尚これら等の材料を採集するに当り、この種ドジョウの産卵習性と思われる二、三の事実を観察する事が出来たので、この観察結果をも付け加えてここに報告する事とした次第である。

稿を進めるに当り、原稿の御校閲を賜わつた北海道大学理学部教授内田 亨博士に深謝の意を表わす。

## 産 卵 習 性

この種のドジョウに於ける雌雄の差異に就て池田兵司 (1937) は雌雄間で体長の差異は殆んど認められないが、雄の頭部は尖つた三角形をなし、各鰭に就ても雄は雌に比し稍大形であり、胸鰭は殊に長大となり、雌雄で明瞭な差異を現わすものゝ如く報告している。産卵期旭川市の各処で採集した標本に就ても、これらの点に於ては池田の報告と同様の事実が認められた。更にこの時期のものには、雌雄共に微小な追星が認められ、雌の腹部は雄に比し膨出し、胸鰭、腹鰭、臀鰭等の基部並に排泄孔の周囲にはかなり明瞭な黄赤色の出現が認められた。然しフクドジョウに於ける腹部の膨出の度合は、熟卵を持つたものにあつても、マドジョウに於ける如き顕著なものではなかつた。

産卵期に就ては第1表に示す如く、腹部の膨出した雌個体は3月下旬より6月上旬迄の間に認められるも、この内熟卵を放出する個体を得た期間は、4月下旬より5月下旬にわたる約1ヶ月間であつた。また1日の間に放卵時期に就ては熟卵を放出した個体が何れも日没直前の夕方に採集された処より推測すれば、この種のドジョウはマドジョウやヒメドジョウ等とは異り、日没後

より夜間にわたつて産卵をなすものではないかと考えた。一方雄に於ては、3月より9月迄に採集した総てのものゝ精巢中に精子は認められるも、精巢の最も良く発達した時期は雌の産卵時期と殆んど一致し、4月上旬より5月下旬迄であつた。

Table 1. The relation of captured times and localities to the mature condition of loaches

Captured date	Captured time	Captured localities	Captured number		Number of abdominous female loaches	Number of female loaches spkwning mature eggs
			male	Female		
March 25	a. m. 10	River Ishikari	9	8	1	0
" 29	p. m. 3	Sewer canals	8	2	0	0
" 30	p. m. 3	River Osarape	11	9	2	0
April 5	a. m. 11	"	12	6	2	0
" 6	a. m. 11	Irrigation canals	14	8	5	0
" 10	p. m. 3	River Ishikari	8	3	1	0
" 12	a. m. 10	Sewer canals	14	6	4	0
" 18	p. m. 4	River Osarape	25	13	10	0
" 22	a. m. 12	River Ishikari	16	9	6	0
" 25	p. m. 6	Sewer canals	2	3	3	1
" 27	p. m. 6	Irrigation canals	0	2	2	1
" 29	p. m. 6	Sewer canals	8	6	4	2
" 30	p. m. 7	River Osarape	6	9	7	0
May 3	a. m. 8	Sewer canals	10	8	8	1
" 4	p. m. 5	"	16	6	6	3
" 5	p. m. 6	Irrigation canals	7	4	3	1 ?
" 10	p. m. 5	River Ishikari	4	5	3	0
" 14	a. m. 9	Irrigation canals	11	4	4	0
" 17	p. m. 6	"	7	3	2	1
" 20	a. m. 11	Sewer canals	18	6	5	0
" 20	p. m. 6	"	16	5	3	1
" 22	a. m. 9	Irrigation canals	14	6	4	1 ?
" 26	a. m. 6	River Ishikari	20	2	2	0
" 27	a. m. 12	Sewer canals	4	10	6	0
" "	p. m. 7	"	10	11	7	2
" 28	a. m. 9	"	14	6	4	0
" "	p. m. 7	"	10	16	7	1
June 2	a. m. 9	Irrigation canals	14	4	1	0
" 2	p. m. 6	"	21	4	1	1 ?
" 7	a. m. 10	River Ishikari	17	11	3	0

June	8	p. m.	6	Sewer canals	18	8	1	0
------	---	-------	---	--------------	----	---	---	---

産卵場所に就ては第1表に示す如く、石狩川、オサラッペ川等の本流に於て採集したものより熟卵を産出するものは1個体も存さず、これに反し、比較的細い、而も汚物の多量に混入した下水溝や灌漑溝より採集したものの中に熟卵を産出する個体が含まれていた。またこれら熟卵を蔵せる個体の総ては、川淵の川柳、或は他の樹木の枝が水中に垂れ下つた様な場所、または水中に杭が突出し、ここにシバや流木等が集積して、流れの稍緩になつた様な場所に於て採集された。これらの事実より推測するに、この種のドジョウは本流の砂底地等に産卵するものではなく、本流より支流に溯つて灌漑溝は或は下水溝等の細く汚物の多い所に至つて産卵するものではないかと思われ、卵は水中の枯枝或は水底の流木、泥等に産みつけられるのではないかと考えた。

産卵行動に就ては、水の汚濁が甚だしかつたため詳細な観察を行う事は不可能であつたが、採集時熟卵を蔵する雌ドジョウの採集場所に於て殆んど数匹の雄を採集する事が出来、また採集出来なかつた場合に於ても、その位置より数匹の雄が比較的水の表面を四方に逃去る状態を観察する事が出来た。以上の事実より、この種のドジョウも1匹の雌の近くに数匹の雄が集つて、何らかの方法で、雌の放卵を援助する如き、受精行動を取るものであらうと考えた。熟卵を有する雌の腹部は比較的軟く、軽くこの部分を圧迫する事により直ちに放卵を開始した。実験室で放卵せしめた数個体の平均卵数は約2000個であり、尚この種のドジョウの産卵時期に於ける水温は12°Cより17°C迄の間であつた。

## 発 生 経 過

発生経過の観察に使用した卵は総て人工受精を行わしめたもので、受精後13°Cより16°C迄の水温で飼育した。固定にはギルソン氏液を使用し、発生経過を観察しつゝ必要に応じて固定をなし、アルコール中に保存した。

### 1. 成熟未受精卵

未成熟卵はマドジョウの場合と同様、不透明な淡黄白色で、卵巢中に塊状りをなして存在し、親魚の腹部を強く圧迫するも、数個乃至十数個の卵が不連続的に放出されるにすぎなく、この様な卵は水中に入つても全く附着力無く、卵膜の扛拳もなまなかつた。一方成熟卵に於ては、これを親魚より放出せしめる事は極めて容易であつた。然し水中に放出される卵はマドジョウの場合の如く、一条の带状連続を長く保つ事なく、水底に沈下する際互に附着しあい塊状を呈した。放出された熟卵の直径は1.0mm、半透明で、マドジョウの卵より稍濃色の淡黄褐色乃至銜色を呈し、沈性卵で、かなり強固な粘着性を有するも特別な附着装置は認められなかつた。また放卵直後の未受精卵は周囲に密着した一層の卵膜を有し、この表面にはかなり深い不規則な皺を刻み、卵門が認められた。然し肉眼的には卵内に顕著な油球は認められず、均一構造を呈する如くであつた。成熟卵は未受精の場合も、受精卵と同様に卵膜の扛拳が行われる事はマドジョウ卵に於ける場合と同様であり、水中に放卵後卵膜の扛拳を開始する迄の時間は、1分乃至2分であつた。

### 2. 受精直後の変化

受精後卵膜扛拳が始まれば、卵膜と卵体との間に卵腔を生じ、受精後15分より20分迄の間にこれが平衡状態に達し、卵径は1.26mm前後となり、この際卵膜の最外層は膨潤し、透明度を増し、恰かも二層の卵膜を有するが如き観を呈した。卵膜扛拳が平行に達する頃動物極に徐々に細胞質の集積が開始され、透明な細胞質が卵黄部より明に區別される様になつて来た。更に胚盤の形成が進行すれば、胚盤はその大き並びに厚さを増し、受精後約1時間にして遂に極度に達し、

明瞭な凸盤状をなすに至つた。細胞質の集積は卵表及び卵内部の流動に依り行われるものであるが、この種の卵にあつては卵体全体の屈曲運動は認められず、マドジョウ同様胚盤基部より卵黄に向つて溝状の流状構造が観察された。細胞質の集積が極度に達した場合、胚盤と卵黄との比率は約1:4でマドジョウの卵と略同様であつた。

### 3. 卵 割

卵割の形式は盤割により、受精後2時間前後で胚盤中央部に垂直な割目を生じ、第1卵割が開始された。この割目は次第に前後に延びて胚盤を垂直に2等分して、2細胞を生じた。第2卵割は第1卵割後約40分に於て、第1卵割面に直角に、胚盤に垂直に行われ、4細胞となり、その後、約30分毎に卵割が起り、第3回の卵割面は第1卵割面に平行し、第2卵割面に直角に、胚盤に対し垂直に生じ、8細胞となり、各々の割球は4個が2列に並び全体として矩形を呈した。第4回目の卵割面は胚盤に垂直で、第3回目の卵割面に直角に起り、16割球を生じた。この時期には、4個の割球が4列に並び、殆んど正方形に近い形となつた。第5回目の卵割は垂直と水平の両方向に卵割が同時に生ずるものの如くで、卵表よりの観察では必ずしも32の割球を認める事は出来ず、普通24—28の割球が不揃な位置に並び、その輪郭も次第に不明瞭となつて来た。更にその後卵割は進行し、次第に割球も細分されて行くが、この頃より、割球の分割状態は不明瞭となり、また卵膜も混濁を生じ、個々の割球を追跡する事は困難となつた。受精後5時間30分程経過すれば、桑実期となり、更に数時間後には各割球を識別出来なくなり、凸盤状胞胚期となり、胞胚期が進むに従つて胚盤の厚さは次第に減少し、平盤状胞胚期となり、受精後20—22時間で殆んど総ての卵がこの時期に至達した。

### 4. 胚 体 形 成

受精後約25時間を経過すれば、平盤状胞胚の一部に陥入が起り、胚体の形成が始まつた。その後胚盤は次第に植物極に向つて拡大し、赤道部を越え、次第に卵黄部を被覆する様になり、胚盤はその伸長に伴つて厚さを減ずるも卵黄に接する周縁部はそのまゝの厚さを保つために環状の隆起となつて現われた。これが胚環或は縁堤と呼ばれる部分で、胚環に取囲まれた卵黄部が次第に被覆されて、卵黄部が僅かに認められる様な状態、即ち卵黄栓を生ずる様な状態に至達した卵は、受精後約33時間を経過したものであつた。卵黄栓が形成される数時間前、胚盤が卵黄部の約 $\frac{3}{4}$ を覆つた時、唇部に僅かな隆起が現われて来た。この部分が胚楯で、その中央部に存する浅い溝が神経溝と称される部分であらう。この頃より卵膜は更に混濁し、内部の観察はいよいよ困難となつた。約40時間を経過すると、卵黄部は全く胚体に被覆され、所謂原口閉鎖が完了した。この頃になると胚楯より胚体が明瞭に分化し、胚体はその肥厚に伴い他の部分と明瞭に区別される様になつた。更に受精後44時間前後を経過すると胚体前部が肥厚を始め、頭部としての特徴を現わし、神経溝は次第に閉鎖して神経管となり、既にこの時期には6筋節が認められ、更にその後数時間を経過すれば、頭部に脳形成が認められる様になつた。受精後55時間を経過すれば胚全体が極く僅であるが前後に伸長し、左右に側扁される様な形となり、頭部の原前脳から左右に眼胞の原基が突出し始めた。また胚体の後端に当る部分は、この時期に稍肥厚して尾部の原基を形成し、その内側に不明瞭ながらクッペル氏胞の存在が認められ、背部に於ては14の体節が出現した。受精後67時間を経過すれば、更に胚体は前後に伸長し、頭部の肥厚も増大し、眼胞が明に認められ、尾部原基は胚体から離れて僅かに突出し始め、卵黄部もまた変形して後方に縊れが出来、勾玉状となつた。尚、尾部原基の近くに存するクッペル氏胞は残影を止めて居り、この期に現われる筋節は約20を数える事が出来た。その後8乃至9時間を経過すれば、後脳後方に耳胞原基が出現し、尾部も更に伸長し、卵黄部の縊れは一層深くなり、この頃より卵膜の粘着性は著しく低

下し僅な振動により、附着物より離れ、容器の中で位置を変える事が容易となつた。受精後95時間を経過すれば、眼胞は窪んで眼盃を形成し、その中に水晶体原基を蔵する様になり、耳胞原基の稍後方で胚体と卵黄球の間に細い心臓を認める事が出来、嗅器の原基もこの頃に出現した。

この時期の胚体は尾部に瞬間的な微動運動が認められる様になり、筋節数は30を数える事が出来た。受精後115時間を経過したものでは、眼部に黒色々素胞が出現し、水晶体が明に認められる様になると共に耳胞原基は耳胞となり、耳石を有し、その稍後方に鰓の原基を蔵すると思われる僅な膨出部が認められた。また心臓には明瞭に鼓動が認められ、静脈竇の部分には僅ながら血球が出現し始めた。この頃には既に肛門が現われ、不活発ながら胚全体が運動する様になつた。その後6、7時間を経過すれば、血球はその数を増加し、心室より腹部後大動脈に流出し、前後の大動脈に分れて胸体を一循してキューピエル氏管を通つて静脈竇に帰る血液循環を観察する事が出来た。また胞鰭の原基は、この時期に膜状の小突起として現われ、胚体は更に伸長し続け、尾部が頭部に重なる様な状態となり、胚体の屈曲運動はようやく盛となり、34の筋節数を数える事が出来た。受精後138時間を経過すれば、眼部の黒色々素胞は増加し、肉眼でも胚の眼部を認める事が出来る様になり、胚体の運動は単に屈曲運動のみでなく、回転運動を伴う様になり、受精後160時間を経過したものの中より孵化個体が現われ始めた。孵化直前の胚体には膜鰭と眼球の運動が認められ、胚体は殆んど絶間なく屈曲回転運動を続け、卵膜の1部に僅かな破壊が起れば、孵化を開始した。孵化は先づ尾部より始まり、胚体の屈曲運動によつて胚体全体が徐々に卵膜外に出るもので、孵化の時期は胚体の發育状態により、個々の間で多少の遅速が認められたが、受精後180時間頃迄には殆んど総ての卵は孵化を完了した。

Table 2. Comparison of the process of development between *Barbatula toni oreas* and *Misgurnus anguillicaudatus*.

Developmental stages	<i>Barbatula</i> (Water temp. 13-16°C)	<i>Misgurnus</i> (Water temp. 25°C)
2 cell stage	2 hours 30 minutes	1 hour
16 cell stage	4 hours 10 minutes	1 hour 30 minutes
Morula stage	5 hours 30 minutes	2 hours
Blastula stage	9 hours	3 hours 40 minutes
Gastrula stage	22 hours	4 hours 30 minutes
Formation of embryonal body	40 hours	9 hours
6 myotome stage	45 hours	11 hours
Eye balls appear	55 hours	14 hours
Heart formation	95 hours	24 hours
Hatching	168 hours	38 hours

## 5. 稚 魚

孵化直後の稚魚は全長約4mmで水底に横臥し、刺戟により瞬間的に游泳し、筋節数は23+16=39を数える事が出来た。孵化後1日を経過すれば、血液循環も益々盛となり、血管も次第に発達して来るが尚肛門以後の血流は明瞭に認める事が出来なかつた。膜状の胸鰭は伸長し、円形より稍三日月状に変形し始め、胸鰭の前方、耳胞の稍後には稍膨出した部分を認める事が出来たが、マドジョウの如き糸状の外鰓は全く認められず、この時期には鰓蓋も認められなかつた。孵化後2日を経過すれば、頭部背側に黒色々素が認められる様になり、これは始め両眼の中央部より両胸鰭の基部に向つて三角形をなす如くに現れ、1個の黒色色素胞はマドジョウのものより大形で、樹根状を呈するも、各枝は稍短く太くむしろ矩形に近い形を呈した。その後黒色々素胞は次第に

背面の後方に向つて増加して行き、胸鰭は更に伸長して先端部は細く尖つた形を取り、膜鰭は良く発達して広くなり卵黄は殆んど吸収されて、稚魚は伏臥の姿勢をとり、自由に游泳する様になつて来た。またこの頃の稚魚の体表には透明微細な突起が認められた。孵化後4—5日を経過すれば、頭部及び胴部に黄色々素胞が現われてきた。これはマドジョウのものより明瞭で形も大形であつた。胸鰭には、この時期放射状の鰭条が認められ、鰓蓋部は後部に裂めを現わす様になつた。孵化後7—10日を経過したものでは、尾鰭に放射状の鰭条と血流が認められ、膜鰭には背鰭、臀鰭等の原基が現われ、口部周辺に存する独角には鋸齒状突起が顕著に認められる様になり、盛んに眼球を回転せしめ、餌料を摂取し始めた。この時期の稚魚の体長は5.5mmで、卵黄は完全に吸収され、盛に運動をなし、鰓蓋の開閉が認められる様になつた。

### 摘 要

1. 旭川地方に於けるフクドジョウの産卵は4月中旬より5月下旬迄の間に行われ、産卵場所としては、大川よりもむしろ下水溝や灌漑溝を選び、放卵は日没後に行われる様であつた。
2. 卵の発生は人工授精をした卵により観察し、卵の発生経過時の水温は13—15°Cであつた。卵の直径は1.26mmで卵は沈性附着卵であり、発生は盤割で、マドジョウと殆んど同様な経過を取り、約168時間で孵化した。
3. 稚魚は孵化直後4.0mmの体長を有し、筋節数は23+16=39であつた。孵化後日数を経過するも、マドジョウの如き外鰓を有さず、黒色々素の出現は孵化後3日で、卵黄の完全に吸収されるのは孵化後7日を過ぎた稚魚で、この頃より餌料を摂取し始めた。

### 文 献

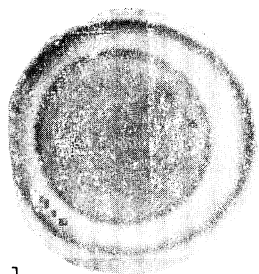
- 足田豊彦・江口 弘 1952：灌漑溝の水質と魚類の総合調査。水産試験報，vol. 7, p. 1—20.  
 池田兵司 1937：日本産ドジョウ科魚類の雌雄性徴について。動植，xlix. 173—177.  
 川村智治郎・本永妙子 1944：鰓の発生と飼育。広島。  
 内田恵太郎 1939：朝鮮魚類誌，朝鮮水試報，vi. 339—450，  
 渡部正雄・小堀伸治・松本 章 1948：ドジョウの発生。採集と飼育，x, 72—75.

### Résumé

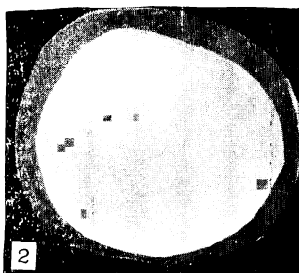
The breeding season of the loach, *Barbatula toni oreas* (JORDAN et FOWLER), begins from the beginning of April and lasts to the end of May in Asahigawa region. The females just finished spawning were captured toward sunset, in sewers and irrigating canals rather than in rivers. The eggs were fertilized by artificial insemination and hatched larvae were reared in water, 13°—16°C for approximately 10 days. The egg is deep yellow and transparent, spherical in shape, demersal and strongly adhesive in nature, measuring 1.26 mm in diameter. The process of development is in the ordinary way as in the teleosts. In 2 hours and 30 minutes it completed the first division, and reached morula stage, in 5 hours and 30 minutes, and set in the formation of the embryonal body. In 95 hours Kupffer's vesicle disappeared and the heart was formed. In 115 hours the eye balls were provided with melanophores and embryonal body began to move and myotomes increased to 34 in number. The hatching took place at about 168 hours.

The newly hatched larva was 4.0 mm in total length, with 23+16=39 myotomes. No melanophores were deposited in the body except the eyes. Within 3 days after hatching the

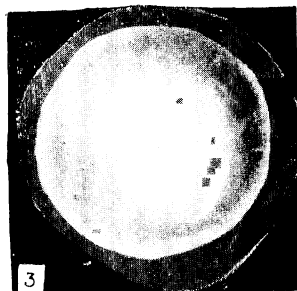
plate 3



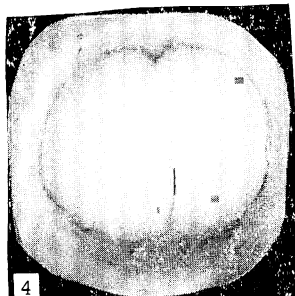
1



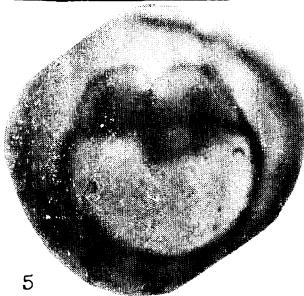
2



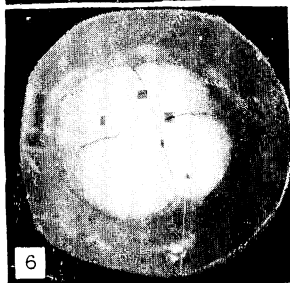
3



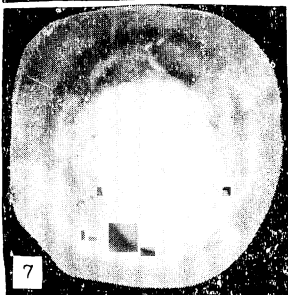
4



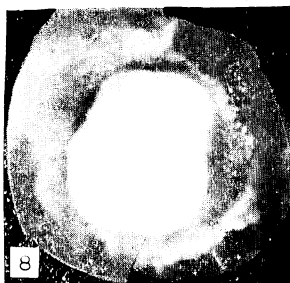
5



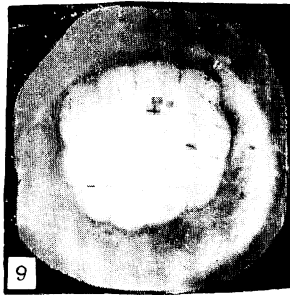
6



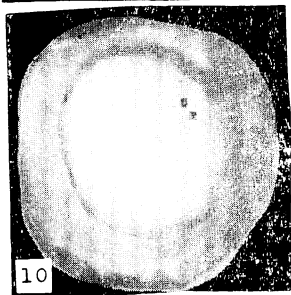
7



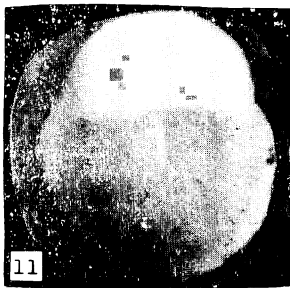
8



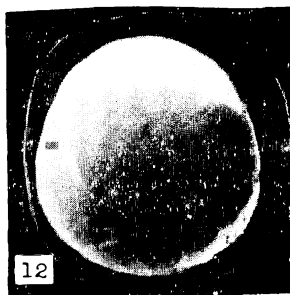
9



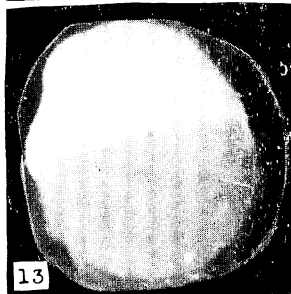
10



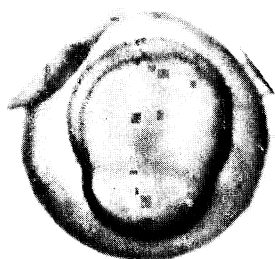
11



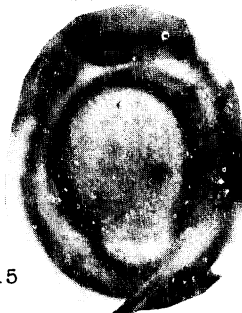
12



13

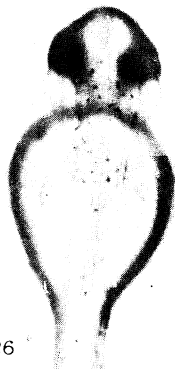
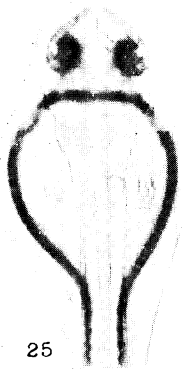
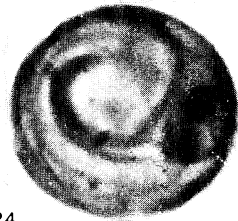
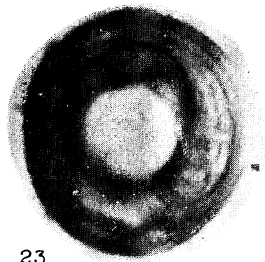
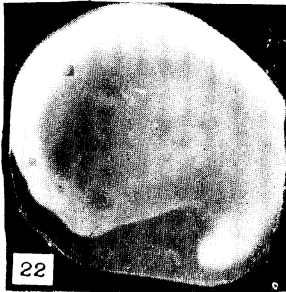
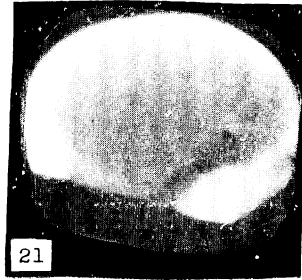
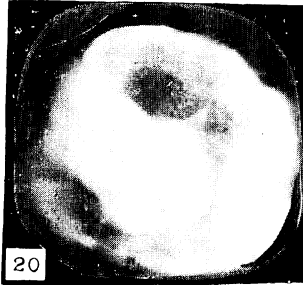
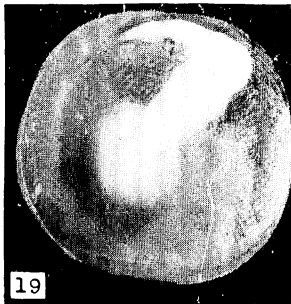
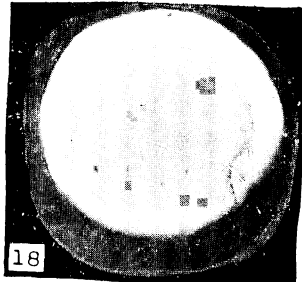
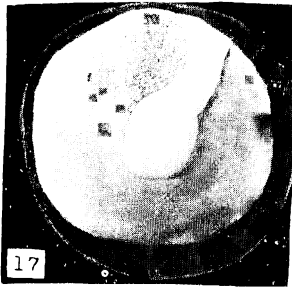
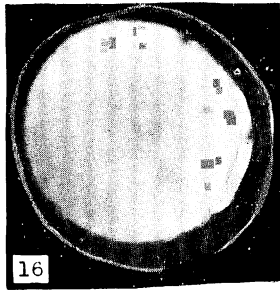


14



15

Plate 4





larva began to swim freely and the stellate melanophores appeared in the head. Four days after that the yolk was all absorbed and the larva began to eat foods. During the development these larvae had no external gills as was in those of *Misgurnus anguillicudatus*.

### Explanation of Plates

Photographs showing the development of eggs and larvae of *Barbatula toni oreas*.

#### Plate 3.

1. 10 minutes after insemination.
2. 3. 1 cell stage.
4. 5. 2 cell stage.
6. 4 cell stage.
7. 8 cell stage.
8. 16 cell stage.
9. The stage just after 16-cell-stage.
10. Morula stage.
11. 12. Blastula stage.
13. 14. Gastrula stage.
15. Formation of embryonal body.

#### Plate 4.

16. 17. 8 myotomes stage.
18. 19. 14 myotomes stage.
20. 21. 20 myotomes stage.
22. 30 myotomes stage.
23. About 30 hours before hatching.
24. About 5 hours before hatching.
25. 1 day after hatching.
26. 2 days after hatching.
27. 5 days after hatching.
28. 8 days after hatching.