

# 東京湾の移入種、ホンビノスガイ (*Mercenaria mercenaria*) の雌への成熟について

橋詰 和慶・山田 和彦\*

総合教養センター

## 1. 緒言

ホンビノスガイは、欧米ではクラムチャウダーに使われる馴染み深い食用二枚貝で、原産地は北米大陸大西洋岸である。日本では、1987年に築地市場に海外から生きたまま入荷されていることが確認されたとのことで、1998年には千葉市幕張にて野外で初めて採集されるに至っている<sup>1)</sup>。本種は他の二枚貝が生息困難な富栄養化し、海底から巻き上がる貧酸素水が卓越するような海域にも生息できることから年々増加し続けており、2013年9月1日には船橋漁協へ漁業権が設定され、江戸前の新しい水産物として定着しつつある。通常は無色(白色)であるが、右側の貝にあるように一部の個体で褐色帯が見られることがある (Fig. 1)。

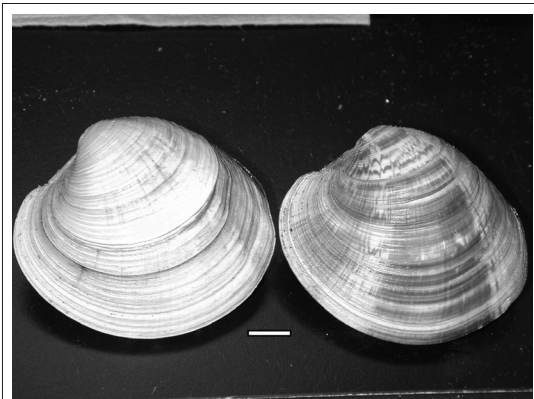


Figure 1. The whole form of hard clam (= northern quahog) *Mercenaria mercenaria* collected from Funabashi study site. Bar=1cm.

しかしながら国内での研究は、分類<sup>2)</sup>、一部の時

期の生息分布の報告<sup>1)、3)</sup>、日本と米国の個体群間のDNAの比較<sup>4-5)</sup>、および野外に設置した籠内の成長の記録<sup>6)</sup>に限られ、その食品栄養学的研究は皆無である。原産地の北米では、本種が水産重要種であることもあり、産卵期など広範な分野で100年以上前から多数の研究<sup>7-8)</sup>がある。本種は最初から雌に成熟するのはごく一部であり、大部分の雌個体は、繁殖可能な雄の一部(雄のまま生涯を終える個体も多い)が雄性先熟性転換<sup>9)</sup>したものとされる。しかし、二枚貝の個体群生態的研究において基本事項と言える稚貝の着底状況、(雌への)成熟サイズに加え、野外での定期採集に基づく級群(同時期発生群)の解析を伴った成長研究は、原産地ですら大変乏しい。本種の分布の中心が潮下帯であり大型個体の十分量の採集に広範囲の調査域が必要なことが、この研究を困難にしているものと考えられる。

以上より本研究は、ホンビノスガイの個体群生態的および食品栄養学的研究の端緒として、本種が多く生息する船橋や江戸川の干潟において産卵期を中心に様々な大きさの個体を採集し、本種の雌への成熟サイズ(殻長)を明らかにする。

## 2. 方法

### 1) 調査域

ホンビノスガイの調査は異なる時期に2地点で行った (Fig. 2)。主な調査点は東京湾湾奥の船橋地先(調査期間:2002年11月~2005年2月)であるが、江戸川の田尻地先(2015年1月~現在)の新鮮な標本も、成熟段階区分の確認のために用いた。共に月に1~2回の頻度で、大潮時に採集し、うち10~2月の採集はよく干出する夜半に行った。なお、田尻地先は河川水を遮断する行徳可動堰より下流に位置

\* 女子栄養大学栄養学部

する。したがって、河川水の大部分は、数年に1回程度の洪水時を除き、西方の旧江戸川へ放水されている。よって江戸川の中にありながら本調査地は1年中ほとんど海水に覆われた湾奥の入り江のような海洋環境となる。汽水となる河口域であれば通常、国内では多産するはずのヤマトシジミは全く生息しない。

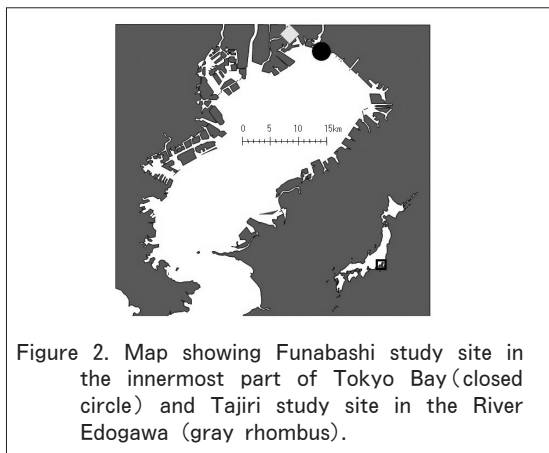


Figure 2. Map showing Funabashi study site in the innermost part of Tokyo Bay (closed circle) and Tajiri study site in the River Edogawa (gray rhombus).

## 2) 試料の採集

本種は、生息数が多いところが干出しない潮下帯なので底生生物の調査に一般的な方形枠（コドラート）内の総採りの調査が困難であり、10cm近い大型個体が珍しくないことから採泥器による十分な個体数の採集も期待できない。そこで、採集にあたっては、ジョレン（籠の部分：30×19×21cm、鋸歯長：7.8cm、鋸歯の間隔：1.4cm）を用いた。地盤高約0cmの潮間帯下部から約-50cmの潮下帯にかけての砂泥域を中心にジョレンで5杯を目安に、砂泥を洗い流しながら採集した。ただし、微小稚貝も採集できるように、1mm目合の金網を装着した。予備調査に基づき、鋤簾1杯で $\frac{1}{10}$  m<sup>2</sup>の区画の底質が採集可能であるものとし、個体数密度を計算した。僅かな個体数しか採集できない場合には、調査域を広くとり、採集回数を増やして高密度生息域の探索を続けた。採集数が少ないところは主生息域から外れたところと見なし分析対象からは外すようにし、高密度に採集されたところのみを採集回数に数えるようにした。

採集物から本種のみを選び出し、クーラーボックスに保管し、採集後半日以内に-20℃以下で冷凍保管した。微小貝については、冷蔵保管した現場の砂

泥から数日以内に入念に抽出した。砂泥をさらに2mm目合の篩で分けることで、数mm以下の個体の抽出を容易にした。採集個体は計測以外には解凍しないなどして、標本の劣化防止に留意した。

## 3) 試料の測定、分析

貝の殻長（殻の前縁から後縁にかけての最大値）を体の大きさの代表値とした。デジタルノギス（ABSOLUTE Digimatic Calipers、株式会社ミットヨ）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。各月ごとに得られた殻長の組成からヒストグラム（度数分布グラフ）を作成し、級群（同時期発生群）を推定した。

さらに、大きさの計測後、貝を開殻し、軟体部湿重量を電子天秤（コンパクトスケール HT-120、株式会社エー・アンド・デイ）などで $\frac{1}{100}$  gの単位まで計測した。雌雄の判別および成熟度の区分については、生殖巣の広がりを確認した上で、その中にある生殖細胞をピンセットでつまみ、その大きさ・形態を携帯用倒立顕微鏡（THM）などで観察することで以下のように識別し、各期の出現割合を明らかにした。

### 未成熟期 (Unsexed or degenerative)

生殖細胞が少数か微小であるため性の識別が困難で、消化管が外部から透けて見やすい。

### 成長期 (Active)

生殖巣が腹部全体に広がらず、成熟した生殖細胞が一部しか見られない。

### 成熟期 (Ripe)

雌で大きな卵細胞が充満する。雄で体内において可動になるほど鞭毛が発達し、頭部が特殊化した精子特有の伸長した細胞が見られる。なお、肉眼で卵巣は、腹部表面から白色ないしクリーム色に見えるのに対し、精巣はそれより橙色を帯びる場合が多い。

### 放卵・放精期 (Partially spent)

生殖巣内に一部の生殖細胞が放出されたことによる間隙や、内臓塊にへこみがある。

### 3. 結果

本研究では、2年以上にわたって採集した標本のうち、大型個体で成熟期の個体を多く含む3つの時期の標本を用いた (Fig. 3)。分析に用いた個体を見ると、殻長において、2003年6月は30mmと45mm、2004年9月中旬には7mm、40mm、60mm、2004年9月下旬には15mm、40mm、60mmほどで個体数が多いモードが認められた。

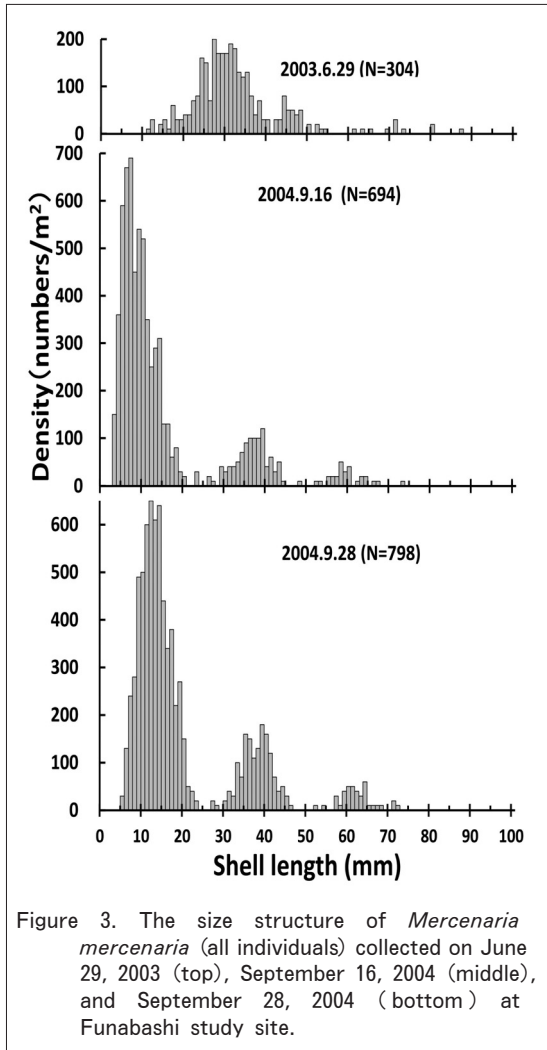


Figure 3. The size structure of *Mercenaria mercenaria* (all individuals) collected on June 29, 2003 (top), September 16, 2004 (middle), and September 28, 2004 (bottom) at Funabashi study site.

成熟段階の組成を大きさ別に見ると (Fig. 4)、いずれの調査時期も殻長50mm以上の全個体が成熟期となっており、成熟サイズの測定に適した産卵盛期であることが示された。9月中旬に殻長23mmから雌の成熟期が見つかっており、他の調査月に比べて成

熟サイズが小さかった。グラフに直接示していないものの、殻長20mm未満では全個体の性の識別ができず、未成熟期であった。さらに、6月には殻長35mmまで未成熟期が見つかった。

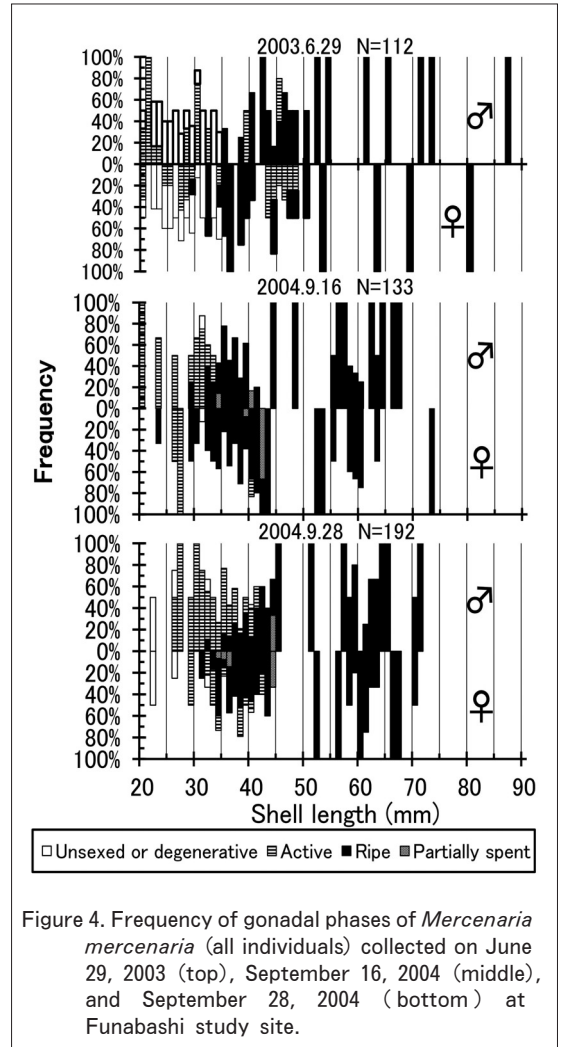
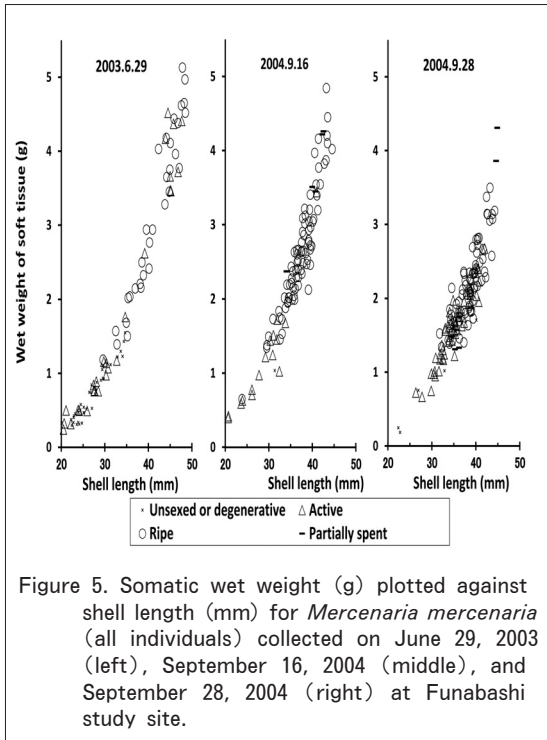


Figure 4. Frequency of gonadal phases of *Mercenaria mercenaria* (all individuals) collected on June 29, 2003 (top), September 16, 2004 (middle), and September 28, 2004 (bottom) at Funabashi study site.

大きき別の軟体部湿重量について成熟段階別に見ると (Fig. 5)、いずれの調査時期も殻長の増大と共に湿重量の増加が明確であるものの、成熟段階の違いによる湿重量の値に大きな差異はみられなかった。なお、殻長50mm以上の個体は全て成熟期になるので、このグラフ上には表示していない。



#### 4. 考察

成熟段階の分析に用いた個体を見ると (Fig. 3)、殻長において、2003年6月に2つの個体数が多いモードがあるのに対し、2004年9月に共に3つと、1つ多く認められるようになるのは、各モードが級群に相当し、夏季に大規模な稚貝の着底加入があることを示唆する。9月中旬から下旬の僅か半月の期間で小型のモードが、7mmから15mmに移行するのは、小型であるほど成長が顕著であることを示すものと言える。

大きさ別の成熟段階の組成を見ると (Fig. 4)、6月に比べ9月中旬において、雌の成熟サイズが小さいのは、雌への成熟あるいは、性転換の完了が大型より小型個体で遅れる影響が考えられる。殻長30mm前後であった本種の雌への成熟サイズについては、原産地の北米を中心にホンビノスガイの成熟について従来の知見をまとめた総説<sup>10)</sup>にも取り上げられていない。ホンビノスガイの雌への成熟サイズを、産卵期の前後期での大きさの差異なども含め、今後、定量的に詳しく調べる必要があると言える。

本種は、グラフや表での表示はないものの、数百

個体の観察により、雄は殻長僅か5~7mm (着底後3~5か月後とされる) で機能的に成熟し、全ての雌の98%が雌性先熟性転換の由来で<sup>9)</sup>、残り2%が雄を経過しないで最初から雌に成熟するという、かなり特殊な生態が知られる。しかし、本研究では、殻長20mm未滿で雄の成熟個体すら見られず、性転換を裏付ける結果は得られなかった。他の二枚貝と比べ小さ過ぎる雄の成熟サイズの知見<sup>9)</sup>を再検証した研究は他に見当たらず<sup>10)</sup>、今後、生きたまま解剖して精子が可動であるか顕微鏡観察するなどして、雄の成熟段階の精査が必要であると言える。加えて、機能的には成熟していても集団の中で繁殖行動を可能にしているかについての確認も必要であろう。

さらに、軟体部湿重量を成熟段階別に比較した研究が、ホンビノスガイでは原産地も含め知見が少ない。東京湾のシオフキガイ<sup>11)</sup>など多くの二枚貝で産卵期が一部の時期に限られる場合には、その時期、同時に肥満度 (軟体部重量 [g] / ([殻長 [cm] × 殻高 [cm] × 殻幅 [cm]) × 100で計算される) が大きく、つまりは成熟期が他の成熟段階に比べ顕著に軟体部湿重量が増加することが知られる。しかしながら、本種の成熟期の軟体部湿重量は、他の成熟段階のものとは大きな差異が見られなかった (Fig. 5)。

ホンビノスガイは原産地の北米において主に水温の影響により低緯度の海域の方が、産卵が早期に複数回、起こり、全体的に産卵時期が長くなる<sup>10)</sup>ことが知られる。本調査域の結果は、未発表の他の時期のデータも含めて検討すると、北米の温帯域のコネチカット州やニューヨーク州よりも、亜熱帯域のジョージア州やフロリダ州の産卵時期と類似した。加えて、ホンビノスガイは、たとえ同一域であっても、干出しない潮下帯 (亜潮間帯)、および潮間帯下部に比べて、よく干出する湿地の方が短い産卵期<sup>12)</sup>となり、未成熟の個体が通年にわたり見つかることが知られる。

以上より、調査対象にした潮間帯下部以深のホンビノスガイは産卵を終えても、多回産卵性で早期に生殖細胞の再発達が行われることが推測され、このことが成熟段階による軟体部湿重量の差異を小さくしている可能性が考えられる。

## 5. 謝辞

船橋地先での調査をご許可頂いた船橋漁業協同組合、千葉県農林水産部の皆様、江戸川での調査にご協力を頂いた木内秋恵氏・木内理沙氏・木内舞氏(江戸川区)、貝の分析にご便宜を図って頂いた木幡邦男研究所長(埼玉県環境科学国際センター)、中村泰男博士(千葉県漁業組合連合会)、樋渡武彦博士・鎌迫典久室長・佐竹潔主任研究員(独立行政法人 国立環境研究所)、江戸川区立子ども未来館の高木嘉雄前館長、藤原達也現館長、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、文献の入手にご協力を頂いた岡本正豊氏(千葉県柏市)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ます。

## 6. 参考文献

- 1) 西村和久(2003) 東京湾奥のホンビノスガイ(移入種)について ひたちおび(東京貝類同好会) 94 : 13-17.
- 2) 松隈明彦・孔令鋒・高田良二(2015) 外来種ホンビノスガイ *Mercenaria mercenaria* (Gould, 1861) と在来種ビノスガイ "*Mercenaria*" *stimpsoni* (Linnaeus, 1758) の形態学的・分子生物学的特徴と属位 西宮市貝類館研究報告9 : 1-59.
- 3) Shinji J., Teruya S., Ichida K., Tomizawa T., Tominaga A., & Ito R. (2013) Distribution of the invasive hard clam, *Mercenaria mercenaria*, in the intertidal zone of Sanbanze in the inner part of Tokyo Bay. *La mer* 51: 85-90.
- 4) 樋渡武彦・木幡邦男(2005) 東京湾に移入した外来大型二枚貝ホンビノスガイについて 水環境学会誌28(10) : 614-617.
- 5) Murakami-Sugihara N., Furota T. & Okamoto K. (2012) Genetic structure of the exotic hard clam *Mercenaria mercenaria* in Tokyo Bay, determined using mitochondrial DNA. *Fisheries Science* 78 (3) : 569-575.
- 6) 中村泰男・金谷弦・小泉知義・牧秀明(2012) 大井人工干潟(京浜運河・東京湾)周辺の環境変動と二枚貝の生残:とくに溶存酸素濃度と底

泥硫化物に着目して水環境学会誌35(8) : 127-134.

- 7) Kraeuter, J.N. & Castagna M. eds. (2001) *Biology of the hard clam*. Elsevier, Amsterdam, XIX+751 pp.
- 8) Heffernan P.B., R.L. Walker, & Carr J.L. (1989) Gametogenic cycles of three bivalves in Wassaw sound, Georgia : I. *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758). *Journal of Shellfish Research* 8 (1) : 51-60.
- 9) Loosanoff, L. (1937) Development of the primary gonad and sexual phases in *Venus mercenaria* Linnaeus. *Biological Bulletin* 72 (3) : 389-405.
- 10) Eversole A.G. (2001) Shell structure and age determination. In : Kraeuter J.N. & Castagna M. eds., *Reproduction in Mercenaria mercenaria*. Elsevier, Amsterdam : pp. 221-260.
- 11) Hashizume, K., Tatarazako, N., Kohata, K., Nakamura, Y. & Morita, M. (2012) Life history characteristics of the surf clam *Macra veneriformis* (Bivalvia : Veneroidea : Mactridae) on a sandy tidal flat in Tokyo Bay, Japan. *Pacific Science* 66 (3) : 335-346.
- 12) Walker, R.L. and P.B. Heffernan. 1994. Temporal and spatial effects of tidal exposure on the gametogenic cycle of the northern quahog, *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758), in coastal Georgia. *Journal of Shellfish Research* 13 (2) : 479-486.

