

トコブシ浮遊幼生の最終形態と初期発生期における生物学的零度

阿久津哲也*

トコブシのふ化及び浮遊幼生の特徴的な形態変化に要する時間を、14.8, 20.6, 23.4, 25.9及び28.8°Cの5段階の水温条件下で計測した。水温14.8°Cでは正常に発生せずふ化しなかった。浮遊幼生の最終形態は大型アワビ類と異なり、頭部触角上に6つの小突起を備える形態であった。初期発生期における生物学的零度は12.3°Cと推定され、それは大型のアワビ類に比べて高い値であった。それぞれの発生段階における有効積算温度は、ふ化は約105°C・h、幼殻の完成は約215°C・h、第一上足触角の形成は約505°C・h、頭部触角上の第四小突起の形成は約1,030°C・hと推定された。この各発生段階における有効積算温度を種苗生産過程で利用することにより、浮遊幼生の安定した管理が可能となると考えられた。

キーワード：トコブシ、浮遊幼生、生物学的零度、有効積算温度

はじめに

静岡県沿岸に分布するアワビ類は、クロアワビ*Haliotis discus discus*、マダカアワビ*Haliotis madaka*、メガイアワビ*Haliotis gigantea*の大型アワビ類3種と、最大でも10cm程度の小型アワビ類であるトコブシ*Haliotis diversicolor diversicolor*の4種が生息し、重要な磯根漁業の対象種となっている。これら4種は、栽培漁業や養殖の対象種として、日本各地で種苗生産が行われている。種苗生産において、ふ化や浮遊幼生の発生段階、底生生活への移行など形態変化の激しい初期発生期には、それぞれの発生段階に対応した作業が必要となる。形態変化及び受精から各形態に変化するまでの時間を知ることは種苗生産の効率化に必要である。卵から浮遊幼生の形態変化は、エゾアワビ*Haliotis discus hannai*¹⁾、トコブシ²⁾で報告がある。この形態変化は有効積算温度により予測が可能で、その起点となる初期発生期における生物学的零度が大型アワビ類のエゾアワビ、クロアワビなどで明らかにされている¹⁾が、トコブシでの報告はない。また、大型アワビ類が晩秋から冬に産卵するのに対し、トコブシは初夏から秋に産卵し高水温下で初期発生が進むことから、形態変化に要する有効積算温度が異なることも考えられる。そこで、トコブシの初期発生期における生物学的零度及び浮遊幼生の

主な形態変化に要する有効積算温度を明らかにしたので報告する。

方 法

トコブシ親貝は2004年に下田市白浜地先で採集された殻長約60mmの天然貝を用いた。これらを採卵誘発刺激³⁾により採卵採精し、26.5°Cのろ過海水中で受精し供試受精卵を得た。受精卵は、26.5°Cのろ過海水の流水で10分間の洗卵後、水温25.5°Cに調温したストレプトマイシン硫酸塩150mg/L及びペニシリンGカリウム塩15,000IU/Lを添加した市販人工海水（以下人工海水とする）1L中に約1万粒収容した。飼育は、飼育水量1Lの止水で行い、飼育水を1日に1回の頻度で新しい人工海水と全量交換した。試験水温は14, 20, 23, 26及び29°Cの5段階とし、約20分かけて25.5°Cから試験温度へと調温した。水温データは、温度自動記録計により5分間隔で採取した。形態変化を記録した時間は、ふ化、頭足部の捩れ、眼点の形成、第一上足触角の形成、これら4段階の形態上の特徴を備えるのに要した時間とした。また、29°C区については、上記4形態に加えて幼殻の完成、蓋の形成、平衡胞の形成、頭部触角上の第二小突起の形成、及び頭部触角上の第四小突起の形成

表1 各発生段階の特徴を備えるのに要する時間

発生段階	試験区				
	29℃区 (時間)	26℃区 (時間)	23℃区 (時間)	20℃区 (時間)	14℃区 (時間)
ふ化	6.50	7.67	9.50	12.75	-*
頭足部の振れ	13.00	16.50	21.00	28.50	
眼点の形成	21.25	25.00	32.50	42.00	
第一上足触角の形成	32.50	37.33	45.75	56.50	
幼殻の完成	13.00				
蓋の形成	14.50				
平衡胞の形成	35.00				
頭部触角上の第二小突起の形成	45.92				
頭部触角上の第四小突起の形成	62.17				

* ふ化にいたらず

それぞれの形態上の特徴を備えるのに要した時間を記録した。形態変化の観察は15分ごとに行った。

結果及び考察

各試験区の受精から57時間までの平均水温±標準偏差は、14℃区14.8±1.20℃、20℃区20.6±0.53℃、23℃区23.4±0.24℃、26℃区25.9±0.14℃及び29℃区28.8±0.45℃であった。浮遊幼生が各発生段階の特徴を備えた時間を表1に示した。14℃区では、発生が正常に進まずふ化にいたらなかった。20、23、26及び29℃区は、順調に発生が進み各発生段階へと到達した。また、飼育水温が高いほど各発生段階への到達に要する時間は短かった。

29℃区において、頭部触角上の第四小突起が形成された段階の浮遊幼生を翌日に観察したところ、頭部触角上に6つの小突起が形成されていた(写真1)。これをさらに1日後に観察したが、形態変化はみられなかった。エゾアワビ、クロアワビ、メガイアワビの浮遊幼生では、頭部触角上に第四小突起が形成された段階以降は面盤を捨てて変態する以外の形態変化が見られない¹⁾。しかし、トコブシ浮遊幼生では、頭部触角上に小突起が形成される報告はあるものの²⁾、第六小突起が形成される形態変化の報告はなく、本報告で観察された頭部触角上に6つの小突起を形成する段階が浮遊幼生としての最終形態と考えられる。大型のアワビ類3種とトコブシとでは遺伝的距離が離れ⁴⁾、呼吸孔の数及びその周囲の盛り上がり^{5)・6)}や産卵期が異なること^{7)・8)}などが知られているが、初期発生時の形態においても浮遊幼生の最終形態に違いがみられた。

ふ化、頭足部の振れ、眼点の形成、第一上足触角の形成の4段階の形態上の特徴を備えるまでの所要時間t(時間)と水温T(℃)との関係を図1に示した。また、これらの関係は以下の近似式であらわされた。

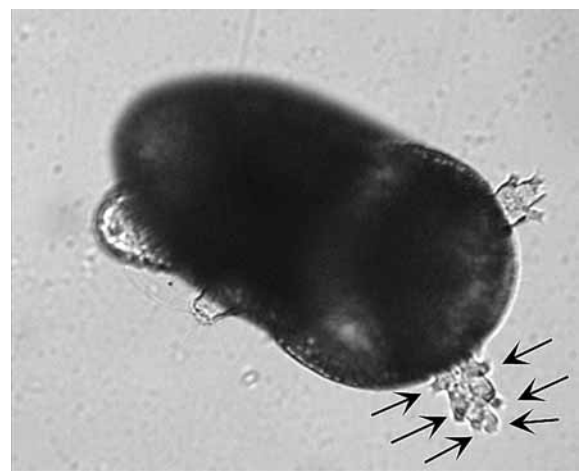


写真1 トコブシ浮遊幼生の最終形態

矢印：小突起を示す

ふ化

$$1 / t = 0.0097T - 0.1213 \quad (R^2 = 0.997)$$

頭足部の振れ

$$1 / t = 0.0052T - 0.0743 \quad (R^2 = 0.995)$$

眼点の形成

$$1 / t = 0.0029T - 0.0365 \quad (R^2 = 0.992)$$

第一上足触角の形成

$$1 / t = 0.0016T - 0.0154 \quad (R^2 = 0.996)$$

これらからトコブシの初期発生期における生物学的零度は12.3℃と推定された。これは、大型アワビ類のエゾアワビ7.6℃¹⁾、クロアワビ8.5℃¹⁾、マダカアワビ9.0℃¹⁾、メガイアワビ約9℃⁹⁾と比べて高い値であり、生物学的零度が北方系の種ほど低く南方系の種が高い¹⁰⁾ことと合致していた。また、アワビ類の初期発生期の生物学的零度は、種の生理、生態の特徴との関連が示唆されている⁹⁾。トコブシの生物学的零度が高いことは、大型アワビ類が正常な発生をする水温(14.8℃)でふ化しないこと、水温の高い夏期に産卵を行うこと、地理的分布の重なるクロアワビやマ

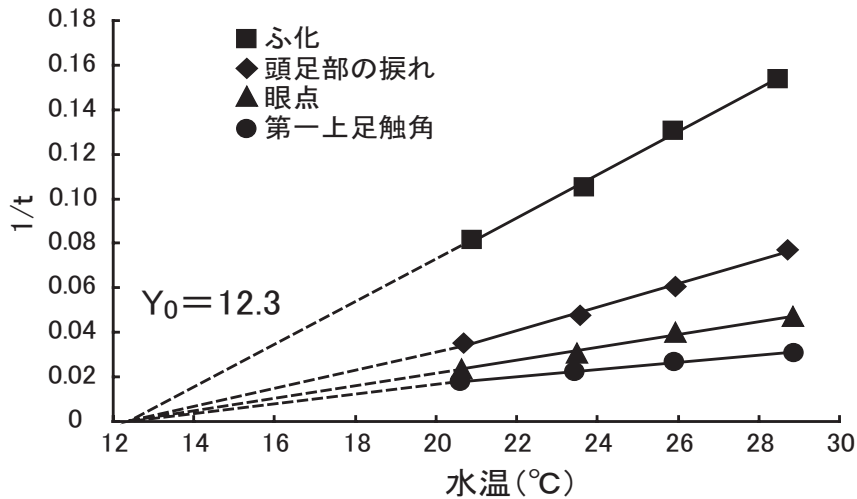


図1 水温と各発生段階への到達時間の逆数 (1/ t) の関係

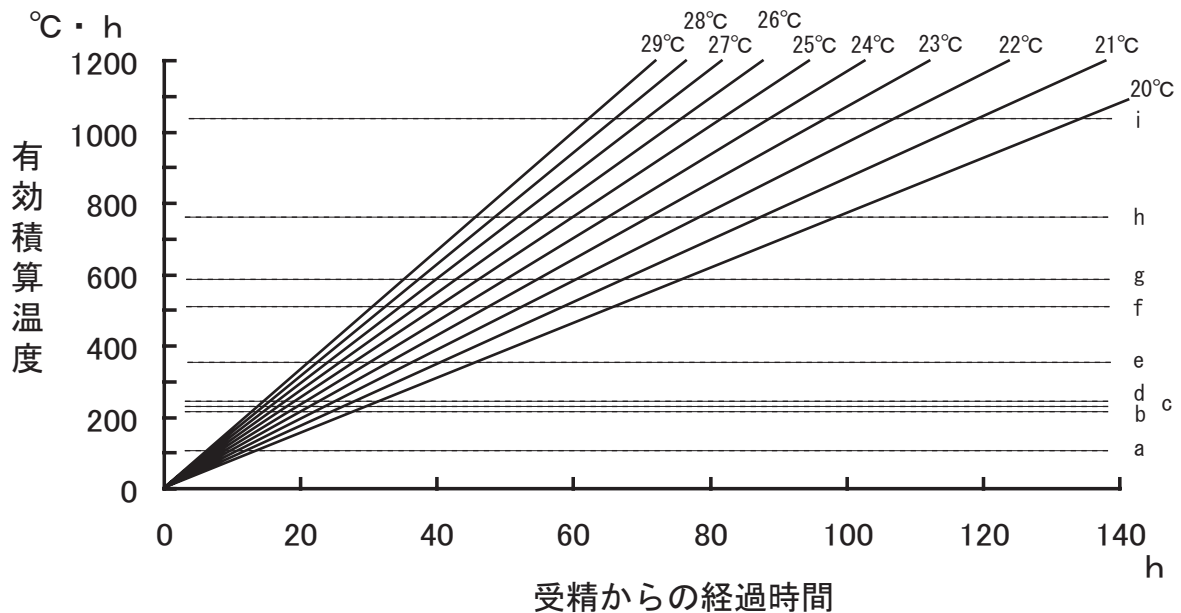


図2 水温ごとの受精からの経過時間と有効積算温度の関係

a:ふ化 b:幼殻の完成 c:頭足部の振れ (90度) d:蓋の形成 e:眼点 f:第一上足触角
g:平衡胞 h:頭部触角上の第二小突起 i:頭部触角上の第四小突起

ダカアワビに比べて夏期水温の高い浅所で漁獲されることなどの、大型アワビ類に比べて高い水温帯を生活域にしている生理、生態的特徴との関連を示しているものと考えられた。

各発生段階の特徴を有するまでの有効積算温度は、ふ化は約105°C · h、幼殻の完成は約215°C · h、頭足部の振れは約230°C · h、蓋の形成は約240°C · h、眼点は約350°C · h、第一上足触角の形成は約505°C · h、平衡胞の形成は約580°C · h、頭部触角上の第二小突起の形成は約760°C · h、頭部触角上の第四小突起の形成は約1,030°C · hと推定された。図2に飼育水温による受精からの経過時間と有効積算温度の関係を示した。トコブシ種苗生産では夏期の

高水温の影響で飼育水質が急速に悪化するため、ふ化時点での死亡個体の除去、蓋を形成した時点での換水率の上昇など、浮遊幼生の発生段階に応じた的確な作業が求められる。一方で、有効積算温度で示すようにある発生段階への到達時間は、飼育水温の上昇とともに短くなる。本報で報告した浮遊幼生の形態変化に要する有効積算温度により、各発生段階に到達する時間を予測し、的確な作業を行うことが可能となる。これにより、浮遊幼生の安定した管理が可能となり、種苗生産事業の効率化に寄与するものと考えられた。

文 献

- 1) 関哲夫・菅野尚 (1977) : エゾアワビの初期発生と水温による発生速度の制御, 東北水研研究報告, 38, 143~153.
- 2) 大場俊雄 (1964) : トコブシの増殖に関する基礎的研究—II., 日本水産学会誌, 30 (10), 809~819.
- 3) 静岡県栽培漁業センター・静岡県水産試験場伊豆分場 (1992) : 採卵技術開発, 平成3年度地域特産種増殖技術開発報告書 (静岡県), 11~13.
- 4) 藤尾芳久・尾庭きよ子・湯沢麻美・高橋寛爾 (1989) : アワビ類の遺伝的変異と集団構造, 海洋生物集団の識別に関する先導的評価手法の開発事業報告書 (日本水産資源保護協会), 459~476.
- 5) 吉良哲明 (1954) : トコブシ, 原色日本貝類図鑑, 保育社, 東京, 5~6.
- 6) 黒田徳米・波部忠重・大山桂 (1971) : トコブシ, 相模湾産貝類 (生物学御研究所編), 丸善株式会社, 東京, 7~8.
- 7) 静岡県水産試験場伊豆分場 (2005) : アワビ類, 伊豆分場だより, 300, 26.
- 8) 静岡県水産試験場伊豆分場 (2005) : トコブシ, 伊豆分場だより, 300, 28.
- 9) 道津光生・木下秀明 (1985) : メカイアワビの卵に及ぼす温度の影響, 海洋生物環境研究所研究報告, 85201, 1~16.
- 10) 関哲夫 (1997) : エゾアワビの種苗生産技術体系とその基礎となる生物学的研究, 東北区水産研究所研究報告, 59, 1~71.

Final larval morphology and temperature of the biological zero at early life of *Haliotis diversicolor aquatilis*

Tetsuya Akutsu

Abstract *Haliotis diversicolor aquatilis* was cultured in water with temperatures of 14.8, 20.6, 23.4, 25.9 and 28.8°C, and the time required for hatching and morphological alterations characteristic during the larval stage were determined under each temperature condition. *H. diversicolor aquatilis* did not develop normally and no hatching was observed in water with a temperature of 14.8°C. The final morphology of the larvae was different from that of large-sized abalones, and showed six tubules on the cephalic tentacles. The estimated temperature of the biological zero in the early life of *H. diversicolor aquatilis* was 12.3°C, which was higher than that of large-sized abalones. The estimated effective accumulated temperatures at individual developmental stages were approximately 105°C/h during hatching, 215°C/h during the complete formation of larval shells, 505°C/h during the complete formation of the first epipodial tentacle, and 1,030°C/h during the complete formation of the fourth tubule on the cephalic tentacles. It may be possible to achieve stable management of the larvae of *H. diversicolor aquatilis* by applying these accumulated temperatures at individual developmental stages to seed production.

Key word: *Haliotis diversicolor aquatilis*, biological zero, effective accumulated temperatures