



Title	ヒメエゾボラ雄の生殖周期に関する組織学的研究
Author(s)	高橋, 延昭; 高野, 和則; 村井, 茂
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 23(2), 65-72
Issue Date	1972-08
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23469
Type	bulletin (article)
File Information	23(2)_P65-72.pdf



[Instructions for use](#)

ヒメエゾボラ雄の生殖周期に関する組織学的研究

高橋延昭*・高野和則*・村井茂**

**Histological Studies on the Reproductive Cycle of the Male
Neptune Whelk, *Neptunea arthritica***

Nobuaki TAKAHASHI*, Kazunori TAKANO* and Shigeru MURAI**

Abstract

1. Seasonal changes in the male reproductive system of the neptune whelk, *Neptunea arthritica*, collected in Kamiiso, southern Hokkaido, were examined histologically. The process of the development of the germ cells was classified into several stages: (1) primary spermatogonium, (2) secondary spermatogonium, (3) primary spermatocyte, (4) secondary spermatocyte, (5) spermatid, and (6) spermatozoon.

2. On the basis of cytological characteristic processes of the development of germ cells, the maturational processes of the testis were classified into three stages. In addition, a seasonal study of the seminal vesicles, viz., the convoluted part of the vas deferens, has been carried out. The process of the cyclical changes of the seminal vesicles was also divided into three stages according to the histological characteristics of the seminal vesicle wall and the relative amount of spermatozoa stored in the lumina of the vesicles. Under the provisions above-mentioned, the maturational processes of the male neptune whelk were divided into four stages: (1) recovering, (2) growing, (3) maturing, and (4) copulating.

3. In the testes obtained during the period from early June to late August, the spermatogonia occupied their lobules almost entirely except for a scanty of germ cell patches more advanced than primary spermatocytes. Active spermatogenesis occurred in September. A considerable amount of spermatozoa made their appearance in testicular lobules and some of them were transported from the testis towards the seminal vesicles in late October. Although the spermatids were still dominant in the testis, the spermatozoa came to fill the seminal vesicles in the months of December and January. Thereafter, the germ cells were absorbed in the testicular lobules and spermatozoa began to form sperm masses in the seminal vesicles before the commencement of the copulating period in late April.

4. During the course of this observation, 5 types of atypical germ cells were distinguished in the testis. A brief discussion was conducted on the fate of these cells and their possible relations with atypical spermatozoa.

緒 言

海産巻貝の生殖器官系の形態、構造に関しては、これまで欧米において数多くの解剖学的、組織学的研究がなされている (Fretter & Graham¹⁾, 参照)。これに対し、本邦産の海産巻貝に関してはそ

* 北海道大学水産学部淡水増殖学講座 (Laboratory of Fresh-Water Fish-Culture Faculty of Fisheries Hokkaido University)

** 北海道水産部 (Fisheries Department, Hokkaido Prefectural Government, Sapporo)

の知見が比較的乏しく、原始腹足類のアワビ²³⁾、イシダタミ⁶⁾、新腹足類のイボニシ⁷⁾などで研究がなされているに過ぎない。

ヒメエゾボラ (通称ツブ) は新腹足類に属し、北海道では、エゾバイ科 (*Buccinidae*) の他の巻貝とともに地域によって有用な磯根資源として重要視されている。しかし本種の生殖に関しては、宮脇⁸⁾ が産卵生態について報告しているのみでその詳細はほとんど知られておらず、禁漁期の設定などの合理的な繁殖保護を計る上において大きな隘路となっている。この報告ではヒメエゾボラ雄の生殖周期を明らかにする目的で、精子形成過程の組織学的研究に基いた精巢の季節的変化並びに精巢附属構造 (貯精囊) の形態変化を観察し、その交尾期の推定を行った結果について述べる。

稿を進めるに先立ち、本研究に対し御指導と御助言を賜った北海道大学山本喜一郎教授に謝意を表す。また、本研究に用いた材料の採集に際して多大の便宜を与えられた北海道立栽培漁業総合センター場長結城了伍博士、上磯漁業協同組合参事川越平雄氏を始め組合員各位および異形精子の研究に御協力下された北海道大学大学院水産学研究科福岡秀雄氏に厚く御礼申し上げる。

材料および方法

本研究に用いた材料は、北海道函館湾上磯産のヒメエゾボラ *Neptunea arthritica* の成員で、1971年4月から1972年3月まで、ほぼ毎月1回、沿岸岩礁域および砂泥域において採集された。

殻長、殻幅、全重量、肉重量などを測定した後、生殖器官系を摘出し固定した。固定にはブアン液、スサ液を用いて通常パラフィン法により厚さ8~10 μ の切片とした。染色にはデラフィールドのヘマトキシリンとエオシン、ハイデンハンの鉄ヘマトキシリンとライトグリーン、マンのメチル青とエオシンを用い、多糖類および蛋白質検索のためにはそれぞれPASおよびHg-BPB反応も試みた。

結 果

ヒメエゾボラは雌雄異体で体内受精をする。雌雄の識別は蓋を開き、殻口から頭部を引き出して陰茎の有無を調べることにより容易になし得る。

精巢は、殻の上部の螺塔内にコイル状に巻いた内臓隆起部の上側に位置する。その色彩は黄白色を呈し、幾分個体差はあるが周年ほとんど変化しない。精巢は円柱状の精巢小囊が多数集まって形成され、各小囊壁は内層の生殖上皮、外層の繊維性結合織の2層から成る。これらの小囊は、精巢内を螺旋内側に沿って走る輸精管から派生する輸精小管に、それぞれ開口している。輸精管は中腸腺から内臓域にかけて複雑に回旋した後、再び体右側に沿って伸び、陰茎に達する。これらの輸精管は内腔面を被う、繊毛を備えた上皮細胞層と、その外側を取り囲む繊維性結合織の2層の壁によって形成された中空の管である。陰茎は褐色を呈し基部右側に突出している。陰茎内の輸精管内上皮は繊毛を有する単層の腺様上皮細胞から成り、複雑な皺曲を示す。上皮層の外側は良く発達した輪走筋によって取り囲まれている。

精 子 形 成

本種の精子形成過程を次の6期に区分した。(1) 第一次精原細胞期、(2) 第二次精原細胞期、(3) 第一次精母細胞期、(4) 第二次精母細胞期、(5) 精細胞期、(6) 精子期。

(1) 第一次精原細胞期; 第一次精原細胞は小囊壁に埋没するか、あるいは1ないし数個の体細胞に包まれて小囊壁に近接して存在する。細胞は卵形あるいは円形で、長径約19 μ 、短径約14 μ で、細胞質は弱いエオシン好性を示す。核は直径約11 μ でしばしば不規則な形態を示し、数個の核小体を有する (図版 I-1)。第一次精原細胞の分裂増殖は周年観察される (図版 I-2, 3)。

(2) 第二次精原細胞期; 第一次精原細胞は分裂をくり返すことによってその数を増すと同時に、小

囊壁から分離するようになる（図版 I-4）。この期の精原細胞はほぼ円形で、前期より大きさを減じ約 8μ になる（図版 I-5）。核はヘマトキシリンに濃く染り、核内には1個のエオシン好性の核小体が存在する。この期の生殖細胞も周年認められた。

(3) **第一次精母細胞期**；最後の増殖分裂を終えた精原細胞は精母細胞に移行する。第一次精母細胞の大きさは 10μ 前後である（図版 I-6）。初め、核内に一様に分布していた染色糸は吻合し、核の一極にかたまり三日月状を呈する（図版 I-7, 8）。吻合を終えた染色糸は太くなり（図版 I-9）、再び核内に広がってゆく（図版 I-10, 11）。この頃の細胞は吻合前に比べ大きさを増し、直径 11.5μ を示す（図版 I-12）。その後、核膜は次第に不明瞭になり、紡錘体が現われるとともに染色体は赤道面に並び、第一次成熟分裂が起こる（図版 I-13）。

(4) **第二次精母細胞期**；第一次成熟分裂後、染色体は再び核内に散在する。この期の細胞は第一次精母細胞より小さく直径 6μ 、核径 4.5μ を示す（図版 I-14）。その後再び紡錘体が現われて染色体は赤道面に並び（図版 I-15）、二分されて両極に移動し、第二次成熟分裂を完了する。

(5) **精細胞期**；第二次成熟分裂を完了した後の精細胞は、その後複雑な形態変化を示しながら、精子に変態する。本種ではこの過程が特徴的で、次の三期に細分することができる。すなわち、1) 球状精細胞：核は球形で直径 4μ を示し、染色質は短小で核内に一様に拡がっている（図版 II-16）。その後、染色質は次第に密集するようになり、核の一侧に染色質塊を形成する。これと並行して、核の中央部にヘマトキシリンに濃染する球形の小体出現する（図版 II-17）。変態が進むに従い、染色質塊は更に濃密となり楕円形ないし円形を呈するようになる。この間に核中央部に認められた小体は消失する（図版 II-18, 19）。2) 楕円体精細胞：核はクルミ状（図版 II-20）からさらに長径 5μ 、短径 2μ の楕円体を呈するようになる（図版 II-21）。この頃染色質塊の正中軸に沿って縦溝が現われ始め、同時に尾部の形成も始まる（図版 II-21）。3) 棒状精細胞：核は次第に細長くなり、長径 12μ 短径 1μ 程の鎌状を呈するようになる（図版 II-22）。前期から始まった縦溝の形成はさらに進み、染色質塊が中央の透明な空隙によって左右両側に二分されるように見える（図版 II-22, 23）。その後、染色質塊はさらに棒状に変化して行く。

(6) **精子期**；精子はヘマトキシリンに濃染する細長い紐状の頭部と、ライトグリーンまたはエオシンに染色される尾部から成り、頭部を生殖上皮側にむけて密集している（図版 II-24）。

異形細胞について

生殖細胞形成過程の各期に種々の形状を示す異形細胞が多数観察された。これらの細胞を大別すると **I**）正常生殖細胞の2~3倍の大きさを有し、核内には正常細胞に見られるより多量の染色体が認められるもの（図版 II-25）、**II**）大きさは生殖細胞と大差はないが、核が特異的に変化しているもの（図版 II-26~30）とがある。後者はその形態からさらに4型に細分することができ、以下これを便宜的にA~D型と呼んでその特徴を記す。A型細胞：長径 10μ 、短径 7μ で細胞質は染色性に乏しい。核は不規則な形状を示し、核内にはヘマトキシリン好性の染色質小塊が散在する（図版 II-26）。B型細胞：大きさ約 10μ のこの細胞はヘマトキシリンに濃染する 3μ 程の1個の大核と、 1μ 前後の数個の小核を有する（図版 II-27）。C型細胞：直径約 8μ 、核は不明瞭でヘマトキシリンに濃染する小塊を有し、尾部が認められる（図版 II-28, 29）。D型細胞：直径 4μ 程度の細胞で、細胞質はほとんど染色性を示さず核も不明瞭である。尾部は認められる（図版 II-30）。

精巢熟度

以上述べた生殖細胞の発達過程の細胞学的特徴に基づいて、上磯産ヒメゾボラの精巢の成熟過程を3期に区分した。

(1) **T-I 期**（回復期）：この期の初期には、外套膜側の精巢小囊の生殖上皮中には、第一次精原細

胞が多数存在し、小嚢内腔は中空である。一方、内臓側の各小嚢および輸精管内には、精母細胞から精子に至る各期の生殖細胞の崩壊像が認められ、一部の小嚢はこれらの崩壊によって生じたと思われる液状物質で満たされている。また、生殖上皮中には黄色顆粒状物質が観察される。その後第一次精原細胞は徐々に分裂し、この期の後期には、多数の第二次精原細胞が出現して (図版 III-31)、小嚢腔を満たすようになる。崩壊途上の生殖細胞あるいは液状物質はすでに認められない。しかし、精巢小嚢は最外層の繊維性結合織が厚く、まだ萎縮した状態にある。

(2) **T-II 期 (成長期)**: この期は第一次精母細胞が主群をなし、少数ながら精子も出現する時期である (図版 III-32)。すなわち、初め各精巢小嚢内に多数存在する第二次精原細胞は急速に分裂増殖し、これに続いて多数の対合期の精母細胞が出現するようになる。本種においてもウバガイウ、その他の種類で認められていると同様に、第一次、第二次成熟分裂は速かに進行し、ただちに精子の出現をみる。精子が出現するに伴い、小嚢腔は再び明瞭になる。小嚢壁の繊維性外層および各小嚢間の間充組織は何れも著しく薄くなる。この期の精巢を切開すると乳白色の精子塊が流出する。

(3) **T-III 期 (成熟期)**: この期の初期の精巢は、精細胞によって優占され、精細胞から精子への変態過程が明瞭に観察される。また、小嚢腔には多数の精子が小塊状をなして存在するが、その密集度は比較的ゆるく、外套膜側から内臓側へ流動している様相を呈する (図版 III-33)。この期の後半には、外套膜側の小嚢は精原細胞と精子のみから成り、精子が生殖細胞の主群をなす。また、小嚢は前期に比して著しく細くなり、繊維性結合織層は再びその厚さを増す。

貯精嚢の生殖周期に伴う組織学的変化

輸精管の回旋部位、すなわち貯精嚢の生殖周期に伴う形状変化の組織学的特徴および内腔の精子量に基いて便宜的に次の3期に区分した。

(1) **S-I 期 (休止期)**: この期の貯精嚢は外見的に褐色を呈している。輸精管を構成している繊維性結合織は厚く数層をなし、萎縮した状態を示す。内層の上皮細胞は単層の立方状で 20μ に達するものもある。また、上皮細胞はその遊離面に繊毛を有し、核は紡錘形でヘマトキシリンに濃染し細胞基部に位置している (図版 IV-34)。これらの上皮細胞層にはしばしば 15μ に達する PAS 陽性、Hg-BPB 陰性の小体を有する細胞が多数認められる (図版 IV-35)。この小体は時に細胞から脱落して内腔中に存在することもある。内腔にはまだ少量の残存精子が存在し、これらの精子は頭部を上皮細胞に接していることもある。

(2) **S-II 期 (貯留期)**: この期の初めに、貯精嚢は外見的に精子の貯留されている部分が乳白色を、他の部分は褐色を呈している。その後精子の流入とともに貯精嚢は全体が乳白色を呈するようになる。この時期の貯精嚢にはその内腔に精子塊が渦巻状を呈して多量に貯留されている (図版 IV-36)。この頃の上皮細胞の高さは約 10μ で、核は紡錘形から次第に膨大して円形を呈するようになり同時にヘマトキシリンの染色性が弱まる。また、核内には数個の核小体が存在する。細胞質は多くの空胞で満たされ、前期にみられた黄色顆粒状小体は消失している (図版 IV-37)。この期の後期、腔内に大量の精子を貯留する頃には上皮細胞は扁平になり、細胞質中の空胞は次第に不明瞭になる。また、輸精管を取り囲む繊維性結合織も著しく薄くなる。

(3) **S-III 期 (放出期)**: この期も前期同様貯精嚢は乳白色を呈している。貯精嚢内腔にはまだ多量の精子が貯留されているが量的には前期より減少している。これらの精子は明瞭な精子塊をなし、ヘマトキシリンに濃染する頭部を貯精嚢上皮細胞に近接させ、内腔中にエオシン好性の尾部に向けて密集している (図版 IV-38)。上皮細胞は精子量の減少に従い再びその高さを増し、核は円形になる。この頃になると黄色顆粒状小体も徐々に出現し始める。この期の末期には、貯精嚢内の精子は内臓側と外套膜側に多く認められるが、中央部で比較的少なくほとんど中空状を呈する。この中央部の上皮細胞は円柱状を呈し繊毛が識別しやすくなる (図版 IV-39)。外層の繊維性結合織はその厚さを増す。

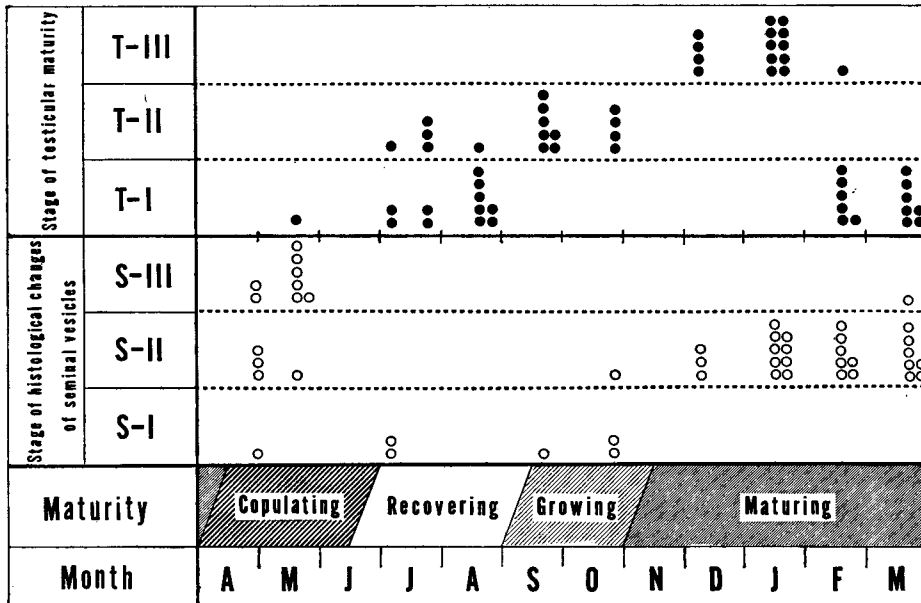


Fig. 1. Seasonal changes in the maturity of the male neptune whelk. Each mark shows one individual.

成熟度の周年変化

各月に採集した上磯産ヒメエゾボラ雄計 56 個体の精巣成熟度と、内 46 個体の貯精嚢の周年変化を併せて図 1 に示した。

3 月 29 日および 4 月 27 日に採集した個体の精巣成熟度は T-I 期を示しているが、貯精嚢の状態は S-I~S-III 期と個体によって異っている。この内、4 月採集個体では多くが S-II および S-III 期を示すが、1 個体はすでに交尾終了後の S-I 期の様相を呈していた。従って 4 月末には多くの個体が交尾可能な熟度に達しているものと判断される。5 月 20 日の個体の精巣は同じく T-I 期のもので、第一次および第二次精原細胞が見られるのみである。一方、これらの貯精嚢内では、ほとんどの個体で精子塊が形成され、S-III 期を示すことから、この時期は交尾時期にあると見なされる。7 月 6 日に採集した雄の精巣は、すでに T-II 期の初期にあると思われる個体も 1 例見られたが、ほとんどのものは T-I 期にある。それらの貯精嚢にはまだ相当量の精子が認められたが、上皮細胞は立方状を呈し、黄色顆粒状小体も認められることから、すでに放精後の S-I 期にあると思われる。この後 7 月 23 日および 8 月 20 日に採集された個体もほぼ同様な成熟段階を示し、何れも回復期にあると判断される。9 月 23 日の雄はほとんどが成長期にある。すなわち、それらの精巣には多数の第一次精母細胞が出現し、T-II 期にあり、一方貯精嚢はその内腔に精子が極くわずか認められるが、上皮細胞の様相からまだ S-I 期の不活発な状態にあると見なされる。10 月 27 日に採集した個体の精巣では前月に比して精子がかなり増加しているが、まだ第一次精母細胞が主群をなしている。一方、貯精嚢を調べた 3 個体中の 1 個体では、精巣に近い輸精管が乳白色を呈し、すでに精子が貯精嚢に向けて移送され始めていることを示す。このような形態的特徴から、10 月の雄は成長期の後期にあるものと判断される。12 月 9 日に採集した雄のほとんどは成熟期を示している。すなわち、その精巣は精細胞によって占められ T-III 期にある。一方、貯精嚢では精子が渦巻状を呈して内腔を充滿し上皮細胞の特徴

からも全個体が S-II 期に入っている。1月18日に採集されたものも同じく成熟期にあるが、1個体のみ精巣の一部に著しい退化像が観察された。2月19日の多くの個体の精巣では、その小嚢内に残存精子と崩壊吸収過程にある各種生殖細胞が見られ T-I 期にあることを示している。一方、貯精嚢内の精子は一部すでに精子塊を形成しているが、多くはまだ渦巻状を呈し S-II 期にある。このように精巣は T-I 期に該当するが、貯精嚢では明瞭な精子塊の形成がまだ行なわれず貯留状態を示すことから、この時期の雄はまだ成熟期の状態であると判断される。

以上の結果から上磯産ヒメエソボラ雄では4月から6月まで交尾期、7・8月が回復期、9月から成長期に入り11月中旬には成熟期に達する。さらに、成熟精子は貯精嚢に貯えられた状態で越冬し、翌年の交尾期を迎えるものと考えられる。

考 察

貝類の生殖腺はその形態が複雑なことから、種によってさまざまな熟度表示法が試みられている¹⁰⁾。これらのうち、多くの場合、生殖腺の組織学的な特徴に基いて熟度表示がなされており、巻貝についても同様である²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾。しかし、本種にみられるような体内受精型のものでは、単に生殖腺についての検討のみでは自然環境下での交尾時期の推定は困難であり、生殖周期を的確に把握することは難かしい。本研究では、精巣熟度に加えて、生殖輸管系の組織学的な観察結果に基いて、雄の成熟度を回復期、成長期、成熟期および交尾期の4期に区分することにより、本種の成熟度の周年的推移をよりの確に示すことができた。これを上磯産のものについて見れば、おおよそ、回復期は7・8月、成長期は9・10月、成熟期は11～3月で交尾期は4～6月であると推断される。宮脇⁹⁾は北海道厚岸産ヒメエソボラの実験室内での産卵について観察し、自然環境では5月に交尾している個体が相当数見出され、7月上旬に産卵の最盛期に達すると述べている。この結果は今回の組織学的観察結果から推定された交尾期と良く一致している。

これまで本邦における体内受精型の海産巻貝の生殖周期に関する組織学的研究は、今ら⁷⁾のイボニシについての1例を見るに過ぎない。イボニシでは4月から5月上旬の精巣は精原細胞と精母細胞によって占められ、5月下旬から精子形成が始まり、7月を頂点として9月以降は退行過程に入るといふ。これに対し本種では7～8月の回復期にも少量の精子が精巣内に認められるが、精子形成が活発に行なわれる時期は9月下旬で、以後、精巣に退行像が現われる2月頃まで、長期間にわたって多量の精子が形成される。雄はこれらの成熟精子を貯精嚢に貯留した状態で越冬し、翌年の交尾期を迎える。両種の産卵期がともにほぼ晩春から夏にかけてであると考えられることから、この生殖細胞形成の時期的相違がどのような要因によってもたらされるかは興味深い問題である。これまで、海産軟体動物の配偶子形成に関してはカキ¹¹⁾¹²⁾、アメフラシ¹³⁾では水温が、またイシダタミ¹⁴⁾では光条件がそれぞれ調節要因として重要な役割を演じていると考えられている。本種の生殖細胞形成に関与する諸要因とその支配機構については今後の実験的研究による解明に待たねばならない。

ヒメエソボラの精子形成過程は、すでに多くの貝類で報告されているもの(Franzén¹⁵⁾、参照)と本質的に異なることはないが、本種に見られる特徴として、精原細胞の分裂が周年観察されること、対合期の第一次精母細胞に成長が認められることおよび精子変態過程がはなはだ複雑であることが挙げられよう。これと併せて、生殖細胞形成過程の各期に多くの異形細胞が観察されたことも特徴的である。巻貝の精子の二形性については古くから注目され、比較形態学的研究も進められている¹⁶⁾。腹足類の異形精子は、系統的に原始的なものでは通常、紐状精子型を示し、高等なものほど、卵子型を呈するとされている¹⁷⁾。本研究で観察された各種異形細胞のうち、C、D型細胞は卵子型に属する。また、B型細胞は今ら⁷⁾がイボニシで報告したK細胞と形態的に類似している。タニシ類では異形精子形成途中に核から染色体が排除されることが知られており¹⁷⁾、本種で便宜的にA～D型として記述した各種異形細胞は一連の異形精子形成過程の移行像を示すものとも考えられる。また、二形精

子については、これが受精に関与する場合¹⁹⁾と退化吸収される場合¹⁾の2つの可能性が示されている。ヒメエゾボラでは、その貯精嚢には何れの時期にも異形細胞が見られなかったことから、これらは精巣または輸精管内で崩壊吸収を受ける運命にあるものと推察される。異形細胞の消長とその機能に関しては、別に見られた大型異形細胞(I)のそれとともに、さらに詳細な細胞学的、細胞化学的検討を要する。

腹足類の生殖輸管系に関してはすでに多くの解剖学的、組織学的研究がなされている¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾²²⁾²³⁾²⁴⁾。しかし、その種の生殖周期との関連において、生殖輸管系の構造変化と機能を論じた報告は著者らの知る限りでは見当たらない。本種の生殖輸管系、特に貯精嚢の内上皮細胞層は、精子の貯留、放出と関連して著しい形態変化を示すことが明らかにされた。すなわち、精子貯留前の上皮細胞層には多量の黄色顆粒状小体が認められ、これらはその後の精子の貯留および消失と逆の消長を示す。これと同様の黄色顆粒状小体についてはすでに *Barcinum undatum*, *Nucella lapillus* などでも報告されており¹⁹⁾、残存精子の吸収消化に関連した構造と見なされている。本種に見られた小体も、電顕的にライソゾーム様構造を示すことが確かめられている(未発表)が、この形成機序と生殖周期に伴う上皮細胞の微細構造変化については稿を改めて報告する。

要 約

北海道函館湾上磯産ヒメエゾボラ雄の生殖周期について組織学的研究を行い次の結果を得た。

1. 雄性生殖細胞の成熟過程はその細胞学的特徴により6期に区分できた。(1)第一次精原細胞期、(2)第二次精原細胞期、(3)第一次精母細胞期、(4)第二次精母細胞期、(5)精細胞期、(6)精子期。
2. 精巣の成熟度は、それを構成する生殖細胞の成熟過程の細胞学的特徴と、その量的な変化に基づいて3期に区分した。さらに貯精嚢の周年変化を観察して、その組織学的特徴と貯留精子量の変化に基づいてこれを3期に区分した。これらの生殖器官系の組織学的特徴を総括して、本種の雄の成熟度を次の4期に区分した。(1)回復期、(2)成長期、(3)成熟期、(4)交尾期。
3. 本種の雄の成熟度は7・8月が回復期、9・10月が成長期、11～3月が成熟期で、交尾期は4～6月頃と推定される。
4. 雄性生殖細胞形成過程の各期に多数の異形細胞が観察された。これらの細胞をその形態的特徴から5型に分けて述べ、異形精子との関連およびその運命について論じた。

文 献

- 1) Fretter, V. and Graham, A. (1964). Reproduction. p. 127-156. In Wilbur K.M. and Yonge, C.M. (ed.), *Physiology of Mollusca*. 473 p. Academic Press, New York.
- 2) 斎藤勝男 (1963). エゾアワビについて. 北水試月報 20, 425-439.
- 3) 富田恭司 (1967). 礼文島産エゾアワビの卵巣の成熟. 北水試報 (7), 1-7.
- 4) 富田恭司 (1968). 礼文島産エゾアワビの精巣の成熟. 同誌 (9), 56-61.
- 5) 八幡剛浩・高野和則 (1970). エゾアワビの生殖巣成熟について. 第1報 松前・礼文両地における生殖巣成熟の比較. 北大水産報 21, 193-199.
- 6) 澄川精吾 (1963). 有用貝類数種の比較生理生態学的研究 I. 生殖巣の季節的变化に関する組織学的研究. 生活科学 6, 1-25.
- 7) 今依・本間義治・村川新十郎 (1966). 海産無脊椎動物の生殖腺の成熟に関する研究-I. イボニシの生殖腺にみられる季節的变化. 日水誌 32, 484-491.
- 8) 宮脇三春 (1953). ヒメエゾボラの産卵についての二・三の観察. 動物学雑誌 62, 199-201.
- 9) 高橋延昭・高野和則 (1970). ウバガイの生殖周期に関する組織学的研究-I. 精巣の季節的变化. 日水誌 36, 337-344.
- 10) 網尾 勝 (1963). 海産腹足類の比較発生学ならびに生態学的研究. 水校研報 12, 15-144.
- 11) Loosanoff, V.L. (1945). Precocious gonad development in oysters induced in mid-winter by high temperature. *Science*, N.Y., 102, 124.

- 12) Loosanoff, V.L. and Davis, H.C. (1952). Repeated semiannual spawning of Northern oysters. *Ibid.* 115, 675-676.
- 13) Smith, S.T. and Carefoot, T.H. (1967). Induced maturation of gonads in *Aplysia punctata*. *Nature, Lond.*, 215, 652-653.
- 14) 竹内重夫 (1971). 無脊椎動物の生殖巣成熟. p. 1-15. 初期発生における細胞. (第1版) 251 p. 日本発生生物学会編 岩波書店, 東京.
- 15) Franzén, A. (1955). Comparative morphological investigations into the spermiogenesis among mollusca. *Zool. Biprag. Uppala* 30, 399-456.
- 16) Nishiwaki, S. (1964). Phylogenetical study on type of the dimorphic spermatozoa in Prosobranchia. *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, Sec. B*, 11, 237-275.
- 17) 滝 庸 (1942). 腹足類の異型精子と性の進化. 植物及動物 10, 83-84.
- 18) 内田 亨・馬渡静夫 (1970). 現代生物学大系. 無脊椎動物 A. (第1版) 370 p. 中山書店, 東京.
- 19) Fretter, V. (1941). The genital ducts of some British stenoglossen prosobranchs. *J. Marine Biol. Assoc. U.K.* 25, 173-211.
- 20) Fretter, V. (1946). The genital ducts of *Theodoxus*, *Lamellaria* and *Trivia*, and a discussion on their evolution in the prosobranchs. *Ibid.* 26, 315-351.
- 21) Coe, W.R. (1942). The reproductive organs of the prosobranch mollusk *Crepidula onyx* and their transformation during the change from male to female phase. *J. Morphol.*, 70, 501-512.
- 22) Lilly, M.M. (1953). The mode of life and the structure and functioning of the reproductive ducts of *Bithynia tentaculata* (L.). *Proc. Malacol. Sond.* 30, 87-110.
- 23) Graham, A. (1954). Some observations on the reproductive tract of *Janthina janthina* (L.). *Ibid.* 31, 1-6.
- 24) Bedford, L. (1965). The histology and anatomy of the reproductive system of the littoral gastropod *Bembicium nanum*. *Proc. Linn. Soc. N.S.W.* 90, 95-105.

Explanation of Plates

PLATE I

Photomicrographs of male germ cells in various maturational stages (Figs. 1-14 and 15). Figs. 1-3, 5-14 and 15, Bouin-fixed and Delafield's hematoxylin-eosin stained. Fig. 4, Bouin-fixed and Heidenhain's hematoxylin-light green stained; Magnification of all figures is 980 times.

Figs. 1, 2 and 3. Primary spermatogonia.

Figs. 4 and 5. Secondary spermatogonia.

Fig. 6. Primary spermatocytes in the pre-synaptic stage.

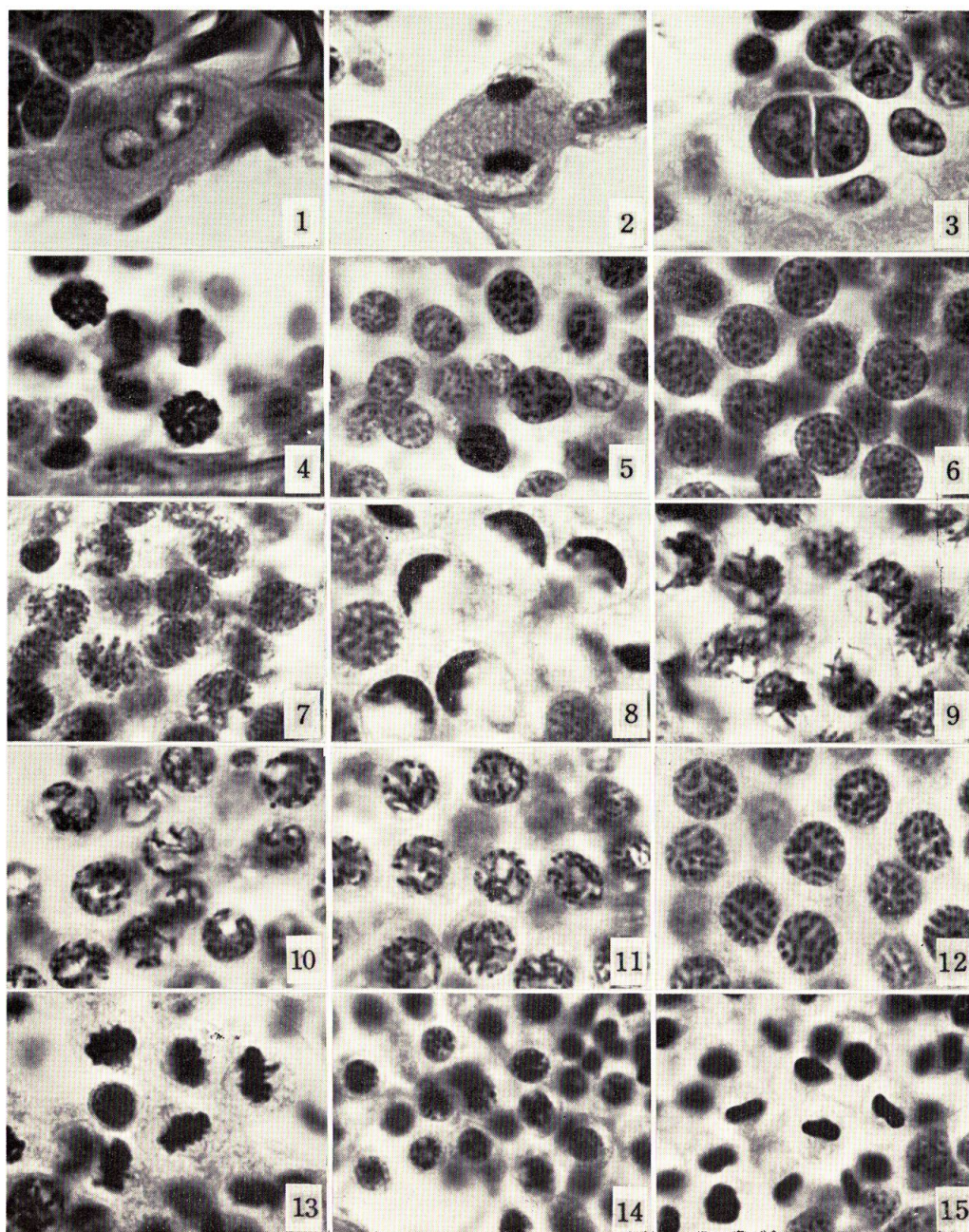
Figs. 7 and 8. Primary spermatocytes in the synaptic stage.

Figs. 9-11 and 12. Primary spermatocytes in the post-synaptic stage.

Fig. 13. Primary spermatocytes in the first maturation division.

Fig. 14. Secondary spermatocytes in the resting stage.

Fig. 15. Secondary spermatocytes in the second maturation division.



TAKAHASHI *et al.*: Reproductive cycle of the male neptune whelk

PLATE II

Photomicrographs of male germ cells in various maturational stages (Figs. 16-23 and 24) and various types of atypical cells (Figs. 25-29 and 30). Figs. 15-21, 24-26, 28, 29 and 30, Bouin-fixed and Delafield's hematoxylin-eosin stained. Figs. 22, 23 and 27, Bouin-fixed and Mann's methyl blue-eosin stained; Magnification of all figures is 980 times.

Fig. 16. Spermatids.

Figs. 17-22 and 23. Spermatids in spermiogenesis.

Fig. 24. Mature spermatozoa.

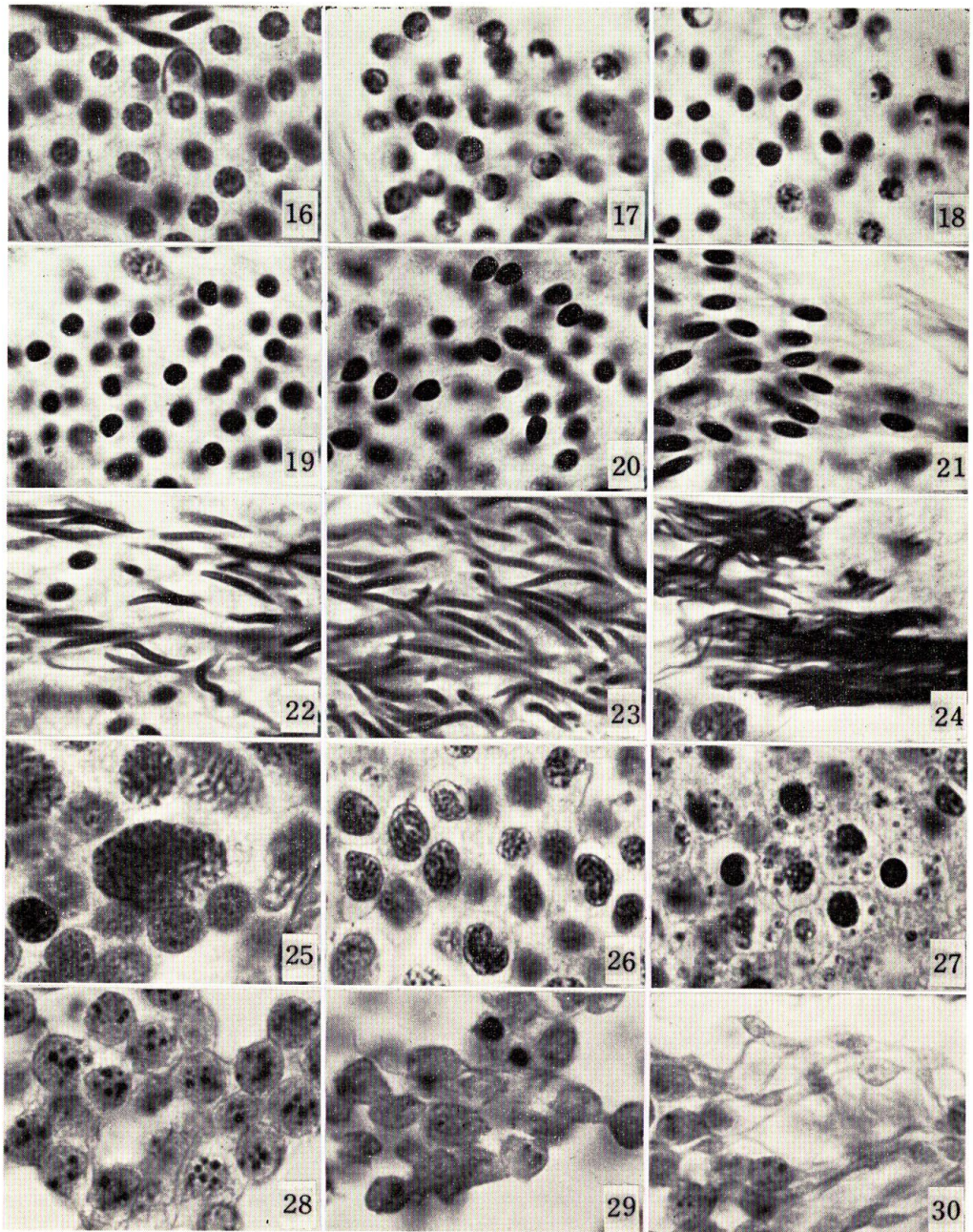
Fig. 25. Large atypical "Type-I cells".

Fig. 26. Atypical "Type-II A cells".

Fig. 27. Atypical "Type-II B cells".

Figs. 28 and 29. Atypical "Type-II C cells".

Fig. 30. Atypical "Type-II D cells".



TAKAHASHI *et al.*: Reproductive cycle of the male neptune whelk

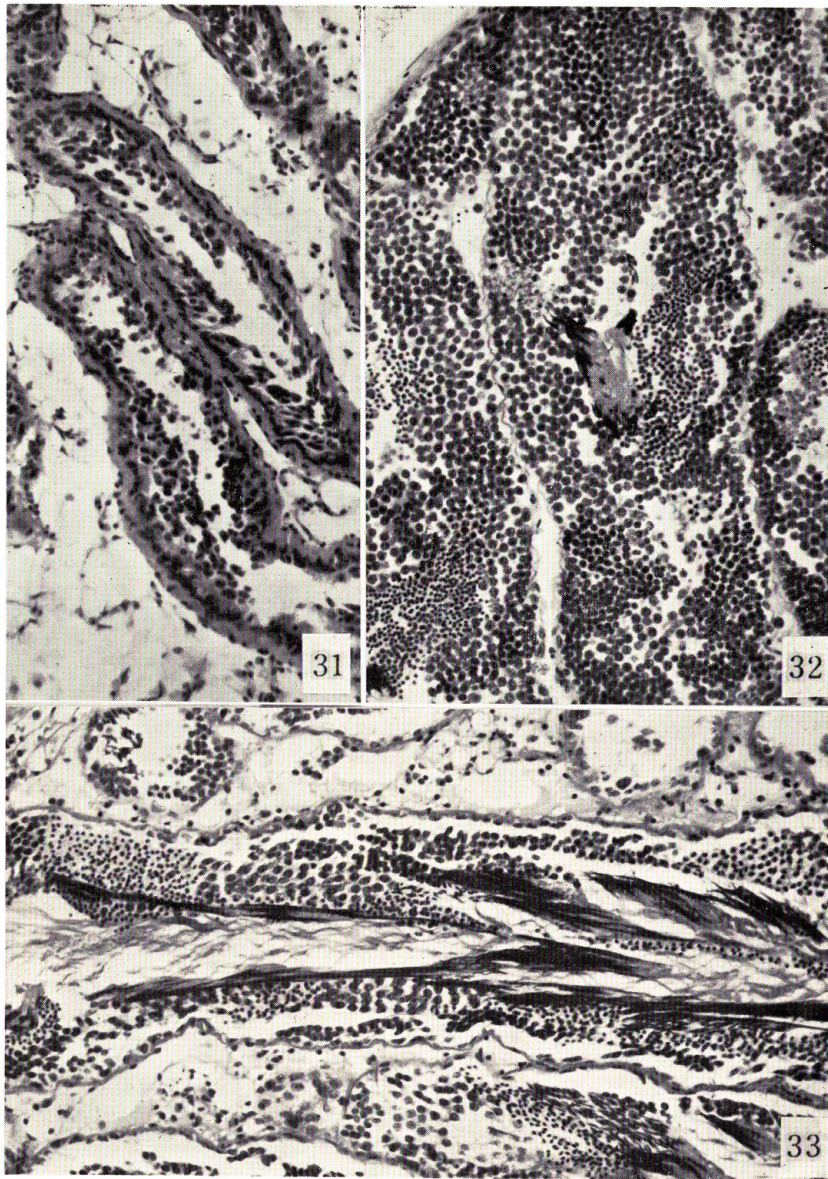
PLATE III

Photomicrographs of sections through testes in various stages of maturation. Figs. 31, 32 and 33, Bouin-fixed and Delafield's hematoxylin-eosin stained, $\times 150$.

Fig. 31. Testis in the T-I stage. A large number of primary and secondary spermatogonia are present in the narrow lumina of the lobules. The lobule wall is thick and indicates a state of shrinkage.

Fig. 32. Testis in the T-II stage. Active spermatogenesis occurs in the lobules which are remarkably expanded with a large number of spermatocytes accompanied with a scanty amount of spermatids and spermatozoa.

Fig. 33. Testis in the T-III stage. Spermatids predominate in the lobules and spermatozoa located in the central portion of the lobule lumina present flowing appearance towards vas deferens.



TAKAHASHI *et al.*: Reproductive cycle of the male neptune whelk

PLATE IV

Photomicrographs of sections through seminal vesicles in various stages of annual changes. Figs. 34-38 and 39, Bouin-fixed and Delafield's hematoxylin-eosin stained, Figs. 34, 36 and 38; $\times 100$, Figs. 35, 37 and 39; $\times 400$.

Fig. 34. Seminal vesicle in the S-I stage.

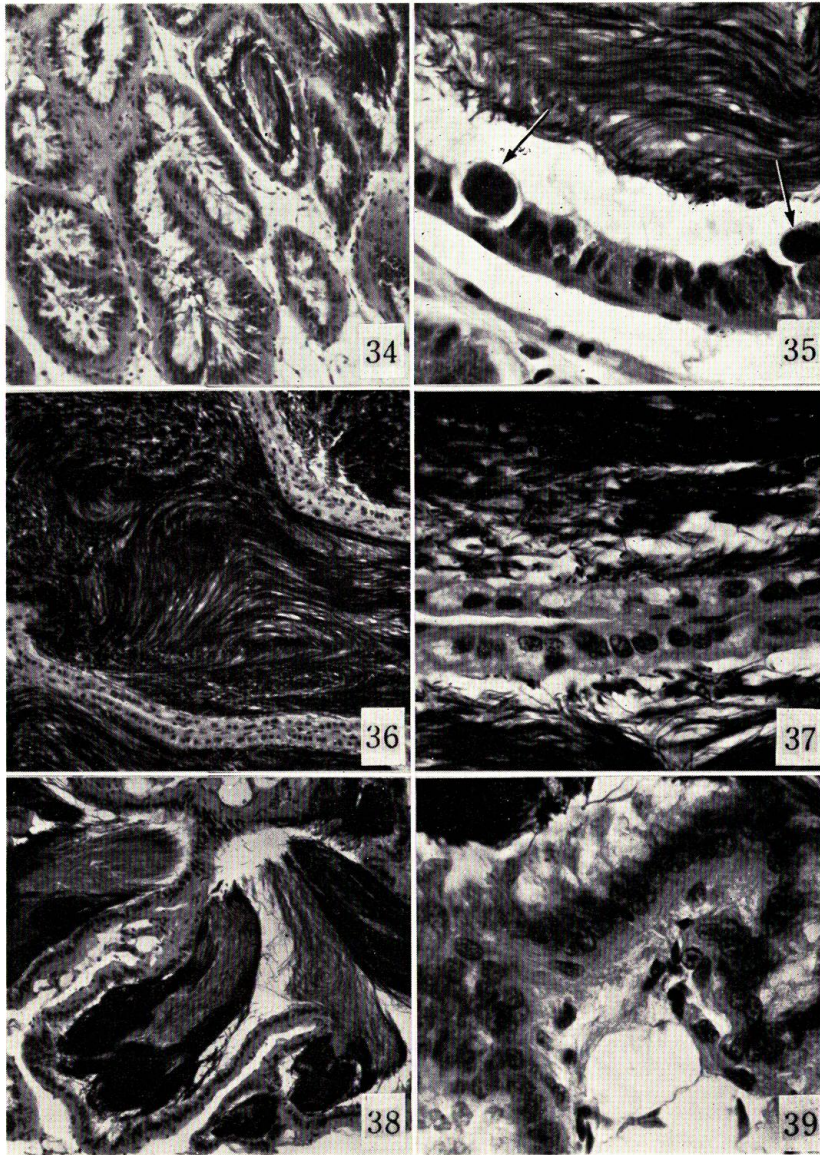
Fig. 35. Epithelial cells in the S-I stage, showing yellow granular bodies (arrows) in the cytoplasm.

Fig. 36. Seminal vesicle in the S-II stage.

Fig. 37. Epithelial cells in the S-II stage, showing numerous vacuoles contained in the cytoplasm.

Fig. 38. Seminal vesicle in the S-III stage.

Fig. 39. Epithelial cells in the S-III stage, indicating columnar shape with round nucleus.



TAKAHASHI *et al.*: Reproductive cycle of the male neptune whelk