

北海道南部太平洋沿岸におけるエゾバフンウニ人工種苗の 放流(1)

誌名	北海道立水産試験場研究報告 = Scientific reports of Hokkaido Fisheries Experimental Station
ISSN	09146830
著者	吾妻, 行雄 門間, 春博
巻/号	31号
掲載ページ	p. 15-25
発行年月	1988年10月

北海道南部太平洋沿岸における エゾバフンウニ人工種苗の放流

第1報 成長と生殖周期

吾妻行雄・門間春博
(北海道立函館水産試験場)(北海道立栽培漁業総合センター)

Release of cultured seeds of the sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius* (A. AGASSIZ), in the Pacific coastal waters of southern Hokkaido
I. Growth and reproductive cycle

Yukio AGATSUMA and Haruhiro MOMMA *

Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station, Hakodate, Hokkaido 042, Japan

* Hokkaido Institute of Mariculture, Shikabe, Hokkaido 041-14, Japan

The cultured seeds that were produced from the adult sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius*, from the coastal waters of the Sea of Japan, Hokkaido, were released in the coastal waters of the North Pacific Ocean at Shikabe in southern Hokkaido in September of 1983 and 1984. The growth and seasonal changes in gonad development of these seeds were monitored for three years (September 1983 to October 1986) and were compared with those of the native population.

The released seeds grew more rapidly during the first 14 months and reached to 40mm in test diameter for 8.5 to 9 months after release. However, the growth rate of the introduced sea urchins decreased thereafter and was lower than that of the native stock after three years. In addition, it took four and over five years for the native and introduced individuals, respectively, to attain to 60mm, a minimum fishing size at Shikabe.

Most introduced sea urchins matured when they became one year old. They showed a defined annual reproductive cycle and spawning occurred in autumn, when their adults indigenousto the Sea of Japan spawn. However, the gonad index (gonad weight $\times 100$ / body weight, g in wet weight) of the introduced population was lower than that of the native population during the fishing season, November to February. Thus, there was a difference in reproductive cycle between the native and introduced populations.

The effectiveness of releasing cultured seeds on the sea urchin fishery in the coastal

region of the Pacific Ocean and Funka Bay, southern Hokkaido, was also discussed.

近年、エゾバフンウニ (*Strongylocentrotus intermedius*)の人工種苗生産の技術の発展とともに、量産化された人工種苗を用いた放流事業が北海道の各地で行われるようになった。これらの人工種苗の放流効果を上げるためには生残率が高く、漁獲サイズまでの成長が早いこと、さらに漁期には地元の天然群と同様に生殖巣が量的に発達することが要求される。

北海道南部日本海沿岸から北海道東部太平洋沿岸に移殖したエゾバフンウニは、地元のウニと異なり、秋に産卵する日本海沿岸産ウニ固有の生殖周期を示す。さらに移殖したウニの成長は地元のウニに比べて劣ることが報告されている¹⁾。

エゾバフンウニの資源を積極的に増大させるために、今後さらに人工種苗の放流事業が盛んになると思われる。しかし、放流する種苗が親ウニの生殖周期の形質をどこまで維持するかを判定することは、各々の地先で放流する種苗の親ウニの産地を規定する上でも大きな意味をもつものと思われる。

著者らは、北海道中部日本海沿岸の親ウニから生産された人工種苗を、北海道南部太平洋沿岸の鹿部町地先に放流し、追跡調査を行っている。前報²⁾では、これらの放流群と地元の天然群とが、生殖板に形成される輪紋(黒色帯)の特徴から判別できることを明らかにした。ここでは、放流群の成長ならびに生殖周期を地元の天然群とあわせて3年間にわたって調査したのでその結果を報告する。

報告に先立ち、本調査にご協力いただいた渡島中部地区水産技術普及指導所福井 滋普及員ならびに鹿部漁業協同組合佐藤佑二組合長に深く謝意を表す。

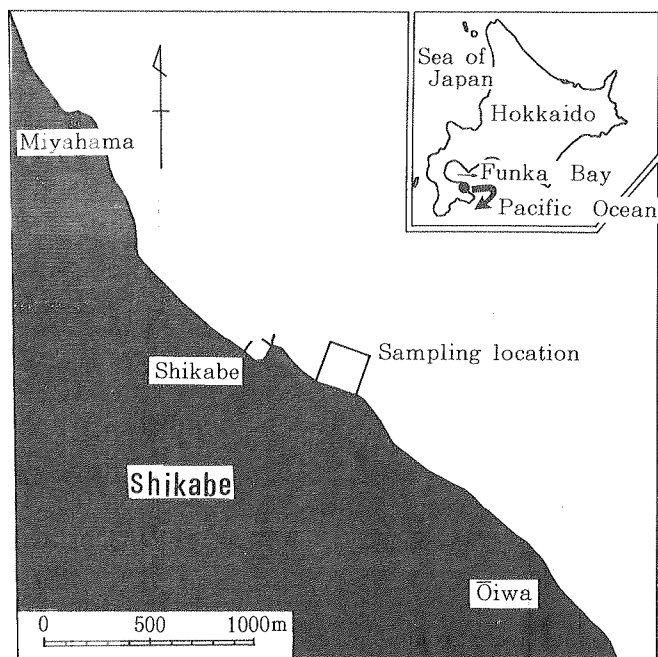


Fig. 1. Shikabe area and sampling location.

材料および方法

材料として用いたエゾバフンウニ人工種苗の親ウニの産地は、いずれも北海道日本海沿岸である（1983年放流群：積丹町、泊村 1984年放流群：岩内町）。これらの親ウニを用いて1983年放流群は1982年9月から10月に、1984年放流群は1983年11月とともに北海道立栽培漁業総合センターで人工受精した。また、採苗した稚ウニは室内飼育した後、噴火湾沿岸の砂原町沖で放流まで海中飼育した。ただし、1983年放流群の一部は、放流まで北海道栽培漁業振興公社鹿部支所で室内飼育した^{3,4)}。

これらの人工種苗を、鹿部町鹿部地先の調査域（200 × 200 m）に、1983年9月5日に50,000個体、1984年9月13日に23,000個体を放流した（Fig. 1）。1983年8月29日から1986年10月21日まで18回にわたり、スキューバ潜水またはタモ網により、調査域に生息するエゾバフンウニをそれぞれ 28~195個体を採集した。採集したエゾバフンウニの殻径（mm）、全重量ならびに生殖巣重量（g 湿重量）を計測し、生殖巣指数（生殖巣重量×100 / 全重量）を求めた。また、生殖巣を肉眼観察により、未発達期、回復期、成長期、成熟前期、成熟後期ならびに放出期の6段階⁵⁾に区分した。さらに、生殖板に形成される輪紋の特徴から放流群と地先の天然群を判別し²⁾、それぞれの殻径の成長過程と生殖巣の変化を調べた。ただし、天然群は産卵期を4~6月とし³⁾、1981年と1982年ならびに1983年の年級群をそれぞれ分離した。また、調査期間中の水温は北海道栽培漁業振興公社編「養殖漁場海況観測取りまとめ」第13~16号から鹿部町鹿部の観測値を引用した。

結 果

1. 放流群と天然群の成長

1983年ならびに1984年放流群と、それらと同年齢の地元の天然群（1982, 1983年級群）の殻径の成長過程を Figs.2,3 に示した。1983年と1984年放流群の放流時における殻径の平均値は、それぞれ17.8mmおよび20.9mmであった。1983年放流群の殻径は、1984年6月7日に45.1mmであり、1984年放流群のそれは、1985年5月30日に40.1mmであった。すなわち、両放流群は放流後約8カ月半から9カ月で、北海道漁業調

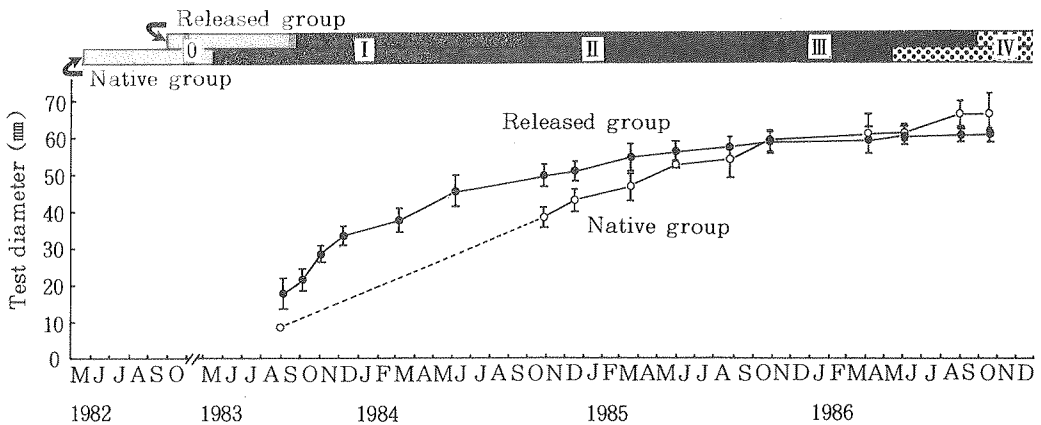


Fig. 2. Growth of the introduced group released in 1983 and the native 1982-year-class group. Open and closed circles show mean test diameters of the released and native groups, respectively, and vertical bars represent standard deviations. Roman numerals indicate ages of the sea urchins.

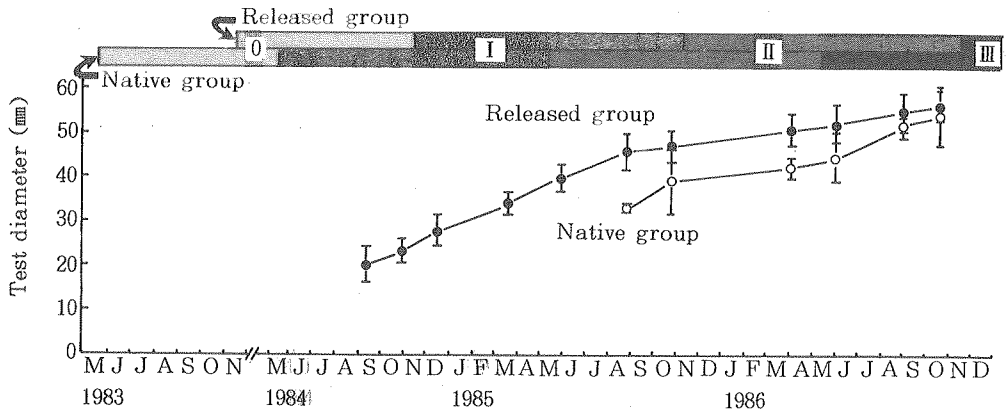


Fig. 3. Growth of the introduced group released in 1984 and the native 1983-year-class group. Open and closed circles show mean test diameters of the released and native groups, respectively, and vertical bars represent standard deviations. Roman numerals indicate ages of the sea urchins.

整規則で定められた漁獲制限殻径である40mmを越えた。1983年放流群の殻径は、放流後約1年2カ月で49.4mm(1984年10月29日)となり、1984年放流群のそれは47.1mm(1985年10月21,22,31日)であった。この間の殻径の成長量は1983年放流群は31.6mm,1984年放流群は26.2mmであった。その後殻径の成長量は減少し、1983年放流群は放流後約3年を経過した1986年9月2日に60.1mmの殻径を示した。1983年放流群の放流後1年間の殻径の成長量は、1983年12月から1984年3月にかけての冬期間に小さかった。これに対して、1984年放流群は、1984年12月から1985年3月までの冬期間にも殻径は成長した。

一方、1983年放流群と同年齢の1982年級群(天然群)は、産卵後約1年2~4カ月経過した1983年8月29

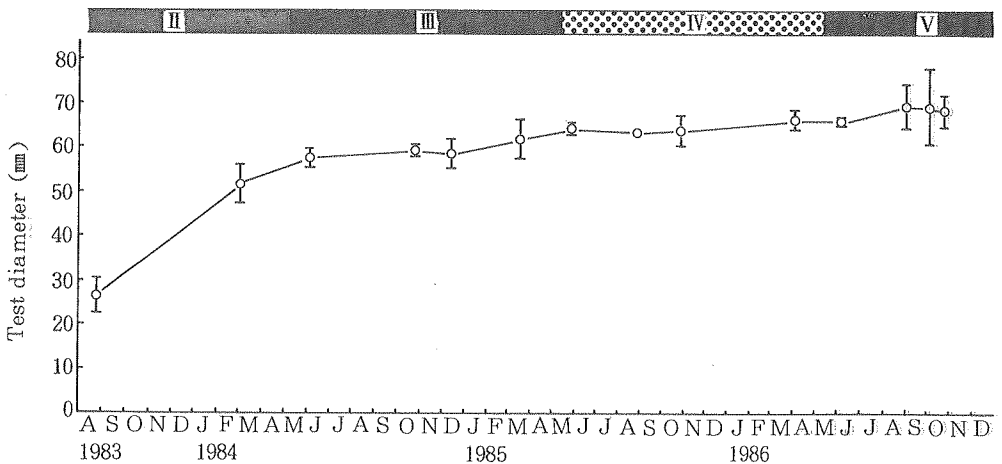


Fig. 4. Growth of the native 1981-year-class group. Open circles show mean test diameters of the native group, and vertical bars represent standard deviations. Roman numerals indicate ages of the sea urchins.

日に、わずかに1個体が採集され、8.8 mmの殻径を示した。これは1983年放流群の受精後約1年経過した放流時のものに比べて極端に小さかった。1982年級群の殻径の成長量は、満3歳となった1985年3月以降に1983年放流群よりも大きく、1985年10月末には、1983年放流群と同一の58.6mmの殻径を示した。その後1982年級群は1983年放流群の成長量を上回り、産卵後約4年4～6カ月を経過した1986年10月21日には66.1mmの殻径を示した。

1984年放流群と同年齢の1983年級群も、産卵後3年4～6カ月経過した1986年10月6日に57.2mmとなり、1984年放流群とほぼ等しい殻径を示した。また天然群の満5歳時の殻径は、1981年級群でみると、1986年10月21日（産卵後5年4～6カ月）に68.3mmであった（Fig. 4）。

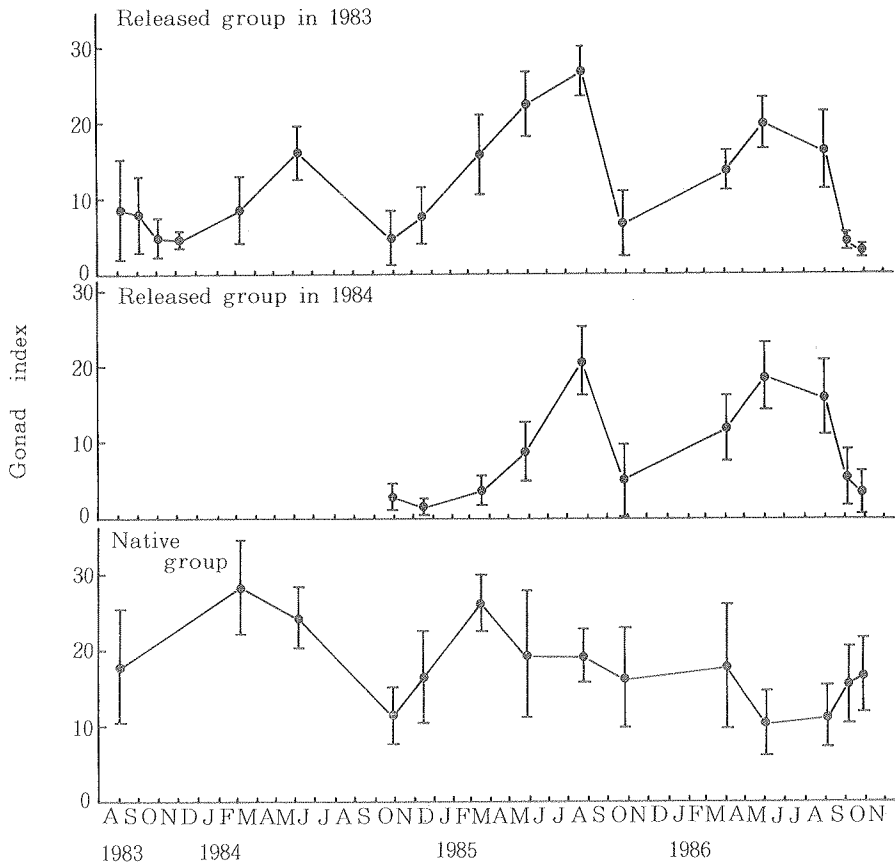


Fig. 5. Seasonal changes in gonad indices of the introduced groups released in 1983 and 1984 and the native group.

Closed circles show mean test diameters of the released and native groups, and vertical bars represent standard deviations.

2. 放流群と天然群の生殖周期

1983年と1984年の放流群の生殖巣指数は、いずれの年も10月から11月にかけて5以下の最低値を示した。その後指数値は上昇し、1984年は6月に、1985年は8月に、そして1986年は6月に最も高くなった。天然群の生殖巣指数は1984年と1985年は10月に、1986年は5月に最も低かった。しかし、この時期の指数値はいず

れも10以上であり、極端な下降を示さなかった。その後指数値は8月から10月以降に上昇し、3月に最も高くなった後に下降した。また天然群の生殖巣指数は、放流群に比べて標準偏差値が大きく、分散していた (Fig. 5)。

Table 1. Seasonal changes in gonad developmental stages of the released groups.

Released group	Date	No. examined	Frequency of each gonad developmental stage (%)					
			0	I	II	III	IV	V
1983	Sep. 6,1983	56	8.9		5.4	39.3	46.4	
	Oct. 3	50	8.0			10.0	82.0	
	Nov. 2	31					87.1	12.9
	Dec. 7	30		6.7	26.7	3.3	3.3	60.0
	Mar. 7,1984	39			28.2	48.7	23.1	
	Jun. 7	24			4.2	54.2	41.7	
	Oct. 29	33		3.0		9.1	6.1	81.8
	Dec. 17	35			28.6	28.6	34.3	8.6
	Mar. 19,1985	19			10.5	78.9	10.5	
	May 30	36			2.8	75.0	22.2	
	Aug. 26	31				38.7	61.3	
	Oct. 21,22,31	130				5.4	2.3	92.3
	Apr. 4,1986	20			10.0	85.0	5.0	
	Jun. 2	12				91.7	8.3	
	Sep. 2	12				25.0	75.0	
Oct. 6	7						100.0	
Oct. 21	6						100.0	
1984	Oct. 29,1984	30	6.7	3.3		10.0	50.0	30.0
	Dec. 17	51		39.2	7.8	25.5	23.5	3.9
	Mar. 19,1985	38		21.1	52.6	21.1	5.3	
	May 30	33			66.7	30.3	3.0	
	Aug. 26	60			1.7	30.3	68.3	
	Oct. 22,31	38		5.3	2.6	5.3	2.6	84.2
	Apr. 4,1986	60		1.7	28.3	66.7	3.3	
	Jun. 2	18			5.6	88.9	5.6	
	Sep. 3	21				33.3	66.7	
	Oct. 6	26				3.8	19.2	76.9
Oct. 21	51		2.0	3.9		2.0	92.2	

0 : neuter, I : recovering stage, II : growing stage, III : pre-mature stage, IV : mature stage, and V : spent stage.

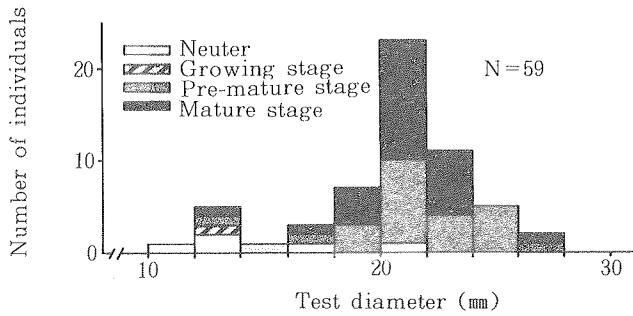


Fig. 6. Size frequency distribution of the 1-year-old introduced group of different gonad developmental stages released on September 6, 1983.

両放流群の生殖巣は、3月から5月には黄かっ色を呈し、量的に増大し始める成長期から、雄では黄白色または灰かっ色、雌では赤かっ色を呈し、さらに肥大した成熟前期の個体が多く出現した。8月から9月にかけては成熟前期から、配偶子の形成が肉眼観察される成熟後期へ移行する個体が多かった。その後生殖巣は10月から11月に極端に量的な減少を示し、若干配偶子の残存が観察される放出期が主体となり、12月には量的に少ないものの、黄かっ色を呈す回復期から一部成長期へ移行した。また、放流群の生殖巣は受精後約1年経過した放流時に大部分が成熟に達し、未発達期の個体は極端に少なかった (Table 1)。

Table 2. Seasonal changes in gonad developmental stages of the native group.

Date	No. examined	Frequency of each gonad developmental stage (%)				
		I	II	III	IV	V
Aug.29,1983	31			16.1	83.9	
Mar. 7,1984	50			28.0	72.0	
Jun. 7	3				100.0	
Oct. 29	8		12.5	37.5	37.5	12.5
Dec. 17	13		7.7	69.2	23.1	
Mar.19,1985	17			23.5	76.5	
May 30	8			12.5	87.5	
Aug.26	9			55.6	44.4	
Oct.21,22,31	74			44.6	35.1	20.3
Apr. 4,1986	16		6.3	25.0	56.3	12.5
Jun. 2	10			30.0	40.0	30.0
Sep. 2	16			43.8	31.3	25.0
Oct. 6	41			39.0	48.8	12.2
Oct. 21	55			43.6	52.7	3.6

I : recovering stage, II : growing stage, III : pre-mature stage, IV : mature stage, and V : spent stage. No neuter gonad was observed.

これら未発達期の個体は殻径18mm未満の小型個体にみられた (Fig. 6)。

満3歳以上の天然群の生殖巣は、3月から5月にかけて成熟後期が主体となり、1986年4月と6月には放出期へ移行した個体も出現した。その後生殖巣は7月から12月にかけて放出期のものもみられたが、成熟前期と成熟後期が多く、成熟段階の移行が明確でなかった。また、1984年10月と11月ならびに1986年4月には一部成長期の個体がみられた (Table 2)。1983年9月6日に調査域で採集した天然群のうち、満2歳の生殖巣の成熟段階は、殻径26mm以上の個体は大部分が成熟前期から成熟後期であるのに対し、殻径26mm未満の個体は大部分が未発達期であった (Fig. 7)。

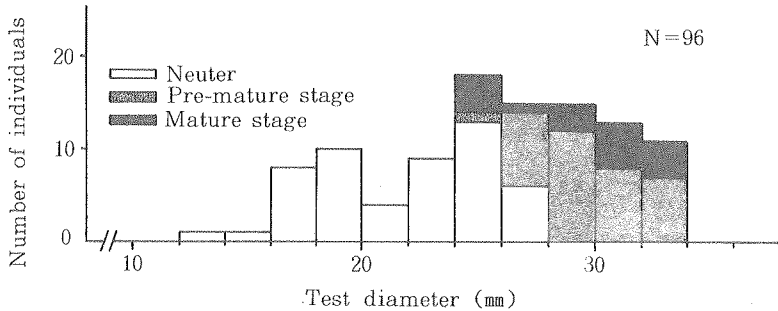


Fig. 7. Size frequency distribution of the 2-year-old native group of different gonad developmental stages on September 6, 1983.

考 察

北海道沿岸に生息するエゾバフソウニの成長率は、地域によって異なっていることが知られている⁶⁾。本試験に用いた放流群の親ウニの産地のひとつである積丹町と近隣の小樽市沿岸におけるエゾバフソウニの満2歳の殻径は、それぞれ26.8mmおよび25.1mmである^{7,8)}。また、積丹町地先で天然採苗した稚子を中間育成して殻径15~20mmで11月に放流した場合、1年間に平均10~15mm成長し、40mmに達するまでに放流後2~2.5年かかると推定されている⁶⁾。これらの成長量に対して、1983年と1984年放流群の殻径は放流後約1年2カ月、すなわち受精から2年2~4カ月で40mmを越え、この間の成長量は著しく大きかった。放流群の放流後1年間の成長が良いことについては、調査域での餌料となる海藻類の現存量と種類が関係していることに加えて、放流時期と放流した種苗の大きさ、ならびに放流群の生息密度から要因を検討する必要がある。

1983年放流群は、放流後4~6カ月経過した1984年の冬期間に成長が停滞した。人工採苗したエゾバフソウニの稚子は、冬期間に水温が5℃以下になると摂餌活動が低下し、成長が停滞することが報告されている³⁾。鹿部町地先の水温は、1984年2月から3月にかけて、1985年と1986年に比べて2℃以下の低水温で推移した (Fig. 8)。この低水温が放流後初期の種苗の成長を低下させた大きな要因であると考えられる。

北海道南部沿岸のエゾバフソウニが初めて成熟する年齢は、満2年である^{9,10,11)}。しかし、性成熟年齢は生息水深により左右されることが報告されている⁸⁾。人工種苗が満1年で大部分が成熟することは、人工種苗生産過程において、加温と十分な給餌により、浮遊期間の短縮と稚子期の成長が促進されたことが大きな要因と考えられる。しかし、満1歳の放流種苗と満2歳の天然群で、ある大きさ以下の個体では未発達期のものが多かった。このことは、両群とも初めて成熟するためには、ある程度の体成長がともなうことが必要であると考えられる。このような人工種苗の性成熟の促進が、放流後の生残や成長におよぼ

す影響については知見がなく、今後研究する必要がある。

鹿部地先の天然群の生殖巣指数は周年ばらつきが大きく、また7月から12月にかけての生殖巣は成熟前期から放出期の個体が見られ、成熟段階の移行が明確でなかった。これらの生殖巣の特徴は北海道東部沿岸エゾバフンニでも共通してみられる現象であり^{1,12)}、このことが、同一の群の中で産卵する時期の異なるものがあることによるのか、あるいは同じ個体でも配偶子の放出が長期間にわたることによるのかが不明であり今後明らかにする必要がある。

鹿部沿岸での今回の調査から、日本海沿岸に生息した親ウニから生産された人工種苗は、放流後3年間にわたり親と同様な生殖周期を示した。アメリカ南東部のバミューダとフロリダ沿岸に生息する *Lytechinus variegatus* は遺伝的に隔離されたものと考えられ、同一環境条件で受精・沈着し、飼育されたものでも成熟時期が異なっていると報告されている¹³⁾。このように環境が変わっても固有の生殖周期を維持することは、日本海のエゾバフンニと太平洋沿岸のものは遺伝的に独立した集団である可能性が考えられる。

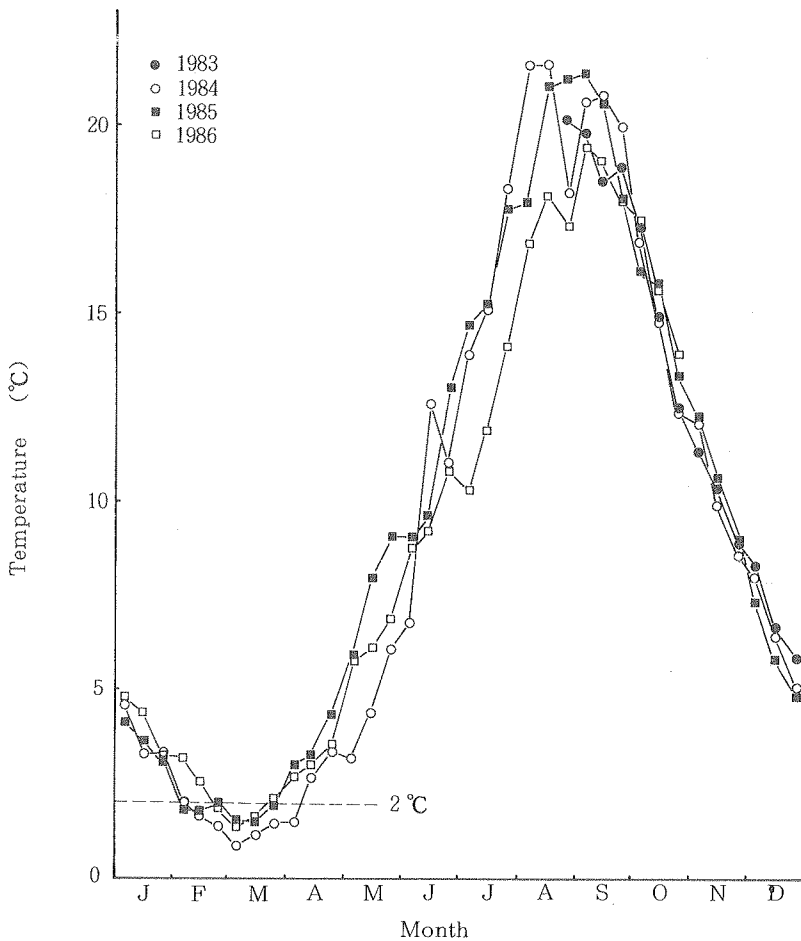


Fig. 8. Seasonal variations of sea-water temperature at Shikabe area.

鹿部町沿岸の漁期は、11月から2月であり、鹿部漁業協同組合では漁獲サイズを殻径60mm以上と自主規制している。この時期の天然群の生殖巣指数は15以上を示すのに対し、放流群は10前後と低い。さらに天然群は4齢時にはすべてが漁獲サイズに達するのにに対し、放流群は4齢時でも制限殻径に達しない個体が多く、5齢以上が主たる漁獲の対象となる。このように北海道日本海沿岸の親ウニから生産された人工種苗を鹿部町沿岸に放流した場合、現在のウニ漁業の生産体制では成長と生殖周期からみて合理的ではない。しかし、噴火湾沿岸では、漁期が5～8月のところもあるので、人工種苗の放流には今後さらに成長と生産率の面から検討する必要がある。

要 約

北海道日本海沿岸に生息していたエゾバフンウニから生産した人工種苗を、北海道南部太平洋沿岸の鹿部町地先に放流した。これらの成長と生殖巣の変化を地先の天然群と比較し、次のような知見を得た。

放流群の成長量は、放流後約1年2カ月間に大きく、放流後8カ月半から9カ月で殻径40mmを越えた。満3齢以降の成長量は地先の天然群が放流群よりも大きかった。漁獲制限殻径60mmに達する年齢は天然群が4齢であるのに対し、放流群は5齢以上であった。放流群の生殖巣は、受精後約1年を経過した放流時に大部分が成熟した。これらの生殖巣は天然群と異なり、秋に産卵する北海道日本海沿岸産ウニ固有の周期的変化を示し、漁期には量的に発達しなかった。これらの知見から、北海道日本海沿岸が親ウニの産地であるエゾバフンウニ人工種苗を北海道南部太平洋沿岸から噴火湾沿岸にかけて放流することの意義について考察した。

文 献

- 1) 富田恭司・馬淵正裕・代田伸一・近田吉秋(1986) 北海道南部日本海沿岸から北海道東部太平洋沿岸に移殖したエゾバフンウニ 北水試月報 43(1-3) 9-19
- 2) 吾妻行雄(1987) 鹿部町におけるエゾバフンウニ人工種苗放流試験 第1報 年齢形質による放流群と天然群の判別 北水試月報 44(7-9) 118-126
- 3) 川村一広・西浜雄二・山下幸悦・沢崎達孝・川真田憲治・小原昭雄(1983) エゾバフンウニ種苗大量生産技術開発試験 昭和57年度北海道立栽培漁業総合センター事業報告 71-103
- 4) 斉藤勝男・山下幸悦・沢崎達孝・小原昭雄・田嶋健一郎・川村一広・西浜雄二・川真田憲治(1984) エゾバフンウニ種苗大量生産技術開発試験 昭和58年度北海道立栽培漁業総合センター事業報告 91-123
- 5) FUJI, A. (1960a) 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
- 6) 北海道立中央水産試験場増殖部・後志北部地区水産技術普及指導所・北海道立栽培漁業総合センター(1984) エゾバフンウニの天然採苗、中間育成、種苗放流について 北水試月報 41(7) 270-315
- 7) 北海道(1977) 大規模増殖場開発事業調査報告書(積丹地区) 24p.
- 8) 川村一広(1973) エゾバフンウニの漁業生物学的研究 北水試報 16 1-54
- 9) FUJI, A. (1960b) Studies on the biology of the sea urchin. II. Size at first maturity and sexuality of two sea urchins, *Strongylocentrotus nudus* and *S.intermedius*. *Bull.Fac. Fish.Hokkaido Univ.*, 11: 43-48
- 10) 富士 昭(1963) ウニ増殖に関する研究 日本水産学会(シンポジウム議事録) 127-136

- 11) FUJI, A. (1967) Ecological studies on the growth and food consumption of Japanese common littoral sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius* (A. AGASSIZ). *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 15: 83-160
- 12) 富田恭司・岸田正通・全先清通・飯沢典夫 (1984) 北海道東部沿岸に生息するエゾバフンウニの生殖巣の季節変化 北水試月報 41 (12) 469-479
- 13) DAVID. L. PAWSON and JOHN E. MILLER (1982) Studies of genetically controlled phenotypic characters in laboratory-reared *Lytechinus variegatus* (Lamarck) (Echinodermata: Echinoidea) from Bermuda and Florida. *Echinoderms: Proceedings of the International Conference*, Tampa Bay. 165-171. J. M. Lawrence, Rotterdam A. A. Balkema.