ドジョウの放卵数、卵巢卵数および卵径分布^{*1}

鈴木 亮

(1976 年 4 月 16 日受理)

Number of Ovarian Eggs and Spawning Eggs and their Size
Composition in the Loach, Cyprinid FishRyo Suzuki^{*2}

In order to obtain basic information for the artificial fry production in the loach, *Misgurnus anguillicaudatus*, a number of ovarian eggs and artificially spawned eggs by hormone injection and egg diameter were examined in adult females of various sizes and ages. Females of three and more years of age showed 100 per cent spawning against the total injected females, although two-year females comprised 84.8 per cent. About 56 per cent ripe eggs against the total ovarian eggs were spawned at a time. Number of ovarian eggs and spawning eggs increases proportionally with the body weight of adult females. In females larger than 15.2 g in body weight, number of spawning eggs per unit body weight and gonadosomatic index also increase proportionally with the body weight, but in females smaller than 15.2 g such interrelationship is not observed. The size composition in ovarian eggs displays characteristic features of the type of asynchronism, that is, the ovary in the full stage contains ovarian eggs of various sizes. Based on these results, adult females larger than about 15 g may be more fruitful for artificial egg taking than the smaller females and the loaches may spawn several times within a spawning season.

種苗を計画的に生産するためには、親魚の大きさと放卵数（採卵数）あるいは卵巢卵数（抱卵数）との関係や、同一親魚で一産卵期あるいは1年間に採卵できる回数について、明らかにしておけば有利であろう。ドジョウ (*Misgurnus anguillicaudatus*) においては、現在のところこれらの点に関して十分な知見が得られていない。

ドジョウの卵巢卵数については、かなり古くからの記載がある¹⁻⁶⁾ が、種苗の計画生産に際しては、親魚の大きさと卵巢卵数との関係よりも、親魚の大きさと放卵数との関係を知っておく方が一層実用的である。ドジョウの放卵数についても、ホルモンの注射によつて、人工的に採卵した卵で、すでに多くの報告がある。^{4,5),7-10)} しかし、これらの報告された資料に基づいて、雌親の体重と放卵数との関係を検討してみたところ、研究者間で、また親魚の個体間で、バラツキが大きく、両者の間に相関はみられなかつた。これらのバラツキはおそらく、親魚の成熟度の差、単位魚体重当りのホルモン投与量の差、ホルモン投与後の水温の差などによるのではないかと思われる。

今回は、稚魚からほぼ同一の環境で養成した親魚を主に用い、単位魚体重当りのホルモン投与量や、投与後の水温を一定にして採卵を行ない、雌親の体重と放卵数の関係、卵巢卵数に対する放卵数の割合などを調査した。また卵巢卵の卵径分布について調査し、卵巢卵の発生様式について検討してみたので報告する。

^{*1} 淡水区水産研究所業績第 373 号。

^{*2} 淡水区水産研究所上田支所 (Ueda Branch St. Freshw. Fish. Res. Lab., Komaki, Ueda, Nagano Pref. Japan)

材料および方法

実験に用いた親魚雌は、淡水区水産研究所上田支所の試験用養魚池 (20.3 m²) で、市販のコイ用配合飼料を与えて飼育されていたもので、それらの年令、尾数および体重は、Table 1 に示した通りである。このうち 2, 3, 4 年魚は、すべて人工採卵によつて得た種苗を親魚に養成したものである。年令不明の親魚は、天然から採捕して後、上記の大きさの養魚池で 7 か月間飼育したもので、体重から判断して、生後 4 年以上を経過していると思われる。この年令不明魚と 4 年魚を合わせて多年魚と呼ぶ。6~7 月の間に、これらの

Table 1. Adult females used for experiment and their per cent spawning induced by hormone injection

Age	Number	Body weight (g)		Per cent spawning
		Range	Mean	
2	28 (33)* ²	3.6-17.3 (3.2-17.3)	10.2±0.79* ¹ (9.3±0.77)	84.8
3	26	8.4-30.7	16.8±0.33	100
4	11	23.5-31.9	27.5±0.74	100
Uncertain	9	31.7-50.3	38.5±1.98	100

*¹ Standard error.

*² Total number of females injected.

Fig. 1. Regressive relation of number of ovarian eggs (OE) and artificially spawned eggs (SE) in relation to the body weight of adult females.

雌親に、M/7.5 の淡水硬骨魚類用 リンゲル氏液に溶解したゴナトロピン (人体用) を、体重 1g 当り 10 I. U. 宛 1 回に腹腔内へ注射した。注射後は、同支所のアクアトロンを用いて、水温を 25°C に保つた。所定の時間を経てから、搾出法によつて成熟卵を排出させ、それらの実数を調査した。また採卵後開腹して残存している卵巣を摘出し、その約 0.3 g についての実数から卵巣卵数を算出し、これに産出させた成熟未受精卵数を加えて、放卵前の総卵巣卵数とした。残存卵巣卵は、卵黄の蓄積が開始されていて、肉眼で卵粒が確認できたもののみ、すなわち、約 250 μ 以上を調査の対象にした。

さらに、上記養魚池から、4 年魚 3 尾 (体重 19.4~28.4 g) を取り上げ、麻酔後開腹して、卵巣のほぼ中央部から、0.3 g 前後の卵巣片を摘出した。これを放卵前の卵巣卵群と呼ぶ。その後直ちに開腹部を縫合し、ゴナトロピンを注射し、所定の時間を経て成熟卵を搾出した。その直後再び開腹して、残存している卵巣の 0.3 g 前後を摘出した。これら 3 種類の卵群は、それぞれ一旦リンゲル氏液に入れ、数分後に 10% のホルマリン溶液で固定した。そして各卵群から 600 個の卵を抽出し、万能投影機を用いて卵径を調査した。

結 果

放卵率 注射後6時間を経てから、1時間おきに腹部を圧して、放卵の可否を確認、放卵が可能になつた親魚では、できるだけいねいに成熟卵を搾出した。注射した個体のうち、2年魚の5尾を除いて、他のものはすべて、注射後9~16時間の間に放卵した。すなわち3年魚および多年魚の放卵率（注射した雌数に対する放卵した雌数の百分率）が共に100%であつたのに対し、2年魚では84.8%で（Table 1）、全個体では93.7%であつた。放卵しなかつた2年魚の5尾については、ゴナトロピン注射後50時間まで、その可否を調査したが、ついに放卵はみられなかつた。これら5尾の体重はいずれも3.2~5.9gの範囲内にある小形魚であつた。

放卵数と卵巣卵数 放卵数および卵巣卵数の調査には、上述の5尾を除外し、放卵に成功した74尾のみを調査の対象にした。放卵した個体の最小体重は、2年魚の3.6g、最大は多年魚の50.3gであつた。このように年令や大きさの異なる個体について、卵巣卵数および放卵数を調査したところ、Fig. 1のような結果となつた。すなわち、卵巣卵数および放卵数は、いずれも体重の増加に伴つて直線的に増加する傾向がみられた。最小体重の雌親の卵巣卵数が1,296粒、そのうち放卵した卵が524粒であつたのに対し、最大雌親の卵巣卵数は36,897粒、放卵数14,575粒であつた。卵巣卵数と雌親の体重との間には、全調査個体についてはもちろん、年令別にも相関がみられ、Table 2に示したような回帰式が得られた。また放

Table 2. Relation between number of ovarian eggs (OE) and body weight (W) of adult females

Age	Number	Regression equations	r
2	28	OE=791W-2628	0.8583
3	26	OE=621W+249	0.8868
4 and uncertain	20	OE=863W-4581	0.8993
Total	74	OE=796W-2611	0.9646

Table 3. Relation between number of spawned eggs (SP) and body weight (W) of adult females

Age	Number	Regression equations	r
2	28	SP=371W-1165	0.8047
3	26	SP=491W-2168	0.8368
4 and uncertain	20	SP=344W+2275	0.6436
Total	74	SP=462W+1794	0.9239

Table 4. Rates of spawned eggs against the ovarian eggs

Age	Number of spawned eggs		Number of ovarian eggs		%
	Range	Mean	Range	Mean	
2	202-6,311	2,625±364* ¹	782-14,669	5,450±727* ¹	48.2
3	1,336-17,960	6,099±643	5,054-21,820	10,704±767	57.0
4 and uncertain	9,164-23,418	13,431±842	11,856-39,707	23,431±1,513	57.3
Total		500,717		899,529	55.7

*¹ Standard error.

Fig. 2. Relation between number of spawned eggs per unit body weight and the total body weight of adult females. Hollowed circles, females larger than 15.2 g in body weight; dots, females smaller than 15.2 g.

Fig. 3. Relation between the gonadosomatic index (GSI) and the body weight of adult females. Hollowed circles, females larger than 15.2 g in body weight; dots, females smaller than 15.2 g.

卵数と体重との間にも、Table 3 に示した回帰式が得られた。次に、卵巢卵数に対する放卵数の割合を求めてみた。Table 4 にまとめてあるように、3年および多年魚群が約 57% であつたのに比べ、2年魚群では、それよりもいく分低く 48.2% であつた。したがつて、全体としては卵巢卵のほぼ半数のものを一回のホルモン注射によつて放出させることが可能であると言える。

前報¹¹⁾で述べたように、ドジョウの雌親を人工的に放卵させるためには、親魚の単位体重当りのホルモンの最低投与量がほぼ明らかにされている。このことから、ホルモンの経済性を考えると、雌親の単位体重あたりの放卵数の多い個体の方が採卵用親魚として有利であろう。そこで、雌親 1g 当りの放卵数を求めてみた。その結果、個体によつてかなりのバラツキがみられたが、全部の調査個体についてみると、魚体重 1g 当りの放卵数と、魚体重との間に相関がみられ ($r=0.576$)、親魚の大きい程、単位体重当りの放卵数の多いことがほばいえる。しかし、雌親の大きさによつて、この関係は一樣ではない。Fig. 2 に示したように体重 15.2 g を境として、大小同数ずつ 2 群に分けてみたところ、小形群では、体重 1g 当りの放卵数と魚体重との間に相関がみられたが、大形魚群では相関がみられなかつた。特に、10 g 以下の小形魚では、魚体重 1g 当りの放卵数が極端に少ないものが多かつた。この結果から、ドジョウでは、一定の大きさに達するまでは、1回の採卵における単位体重当りの成熟卵数が増加し、一定の大きさを越えると、その増加は起らないか、あるいは、たとえ増加してもきわめて緩慢になるものと思われる。

成熟度指数 次に、各個体から産出された成熟卵の総重量と、残存卵巢の重量をもとに、全個体の成熟度指数を求めてみた。全部の調査個体についてみると、体重と成熟度指数との間に相関がみられた ($r=0.5882$)。しかし体重 15.2 g を境として、大小同数ずつ 2 群に分けて、その関係を検討してみたところ、Fig. 3 に示したように小形魚群では相関がみられたが、大形魚群ではそれがみられなかつた。すなわち、単位体重当りの放卵数の場合とほぼ同様であつた。特に 10 g 以下の個体では、成熟度指数が極端に低く、これらの中に

は、8~10% 程度のものもあつた。

卵巣卵の卵径分布 前述のように、産出させた成熟卵数は、卵巣卵数の 48.2~57.3% であることから、約半数近くの卵が残存していることになる。これらの卵巣卵が、同一産卵期内に産出される可能性があるかどうかを検討するために、放卵前の卵巣卵、産出された成熟未受精卵、さらに放卵直後の卵巣卵の卵径について調査した。ゴナトロピンを注射する前に摘出した卵巣の一部、すなわち放卵前の卵巣卵では、すべての卵が卵泡に包まれており、互に連結しているので、卵巣片をさらに細分し、個々の卵をできるだけ分離して、卵径を調査した。Fig. 4 に示したように、放卵前の卵巣では、卵径分布の上で次の3つの卵群が互に隣接して見られた。その第1群は、600~850 μ の大形卵であり、第2群は、200~600 μ の中間卵、そして第3群は 50~200 μ の小形卵である。第2群は、他の群に比較して、分布図からみた山の高さが低く、逆に変異の幅が広い。このような3種類の卵群がそれぞれ隣接してみられたのは、3尾の親魚のいずれにおいても同様であつた。一方産出された成熟未受精卵では、その大部分が 650~900 μ の範囲内にあつた。すなわち、この卵群は、放卵前の卵巣卵における第1群に近似した位置にあつた。さらに、放卵完了直後の残存卵巣卵について、前述の放卵前の卵巣卵におけると同様の方法で卵径を調査したところ、3尾共に2つの卵群が隣接してみられた。その第1群は、250~800 μ 、第2群は 50~250 μ の位置にあつた。これらのことから、放卵前の卵巣における第1群の卵が産み出されたことに間違いなからう。放卵後の残存卵巣の第2群には、600~800 μ の大形卵もわずかに含まれていたが、これは放卵前の卵巣における第1群の排卵し得なかつた卵と思われる。また成熟未受精卵のモードが、800 μ 前後であるのに比べて、放卵前の卵巣卵の第1群のモードが 700 μ 前後にあつたことは、おそらくホルモン注射後から放卵までの間に卵が吸水したためであると思われる。ホルモン注射後の卵の吸水現象については、アユにおいても HIROSE ら¹²⁾によつて確かめられている。

論 議

今回の実験におけるゴナトロピンの注射量は、前報¹¹⁾で報告した水温 25°C における場合の、放卵魚率 80% 以上を得るに必要な、最小投与量の約 2 倍に相当している。この量を注射したのは、できるだけ多くの放卵魚率を得る目的のほか、注射後放卵が起るまでに要する時間を集中させるためであつた。今回放卵に成功した 74 尾は、水温 25°C において注射後 9~16 時間の範囲内にすべて放卵可能状態に達したことは、前報における結果と一致している。

ドジョウでは、キンギョやコイにおけるように、あらかじめ用意した産卵池で、自然産卵によつて人工採卵する方法は、現在のところ確立されていない。さらに、低密度の養魚池では降雨後自然産卵することもあるが、親魚に卵を捕食される割合が多いことなどの理由で、自然産卵による方法では、安定して種苗が生産

Fig. 4. Histograms showing the size composition of ovarian eggs before and after spawning and artificially spawned eggs from three adult females.

できない現状にある。そのため、採苗に際してはホルモン投与による人工採卵法に依存している場合がほとんどである。いうまでもなく、人工採卵に際しては、種々の点についてなるべく有利な親魚を選ぶことが大切である。今回の実験で、3年魚と多年魚の放卵魚率が100%であつたのに対し、2年魚では、84.8%で、しかも2年魚の放卵し得なかつたものは、体重が3.2~5.9gの小形魚であつた。この結果から、これら未放卵魚はおそらく未成熟の状態にあつたものと思われる。一方放卵した最小個体の体重は、3.6gであつたことからみると、この程度の大きさが、ドジョウの採卵し得る最小個体に近いものと思われる。このような小形魚で、たとえ採卵が可能であつても、放卵魚率が低いので、ホルモンの経済性を考えると不利である。さらにまた、ドジョウの放卵数は、魚の体重に比例して直線的に増加するので、小形魚は放卵数が少なく、実際の採卵には、労力の上から不利である。前述のように、ホルモンの注射によつてドジョウに放卵を起させるには、親魚の単位体重当りの最低投与量がほぼ明らかにされている。今回の調査において、15.2g以下の小形魚群では一般に単位体重当りの放卵数の少ない傾向がみられた。このことから、小形魚を採卵用親魚として用いることは、ホルモンの経済性からみて不利であろう。

魚体重の増加に伴う単位体重当りの放卵数の増加の傾向は、成熟度指数の増加の傾向とほぼ一致している。放卵した最小魚の成熟度指数が約8%であつたことから、この程度が放卵可能な魚の最小に近い成熟度指数であろう。そして体重が15g前後以上になると、成熟度指数が17~30%の範囲に達し、親魚の体重が増加しても、指数はそれ以上増加することはないものと思われる。小形魚において、単位体重当りの放卵数の少ない原因は、おそらく卵巣卵数に対する放卵数の割合が少ないことに関係しているものと思われる。すなわち、Table 4にみられるように、2年魚群においては、全卵巣卵の48.2%しか成熟卵を放出しないのに対し、3年魚群では57.0%、多年魚群では57.3%であつたことがそれを裏付けているように思われる。これら放出される成熟卵は、Fig. 4に示された卵径分布の上から明らかなように、600~850 μ の大きさに達した第1群の卵と考えられるから、小形魚において成熟卵の割合が全卵巣卵数に対して少ないことは、成熟度指数の低い原因となつているものと思われる。

今回調査した卵巣卵数は、肉眼で確認し得た約250 μ 以上の卵のみを対象としたが、卵巣卵の卵径分布の上からみると、250 μ 以下の若い卵細胞が全卵巣卵の29.7~36.9%も存在していることが明らかである。したがつて、Fig. 1の卵巣卵数は、実際の数よりもその割合だけ少ないことになるであろう。いずれにしても、放卵前の卵巣において、3つの山が隣接してみられることは、ドジョウの卵巣卵の発生様式は、サクラマスにおける完全同時発生型¹³⁾や、ニジマスにおける部分同時発生型^{14,15)}とは異なり、イワシ、¹⁶⁾ キンギョ¹⁷⁾およびメダカ¹⁸⁾におけるような非同時発生型に所属するものであるといえる。したがつて、一産卵期に、同一個体で1回以上採卵し得る可能性が十分考えられる。放卵前の卵巣卵と放卵後の卵巣卵の卵径分布について比較してみると、放卵前の卵巣にみられた第1群の大部分の卵が放卵された後に、第2群の種々の発達段階にある卵巣卵が、環境条件さえ整っていれば、日時の経過と共に発達して大きさを増し、第1群に進んで、次回に放卵する卵群になるのではないと思われる。久保田⁹⁾も天然から採捕したドジョウで、卵径250 μ 以上の卵巣卵の卵径分布を調査した。その分布図から、3月および4月に採捕した個体では、ほぼ2つの山が重複した形で認められる。藤田ら⁹⁾は、ホルモンを注射した雌ドジョウにおいて、注射後約11時間以後に鉛色卵の数が増加することとは逆に、大形白色卵や100 μ 以下の小形白色卵が減少することを観察した。このことから、同氏らは、小形卵が大形白色卵へ前進するものと考えている。同氏らは、個々の卵径について調査していないが、100 μ 以下の小形白色卵が、ホルモン注射後の短時間内に、大形白色卵に前進できるかどうかについては疑問がある。

ドジョウにおいて、一産卵期に1回以上採卵できるかどうかについては、種苗の計画生産の上で興味深いことであるが、このことについては、別の実験結果をもとに別文で論議する予定である。

要 約

(2) 年令や大きさの異なるドジョウで、卵巣卵数やホルモン注射後に搾出した成熟卵の数、およびそれ

らの卵径分布について調査した。

(2) 3年以上の年令魚群の放卵魚率は100%であつたが、2年魚では、小形魚が放卵せず、84.8%であつた。

(3) 肉眼で数えられた卵巣卵のうち、約56%のものが1回に放卵し、放卵数や卵巣卵数は、雌親の体重に比例して直線的に増加する。

(4) 雌親の単位体重当りの放卵数や成熟度指数は、体重に比例して増加するが、15g前後以上の親魚では、それらと体重との間に相関はみられなかつた。

(5) 卵径分布から、ドジョウの卵巣卵の発生様式は、非同時発生型に所属するものと思われる。

(6) 以上の結果から、採卵用雌親としては、体重15g前後以上のものが有利であり、同一の親魚で、同一産卵期に1回以上採卵できる可能性が考えられる。

終りにのぞみ、卵巣摘出手術にご助言をいただいた、上田市安藤病院安藤義重博士に対し、厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 小林彦四郎：水研誌，**17**，129-133 (1922).
- 2) 新潟県水産試験場：どぜう，新潟水試，長岡，1926，p. 11.
- 3) 松井佳一：水田養魚，富書店，京都，1948，pp. 148-149.
- 4) 渡部正雄・小堀伸治：資源研彙報，**11**，11-13 (1948).
- 5) 藤田 正・宇野 寛・八柳健郎・久保田善二郎：本誌，**13**，254-258 (1948).
- 6) 久保田善二郎：水講研報，**11**，197-211 (1961).
- 7) 川村智治部：鰯類放養の基礎的研究，広島，1-19 (1944).
- 8) 松浦康彦：水産増殖，**15**，65-74 (1967).
- 9) 石田 修・内田 晃・高橋哲夫・石井重之：千葉県内湾水試報，**1**，3-17 (1968).
- 10) 青山禎夫：ドジョウ養殖に関する総合試験，青森水試，1-47 (1972).
- 11) 鈴木 亮・山口元吉：水産増殖，**22**，136-139 (1975).
- 12) K. HIROSE, T. HIRANO and R. ISHIDA: *Comp. Biochem. Physiol.*, **47**, 283-289 (1947).
- 13) 山本喜一郎・甲斐久行・石田力一：北水研報，**20**，109-116 (1959).
- 14) 山本喜一郎・太田 勲・高野和則・石川徹三：本誌，**31**，123-132 (1965).
- 15) 加藤禎一：再生産関連形質の特性，魚類の成熟と産卵，日水会編，恒星社厚生閣，東京，1974，pp. 32-34.
- 16) 石田力一・鶴川正雄・有田節子：北水研報，**20**，139-144 (1959).
- 17) K. YAMAMOTO and F. YAMAZAKI: *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, **12**, 93-110 (1961).
- 18) K. YAMAMOTO and H. YOSHIOKA: 同誌，**15**，5-19 (1964).