ムラサキイガイの生殖腺の周年変化と 性現象について

杉 浦 靖 夫

(1958 年 7 月 8 日受理)

SEASONAL CHANGE IN SEXUAL MATURITY AND SEXUALITY OF *MYTILUS EDULIS* L.

Yasuo SUGIURA*

The rate of occurrence of sexually mature individuals of *Mytilus edulis* was the lowest in August and rose to almost 100% when the water temperature came down to about 18°C. (October~November).

Seasonal change in maturity based on Chipperfield's classification of stages was as follows:

July~August: Stage 0, August~September: Stage I, September~November: Stage II, November~April: Stage III, May~July: Recently spent Stage.

The minimum size of the mussels sexually mature was found to be 23~24 mm in shell length. In one exceptional individual measuring only 10 mm. in shell length, the spermatozoa were motile in sea water.

Maturation process of young mussels was comparatively slow.

Sex ratio varied in accordance with age. As a rule, among fully grown individuals, more females were encountered than males, although among extremely large individuals, the sex ratio again approached 1: 1.

Ten hermaphrodite mussels were found and these were interpreted as cases of accidental hermaphroditism.

緒 言

1956 年 7 月より 1958 年 6 月に至る間、千葉県木更津港内外の岸壁の潮間帯に着生するムラサキイガイにつき、生殖腺の周年変化と性現象に関して調査を行つた。

研究の端緒を与えられ、終始御懇切なる御指導を賜わり、且本稿の周密なる御校訂を頂いた、東京都立大学教授団勝磨博士に深甚なる謝意を表わす。また有意義なる御助言を賜わり、御力添え頂いた国立科学博物館滝庸博士に深厚なる謝意を表わす。本研究の一部は文部省科学研究助成補助金によつた。

材 料

棲息条件のやや異なる地点、即ち木更津港の港口並びに港内産のものを使用した。(以後それぞれ、Station A, B と称する。) Station A は水の流通のよい航路に北面したコンクリート製護岸の一部で、貝はその表面の平均水面下約 15~50 cm の層に着生し、最下層は砂泥質の地盤に接していた。棲息密度は小で小型のものが多く、殻長 60 mm を越えるものは少なかった。Station B は港に北面した石の護岸の一部で、貝はその表面の平均水面下約 50~130 cm の層に着生し、最下層は軟泥の地盤に接していた。棲息密度は大で全体が塊状をなし、種々の大きさのものが存在し、殻長 100 mm に達するものも得られた。但し前者にあつては、1957 年 8 月下旬多量の土砂が堆積したために大部分の貝が斃死し、以後材料の入手に極めて困難を感じるようになった。

* 東京水産大学木更津実習場 (Kisarazu Fish. Lab. Tokyo Univ. Fish. Kisarazu, Chiba Pref., Japan).

結果並びに考察

I. 生殖腺の周年変化について

1) 肉眼的観察による生殖腺の周年変化: 主として Station A の材料について観察したところを簡単に述べると, 5 月頃放卵放精により非常にやせていた外とう膜も, 6 月に入ると栄養物の蓄積のために肥厚して来, 夏季においては外とう膜は主としてこれら栄養物質によつて占められていた。その表面は一見無構造で色彩は個体差に富み, 白色, クリーム色, 黄色, 橙色等であつた。秋期に入りしばらくすると, 汙胞の急激な発達により外とう膜上に粟粒状乃至樹枝状模様が肉眼的にも明らかに認められるようになった。その発見始期は 10 月下旬 (1956 年) であつた。次いで生殖時期になると, ほとんど例外なく汙胞が外とう膜一面に発達して来, 更に成熟すると, 内部が多量の生殖細胞により満たされるため汙胞は膨脹し, 互に密接し外とう膜面において平滑となり, 精巣では明らかな石垣状模様をなすに至つた。一般に汙胞の輪かくは雄の方が明瞭であつた。生殖腺が非常に成熟している場合には, 外とう膜部の色彩は, 雌では橙色乃至赤褐色, 雄では白色乃至クリーム色で雌雄の鑑別も容易であつた。産卵期においては往々卵または精子を満たした汙胞の集まる部分とほとんど空になつたものの集まる部分とが不規則なはん状模様をなしている外とう膜が見出された。2 月上旬の調査まで容易であつた外とう膜部の色彩による雌雄の鑑別も, 3 月下旬には既にやや困難となり生殖腺の退化を示していた。Station B の材料について観察したところも大体において以上と同一傾向を示した。外とう膜上に肉眼的に汙胞が認められ始めたのも 10 月中旬 (1957 年) であつた。但し外とう膜部の色彩による雌雄鑑別の可能性の点ではやや劣つていた。

2) 卵または精子の出現率より見た生殖腺の周年変化: 生殖腺の熟否を単に卵または精子の存否のみから判断することは危険で, すべて受精率から検討すべきである。しかしムラサキガイにおいては通常人工的に切り出した卵は減数分裂を起こしておらず, 未熟で人工受精が困難であり, 岩田¹⁾の電気刺激法により産卵させた卵を使えば可能ではあるが, 多数の材料の場合には容易でない。以上の理由から, 本調査において

Table 1. Seasonal change in sexual maturity in *Mytilus edulis*.

(a) Station A (Shell length 35~65mm)						(b) Station B (Shell length 45~69mm)					
Date		T	S	S/T	W.T.	Date		T	S	S/T	W.T.
1956	1957					1957					
VII	VII- 8	60	23	38%	24.7	IX- 4	15	0	27%		25.7
VIII	VIII-5,27	80	13	16%	28.5	" -14	15	0			23.4
IX	—	30	8	27%	24.7	" -26	15	12			22.9
X	X-21	55	45	82%	19.5	X- 4	15	10	87%		20.4
XI	XI- 8	83	78	94%	17.5	" -12	15	14			21.3
XII-17	XII-11	49	48	98%	10.9	" -25	15	15			18.6
1957	1958					XI- 4~ 9	78	77	99%		18.0
I -18	I - 8	55	55	100%	7.4	" -23~25	22	22			14.5
II - 4	II-10	80	80	100%	8.5	XII-16~27	100	100			11.0
III-21	III-10	79	79	100%	9.1	1958					
IV-10	IV- 7	79	79	100%	13.6	I -11~12	60	60	100%		8.0
V- 8	V-14	77	57	74%	16.6	II -11~13	60	60	100%		7.9
VI- 5	VI-18	70	44	63%	21.9	III-10~12	50	50	100%		8.5
						IV- 7~ 9	50	49	98%		14.2
						V-14~15	50	43	86%		16.6
						VI-16~17	50	15	30%		23.4

T: Total number of individuals used.
S: Number of sexually mature individuals.

T: Total number of individuals used.

S: Number of sexually mature individuals.

S/T: Rate of occurrence of sexually mature individuals.

W.T.: Water temperature { 1956. VII~XI Mean temperature of the month.
1956. XII~1958. VI Mean high tide temperature occurring in the day time during 10 days preceding to the sampling.

は便宜上一応形態的に完成された卵または精子²⁾が見出される場合と否とにより、生殖腺の成熟の有無を判定した。卵または精子の出現率が年間の最低を示す8月頃の貝でも、海水中でかなり活潑に運動しうる精子をもっていること等から、生殖時期以外でも受精率はさほど低くなると思われぬ。1956年7~10月の材料については外とう膜部の Paraffin 切片標本、以降のものでは主としてその塗抹標本により検鏡した。(Plate Fig. 1) なお卵及び精子の出現時期はほぼ同じなので、あわせて取扱った。

Fig. 1. Relation between sexual maturity in *Mytilus edulis* and water temperature. S: Sexual maturity, W: Water temperature. (a): Station A, (b): St. B.

Table 1 (a) 並びに Fig. 1 (a) に示すように、卵または精子の出現率が最低を示したのは、Station A の材料では水温が月平均で最高 28°C 前後を示す8月であった。この場合でもわずかながら卵または精子をもつ個体が見出された。その後水温が下降して行き、18°C 前後を示す10月中旬~11月上旬には大抵の貝で卵または精子が見出されるようになった。Table 1 (b) 並びに Fig. 1 (b) は Station B の材料で、生殖腺が成熟を始める時期から退化して行く頃までを調べたものである。特に成熟開始時期においては調査回数を増して見たが、これによると卵または精子の形成がかなり急速に行われることを示している。11月下旬頃から月平均で水温が最低 7°C 前後を示す1~2月を経過し、再び 13°C 前後に上昇を見る4月上旬頃までは出現率の面からはほとんど 100% を保持したが、17°C 前後を示す5月上旬の調査では既に卵または精子を見出し得ない若干の個体が出現し始め、6月中旬には 70% を占めるに至った。以上は主として出現率と水温との関係であるが、これらの材料は潮間帯に棲息するものであり、水温のみならず干出時における気温の影響もかなり受けるものと思われる。

3) 切片標本から見た生殖腺の周年変化: Station A における殻長 35~65 mm のムラサキガイについて 1956年7~10月は月3回、以降は月1回採取し、前者については全材料の、後者については適宜のものの外とう膜部を下記の方法に従い切片標本となし検鏡した。固定は Allen-Bouin または Champy 液を用い、Paraffin 法により 7μ の切片を作成、それぞれ Mayer's hemalum, Eosin; Heidenhain's iron alum hematoxylin, Light green の二重染色を行なった。ムラサキガイの生殖腺の発達程度について Chipperfield³⁾ は次の5階級に分けた。すなわち Stage 0: 無性或いは休止期で外とう膜中に卵胞が見られない。Stage I: 配偶子形成が開始、外とう膜中に卵胞が見え始める。Stage II: 卵胞はよく発達し未熟の卵或いは精子で満たされる。Stage III: 卵は成熟し受精能力がある。精子は海水中で活性化される。Recently spent Stage: 大体の卵胞は空で、わずかの卵、精子が存在する。上記の分類に準じそれぞれ相当の時期を挙げると次のようになる。

7~8月: Stage 0, 8~9月: Stage I (Plate Fig. 2), 9~11月: Stage II (Plate Fig. 3),
11~4月: Stage III (Plate Fig. 4), 5~7月: Recently spent Stage (Plate Fig. 5)

II. 性現象について

1957 年 11 月及び 12 月, Station B において採取した各種の大きさに属する 800 個体のムラサキイガイを中心として調査を実施した。

1) 最小成体形: 最小成体形については Table 2 に示すごとくである。生殖腺の成熟が一般的には完成したと見なされる 12 月中, 下旬の調査で, 殻長 27mm 以上の貝では何れも生殖腺が成熟しているのに対し, 9mm 以下のものでは成熟個体を発見できなかった。なお同年 11 月並びに 1958 年 4 月に行つた調査でもほとんど同一の結果を得, 最小成体形は大体殻長 23~24mm の貝であるように思われた。生殖腺を見出し得た最小の個体は 12 月 24 日採取の殻長 10mm, 殻高 6mm の貝で, 海水中で運動しうる極めてわずかの精子をもつていた。また 11 月 23 日採取の殻長 16mm, 殻高 10mm の貝では, 淡黄色の卵胞が外とう膜にほぼ一面に粟粒状に散在し, かなり成熟した卵を多数持つていた。

2) 殻長の差異にともなう成熟期の遅速: Table 3 に示すように, 老成貝は別として一般に小型の貝の方が生殖腺の成熟時期においてやや遅れる傾向を示していた。

3) 殻長の差異にともなう性比の変化: 全体を通じての雌雄の比率はほとんど相半している。しかし殻長により貝の大きさを 10 階級に分け, 各々について性比を検討して見ると Table 4 及び Fig. 2 に示すように, 一般に小なるものでは雄の占める割合の方が大であるが, 殻長が 50mm 代から 60mm 代になると性比が逆転し雌の占める割合の方が大きくなる。しかし更に大きさを加えると再び両者が接近して来る。内橋⁴⁾はイガイ (*Mytilus crassitesta*) において多くの個体は雄

Table 2. Minimum size for maturation in *Mytilus edulis*.

1957-XII-16~27 Station B			
Shell length	T	S	female male
9~10mm	18	1	0 1
11~12	9	0	0 0
13~14	11	0	0 0
15~16	9	0	0 0
17~18	11	1	0 1
19~20	8	1	0 1
21~22	14	4	1 3
23~24	8	7	2 5
25~26	11	8	2 6
27~28	10	10	5 5
29~30	10	10	5 5

Table 3. Course of maturation among *Mytilus edulis* in different sizes.

1957-IX~XII Station B					
Shell length	Month	IX	X	XI	XII
10~19 mm				2%	4%
20~29				48%	68%
30~39				88%	100%
40~49				95%	100%
50~59		32%	80%	100%	100%
60~69		57%	95%	100%	100%

Table 4. Change in sex ratio of *Mytilus edulis* in different sizes.

1957-XI, XII Station B					
Shell length	T	S (S/T)	female	male	hermaphrodite
0~9 mm	60 (100%)	0	0	0	0
10~19	100 (")	3 (3.0%)	1 (1.0%)	2 (2.0%)	0
20~29	100 (")	58 (58.0%)	21 (21.0%)	37 (37.0%)	0
30~39	100 (")	94 (94.0%)	39 (39.0%)	55 (55.0%)	0
40~49	80 (")	78 (97.5%)	35 (43.7%)	42 (52.5%)	1 (1.2%)
50~59	80 (")	80 (100%)	36 (45.0%)	43 (53.7%)	1 (1.2%)
60~69	80 (")	80 (100%)	46 (57.5%)	33 (41.2%)	1 (1.2%)
70~79	80 (")	79 (98.7%)	53 (66.2%)	26 (32.5%)	0
80~89	80 (")	79 (98.7%)	42 (52.5%)	36 (45.0%)	1 (1.2%)
90~99	40 (")	40 (100%)	20 (50.0%)	20 (50.0%)	0
	800 (")	591 (73.9%)	293 (36.6%)	294 (36.7%)	4 (0.5%)

Fig. 2. Change in sex ratio of *Mytilus edulis* in different sizes.

F: Female, M: Male

U: Sex unidentifiable

F + M + Hermaphrodites + U = 100

Table 5. Hermaphroditic *Mytilus edulis*

Date	Shell length	Shell height	Station
1956—X—28	31 mm	19 mm	A
" XII—17	57	30	A
1957—XI—6	42	26	B
" XI—6	58	31	B
" XI—7	61	37	B
" XII—27	86	43	B
1958—II—25	52	29	—
" II—26	44	26	B
" III—10	30	18	A
" III—13	59	31	B

ようである。

(4) 小型の貝と大型の貝では性比が相反しており、後者においては雌の方が多い。しかし更に特に大きなものになると相半する傾向がある。

(5) 雌雄同体個体は例外的に見出され卵巣部と精巣部の割合は一定していない。

文 献

- 1) 岩田清二: 本誌, **15**, 443, (1950).
- 2) FIELD, I.: Bull. U. S. Bureau Fish., **38**, 127 (1922).
- 3) CHIPPERFIELD, P. N. J.: Journ. Mar. Biol. Ass. U. K., **32**, 449 (1953).
- 4) 内橋 潔: 水産界, **807**, 42 (1951).
- 5) 江上信雄: 実験形態学, **5**, 91 (1949).

より雌に性を転換する時代を経て老成時代に入るもので、性を転換する時代と形態は環境によつて異なつていて、明石産のイガイにあつては殻の大きさの段階によつてその顕現する性とその出現率ははなはだしく異なつていと述べている。今回のムラサキイガイにおける調査でもほぼそれと同傾向を示したが、さほど性比が極端ではなく、またイガイの場合はある限度以上では大きさを増せば増す程雌の占める割合が大きくなる一方であつたが、本調査においては大きさが極端に近付くと再び性比が 1: 1 に迫つて来たことが顕著な相違である。

4) 雌雄同体: 1957 年 11, 12 月における Station B の材料による調査において 4 例の雌雄同体個体を得たが、これは成熟個体の 0.68% を占めることになる。別に Station A の材料からも 2 例発見した。なお別個に特に雌雄同体個体を見出す目的で港の内外にわたり調査した結果は 400 個体の成熟貝中 4 例であつた。貝の大きさ、採取年月日及び場所を示せば Table 5 の通りである。雌雄同体はかなり種々の大きさの貝で見出され、その程度も区々に非常に軽度のものは見落してしまう危険がある。すべての場合、卵巣部と精巣部の割合は一定せず、片側の外とう膜が一面に一方の性で占められているのに対し他側のそれでは両性を示しているような型のものが多く、また両側全く相反する性を示しているものもあつた。切片標本により調べて見ると卵及び精子が別々の汙胞に見出された (Plate Fig. 6)。

要 結

- (1) 生殖腺の熟度は水温が年間の最高を示す 8 月頃に最も低下し、18°C 前後に下る頃より急速に発達を見る。
- (2) 最小成体形は殻長 23~24 mm 前後の貝である。
- (3) 生殖腺の成熟時期は一般に大型の貝の方が早い

Plate I. Microscopic figure of gonads of *Mytilus edulis*.

—| 0.1mm Figs 1, 3 —| 0.5mm Figs 2, 4, 5, 6

Explanation of Plate I.

- Fig. 1. Spermatozoa and spermatids in smear preparation.
 Fig. 2. Onset of oogenesis. (Stage I)
 Fig. 3. Male follicles in the process of spermatogenesis. (Stage II)
 Fig. 4. Formation of the sperm-bundles. (Stage III)
 Fig. 5. Residual sperm in the mantle tissue. (Recently spent Stage)
 Fig. 6. Hermaphroditic gonads.