

サワガニの精巣の季節的変化と精子形成過程*¹荒木 晶*²・松浦修平*³Seasonal Changes in the Testis and Spermatogenesis
of the Freshwater Crab, *Geothelphusa dehaani**¹Akira Araki*² and Shuhei Matsuura*³

Seasonal changes in the testis and spermatogenesis of the freshwater crab *Geothelphusa dehaani* were studied in a natural population inhabiting the Taniyamagawa River, Fukuoka, Japan. No significant monthly change in the gonadosomatic index of the testis (m-GSI) and the vas deferens index (VDI) was found in specimens larger than 18.0mm in CW. Spermatogenesis was divided into six phases, i.e., the primary spermatogonia, the secondary spermatogonia, the primary spermatocyte, the secondary spermatocyte, the spermatid, and the spermatozoa. Almost all the stages of spermatogenesis were found in examined specimens throughout the year. Vas deferens were filled with a large number of spermatozoa intermingling with colloidal substance. The continuous existence of mating males from April to November supports the fact that there are no monthly changes for m-GSI and VDI during this period.

1 緒言

カニ類の精子形成に関する研究は, Fasten^{1, 2)}, Nath³⁾らによって進められてきたが, 特に精巣の季節的変化については, イワガニ *Pachygrapsus crassipes*⁴⁾やズワイガニ *Chionoecetes opilio*⁵⁾などで知られているのみで, サワガニ *Geothelphusa dehaani* のように, 全生活史を淡水域で過ごすカニの精子形成過程や季節的変化を取り扱った研究はほとんど認められない。

筆者らは, 福岡県産のサワガニを対象にして, これまでその個体群生態の一部を明らかにしてきた⁶⁻⁸⁾。本研究では, 通年の採集標本を用いて, 雄の輸精管体重比および

生殖腺体重比の季節的変化を調べるとともに, 組織学的観察を行い精子形成過程を明らかにした。

2 材料と方法

本研究に用いた標本は, 荒木・松浦⁸⁾による雌の採集に併せて, 福岡県粕屋郡古賀町を流れる谷山川の古賀ダムに注ぐ溪流部で, 1990年10月から1991年9月にかけて, 手網および徒手により採集した。標本は, 10%ホルマリンで固定したのち, 甲幅(CW)をノギスで0.05mmの精度で測定した。体重(BW)は, 脚の欠落による影響を避けるために全胸脚を除去した値をmg単位で, 摘出した精巣と輸精

水産大学校研究業績 第1567号, 1996年12月19日受付。

Contribution from National Fisheries University, No.1567. Received Dec.19, 1996.

*1 1992年11月, 日本甲殻類学会第30回大会において発表。

*2 水産大学校田名臨海実験実習場 (Tana Marine Biological Laboratory, National Fisheries University).

*3 九州大学農学部水産学科 (Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyushu University).

管はmg単位で測定した。

雄の生殖腺体重比 (m-GSI) は、精巣重量の体重に対する百分率で示し、その月別の変化傾向を調べた。また、輸精管体重比 (VDI) は輸精管重量の体重に対する百分率で示し、その月別変化を調べた。摘出した精巣は、パラフィン包埋法により厚さ約5 μ mの組織切片を作製し、マイヤー・ヘマトキシリン・エオシンによる二重染色を施し、光学顕微鏡により観察した。また、摘出した輸精管は同様の手法を用いて組織切片を作製し、中に蓄えられた精子の状態を観察した。

精子形成過程に関しては、イワガニについての記載⁴⁾に準拠し精子の発達期分けを行い、Otsu⁹⁾のサワガニを用いて胸部神経節や眼柄の移植、除去の生殖腺への影響を調べた実験における、精子についての記載とも照合した。

谷山川において、サワガニの雄は甲幅約18mmで成熟脱皮をするので⁷⁾、本研究では甲幅18mm以上に達した成体を材料とした。

3 結果

3.1 生殖腺体重比 (m-GSI) の季節変化

10月から1月までの間は、0.12~1.05の範囲にあった。2月から5月までの間は、0.13~0.44の個体が出現した。6月から9月にかけての間は、0.33~1.45を示し、最高値は8月の1.45であった (Fig. 1)。

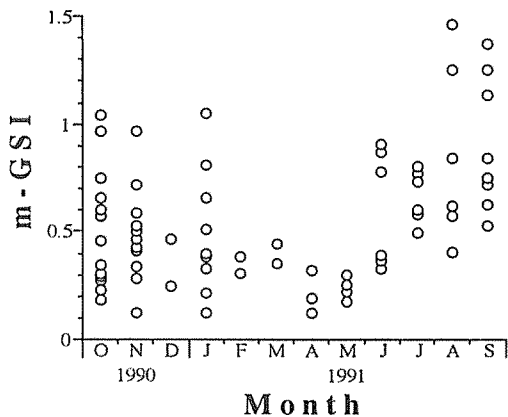


Fig. 1. Monthly changes of male's gonadosomatic index (m-GSI) in *Geothelphusa dehaani*. m-GSI : percentage of testis weight relative to leg-free body weight.

3.2 精子形成過程の概要

周年にわたり観察した結果、精巣は白色を呈しており、卵巣⁸⁾で見られたような、時期や甲幅サイズによる色や大きさなどの変化は認められなかった。

本種の精子形成過程は、第1精原細胞期、第2精原細胞期、第1精母細胞期、第2精母細胞期、精子細胞期、精子期の6期に分け、以下に各期における特徴を記す。

1. 第1精原細胞 (Primary spermatogonia) :
 数個が一群となって集まっていることが多い。直径約15 μ mで、雄性生殖細胞中で最も大きく、好塩基性のクロマチン (染色質) が核膜付近に偏在するために、他の期に比べて明るい生殖細胞として観察される (Fig.2-a)。
2. 第2精原細胞 (Secondary spermatogonia) :
 直径は約10 μ mでほぼ球形をしておりクロマチンに富んでいる (Fig.2-b)。
3. 第1精母細胞 (Primary spermatocyte) :
 成熟分裂に先立ち、クロマチンは核膜付近で凝集し始め、核内に星型のような形に集まり接合期を迎える (Fig.2-c)。
4. 第2精母細胞 (Secondary spermatocyte) :
 第1精母細胞から引き続いて、染色糸は短棒状になり赤道面に並んで第1次成熟分裂を完了し、第2精母細胞となる (Fig.2-d)。
5. 精子細胞 (Spermatid) :
 第2精母細胞は引き続き第2次成熟分裂を完了して精子細胞となった。精子細胞の核は分裂直後で強くヘマトキシリンで染色される (Fig.2-e)。
6. 精子 (Spermatozoa) :
 成熟した精子は小球体とそれを包む腕状の核とからなり、核と小球体の間には色素非好性の薄い層が認められる (Fig.2-f)。

3.3 輸精管体重比 (VDI) の季節変化

VDIは、1月と8月に4.58と5.68の高い値を示す個体が見られているが、それ以外では周年にわたって0.23~3.74の範囲にある個体が出現した (Fig. 3)。

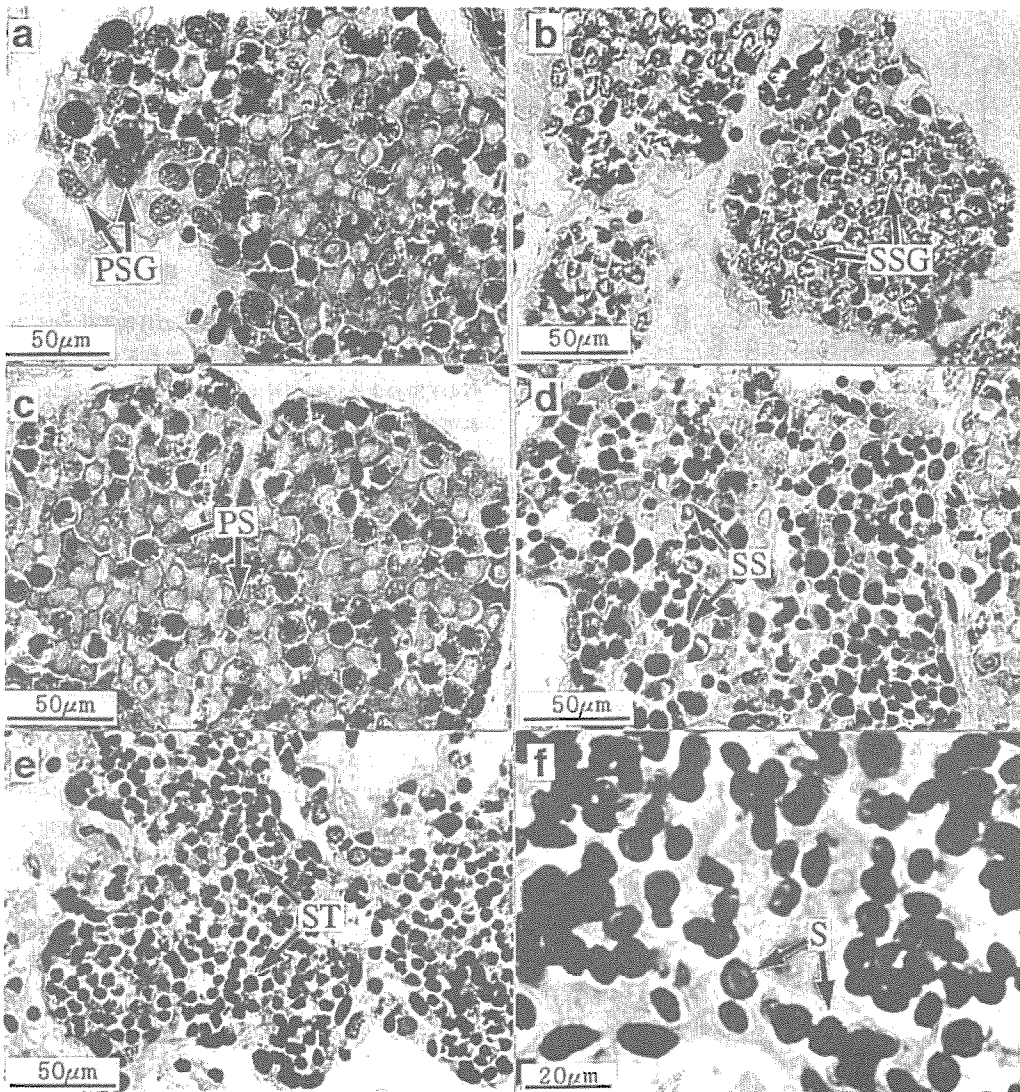


Fig. 2. Photomicrographs of the testis of *G. dehaani*. Sections were stained with Mayer's haematoxylin and eosin.

a, Primary spermatogonia (arrow); b, Secondary spermatogonia (arrow); c, Primary spermatocytes (arrow); d, Secondary spermatocytes (arrow); e, Spermatids (arrow); f, Spermatozoa (arrow).

PS : primary spermatocyte, PSG : primary spermatogonium, S : spermatozoon, SS : secondary spermatocyte,

SSG : secondary spermatogonium, ST : spermatid

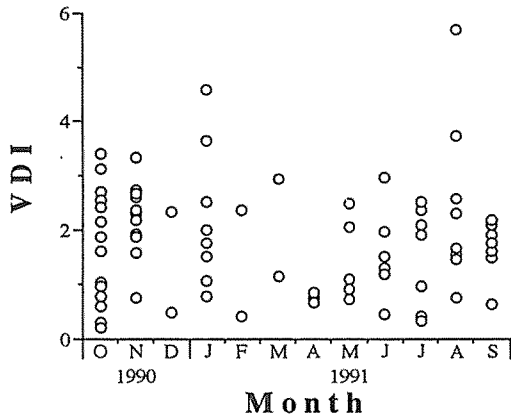


Fig. 3. Monthly changes of vas deferens index (VDI) in *G. dehaani*.
VDI : percentage of vas deferens weight relative to leg-free body weight.

3.4 輸精管の組織学的観察

輸精管の太く発達した部分では、輸精管の中にはコロイド状の物質に包まれた多数の精子が認められる (Fig. 4)。管壁は平たい一層の細胞より構成されている。

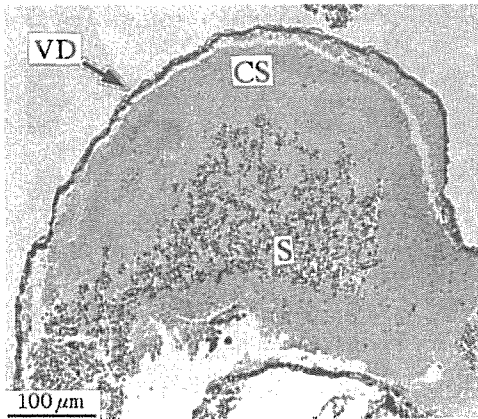


Fig. 4. Photomicrograph of the vas deferens of *G. dehaani*. Sections were stained with Mayer's haematoxylin and eosin. The central cavity of the duct was filled with spermatozoa intermingled with colloidal substance.

CS: colloidal substance, S: spermatozoa, VD: vas deferens

3.5 交尾個体の出現状況

雄は4月～11月の活動期間中には、雌の産卵期（6月下旬～8月上旬）⁸⁾に関係なく交尾をしている個体が観察された。

4 考察

本種の生殖腺体重比 (m-GSI) の月別変化では、8, 9月には値が0.49以下の個体は出現しておらず、8月の1.45, 9月の1.37のように他の月に比べて値の大きい個体が採集されている (Fig. 1)。12月および2, 3月には、値が0.47以下の個体のみが採集されている。1月には値が1.05を示す個体も採集されており、周年にわたり値が大きく変化するような傾向は認められなかった。Yamaguchi and Takamatsu¹⁰⁾は、熊本県産のサワガニの生殖腺体重比の月別変化を調べており、雄では明確な変化傾向は認められず、本研究の結果と同様の報告をしている。

精巣の組織学的観察により、サワガニは、イワガニの精子形成過程とはほぼ同様な発達過程をたどることがわかった (Fig. 2)。また、肉眼による観察では、精巣は卵巣⁸⁾のように、形態や大きさが季節により大きく変化することではなく、組織観察においても周年にわたり精子形成にいたるまでの様々な発達段階にある生殖細胞が観察された。

サワガニは12月～3月までの間は、水際や川底の土の中に深く潜り冬眠状態にあり⁷⁾、また4月～11月までの活動期間中には、季節に関係なく交尾をする個体が観察されている。これらのことから、本種の雌は4月～11月の間にはいつでも成熟した精子を持っていることが推察される。

輸精管体重比 (VDI) の月別変化においては、1月と8月にそれぞれ4.58, 5.68という大きな値をとる2個体が認められたが、周年にわたり、VDI値の範囲が広く、季節的に大きく傾向が変化するというようなことはなかった (Fig. 3)。このことから、精巣の場合と同様に季節による明確な変化傾向は認められない。

m-GSI, VDIの値には、季節による明確な変化傾向が認められないことは、4月～11月の活動期間中にいつでも交尾をする個体が観察されたという結果を裏付けているものと推察される。本種の精巣は、卵巣⁸⁾のように成熟状態を、肉眼観察で明確に区別することができない。輸精管については、成熟した個体では太さが増大することで肉眼的にもある程度は判断が可能である。また、輸精管の組織

学的観察によれば、輸精管内には多数の精子がコロイド状の物質に包まれた状態で観察されている (Fig. 4)。

荒木・松浦⁶⁾は、サワガニの輸精管体重比 (VDI) の値の急増する甲幅を求め、機能的成熟に達する甲幅を約18 mmと推定した。また、Micheli *et al.*¹¹⁾は、イタリアのサワガニ類 *Potamon fluviatile* で、甲幅と輸精管重量との関係を求め、重量の急増する甲幅と輸精管内の精子の有無を調べ、機能的成熟サイズを求めている。このことから、輸精管の発達機能的成熟と大きく関係していることが推定されるので、上記の2種のように輸精管体重比 (VDI) を機能的成熟の指標として用いることができる種もある。

本研究により、サワガニの成熟や繁殖生態についての一端が明らかとなった。本種の機能的成熟サイズを調査する場合にはVDIの急増する甲幅を求めれば十分であると考えられるが、より詳細な雄の成熟調査を行う場合には、精果や輸精管などの生殖器官について、組織学的観察などを組み合わせて多面的に観察していく必要があると考える。

5 要約

サワガニの精果と輸精管の発達程度を示す指数 (生殖腺体重比: m-GSI, 輸精管体重比: VDI) の季節的変化と、組織学的観察により精子形成過程を調べた。m-GSI, VDIともに指数が周年にわたり大きく変動することはなく、季節的変化傾向もほとんど認められなかった。精子形成過程を、第1精原細胞期、第2精原細胞期、第1精母細胞期、第2精母細胞期、精子細胞期、精子期の6期に分けた。組織学的観察において、それぞれの期の生殖細胞が周年にわたり存在するのが観察された。輸精管の組織学的観

察では、コロイド状の物質に包まれた多数の精子が観察された。4月から11月の活動期間中に交尾している雄個体が存在することは、この間、m-GSIとVDIに季節的変化傾向が認められないことを裏付けている。

謝辞

本研究の遂行に際して有益な御助言をいただいた、九州大学農学部嶺井久勝先生に謝意を表す。また、論文をとりまとめるに当たって御指導いただいた、同学部松山倫也助教授に深く感謝の意を表す。

文献

- 1) N. Fasten : *Biol. Bull.*, 34, 277-307 (1918).
- 2) N. Fasten : *Biol. Bull.*, 50, 277-293 (1926).
- 3) V. Nath : *Quart. J. Micros. Sci.*, 75, 543-556 (1933).
- 4) 千葉 晃・本間義治 : 日水誌, 38, 317-322 (1972).
- 5) 今 攸・本間義治 : 日水誌, 36, 1028-1033 (1970).
- 6) 荒木 晶・松浦修平 : 日水誌, 61, 510-517 (1995).
- 7) 荒木 晶・松浦修平 : 九大農芸誌, 49, 125-132 (1995).
- 8) 荒木 晶・松浦修平 : 水産大研報, 46, 19-25 (1997).
- 9) T. Otsu : *Embryologia*, 8, 1-20 (1963).
- 10) T. Yamaguchi and Y. Takamatsu : *Kumamoto J. Sci., Biol.*, 15, 1-27 (1980).
- 11) F. Micheli, F. Gherardi and M. Vannini : *Freshw. Biol.*, 23, 491-503 (1990).