

# 旧江戸川支流、左近川におけるヤマトシジミ (*Corbicula japonica*) の個体識別による成長について

橋詰 和慶・木内 秋恵\*・高木 嘉雄\*

総合教養センター

## 1. 緒言

ヤマトシジミは北海道から九州、朝鮮半島に分布し、汽水域の河口や干潟などの砂泥底に生息する<sup>1)</sup>。国内のシジミ類の漁獲の9割以上を占め、内水面で他の魚種をも抜いて国内最大の漁獲量を誇る。しかしながら国内の漁獲量は、30年以上にわたり、減少傾向が止まず、それに伴い増加した中国大陆や台湾などからの同属種の輸入によって<sup>2)</sup>、外来種と在来種、あるいは地域個体群どうしの交雑、つまりは遺伝子汚染が危惧される。日本在来のヤマトシジミが、どのような生態様式であるかを把握するのは急務と言っても過言ではない。

日本で最もなじみ深い二枚貝と言える本種について、これまで分類<sup>3)</sup>、産卵生態<sup>4)</sup>、初期生活史<sup>5)</sup>、砂泥中の鉛直分布<sup>6)</sup>、摂餌生態<sup>7)</sup>、物質循環<sup>8)</sup>、体成分<sup>9)</sup>など、多方面の研究がある。ただ、生態学の基本的項目である成長に関する研究事例はまだ乏しい。本種の成長研究の多くは、個体群の平均サイズの時間的推移から個体の成長を間接的に推定したものであり<sup>10-13)</sup> 個体の成長を直接追跡したものではない。したがって、大きさの変化に、個体群の死亡や移動による集団組成の入れ替えの影響が加わっており、例えば大型個体ばかり死亡、移出することがあれば、平均サイズの減少すら起こりうる。加えて、別の場所に移植して殻長の成長の推移を長期間追跡したのに加え<sup>14)</sup>、塗料を塗って標識して再捕獲して殻高や重量を追跡した研究<sup>15-16)</sup> もあるが、いずれも個体識別まではしていないか、再捕できた個体数はごく僅かに過ぎない。これに加え、多くの二枚貝の

成長研究で行われているのは、寒冷期や産卵期など成長停滞時期に殻表に形成される輪紋<sup>17-21)</sup>、月レベルで形成される殻脈<sup>22)</sup>、日周や潮汐ごとに形成される日輪(潮汐輪)<sup>23-24)</sup>を、年齢形質に解析するものである。しかしながら、輪紋、殻脈はしばしば明瞭、不明瞭の個体差があり、識別しやすいものばかりが解析に用いられる恐れがあること、日輪は、貝殻を樹脂で包埋してから薄片状にして顕微鏡観察といったように、読み取りの解析にかなり時間がかかることから、少数個体しか扱えないなどの技術的問題点がある。最近になって、ようやく成長試験籠が用いた研究がなされ、個体識別による成長研究が行われるようになった<sup>25)</sup>が、現地の個体を主体に用い、四季を通じて追跡を何度も繰り返した琵琶湖産のセタシジミ<sup>26)</sup>でなされたような研究は、ヤマトシジミではまだ行われていない。さらに、体の大きさによって成長量に違いがあることが予想されるが、両者の関係を定量的に解析したものも本種で皆無である。

本研究では、ヤマトシジミの通年にわたる殻長、個体重量の成長様式の季節変化を、現場に生息する同一個体の追跡により直接的に、しかも大きさ(殻長)別に環境と関連付けて解明できたのでここに報告する。

## 2. 方法

### 1) 調査域

左近川は東京都江戸川区内を流れ、荒川と旧江戸川、双方のごく下流を接続する川幅10m以下、水深1m以浅の小規模な水路で(Fig. 1)、塩分1.5~1.7%程度(橋詰未発表データ)の半海水が流れる。両河川の下流域とは異なり、潮汐はほとんど見られない。コンクリート舗装の上に砂泥あるいは砂礫が堆

\* 江戸川区子ども未来館

積する人工的環境でありながら、1 m<sup>2</sup>あたりで10mm以上の個体だけでも、200個体以上が高密度に生息し（橋詰未発表）、通常の漁獲サイズを超える30mm以上の大型個体も珍しくなく、本調査域はヤマトシジミの生息に大変適していると言うことができる。

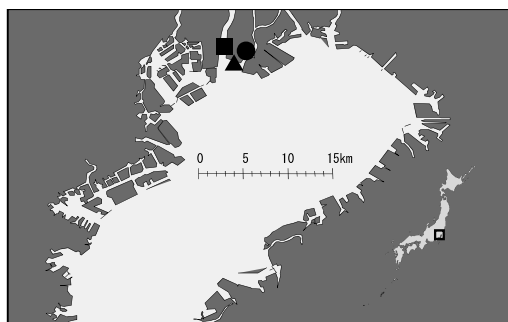


Figure 1. Location of study area in innermost part of Tokyo Bay. Closed circle shows study site of caged *Corbicula japonica* in Sakongawa channel. Closed triangles shows observation station of daily air temperatures recorded by Edogawa-rinkai Automated Meteorological Data Acquisition System (AMEDAS) in Tokyo Sea Life Park. Closed square shows observation station of water temperatures recorded by Ministry of Land at Kasai bridge in Arakawa River.

そこで、左近川の東端にある旧江戸川の取水口付近の水深60cm程度の場所を調査域に選び、2014年12月17日より成長試験用の網籠（ステンレス製、40cm四方、深さ25cm、網径5mm）（Fig. 2）を埋設した。籠に入れる個体の採集にあたっては、設置場所のすぐ周辺の砂泥あるいは砂礫をかきだし、丈夫な手網で篩うだけで十分であった。



Figure 2. General view of cage used in growth experiment of *Corbicula japonica*.

調査域の環境については、一部の時期しか直接的に測定できなかった。そこで、気温については、調査域から約2 km離れた気象庁のアメダス江戸川臨海観測所の過去の気象データ（<http://www.jma.go.jp>）をホームページ検索し、調査期間中の毎日の平均気温を引用した（Fig. 1）。さらに、ほぼ1ヶ月おきの貝を投入する期間ごとに各日の平均気温を合計することで、投入時期別の積算水温も計算した（Tab. 1）。水温については、1ヶ月おきのものであるが、国土交通省による水文水質観測所情報（<http://www.1.river.go.jp/>）に掲載された荒川河口域の葛西橋（調査域から約3 km）のものを引用した（Fig. 1）。

Date of being caged	Duration (days)		accumulated temperature (°C)
2014/12/19			
2015/1/7	Dec-Jan	19	120.1
2015/2/25	Jan-Feb	49	287.1
2015/4/10	Feb-Apr	44	443.5
2015/5/8	Apr-May	28	456.5
2015/6/5	May-June	28	589.5
2015/7/4	June-July	29	616.9
2015/8/10	July-Aug	37	985.9
2015/9/12	Aug-Sep	33	822.7
2015/10/14	Sep-Oct	32	678.5
2015/11/7	Oct-Nov	24	414.4
2015/12/12	Nov-Dec	35	434.9

Table 1. The date of *Corbicula japonica* being caged in Sakongawa channel and monthly accumulated temperature based on the mean daily air temperature recorded by Edogawa-rinkai AMEDAS in Tokyo Sea Life Park.

## 2) 試料の測定、分析

籠に投入する個体の識別のために、テプラ（株式会社キングジム）で作成した4桁の数字のラベルを、アロンアルファなどゼリー状の瞬間接着剤を用いて、ヤマトシジミの左殻表に貼り付けた（Fig. 3）。ラベル表面は文字が摩耗しにくいようにあらかじめマニキュアで上塗りした。

2014年12月19日より2015年12月12日までほぼ毎月1回ずつ（Tab. 1）、籠から取り出したものをざるで篩って全個体を取り出し、体の大きさの代表値として、殻長（殻の前縁から後縁にかけての最大値）の他、殻高、殻幅も計測した。その際、デジタルノギス（ABSOLUTE Digimatic Calipers、株式会社ミ



Figure 3. The tagged *Corbicula japonica* with their four-digit identification number to keep track of their growth.

ットヨ) で計測したものを、テレメジャー MS-30 (日東工器株式会社) で無線受信させ、RXV-XL (株式会社フカサワ) というソフトでパソコン上のエクセルに測定値を  $\frac{1}{100}$  mm の単位まで自動入力させた。さらに個体重量を、電子天秤 (コンパクトスケール HT-120、株式会社エー・アンド・デイ) にて  $\frac{1}{100}$  g の単位まで計測した。調査期間を通じ死亡個体が出るたびに補充して、籠内を周囲の生息分布に合わせて 100~400 個体になるよう維持した。そして、下の式のように、投入期間中の殻長成長量 (mm) および、月間殻長成長率 (%/30 日) を計算した。月間重量成長率 (%/30 日) も同様に計算した。

投入期間中の殻長成長量 (mm) = 回収時の殻長 (mm) - 投入時の殻長 (mm)

月間殻長成長率 (%/30 日) = 投入期間中の殻長成長量 (mm) ÷ 投入時殻長 (mm) ÷ (回収月日 - 放流月日) × 30 (日)

### 3. 結果

調査期間中の江戸川臨海観測所のアメダスの気温データは、30℃を越す 8 月上旬を最高に、2.5℃以下となる 1 月下旬で最低となった (Fig. 4)。さらに、荒川河口域の水温は、1 月上旬に 7.5℃と最低に、8 月に 30.7℃と最高になり、冬から初春にかけて僅かに冷え込みが緩い点を除けば気温と同様な季節変動を示した。

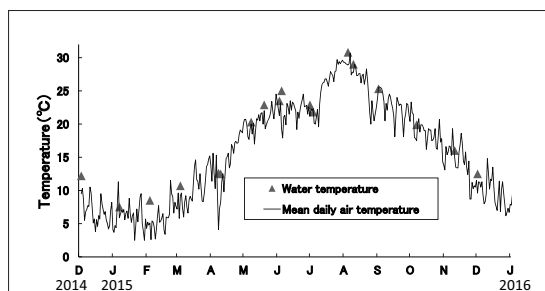


Figure 4. Mean daily air temperature (continuous line) in Tokyo Sea Life Park and water temperature (closed triangles) in Kasai bridge in Arakawa River.

成長試験籠内の個体数は周辺の生息密度に合わせて当初、300 個体以上にしたが、春と秋に生残率が 60-70% 台に悪化し、調査域周辺でも死殻の増加、ひいては生息数の減少が冬よりも見られたので (橋詰未発表)、籠内を 100-200 個体の水準にした (Fig. 5)。

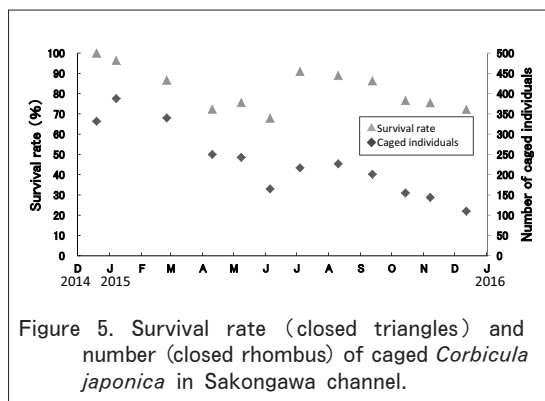
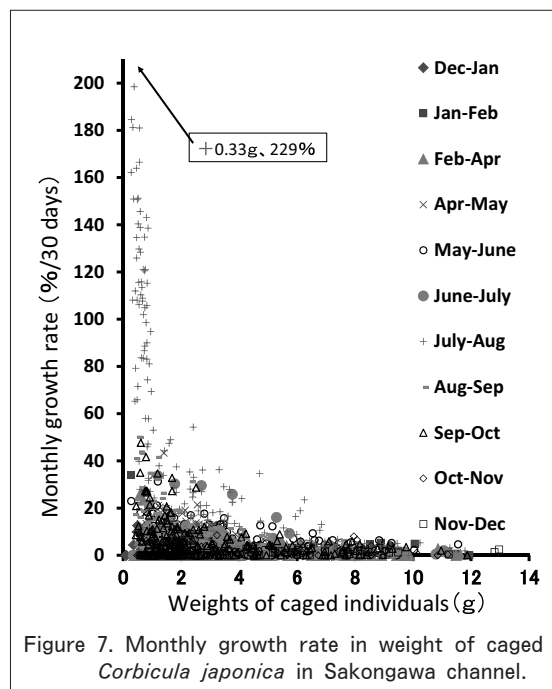
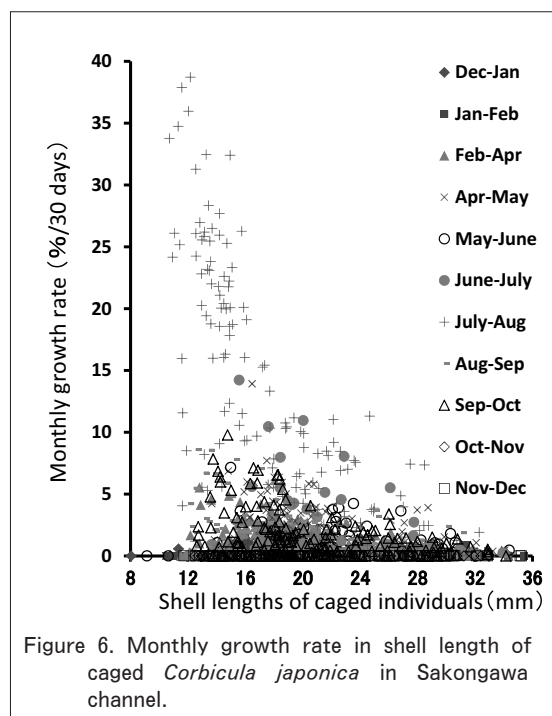


Figure 5. Survival rate (closed triangles) and number (closed rhombus) of caged *Corbicula japonica* in Sakongawa channel.

さらに、個体別に各月の月間殻長成長率をグラフ上にプロットすると 30% を超す個体が多い夏季 7-8 月を最大とし、一部で 10% を超す 6-7 月がこれに続いた一方、大部分で 0% となる晩秋の 11-12 月に最低の成長率となり、大部分で 1% 未満の冬季の 1-2 月がこれに続いた (Fig. 6)。個体別の各月の月間重量成長率は殻長のそれよりも季節変化が顕著であり、60% を超す個体が多い夏季 7-8 月を最大とし、一部で 30% を超す 6-7 月、9-10 月がこれに続いた。一方で、全個体がほぼ 0% となる晩秋の 10-

12月に最低の重量成長率となり、全個体で5%未満の冬季の12-2月がこれに続いた (Fig. 7)。

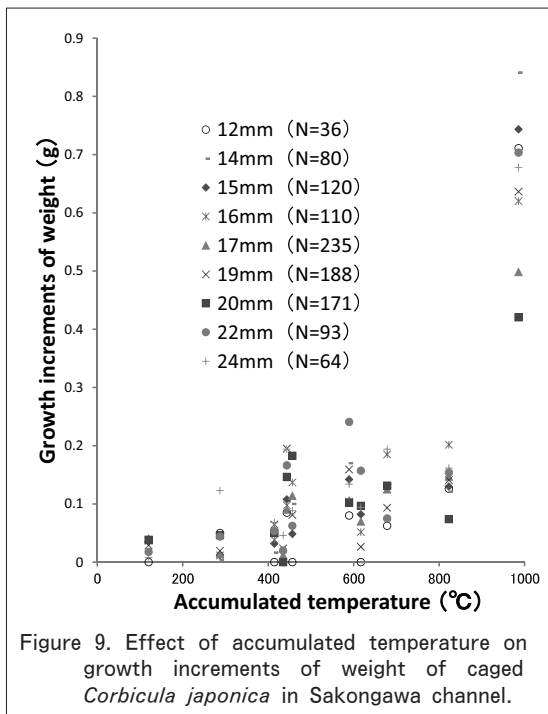
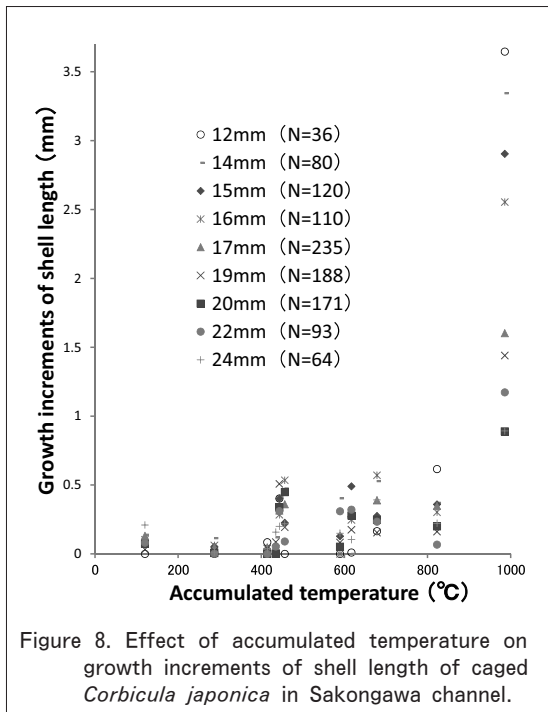


また、いずれの月も小型個体ほど殻長成長率が大きく、例えば6-7月に17mm個体の成長は10%を超すのに対して、27mm個体では3%未満に留まった。たとえ冬でも20mm以下の個体で成長率が4%を超す個体が見られた。一方で30mm以上の個体では、季節に関わりなく、2.5%未満の成長率に留まった (Fig. 6)。さらに、重量では、7-8月に1g以下であれば100% (重さが2倍) 以上、中には、200% (重さが3倍) 近い個体も珍しくなかった (Fig. 7)。

続いて、積算温度と投入期間中の平均殻長成長量との関係を殻長別に調べた。籠に投入前にmm単位で同じ大きさだった個体について投入後の殻長増量分を平均したものをグラフ上にプロットしたものである。なお、一部の個体でわずかに殻長が減少する事例も見られたが、殻が収縮するとは考えにくく、そのようなものは成長量を0としてから平均した。投入期間は2-4月で49日間、12-1月で19日間と開きがある他は30日前後であった (Tab. 1)。そして、積算温度が1000℃近くと最大になる7-8月の期間に最も殻長成長量が大きくなり、概して積算温度が高い調査時期ほどこれが大きい傾向が見られた (Fig. 8)。このような傾向は積算温度と投入期間中の平均重量成長量との関係においても見られ、7-8月の期間に、重量においても成長量が最も大きくなった (Fig. 9)。

また、同じ積算温度 (時期) であれば小型個体であるほど、平均殻長成長量が大きくなる傾向は、どの時期でも見られたものの7-8月において顕著であり、殻長12mmの個体で3.5mm以上と高成長になる一方で、殻長19mm以上の個体では1.2mm以下の成長量に留まった (Fig. 8)。一方で、平均重量成長量は、そのような単純な傾向にはならず、積算温度が500℃以下となる秋から春については、むしろ20mm以上の個体の方が20mm未満の個体より成長量が多かった。





#### 4. 考察

江戸川臨海観測所のアメダスの気温データは、荒川河口域の国土交通省による水温データと比べると、

冬の冷え込みが厳しいことを除いて、ほぼ同様な季節変動となった (Fig. 4)。気温データは、潮汐のない調査地でヤマトシジミの生育に直接関わるわけではないものの、毎日の記録があり、この調査域の環境の季節的変化の代表値として適切であるとして、以降では気温と成長との関連を論じることとした。

月間殻長成長率も月間重量成長率も調査期間の殻長成長量も気温が温かく、積算温度も最も高い7-8月に顕著に大きく、温度が高いほど成長が高い傾向が殻長において明瞭であった。このような傾向は、冬に成長が停滞して輪紋が形成されるとした北海道網走湖 (主に春から夏によく成長)<sup>18)</sup> や島根県宍道湖 (4-12月によく成長)<sup>20)</sup> の結果と類似した。ただし、本研究の結果は、双方と比べても真夏 (7-8月) に際立って良い成長を示した。同じく成長試験籠を用いた宮城県名取川では、調査期間が6-9月に限られるものの、8月に最大の成長を示しており<sup>25)</sup>、本研究の結果とさらに類似した。稚貝の飼育結果によるものであるが、本種では水温25-30℃で最もよく成長するという結果とも整合する<sup>27)</sup>。

加えて、重量の成長率は殻長の成長率と比べ7-8月に値が顕著に大きくなったものの、それ以外は1年を通じて両者の季節的変化はほぼ同調的であった。一方で、日本の沿岸に多く生息するシオフキガイでは、殻長の成長が最も停滞する1-3月に肥満度 (大きさと軟体部重量から計算) が顕著に増加しており<sup>28)</sup>、殻長と重量の成長は種によって同調するとは限らず多様性があることを示唆する。これには、しばしば温帯域の沿岸域の一次生産が夏に最大となる傾向、加えて、亜寒帯域の特に沖合で春先の方が夏より一般に一次生産が高い明確なブルーム (植物プランクトンの大発生) が起こる傾向<sup>29)</sup> を考慮する必要があると言えよう。外洋より沿岸の方が、水温が高い時期と餌が多い時期が同調しやすいかもしれない。成長のプラス要因として植物プランクトン現存量<sup>16)</sup> や有機物量、マイナス要因としてより高塩分な海水による曝露<sup>25)</sup> などが本種については指摘されている。今後、温度だけでなく、他の環境要因の季節的変化も調べる必要があると言える。

殻長が大きくなると殻長の成長率が低下する現象は、初期殻長9mmと14mmのサイズ区間のみの比較で

あるものの、宮城県名取川<sup>25)</sup>でも指摘されている。セタシジミの結果ではあるが、成長試験籠を用いた研究により、殻長12.0-19.2mmの範囲を7つのサイズグループで分けたうちの3つのグループについて、大きな貝ほど殻長の伸びが小さくなることを明らかにしている<sup>26)</sup>。これには、貝殻が大きくなるほど扇形に拡大する成長特性、つまりは僅かな大きさの成長でも多くの二次生産が必要になることを考慮する必要があるかもしれない。

ただ、比率(%)ではなく絶対値(g)で示した平均重量成長量について、必ずしも大型個体で値が小さくならなかったのは(Fig. 9)、生殖腺の発達が大型個体の方で顕著であった可能性など、繁殖の影響を考慮する必要があるかもしれない。本種は殻長10mmから性の分化が始まり、15mmまでに全個体が成熟すると言われるが<sup>30)</sup>、この大きさの周辺で成熟に伴う成長の停滞はヤマトシジミでは見られないどころか、むしろ活発な成長が見られた。1年で最も成長が活発となる7-8月は、一般に本種の産卵盛期<sup>31)</sup>とされる時期でもある。ある特定の温度、あるいは餌条件に達することを境にして、急激に生殖腺が発達するような可能性があるかもしれない。

以上より、ヤマトシジミは水温が高い7-8月に特に小型個体で、殻長、重量双方で、成長率が大きくなるのが定量的に明らかになった。

## 5. 謝辞

左近川での調査のご便宜をはかって頂いた元公益財団法人えどがわ環境財団の山路富久氏、高木亜弥氏、江戸川での調査にご協力を頂いた木内理沙氏(日本大学生物資源科学部)・木内舞氏(江戸川区)、成長試験籠の利用にあたってご便宜を頂いた中村泰男博士(元国立環境研究所)、金谷弦博士(国立環境研究所)、貝を分析する場を確保頂いた江戸川区立子ども未来館の藤原達也館長、さらには、根岸由紀子教授・高須光起氏(女子栄養大学栄養科学研究所)、渡邊早苗名誉教授(女子栄養大学栄養学部)に、英文のご校閲を頂いた中村公子講師(戸板女子短期大学)に、深甚なる謝意を申し上げる。

## 6. 参考文献

- 1) 増田修・内山りゅう(2004) 日本産淡水貝類図鑑(2) 汽水域を含む全国の淡水貝類 240pp. ピーシーズ
- 2) 古丸明・堀寿子・柳瀬泰宏・尾之内健次・加藤武・石橋亮・河村功一・小林正裕・西田睦(2010) 日本、韓国、中国産シジミ類の mtDNA 16S rDNA塩基配列分析による判別 日本水産学会誌76(4): 621-629.
- 3) Harada E. & Nishino M. (1995) Differences in Inhalant Siphonal Papillae among the Japanese Species of *Corbicula* (Mollusca: Bivalvia). Publications of the Seto Marine Biological Laboratory, 36: 389-408.
- 4) Baba K., I., Tada M., Kawajiri T., & Kuwahara Y. (1999) Effects of temperature and salinity on spawning of the brackish water bivalve *Corbicula japonica* in Lake Abashiri, Hokkaido, Japan. Marine Ecology Progress Series 180: 213-221.
- 5) Kimura, T., Soutome, Y. & H. Sekiguchi (2004) Larval Development of the Brackish Water Clam *Corbicula japonica*. Venus 63 (1-2): 33-48.
- 6) Goshima S., Ikegawa M., Sonoda T. & Wada S. (1999) Seasonal Vertical Migration within Sediment by the Brackish Water Clam *Corbicula japonica*. Benthos Research 5 (2): 87-97.
- 7) 大谷修司・辻井要介・江原亮・草田和美・板倉俊一・山口啓子・品川明・秦明德・中村幹雄(2004) 神西湖人工池におけるヤマトシジミの摂餌、排出と消化過程 LAGUNA(汽水域研究) 11: 109-124.
- 8) Yamamuro, M. & I. Koike (1993) Nitrogen metabolism of the filter-feeding bivalve *Corbicula japonica* and its significance in primary production at a brackish lake in Japan. Limnology and Oceanography 38: 997-1007.
- 9) 白石淳・長修司・笠谷(三島)かおり(1996) 北部九州産ヤマトシジミガイ (*Corbicula japonica*) の筋肉部分と内臓部分の一般成分の周年変化 日本家政学会誌 9: 861-868.
- 10) Fuji A. (1957) Growth and breeding season of

- the brackish-water bivalve, *Corbicula japonica*, in Zyusan-gata inlet. Bulletin of the Faculty of Fisheries Hokkaido University 8 (3): 178-184.
- 11) 森脇晋平・若林英人・三浦常廣・山根恭道 (2009) 穴道湖におけるヤマトシジミの資源生物学的特性－資源管理に向けて－島根県水産技術センター研究報告 2 : 31-38.
  - 12) 関口秀夫・水野知己 (2009) 木曾三川流域の汽水域の環境保全と整備方針・整備計画－シジミ漁業の保全と絡めて 沿岸海洋研究46 (2): 185-206.
  - 13) 西岡智哉・酒井基介・平野匠・住友寿明 (2015) 吉野川汽水域におけるヤマトシジミの幼貝と成貝の分布, 成長および減少要因 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課研究報告 10 : 1-6.
  - 14) 中村幹雄 (1998) 穴道湖におけるヤマトシジミ *Corbicula japonica* PRIME と環境との相互関係に関する生理生態学研究 島根県水産試験場研究報告9: 1-192.
  - 15) 渋谷和治 (1988) 八郎湖に放流した穴道湖産ヤマトシジミ 秋田県内水面水産指導所事業報告書15: 106-117.
  - 16) 向井哲也・勢村均・辻谷睦巳・若林英人 (2016) 神西湖におけるヤマトシジミの成長 島根県水産技術センター研究報告 9 : 1-11.
  - 17) 朝比奈英三 (1941) 北海道に於ける蜆の生態学的研究 日本水産学会誌10 (3): 143-152.
  - 18) 宇藤均 (1981) 網走湖産ヤマトシジミ *Corbicula Japonica* PRIME の生長 北海道立水産試験場報告23: 65-81.
  - 19) 川島隆寿・山根恭道・山本孝二 (1988) 神戸川産ヤマトシジミの成長と穴道湖産ヤマトシジミとの形態の相違 島根県水産試験場研究報告 5 : 94-102.
  - 20) 高田芳博・園田武・中村幹雄・中尾繁 (2001) 穴道湖のヤマトシジミ個体群の成長および着底稚貝 日本水産学会誌67 (4): 678-686.
  - 21) Oshima, K., Suzuki, N., Nakamura, M. & Sakuramoto, K. (2004) Shell growth and age determination of the brackish water bivalve *Corbicula japonica* in Lake Shinji, Japan. Fisheries Science 70: 601-610.
  - 22) 鶴田泰士・石川忠晴 (1998) 殻脈を利用した小川原湖のヤマトシジミの成長速度推定 水工学論文集42: 571-576.
  - 23) 小林巖雄・高安克巳 (1995) 汽水棲シジミ類 2種の殻体内部構造 Laguna (汽水域研究) 2 : 33-51.
  - 24) 高安克巳・小林巖雄・森田浩史・中村幹雄 (1996) 穴道湖産ヤマトシジミ殻体の微細成長縞の観察 Laguna (汽水域研究) 3 : 103-110.
  - 25) 片山亜優・伊藤絹子・片山知史 (2015) 現場飼育実験による ヤマトシジミの成長と物理環境の関係の解明 土木学会論文集B 2 (海岸工学) 71 (1): 23-29.
  - 26) 林一正 (1981) 琵琶湖産有用貝類の生態について (前編) 貝類学雑誌31 (1): 9-34.
  - 27) 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 養殖研究所研究報告 6 : 23-27.
  - 28) Hashizume, K., Tatarazako, N., Kohata, K., Nakamura, Y. & Morita, M. (2012) Life History Characteristics of the Surf Clam *Macrta veneriformis* (Bivalvia: Veneroida: Mactridae) on a Sandy Tidal Flat in Tokyo Bay, Japan. Pacific Science 66 (3): 335-346.
  - 29) 橋詰和慶 (1999) 甲殻類における成熟開始サイズの意義 海洋と生物21 (6): 477-486.
  - 30) 丸邦義 (1981) 網走湖産ヤマトシジミ *Corbicula Japonica* PRIME の生殖周期 北海道立水産試験場報告23: 83-95.
  - 31) 成田光好・細井崇・長崎勝康・古丸明 (2006) 小川原湖産ヤマトシジミの低塩分条件下における産卵の可能性 水産増殖54 (2): 201-208.

