

網走湖産ヤマトシジミ *Corbicula japonica* Primeの生殖周期

誌名	北海道立水産試験場報告
ISSN	0441084X
著者名	丸,邦義
発行元	北海道立水産試験場
巻/号	23号
掲載ページ	p. 83-95
発行年月	1981年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



網走湖産ヤマトシジミ *Corbicula Japonica* PRIME の生殖周期

丸 邦 義

(北海道立網走水産試験場)

Reproductive cycle of the brackish-water bivalve, *Corbicula Japonica*, in Lake Abashiri.

Kuniyoshi MARU

(Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)

Corbicula japonica is a principal brackish-water bivalve commercially harvested in Japan.

In the present study, histological observations were made to determine the reproductive cycle and biological minimum size of this species. The materials were collected from Lake Abashiri, northeastern part of Hokkaido, at a monthly interval from May 1978 to December 1979.

The results obtained are as follows:

1. The developmental process of the germ cells was classified into following several stages respectively. Female germ cells: (1) oogonium stage, (2) early oocyte stage, (3) yolkless stage, (4) early yolk-formation stage, (5) late yolk-formation stage and (6) maturation stage. Male germ cells: (1) spermatogonium stage, (2) primary spermatocyte stage, (3) secondary spermatocyte stage, (4) spermatid stage and (5) spermatozoon stage.

2. On the basis of cytological characteristics in the development of germ cells, the maturational processes of the gonad were classified into (1) undifferentiated stage, (2) resting stage, (3) early growing stage, (4) late growing stage, (5) maturing stage, (6) breeding stage and (7) spent stage.

3. From the histological observations, seasonal changes in gonad development are summarized as follows. Female: resting stage, September-May; early growing stage, May and October-December; late growing and maturing stage, June; breeding stage, July-September; spent stage, September. Male: resting stage, September-May; early growing and late growing stage, May-June and October-March; maturing stage, June-July; breeding stage, July-September; spent stage, September.

4. Sexual differentiation began at a shell length of 10 mm and most individuals reached first maturity at 15 mm in shell length after the lapse of three years since they were hatched.

The biological minimum sizes observed were shell length of 10.5 mm in female and 14.3 mm in male.

ヤマトシジミ *Corbicula japonica* PRIME は日本全域、朝鮮、樺太に分布する¹⁾二枚貝で、主として河口や汽水域に生息し、古くより食用に供せられて来た内水面漁業での重要種である。

本種の生殖周期に関しては、網走の藻琴湖産のものについて、木下・渋谷²⁾が内臓囊の外部観察にもとづき、また、朝比奈³⁾が組織学的観察により、それぞれ報告している。しかし、卵及び精子形成過程にもとづい

て、生殖巣の成熟過程を季節的に研究した報告は見当たらない。ヤマトシジミの生物学的最小形と産卵に加わる年令及び生殖巣の成熟過程の把握は、本種の増殖と資源管理対策の基礎資料として、極めて重要である。

このような観点から、著者は網走湖産ヤマトシジミの卵及び精子形成過程をもとにして、雌雄個体群の性成熟過程を明らかにしたので、報告する。

報告に先立ち、試料採取に便宜を与えられた西網走漁業協同組合に謝意を表するとともに、試料採取に終始協力頂いた同組合渡辺輝夫氏に深謝する。

材 料 と 方 法

材料は、1978年5月より1979年12月までの間に網走湖で採集され、宇藤³⁾が用いた試料とはほぼ同様である。なお、1979年3月の試料は、冬期湖面が結氷し採集が困難なため、湖に続いている網走川から得たものである。試料はブアン液で固定後、内臓囊の腹縁部より組織片を摘出し、通常の方法に従い、厚さ5～8 μ のパラフィン切片とし、ヘマトキシリン・エオシンの二重染色を行い観察した。この他、卵黄の観察にはカルノア液固定、PAS反応による多糖類の検出を行うとともに、ホルマリン・カルシウム液固定によるカーボワックス包埋法により、スダンⅢ、ナイルブルーの各染色を施し、脂質の検出を行った。

結 果

1 生 殖 周 期

ヤマトシジミは雌雄異体³⁾で、殻を開くと成体では内臓囊の部分が雄は淡黄白色、雌は卵の細胞質の部分と退化卵の残骸が淡黒色のため全体として灰黒色となっており、この違いにより容易に雌雄を判別出来る。

a 卵及び精子の形成過程

i) 卵 形 成

卵形成過程を次の6期に区分した。

1) 卵原細胞期：卵原細胞は円形ないしは楕円形に近く、直径6～7 μ の核とそれを囲む薄い細胞質からなり、単独又は小群をなして生殖上皮に埋って周年認められる。核内には1個の仁と網目状の染色糸がみられる (Plate I, Fig. 1)。

2) 初期卵母細胞期：卵原細胞が成長すると、核内でみられた仁が消失し、染色糸が核の一極に集まり、太い紐状となり、第一次卵母細胞となる (Plate I, Fig. 2)。その後、染色糸は核内に拡がり、核膜近くに再び仁が出現する (Plate I, Fig. 3)。この期の細胞は楕円形で、大きさ10～12 μ で、短径6～8 μ ×長径8～11 μ の核と、これを取囲む薄い細胞質よりなり、核内には直径1 μ の仁を有する。

3) 無卵黄期：卵母細胞は前期の細胞より大きく、形は大きな核と仁を有し、細胞質は少ない (Plate I, Fig. 4)。細胞質はヘマトキシリン嗜好性で、成長するにつれて、細胞質の先端部は次第に小囊腔へ突出するようになる。細胞の大きさは20～30×18～25 μ 、核径8～18 μ 、仁は直径5～6 μ である。

4) 卵黄形成前期：この期の卵母細胞は生殖上皮につながっている細胞質の部分が広く、小囊腔へ突出した先端部は次第に細くなる。生殖上皮に近い細胞質はエオシン好性、PAS陽性の卵黄顆粒が現われる (Plate I, Fig. 5)。それらに介在してスダンⅢ染色では赤色、ナイルブルー染色では薔薇色を呈する油球滴が認められるようになる。卵母細胞の大きさは28～50×18～46 μ 、核径15～25 μ 、仁は直径5～8 μ である。

5) 卵黄形成後期：卵母細胞はさらに伸長し、大きさ61～89×30～48 μ 、核径18～35 μ 、仁は直径8～9 μ になるとともに、卵柄部は次第に細くなり、洋梨形を呈する。卵黄顆粒及び油球滴は細胞質全体に拡がる (Plate I, Figs. 6, 7)。

6) 成熟期：卵母細胞は卵柄部の生殖上皮層から分離し球形に近くなり、小囊腔に脱落する (Plate I, Fig. 8)。卵径は46～78 μ 、核径28～43 μ 、仁は直径10～13 μ である。卵膜はフクシンに好染し、厚さ2 μ である。

ii) 精子形成

精子形成過程を次の5期に区分した。

1) 精原細胞期：精原細胞は生殖上皮中で、数個ないしは小群を形成し周年みられる。細胞は楕円形に近く、核径 $6\sim 7\mu$ で、これを取り囲む薄い細胞質よりなる (Plate II, Fig. 1)。核内には1個の仁と散在する染色質を有する。精原細胞はその後著しく数を増し、核径 4μ となる。

2) 第一次精母細胞期：増殖分裂を終えた精原細胞の核内では仁が消失し、染色糸が核の一極に集まって対合が行われ、第一次精母細胞となる (Plate II, Fig. 2)。その後、染色糸は太く短くなって再び核内に拡がり、核径 4μ となる (Plate II, Fig. 3)。次いで染色体が赤道面に並んで、第一次成熟分裂が行われる。

3) 第二次精母細胞期：第一次成熟分裂を終えると第二次精母細胞となるが、その大きさは第一次精母細胞に比し小さく、核径 2μ となる (Plate II, Fig. 4)。

4) 精細胞期：第二次成熟分裂が終ると、核径 1.2μ の精細胞となる (Plate II, Fig. 5)。

5) 精子期：精細胞はその後精子となる (Plate II, Fig. 6)。精子頭部は棘状で、長さ $10\sim 13\mu$ 、幅 0.5μ 、尾部は長さを正確に測定出来なかった。

b 生殖巣の成熟過程

先に述べた生殖細胞の形成過程にもとづいて、生殖巣の発達過程を次の7段階に区分した。なお、若令個体では生殖細胞より性の判別が困難な場合があるため、段階0の未分化期を設定した。

段階0、未分化期：内臓嚢に占める生殖巣の領域は極めて狭く、結合組織中に初期の生殖原細胞が散在したり、数個集まっている程度で、性的には未熟で、組織像から雌雄の判別が困難である (Fig. 1-a)。初期の生殖原細胞はヘマトキシリンに濃染し、大きさ $7\sim 12\mu$ 、核径 $4\sim 7\mu$ で、核内には1個ないし2個の仁を有する (Fig. 1-b)。

段階1、休止期：小嚢は小さく、結合組織中に散在する。雌では生殖上皮に卵原細胞期、初期卵母細胞

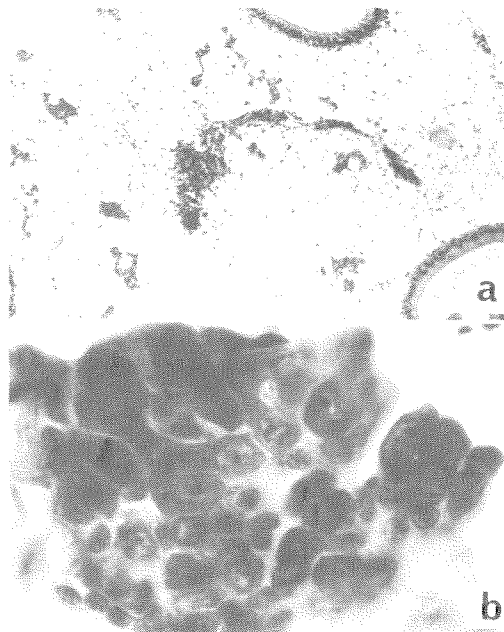


Fig. 1. Photomicrographs of transverse sections through undifferentiated gonad.

a. General view of gonad. (Shell length, 7.7mm ; Aug. 24) $\times 98$

b. Early gonia in above gonad. $\times 980$

期、無卵黄期の生殖細胞がみられ、小囊腔には経産個体では退化卵の残骸がみられる (Plate III, Fig. 1)。また、雄の生殖上皮には精原細胞がみられ (Plate IV, Fig. 1)、この期の終りに著しく数を増す。

段階 2, 成長前期: 雌では卵黄形成前期の卵が出現し、小囊壁に沿って並ぶ (Plate III, Fig. 2)。雄では第一次精母細胞が出現し、その数を増して第二次精母細胞、さらに精細胞の形成までがみられる (Plate IV, Fig. 2)。

段階 3, 成長後期: 雌の小囊壁は卵黄形成後期の卵がほぼ並列し、卵の先端部は小囊腔に突出する (Plate III, Fig. 3)。雄の小囊腔には精子が出現するが、小囊腔面積に占める精子の比率は20%以下で少ない (Plate IV, Fig. 3)。

段階 4, 成熟期: 雌の小囊腔には小囊壁から遊離した熟卵がかなり多数みられるが、小囊壁にはなお卵原細胞が少数認められる (Plate III, Fig. 4)。雄の小囊腔の中央部では精細胞から精子への変態が活発に行われ、精子比率は20%以上となる (Plate IV, Fig. 4)。

段階 5, 放出期: 小囊腔は成熟卵及び精子の放出により空隙がみられるようになり、雌の小囊壁では発達途上の卵母細胞が (Plate III, Fig. 5)、また雄では精母細胞、精細胞がみられる (Plate IV, Fig. 5)。

段階 6, 放出終了期: 雌と雄の小囊腔はそれぞれ成熟卵と精子の放出によって完全に空隙となるが、退化過程にある少数の残存卵 (Plate III, Fig. 6)、及び精子 (Plate IV, Fig. 6) がみられる。雌の小囊壁には卵原細胞と初期卵母細胞及び無卵黄期の卵と崩壊途上の卵黄形成前期及び後期の卵がみられる。雄では精原細胞のみがみられる。

以上の区分に従って、各時期の生殖巣の段階を調べた結果を Table 1 に、これより百分率で Fig. 2 に示した。雌性個体群では5月中旬に84%が成長前期にあり、成長後期は10%で、休止期は5%で少ない。6月下旬には57%が成長後期に移り、33%が成熟期に達する。小囊腔には周年に亘り発達した卵母細胞の退化像が観察され (Plate V, Fig. 1)、なかでも休止期から成熟期に至る間に量的に多い。7月中旬から9月上旬にかけて、放出期の個体が82~92%を占めるようになる。放出後は喰細胞が頻繁に観察され (Plate V, Fig.

Table 1. Monthly changes in the maturation process of gonad.

Sex	Sampling date	Gonad condition					Total no.	Range of shell length (mm)	
		Resting	Early grow- ing	Late grow- ing	Maturing	Breeding			Spent
Female	May 18, 1978	1	16	2				19	18.0-33.2
	Jun. 29		2	12	7			21	21.4-35.3
	Jul. 20				2	22		24	12.7-36.0
	Sep. 4		1			22	4	27	14.6-30.0
	Sep. 26	12				1	3	16	13.4-34.1
	Oct. 22	3	27					30	11.7-33.8
	Mar. 19, 1979	8						8	24.6-39.1
	Dec. 1	2	7	1				10	27.1-30.9
Male	May 18, 1978	19	3	1				23	15.9-39.1
	Jun. 29	1	1	1	16			19	19.8-35.8
	Jul. 20	1		1	10	14		26	13.3-34.9
	Sep. 4	1			5	24		30	14.3-37.5
	Sep. 26	6	1			7	1	15	12.5-36.0
	Oct. 22	13	5	6			1	25	13.0-34.4
	Mar. 19, 1979	5	4	3				12	26.9-39.7
	Dec. 1	2	1	1				4	27.6-30.3

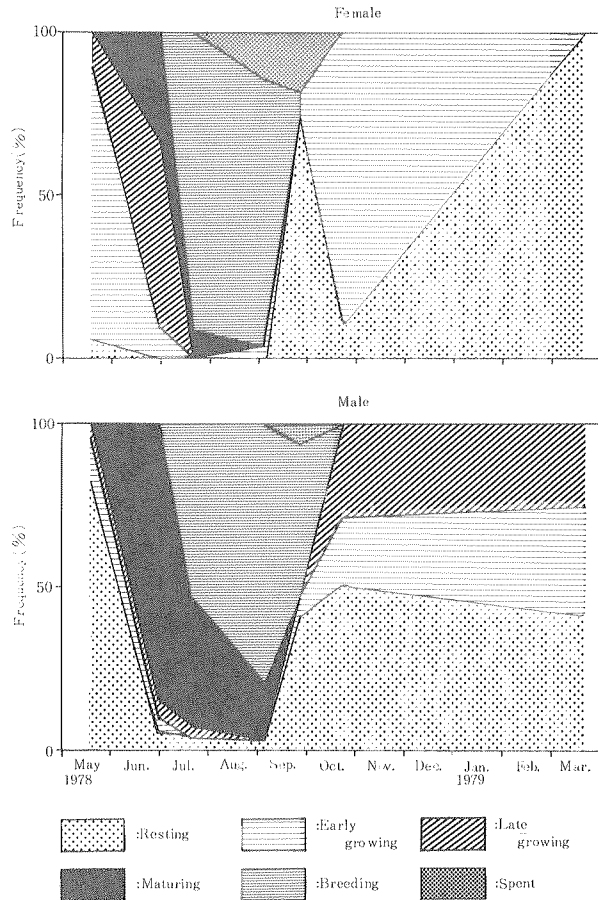


Fig. 2. Monthly changes in the maturation process of gonad.

2), この頃より卵の退化像が目立ってくる。その後, 9月下旬には75%が休止期で占められる。10月下旬には90%が成長前期へ進むが, 3月にはすべての個体が休止期にあり, 様相が異なっている。従って, この間の生殖巣の変化を観察する必要がある, 1979年12月上旬に採集した試料の観察結果を併せて Table 1 に示した。これによると, 休止期20%, 成長前期70%, 成長後期10%であった。

一方, 雄性個体群では, 5月中旬は83%が休止期で, あとは成長前期と成長後期である。6月下旬には84%が成熟期に達し, 急激な発達が見られる。その後, 7月中旬から9月上旬に放出期の個体が54~80%を占めるが, 9月下旬には47%と低下し, 代って休止期の個体が40%出現する。放出後は残存精子の退化像が観察されるが (Plate V, Figs. 3, 4), 喰細胞活動は卵巣に比べて顕著でない。10月下旬には休止期の個体が観察個体全体の半数余りを占め, 残りは成長前期, 成長後期へそれぞれ20%余り移行している。3月中旬では休止期は42%と幾分減少し, 成長前期の個体が33%に増えるが, 10月に比べほとんど大きな変化がみられない。1979年12月では標本数が4個体と少ないが, 休止期より成長後期までみられている。

2 生物学的最小形

5月下旬と8月下旬に採集された若令個体の生殖巣の発達状態を, 殻長ごとに前述した発達段階区分に従って調べると, Table 2 のようになる。5月は殻長10.0~16.8mmの個体が採集され, このうち, 段階0の未

Table 2. Gonadal condition of young shell by size groups.

Shell length (mm)	May 31, 1979				Aug. 24, 1979			
	Undifferentiated	Resting		Early growing	Undifferentiated	Resting		breeding
		♀	♂			♀	♂	
5.0- 5.9					1			
6.0- 6.9					6			
7.0- 7.9					5			
8.0- 8.9					6	2		
9.0- 9.9					3	2		
10.0-10.9	1		2					1
11.0-11.9								
12.0-12.9		1						
13.0-13.9		3	2					
14.0-14.9		3	2					
15.0-15.9		3		2				
16.0-16.9		1		2				1 1
17.0-17.9								1
18.0-18.9								
19.0-19.9								1
Total no.	1	11	6	4	21	4	3	2

分化期は殻長10.2mmの個体のみで、その他の個体は雌雄の判別が可能で、休止期と成長前期にあった。8月は殻長5.5~19.1mmの個体が採集され、5.5~9.6mmが未分化期にあり、雌では8.2~9.0mmが休止期、10.5mm、16.7mm、17.7mmの個体が放出期にあった。一方、雄では16.2mmと19.1mmの個体が放出期にあった。このうち、雌の殻長10.5mmの個体に熟卵が (Plate V, Fig. 5)、また雄の殻長16.2mmの個体に精子が (Plate V, Fig 6) それぞれ観察され、これらはいずれも放出過程にあった。従って、生殖細胞の性分化は殻長10mm位より進み、組織上雌雄の判別が可能になる。生物学的最小形については、Table 1の成熟期から放出終了期にある個体の殻長を調べると、7月下旬では、雌の殻長12.7mm、雄の15.0mmがそれぞれ放出期にあった。9月上旬では、雌の殻長14.6mmが放出終了期、雄の14.3mmが成熟期にあった。これらは各月で観察した個体のうちで最小の成体で、Table 2の8月下旬の結果とも合せ、殻長15mm以上の個体はすべて生殖能力を有するものとみなすことができる。

考 察

本種は性分化がみられる殻長10mm以上の個体では雌雄異体であるが、それより小さい個体では雌雄の判別が不可能である。今回、雌雄同体個体は全く観察されなかった。また、性比はTable 1に示した標本の性別から明らかのように、各月ともほぼ1:1に近いので、漁場でもこの比率にあると思われ、ホタテガイでみられた雄性先熟の傾向⁵⁾はみられなかった。

生殖巣の成熟過程は7段階に区分されたが、未分化期より休止期に至る産卵に参加しない未熟個体と、産卵に参加する成体個体の「休止期」とは本来区別して記す必要があるが、ここでは繁雑になるため、休止期のみとした。そこで、休止期にある未熟個体と、成体個体の相違点を記すと、未熟個体では成体個体に比べて小嚢は小さく、結合組織中に点在しているので、この点で未熟、成体の区別が可能である。また、雌の未熟個体では退化した生殖細胞の残骸が全くみられないか、みられても極めて少ないが、成体個体では極めて

多い。一方、雄の成体の休止期では生殖細胞の退化像が雌に比べて顕著でなく、この点では明確な区分は困難である。このような相違点から、Table 1、Table 2 に示した休止期の個体を区分すると、Table 1 では雌の9月26日の12個体中2個体（殻長13.4mm, 13.7mm）が未熟であった。また、雄では7月20日（殻長13.3mm）、9月4日（14.9mm）、9月26日（12.5mm）の各1個体が未熟個体であった。さらに、Table 2 では5月31日、8月24日とも休止期にある個体のすべてが未熟であった。

生殖巣の発達周期は、雌雄個体群間で幾分様相を異にしている。即ち、雌では5月から6月にかけて休止期から徐々に成熟期へと発達するのに対し、雄はこの間は急激に発達する。その後、雌の小囊腔ではホタテガイ⁶⁾のように熟卵で小囊腔を埋め尽した後、放出されるのではなく、成熟した卵より順次放出されるため、同一個体の産卵が9月下旬にまで及ぶものと考えられる。これに対し、雄はある程度小囊腔が精子で充満された後放出されるが、放出終了期の個体が9月下旬にわずかしみられないことから、雌同様同一個体が9月下旬まで長期にわたって放出するものと考えられる。放出後の9月下旬は雌では休止期の個体で75%占められているが、その後、成長前期の個体が90%を占めるようになる。また、採集した年が異なるが、1979年12月の試料では、雌は成長前期が70%を占めており、10月～12月は成長前期の個体が多くなるものと考えられる。しかし、その後、喰細胞活動により発達した卵母細胞が退化するため、3月には休止期だけになっていると考えられる。一方、雄は放出後3月まで休止期が40～50%を占めている。ただ、3月の標本は網走川から採集されたものであり、湖で生活しているものと性成熟の進行状態が異なっている可能性も考えられる。従って、10月以後5月までの期間の生殖巣の発達状況については詳細な観察が必要とされる。次に雌雄の顕著な相違として、喰細胞活動があげられる。雌の小囊腔には周年にわたって喰細胞活動により卵の退化像が観察されたが、雄では放出後に雄性生殖細胞の退化像がごくわずかしみられたに過ぎない。卵の退化像は成熟期の7月から放出期の9月上旬には極めて少なくなり、放出後は再び多くなるので、退化卵の存在は卵の成熟と関係しているように思われる。喰細胞の存在は未経産個体においても観察された。喰細胞活動が卵母細胞の成長と関係していることは、著者⁵⁾がホタテガイ1年貝で観察している。LOOSANOFF⁷⁾は *Venus mercenaria* で phagocytic nutrient cell を観察し、この細胞は未放出の生殖細胞の退化、吸収の他に発達する生殖細胞への栄養物質の供給を行うことを示唆している。ヤマトシジミにおいても、喰細胞活動が先に発達した生殖細胞を犠牲にして分解し、その栄養物質を後から発達する細胞の増殖、成長に役立っているという考え方ができるが、詳細については今後の研究に待ちたい。

網走湖産ヤマトシジミの産卵期は、7月中旬から9月下旬で、8月が盛期と推定される。藻琴湖産ヤマトシジミについて、木下・渋谷²⁾は「7月上旬には生殖素が全く成熟し、これが7月中、下旬から放卵を始めて9月上旬に及び、その盛期は8月上、中旬と認めることが出来る」と述べ、朝比奈³⁾も木下・渋谷とはほぼ同様な結果を得ている。また、FUJII⁸⁾によれば、青森県十三潟では7月上旬にはほとんどの個体が産卵し、8月下旬にまで及ぶと述べている。以上のことから、網走湖産と藻琴湖産ヤマトシジミの産卵期は同時期で、十三潟と比べてもほとんど大差ない。

生物学的最小形についてみると、朝比奈³⁾は「殻長18mm以上の貝はすべて十分に生殖能力を有するが、12mm以下では成熟した貝は1個も認められず、最小の完熟個体は雌では殻長15.2mm、雄は殻長13.7mmであった」と述べている。今回、著者が観察した生物学的最小形は、雌は殻長10.5mm、雄は14.3mmであったが、前述した如く、殻長15mmが一般的であると思われる。宇藤のシジミガイの成長曲線⁴⁾によれば、殻長15mmに達するには満3年を要しており、産卵に参加するのは満3年以上の貝と云えよう。

要 約

網走湖産ヤマトシジミの生殖周期について、1978年5月から1979年12月の間に調査し、次の結果を得た。

1. 雌性生殖細胞の成熟過程はその細胞学的特徴により、(1)卵原細胞期、(2)初期卵母細胞期、(3)無卵黄期、(4)卵黄形成前期、(5)卵黄形成後期、(6)成熟期の6期に区分した。

また、雄性生殖細胞は、(1)精原細胞期、(2)第一次精母細胞期、(3)第二次精母細胞期、(4)精細胞期、(5)精子

期の5期に区分した。

2. 生殖巣の熟度は生殖巣の成熟過程の細胞学的特徴により, (1)未分化期, (2)休止期, (3)成長前期, (4)成長後期, (5)成熟期, (6)放出期, (7)放出終了期の7期に区分した。

3. 生殖巣の熟度変化は雌性個体群では, 休止期: 9~5月, 成長前期: 5月及び10~12月, 成長後期と成熟期: 6月, 放出期: 7~9月, 放出終了期: 9月の周期をたどる。また, 雄性個体群では, 休止期: 9~5月, 成長前期と成長後期: 5~6月及び10~3月, 成熟期: 6~7月, 放出期: 7~9月, 放出終了期: 9月であった。

4. 性分化は殻長10mm位より始まり, ほとんどの個体は満3年の殻長15mmで成熟に達する。観察した生物学的最小形は, 雌は殻長10.5mm, 雄は殻長14.3mmであった。

文 献

- 1) 波部忠重・伊藤 潔 (1965): 原色世界貝類図鑑(1) 北太平洋編 176p. 56pl. 保育社 大阪
- 2) 木下虎一郎・渋谷三五郎 (1939): 藻琴沼産蜆の産卵期 北水試旬報 (417) 7-8
- 3) 朝比奈英三 (1941): 北海道に於ける蜆の生態学的研究 日本誌 10 143-152
- 4) 宇藤 均 (1981): 網走湖産ヤマトンジミの生長 本誌 (23) 65-81
- 5) 丸 邦義 (1978): ホタテガイの生殖に関する研究 第2報 1年貝の生殖巣の発達 同 (20) 13-26
- 6) ——— (1976): 同前 第1報 養殖ホタテガイの生殖周期 同 (18) 9-26
- 7) LOOSANOFF, V. L. (1937): Development of the primary gonad and sexual phases in *Venus mercenaria* LINNE. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 42 683-703
- 8) FUJI, A. (1957): Growth and breeding season of the brackish-water bivalve, *Corbicula japonica*, in Zyusan-gata Inlet. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 8 178-184

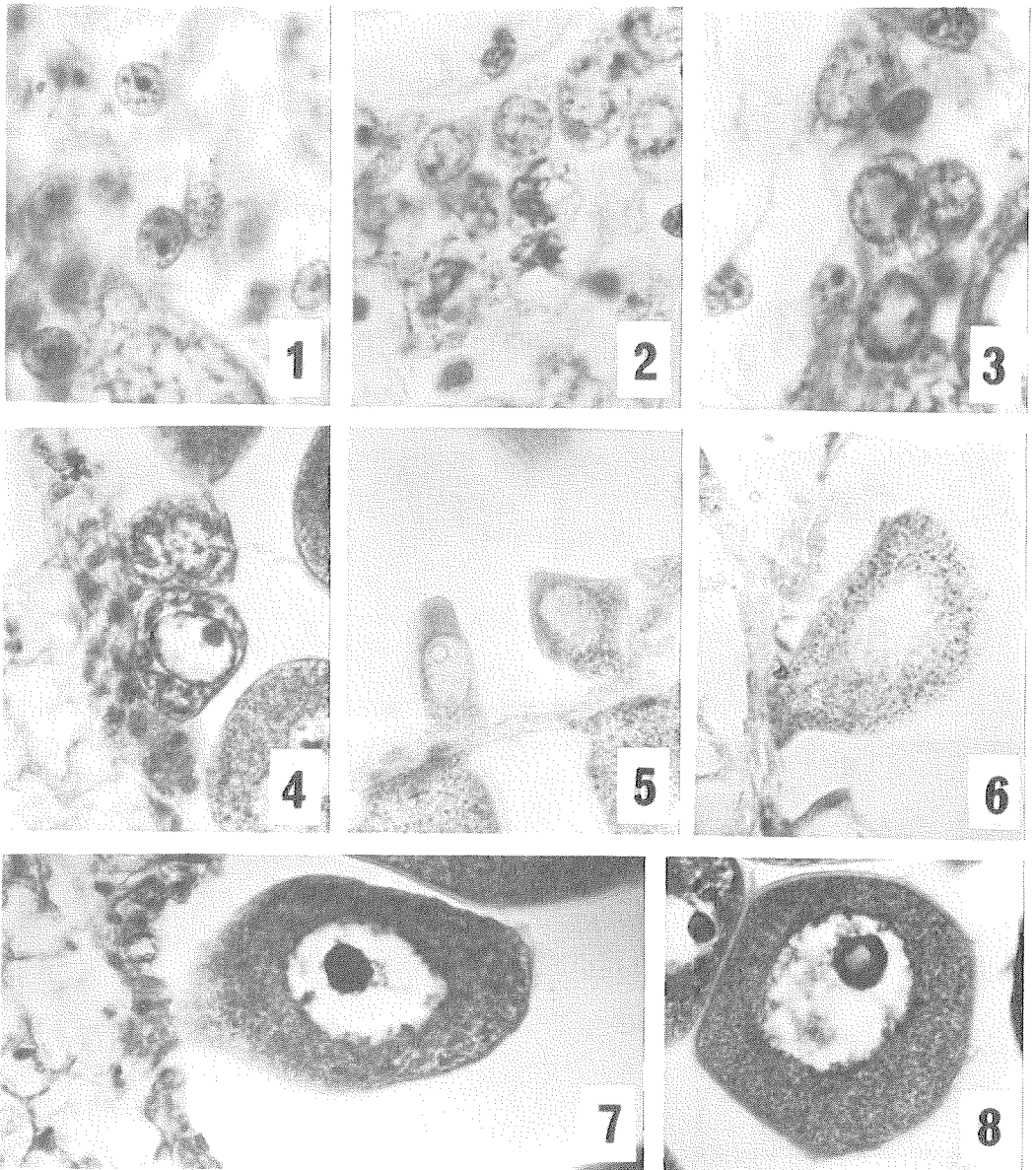


Plate I Photomicrographs of female germ cells in various maturation stages. Figures except figs. 5 and 6, Bouin-fixed and Delafield's haematoxylin-eosin stained; Figs. 5 and 6, Carnoy fixed and PAS stained. Magnification: Figs. 1—3, 1280 times; Figs. 4—8, 510 times.

Fig. 1. Oogonia. Fig. 2. Early oocytes in synapsis.

Fig. 3. Early oocyte, nucleolus appeared. Fig. 4. Oocytes in yolkless stage.

Fig. 5. Oocytes in early yolk-formation stage.

Fig. 6. Oocyte in late yolk-formation stage.

Fig. 7. The same oocyte as above.

Fig. 8. Oocyte in maturation stage.

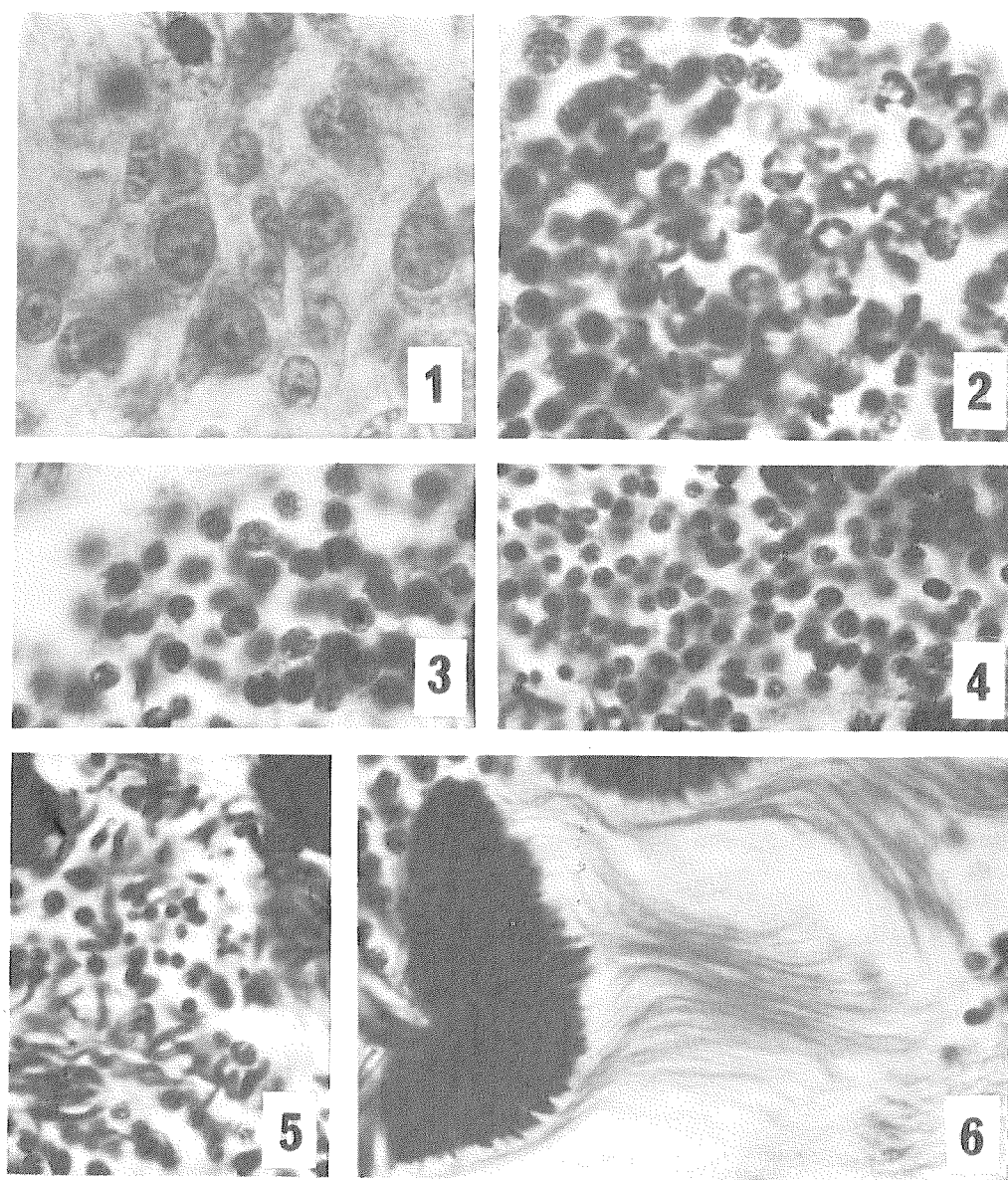


Plate II Photomicrographs of male germ cells in various maturation stages. Fixed in Bouin's fluid and stained with Delafield's haematoxylin-eosin. Magnification of all figures is 1280 times.

- Fig. 1. Spermatogonia in resting period.
- Fig. 2. Primary spermatocytes in synapsis.
- Fig. 3. Primary spermatocytes.
- Fig. 4. Secondary spermatocytes.
- Fig. 5. Spermatids in spermiogenesis.
- Fig. 6. Mature spermatozoa.

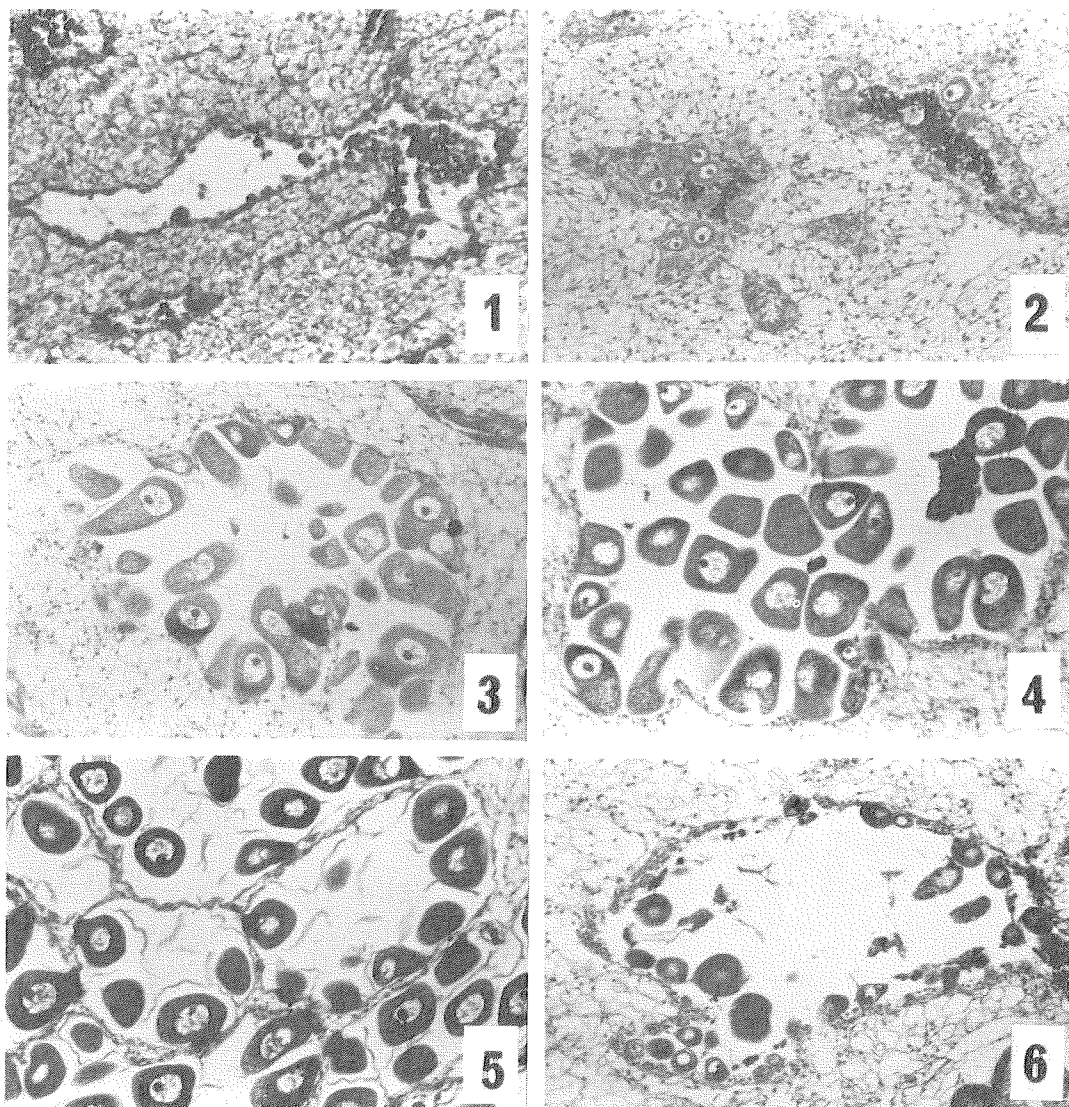


Plate 1.1 Photomicrographs of transverse sections through ovaries in various stages of maturity. Fixed in Bouin's fluid and stained with Delafield's haemamatoxyl-in-eosin. Magnification of all figures is 100 times.

- Fig. 1. Resting stage. (Mar. 20)
- Fig. 2. Early growing stage. (May 18)
- Fig. 3. Late growing stage. (Jun. 30)
- Fig. 4. Maturing stage. (Jun. 30)
- Fig. 5. Breeding stage. (Sep. 4)
- Fig. 6. Spent stage. (Sep. 26)

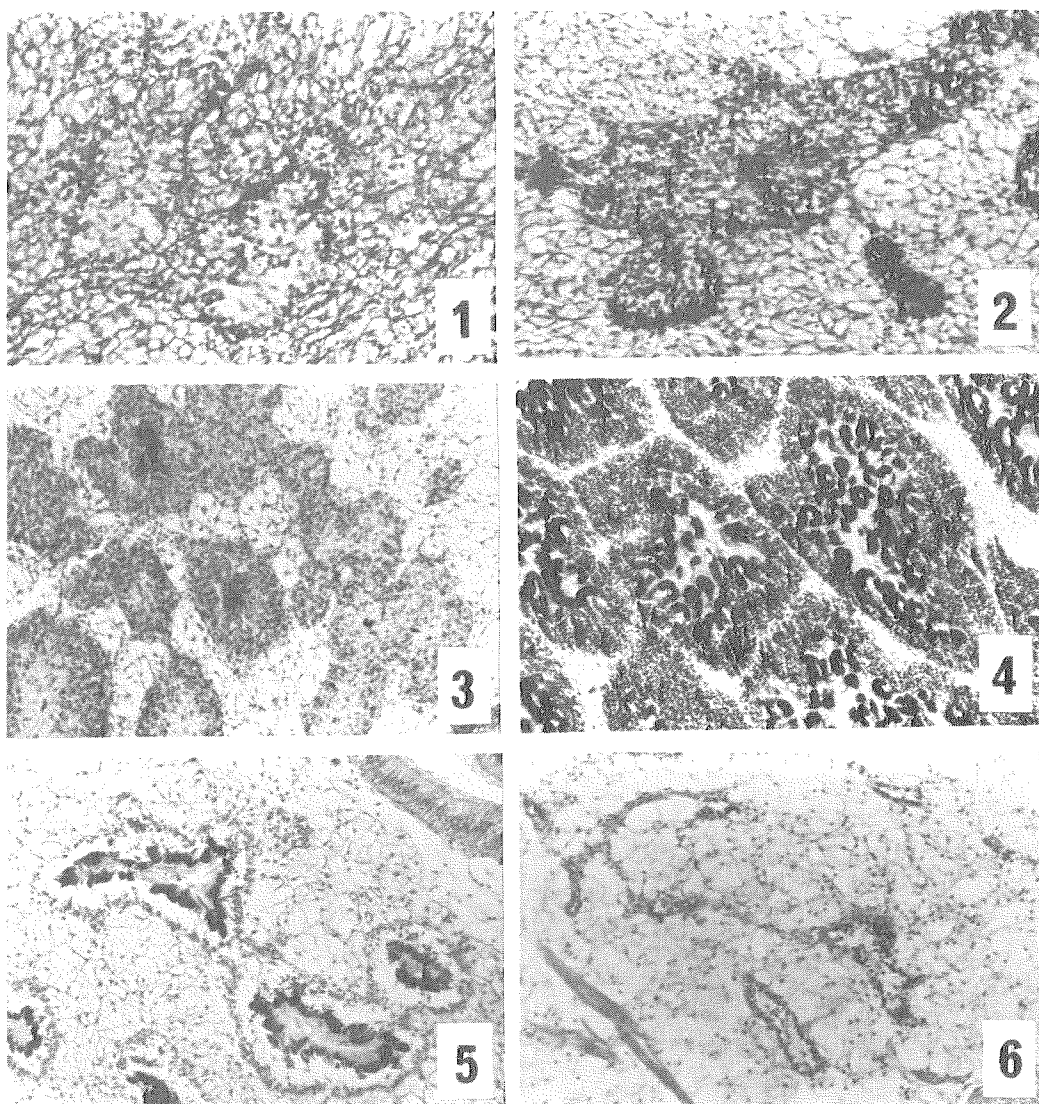


Plate IV Photomicrographs of transverse sections through testes in various stages of maturity. Fixed in Bouin's fluid and stained with Delafield's haematoxylin-eosin. Magnification of all figures is 100 times.

- Fig. 1. Resting stage. (Mar. 20)
Fig. 2. Early growing stage. (Mar. 20)
Fig. 3. Late growing stage. (May 18)
Fig. 4. Maturing stage. (Jul. 20)
Fig. 5. Breeding stage. (Sep. 26)
Fig. 6. Spent stage. (Sep. 20)

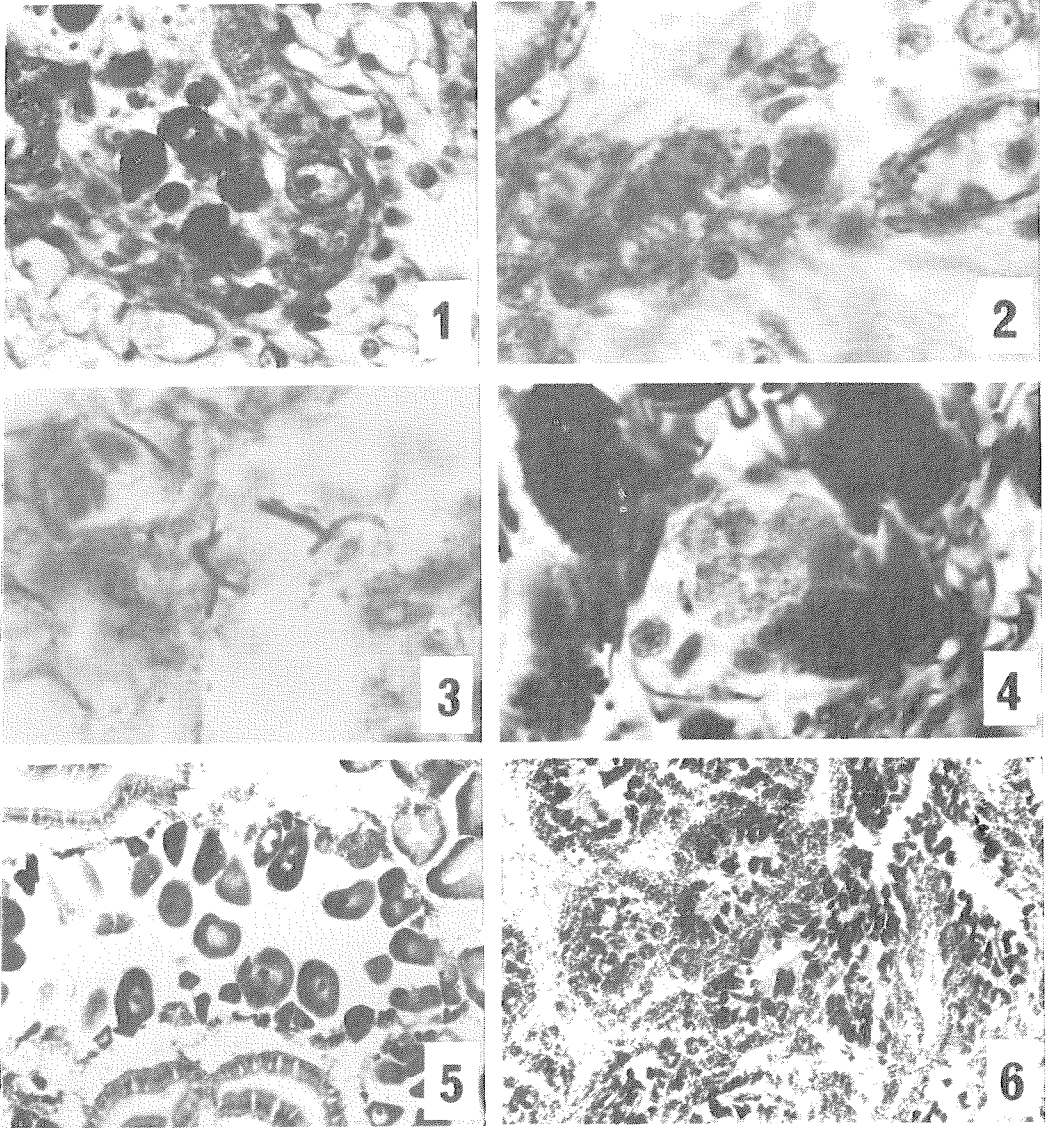


Plate V Photomicrographs of transverse sections through gonads in phagocytosis and first maturity. Fixed in Bouin's fluid and stained with Delafield's haematoxylin-eosin. Magnification: Fig. 1, 510 times; Figs. 2-4, 1280 times; Figs. 5 and 6, 100 times.

Fig. 1. Advanced oocytes degenerating by phagocytosis. (Jun. 30)

Fig. 2. Phagocytosis in ovary. (Sep. 26)

Fig. 3. Spermatozoa degenerating by phagocytosis. (Sep. 26)

Fig. 4. The same as above. (Sep. 4)

Fig. 5. Ovary at first maturity. (Shell length, 10.5mm; Aug. 24)

Fig. 6. Testis at first maturity. (Shell length, 16.2mm; Aug. 24)