

略 名
北 水 試 報
Sci. Rep.
Hokkaido Fish. Exp. Stn.

CODEN: HSSHBB
ISSN 0441-084X

北海道立水産試験場報告

第 24 号

SCIENTIFIC REPORTS

OF

HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 24

北海道立水産試験場

(昭和 57 年 3 月)

(March, 1982)

北海道立水産試験場報告

第 24 号

目 次

阿部晃治・小池幹雄

ハナサキガニの成長について 1

水島敏博・尾身東美

野付湾におけるホッケイエビの成長と性相 ― 特に成長の二型について 15

高丸禮好・落合敏邦

浜中湾および琵琶瀬湾のヨコエビ端脚類 29

阿部英治・松山恵二・辻 寧昭

忍路湾におけるホソメコンブの群落形成 41

高丸禮好・中尾 繁

北海道東部、浜中湾および琵琶瀬湾におけるホッキガイ漁場の底生動物群集 51

宮本建樹・斉藤勝男・元谷 怜・西川信良・門間春博・川村一広

忍路湾におけるエゾアワビ人工種苗放流試験 59

杉本 卓・田嶋健一郎・富田恭司

北海道北部沿岸におけるキタムラサキウニの生殖周期 91

(昭和 57 年 3 月)

SCIENTIFIC REPORTS OF HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 24

CONTENTS

ABE, Koji and Mikio KOIKE The growth of the Hanasakigani, <i>Paralithodes brevipes</i> (Decapoda, Anomura)	1
MIZUSHIMA, Toshihiro and Harumi OMI Growth and sexual phases of the shrimp, <i>Pandalus kessleri</i> CZERNIAVSKY in Notsuke Bay, Hokkaido, with special reference to the two types of growth	15
TAKAMURU, Noriyoshi and Toshikuni OCHIAI Gammaridean amphipods in Hamanaka Bay and Biwase Bay, Hokkaido	29
ABE, Eiji, Keiji MATSUYAMA and Yasuaki TSUJI On the recolonization of <i>Laminaria religiosa</i> MIYABE, in Oshoro Bay, Hokkaido	41
TAKAMARU, Noriyoshi and Shigeru NAKAO Benthic communities of Japanese surf clam (<i>Pseudocardium</i> <i>sybillae</i>) beds in Hamanaka Bay and Biwase Bay, Hokkaido	51
MIYAMOTO, Tateki, Katsuo SAITO, Satoshi MOTOYA, Nobuyoshi NISHIKAWA, Haruhiro MONMA and Kazuhiro KAWAMURA Experimental studies on the release of the cultured seeds of abalone, <i>Haliotis discus hannai</i> INO in Oshoro Bay, Hokkaido	59
SUGIMOTO, Takashi, Ken-ichiro TAJIMA and Kyoji TOMITA Reproductive cycle of the sea urchin, <i>Strongylocentrotus</i> <i>nudus</i> , on the northern coast of Hokkaido	91

(March, 1982)

ハナサキガニの成長について*

阿 部 晃 治・小 池 幹 雄

(北海道立中央水産試験場) (北海道立釧路水産試験場)

The growth of the Hanasakigani, *Paralithodes brevipes*. (Decapoda, Anomura)

Koji ABE and Mikio KOIKE**

(Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)

** (Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station)

The growth of *Paralithodes brevipes* (H. MILNE-EDWARDS & LUCAS) in the coastal sea area of eastern Hokkaido and southern Kuril Islands was determined from a long range study conducted from 1970 to 1977.

From the frequency distribution of carapace length of 1415 female individuals, ranging from 23 to 130 mm, 14 groups are recognized. The mean carapace length for each group being 26.4, 31.3, 36.6, 42.6, 49.0, 56.5, 64.5, 73.2, 82.2, 94.5, 103.0, 110.9, 118.8 and 124.5 mm. From 2151 male individuals, range 21-152 mm, 17 groups are recognized. The mean carapace length for each group being 22.5, 27.1, 31.0, 36.6, 43.0, 48.3, 55.9, 65.0, 74.6, 83.1, 96.4, 106.7, 115.8, 124.9, 132.8, 138.5 and 145.8 mm.

Applying these mean sizes to Hiatt's graphic method in which the post-exuvial lengths (L_{n+1}) were plotted against the initial lengths (L_n), the following formulas were obtained: male and female under 100 millimeters in post-exuvial length, $L_{n+1}=1.123 L_n+1.340$; mature female, $L_{n+1}=0.897 L_n+18.548$; mature male, $L_{n+1}=0.910 L_n+18.986$.

Growth of the carapace length in instars fits the logistic equation as follows: female, $l_t=154.6/1+e^{3.988-0.234t}$; male, $l_t=174.7/1+e^{4.069-0.227t}$.

From the progression of instars and observation on molting, an attempt is made to identify age groups and to determine age-size relationships. It is estimated that a year after hatching crabs reach instar 11 (mean carapace length of 31 mm); after 2 years instar 14 or 15 (48.6 or 56.2 mm) is attained; thereafter crabs molt annually. Both female and male crabs become sexually mature at six years when the mean carapace length is 94.5 mm in females and 96.4 mm in males. The growth curve derived is similar for the sexes through the first five years of life. Thereafter, female crabs grow more slowly than males.

緒 言

ハナサキガニは千島およびカムチャツカ沿岸、北海道の襟裳岬から納沙布岬に至る太平洋沿岸および樺太

報文番号 A 106 (1981年11月16日受理)

* 本報の要旨は昭和49年11月、日本水産学会秋季大会で発表した。

沿岸などに生息する比較的分布範囲の狭い種類である^{1,2,3)}。根室近海産ハナサキガニが缶詰原料として利用され始めたのは1935年頃であるが²⁾、現在では、ほとんどが「煮がに」として利用されており、需要度は高い。しかし、最近のハナサキガニ資源は漁獲努力量の増大により、非常に減少している⁴⁾。この減少した資源の回復を図って、現在は科学的資料に基づく漁獲管理の方向が打ち出されているが、このために必要な研究は充分とは言えない。特に、成長に関する研究は少なく、飼育実験で得た若年期における脱皮時の長さの増大や⁵⁾、眼柄除去による脱皮、成長促進に関する結果⁶⁾などが報告されているにすぎない。著者らは、1970年から実施中の資源調査の中で、甲長組成の解析、飼育実験、標識放流、軟甲がにの出現状況の観察などから、その脱皮回数と成長ならびに年齢と成長の関係を明らかにすることができたのでここに報告する。本論に先立って、有益御助言を頂いた北海道大学久新健一郎教授、西海区水産研究所竹下貢二博士に厚くお礼申し上げる。また、飼育実験に協力を与えられた道立釧路水産試験場水島敏博氏、野外調査に協力を与えられた北海道水産研究所、根室支庁、釧路東部地区、根室地区水産技術普及所、根室市役所、浜中町、浜中、落石、根室、根室湾中部および歯舞漁業協同組合の各位に感謝の意を表する。

材料および方法

本研究は1970～1977年に、主に、釧路から歯舞にかけての漁場と、歯舞諸島、国後島周辺の漁場 (Fig. 1) で行われたハナサキガニの資源調査や生態調査の一環として実施された。ハナサキガニは成長するにつれて生息水深を変えていくので⁷⁾、標本は成長段階ごとにその主要水深帯から採集された。すなわち、亜潮間帯から甲長 50mm 以下、湾内やごく沿岸域の水深 2～20m の所から甲長 50～90mm、沖合の水深 20～190m の所から甲長 80mm 以上の標本が採集され、その総採集個体数は 8,114 個体である。さらに、脱皮時の成長量を知るために、雌雄合計 43 個体を飼育実験に供した。飼育に当っては長期間飼育による成長障害^{8,9)}を防止するために、脱皮直前の個体を短期間飼育した。脱皮直前の個体は歩脚の指節末端部を折り取ると、その中に柔らかい新しい上クチクラ層が形成されていることにより判別された。以上の他に 783 個体の標識放流を行った。標識放流時から再捕時までの間の成長量を知るために放流個体と再捕個体 (105 個体) の甲長を測定した。

標本の採集は、亜潮間帯に生息するものは手掴みで、その他のものは、かに籠網漁船を利用して行ったが、一部は刺網漁船やかに籠網試験船も利用して行った。

ハナサキガニの測定部位は眼下から甲の後縁中央部に達する甲長と、棘を除く最大幅の甲幅である (Fig. 2)。また、標識票は Bano'k 社のタギングガンにより各部位に打ち込まれた (Fig. 2)。



Fig. 1. Map showing sampling stations.

At stations shown with triangles samples were not collected in quantity; at stations shown with circles quantities of immature crabs were collected; at stations shown with squares quantities of mature crabs were collected.

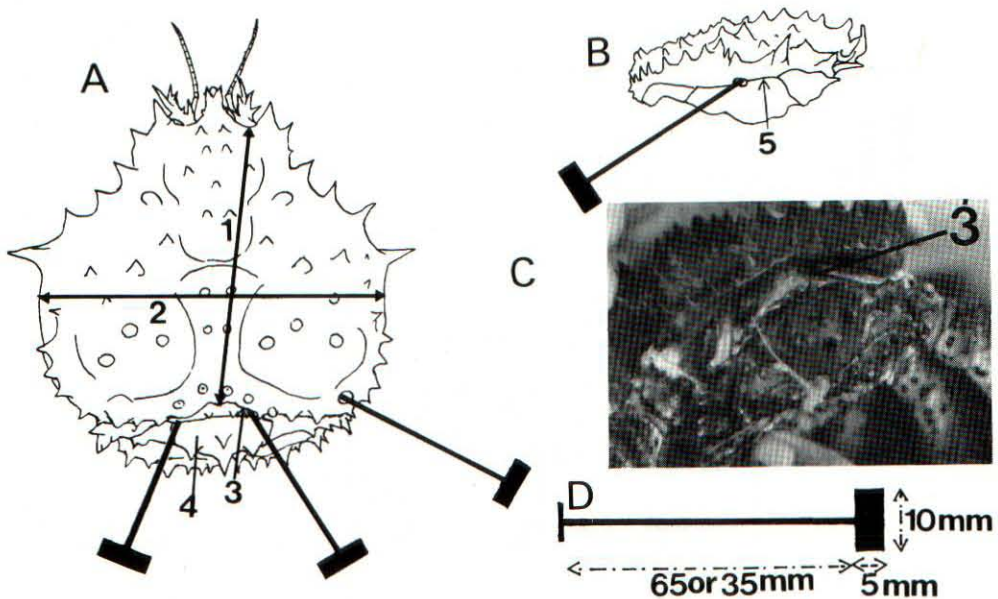


Fig. 2. Outline of *Paralithodes brevipes* showing dimensions measured and tags in positions.

A; dorsal view. B; side view. C; posterior view D; tag. (white or yellow). 1; length. 2; width. 3; isthmus-the fleshy connecting tissue between the posterior portion of the carapace and the abdomen. 4; second abdominal segment. 5; linea anomurica. Crabs are marked with permanent tags capable of being retained throughout successive molts. Tagging procedures are simplified by using two tagging guns "Bano'k 101 and 102-X", Japan Bano'k Co., Ltd.

甲長組成の解析は、3点移動平均によって度数分布を平滑化してから、HARDING¹⁰⁾の方法を用いて各正規分布成分の分離を行った。

結 果

甲長 21mm から 150mm 前後までのハナサキガニの雌雄別甲長組成を各正規分布成分に分離した結果を Fig. 3 および Table 1 に示した。標本はハナサキガニの生息域ごとにまとめて、小さなものから順次 4 標本に分けた。その結果、雌は 23~130mm の範囲で、14 齢期群に分離され、それらの平均値は 26.4, 31.3, 36.6, 42.6, 49.0, 56.5, 64.5, 73.2, 82.2, 94.5, 103.0, 110.9, 118.8, 124.5 (各 mm) であった。雄は 21~152mm の範囲で、17 齢期群に分離され、それらの平均値は 22.5, 27.1, 31.0, 36.6, 43.0, 48.3, 55.9, 65.0, 74.6, 83.1, 96.4, 106.7, 115.8, 124.9, 132.8, 138.5, 145.8 (各 mm) であった。甲長範囲が標本間で重複している甲長 40~90mm における各群の平均甲長は採集水域にかかわらず近似している。また、平均甲長が 94.5mm (雌) ~96.4mm (雄) 未満のものは、雌雄間の平均甲長に違いは認められないが、これ以上になると雄が雌よりも大きくなる。得られた結果の適合度は良い (Table 2)。

HIATT⁹⁾ がイワガニ *Pachygrapsus crassipes* で示した定差図法をハナサキガニについて適用を試みた

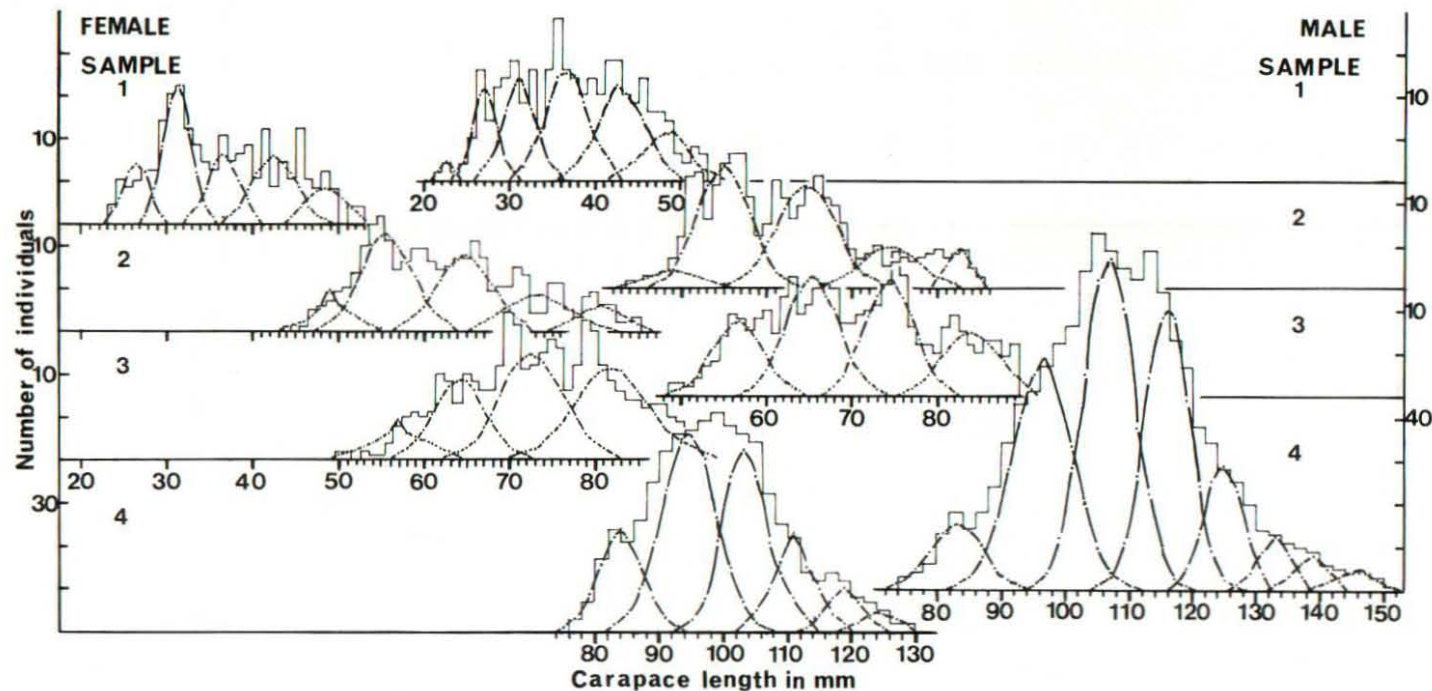


Fig. 3. Size frequency distribution of *Paralithodes brevipes*.

Fitted curves represent the theoretical normal distribution. Sample 1; crabs which were collected by hand in the subtidal zones along the shore of Buima in July-August, 1971-1972. Sample 2; collected by pots in Akkeshi Bay and off Buima at depths from 6 to 20 m in July, 1970. Sample 3; collected by pots in Hamanaka Bay at depths from 3 to 20 m in May, 1972 and June, 1973. Sample 4; collected by pots in sampling stations shown in Fig. 1 at depths from 20 to 190 m

Table 1. Means and standard deviations in mm of 17 instar determined from the size frequency distribution shown in Fig. 3.

Instars	Sex	No. of size level			
		1	2	3	4
n (9)*	Female	22.5±0.71			
	Male				
n+1 (10)	Female	26.4±1.50			
	Male	27.1±1.36			
n+2 (11)	Female	31.3±1.62			
	Male	31.0±1.89			
n+3 (12)	Female	36.6±1.83			
	Male	36.6±2.45			
n+4 (13)	Female	42.6±2.40			
	Male	43.0±2.65			
n+5 (14)	Female	48.5±2.04	49.4±2.76		
	Male	48.0±2.38	48.6±3.01		
n+6 (15)	Female		55.7±2.99	57.2±3.37	
	Male		55.0±3.09	56.8±3.05	
n+7 (16)	Female		64.7±3.18	64.3±3.04	
	Male		64.5±3.36	65.5±3.25	
n+8 (17)	Female		73.6±3.78	72.8±3.72	
	Male		74.5±3.39	74.6±2.95	
n+9 (18)	Female		80.5±2.84	82.0±4.37	84.0±3.45
	Male		82.4±1.31	83.9±3.39	83.1±3.99
n+10 (19)	Female				94.5±4.30
	Male				96.4±4.80
n+11 (20)	Female				103.0±3.28
	Male				106.7±3.98
n+12 (21)	Female				110.9±3.53
	Male				115.8±3.60
n+13 (22)	Female				118.8±2.67
	Male				124.9±2.87
n+14 (23)	Female				124.5±2.78
	Male				132.8±2.57
n+15 (24)	Male				138.5±2.48
n+16 (25)	Male				145.8±3.21

* Number of instars calculated from the equation shown in Fig. 4-A and carapace length (2.2 mm)¹¹⁾ of first post-larva is indicated in parenthesis.

Table 2. Test of goodness of fitting between observed frequency distribution and the fitted normal curve.

Sample	Sex	N	χ^2	df	p
1	Female	204	15.0	11	0.20-0.10
	Male	279	14.8	9	0.10-0.05
2	Female	231	11.2	20	0.95-0.90
	Male	282	19.5	14	0.20-0.10
3	Female	318	19.2	22	0.80-0.50
	Male	331	11.6	25	0.99-0.98
4	Female	662	5.1	6	0.80-0.50
	Male	1259	9.0	11	0.80-0.50

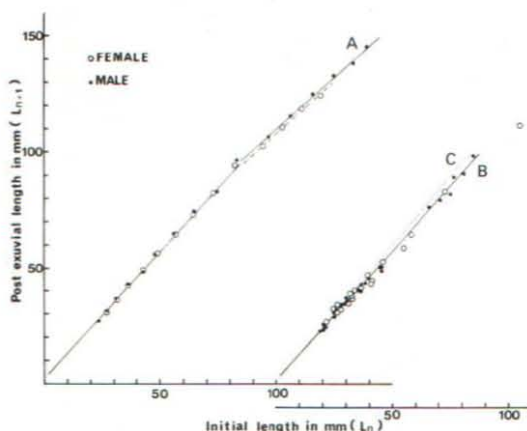


Fig. 4. Growth in carapace length of *Paralithodes brevipes* showing relationship between post exuvial length and initial length.

A; based on the size frequency distribution shown in Fig. 3. Sexes combined (less than 100 mm in post exuvial length); $L_{n+1}=1.123 L_n+1.340$. Female; $L_{n+1}=0.897 L_n+18.548$. Male; $L_{n+1}=0.910 L_n+18.986$.

B; based on the data of molting experiments in laboratory. Sexes combined; $L_{n+1}=1.1186 L_n+1.3221$.

C; derived from Kurata⁵⁾. Sexes combined; $L_{n+1}=1.2035 L_n+0.0143$.

Covariance analysis shows that there is no significant difference between A and B (Slope difference; $F_0=0.108$, $df=1, 49$. Positional difference; $F_0=0.358$, $df=1, 50$).

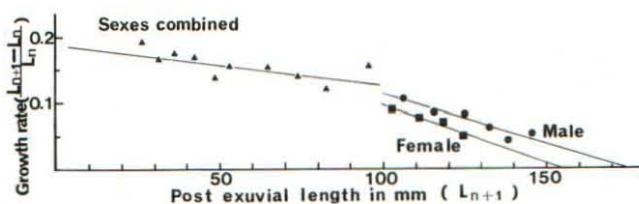


Fig. 5. Relationship between growth rate (R) and post exuvial length of *Paralithodes brevipes*.

Sexes combined; $R=-0.00058 L_{n+1}+0.1870$ ($r=-0.74$, $H_0: \rho=0$, $T_0=2.83$, $df=8$, $0.01 < P < 0.05$). Female; $R=-0.00178 L_{n+1}+0.2752$ ($r=0.95$, $H_0: \rho=0$, $T_0=4.303$, $df=2$, $P=0.05$). Male; $R=-0.00152 L_{n+1}+0.2655$ ($r=-0.95$, $H_0: \rho=0$, $T_0=6.08$, $df=4$, $0.001 < P < 0.01$).

のが Fig. 4 である。図の中で、A は甲長組成の解析結果に基づく各齢期群の平均甲長値へ適用を試みたもの、B は飼育実験で成長した個体の甲長値へ適用を試みたもの、C は倉田⁵⁾より引用したものである。その結果、脱皮前の甲長と脱皮後の甲長の関係は直線で表わされる。A では、 L_{n+1} で甲長 95mm 前後のところが、雌雄ともに、一つの屈折点となっている。雌雄による成長の差は屈折点前では認められず、雌雄共通の定差成長式で示される。屈折点後は、雄の成長が良くなり、定差成長式は雌雄で相違する。屈折点前の A と B の定差成長式を共分散分析法で比較した結果、有意差は認められない。なお、B では、屈折点後、甲長 104.2mm の雌が 112.2mm に成長している一例がみられるにすぎない。A の結果から、甲長 104.2mm の雌の成長後の甲長を求めると、112.0mm となり、本実例と良く一致する。C の直線は甲長が 10mm 以下や 40

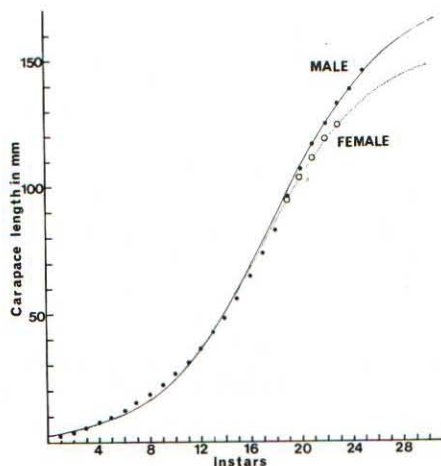


Fig. 6. Size and instar curves for *Paralithodes brevipes*.

Points in the figure show observed data.

Female; $l_t = 154.6/1 + e^{3.988 - 0.234t}$.

Male; $l_t = 174.7/1 + e^{4.069 - 0.227t}$.

mm 以上になると、本研究結果とは異なった傾向を示している。Aの結果を用いて、本研究で分離できなかった甲長 20mm 以下の雌雄共通の各齢期群の平均甲長を、最小成体型の 2.2mm¹¹⁾ 近くまで求めてみた。その結果を大きいほうから順に記すと、18.8, 15.5, 12.6, 10.0, 7.7, 5.7, 3.9, 2.3 (各 mm) となる。2.3mm のものを自然界における最小成体型、すなわち、1 齢期とみなすと、本研究で得られた最小の 22.5mm のものは 9 齢期、雌の最大の 124.5mm のものは 23 齢期、雄の最大の 145.8mm のものは 25 齢期となる。

次に、 $n+1$ 齢期の甲長と成長率 $\left(\frac{L_{n+1}-L_n}{L_n}\right)$ との関係を見ると、成長率は甲長の増大に比例して減少する一次式で示される (Fig. 5)。屈折点は甲長 100mm 附近にみられる。雌雄による成長率の差は屈折点前では認められず、屈折点以後になって生じ、雌の成長率の低下が著しい。得られた一次式から外挿法で極限甲長 (l_∞) を求めた。齢期に対する甲長の成長にロジスチック曲線 $l_t = l_\infty / 1 + e^{b_0 - b_1 t}$ が比較的良く適合した (Fig. 6)。

甲長 (L) と甲幅 (B) の関係は一次式で表されるが (Fig. 7)、雌は甲長 90mm 前後のところに一つの屈折

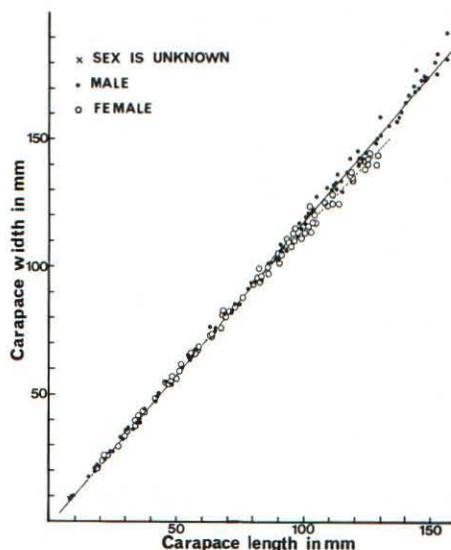


Fig. 7. Relationship between carapace width (B) and carapace length (L) of *Paralithodes brevipes*.

Sexes combined (less than 90 mm in carapace length); $B = 1.190 L - 1.7$ ($r = 0.99$). Female (from 90 mm to 130 mm in length); $B = 1.057 L + 8.6$ ($r = 0.98$). Male (from 5 mm to 160 mm in length); $B = 1.176 L - 1.073$ ($r = 0.99$). Male (from 90 mm to 160 mm in length); $B = 1.167 L + 0.7$ ($r = 0.99$).

点を持つ。雄は、僅かに屈折する程度で、一つの直線とみなせる。この相対成長は、屈折点前は雌雄間による差異は認められないが、以後は雌が小さくなる。甲長と甲幅の関係から、前述の甲長におけるロジスチック曲線は次のように置換できる。すなわち、甲長 90 mm までの雌雄とそれ以上の雄は、 $Bt = \frac{205.4}{1 + e^{4.069 - 0.227t}} - 1.073$, 90 mm 以上の雌は $Bt = \frac{163.4}{1 + e^{3.988 - 0.234t}} + 8.6$ となる。一方、甲長と体重 (W) の関係は 2 次式で表わされる (Fig. 8)。この相対成長は小さいうちは雌雄間に差異は認められないが、甲長 90 mm 前後より雌が小さくなる。前述のようにロジスチック曲線を体重に置換すると、

$$\text{雌は } Wt = \frac{2,626.7}{(1 + e^{3.988 - 0.234t})^{2.6326}},$$

$$\text{雄は } Wt = \frac{5,359.9}{(1 + e^{4.069 - 0.227t})^{3.013}} \text{ となる。}$$

ハナサキガニの抱卵個体は、甲長 76 mm からみられるが、大部分のものが抱卵するのは甲長 90~100 mm に達してからである (Fig. 9)。これから、前述した定差図 (Fig. 4)、成長率 (Fig. 5)、相対成長 (Fig. 7) などにみられた屈折点の位置は、雌がにが未成体から成体に達する甲長附近であることがわかる。

次に、以上で得られた齢期と年齢の関係を明らかにする。齢期毎の月別出現を堅がにと脱皮後軟甲がに (但し、図中の軟甲がにの中には前齢期の脱皮直前のものも含む) に分けて示すと Fig. 10 のようになる。この図を小さな方から順にみていくと、先ず、5 月に 1 個体ではあるが 5 齢期のものが出現し、これが 7~8 月に 7 齢期群、11 月に 7~9 齢期群へと成長していくのがうかがわれる。これらの群の多くは、翌年の 7 月に 11, 12 齢期群、8 月に 12, 13 齢期群、11 月に 12~14 齢期群へと成長していく。この間、間断なく軟甲がにが出現しており、成長の早いものから次々と、1 年に何回も脱皮成長していくことがうかがわれる。

次に、15 齢期群以上になると、14 齢期群以下のようにより一定の成長傾向はみせず、各齢期は周年にわたって出現する。このことは、15 齢期群以上のものでは 1 年に 1 回、若しくは 2 年以上に 1 回の脱皮しか行わないことを示しているものと考えられる。各齢期群の脱皮時期は、次の齢期群に進んだ軟甲がにの出現状況から推定できる。すなわち、軟甲がにの出現時期、あるいはその多少前が脱皮時期と考えられる。これにより、14~16 齢期群の脱皮時期は 11 月頃より始まり、盛期は 5~6 月頃とみなされる。17, 18 齢期群では盛期が 1 か月程遅れて 7 月頃まで続く。19 齢期群以上の脱皮時期は雌雄によって違ってくる。雌は 5~7 月頃に集中的に脱皮する。一方、雄は高齢群ほど脱皮時期が遅れ、その期間も長い。各群の脱皮盛期は 19 齢期群が 5~7 月頃、20 齢期群が 6~8 月頃、21 齢期群以上が 7~10 月頃とかがわかる。

なお、齢期と生息場の関係をみると、14 齢期以下の群は亜潮間帯に、15 齢期群は亜潮間帯から湾内や沿岸の浅海域に、16~17 齢期群は湾内や沿岸の浅海域に、18 齢期群は浅海域から深みに、19 齢期以上の群は水深が 20~190 m の深みに主に生息する。生息域の底質は岩礁、あるいはその周辺であることが多い。

13 齢期から 20 齢期までのハナサキガニ 783 個体を標識放流したところ、14 齢期から 20 齢期のものが 153 個体

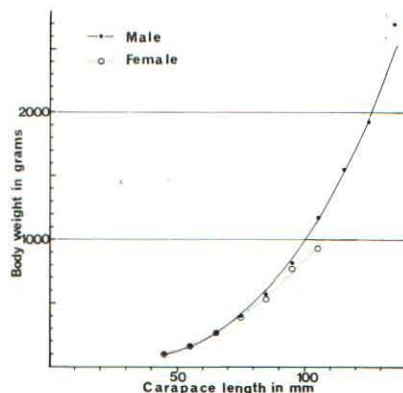


Fig. 8. Relationship between carapace length (L) and weight (W) of *Paralithodes brevipes*. Points are average weights by 10 mm length intervals. Female; $W = 0.00453 L^{2.6326}$. Male; $W = 0.00094 L^{3.013}$.

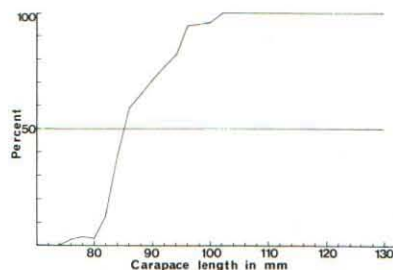


Fig. 9. Percentage ovigerous by carapace length of female crabs collected in 1971 and 1973.

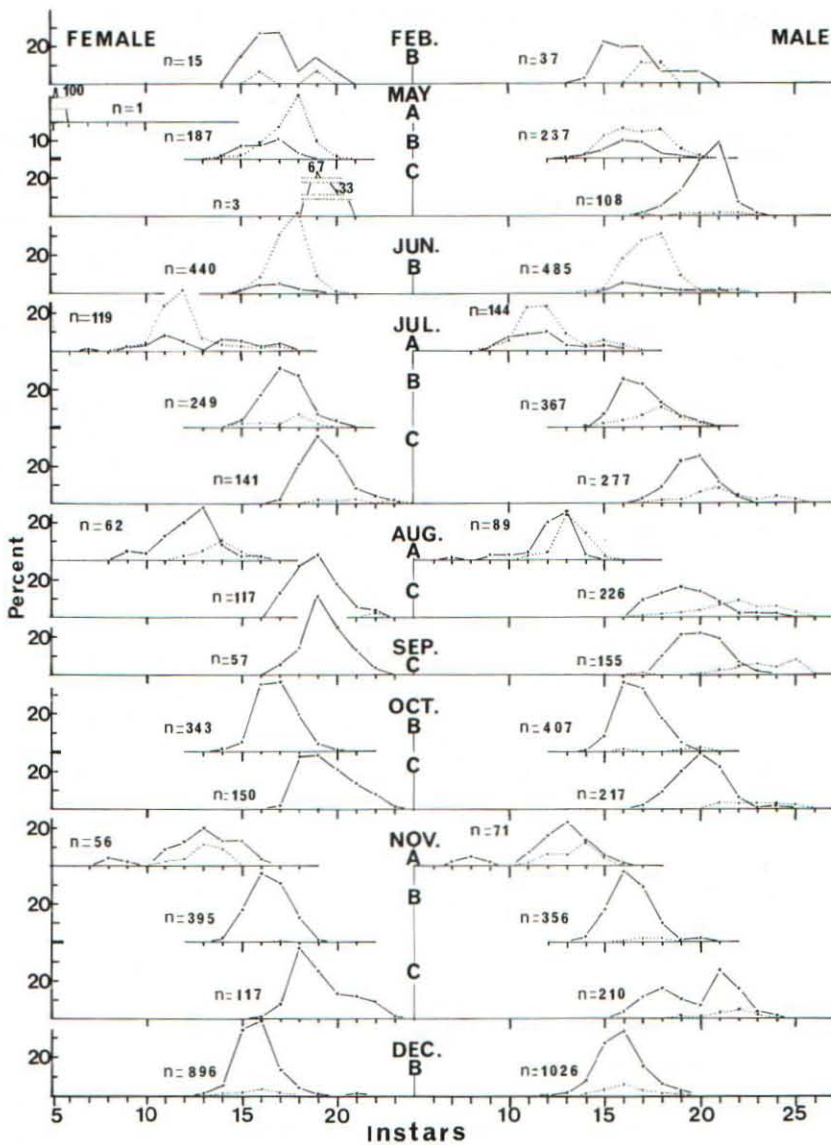


Fig. 10. Size frequency distribution by shell condition. All data obtained in 8 years from 1970 to 1977 were combined.

A; samples taken from subtidal zone along the shore of Buima. B; samples taken from 2 to 20 m depths. C; samples taken from 20 to 190 m depths. Broken lines; the combined crabs of soft shelled crabs and pre-molt crabs of one instar their junior. Solid lines; hard shelled crabs. Pre-molt; new epicuticle is soft but may be seen if a dactylus is broken off.

Table 3. Numbers recovered according to instar and the number of molting through 1 year after release of tagged crabs.**A.** Recaptures from 635 crabs released in Hamanaka Bay on June 3, 1971 (38 tag recoveries are omitted).

Release			Recapture						
Sex	Instar	Number of crabs	Number of molting	Month and year					Total
				Jun.	1971 Jul.	Aug.	1972 May Jun.		
Female	15	4	None	1					1
	16	43	None		1				1
			One					1	1
			two				1		1
	17	83	None	4	2				6
			One	2				2	4
	18	110	None	3	5				8
		One		1				1	
	19	56	None	1	8				9
	20	3	None	1					1
Male	15	9	None	1					1
	16	62	None	3	2				5
			Two					1	1
	17	117	None	6	3				9
			One		1				1
	18	91	None	2	5				7
	19	56	None		3				3
		One			1			1	
	20	8							0

B. Recaptures from 147 crabs released in Hamanaka Bay on October 6, 1973 (7 tag recoveries are omitted).

Release			Recapture				
Sex	Instar	Number of crabs	Number of molting	Month and year			Total
				Apr.	1974 May.	Jun.	
Female	15	2					0
	16	14	One		2		2
	17	28	One		2	2	4
	18	7	None	1			1
Male	15	2					0
	16	36	One	1	3	1	5
	17	38	One	2	3		5
	18	14	None		1		1

C. Recaptures from 624 crabs off the coast of Hanasaki and Ochiishi on December 3-4, 1975. (3 tag recoveries are omitted).

Release			Recapture					
Sex	Instar	Number of crabs	Number of molting	Month and year				Total
				Jun.	Jul.	Aug.	Oct.	
Female	13	2						0
	14	21	One				1	1
	15	87	One	1	3			4
	16	86	One	4				4
	17	59	One	3		1		4
	18	18	One	1				1
Male	13	1						0
	14	25	One			1		1
	15	102	One	2	1	1		4
	16	135	One	4				4
	17	62	One	3				3
	18	26						0

再捕された。これらのうち、測定不可能であった48個体を除く105個体の再捕結果を、放流時から再捕時までの脱皮回数と共に Table 3 に示した。表から、1度も脱皮しないで再捕された個体は、その齢期群の脱皮期間に放流されて、すぐに再捕されたものか、または放流された翌年の脱皮期間に再捕されたものである。1度の脱皮後に再捕された個体は、その齢期群の脱皮期間に放流されている場合は、放流後すぐに再捕されているか、または翌年の脱皮期間に再捕されている。脱皮期間を過ぎた10、12月に放流されている場合は、翌年の脱皮期間かそれ以後に再捕されている。2度の脱皮後に再捕された個体は、その齢期群の脱皮期間に放流され、翌年の脱皮期間に再捕されている。以上の結果のうち、1度も脱皮しなかった個体は脱皮直後に標識放流されたか、または脱皮直前に再捕されたりして、放流時から再捕時までの間に脱皮する機会をもてなかったもの、2度も脱皮した個体は放流直後と再捕直前の2度にわたって脱皮したものと考えられる。従って、14齢期群は、11、12月から翌年の脱皮期間までの約半年間に1回、15～19齢期群は1年に1回の脱皮を行なうことがうかがわれる。

Fig. 11 は本研究で得られた知見を総合的に整理した結果に、従来の知見や情報を加えたものである。まず、幼生のふ化時期は3月下旬から4月中旬であるので^{2, 11)}、4月1日を0才として表わした。幼生期間は次の4点から、約2カ月間と推定した。すなわち、1) 幼生はブリゾニア、3期のゾエア、1期のグローコテよりなり¹²⁾、グロー

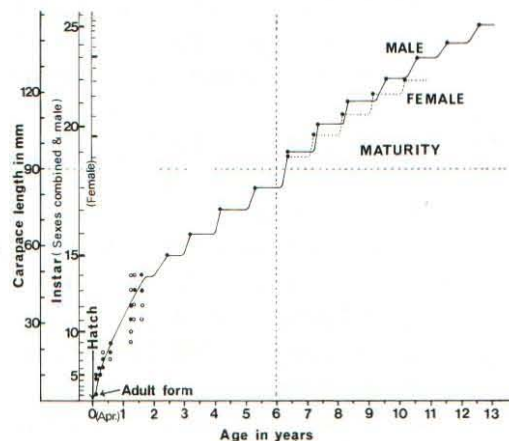


Fig. 11. Growth curves of *Paralithodes brevipes*. Closed circles and open circles represent prominent instar groups and minority instar groups, respectively.

コテになるのに3°Cで70日, 8°Cで30日を要すること¹³⁾, 2) 浮游中のゾエアが5月¹⁾と6月¹⁴⁾に採集されていること, 3) 4齢期(甲長8.1mm)の脱皮殻が1974年5月8日に釧路沖で稚魚ネットで採集され(未発表資料), 5齢期のものが5月に採集されていること(Fig. 10), 4) 5齢期の雄と6齢期の雌が各々2個体, 1976年7月24日に根室市桂木海岸より採集されていること※などによる。さらに, 図の中には, 6齢期が7個体, 7齢期が14個体, 8齢期が1個体ずつ夏季に採集された結果⁶⁾(但し, 原著で甲幅で示されているものを齢期に当てはめた)も加えられている。その結果は, 満1歳で11齢期, 平均甲長31mm, 満2歳で14~15齢期, 平均甲長48.6~56.2mmとなる。以後は年齢とともに1齢期ずつ成長して, 満6歳で19齢期, 平均甲長94.5(雌)~96.4mm(雄)に達する。性成熟が雌雄同じ位の大きさに達するとすると, 満6歳は雌雄ともに性成熟に達する年齢となる。性成熟後の成長は, 雌では, その生殖周期が1年単位で, 毎年6~7月の交尾, 産卵に先立って脱皮を行うので¹⁾, 1年に1齢期ずつ成長することになる。一方, 雄は軟甲がにの出現状況(Fig. 10)から, 多くの個体は1年に1回の脱皮を行うことが推定されるので, 雄も雌と同じく1年に1齢期ずつ成長すると推定される。ただし, 脱皮時期の遅れから, 雄の毎年の成長時期は雌よりも遅れてくる。

考 察

本研究の結果, 以下の点が明らかとなった。すなわち, 1) ハナサキガニは脱皮成長すること, 2) 採集水域にかかわらず, 甲長組成の各群のモードの位置は近似すること, 3) 甲長組成を構成している甲長群の分離が可能であること, 4) 甲長組成から推定した齢期と成長の妥当性は, 飼育実験で実際に脱皮して成長した個体に関する材料によって実証されたことなどである。これらのことから, 分離された甲長群を齢期群とみなして, 甲長の小さいほうから順次齢期数を当てはめた。しかし, 本研究では, 甲長20mm以下の齢期群については資料不十分で明らかにできなかった。従って, 定差成長式(Fig. 4-A)と, 最小成体型の大きさ¹¹⁾から, 1齢期から8齢期までの各群の平均甲長を推定した。しかし, この最小成体型の大きさは¹¹⁾, 親からふ化した幼生の長期飼育によるものであり, 長期飼育による成長障害^{8,9)}が起きている可能性は否定できない。例えば, ケガニの最小成体型の平均甲長は, 親からふ化した幼生の長期飼育のものは4.5mm¹⁵⁾, 自然海から採集したメガロパの短期飼育のものは5.1mm¹⁶⁾, 自然海から採集されたものは5.2mm¹⁷⁾となっている。自然海における実際の最小成体型の大きさを明らかにする必要がある。8齢期群以下の平均甲長は屈折点以下の, すなわち, 性成熟前の定差成長式より求めた。これは, 1齢期稚がにから性成熟前までは, 一つの直線で表わされるからである⁵⁾。なお, 本研究結果と倉田⁹⁾の定差成長式における違いは, 一つには本研究結果は甲長20mm以上の, 倉田のは25mm以下の標本による双方のかたよりが原因と考えられた。しかし, 最小成体型の大きさの場合と同様に, 倉田の標本には長期飼育のものが含まれている可能性が考えられる。

雌の定差図(Fig. 4), 成長率(Fig. 5), 相対成長(Fig. 7)の屈折点は, 性成熟に達する前後にみられることを明らかにした。定差図における屈折点が, 雌雄ともに性成熟の前後で起こることは, イワガニ⁷⁾, ズワイガニ, *Chionoecetes opilio*¹⁸⁾, ケガニ *Erimacrus isenbeckii*¹⁹⁾ およびハナサキガニと同属のタラバガニ *Paralithodes camtschatica*⁹⁾ などで報告されている。また, タラバガニは雌雄同じ位の大きさに性成熟に達している^{1,20)}。これらのことから, ハナサキガニの雄の定差図などにみられる屈折点は, 雌と同じく性成熟に達する前後に起こっているものと考えられる。従って雌雄同じ位の大きさに性成熟に達するものと推定される。なお, 雄の甲長と甲幅の関係では, 雌のように屈折点が認められなかったが, 同様のことはタラバガニでもみられる²⁰⁾。

ハナサキガニの成体の成長は, 雌のほうが雄よりも遅い。これは成体雌の1回の脱皮による成長量が成体雄よりも少ないことによることを明らかにした。同様のことはタラバガニ²⁾, イワガニ⁸⁾, *Cancer magister*⁹⁾, ズワイガニ¹⁸⁾, ケガニ¹⁹⁾ などにもみられる。なお, 成体雌の脱皮間隔はFig. 10から推定したが, さ

※ 北海道区水産研究所余市分室の加賀吉栄氏の未発表資料による。

らに標識放流などで、これを実証していくことが必要である。

本研究での実測最大甲長は、雌が 133.5mm、雄が 157.0mm であった。この値は、定差成長式 (Fig. 4) から求めた極限甲長の雌 180.1mm、雄 210.6mm を大きく下回る。従って、本研究における極限甲長は、比較の実測最大甲長に近い値が求まる甲長と成長率の関係 (Fig. 5) から求めた。

要 約

1. 本研究はハナサキガニの脱皮回数と齢期ごとの平均甲長および年齢と成長の関係を甲長組成、飼育実験、標識放流、軟甲がにの出現状況の観察などから検討したものである。材料は道東太平洋に面した亜潮間帯、湾内、沿岸海域さらには国後島、歯舞諸島周辺の海域で、手網みやかご網で採集された。

2. 実測した各齢期の平均甲長は 9 齢期の 22.5mm から雌は 23 齢期の 132.8mm、雄は 25 齢期の 145.8mm であった。雌雄による成長の相違は 19 齢期末満では認められないが、19 齢期以降、すなわち、成体に達してからは雄の成長が雌よりも良好であった。

3. 定差図の屈折点は、雌雄ともに 19 齢期の性成熟期にみられた。定差成長式は屈折点前は雌雄ともに $L_{n+1} = 1.123L_n + 1.34$ 、屈折点以後は雌が $L_{n+1} = 0.897L_n + 18.548$ 、雄が $L_{n+1} = 0.910L_n + 18.986$ であった。

4. 甲長組成の解析結果と飼育実験の結果から求めた定差成長式の間に有意差は認められなかった。

5. 成長率は甲長の増大に比例して減少する一次式で表された。この関係から極限甲長を推定した。齢期に対する甲長の成長にはロジスティック曲線が比較的良く適合し、雌では $L_t = 154.6 / (1 + e^{3.988 - 0.234t})$ 、雄では $L_t = 174.7 / (1 + e^{4.069 - 0.227t})$ となった。

6. 甲長 (L) と甲幅 (B) の相対成長の屈折点は、雌は性成熟前後の甲長 90mm のところにみられるが、雄ではほとんどみられない。相対成長式は雄全体と屈折点以下の雌が $B = 1.176L - 1.073$ 、屈折点以後の雌が $B = 1.057L + 8.6$ となった。

7. 甲長と体重 (W) の関係は、雌が $W = 0.00453L^{2.6326}$ 、雄が $W = 0.00094L^{3.013}$ となった。

8. 齢期の若いものは次々と短期間に脱皮成長したが、14 齢期群に達すると約半年間に 1 回、15~19 齢期群は 1 年に 1 回の脱皮であった。

9. 成体に達した 20 齢期群以上では、雌雄ともに年 1 回の脱皮と推定された。

10. 各齢期群の脱皮期間は長期間にわたるが、成体雌だけは短期間であった。脱皮盛期は、14~16 齢期群が 5~6 月頃、17~18 齢期群が 5~7 月頃、成体に達してからは、雌は各齢期群とも 5~7 月頃、雄は次第に遅れる傾向をみせ、19 齢期群が 5~7 月頃、20 齢期群が 6~8 月頃、21 齢期群以上が 7~10 月頃であった。

11. 生息域は成長につれて、亜潮間帯、湾内や沿岸の浅海域そして沖合の深みへと変化した。

12. 満 1 歳で 11 齢期、平均甲長 31mm、満 2 歳で 14~15 齢期、平均甲長 48.6~56.2mm、満 3 歳以降は年齢とともに 1 齢期づつ成長して、満 6 歳で 19 齢期、平均甲長 94.5 (雌)~96.4mm (雄) となって、性成熟に達すると推定された。また、これ以後の成体の成長も雌雄ともに 1 年に 1 齢期づつと推定された。

文 献

- 1) 丸川久俊 (1933); タラバガニ調査 水産試験場報告 (4) 1-152
- 2) 佐藤 栄・阿部芳吉 (1941); ハナサキガニの産卵数について 北水試旬報 (481) 244-246
- 3) R. M. YANCEY (1964); North pacific lithode crabs. U. S. Fish and Wild. Serv., Manuscript Report, 1-14.
- 4) 小池幹雄・阿部晃治・山下 豊 (1980); ハナサキガニ 資源調査 昭和 54 年度事業報告書 釧路水試

14 阿部晃治・小池幹雄

- 5) 倉田 博 (1960) ; 甲殻類の脱皮時における長さの増大について 北水研報告 (22) 1-48
- 6) 狩野康比古・沢内克彦 (1972) ; ハナサキガニの眼柄除去による脱皮, 成長促進 かに類養殖技術開発
企業化試験 (昭和46年度) 北水研 47-56
- 7) 阿部晃治・小池幹雄 (1971) ; ハナサキガニ資源調査 昭和45年度事業報告書 釧路水試 52-54
- 8) R. W. HIATT (1948) ; The biology of the lined shore crab, *Pachygrapsus crassipes* RANDALL.
Pac. Sci. 2, 135-213.
- 9) D. C. G. MACKAY and F. W. WEYMOUTH (1935) ; The growth of the Pacific edible crab, *Cancer*
magister DANA. *J. Biol. Bd. Can.*, 1, 191-212.
- 10) J. P. HARDING (1949) ; The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal
frequency distributions. *J. mar. Biol. Ass. U. K.*, 28, 141-153.
- 11) 倉田 博 (1964) ; 北海道産十脚甲殻類の幼生期 北水研報告 (29) 49-65
- 12) 倉田 博 (1956) ; ハナサキガニの幼生について 北水研報告 (14) 25-34
- 13) 中西 孝 (1981) ; ハナサキガニ幼生の成長, 生残率および酸素消費量におよぼす水温の影響 昭和55
年度日本水産学会北海道支部大会
- 14) 阿部晃治 (1968) ; 道東太平洋沿岸における各種幼稚仔類について 北水試月報 25 14-30
- 15) 尾身東美・山下幸悦 (1975) ; 甲殻類種苗培養技術開発試験 2. ケガニ 昭和 49 年度事業報告書 道
立栽培漁業総合センター 45-50
- 16) 尾身東美 (1971) ; ケガニ天然幼生の飼育 北水試月報 28 2-7
- 17) 阿部晃治 (1977) ; 道東近海におけるケガニの初期生活 水産海洋研究会報 (31) 14-19
- 18) 今 攸・丹羽正一・山川文男 (1968) ; ズワイガニに関する甲幅組成から推定した脱皮回数 日水誌
34 138-142
- 19) 阿部晃治 (1982) ; ケガニの脱皮回数と成長について 日水誌 48
- 20) D. D. WEBER (1967) : Growth of the immature King crab, *Paralithodes camtschatica* (TILESIUS).
Int. North Pac. Fish. Comm., Bull. 21, 21-53.

野付湾におけるホッケイエビの成長と性相
—特に成長の二型について

水 島 敏 博・尾 身 東 美

(北海道立釧路水産試験場) (北海道立栽培漁業総合センター)

Growth and sexual phases of the shrimp, *Pandalus kessleri*
CZERNIAVSKY, in Notsuke Bay, Hokkaido, with special
reference to the two types of growth.

Toshihiro MIZUSHIMA and Harumi OMI*

(Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station)

*(Hokkaido Institute of Mariculture)

The shrimp, *Pandalus kessleri*, is very important species of the coast fishery in Notsuke Bay of the eastern Hokkaido, and is known as a protandric consecutive hermaphroditism species.

The authors have studied the growth and sexual phases in this species using a large number of specimens captured monthly from May to November during the years mainly from 1975-1978, in Notsuke Bay. The result may be summarised as follows.

1. The correlation formulas among body weight(g), body length(mm), total length(mm) and carapace length(mm), respectively were as follows:

Body weight (W) and body length(L),

$$W = 0.581 \times 10^{-5} L^{3.19} \quad (10\text{mm} < L < 120\text{mm})$$

Total length(T) and body length(L),

$$T = 1.89 L - 5.64 \quad (L < 20\text{mm})$$

$$T = 1.318 L + 5.77 \quad (20\text{mm} < L < 110\text{mm})$$

Carapace length(Ca) and body length(L),

$$Ca = 0.300 L + 0.10 \quad (L < 40\text{mm})$$

$$Ca = 0.323 L - 1.41 \quad (40\text{mm} < L < 110\text{mm})$$

Length of sixth somite(S) and body length,

$$S = 0.143 L - 0.34 \quad (45\text{mm} < L < 110\text{mm})$$

Length of telson(t) and body length(L),

$$t = 0.250 L - 0.54 \quad (L < 20\text{mm})$$

$$t = 0.195 L + 0.81 \quad (20\text{mm} < L < 110\text{mm})$$

Length of interramus on second pleopod(I) and body length(L),

$$I = 0.155 L - 2.67 \quad (45\text{mm} < L < 110\text{mm})$$

This equation was not changed through out a season of year.

2. Two different types in the relationship between growth and sexual phase were observed in the Bay. In the one type (regular type), the shrimp was immature at 1st year (age 0), male at 2nd year (age 1) female at 3rd year (age 2). In the other type (premature type), the shrimp became active as male at 1st year (age 0) and as female at 2nd year (age 1).

The frequency of occurrence of former type (regular type) was about 7~9 times as great as that of the latter type (premature type), according to the examination of 1225 individuals (shrimps of age 0, September 1977) and 3702 individuals (ones of age 1, May 1978) collected from 36 different sampling points of Notsuke Bay.

3. The percentage of shrimps belonging to the two types differ with areas of the bay. Shrimps of premature type were more abundant in the entrance and northern part of the bay than in the remaining areas.

4. The investigation of the some environmental factors has suggested that the difference of the relative abundance of the two types between areas of the bay was due to local variation in the amount of available food and in the density of the shrimps.

5. The seasonal changes in the gonad index and the length of appendix masculina on second pleopod were shown.

6. A schema was proposed on the life history of this shrimp in Notsuke Bay.

はじめに

ホッカイエビ (*Pandalus kessleri* CZERNIAVSKY) はアマモやスガモからなる浅海の藻場に生息し、雌性先熟の隣接的雌雄同体現象を示す。本種は本州の東北地方を分布の南限とする北方種で、北海道では野付湾やサロマ湖で多く漁獲されている。従来、本種の生態ことに成長に関しては野付湾で久保¹⁾、尾身²⁾、尾身・水島³⁾、厚岸湾で AOTO⁴⁾、東北地方山田湾で柏木⁵⁾、⁶⁾、気仙沼湾で山田・関⁷⁾等の報告がある。筆者らは1970年より本種の増養殖を図るため野付湾を中心に調査を進めてきた。その結果、野付湾での成長について明らかになったのでここに報告する。

なお、本文に入るに先だち、本原稿の御校閲と御教示をいただいた東北海区水産研究所企画連絡室長、倉田 博博士に厚く感謝する。また、材料の採集に際し御協力をいただいた野付漁業協同組合、根室北部地区水産技術普及指導所並びに別海町役場水産課の各位にお礼を申し上げる。

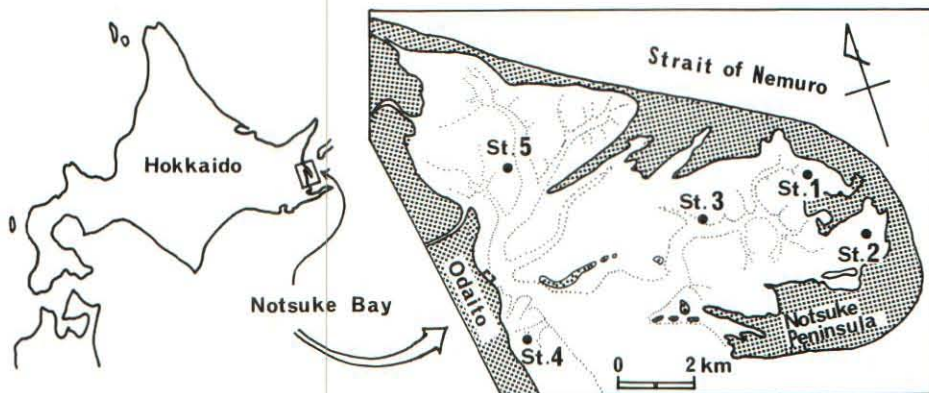


Fig. 1. The location and 5 sampling stations (Stn. 1-5) of Notsuke Bay.
Eel grass distribute whole area of the bay.
The part shown in dotted line shows water route.

材 料 と 方 法

材料のホッケイエビは主に1975年から1978年にかけて Fig. 1 に示す野付湾内の各地点で採集したものである。採集時期は湾内の結氷していない5月から11月までの間、ほぼ毎月一回行った。採集は風打瀬網（網目10節、網口5m）と罾A型ネット（網目GG.28、口径45cm）を用い、両者とも一定点100m曳いて一回の定量採集とした。採集個体は直ちに10%ホルマリン海水で固定したのち体長、体重、第2腹肢内肢長、雄性突起長などを測定した。性の区別は主に第1腹肢内肢および第2腹肢内肢に現われる第2次性徴を実体顕微鏡で観察し判別した。また、毎月各性相の個体を5尾ずつ抽出し生殖巣重量を測定した。生殖巣指数は（生殖巣重量/エビ個体重量）×100 により算出した。

結果および考察

1. 体長と体重並びに体各部位の相関関係

野付湾産ホッケイエビの形態的特徴を明らかにするため体長と体重、全長および頭胸甲長、第6腹節長、尾節長、第2腹肢内肢長との相関関係を示した。

(1) 体長 (L) と体重 (W)

両者の関係は Fig. 2 に示すように良く相関しており、次式で表わすことができた。

$W = 0.00000581 L^{3.19}$ ($10\text{mm} < L < 120\text{mm}$, 相関係数, $r = 0.98$, 標本数, $n = 238$)

(2) 体長 (L) と全長 (T)

両者の関係は Fig. 3 に示したように良く相関しており、体長20mmを境に2群に分けて次式で表わすことができた。

$T = 1.89 L - 5.64$ ($L < 20\text{mm}$, $r = 0.99$, $n = 20$)

$T = 1.318 L + 5.77$ ($20\text{mm} < L < 110\text{mm}$, $r = 0.99$, $n = 195$)

(3) 体長 (L) と頭胸甲長 (Ca, Cb)

眼窩後縁から頭胸背部正中線位まで測定した Ca と、頭胸最後端まで測定した Cb の二種類の頭胸甲長について体長との関係を対比させた。この結果、Ca, Cb とも良く相関しており、両者とも体長40mmを境に2群に分けて次式で表わすことができた。

$Ca = 0.300 L + 0.10$ ($L < 40\text{mm}$, $r = 0.99$, $n = 57$)

$Ca = 0.323 L - 1.41$ ($40\text{mm} < L < 110\text{mm}$, $r = 0.98$, $n = 239$)

$Cb = 0.356 L - 1.49$ ($40\text{mm} < L < 110\text{mm}$, $r = 0.99$, $n = 236$)

(4) 体長 (L) と第6腹節長 (S)

両者の関係は良く相関しており、次式で表わされた。

$S = 0.143 L - 0.34$ ($45\text{mm} < L < 110\text{mm}$, $r = 0.95$, $n = 93$)

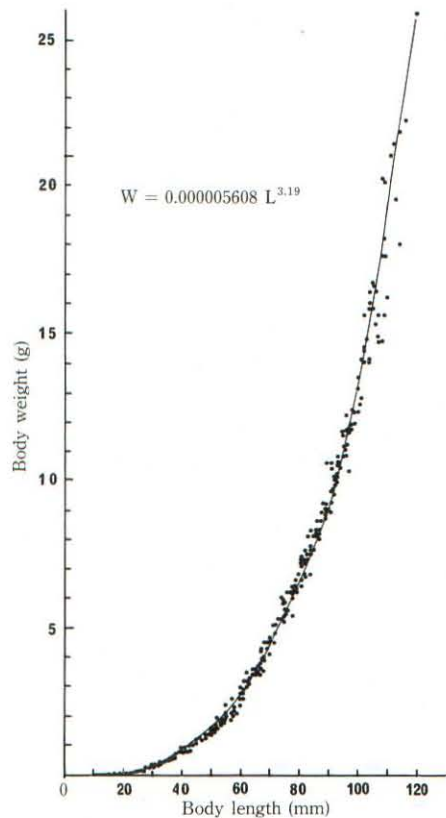


Fig. 2. Relation between body length(L) and body weight(W) of *Pandalus kessleri*.

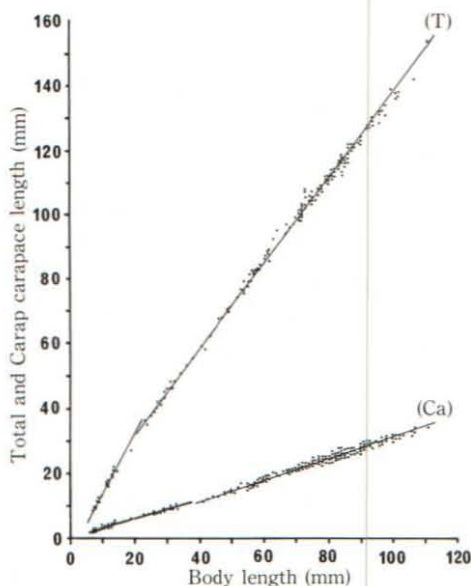


Fig. 3. Relative growth of total length and carapace length plotted against body length.

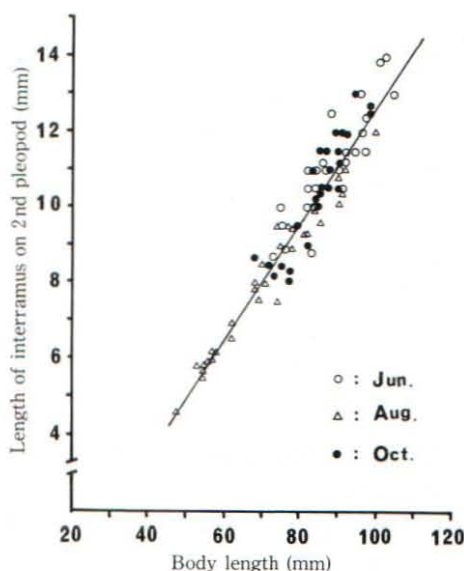


Fig. 4. Relation between length of interramus on 2nd pleopod (I) and body length (L) of *Pandalus kessleri*.

(5) 体長 (L) と尾節長 (t)

両者の関係は良く相関しており、体長 20mm を境に 2 群に分けて次式で表わされた。

$$t = 0.250L - 0.54 \quad (L < 20\text{mm}, r = 0.96, n = 34)$$

$$t = 0.195L + 0.81 \quad (20\text{mm} < L < 110\text{mm}, r = 0.98, n = 256)$$

(6) 体長 (L) と第 2 腹肢内肢長 (l)

両者の関係は Fig. 4 に示したように良く相関しており、次式で表わされた。

$$l = 0.155L - 2.67 \quad (45\text{mm} < L < 110\text{mm}, r = 0.96, n = 93)$$

なお、第 2 腹肢内肢長は一般に雄性突起その他腹肢部にみられる第 2 次性徴の基準値として使用されるが、本種についても季節による差異は認められなかった。

2. 生息水域の異なるホッカイエビの成長の比較

野付湾の当歳エビの成長はふ出後 4 か月の時点でも水域差がみられ、特に湾東奥部の St. 1 と湾口部の St. 4 では差の大きいことが知られている⁸⁾。ここでは St. 1 と St. 4 の 2 定点でのその後の成長の状況を比較した。

St. 1 で採集した 1975 年と '76 年のエビの体長を月別に 5mm 間隔で階級分けし、その頻度分布を Fig. 5 に示した。これによると、両年ともふ出期⁹⁾の 5 月では 4 つのモードが認められ、これらは各々性相の異なる個体群のものであった。すなわち、ふ出直後の体長 5~10mm (以下、体長を略す) の稚エビ群、40~60mm の未成熟群、75~80mm の性転換群および 95~100mm の雌群である。各群のモードは月の経過に伴って大きくなっており、この間の成長を示すものと解釈できる。また、各群は各年級群を表わすものと考えられた。

Fig. 5 の体長頻度分布にもとづいて、St. 1 における成長曲線をえがいたのが Fig. 6 である。野付湾

※ 性転換の用語は雌雄異体の種に用いるとされている (岩波, 生物学辞典)。本種は雌雄同体であるから、この語を用いるのは適当でない。しかし、これにかわる適切な語がないので従来通り性転換とした。

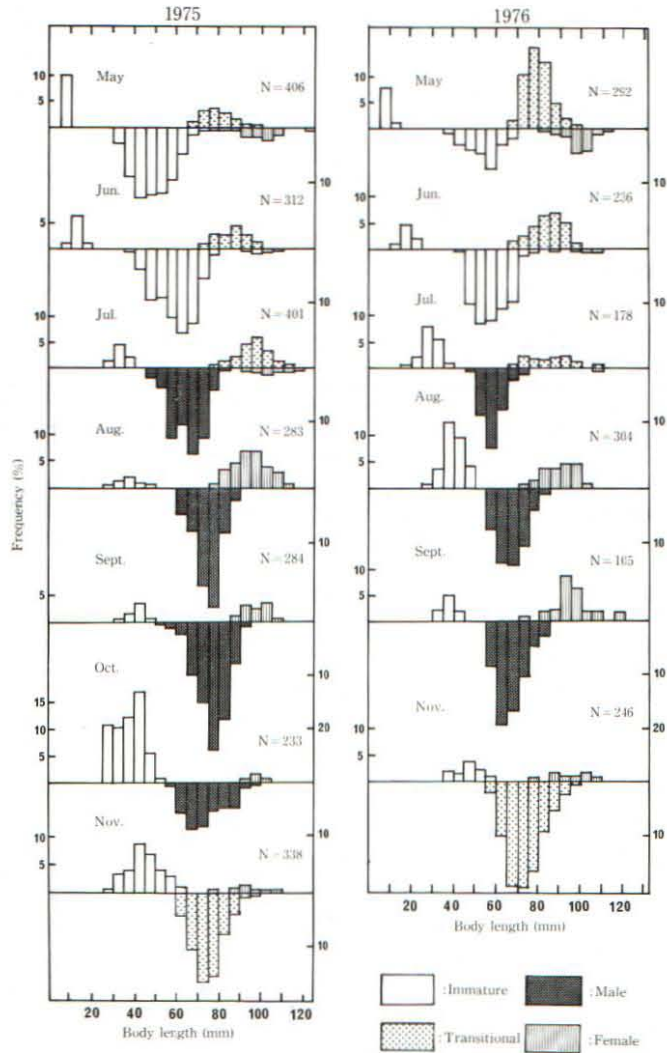


Fig. 5. Frequency of body length of *Pandalus kessleri* trawled at St. 1, in 1975-1976.

では幼生が5月中旬から下旬にかけてふ出し、ふ出直後の大きさは体長7mm前後である。幼生は6月から8月にかけて毎月10mm前後成長し、月齢4（ふ出時期を5月下旬として算出、以下同じ）の9月には平均体長37mm（範囲30～50mm）となる。このとき生殖巣は発達していない。月齢6の11月には45mm（25～65mm）に達する。翌年5月では50mm（月齢12、30～75mm）、7月には62mm、産卵期⁹⁾にあたる9月（月齢16）には68mm（55～90mm）に成長し雄になる。その後性転換個体となる11月（月齢18）には74mm（55～95mm）に達する。越年し3年目の5月（月齢24）には79mm（65～100mm）になる。その後9月（月齢28）で94mm（70～115mm）の大きさになり初めて産卵し抱卵する。さらに越年して4年目の5月（月齢36）に幼生をふ出させるが、この間の約9カ月は抱卵期間で脱皮せず成長はしない。5月に幼生をふ出させた雌は直ちに脱皮し6月には100mm前後になる。その後9月（月齢40）には115～120mmに達して2回目の産卵をするものと推定される。しかし、初回産卵群との識別が困難になるため確証はない。

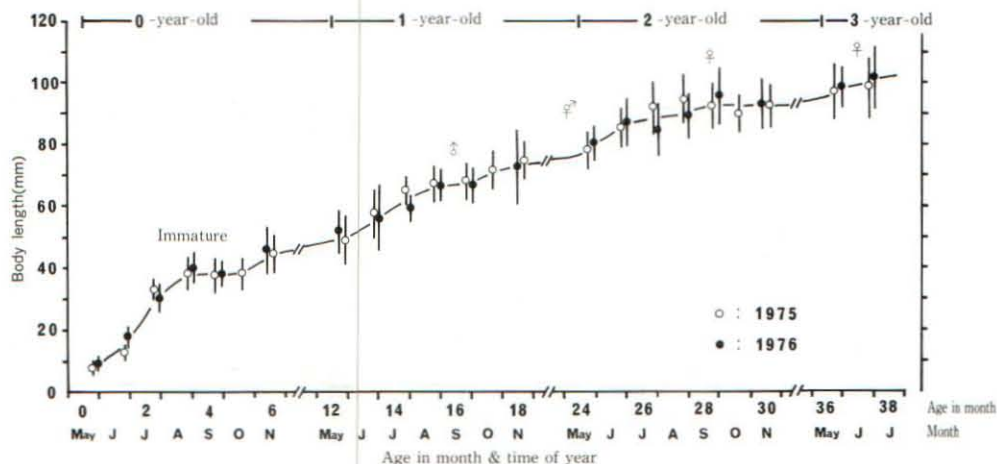


Fig. 6. Estimated growth curve of *Pandalus kessleri* at St. 1 in Notsuke Bay. Vertical bars indicated the range of standard deviations from the mean values.

次に、湾口部の St. 4 における体長組成 (1976年) は Fig. 7 に示すとおりで、5 月には 5 つの群に識別できる。すなわち、5~10mm にモードをもつ幼生群、70~75mm の未成熟群、80~85mm と 95~100mm の大小 2 つの性転換群並びに 100mm 以上の雌群である。各群のモードは St. 1 の場合と同様、月の経過と共に大きい方へ移動している。9 月の体長組成は未成熟群と雄とに区別される当歳の 2 群、それと大型の雌群並びに雌群からなっている。これらの体長組成をもとに St. 4 での成長曲線を推定し Fig. 8 に示した。7mm 前後のふ出幼生は月齢 2 の 7 月には 38mm になり、8 月には平均 42mm (30~50mm) の未成熟群と 52mm (45~60mm) の雌群とに分かれ、9 月に前者は 55mm (40~65mm)、後者は 62mm (50~75mm) になる。このとき当歳群中の雄の出現比率は 61.6% と高い値を示している。未成熟群は 11 月 (月齢 6) に 65mm に達する (L-1)。ところで、野付湾全域では当歳を未成熟で過ごすものの方が多い⁸⁾ のでこれを通常タイプと呼ぶことにすると、この群は翌年 5 月 (月齢 12) に 66mm、6 月には 73mm に成長し、9 月 (月齢 16) に 85mm の雄となる。11 月には 95mm に達し性転換群となる (L-3)。さらに越年した 5 月 (月齢 24) でも大きさは前年 11 月と同じ 95mm であるが、6 月には 105mm 前後に達する。7 月は漁獲による影響か大型個体は採集されていない。その後 9 月 (月齢 28) に 115mm 前後の雌になり産卵するものと推測される (L-4)。

一方、当歳で雄となる群を早熟タイプと呼ぶと、生まれた年の 11 月 (月齢 6) には 75mm (L-2) に達し性転換群となる。翌年の 5 月 (月齢 12) には 80mm、6 月に 87mm、7 月には 88mm 達する。そして 9 月 (月齢 16) には 105~110mm になり産卵 (抱卵) すると推定される (L-4)。

以上のべたように、当歳で未成熟であったものは 2 年目で雄、その後性転換期をへて 3 年目の 9 月には雌となる。他方、当歳で雄になったものはその後性転換期をへて 2 年目の 9 月には雌になる。なお、湾奥の St. 1 では前者 (通常タイプ) のみ出現し、湾口の St. 4 では前者と後者 (早熟タイプ) が混在することより、当歳時における両タイプの出現の地域的な差異がそのまま 1 歳時にも反映されていることがわかった。

3. 成長の異なる 2 群の湾全域および 5 定点における出現率の比較

先に示した早熟タイプ群が野付湾でどの程度出現するかを次にみた。まず、1977年 9 月と 1978年 5 月に湾全域にわたる 36 地点で採集した 2,510 個体および 5,182 個体中 (何れも雌を除く) の年齢別並びに性相別個体群の出現比率を Table 1 に示した。1977年 9 月において、当歳群中の早熟タイプにあたる雄群の出現比

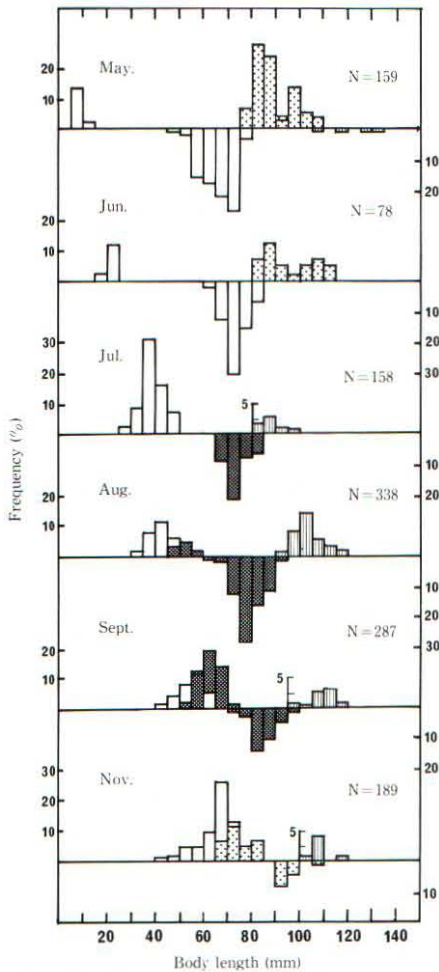


Fig. 7. Frequency of length of *Pandalus kessleri* trawled at St. 4, in 1976.

□ : Immature ■ : Male
 ▨ : Transitional ▤ : Female

率は全体の5.8%を占めていた。当歳群中の雄群の未成熟群（通常タイプ）に対する比（個体数比）は1:7.4で未成熟群の割合が圧倒的に高い。また、当歳雄の1歳雄（通常タイプ）に対する比は1:8.8であった。越年し、翌5月に当歳雄から1歳性転換へと成長した早熟タイプ群の出現比率は全体の9.7%であった。そのなかで、1歳性転換群の1歳未成熟群に対する比は1:9.2と未成熟群の割合が前年の当歳時に比べて若干高くなった。なお、1歳性転換群の2歳性転換群（通常タイプ）に対する比は1:4.1と早熟タイプの割合が前年に比べ約2倍となっている。

次に、湾内での水域による成長差の有無を知るため、1977年9月と1978年5月に、Fig. 1に示した湾内5定点での性相毎の平均体長をTable 2に示した。それによると、湾東奥部のSt. 1とSt. 2では各性相のエビとも他の3定点より成長が劣っており、ことにSt. 1の体長は小さい。78年5月での小型性転換群（早熟タイプ）の大きさは、St. 2とSt. 5で70mm、St. 4がやや大きく76mmとなっている。なお、大型性転換群でもSt. 4が最も大きく、前年9月以後抱卵し脱皮しない雌の大きさにかなり近ずいている。

さらに、先に示した5定点における1977年9月と'78年5月の各性相間の出現比率をTable 3に示した。'77年9月のSt. 1とSt. 3では当歳雄（早熟タイプ）が出現していない。一方、St. 4とSt. 5では当歳雄の出現率は当歳群中の約35~40%と高い値を示しており、水域により出現にかなり差異のあることがわかった。また、小型雄群（当歳、早熟タイプ）と大型雄群（1歳、通常タイプ）との出現比率のなかで、小型雄群の比率が最も高いのはSt. 4の37.2%、次いでSt. 5の25.4%、St. 2の11.4%の順になっている。この両群が翌年5月に大小2群の性転換群に成長したとすると、St. 1とSt. 3では小型性転換群は出現し

Table 1. Occurrence of the shrimps of the different sexual phase at the 36 sampling points in Notsuke Bay.

Sept. 1977

Sexual phase	Immature*	Male**	Male*
Age in years	0+	0+	1+
No. of indiv.	1,080	145	1,285
%	43.0	5.8	51.2
Ratio	7.4	: 1	: 8.8

* : Regular type. ** : Premature type.

May 1978

Sexual phase	Immature*	Transitional**	Transitional*
Age in years	1+	1+	2+
No. of indiv.	3,338	364	1,480
%	64.4	7.0	28.6
Ratio	9.2	: 1	: 4.1

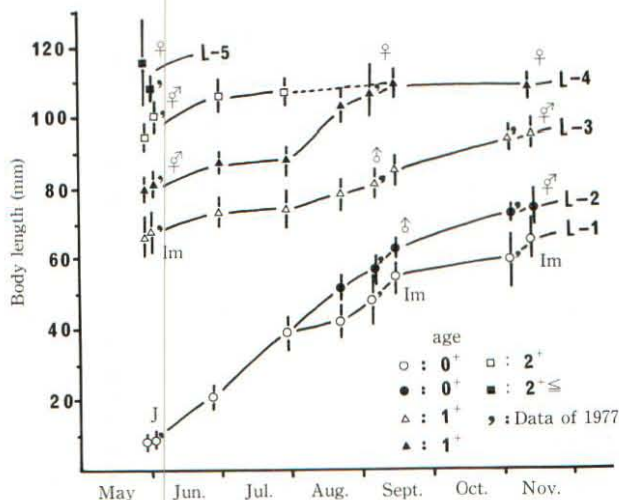


Fig. 8. Estimated growth curves of *Pandalus kessleri* at St. 4, in 1976.
Vertical bars indicate the same as in Fig. 6.

Table 2. Comparison of the body length (mean±standard deviation, mm) among five stations in Notsuke Bay.

Number of shrimps are indicated in parenthesis.

Sept. 1977

Phase	Age	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
Immature	0 ⁺	38.5±4.5(25)	44.1±6.3(45)	48.8±4.2(26)	46.4±7.2(55)	49.7±3.6(22)
Male**	0 ⁺	—(0)	51.8±3.0(9)	—(0)	55.7±2.4(2)	55.3±4.1(15)
Male	1 ⁺	70.3±6.0(90)	74.7±4.4(70)	80.2±6.4(29)	80.0±3.9(54)	81.2±4.2(44)
Female	1 ⁺ ~3 ⁺	90.2±6.4(58)	96.7±6.3(20)	110.7±8.4(17)	106.9±8.3(16)	109.8±8.1(24)

May 1978

Phase	Age	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
Immature	1 ⁺	51.1±8.5(117)	61.2± 7.7(160)	59.1±9.3(76)	61.7±9.1(83)	57.9±7.7(191)
Transitional**	1 ⁺	—(0)	70.2± 3.0(28)	—(0)	76.4±3.7(9)	70.2±7.7(16)
Transitional	2 ⁺	84.5±5.4(87)	89.4± 5.6(80)	90.3±4.9(70)	99.0±4.0(16)	96.7±5.3(118)
Female	2 ⁺ ~4 ⁺	92.9±7.8(49)	101.8±11.1(6)	107.2±3.4(12)	105.6±6.6(9)	108.0±5.9(10)

** : Premature type.

ておらず、他の3定点では小型群の割合が St. 4, St. 3, St. 2 の順に54.3%, 47.1%, 25.9%となっている。これより前年9月時と同様、早熟タイプの出現の仕方が水域によりかなり異っていることおよび早熟タイプの通常タイプに対する出現比率が前年9月時に比べてかなり高い結果を示した。早熟タイプの比率が高まった原因は、'77年9月での採集用具の効率による小型個体の網目からの脱落並びに9月以降の大型個体の漁獲による減少が反映したものと考えられる。

以上、前報⁹⁾で当歳雄の出現率に生息水域による差異が認められたのと同様に、その当歳雄に由来すると考えられる小型の性転換群（早熟タイプ）の出現率にも明らかな水域差が認められた。

4. 成長の異なる2群の出現する生息環境の比較

同一湾内での成長の異なる2群が出現する要因を明らかにするため、通常タイプ群のみが出現する St. 1と早熟タイプ群の出現比率が最も高い St. 4において、成長に関与すると思われるいくつかの環境要因、特にここでは水温、幼生のふ出時期、餌料生物の量、エビの生息密度について検討した。

Table 3. Occurrence of the shrimps of the three different sexual phases at Stn. 1-5.

Sexual phase	Sept., 1977				May, 1978			
	Immature—Male		Male—Male		Immature—Tran-sitional		Tran-sitional — Tran-sitional	
	Age	0+	0+	0+	1+	1+	1+	2+
St. 1		100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%
St. 2		83.3	16.7	11.4	88.6	85.1	24.9	74.1
St. 3		100	0	0	100	100	0	100
St. 4		63.2	36.8	37.2	62.8	81.4	18.6	54.3
St. 5		59.5	40.5	25.4	74.6	92.2	7.8	47.1

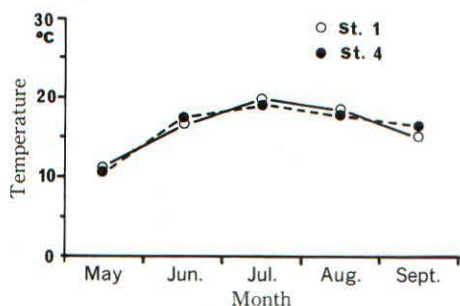


Fig. 9. Monthly changes of water temperature in Notsuke Bay.

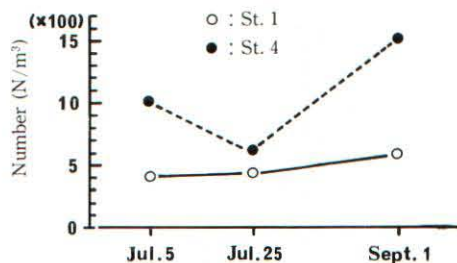


Fig. 10. Comparison of the abundance of food organisms between St. 1 and St. 4.

Food organisms: Mysidacea, Isopoda and Gastropoda.

まず、水温については両地点の水温の季節的变化を Fig. 9 に示した。湾口部は外海水の影響を受けやすい水域ではあるが、St. 4 は湾からかなり離れた陸地に近い水深の浅いところであるため、St. 1 との水温の差はほとんどみられない。

幼生のふ出時期の比較は、1976 年、'77 年に行ったふ出幼生の分布調査より、両地点の幼生の発育を幼生齢期別組成でみると、両年とも類似した結果を示しており¹⁰⁾、大きな相違は認められない。

餌料生物は、当歳群においてはアミ類、等脚類、小型巻貝類、動物の卵などが主要な餌料生物と考えられ¹¹⁾、両地点でのそれらの個体数を比較すると、Fig. 10 に示すように湾奥よりも湾口部に多い結果となっている。また、基礎生産力も湾口部で高い値を示している¹²⁾。

ホッカイエビの生息密度は Fig. 11 にみられるように、'77 年 9 月を除くと湾奥側で個体数・重量とも 2 ～ 3 倍高くなっている。

以上のことから、ホッカイエビの摂餌量や移動などについてまだ不明な点も多いが、餌料生物の多少とホッカイエビの生息密度の高低が成長に影響を及ぼしている可能性がうかがわれた。

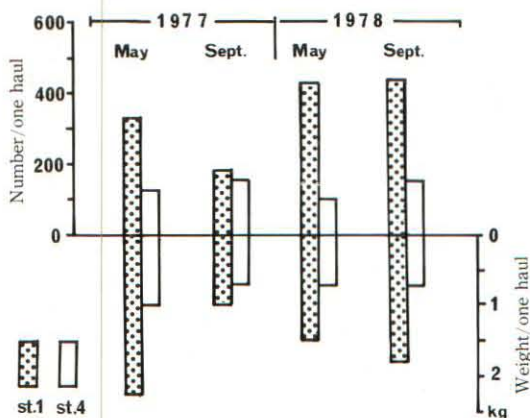


Fig. 11. Comparison of numbers and weight of the shrimps, *Pandalus kessleri* caught by a seine at St. 1 and St. 4.

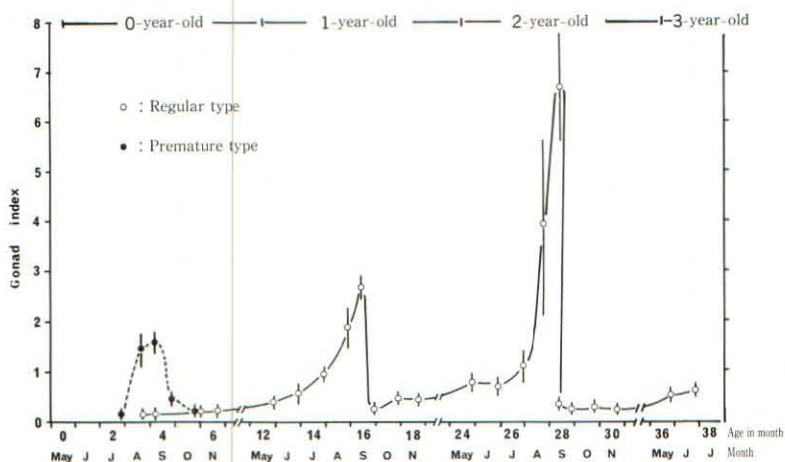


Fig. 12. Seasonal change of gonad index of *Pandalus kessleri* in Notsuke Bay.
Vertical bars indicate the same as in Fig. 6.
Gonad index : (gonad weight/body weight) $\times$ 100

5. 成長に伴う生殖巣の発達

St. 1 における通常タイプの群を主体にして成長に伴う生殖巣指数 (G・I) の変化を Fig. 12 に示した。当歳の8月 (月齢3) における指数は、0.14、9月では0.16、11月では0.24と低く、生殖巣は発達していない。翌年5月 (月齢12) では、0.4、7月になると0.9まで上がる。産卵・放精期にあたる9月上旬には輸精管に精子が充満し、指数は2.7に達する。9月下旬には0.2に減少していることから放精が終了したものと考えられる。性転換期に入る11月 (月齢18) には0.4となり、3年目の5～6月 (月齢24～25) には0.6～0.7となる。その後生殖巣は7月頃より急激に発達し、8月下旬から9月上旬には6前後に達する。しかし、9月下旬には0.2～0.3へと激減し、この間に産卵が行われたことを示している。産卵後11月まではあまり変化はみられないが、翌年5月には0.5となり回復の兆がみられた。

早熟タイプの群については当歳時の時期的変化を Fig. 12 に示した。7 月（月齢 2）の生殖巣指数は 0.16 で 9 月上旬には 1.5 前後になり当歳の通常タイプ群に比べ発達が著しく、輸精管に精子が充満していた。なお、9 月下旬に 0.2 に減少しているのは放精したためと考えられる。

以上、生殖巣の発達状況は外部形態から識別した前述の性相変化とよく一致していた。

6. 成長に伴う雄性突起長の変化

第 2 次性徴として顕著なものに雄性突起があり、その形態と機能は前報⁹⁾ に示した。成長に伴う雄性突起長の変化は Fig. 13 に表わした。雄性突起が出現するのは 7 月（月齢 2）の体長 30mm 前後の個体である。通常タイプの 9 月（月齢 4）の体長 35~50mm のものでは雄性突起長が 0.8~1.7mm である。翌年 5 月の体長 50~70mm で 2.0~3.6mm となる。9 月に入ると雄性突起長は 4.7~6.6mm に伸長し最大値を示す。その後 11 月には 3~4mm 台に萎縮し、3 年目の 6 月（月齢 25）には中途から折損したような形態となり 0.5~1.5mm となる。産卵した雌の大部分は雄性突起が退化している。

一方、当歳で成熟する早熟タイプ群をみると、7 月の体長 35mm の個体では雄性突起が 0.5mm 前後、9 月には 3.3~4.7mm と急激に伸長し、通常タイプ群とは明らかな差異がみられる。その後性転換し雌になると雄性突起は退化する。

今までのべてきたように、雄性突起の形態変化の面でも通常タイプと早熟タイプに分けることができる。すなわち、雄性突起の形態変化と性相変化とに密接な関係のあることがわかった。

7. 野付湾産ホッカイエビの成長と生活史に関する若干の論議

筆者らはこれまで野付湾の調査結果から、本種の産卵は年一回、産卵期は 9 月であるとし、抱卵期間は約 9 カ月で幼生のふ出期は 5 月であることを示した^{2, 3, 4)}。これらに今回の知見を加えて野付湾での本種の成長と生活史を模式的に示すと Fig. 14 のようになる。すなわち、野付湾には成長の異なる 2 つのタイプが存在する。一つは 1 年目は未成熟、2 年目は雄、その後性転換期をへて 3 年目に雌となるもの、他の一つは 1 年目の 9 月に雄となり、その後性転換期をへて 2 年目には雌となるものである。前者は筆者らが野付湾のエ

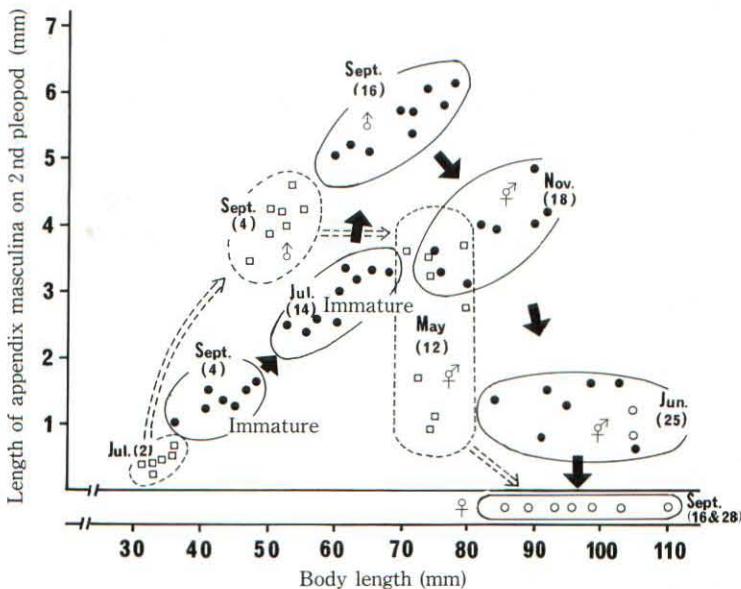


Fig. 13. Changes of length of appendix masculina of *Pandalus kessleri* in Notsuke Bay with its growth.
Age in months is indicated in a parenthesis.

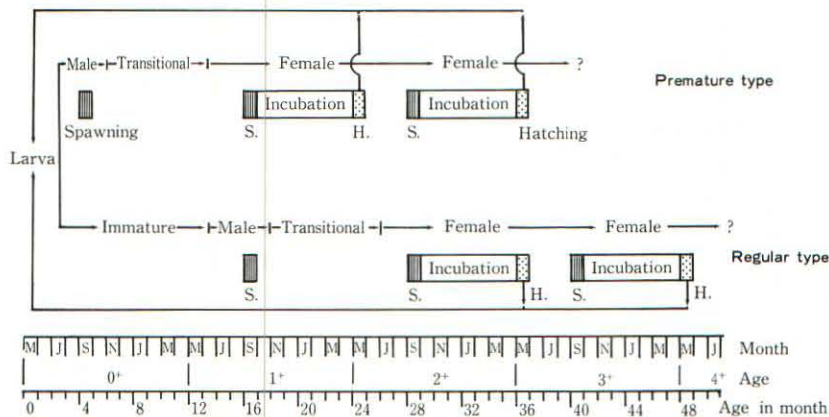


Fig. 14. The schematic illustration of the two types of life cycle of *Pandalus kessleri* in Noisuke Bay.

ビについて従前から報告している^{2, 3)}タイプであり、後者は東北産のもの⁴⁻⁶⁾について報告されているタイプで野付湾では今回その存在が確かめられた。野付湾での両者の出現比率は前述のように前者が後者の約7~9倍である。このことから前者を通常タイプ、後者を早熟タイプとしたが、従前の筆者らの調査で早熟タイプが見落された原因は、St. 1の材料のみを使用していたためと考えられる。

久保¹⁾によれば、野付湾には大小2群の性転換群があり、大型群は雌性生殖を2回へたものであるとしている。AOTO⁴⁾は厚岸湾には同一個体が2年続けて雄として機能するタイプがあるとのべている。また、柏木⁵⁾は前述の2報告をもとに、北海道のホツカイエビの多くは2回の雌性生殖を行うとしている。しかし、筆者らの調査ではこのような個体はみられなかった。この点について、久保のいう小型性転換群は今回の調査で明らかにした当歳で雄になる早熟タイプに、大型性転換群は2年目で雄になる通常タイプに由来するエビを指していると考えた方がより合理的である。厚岸湾産のエビについては柏木⁵⁾も指摘しているようにいくつかの疑問点があるが、筆者らの調査結果をもとに改めて報告する予定である。また、久保¹⁾は野付湾の本種について、産卵期は春と秋の2回で抱卵期間は2カ月としているが現在までのところ春の産卵群の存在はみられていない。

なお、本種の産卵回数と寿命は今回の調査では具体的に示し得なかった。この点については今回示した4年目(月齢36)の経産エビの生殖巣指数が回復傾向にあること、並びに AOTO⁴⁾ が厚岸湾での卵巣の組織学的観察より、産卵後の個体の卵巣に発達中の卵があるとしていることから少なくとも2回の産卵は行うものと考えられる。寿命は道立栽培漁業総合センターでの飼育結果によれば満7年間生きた例があり(未発表)野付湾でも4年以上生きる可能性はある。

要約

野付湾産ホッケイビの成長と性相変化について、1975年から1978年にかけて調査し、次のような結果を得た。

1. 体長と体重並びに体各部位の相関関係を認め、これらの回帰式を得た。
2. 当歳では未成熟、1歳で雄、その後性転換し2歳で雌となる通常タイプと、当歳は雄、その後性転換し1歳で雌となる早熟タイプとの2群がある。また、生息水域によりこれら2群の出現の仕方に相違がみられるが、湾全域としては前者の出現割合が高かった。
3. 早熟タイプは湾口部と湾北部での出現が高率であった。

4. 水域による2つのタイプの出現率に差異の出る要因をホッケイエビの生息密度および餌生物量と推定した。
5. 生殖巣の発達並びに雌性突起長の季節的变化と、成長並びに性相変化とが相関した。
6. 従来の野付湾産ホッケイエビの生活史を再検討し、成長と性相変化を総括した。

文 献

- 1) 久保伊津男 (1951): ホッケイエビの生態学的研究 日水誌 16(2) 71-80
- 2) 尾身東美 (1972): 野付湾におけるエビ類, 特にホッケイエビに関する調査 第1報 栽培漁業開発計画調査資料 445 北海道開発局
- 3) 尾身東美・水島敏博 (1973): 野付湾におけるエビ類, 特にホッケイエビに関する調査 第2報 栽培漁業開発調査資料 450 北海道開発局
- 4) AOTO, T (1952): Sexual phases in the prawn, *Pandalus kessleri* CZERNILAVSKY, with special reference to the reversal of sex. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ. Ser. VI, Zool.* 11(1)1-20
- 5) 柏木正章 (1974): 山田湾産ホッケイエビの生態学的研究-I, 成長および抱卵期間について 日水誌 40(7) 635-642
- 6) ——— (1974): 山田湾産ホッケイエビの生態学的研究-II, エビの成長に伴う性の発達ならびにその転換について 日水誌 40(10) 985-992
- 7) 山田 薫・関 二郎 (1976): ホッケイエビの増養殖に関する研究 気仙沼湾の天然における成長について 宮気水試研報 (2) 76-81
- 8) 水島敏博 (1981): 野付湾におけるホッケイエビ当歳雄の出現と分布 北水試月報 38(4) 121-131
- 9) 水島敏博・尾身東美 (1979): 野付湾産ホッケイエビの産卵期, ふ出期ならびに産卵行動 同上 36(4) 7-17
- 10) 水島敏博・角田富男 (1980): 野付湾におけるホッケイエビ幼生の分布 同上 37(5) 87-100
- 11) 水島敏博 (1981): アマモ場におけるホッケイエビの生態と生産・藻場・海中林 (日本水産学会編) 57-74
- 12) 北海道 (1978): 大規模増殖場開発事業総合報告書 (野付湾地区) 68pp

浜中湾および琵琶瀬湾のヨコエビ端脚類

高丸 禮好・落合 敏邦

(北海道立釧路水産試験場) (北海道大学水産学部)

Gammaridean amphipods in Hamanaka Bay and Biwase Bay, Hokkaido.

Noriyoshi TAKAMARU and Toshikuni OCHIAI*

(Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental station)

*(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

The present paper gives the external morphological features of gammaridean amphipods in sandy bottom in Hamanaka Bay and Biwase Bay at the east part of Hokkaido, and describes their spatial distributions.

In total, 13 species in 8 families were recorded. These species were classified into three groups from the type of their spatial distributions; (1) in the inner part, *Hippomedon* sp. - *Synchelidium* sp. - *Atylus* sp. group; (2) in the central part, *Ampelisca brevicornis* - *Protomedea* sp. - *Anonyx* sp. - *Urothoe grimaldii* - *Siphonocetes tanabensis* - *Corophium* spp. (*C. crassicornis*, *C. sp.*) group; (3) in the broad area in the bays, *Eohaustorius eous* - *Monoculodes limnophilus japonicus* group.

Four major gammaridean amphipoda communities classified by using MOUNTFORD's cluster analysis were recognized; (1) *Hippomedon* sp. community; (2) *Eohaustorius eous* community; (3) *Ampelisca brevicornis* community; (4) *Protomedea* sp. community. Their distributional aspect were discussed.

ヨコエビ類 (Gammaridea) は節足動物門、甲殻綱、端脚目に属しており、砂浜域ではマクロベントスの中で貝類、多毛類とともに出現頻度が高く、底生動物群集の主要な構成員となる¹⁾とともに、魚類の餌料生物としても知られている²⁻⁵⁾。現在、世界中で670属、3,300種以上が知られており、BARNARD^{6,7)}により科、属の検索表や種のリストが報告され、北太平洋産のものについてはGURJANOVA⁸⁾により報告されている。日本産種は、NAGATA⁹⁻¹²⁾により瀬戸内海産のヨコエビ類について報告されているが、北海道のヨコエビ類についての報告はほとんどない。

ここでは、北海道東部の浜中湾と琵琶瀬湾に生息するヨコエビ類13種のおおまかな形態と夏季における分布の様相を観察した結果について報告する。

本文に入るに先だち、ご校閲を賜った北海道大学水産学部富士 昭教授および中尾 繁助教授、ならびに種の同定についてご助言をいただいた函館大学上平幸好助教授に謝意を表する。

方 法

観察に供したヨコエビ類は昭和55年8月に、Fig. 1 に示す浜中湾と琵琶瀬湾の69点でスミス・マッキン
報文番号 A108 (1981年11月16日受理)

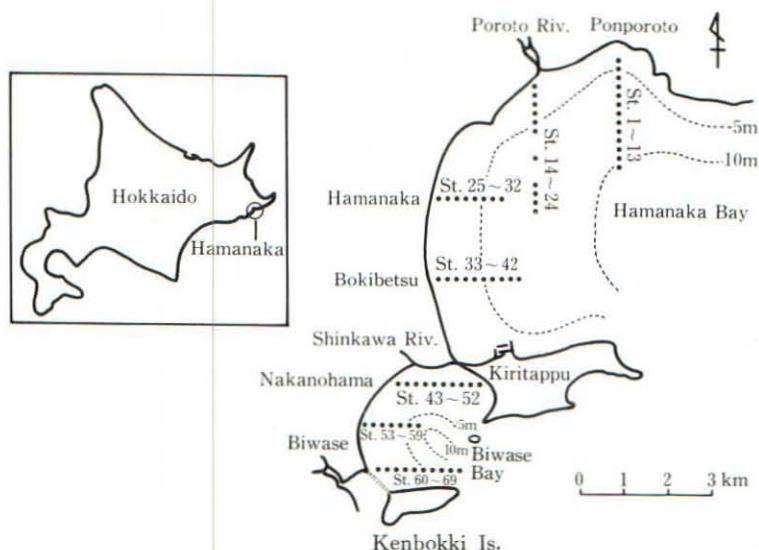


Fig. 1. Map showing the situations of the sampling stations in Hamanaka Bay and Biwase Bay. The broken lines indicate approximate water depth in meter.

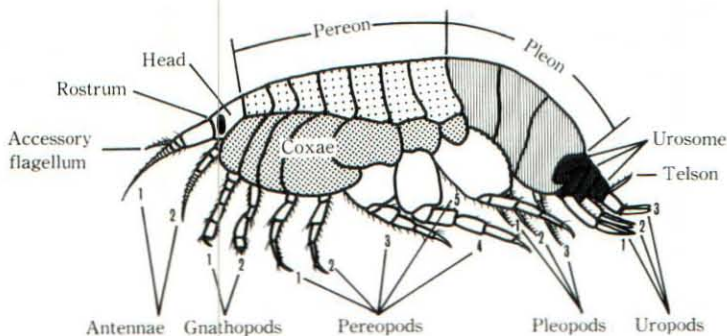


Fig. 2. Diagrammatic external morphology of gammaridean amphipoda, *Hippomedon* sp., female, lateral aspect.

タイヤ採泥器を用いて採集し、1 mm 目合のふるいを用いて砂と分離した試料によるもので、出現した種について、査定上必要な部位をメチンブルーで染色して形態観察を行った。

結果と考察

1. 種の形態的特徴

ヨコエビ類は外部形態から頭部、胸部（7 節）、腹部（3 節）、尾部（3 節）に分けられる（Fig. 2）。付属肢は胸部に咬脚（2 対）と歩脚（5 対）が、腹部に腹肢（3 対）が、尾部には尾肢（3 対）が存在する。頭部には柄部と鞭状部および副枝からなる触角を有する。雌は、胸部第 2 節から第 5 節までの底節板の内側に、4 対の覆卵葉を有する。ヨコエビ亜目の同定のためには、これらの形態のほかには頭部前縁が突出して形成された額角、口器、尾節末端に存在する尾節板などの形態が用いられる。ここでは、調査海域から得られ

たヨコエビ類各種の形態的特徴を示すこととする。

a. Lysianassidae フトヒゲソコエビ科

この科は第2咬脚の第3節が他の科と比較して長く、第1触角柄部の第1節が太く、副枝を有する。

Hippomedon sp. (Plate I-1)

体長は13mm。第2触角は板状を呈し、雄では第1触角より長い、雌ではほぼ等長である。頭部は小さく、第1底節板により大部分おおわれている。眼はホルマリン固定標本では不鮮明である。大顎 (Plate I-2) の臼歯は強く、円柱状を呈する。第1小顎 (Plate I-3) 外葉の先端に6棘をもつ。第1咬脚 (Plate I-4) は擬鉗状を呈し、第5節が第6節より長い。第2咬脚 (Plate I-5) の第6節は剛毛が密生し、指節は非常に小さい。第3腹節側板後縁に鋭い歯をもっている。第3尾肢は2分枝を有し、外枝は2節となる。尾節板 (Plate I-6) は深く切れ込み、先端に5~6棘を有する。

Anonyx sp. (Plate I-7)

体長は8mm。眼は大きく、頭部の大部分を占める。触角は前種より短かく第1、第2触角はほぼ等長である。第1触角は4節の副枝を有する。大顎の臼歯は弱い。第1小顎外葉の先端には、多数の棘が並んでいる。第1咬脚は擬鉗脚である。第2咬脚の第6節には剛毛が密生し、先端のくぼみに小さな指節が存在する。第3尾肢は2分枝を有し、外枝は2節となる。尾節板は深く切れ込み、先端に1棘を有する。

b. Ampeliscidae スガメソコエビ科

この科は、第2、3尾節が融合し、眼に角膜レンズを具える。

Ampelisca brevicornis (COSTA) クビナガスガメ (Plate II-8)

体長は13mm。頭部が前方に伸びた特徴的な形態をしている。眼の周囲に赤い色素の沈着がみられる。体は左右に扁平である。第1触角は、第2触角より短かく、副枝をもたない。第1、2咬脚は擬鉗脚 (Plate II-9)。第3腹節側板の後部に鋭い歯 (Plate II-10) を有する。本属は第5歩脚第2節後葉の前縁には第3節付近まで棘がなく、指節が太い (Plate II-11) ことにより *Byblis* 属 (Plate II-12, 函館湾産 *Byblis japonicus*) と区別される。第3尾肢 (Plate II-13) は2分枝を有する。尾節板 (Plate II-14) は深く切れ込む。

c. Haustoriidae ツノヒゲソコエビ科

この科は付属肢に多くの剛毛、羽毛を有し、潜砂性に適応した形態をしている。

Eohaustorius eous (GURJANOVA) (Plate II-15)

体長は4mm。付属肢や触角には羽毛が密生している。第1触角は副枝を有し、第2触角は幅広く特異な形態をしている。*Eohaustorius* 属は第1~5歩脚に指節を持たず、第1歩脚と第2歩脚の形態が異なることにより他の属と区別される (Plate II-16, 17)。尾部は体の内側へ折れ込んでいる。第3尾肢は2分枝をもち、内枝は2節である。尾節板は棒状で2つに分離している。

Urothoe grimaldii CHEVREUX マルソコエビ (Plate III-18)

体長は3mm。眼は雄で大きく、雌で小さい。第1触角に副枝を有する。第2触角は、雄では長く体を越えるものもあるが、雌では短かく第1触角とほぼ等長である。第3尾肢は長い羽毛が密生した2分枝をもち、外枝は2節である (Plate III-19)。尾節板は深く切れ込む (Plate III-20)。

d. Phoxocephalidae ヒサシソコエビ科

額角がよく発達して前方に伸び、第5歩脚が第4歩脚より明らかに短かく、両者の形態は異なる。

Paraphoxus sp. (Plate III-21)

体長は10mm。額角が第1触角の間に細長く伸び、第1触角の柄部第1節先端に至る。第1触角の副枝は鞭状部とほぼ等長である。第2触角は雄では長く尾部まで達するが雌では第1触角とほぼ等長である。第1、2咬脚は同形で擬鉗脚である。第3尾肢は2分枝をもち、外枝は2節で内枝よりやや長い。尾節板は細長く、基部まで深く切れ込む。

e. Oedicerotidae クチバシソコエビ科

額角が前方に突き出て、嘴状に下方に曲る。第5歩脚が第4歩脚より著しく長い。眼は頭部背面で融合す

る。

Monoculodes limnophilus japonicus NAGATA (Plate III-22)

体長は11mm。体表に茶褐色の斑点を有する。第1触角は副枝を持たない。第2触角は第1触角より長い。第1咬脚は擬鉗脚、第2咬脚も擬鉗脚であるが、第5節の後縁が第6節の周縁部に沿って伸びる。第3尾肢は細長く、2分枝で内外枝は等長、尾節板は長方形で、長さが第3尾肢の柄部の2分の1位に達し、切れ込みはない。

Synchelidium sp. (Plate III-23)

体長は5mm。第1触角は第2触角より短い。第1咬脚は擬鉗脚である。第2咬脚 (Plate III-24) は鉗状で第5節と第6節は融合している。第3尾肢は細長く、2分枝を有する。尾節板は四角形で切れ込みはない。

f. Atylidae フタハナヨコエビ科

体が著しく左右に側扁し、体後部の背面は隆起している。第2、3尾節は融合する。

Atylus sp. (Plate IV-25)

体長は7mm。本属の日本産種は、フタハナヨコエビ *A. japonicus* が知られているが¹³⁾、本種は第1底節板が三角形とならないこと、第1、2咬脚の第6節が第5節より長いこと、第5歩脚第2節後葉の形などで異なる。第1触角は第2触角とほぼ等長で、副枝を欠く。眼はやや大きく、額角が突出している。咬脚は擬鉗状である。第1尾節と、融合した第2、3尾節の背面にそれぞれ左右に扁平な1個の突起を有する。尾節板は深く切れ込む。

g. Photidae クダオソコエビ科

尾節板が厚く、短かく、切れ込みはない。第5底節板には後部のくぼみがない。触角の柄部は長い。

Protomedea sp. (Plate IV-26)

体長は8mm。体表に茶褐色の斑点を有する。第1触角は第2触角よりやや長く、副枝を有する。雄の第2咬脚は強大で擬鉗状である。歩脚の指節は針状で細長い。第3尾肢は2分枝を持つ (Plate IV-27)。尾節板は丸く肥厚し、切れ込みはない。

h. Corophiidae ドロクダムシ科

体は背腹に扁平で、底節板が小さく、それぞれが重なり合わない。尾節板は厚く、切れ込みはない。雄の第1触角は強大である。

Siphonocetes tanabensis HARADA スナクダヤダムシ (Plate IV-28)

体長は5mm。砂粒により形成された棲管に生息する。本属は大顎の触鬚が1節であること (Plate IV-29) により他の属と区別される。また、本種は第2触角や第2尾肢の形態的特徴により他種と異なる¹⁴⁾。第1触角は副枝を持たない。第2触角は第1触角より強大で、4節の鞭状部を有し、先端の2節は非常に小さい。額角は前方へ突き出る。咬脚は擬鉗状となり、指節には鋸歯を具える。第2、3尾肢は短かい1枝を有する。尾節板は小さく、円形で、切れ込みはない。

Corophium crassicorne BRUZELIUS トゲドロクダムシ (Plate IV-30)

体長は5mm。浜中湾と琵琶湖湾ではドロクダムシ科の中で出現頻度の最も高い種である。第1触角は、第1節基部の上縁に4~5個、下縁に5個の棘を有する。雌の第2触角は、第3節の下縁に3棘、第4節が幅広く、内縁が扁平となり、その下部に8~10棘、第5節には1~2棘が存在する。雄の第2触角は、著しく強大で、第3節内縁下部に2棘、第4節に4棘と先端に鋭い2歯、第5節中央と先端に1歯を有する。第1咬脚は擬鉗脚、第2咬脚は鉗状とならず歩脚型で、第5、6節に長い剛毛を密に有する。尾節はすべて融合し、第3尾肢は1枝を有する。尾節板は切れ込まない。

Corophium sp.

この種は *C. crassicorne* と形態的に類似している。本属は主に雌の第2触角第4、5節の棘の配列や数により区別されるが、この点で *C. crassicorne* と異なる。雌の第1触角の柄部第1節の内側に4棘、下縁に4棘を有し、第2触角の第4節に3対の棘、第5節に1対の棘を有する。

2. ヨコエビ類の分布

浜中湾と琵琶瀬湾におけるヨコエビ類の分布を Fig. 3 に示した。*Hippomedon* sp. は浜中湾では沿岸域に生息がみられ、琵琶瀬湾では比較的広範囲に生息している。一方、同じフトヒゲソコエビ科でも *Anonyx* sp. は、両湾ともに *Hippomedon* sp. よりも沖合に生息域を有して対照的な分布を示している。*Ampelisca brevicornis* は浜中湾では距岸600mより沿岸域には生息がみられず、沖合の調査地点で高密度に分布する。琵琶瀬湾でも生息域は狭いが、ほぼ同様の分布傾向を示している。*Eohaustorius eous* は両湾ともに広い水域に、高密度に生息している。それに対して、前種と同じツノヒゲソコエビ科の *Urothoe grimaldii* は沖合の調査地点に出現し、分布密度は低い。*Paraphoxus* sp. は沿岸域にも出現がみられるが、高密度分布域は比較的沖合の調査地点に限定される。*Monoculodes limnophilus japonicus* は低密度ではあるが沿岸域から沖合まで均一な分布がみられる。*Protomedeia* sp. は比較的沖合に高密度に分布している。この種は *Eohaustorius eous*, *Ampelisca brevicornis* に次いで出現個体数が多い。*Corophium* 属は両湾ともに全域に点在するが、浜中湾南侧の調査線の沖合でやや密度が高い。また、採集個体数が少ないため図示しなかったが、*Synchelidium* sp. は浜中湾の沿岸域、*Atylus* sp. は琵琶瀬湾の沿岸域、*Siphonocetes tanabensis* は琵琶瀬湾の沖合でそれぞれ数個体採集されたのみである。

以上に述べたように、*Hippomedon* sp., *Synchelidium* sp. および *Atylus* sp. は沿岸域で相対的に密度が高く、*Ampelisca brevicornis*, *Protomedeia* sp., *Paraphoxus* sp., *Anonyx* sp., *Urothoe grimaldii*, *Siphonocetes* sp. および *Corophium* 属は沖合域で密度が高い。また *Eohaustorius eous* と *Monoculodes limnophilus japonicus* は特定の水域で顕著な差はみられず、生息域が広範囲にわたっている。

浜中湾と琵琶瀬湾のヨコエビ類の分布は、すでに述べたように、それぞれの種が特徴的な分布域を有している。このことは、ヨコエビ類の同じような種構成からなる種群を、仮りに群集と呼ぶことにすれば、両湾

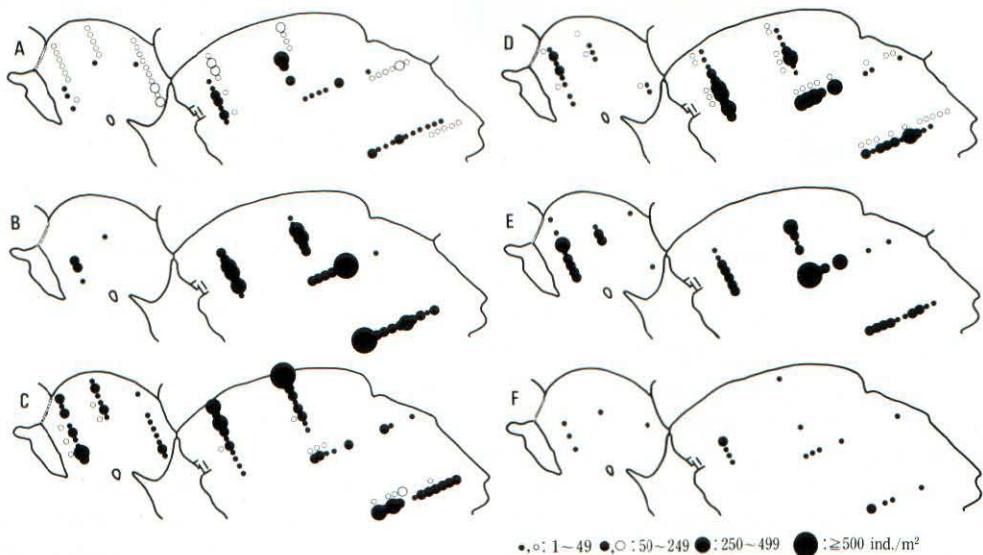


Fig. 3. Map showing the distribution of gammaridean amphipods.

A. ○ : *Hippomedon* sp.

● : *Anonyx* sp.

B. *Ampelisca brevicornis*

C. ○ : *Urothoe grimaldii*

● : *Eohaustorius eous*

D. ○ : *Monoculodes limnophilus japonicus*

● : *Paraphoxus* sp.

E. *Protomedeia* sp.

F. *Corophium crassicornis* and *Corophium* sp.

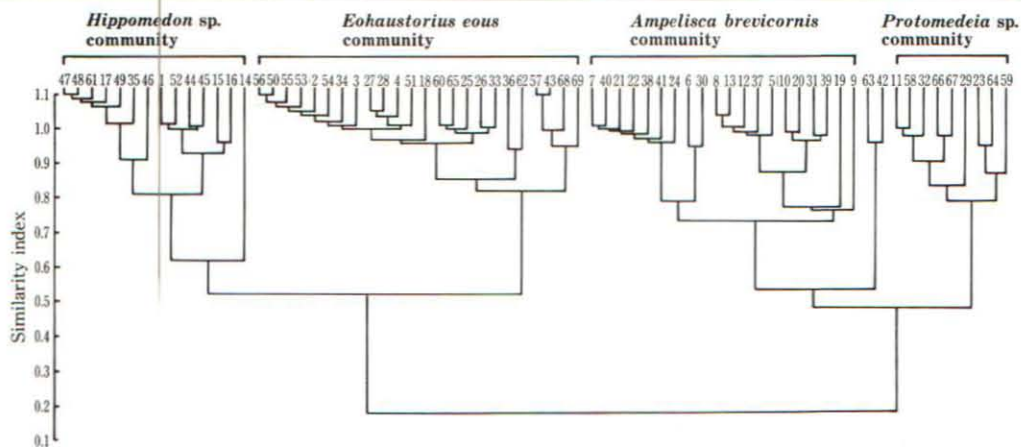


Fig. 4. Dendrogram showing the result of MOUNTFORD's cluster analysis using MORISITA's similarity index. Numbers across the top of the dendrogram correspond to each sampling station in Fig. 1.



Fig. 5. Geographic distribution of each gammaridean amphipoda community.

にはいくつかのヨコエビ群集が存在するよう
に思われる。そこで、MORISITA¹⁵⁾の優数類
似度指数にもとづき MOUNTFORD¹⁶⁾の群分
析法によって群集分けを試みた結果が Fig. 4
である。0.6以上の類似度指数を有する地点
群を1つの群集とすれば主として次の4つの
ヨコエビ群集を識別することができる。

- 1) *Hippomedon* sp. 群集
- 2) *Eohaustorius eous* 群集
- 3) *Ampelisca brevicornis* 群集
- 4) *Protomeidia* sp. 群集

これら4群集の地理的分布は Fig. 5 に示
すように、*Hippomedon* sp. 群集が両湾とも
沿岸域に存在し、さらにその沖合に沿岸線と

平行に *Eohaustorius eous* 群集が存在する。*Ampelisca brevicornis* 群集は浜中湾の中央部に存在し、*Protomeidia* sp. 群集は琵琶瀬湾の中央部に存在する。

今回は、浜中湾と琵琶瀬湾の砂底域に生息するヨコエビ類13種の外部形態と分布について報告した。しかし、他の底生動物の分布との関連性や底質条件との対応関係については触れなかった。菊地¹⁷⁾は底生動物が生息域の環境条件をよく反映するため、底層環境の指標として重要であるとしている。また、中尾¹⁾はホッキガイの生息域と非生息域では底生動物群集構造に大きな違いのあることから底生動物の群集構造によるホッキガイ漁場評価の可能性を示唆している。このことは、今後、ヨコエビ群集の成立機構や底質環境との対応関係、あるいは有用底生動物の生息域との関連などを明らかにすることができるならば、浅海漁場の環境評価に有効な知見が提供されるものと考えられる。

要 約

1. 北海道東部の浜中湾と琵琶瀬湾の砂底域に生息するヨコエビ類8科13種について、外部形態と分布を

明らかにした。

2. この海域のヨコエビ類の分布から, *Ampelisca brevicornis*, *Protomedeia* sp., *paraphoxus* sp., *Anonyx* sp. など主として沖合に生息する種群, *Hippomedon* sp. などの沿岸域に生息する種群, *Eohaustorius eous*, *Monoculodes limnophilus japonicus* など広範囲な生息域を有する種群に分けることができた。

3. ヨコエビ群集として, *Hippomedon* sp. 群集, *Eohaustorius eous* 群集, *Ampelisca brevicornis* 群集および *Protomedeia* sp. 群集の4群集が識別された。

文 献

- 1) 中尾 繁 (1977): ホッキガイ漁場の底生動物群集と底質環境 北大水産彙報 28(3) 95~105
- 2) 大森迪夫 (1974): 仙台湾における底魚の生産構造に関する研究— マコガレイの食性と分布について 日水誌 40(11) 1115~1126
- 3) HAYASE, S. and HAMAI, I. (1974): Studies on feeding habits of three flatfishes, *Cleisthenes pinetorum herzensteini* (SCHMIDT), *Hippoglossoides dubius* (SCHMIDT) and *Glyptocephalus stelleri* (SCHMIDT). *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 25(2), 82-99.
- 4) OCHIAI, T. and FUJI, A. (1980): Energy transformation by a blenny (*Opisthocentrus ocellatus*) population of Usu Bay, southern Hokkaido. *Ibid.*, 31(4), 314-326.
- 5) 木曾克裕 (1981): 平戸島志々伎湾におけるチダイ当歳魚個体群の摂餌生態 西水研報 (56) 15~25
- 6) BARNARD, J. L. (1958): Index to families, genera, and species of Gammaridean Amphipoda (Crustacea). *Oc. Pap. Allan Hancock Found.*, 145pp.
- 7) BARNARD, J. L. (1969): The families and genera of marine Gammaridean Amphipoda, *Bull. U.S. Nat. Mus.*, (271), 535pp.
- 8) GURJANOVA, E. F. (1962): Gammaridean Amphipoda of the northern part of the Pacific Ocean. *Zool. Inst. Acad. Sci. USSR* (74), 440pp.
- 9) NAGATA, K. (1965): Studies on marine Gammaridean Amphipoda of the Seto Inland Sea. I. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, XIII (2), 131-170.
- 10) NAGATA, K. (1965): Studies on marine Gammaridean Amphipoda of the Seto Inland Sea. II. *Ibid.*, XIII (3), 171-186.
- 11) NAGATA, K. (1965): Studies on marine Gammaridean Amphipoda of the Seto Inland Sea. III. *Ibid.*, XIII (4), 291-326.
- 12) NAGATA, K. (1966): Studies on marine Gammaridean Amphipoda of the Seto Inland Sea. IV. *Ibid.*, XIII (5), 327-348.
- 13) 岡田 要・内田清之助・内田 享 (1965): 新日本動物図鑑 (中) 北隆館 東京
- 14) HARADA, E. (1971): A new amphipod of the genus *Siphonocetes* from the shallow bottom of southern Japan, with reference to the diagnoses of the genus and its species. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, XVIII (6), 355-378.
- 15) MORISITA, M. (1959): Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E. (Biol.)*, 3(1), 65-80.
- 16) MOUNTFORD, M. D. (1962): An index of similarity and its application to classificatory problem. In P. W. MURPHY, *Progress in Soil Zoology*, Butterworth, London, 43-50.
- 17) 菊池泰二 (1975): 環境指標としての底生動物(1) 日本生態学会環境問題専門委員会編 環境と生物指標 2 水界編 共立出版 東京

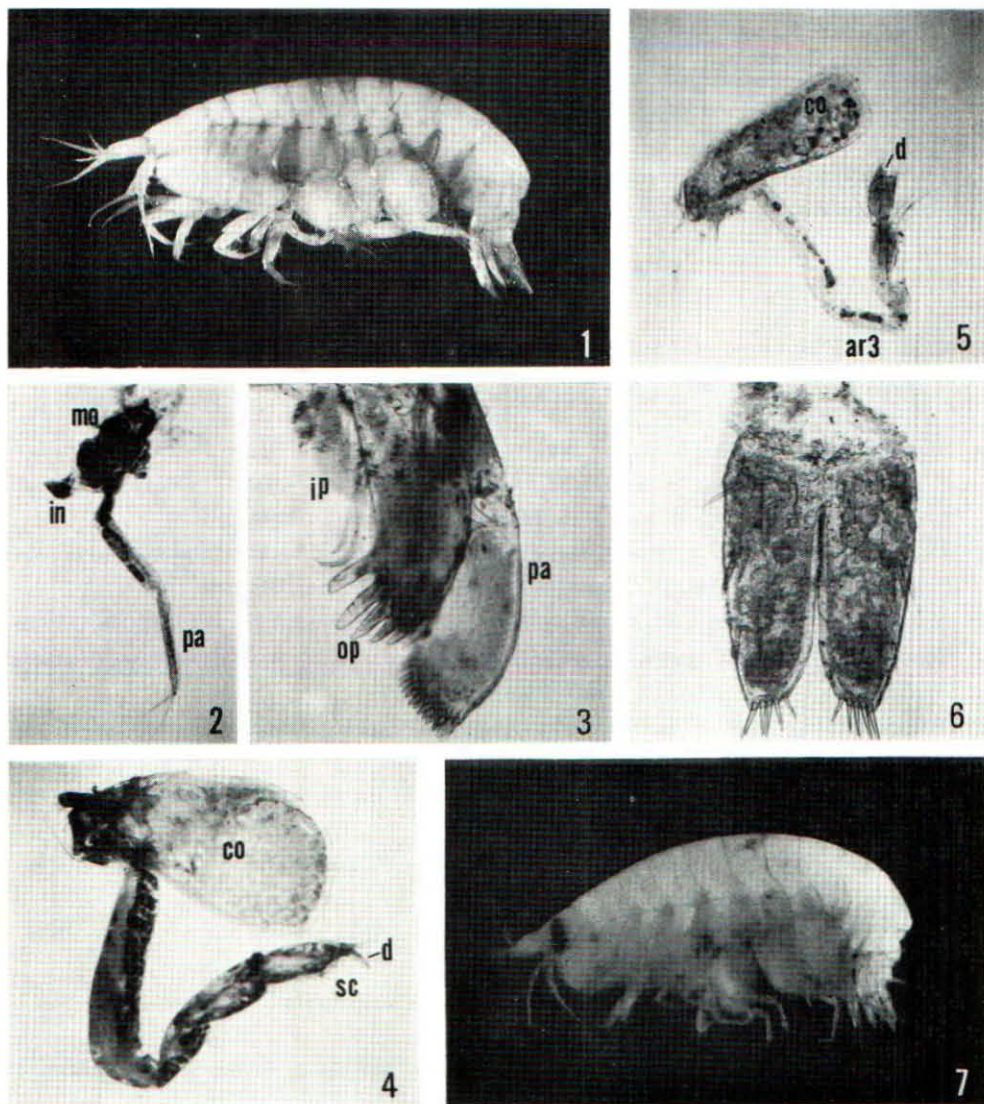
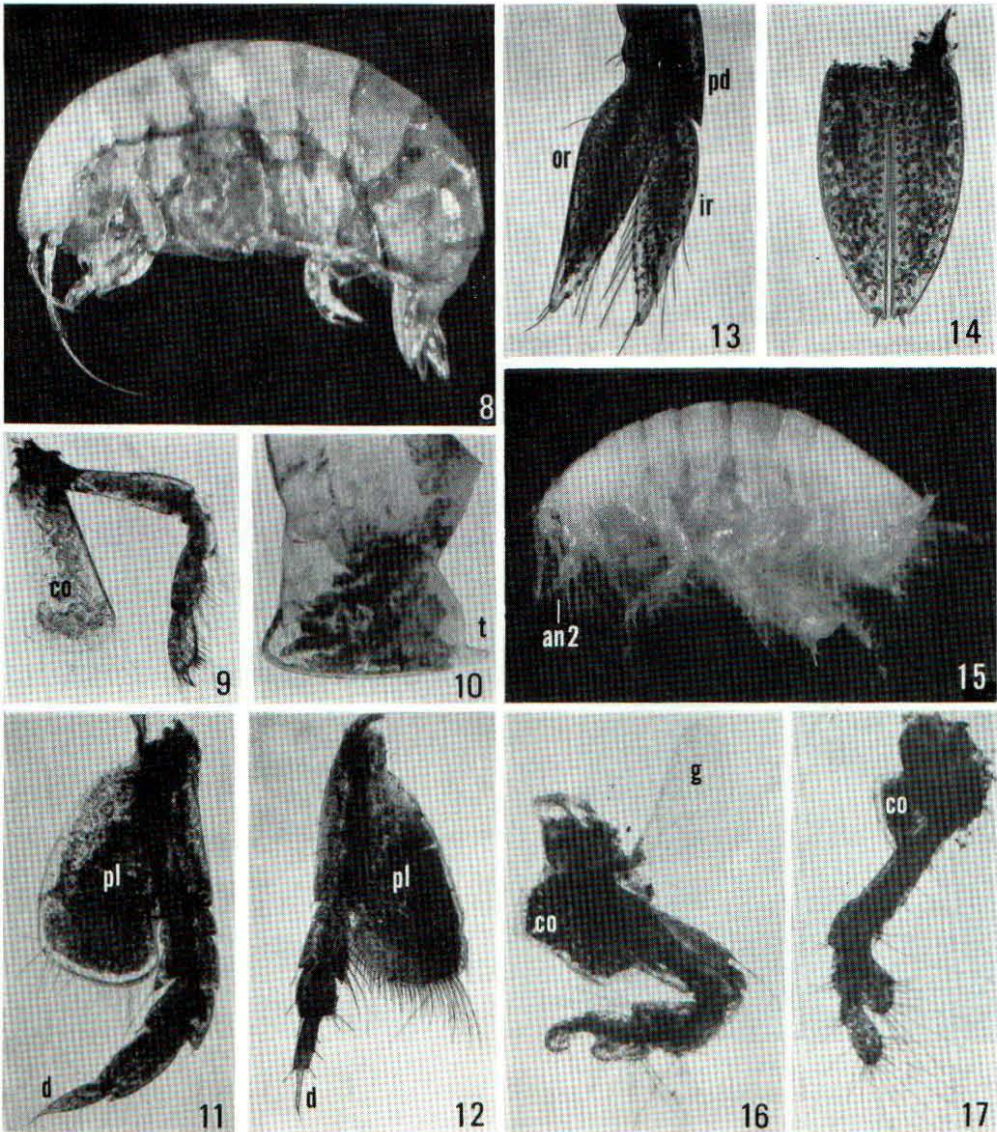


Plate I 1~6. *Hippomedon* sp.

1. Whole animal, female × 7
2. Mandible × 20
3. Maxilla 1 × 60
4. Gnathopod 1 × 20
5. Gnathopod 2 × 15
6. Telson × 50
7. *Anonyx* sp., male × 7

ar3 : article 3 of gnathopod 2, co : coxa, d: dactyl,
 in : incisor, ip : inner plate of maxilla 1, mo : molar,
 op : outer plate of maxilla 1, pa : palp, sc : subchelate


 Plate II 8~14. *Ampelisca brevicornis*

- | | |
|---|------|
| 8. Whole animal, male | × 6 |
| 9. Gnathopod 1 | × 20 |
| 10. Epimeral plate 3 | × 20 |
| 11. Pereopod 5 | × 18 |
| 12. Pereopod 5 of <i>Byblis japonicus</i> | × 20 |
| 13. Uropod 3 | × 40 |
| 14. Telson | × 50 |
| 15~17. <i>Eohaustorius eous</i> | |
| 15. Whole animal, male | × 15 |
| 16. Pereopod 1 | × 45 |
| 17. Pereopod 2 | × 45 |

an2 : antenna 2, co : coxa, d : dactyl, g : gill, ir : inner ramus, or : outer ramus, pd : peduncle, pl : posterior lobe of article 2 on pereopod 5, t : tooth of epimeral plate 3.

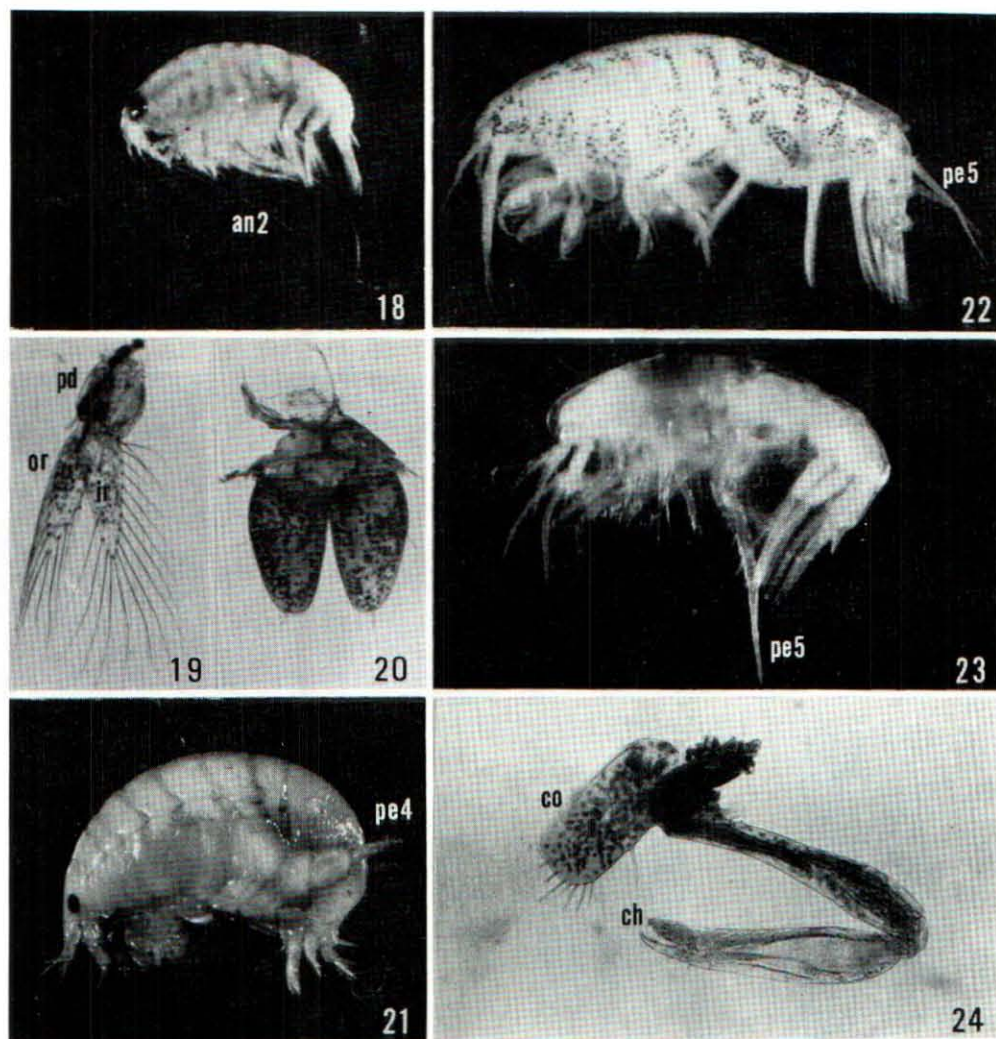


Plate III 18~20 *Urothoe grimaldii*

- | | |
|---|------|
| 18. Whole animal, male | × 11 |
| 19. Uropod 3 | × 70 |
| 20. Telson | × 90 |
| 21. <i>Paraphoxus</i> sp., female | × 5 |
| 22. <i>Monoculodes limnophilus japonicus</i> , male | × 7 |
| 23. <i>Synchelidium</i> sp., male | × 10 |
| 24. Gnathopod 2 of <i>Synchelidium</i> sp. | × 90 |

an2 : antenna 2, ch : chelate, co : coxa, ir : inner ramus, or : outer ramus, pd: peduncle,
pe4 : pereopod 4, pe5 : pereopod 5.

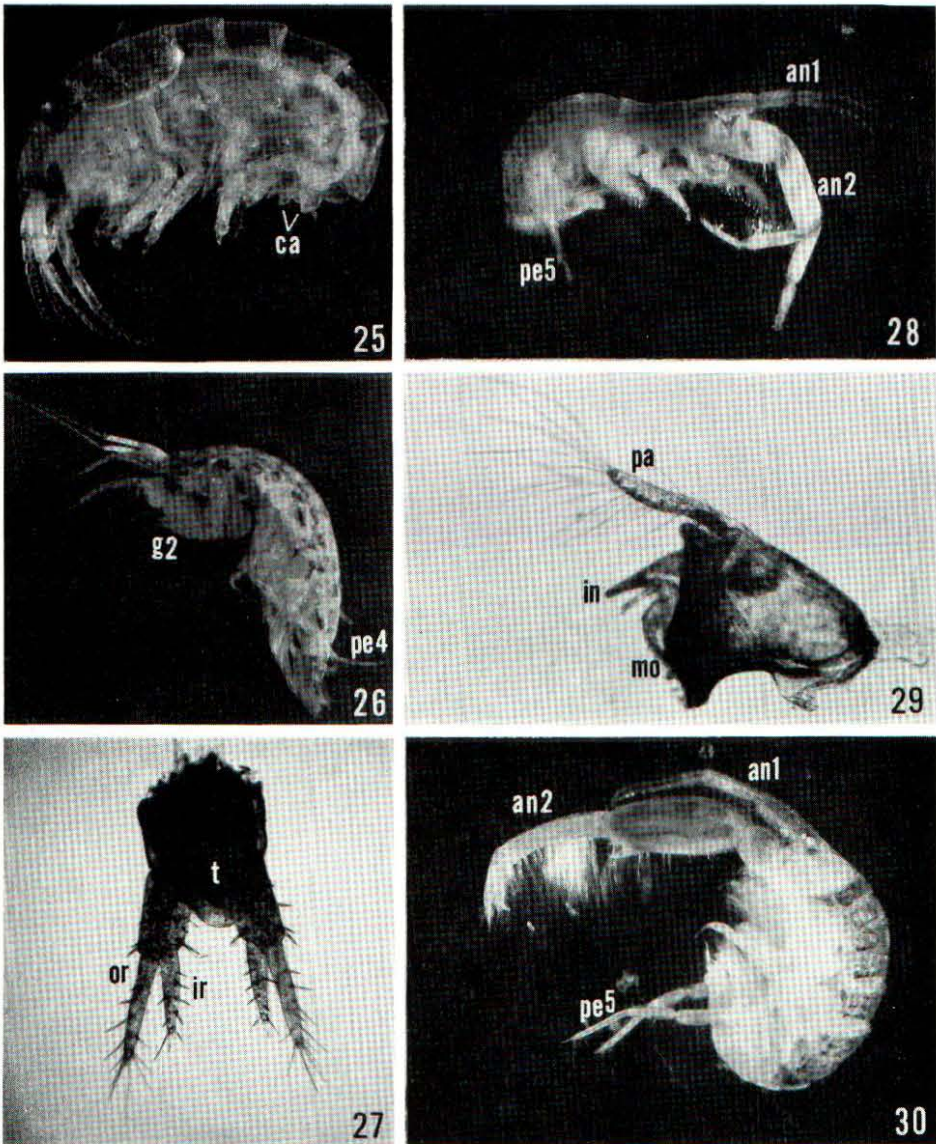


Plate IV 25. *Atylus* sp., male $\times 7$
 26. *Protomedeia* sp., male $\times 5$
 27. Uropod 3 and telson of *Protomedeia* sp. $\times 30$
 28. *Siphonoecetes tanabensis*, male $\times 7$
 29. Mandible of *Siphonoecetes tanabensis*. $\times 110$
 30. *Corophium crassicorne*, male $\times 7$
 an1 : antenna 1, an2 : antenna 2, ca : carinae, g2 : gnathopod 2, in : incisor, ir : inner
 ramus, or : outer ramus, mo : molar, pa : palp, pe4 : pereopod 4, pe5 : pereopod 5, t :
 telson.

忍路湾におけるホソメコンブの群落形成

阿部英治・松山恵二・辻 寧昭*

(北海道立中央水産試験場) *(北海道立釧路水産試験場)

On the recolonization of *Laminaria religiosa* MIYABE, in Oshoro Bay, Hokkaido.

Eiji ABE, Keiji MATSUYAMA and Yasuaki TSUJI*

(Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)

*(Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station)

Subtidal rock surfaces at 0.3-0.4 m below were cleared manually once a month in Oshoro Bay, west coast of Hokkaido from September 1973 to August 1974. Clearing was carried out with a quadrat with a side of 1 m, clearing an area of 1 m². The coverage, density and growth of *Laminaria religiosa* MIYABE followed from 1973 to 1976. The results obtained are summarized as follows:

1. During the investigation, 46 species of algae including a large quantity of *Ulva pertusa*, *Enteromorpha intestinalis*, *Laminaria religiosa* and *Palmaria palmata* developed on the quadrats cleared.

2. The quadrats were classified into four groups based on the development of algal recolonization, viz., Group A: September ~ October-cleared, Group B: November ~ December-cleared, Group C: January ~ April-cleared, Group D: May ~ August-cleared.

3. Sorus appeared on the frond of sporophytes of *L. religiosa* from September to December with a peak in October.

4. Sporophytes arised from November to April. The most active period of their sprouting was during the two months, November and December.

5. On the quadrats cleared from May to July and November to December, the high coverage and high density of *L. religiosa*-populations were observed at the next year after the clearance. And also, the longest sporophytes of mean blade-length appeared on the quadrats cleared from May to July.

天然漁場におけるホソメコンブの雌性配偶体および幼体の形態と1年目、2年目の生態については報告されている¹⁻⁷⁾。しかし、天然でのホソメコンブの群落形成機構については未解決の問題が残されている。

著者らは、小樽市忍路湾で1973~1976年までホソメコンブの生態調査を行い、ホソメコンブとその他の海藻の発生時期と群落形成機構について2、3の知見を得たので報告する。

報告に際し、北海道大学共同利用施設忍路臨海実験所の利用に便宜をはかられた上、調査に種々御協力いただいた同実験所の信太郎氏に深く感謝する。

調 査 方 法

調査場所は忍路湾湾奥部の例年ホソメコンブ群落が形成される水深 30~40 cm の岩盤上に設定した (Fig. 1)。1973 年 9 月から 1974 年 8 月までの 1 年間、毎月上旬に岩面剝離によって 1 m² の調査面を造成した (Fig. 2)。以下調査面の名称は岩面剝離した月の名前を付けて例えば 1 月面とした。

調査は 1973 年 10 月から 1976 年 8 月まで毎月上旬に調査面に出現した海藻の種類別の被度を記録し、ホソメコンブについては着生した状態で密度、葉長および葉幅を調査した。葉長および葉幅の測定は 20 本を上限とし、測定値は平均で示した。また、調査場所の水温測定も併せて行った。

結 果

1. 海藻の出現状況

調査期間中に調査面で出現を確認した海藻は、緑藻 5 種、褐藻 11 種、紅藻 30 種の合計 46 種である。このうち被度が高かった種類は、アナアオサ *Ulva pertusa*、ボウアオノリ *Enteromorpha intestinalis*、ホソメコンブ *Laminaria religiosa*、ダルス *Palmaria palmata* であった。

出現海藻の概観的観察に基づいて、岩面剝離を行った造成面を次の 4 つのグループに区分した。

Group A (9, 10 月面): 1) 調査面造成直後から主にアナアオサ、ボウアオノリ、フクロノリ、セイヨウハバノリが最高 62% の被度で出現した。これらのうちアナアオサ以外の海藻は翌年の 3 月までに減少して、アナアオサだけが引き続き 11 月まで最高 100% の被度で調査面を占有した。しかし、その後ホソメコンブ群落の形成と共に減少し、冬季にだけ高い被度の出現が見られた。2) ホソメコンブ胞子体は、調査面を造成した年には出現せず、翌年の 3~5 月に出現したが、被度は低い値を示した。1975 年からは毎年 12~

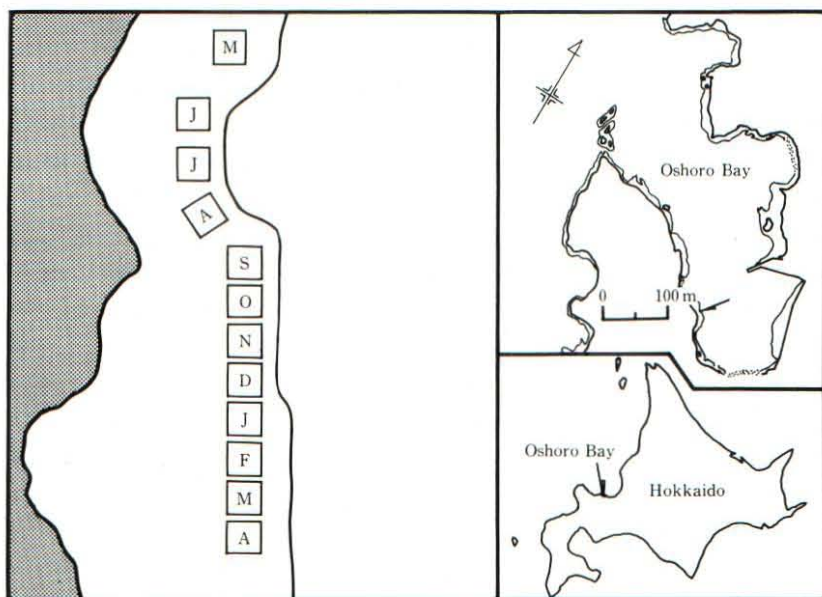


Fig. 1. A map showing the location and topography of the Oshoro Bay with 12 clearing quadrats.

1月に出現し、春季～夏季に被度は100%となり、ホソメコンブ群落を形成した。

Group B (11, 12月面): 1) 調査面造成直後からアナアオサが出現したが、ホソメコンブ群落の形成と共に減少し、1974年からは秋季～冬季に最高80%の被度で調査面を覆うようになった。2) ホソメコンブ胞子体は、調査面を造成した年には出現せず、翌年からは毎年1～2月に出現し、春季～夏季に被度は100%となり、ホソメコンブ群落を形成した。

Group C (1～4月面): 1) 調査面造成直後にアナアオサとポウアオノリが出現して夏季と冬季にアナアオサの被度が100%となり調査面を覆った。翌年は夏季にアナアオサの被度が100%となり、冬季にはダサの群落が発達して1975年の春季に被度が100%となり、それぞれ調査面を覆った。2) ホソメコンブ胞子体は、調査面造成から1～2ヵ月後の3～5月に出現したが被度は低く、岩面剥離を行った時期の遅



Fig. 2. The 1 m × 1 m cleared quadrats.

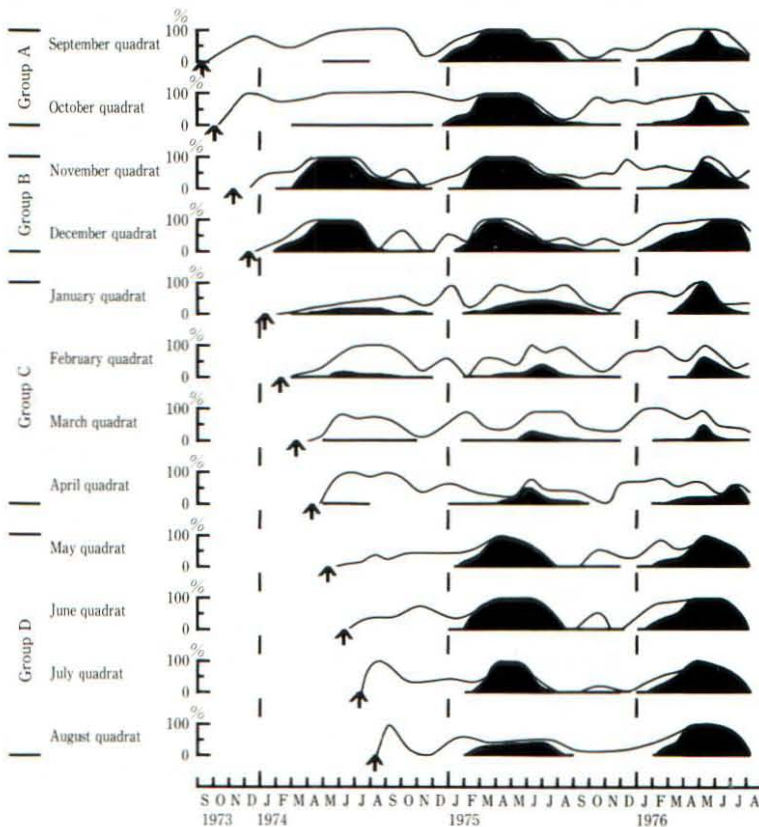


Fig. 3. A diagram showing the distribution pattern and coverage of *Laminaria religiosa* MIYABE (■) and other algal (□) communities on the each quadrat cleared once a month from October 1973 to August 1976. Arrow shows clearing month.

い調査面に出現した個体ほど早期に消失した。翌年から被度は増加したが、1月面で1976年に被度が100%になった以外、常に被度は低い値を示した。

Group D (5~8月面): 1) 調査面造成直後にボウアオノリが出現し、特に7月面と8月面では8~9月の間、被度が100%となり調査面を覆った。秋季~冬季には主にアナアオサが入れ替わり出現したが、ホソメコンブ群落の発達と共に減少した。また、1974年の冬季に一時期フシスジモクとアカモクが最高被度60%で出現した。2) ホソメコンブ胞子体は、調査面を造成した年には出現せず、翌年からは毎年1~2月に出現し、春季~夏季に被度は100%となり、ホソメコンブ群落を形成した。

2. 調査面に発生したホソメコンブ胞子体

(1) 生育期間

Fig. 3 に示すとおり、各調査面に最初に出現した個体群の生育期間は、6, 7月面が1~11月の11カ月間、11, 12月面が2~11月の10カ月間と最も長かった。これらを中心に調査面の造成時期が前後にずれるほど出現した個体の生育期間は短くなり、4月面と9月面で5~7月の3カ月間と最も短かった。

(2) 被度

Fig. 3 に示すとおり、1974年における調査面の最大被度は、Group A の9月面2%, 10月面6%, Group B の11, 12月面100%, Group C の1月面20%, 2月面15%, 3月面2%, 4月面1%以下で、Group D の5, 6, 7, 8月面には出現しなかった。

このように、Group B を中心に調査面の造成時期が前後にずれるほど出現した個体の被度は順次減少した。1975年以降はGroup C および Group D の8月面以外の調査面で毎年100%を示した。被度は、葉部の生長と共に増加して春季~夏季に最大となり、末枯れと減耗により秋季に減少した。

(3) 密度

1974年における調査面の密度は、Group B では減耗の進んだ7月でも11月面101個体/m²、12月面155個体/m²で最も高い値を示した。Group A, C では密度の最も高かった5~8月でも9月面4個体/m²、10月面14個体/m²、1月面45個体/m²、2月面55個体/m²、3月面13個体/m²、4月面3個体/m²で常に低い値を示した。Group D では全く出現しなかった。

このように、12月面を中心に調査面の造成時期が前後にずれるほど出現した個体の密度は順次減少した。

(4) 葉長

調査期間中に出現した胞子体の各調査面(1974年)および各 Group (1975~1976年)毎の葉長の季節変化を Fig. 4, Fig. 5 に、最大葉長期の葉長を Table 1 に示した。1974年には大型の個体は Group B に見られ、最大葉長は11月面で5月に121cm、12月面で4月に114cmであった。Group A における最大葉長は、9月面で5月に33cm、10月面で5月に49cmであった。Group C における最大葉長は、1月面で5月に97cm、2月面で5月に34cm、3月面で6月に17cm、4月面で6月に5cmであった。

このように、Group B を中心に調査面の造成時期が前後にずれるほど出現した個体の最大葉長は順次減少した。

各 Group の調査面に出現した個体の最大葉長の年変動は、Group A では1974年48cm、1975年188cm、1976年170cmであった。Group B では1974年113cm、1975年164cm、1976年126cmであった。Group C では1974年57cm、1975年114cm、1976年128cmであった。Group D では1975年165cm、1976年183cmであった。

このように、Group B, D では最初から毎年大型の個体からなる群落が形成された。Group A, C では最初小型の個体が多かったが、翌年からは最大葉長が100cm以上に達する個体からなる群落が形成された (Fig. 4 & Fig. 5, Table 1)。

各年の調査面に出現した個体の最大葉長期の葉長について、1974年は調査面ごとに、1975年と1976年はグループごとに平均値の差の検定を危険率5%で行い、その結果を Table 2 に示した。また、平均値の差の検定の有意差の有無により導かれる葉長の大小関係を Fig. 6 に示した。

Table 1. Variation of the morphometrical measurements in maximum blade-length period of *Laminaria religiosa* MIYABE from 1974 to 1976. Confidence limits are given at the $P=0.05$ level.

Quadrats name	Blade-length (cm)			Blade-width (cm)			Blade-length/Blade-width		
	Range	Mean	Confidence limits	Range	Mean	Confidence limits	Range	Mean	Confidence limits
1974									
September quadrat	20- 58	32.50	27.45	2.0- 4.0	2.75	1.52	8.3-14.5	11.58	4.62
October quadrat	17- 83	49.27	15.87	1.0- 7.0	3.82	1.50	5.7-25.0	14.75	4.40
November quadrat	83-175	120.70	10.59	6.0-13.0	9.55	0.95	8.3-21.7	13.08	1.52
December quadrat	90-160	114.10	9.59	5.0-13.0	9.13	0.97	8.6-18.0	12.88	1.16
January quadrat	72-118	97.44	8.14	5.0-11.0	8.50	0.93	7.2-19.2	11.87	1.51
February quadrat	20- 80	34.09	13.25	3.0- 8.0	4.00	1.00	6.3-12.5	8.12	1.44
March quadrat	12- 21	16.50	57.18	2.0- 3.0	2.50	6.35	6.0- 7.0	6.50	6.35
April quadrat	4- 8	5.33	5.74	1.5	1.50	0.00	2.7- 5.3	3.56	3.82
1975									
Group A quadrats	107-309	188.08	13.74	3.8-20.7	11.18	1.07	9.2-33.0	18.47	2.38
Group B quadrats	102-337	163.88	16.91	6.3-15.6	10.48	0.79	8.0-24.8	15.85	1.19
Group C quadrats	21-199	113.53	9.69	2.2-18.2	10.40	0.81	3.8-36.4	11.44	1.10
Group D quadrats	50-265	164.96	12.87	6.5-21.2	11.82	0.78	4.3-26.2	14.22	1.01
1976									
Group A quadrats	100-280	169.59	15.27	6.0-21.6	12.71	1.07	9.1-19.6	13.60	0.92
Group B quadrats	85-231	126.21	10.84	6.0-16.8	10.91	0.83	6.9-19.3	11.84	0.84
Group C quadrats	45-265	127.88	10.45	3.0-17.4	9.53	0.85	7.1-27.4	14.26	1.01
Group D quadrats	76-345	183.38	11.96	3.6-18.4	11.35	0.77	7.2-31.8	16.90	0.96

各調査面に最初に出現した個体群の検定では、Group D に出現した個体が最も大型で、次いで Group B、以下 Group C 1 月面、2 月面、Group A 9、10 月面、Group C 3、4 月面の順であることが示された。

1974 年の同一グループの調査面の検定では、Group A と B で有意差は認められなかったが、Group C では有意差が認められ、調査面の造成時期が早いほど大型の個体であった。1974 年の全調査面の検定では、21 組合せ中 17 組に有意差が認められ、Group B に出現した個体が最も大型であることが示された。1975 年は Group B と D 以外の組合せの検定で有意差が認められ、Group A に出現した個体が最も大型であることが示された。1976 年は

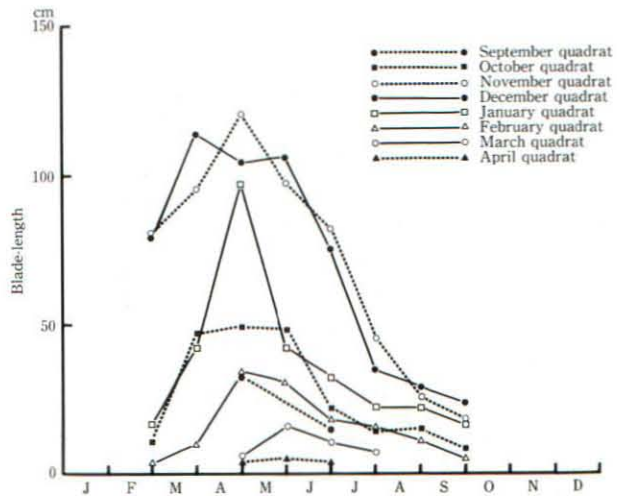


Fig. 4. Seasonal variation in blade-length of *Laminaria religiosa* MIYABE on the each cleared quadrat in 1974.

Group A, D と Group B, C の組合せの検定で有意差が認められ, Group A と D に出現した個体が大型であることが示された。1974~1976年全体の検定では, 105組合せ中 85 組に有意差が認められた。その結果, 調査面に出現した個体は 1974 年よりも 1975 年および 1976 年において大型で, 1975 年の Group A と 1976 年の Group A と D に出現した個体が最も大型であることが示された。

(5) 葉形 (葉長/葉幅)

各年の調査面に出現した個体の最大葉長期の葉形を Table 1 に示した。この平均値の差の検定を危険率 5% で行い, その結果を Table 3 に示した。また, 平均値の差の検定の有意差の有無により導かれる葉形の値の大小関係を Fig. 7 に示した。

各調査面に最初に出現した個体群の検定では, Group A, B, D および Group C の 1 月面の間で有意差は認められず, いずれも葉形の値が 10 以上の細長い形であることが示された。

1974 年の同一グループの調査面の検定では, Group A と B で有意差は認められなかったが, Group C では有意差が認められ, 調査面の造成時期が早いほど出現した個体の葉形の値は高く, 細長い形であった。1974 年の全調査面の検定では, 21 組合せ中 11 組に有意差が認められ, Group A, B および Group C の 1 月面に出現した個体の葉形の値が 11.6~14.8 で, 細長い形であることが示された。1975 年はすべてのグループで葉形の値は 10 以上を示し, 検定では Group A と B に出現した個体の葉形の値が 15.9~18.5 で, 最も細長い形であることが示された。1976 年は前年同様葉形の値は 10 以上を示し, 検定では Group D に出現した個体の葉形が 16.9 で, 最も細長い形であることが示された。1974~1976 年全体の検定では, 105 組合せ中 63 組に有意差が認められた。その結果, 1974 年の Group C の 2, 3, 4 月面で葉形の値は低く, 1975 年の Group A, B と 1976 年の Group D で高いことが示された。

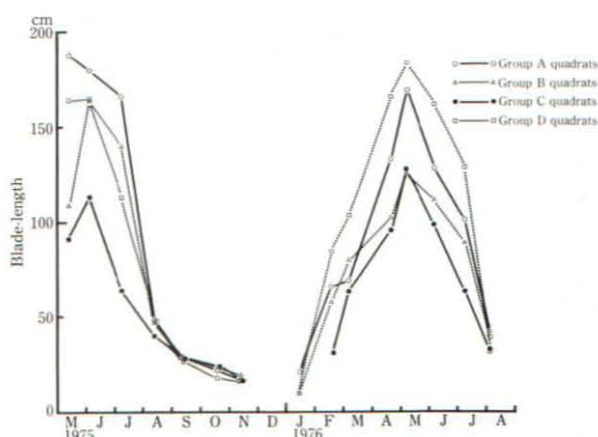


Fig. 5. Seasonal variation in blade-length of *Laminaria religiosa* MIYABE on the quadrats classified into four groups in 1975 and 1976.

Table 2. Test of significance of differences in blade-length of *Laminaria religiosa* MIYABE from 1974 to 1976. Test for equality of means are given at the $P=0.05$ level.

Quadrats name		1974						1975				1976				
		September quadrat	October quadrat	November quadrat	December quadrat	January quadrat	February quadrat	March & April quadrats	Group A quadrats	Group B quadrats	Group C quadrats	Group D quadrats	Group A quadrats	Group B quadrats	Group C quadrats	Group D quadrats
1974	September quadrat	Group 1974														
	October quadrat	—	A													
	November quadrat	++	+	Group												
	December quadrat	++	—	+	B											
	January quadrat	++	++	+	+	Group C										
	February quadrat	—	—	+	+	+										
	March & April quadrats	+	+	+	+	+	+									
1975	Group A quadrats	++	++	++	++	++	++	1975								
	Group B quadrats	++	++	++	++	++	++	+								
	Group C quadrats	++	+	—	—	++	++	++	++							
	Group D quadrats	++	++	+	+	++	++	+	—	++						
1976	Group A quadrats	++	++	++	++	++	++	—	—	++		1976				
	Group B quadrats	++	+	—	—	++	++	++	—	++	++					
	Group C quadrats	++	+	—	—	++	++	++	++	++	++	—	—			
	Group D quadrats	++	++	++	++	++	++	+	—	++	++	++	—	++	+	

If there is a difference of significance, a mark is (+).

If there is a no difference of significance, a mark is (—).

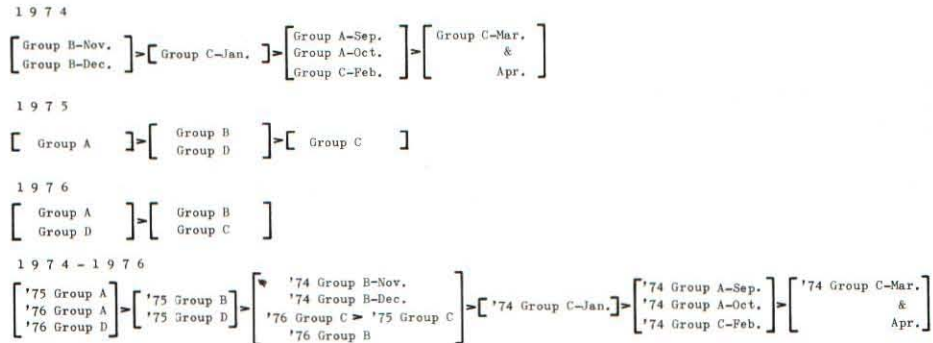


Fig. 6. The relative merits of blade-length based on test of significance of differences in blade-length of *Laminaria religiosa* MIYABE from 1974 to 1976.

Group A-Sep. : September quadrat. Group A-Oct. : October quadrat.
 Group B-Nov. : November quadrat. Group B-Dec. : December quadrat.
 Group C-Jan. : January quadrat. Group C-Feb. : February quadrat.
 Group C-Mar. & Apr. : March & April quadrats.
 Group A : Group A quadrats. Group B : Group B quadrats.
 Group C : Group C quadrats. Group D : Group D quadrats.

(6) 子のう斑の形成

各年の各調査面に出現した個体の子のう斑形成は9月上旬から始まり、10月には全個体に観察された。11月上旬には末枯れが進み、12月中に子のう斑部は流失した。調査面の造成時期による子のう斑形成時期に顕著な差は見られなかった。

考 察

KAIN⁸⁾は、イギリスのマン島で防波堤のコンクリートブロックに生育する *Laminaria hyperborea* の群落を季節および水深別に剝離して、新生面に形成される海藻群落、特にコンブ科植物について1969~1973年まで観察した。周年の海藻群落の出現傾向として、緑藻は7~10月、褐藻は1~6月、紅藻は11~2月にそれぞれ現存量を増し、特にコンブ科植物は4月から急激に増加し、6月に最大期を迎えることを報告している。本調査におけるアナオサ、ボウアオノリ、ホソメコンブおよびダルスの個体群の出現様式は、これと近似している。

調査面に初めて群落を形成したホソメコンブ胞子体で葉長が最大を示したのは Group D に出現した個体

Table 3. Test of significance of differences in blade-length/blade-width of *Laminaria religiosa* MIYABE from 1974 to 1976. Test for equality of means are given at the P=0.05 level.

Quadrats name	1974					1975				1976			
	September quadrat	October quadrat	November quadrat	December quadrat	January quadrat	February quadrat	March & April quadrats	Group A quadrats	Group B quadrats	Group C quadrats	Group D quadrats	Group A quadrats	Group B quadrats
1974	September quadrat	Group	1974										
	October quadrat	- A											
	November quadrat	-	Group										
	December quadrat	-	-	B									
	January quadrat	-	-	-	Group C								
	February quadrat	+	+	+	+	+							
1975	March & April quadrats	+	+	+	+	+	+						
	Group A quadrats	-	-	+	+	+	+	1975					
	Group B quadrats	-	-	+	+	+	+	-					
	Group C quadrats	-	+	-	-	+	+	+	+				
	Group D quadrats	-	-	-	+	+	+	+	+	+			
1976	Group A quadrats	-	-	-	+	+	+	+	+	+		1976	
	Group B quadrats	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+		
	Group C quadrats	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	
	Group D quadrats	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+

If there is a difference of significance, a mark is (+).

If there is a no difference of significance, a mark is (-).

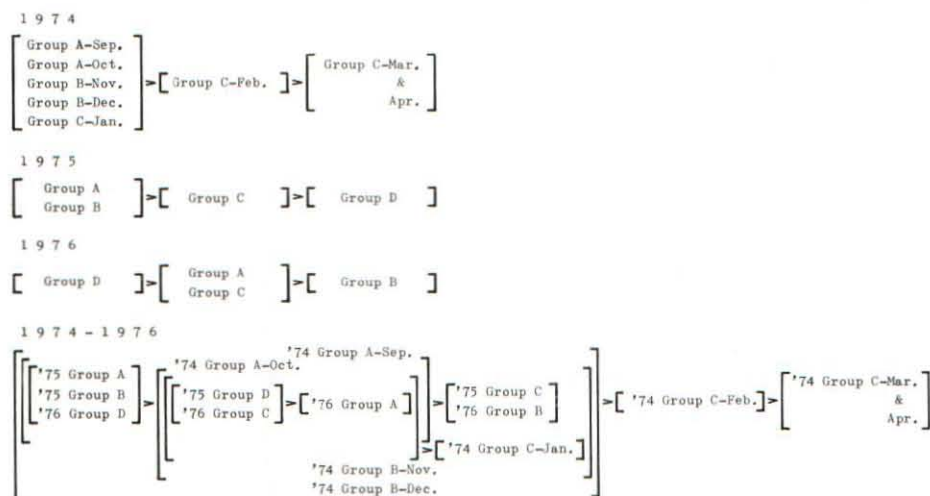


Fig. 7. The large and small relation of blade-length/blade-width value on test significance of differences in blade-length/blade-width of *Laminaria religiosa* MIYABE from 1974 to 1976.

Group A-Sep. : September quadrat. Group A-Oct. : October quadrat.
 Group B-Nov. : November quadrat. Group B-Dec. : December quadrat.
 Group C-Jan. : January quadrat. Group C-Feb. : February quadrat.
 Group C-Mar. & Apr. : March & April quadrats.
 Group A : Group A quadrats. Group B : Group B quadrats.
 Group C : Group C quadrats. Group D : Group D quadrats.

で、次いで Group B で、葉形は両グループ共高い値を示した。これは、調査面に遊走子や配偶体が着生した時期の水温が後述するように好適で、栄養塩は1年中でも豊富な時期⁹⁾であり、競争海藻（主にアナオサ）も少なかったため、胞子体が早い時期に発生し、伸長生長も良好であったと考えられる。Group A, C に出現した個体の葉長は100cm以下で、Group B を中心に調査面の造成時期が前後にずれるほど葉長は短かった。Group C は葉形の値も葉長と同様の傾向を示した。これは、Group A では調査面の造成直後からアナオサが発生し、その後も継続して基質を覆ったために、着生面、光および栄養塩の不足が生じた結果、ホソメコンブ胞子体の発生時期が遅れたり、伸長速度が鈍ったことによると考えられる。Group C は調査面の造成時期が春季で、胞子体の発生時期としては遅く、しかも高水温で、栄養塩は造成時期又は造成後すぐに減少する時期⁹⁾に入る。さらに、調査面の造成直後からアナオサとボウアノリが大量に発生して基質を覆ったために、着生面および光の不足が生じた結果、ホソメコンブ胞子体の伸長速度が鈍ったうえ、どの調査面も葉長の最大期は5～6月であったため、生長するための時間が不足したことによると考えられる。

殖田¹⁰⁾はホソメコンブ各生活期の水温を検討して、遊走子が配偶体を形成する上限水温は16°Cであると報告している。本調査地域における調査期間中の水温変化を Fig. 8 に示した。この中で水温が16°C以下の期間は10月中旬～6月上旬である。

殖田¹⁰⁾はホソメコンブ胞子体の発生可能水温を4～11°C（適正水温6～9°C）であるととし、木下¹¹⁾は1～13°C（適正水温1～9°C）であると報告している。また、岡田・三本菅¹²⁾は胞子体の形成水温は3～20°Cで、形成率が最も高いのは8°C、形成速度が最も早く、形成率が高いのは13°Cであるとした。本調査の1974年における各調査面のホソメコンブ胞子体の出現状況と調査地域の水溫変化から推察すると、天然漁場のホソメコンブ胞子体の発生水温は、殖田の報告した発生可能水温に最も近く、それは11月上旬～5月上旬である。

忍路湾に生育するホソメコンブは9月上旬から子
のう斑の形成が始まり、10月から盛んに伸展すると
共に子のう斑は成熟する。遊走子は10月上旬～12月
月上旬まで放出され、その盛期は10月下旬～11月下旬
であると考えられる。遊走子の放出期、孢子体の出
現状況と調査地域の水温変化ならびに室内での実験
結果¹⁰⁻¹²⁾から推察すると、配偶体は10月中旬頃か
ら発生して、翌年の4月頃まで成熟を続け、成熟盛
期は10月下旬～12月下旬であると考えられる。

調査面に初めて出現したホソメコンブ孢子体の被
度および密度は、Group B と D で高い値を示し
た。Group A, C では常に低い値を示し、それは、
Group B を中心に調査面の造成時期が前後にずれ
るほど低くなった。これは、Group A では調査面造
成直後において遊走子の着生する可能性があるがそ
の量は少なく、水温も未だ配偶体の成熟条件より高いため、孢子体の発生は無いと考えられる。そして、遊
走子が盛んに放出されている11、12月に至る頃には、すでにアナアオサとボウアオノリが大量に発生して基
質を覆っており、そのためホソメコンブの遊走子や配偶体の着生面が不足したことによると考えられる。
Group B は調査面の造成時期が遊走子の放出盛期～後期で、水温も配偶体や孢子体の発生、生育に好適で
あったため、ホソメコンブ以外の海藻の被度が増加する前に遊走子や配偶体が大量に着生出来たと考えられ
る。Group C は調査面の造成直後の水温が、配偶体や孢子体の発生可能な範囲¹⁰⁻¹²⁾にある。しかし、この
時期の天然漁場には母藻能力を持った孢子体は流失して存在しない。そのため、配偶体およびそれに由来す
る孢子体の着生しか期待できず、その量も調査面の造成時期が夏に近づくほど高温や大量に発生したアナ
アオサとボウアオノリの被度の影響で減少したためであると考えられる。このグループは他のグループと異
なり、1975年以降もホソメコンブ群落の被度は低かった。これは、冬季にアナアオサとダルスが群落を形成
したため、ホソメコンブの群落形成が阻害されたと考える。他のグループではホソメコンブ群落が消失した
後アナアオサの群落を形成することもあったが、1～2月から再びホソメコンブ群落を形成した。Group D
では調査面の造成時期に遊走子は存在せず、配偶体も水温が高いため成熟出来ないと考えられる。そのため、調
査面を造成した年はアナアオサとボウアオノリで覆われたが、ホソメコンブが遊走子を放出する時期までには
減少して基質面が露呈し、翌年に高被度のホソメコンブ群落を形成したと考えられる。

以上に示したことから推察すると、忍路湾においてホソメコンブ孢子体は11月上旬から翌年の5月上旬ま
で発生することが考えられる。しかし、漁業対象となる個体群の出現の中心時期は11～12月の2カ月間であ
り、ホソメコンブ孢子体の群落を春～夏にかけ形成するかどうかはこの時期に決定されたと考える。

要 約

小樽市忍路湾で1973年9月から1974年8月まで湾奥部平磯を剝離して造成した1 m²調査面を用いて、ホ
ソメコンブとその他海藻の群落形成について1976年8月まで観察し、次の知見を得た。

1. 調査面に発生した海藻は46種で、アナアオサ、ボウアオノリ、ホソメコンブ、ダルスの4種が高い被度で出現した。
2. 調査面は海藻の群落形成の特徴から、Group A (9, 10月面)、Group B (11, 12月面)、Group C (1～4月面)、Group D (5～8月面) の4グループに区分した。
3. ホソメコンブ孢子体は1973年は肉眼的に全く出現せず、1974年はGroup A, B, Cに出現し、1975年からは全調査面に出現した。

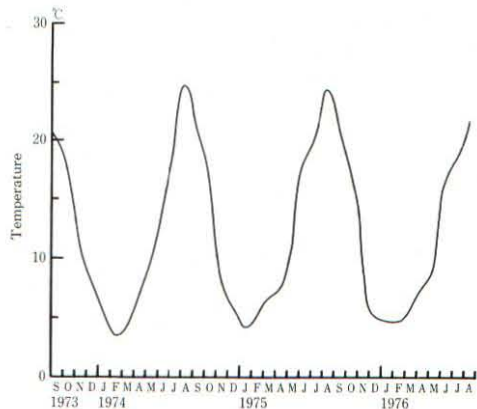


Fig. 8. Seasonal variation in seawater temperature of the experimental area from October 1973 to August 1976.

4. 各調査面に最初に出現したホソメコンブ胞子体群の生育期間は、6、7月面と11、12月面で長く、これらを中心に調査面の造成時期が前後にずれるほど短くなり、4月面と9月面で最低であった。
5. 1974年の調査面に出現したホソメコンブ胞子体の被度および密度は、Group Bで高い値を示し、これらを中心に調査面の造成時期が前後にずれるほど低い値を示した。
6. 1974年のホソメコンブ胞子体の葉長は、Group Bで最も長く114~121 cmに達して、これらを中心に調査面の造成時期が前後にずれるほど短かった。
7. 1974年のホソメコンブ胞子体の葉形の値は、Group Aの10月面で最も高く14.8に達して、これらを中心に調査面の造成時期が前後にずれるほど低い値を示した。
8. 忍路湾に生育するホソメコンブは9月上旬から子のう斑が形成され、10月から盛んに伸展すると共に成熟する。遊走子は10月上旬~12月上旬まで放出され、その盛期は10月下旬~11月下旬であることが推察された。
9. 配偶体は10月中旬頃から発生して、翌年の4月頃まで成熟を続け、成熟盛期は10月下旬~12月下旬であることが推察された。
10. 胞子体は11月上旬から翌年の5月上旬まで発生するが、漁業対象となる個体群の出現の中心時期は11~12月の2カ月間であることが推察された。

文 献

- 1) 長谷川由雄・船野 隆・阪井興志雄 (1963): ホソメコンブの生態 北水試月報 20(9) 303-311
- 2) 阪井興志雄・船野 隆 (1964): 忍路湾におけるホソメコンブの雌性配偶体と胞子体 本誌 (2) 1-6
- 3) 阪井興志雄・船野 隆 (1965): 北海道コンブ属植物の幼体1 ホソメコンブおよびマコンブの幼体について 本誌 (3) 39-50
- 4) 船野 隆・阪井興志雄 (1967): 忍路湾における二年目ホソメコンブの生態 本誌 (8) 1-37
- 5) 船野 隆 (1969): ホソメコンブの雌性配偶体と胞子体 本誌 (10) 43-50
- 6) 船野 隆・阿部英治 (1973): 忍路湾におけるホソメコンブ漁場の群落解析 北水試月報 30(12) 1-16
- 7) SAKAI Yoshio (1977): Vegetation structure and standing crop of the marine algae in the *Laminaria*-bed of Otaru city, Hokkaido, Japan. *Jap. J. Ecol.* 27, 45-51
- 8) KAIN Joanna M. (1975): Algal recolonization of some cleared subtidal areas. *J. Ecol.* 63, 739-765
- 9) 北海道 (1980): 昭和54年度北海道特定開発事業推進調査 特定海域沿岸漁場開発事業推進調査報告書 北海道 255-317
- 10) 殖田三郎 (1929): ほそめこんぶノ発生ト温度トノ関係ニ就テ 水産講習所試験報告 24(5) 174-180
- 11) 木下虎一郎・平野義見・高橋武司 (1935): 昆布発生適温試験並適比重及施肥に関する試験 北水試月報 (288)(後編) 1-12
- 12) 岡田行親・三本菅善昭 (1980): コンブ類の雌性配偶体の生長と成熟に及ぼす温度の影響 I. マコンブ, リシリコンブ, オニコンブ, ホソメコンブおよびナガコンブについて 北水研報告 (45) 51-56

北海道東部、浜中湾および琵琶瀬湾における

ホッキガイ漁場の底生動物群集

高 丸 禮 好・中 尾 繁

(北海道立釧路水産試験場) (北海道大学水産学部)

Benthic communities of Japanese surf clam (*Pseudocardium sybillae*) beds in Hamanaka Bay and Biwase Bay, Hokkaido.

Noriyoshi TAKAMARU and Shigeru NAKAO*

(Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station)

*(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

48 stations in Hamanaka Bay and 30 stations in Biwase Bay, eastern Hokkaido, were sampled three times between spring and winter in 1980. In this paper, the relationships between macrobenthos communities and bottom sediment conditions were studied, and the correspondence between the area of communities and the habitats of Japanese surf clam, *Pseudocardium sybillae*, was discussed.

The results obtained are as follows :

(1) Sand types of particle composition of sediments classified by SATO's method were shown the areal changes in the distribution from the inner to the central parts, such as O→V→Ⅱ₁ types in Hamanaka Bay, O→V→Ⅰ₁ types in Biwase Bay.

(2) Carbon and nitrogen contents in sediments were lower than 0.3% and 0.3‰ respectively in the inner part of these bays, except small area round the outfall of the Poroto River. In the central part of these bays, carbon and nitrogen contents were higher than these values.

(3) Macrobenthos communities were classified into A~G₄ cluster groups by means of MOUNTFORD's cluster analysis using MORISITA's similarity index. In Hamanaka Bay, four communities were recognized as follows : (A) *Tecticeps japonicus* community and (B) *Eohaustorius eous* community, inhabiting in the inner parts along the coast line of the bay, (C) *Protomedea* sp. - *Ampelisca brevicornis* - *Nothria holobranchiata* community and (D) *Chone teres* community inhabiting in the central part of the bay. In Biwase Bay, six communities were recognized as follows : (E) *E. eous* - *Nephtys caeca* community, (G₁) *Hippomedon* sp. community, (G₂) *E. eous* - *N. caeca* - *T. japonicus* community, (G₃) *Protomedea* sp. community and (G₄) *Diastylopsis dawsoni* community inhabiting in the inner to the middle parts of the bay, (F) *Protomedea* sp. - *N. holobranchiata* community inhabiting in the central part of the bay.

(4) Habitat of the Japanese surf clam were corresponded to the inner areas with A, B and E communities, and were not to the central areas with C and F communities.

一般に、底生動物群集の構造は生息水域の周底生環境により支配される (SANDERS, 1958) とされている。海域の底生動物群集の構造特性を数的に解析することは、当該海域における底質の物理・化学的環境条件に対応して生活している底生動物の生息域を総合的に把握するのに有効な手段となり得よう。砂底域に生息する埋在性の二枚貝であるホッキガイ *Pseudocardium sybilla* (VALENCIENNES) は、生息水域の底生動物や物理・化学的環境条件と相互に関連をもちながら生活しており、この種の分布や密度はこのような環境条件により決定されると考えられる。そこで、THORSON (1955) の平行群集の考え方を導入するなら、ホッキガイ生息域における底生動物群集の構造特性を把握し、それを類型化することにより、ホッキガイ漁場としての適否を検討することが可能となろう。

これまで、ホッキガイ漁場の底生動物については有馬ら (1972, 1975) の報告があるが、底生動物群集の構造解析にはふれていない。また、中尾 (1977) は東北および北海道南部のホッキガイ漁場について底生動物群集の構造特性の類型化を試みてはいるが、道東海域のホッキガイ漁場については未着手である。ここでは、浜中湾と琵琶瀬湾のホッキガイ漁場について底層環境と底生動物群集の構造特性の季節変化を観察し、漁場環境を底生動物の群集構造から評価しようと試みた。

本文に入るに先だち、この論文のご校閲を賜った北海道大学水産学部富士 昭教授ならびに端脚類の同定についてご助言をいただいた函館大学上平幸好助教授に謝意を表する。また、この調査にご協力いただいた釧路西部水産技術普及指導所吉田真也氏ならびに浜中漁業協同組合の各位に御礼申し上げる。

方 法

底生動物は、1980年5, 8, 11月に浜中湾、1980年5, 8, 12月に琵琶瀬湾で、Fig. 1 に示す調査地点について、スミス・マッキンタイヤ型採泥器 (採集面積 $1/10\text{m}^2$) を用いて各地点2回の採集から得られた。採集した底生動物は1 mm 目合のふるいを用いて底質と分離し、ふるい上のすべての動物を種類別に計数した。底質の粒度組成はふるい別け法により、粒径 2.50ϕ 以下、 $2.50\sim 3.25\phi$ 、 3.25ϕ 以上の3成分に分け、佐藤 (1959) の Sand-type Diagram による分類法にて粒度型として求めた。底質の炭素量と窒素量の分析には CN コーダー (柳本 MT-500) を用いた。1980年7月には、64地点についてホッキガイ桁網 (桁幅1.2 m) を40 m曳網して、ホッキガイを採集した。

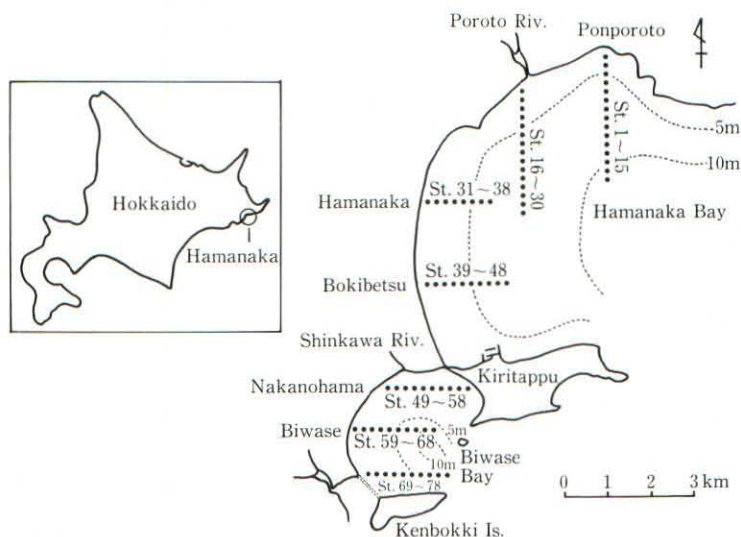


Fig. 1. Map showing the sampling stations in Hamanaka Bay and Biwase Bay. The broken lines indicate approximate water depth in meter.

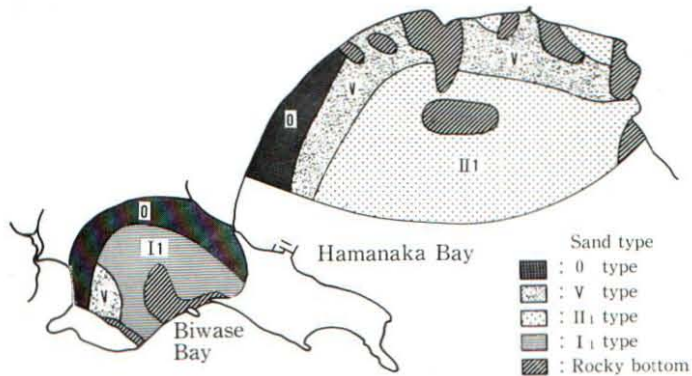


Fig. 2. Geographic distribution of each sand type classified by SATO's Sand-type Diagram method.

結 果

1. 底質粒度型の分布

佐藤 (1959) の Sand-type Diagram 法から求めた底質粒度型の水平分布をFig. 2 に示した。

浜中湾では、西側の沿岸域にきわめて淘汰の良い細砂から成るO型が存在し、その沖合を帯状におおように非常に淘汰の良い微・細砂から成るV型が存在する。一方、湾の中央部は、微・細砂の比率が高いII₁型となっている。すなわち、浜中湾の粒度型の分布は、沿岸域から沖合に向いO→V→II₁型へと変化し、底質の粒度組成が沖合に向って細粒化する傾向を示していると言えよう。

琵琶瀬湾では、O型の細砂底により沿岸域がおおわれている。湾の南側にはV型の海域が存在する。湾の

中央部は、淘汰の良い細砂から成るI₁型である。琵琶瀬湾の粒度型分布は、沿岸域から沖合に向いO→V→I₁型へと変化し、浜中湾と同様沖合に向うにしたがって細粒化する傾向を示している。

2. 底質の炭素量および窒素量

底質の炭素量および窒素量の水平分布を Fig. 3 に示した。底質の炭素量は浜中湾では西側の沿岸域で低く、0.3%以下である。幌戸川河口域を中心に高い値を示す海域が存在するが、全般的には沖合に向うにしたがい高い値を示すと言え。琵琶瀬湾でもこれと類似しており、湾中央部に向って徐々に高い値を示す傾向が認められる。

底質の窒素量は、浜中湾では、0.5‰をこえる地点を含む幌戸川の河口域を除いて、ほとんどの調査地点は0.3‰

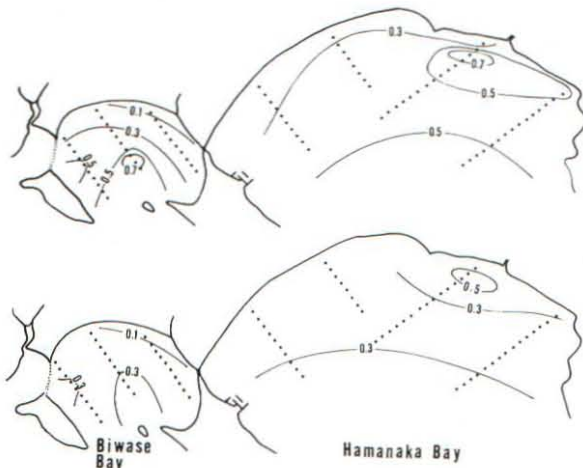


Fig. 3. Sediment characteristics in Hamanaka Bay and Biwase Bay. The upper figure shows the total carbon content (%) and the lower figure shows the total nitrogen content (‰) in sediment.

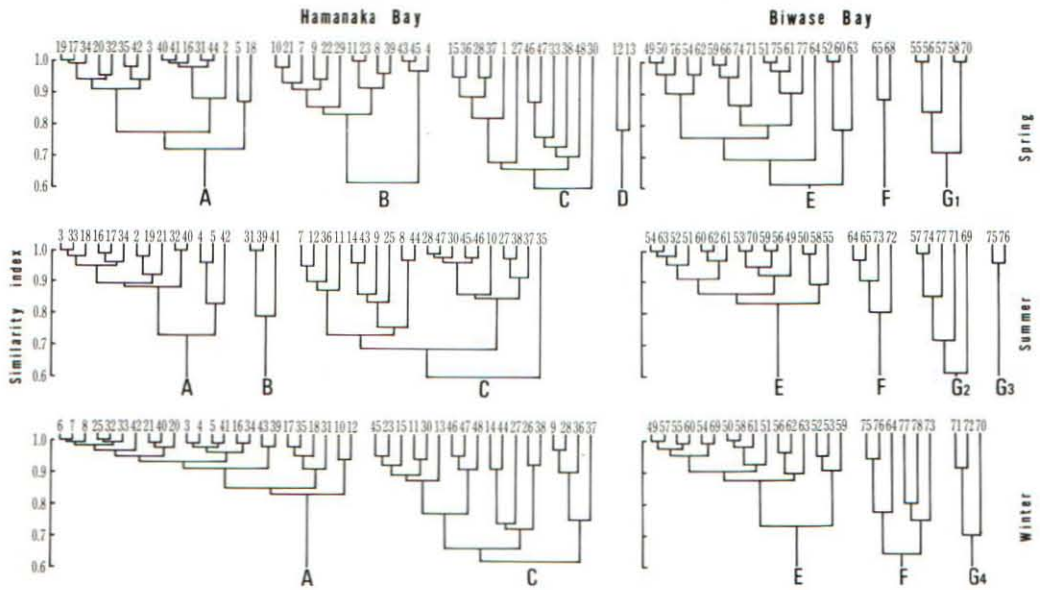


Fig. 4. Plot of results of cluster analysis as dendrograms. Numbers across the top of the dendrograms correspond to each sampling station in Fig. 1.

Table 1. Common species of members of benthic communities in Hamanaka Bay and Biwase Bay.

Cluster group	Spring	Summer	Winter
A	<i>Tecticeps japonicus</i> <i>Eohaustorius eous</i> <i>Diastylopsis dawsoni</i>	<i>Tecticeps japonicus</i>	<i>Tecticeps japonicus</i>
B	<i>Eohaustorius eous</i> <i>Paraphoxus</i> sp.	<i>Eohaustorius eous</i> <i>Hippomedon</i> sp. <i>Tecticeps japonicus</i>	
C	<i>Protomedea</i> sp. <i>Ampelisca brevicornis</i> <i>Nothria holobranchiata</i> <i>Corophium</i> spp.	<i>Nothria holobranchiata</i> <i>Ampelisca brevicornis</i> <i>Paraphoxus</i> sp. <i>Protomedea</i> sp.	<i>Protomedea</i> sp. <i>Tecticeps japonicus</i> <i>Paraphoxus</i> sp. <i>Eohaustorius eous</i> <i>Nothria holobranchiata</i>
D	<i>Chone teres</i>		
E	<i>Eohaustorius eous</i> <i>Tecticeps japonicus</i> <i>Nephtys caeca</i>	<i>Nephtys caeca</i> <i>Eohaustorius eous</i> <i>Hippomedon</i> sp.	<i>Eohaustorius eous</i> <i>Nephtys caeca</i>
F	<i>Protomedea</i> sp. <i>Corophium</i> spp. <i>Siliqua alta</i>	<i>Nothria holobranchiata</i> <i>Protomedea</i> sp.	<i>Protomedea</i> sp. <i>Nothria holobranchiata</i>
G ₁₋₄	G ₁ : <i>Hippomedon</i> sp. <i>Eohaustorius eous</i> <i>Nephtys caeca</i>	G ₂ : <i>Eohaustorius eous</i> <i>Nephtys caeca</i> <i>Tecticeps japonicus</i> G ₃ : <i>Protomedea</i> sp. <i>Ampelisca brevicornis</i> <i>Nephtys caeca</i>	G ₄ : <i>Diastylopsis dawsoni</i> <i>Nephtys caeca</i> <i>Nothria holobranchiata</i>

以下である。炭素量と同様沖合に向うにしたがい高い値となる。琵琶瀬湾では、湾中央部を除きほとんどの調査地点が0.3%以下である。

3. 底生動物群集

浜中湾と琵琶瀬湾に出現する底生動物は、節足動物33種、軟体動物27種、環形動物21種、棘皮動物3種、紐形動物2種、原索動物1種の合計87種である。これらの底生動物の編組比率は節足動物76.9%、環形動物20.5%、軟体動物2.4%であり、これら3つの動物群が底生動物組成の大部分を占めている。

各地点間の底生動物の種構成の類似性を検討するために、MORISITA (1959) の Similarity index (C_{λ}) を適用し、群分析のため MOUNTFORD (1962) の平均連結法により、類似度が0.6までのデンドログラムを作成した (Fig. 4)。また、Table 1 には各群集を構成する底生動物のうち、編組比率が10%以上を占める種を、編組比率が高い順に示した。

浜中湾では、春季には等脚類のシオムシ *Tecticeps japonicus* が優占し、クマ類の *Diastylopsis dawsoni*、端脚類の *Eohaustorius eous* の編組比率が比較的高いA群集、*E. eous* が優占し、端脚類 *Paraphoxus* sp. の個体数も多いB群集、端脚類 *Protomedea* sp. が優占し、端脚類のスガメソコエビ *Ampelisca brevicornis*、ドロクダムシ属 *Corophium* spp. や多毛類のカナブツイソメ *Nothria holobranchiata* の生息がみられるC群集、多毛類のコウキケヤリ *Chone teres* の編組比率が著しく高率を占めるD群集に区分される。夏季には *T. japonicus*、*E. eous* および *N. holobranchiata* が優占する3つの群集に区分される。これらは、春季の各群集に対する類似性の高さからそれぞれA、BおよびC群集とした。同様にして冬季には *T. japonicus* が優占するA群集と *Protomedea* sp. が優占するC群集の2つの群集が認められる。

琵琶瀬湾の底生動物群集は春季には *E. eous* が優占し、*T. japonicus* と多毛類のハヤテシロガネゴカイ *Nephtys caeca* の生息密度も高いE群集、*Protomedea* sp. が高率で、*Corophium* spp. やオオミゾガイ *Siliqua alta* がこれに加わるF群集、*Hippomedon* sp. が高率で、*E. eous* や *N. caeca* の生息がみられるG₁群集に区分される。夏季と冬季には、EおよびF群集が春季と共通して認められる。これらの他に、夏季には *E. eous* が優占し、*N. caeca*、*T. japonicus* が比較的高い編組比率を占めるG₂群集と *Protomedea* sp. が優占し、*A. brevicornis*、*N. caeca* も主要構成種となるG₃群集が存在し、冬季には *D. dawsoni* が優占し、*N. caeca*、*N. holobranchiata* が主要構成種となるG₄群集が識別される。

以上のように、浜中湾でA~Dの4群集、琵琶瀬湾でE~G₄の6群集に区分された底生動物群集の水平分布を季節ごとに示したのが Fig. 5 である。浜中湾では、周年を通して沿岸域にA群集区、沖合にC群集区が存在する。春季にはA群集区とC群集区の間

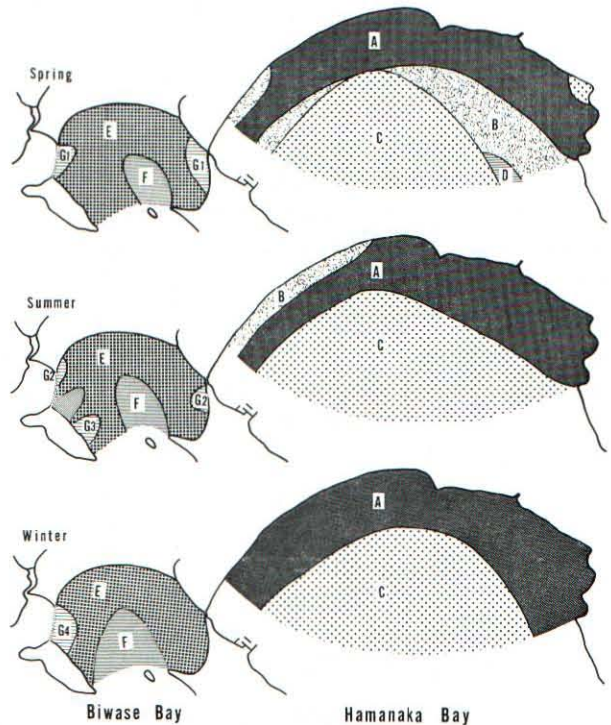


Fig. 5. Geographic distribution of each cluster group in Hamanaka Bay and Biwase Bay. See Fig. 4 for A~G.

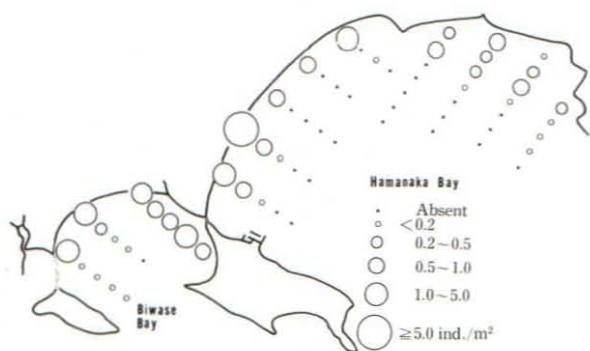


Fig. 6. Distribution of the Japanese surf clam in Hamanaka Bay and Biwase Bay.

4. ホッキガイの分布

浜中湾と琵琶瀬湾のホッキガイの密度分布を Fig. 6 に示した。浜中湾の東側では、ホッキガイ個体群の分布域は全般的に低密度ではあるが、比較的沖合まで広がっている。水深 4 m 付近の海域に、0.4~0.6 個体/m² の密度域が沿岸線と平行に帯状に存在する。浜中湾の西側では、沿岸域に 1 個体/m² を上回る高密度な海域が存在するが、分布範囲は湾の東側と比較して狭い。一方、琵琶瀬湾では沿岸域で密度が高く、多くの地点で 0.5 個体/m² を上回っており、分布範囲も広く、ほぼ湾の全域に生息がみられる。

考 察

浜中湾と琵琶瀬湾における砂底域の底生動物群集は A~G₄ の 10 群集に区分された。浜中湾では、シオムシ *T. japonicus* が優占種となる A 群集が沿岸域をおおっているが、春季と夏季には、この群集区の周囲の *T. japonicus* 密度が低い海域で、広範囲な分布域を有する端脚類の *E. eous* が相対的に編組比率が高くなるため（高丸・落合, 1982）、この種が優占種となる B 群集区が形成される。冬季には *T. japonicus* 個体群は仔虫の放出が完了し（桜井・山代, 1956）、生息個体数が増加するため、B 群集区は消滅する。また、琵琶瀬湾の G₁, G₂ および G₄ 群集は、出現種の構成比率が異なるが、沿岸域の E 群集と共通種が多く、G₃ 群集は沖合の F 群集と共通種が多い。このように、浜中湾と琵琶瀬湾の底生動物の群集構造は、季節的に種構成の変化はあるが A, E 群集などの沿岸域の群集と C, F 群集などの沖合の群集に大別することができよう。

水理学的条件により左右される底質の粒度組成は、その食物供給に適応した摂餌様式により決定される動物群集の分布と密接な関連性があるといわれるので（SANDERS, 1958）、底質の粒度型と炭素量、窒素量、ホッキガイの密度および底生動物群集との対応関係を Table 2 に示した。沿岸域にみられる O 型の海域では

Table 2. Carbon and nitrogen contents, density of the surf clam and benthic communities in each sand type area.

Sand type	Carbon (%)	Nitrogen (‰)	Density of surf clam (ind./m ²)	Benthic community		
				Spring	Summer	Winter
O	0.18	0.14	1.50	A, E, G ₁	B, E	A, E
V	0.34	0.19	0.22	A, E	A, F, G ₂	A, F, G ₄
II ₁	0.43	0.24	0.02	B, C	C	C
I ₁	0.44	0.19	0.12	E, F	E, F, G ₃	E, F

炭素量および窒素量ともに低く、それぞれ0.18%と0.14%である。底生動物群集は浜中湾では春季と冬季はA群集、夏季はB群集で、琵琶瀬湾ではEおよびG₁群集である。この海域のホッキガイ密度は1.50個体/m²と高密度である。この沖合に存在するV型の粒度型を示す海域は炭素量と窒素量がそれぞれ0.34%と0.19%でO型の粒度型を示す底質よりやや高い値になる。底生動物群集は浜中湾では沿岸性のA群集に属するが、琵琶瀬湾ではE、F、G₂およびG₄群集がみられる。ホッキガイの密度はO型より低く、0.22個体/m²である。浜中湾の沖合に存在するⅡ₁型の海域では、炭素量と窒素量はO型やV型の海域より高い値を示し、それぞれ0.43%と0.24%となる。底生動物群集は春季にはB群集に属する地点もみられるが、ほとんどは湾の中央部に存在するC群集に属している。この海域では、ホッキガイの平均密度は0.02個体/m²と著しく低く、多くの調査地点ではホッキガイの生息がみられない。琵琶瀬湾の沖合に存在するⅠ₁型の海域では、炭素量と窒素量はそれぞれ0.44%と0.19%で底生動物群集はE、FおよびG₃群集に属している。ホッキガイの密度は低く、0.12個体/m²である。

以上のように、浜中湾と琵琶瀬湾における底質の物理・化学的性状や底生動物群集の分布はホッキガイの分布と密接な対応関係がみられ、これらによるホッキガイ漁場の評価が可能と考えられる。すなわち、O型の粒度型を有し、A、BおよびEの底生動物群集に属する海域は、ホッキガイの生息に適当な漁場環境を有し、良好なホッキガイ漁場と言えよう。また、V型の粒度型で、AおよびEの底生動物群集に属する海域は、ホッキガイの生息可能範囲であり、漁場として利用することが可能な海域であると推察される。しかし、沖合のⅡ₁型、Ⅰ₁型の粒度型で、CおよびFの底生動物群集に属する海域は、ホッキガイの生息には不適当な漁場環境と考えられる。中尾(1977)は、東北および北海道南部のホッキガイ漁場について調べ、炭素量が0.3%以下、窒素量が0.2%以下で底質型が粗砂や中砂からなるⅢ₁、Ⅲ₂型または細砂からなるO、Ⅰ₁型の海域がホッキガイ漁場として適当な条件であるとしている。浜中湾と琵琶瀬湾においても炭素、窒素量の低いO型の海域でホッキガイ密度が高い点で他の海域と共通しているように思われる。

要 約

北海道東部の浜中湾と琵琶瀬湾のホッキガイ漁場について底生動物群集と底質の物理・化学的環境条件について観察し、以下の結果を得た。

1. 佐藤(1959)のSand-type Diagram法による底質粒度型は、浜中湾では沿岸域から沖合に向いO→V→Ⅱ₁型へ、また、琵琶瀬湾ではO→V→Ⅰ₁型へと変化し、沖合に向うにしたがい淘汰度が低下し、細粒化する傾向がみられた。
2. 底質の炭素量と窒素量は、幌戸川河口域でやや高い値がみられたが、両湾とも沿岸域で低く、それぞれ0.3%および0.3%以下であるが、沖合に向うにしたがい高い値となる傾向を示した。
3. 底生動物群集は、MORISITAのsimilarity indexを用いて、MOUNTFORD法による群分析を行い、浜中湾ではA～Dの4群集、琵琶瀬湾ではE～G₄の6群集に区分された。
4. 浜中湾と琵琶瀬湾においては、湾の沿岸域に存在するA、BおよびE群集がホッキガイの生息範囲と一致し、とくに、O型の底質粒度型を有する海域が良好なホッキガイ漁場と考えられた。また、C、F群集など沖合の底生動物群集に属する海域は、ホッキガイの生息には適しないと考えられた。

文 献

- 有馬健二・松本 博・後 留吉(1972):三石町のホッキガイ資源について 北水試月報 29(4) 8-16
 有馬健二・元谷 怜・木村 豊・四ツ屋義則・福田勝利(1975):静内町のホッキガイ資源について
 北水試月報 32(11) 13-23
 MORISITA, M. (1959): Measuring of interspecific association and similarity between communities.
 Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E. (Biol.), 3(1), 65-80.

MOUNTFORD, M. D. (1962) : An index of similarity and its application to classificatory problems.

In P. W. MURPHY, *Progress in Soil Zoology*, Butterworth, London, 43-50.

中尾 繁 (1977) : ホッキガイ漁場の底生動物群集と底質環境 北大水産彙報 28(3) 95-105

桜井基博・山代昭三 (1956) : 釧路地方の塩虫漁業と塩虫 (*Tecticeps japonicus* IWASA) の生態二・三について 北水試月報 13(4) 149-159

SANDERS, H. L. (1958) : Benthic studies in Buzzards Bay I. Animal-sediment relationships. *Limnol. Oceanogr.*, 3, 245-258.

佐藤任弘 (1959) : 能代沖の底質 (Ⅱ) 砂の分類に関する一考察 水路要報 (60) 45-56

高丸禮好・落合敏邦 (1982) : 浜中湾および琵琶瀬湾のヨコエビ端脚類 本誌 (24) 29-39

THORSON, G. (1955) : Modern aspects of marine level-bottom animal communities. *J. mar. Res.*, 14(4), 387-397.

忍路湾におけるエゾアワビ人工種苗放流試験

宮本建樹・斎藤勝男・元谷 怜*

(北海道立中央水産試験場) *(北海道立函館水産試験場)

西川信良**・門間春博***・川村一広***

** (北海道立稚内水産試験場) *** (北海道立栽培漁業総合センター)

Experimental studies on the release of the cultured seeds of abalone, *Haliotis discus hannai* INO in Oshoro Bay, Hokkaido.

Tateki MIYAMOTO, Katsuo SAITO, Satoshi MOTOYA*,

Nobuyoshi NISHIKAWA**, Haruhiro MONMA***

and Kazuhiro KAWAMURA***

(Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)

*(Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)

** (Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station)

*** (Hokkaido Institute of Mariculture)

The behavior, growth and survival ratio of the abalone's seed, *Haliotis discus hannai*, produced by the artificial mass culture were observed in Oshoro Bay, west of Hokkaido from 1976 to 1979. About twenty thousand individuals of the seed, 24.8 mm in average shell length, were released on the 26 th of May, 1976. The results obtained were summerized below :

1. Most of the seeds get out of the rearing cage to the ground within three days after the settlement of the cage in the sea, although 2.9% of individuals remained in the cage. The higher densities were observed within 10 m around the releasing point after 491 days. The distribution of the seeds corresponded with the growing area of algae.

2. The larger seeds at the releasing time distributed the broader area. Furthermore, seeds showing an inferior growth stayed near the releasing point for a long time.

3. The asymptotic length in each group of different shell length at the releasing time showed the lower value than the aboriginal abalone. Their values were estimated ranging from 77 mm to 109 mm.

4. On the basis of the growth curve, the highest growth was observed between 30 mm and 40 mm in shell length. As the growth ratio was higher in the smaller seeds than the larger ones, the shell length of released abalones became the same each other after 3 years.

5. In 154 days after the survival ratio was 15% to 20%, after that, the ratio was almost constant until 491 days after. The ratio was less than 10% under 22 mm in shell length at the releasing time and was 23% to 31% above 22 mm.

はじめに

アワビ類の人工採苗技術は各地の長い研究と実践によって、1事業所で年10万～100万個の種苗を安定して生産できるまでの水準に達している¹⁾。人工採苗技術がアワビの増殖技術の一つとして確立されるためには、種苗を漁場に放流してから漁獲するまでに存在する諸問題が解決されなければならない。その一つである放流後の問題についても10年余にわたる各地の試験の知見が整理されつつある²⁾。

北海道においても北海道立栽培漁業総合センター（以後、栽培センターと略称する）の人工採苗技術の研究を基礎に、北海道栽培漁業公社、2～3の自治体、漁協で採苗所が建設され、種苗の生産が行われている。それに伴い放流後の追跡調査が各地で始められているが、調査の報告は少ない。

北海道立水産試験場、栽培センターの磯根研究グループでは、エゾアワビ人工採苗技術の評価と課題を整理するために、1976年から1979年の間忍路湾において人工種苗の放流試験を行い、2、3の知見を得たのでここに報告する。

報告にあたり、計画の立案からとりまとめにいたるまで多大のご協力をいただいた道立各水産試験場、栽培センターの磯根研究グループの諸氏に深謝する。また、本試験にともに参加していただいた後志北部地区水産技術普及指導所、小樽市漁業協同組合及び小樽市役所の担当者に感謝する。さらに、試験区の設定と試験期間中の全面禁漁を快諾していただいた忍路地区の漁業者の方々、調査のたびに御協力いただいた柴崎礼蔵氏、北海道大学忍路臨海実験所、信太和郎氏にお礼申し上げる。

材料及び方法

試験を行った忍路湾は北海道の日本海中部に位置している (Fig. 1)。

忍路湾の湾奥東岸に海岸線約90mの試験区を設けた。

試験区の海岸線に10mおきに10点の基点を設け、基点から沖に向かって海岸線と垂直に調査線を設定した。この試験区の水深、底質及び動物、海藻の分布は、事前調査として種苗放流前の1976年5月24～26日に調査した。

試験に用いた種苗は、1974～1975年に栽培センターにおいて採苗したものである。採苗後同センターにお

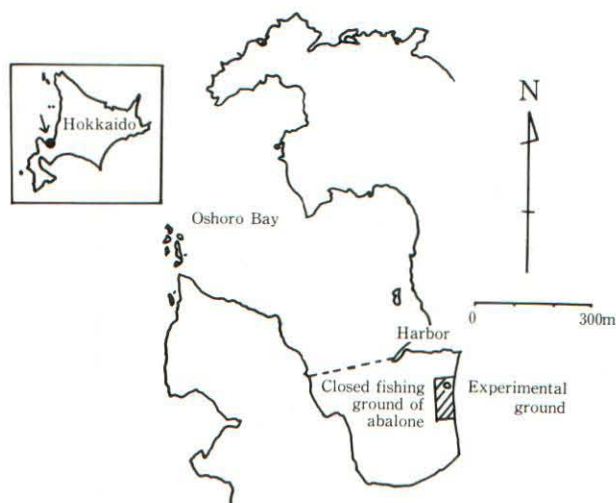


Fig. 1. Location of the experimental ground in Oshoro Bay.

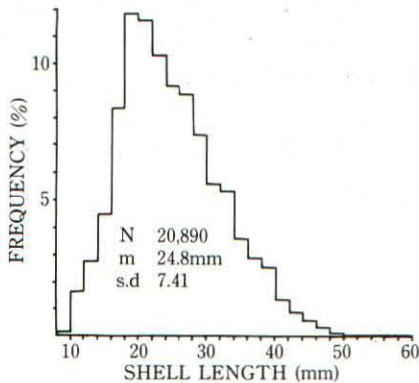


Fig. 2. Frequency distribution of the released seeds.

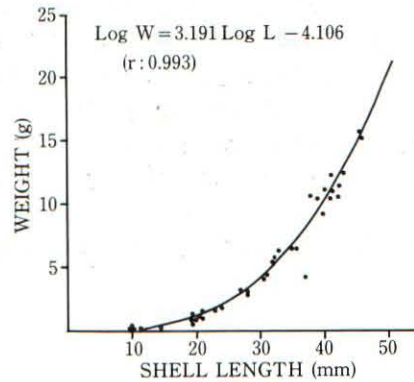


Fig. 3. Relation between the shell length and the weight in the released seeds.

いて飼育し、その後忍路湾において垂下育成カゴで6カ月～1年間中間育成を行った。

1976年5月20日に中間育成された種苗を、目視によって殻長10mm未満、10～20mm、20～30mm、30～40mm、40mm以上の5つの群に分け、各群を計数し約2,700個を抽出して殻長を測定した。放流した種苗は20,890個体である。その殻長組成はFig. 2に示したように、殻長20～30mmが47.3%を占め、10mm未満0.1%、40mm以上3.2%で、平均殻長は24.8mmである。

また、種苗の殻長と全重量の関係は、10mmグループ毎には有意の差*が無く、全体の関係式はFig. 3のとおりである。

測定後5日間放流用カゴで蓄養し、5月26日に放流した。放流場所は調査線Ⅴの距岸17m (Fig. 4)で、底質は岩盤上に転石があり、水深は約1mである。放流の方法は放流用カゴの周囲の網を切り、底に沈め転石を置いて固定し、種苗がカゴから自然に移動するようにした。カゴは放流3日後に、付着していた個数を計数した後撤収した。

放流後の調査は、放流1日後、2日後、4日後及び9日後に放流種苗（以後、放流貝とする）の移動と他の動物の蛸集状況を観察した。

1976年6月17日（第1回）、8月9日（第2回）、10月27～29日（第3回）、1977年2月15日（第4回）及び5月25日（第5回）には分布調査を行った。調査は1m²枠内のエゾアワビを採集し、放流貝と天然貝**を選別、計数し殻長を測定した。また、採捕場所毎に10～20個体抽出して重量を測定したが、重量は特に大きな付着物以外は付着したままの湿重量とした。各調査における調査線はFig. 8-1～8-5のとおりで、第1回調査では、放流点を中心に調査線を十字に設定し、2m毎に調査を行い、第2回調査では、第1回の調査線に距岸8mの平行な調査線を加え、前者では1m毎に後者では2m毎に調査した。第3回調査は、調査線ⅡからⅩ線までの各調査線で1m毎に調査した。第4回調査では、第2回調査にさらに距岸20mの平行な調査線を加え、全ての調査線で2m毎に調査した。第5回調査では、第3回調査と同じ調査線で2m毎に調査した。

1977年9月29日には全数採集調査、10月13日にはその補完調査を行った。全数採集調査は試験区を13区画に分け、一定時間、発見した全個体を採集し、時間、人数及び調査面積を記録した。補完調査は、第5回の分布調査と同様に行った。

その後、1978年5月7日、10月12日及び1979年10月16日には、成長調査を継続した。

* 本報告では特に断わらず有意差を述べる場合は、危険率を2%とした。

** 後述するように試験区には天然に発生した個体だけでなく、天然種苗も移植され生息しているが、放流貝に対してそれらを一括して天然貝とした。

アワビの採捕は、平磯（後述）ではノゾキを用いてカギ、タモで、転石帯（後述）ではスキューバ潜水により行った。採捕した個体は、分布調査の平磯では数個体のサンプルを除いては、採捕場所で測定してその場に放流し、転石帯では陸上で測定した後、転石帯の中央部に分散して放流した。しかし、全数調査では測定後全ての個体を試験区対岸の湾西岸に放流した。

天然貝と放流貝の区別及び個体毎の成長量の測定は、放流貝の殻色（緑色）によった。貝殻に付着物が付いて判別困難な個体が放流後1年半以後で増加したが、それらは、殻表をブラシでこすって選別、測定した。

また、死殻は各調査時及びその他適宜に採集した。

結 果

1. 試 験 区

(1) 漁場の利用状況

忍路湾々奥部は1967年よりアワビの禁漁区になっており（Fig. 1）、5年に1度程度漁獲され、本試験の始まった1976年以降では、1978年10月に漁獲が行われた。また、ほぼ2年毎に天然種苗が放流されており、1974年に4,500個体が放流されているが、その後は、1980年まで行われていない。しかし、人工種苗は、1977年10月に約10,000個（平均殻長16.2mm）を、放流時期の試験のため同じ場所に放流した。ウニ類についても2年に1度の漁獲に規制されている他、沖合のウニ類が移殖されている。また、試験区のホソメコンブは、1976年は採取されなかったが、1977年以降採取されている。

(2) 底質及び水深

試験区の底質を Fig. 4 に、水深を Fig. 5 に示した。

底質は距岸10～30mまでの平磯*と、距岸40～60m以沖に広がる砂地及びその両者の間の転石帯に大別される。また、平磯及び転石帯は、底質の特徴によって Fig. 4 のように各々3つの型に細分される。

平磯の水深は1m以浅で、調査線Ⅰより湾奥部（試験区外）及び調査線Ⅹの平磯では大部分が水深50cm以浅となる。大潮の干潮時には沿岸部や中間部の大きな転石、凸部の上部及びⅩ線の平磯の中心部は干出する。

転石帯の水深は、中央より沿岸の b_1 （Fig. 4）でおおむね1～2m、 b_2 及び b_3 で2～4mである。転石の大きさは、長径で30～50cmのものが多く、これは平磯上の転石も同じである。

これら平磯と転石帯を合わせた試験区の面積は、砂の移動で変化するが約3,700m²である。

試験区より湾奥部は、調査線Ⅰより海岸線約50m、面積約490m²の平磯が続いている。転石帯は著しく狭まりながら南岸に続いている。東岸から南岸に続く部分は傾斜の緩い狭い転石帯で、波で移動する転石が多くエゾアワビの生息は見られなかった。また、試験区から港にかけては、転石帯の b_1 部が、調査線Ⅹから海岸線で約44m、面積で約300m²続いている。その沖には割石で造成された転石帯があり港まで続いているが、浮泥が薄く覆っており、エゾアワビの生息は極めて少なかった。

(3) 海藻の生育

試験区の花藻はほとんど平磯だけに生育しており、平磯以外では調査線Ⅳ及びⅩ線から港にかけての水深1m以浅の転石帯 b_1 部とⅥ線の暗礁の上面に生育しているが、量は少ない。事前調査における海藻の生育量を Fig. 5, Table 1 に示した。

海藻の生育量は、調査線Ⅹから湾奥にかけての平磯中央部に多く、試験区の平磯を平均すると湿重量で約880 g/m²であった。種別にはホソメコンブが、このうち76%を占めていた。種類数は平磯中央部より陸側

*「海岸に於ける諸作用と海岸線の発達」³⁾によれば、海岸（Shore）から沖合海底堆積面（Shoreface）にある浸食を受けた岩盤を波蝕台（bench 又は Wave-cut bench）とし、隆起した海蝕台が浸食されたものを海蝕面（marine plane）としている。平磯は、これらのうち表面に堆積物（blach）をほとんどもたない平坦な地形の総称として一般に用いられており、tidal flat of rock と訳した。

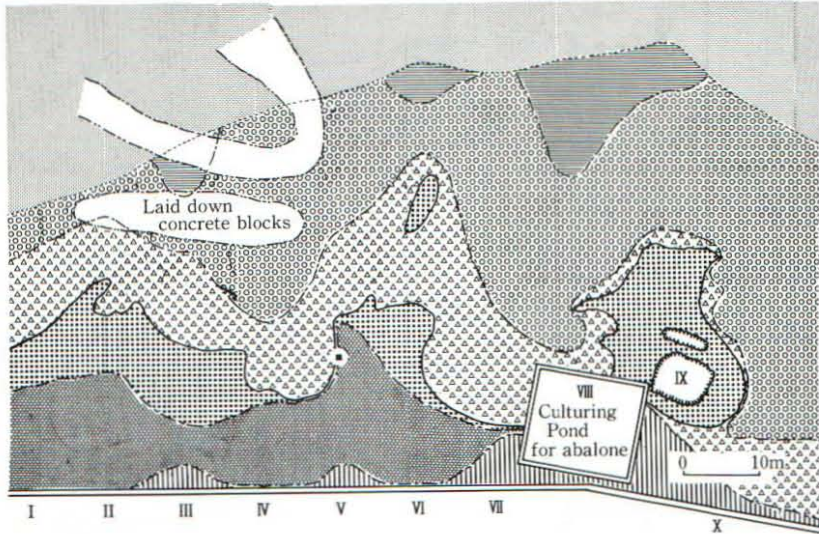
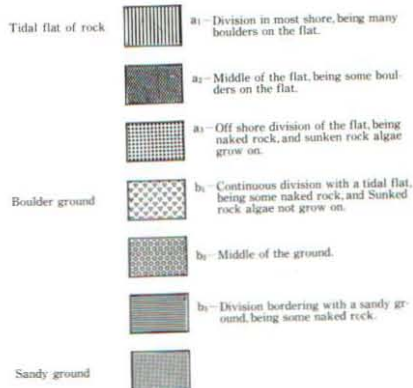


Fig. 4. A map showing bottom in the experimental ground. Roman numerals are starting points of sampling line

■ : released point



に多く、全体で31種が観察された。このうち出現頻度が50%を超えるのは、アナアオサ、カヤモノリ、ホソメコンブ、ダルス及びモロイトグサであった。

(4) 主な底生動物の分布

事前調査における試験区のエゾアワビ（天然貝）の分布と殻長組成を Figs. 6, 7 に示した。

エゾアワビは平磯の周縁部を中心に分布していた。平磯と転石帯との境界を中心として、5m毎に帯状に区分し、各帯状区域の密度（個体数/㎡）を求めると、境界の陸側5m（調査線Ⅵの暗礁上面を含める）で2.1個体となり、そこから離れるに従って密度が小さくなった。殻長は、7～94mmの範囲で、転石帯では各階級にはほぼ一様に分散し、平磯では殻長50～60mmを中心に正規型に近い分散を示した。しかし、平均殻長は両者とも54mmであった。また、1975年発生群と考えられる殻長10mm前後の個体は、調査線Ⅹの平磯先端から沖へ1m及び12mの地点の転石帯で、5個体採集された。殻長15～30mmの個体は6個体で、そのうち4個体は転石帯で採捕された。

ウニ類（エゾパフンウニ、キタムラサキウニ）は転石帯で非常に密度が高く、特にキタムラサキウニは転石帯全体の平均で17.2個体/㎡であった。しかし、平磯では縁部から2m以上陸側では、5点の平均で1

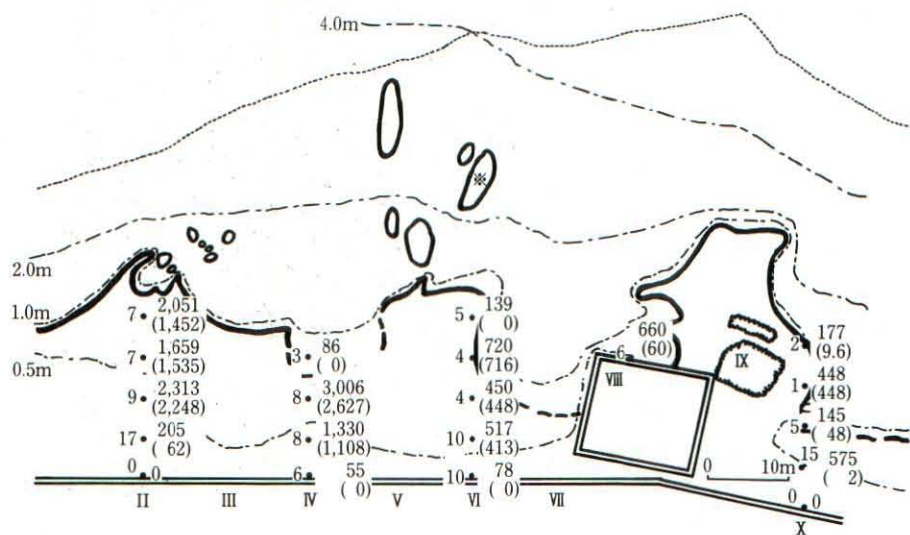


Fig. 5. Depth contours and distribution of algae in the experimental ground, May 24, 1976. Right numbers of each station are wet weight of algae per a square meter, and parenthesized numbers are same of *Laminaria religiosa*. Left numbers are numbers of species of algae. Some algae like on a tidal flat of rock were surveyed on an upper surface of sunken rock (※) which was 0.3~0.5 m depth, but not measured. Dotted line shows the border with a sandy ground.

Table 1. Frequency and abundance of the algae on the tidal flat of rock in the experimental ground, May 24, 1976.

	F	S.C		F	S.C
CHLOROPHYTA			<i>Gelidium amansii</i>	28	7.2
<i>Monostroma angicava</i>	11	0.1	<i>G. vagum</i>	17	0.1
<i>Ulva pertusa</i>	89	15.0	<i>Dumontia simplex</i>	17	6.1
<i>Enteromorpha compressa</i>	6	0.1	<i>Neodilsea yendoana</i>	22	13.3
PHAEOPHYTA			<i>Schizymenia dubyi</i>	6	0.3
<i>Sphacelaria variabilis</i>	6	0.4	<i>Gigartina ochotensis</i>	17	0.1
<i>Desmarestia viridis</i>	6	9.3	<i>G. pacifica</i>	11	0.3
<i>Punctaria latifolia</i>	17	1.1	<i>G. japonica</i>	6	0.8
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	50	4.3	<i>Chondrus ocellatus</i>	17	0.1
<i>Colpomenia sinuosa</i>	6	1.7	<i>C. yendoii</i>	17	8.1
<i>Laminaria religiosa</i>	78	620.9	<i>C. pinnulatus f. armatus</i>	6	0.1
<i>Costaria costata</i>	39	66.4	<i>Palmaria palmata</i>	56	18.7
<i>Undaria pinnatifida f. distans</i>	11	19.9	<i>Campylaeophora crassa</i>	6	+
<i>Sargassum confusum</i>	28	3.6	<i>Acrosorium yendoii</i>	11	0.1
<i>S. thunbergii</i>	6	0.5	<i>Polysiphonia morrowii</i>	67	14.1
RHODOPHYTA			<i>P. japonica</i>	22	0.2
<i>Porphyra yezoensis</i>	28	3.0			

F : Frequency (%)

S.C : Standing crop (g/m²)

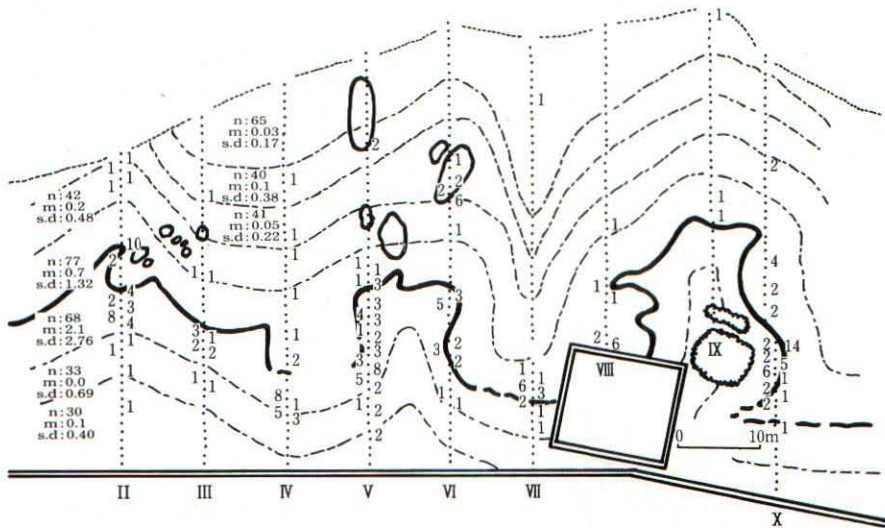


Fig. 6. Distribution of aboriginal abalones before the experiment, May 24, 1976. Numbers are individuals per a square meter. Dot-dash-lines show each five meter zone centered at the edge of the tidal flat of rock. Number of quadrat(n) and mean(m), standard deviation(s.d.) of individuals per a square meter of each zone are calculated.

個体/ m^2 を越えるところは少なく、キタムラサキウニよりエゾバフンウニの方が多かった。

ヒトデ類は、イトマキヒトデ、ヒトデ、ヒメヒトデ、エゾヒトデ、その他の種が採集されたが、生息量が多いのはイトマキヒトデであった。分布は、岸から10mの範囲では少ないが、それより沖では、砂地まで全域にわたって分布しており、全体の平均で1.9個体/ m^2 、最も多いところで10個体/ m^2 、距岸5m毎の平均では6.6個体/ m^2 であった。

十脚目の短尾類は、ヒライソガニ、イソガニ、ヨツハモガニが、異尾類はイボトゲガニ、イボガニ、コブカナダマン及びヤドカリ類が採集された。短尾類は試験区全体に分布していたが、特に平磯の転石にイソガニが多く生息していた。ヤドカリ類を除く異尾類は転石帯に分布しており、特にイボトゲガニは転石帯のほとんどの転石の下で観察された。

2. 放流後の分布の変化

放流後の観察で放流貝が多く見られた範囲は、1日目では放流点から2m以内、2日目及び4日目では5m以内、9日目では10m以内であった。放流後3日目の放流カゴ撤収時に、カゴ内のシェルターに付いていた個体は609個体で、放流数の2.9%であった。カゴから移動した個体は、周囲の転石や凹みに集中していた。移動の方向は平磯の陸側、調査線Ⅳの転石帯の方が多か

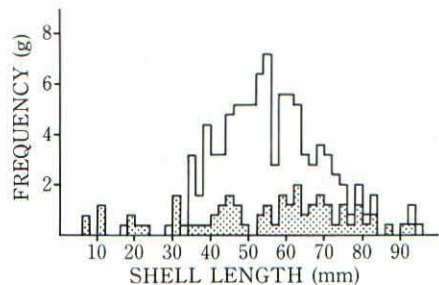


Fig. 7. Frequency distribution of the aboriginal abalones which were collected in the experimental ground before the experiment.

Total n 250
m 54.5
s.d. 15.6

Boulder ground
n 73
m 54.2
s.d. 21.2
 Tidal flat of rook
n 177
m 54.7
s.d. 12.7

June. 17, 1976

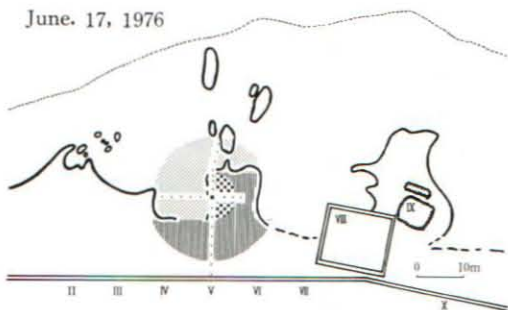


Fig.8-1. Distribution of the released seeds at 22 days after releasing.

- : sampling station(quadrate)
- : released point
- ▨ : high density division in distribution
- ▤ : middle density division
- ▦ : low density division

These distribution are estimated by numbers recaptured in every quadrate.

Aug. 9, 1976

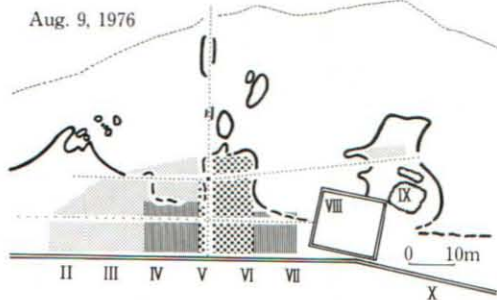


Fig.8-2. Distribution of the released seeds at 75 days after releasing.

Oct. 27, 1976

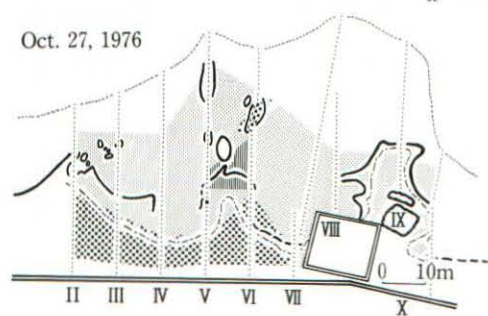


Fig.8-3. Distribution of the released seeds at 154 days after releasing. A dot-dash line shows the border of which algae grow in shore side.

Feb. 15, 1977

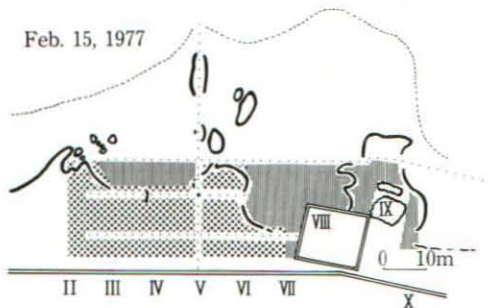


Fig.8-4. Distribution of the released seeds at 266 days after

May. 25, 1977

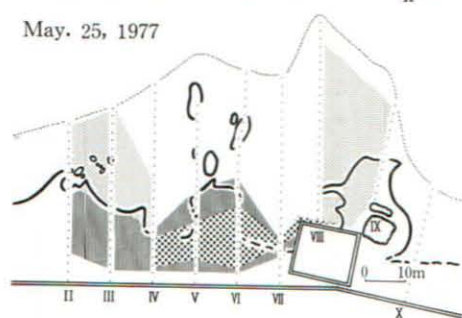


Fig.8-5. Distribution of the released seeds at 364 days after releasing.

Table 2. The distribution estimated of the released seeds and their density in the experimental ground.

Date	Days after releasing	Distribution area estimated (m ²)									
		High density division			Middle density division			Low density division			Total area
		area	density		area	density		area	density		
			m	s.d		m	s.d		m	s.d	
June 17,1976	22	39.3	92.9	60.17	228.5	27.6	36.90	245.3	1.6	1.71	513.1
Aug. 9,1976	75	252.0	17.6	18.61	222.0	3.0	2.83	421.5	0.3	0.51	895.5
Oct. 27,1976	154	561.5	5.5	6.45	80.0	1.6	1.45	1,680.0	0.3	0.66	2,321.5
Feb. 15,1977	265	836.0	3.3	3.79	643.8	0.3	0.45				1,479.5
May 25,1977	364	326.5	6.0	4.79	528.0	1.9	1.41	779.0	0.1	0.36	1,633.5

Density is numbers of the seed per a square meter. m : mean s.d : standard deviation

った。平磯でも調査線Ⅵの平磯先端部のように海藻の着生していないところでは観察されなかった。

放流後約1年の間に行った5回の分布調査から推定される試験区内の分布範囲を、各調査毎の密度によって大まかに3区分して、Fig. 8-1~8-5に示した。また、その密度別の面積と1m²当たりの平均密度を算出しTable 2に示した。分布範囲は、放流後22日では調査点数が少ないので放流点を中心にした同心円で求め、その他の調査では、おおむね再捕個体のない調査点が3点以上続いた最初の調査点を分布限界の目安とし、周囲の再捕状態を勘案して推定した。

放流後22日の1976年6月17日には、放流点から10~13m以内の平磯や転石帯で再捕されたが、転石帯では密度が低く1~2個体/m²であった。放流点から5m以内の平磯の凹みや転石では、密度が高く100個体以上/m²の分布が4調査点あり、平均密度は約93個体であった。

放流後75日の1976年8月9日には、平磯の陸側に分布が広がり、調査線Ⅱより湾奥でも再捕された。また、調査線Ⅸの平磯にも移動しており、これは放流点からの直線距離で約43mである。転石帯で再捕された個体が少ない(9個体)ため、転石帯の分布範囲が小さくなっているが、平磯での移動の状態や後の調査結果から、実際にはもう少し広く転石帯にも分布していると思われる。密度の高かった調査線ⅤとⅥ線の間の平磯では、17.6/m²個体であった。

放流後154日の1976年10月27日には、転石帯でも広く再捕され、分布範囲は約2,320m²と試験区全体の60%以上に広がったと推定された。しかし、密度が高かったのはやはり平磯で、その範囲は海藻の着生範囲とほぼ一致した。また、調査線Ⅵの暗礁上でも平磯と同程度の密度の分布がみられた。

放流後265日の1977年2月15日には、平磯及び平磯先端周辺の転石帯に分布していたが、転石帯の分布は調査点が少なく不明であった。

放流後364日の1977年5月25日には、調査線Ⅲ、Ⅶ及びⅨ線の砂境で各々1個体再捕され、放流後154日よりさらに分布範囲が広がったと推察される。しかし、転石帯の再捕個体が少なく、推定分布範囲は放流後154日より小さく算出された。調査線ⅣからⅥ線までの平磯中央部及び調査線Ⅶ、Ⅷ線の転石帯沿岸部で密度が高かった。

これらの分布の変化を推定分布範囲内の平磯における放流貝の密度の変化として、Fig. 9に示した。なお、これには放流後491日(全数採集調査)の密度を加えたが、これは推定調査面積(後述)から求めた密度である。放流後75日では、調査線ⅤとⅥ線の間で約18個体/m²であるが、放流点から遠ざかるに従って急激に密度が下り、調査線Ⅳ及びⅦ線より遠くでは、1個体未満/m²となった。最も密度が高いところは、放流後154日では調査線Ⅵ、265日ではⅤ線、364日ではⅣ線と徐々に湾奥に移ったが、その密度は6~8個体/m²で差がなかった。放流後491日(全数採集調査)では、調査線ⅣからⅦまで3.1~3.2個体/m²、Ⅲ線からⅣ線までの間で2.5個体/m²と変化が少なく、Ⅰ線から湾奥部で0.8個体/m²と密度が低くなった。

試験区外の調査は、調査線Ⅱより東岸湾奥部及びⅩ線から港までの間を全数採集で行った (Table 3)。

調査線Ⅱより湾奥部の平磯における CPUE は、放流後154日が2.07 個体/分で最も高かったが、調査時の観察では、放流後の日数が増加するに従って試験区外への分布も広がる様に見られた。

各調査毎に再捕場所別に再捕された放流貝の放流時殻長の平均を求めた (Fig. 10)。各調査とも、場所毎の平均値の偏差には有意差が無かった。平磯における放流時殻長の平均は、放流後75日と265日を除いて、放流点のある調査線Ⅴから離れるに従って大きくなった。しかし、調査線Ⅴの平均殻長は23.8~25.6mmで (放流後75日と265日では28mm)、あまり変化しないのに対して、そこから離れた場所の平均値は経時的に小さくなる為、場所による放流時殻長の差は放流後の日数を経るに従って小さくなった。転石帯における平均殻長は場所別に一定の傾向は見られなかったが、調査線Ⅴの平磯と比較すると、ほとんどの場所で大きかった。また、同じ調査線の平磯と転石帯の平均殻長を比較すると、後者の方が大きい傾向が認められた。

3. 放流後の成長

再捕された放流貝 (以後、再捕貝とする) の放流時殻長と再捕時殻長の組成を調査日毎に Fig. 11 に示した。1979年10月の調査では、供試放流群と1977年10月に放流した群との区別が困難となったので、再捕時殻長が70mm以上の個体を供試放流群と仮定した。これらの組成から各々平均値を算出し Table 4 に示した。

放流時殻長の偏差は経時的に小さくなった。

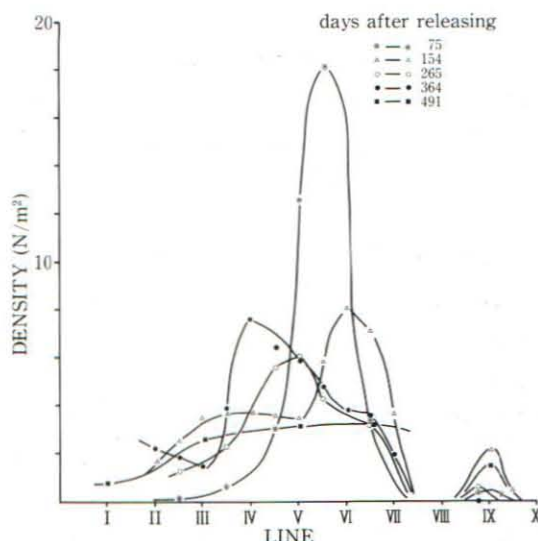


Fig. 9. Variation in density of the released seeds on the tidal flat of rock.

Densities are within an estimated distribution except 491 days after releasing. Density of 491 days after releasing are within a researched areas estimated. (See table 14)

Table 3. Number recaptured at the outside of the experimental ground

Date	Days after releasing	Between line II and inner most part of the bay						Between line X and harbor					
		Tidal flat			Boulder			Division of b ₁ -type			Boulder		
		T	N	CPUE	T	N	CPUE	T	N	CPUE	T	N	CPUE
Oct. 27, 1976	154	30	62	2.07	—	—	—	40	10	0.25	—	—	—
Feb. 15 1977	265	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	0	—
May 25, 1977	364	15	7	0.47	45	5	0.11	?	2	—	?	0	—
Sept. 29, 1977	491	280	408	1.46	60	30	0.50	160	69	0.43	120	92	0.77

Area of tidal flat between the line II and the inner most part of the bay are about 720m².

Division of b₁-type (compare with fig. 2) between the line X and the harbor are about 300m².

T: Total sampling time (minutes) N: Recaptured individuals of the released seeds

CPUE: N/T ? : Not measured

放流時殻長の平均値は、放流後 265 日までは、29~30mm なのに対し、その後は 721 日を除いて、26~28mm でわずかに小さく、両者には有意差があった。

再捕時殻長の偏差も放流後 721 日を除いて漸次小さくなり、平均値は、放流後 265 日を除いて段階的に増加した。

放流時殻長と再捕時殻長の差を成長量とすると、放流後約 1 年で 17mm、約 2 年で 31mm、約 3 年半で 50mm であった。また、成長量を放流時殻長で除した値を成長比とすると、それらの期間でそれぞれ 0.6、1.1 及び 1.9 であった。

放流時殻長別に放流後の成長を Table 5 に示した。成長量（放流後の累積成長量）は、放流後 75 日では放流時殻長の大きい方で大きい。しかし、放流後の時間が経つに従って、放流時殻長が小さい程成長量が大きくなった。また、放流群全体の成長量の偏差は、放流後 721 日までは漸次大きくなり、それ以降では逆に小さくなった。

これに対し、成長比は放流後 75 日までは各放流時殻長で大きな差が無いが、それ以後では放流時殻長の小さい程成長比が大きくなり、その差は経時的に大きくなった。

これらの累積成長量を、放流時殻長 17.5mm (15~20mm グループ代表値、以下同じ)、27.5mm 及び 37.5mm の 3 グループについて比較してみると (Fig. 12)、各グループとも冬期間の成長の停滞させる段階的成長を示した。累積成長量は放流後 500 日の成長量 28~30mm を境にして、それ以前では放流時殻長の大きい方の、以後では小さい方の成長量が大きかった。

Fig. 12 の累積成長曲線において、各凸部の頂点付近と推察される秋期調査、即ち、放流後 154 日、491 日、869 日及び 1,239 日の成長比と放流後の日数との関係を Fig. 13 に示した。

各放流時殻長グループとも、放流後 1,239 日の値が、それ以前の 3 点を結んだ曲線よりも大きかった。1,239 日の値は前述した通り、殻長組成からの推定であり、再捕時殻長の小さい個体が除かれている可能性がある。そこで、1,239 日以前の 3 点をフリーハンドで結び、100 日毎の成長比を読んで、それらの値から WALFORD の定差図を用いて BERTALANFFY の成長式を求めた*。得られた式を外挿して 1,239 日の成長比

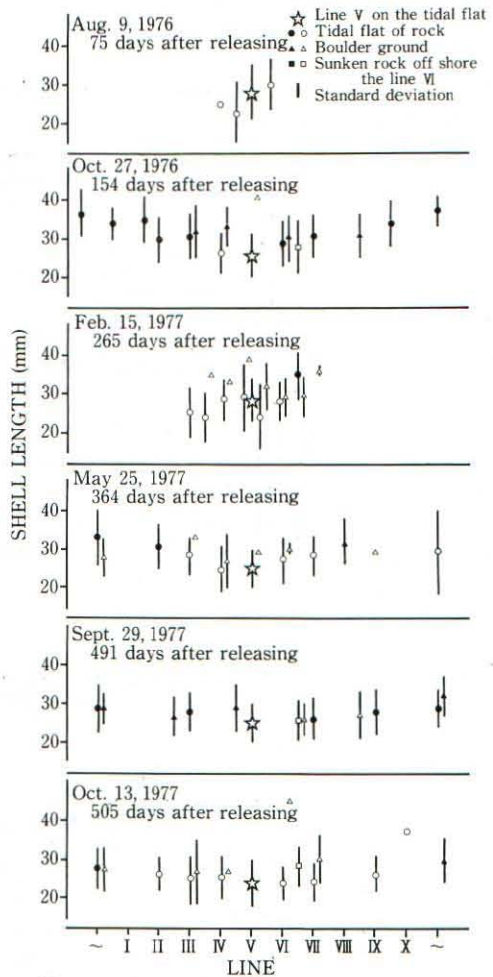


Fig. 10. Shell length at releasing time of the recaptured seeds in each line. Solid marks show significant difference at 2% level compared with the line V.

* 不等時隔のデーターによる成長式を求める GULLAND and HOLT の方法が、久保・吉原⁴⁾や鉄ら⁵⁾によって紹介されている。本文の場合、 $y(x)$, $y(x, \Delta)$ を各調査時の平均殻長として用いると、回帰のデーターは 3 点しか得られない。

また、再捕個体毎に $Y = \frac{l_{t+a} - l_t}{a}$, $X = \frac{l_{t+a} + l_t}{2}$ を求めると、各調査時毎では a が等しく、かつ、同じ放流時殻長グループであるから l_t もほぼ等しいため、 Y と X は正の相関となるが、各調査時を合計すると負の相関となるので、相関係数が小さくなり、良い結果が得られなかった。

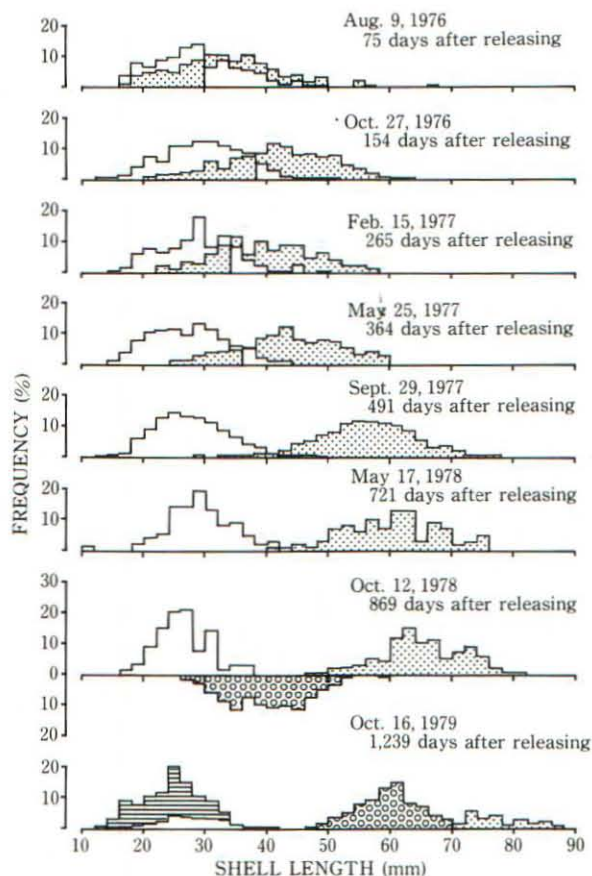


Fig. 11. Frequency distribution of the shell length at the releasing and the recapturing time in the recaptured seeds. Frequency distribution at Oct. 16, 1979 includes the seeds releasing in 1976 and in 1977. It is assumed that the shell length at the recapturing time of the seeds releasing in 1976 is more than 70 mm. (See the text)

Seeds releasing in 1976

□ Shell length at the releasing time

▨ Shell length at the recapturing time

Seeds releasing in 1977

▤ Shell length at the releasing time

▥ Shell length at the recapturing time

を算出し、その値と実測値の中間値を1,239日の成長比の補正值とした。補正された成長比及び成長量をTable 5の最下段に示した。また、求めた成長比曲線の式をFig. 13に示したが(各式の時間 X は100日単位)、各々の定差図の相関係数はいずれも0.9以上であった。

補正值を用いて各放流時殻長グループ毎の成長曲線をFig. 14に示した。

Table 4. Mean of the shell length at the releasing and the recapturing time, the cumulated growth and the growth ratio in the recaptured seeds of each research.

Date	Days after releasing	Shell length (mm)						Cumulated growth	Growth ratio
		Releasing			Recapturing				
		n	m	s.d	n	m	s.d		
Aug. 9,1976	75	197	29.0	±7.18	198	33.4	±8.41	4.4	0.15
Oct. 27,1976	154	478	29.9	±6.22	479	42.0	±8.00	12.1	0.40
Feb. 15,1977	265	176	28.9	±6.40	197	39.7	±7.72	10.8	0.37
May 25,1977	364	213	27.2	±6.02	213	43.7	±7.90	16.5	0.61
Sept.29,1977	491	1,978	27.7	±5.63	1,980	56.3	±6.98	28.6	1.03
Oct. 13,1977	505	266	27.4	±5.68	262	57.4	±6.99	30.0	1.09
May 17,1978	721	100	29.4	±5.39	100	60.5	±7.53	31.1	1.06
Oct. 12,1978	869	132	26.4	±4.23	132	65.1	±6.76	38.7	1.47
Oct. 16,1979	1,239	70	27.2	±4.46	70	77.5	±4.71	50.3	1.85

As some shells were damaged at the recapturing time, both measured number are occasionally unequal. The growth ratio is the value of the growth divided the shell length at the releasing time. The values of Oct. 16, 1979 are calculated from the seeds above 70 mm in shell length at the recapturing time.

Table 5. The growth and the growth ratio in the different sizes at the releasing time.

Days after releasing	Shell length (releasing) (mm)										Total	
	10~	15~	20~	25~	30~	35~	40~	45~	50~			
	n $\frac{g}{g.r}$	n $\frac{g}{g.r}$	n $\frac{g}{g.r}$	n $\frac{g}{g.r}$	n $\frac{g}{g.r}$	n $\frac{g}{g.r}$	n $\frac{g}{g.r}$	n $\frac{g}{g.r}$	n $\frac{g}{g.r}$	n $\frac{g}{g.r}$	n	g
75		22 $\frac{2.9}{0.17}$	41 $\frac{4.5}{0.20}$	50 $\frac{4.3}{0.16}$	46 $\frac{4.6}{0.14}$	26 $\frac{5.2}{0.14}$	7 $\frac{6.1}{0.14}$	4 $\frac{8.0}{0.17}$	1 $\frac{11.0}{0.19}$		197	4.5±2.56
154	2 $\frac{5.0}{0.40}$	23 $\frac{8.7}{0.50}$	94 $\frac{11.2}{0.50}$	127 $\frac{12.2}{0.44}$	125 $\frac{12.8}{0.39}$	86 $\frac{13.3}{0.35}$	18 $\frac{12.4}{0.29}$	4 $\frac{11.5}{0.24}$	1 $\frac{13.0}{0.25}$		480	12.2±3.91
265		15 $\frac{9.9}{0.57}$	34 $\frac{11.5}{0.51}$	57 $\frac{10.8}{0.39}$	43 $\frac{11.6}{0.36}$	19 $\frac{11.5}{0.31}$	5 $\frac{5.8}{0.14}$	3 $\frac{6.3}{0.13}$			176	10.9±4.86
364	2 $\frac{17.0}{1.36}$	23 $\frac{14.9}{0.85}$	58 $\frac{16.0}{0.71}$	63 $\frac{16.6}{0.60}$	44 $\frac{18.0}{0.55}$	20 $\frac{17.1}{0.46}$	3 $\frac{16.0}{0.38}$				213	16.6±4.36
491	1 $\frac{5.0}{0.40}$	148 $\frac{29.0}{1.66}$	562 $\frac{29.2}{1.30}$	620 $\frac{29.0}{1.05}$	440 $\frac{28.6}{0.88}$	167 $\frac{27.0}{0.72}$	32 $\frac{25.8}{0.61}$	6 $\frac{23.0}{0.48}$			1976	28.7±4.95
505		21 $\frac{29.7}{1.71}$	73 $\frac{30.3}{1.35}$	88 $\frac{30.2}{1.10}$	48 $\frac{29.3}{0.90}$	29 $\frac{27.7}{0.74}$	3 $\frac{29.7}{0.70}$				262	29.8±5.12
721	1 $\frac{43.0}{3.44}$	2 $\frac{31.0}{1.77}$	19 $\frac{34.1}{1.52}$	36 $\frac{32.9}{1.20}$	27 $\frac{29.2}{0.90}$	11 $\frac{27.4}{0.73}$	4 $\frac{21.8}{0.51}$				100	31.1±7.33
869		6 $\frac{43.7}{2.50}$	47 $\frac{38.7}{1.72}$	50 $\frac{38.8}{1.41}$	24 $\frac{38.3}{1.18}$	5 $\frac{31.8}{0.85}$					132	38.6±6.06
1,239		10 $\frac{57.2}{3.27}$	14 $\frac{51.6}{2.29}$	27 $\frac{49.7}{1.81}$	18 $\frac{46.9}{1.44}$	1 $\frac{41.0}{1.09}$					70	50.3±5.85
Corrected*		56.4 $\frac{3.22}{}$	49.7 $\frac{2.21}{}$	47.0 $\frac{1.71}{}$	43.6 $\frac{1.34}{}$	37.5 $\frac{1.00}{}$						

g: Cumulated growth g.r: Growth ratio * : See the Fig. 15 and text.

放流後 1,239 日では、放流時殻長 17.5mm で殻長 73.3mm となり、同様に 22.5mm で 72.2mm、27.5mm で 74.5mm、32.5mm で 76.1mm、37.5mm で 75.0mm となり、放流時の殻長の差はほとんどなくなった。

Fig. 14 から成長比の曲線と同様の方法で成長式を求め、各調査毎の理論値を再捕時殻長の平均値（実測値）とともに Table 6 に示した。極限殻長は放流時殻長の小さい程大きくなった。

これらの成長から各調査期間毎の 1 日当りの成長量を算出した (Table 7)。

放流 3 年目までの春から秋にかけての時期では、多くの場合、放流時殻長の大小にかかわらず 50 μ m/day 以上の成長を示した。また、放流時殻長 17.5~27.5mm では、放流翌年の春から秋に、32.5~37.5mm では放流した年の夏から秋に 100 μ m/day 以上の成長であった。

各調査毎に殻長（再捕時）と重量の関係をアロメトリ式で求め Table 8 に示した。

相関係数はいずれの調査でも 0.9 以上で、殻長と重量に高い相関が認められた。

放流後 154 日を基準に調査毎の t 検定を行うと、265 日、364 日及び 491 日とは傾斜、位置ともに有意差が認められた。殻長と重量の関係は季節によって変動するから^{6,7)}、秋期の調査にかぎってみると、放流後 491 日に有意差が認められた。

また、これらを 3 乗式にできるか検討するために⁸⁾、両パラメーターの 98% 信頼幅と肥満度 F (W/L³) の平均値を調査毎に求めた (Table 8)。F の平均値は各調査毎に 50~80 個体を抽出し（放流後 1,239 日は 9 個体）、各々の F の平均値とした。この結果から、1976 年、1978 年及び 1979 年の秋期調査から秋期の F を求めると、F = 0.0001405 となった。

この F と、Table 6 から放流時殻長のグループ毎に重量の成長式を求めたが、この式から得られた調査毎の重量は、再捕時殻長の平均値からアロメトリ式によって求めた重量とよく一致した (Table 9)。

また、放流貝と同様に求めた天然貝の殻長と重量の関係は、放流後 364 日を除いて放流貝のそれと有意差がなかった。

再捕場所別に成長量を比較してみると (Fig. 15)、放流時殻長 20~30mm では、放流後 491 日まで放流点周辺の調査線Ⅳ~Ⅵ線に、放流点から離れた場所に比べて、成長の小さい個体が多く分布していた。放流時殻長 30~40mm でも、放流後 364 日まででは同様の傾向が見られたが、491 日では顕著な場所の違いは見られなかった。

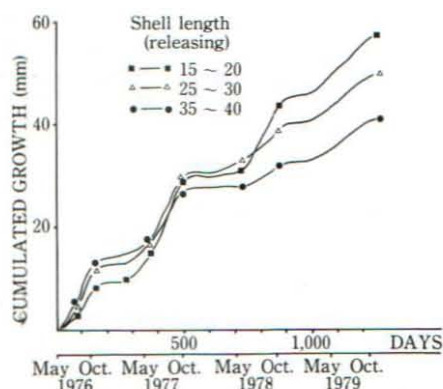


Fig. 12. Change of the cumulated growth in the different sizes at the releasing time.

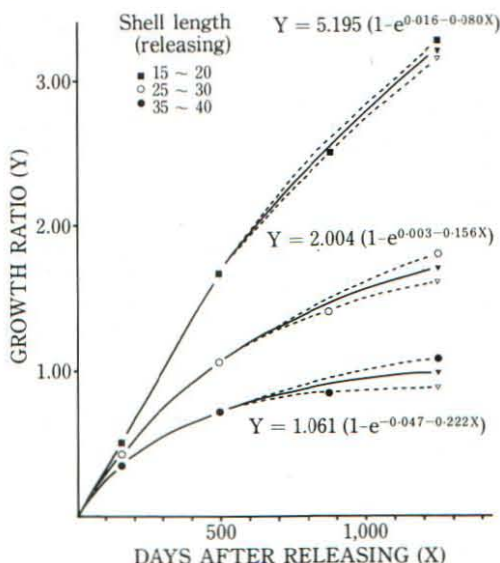


Fig. 13. Change of the growth ratio in the different sizes at the releasing time.

▼: A corrected value shown the average of the estimated and the measured value of 1,239 days after releasing.

▽: An estimated value of 1,239 days after releasing on the extension of the curve obtained by the values of 154 days, 491 days and 869 days after releasing.

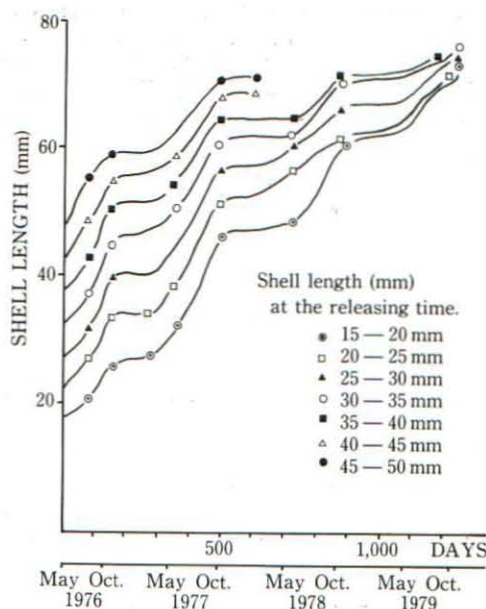


Fig. 14. The growth curves in the different sizes at the releasing time.

Table 6. A Bertalanffy growth models of the seeds after released.

Shell length (releasing) (mm)	Growth model	Days after releasing (100 days unit)				
		0	1.54	4.91	8.69	12.39
15~20	$L=109.0(1-e^{-0.0783(X+2.1009)})$	16.5	27.0	46.1	62.2	74.0
		17.5	26.2	46.5	61.2	73.9
25~30	$L=82.1(1-e^{-0.1550(X+2.6252)})$	27.5	39.1	56.6	67.9	74.1
		27.5	39.7	56.5	66.3	74.5
35~40	$L=77.4(1-e^{-0.2348(X+2.8309)})$	37.6	49.7	64.8	72.2	75.2
		37.5	50.8	64.5	69.3	75.0

The upper values are calculated from the formula. The lower values are the means of shell length at the recapturing time in each day after releasing.

L: Shell length X: Days after releasing expressed in the 100 days unit.

4. 放流後の生残

(1) 調査における再捕

各調査の再捕貝の個体数とその放流時殻長の組成を Table 10, Fig. 11 に, 再捕率を Table 11 に示した。

放流貝の放流時における殻長のモードは 20mm で, その割合は 23.5% である (Table 10)。これに対し, 再捕貝の放流時殻長のモードは, いずれも 20mm よりも大きかった。

調査毎の放流時殻長別再捕率を比較する為に, 放流時殻長 32mm の再捕率を 1 とした各殻長の再捕率を再

Table 7. Change of the growth (μm) per day in the different sizes at the releasing time.

Term	Shell length (releasing) (mm)				
	15 ~ 20	20 ~ 25	25 ~ 30	30 ~ 35	35 ~ 40
75 days Aug. 9, 1976	39	60	58	61	70
79 days Oct. 27, 1976	57	73	79	83	86
111 days Feb. 15, 1977	11	3	-13	-11	-16
99 days May 25, 1977	51	46	59	65	57
127 days Sept. 29, 1977	60	54	51	47	41
14 days Oct. 13, 1977	111	104	107	84	78
216 days May 17, 1978	64	79	86	50	50
148 days Oct. 12, 1978	5	18	13	-0.1	-0.1
370 days Oct. 16, 1979	38	23	24	25	11
	86	31	40	62	30
	34	30	22	14	15

The growths between Oct.12,1978 and Oct.16,1979 are calculated from the values corrected of Oct.16,1979.
(See table 5)

Table 8. Relation between the shell length and the weight in the recaptured seeds and their fatness.

Days after releasing	No.	Range of shell length (recapturing) (mm)	b	Confidence interval (98%) of b	Log a	Confidence interval (98%) of Log a	r	Log F	t-test		
									d.f	Sloped difference (t)	Positional difference (t)
154	122	21.3~57.8	3.054	3.170~2.937	-3.956	-4.143~-3.769	0.985	-3.862			
265	59	23.2~57.0	2.812	3.024~2.600	-3.528	-3.872~-3.184	0.973	-3.824	177	2.541*	2.781*
364	60	27.8~62.5	2.732	2.912~2.552	-3.362	-3.657~-3.067	0.979	-3.721	178	3.312*	3.741*
491	354	36.5~75.5	2.787	2.868~2.706	-3.460	-3.602~-3.318	0.974	-3.824	472	4.820*	5.354*
721	97	39.1~75.8	2.906	3.121~2.691	-3.644	-4.022~-3.266	0.957	-3.796	215	1.393	1.679
869	131	47.2~80.2	3.174	3.488~2.860	-4.152	-4.793~-3.511	0.903	-3.834	249	0.912	0.840
1,239	9	71.0~83.5	2.957	4.432~1.482	-3.751	-6.533~-0.967	0.906	-3.830	127	0.131	0.147

Log W (g) = Log a + b Log L (mm) F: Mean of the coefficient of fatness (W/L³) for each research.

* Significant difference at 2% level

捕率指数として求めた (Table 11, Fig. 16)。再捕率指数は、放流時殻長 32mm までは各調査とも殻長の増大に伴って直線的に増加したが、それ以上の殻長では変動が大きかった。しかし、放流後 1 年以後では、放流時殻長 32mm 以上の再捕率指数は殻長が大きくなるに従って低下した。

(2) 死殻の採集

1977 年 9 月 (放流後 16 カ月) までに採集された放流貝の死殻は、放流数の 25.6% であった (Table 12)。

Table 9. A Bertalanffy growth models for the weight of the seeds after releasing.

Shell length (releasing) (mm)	Growth model	Days after releasing (100 days unit)				
		0	1.54	4.91	8.69	12.39
15~20	$W=182.0(1-e^{-0.0783(X+2.1009)})^3$	0.6	2.8	13.7	33.8	56.8
		0.7	2.4	15.4	33.0	59.5
25~30	$W=77.8(1-e^{-0.1550(X+2.6252)})^3$	2.9	8.4	25.4	44.0	57.2
		3.1	8.4	26.5	42.6	60.9
35~40	$W=65.1(1-e^{-0.2348(X+2.8309)})^3$	7.4	17.2	38.2	52.9	59.7
		8.3	17.9	38.3	49.0	62.2

The upper values are calculated from the formula. The lower values are obtained each allometric formula by substituting mean of shell length at the recapturing time for each research into.

Table 10. Number of the recaptured seeds in the different sizes at the releasing time.

Shell length (releasing) (mm)	No. of the seeds released		1976				1977						1978			
			Aug. 9 (75)*		Oct. 27 (154)		Feb. 15 (265)		May 25 (364)		Sept. 29 (491)		May 17 (721)		Oct. 12 (869)	
	n	%	R.n	%	R.n	%	R.n	%	R.n	%	R.n	%	R.n	%	R.n	%
10	21	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	944	4.5	0	0	1	0.2	0	0	0	0	1	0.1	1	1.0	0	0
16	2,684	12.8	7	3.6	6	1.2	4	2.3	10	4.7	33	1.7	0	0	2	1.5
20	4,903	23.5	28	14.2	51	10.7	25	14.3	38	17.8	280	14.1	6	6.0	16	12.1
24	4,061	19.4	36	18.2	76	16.0	26	14.8	47	22.0	521	26.3	19	19.0	47	35.6
28	3,389	16.2	42	21.3	108	22.6	51	28.9	48	22.6	499	25.2	33	33.0	38	28.8
32	2,290	11.0	40	20.4	108	22.6	36	20.4	41	19.3	367	18.6	21	21.0	21	15.9
36	1,385	6.6	23	11.7	83	17.4	22	12.4	21	9.9	185	9.3	14	14.0	8	6.1
40	823	3.9	13	6.6	36	7.5	5	2.9	6	2.8	77	3.8	5	5.0	0	0
44	301	1.4	5	2.5	6	1.2	6	3.4	2	0.9	10	0.6	1	1.0	0	0
48	69	0.3	2	1.0	2	0.4	1	0.6	0	0	5	0.3	0	0	0	0
52	20	0.1	1	0.5	1	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub total	20,890	100.0	197	100.0	478	100.0	176	100.0	213	100.0	1,978	100.0	100	100.0	132	100.0
No. not measured	0	—	636	—	41	—	26	—	1	—	19	—	0	—	0	—
Total	20,890	—	833	—	519	—	202	—	214	—	1,997	—	100	—	132	—

* Numbers parenthesized are days after releasing.
R.n : Number of the recaptured seeds.

死殻には破損して放流時殻長が測定できないものもあったが、このうち個体数が計数できた場合は、測定できた死殻の組成によってその個体数を配分した。個体数が計数できない場合には、総重量を計測し、測定できたものの組成を各階級の死殻の平均重量 (Table 12 右欄) で重量組成にした後、それにより総量を配分し個体数を求めた。これらの測定不能な死殻の個体数は、1976年6月から11月までは採集した死殻の10~20

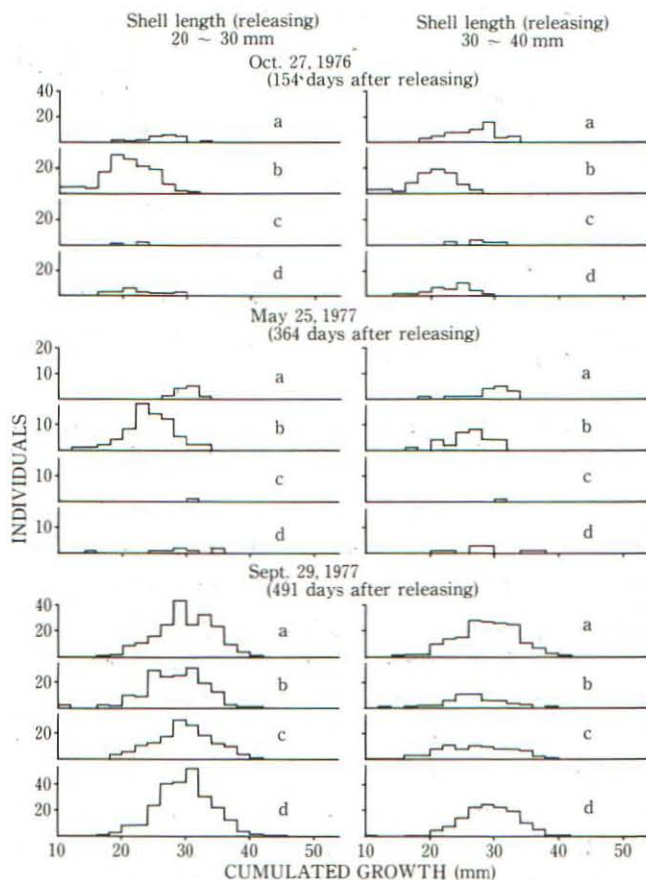


Fig.15. Frequency distribution of the cumulated growth of the seeds collected from the different places. a: Tidal flat (line I ~ inner most), b: Tidal flat (line IV ~ line V), c: Tidal flat (line IX ~ the Harbor), d: Boulder.

%, 1977年5月以降では5月を除き1~10%で、累積では11%であった。

放流時殻長毎の死殻の累積採集数は、放流時殻長16mm, 20mm及び24mmで1,000個以上となったが、累積採集数の放流数に対する割合は放流時殻長の小さい方が高くなった。

採集個数を経時的に見ると、放流後3カ月の1976年8月までに全採集数の89%が採集された。特に、放流時殻長18mm未満では、この時期に98%以上が採集されている。しかし、放流時殻長が34mm以上のものでは、放流後13カ月の1977年6月以降にも全採集数の26~34%が採集された。

死殻のうち放流後の成長が認められたものの割合は (Table 12), 放流後3カ月までは40%未満, 4~6カ月では71~75%, 6カ月以降ではほとんど100%であった。死殻で測定された採集毎の成長量 (Fig. 17) は、1977年2月から6月までの間は生残貝の成長量 (Table 4) とほぼ同じと推定されるが、それ以外では生残貝の成長より小さい。

(3) 分布調査から推定される生残り

放流後の分布に基づいて、各密度区分毎に生残個体数を求め Table 13 に示した。

Table 13 における補正値は、分布調査の調査点の設定が一樣でないため、前後の調査結果を勘案して次のように求めた。

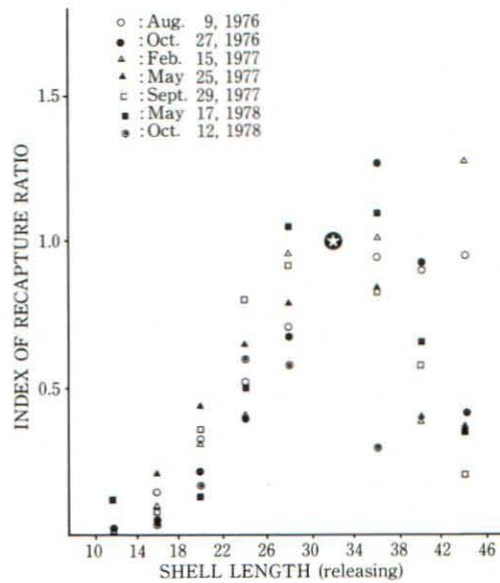


Fig. 16. Index of recapture ratio in the different sizes at the releasing time.

★ : Index of recapture ratio in 32mm shell of each research.

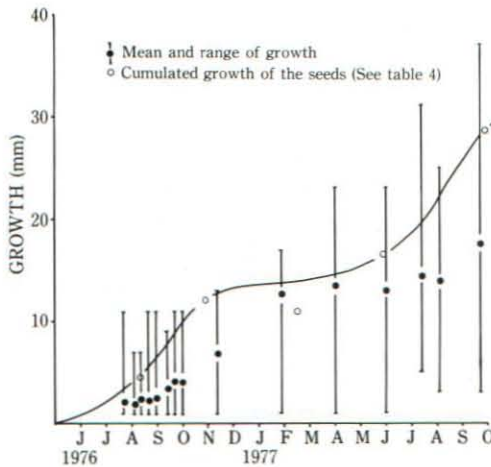


Fig. 17. Growth obtained by measuring the growth ring of empty shells.

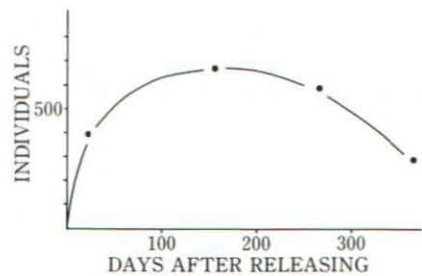


Fig. 18. Change of the numbers estimated of the releasing seeds in the boulder ground.

1976年8月9日の調査結果では転石帯の推定個体数が約80個体であるが、前後の調査に比較して少ない。そこで、Fig. 18 のように、1976年6月と10月の調査結果から転石帯の個体数の変化を推定し、その読取り値から80個体を除いて補正值とした。

Table 11. Recapture ratio and index of recapture ratio.

Shell length (releasing) (mm)	No. of the seeds released	1976				1977						1978			
		Aug. 9 (75)		Oct. 27 (154)		Feb. 15 (265)		May 25 (364)		Sept. 29 (491)		May 17 (721)		Oct. 12 (869)	
		R.r	L.r	R.r	L.r	R.r	L.r	R.r	L.r	R.r	L.r	R.r	L.r	R.r	L.r
10	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	944	0	0	0.11	0.02	0	0	0	0	0.11	0.01	0.11	0.12	0	0
16	2,684	0.26	0.15	0.22	0.05	0.15	0.10	0.37	0.21	1.23	0.08	0	0	0.07	0.04
20	4,903	0.57	0.33	1.04	0.22	0.51	0.32	0.78	0.44	5.71	0.36	0.12	0.13	0.33	0.17
24	4,061	0.91	0.52	1.87	0.40	0.64	0.41	1.16	0.65	12.83	0.80	0.47	0.51	1.16	0.60
28	3,389	1.24	0.71	3.19	0.68	1.50	0.96	1.42	0.79	14.72	0.92	0.97	1.05	1.12	0.58
32	2,290	1.75	1.00	4.72	1.00	1.57	1.00	1.79	1.00	16.03	1.00	0.92	1.00	1.92	1.00
36	1,385	1.66	0.95	5.99	1.27	1.59	1.01	1.52	0.85	13.36	0.83	1.01	1.10	0.58	0.30
40	823	1.58	0.90	4.37	0.93	0.61	0.39	0.73	0.41	9.36	0.58	0.61	0.66	0	0
44	301	1.66	0.95	1.99	0.42	1.99	1.27	0.66	0.37	3.32	0.21	0.33	0.36	0	0
48	69	2.90	1.66	2.90	0.61	1.45	0.92	0	0	7.25	0.45	0	0	0	0
52	20	5.0	2.86	5.0	1.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	20,890	3.99	—	2.48	—	0.97	—	1.02	—	9.56	—	0.48	—	0.63	—

Totals of recapture ratio are calculated from the total individuals recaptured which include the individuals of being unable to measure the shell length.

R.r : Recapture ratio.

L.r : Index of recapture ratio express in values relative to the recapture ratio of 32mm in shell length at the releasing time.

1976年10月27日の調査では、試験区外の平磯から72個体を再捕した (Table 3)。調査面積及び採捕率の推定から、この漁獲率を0.3として試験区外の分布数の補正值とした。

1977年2月10日の調査結果では転石帯の分布範囲が前回よりも小さく算出されたが、10月調査と同じと推定し、得られた転石帯の密度を乗じて補正值とした。また、調査線Ⅵの暗礁は各調査で高い密度を示したが、2月調査では調査点に含まれなかったので、10月調査と同数を補正值に加えた。さらに、試験区外の個体数は、10月調査の推定個体数を放流後日数に比例させた。

1977年5月25日の調査結果についても、転石帯及び試験区外の分布について2月調査と同様の補正を行った。

以上の補正から転石帯の推定個体数は Fig. 18 のような変化が推定された。

これらの補正を加えた生残率は、放流後22日で50%、75日で27%、154日で19%と低下した。しかし、それ以降、265日及び364日では18%で、154日とほとんど同じであった。

また、各分布調査における試験区内の平均密度を求め、次の3式の N_t に代入して期間 t の生残率を求めた (Table 14)。

$$(a) S = N(t+1) / N(t)^{4)}$$

$$(b) \ln N(t) = \ln N_0 - Z \cdot t^{4)}$$

$$S = e^{-Z}$$

$$(c) S = X / (n + X - 1)^{9)}$$

$$X = \sum_{t=0}^r t N_t, n = \sum N_t$$

Table 12. Result of collecting the empty shells.

S.l (mm)	1976												1977					Total r	W (g)	
	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.			N
10	22	4	1	1														28	133.3	—
12	258	94	64	42	4													462	48.9	0.10
16	336	299	272	197	17	2											2	1,125	41.8	0.20
20	147	344	492	347	60	2	1				1	6	3	11	1	9	11	1,435	29.3	0.39
24	78	245	416	244	32	6			2	2	3	5	3	12	8	22	50	1,128	27.8	0.59
28	41	100	192	139	20	4	3	1			2	3	2	14	8	8	38	575	17.0	0.96
32	22	75	85	77	12	7	1			1	3	5	3	11	6	15	22	345	15.1	1.30
36	16	22	38	23	8			1		1		2		7	9	11	29	167	12.1	1.85
40	1	13	16	13	2	1					1	4		6	2	9	9	77	9.4	2.56
44	2	3	6	2	1										1		4	19	6.3	3.41
48		1								1						1		3	4.3	
52																		0	0	
Total	923	1,200	1,582	1,085	156	22	5	2	2	5	10	25	11	61	35	75	165	5,364	25.6	
A	48	164	165	142	30	4	1	0	0	0	0	0	7	6	3	2	2	574	—	
B	—	—	16	38	71	75	75	100	100	100	100	100	100	100	100	97	100	—	—	
Times of collecting	3	4	5	7	5	3	2	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	43	—	

S.l: Class of shell length at the releasing time. A: Number of shells being unable to measure the shell length (releasing). B: Ratio of shells with a growth ring to the empty shells collected. r: Ratio of the empty shells collected to the released seeds (%). W: Mean of the weight of the empty shells.

Table 13. Survival of the seeds calculated from their distribution.

Date	Days after releasing	High density division		Middle density division		Low density division		Total numbers of survivors				
		Sur.	Con.	Sur.	Con.	Sur.	Con.	Corrected value*	Total	Survival rate (%)	95% confidence interval	
											Individuals	Rate (%)
June 17, 1976	22	3,651	±1,975	6,307	±10,466	392	±300	0	10,350	49.5	±12,741	—
Aug. 9, 1976	75	4,435	±1,426	666	±335	126	±39	500	5,727	27.4	±1,800	36~19
Oct. 27, 1976	154	3,088	±882	128	±64	504	±176	240	3,960	19.0	±1,122	24~14
Feb. 15, 1977	265	2,759	±836	193	±78	—	—	792	3,744	17.9	±914	22~14
May 25, 1977	364	1,959	±661	1,003	±301	78	±79	657	3,697	17.7	±1,041	23~13

Sur: Number of survivors Con.: Confidence interval of individuals

* The values are added to correct the following distribution.

Aug. 9, 1976: The boulder ground. Oct. 27, 1976: Off the experimental ground. Feb. 15, 1977: The boulder ground, the sunken rock of line VI and off the experimental ground. May 25, 1977: The boulder ground and off the experimental ground.

これらから得られた生残率は、Table 12 の値よりかなり低くなった。

分布調査から求められた以上の生残曲線を Fig. 19 に示した。

(4) 全数採集調査とその補完調査の結果

Table 14. Survival ratio calculate from mean of the density of the releasing seeds in the experimental ground.

Days after releasing	Research area (m ²)	Mean density (n/m ²)	Survival ratio				
			a		b	c	
			S ₂₅	S ₇₅	S ₅₀	S ₅₀	S ₇₅
22	25	35.88	0.359		0.548	0.340	
50	—	—	0.129			0.116	
75	180	4.63	0.046	0.255		0.039	0.197
154	380	1.18		0.068	0.165	0.002	0.039
265	111	1.82			0.049		
364	190	1.05			0.015		

$$a:S = \frac{Nt+1}{Nt} \quad b:\ln N(t) = \ln N_0 - Zt \quad c:S = \frac{X}{n+X-1}$$

① 全数採集調査

全数採集の結果を Table 15 に示した。

調査面積は区分毎に調査員からの聞き取りにより求めた推定値であり、調査時間は調査人員毎の調査時間を累積した延時間である。

これから1分当りの調査面積を求めると、平磯では調査線Ⅱより湾奥部を除いて0.7～1.1m²であった。調査線Ⅱより湾奥部では、岸側の広い部分に分布していないところがあるので2.6m²と大きい値になった。転石帯では、平磯より大きく、密度の高かった調査線ⅡからⅢ線で2.4m²、密度の低かった調査線ⅧからⅨ線で6.9m²で、これらの中間部では4.7m²であった。

天然貝を含めた総採集個体数は3,770個体であった。

平磯における採捕率は、採捕前に調査線ⅥとⅨ線で行なった1m²の枠取り8点の平均密度3.81個体が、採捕後には1.00個体と採捕前の26.2%に減じたので0.70とした。ただし、調査線Ⅵの暗礁では、他と比較して密度がそれ程高くないのに対し、1分当たりの調査面積が小さいので、採捕率は0.90とした。転石帯では1分当たりの調査面積は大きい、潜水調査であることや密度の高い地点が平磯と接する部分に限られていることから、その採捕率を0.90とした。

放流貝の再捕個体数は全体で1,997個体であった。区分毎の再捕数、採捕率及び調査面積から密度を推定した。平磯における密度は分布の項で述べた (Fig. 9)。転石帯では0.04～0.88個体/m²であったが、全体の平均では0.28個体/m²であった。

算出された密度に各区画の面積を乗じて生残個体数を求めて Table 15 の右欄に示した。ここで、転石帯の調査線ⅢからⅣ線、Ⅴ線からⅥ線及びⅦ線からⅧ線の間は、その両側の平均値を、Ⅸ線からⅩ線の間は、Ⅷ線からⅨ線までの間と同数を推定値とした。また、転石帯の試験区外は、再捕個体数を採捕率で除した値とした。

この結果、推定生残個体数の総数は4,482個体で、生残率は21.5%、全数調査の漁獲率は44.6%であった。

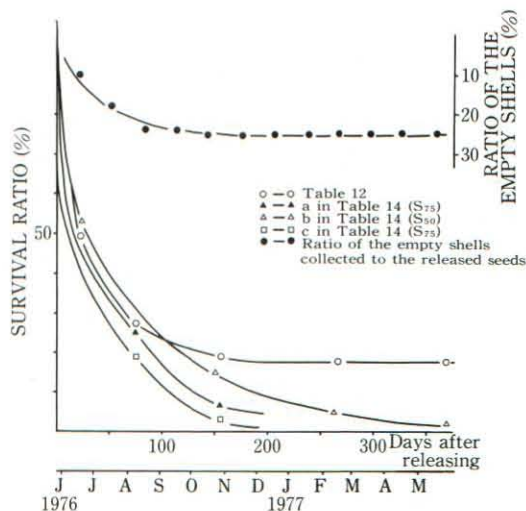


Fig.19. Survival curves of the released seeds.

Table 15. Result of sampling the abalones without a quadrat (free-sampling method), and number of survivors estimated from their result.

Sampling place	Area (m ²)	Research area (m ²)	Man-min.	Res. area per min. (m ²)	No. sampled	No. per min.	Sampling rate	Density	Released seeds		No. survived of the seeds	
									No. recaptured	Density		
Tidal flat	II ~ Inner most	720	720	280	2.57	677	3.45	0.70	1.34	408	0.81	583
	II ~ IV	375	150	180	0.83	518	4.11	0.70	4.93	268	2.55	956
	IV ~ VI	340	136	180	0.76	530	4.21	0.70	5.57	297	3.12	1,061
	VI ~ VIII	137	137	120	1.14	471	5.61	0.70	4.91	302	3.15	432
	VIII ~ X	188	188	180	1.04	394	3.13	0.70	2.10	189	1.44	271
	X ~ The harbor	300	150	160	0.94	228	2.04	0.70	2.17	69	0.66	198
	Sunken rock of VI	32	32	45	0.70	64	1.42	0.90	2.00	26	0.91	29
Boulder	II ~ Inner most	—	—	60	—	70	1.30	0.90	—	30	—	33
	II ~ III	180	144	60	2.40	188	3.48	0.90	1.45	113	0.88	158 + line III ~ IV 131
	IV ~ V	355	284	60	4.73	122	2.27	0.90	0.48	73	0.29	103 + line V ~ VI 132
	VI ~ VII	355	284	60	4.73	167	3.10	0.90	0.65	112	0.45	160 + line VII ~ VIII 91
	VIII ~ IV	518	414	60	6.90	33	0.62	0.90	0.09	18	0.04	21 + line IX ~ X 21
	X ~ The harbor	—	—	120	—	248	2.30	0.90	—	92	—	102
Total	3,500	2,639	—	—	3,770	—	—	—	1,997	—	4,482	

Man-min.: Man-minute of sampling time. Res. area per min.: Research area (m²) per a minute. No. sampled: Individuals of the seeds and the aboriginal abalones sampled. No. per min.: Individuals sampled per a minute.

Table 16. Result of the research to examine the free-sampling method.

Date	No. sampled	Res. area	Released seeds		aboriginal abalones				
			In exp. ground		Off exp. ground	In exp. ground			Off exp. ground
			No. recaptured	Density	No. recaptured	No. sampled	R	Density	No. sampled
Oct.13,1977	436	132	108	0.82	143	70	0.39	0.53	115

R: Ratio of aboriginal abalones to the total individuals collected.

② 補完調査の結果

全数採集調査の2週間後にその補完調査を行ったが、その結果を Table 16 に示した。

全数採集調査で採集した個体は、天然貝、放流貝ともに全部対岸に移したが、補完調査における放流貝の試験区内の平均密度は0.82個体/m²で、全数採集調査の0.7個体/m²(Table 15より算出)とほとんど変わらなかった。また、天然貝の全採集に対する比率0.39、密度0.53個体/m²も全数採集調査と変化はなかった。

分布調査と同様にして、分布個体数を算出し(Table 17, 18), Table 15から推定される各区画の全数採集調査における取残し個体数(Table 17, 18の右欄)と比較した。試験区内では、平磯の調査線Ⅱ~Ⅳ線で取残し個体数の推定値が、調査線Ⅷ~Ⅹ線で分布個体数の推定値が、各々約300個体多かった。他の区画では両者はほぼ等しかった。試験区外では、取残し個体の推定値の方が約130個体多かった。

Table 17. The individuals in the experimental ground estimated from the result of the same research as table 16.

	Place	Research area (m ²)	Distribution		No. of individuals	No. not sampled
			Area	Density m s.d		
Tidal flat	II ~ IV	30	255	1.5 1.79	383	688
	IV ~ VI	27	250	2.6 2.24	650	764
	VI ~ VIII	17	100	2.0 1.87	200	130
	VIII ~ X	12	150	2.7 3.44	405	82
	Sunken rock of VI	32	32	0.5 —	16	0
Boulder	II ~ IV	15	295	0.8 0.84	236	176
	IV ~ VI	14	150	0.8 0.84	120	162
	VI ~ VIII	7	175	0.8 0.41	140	139
	VIII ~ X	6	0	0 0	0	24
Total		160	1,407	1.7 2.02	2,150	2,165

No. not sampled: The individuals were not sampled on the free-sampling method in each area.

Table 18. The individuals off the experimental ground estimated from the result of the same research as table 16.

Place		Sampling time (min.)	No. recaptured	Sampling rate	No. of individuals	No. not sampled
II ~ Inner most	Tidal flat	30	61	0.7	87	175
	Boulder	30	28	0.9	31	3
X ~ The Harbor		30	54	0.8	68	139
Total		90	143	—	186	317

No. not sampled: See table 17.

(5) 放流時殻長別の生残り

各調査における再捕貝の放流時殻長の組成 (Table 10) と Table 13, 15 に示した推定生残個体数から、放流時殻長別の生残個体数を求めて Table 19 に示した。

放流時殻長18mm 未満では放流後75日から生残率が10%をこえることはなかった。放流時殻長20mm では放流後75日で17%であったが、154日以降では13%以下であった。生残率が30%をこえたのは、放流時殻長26mm 以上であった。また、放流時殻長を22mm で区切ってみると (Table 19 下欄)、放流後154日以降で、22mm 未満の生残率は10%以下、22mm 以上の生残率は23~31%であった。

考 察

1. 放流後の移動

放流されたアワビ類の人工種苗は、放流用の施設からは速みやかに海底に移行するが^{10~13)}、その後は放

Table 19. Survival of the seeds in each size at the releasing time.

Shell length (releasing) (mm)	No. of the seeds	Days after releasing														
		75			154			265			364			491		
		f.	s.	s.r.	f.	s.	s.r.	f.	s.	s.r.	f.	s.	s.r.	f.	s.	s.r.
10	21	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
12	944	0.0	0	0	0.2	8	1	0.0	0	0	0.0	0	0	0.1	4	+
16	2,684	3.6	206	8	1.2	48	2	2.3	86	3	4.7	174	6	1.7	76	3
20	4,903	14.2	813	17	10.7	424	9	14.3	535	11	17.8	658	13	14.1	632	13
24	4,061	18.2	1,043	26	16.0	634	16	14.8	554	14	22.0	813	20	26.3	1,179	29
28	3,389	21.3	1,220	36	22.6	895	26	28.9	1,082	32	22.6	836	25	25.2	1,129	33
32	2,290	20.4	1,168	51	22.6	895	39	20.4	764	33	19.3	714	31	18.6	834	36
36	1,385	11.7	670	48	17.4	689	50	12.4	464	34	9.9	366	26	9.3	417	30
40	823	6.6	378	46	7.5	297	36	2.9	109	13	2.8	104	13	3.8	170	21
44	301	2.5	143	48	1.2	48	16	3.4	127	42	0.9	33	11	0.6	27	9
48	69	1.0	57	83	0.4	16	23	0.6	22	32	0.0	0	0	0.3	13	19
52	20	0.5	29	145	0.2	8	40	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0
Total	20,890	100.0	5,727	27	100.0	3,962	19	100.0	3,743	18	100.0	3,698	18	100.0	4,481	21
~<22	8,552	17.8	1,019	12	12.1	480	6	16.6	621	7	22.5	832	10	15.9	712	8
22~	12,338	82.2	4,708	38	87.9	3,482	28	83.4	3,122	25	77.5	2,866	23	84.1	3,769	31

The number of the survivors are in table 13 and table 15.

f.: Frequency distribution of shell length (releasing) in the recaptured seeds s.: Number of the survivors
s.r.: Survival ratio

流点から余り移動せず^{2, 10, 14~20}、徐々に分散する^{21~23}という報告が多い。本調査でも同様に観察され、この様な移動がアワビ類人工種苗の放流後の移動の一般的な様式であろう。

放流直後の行動について、門間¹²⁾は日常の索餌行動と異なる錯乱による現象とし、小島²⁴⁾もクロアワビ人工種苗の試験で同様な行動を観察し、環境に順応するまでの期間、沖に向う非回帰的移動を特徴とするとしている。放流後9日までの観察と22日後の分布調査では、それ以後の分布調査の結果に比較して転石帯に多くの個体が見られ、錯乱によると推察される行動が観察される。しかし、多数の個体が沖に向うことはなく、むしろ無方向的な移動が短期間行われ、その後近く好適な環境を選択するように思われる。

本調査における放流種苗の分布範囲は、時間を経るに従って放流点より陸側の平磯中央部を海岸線に平行に広がったが、各地のアワビ類の放流では放流点より陸側の浅部に移動するという報告が、放流点の水深が深い(2m以深)場合にも^{10, 11, 18, 22)}、浅い場合にも^{14, 17, 18)}ある。秋月等²⁵⁾は放流水深によってその後の移動が異なるとしている。本調査では、また、種苗の密度の高い範囲と海藻の着生範囲がよく一致する傾向が見られたが、このような移動、分布は単に水深だけでなく海藻の着生状態に関係する^{10, 11, 26)}と思われる。北海道日本海中部以南の沿岸に多く見られるような沿岸浅部に海藻の着生が限られているような条件のところでは、放流された種苗は、それらの浅所に移動、分布することが予想される。

エゾアワビ個体群では、季節的に分布が変化することが知られている²⁷⁾。試験区においても、天然貝の分布は季節的に変るが、いずれの季節でも Fig. 6 に見られるように平磯と転石帯の境界で最も密度が高い。従って、放流後約500日、再捕時殻長56~57mmになるまでの分布調査でみられた、水深0.5m前後の平磯中央部に最も高い密度がある種苗の放流後の分布は、人工種苗の特性と考えられる。しかし、放流後3年以上では深部に分布する個体が多くなるといわれ^{22, 28)}、放流後の時間がより長くなれば天然貝の分布と同じにな

ることも推察される。放流点周辺には殻長の小さい個体が遅くまで多く分布していたが、放流点に小型貝が残留する現象は、エゾアワビ¹¹⁾とクロアワビ等⁶⁾で報告されている。アワビの移動能力は殻長の増大にともなって大きくなるが²⁶⁾、Fig. 10 から推察されるように、放流後まず殻長の大きな個体が放流点から遠くに移動し、その後徐々に殻長の小さい個体が分散していくのであろう。一方、殻長が大きくても成長の悪い個体は遅くまで放流点周辺に分布している傾向が見られ (Fig. 15)、移動の仕方にも単に放流時の殻長の大きさだけでなく、各個体の種苗特性²⁹⁾が影響している可能性がある²⁶⁾。このような現象は、酒井等¹⁰⁾によっても報告されている。

2. 放流後の成長

放流された種苗は、放流後約3年半で放流時殻長の約3倍(成長量は放流時の約2倍)に成長したが、この成長は、天然貝の成長³⁰⁾とほぼ同じであると考えられる (Table 20)。また、殻長と重量の関係もほとんど天然貝と同じである。

しかし、秋期調査の結果から推定された極限殻長、重量は天然貝³⁰⁾のそれに比べて小さく、種苗の成長が天然貝に比べて早く鈍化する可能性を示した。これは放流された種苗には、特に選別されない限り成長の劣る個体が含まれるためと思われる。ただ、移動の項で述べたように成長の良い個体が早く分散するために成長の悪い個体の再捕率が高まり、放流種苗の極限殻長が過少に評価されていることも考えられる。特に、放流時殻長の大きい個体の放流後1年以降の再捕率が低い(後述)ことの影響も考えられる。また、放流時殻長の大きい個体の成長曲線は、成長のよい時期の値の割合が少ないデータから求められるので、必然的に極限殻長が小さくなるものと思われる。

放流後の成長で1日当り100 μ m以上の成長を示したのは、各放流時殻長とも放流されてからの時間にかかわらず、5月に殻長が32~44mmであった時である (Table 5)。また、放流時殻長17.5mmと22.5mmの個体は、殻長32.4mm、38.5mmに各々達した放流後1年目の5月から9月までに14~15mm成長した。さらに、放流時殻長32.5mmと37.5mmの個体は、放流した年の5月からその年の10月までに13mm成長している。これらの結果は、放流時殻長の大小がその後の成長に影響を与えることは少ないことを示している。同時に、放流後500日を境にして、放流時殻長の大小と成長量の大小の関係が逆転したが、これは殻長30~40mmで最も良く成長し、その後成長が鈍るという成長の様式によるものと理解される。酒井等²²⁾の試験では、放流後3年で同様に放流時殻長の大小と成長量の関係が逆転しているが、これは成長曲線の違いによるのであろう。

しかし、各地のエゾアワビ人工種苗の放流後の成長量について、放流後1年前後までは放流時殻長の大きい方が成長量が大きい^{10, 16)}という報告と、放流後1ヵ月から放流時殻長の小さい方が成長量が大きい²³⁾という報告及び特に相違がみられない²⁰⁾という報告がある。土田等¹¹⁾の報告でも、特に相関にはみられないようである。クロアワビにおいても同様に、放流時殻長の差がそのまま再捕時殻長の差になる¹⁷⁾という報告と、放流時殻長の大きい方が成長量が小さい²⁵⁾という報告がみられる。このような放流時殻長と成長量の関係の

Table 20. Growth of the aboriginal abalones and the released seeds.

	Shell length (mm)				
	Age	1	2	3	4
Aboriginal abalones in Oshoro (Kawamura et al. ³⁰⁾)		22.7	38.4	54.4	67.5
	Days after releasing	At releasing	364	721	1,095*
Released seeds		22.5	38.5	56.6	66.0

* The value of 1,095 days after releasing is read from the Fig. 14.

違いには、漁場の環境要因によるものもあるであろうが、門間²⁸⁾が指摘しているように放流された種苗の特性による影響も含まれるであろう。

本試験の結果では成長比が放流後 150 日以降、放流時殻長の小さい方で大きく、酒井等¹⁰⁾の報告と一致した。

エゾアワビの成長は、水温に大きく影響され^{27,31)}、北海道においては春から夏にかけて成長し、冬期間は成長が停止する⁷⁾ことが知られている。忍路湾の水温 (Fig. 20) と酒井³¹⁾の結果から水温の面からだけ成長を推察すると、水温が 10°C 以上となる 5 月中旬から成長を始め、15°C 以上になる 6 月中旬から 10 月中旬まで速みやかに成長し、10°C 以下となる 11 月中旬から 4 月までは成長が緩慢と思われるが、本調査における放流後の成長のパターンはこれらの推察によく一致した。東北地方においても同様の成長パターン^{10,22)}が示されているが、本調査でみられた成長の停止または緩慢な期間は東北地方より長い。

3. 生 残 り

放流後の生残りの推定は、放流効果や放流技術を検討する場合の重要な課題の一つである。これまでの各地の試験では、Petersen 法^{16,17)}、面積法^{10,21,22)}、デラリーの式³²⁾、死殻の採集数²⁴⁾及び漁獲調査における再捕率³³⁾による生残率の推定が行われている。また、再捕率^{2,17,20,24,25,26)}や再捕貝の放流時殻長の組成^{25,34)}による生残りの検討もなされている。

本報告では、面積法、単位努力量当たりの採捕数としての平均密度の変化及び全数採集調査の結果から生残率を推定したがこれらの方法を用いた際に以下のような問題点が考えられる。

① 分布面積について

移動の項で述べたように放流後の分布の傾向は大概ね把握されたが、試験区外や転石帯の分布は推定に多いことが多い。転石帯の分布では、全数採集で観察されたように平磯との境界で密度が高く、一方、調査点はそれらの場所に少ないために密度が過少に算出されていると思われる。

② 平均密度の変化について

単位努力量当たりの採捕数で生残率を求める場合、また、その値の代りに平均密度を用いる場合には、次の点が前提になるであろう。

イ. 計算に用いた放流後日数まで生残率は一定である。

ロ. 各調査毎の $\frac{nD}{D} \times k = nE/E$ なる k がほぼ一定である。

但し、 nD は分布面積 D 内の枠数、 nE は試験区 E 内の枠数

ハ. 減少率 Z は禁漁であるから漁獲死亡は含まれないが、試験区に限っているので (1-消失率)⁹⁾である。

しかし、死殻の採集数でみられるように、特に放流時殻長の小さい個体では放流初期に生残率の低下が著しいと推察される。また、分布の広がり調査枠数は k が一定になるようには設定されていない。

③ 全数採集について

全数採集の結果においても、調査面積と採捕率は推定値である。

推定された密度と 1 分当たりの採集個体数の関係には正の相関がみられた (Fig. 21)。アワビを採集するスピードは採集者の技術によって異なるのであろうが、一般的には密度によって左右されると考えられるから³⁵⁾、このことは調査面積の推定がそれ程大きく間違っていないことを示すであろう。

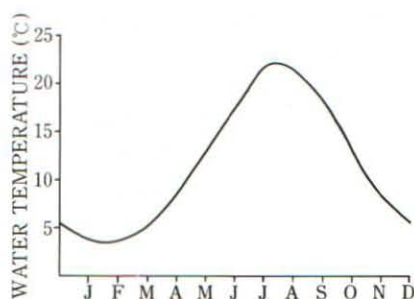


Fig. 20. Water temperature in Oshoro Bay. Water temperature is the average of ten years from 1970 to 1979 and is measured in the surface at 8–9 a. m. by Oshoro Marine Biological Station.

全数採集調査では採集個体数が多く、しかも放流後1年半を経過しており、これらの測定において天然貝と再捕貝の誤選別が危惧される。しかし、分布調査における天然貝の密度は、放流後75日を除いて0.6~0.8で、全数採集調査の結果と差はなかった (Table 21)。また、採集された天然貝の殻長組成も放流前の殻長組成とほぼ等しく、これらのことから、天然貝と再捕貝の誤選別はあっても小さいものと思われる。

補完調査における推定分布個体数も全数採集調査の推定結果を支持した。

これらのことから、本調査においては春に放流して放流後150日の秋までに80~85%が減耗したが、その後490日までではほとんど減耗しなかったと思われる。この値は、これまで行われたエゾアワビの人工種苗放流試験における放流後1年前後の生残率より低かった^{10, 11, 22, 32}。特に、放流時殻長の平均が本調査とほぼ同じか小さい種苗で酒井等²²の生残率69.4% (年間減少率0.365)、武市³²の1年1ヵ月後の生残率50.3%、本間等²³の1年後の再捕率58.9~51.0%に比べると著しく低い生残りである。

放流時殻長別にみると、放流時殻長22mm以上では放流後1年半の生残率は23~31%と推定されるが、放流時殻長22mm未満では10%以下である。放流時殻長の大きい方が再捕率が高く従って生残りも高いと推定する報告は多い^{2, 11, 16, 17, 21, 32, 33, 36}。しかし、本間等²³の結果ではその様な関係は見られない。また、本調査では放流後1年以上で放流時殻長34mm以上の再捕率が低かった。土田等¹¹や武市³²も同様の現象を報告し、これについて武市³²は、酒井等²²、本間等²³の報告を引用して、大型貝の逸散と取残しを主要な原因としている。放流時殻長が大きく、成長の良い個体程早く分散することは本調査でも推察され、このことが放流時殻長の大きい個体の再捕率を低下させた原因であるとする、これら大型個体の実際の生残率はもう少し高いであろう。しかし、種苗の日令などの特性²⁹も重要な問題であることは武市³²の指摘しておりである。

放流後の減耗の原因の一つとして害敵生物の食害が考えられる。立石等¹⁷や渋井³⁷は調査結果から減耗の主たる原因を害敵によるものとしている。アワビ類の害敵生物は数多いが^{6, 27, 38}、人工種苗放流に関する試験ではヒトデ類、カニ類及び魚類による食害の報告が多い^{10, 14, 18, 24, 32, 39~41}。害敵生物に関する実験では、特にカニ類による食害が注目される^{14, 24, 37, 39, 40}。本調査においても放流時殻長の測定が

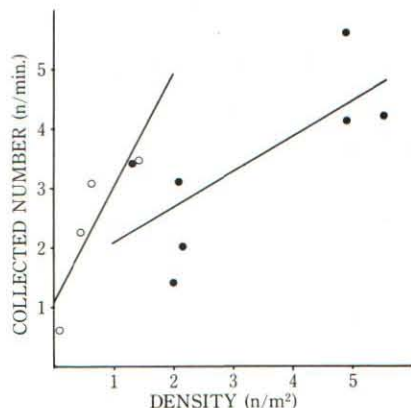


Fig.21. Relation between the density estimated and the collected number per a minute of the released seeds.

●: Tidal flat of rock, ○: Boulder

Table 21. Result of sampling the aboriginal abalone.

Days after releasing	Research area (m ²)	Aboriginal abalone		
		No.	%	Density
Before releasing	396	232	100	0.59
75	180	237	22	1.32
154	380	221	33	0.58
265	111	76	27	0.68
364	190	147	42	0.77
491	1,769	1,069	43	0.60

%; Ratio of the aboriginal abalones to the number sampled.

不能の破損死殻が全体の11%採集されたが、周縁部が破損している殻を含めるともつと多く、これらはカニ類による食害を推察させる^{24,40)}。ヒトデ類は実験的には余り顕著な捕食が見られないが放流直後の弱った個体に対する食害は考えられる。魚類についての調査は行わなかったが、小島²⁴⁾は潮下帯最上部への放流は魚類の食害を緩和するであろうと述べている。

容器から種苗をはがすときの物理的障害¹⁰⁾や傷を受けている個体の被食害の観察¹²⁾がみられるが、本調査においても中間育成カゴから放流用カゴに種苗を移す際や調査毎の測定などによる障害は無視できない。本調査と同様の作業と測定を行った他の調査では、作業後から放流までの1週間の蓄養中に15%の種苗が斃死した例も見られている。放流前の取扱いによって、特に殻長の小さな個体の生残りは大きな影響を受けるであろう。

死殻に見られた成長は生残個体のそれより小さかった。これは死殻が死後直ちに全数採集されたものでないことによるであろうが、一方、成長の遅い個体に減耗の多かったことも考えられる。門間²⁹⁾は、成長の遅い個体は捕食等による減耗の増大を伴うことを推察しているが、種苗の質の問題は今後の大きな課題であろう。

摘 要

1. エゾアワビ人工採苗技術の増殖技術としての評価と課題の検討のため、1976年5月26日に人工種苗を放流し、その後の移動、成長及び生残りについて調査した。
2. 用いた種苗は、1974～1975年に北海道立栽培漁業総合センターで採苗され、その後中間育成された、平均殻長24.8mmの種苗20,890個体である。
3. 試験区は忍路湾の湾奥部東岸の3,700m²で、水深1m以浅の海藻の多い平磯と水深1～4mの転石及びその沖の砂の3底質に大別される。
4. 放流点は試験区中央部の距岸17m、水深1mの平磯上である。
5. 放流後、種苗は速みやかに放流用カゴから海底に移り、放流後3日で2.9%がカゴに残っていた。その後は徐々に分散するが大きくは移動せず、放流後491日までの調査で種苗の密度が最も高かったのは、常に放流点を含む調査線の両側10mの間であった。また、その分布は海藻の着生範囲と一致する傾向がみられた。
6. 放流時殻長の大きい個体ほど速く分散し、また、放流時殻長の大小にかかわらず成長の悪い個体は遅くまで放流点の周辺に残った。
7. 放流後の成長は天然貝とほぼ同じであった。しかし、秋に行った調査の結果だけから得られた成長曲線の極限殻長は、放流時殻長17.5mmで109mm、27.5mmで82mm、37.5mmで77mmと天然貝に比べて小さな値となった。
8. 成長量は放流時殻長の大小にかかわらず、殻長30～40mmに達した時に最も大きかった。累積成長量は放流後500日以降では、放流時殻長の小さい個体の方が大きくなった。成長比は放流時殻長の小さい個体の方が大きかった。放流時において見られた殻長の差は、3年半後における再捕個体では殻長の差は非常に小さくなった。
9. 放流後154日の生存率は15～20%で、それ以降491日まではほとんど生残率は変わらないと推定される。これを放流時殻長別にみると、放流時殻長22mm未満では10%以下、22mm以上では23～31%と算出される。
10. 生残率の低下の原因の1つにカニ類による食害が考えられた。
11. 生残率に影響を与える要因として種苗の質の重要性が考察された。

文 献

- 1) 日本栽培漁業協会(1981):栽培漁業生産・入手・放流(全国)昭和54年度実績。

- 2) 日本水産学会編(1976): 種苗の放流効果(水産学シリーズ) 9-57 恒星社厚生閣
- 3) D. W. ジョンソン・(金崎 肇訳)(1976): 海岸線に於ける諸作用と海岸線の発達 548P 古今書院
- 4) 久保伊津男・吉原友吉(1969): 水産資源学 482P 共立出版
- 5) 鉄 健司・他(1974): 真鶴港内放流マダカの成長について 東海水研報 (77) 7-19
- 6) 木下虎一郎(1950): 鮑の知識とその増殖 64P 水産科学叢書 6 北方出版社
- 7) 富田恭司・斎藤勝男(1966): 礼文島におけるエゾアワビの成長 北水試月報 23(11) 25-30
- 8) 落合 明(1952): ニギスの生態学的研究Ⅰ, 体長と体重との関係 日水誌 18(4) 1-8
- 9) 伊藤嘉昭・村井 実(1978): 動物生態学研究法(上巻) 268P 古今書院
- 10) 酒井誠一・他(1968): 種苗放流によるアワビの増殖に関する試験(中間報告) 16P 宮城水試気仙沼分場
- 11) 土田健治・他(1971): 放流エゾアワビの成長, 再捕率, 移動について 岩手水試研報 1 121-130
- 12) 門間春博(1972): エゾアワビ種苗放流に関する研究Ⅰ, 放流直後の行動 日水誌 38(7) 671-676
- 13) 茨城水試(1975): 昭和49年度指定調査研究総合助成事業報告書, アワビの小型放流種苗の中間育成技術開発 18P
- 14) 茨城水試(1973): 昭和47年度指定調査研究総合助成事業アワビ増殖技術研究報告書 20P
- 15) 長崎水試(1976): アワビの種苗量産と放流技術の研究-Ⅰ 長崎水試登録(393) 6-21
- 16) 中西広義・平野 忠(1977): 人工採苗アワビの放流試験(昭和48年度) 青森県水産増殖センター事業概要(6) 123-128
- 17) 立石 賢・他(1978): クロアワビ小型種苗の放流場所と生残率 水産増殖 26(1) 1-5
- 18) 緒方得生・他(1979): アワビ, トコブシの種苗放流について 昭和52年度宮崎水試事業報告書 261-277
- 19) 緒方得生・他(1980): アワビの放流について一東臼杵郡門川町庵川地先一 宮崎水試試験報告 (69) 1-16
- 20) 小田切明久・他(1980): 人工種苗アワビの放流追跡調査 青森県水産増殖センター事業概要 (9) 150-155
- 21) 瀬戸口勇・他(1973): 昭和47年度指定調査研究総合助成事業アワビ増殖技術研究報告書 33P 鹿児島水試
- 22) 酒井誠一・他(1975): 種苗放流によるアワビの増殖に関する研究-Ⅱ 宮水試報告 (1) 1-8
- 23) 本間仁一・井岡 勲(1980): 昭和53年度アワビ大型種苗放流試験報告 山形水試資料 (123) 1-14
- 24) 小島 博(1981): クロアワビ放流稚貝の死亡について 日水誌 47(2) 151-159
- 25) 秋月友治・他(1969): 昭和43年度指定調査研究総合助成事業磯根資源調査報告書 24P 徳島水試
- 26) 門間春博・他(1980): 浅海岩礁域におけるアワビ増殖技術およびその効果について-Ⅰ 水産増殖 28(2) 59-65
- 27) 都道府県水試磯根資源調査研究グループ(1973): 磯根資源とその増殖Ⅰ -アワビ- 108P 日本水産資源保護協会
- 28) 本間仁一・井岡 勲(1978): 昭和52年度アワビ放流効果調査報告 山形水試資料 (115) 1-13
- 29) 門間春博(1980): エゾアワビの変異性に関する研究-Ⅰ, 日令の異なる幼貝の成長 水産増殖 28(3) 142-146
- 30) 川村一広・他(1970): 小樽市沿岸のエゾアワビの生態に関する2, 3の知見 本誌 (12) 33-46
- 31) 酒井誠一(1962): エゾアワビの生態学的研究-Ⅰ, 食性に関する実験的研究 日水誌 28(8) 766-779
- 32) 武市正明(1981): エゾアワビ人工種苗放流効果の一事例 昭和55年東北ブロック増殖研究連絡会議報告書 27-31
- 33) 井上正昭・他(1969): 磯根資源調査(アワビ) 昭和43年度指定試験研究結果報告 神水試資料 (118)

23P

- 34) 井上正昭・他(1968):磯根資源調査(アワビ)昭和42年度指定試験研究結果報告 神水試資料 (98)
24P
- 35) 斎藤勝男・元谷 怜(1969): 桧山管内のエゾアワビについて(北桧山町の場合) 北水試月報 26
(8) 34-44
- 36) 林賀信勝・本間仁一(1972): 磯根資源調査, 人工採苗稚貝の放流調査報告書-I 山形水試資料 (84)
9P
- 37) 浜井 正(1971): エゾアワビ稚貝の害敵生物に関する実験的研究 日本誌 37(12) 1173-1176
- 38) 猪野 峻(1966): アワビとその増養殖 水産増養殖叢書 11 104P 日本水産資源保護協会
- 39) 土田健治・他(1967): 昭和41年度指定調査事業報告書 6P 岩手水試
- 40) 土田健治・他(1968): 昭和42年度アワビ放流調査報告書 33P 岩手水試
- 41) 秋田水試(1969): 昭和43年度指定調査事業報告書 20P

北海道北部沿岸におけるキタムラサキウニの生殖周期

杉本 卓・田嶋健一郎・富田 恭司*

(北海道立稚内水産試験場)

Reproductive cycle of the sea urchin, *Strongylocentrotus nudus*, on the northern coast of Hokkaido.

Takashi SUGIMOTO, Ken-ichiro TAJIMA and Kyoji TOMITA

(Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station)

The reproductive cycle of the sea urchin, *Strongylocentrotus nudus*, collected from Rebun Island, Teuri Island and Wakkanai on the northern coast of Hokkaido was observed histologically. The results obtained are as follows.

1. The gonad index (gonad weight $\times$ 100/body weight) reached to a maximum in August and to a minimum in November.

2. The seasonal changes of gonad stage in females were as follows. Recovering stage, January-June; Growing stage, June-August; Pre-mature stage, September; Mature stage, September-early October; Spent stage, October-November. And those in males were as follows. Recovering stage, April-May; Growing stage, June; Pre-mature stage, July-early September; Mature stage, August-early October; Spent stage, October-March.

3. The spawning season of the sea urchin on the northern coast of Hokkaido was assumed to be from September to October, regardless of their geographical distribution.

4. The gonad index of the sea urchin collected from winter to spring at Wakkanai, was higher than those of both the population at Rebun Island and Teuri Island. And most females at Wakkanai had a numerous relict ova.

ウニ類の生殖巣成熟過程の解明は増殖研究にとって基礎的な課題の一つであるばかりでなく、生殖巣が直接漁業生産の対象となっているため、生殖周期を知ること自体が、地域の適切な漁期、あるいは禁漁期を設定する上で極めて重要な意義をもっている。

これまでキタムラサキウニの生殖周期についての生殖巣の質的および量的な研究として、北海道南部沿岸における FUJ¹⁾、北海道余市沿岸における川村²⁾、量的な面から福島県沿岸における秋元・天神³⁾、岩手県における土田⁴⁾の報告があるが、北海道北部沿岸における知見はみられない。また北海道北部の礼文島産と宗谷産エゾバフソウニの成熟過程に相違があることが、田嶋⁵⁾によって報告されている。ここでは礼文島、天売島および稚内のキタムラサキウニの生殖周期を明らかにし、三地先の生殖巣の質的かつ量的な季節変化に差異があるかどうかを比較検討したので、その結果を報告する。

報告に先立ち、本報告のご校閲を賜った北海道大学水産学部富士昭教授、ならびに材料の採集に多大の便宜を与えられた船泊、天売、稚内の各漁業協同組合、また採集に当って協力していただいた礼文地区水産技術普及指導所工藤敦吾所長、後志南部地区水産技術普及指導所磯貝辰彦氏、網走東部地区水産技術普及指導

所児玉勉氏に感謝の意を表する。

材料および方法

材料のキタムラサキウニは礼文島、天売島および稚内の三地先 (Fig. 1) で1977年5月から1978年11月までの間にほぼ毎月1回採集した。なお稚内では冬期間、流氷や時化のため、計画通り採集できなかったもので、1979年1月に採集したものを参考に供した。材料は殻径5 cm以上の個体を対象として、水深1~5 mの所でSCUBA潜水またはタモ採りによって、毎回8~25個体を採集した。

資料は殻径、全重量、生殖巣重量を測定し、生殖巣指数 (生殖巣重量÷全重量×100) を求めた。

摘出した5~10個体の生殖巣は、小片をブアン液、または10%ホルマリン海水で固定し、通常のパラフィン法により厚さ5~7 μ の切片を作成した後に、デラフィールドのヘマトキシリンとエオシンおよびハイデンハインの鉄ヘマトキシリンとライトグリーンの二重染色を施して観察に供した。なお生殖巣熟度の組織学的な判定基準はFUJI[®]に準拠した。

水温は養殖漁場海況観測取りまとめ (北海道水産資源技術開発協会)、稚内地方気象台、船舶漁業協同組合アワビ蕃養センターの資料を用いた。

結 果

生殖巣指数の季節的变化

礼文島、天売島および稚内の生殖巣指数の季節的变化を Fig. 2 に示した。

三地先における指数値は8月に最高に達した。その値は1977年と1978年とで多少差があり、また稚内における最高値は両島に比較して高い値を示した。その後各地先とも9、10月に減少し、10月中旬から11月の間に最低となった。しかし1977年11月から翌年8月にかけて、各地先における推移には幾分違いがみられた。すなわち稚内では最低値が約17で、両島の最低値約10に比べてかなり高い値を示すことが注目され、この値が6月まで続き、7月に急増した。これに対して天売島では礼文島における推移よりやや上回るが、いずれにしても両島とも2月まで指数値約10のレベ

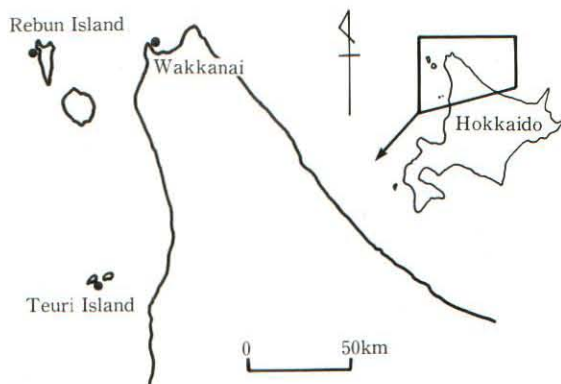


Fig. 1. Northern Hokkaido, showing of sampling stations (filled circles)

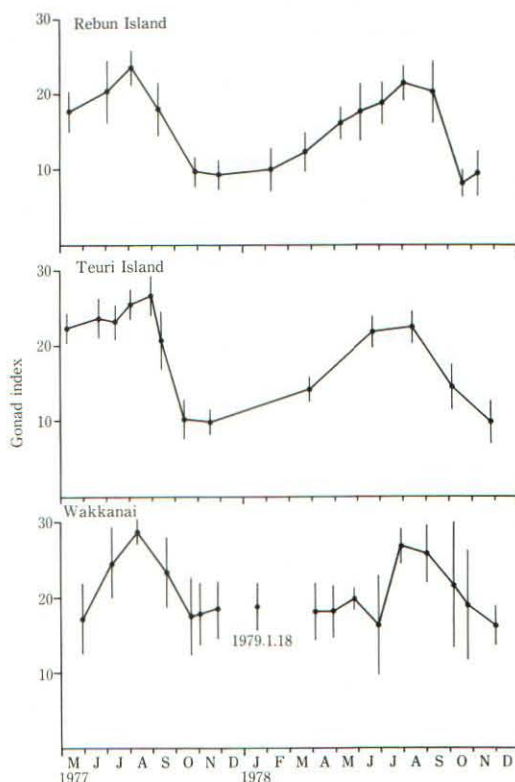


Fig. 2. *Strongylocentrotus nudus*. Seasonal changes of gonad indices. Vertical lines show standard deviation.

ルを保ち、3月から7月にかけて緩やかに増加することでは共通している。

生殖巣の成熟過程

各地先における生殖巣熟度の季節的变化を Fig. 3 に示した。

卵巣は、各地先とも1月から5、6月にかけて卵原細胞と長径約 30μ の卵母細胞が生殖小のう壁に散在する回復期 (Plate 1-A) であった。6、7月から8月までは長径約 40μ の卵母細胞がほぼ帯状に並ぶ成長期 (Plate 1-B) の個体が多くなり、8月には長径 $40\sim 100\mu$ の卵母細胞がほぼ帯状に並び、生殖小のうの中央に成熟卵 (Plate 1-G) が観察される成熟前期 (Plate 1-C) が出現した。そして9月になると成熟前期の個体と、大型の卵母細胞や成熟卵が生殖小のうの大部分を占める成熟後期 (Plate 1-D) の個体がみられた。その後10月上旬にはすべての個体が成熟後期であった。10月下旬になると全個体が、生殖小のうに少数の残存卵と卵原細胞が観察される放出期 (Plate 1-E) となった。11月にはほとんどの卵巣は放出期の像を示していた。このように各地先とも生殖巣の成熟過程はほぼ同じ傾向を示すが、稚内では冬から春にかけて放出期と回復期のほとんどの卵巣に崩壊現象を起こしている多数の残存卵 (Plate 1-H) とヘマトキシリンに濃染される多くの小球、そして生殖小のう壁に卵原細胞または卵母細胞が観察された (Plate 1-F)。なお卵原細胞は周年にわたって存在する。

精巣は、各地先とも1月から5、6月にかけて時間の経過とともに、生殖小のう壁に接する精原・精母細胞が連続的な薄い層をなす回復期 (Plate 2-A) が多くなった。6月には精原・精母細胞あるいは精細胞が厚い層をなす成長期 (Plate 2-B)、または精子形成が活発で精子が求心的に流れ、生殖小のうの中央に精子塊がみられる成熟前期 (Plate 2-C) が出現した。7月から9月中旬にかけて礼文島、稚内では成熟前期の

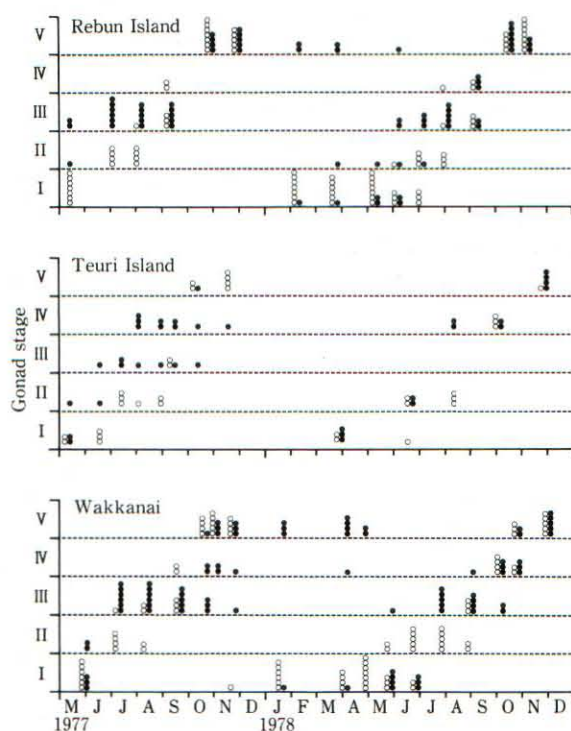


Fig. 3. *Strongylocentrotus nudus*. Seasonal changes of gonad stages of male (●) and female (○). I: Recovering stage; II: Growing stage; III: Pre-mature stage; IV: Mature stage; V: Spent stage.

個体が多く、一方天売島においては生殖小のうちの大部分が精子で占められ、精子塊は渦巻状を呈する成熟後期 (Plate 2-D) のものが既に出現していた。各地先とも9月から10月にかけて成熟前期または成熟後期の個体が観察され、10月下旬から11月になると、ほとんどの個体が、活発な精子形成はみられず少数の精子塊あるいは空胞が観察される放出期 (Plate 2-E) であった。礼文島、稚内において10月から5、6月まで放出期に該当する個体が出現した。しかしこの時期に放出期と判定した精巣には、典型的な放出期と異なっておわずかな精子形成がみられた。稚内では、冬から春にかけて多量の残存精子を所有する個体 (Plate 2-F) が出現した。さらに周年にわたって径 $1\sim 2\mu$ の球形のヘマトキシリンに濃染する顆粒をもつ塊が観察された (Plate 2-G, H)。この現象は礼文島、天売島においてもみられたが、特に稚内で顕著であった。

考 察

各地先におけるキタムラサキウニの生殖巣指数の季節的变化はほぼ同じであり、9、10月に減少する。生殖巣熟度も、雌は9月に成熟後期が出現し、10月上旬にはすべての雌が成熟後期で、10月下旬には既に放出期であった。これらより北海道北部沿岸におけるキタムラサキウニの産卵期は9～10月で、産卵盛期は9月下旬から10月下旬であると推察され、北海道南部、余市沿岸における産卵期^{1,2)}と同じである。しかし福島県や岩手県における産卵期7～10月³⁾、8～10⁴⁾月に比較すると短期間である。田嶋ら⁵⁾の報告によると、宗谷産エゾバフンウニの産卵期は7～9月であり、キタムラサキウニはこの時期よりやや遅れる。しかし礼文島産エゾバフンウニの産卵期は9～10月であり、キタムラサキウニと同時期である。キタムラサキウニの産卵期は、エゾバフンウニと比較すると、地域的に大きな違いがないと思われる。なお産卵は9、10月の水温下降期 (20～12°C) に起っている (Fig. 4)。

MASUDA & DAN⁷⁾は、*Anthocardaris crassispina* と *Hemicentrotus pulcherrimus* で生殖巣指数が成熟前期の卵巢で最高値を示すと報告している。礼文島、天売島および稚内の各地先でも、生殖巣指数が最高値を示すとき、生殖巣熟度はほとんどの卵巢で成長期または成熟前期であり、精巣は成熟前期または成熟後期である。一方成熟度がほとんどの個体で成熟前期や成熟後期であるとき、既に生殖巣指数は減少し始めており、MASUDA & DAN⁷⁾と同様の現象がみられた。生殖巣指数だけから、ウニ類の産卵期を判定するときには、このことを十分に考慮する必要がある。

各地先において精子塊または成熟卵を有する成熟前期の生殖巣が、雄では5月または6月に、雌では遅れて8月に出現する。また天売島において、雄では成熟後期の生殖巣が8月から11月まで毎月出現している

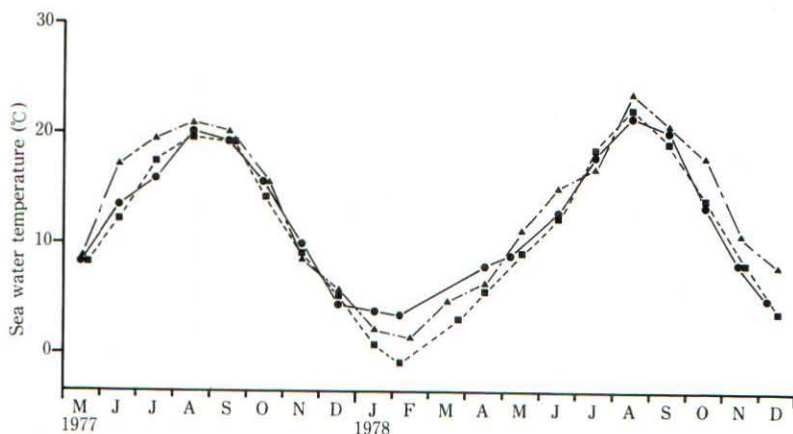


Fig. 4. Seasonal changes of the sea water temperature at Rebun Island (●), Teuri Island (▲) and Wakkanai (■).

が、雌では10月のみに観察される。このように雌では成熟卵が生殖小のう内にほぼ充満するのは短期間であるが、雄では早期に精子塊が出現し、長期間精巣に貯蔵される。同様なことをキタムラサキウニで FUJI¹⁾、川村²⁾、*Mellita quinquiesperforata* で LANE & LAWRENCE³⁾ が報告している。なお礼文島、稚内とも放出期、回復期の精巣内に受精能力の有無は別にして、精子塊が観察された。特に回復期にあたる春にも精子塊の存在が認められることから、放出後も精子は生産されと考えられる。HOLLAND & GIESE⁴⁾ は、*Strongylocentrotus purpuratus* で精子が放出後にも生産され、relict spermatozoa という語は放出前に生産される精子を必ずしも意味しないとしている。

冬から春にかけて、稚内における生殖巣指数は礼文・天売両島に比べてかなり高い値を示し、この時期の生殖巣を取り出すと、ほとんどの個体で、いわゆる「身が溶ける」現象がみられ、組織像では生殖小のうに多数の残存精子や崩壊現象を起こしている残存卵が観察される。組織像に関する限りでは、川村・林¹⁰⁾ がエゾバフンウニで観察した高水温による異常な生殖巣と類似している。また、ヘマトキシリンに濃染する径 $1 \sim 2 \mu$ の顆粒の塊は、精巣内で周年にわたって観察されるが、特に稚内産キタムラサキウニに多数観察された。これは LANE & LAWRENCE³⁾、HOLLAND & GIESE⁴⁾、PERSE¹¹⁾ が指摘しているように、栄養細胞による雄性生殖細胞の喰作用と何らかの関係があると推察されるが、その起源および機能は不明である。

要 約

北海道北部沿岸の礼文島、天売島および稚内におけるキタムラサキウニの生殖周期について、生殖巣の量的かつ質的な成熟過程の観察を行い、次の結果を得た。

1. 生殖巣指数は各地先において8月に最高となり、9、10月に減少し、11月に最低値をとることで共通している。
2. 雌の生殖巣成熟度の周年変化は回復期1～6月、成長期6～8月、成熟前期9月、成熟後期9～10月上旬、放出期10～11月であり、雄は回復期4～5月、成長期6月、成熟前期7～9月上旬、成熟後期8～10月上旬、放出期10～3月となる。
3. 北海道北部沿岸におけるキタムラサキウニの産卵期は9～10月であると推察される。
4. 稚内では冬から春にかけて、多数の残存卵や精子塊を有する個体が多く存在し、生殖巣指数も礼文、天売両島に比較して高い値を示した。

文 献

- 1) FUJI, A. (1960): Studies on the biology of the sea urchin. III. Reproductive cycle of two sea urchins, *Strongylocentrotus nudus* and *S. intermedius*, in southern Hokkaido. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 11 49-57
- 2) 川村一広 (1967): 余市沿岸のエゾバフンウニとキタムラサキウニの生活に関する2、3の知見 北水試月報 24(3) 126-135
- 3) 秋元義正・天神 僚 (1974): 永崎禁漁区内のキタムラサキウニの生態について 福島水試研報 (2) 19-29
- 4) 土田健治・武市正明・中本宣典・飯岡主税 (1970): ウニ漁場の生産性調査 岩手県水試年報 昭和44年度 190-192
- 5) 田嶋健一郎・富田恭司・工藤敬吾・松谷 実・吉田孝夫 (1978): 宗谷・礼文島両地におけるエゾバフンウニの生殖巣成熟の比較 北水試月報 35(2) 1-9
- 6) FUJI, A. (1960): Studies on the biology of the sea urchin. I. Superficial and histological gonadal changes in gametogenic process of two sea urchins, *Strongylocentrotus nudus* and *S. intermedius*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 11 1-14

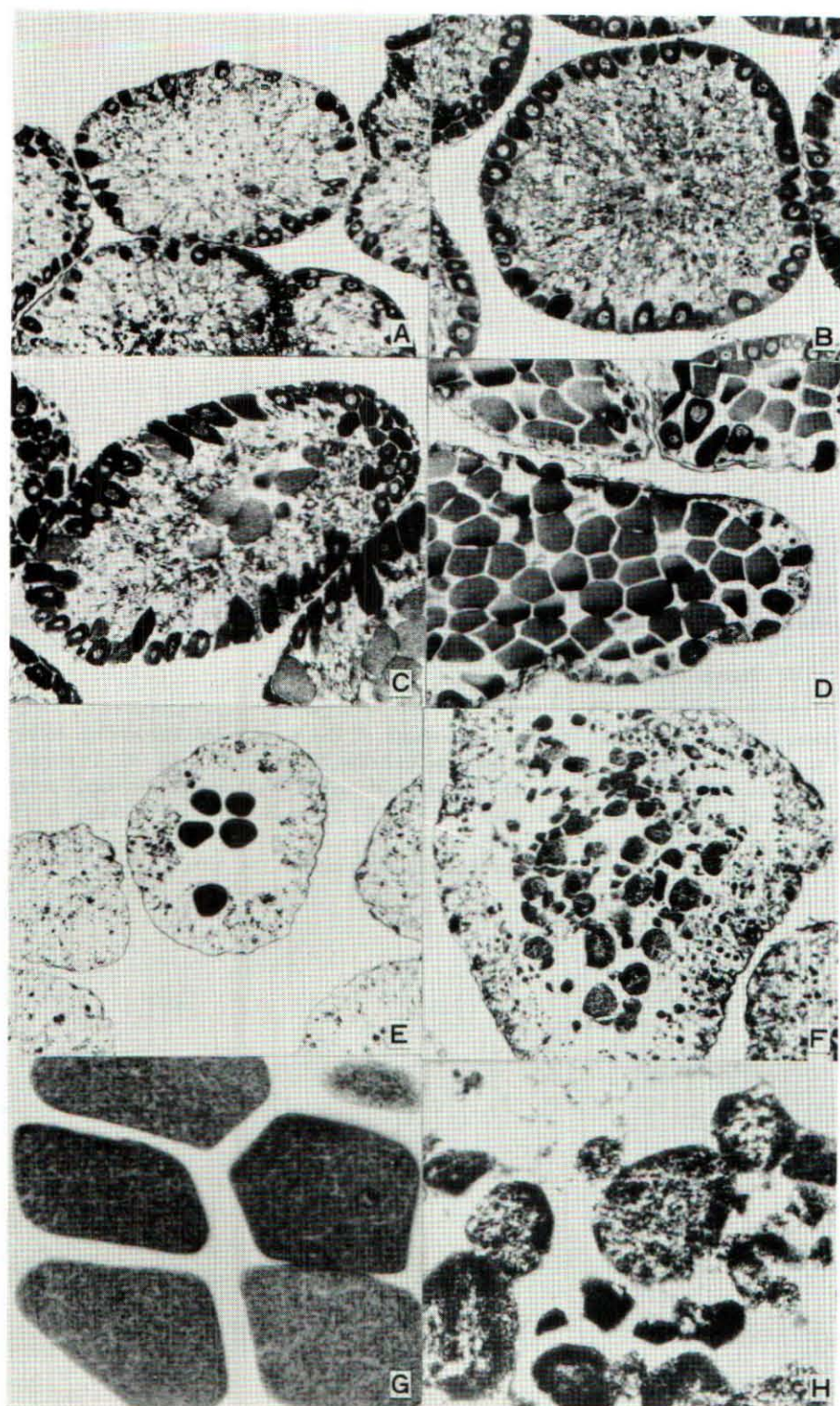
- 7) MASUDA, R. and DAN, J. C. (1977) : Studies on the annual reproductive cycle of the sea urchin and the acid phosphatase activity of relict ova. *Biol. Bull.* 153 577-590
- 8) LANE, J. M. and LAWRENCE, J. M. (1979) : Gonadal growth and gametogenesis in the sand dollar, *Mellita quinquiesperforata* (LESKE, 1778). *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 38 271-285
- 9) HOLLAND, N. D. and GIESE, A. C. (1965) : An autoradiographic investigation of the gonads of the purple sea urchin (*Strongylocentrotus purpuratus*). *Biol. Bull.* 128 241-258
- 10) 川村一広・林 忠彦 (1965) : エゾバフンウニの摂餌, 成長, 成熟におよぼす水温の影響について 北水試月報 22(3) 128-145
- 11) PEARSE, J. S. (1969) : Reproductive periodicities of Indo-Pacific invertebrates in the Gulf of Sues. I. The echinoids *Prionocidaris baculosa* (LAMARCK) and *Lovenia elongata* (GRAY). *Bull. Mar. Sci.* 19 323-350

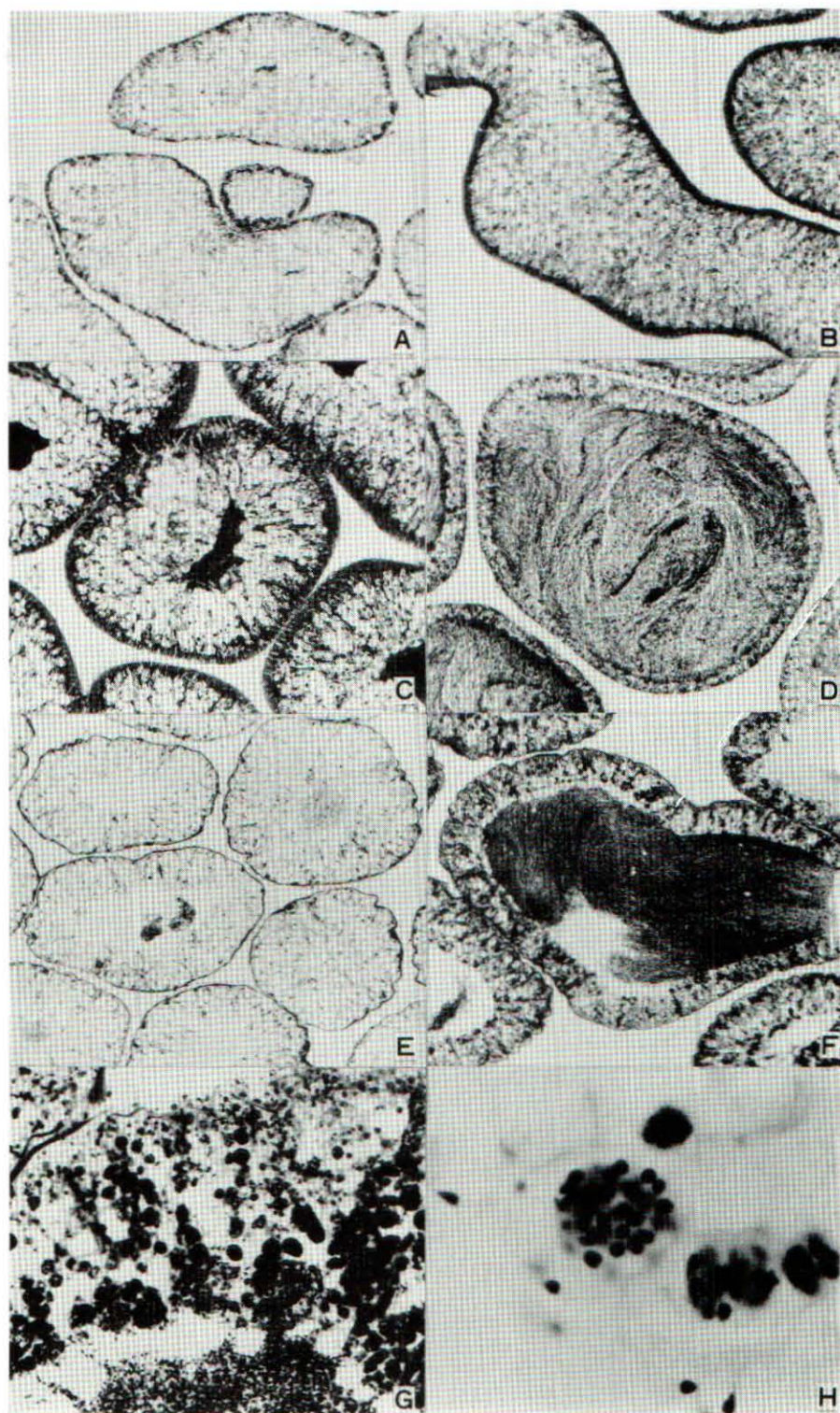
Plate 1.

Strongylocentrotus nudus. Histological sections of the ovaries. (A) Recovering, collected in Rebun Is. on May. $\times 60$ (B) Growing, collected in Rebun Is. on July. $\times 60$ (C) Pre-mature, collected in Rebun Is. on August. $\times 60$ (D) Mature, collected in Wakkanai on October. $\times 60$ (E) Spent, collected in Rebun Is. on November. $\times 60$ (F) Spent, collected in Wakkanai on January, many relict ova degenerate at the center of the ovarian lumen. $\times 60$ (G) Mature ova. $\times 300$ (H) Degenerating ova. $\times 300$

Plate 2.

Strongylocentrotus nudus. Histological sections of the testes. (A) Recovering, collected in Rebun Is. on June. $\times 60$ (B) Growing, collected in Rebun Is. on July. $\times 60$ (C) Pre-mature, collected in Rebun Is. on July. $\times 60$ (D) Mature, collected in Wakkanai on October. $\times 60$ (E) Spent, collected in Rebun Is. on November. $\times 60$ (F) Spent, collected in Wakkanai on January, many relict spermatozoa are observed in testicular lumen. $\times 60$ (G) Spermatozoa and clumps. $\times 300$ (H) Many granules like spermatozoon embed in clumps. $\times 1500$.





ハナサキガニの成長について

阿部晃治・小池幹雄

1970～1977年に道東および南部千島海域で採集した標本の成長について研究した。実測した各齢期の平均甲長は9齢期の22.5mmから雌は23齢期の124.5mm, 雄は25齢期の145.8mmまでであった。定差図, 相対成長などの屈折点は性成熟期にみられ, 成体期の成長は雄が雌より良かった。成長率は甲長の増大に比例して減少した。齢期と甲長の関係にはロジスチック曲線が適合した。脱皮の時期や間隔は各齢期, 成体では雌雄で異なった。各年齢の平均甲長は, 満1歳で31mm, 満2歳で48.6または56.2mm, 満3歳以降は毎年1齢期づつ成長し, 満6歳, 94.5(雌)～96.4mm(雄)で性成熟に達すると推定された。

A106 北水試報 24 1-14 1982

野付湾におけるホッケイエビの成長と性相 — 特に成長の二型について

水島敏博・尾身東美

野付湾におけるホッケイエビの成長と性相の關係に2つのタイプがみられた。一つは当歳で未成熟, 1歳で雄その後性転換して2歳で雌となる通常タイプ群, 他方は当歳で雄, その後性転換して1歳で雌となる早熟タイプ群である。その出現比は通常タイプ群が圧倒的に多く比率は約7～9倍であるが両者の出現比は水域によって異なる。早熟タイプ群は湾口や湾北部に多く出現し, その要因としてエビの生息密度と餌料生物量が推察された。

A107 北水試報 24 15-27 1982

浜中湾および琵琶瀬湾のヨコエビ端脚類

高丸禮好・落合敏邦

北海道東部浜中湾と琵琶瀬湾に生息するヨコエビ類8科13種の外部形態と分布について観察した。この結果 *Ampelisca brevicornis*, *Protomedea* sp., *Paraphoxus* sp., *Anonyx* sp. などの沖合に生息する種群, *Hippomedon* sp. などの沿岸域に生息する種群および *Eohaustorius eous*, *Monoculodes limnophilus japonicus* など広範囲な生息域を有する種群に分けられた。これらが, *Hippomedon* sp. 群集, *Eohaustorius eous* 群集, *Ampelisca brevicornis* 群集および *Protomedea* sp. 群集の4つのヨコエビ群集として, この海域に生息していることが認められた。

A108 北水試報 24 29-39 1982

忍路湾におけるホソメコンブの群落形成

阿部英治・松山恵二・辻 寧昭

小樽市忍路湾で平磯を1973年9月から翌年8月まで, 毎月1回岩面剝離して造成した1㎡調査面を用いて, 1973～1976年までホソメコンブとその他海藻の群落形成について調査を行った。

その結果, 調査面は海藻の出現様式に従って4つに区分された。ホソメコンブ胞子体は11月上旬から翌年の5月上旬まで発生するが, 漁業対象となる個体群の出現の中心時期は11～12月の2か月間であることが推察された。

A109 北水試報 24 41-50 1982

北海道東部、浜中湾および琵琶瀬湾におけるホッキガイ漁場の底生動物群集

高丸禮好・中尾 繁

北海道東部の浜中湾と琵琶瀬湾のホッキガイ漁場において底生動物群集の季節変化と底質条件について観察した。両湾ともに、沖合に向うにしたがい底質の粒度は微細化し、淘汰度が低下し、炭素量と窒素量は高い値を示した。底生動物群集は浜中湾でA～D群集、琵琶瀬湾でE～G₄群集に区分された。

この海域では沿岸性のA、BおよびE群集区がホッキガイの分布域となっており、とくにO型のsand typeを有する海域で高密度であった。

A110 北水試報 24 51-58 1982

北海道北部沿岸におけるキタムラサキウニの生殖周期

杉本 卓・田嶋健一郎・富田恭司

北海道北部の礼文島、天売島および稚内におけるキタムラサキウニ生殖巣の量的かつ質的な成熟過程の観察を行った。生殖巣指数は各地先とも8月に最高となり、9、10月に減少し、11月に最低となった。雌の生殖巣熟度の周年変化は各地先とも回復期1～6月、成長期6～8月、成熟前期9月、成熟後期9～10月上旬、放出期10～11月であった。したがって、北海道北部沿岸におけるキタムラサキウニの産卵期は9、10月であると推察した。稚内では冬から春にかけて、生殖巣指数は両島より高い値を示し、ほとんどの個体で残存精子や多数の残存卵が観察された。

A112 北水試報 24 91-99 1982

忍路湾におけるエゾアワビ人工種苗放流試験

宮本建樹・斉藤勝男・元谷 怜
西川信良・門間春博・川村一広

エゾアワビ人工種苗の放流後の移動、成長及び生存率を調べるため、1976～1979年に忍路湾において試験を行った。

用いた種苗は、20,890個で平均殻長24.8mmであった。

放流後、種苗の分布は、水深1m以浅の平磯を海岸線に平行に拡がり、その分布範囲は海藻の生育範囲と一致する傾向がみられた。殻長の大きい個体ほど、早く放流点から遠くに移動した。また、放流点周辺に遅くまで残っていた個体には、成長の悪い個体が多かった。

成長は天然貝とほぼ同じであった。放流時の殻長の大きさにかわらず、殻長30～40mmに達した時に最も良く成長した。成長比は放流時殻長の小さい個体の方が大きかった。放流時において見られた殻長の差は、3年半後における再捕個体では殻長の差は非常に小さくなった。

放流後491日後の放流種苗全体の生存率は15～20%であった。放流時殻長別にみると、放流時殻長が22mm以上では23～31%、22mm未満では10%以下であった。

A111 北水試報 24 59-89 1982

北海道立水産試験場

北海道立中央水産試験場 (Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)	046 余市郡余市町 (Yoichi, Hokkaido, Japan)
北海道立函館水産試験場 (Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)	042 函館市湯の川 1-2 (Yunokawa, Hakodate, Hokkaido, Japan)
北海道立函館水産試験場室蘭分場 (Muroran Branch, Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)	051 室蘭市舟見町 1-10 (Funamicho, Muroran, Hokkaido, Japan)
北海道立釧路水産試験場 (Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station)	085 釧路市浜町 2-6 (Hamacho, Kushiro, Hokkaido, Japan)
北海道立網走水産試験場 (Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)	099-31 網走市鱒浦 31 (Masuura, Abashiri, Hokkaido, Japan)
北海道立網走水産試験場紋別分場 (Monbetsu Branch, Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)	094 紋別市港町 7 (Minatomachi, Monbetsu, Hokkaido, Japan)
北海道立稚内水産試験場 (Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station)	097 稚内市宝来 4-5-4 (Horai, Wakkanai, Hokkaido, Japan)
北海道立栽培漁業総合センター (Hokkaido Institute of Mariculture)	041-14 茅部郡鹿部村 (Shikabe, Hokkaido, Japan)

昭和57年2月28日印刷

昭和57年3月10日発行

編集兼
発行者 北海道立中央水産試験場
北海道余市郡余市町
電話 01352 (3) 7451

印刷者 石 川 正

印刷所 三陽印刷株式会社
札幌市西区手稲東3北2丁目