

海洋深層水を用いた陸上蓄養による エゾバフンウニ成熟抑制の試み

Control of maturation in *Strongylocentrotus intermedius*
by stock-culturing in land-based tank using cold deep seawater

渡邊 徹¹, 山石 秀樹¹, 石亀 正則², 山下 和則³, 藤田 大介⁴

Tohru WATANABE, Hideki YAMAISHI, Masanori ISHIGAME,
Kazunori YAMASHITA and Daisuke FUJITA

Abstract

At Rausu Town, northeast of Hokkaido, collection of a high-priced edible sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* is prohibited for resource conservation during the spawning season from July to September. Furthermore, the removed maturing gonads are not good for commercial use because they easily 'melt' (collapsed). However, the urchin gonad is a potential natural food product particularly in the summer season in which most abundant tourists visit the town in a year. During summers in 2003 and 2004, maturation control was tried by culturing the collected sea urchins in land-based tank (0.5 ton in volume) using deep seawater (DSW) colder than surface seawater (SSW). In June 2003, half of the sea urchins (> 50 mm in diameter, N = 240 in June 2003) were fed with kelp, while the others were kept unfed. Gonads of fed, unfed and wild sea urchins were biweekly evaluated using standard criteria comprised of 5 stages (I to V). The deep seawater was pumped from a depth of 218 m, 1.4 km off Chienbetsu Fishing Port and the water temperature was kept between 2 and 4°C by circulating and chilling. In 2003 (2004), the most valuable gonad stage III accounted for 47 (70) % at the commencement of stock-cultured on June 25th (May 11th) and lowered below 10% on August 20th (September 14th) in fed and on August 20th (August 17th) in unfed sea urchins. On July 23rd (August 17th), when gonads lowered below 10% in wild urchins, the ratio of stage III accounted for 27 (35) % in fed and 40 (10) % in unfed sea urchins. In a sensory test conducted in 2004, gonads in stage III of both fed and unfed sea urchins marked fine scores (higher than middle among five ranks) on taste and outlook till July 6th (stock-cultured for 56 days).

Key Words: *Strongylocentrotus intermedius*, low water temperature, maturation control, stock culture, Shiretoko Rausu Deep Seawater

要 旨

羅臼町でエゾバフンウニの禁漁期（7～9月、産卵期で生殖巣が崩れやすいが観光客が最も多い）の出荷の可能性を検討するため、2003～2004年、循環冷却で2～4℃を保った海洋深層水で蓄養し成熟抑制を試みた。実験は0.5トン水槽で行い、給餌蓄養区、無給餌蓄養区および天然ウニの生殖巣の状態を2週間毎に5段階（I～V）で評価した。2003（2004）年、最も商品価値の高いⅢ期は蓄養開始時の6月25日（5月11日）に約（47）70%で、天然ウニは7月23日（8月17日）、

¹羅臼町役場（〒086-1892 北海道目梨郡羅臼町栄町 100-83）

²羅臼漁業協同組合（〒086-1832 北海道目梨郡羅臼町船見町 2-13）

³（株）エコニクス（〒004-0015 北海道札幌市厚別区下野幌テクノパーク 1-2-14）

⁴東京海洋大学（〒108-8477 東京都港区港南 4-5-7）

給餌蓄養区は8月20日(9月14日), 無給餌蓄養区は8月20日(8月17日)に10%以下になった。7月23日(8月17日)のⅢ期出現率は給餌蓄養区で約27(35)%, 無給餌蓄養区で約40(10)%であった。Ⅲ期生殖巣の官能検査(2004年のみ)では各蓄養区とも7月6日(蓄養56日後)まで, 食味, 外見とも「普通」以上の評価を得た。

キーワード: エゾバフンウニ, 低水温, 成熟抑制, 蓄養, 知床羅臼海洋深層水

1. 緒 言

エゾバフンウニ *Strongylocentrotus intermedius* (以下, ウニという) は主に北海道沿岸の浅海域で漁獲される高級なウニである(藤田ら 2008)。羅臼沿岸では, 例年1月末から6月中~下旬に漁獲されるが, 7~9月(産卵期)は資源保護のため禁漁となっているだけでなく, 食用となる生殖巣が崩れやすい, いわゆる「溶けウニ」となっている。しかし, 羅臼町を訪れる観光客は7~9月が最も多く, この期間に本種を地場産ウニとして出荷することが望まれている。エゾバフンウニは, 7月頃まで, すなわち, 春から夏にかけて水温の上昇に伴って成熟が進行すると考えられるので, この時期に水温の上昇を抑えられれば成熟を抑制できると考えた。折から, 羅臼町では低温かつ清浄な海洋深層水が簡易取水されており(伊藤 2000), 著者らはこれを活用してエゾバフンウニを陸上で蓄養することにより, その成熟抑制を試みたので報告する。

2. 材料と方法

2.1 成熟抑制試験

蓄養試験は2003年6~9月と2004年5~9月の2回行った。エゾバフンウニは, 羅臼町共栄町ガ

ゼ岩付近(水深7m)で潜水により採集し, 2003年は6月25日採集の250個体, 2004年は5月11日採集の316個体(いずれも殻径50mm以上)を用いた。両年とも, 採集個体のうち10個体については蓄養開始前の成熟度を調べるのに用い, 残りの個体(2003年は240個体, 2004年は306個体)を, 羅臼町岬町ウニ種苗生産センター内に予め準備しておいたFRP製水槽(0.5t, 1.1m×0.8m×0.6m)に収容して蓄養試験に供した。FRP製水槽には, 境界を入れて2等分したトリカルネット籠(85cm×65cm×40cm)を沈め, 各区分にウニを半数ずつ入れ, 間引きのために収穫した養殖オニコンブ *Saccharina diabolica* を飽食量与えながら蓄養する「給餌蓄養区」, 餌を特に与えずに蓄養する「無給餌蓄養区」を設けた。

蓄養に用いた海洋深層水(以下, 深層水)は, 羅臼町岬町知円別漁港の1.4km沖, 水深218m地点から簡易装置を用いて取水しているもので, 水温の季節変動が見られたため, 将来の深層水の本格取水による蓄養を想定し, 循環冷却装置で2~4℃に調温しながら試験を行った。なお, 循環機材での利水も含めた実水量は約2t(蓄養槽:0.5t, 受水槽:1t, 濾過槽:1.5t)で, 換水率は2003年が1回/日, 2004年が0.8回/日であった。

蓄養試験は, 2003年には6月25日から9月3

表1 エゾバフンウニの成熟度

成熟段階	基 準
I期(発達期)	放卵・放精が完全に終了して生殖巣が著しく小さく, 雌雄の判別ができない。
II期(成長期)	生殖巣はかなり回復してやや大きさを増すが, 雌雄の判別ができない。
III期(成熟前期)	生殖巣はかなり大きくなったがまだ溶けず, 雌雄の判別ができない。 ※肥大しており, 溶けていない ⇒ 最も製品価値の高い状態
IV期(成熟後期)	生殖巣は著しく大きくなり, かつ溶けて雌雄の判別ができる。 ※「溶けウニ」
V期(放出期)	卵・精子の放出により生殖巣は小さくなったがまだ溶けて, 雌雄の判別ができる。

日まで70日間、2004年には5月11日から9月14日まで126日間行い、両年ともに2週間（14日）毎に各試験区の成熟度を調査し、各測定日に同じ採集地点から得た天然のウニの成熟度と比較した。なお、成熟度は、「北水試魚介類測定・海洋観測マニュアル」（北海道立水産試験場 1997）に基づき、表1に示した基準で目視により判別した。

2.2 官能検査

2004年には、成熟抑制試験と併せて官能検査も実施した。官能検査は、成熟度調査で剥いた生殖巣のうちⅢ期（生殖巣が肥大しているが溶解していない状態）の生殖巣のみを用い、試験区を明示せずに試食した羅臼町及び羅臼漁協職員5～8名に試食してもらい、甘味、苦味、風味や食感の良し悪し、味の濃い薄い等を含む「総合的な食味」、色の良し悪し、ばらつき、卵粒の大きさ等を含む「総合的な外見」の2項目について、それぞれ①大変良い、②良い、③普通、④やや悪い、⑤悪い、の5段階で評価を得た。

なお、8月以降は、無給餌蓄養区においてⅢ期の生殖巣の出現率が少なく、食味を比較するのに十分なサンプルが得られなかったため、官能検査は8月3日（蓄養84日目）で終了した。

3. 結 果

3.1 成熟抑制試験

2003年および2004年の天然海水（表層水）と蓄養水（循環冷却深層水）の水温変化をそれぞれ図1に示した。2003年は試験期間を通して、また、2004年は5月末から蓄養水が表層海水より水温が低くなり、「低温性」が発揮された。

2003年試験の天然ウニ、給餌蓄養区および無給餌蓄養区の成熟度の推移を図2の左列、商品価値の最も高い成熟度Ⅲ期のウニの出現率（以下、単にⅢ期出現率）の推移を表2に示した。蓄養試験開始前（6月25日）には、Ⅱ～Ⅳ期だけが認められ、Ⅲ期出現率が46～48%を占めていた。その後、いずれの試験区でもⅢ期出現率は低下してⅣ～Ⅴ期に移行し、天然ウニでは、7月23日（経過日数28日目）に10%以下になった（図2左上段、表2）。

これに対して、給餌蓄養区では、天然ウニの生殖巣でⅢ期が10%以下になった7月23日においても27%のⅢ期出現率を維持し、Ⅲ期が10%以下になったのは8月20日（蓄養日数56日目、7月23日から数えて28日後）であった（図2左中段、表2）。また、無給餌蓄養区においては、7月23日に40%のⅢ期出現率を維持し、Ⅲ期が10%以下になったのは、給餌蓄養区と同様、8月20日（蓄養日数56日目、7月23日から数えて28日後）であった（図2左下段、表2）。なお、図2の左列より、

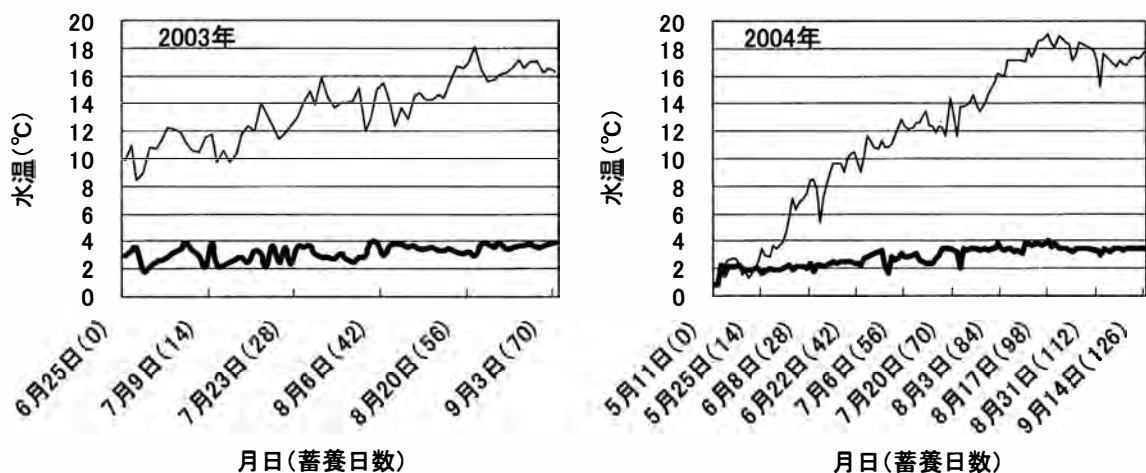


図1 飼育期間中の水温の推移（左：2003年，右：2004年）

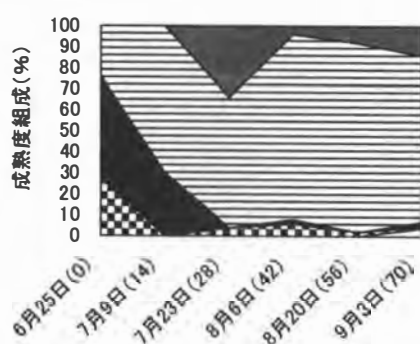
—— 表層水 ——— 循環冷却深層水

表2 2003年におけるⅢ期の割合変化

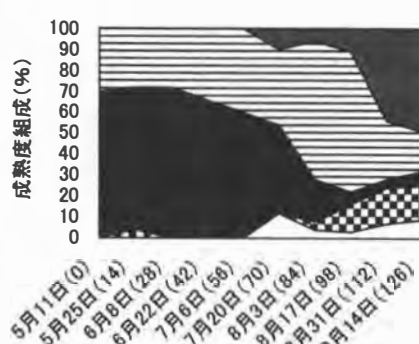
月日 (蓄養日数)	成熟度組成 (%)		
	天 然	蓄 養	
		給餌区	無給餌区
6月25日 (0)	48	46	46
7月9日 (14)	30	47	40
7月23日 (28)	0	27	40
8月6日 (42)	2	33	20
8月20日 (56)	0	7	0
9月3日 (70)	2	0	0

給餌蓄養区, 無給餌蓄養区とも, Ⅳ期からⅤ期への以降が9月3日であり, 7月23日には既にⅤ期が認められていた天然ウニよりも成熟の進行が遅くなっている様子がうかがえた。

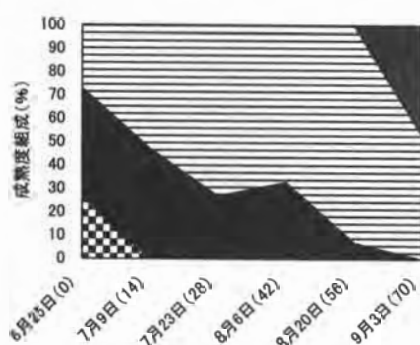
2004年試験の天然ウニ, 給餌蓄養区および無給餌蓄養区の成熟度の推移を図2の右列, Ⅲ期出現率の推移を表3に示した。蓄養試験開始前(5月11日)には, 前年と異なりⅢ~Ⅳ期のみが認められ, Ⅲ期出現率は70%を占めていたが, 2003年の場合と同様, いずれの試験区でも次第に低下し, 天然ウ



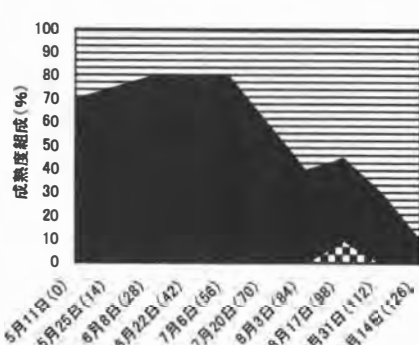
月日(蓄養日数)
(2003年, 天然ウニ)



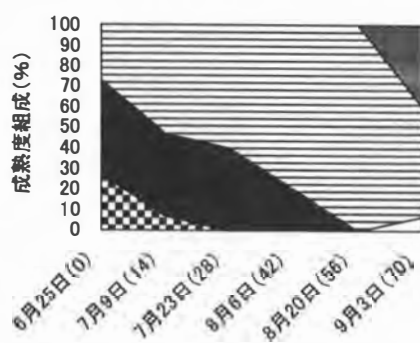
月日(蓄養日数)
(2004年, 天然ウニ)



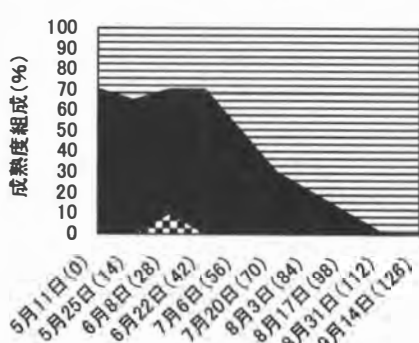
月日(蓄養日数)
(2003年, 給餌蓄養区)



月日(蓄養日数)
(2004年, 給餌蓄養区)



月日(蓄養日数)
(2003年, 無給餌蓄養区)



月日(蓄養日数)
(2004年, 無給餌蓄養区)

図2 天然ウニ, 給餌蓄養区および無給餌蓄養区の成熟度組成

□ I期 ▨ II期 ■ III期 ▨ IV期 ■ V期

ニでは8月17日（経過日数98日目）にⅢ期が10%以下になった（図2右上段、表3）。

これに対して、給餌蓄養区では、天然ウニでⅢ期が10%以下になった8月17日でも約5%のⅢ期出現率を維持し、10%以下になったのは9月14日

（蓄養日数126日目，8月17日から数えて28日後）であった（図2右中段、表3）。一方、無給餌蓄養区では、天然ウニと同様，8月17日（蓄養日数98日目）にⅢ期出現率が10%以下となった（図2右下段、表3）。図2（右中・下段）より、給餌蓄養区、無給餌蓄養区とも、調査期間中にⅤ期への以降が認められず、Ⅳ期，すなわち「溶けウニ」状態のまが維持された。

表3 2004年におけるⅢ期の割合変化

月日（蓄養日数）	成熟度組成（%）		
	天 然	蓄 養	
		給餌区	無給餌区
5月11日（0）	70	70	70
5月25日（14）	68	75	65
6月8日（28）	72	80	60
6月22日（42）	66	80	70
7月6日（56）	60	80	50
7月20日（70）	42	60	30
8月3日（84）	20	40	20
8月17日（98）	6	35	10
8月31日（112）	4	30	0
9月14日（126）	7	10	0

3.2 官能検査

2004年に実施した給餌蓄養区と無給餌蓄養区のウニの生殖巣の食味に対する評価を図3の上段、生殖巣の外見に対する評価を図3の下段に示した。いずれの試験区においても、少なくとも7月6日（蓄養56日後）まで、食味、外見ともにすべて「普通」以上の評価で推移した。また、食味に関しては両試験区の間に特に顕著な差は認められなかったが、外

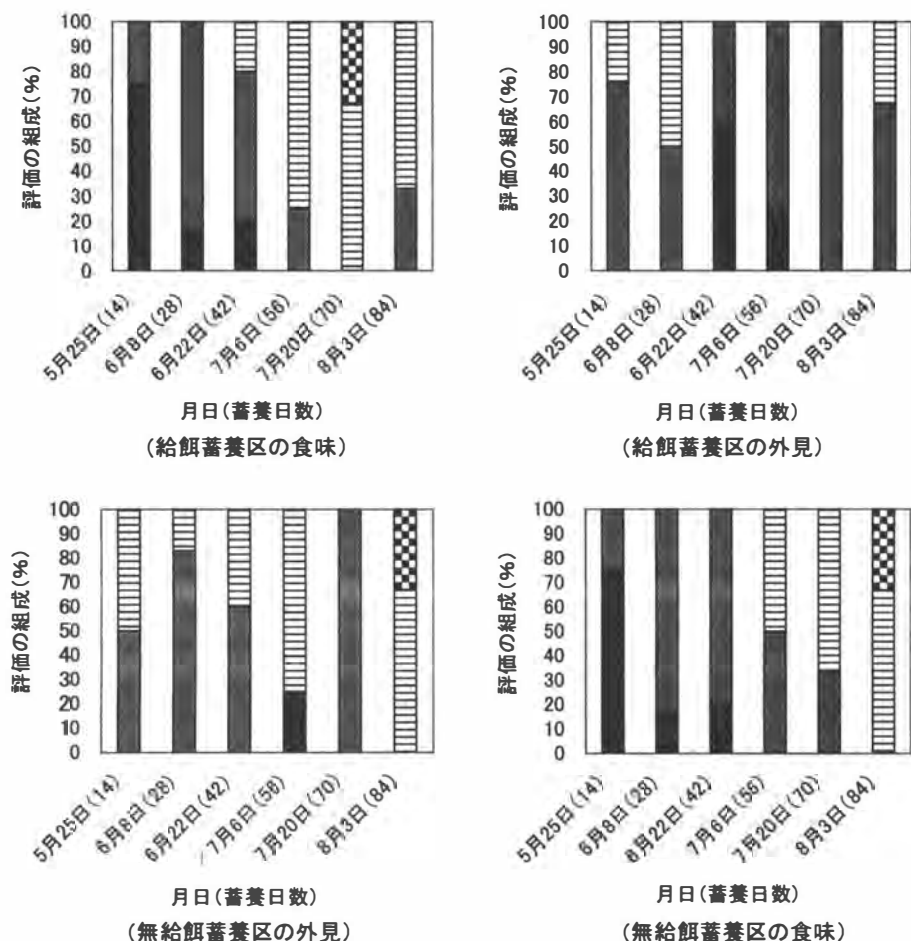


図3 2004年の給餌蓄養区と無給餌蓄養区の生殖巣の官能検査結果

■ 大変良い ■ 良い ≡ 普通 □ やや悪い □ 悪い

見については給餌蓄養区の方が無給餌蓄養区よりも高い評価が得られる傾向にあった。なお、給餌蓄養区では、7月20日(蓄養70日後)に食味で、無給餌蓄養区では8月3日(蓄養84日後)には、食味、外見ともに「やや悪い」という評価がそれぞれ35%程度見受けられた。

なお、無給餌蓄養区では、6月11日(蓄養30日目)頃から腸管とその内容物の劣化が認められ、生殖巣を採取する際に給餌区の個体に比べ腸管が断裂しやすくなったうえ、腸管内の古くなった摂餌物のために若干の刺激臭が感じられた。

4. 考 察

2ヵ年の試験結果から、低温な簡易取水深層水を用いて陸上水槽でエゾバフンウニを蓄養することにより、成熟を抑制できることが明らかになった。エゾバフンウニでは、生殖巣の量的な発達は主として摂餌量に関係しており(川村ら 1965)、摂餌量は水温の低下に伴って減ること(町口 1997)が明らかになっている。今回、深層水で蓄養したウニ、天然ウニとともに摂餌量は特に把握していないが、両者の生殖巣の成熟状態に顕著な差が認められたことから、深層水による低水温環境での飼育がウニの摂餌量を低下させ、生殖巣の発達を抑制したと考えられた。このことは、商品価値の高いⅢ期出現率が低下するまでの期間が延びただけでなく、商品価値を失った後のⅣ期からⅤ期への移行の遅れにも現れている。

一方、同じ低水温環境での摂餌の有無、つまり、深層水蓄養における給餌と無給餌の場合については、2003年、2004年の2ヵ年とも、給餌を行った場合の方が、より長い期間、Ⅲ期を出現させる結果となった。このことから、エゾバフンウニの成熟の抑制に際しては、摂餌量は「低下させる」に留め、無給餌にしない方がよいことがわかった。

蓄養開始時の生殖巣調査および漁業者への聞き取り(未発表)により、羅臼のウニ漁期(1~6月)における天然ウニのⅢ期出現率は30%以上と考えられた。今回、深層水でコンブを給餌しながら蓄養

することにより8月中旬頃まで、無給餌の場合でも7月下旬頃まで、生殖巣の量的側面においてウニ漁期と同程度のⅢ期出現率を維持できることが判明したので、観光シーズンにおける出荷に期待がもてた。

ただし、出荷の前提となる生殖巣の品質に関しては、官能検査の結果も考慮する必要がある。無給餌蓄養の場合、7月20日(蓄養70日目)までは、味、外見ともに「普通」以上の評価が多く、問題が無いと判断できたが、6月11日(蓄養30日目)頃からは腸管とその内容物の劣化が見られたことに留意する必要がある。腸管自体は食用に用いないが、殻付販売の場合には消費者に誤解を招く可能性があるため、無給餌で蓄養し、殻付きで出荷する場合は、蓄養期間を1ヶ月未満とするのが望ましいと考えられた。

5. 謝 辞

本試験において多大なご指導を頂いた北海道立水産試験場の川村一廣 元場長、東海大学の津村憲教授、蓄養技術やサンプリング等で全面的なご指導・ご協力を頂いた羅臼漁協栽培増殖部および根室地区水産技術普及指導所標津支所の職員各位、そして餌料コンブを提供して下さった漁業者 鹿又文和氏に、心から御礼申し上げます。

文 献

- 藤田大介・町口裕二・桑原久実編(2008)磯焼け対策シリーズ② 磯焼けを起こすウニ生態・利用から藻場回復まで一、成山堂書店、東京、296 pp.
- 伊藤 聡(2000)海洋深層水の陸上への簡易取水、月刊海洋/号外、22、20-23.
- 川村一廣・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.
- 町口裕二(1997)植食動物の摂餌量に基づく診断技術(1)磯焼けに及ぼす棘皮動物の餌料海藻摂餌選択性と摂餌圧の影響、農林水産技術会議事務局研究成果 317 磯焼けの発生機構の解明と予測技術の開発、pp. 49-59.
- 酒井勇一(1997)北水試魚介類測定・海洋観測マニュアル、北海道立中央水産試験場、北海道、一貝類、ウニ類、ナマコ pp. 35-38.

(2008. 7.31 受付, 2008.12.20 受理)