

## 北海道北部沿岸におけるエゾバフンウニ 人工種苗群と天然群の年齢形質の特徴

一ノ瀬寛之<sup>1</sup>・徳田耕貴<sup>2</sup>・工藤隆士<sup>3</sup>・吾妻行雄<sup>4</sup>

### Characteristics of Annual Bands Formation as Age Marker of the Hatchery-raised and Wild Sea Urchin *Strongylocentrotus intermedius* in Northern Hokkaido, Japan

Hiroyuki ICHINOSE<sup>1</sup>, Koki TOKUDA<sup>2</sup>, Takashi KUDO<sup>3</sup> and Yukio AGATSUMA<sup>4</sup>

**Abstract:** To discriminate hatchery-raised and reseeded sea urchins *Strongylocentrotus intermedius* from the wild ones in shallow waters in Wakkanai, northern Hokkaido, the structural characteristics of one year-aged rings in the charred fifth genital plates and the maximum width were examined. The one year-aged rings of reseeded sea urchins with ALC marking fertilized in August were located adjacently to the clear ring in the center of the genital plates and the maximum widths were significantly wider than those of wild ones. The widths of the sea urchins collected in four reseeded sites were discriminated into two normal distributions with the modes of ca. 500  $\mu\text{m}$  and 800–900  $\mu\text{m}$ , corresponding to wild and reseeded sea urchins, respectively. It is demonstrated that hatchery-raised *S. intermedius* reseeded at >13 mm test diameter is allowed discrimination from wild ones by the structural characteristics of the one year aged ring and the wide maximum width.

**Key words:** Sea urchin; Reseeding; Discrimination; Age marker

日本ではウニ資源の維持, 増大を図るために, 1985年以降に人工種苗の生産数が飛躍的に増大し, 漁場への放流数は, 1996年に7千万個体に達して以後安定的に推移している (Sakai et al. 2003)。エゾバフンウニ *Strongylocentrotus intermedius* は, その数の8割以上を占め, 北海道, 青森県ならびに岩手県で放流されている (Agatsuma et al. 2003)。北海道では, 本種の漁獲量は1980年代前半から継続的に減少した。しかし, 人工種苗の放流数が4千万個体以上に増加した1992年以降にはほぼ横ばいとなり, すでに6千万個体に達した1998年以降には漁獲量が僅かに増加する傾向が認め

られている (Andrew et al. 2002; Agatsuma et al. 2003; Sakai et al. 2003)。本種の人工種苗放流は, 経済的にも正の効果が認められることが北海道のいくつかの地区での研究で明らかにされている (Agatsuma et al. 2003)。しかし, ウニの漁獲量に, 放流した人工種苗がどの程度寄与しているのかについては明らかでない (Andrew et al. 2002)。その原因は, 人工種苗群を正確に判別する手法が確立されていないことが一因であると考えられる。

放流効果を把握するためには, 放流された人工種苗群とその場所に生息する天然群とが正確に判別され

2004年10月18日受付: 2005年2月16日受理。

<sup>1</sup>北海道宗谷支庁稚内地区水産技術普及指導所 (Hokkaido Wakkanai Fisheries Technical Guidance Office, Suehiro, Wakkanai, Hokkaido 097-8558, Japan).

<sup>2</sup>北海道十勝支庁十勝地区水産技術普及指導所 (Hokkaido Tokachi Fisheries Technical Guidance Office, Higashi 1-11, Hiroo, Hokkaido 089-2601, Japan).

<sup>3</sup>北海道檜山支庁奥尻地区水産技術普及指導所 (Hokkaido Okushiri Fisheries Technical Guidance Office, Okushiri, Hokkaido 043-1401, Japan).

<sup>4</sup>東北大学大学院農学研究科 (Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University, Tsutsumidori-amamiya, Aoba, Sendai, Miyagi 981-8555, Japan).

なければならない。判別手法としての外部標識はウニの死亡あるいは成長の障害をもたらして漁獲物における人工種苗の比率を過小評価させる (Ebert 2001) ので不適であると判断される。カリフォルニアではカルセイン calcein による内部標識で、オオキタムラサキウニ *Strongylocentrotus franciscanus* 人工種苗の小規模な放流の効果が確かめられている (Ebert et al. 1992; Dixon et al. 1997)。北海道南部太平洋沿岸に放流された日本海産のエゾバフンウニ人工種苗群は、加熱した左右相称の第5生殖板中に形成される第1輪紋 (黒色帯) の最大横幅が漁場へ放流されるまでの満0歳時における速い成長を反映して天然群よりも広く、また、第1輪紋の生殖板における位置と配列の構造が異なることから判別されている (吾妻 1987)。また、北海道南西部日本海沿岸においても、漁獲物の第1輪紋の最大横幅の広狭によって人工種苗を天然群と判別して回収率が算出されている (Sakai et al. 2004)。しかし、必ずしも放流時の人工種苗すべてのサイズが天然群よりも大型であり、第1輪紋の最大横幅が広いとは限らない。また、人工種苗の満1歳を示す輪紋の構造は受精時期によって変化する可能性も考えられる。

本研究は、北海道宗谷支庁沿岸において、人工種苗群と天然群の第5生殖板の満1歳の輪紋の構造の特徴と幅の相違を把握した。そして、人工種苗群が天然群と明瞭に判別できる方法とその条件を指摘した。

## 材料および方法

### 人工種苗群と天然群の年齢形質の特徴

人工種苗群と天然群の第5生殖板の満1歳の輪紋の構造の特徴とその最大横幅の相違を明らかにするために、2001年8月に、北海道日本海泊村産の親ウニを用い、北海道栽培漁業公社鹿部事業所で初期育成した後、稚内漁業協同組合ウニ中間育成施設で育成した23,000個体の種苗を用いた (Table 1)。これらを、2002年6月に50 ppm のアリザリン・コンプレクソン (ALC, 株式会社同仁化学研究所) 海水溶液を入れた50 l コン

テナ4基に2時間収容して標識した (青森県・岩手県・山口県・福岡県 1992)。標識前には、50個体の殻径をノギスを用いて測定した。標識後、再び育成して同年9月に平均殻径13.4 mm ( $n=100$ ) で稚内市ウロンナイ沿岸水深1 m に放流した (Table 1)。2003年5月と10月および2004年5月に放流地点に生息するエゾバフンウニを採集してノギスを用いて殻径を測定した後、口器から中間骨を取り出して落射蛍光顕微鏡によりALCの有無を調べた。2004年5月には、これまで人工種苗を放流したことがないウロンナイの水深4 m と抜海の水深1 m で (Fig. 1)、それぞれ306個体および224個体のエゾバフンウニの天然個体を採集して同様に殻径を測定した。採集した個体の年齢形質は、Jensen (1969) と川村 (1973) にしたがって、加熱した生殖板中に形成される輪紋 (黒色帯) を用いた。すなわち、コルクボーラーで囲肛部をくり貫いて生殖板を砥石で研磨し、ガラスセラミック板上でガスバーナーにより加熱し、キシレンに浸潤して実体顕微鏡にて落射照明下で写真撮影した。そして、人工種苗と天然群の満1歳の輪紋の生殖板中における位置と配列などの構造の特徴を観察した。また、産卵期を9月 (Agatsuma 2001) とした満年齢を求めた。さらに、同時に写真撮影した対物マイクロメーターを用いて第5生殖板の最大横幅 (Rmax) と満1歳の輪紋の最大横幅 (I) を計測し (Fig. 2)、両者の相関を調べ (川村 1973)、Pearson の相関係数の有意性を検定した。ウロンナイ沿岸水深1 m で2004年5月に採集した標識個体の第1輪紋と第2輪紋 (R2) の最大横幅を測定した。そして、第5生殖板の最大横幅と殻径の相関式より人工種苗の満1歳の輪紋が第1輪紋あるいは第2輪紋であるかを特定した。

人工種苗群と天然群の第5生殖板の満1歳の輪紋の最大横幅の有意差の有無を一元配置分散分析とSchefféの多重比較により検定した。

### 放流漁場における満1歳の輪紋の最大横幅

放流漁場に生息する人工種苗由来のエゾバフンウニ

**Table 1.** Record of fertilization, intermediate culture and reseeded of *Strongylocentrotus intermedius* at each five sampling site

Sampling site	Depth	Origin of the adult	Fertilization		Intermediate culture		Reseeding	
			Date	Facility	Facility	Date	Number	T.D.* <sup>2</sup> (mm)
Uronnai* <sup>1</sup>	1 m	Tomari	August 2001	Hokkaido Aqua. Promo. Coop.	Wakkanai Fish. Coop. Assoc.	September 2002	23,000	13.4
Noshappu	< 3 m	Kumaishi	August 1996	Hokkaido Aqua. Promo. Coop.	Hokkaido Aqua. Promo. Coop.	September 1997	no data	no data
		Rishiri island	August 1997	Hokkaido Aqua. Promo. Coop.	Wakkanai Fish. Coop. Assoc.	July 1998	20,500	11.6
Hohrai	< 2 m	Rishiri island	August 1997	Hokkaido Aqua. Promo. Coop.	Wakkanai Fish. Coop. Assoc.	July 1998	324,000	13.0
Ebisu	< 2 m	Atsuta	September 1998	Hokkaido Aqua. Promo. Coop.	Wakkanai Fish. Coop. Assoc.	September 1999	304,000	15.2
Fujimi	1 m	Atsuta	September 1998	Hokkaido Aqua. Promo. Coop.	Wakkanai Fish. Coop. Assoc.	September 1999	202,000	15.1

\*<sup>1</sup> Reseeding with ALC marking. \*<sup>2</sup> Test diameter.

の第5生殖板の満1歳の輪紋の最大横幅の組成を把握するために、稚内市ノシャップ、宝来、恵比寿ならびに富士見の4つの漁場から採集した個体を材料とした (Fig. 1)。ノシャップ沿岸では、1998年7月に20,500個体、宝来沿岸では同年8月に324,000個体のそれぞれ殻径11.6 mm ( $n=800$ ) および13.0 mm ( $n=200$ ) の人工種苗が放流されている。放流された種苗は1997年8月に北海道日本海利尻島産の親ウニを用いて受精されたものである。なお、ノシャップ沿岸では、1997年にも北海道日本海熊石町産の人工種苗が放流されている。恵比須沿岸と富士見沿岸では、1999年9月に、それぞれ殻径15.2 mm ( $n=100$ ) と15.1 mm ( $n=100$ ) の種苗が304,000個体および202,000個体が放流されている。いずれも1998年9月に北海道日本海厚田村産の親ウニを用いて受精された。これらの人工種苗は、いずれも北海道栽培漁業公社鹿部事業所で受精され、ノシャップ沿岸に1997年に放流された種苗を除いて、放流まで稚内漁業協同組合のウニ中間育成施設にて育成された (Table 1)。

2000年4月から11月にかけて計8回、稚内市ノシャップ沿岸の水深1~3mにて、スキューバ潜水によりエゾバフンウニ28~98個体を無作為に採集した。同年7月には、宝来沿岸水深2mで152個体を採集した。また、同年7月と9月に恵比須沿岸、8月には富

士見沿岸のいずれも水深1mで、それぞれ96個体および78個体を採集した。採集したエゾバフンウニはノギスで殻径を計測し、年齢を査定し、第5生殖板中の満1歳の輪紋の最大横幅を計測した。そして、最大横幅の組成を、Microsoft Excelを用いて最尤法により正規分布に分離した (赤嶺 1995; 相澤・滝口 1999)。

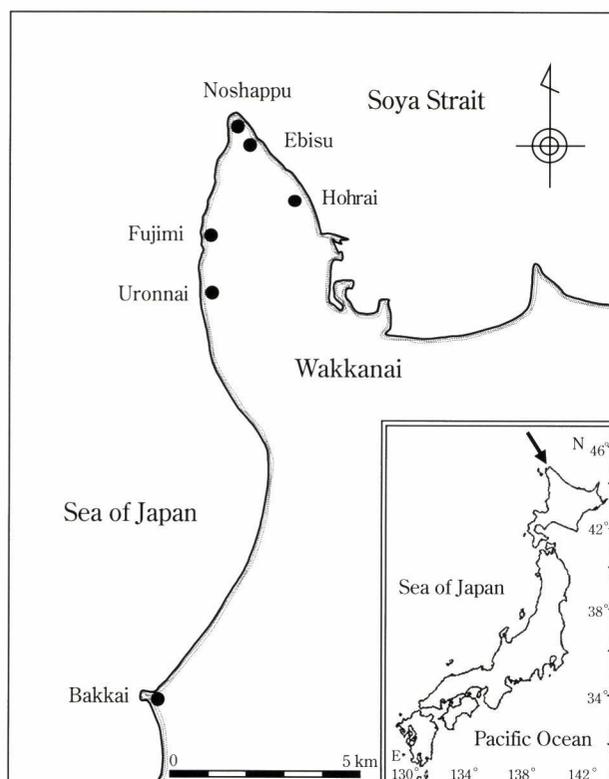


Fig. 1. Location of the study sites where *Strongylocentrotus intermedius* were collected.

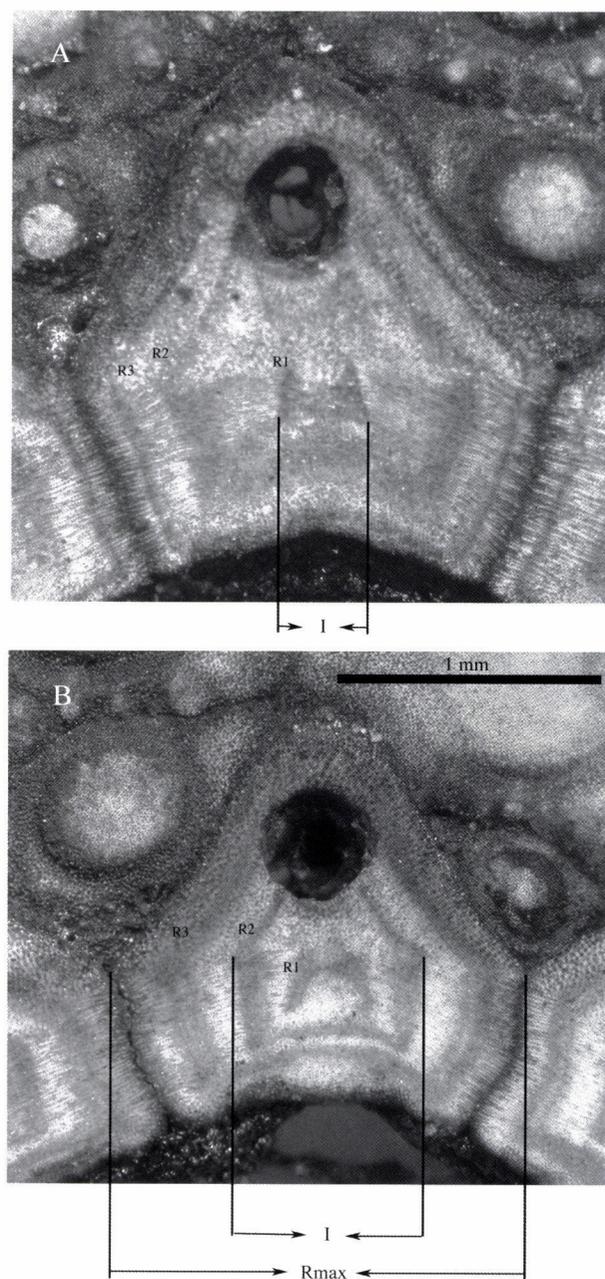


Fig. 2. Rings as age marker (R1-R3) in the fifth genital plates of the wild (49.4 mm test diameter, A) *Strongylocentrotus intermedius* at Bakkai and reseeded one (42.0 mm test diameter, B) at Uronnai collected in May 2004. Rmax and I represent the maximum widths of the fifth genital plate and one year-aged rings formed in the center of the plate, respectively.

### 輪紋の形成過程

ノシャップ沿岸において、8回採集したウニの第5生殖板の満1歳の輪紋の構造の特徴と最大横幅からの相違から判別した人工種苗群と天然群の生殖板の外縁部に輪紋が形成される個体の比率の経月変化を調べた。

## 結 果

### 人工種苗群と天然群の年齢形質の相違

ALCを標識した時の人工種苗の殻径は9.9 mmであった。放流したウロンナイ沿岸水深1 mにおいて、採集した個体のうち217個体に標識が認められた。これらの個体の殻径は、2003年5月の29.2 mmから2004年5月の37.3 mmへと成長した。同地区の水深4 mと抜海で採集した天然個体の殻径はいずれも50 mm台であったが、ウロンナイでは平均年齢が満5.5歳と高齢であった (Table 2)。

2004年5月に、標識を確認した人工種苗と抜海沿岸で採集した天然群の第5生殖板の写真を Fig. 2 に示す。いずれも生殖板外縁部には輪紋は形成されてい

なかった。人工種苗は満2歳であるにも関わらず輪紋が3本認められ (R1~R3), 生殖板中心部で第1輪紋 (R1) と第2輪紋 (R2) は近接して二重構造を呈することが特徴であった。これに対して、天然群は満1歳に相当する輪紋 (R1) が中心部に局在し、第2輪紋 (R2) に至るまでの白色帯域が人工種苗に比べて明瞭に広がった。

人工種苗群とウロンナイ沿岸水深4 mと抜海沿岸で採集した天然群の第5生殖板の最大横幅と殻径との一次回帰式を Table 3 に示す。最大横幅と殻径にはいずれも有意な正の相関が認められた ( $P < 0.0001$ ) (Table 3)。それらの一次回帰式に人工種苗の第1輪紋と第2輪紋の平均値を代入して求めた殻径は、それぞれ4.4 mmおよび14.6 mmであった。すなわち、第1輪紋は、満0歳のALCで標識した以前に形成されていた。第2輪紋の形成時の殻径が放流時の殻径と近似することから満1歳で形成された輪紋であると判断された。一方、ウロンナイと抜海の天然群の満1歳に相当する第1輪紋形成時の殻径は、それぞれ5.7 mmおよび9.3 mmであった。

これら3群の第5生殖板の満1歳の輪紋の最大横幅

Table 2. Test diameter and age of *Strongylocentrotus intermedius* collected

Sampling site	Depth	Date	No. collected	Test diameter (mm)			Age			
				Mean $\pm$ SD	Max.	Min.	Mean $\pm$ SD	Max.	Min.	
Reseeding	Noshappu	1-3 m	19 April 2000	36	55.1 $\pm$ 6.1	69.3	36.0	2.8 $\pm$ 0.5	4	2
			2 May	28	59.2 $\pm$ 4.5	69.4	46.2	3.8 $\pm$ 1.4	7	2
			16 May	83	52.6 $\pm$ 6.8	68.2	38.1	2.8 $\pm$ 1.1	8	2
			19 June	88	52.9 $\pm$ 6.8	71.8	36.8	2.6 $\pm$ 1.2	8	2
			4 July	88	52.6 $\pm$ 8.7	75.3	23.4	2.7 $\pm$ 1.0	7	1
			27 July	89	48.0 $\pm$ 7.4	62.9	29.0	3.0 $\pm$ 1.2	7	1
			7 September	98	56.5 $\pm$ 6.3	70.1	30.4	4.3 $\pm$ 1.6	9	2
			28 November	91	54.8 $\pm$ 7.0	67.3	38.9	4.0 $\pm$ 1.0	8	3
Reseeding	Hohrai	2 m	27 July 2000	152	43.9 $\pm$ 6.4	70.0	31.2	2.1 $\pm$ 0.5	7	1
Reseeding	Ebisu	1 m	17 July 2000	78	33.8 $\pm$ 9.8	74.3	25.4	1.0 $\pm$ 0.8	5	1
			14 September	18	53.2 $\pm$ 6.8	62.1	38.6	3.4 $\pm$ 0.5	4	3
Reseeding	Fujimi	1 m	4 August 2000	78	40.9 $\pm$ 11.3	67.8	23.3	1.8 $\pm$ 1.0	6	1
No reseeded	Uronnai	4 m	17 May 2004	306	50.2 $\pm$ 7.7	67.6	26.6	5.5 $\pm$ 2.2	10	2
No reseeded	Bakkai	1 m	20 May 2004	224	52.0 $\pm$ 7.8	73.8	26.8	2.8 $\pm$ 1.2	8	1
Reseeding with ALC marking	Uronnai	1 m	6 May 2003	60	19.6 $\pm$ 3.4	29.2	12.3	1	1	1
			2 October	69	27.5 $\pm$ 5.9	35.1	12.0	2	2	2
			17 May 2004	88	37.3 $\pm$ 4.4	48.5	22.0	2	2	2

Table 3. Regression formulas between the maximum width of the fifth genital plates (Rmax, mm) and test diameter (T.D., mm) of wild and reseeded *Strongylocentrotus intermedius*, and statistical significance of the correlation by Pearson's correlation test

	Sampling site	Depth	Regression formula	n	r	P
Wild population	Uronnai	4 m	Rmax = 0.040T.D. + 0.193	306	0.832	< 0.0001
Wild population	Bakkai	1 m	Rmax = 0.042T.D. + 0.049	224	0.886	< 0.0001
Reseeded population	Uronnai	1 m	Rmax = 0.040T.D. + 0.240	217	0.971	< 0.0001

r: Pearson's correlation coefficient, P: probability.

の組成を Fig. 3 に示す。最大横幅には有意な差が認められ (d.f. = 2, M.S. = 11.709,  $F = 1211.967$ ,  $P < 0.0001$ ), そのモードは天然群では400 $\mu\text{m}$ 前後に対して, 人工種苗群は800 $\mu\text{m}$ 前後にあり, 人工種苗群が有意に広がった ( $P < 0.0001$ ) (Fig. 2)。また, 両群の満1歳の輪紋の最大横幅は500~750 $\mu\text{m}$ の範囲で重複した。この範囲の最大横幅は, Table 3の一次回帰式より, 人工種苗で殻径6.5~12.8 mmに相当した。

放流漁場における満1歳の輪紋の最大横幅

4放流漁場で採集したエゾバフンウニの殻径はノシャップではほぼ50 mm台であり, 平均年齢も満3~4歳であった。他の地区では, 恵比寿で2000年9月に採集した個体を除いて, ノシャップよりも小型であり, 平均年齢もほぼ満2歳以下であった (Table 2)。それらの第5生殖板の満1歳の輪紋の最大横幅の組成を Fig. 4 に示す。なお, 輪紋が生殖板中心部で二重構造を呈している場合は, 外側の輪紋を満1歳とした。い

ずれの場所でも, 500 $\mu\text{m}$ 前後と800~900 $\mu\text{m}$ にモードを持つ二つの正規分布に分離された。また, 二つの頻度分布は主に550~800 $\mu\text{m}$ で重複した。

輪紋の形成時期

第5生殖板の満1歳の輪紋の最大横幅が550 $\mu\text{m}$ 以下の天然群および800 $\mu\text{m}$ 以上の人工種苗群の生殖板外縁部に輪紋が形成された個体の比率の経月変化を Fig. 5 に示す。人工種苗群も天然群も6月以降に輪紋が形成され, 8~9月にはほぼすべての個体で認められた。その後, 白色帯に移行する個体も認められたが, 11月にも人工種苗群では92%, 天然群で68%の個体が輪紋を形成していた。

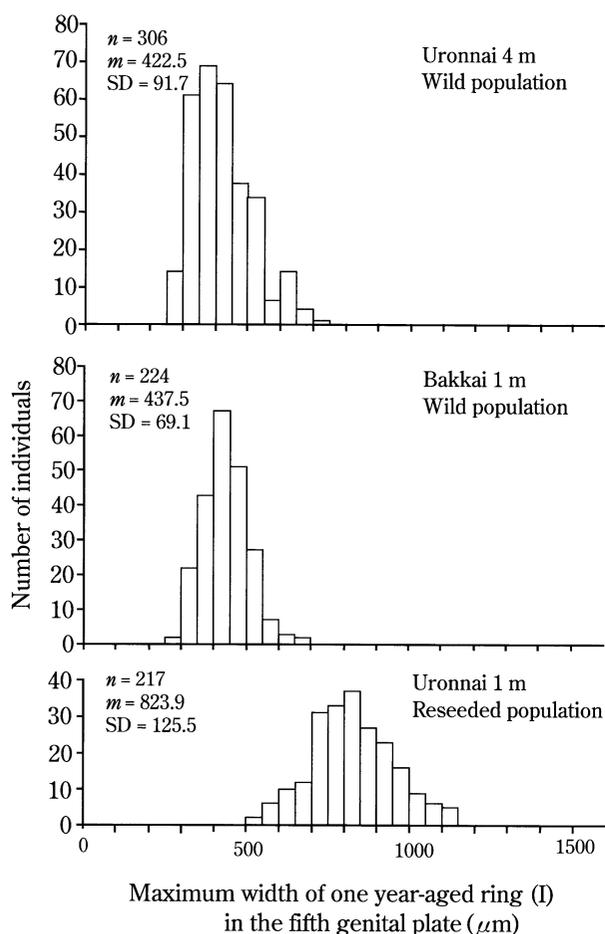


Fig. 3. Frequency distribution of maximum width of one year-aged rings (I) in the fifth genital plates of reseeded *Strongylocentrotus intermedius* marked by ALC and wild ones.

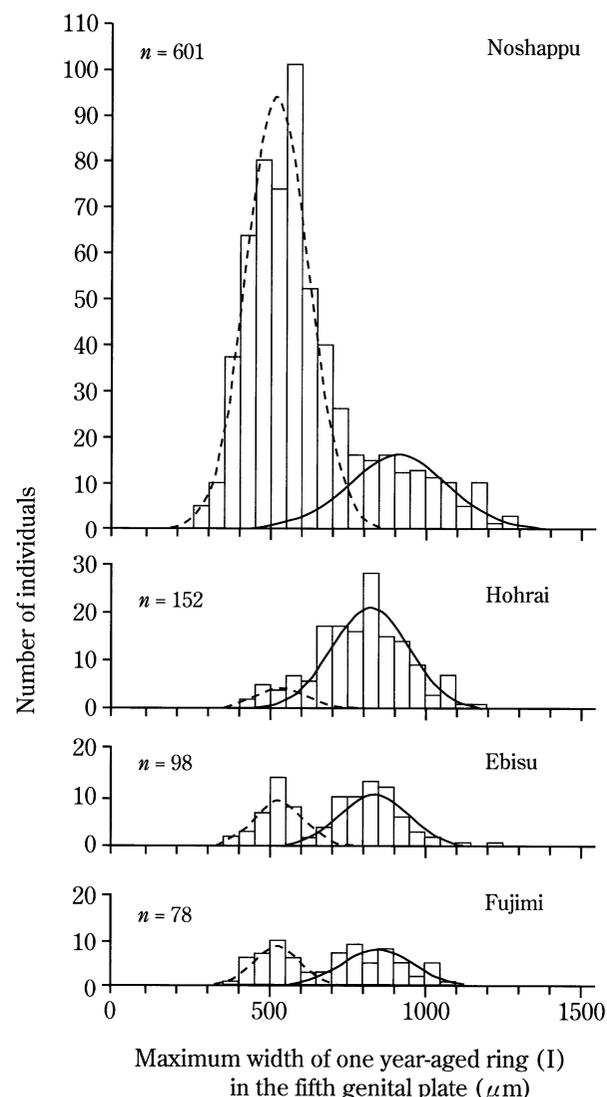


Fig. 4. Frequency distribution of maximum width of one year-aged rings (I) in the fifth genital plates of *Strongylocentrotus intermedius* collected in four reseeded sites and the normal curves fitted by the maximum likelihood method.

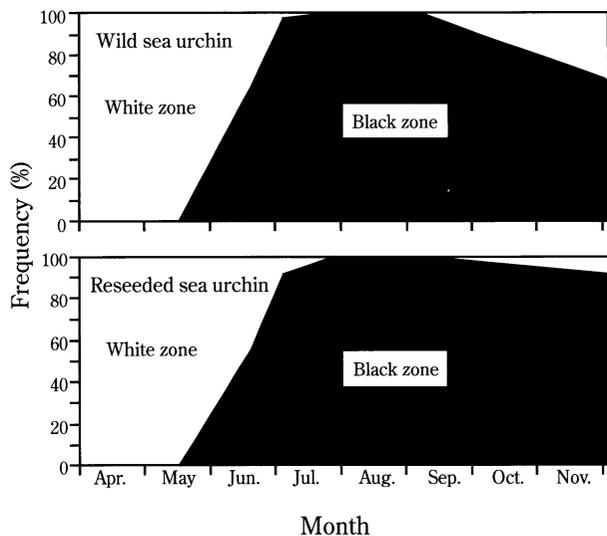


Fig. 5. Monthly changes in the percent occurrence of reseeded and wild *Strongylocentrotus intermedius* with rings (black zone) at the edges of the genital plates.

## 考 察

エゾバフンウニの年齢形質となる加熱した生殖板の輪紋は、北海道小樽市忍路湾では6~10月に外縁部に年1回形成される(川村 1973)。輪紋の形成は生殖巣が成熟から産卵に至り、殻の成長が停滞する時期に相当する(Fuji 1960, 1967; 川村 1967)。北海道南部太平洋沿岸へ放流した北海道日本海産の人工種苗も9~10月には成熟から産卵に至り(吾妻・門間 1988)、生殖板外縁部に輪紋を形成した個体が高い頻度で出現する(吾妻 1987)。本研究においても、ノシャップ沿岸における天然群と放流された日本海産の人工種苗も6~10月に輪紋が形成されており、宗谷支庁管内で調べた田嶋ら(1978)によると、この時期は生殖巣の成熟期から産卵期に相当する。

日本海産の親ウニから9~11月に受精し、翌年9月に北海道南部太平洋沿岸に放流された人工種苗の加熱した生殖板の中心部には不明瞭な黒色域が認められ、その外側に第1輪紋が形成される。これに対して天然群は生殖板中心部に明瞭な小さな黒色域が局在し、これと隣接して第1輪紋が形成され、中心部が二重構造を呈する(吾妻 1987)。この沿岸における天然群の産卵期は4~6月であり(Agatsuma 2001)、着底後まもない夏季に輪紋が形成されるために中心部において明瞭な黒色域となって現れるものと考えられている(吾妻 1987)。本研究において、ALC標識してウロナイ沿岸水深1mに放流した人工種苗は、通常の産卵期より早い8月に受精されたものである。北

海道南部太平洋沿岸の天然群に認められたように、中心部の明瞭な第1輪紋は、ALCで標識される以前の殻径4.4mmで形成されたと推定された。着底後、秋季から冬季に形成されたと考えられる。しかし、輪紋の初期の形成機構は明らかでない。今後詳細な研究が必要であると考えられる。第2輪紋は満1歳になる秋季に形成されるために第1輪紋と近接すると判断される。そこで、ウロンナイ以外の4放流漁場において、第1輪紋と第2輪紋が近接している個体を人工種苗として、満1歳に相当する第2輪紋の最大横幅を天然個体の第1輪紋の最大横幅と比較した。

エゾバフンウニ天然群の満1歳の殻径は、小樽市忍路湾で7mm台、礼文島船泊で8.4mmであると報告されている(川村 1973)。本研究における抜海とウロンナイの天然群も10mm未満と推定された。本種の人工種苗群は着底後初期には着底基質となった緑藻アワビモ *Ulvelia lens* を摂食し、殻径3~4mmに成長してからは食物としてコンブ属 *Laminaria spp.* 褐藻や緑藻アアナオサ *Ulva pertusa* を十分与えられる(Sakai et al. 2003)。輪紋の形成は7月には高頻度で認められるので、ほぼ受精から1年を経過して夏季に移植される人工種苗の第1輪紋の幅が広いことは、このように食物が保障されて成長が天然群よりも著しく速いことに起因する。しかし、本研究においてALC標識した人工種苗群の中でも満1歳の輪紋の幅が500~750 $\mu\text{m}$ と狭い個体も存在し、天然群との重複が認められた。これらの個体は放流時期に相当する満1歳の輪紋の形成時の殻径が6.5~12.8mmと小型の個体である。すなわち、受精後、翌夏の漁場への放流までに殻径13mm以上に成長した個体は第5生殖板の満1歳の輪紋の最大横幅が天然群よりも明瞭に広くなると結論される。4つの放流漁場で採集したエゾバフンウニの第5生殖板の満1歳の輪紋の最大横幅の組成も人工種苗群と天然群の2つに分離された。ここでも、両群の最大横幅が550~800 $\mu\text{m}$ で重複していたのも、放流された人工種苗に小型の個体が混在していることを示している。

本研究の結果から、当海域で人工種苗群と天然群を年齢形質により判別するには、人工種苗の生殖板の第1輪紋と第2輪紋が近接しているか否かを観察して、輪紋数の整合性も含めて人工種苗群であることを判断する必要がある。9月以降に受精された人工種苗群は、中心部に明瞭な輪紋が認められないと想定されるので、第1輪紋の最大横幅の広狭により人工種苗群を判別する必要がある。砥石による生殖板の過度の研磨により、生殖板中心部で二重構造を呈する内側の黒色帯が消失することも考えられるので最大横幅の測定

は、判別の精度を向上させるためにも必要であると判断される。生殖板中心部の輪紋の構造が二重ではなく、さらに放流時の殻径が12 mm以下の人工種苗は天然群と判別できない。しかし、第1輪紋の最大横幅の組成を正規分布に分離することにより、両群の比率を明らかにすることは可能である。一方、成長が遅い天然個体と、第1輪紋と第2輪紋が近接する人工種苗とが判別できるか否かについても検討する必要がある。

今後、人工種苗の判別に加えて単位努力当たりの漁獲量 (CPUE) のデータを組みあわせることによって人工種苗放流による資源への添加あるいは天然群の再生産によるウニ資源の水準をも評価できると考えられる。北海道におけるエゾバフンウニの産卵期は海域によって異なり、日本海では秋季であるが、噴火湾では春季と秋季、そしてオホーツク海と太平洋では春季から秋季の長期にわたる (Agatsuma 2001)。本種の人工種苗が放流されている太平洋や噴火湾では春季においても採苗され、殻径10 mm未満の小型サイズで放流されている地区も多く認められる (水産庁・独立行政法人水産総合研究センター 2004)。これらの種苗を如何に天然群と判別して放流効果を評価することが今後の課題となろう。

## 要 約

エゾバフンウニ人工種苗群と天然群とを判別するため、2000年、2003年ならびに2004年に、北海道北部稚内市沿岸の人工種苗群と天然群の加熱した第5生殖板の満1歳の輪紋の構造の特徴とその最大横幅を調べた。8月に受精し、ALCにて標識して漁場へ放流した人工種苗の満1歳の輪紋は、生殖板中心部に位置する明瞭な輪紋に近接して形成され、その最大横幅は天然群よりも有意に広がった。4つの放流漁場で採集されたウニの満1歳の輪紋の最大横幅は、天然群と人工種苗群で、それぞれ500 $\mu$ m前後と800~900 $\mu$ mにモードをもつ2つの正規分布に分離された。殻径13 mm以上で放流された人工種苗群は、満1歳の輪紋の構造の特徴とその最大横幅が広いことから天然群と判別できることが明らかになった。

## 謝 辞

本研究において、稚内漁業協同組合安藤善則代表理事組合長には漁場でのウニの採集を許可していただいた。また、稚内地区水産技術普及指導所石崎裕之専門普及員には研究の遂行に多大なご協力をいただいた。ここに記して心より感謝の意を表する。

## 文 献

- 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**, 118-126.
- Agatsuma, Y. (2001) Ecology of *Strongylocentrotus intermedius*. In "Edible Sea Urchins: Biology and Ecology" (ed. by J. M. Lawrence), Elsevier Science, Amsterdam, pp. 333-346.
- 吾妻行雄・門間春博 (1988) 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. 北水試研報, **31**, 15-25.
- Agatsuma, Y., Y. Sakai and N. L. Andrew (2003) Enhancement of Japan's sea urchin fisheries. In "Sea Urchins: Fisheries and Ecology" (ed. by J. M. Lawrence and O. Guzmán), DEStech Publication, Lancaster, pp. 18-36.
- 相澤 康・滝口直之 (1999) MS-Excelを用いたサイズ度数分布から年齢組成を推定する方法の検討. 水産海洋研究, **63**, 205-214.
- 赤嶺達郎 (1995) 水産資源学における成長式に関する数理的研究. 中央水研研報, **7**, 189-263.
- Andrew, N. L., Y. Agatsuma, E. Ballesteros, A. G. Bazhin, E. P. Creaser, D. K. A. Barnes, L. W. Botsford, A. Bradbury, A. Campbell, J. D. Dixon, S. Einarsson, P. Gerring, K. Hebert, M. Hunter, S. B. Hur, C. R. Johnson, M. A. Juinio-Menez, P. Kalvass, R. J. Miller, C. A. Moreno, J. S. Palleiro, D. Rivas, S. M. L. Robinson, S. C. Schroeter, R. S. Steneck, R. I. Vadas, D. A. Woodby and Z. Xiaoqi (2002) Status and management of world sea urchin fisheries. In "Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.", **40** (ed. by R. N. Gibson, M. Barnes and R. J. A. Atkinson), Taylor & Francis, London, pp. 343-425.
- 青森県・岩手県・山口県・福岡県 (1992) 平成3年度放流技術開発事業報告書 放流漁場高度利用技術開発事業あわび・うに類. pp. 17-20.
- Dixon, J. D., S. C. Schroeter and T. A. Ebert (1997) Survival and growth of laboratory-reared red sea urchins from release to commercial harvest. *Technical Report to the California Department of Fish and Game. Sacramento: California Department of Fish and Game.*
- Ebert, T. A. (2001) Growth and survival of post-settlement sea urchins. In "Edible Sea Urchins: Biology and Ecology" (ed. by J. M. Lawrence), Elsevier Science, Amsterdam, pp. 79-102.
- Ebert, T. A., J. D. Dixon and S. C. Schroeter (1992) Experimental outplant of cultured juvenile red sea urchins, *Strongylocentrotus franciscanus*, in California. *Final Technical Report to California Department of Fish and Game.*
- 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.

- 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.
- Jensen, M. L. (1969) Age determination of echinoids. *Sarsia*, **37**, 41-44.
- 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**, 126-135.
- 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.
- Sakai, Y., K.-I. Tajima and Y. Agatsuma (2003) Mass production of seed of the Japanese edible sea urchins *Strongylocentrotus intermedius* and *Strongylocentrotus nudus*. In "Sea Urchins: Fisheries and Ecology" (ed. by J. M. Lawrence and O. Guzmán), DEStech Publication, Lancaster, pp. 287-298.
- Sakai, Y., K. Tajima and Y. Agatsuma (2004) Stock enhancement of the short-spined sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* in Hokkaido, Japan. In "Stock Enhancement and Sea Ranching. Developments, Pitfalls and Opportunities" (ed. by K. M. Leber, S. Kitada, H. L. Blankenship and T. Svåsand), Blackwell Publishing, Oxford, pp. 465-476.
- 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター (2004) 平成14年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国), pp. 356-357.
- 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**, 1-9.