

アサリ幼生の成長速度と水温の関係

鳥羽 光晴

Relationship between temperature and larval growth rate in Manila clam *Ruditapes philippinarum*.

Mitsuharu TOBA

Abstract

Cultures of the larvae of Manila clam *Ruditapes philippinarum* were maintained with microalga, *Pavlova lutheri*, under 8 constant temperature conditions between 9°C and 30°C for 24 days. Larvae developed normally at all temperatures except 9°C and successfully metamorphosed at temperatures higher than 18°C within 24 days (excluding 21°C at which mass mortality occurred). Growth rate in shell length (GR, $\mu\text{m}/\text{day}$) was linearly related to the temperature (T, °C) and expressed as a equation of $\text{GR}=0.377\times\text{T}-2.96$. Biological zero of larval growth in Manila clam was calculated as 7.9°C.

はじめに

二枚貝幼生の成長速度と水温の関係を明らかにすることは、種苗生産工程の編成にとってだけでなく、資源生態学的見地から海中での幼生の動態を理解するための基礎的知見としても重要であるが、アサリではまだこれに関する報告が見あたらない。そこで著者は人工産卵によって得たアサリ幼生を水温別に飼育し、浮遊期の成長速度と水温との関係を求めた。

材料と方法

実験に供したアサリ幼生は、東京湾船橋地先で採捕したアサリ天然成貝に反復温度刺激を加えて得た受精卵から発生した個体である。

飼育実験は容量500mlのスチロール製カップ型飼育容器（直径87mm×高さ100mm）に、受精後20°Cで約48時間を経て幼殻が完成したD状幼生を6~7個体/mlの密度で収容して行った。

飼育水温は9°Cから30°Cまで3°C間隔で8段階を設定し、1水温段階ごとに上記の飼育容器を3個あてた。水温はこれらの飼育容器をそれぞれの温度に調節した

恒温器に収容して維持した。

飼育は原則として止水無通気とし、飼育水は毎日1回オープニング44 μm のミューラーガーゼを使って全量をあらかじめ設定水温に調温した新しい海水と交換した。使用した海水は全て千葉県富津市地先の東京湾から取水したもので、ろ過器（日本濾水機, SP-8; 公称粒子捕捉効率は粒径0.45 μm で93%）を通し、さらに紫外線流水殺菌機（千代田工販, SF-4 NSM; 公称殺菌処理能力, 5 m³/時）で殺菌処理した。

餌料は別途培養した *Pavlova lutheri* を用い、毎日換水後に15,000~40,000細胞/ml（飼育水）の密度になるように与えた。

飼育実験は上記の条件で2回繰り返し行った。それぞれの実験期間は1991年5月16日から6月4日までと同年9月26日から10月20日までで、その間2日に1回計測用の幼生を各飼育容器ごとに52~357個体を分取し、1%中性ホルマリンで保存した。各水温ごとの幼生の平均殻長は、飼育容器ごと（3個×2回=6個）に分取した全個体の平均殻長を求め、それをさらに平均した値とした。幼生の沈着は肉眼および顕微鏡観察で確認し、大部分の個体が沈着した時点でその容器の

飼育は打ち切った。

結 果

アサリ幼生の飼育開始時の平均殻長は $100.2\mu\text{m}$ であった。幼生は最も水温の低い 9°C では、顕微鏡的に摂餌

が確認されたもののほとんど成長せず、平均殻長は24日目でも開始時とほぼ同じ $102.0\mu\text{m}$ であった (Fig. 1)。成長速度は水温が高くなるに従って増加し、最も水温の高い 30°C では成長速度が最も速く12日目には $206.0\mu\text{m}$ となって沈着する個体が現れた。

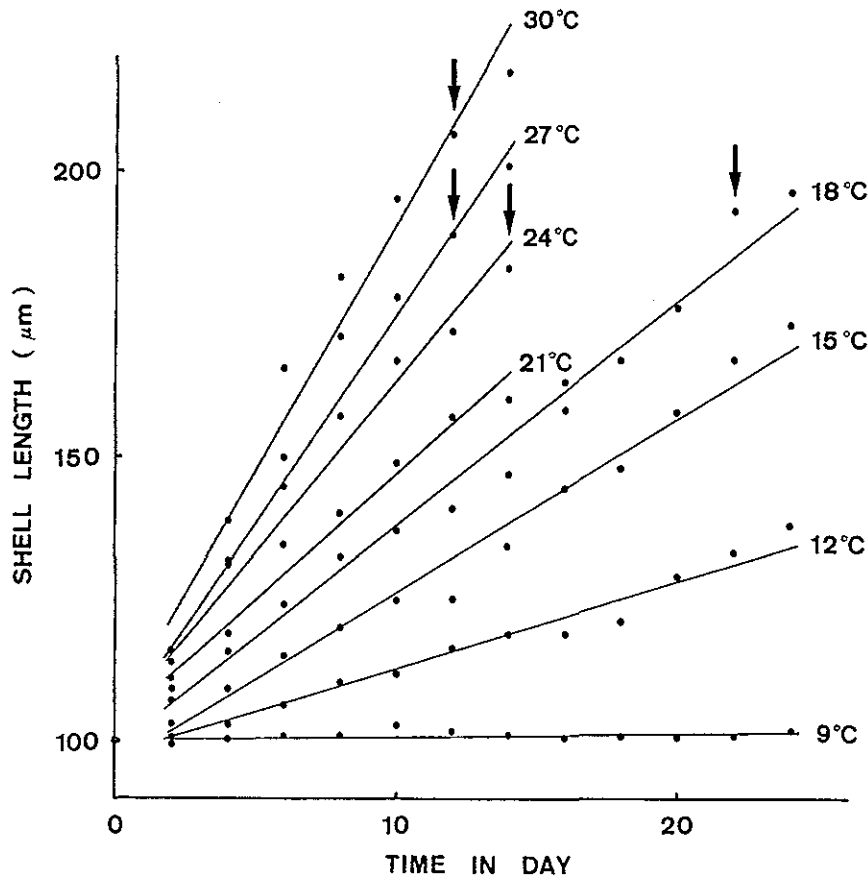


Fig. 1 Larval growth of Manila clam *Ruditapes philippinarum* at 8 constant temperature conditions. Vertical arrows indicate the days when metamorphosis occurred.

沈着は 15°C 以下では認められなかったが、 18°C では22~24日目、 24°C では14日目、 27°C と 30°C では12~14日目にそれぞれ観察された。着底変態時の平均殻長はそれぞれ $192.9\mu\text{m}$ 、 $182.9\mu\text{m}$ 、 $188.0\mu\text{m}$ 、 $206.4\mu\text{m}$ であり、最大と最小では $20\mu\text{m}$ 以上の幅があった。 21°C では2回の実験とも16日目までに大量へい死が起きたため飼育を打ち切ったので変態を確認できなかった。

それぞれの水温での飼育日数に対する殻長の直線回帰式を最小二乗法で求めた (Fig. 1, Table 1)。それによると、最小の成長率は 9°C の $0.05\mu\text{m}/\text{日}$ 、最大は 30°C の $8.67\mu\text{m}/\text{日}$ であった。

さらにその結果をもとに水温に対する成長率の回帰式を同様に求めると、

Table 1 Regression lines adopted to the larval growth of Manila clam *Ruditapes philippinarum*.

Temperature	Regression line*
9°C	$SL = 0.05 \cdot D + 100.5$
12°C	$SL = 1.52 \cdot D + 97.7$
15°C	$SL = 3.03 \cdot D + 96.0$
18°C	$SL = 3.94 \cdot D + 98.4$
21°C	$SL = 4.44 \cdot D + 102.4$
24°C	$SL = 5.96 \cdot D + 104.0$
27°C	$SL = 7.31 \cdot D + 101.9$
30°C	$SL = 8.67 \cdot D + 104.4$

* SL, shell length (μm); D, days.

$$GR = 0.377 \times T - 2.96$$

(ただし, GR: 成長率 $\mu\text{m}/\text{日}$, T: 水温 $^{\circ}\text{C}$)

と計算された。この式から, 成長率が0となる水温す

なわち幼生の成長における生物学的零度は 7.9°C と求められた (Fig. 2)。

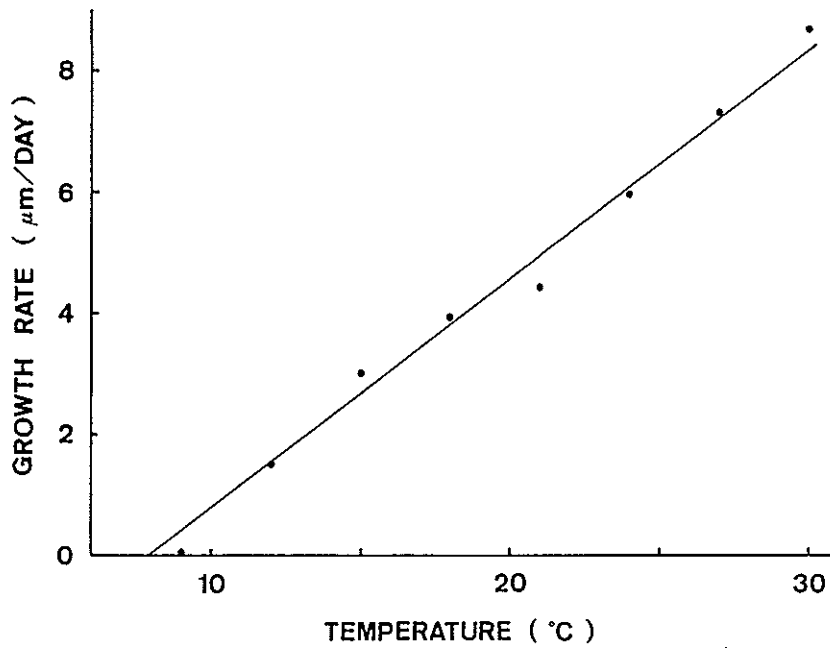


Fig. 2 Relationship between temperature and larval growth rate of Manila clam *Ruditapes philippinarum*.

考 察

二枚貝幼生の成長速度は一定の水温範囲内では水温が高くなるほど速くなることが認められており¹⁻³⁾, アサリ幼生も $12\sim 30^{\circ}\text{C}$ の範囲内では支障なく成長し, 成長速度は水温に依存することが認められた。

二枚貝幼生の成長はシグモイド曲線¹⁾で表現されている場合もあるが, 実験的には直線的な成長を示すことも多く^{2), 3)}, 本報告でも成長の概略的表現は直線で十分であると考え, 直線を当てはめた。そしてその結果算出された成長率は水温と直線関係を示した。

ムラサキイガイ幼生の瞬間成長率は, 比較的低い水温 ($5^{\circ}\text{C}\sim 13^{\circ}\text{C}$) では水温の上昇とともに高まるが, 高い水温 ($13^{\circ}\text{C}\sim 21^{\circ}\text{C}$) では幼生は正常に発生するものの, 瞬間成長率は水温と比例関係を示さない²⁾。ム

ラサキイガイの産卵期は水温の低い冬から春が中心であるが⁶⁾, アサリは春と秋の年2回の産卵期を持ち⁷⁾産卵時期の水温幅が大きい。アサリ幼生の成長が $9^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ の広い範囲で水温と直線的な関係を示したことは, 幼生が春と秋の広い水温幅の環境中でも正常に発生することの反映であるかも知れない。

着底変態は 18°C 以上の場合 (21°C を除く) に確認され, そのときの平均殻長はおおむね $200\mu\text{m}$ 前後であった。二枚貝の着底変態時の大きさは飼育条件²⁾や着底基質によって異なることが考えられ, 今までに報告されているアサリ幼生の着底変態時の大きさも $185\mu\text{m}\sim 230\mu\text{m}$ と幅が大きい⁸⁻¹¹⁾。

東京湾の春 ($4\sim 5$ 月) と秋 ($9\sim 10$ 月) のアサリの産卵期の海面水温はそれぞれ $14^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$, $25^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ *であることから, 仮に春と秋の産卵期の水温を 16

*東京湾漁場環境調査, 千葉水試, 1989~1991年

℃, 22.5℃とし, また着底変態時の大きさを200 μ mとして, 初期D状幼生から着底変態までに要する日数を求めると, それぞれ32日, 19日と計算される。つまり春の産卵群は秋の産卵群に比べて2週間近く長い浮遊期間を持つ可能性があることになる。海中での二枚貝幼生の移動分散過程は単純な物理的粒子の拡散現象として説明できるものではないので, 浮遊期間の長さがそのまま幼生の密度減少率に反映するものではないと思われるが, 浮遊期間の長さは幼生の無効分散の可能性を高めることは確実である。このことはアサリ資源の再生産機構の定量的考察において産卵量から着底量を推定する際などには考慮されるべき点となるだろう。

謝 辞

実験にあたり餌料培養と幼生の計測をそれぞれ担当して頂いた渡辺よし子氏, 伊藤恵美子氏に深く感謝申し上げます。

要 約

- 1) 9℃~30℃の8水温段階でアサリ幼生を飼育し, 水温と成長速度の関係を調べた。
- 2) アサリ幼生の成長率と水温は直線関係を示し, $GR = 0.377 \times T - 2.96$ (GR:成長率 μ m/日, T:水温℃) という回帰式で表現された。
- 3) アサリ幼生の成長における生物学的零度は7.9℃と計算された。

文 献

- 1) Loosanoff, V. L., W. S. Miller and P. B. Smith (1951): Growth and setting of larvae of *Venus mercenaria* in relation to temperature. *J. Mar. Res.*, 10, 59-81.
- 2) Bayne, B. L. (1965): Growth and delay of

metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L.). *Ophelia*, 2(1), 1-47.

- 3) Helm, M. M. and P. F. Millican (1977): Experiments in the hatchery rearing of Pacific oyster larvae (*Crassostrea gigas* Thunberg). *Aquaculture*, 11, 1-12.
- 4) Sastry, A. N. (1979): Pelecypoda (Excluding Ostridae). in "Reproduction of marine invertebrates (eds. Giese, A. G. and J. S. Pearse)", Academic Press, New York, pp. 113-292.
- 5) Bourne, N. C. A. Hodgson and J. N. C. Whyte (1989): A manual for scallop culture in British Columbia. Canadian technical report of fisheries and aquatic sciences, No. 1694.
- 6) 杉浦靖夫 (1959): ムラサキイガイの生殖腺の周年変化と性現象について. 日水誌, 25(1), 1-6.
- 7) 鳥羽光晴・柿野 純・夏目 洋・山川 紘 (1991): 東京湾船橋市地先におけるアサリの生殖周期に関する2, 3の知見. 平成3年度日本水産工学会シンポジウム講演要旨集, 6-10.
- 8) 高見東洋 (1979): アサリの人工種苗生産に関する研究-I. NH_4OH 注射法による産卵誘発と飼育. 山口県内海水産試験場報告, 7, 11-18.
- 9) 鳥羽光晴 (1987): アサリ種苗生産試験-I. 人工種苗生産したアサリの成長. 千葉水試研究報告, 45, 41-21.
- 10) 大橋 裕・河本良彦・岩本哲二 (1990): アサリ *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve) 種苗生産試験. 山口県内海水試報告, 18, 1-9.
- 11) 相良順一郎 (1976): 斧足類生活史研究に関する問題点. 水産海洋学研究, 海洋出版, 東京, pp. 148-152.