

鹿島灘はまぐりの産卵期—II 卵巣の季節的变化と産卵期の変動

高島 葉二

Studies on the Reproductive Cycle of the Hard Clam, *Meretrix lamarckii* — II
The Seasonal Changes in Ovary and the Variation of the Spawning Season

Youji TAKASHIMA

キーワード：鹿島灘はまぐり, *Meretrix lamarckii*, 産卵期, 卵巣熟度

鹿島灘はまぐり（標準和名はチョウセンハマグリ, *Meretrix lamarckii*）は、茨城県の貝桁網漁業の重要漁獲対象魚種の一つで、栽培漁業の対象種として種苗の大量生産技術や放流技術の開発に取り組んでいる。しかし、本種の種苗生産技術には多くの課題が残されており、親貝に関しては給餌飼育による卵質の改善、大型種苗の生産のための早期採卵技術やこれを実現する成熟促進技術の開発等が挙げられている。早期採卵のためには天然の親貝の産卵期の的確な推定方法の開発が、また、成熟促進のためには水温、育成期間等の飼育条件を明らかにする必要がある。

本種の産卵期については、鹿島灘産のもので原田ら（1953）が7~9月で8,9月を盛期とし、浜田ら（1973）は組織学的観察に基づき5月下旬から6月上旬にかけて産卵期に入り9月上旬に終了し7月中旬から8月中旬が盛期であるが、海況により産卵期は年変動するであろうことを報告している。日向灘産のものについては茂野（1955）は早くとも7月から始まり10月に終わり、盛期は8,9月と報告している。著者らはすでに精巣の組織学的観察により精巣熟度の周年変化を調べ、4月下旬から10月下旬の間、成熟・放精期の個体があり放精の可能性のあることを報告した（高島・小沼, 1981）。本研究では卵巣の組織学的観察に基づき卵巣熟度の周年変化を明らかにするとともに温度刺激による産卵誘発試験を行い、採卵可能期間を調べ産卵期に年変動のあることを明らかにした。さらに、これらの結果と那珂湊定置水温との関係から採卵開始時期の推定方法を提示した。

材料と方法

(1) GSI（生殖巣体指数）の周年変化

1977年7月から1978年8月に漁獲された総計198個体（殻長5.8~9.6cm）について、殻長、体重を計測し、検鏡により雌雄を判別した後、軟体部を10%ホルマリンで固定し、卵巣部分を取り出してその重量の季節的变化を生殖巣体指数（生殖巣重量/体重×100, 以下GSIと称す

る。）として調べた。

(2) 卵巣熟度の周年変化

1979年4月から1980年7月に、ほぼ毎月、12~41個体総計264個体（雌は126個体殻長4.3~10.2cm）を水揚げ後、コンクリート水槽に収容し、1~14日砂を吐き出させるため砂濾過海水を掛け流して蓄養した後、組織学的観察に供した。供試貝は、殻長、体重を測定後、軟体部から外套膜、鰓、足部先端を取り除きブアン氏液で固定した。その後中腸腺と卵巣を含む軟体部の一部を切り出し再度ブアン氏液で固定した。組織標本は、パラフィン法により7~10 μ mの切片とし、ヘマトキシリン-エオシンの二重染色を施した。

(3) 採卵可能期間

採卵可能期間は温度刺激による産卵誘発により調べた。上記の貝のうちの1979年5,7,9月と1980年2,3,4,6,7月の計375個体を用いたほか、1990年~1994年の夏季に、種苗生産を目的に産卵誘発を行った結果を用いた（高島・兎玉, 1990~1994）。1979年と1980年の産卵誘発は各回20~86個体を用いた。1990年以降は5月~9月にかけて、殻長おおむね5cm以上の貝を蓄養後毎回数十~数百個体について、同一個体に対して重複して行ったものを含めて8~16回/年の産卵誘発試験を行った。この産卵誘発試験結果から採卵可能期間を明らかにするとともに那珂湊定置水温（白記記録計により測定した茨城県水産試験場栽培技術センター取水施設の沈砂池の午前10時の水温。以下定置水温と称する。）との関係を調べた。

結果

(1) GSIの周年変化

GSIの周年変化を図1に示した。GSIは'77年7月が最も高い値を示し10前後で、8月には減少傾向を示している。'77年11月には雌雄が不明で生殖巣部分を取り出すこ

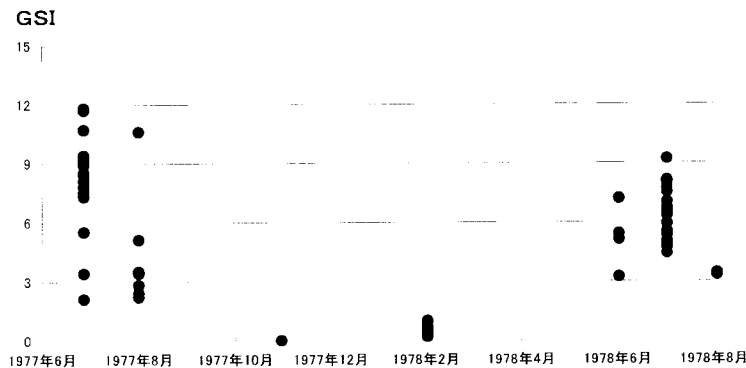


図1 GSI (生殖巣重量/体重×100) の周年変化

とが困難で測定できなかった。2月には11月より高い値を示すものの雌雄を明瞭に区別できず雌雄全個体を図示した。78年6、7月には再び高い値を示すが、77年の同時期と比較すると全体的に低い値であった。

(2) 卵巣熟度の周年変化

本研究に用いた卵巣の熟度区分はウバガイ (高橋・山本, 1970) に準じ、放卵終期、回復期、成長前期、成長後期、成熟・産卵期の5期 (図2) に分けた。ウバガイでは成熟期と産卵期を区別し6期に区分しているが、本種では、同一個体に1~2週間を空けて1産卵期に多回の採卵誘発に反応し採卵、採精が可能なることから (高島, 2000)、成熟期と産卵期を併せて成熟・産卵期にした。熟度区分は下記の特徴により行った。

① 放卵終期

卵巣全体が萎縮し、卵巣小嚢は熟卵の放出により大體空虚になる。しかし、個体によってはいくつかの小嚢に卵黄形成期、成熟期の卵が散在している (図2-1)。

② 回復期

小嚢内の残存生殖細胞の吸収が終了し、小嚢は内臓嚢壁筋肉と中腸腺の間に萎縮した形で散在する。小嚢壁は、徐々に厚さを増し、卵原細胞および対合期の卵が認められるようになる (図2-2)。卵原細胞の直径は10 μ m前後で細胞質は染色性に乏しい。核はほぼ円形で直径4~10 μ mである。

③ 成長前期

小嚢はその大きさを増すが、小嚢内の中央部は空虚になっている (図2-3)。無卵黄期の卵が大半を占めるが卵黄形成期の卵も認められるようになる。卵原細胞は回復期よりやや肥大し直径20~60 μ mになり、核径は7~17 μ mになっている。

④ 成長後期

卵巣全体が肥大し、内臓内に満たされ、肉眼で内臓嚢壁を通して生殖巣が網目状に観察される。小嚢

内は卵黄形成期の卵で満たされ、各段階の卵母細胞が認められる (図2-4)。成熟の進んだ卵母細胞は前期よりさらに肥大し卵柄部からの長径80 μ mに達する。

⑤ 成熟・産卵期

内臓内は生殖巣で充満され、網目状に見られた生殖巣はむしろ内臓と区別できない乳白色を呈する。内臓嚢壁を切開すると乳白色の液体状に小嚢壁から遊離した卵細胞が流出する。小嚢内は熟卵で満たされる個体と、熟卵の放出により空隙を持つ個体とがある (図2-5)。熟卵の卵径は80 μ m前後になり核径30~40 μ m平均35 μ mほどになっている。卵柄で小嚢壁に繋がる卵母細胞では卵柄部を含む長径で110 μ mに達する。

以上の区分に従い各月の卵巣熟度を調べ表1に示した。79年4月には成長前期から成熟・産卵期の3段階のものがあつたが、大半は成長後期の個体であつた。5月には成長後期の個体が1個体で他の11個体はすべて成熟・産卵期にあつた。7月には全個体が成熟・産卵期で、9、10月は25個体中24個体が放卵終期にあつた。12月には放卵終期の個体がなくなり回復期と成長前期の個体であつた。12月から2月にかけて回復期の個体数が減少し成長前期の個体数が増加していくが、3月は2月と比べ成長前期の個体が少なく、回復期の個体が多くその割合が高かつた。4月には回復期の個体はなくなり、成長前期の個体が主群となり、成長後期の個体も出現していた。

表1 卵巣熟度の周年変化

年 月 日	卵巣熟度				
	放卵終期	回復期	成長前期	成長後期	成熟・産卵期
'79 4. 27			2	11	1
5. 28				1	11
7. 19					6
9. 22	12				1
10. 23	12				
12. 21		7	2		
'80 1. 19		2	7		
2. 8		7	11		
3. 14		10	7		
4. 15			7	1	
7. 2					8

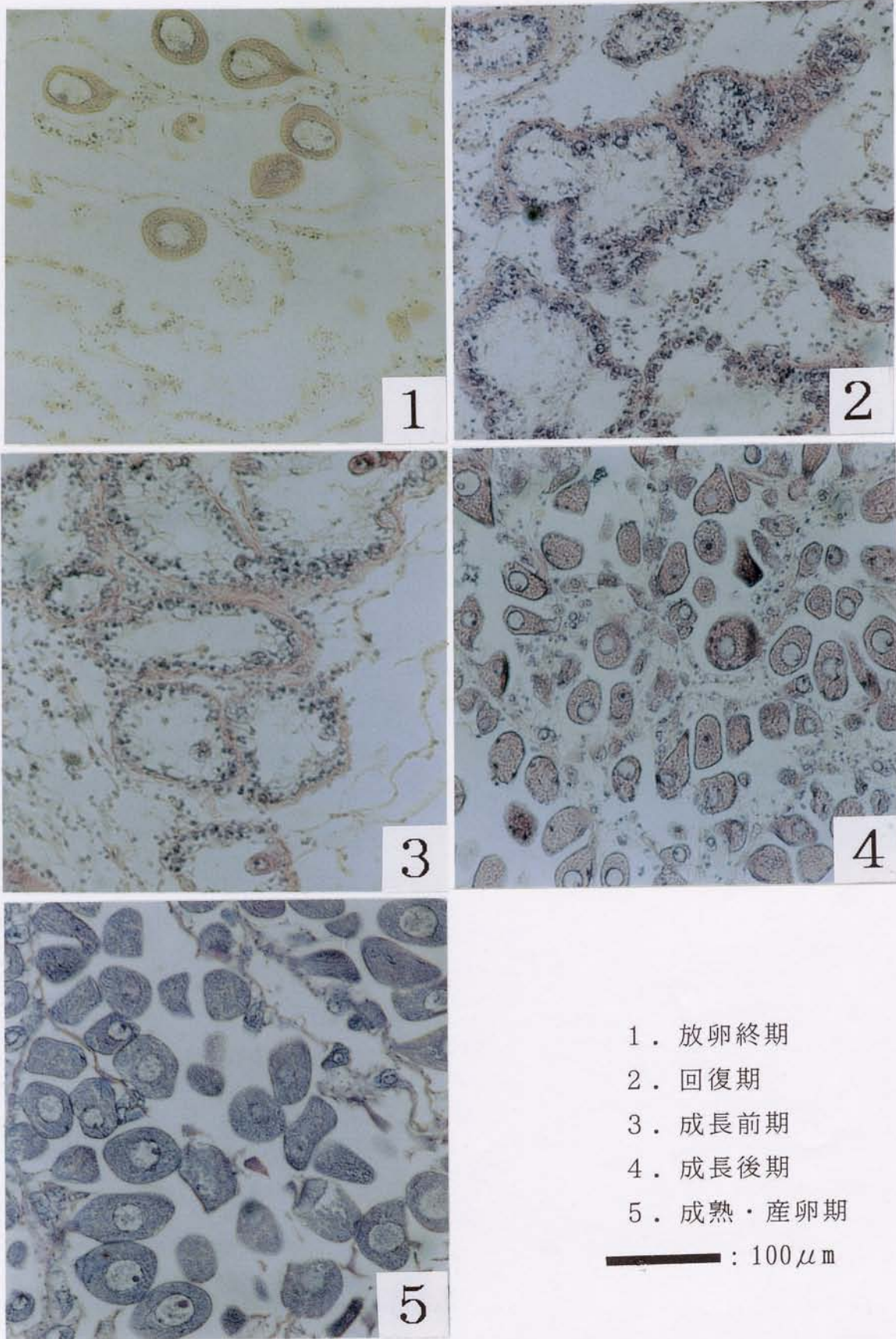


図2 卵巣の熟度区分 (×200)

しかし'80年と'79年の4月を比較すると、'79年は成長後期の個体が主体であるのに対して、'80年は成長前期の個体が主体であった。7月には再び全個体が成熟・産卵期にあった。

(3) 採卵可能期間

採卵誘発結果を表2に示した。'80年の2月から4月の間は産卵誘発に反応して産卵する個体はなかった。採卵誘発を行った7年間で最も早く採卵できた例は'91年の5月28日で、最も遅い例は'93年の9月28日であった。5月から採卵できたのは'79年と'91年の2カ年で、6月から採卵できたのは、'80年、'90年、'92年、'94年の4カ年であった。'93年は6月7日に産卵誘発を行ったものの反応する個体はなく、6月29日の産卵誘発に雄は放精したが雌は反応せず、7月7日の産卵誘発で初めて採卵採精

が可能になった。7、8月は調べた7年間常に採卵が可能であった。9月には概ね半数の年で採卵できた。

表3に、産卵誘発試験で、最初に採卵できた日から最後に採卵できた日までを採卵可能期間として旬毎にまとめて、同時期の定置水温の旬平均値と併せて示した。産卵開始時期と定置水温との関係で見ると、16℃未満で採卵できた例はなかったが、7年の内6カ年で、旬平均水温が16℃を越える頃に採卵できるようになっていた。最初の産卵が最も遅かった'93年の放精は旬平均水温18.7℃で、放卵は19.1℃であった。

5月に採卵できた'79年と'91年の定置水温と、7月に入って初めて採卵できた'93年の定置水温を図3に示した。両者を比較すると5月に採卵できた2カ年の方が1月から産卵時期まで高い水温で推移していた。このほかの年の定置水温はこの3カ年の中間を推移した(図4)。

表2 採卵誘発試験結果

年	1979年	1980年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年
放卵・放精し なかった月日		4/15		5/14	6/2	6/7	6/8
放精した月日						6/29	
最初に放卵・ 放精した月日	5/31	6/26	6/23	5/28	6/8	7/7	6/15
最後に放卵・ 放精した月日	9/21	9/6	8/21	8/5	9/7	9/28	8/30
放卵・放精し なかった月日	9/28			9/4			

表3 採卵可能期間と定置水温

	5月			6月			7月			8月			9月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
1979年 採卵期間 定置水温℃	14.6	15.3	17.3	18.6	18.4	17.9	20.5	20.0	22.7	24.3	26.1	24.5	23.6	23.3	22.9
1980年 採卵期間 定置水温℃	14.0	14.8	15.3	16.2	16.3	18.3	18.7	20.1	20.8	20.3	21.5	21.9	22.6	21.3	20.5
1990年 採卵期間 定置水温℃	14.6	15.0	15.9	15.2	14.4	16.9	19.0	20.3	21.4	23.9	21.9	21.7	22.9	23.7	22.3
1991年 採卵期間 定置水温℃	15.6	15.6	16.5	18.7	19.5	21.5	23.0	22.9	23.5	22.4	22.3	23.1	24.2	22.6	21.1
1992年 採卵期間 定置水温℃	13.6	14.0	13.9	16.0	16.3	16.3	17.6	19.1	20.7	20.1	20.4	22.6	22.1	21.8	20.5
1993年 採卵期間 定置水温℃	11.2	12.7	13.3	15.1	16.1	18.7	19.1	19.5	19.8	20.7	21.5	22.0	21.4	21.0	20.4
1994年 採卵期間 定置水温℃	14.5	15.1	15.2	16.6	17.1	17.2	18.9	19.9	21.6	21.3	20.0	23.4	23.7	23.4	22.8

- : 採卵できた期間
- ×: 採卵採精できなかった産卵誘発
- △: 採精でき、採卵できなかった産卵誘発

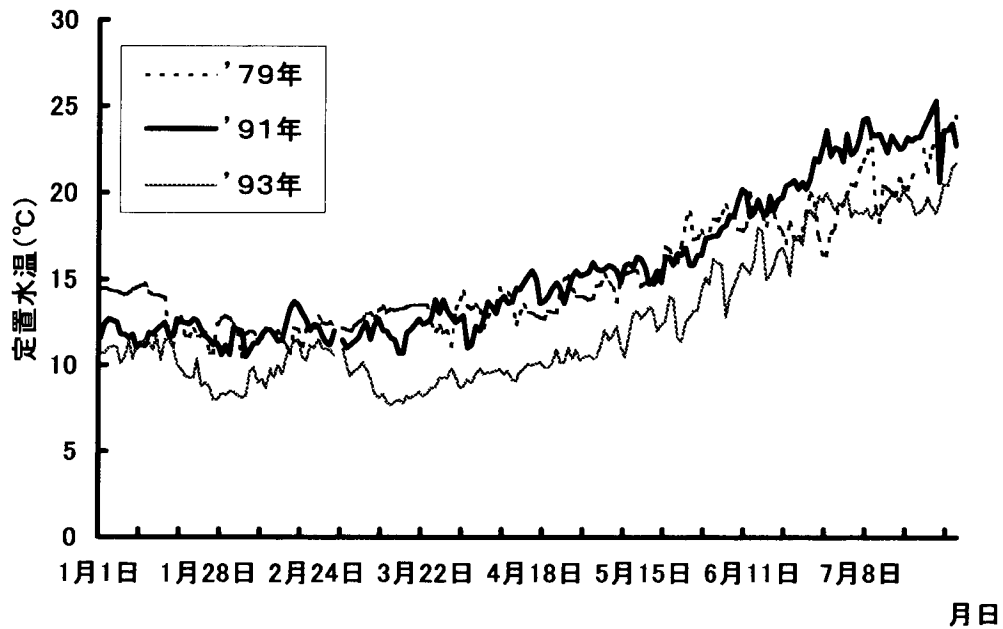


図3 定置水温（'79, '91, '93）の推移

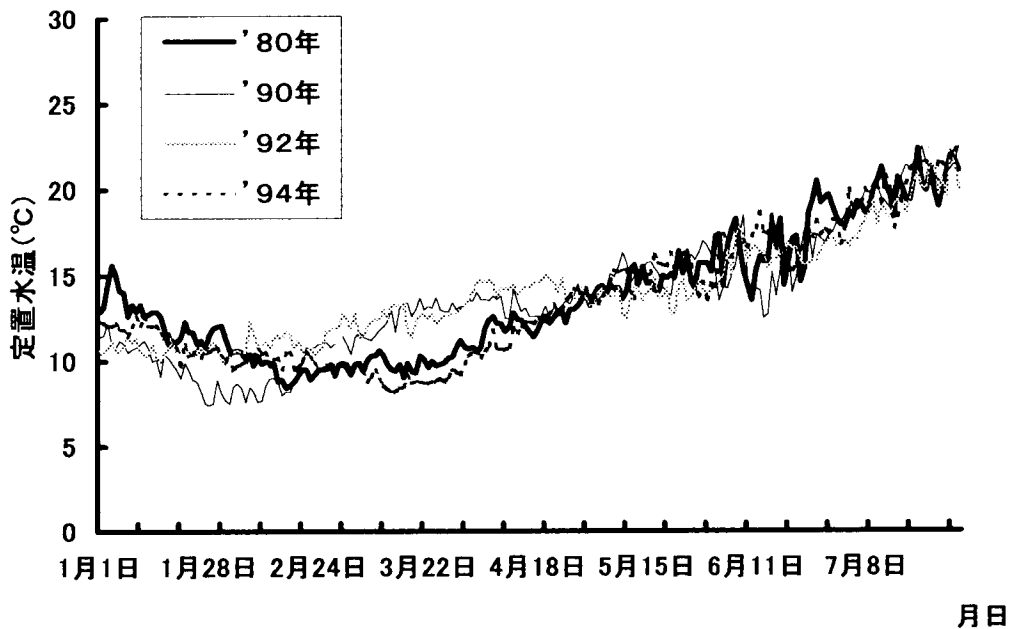


図4 定置水温（'80, '91, '92, '94）の推移

産卵終了時期については、特定水温で終了するあるいは水温低下時期である等の明瞭な傾向はつかめなかった。

考 察

GSIの周年変化の観察結果から産卵期を推定すると6～8月であった。温度刺激による産卵誘発試験結果では、7, 8月は毎年採卵でき、5, 6月および9月は水温条件によって採卵できた年があった。組織学的観察でも5月、

7月にはほとんどの個体が成熟・産卵期にあった。これらのことから、茨城県における鹿島灘はまぐりの産卵期あるいは採卵適期は、海水温が16°Cを超える5月～9月にありその盛期は7, 8月といえる。

しかし、GSIは2カ年でその値に差が認められ、卵巣熟度も'79年と'80年の4月を比較すると'79年は成長後期の個体が主体であるのに対して'80年は成長前期の個体が主体を占め、卵巣熟度に年変動が認められた。また、

産卵誘発結果も、年により採卵可能期間が変動していた。

鹿島灘産の本種の産卵期について原田ら (1953) は沿岸水温が20℃ の高温期にある7~9月で8, 9月を盛期としているが、調べた1953年の7月下旬に冷潮により生殖巣の成熟に遅滞が生じたとしている。浜田ら (1973) は組織学的観察に基づき5月下旬から6月上旬にかけて産卵期に入り9月上中旬に終了し7月中旬から8月中旬を盛期とし、産卵期に年変動があることや加温により成熟促進効果のあることも報告している。高島ら (1981) はすでに本種の精巣の組織学的観察から、水温等の成熟要因によって各年の成熟に遅速が生じる可能性を報告している。二枚貝における配偶子形成は生息環境の水温の季節変動と関連し、生殖周期のパターンと配偶子形成に及ぼす水温の影響の程度は、当該種の温度履歴と地理的分布によって異なり、同じ海域内では毎年の水温変動により左右されるとされている (森, 1989)。鹿島灘は寒暖流の交差する海域であり海水温の年変動が本種の産卵期に変動を生じさせ、本調査や原田 (1953)、浜田 (1973) の産卵期の推定に差が生じたものと考えられる。また、水深や生息場の水温差も成熟過程に入る時期や個体間の成熟度に差を生じさせているであろう。

一方、本種の種苗生産技術には多くの課題が残されており、親貝に関しては給餌飼育による卵質の改善、大型種苗の生産のための成熟促進や早期の採卵等が挙げられている。特に、早期採卵は大型種苗の生産だけでなく幼生飼育の不良例の多い鹿島灘はまぐりでは、1産卵期に

幼生飼育回数を増やせる利点があり、天然の親貝の産卵開始時期の的確な把握や成熟促進のための適正水温、蓄養期間を明らかにすることが重要になっている。本研究で産卵開始時期は定置水温が旬平均で16℃ を超える頃と考えられたが、アワビやカキでは生息温度だけではなくそれに時間を掛けた積算温度 (℃×日) に対応して性成熟が進行するとされている (森, 1989, 浮, 1989)。そこで、組織学的観察で成長前期の個体が多く認められた1月から採卵できた日までの積算温度を求め表4に示した。いずれの年も採卵月日に関わらず約2,000℃・日ではほぼ一致した。

また、組織学的観察における'79年12月から'80年4月の間の卵巣熟度の進行と定置水温の平均値の関係 (表1, 表5) では、'80年1月~2月の間は平均水温が11.1℃ で成熟が停滞し、'80年3月~4月の間は11.0℃ で成熟が進行しているので、この11.0℃ を生物学的零度 (菊地・浮, 1974) として1月から産卵日までの成熟有効積算温度 (菊地・浮, 1974) を求め表4に示した。その値は266~377℃・日を示した。一度採卵試験を行い反応がなかった後に採卵できた'80年と'91~'94年の5カ年の例では266℃・日~346℃・日であった。海水温の年変動があるため1月に必ず生物学的零度の水温になるわけではないが、積算温度、成熟有効積算温度とも近似の値を示した。産卵開始時期を的確に把握するには旬平均水温、積算温度、成熟有効積算温度のどれが適切か明言できないが、種苗生産にあたっては、いずれかがそれぞれの値に達す

表4 年別積算温度と成熟有効積算温度

項目 \ 年	'79	'80	'90	'91	'92	'93	'94
最初の採卵月日	5.31	6.26	6.23	5.28	6.8	7.7	6.15
積算温度 °C・日	2,036	2,083	2,164	1,942	2,023	2,189	1,994
有効積算温度 °C・日	377	346	340	316	281	280	266

表5 定置水温と卵巣熟度の進行状況

期 間	左記期間の水温 °C			卵巣熟度の 進行状況
	平均	最高	最低	
'79年10月~12月	17.5°C	21.4°C	12.9°C	進行
12月~'80年1月	13.7	16.1	11.0	進行
'80年1月~2月	11.1	12.3	9.7	停滞
2月~3月	9.6	10.6	8.4	停滞
3月~4月	11.0	12.8	9.0	進行

れば採卵を試みる時期といえる。また、親貝の成熟促進の下限の水温は生物学的零度であろう11℃を越えること、その蓄養期間は成熟有効積算温度260℃・日以上が必要であるといえる。

今回の試験では産卵開始時期は水温により変動すると考えたが、産卵期の終了要因については不明であった。産卵誘発試験が主に種苗生産用の卵を得るために行っていることや、産卵期後半には台風時期で時化のため天然貝の漁獲が困難なこともあり、十分な産卵誘発試験を行えなかったため、この点についてはさらに検討を要する。

要 約

鹿島灘はまぐり *Meretrix tamarckii* の産卵期を GSI の周年変化と組織学的観察および温度刺激による産卵誘発試験により調べた。産卵期と定置水温との関係を調べ以下の結果を得た。

- (1) GSI (生殖巣/体重×100) は夏季6月から8月に高く秋季から冬季にかけて低かった。
- (2) 組織学的観察により卵巣熟度を放卵終期、回復期、成長前期、成長後期、成熟・産卵期の5期に分けて周年変化を調べた結果、1月から成熟過程に入り、個体によって差はあるものの4月から9月まで成熟・産卵期にあった。
- (3) 温度刺激による産卵誘発に対する反応は夏季に認められ、5月28日がもっと早く9月28日がもっと遅い時期であった。採卵可能時期は年変動が認められた。
- (4) 茨城県における鹿島灘はまぐりの産卵期あるいは採卵適期は、海水温が16℃を超える5月～9月にあり、その盛期は7、8月と考えた。
- (5) 産卵期は海水温の影響を受け変動し、高水温で推移すれば5月下旬から産卵期に入り、低水温で推移した場合には遅く7月から産卵期になると考えられた。

参考文献

- 原田和民・藤本武・木梨清 (1953)：鹿島灘有用貝類の増殖に関する基礎研究-II チョウセンハマグリの産卵期について、昭和28年茨城水試試報。
- 浜田サツ子・真岡東雄・児玉正碩・福田英雄 (1973)：チョウセンハマグリの産卵期について、別枠研究「浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究」東北区水産研究所。
- 茂野邦彦 (1955)：チョウセンハマグリの生態について、日本誌21(4), 218-225。
- 高島葉二・小沼洋司 (1981)：チョウセンハマグリの産卵期について—精巣の季節的变化—茨城水試創立80周年記念誌。
- 高島葉二・児玉正碩 (1990～1994)：チョウセンハマグリ種苗生産事業、茨城県水産試験場事業報告平成2～6年度。
- 高橋延昭・山本喜一郎 (1979)：ウバガイの生殖周期に関する組織学的観察-II、日本誌36(4), 345-350。
- 高島葉二 (2000)：茨城県における二枚貝の種苗生産方法 (資料)、茨城水試研報38。
- 森 勝義 (1989)：二枚貝の成熟、発生、成長とその制御、「水族繁殖学」p327-363, pp439, 緑書房、東京。
- 浮 永久 (1989) 腹足類の成熟、発生、成長とその制御、同上p367-417。
- 菊地省吾・浮 永久 (1974)：アワビ属の採卵技術に関する研究、東北水研研究報告, 33。