

孵化時のドジョウ仔魚の大きさに 及ぼす水温の影響に就いて*

久保田 善二郎・松 井 魁

Influence of Temperature on the Length of hatched Fry of the Loach,
Misgurnus anguillicaudatus (CANTOR).

By

Zenzirō KUBOTA and Isao MATSUI

It is very important in hatching fish eggs to obtain the fry as large as possible, in addition to selecting the most suitable environments to raise the hatching rate, for it shortens the term needed to breed in a stream or a pond and thus saves labour.

Water temperature was found one of the factors which control the total length of hatched fry.

The method of experiment was just the same as was employed in our previous paper¹⁾. The total length of hatched fry was measured by micrometer.

The range of water temperature to enable hatching was from 11° to 32°C and the optimum temperature was about 25°C.

The relation between temperature (θ) and hours (T) required for hatching may be expressed by $Te^{0.111\theta} = 608$.

The temperature coefficient for the embryonic development of the loach was found to be $Q_{10} = 3.041$.

The length of hatched fry was the largest when kept at 20°C, and when exposed to higher or the lower water temperatures than 20°C the length of hatched fry became shorter.

The average total length of fry hatched at 14.9°C was 2.79 mm, and after 48 hours it attained to 3.45 mm which was still shorter than that of the fry measured immediately after hatching at 20°C.

The yolk sac of fry hatched at about 20°C is a little elongated, somewhat spindle-shaped, but that of one at lower temperature is not elongated, almost globular. The relative size of the yolk sac to the body of the fry smaller when hatched at 20°C than at lower temperatures.

The relation between the total length of hatched fry and the time required for hatching may be represented by a curved line, and the total length is longest when it took 50 to 80 hours to hatch.

* 水産講習所研究業績 第143号.

Within the range of mean deviation 1.2° — 14.5°C in the series of temperatures 3.1° — 32.0°C , the larger the temperature deviation was, the less the total length of hatched fry, the hatching rate and the time required for hatching became.

The relation between the total length (L') of hatched fry in case water temperature (θ) kept constant and the corresponding one (L) of hatched fry exposed to varying water temperature (M —Mean deviation of water temperature) may be expressed by the following formula :

$$\log L/L' = kM^2 + C$$

Thus we have $k=0.00075$, $C=0.0025$.

We can infer the following from these experimental results : Function of embryo's endocrine secretion, circulation of blood, absorption of nutrition from the yolk and embryonic differentiation are performed smoothly over 20°C , and within this range of the temperatures the lower water temperature is, the larger the total length of hatched fry becomes as a result of prolonged time required for hatching.

At temperature lower than 20°C , the total length of fry is smaller, the above functions being weakened by low temperature.

緒 言

魚卵の孵化を行うに当つては、良好な環境を選ぶのは勿論、出来るだけ大形の仔魚を孵化させる事が、放養或いは放流迄の日数を短縮し、且労力を省く点から増殖上重要であると考え。筆者等は、孵化時の仔魚の大きさを支配する主な要因が温度にある事を見出したので報告する。稿を草するに当り実験の一部に御助力下された本所増殖学科学生諸氏に感謝の意を表す。

材料及び方法

1954年6月14日より同月25日に亘り水産講習所増殖学教室で実験を行つた。親魚は附近の溝で採捕した後、養殖池で約1ヶ月間飼育した雌魚2尾、雄魚1尾を使用し、採卵法は川村¹⁾の方法に随つた。人工受精、温度の調節、卵えの急激な温度環境の変化等の諸操作は既報の方法²⁾と全く同様にして行つた。孵化時の仔魚の大きさは各群共5尾(但し温度一定の場合のNo.4は8尾、No.3は3尾又温度変化を与えた場合のNo.2は1尾)宛その全長をマイクロメーターで測定した。

結 果

1) 水温を一定に保つた場合 孵化可能水温及び同適水温並びに同所要時間に就いては、既報²⁾の諸結果と略一致した。即ち孵化可能水温は $11\sim 32^{\circ}\text{C}$ 、孵化率は 25°C 前後が最も高く、又水温 θ と孵化所要時間 T の対数との関係は直線で示され $Te^{a\theta} = C$ (a , C はドジョウに固有の常数) の関係式が成立し、 $a=0.111$, $Q_{10}=3.041$, $C=608.0$ の値を得た(第1表)。

孵化水温と孵化時の仔魚の全長との関係は曲線で現され、水温 20°C 附近で最も大きくて平均全長 3.89mm を示し、この温度より高温又は低温になる程魚体は小さい。即ち 20°C で孵化した仔魚の全長に対する百分率は、 11.6°C では 55% 、 28.3°C では 84% の大きさを有する

Table 1. Experimental results of control in the hatching of the common loach.

No. of compartments	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Average water temperature (θ)	3.1	7.7	11.6	14.9	17.6	20.0	22.5	25.3	28.3	32.0
Average deviation of water temperature	0.5	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.4	0.3	0.7
Average hours required for hatching (T)	—	—	202.5	109.0	82.5	71.5	43.5	30.0	24.0	22.5
Average deviation of hours required for hatching	—	—	12.5	9.0	12.5	23.5	11.0	9.0	3.0	1.5
Number of eggs	56	73	34	57	57	58	47	54	32	31
Number of hatched fry	0	0	3	24	15	8	19	35	17	1
Hatching rate (%)	0	0	8.8	42.2	26.4	13.7	40.5	65.0	53.2	3.2
Average total length of hatched fry (mm)	—	—	2.147	2.789	3.678	3.894	3.824	3.486	3.270	—

(第1図)。皆森³⁾ はドジョウ類の温度に対する適応と馴れに関する実験で、孵化用水の温度が 20~35°C の範囲内では、孵化時の仔魚の全長は高温飼育で小、低温飼育で大という結果を得ているが、これは本実験結果と一致している。

水温 14.9°C で孵化した仔魚の全長は、孵化直後に平均 2.79mm であるが、これは 21~23°C の水中で 48時間飼育した後の大きさは 3.39~3.48mm, 平均 3.45mm で尚水温 20°C で孵化した孵化時の仔魚の全長に達しなかつた。

卵囊の形は、水温 20°C 前後で孵化した仔魚では紡錘形に近い球状を呈し、魚体に比較して小さいが、低水温で孵化したものは真の球状に近く魚体に比較してすこぶ大きい。

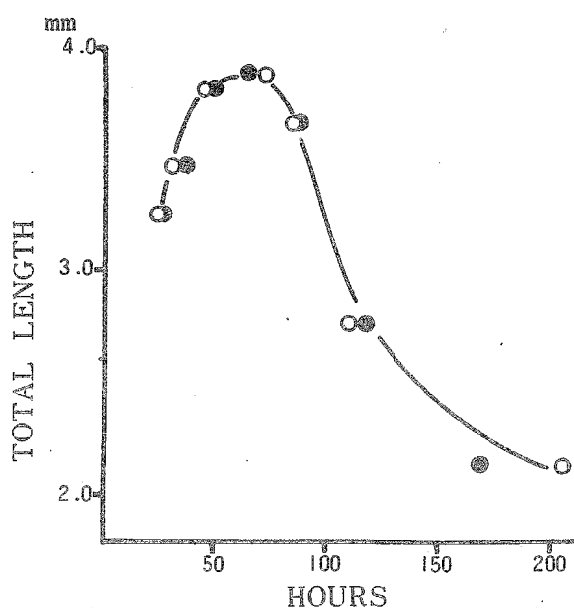


Fig. 2. Relation between total length of hatched fry and hours required for hatching, white circles : observed values ; blacks : theoretical.

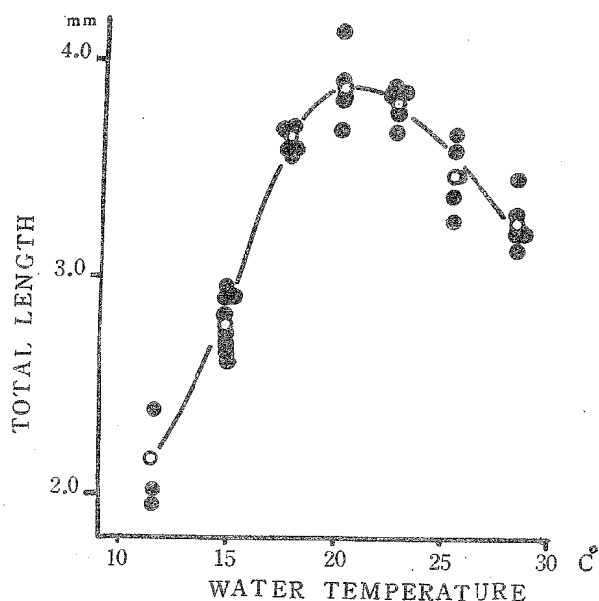


Fig. 1. Relation between water temperature and total length of hatched fry.

尚 14.9~28.3°C の範囲内で孵化した仔魚は、孵化後 3 日以上生存し、その一部は現在飼育中であるが、11.6°C で孵化したものは 2 日で斃死した。

孵化時の仔魚の全長と孵化所要時間との関係は、曲線で現され 50~80 時間で孵化した仔魚が最も大きい (第 2 図)。

2) 水温に激変を与えた場合 水温位置を交換した管瓶の水温変化の幅は、互いに略同一だから、その各々を合して計算し、夫々孵化率及び孵化所要時間並びに孵化時の仔魚の全長を求めた (第 2 表, 第 3 図)。この成績を水温変化を与えない場合のそれ等と比較する為に、平均水温を求め、同水温の孵化率及び孵化所要時間並びに仔魚の

Table 2. Experimental results of the eggs given the variation of water temperature.

No. of compartments	1 ; 10	2 ; 9	3 ; 8	4 ; 7	5 ; 6
Range of the variation of water temperature	3.1~32.0	7.7~28.3	11.6~25.3	14.9~22.5	17.6~20.0
Average water temperature	17.5	18.0	18.5	18.7	18.8
Average deviation of water temperature	14.5	10.3	6.8	3.8	1.2
Number of eggs	108	119	77	105	99
Number of hatched fry	0	9	19	24	31
Hatching rate (%)	0	7.6	24.7	22.9	31.3
Average total length of hatched fry (mm)	—	3.214	3.716	3.700	3.717

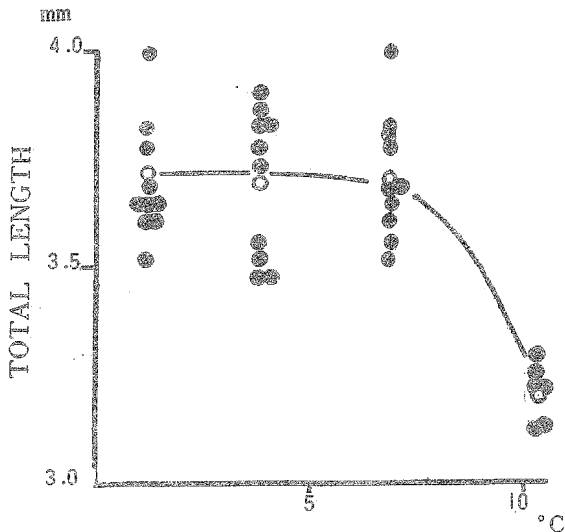


Fig. 3. Relation between average deviation of water temperature and total length of hatched fry.

全長を第1表より計算した(第3表)。即ち孵化率及び孵化所要時間に就いては既報²⁾の諸結果と同様な傾向を示し、急激な水温変化の範囲の広い程孵化率は悪く、孵化所要時間は短縮される。孵化仔魚の大きさは、水温変化の範囲の広い程小さい(第4図)。孵化に対する適水温の範囲内では、水温を終始 $\bar{\theta}$ に保つた時と、 $\bar{\theta}$ を中心として $M^{\circ}\text{C}$ 昇温及び降温した時との仔魚の大きさを夫々 L' 、 L とし L/L' の対数と M^2 との関係を図に現すと直線となり(第4表、第5図)これより次の式が得られる。即ち $\log L/L' = kM^2 + C$ (k, C はドジョウに固有の常数)。この公式より諸係数值を求め $k = -0.00075$ 、 $C = -0.0025$ を得た。

Table 3. Comparison between the eggs exposed to varying water temperature and those kept at controlled temperature condition.

No. of compartments	1 ; 10	2 ; 9	3 ; 8	4 ; 7	5 ; 6
Range of the variation of water temperature	3.1~32.0	7.7~28.3	11.6~25.3	14.9~22.5	17.6~20.0
Hatching rate of the eggs exposed to varying water temperature (F)	0	7.6	24.7	22.9	31.3
Hatching rate of the controlled eggs in the average water temperature in case of giving the variation of water temperature (F')	26.5	28.0	30.0	31.0	31.5
$F/F' \times 100$	0	27.0	82.3	73.7	99.4
Hours required for hatching of eggs given the variation of water temperature (T)	—	54.0	58.0	65.0	64.3
Hours required for hatching of controlled eggs in the average water temperature in case of giving the variation of water temperature (T')	—	82.6	78.4	76.3	75.6
$T/T' \times 100$	—	65.4	74.0	85.2	85.0
Total length of the fry given the variation of water temperature (L)	—	3.214	3.716	3.700	3.717
Total length of the controlled fry in the average water temperature in case of giving the variation of water temperature (L')	—	3.88	3.91	3.92	3.92
$L/L' \times 100$	—	82.8	95.0	94.4	94.8

Table 4. The values of $\log L/L'$ and M^2 calculated from the data given in Table 3.

M^2	209.09	105.68	46.79	14.36	1.46
$\log L/L'$	—	1.9182	1.9779	1.9749	1.9769

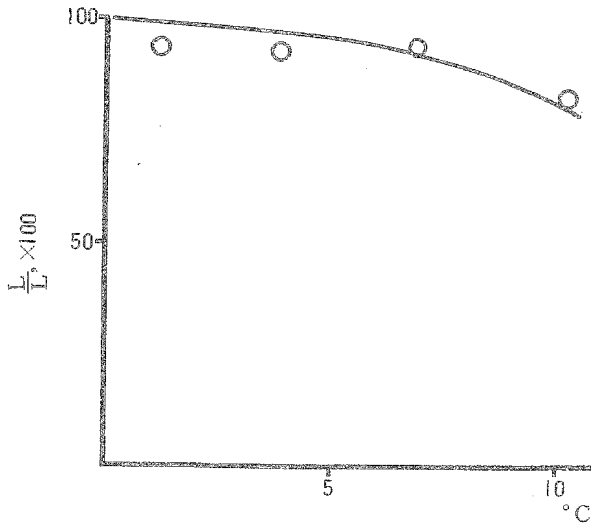


Fig. 4. Relation between average deviation of water temperature (M) and $L/L' \times 100$.

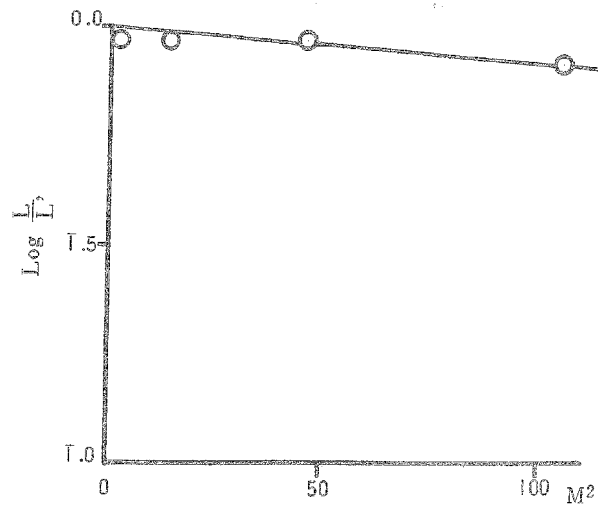


Fig. 5. Relation between M^2 and $\log L/L'$.

考 察

水温が 20°C を中心として高温又は低温になる程、孵化時の仔魚の全長が短い事に就いては次の様に考えられる。即ち 20°C より高温では胚の内分泌活動、血液の循環、卵囊からの栄養吸収及び体の分化が順調に行われ、水温が低い程孵化所要時間が長い為に孵出魚の全長は大となり、又 20°C より低温では孵化所要時間は長くなるが、低水温がさきの諸作用を抑制する為に小さい孵出魚が得られるのであろう。そして卵囊の形及び大きさが水温 20°C の場合と低温で孵化した場合の仔魚とで差異があることは以上の諸事に基づくものと考えられる。水温の急激な変化を与えた場合に、その範囲の広い程孵化時の仔魚の全長が短い事は、孵化所要時間が短縮される事と共に、温度変化が、さきの諸作用を抑制する因子となる為であらう。以上の結果から産業的見地よりドジョウ卵を孵化させるに当つての最適水温は、孵化率の最も良い 25°C より低く、孵化仔魚の最も大きくなる 20°C より高い範囲にあると考えるべきであり、且水温を出来るだけ一定に保つことに注意しなければならないと思う。

摘 要

- 1) 水温が一定である場合、孵化時の仔魚の大きさは、水温 20°C 前後で最も大きく、この温度より高温又は低温になる程小さくなる。
- 2) 水温差が大きい程、孵化時の仔魚は小さい。そして孵化に対する適水温の範囲内では、水温を終始 $\bar{\theta}$ に保つた時と、 $\bar{\theta}$ を中心として $M^{\circ}\text{C}$ 昇温及び降温した時との孵化魚の大きさを夫々 L' 、 L とすれば $\log L/L' = -0.00075 M^2 - 0.0025$ の関係式が成立する。

文 献

- 1) 川村智治郎：1944. 鱈の採卵法と稲田放養.
- 2) 久保田善二郎・松井 魁：1954. 孵化用水の温度変化がドジョウ卵孵化に及ぼす影響に就いて，水産講習所研究報告，**3** (3)，209—215.
- 3) 皆森寿美夫：1954. ドジョウ類の温度に対する適応と馴れについて，動物学雑誌，**63** (3,4)，71.