

## ヤマトシジミの温度耐性

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
著者	中村, 幹雄 品川, 明 中尾, 繁
巻/号	44巻3号
掲載ページ	p. 267-271
発行年月	1996年9月

## ヤマトシジミの温度耐性

中村幹雄<sup>1)</sup>・品川 明<sup>2)</sup>・中尾 繁<sup>3)</sup>

(<sup>1)</sup> 島根県水産試験場 三刀屋内水面分場, <sup>2)</sup> 学習院女子短期大学, <sup>3)</sup> 北海道大学水産学部)

Temperature Tolerance of the Brackish Water Bivalve, *Corbicula japonica* Prime

Mikio NAKAMURA, Akira SHINAGAWA, and Shigeru NAKAO

### Abstract

The brackish water bivalve, *Corbicula japonica* was found to tolerate short-term exposure (24 h) to waters temperatures ranging from 0 to 35 °C. During long-term exposure (30 days) to high temperatures, the upper lethal limit of *C. japonica* was about 32 °C.

At 30 °C, individuals first acclimated to 25 °C survived longer than those acclimated to 10 °C or 20 °C.

The temperature tolerance of adults was similar to that of juveniles.

ヤマトシジミ *Corbicula japonica* は汽水湖や河口域に広く分布するわが国の重要な内水面漁業対象二枚貝である。本種が生息する汽水域は、一般に水深が浅く、干潟が形成しやすいなどの特徴があり<sup>1-3)</sup>、しばしば急激な水温変化に曝される。このような環境に生息するヤマトシジミは広い範囲の水温に耐性を示すものと推察される。

これまでヤマトシジミの生理に及ぼす水温の影響については、それぞれ発生<sup>4)</sup>、発生後期の成長<sup>5)</sup>、濾過速度とアンモニア排出速度<sup>6)</sup>、酸素消費量<sup>7)</sup>などの報告がある。しかし、水温耐性に関する報告はなく、ヤマトシジミと同属の *Corbicula fluminea*<sup>8-11)</sup>の研究例があるにすぎない。また、ヤマトシジミの致死水温に関しては知られていない。

本研究では、宍道湖産のヤマトシジミを用い、0 °C から40 °C まで段階的に水温を昇降させ、24時間後の生残個体数を観察し、生残におよぼす水温の影響につい

て検討した。次いで、水温の異なる6試験区について長期間(30日間)の高温耐性試験を行った。馴致水温の違いによる水温耐性についても検討を加えた。

### 材料および方法

供試材料 実験に供したヤマトシジミ *Corbicula japonica* は、宍道湖の玉湯沖保護区においてスミス・マッキンタイヤ型採泥器(0.05m<sup>2</sup>)を用いて底質と共に採集した。20リットルのコンテナに採集地点の底質を約50cm敷き、湖水で満たした状態で所要時間約1時間をかけて貝を実験室まで持ち帰った。採集地点の底層直上の水温と塩分はYSI Model 3800で測定した。実験に供する前に、冬期に採集したヤマトシジミについては室温18 °C、夏期の採集では室温25 °Cの実験室内で5日間、エアストーンで十分通気しながら予備飼育し水温馴致を行った後、選別して実験に供した。そして、底質中に潜入し、底質直上に出している水管

受領日：1996(H8)年1月9日

索引語：ヤマトシジミ／温度耐性／生残／宍道湖

連絡先：〒690-24 島根県飯石郡三刀屋町古城1132-8 島根県水産試験場三刀屋内水面分場 中村幹雄

Address：M. NAKAMURA, Shimane Prefectural Fisheries Experimental Station, 1132-8 Kojou, Mitoya, Shimane, 690-24, Japan

をガラス棒で刺激すると素早く反応する貝を健全な個体と判断して実験に供した。

本実験においては、水槽内に底質を敷かず、飼育は止水中、自然の光条件下、エアストーンで十分通気しながら行った。ヤマトシジミは無給餌で60日間全く死亡しなかった\*ことから、本実験の飼育期間中(14~30日)では、絶食の影響は比較的少ないと判断したため餌条件は無給餌とした。実験の開始時にヤマトシジミの殻長をノギスを用いて測定した。飼育水温の調整は電子サーモスタットに150Wのヒーターおよび冷却装置を用い、期間中定時(午前9時)に毎日行った。同時に水温およびpHはHORIBA pH METER D-12、塩分はDEGITAL SALT UC-77(セントラル科学)を用いて測定した。生死の判定は、水管と足を出し、刺激を与えても反応しないものおよび開設したままで軟体部の見えるものを死貝とした。水温耐性を比較するために、実験から得られた生残数の変化から半数死亡時間(LT<sub>50</sub>)と全数死亡時間(LT<sub>100</sub>)を算出した。

**短時間(24時間以内)の水温耐性** 1994年12月に採集したヤマトシジミの稚貝 $3.49 \pm 0.49$ mm(平均殻長 $\pm$ SD, 以下同様に示す)、および成貝 $23.26 \pm 1.03$ mmを用いた。採集時の宍道湖底の直上水の水温は $11.5^{\circ}\text{C}$ 、塩分濃度は $8.6$ PSUであった。まず、水温上昇試験では、採集し5日間水温馴致した後選別したヤマトシジミを水温 $18^{\circ}\text{C}$ の水槽(容量 $35$ l)に稚貝20個体、成貝50個体を入れ、1日間馴致させた。その後、飼育水温が $40^{\circ}\text{C}$ に達するまで毎日9時にサーモスタットを調節し、水温を $2^{\circ}\text{C}$ ずつ上昇させた。水温を $2^{\circ}\text{C}$ 上昇するのに約10分間要した。水温 $40^{\circ}\text{C}$ では48時間後の生残数も確認した。水温降下試験に関しては、水温 $13^{\circ}\text{C}$ の水槽で上記と同様に1日間馴致後、飼育水温が $0^{\circ}\text{C}$ になるまで冷却装置を用いて毎日9時に5~10分間で水温を $2^{\circ}\text{C}$ ずつ下降させた。さらに、水温 $0^{\circ}\text{C}$ で3日間飼育し、生残個体数を調べた。低温域は運動性に乏しく、生死の判定は困難であったので、3日間 $0^{\circ}\text{C}$ で飼育した後、水温を室温( $13^{\circ}\text{C}$ )までヒーターを用いてできるだけ緩やかに戻し、生死の判定を行った。

**長期間(10日以上)の高温耐性** 1995年8月に採集したヤマトシジミ成貝 $21.63 \pm 1.56$ mmを用いた。採集時の宍道湖底の直上水の水温は $28.4^{\circ}\text{C}$ 、塩分濃度は $8.9$ PSUであった。採集したヤマトシジミを予備飼育水槽から選別し、飼育水温 $30^{\circ}\text{C}$ の水槽(56l)に1

日間馴致し、生残を確認した後、28, 30, 32, 34, 36および $38^{\circ}\text{C}$ の6試験区の水槽(7l)にそれぞれ20個体ずつを水温馴致することなく収容し、30日間、経目的に生残個体数を調べ、長期間の高温耐性試験を行った。

**馴致水温の違いによる温度耐性** 1995年1月に採集したヤマトシジミの成貝 $21.14 \pm 1.55$ mmを用いた。採集時の宍道湖底の直上水の水温は $5.8^{\circ}\text{C}$ 、塩分濃度は $2.2$ PSUであった。まず、予備飼育水槽からヤマトシジミを取り出し、10, 20および $25^{\circ}\text{C}$ の水槽(35l)に移し、1日間馴致させた。各温度で馴致させた後、 $30^{\circ}\text{C}$ の試験水槽(35l)にそれぞれ50個体ずつを移し、生残個体数の推移を20日間、経目的にとらえ、馴致水温および昇温幅の違いによる温度耐性について調べた。

## 結 果

**短期間の水温耐性**  $18^{\circ}\text{C}$ から $40^{\circ}\text{C}$ までの昇温試験ではヤマトシジミは $18^{\circ}\text{C}$ から $35^{\circ}\text{C}$ の範囲で24時間以内にはほぼ生残率が100%であった。しかし、 $36^{\circ}\text{C}$ に達すると生残率は91%,  $38^{\circ}\text{C}$ で87%,  $40^{\circ}\text{C}$ では72%と急激に低下し、 $40^{\circ}\text{C}$ 48時間後では生残個体は確認されなかった(Fig. 1)。また、飼育水温が $13^{\circ}\text{C}$ から $0^{\circ}\text{C}$ までの降温試験では弊死個体は認められず、すべて生存していた(Fig. 2)。成貝と稚貝の生残率の変化は試験したすべての温度帯でほとんど差は認められず、成貝と稚貝の水温耐性はそれほど変わらないと考えられる(Fig. 1, 2)。

このように段階的に水温を昇降させた場合、24時間以内の短期間、100%生存可能な生息限界温度は $0^{\circ}\text{C}$ から $35^{\circ}\text{C}$ であり、50%生存可能な生息限界温度は広がり $0^{\circ}\text{C}$ から $40^{\circ}\text{C}$ の範囲であると思われた。

**長期間の高温耐性** 28, 30, 32, 34, 36および $38^{\circ}\text{C}$ 飼育における生存個体数の変化は、飼育水温 $28\sim 32^{\circ}\text{C}$ で弊死するヤマトシジミ(成貝)は30日間にわたりまったくみられなかった(Fig. 3)。 $34^{\circ}\text{C}$ では15日目に弊死貝がわずかにみられ、30日目には80%以上の生残率であった。 $36^{\circ}\text{C}$ では7日目から弊死が徐々に認められ、半数致死時間(LT<sub>50</sub>)は283時間(12日)、全数致死時間(LT<sub>100</sub>)は384時間(16日)であった。また、 $38^{\circ}\text{C}$ では早期に弊死個体が観察され、LT<sub>50</sub>およびLT<sub>100</sub>はそれぞれ48時間(2日)と96時間(4日)であった。これらより30日間の長期の高温耐性において、100%生存可能な上限水温は $32^{\circ}\text{C}$ であると推測した。

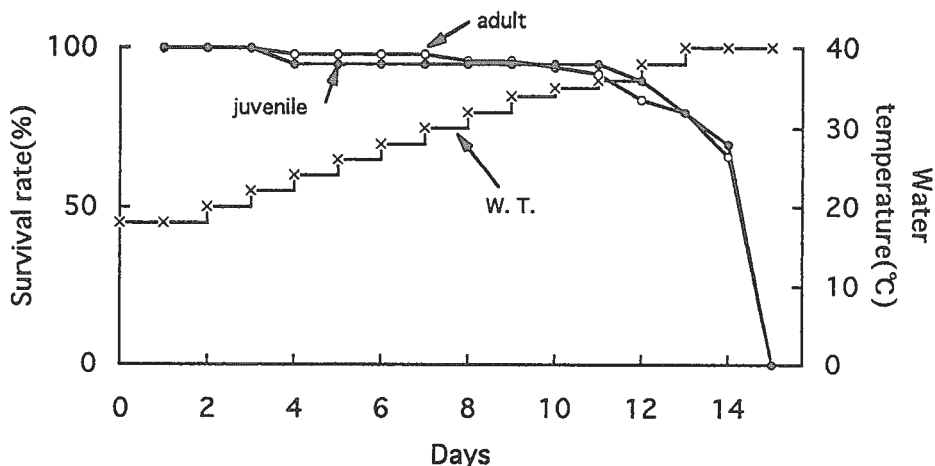


Fig. 1. Survival of adult and juvenile *C. japonica* exposed to a range of temperatures between 18-40 °C.

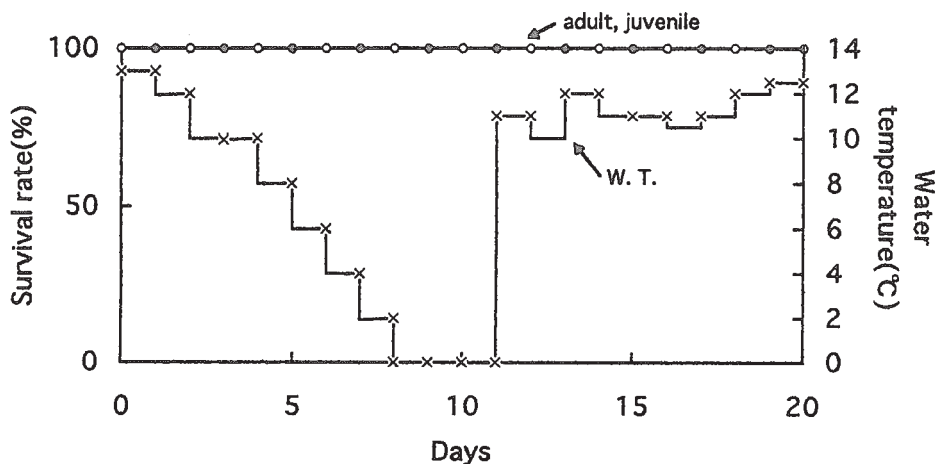


Fig. 2. Survival of adult and juvenile *C. japonica* exposed to a range of temperatures between 13-0 °C.  
●: juvenile, ○: adult.

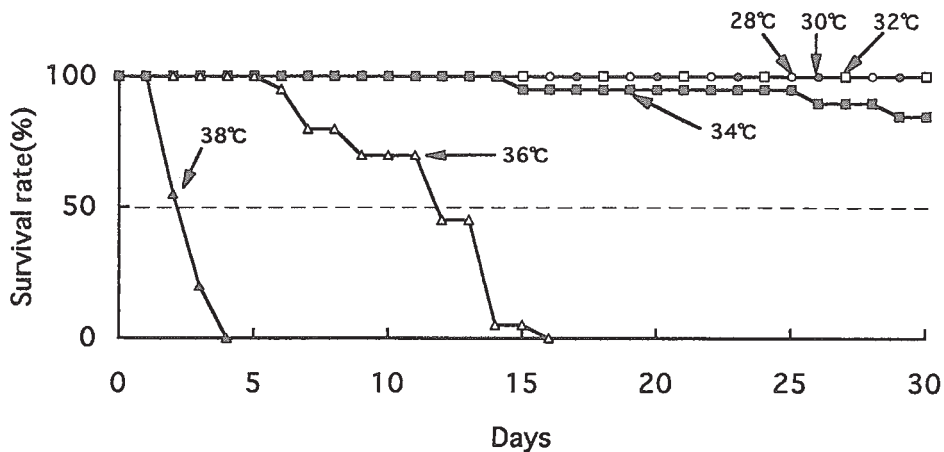


Fig. 3. Effects of high temperatures on the survival of adult *C. japonica*.

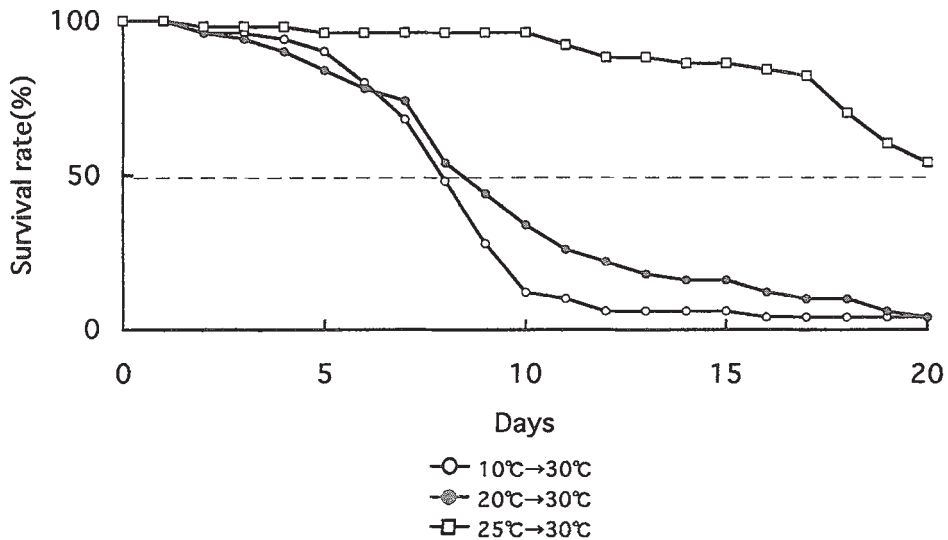


Fig. 4. Survival of adult *C. japonica* acclimated to different temperatures.

**馴致水温の違いによる温度耐性** 10℃で馴致させたヤマトシジミ（成貝）を30℃の水槽に移した場合、2日目より弊死貝が観察され、以後直線的に生残率が低下した。20℃に馴致させた貝についても同様の傾向を示し、LT<sub>50</sub>は8日目であった。一方、昇温変化が5℃と変動が小さい25℃に馴致させた試料は、10日目で生残率はほぼ96%であった（Fig. 4）。

#### 考 察

本研究のヤマトシジミでは0℃の水温中で3日間以上生存可能であった。これまで、生残に及ぼす低温耐性試験についての研究は、淡水産の *C. fluminea*<sup>8-11)</sup>を用いた報告があるのみである。これによると水温15℃で馴致した *C. fluminea* では水温2℃で200時間の生存は不可能であると報じている。

短期間（24時間以内）のヤマトシジミの高温耐性は本実験では38℃以上の高水温にも耐えられることが判った。同じような試験はアサリ<sup>12-13)</sup>、ハマグリ<sup>14)</sup>、アコヤガイ<sup>15)</sup>でも行われており、それぞれのLT<sub>50</sub>は36.4℃（実験前の水温20.1℃、以下同様に示す）、41.4℃（19.6℃）、35.3℃（20.1℃）であった。また、渡辺<sup>15)</sup>はアコヤガイを用いて、温度範囲25～46℃、24時間での、稚貝・幼貝・成貝の高温耐性を調べ、各発育段階の高温耐性には、顕著な差はなかったと報じている。ヤマトシジミにおいても稚貝と成貝の比較では差は認められず、発育段階によって温度耐性は変わ

らないものと考えられた。

一方、長期間の高温耐性に関しても *C. fluminea* を用いた研究<sup>8-11)</sup>がある。それらによると、水温30℃で馴致した *C. fluminea* では水温34℃では2週間以上の生存が可能であると報告している。またホッキガイに関する同様の研究<sup>16)</sup>では水温20℃で馴致したホッキガイは水温30℃で1週間、29℃では3週間以内にすべて死んでいる。さらにムラサキガイ<sup>17)</sup>においては21℃から29℃の日周変化では生存可能であるが、29℃の定温では長期の生存は不可能と、報告されている。宍道湖産ヤマトシジミは32℃においても30日間の実験でほとんど死亡するものがなく、高水温中でも長期間生存できると推測された。渡辺<sup>15)</sup>はアコヤガイを用いて、昇温幅と生残の関係について報告している。これによると、昇温幅が大きいほど生残率が低下すると述べている。また、Mattice と Dye<sup>8)</sup> や McMahon<sup>9)</sup>は *C. fluminea* を試料とし、馴致温度と致死上限・下限度の関係について研究し、高温環境に馴致させると致死上限温度が上昇し、低温環境に慣らすと致死下限温度が低くなると報じている。本研究においても馴致温度が低く、昇温幅が大きいほど生残率が低下することが判った。以上より、高温域への急激な温度変化はヤマトシジミの生残に重大な影響をおよぼすことが判明した。さらに、高温環境に馴致させると生息限界温度が上昇する可能性が示唆された。宍道湖の水温変動<sup>18)</sup>は年間を通じ4℃から30℃の範囲にあ

り、ヤマトシジミの生存に適した環境にある。したがって、宍道湖では水温によりヤマトシジミが弊死することはほとんどないと思われる。しかし水温は単一要因として影響するのではなく、自然条件下では溶存酸素や塩分の環境要因等と複合的に作用すると考えられるので、今後は、これらの要因を含めた実験からヤマトシジミの耐性を検討する必要がある。

### 要 約

宍道湖のヤマトシジミを用い、短期および長期間の温度耐性ならびに急激な温度変化に対する温度耐性について調べた。さらに、稚貝と成貝の温度耐性の違いについても検討を加えた。

1) 24時間以内の短期間の温度耐性において、100%生存可能な温度範囲は0~35℃であった。

2) 30日間の長期間にわたる生息可能な上限温度は32℃と判断した。

3) 高温域への急激な温度変化は生残に重大な影響をおよぼす。また、高温環境に馴致させた場合、生息限度温度が上昇する可能性が示唆された。

4) 成貝と稚貝の温度耐性は、ほぼ同程度であることが判った。

### 謝 辞

本実験にご協力頂いた島根大学理学部大学院生原田茂樹氏、島根県水産試験場三刀屋内水面分場の研究員各位に厚く御礼申し上げます。

### 文 献

- 1) 國井秀伸・高安克己・橋谷 博・中村幹雄・中尾繁 (1993): 汽水湖生態系の特性と日本における研究の現状. 日生態会誌, 43, 195-209.
- 2) 益子帰来也 (1981): 汽水の生物学. 陸水雑, 42(2), 108-117.
- 3) 中村幹雄 (1993): 汽水湖の生物と漁業. アーバンクボタ, (32), 14-23.
- 4) 朝比奈英三 (1941): 北海道に於ける蜆の生態学的研究. 日水誌, 10(3), 146-152.
- 5) 田中彌太郎 (1984): ヤマトシジミ稚仔期の形態および生理的特性について. 養殖研報, 6, 23-27.
- 6) Nakamura, M., M. Yamamuro, M. Ishikawa, and H. Nishimura (1988): Role of the bivalve *Corbicula japonica* in the nitrogen cycle in amesohaline lagoon. *Mar. Biol.*, 99, 369-374.
- 7) 位田俊臣・浜田篤信 (1978): 酸素欠乏にともなうヤマトシジミの代謝変動について. 水産増殖, 23(3), 111-114.
- 8) Mattice, J. S. and L. L. Dye (1976): Thermal tolerance of adult Asiatic clam. In "Thermal Ecology II" (ed. by G. W. Esch and R. W. McFarlane), National Technical Information Service, U. S. Department of Commerce, Springfield, Virginia, pp. 130-135.
- 9) McMahon, R. F. (1979): Response to temperature and hypoxia in the oxygen consumption of the introduced Asiatic freshwater clam *Corbicula fluminea* (Muller). *Comp. Biochem. Physiol.*, 63A, 383-388.
- 10) McMahon, R. F. (1983): Ecology of an invasion pest bivalve, *Corbicula*. In "The Mollusca" (ed. by W. D. Russell-Hunter), Vol.6, Ecology, Academic Press, San Diego, pp. 505-561.
- 11) McMahon, R. F. and C. J. Williams (1986): Growth, life cycle, upper thermal limit and downstream colonization rates in a natural population of the freshwater bivalve mollusc, *Corbicula fluminea* (Muller) receiving thermal effluents. In "Proceedings Second International *Corbicula* Symposium" (ed. by J. C. Britton), American Malacological Bulletin Special Edition No.2, pp. 151-166.
- 12) 池末 弥・松本 直 (1956): アサリの生態学的研究-I 沈着初期アサリの体比重並びに高温に対する抵抗性. 有明海研究報告, 3, 16-23.
- 13) 木下秀明 (1985): アサリの卵・浮遊幼生・稚貝の高温耐性. 海生研報告, No.85204, 1-38.
- 14) 道津光生・木下秀明 (1988): ハマグリ卵の浮遊幼生・稚貝の高温耐性. 海生研報告, No.88201, 1-23.
- 15) 渡辺幸彦 (1988): アコヤガイの稚貝・幼貝・成貝の高温耐性. 海生研報告, No.88203, 33-71.
- 16) 田中彌太郎 (1980): ホッキガイ稚貝の耐高温性について. 水産増殖, 28(3), 165-170.
- 17) Widdows J. (1976): Physiological adaptation of *Mytilus edulis* to temperature. *J. Comp. Physiol.*, 105, 115-122.
- 18) 島根県 (1980-1995): 公共用水域水質測定結果報告書