

# 北海道立水産試験場研究報告

## 第 33 号

(北海道立水産試験場報告改題)

### SCIENTIFIC REPORTS OF HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION No. 33

北海道立水産試験場

(平成元年9月)

(September, 1989)

# 北海道立水産試験場研究報告

第 33 号

## 目 次

福田雅明・吉田英雄

スケトウダラ 1 歳魚の網膜構造と網膜運動反応…………… 1—8

吾妻行雄・林 忠彦・内田正文

北海道南部沿岸におけるエゾバフンウニと

キタムラサキウニ浮遊幼生の出現と産卵期…………… 9—20

田嶋健一郎・福地 誠

エゾバフンウニ人工種苗生産の研究

I. 冬期間における底生初期稚ウニの成長…………… 21—29

金子博実・川合祐史

秋サケ筋肉 — コーン油乳化物と加熱ゲルの物性に及ぼす NaCl 濃度の影響…………… 31—39

阪本正博・成田正直・鳥谷部憲男

ホッケチップス製造試験…………… 41—49

試験研究業績

外部刊行物への発表 昭和63年度分…………… 51—54

(平成元年9月)

**SCIENTIFIC REPORTS**  
**OF**  
**HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION**  
 No. 33  
**CONTENTS**

FUKUDA, Masaaki and Hideo YOSHIDA

Retinal structure and retinomotor response in one-year-old walleye pollock

*Theragra chalcogramma* ..... 1 — 8

AGATSUMA, Yukio, Tadahiko HAYASHI and Masafumi UCHIDA

Seasonal larval occurrence and spawning season of two sea urchins,

*Strongylocentrotus intermedius* and *S. nudus*, in southern Hokkaido ..... 9 — 20

TAJIMA, Ken-ichiro and Makoto FUKUCHI

Studies on the artificial seed production of the sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius*

I. The growth of early juveniles in winter ..... 21 — 29

KANEKO, Hiromi and Yuji KAWAI

Effect of NaCl concentration on the rheological properties of emulsion and

its heat-induced gel made from fall chum salmon (*Oncorhynchus keta*) muscle... 31 — 39

SAKAMOTO, Masahiro, Masanao NARITA and Kazuo TORIYABE

The manufacture of chips from Arabesque greenling ..... 41 — 49

Contributions from the Hokkaido Fisheries Experimental Station:

Papers presented in other journals or at scientific meetings in fiscal 1988 ..... 51 — 54

(September, 1989)

## スケトウダラ 1 歳魚の網膜構造と網膜運動反応

福田 雅明・吉田 英雄  
(芙蓉海洋開発株式会社) (北海道立釧路水産試験場)

### Retinal structure and retinomotor response in one-year-old walleye pollock *Theragra chalcogramma*

Masaaki FUKUDA and Hideo YOSHIDA\*  
Fuyo Ocean Development and Engineering Co., Ltd.  
Nihonbashi, Tokyo 103, Japan  
\*Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station  
Kushiro, Hokkaido 085, Japan

The retinal structure and retinomotor responses were investigated in eleven one-year-old walleye pollocks. There were almost exclusively double cones in the retinae of walleye pollock, which indicates that the walleye pollock lives under condition of the dim light. The density distribution of cones were varied with regions over the retina, and the highest density occurred in the vento-temporal region. It is suggested that the walleye pollock can exactly see the target existing in upper fore direction. Minimum separable angles calculated from cone density in vento-temporal region and lens diameter of one-year-old pollocks ranged from 12.5 to 17.6 minutes. The threshold light intensity for the masking pigment movement appears to lie at  $10^{-2} - 10^{-3}$  lux.

### 緒 言

多くの魚類にとって視覚は重要な感覚器官であり、摂餌、集群、日周移動、回遊などの行動と関連のあることが知られている<sup>1)</sup>。一般に、視覚能力は網膜の構造に負うところが多いため、網膜中に存在する光受容器である錐体、あるいは桿体の密度、配列を検討すれば、生息環境や生態を推定することが可能となる。また、明るさによって錐体と桿体の位置が交代して色素粒が移動することを網膜運動反応といい、錐体による視覚を明順応状態、桿体による視覚を暗順応状態と呼ぶ。魚類の摂餌、集群などの行動にはどの程度の明るさが必要で、どのくらいの距離にあるものを正しく認識できるかという問題は生態学、水産学にとって重要なことである。

スケトウダラは、稚仔魚期から幼魚期にかけて、沿岸滞留生活を送ることが知られている<sup>2-5)</sup>。しかし、沿岸域から深みへと離散、移動していく幼魚および未成魚については、比較的情報が少なく、生態的にも不明な点が多い。

本研究では、1982年に北海道噴火湾湾口部で、定置網に入網したスケトウダラ1歳魚を用い、網膜の構造と明暗順応の起こる明るさに関して、若干の知見を得たので報告する。

本文に先立ち、論文作成にご助力いただいた、北海道大学名誉教授三島清吉博士、北海道大学水産学部北洋水産研究施設並びに白尻水産実験所関係各位に謝意を表する。

## 材 料 と 方 法

材料は1982年5月、北海道噴火湾湾口部の白尻で定置網に入網した標準体長12.6～17.7 cmのスケトウダラ1歳魚11個体である。材料魚はすべて北海道大学水産学部附属白尻水産実験所において、2週間から1カ月馴致飼育を行った。網膜構造の観察には左眼を用い、眼球は活個体から摘出後直ちにブアン氏液で固定し、パラフィン包埋の後にCross sectionを作製し、ヘマトキシリンおよびエオシンで染色した。

明暗順応の実験は、1982年5月29日に1歳魚を白尻水産実験所の屋外に設置した約70リットルの水槽に収容して行った。水槽の設置場所は波打ち際で人工光の影響のないところを選んだ。眼球は日没30分前に1回、日没後は15分間隔で1時間半にわたり計8回摘出した。

椎体直径は顕鏡下で接眼マイクロメータを用い、椎体楕円体の最大幅を計測することによって求めた。椎体の分布密度としては、Cross sectionの中で0.109 mm幅に中心が入る椎体を計数し、0.1 mm平方中の椎体数に換算した。椎体の直径および分布密度は網膜の連続切片から9部位（前部；N、前上部；DN、上部；D、後上部；DT、後部；T、後下部；VT、下部；V、前下部；VN、中央部；B）を抽出し、計数を行った。なお、網膜構造を検討する際には、体長40.7 cmの成魚1個体も用い、ブアン氏液で固定してパラフィン包埋の後にTangential sectionを作製し、これを補足試料とした。

水晶体の焦点はMatthiesen's ratioにより算出し（焦点距離＝2.55×水晶体半径）、網膜の最小分離角を次式<sup>6)</sup>により求めた。

$$\sin \alpha \approx \alpha = \{0.1 (1 + 0.25) \times 2\} / (\sqrt{n} \times F)$$

ここで、 $\alpha$ は最小分離角（radian）、 $n$ は0.01 mm平方中の椎体の数、 $F$ は水晶体の焦点距離、0.25は固定包埋による組織の収縮率。

明暗順応は視覚細胞層と色素上皮層の比によって得られるPigment index<sup>7)</sup>で表した。

$$\text{Pigment index} = \frac{\text{色素上皮層の厚さ (p)}}{\text{視覚細胞層の厚さ (v)}}$$

眼球摘出時の照度は水槽水面上の空中照度をミノルタオートメータープロフェッショナル（スケール自動回転直読式入射光式電子露出計）で測定し、後にTOPCON光電池式照度計SPI 71を用い補正して求めた。

## 結 果 と 考 察

### 網膜構造と視覚

スケトウダラ1歳魚の椎体はほとんどが双椎体であることが確認されたが、Cross sectionのため椎体配列が不明瞭であった。そこで、成魚のTangential sectionから網膜上の椎体分布を補足的に検討した。椎体は大部分が双椎体であり、互いに接するように配列し、双椎体と単椎体による規則的なモザイクはみられなかった（Fig. 1）。双椎体が密に接して分布する網膜構造は、大西洋産タラ科魚類codおよびwhitingの報告と一致し<sup>8)</sup>、双椎体は単椎体より閾値が低いと考えられ、スケトウダラも他のタラ科魚類と同様に比較的光の少ない環境に適応

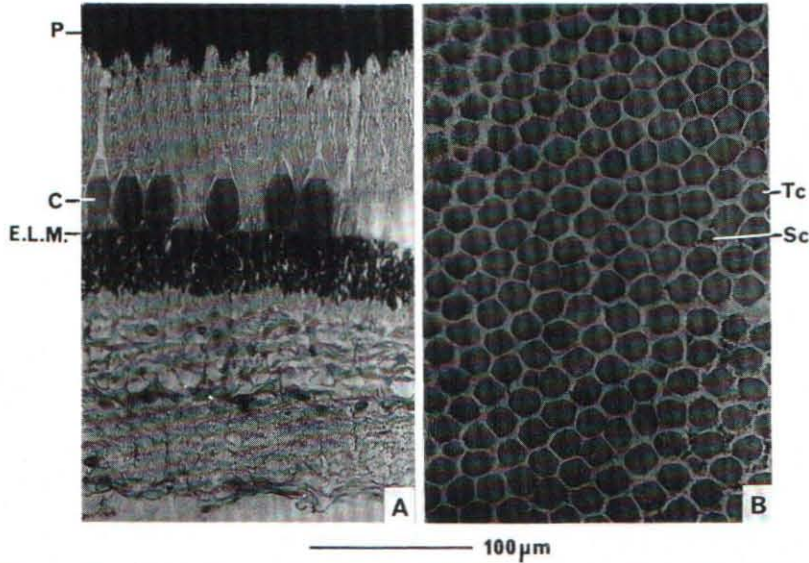


Fig. 1. Cross section(A) showing the retinal elements and tangential section(B) of visual cell layer showing the cone mosaic in adult walleye pollock.

P: masking pigment C: cone E.L.M.: external limiting membrane  
Tc: twin cone Sc: single cone.

Table 1. The average cone diameter and the numbers of cones in  $0.01\text{mm}^2$  in various regions of retina in one-year-old walleye pollock.

D: dorsal DT: dorso-temporal T: temporal VT: ventro-temporal  
V: ventral VN: ventro-nasal N: nasal DN: dorso-nasal B: bottom.

| Retinal regions | Cone elipsoid diameter ( $\mu\text{m}$ ) | Number of cones ( $/0.01\text{mm}^2$ ) |
|-----------------|------------------------------------------|----------------------------------------|
| D               | 10.36                                    | 70.7                                   |
| DT              | 11.22                                    | 64.5                                   |
| DN              | 6.31                                     | 164.4                                  |
| B               | 7.12                                     | 136.9                                  |
| VN              | 7.78                                     | 126.3                                  |
| V               | 7.97                                     | 108.4                                  |
| N               | 9.43                                     | 83.5                                   |
| VT              | 10.05                                    | 81.9                                   |
| T               | 8.60                                     | 87.8                                   |

していると推定される。

スケトウダラ 1 歳魚の椎体直径について、網膜上の部位に分けて全個体の平均値をみると (Table 1)、部位によって大きさの違いが認められた。すなわち、中央より背側は直径が大きく、腹側は小さい傾向が認められ、後下部に最も小さい値がみられた。そして網膜上の椎体密度も後下部で高い値 ( $0.01\text{mm}^2$  当たり約 170 個) であった (Table 1, Fig. 2)。また、成魚の後下部での値は約 90 個であった。このように椎体密度が部位によって異なる

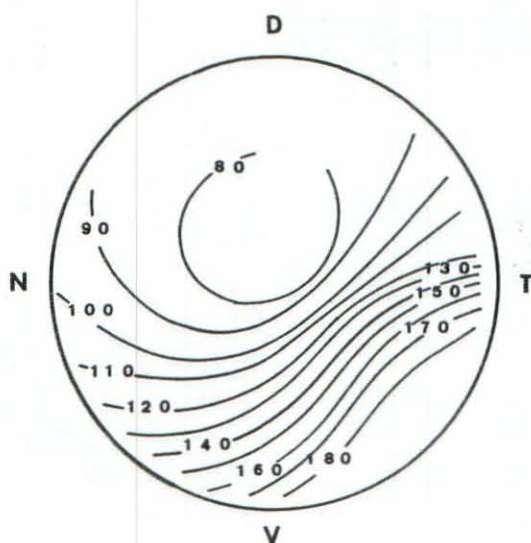


Fig. 2. Average cone density distribution shown by isodensity lines on retinal in one-year-old walleye pollock.

D: dorsal T: temporal V: ventral N: nasal.

Table 2. Minimum separable angles calculated from focal distance and number of cones in one-year-old walleye pollock. The focal distances was estimated from Matthiessen's ratio (focal distance =  $2.55 \times$  lens radius).

| Age          | Standard length (mm) | Lens radius (mm) | Focal distance (mm) | Number of cones ( $\nearrow 0.01 \text{ mm}^2$ ) | Minimum separable angle (minutes) |
|--------------|----------------------|------------------|---------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|
| one-year-old | 138                  | 1.72             | 4.4                 | 162.6                                            | 15.3                              |
|              | 144                  | 1.78             | 4.5                 | 158.0                                            | 15.2                              |
|              | 152                  | 1.77             | 4.5                 | 177.0                                            | 14.4                              |
|              | 152                  | 1.79             | 4.6                 | 223.6                                            | 12.5                              |
|              | 154                  | 1.87             | 4.8                 | 189.4                                            | 13.0                              |
|              | 157                  | 1.85             | 4.7                 | 194.5                                            | 13.1                              |
|              | 158                  | 1.84             | 4.7                 | 125.3                                            | 16.3                              |
|              | 163                  | 1.88             | 4.8                 | 103.7                                            | 17.6                              |
|              | 177                  | 1.98             | 5.0                 | 162.6                                            | 13.5                              |
| Mean         | 155                  | 1.83             | 4.7                 | 166.3                                            | 14.5                              |
| adult        | 407                  | 4.42             | 11.3                | 92.6                                             | 7.9                               |

現象は多くの魚類で報告され<sup>6, 8-10)</sup>、椎体密度の高い部位による視精度が最も高いと言われている。

したがって、スケトウダラでは前上方にある物体を見たときの網膜分解力が最も高く、この方向にある物体を最もよく認識すると推定される。このことは、形態的にも下顎が上顎より突出していることや純粹の固着性、爬

行性底棲生物を摂餌していない事実<sup>11)</sup>とも符合する。

一方、椎体の分布密度と水晶体の半径から、一般に視力と呼ばれている視精度（最小分離角の逆数）が計算できるので、スケトウダラ1歳魚の最小分離角を算出した（Table 2）。この結果、最小分離角は12.5～17.6分の範囲にあり、平均14.5分であった。また、成魚では7.9分であった。TAMURA<sup>9)</sup>は魚類27種の最小分離角を算出し、4.2～15.4分の値を報告しているが、スケトウダラ1歳魚の値はこの範囲の上限に近い値であった。川村・田村<sup>6)</sup>はゴマサバで、若齢魚の方が成魚より最小分離角の値の高いことを報告しており、成魚1個体の結果ではあるが、スケトウダラについても同様と考えられる。さらに、ここで網膜の分解力を最小分離角の角距離として表すと、スケトウダラ1歳魚では1cm程度の餌（オキアミなど）なら2.3mの距離で明確に認識できると推定される。

#### 明暗順応

一般に魚類でも明暗順応時には椎体視覚によって、また暗順応時には桿体視覚によって物体を認識し、ある明るさのときこれら視細胞の位置が交代することが知られている。このとき、椎体ミオイドが収縮し、桿体ミオイドが伸長して視細胞が交代すると共に、色素上皮層が収縮する。そこで、日没から夜間にかけて色素上皮層の変化を検討してみた（Fig. 3）。

日没以前に椎体外接に達していた色素上皮層は、日没（午後7時3分）約30分後ではほとんど変化していなかったが、約1時間後の午後8時頃から収縮が認められ、午後8時半にはほぼ収縮が完了した。この変化を色素上皮層と視覚細胞層の比で表した pigment index の変化として網膜上の部位別にみると（Fig. 4）、前部（N）および後部（T）では日没約1時間後に収縮がみとめられるのに対し、他の部位ではやや遅れる傾向がみられた。しかし、その15分後には全ての部位で収縮がみられると共に、ほぼ完全に収縮が終っていた。このことは、明順応から暗順応への変化は比較的速やかに行われ、網膜部位による差はあってもわずかなことを示している。

つぎに、眼球摘出時の照度の変化を検討した結果（Fig. 5）、日没時から照度は急速に低下していた。なお、午後7時45分以降は、今回使用した照度計では測定することができず、午後7時から7時45分までの値を用いて外挿した結果を示している。この結果から、スケトウダラ1歳魚は $10^{-2} \sim 10^{-3}$  luxの間に明順応から暗順応に移行した可能性が示唆された。ALI<sup>12)</sup>はシロザケおよびベニザケ若齢魚が $10^{-0} \sim 10^{-2}$  foot-candles（約 $10^{-1} \sim$

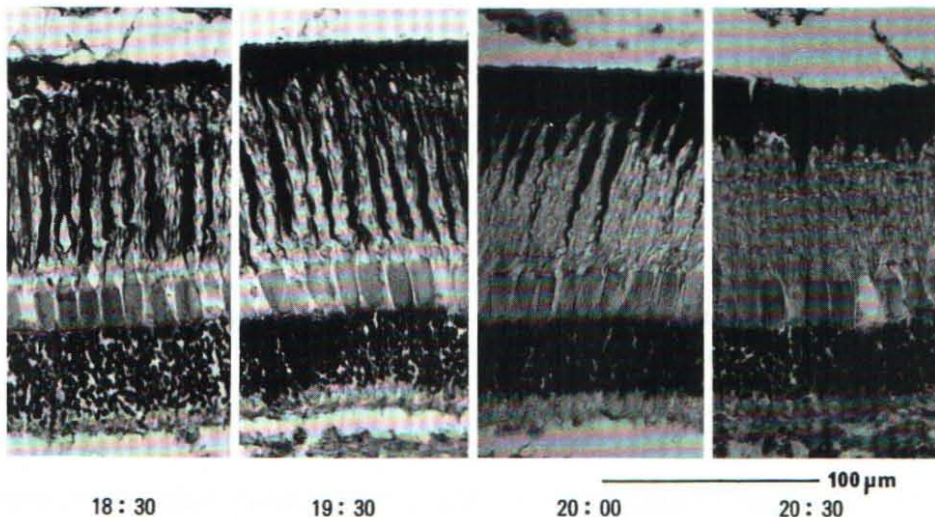


Fig. 3. Photomicrographs showing various stages in the process of dark adaptation in one-year-old walleye pollock.

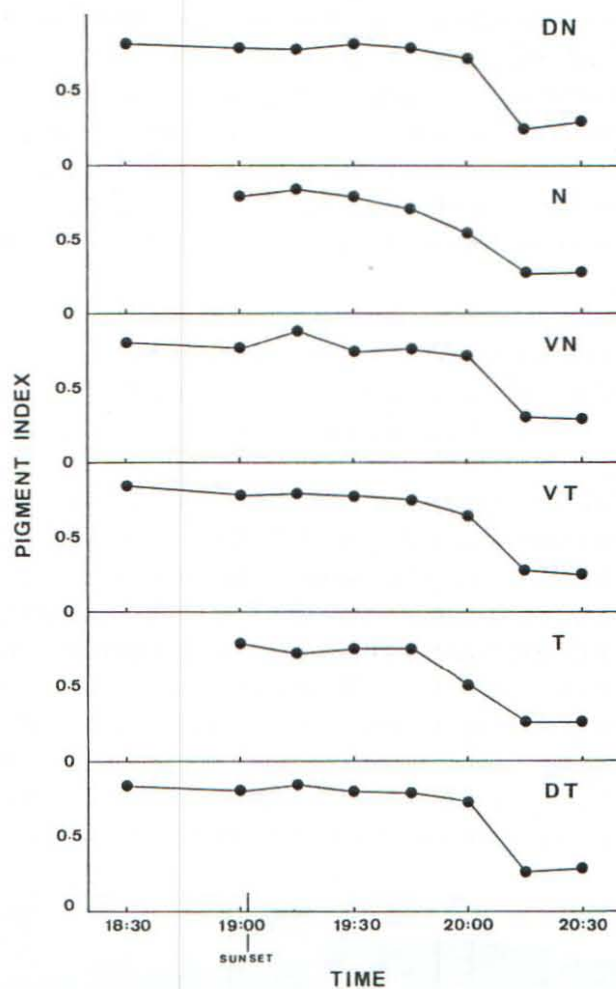


Fig. 4. Pigment indices at various stages in the process of dark adaptation in one-year-old walleye pollock.

$10^{-3}$  lux) で色素上皮層の厚さに変化を認め、またサケ属4種の成魚でも同様な傾向を認めて、この時期を境に摂餌率が増減することを示した。さらに、田村<sup>13)</sup>はスズキでは $10^{-2} \sim 4 \times 10^{-2}$  lux、コイでは $5 \times 10^{-4} \sim 6 \times 10^{-4}$  lux に明暗順応の移行状態を示すことを報告している。このような報告と比較すると、スケトウダラ1歳魚で得られた明暗順応移行時の照度 $10^{-2} \sim 10^{-3}$  lux は妥当な値と考えられる。

## 要 約

スケトウダラの生活史の中でも比較的知見が少なく、生態的にも不明な点の多い1歳魚について、視覚に関する基礎的な知見を得ることを目的として、網膜の構造と明暗順応の起こる明るさを検討した。スケトウダラ網膜上の光受容器である椎体は、ほとんどが双椎体であり、その分布密度は網膜後下部で最も高く、椎体視覚は前上

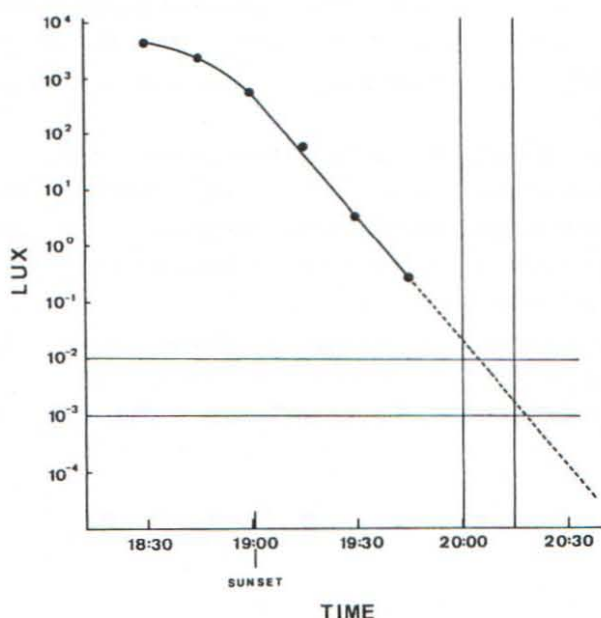


Fig. 5. Changes in light intensity during dusk when the experience of retinomotor responses in one-year-old walleye pollock was carried out.

方にあると推定された。また、視力の指標となる最小分離角は、12.5～17.6分(平均14.5分)と計算された。

日没前後の網膜の明暗順応の変化を検討した結果、日没後約1時間は網膜のほとんどの部位で明順応状態であったが、その後15分ほどで網膜上のすべての部位で暗順応状態となっていた。この時の照度を推定すると $10^{-2}$ ～ $10^{-3}$  luxであった。

## 文 献

- 1) BLAXTER, J. H. S. (1970) Light-fishes. In: *Marine ecology*, Vol. 1, Part 1 (Environmental factors). Edited by Kinne, O., Wiley-Interscience, pp. 213 - 320
- 2) 石垣富夫・坂本寿勝・佐々木武雄・高野睦男 (1960) 襟裳以東太平洋におけるスケトウダラ幼魚の生態について 北水試月報 17(3) 4-13
- 3) 林 清・北浜 仁・鈴木梅二・遠藤 昇 (1968) スケトウダラ幼魚期の生態 道南太平洋1964年級群の考察 北水試月報 25(8) 2-11
- 4) KAMBA, M. (1977) Feeding habits and vertical distribution of walleye pollock, *Theragra chalcogramma* (Pallas), in early life stage in Uchiura Bay, Hokkaido. *Res. Inst. N. Pac. Fish., Hokkaido Univ., Spec. Vol.*, 175 - 197 (1977)
- 5) 中谷敏邦・前田辰昭 (1987) 噴火湾およびその周辺海域におけるスケトウダラ稚魚の分布と移動 日水誌 59(9) 1585 - 1591
- 6) 川村軍蔵・田村 保 (1973) ゴマサバおよびキュウセンの網膜の組織学的研究 日水誌 39(7) 715 - 726

- 7) BLAXTER, J. H. S. and JONES, M. P. (1967) The development of the retina and retinomotor responses in the herring. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 47 677 - 697
- 8) LYALL, A. H. (1957) Cone arrangements in teleost retinae. *Quart. J. micr. Sci.*, 98(2) 189 - 201
- 9) TAMURA, T. (1957) A study of visual perception in fish, especially on resolving power and accommodation. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 22(9) 536 - 557
- 10) 川村軍蔵 (1976) マサバの網膜の組織学的研究 鹿大水紀要 25(1) 143 - 149
- 11) 飯塚 篤・黒萩 尚・生田浩三・今井辰一郎 (1954) 北海道近海産スケトウダラの天然餌料とその海域別特性について 北水研研報 (11) 7 - 20
- 12) ALI, M. A. (1975) Retinomotor responses. In: *Vision in fishes*. New approaches in research. Edited by Ali, M. A., Plenum Press, pp. 313 - 355
- 13) 田村 保 (1957) 魚類網膜の明暗順応の状態と照度との関係 日水誌 22(12) 742 - 746

## 北海道南部沿岸におけるエゾバフンウニと キタムラサキウニ浮遊幼生の出現と産卵期

吾妻行雄・林 忠彦  
(北海道立中央水産試験場) (北海道立函館水産試験場)

内田正文  
(網走西部地区水産技術普及指導所)

Seasonal larval occurrence and spawning season of two  
sea urchins, *Strongylocentrotus intermedius* and  
*S. nudus*, in southern Hokkaido

Yukio AGATUMA, Tadahiko HAYASHI\*<sup>1</sup> and Masafumi UCHIDA\*<sup>2</sup>

Hokkaido Central Fisheries Experimental Station  
Yoichi, Hokkaido 046, Japan

\*<sup>1</sup>Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station  
Hakodate, Hokkaido 042, Japan

\*<sup>2</sup>Abashiri-seibu Fisheries Extension Office  
Monbetsu, Hokkaido 094, Japan

Seasonal larval occurrence and spawning season of two species of sea urchins, *Strongylocentrotus intermedius* and *S. nudus*, were investigated at five sites in southern Hokkaido: Ootobe on the Japan Sea coast, and Fukushima, Shiriuchi, Kamiiso, and Esan on the coast of the Tsugaru Strait.

There were differences in the larval occurrence and spawning season of *S. intermedius* among these sites. At Ootobe and Fukushima, 4-armed echinopluteus larvae of *S. intermedius* were most abundant in September–October, when the gonad index of this sea urchin decreased sharply. At Esan, however, *S. intermedius* spawned twice a year, July and September–November, and its larvae were most abundantly collected in these seasons. Although *S. intermedius* spawned in September–October at Shiriuchi, its larval occurrence were highest in this season and May–July. On the other hand, *S. nudus* spawned at all sites in September–October, when its larval occurrence peaked.

The abundance of larvae of two species was extremely smaller at the Tsugaru Strait sites than at Ootobe. *S. nudus* larvae were much more abundant than those of *S. intermedius*

## 緒 言

北海道津軽海峡沿岸で行われているウニ漁業の対象種はエゾバフンウニ (*Strongylocentrotus intermedius*) とキタムラサキウニ (*S. nudus*) である。これら両種のこの沿岸での漁獲量は北海道水産現勢によると、1978年から1987年の10年間の平均で128 t であるが、94~159 t と変動が大きい。この海域のウニ資源を安定的に維持管理し、さらに増殖を図るためには、資源の補充機構を明らかにすることが必要であり、このため浮遊生活に関する知見を得ることは重要である。

ウニ類の天然域における浮遊幼生の分布と移動に関して、北海道立中央水産試験場が1974年から1983年にわたり、積丹町沿岸において海水流動との関係で調査し、エゾバフンウニについては浮遊幼生の各発育段階の分布と移動を明らかにし、この種の天然採苗技術を開発した<sup>1)</sup>。

津軽海峡では高温高塩分の対馬暖流水が日本海から太平洋に向けて流れており、その流量は夏から秋にかけて増大し、冬から春にかけては減少することが知られている<sup>2)</sup>。この海域沿岸で生活するエゾバフンウニとキタムラサキウニの浮遊幼生の移動・分散および生残は、このような海流を含めた海水の流動に大きく影響を受けているものと考えられる。

著者らは1982年から1986年にかけて、沿岸漁場整備開発事業調査を通じて、あるいは町の依頼を受けて、これまで調査例のない北海道日本海南部から津軽海峡の沿岸域でエゾバフンウニとキタムラサキウニの浮遊幼生の出現時期と出現量を、それぞれの地区の浅海域に生息する両種の産卵期との関係で調べたのでその結果を報告する。

本報告の取りまとめにあたりご助言いただいた北海道大学水産学部教授大谷清隆博士に厚く御礼申し上げる。また、松山南部地区水産技術普及指導所、渡島中部地区水産技術普及指導所、渡島南部地区水産技術普及指導所、乙部町役場、乙部漁業協同組合、福島町役場、福島町漁業協同組合、知内町役場、知内町漁業協同組合、茂辺地漁業協同組合、当別漁業協同組合、恵山町役場ならびに恵山漁業協同組合の関係各位には調査に際して終始ご協力をいただいた。ここに記して謝意を表する。

## 材料および方法

エゾバフンウニとキタムラサキウニの浮遊幼生の出現状況を調べるために、1982年から1985年にかけて北海道南部日本海の乙部町と津軽海峡の福島町、知内町、上磯町ならびに恵山町の各沿岸域に2~7の調査地点を設定した。また、浮遊幼生の出現時期と生殖巣の量的な変化からみた産卵期を比較するために、上磯町を除く各海域の水深2~6 mの浅海域で親ウニを採集した (Fig. 1)。

### 1. 浮遊幼生の出現調査

浮遊幼生の調査を行った期間は各地区によって異なり乙部町では1983年の9月から11月であり、上磯町では1984年と1985年の主に5月から7月にかけてのいずれも短期間であった。これに対して福島町では1982年7月から1983年3月にかけて、さらに恵山町では1982年7月から11月と1983年8月から1984年1月にかけて調査した。知内町での調査はほぼ周年にわたり、特に6~7月と9~11月に調査回数を多くして、計87回行った (Table 1)。

浮遊幼生は各調査地点で、口径30 cm、目合XX13のプランクトンネットを海底から海面まで鉛直に引いて採集した。これらは5%中性ホルマリン海水で固定した後、実体顕微鏡を用いて、エゾバフンウニとキタムラサキウニの浮遊幼生について4腕期、6腕期、8腕前期、8腕後期ならびに変態期の5つの発育段階に分けて計数した。両種の各発育段階の浮遊幼生数はプランクトンネットの濾水率を100%として、1 m<sup>2</sup>あたりに換算した。

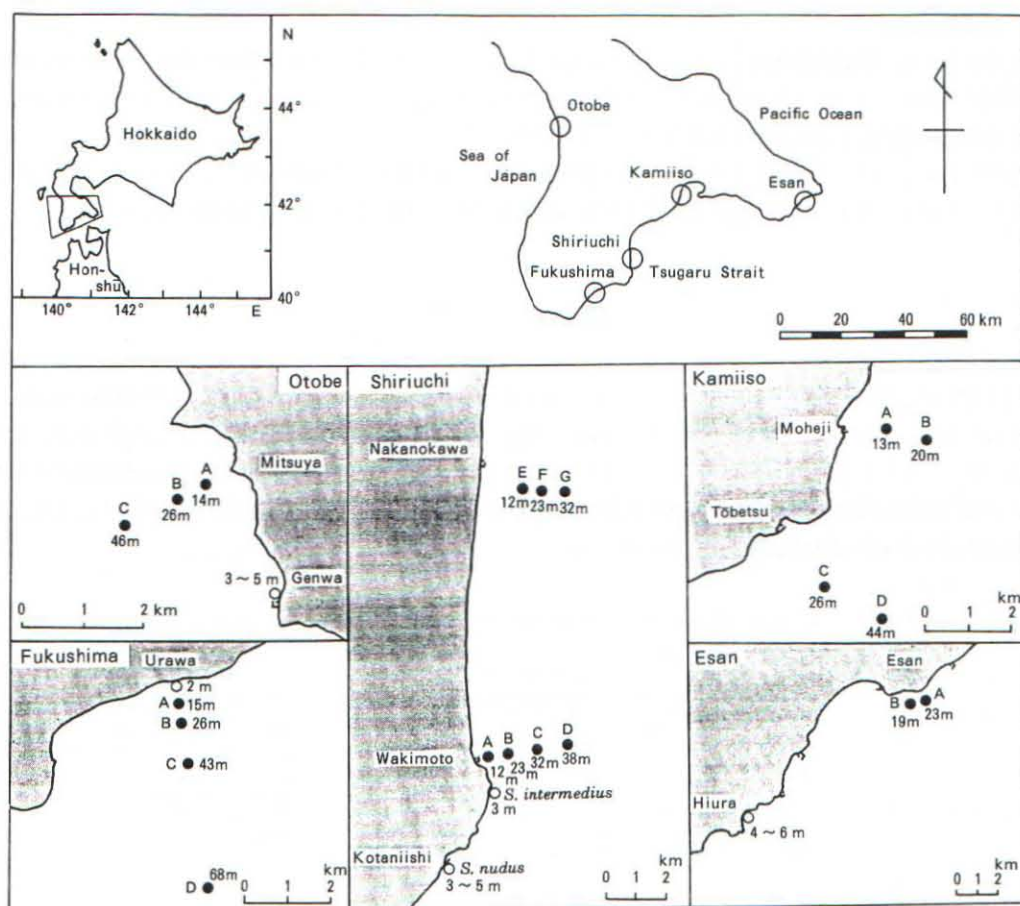


Fig. 1. Map showing survey areas and depths of sampling sites for echinopluteus larvae (●) and adults (○) of *Strongylocentrotus intermedius* and *S. nudus*.

Table 1. Larval investigation and gonad examination of *Strongylocentrotus intermedius* and *S. nudus*

| Sites     | Larval investigation        |                           | Gonad examination                                |                       |
|-----------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|
|           | Period                      | No. of times investigated | Period                                           | No. of times examined |
| Otobe     | Sep. 2~Nov. 5, 1983         | 5                         | <i>S.intermedius</i> Jun. 10, 1983~May 22, 1984  | 10                    |
|           |                             |                           | <i>S.nudus</i> Jun. 10, 1983~May 22, 1984        | 10                    |
| Fukushima | Jul. 23, 1982~Mar. 23, 1983 | 26                        | <i>S.intermedius</i> Jun. 18, 1982~Aug. 31, 1983 | 12                    |
|           |                             |                           | <i>S.nudus</i> Jun. 18, 1982~Nov. 21, 1983       | 14                    |
| Shiriuchi | May 29~Nov. 30, 1984        | 87                        | <i>S.intermedius</i> Jul. 2~Nov. 5, 1984         | 6                     |
|           | Mar. 2~Aug. 29, 1985        |                           | <i>S.nudus</i> Apr. 17, 1986~Mar. 12, 1987       | 11                    |
| Kamiiso   | May 17~Oct. 27, 1984        | 14                        |                                                  |                       |
|           | May 8~Jun. 4, 1985          |                           |                                                  |                       |
| Esan      | Jul. 13~Nov. 15, 1982       | 15                        | <i>S.intermedius</i> Jul. 19, 1983~Jun. 12, 1984 | 10                    |
|           | Aug. 10, 1983~Jan. 9, 1984  |                           | <i>S.nudus</i> Sep. 1, 1983~Jun. 12, 1984        | 10                    |

\* After AGATSUMA et al<sup>3)</sup>.

No gonad of *S. intermedius* and *S. nudus* was examined at Kamiiso.

## 2. 生殖巣の調査

両種の生殖巣の季節的变化は8月から1年にわたり、ほぼ月1回の割合で各30個体を採集して調べた。なお、知内町におけるエゾバフソウニについては7月から11月にかけて行った。ただし、この地区でキタムラサキウニの生殖巣と浮遊幼生を調べた年とは異なっている (Table 1)。

採集したエゾバフソウニとキタムラサキウニの大きさは、それぞれ殻径40mm以上ならびに50mm以上であった。採集した両種の生殖巣の量的な変化は生殖巣指数 (生殖巣重量 $\times 100$ /全重量、g 湿重量) により求めた。

## 結 果

## 1. 浮遊幼生の出現状況

日本海南部沿岸の乙部町におけるエゾバフソウニの4腕期幼生は、1983年9月から11月の調査期間中に出現し、特に10月21日に多かった。6腕期と8腕前期ならびに8腕後期の幼生は、10月21日と11月2日に出現したが、変態期幼生はみられなかった。キタムラサキウニの4腕期幼生は9～11月の各調査日に出現し、その出現数は9月30日に全調査期間を通して多かった。6腕期以降の各发育段階の幼生はすべての調査期間中に出現した。また、変態期幼生は9月30日以降に出現した (Table 2)。

Table 2. Number in 1 m<sup>2</sup> of echinopluteus larvae of *Strongylocentrotus intermedius* and *S. nudus* collected at Otohe

| Date         | St. | <i>Strongylocentrotus intermedius</i> |     |     |     |   | <i>S. nudus</i> |     |     |     |     |
|--------------|-----|---------------------------------------|-----|-----|-----|---|-----------------|-----|-----|-----|-----|
|              |     | I                                     | II  | III | IV  | V | I               | II  | III | IV  | V   |
| Sep. 2, 1983 | A   | 0.9                                   |     |     |     |   | 2.7             |     |     |     |     |
|              | B   |                                       |     |     |     |   | 1.2             | 1.8 | 1.2 |     |     |
|              | C   | 0.7                                   |     |     |     |   | 2.1             | 1.0 | 0.7 |     |     |
| Sep. 17      | A   |                                       |     |     |     |   | 2.8             |     |     |     |     |
|              | B   |                                       |     |     |     |   | 57.4            |     |     |     |     |
|              | C   | 0.2                                   |     |     |     |   | 170.6           |     | 0.2 | 0.2 |     |
| Sep. 30      | A   | 4.0                                   |     |     |     |   | 40.4            |     |     |     |     |
|              | B   | 4.1                                   |     |     |     |   | 174.6           |     |     | 2.4 |     |
|              | C   | 4.6                                   |     |     |     |   | 204.4           |     |     | 1.6 | 0.7 |
| Oct. 21      | A   | 59.6                                  | 3.2 |     |     |   | 11.7            | 1.1 |     | 1.1 | 1.1 |
|              | B   | 54.6                                  | 1.3 | 1.9 |     |   | 4.4             | 1.3 |     | 0.6 | 0.6 |
|              | C   | 33.7                                  | 1.0 |     | 0.3 |   | 4.7             | 0.3 |     | 0.3 | 0.3 |
| Nov. 2       | A   | 2.4                                   | 2.4 | 1.2 |     |   |                 |     |     |     |     |
|              | B   | 4.1                                   | 0.6 | 0.6 | 0.6 |   | 0.6             |     |     |     | 1.2 |
|              | C   | 1.9                                   | 1.0 | 0.6 | 0.3 |   | 0.3             |     |     | 0.3 |     |

I: 4-armed stage, II: 6-armed stage, III: pre-8-armed stage, IV: post-8-armed stage and V: metamorphosis stage.

津軽海峡沿岸域におけるエゾバフンウニの浮遊幼生の出現状況は次の通りであった。まず4腕期幼生は、福島町で1982年10月23日に最も多く、8～9月ならびに11～1月にかけても若干出現した。知内町では1984年の7月上旬と10月下旬の2回にわたって多く出現した。また、1985年にも6月下旬から7月上旬にかけて若干数の4腕期幼生が出現した。5～6月を中心に調べた上磯町では、4腕期幼生が1984年は6月中旬から下旬にかけて、そして1985年は5月下旬から6月上旬にかけて出現した。その出現数は1984年6月下旬に多かった。恵山町で4腕期幼生が出現した月は、1982年は7月と9～11月で、1983年は8月と9月であり、このうち出現数は1982年9月1日に最も多かった。

6腕期以降の幼生の出現数は、福島町で1983年2月7日に6腕期幼生が0.5個体/㎡であった。知内町では4腕期幼生の出現数が多かった1984年6月下旬～7月上旬に6腕期幼生が出現した。しかし、8腕前期と8腕後期幼生は出現しなかった。恵山町では6腕期幼生が8～9月に、8腕前期幼生が7月に出現し、上磯町では両幼生は共に6月に出現した。また、変態期幼生は福島町で1982年10月30日に、知内町で1984年7月6日に僅かに出現した。しかし、他の津軽海峡沿岸の調査域では出現しなかった。

キタムラサキウニ4腕期幼生は福島町と知内町ならびに恵山町で9月から10月の間に出現のピークがみられ、8月中にも僅かではあるが出現した。6腕期から8腕前期にかけての幼生は、これらの調査域で、9～10月の4腕期幼生の出現のピークにはほぼ対応して出現した。しかし、それ以降の幼生は福島町で8腕後期の幼生が9月下旬から10月下旬にかけて若干出現したが、知内町と恵山町では出現しなかった。また、変態期幼生はいずれの調査域でも出現しなかった。なお、5～6月を中心に調べた上磯町で浮遊幼生は出現しなかった (Tables 3, 4)。

エゾバフンウニとキタムラサキウニの4腕期幼生の出現数は、津軽海峡沿岸の調査域が日本海沿岸の乙部町に比べて極端に少なかった。乙部町と福島町ならびに知内町のキタムラサキウニの4腕期幼生の出現数は、エゾバフンウニに比較して顕著に多かった。また、エゾバフンウニの4腕期幼生の出現数は福島町では岸側で少なく、またキタムラサキウニの4腕期幼生は乙部町と福島町では沖側で多かった。しかし、他の調査域では、調査点間で浮遊幼生の出現数に顕著な傾向はみられなかった。

## 2. 生殖巣指数の季節的变化

乙部町と福島町ならびに知内町におけるエゾバフンウニの生殖巣指数は7月に最も高くなり、8～9月から11～12月にかけて10未満へ急激に下降した。その後、乙部町と福島町における指数は2月以降に上昇した。一方、恵山町における生殖巣指数は7月から徐々に上昇し、9月から2月までは緩慢に下降した。その後指数は急激に上昇して、5月中旬には26.6となり年間を通して最も高かった。しかし、6月上旬に再び指数は下降した。恵山町では生殖巣指数が周年10以上で推移し、各測定月のばらつきが大きかった (Fig. 2)。

キタムラサキウニの生殖巣指数は各海域を通して7～8月に最も高くなり、10～11月には10以下へと急激に下降し、その後、おおむね2月以降に上昇した (Fig. 3)。

また、乙部町と福島町ならびに知内町では、秋期から冬期にかけての両種の生殖巣指数は、キタムラサキウニがエゾバフンウニより高かった。

## 考 察

北海道日本海沿岸におけるエゾバフンウニは9～10月に産卵し<sup>4-9)</sup>、この時期にこれらの浮遊幼生が出現する<sup>4, 6-9)</sup>。また、北海道日高地方以東の太平洋沿岸に生息するエゾバフンウニは6～10月にかけて産卵し<sup>10-13)</sup>、浮遊幼生もこの間に出現する<sup>12, 13)</sup>。さらに噴火湾と南部太平洋沿岸では、5～7月と8～10月に産卵するものがあり<sup>14-17)</sup>、浮遊幼生も2回出現することが報告されている<sup>14, 15)</sup>。

今回の調査の結果から、乙部町と福島町におけるエゾバフンウニの産卵期は生殖巣指数が10以下に急激に下降し、4腕期幼生が出現した9～10月と考えられ、このことは北海道日本海の他の沿岸域に生息するものと同時期であった。一方、恵山町ではエゾバフンウニの生殖巣指数は周年10以上を保持し、5月以降と9月以降の年2回

Table 3. Number in 1 m<sup>3</sup> of echinopluteus larvae of *Strongylocentrotus intermedius* and *S. nudus* collected at Fukushima and Shiriuchi

| Sites     | Date          | St.              | <i>Strongylocentrotus intermedius</i> |     |     |    |     | <i>S. nudus</i>      |            |     |     |     |
|-----------|---------------|------------------|---------------------------------------|-----|-----|----|-----|----------------------|------------|-----|-----|-----|
|           |               |                  | I                                     | II  | III | IV | V   | I                    | II         | III | IV  | V   |
| Fukushima | Jul. 23, 1982 | A                |                                       |     |     |    |     |                      |            |     |     |     |
|           | Jul. 30       | A<br>B<br>C      |                                       |     |     |    |     |                      |            |     |     |     |
|           | Aug. 10       | A<br>B<br>C      | 1.0                                   |     |     |    |     |                      |            |     |     |     |
|           | Aug. 23       | A<br>B<br>C      |                                       |     |     |    |     | 1.1                  |            |     |     |     |
|           | Aug. 30       | A<br>B<br>C      |                                       |     |     |    |     | 0.3                  |            |     |     |     |
|           | Sep. 4        | A<br>B           |                                       |     |     |    |     | 1.0                  |            |     |     |     |
|           | Sep. 9        | A<br>B<br>C      |                                       |     |     |    |     | 1.9<br>10.9<br>4.6   |            |     |     |     |
|           | Sep. 14       | A<br>B           |                                       |     |     |    |     |                      | 0.9        |     |     |     |
|           | Sep. 19       | A<br>B<br>C      |                                       |     |     |    |     |                      |            |     |     |     |
|           | Sep. 20       | A<br>B<br>C      | 1.1                                   |     |     |    |     | 16.0<br>31.0<br>24.4 |            | 0.5 |     | 0.3 |
|           | Sep. 25       | A<br>B           |                                       |     |     |    |     | 1.9<br>2.7           | 1.9<br>2.7 |     | 0.5 |     |
|           | Oct. 2        | A<br>B<br>C<br>D |                                       |     |     |    |     | 0.5<br>0.7           |            |     |     |     |
|           | Oct. 6        | A<br>B           | 0.4                                   |     |     |    |     |                      | 0.2        |     | 0.2 |     |
|           | Oct. 15       | A<br>B           |                                       |     |     |    |     |                      |            |     |     |     |
|           | Oct. 19       | A<br>B<br>C      | 0.5                                   |     |     |    |     | 1.1<br>1.6           | 1.6<br>1.0 |     | 0.7 |     |
|           | Oct. 23       | A<br>B<br>C      | 1.0<br>10.3<br>10.2                   |     |     |    |     | 1.0<br>6.0<br>3.3    |            |     |     |     |
|           | Oct. 30       | A<br>B<br>C      |                                       |     |     |    | 0.5 | 0.5<br>0.3           |            |     |     |     |
|           | Nov. 7        | A<br>B           | 0.3                                   |     |     |    |     |                      |            |     |     |     |
|           | Nov. 15       | A<br>B<br>C      | 0.5<br>0.3                            |     |     |    |     |                      |            |     |     |     |
|           | Dec. 16       | A<br>B<br>C      |                                       |     |     |    |     |                      |            |     |     |     |
|           | Dec. 28       | A<br>B           | 0.5                                   |     |     |    |     | 0.5                  |            |     |     |     |
|           | Jan. 17, 1983 | A<br>B<br>C      |                                       |     |     |    |     |                      | 0.5        |     |     |     |
|           | Feb. 7        | A<br>B<br>C      | 0.3                                   |     |     |    |     |                      |            |     |     |     |
|           | Feb. 23       | A<br>B           |                                       | 0.5 |     |    |     |                      |            |     |     |     |
|           | Mar. 4        | A<br>B           |                                       |     |     |    |     |                      |            |     |     |     |
|           | Mar. 23       | A<br>B           |                                       |     |     |    |     |                      |            |     |     |     |
| Shiriuchi | May 29, 1984  | E<br>F<br>G      |                                       |     |     |    |     |                      |            |     |     |     |
|           | Jun. 7        | E<br>G           | 0.6                                   |     |     |    |     |                      |            |     |     |     |

I: 4-armed stage, II: 6-armed stage, III: pre-8-armed stage, IV: post-8-armed stage and V: metamorphosis stage.

Table 3. Continued

| Sites     | Date                                                     | St.                   | <i>Strongylocentrotus intermedius</i> |     |     |    |     | <i>S. nudus</i>      |     |     |     |   |
|-----------|----------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----|-----|----|-----|----------------------|-----|-----|-----|---|
|           |                                                          |                       | I                                     | II  | III | IV | V   | I                    | II  | III | IV  | V |
|           | Jun. 22                                                  | E<br>G                | 3.5<br>6.2                            |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jun. 29                                                  | E<br>F<br>G           | 0.9                                   | 1.8 |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jul. 1, 2                                                | A                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jul. 4                                                   | A                     | 3.5                                   |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jul. 5                                                   | A                     | 3.5                                   | 1.2 |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           |                                                          | A                     | 29.5                                  | 2.4 |     |    | 1.2 |                      |     |     |     |   |
|           |                                                          | B                     | 1.2                                   | 0.6 |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           |                                                          | C                     | 2.2                                   | 0.4 |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jul. 6                                                   | D<br>E<br>F<br>G      | 0.4<br>1.9<br>5.5                     | 0.8 |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jul. 7                                                   | A                     | 7.1                                   |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jul. 8                                                   | A                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           |                                                          | A                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           |                                                          | B                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jul. 11                                                  | C<br>D<br>E<br>F<br>G |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jul. 12, 14 ~ 22<br>24 ~ 25                              | A                     | 1.1                                   |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jul. 27                                                  | A<br>B<br>C<br>D      |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jul. 28, 31                                              | A                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Aug. 2                                                   | A<br>E<br>F<br>G      | 0.8                                   |     |     |    |     | 3.1<br>2.6           |     |     |     |   |
|           | Aug. 4 ~ 7, 9<br>10, 16                                  | A                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Aug. 29                                                  | E<br>F<br>G           | 1.6                                   |     |     |    |     | 3.9<br>0.6           |     |     |     |   |
| Shiriuchi | Sep. 1, 3, 5                                             | A                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Sep. 15                                                  | A                     |                                       |     |     |    |     | 1.2                  |     |     |     |   |
|           | Sep. 17                                                  | A<br>B<br>C<br>D      |                                       |     |     |    |     | 0.6<br>2.7<br>3.4    |     |     |     |   |
|           |                                                          | A                     |                                       |     |     |    |     | 43.6                 |     |     |     |   |
|           | Oct. 1                                                   | B<br>C<br>D           |                                       |     |     |    |     | 19.7<br>59.7<br>15.3 |     |     |     |   |
|           | Oct. 2                                                   | A                     |                                       |     |     |    |     | 7.1                  |     |     | 2.4 |   |
|           | Oct. 7                                                   | A                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Oct. 8                                                   | A                     |                                       |     |     |    |     | 8.3                  | 1.2 |     | 1.2 |   |
|           | Oct. 24                                                  | A                     | 22.4                                  |     |     |    |     | 15.3                 |     |     |     |   |
|           | Oct. 25                                                  | A                     | 5.9                                   |     |     |    |     | 1.2                  |     |     |     |   |
|           | Oct. 26                                                  | A                     | 2.4                                   |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Oct. 27                                                  | A                     | 1.2                                   |     |     |    |     |                      | 1.2 |     |     |   |
|           | Oct. 29                                                  | A                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Oct. 31                                                  | A                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Nov. 1                                                   | A                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Nov. 3                                                   | A                     | 1.2                                   |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Nov. 4 ~ 7, 8<br>9, 12, 17<br>18, 22 ~ 24<br>26 ~ 28, 30 | A                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Mar. 2, 1985                                             | A                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | May 13                                                   | E<br>F<br>G           | 1.9<br>0.9                            |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | May 20, 27                                               | E<br>F<br>G           |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jun. 3                                                   | B<br>E<br>F<br>G      | 0.6<br>1.9                            |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jun. 28                                                  | E<br>F<br>G           | 0.9                                   |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jul. 3                                                   | E<br>F                |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jul. 8, 10                                               | A                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jul. 12                                                  | A<br>F                | 0.9                                   |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Jul. 13, 16 ~ 18<br>21, 23 ~ 25                          | A                     |                                       |     |     |    |     |                      |     |     |     |   |
|           | Aug. 29                                                  | F                     |                                       |     |     |    |     | 1.9                  |     |     |     |   |

Table 4. Number in 1m<sup>3</sup> of echinopluteus larvae of *Strongylocentrotus intermedius* and *S. nudus* collected at Kamiiso and Esan

| Sites   | Date          | St.              | <i>Strongylocentrotus intermedius</i> |     |            |    |   | <i>S. nudus</i> |            |     |    |   |
|---------|---------------|------------------|---------------------------------------|-----|------------|----|---|-----------------|------------|-----|----|---|
|         |               |                  | I                                     | II  | III        | IV | V | I               | II         | III | IV | V |
| Kamiiso | May 17, 1984  | A<br>B           |                                       |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Jun. 14       | A                | 1.4                                   |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Jun. 19       | D                | 11.3                                  |     | 4.5        |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Jun. 20       | A                | 9.4                                   |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Jun. 25       | A<br>B           | 20.1                                  |     | 1.2        |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Jun. 29       | D                | 1.7                                   | 1.1 |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Jul. 6        | D                |                                       |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Oct. 27       | A                | 1.4                                   |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | May 8, 1985   | A<br>C<br>D      |                                       |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | May 14        | A<br>B<br>C      |                                       |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | May 20        | A<br>C           | 2.8                                   |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | May 24        | D                |                                       |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | May 28        | A<br>D           | 1.4<br>0.6                            |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Jun. 4        | A<br>B<br>C<br>D | 7.1<br>3.7                            | 0.7 |            |    |   |                 |            |     |    |   |
| Esan    | Jul. 13, 1982 | A<br>B           | 3.7                                   |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Jul. 20       | A<br>B           |                                       |     | 2.5<br>0.7 |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Aug. 3        | A<br>B           |                                       | 0.6 |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Aug. 10       | A<br>B           |                                       |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Aug. 25       | A<br>B           |                                       |     |            |    |   | 1.2<br>0.7      |            |     |    |   |
|         | Sep. 1        | A<br>B           | 7.4<br>14.2                           |     |            |    |   | 2.5<br>10.4     |            | 1.5 |    |   |
|         | Sep. 16       | A<br>B           | 2.4                                   |     |            |    |   | 11.4<br>6.7     |            |     |    |   |
|         | Sep. 24       | A<br>B           |                                       |     |            |    |   | 0.6<br>0.7      | 3.0<br>0.7 |     |    |   |
|         | Oct. 14       | A<br>B           | 0.6                                   |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Nov. 15       | A<br>B           | 0.7                                   |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Aug. 10, 1983 | A<br>B           | 0.6                                   |     |            |    |   | 0.6             |            |     |    |   |
|         | Sep. 28       | A<br>B           | 1.9                                   | 1.0 |            |    |   | 18.2<br>8.9     | 2.9<br>0.8 | 1.0 |    |   |
|         | Oct. 25       | A<br>B           |                                       |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Dec. 9        | A<br>B           |                                       |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |
|         | Jan. 9, 1984  | A<br>B           |                                       |     |            |    |   |                 |            |     |    |   |

I: 4-armed stage, II: 6-armed stage, III: pre-8-armed stage, IV: post-8-armed stage and V: metamorphosis stage.

にわたって一時的に下降することから、この海域のエゾバフソウニは噴火湾を含めた太平洋沿岸と同様の生殖周期の特徴<sup>10, 11, 18)</sup>を示した。そのうえ、浮遊幼生の出現をみると8腕前期幼生が7月に出現し、9月に4腕期幼生が多く出現することから、生殖巣からみた産卵期と一致していると判断された。

一方、知内町では9～10月にかけて生殖巣指数が10以下へと急激に下降することから、主たる産卵期は日本海沿岸と同様に秋1回であると考えられる。しかし、本種の浮遊幼生は今回の調査で6～7月にかけても出現して

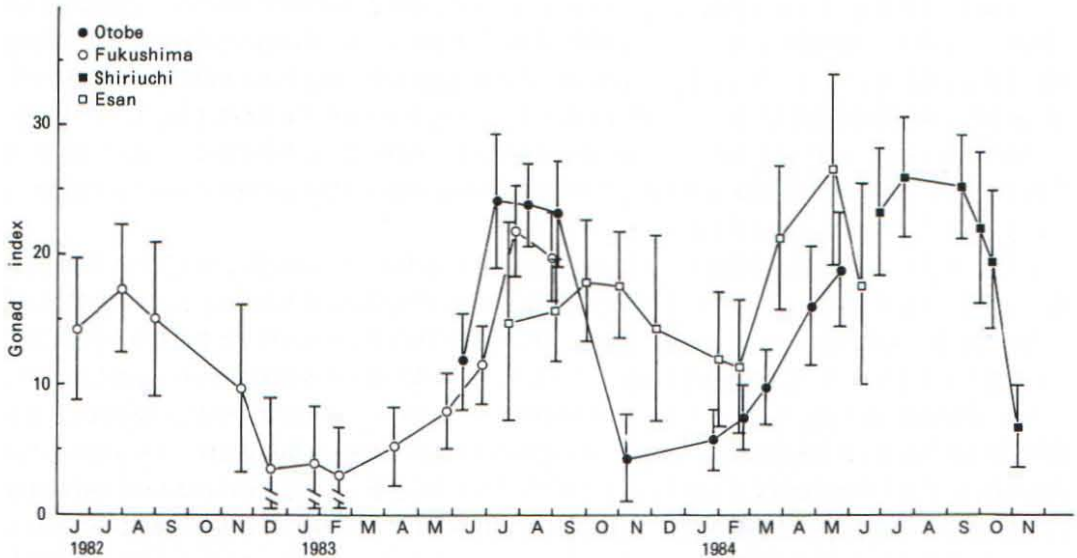


Fig. 2. Seasonal changes of the gonad index of *S. intermedius*.  
Each vertical bar shows standard deviation.

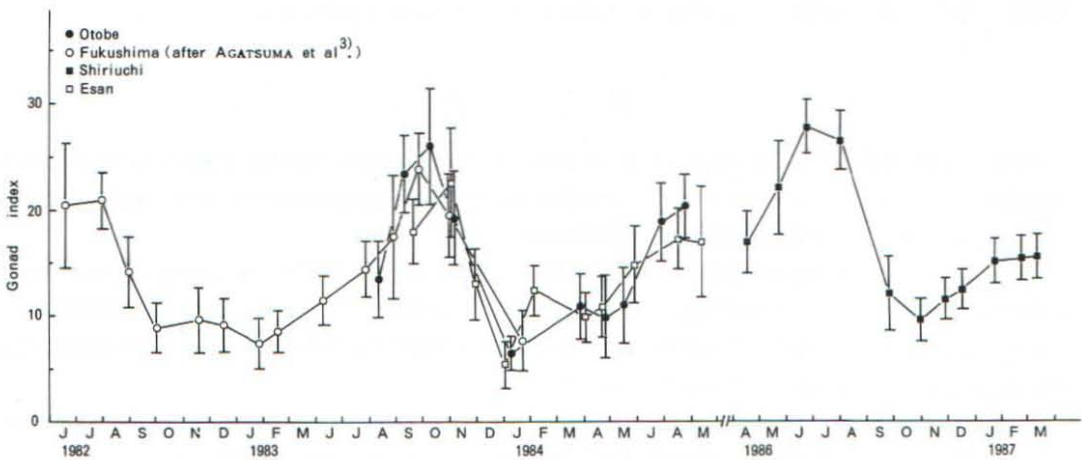


Fig. 3. Seasonal changes of the gonad index of *S. nudus*.  
Each vertical bar shows standard deviation.

おり、上磯町でも従来秋に出現するとの報告がある<sup>19)</sup>が、今回の調査では明らかに6月から7月にかけて出現していた。

一般に海産無脊椎動物の幼生は、その浮遊期間と浮遊層さらに環境水の流動の強さと、その方向により分散が左右される<sup>20)</sup>。エゾバフンウニの浮遊幼生は水温18℃で *Heterosigma akashiwo* を給餌した場合、受精後18日(給餌開始後16日)で沈着すると報告されている<sup>17)</sup>。しかし、本種の浮遊幼生の各发育段階における浮遊層に

についてはほとんど明らかにされていない。ただし分散については北海道稚丹町沿岸の調査では、4 腕期に海水の流れに従って沖合へ分散移動し、そこで6~8 腕期を経過し、変態期に入ると陸に向かう流れに乗って再び浅海域に集積して沈着すると推定されている<sup>1)</sup>。今回調査した北海道津軽海峡沿岸は春季に沿岸親潮水の影響を受け、特に1984年は西部沿岸まで浸入したことが報告されている<sup>2)</sup>。知内町や上磯町で6月から7月にもエゾバフンウニの幼生が出現したことは、これらの地先で春に産卵する個体群の有無を調べる必要があるとともに、恵山町を含む太平洋沿岸でこの時期に出現する浮遊幼生が津軽海峡の西部沿岸域へ分散する可能性について海水流動との係わり合いの中で今後明らかにする必要がある。

キタムラサキウニの産卵期と浮遊幼生の出現時期は北海道日本海沿岸、津軽海峡沿岸、噴火湾沿岸さらに青森県沿岸では9~10月である<sup>3, 9, 22-24)</sup>。今回調査した乙部町と知内町ならびに恵山町でもこれまでの結果と同様であり、地域による相違はみられなかった。しかし、福島町と知内町ならびに恵山町では夏にも幼生が若干出現した。噴火湾では5~7月にも4 腕期幼生が出現し、このことはこの時期に産卵する個体群の存在を示唆している<sup>14)</sup>。

また、津軽海峡の福島町、知内町、上磯町ならびに恵山町の各沿岸域における両種の浮遊幼生の出現数は、日本海南部の乙部町沿岸よりも極端に少なかった。一般に北海道日本海側の両種の4 腕期幼生は、ピーク時には1 m<sup>2</sup>当たり数百から数千個体が出現すると報告されている<sup>1, 6, 8)</sup> ことから判断して、乙部町における幼生の出現数は日本海沿岸では一般的であると判断される。これに対して津軽海峡沿岸では両種の浮遊幼生の出現数が少なかったことは、浮遊幼生が分散する要因としての流れのスピードが日本海沿岸よりも速いことによるのか、地形的な影響による幼生の集合する場所が別にあるのか、あるいは発生量それ自体が日本海沿岸よりも少ないことによるのかは、今後の研究課題と考えられる。また乙部町と福島町ならびに知内町ではキタムラサキウニの浮遊幼生数がエゾバフンウニより多かったことは、両種の産卵量や発生量の年変動に関係しているようにもみられ、今後親ウニの資源動向と平行した調査が必要である。さらに、日本海南部から津軽海峡西部沿岸域では対馬暖流水の影響を強く受けるため、本州からの幼生の輸送の可能性についても検討する必要がある。

## 要 約

1982年から1986年にかけて北海道南部日本海の乙部町と津軽海峡の福島町、知内町、上磯町ならびに恵山町の各沿岸域でエゾバフンウニとキタムラサキウニの浮遊幼生の出現時期と出現量を調べた。また、両種の生殖巣指数の変化から判断した産卵期と浮遊幼生の出現時期を比較した。

エゾバフンウニの4 腕期幼生の出現時期と産卵期は乙部町と福島町では主に9~10月であった。また、恵山町の幼生の出現時期は7月と9~11月であり、産卵期も5月以降と9月以降の2回であった。知内町の産卵期は9~10月であるのに対して、幼生はこの時期に加えて5~7月にも出現した。キタムラサキウニの4 腕期幼生の出現時期と産卵期は、各調査域で主に9~10月であった。

両種の4 腕期幼生の出現数は、津軽海峡沿岸の調査域では乙部町に比べて極端に少なかった。乙部町と福島町ならびに知内町ではキタムラサキウニの4 腕期幼生の出現数はエゾバフンウニに比べて多かった。

## 文 献

- 1) 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 41 270-315
- 2) TOBA, Y., K. TOMIZAWA, Y. KURASAWA and K. HANAWA (1982) Seasonal and year-to-year variability of the Tsushima-Tsugaru Warm Current system with its possible cause. *La mer* 20, 41-51

- 3) 吾妻行雄・元谷 怜・菅原義雄(1988) キタムラサキウニの生殖周期と餌料摂取について 第1報 生殖巣の季節的变化 北水試研報 30 33-41
- 4) 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
- 5) TAKAHASHI, H. (1980) The annual reproductive cycle of the sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius*, at Rishiri Island, Hokkaido. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 46(9) 1189
- 6) 北海道(1981) 昭和55年度 大規模増殖場開発事業調査報告書(北利尻地区、エゾバフンウニ)
- 7) 北海道(1978) 大規模増殖場開発事業調査報告書(増毛地区、エゾバフンウニ)
- 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) 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) 36-45
- 10) 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 41 469-479
- 11) 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 9-19
- 12) 北海道(1980) 昭和54年度 大規模増殖場開発事業調査報告書(広尾地区、エゾバフンウニ)
- 13) 北海道(1983) 昭和57年度 大規模増殖場造成事業調査報告書(三石地区、ミツイシコンブ)
- 14) 北海道(1982) 昭和56年度 大規模増殖場開発事業調査報告書(豊浦・虻田地区、エゾバフンウニ)
- 15) 渡島東部地区水産業改良普及推進協議会(1981) 昭和53~55年度 エゾバフンウニ種苗生産に関する試験報告書(第1報) 9-54pp
- 16) 沢崎達孝(1981) ウニ類生殖巣の周年変化 昭和55年度 北海道立栽培漁業総合センター事業報告書 103-104
- 17) 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 昭昭57年度 北海道立栽培漁業総合センター事業報告書 71-103
- 18) 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
- 19) 北海道(1980) 昭和54年度 大規模増殖場開発事業調査報告書(上磯地区、エゾバフンウニ)
- 20) 菊池泰二(1982) 海産無脊椎動物の繁殖生態と生活史 VIII 幼生の分散について(1) 海洋と生物 4(6) 444-449
- 21) 大谷清隆(1987) 津軽海峡西部への沿岸親潮水の流入 北大水産彙報 38(3) 209-220
- 22) 杉本 卓・田嶋健一郎・富田恭司(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 北水試報 24 91-99
- 23) 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) 1-14
- 24) 小田切明久・足助光久・佐藤恭成(1984) 青森県奥戸沖深所に生息するキタムラサキウニの生殖巣成熟について 青水増研報 3 1-7

## エゾバフンウニ人工種苗生産の研究 I. 冬期間における底生初期稚ウニの成長

田 嶋 健一郎・福 地 誠  
(北海道立栽培漁業総合センター) (北海道栽培漁業振興公社)

### Studies on the artificial seed production of the sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius* I. The growth of early juveniles in winter

Ken-ichiro TAJIMA and Makoto FUKUCHI\*  
*Hokkaido Institute of Mariculture,  
Shikabe, Hokkaido 041-14, Japan*  
\**Hokkaido Institute of Promoting Mariculture,  
Shikabe, Hokkaido 041-14, Japan*

The early juveniles of the sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius* were reared in the outdoor and indoor tanks with no-warmed running sea water and metamorphosed in October, November and December, 1986. The growth of these early juveniles in the following months was as follows:

- 1) When the juveniles were reared in the outdoor tanks at a water range of 1-15°C, the juveniles that had metamorphosed in October grow about 7mm in mean test diameter but those that had metamorphosed in December reached about 1mm in the next April.
- 2) The growth pattern of the juveniles metamorphosed in October had a marked difference in the outdoor and indoor tanks. The juveniles reared in the outdoor tanks grew more rapidly than those in the indoor tank. Almost all reached above 5mm in test diameter.
- 3) The sea water temperature appears to have a great influence on the growth of early juveniles, especially those under 2mm in test diameter.
- 4) The variation in size frequency distribution of rapidly growing juveniles was small.

### 結 言

エゾバフンウニ (*Strongylocentrotus intermedius*) の人工種苗生産の研究は中村ら<sup>1)</sup>の基礎的研究を初めとして、道内各地で行われてきた<sup>2-4)</sup>。北海道立栽培漁業総合センターにおいては1982年から本格的に研究を開始し、1985年までに一連の技術開発を行って種苗大量生産のめどをつけた<sup>5)</sup>。さらに1986年からは種苗生産を企

業化するために、コスト低減のための生産工程の開発を行った。種苗生産を行う中で最も経費を必要とする工程は、沈着してから中間育成開始サイズとしての殻径5mmとなるまでの期間の稚ウニの飼育である。著者らは1986年から1987年にかけて秋採苗の稚ウニ（10、11、12月に採苗）を用いて無加温での飼育実験を行い、飼育水温と稚ウニの成長に関して二、三の知見を得たので報告する。

本研究は北海道立栽培漁業総合センターと北海道栽培漁業振興公社鹿部支所との共同研究として実施した。浮遊幼生から稚ウニまでの全ての飼育は、鹿部支所の施設を利用して行った。浮遊幼生、稚ウニの飼育および水温の測定など多くの面で支所の職員のご協力を得た。ここに記して感謝申し上げる。

## 材 料 と 方 法

実験に用いたエゾバフンウニ稚ウニは北海道立栽培漁業総合センターの通常の方法<sup>6)</sup>で浮遊期の飼育を行い、ウルペラ レンズ (*Ulvella lens*) を繁殖させたプラスチック波板（ポリカーボネイト製、60×30cm、厚さ0.3mm）に沈着させた。飼育水温を変化させるために、1986年の10月8、9日、11月17日、12月17日に沈着を実施して稚ウニを得た。本文ではそれぞれ10月群、11月群、12月群とし、以後この名称を用いる。エゾバフンウニの浮遊幼生および稚ウニの飼育経過について表1に示した。親ウニは10月群の一部を除いて全て日本海産のウニを用いた。

波板に沈着させた稚ウニは7.5 t FRP水槽（1.5×10×0.5 m）に収容して砂濾過海水をかけ流して飼育し

表1 エゾバフンウニの幼生および稚ウニの飼育経過

|           |     |              |     |                |     |                |     |     |
|-----------|-----|--------------|-----|----------------|-----|----------------|-----|-----|
| 受 精 月 日   |     | 9 月 16 日     |     | 10 月 27 日      |     | 11 月 28 日      |     |     |
| 親 ウ ニ 産 地 |     | 積 丹 町        |     | 積 丹 町          |     | 積 丹 町、熊 石 町    |     |     |
| 幼 生 飼 育 槽 |     | 0.5 t        |     | 1.0 t    0.5 t |     | 1.0 t    0.5 t |     |     |
| 沈 着 月 日   |     | 10 月 8 日、9 日 |     | 11 月 17 日      |     | 12 月 17 日      |     |     |
| 稚         | 水 槽 |              |     |                |     |                |     |     |
| ウ         | 番 号 | 106          | 99  | 91             | 93  | 107            | 95  | 104 |
| ニ         | 場 所 | 屋 内          | 屋 外 | 屋 外            | 屋 外 | 屋 内            | 屋 外 | 屋 内 |

表2 稚ウニの測定個数と採集場所

| 水 槽 番 号 | 91、99、106                              | 93、107        | 95、104       |
|---------|----------------------------------------|---------------|--------------|
| 1 か 月 後 | 上流で100個体                               | 上流で100個体      | 上流で100個体     |
| 2 か 月 後 | 同 上                                    | 同 上           | 上、中、下流で各50個体 |
| 3 か 月 後 | 同 上                                    | 上、中、下流で各50個体  | 同 上          |
| 4 か 月 後 | 上、中、下流、壁面2か所<br>で各100個体ずつの計500<br>個体   | 同 上           | 同 上          |
| 5 か 月 後 | 上、中、下流、壁面2か所、<br>底面で100個体ずつの計<br>600個体 | 上、中、下流で各100個体 | —            |
| 6 か 月 後 | 同 上                                    | —             | —            |

た。10月群は屋外に2槽、屋内に1槽、11月群、12月群は屋外、屋内にそれぞれ1槽ずつの計7槽とした。各採苗群とも沈着後の10日間は屋内の沈着槽で飼育し、その後屋内、屋外の飼育水槽に移動した。特に給餌は行わず、波板に繁茂する付着珪藻、ウルペラ レンズを摂餌させた。

稚ウニの殻径の測定を毎月行ったが、当初は各槽とも50～100個体程度とし、その後水槽の水流方向に対し、上、中、下流の波板及び水槽壁面等から50～100個体ずつ計150～600個体を測定した。測定数は表2に示した。各測定群の平均値と標準偏差から変動係数を求めた。

$$\text{変動係数} = \frac{\text{標準偏差}}{\text{平均値}} \times 100$$

また、各測定日の殻径の平均値とその間の日間成長量から平均殻径が1mm、2mm、3mmに達した日を推定した。水温の測定は毎日正午に行った。

## 結 果

### 1. 水温の変化

屋外および屋内の水温変化を図1に示した。屋外、屋内とも飼育期間の最高値は10月下旬で15.0℃に達していた。その後は屋内がやや高い値を示しながら2月中旬まで下降した。最も低い水温は2月16日に記録され、屋外では1.0℃、屋内では1.6℃であった。これ以降は屋外が屋内よりも約1℃以上の高い値を示しながら上昇した。4月上旬には5℃を超える日もあった。

### 2. 稚ウニの殻径の成長

7槽の稚ウニの殻径の平均値と標準偏差の変化を図2に示した。10月上旬に沈着した10月群は1か月後には殻径0.9～1.1mmになっており、19.0～24.7μm/日の成長量を示していた。11月中旬に沈着した11月群は1か

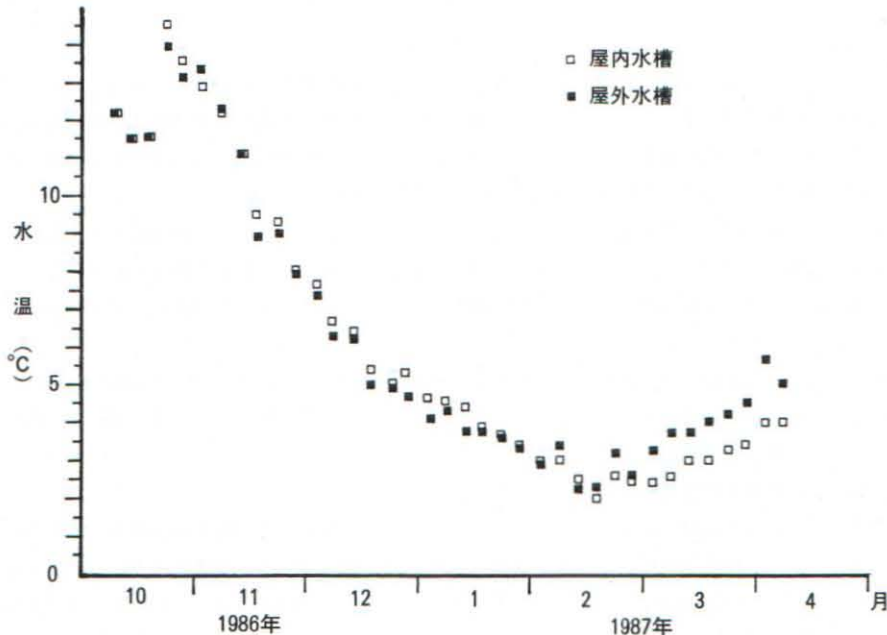


図1 屋内と屋外の飼育水槽の水温変化

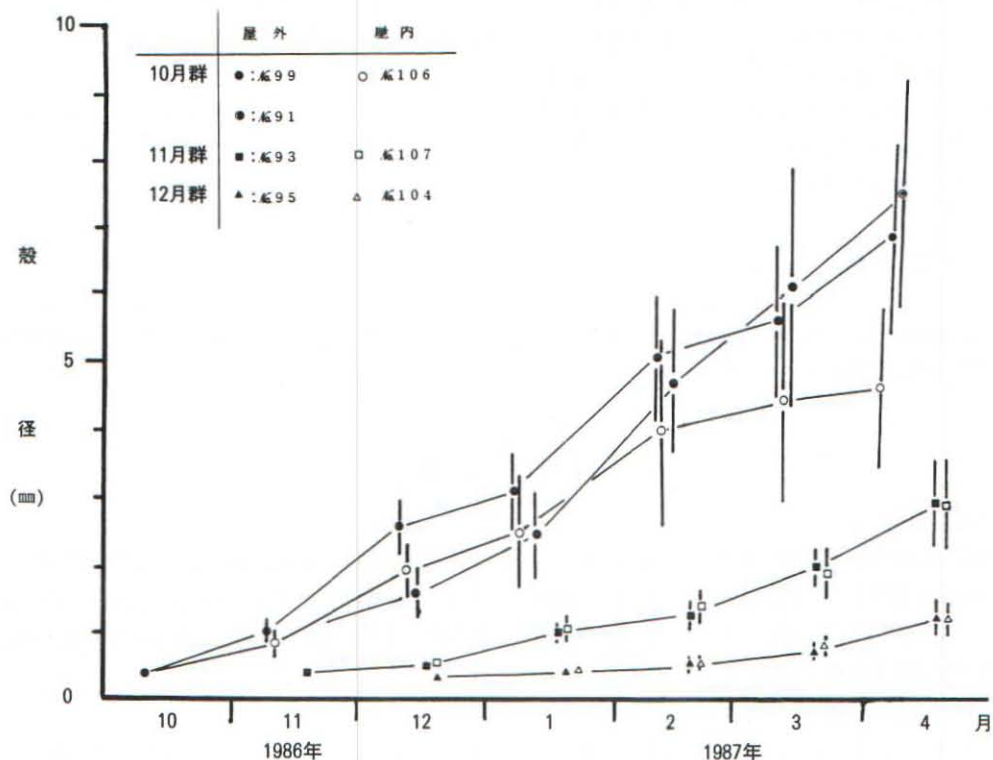


図2 稚ウニの殻径の成長 (平均値と標準偏差)

月後には殻径0.5、0.6 mmとなっており、6.8、9.1  $\mu\text{m}/\text{日}$ の成長量を示しており、屋内がやや成長量大きいものの10月群に比較すると1/2~1/3となっていた。12月中旬に沈着した12月群は1か月後には0.4、0.5 mmで2.8、4.0  $\mu\text{m}/\text{日}$ の成長量を示しており、屋内がやや成長量大きいものの10月群に比較すると1/5~1/9、11月群に比較しても1/3程度となっていた。

2か月後には10月群は殻径1.7~2.6 mmとなっており、30.6~47.2  $\mu\text{m}/\text{日}$ の成長量を示した。11月群は殻径1.0、1.1 mmとなっており、14.5、14.8  $\mu\text{m}/\text{日}$ の成長量であり、10月群に比較すると1/2~1/3となっていた。12月群は殻径0.6 mm程度となっており、成長量は3.0、3.7  $\mu\text{m}/\text{日}$ であり、10月群の1/10以下、11月群の1/4~1/5となっていた。

以下同様に3か月後、4か月後を比較しても10月群の成長量は19.6~30.0  $\mu\text{m}/\text{日}$ 、42.4~65.5  $\mu\text{m}/\text{日}$ と11月群の8.2、10.3  $\mu\text{m}/\text{日}$ と16.9、24.5  $\mu\text{m}/\text{日}$ や12月群の6.2、8.0  $\mu\text{m}/\text{日}$ と15.2、19.2  $\mu\text{m}/\text{日}$ よりも数倍も大きい値となっていた。

### 3. 殻径5 mm以上の稚ウニの出現率

10月群の稚ウニの殻径5 mm以上の個体の出現率を図3に示した。5 mm以上の稚ウニは沈着してから3か月後の1月上旬には1~2%の割合で出現し始めた。4か月後の2月上旬には屋外の水槽では44.1~53.6%、屋内では24.2%、5か月後の3月上旬には屋外では67.5~77.5%、屋内では33.0%、6か月後の4月上旬には屋外で93~94%、屋内では21.7%と屋外水槽の方が成長がよい傾向にあった。

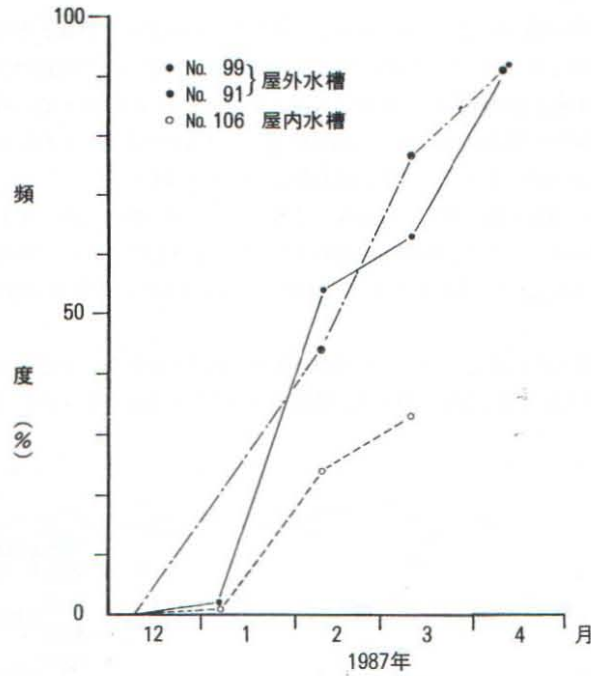


図3 10月群における殻径5 mm以上の稚ウニの出現率

表3 稚ウニの平均殻径が沈着～1 mm、1～2 mm、2～3 mmとなるのに要した日数とその期間の水温の平均値(°C)と積算値(°C・日)

| 採苗群\殻径 | 沈 着                                      | 1 mm                        | 2 mm                       | 3 mm    |
|--------|------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------|
| 10月群   | 屋外 (10/ 8) 29 日<br>12.9 °C<br>364.5 °C・日 | (11/ 6) 21<br>10.2<br>214.1 | (11/27) 30<br>5.9<br>176.6 | (12/27) |
|        | 屋内 (10/ 8) 33<br>11.6<br>382.8           | (11/10) 35<br>8.7<br>304.9  | (12/15) 34<br>4.7<br>160.6 | ( 1/18) |
| 11月群   | 屋外 (11/ 7) 59<br>9.1<br>358.4            | ( 1/15) 63<br>3.2<br>203.8  | ( 3/19) 24<br>4.9<br>118.0 | ( 4/12) |
|        | 屋内 (11/ 7) 53<br>6.8<br>359.4            | ( 1/ 9) 71<br>3.1<br>217.1  | ( 3/21) 24<br>3.7<br>88.4  | ( 4/14) |
| 12月群   | 屋外 (12/17) 105<br>3.7<br>390.7           | ( 4/ 1)                     |                            |         |
|        | 屋内 (12/17) 103<br>3.6<br>368.8           | ( 3/30)                     |                            |         |

( ) は月日を示す

## 4. 稚ウニの成長と水温の関係

10月群、11月群、12月群の平均殻径が1 mm、2 mm、3 mmとなるのに要した日数とその期間毎の平均水温と積算水温を表3に示した。殻径1 mmに達した日は10月群の屋外の場合は沈着から29日後の11月6日、屋内の場合は33日後の11月10日と推定された。この間の屋外、屋内の水温は平均値で12.9と11.6℃、積算値は364.5と382.8℃・日であった。11月群の屋外の場合は59日後、屋内の場合は53日後と10月群に比較して2倍程度の期間を要していたが、この間の水温は平均値で9.1と6.8℃、積算値で358.4と359.4℃・日であった。12月群の屋外の場合は105日後、屋内の場合は103日後と10月群に比較して3倍以上、11月群に比較しても2倍程度の日数を要した。この間の水温は平均値で3.7と3.6℃、積算値で390.7と368.8℃・日であった。殻径1 mmに達するまでの間、それぞれの水槽の平均水温は12.9～3.6℃と大きく変化していたものの、積算値は358.5～390.7℃・日と比較的近い値を示した。

殻径が1 mmから2 mmになるのに要した日数は10月群の屋外、屋内では21日と35日、11月群では63日と71日であり、水温の平均値は10.2と8.7℃、3.2と3.1℃、積算値は214.1と304.9℃・日、203.8と217.1℃・日であった。

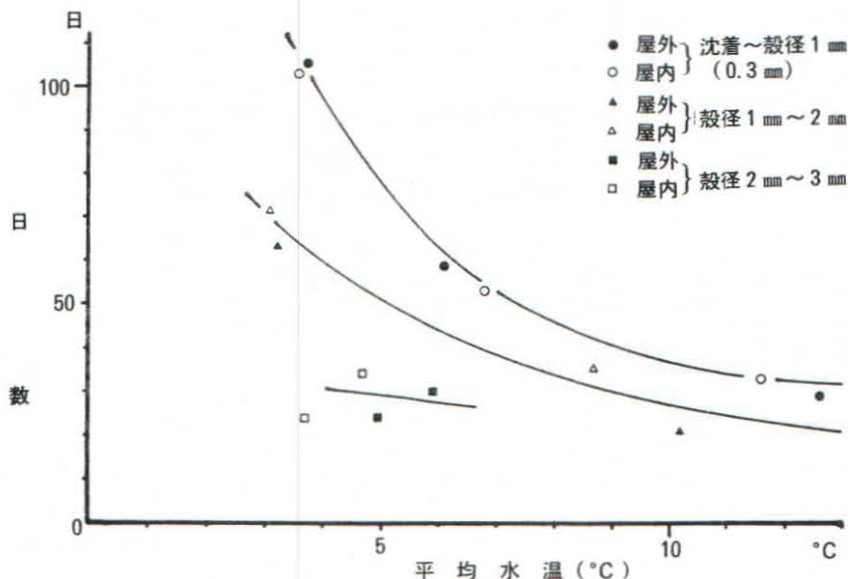


図4 飼育平均水温と平均殻径が1、2、3 mmとなるのに要した日数との関係

殻径が2 mmから3 mmになるのに要した日数は10月群の屋外、屋内では30日と34日、11月群は屋外、屋内とも24日であり、水温の平均値は5.9と4.7℃、4.9と3.7℃、積算値は176.6と160.6℃・日、118.0と88.4℃・日であった。

以上をまとめて図4に示した。沈着から殻径1 mmまで、1 mmから2 mmまでは飼育中の平均水温が低くなるにつれて所要日数が増える関係にあることが明らかであるが、殻径2 mmから3 mmまでの場合はこのような飼育平均水温と所要日数との関係は明瞭ではなかった。

## 5. 殻径の平均値と変動係数

10月群の屋外、屋内の3水槽の稚ウニの殻径の平均値と変動係数との関係について測定月毎にプロットして図5に示した。各月の測定群は表2に示したものと同様である。

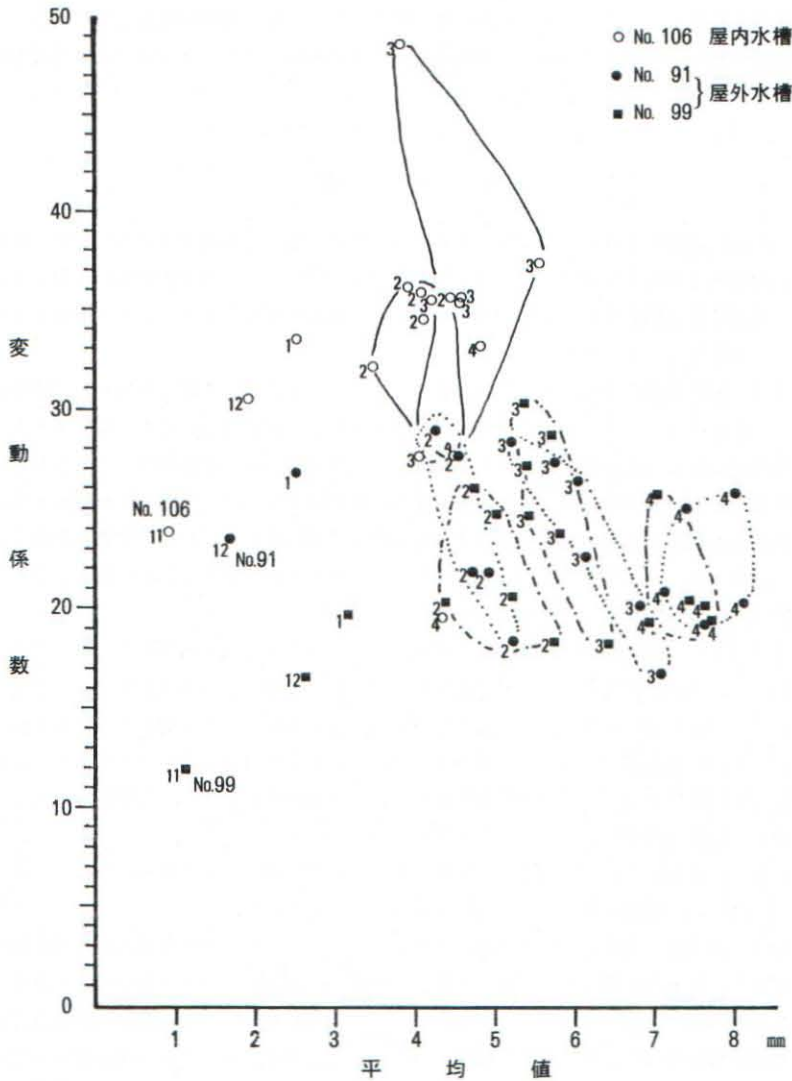


図5 10月群の測定群毎の殻径の平均値と変動係数との関係(数字は測定した月を示す)

屋外のNo.99水槽の稚ウニは11月上旬には平均殻径約1 mmで、そのときの変動係数は11.9%であり、12月上旬には殻径2.6 mmになり変動係数は16.2%、1月上旬には3.1 mmの19.8%と、殻径が大きくなるにしたがい変動係数も大きくなる傾向にあった。2月上旬には100個体ずつ5群の測定を行い、それぞれの平均殻径は4.6~5.8 mmの範囲にあり、変動係数は18.4~26.1%となっており平均値が大きいほど変動係数は小さい傾向にあった。3月上旬には100個体ずつ6群の測定を行ったが、平均殻径は5.3~6.4 mm、変動係数は30.3~18.2%の範囲にあり、やはり2月の測定結果と同様に平均値の大きい群ほど変動係数は小さい傾向にあった。4月上旬になると平均殻径は6.9~7.7 mm、変動係数は19.1~25.8%となって、2~3月に比較して変動係数は小さくなった。

屋外のNo.91水槽の稚ウニは12月、1月にはNo.99に比較して殻径の平均値は小さく変動係数は大きい傾向にあったが、2~4月にはNo.99と同様な傾向を示した。両水槽とも殻径3~4 mmまでは平均値が大きくなるにしたがい

変動係数も大きくなる傾向にあったが、それ以降は変動係数は20～30%の範囲で安定していた。

一方、屋内の水槽の稚ウニは屋外に比較して変動係数が大きい傾向にあり、2～4月の各月の平均値と変動係数は屋外の2水槽とは明らかに異なっていた。

## 考 察

エゾバフンウニの成長に関しては飼育実験等により成体、幼体、底生後期稚ウニについて明らかにされてきている<sup>7-11)</sup>。しかし沈着してから5mm程度までの底生初期稚ウニについては天然での採集が困難なことから知見は少ない<sup>12)</sup>。一方、種苗生産に関しては底生初期稚ウニの成長の状況を知ることは、コスト低減をはかるための飼育技術開発にとって重要なことと言える。

エゾバフンウニは一般に冬から春にかけて殻の成長することが、また0～1歳の幼稚ウニは周年成長することが知られており<sup>7)</sup>、さらに水温は体の成長に直接的な影響を与えず、摂餌についても同様であるとされている<sup>9)</sup>。しかしながら今回の結果からは沈着後殻径2mm程度の大きさまでの稚ウニは、成長に関してかなり水温の影響を受けることが確認された。低水温時期の12月に沈着した稚ウニは翌春までかかって殻径1mm程度となるが、水温の高い10月上旬に沈着した稚ウニは同じ時期に殻径7～8mm以上となっていた。11月に沈着した稚ウニは両者の中間に位置する。沈着後1～2mmまでを高水温の時期に過ごした稚ウニは短期間で順調に成長するが、この段階に低水温にあった稚ウニは成長にかなり長い期間を必要としていた。

これを積算水温でみると、沈着から殻径1mmまでに成長するためには $359.4 \sim 390.7^{\circ}\text{C} \cdot \text{日}$ であり、殻径1mmから2mmまで成長するためには10月群の屋内の $304.9^{\circ}\text{C} \cdot \text{日}$ を除くと $203.8 \sim 217.1^{\circ}\text{C} \cdot \text{日}$ である。また、殻径2mmから3mmまで成長するためには $88.4 \sim 176.6^{\circ}\text{C} \cdot \text{日}$ となる。沈着から殻径1mmまでと殻径1mmから2mmまでは積算水温がそれぞれかなり似通っていたが、殻径2mmから3mmまででは積算値にバラツキが見られ、水温と飼育日数の間の関係が不明瞭であった。沈着から殻径2mmまでは水温が成長に著しい影響を与えるものの、2～3mm以上になると水温の影響は比較的少なくなるものと考えられる。

今回の実験では稚ウニの餌料である付着珪藻の種類、量については詳しい観察を行わなかったが、少なくとも殻径3mm程度までの稚ウニの餌料の量としては不足は無かったと思われる。

魚類養殖では育成中に小数の特別に大きな個体が出現し、「トビ」と呼ばれて経営戦略上重要視されることがある<sup>13)</sup>。しかしながら、放流用の種苗生産の場合にはいかに多くの種苗をバラツキを少なく生産するかが基本となり、今回の例では殻径の平均値と変動係数の比較から、成長するにつれて変動係数は大きくなるものの、成長の早いものほど変動係数が小さく、粒ぞろいの稚ウニとなる傾向にあり、10月群の屋内と屋外の水槽の比較では屋外の方が明らかに成長も早く、バラツキも少なかった。このことから冬期間と言えども屋外水槽での飼育が稚ウニの成長にとって良く、またバラツキも少なく種苗生産にとって有利であることがわかった。この屋外、屋内での稚ウニの成長の差が何によるものかは明らかにできなかったが、屋外と屋内の波板上の付着珪藻の種類および餌料としての栄養価に違いがあったとも考えられる。

以上のことから秋採苗のエゾバフンウニの底生初期稚ウニの飼育は屋外で無加温の海水による飼育が可能となり種苗生産コストの低下に寄与できたが、今後は春採苗の稚ウニも含めて、さらに低コスト化のための技術開発を行う必要があろう。

## 要 約

1986年の10月、11月、12月に沈着した稚ウニを屋外と屋内の水槽を用いて、無加温海水( $1.0 \sim 15.0^{\circ}\text{C}$ )をかけ流して飼育して成長を観察し、以下の結果を得た。

1. 10月群の屋外水槽の稚ウニは4月には平均殻径で約7mmとなったが、12月群は1mm程度であった。
2. 屋外水槽と屋内水槽とでは成長の状況が異なり、10月群では屋外の方が成長が良く4月にはほとんどが殻径5mmを越えた。
3. 沈着から殻径2mmになるとときには飼育水温が成長に大きく関わっていたが、2mm以上になると水温の影響は明確ではなかった。
4. 成長の早い水槽ほど殻径のバラツキが小さい傾向にあった。

## 文 献

- 1) 中村浩之・奥村 浩・児玉 茂・坂口正樹・高橋恒夫・佐野 清(1975) 厚岸産エゾバフンウニの人工種苗に関する基礎調査 北海道大学厚岸臨海実験所
- 2) 北後志浅海増殖研究会(1979) エゾバフンウニ種苗生産開発事業試験報告書
- 3) 北海道漁業協同組合連合会(1979) エゾバフンウニの人工採苗試験
- 4) 渡島東部地区水産業改良普及推進協議会(1981) エゾバフンウニ種苗生産に関する試験報告書(第1報)
- 5) 斉藤勝男・山下幸悦・田嶋健一郎・小原昭雄・西浜雄二・澤崎達孝・川真田憲治・川村一広(1985) エゾバフンウニ人工種苗生産の手引 北海道立栽培漁業総合センター
- 6) 田嶋健一郎(1988) エゾバフンウニ人工種苗生産の現状(その1) 北水試だより 3 8-14
- 7) FUJII, Akira(1967) Ecological studies on the growth and food consumption of Japanese common littoral sea urchn, *Strongylocentrotus intermedius* (A. AGASSIZ), *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 15(2) 83-160
- 8) 川村一広・林 忠彦(1965) エゾバフンウニの摂餌と成長について 北水試月報 22(3) 11-21
- 9) 川村一広・林 忠彦(1965) エゾバフンウニの摂餌、成長、成熟に及ぼす水温の影響について 北水試月報 22(3) 22-39
- 10) 川村一広・黒滝 茂・高野睦男・橋 軍治(1974) エゾバフンウニ底生稚仔に関する2・3の知見 北水試月報 31(7) 1-9
- 11) 瀧 襄(1978) エゾバフンウニの殻板成長線の形成と餌料海藻 日水誌 44(9) 955-960
- 12) 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
- 13) 山岸 宏・中村 将・小池利通・宮尾 誠(1983) ティラピア二種の成長と成熟およびその個体変異について (1) 成長とその個体変異 養殖 1983年9月号 54-58

## 秋サケ筋肉—コーン油乳化物とその加熱ゲルの 物性に及ぼすNaCl濃度の影響

金子博実・川合祐史

(北海道立網走水産試験場紋別支場) (北海道大学水産学部食品製造学講座)

Effect of NaCl concentration on the rheological properties  
of emulsion and its heat-induced gel made from  
fall chum salmon (*Oncorhynchus keta*) muscle

Hiromi KANEKO and Yuji KAWAI\*

Monbetsu Branch, Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station,  
Monbetsu, Hokkaido 094, Japan

\*Laboratory of Marine Food Technology, Faculty of Fisheries,  
Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido 041, Japan

Effect of NaCl concentration on the rheological properties of emulsion and its heated matter composed of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) muscle, skim milk, corn oil and water was investigated in connection with the commercial quality grade of fall chum salmon judged from the degree of nuptial coloration: S grade, silvery; A grade, slight nuptial coloration; B grade, moderate nuptial coloration; C grade, strong nuptial coloration, D grade, upstream and strong nuptial coloration.

Maximal amount of NaCl-extracted protein from muscle decreased with the lowering of the quality grade of fish. Myofibrillar protein was fully extracted above 2.5% NaCl concentration for pre-spawning S and A grade fish, while for the lower grade of fish the extraction was observed above 2.0% NaCl concentration.

Viscosity of emulsions and rupture strength of their heat-induced gels were increased with NaCl concentration. Above 1.0% NaCl concentration, both rheological properties tended to increase with lowering of quality grade of fish.

1.0% NaCl-soluble protein from spawning (D) male muscle had a higher emulsifying activity than that of pre-spawning (S) male muscle.

It was suggested that the emulsifying properties of muscle protein might affect the rheological properties of emulsions and their heat-induced gels made from muscle of salmon during the spawning migration.

## 緒 言

産卵回帰シロサケは、産卵期が近づくにつれてブナ化し、体表色や肉色の変化、肉質の軟弱化が観察される。筋肉の化学成分についても量的、質的に変化することが認められている<sup>1,2)</sup>。この筋肉成分の変化は、その食品成分としての機能特性にも影響を及ぼしており、例えば、熱凝固性については、ブナ化によって水溶性タンパク質画分、塩溶性タンパク質画分ともに低下することが認められた<sup>2)</sup>。秋サケの利用・加工方法は種々考えられている<sup>3)</sup>が、ブナ化の著しく進行したサケは、上記のような特性によって、サケの外観や肉質の特徴を備えた製品に加工することは実質的に困難で、その商品価値、原料価値は著しく低いものとなっている。

昭和62年に北海道沿岸で漁獲された秋サケの品質内訳は、銀毛49.4%、Aブナ22.5%、Bブナ23.8%、Cブナ4.3%となっているが、Cブナが20%以上、あるいはBブナ以下が50%以上を占める地区もある<sup>4)</sup>。秋サケの量産化時代を迎え、採卵親魚も含めたブナサケの有効利用法の開発は重要な課題である。

そこで、この商品価値の低いブナサケ肉の有効利用を図るため、かまぼことは異なった食感をもった新しいタイプのゲル状食品として、サケ筋肉-油脂-水を主成分とする乳化ゲル状食品を考察した。本報では、秋サケ筋肉-スキムミルク-コーン油-水系の乳化物とその加熱ゲルのレオロジー特性について、原料秋サケのブナ度合および筋肉タンパク質のNaCl抽出性との関連性を検討した。

## 試料および実験方法

### 供 試 魚

昭和61年10月31日北海道常呂海域で漁獲された銀毛、A、B、Cブナサケと同年11月10日北海道紋別漁業協同組合採卵場より入手した採卵・採精ブナサケを-30℃に保管し、11月18日に各ランクとも雌雄5尾ずつを解凍、剥皮フィレー処理後、チョッパー掛けして均質化後、再凍結した。このものを凍結状態のまま切り出し、随時実験に供した。なお、供試魚のランク付けは常呂漁業協同組合の基準によった。すなわち、銀毛は体表が銀白色で婚姻色が見られないもの、Aブナは若干婚姻色が見られるもの、Bブナは婚姻色が若干強いもの、Cブナは婚姻色が非常に強いものである。採卵・採精ブナは、河川に遡上し、婚姻色が非常に強いもので、ランクをDとした。

### 一般成分の分析

筋肉の水分、粗タンパク質は常法により、全脂質はFOLCHら<sup>5)</sup>の方法によって定量した。

### 自己消化活性の測定

筋肉の自己消化活性は、小長谷<sup>6)</sup>の方法に従い、pH 3.5、pH 6.3、pH 7.0において測定し、活性は1時間当たりに筋肉1gから遊離するアミノ酸をチロシン量として表した。

### 筋肉タンパク質のNaCl抽出性の測定

肉量に対して12倍量の冷NaCl水溶液(0~5.0%、pH 7.0)を加えて、10,000 rpm、2分間ホモジナイズ(Ace Homogenizer、日本精機K.K.)し、4℃に2時間放置後、5,000×g、15分間遠心分離を行い、上澄のタンパク質濃度をGORNALLら<sup>7)</sup>のビュレット法によって測定した。

### 乳化物とその加熱ゲルの調製

解凍した筋肉細碎物に対して、等量の水とNaCl(0~3%)を加えて5,000 rpm、30秒間ホモジナイズし、さらにスキムミルクを肉重量の10%、コーン油を20%添加して6,000 rpm、1分間、2回のホモジナイズを行い、乳化物を調製した。さらにこれを80×115×40 mmのプラスチック製容器に充填、密封し、85℃の水浴中で1時間、加熱処理を行った。5℃の流水中で30分以上冷却し、加熱凝固ゲルとした。

### レオロジーの測定

不動工業製NRM-2002 J型レオメーターを用い、乳化物については、ピーカーに試料を20mmの高さに充填し、

直径13mmの円柱形プランジャー、クリアランス10mmで、最大応力を測定し、これを粘性の指標とした。また、乳化物の加熱ゲルについては、試料高さ30mm、クリアランス10mm、直径10mmの円柱形プランジャーで、破断強度を同様に測定した。測定は室温（20℃）で行った。

#### 乳化特性の測定

1% NaCl可溶タンパク質の乳化特性を PEARCE and KINSELLA<sup>8)</sup>の濁度法に準じて評価した。すなわち、1% NaCl可溶タンパク質溶液50mlにコーン油（味の素 K. K.）を種々の体積分率で加え、Ace Homogenizerで10,000rpm、2分間ホモジナイズし、乳化物を調製した。これを0.1%ドデシル硫酸ナトリウム（SDS）水溶液で100倍に希釈し、島津 UV-180 型分光光度計で500nmにおける吸光度を測定した。この吸光度から、濁度（T）、乳化活性（Emulsifying activity index, EAI）、乳化安定性（Emulsion stability index, ESI）を以下の式によって算出した。

$$T = 2.303 \ A/l$$

$$EAI = 2 \ T/\phi \ C$$

$$ESI = T \cdot \Delta t / \Delta T$$

ここでAは吸光度、lはセルの光路長、 $\phi$ は油相の体積分率、Cはタンパク質濃度、tは放置時間（20℃）である。

また、乳化物を2,000×g、5分間、遠心分離し、下層（水相）のタンパク質濃度を測定し、乳化前のタンパク質濃度との差から油相（コーン油）に吸着したタンパク質量を求めた。

### 結果および考察

Table 1 に試料の一般成分を示した。ブナ度合別に見ると川合ら<sup>2)</sup>の報告とはほぼ同様の傾向を示した。すなわち、ブナ化によって筋肉水分の増加、脂質、粗タンパク質の減少傾向が見られた。特に、銀毛、A、B、Cブナの海ブナ群に比べて採卵・採精ブナの川ブナ群では粗タンパク質が少ないことが顕著であった。

Table 1. Proximate composition of fall chum salmon muscle. (g/100g)

| Stage        | Quality grade <sup>*1</sup> | Sex    | Moisture | Lipid | Protein <sup>*2</sup> |
|--------------|-----------------------------|--------|----------|-------|-----------------------|
| Pre-spawning | S                           | Male   | 74.00    | 4.02  | 21.88                 |
|              | ("Ginke")                   | Female | 76.07    | 2.50  | 21.38                 |
|              | A                           | Male   | 74.98    | 3.16  | 21.81                 |
|              | ("A-Buna")                  | Female | 76.06    | 2.71  | 21.19                 |
|              | B                           | Male   | 75.74    | 2.80  | 21.50                 |
|              | ("B-Buna")                  | Female | 77.30    | 2.19  | 20.31                 |
|              | C                           | Male   | 76.18    | 2.15  | 21.44                 |
|              | ("C-Buna")                  | Female | 77.84    | 2.09  | 20.19                 |
| Spawning     | D                           | Male   | 77.50    | 2.73  | 19.44                 |
|              |                             | Female | 79.03    | 2.01  | 19.00                 |

\*1 The commercial quality grades of fishes judged from the degree of nuptial coloration:

S grade, silvery; A grade, slight nuptial coloration; B grade, moderate nuptial coloration; C grade, strong nuptial coloration; D grade, upstream and strong nuptial coloration.

\*2 (Total N) × 6.25

Table 2. Autolytic activity of fall chum salmon muscle. ( $\mu\text{mol Tyr/g muscle/h}$ )

| Stage        | Quality grade*  | Sex    | pH 3.5 | pH 6.3 | pH 7.0 |
|--------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| Pre-spawning | S<br>("Ginke")  | Male   | 0.930  | 0.137  | 0.137  |
|              |                 | Female | 1.613  | 0.203  | 0.071  |
|              | A<br>("A-Buna") | Male   | 1.264  | 0.080  | 0.052  |
|              |                 | Female | 1.378  | 0.127  | 0.033  |
|              | B<br>("B-Buna") | Male   | 1.902  | 0.279  | 0.184  |
|              |                 | Female | 2.431  | 0.245  | 0.104  |
| Spawning     | C<br>("C-Buna") | Male   | 2.698  | 0.321  | 0.127  |
|              |                 | Female | 2.648  | 0.297  | 0.109  |
|              | D<br>("D-Buna") | Male   | 4.475  | 0.736  | 0.222  |
|              |                 | Female | 4.456  | 0.845  | 0.312  |

\* The commercial quality grades of fishes as shown in Table 1.

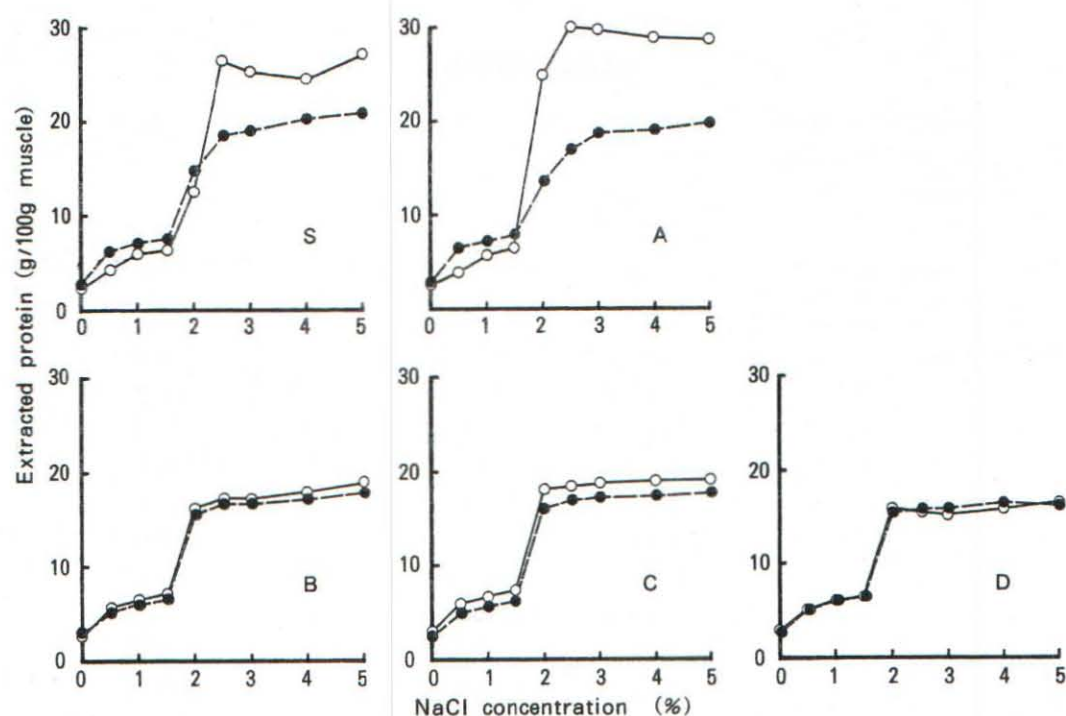


Fig. 1. Effect of NaCl concentration on the amount protein extracted from fall chum salmon muscle.

Protein concentration was determined by the biuret method<sup>7)</sup>.

S, A, B, C and D are the commercial quality grades of fishes as shown in Table 1.

Symbols: male, ○—; female, ●—.

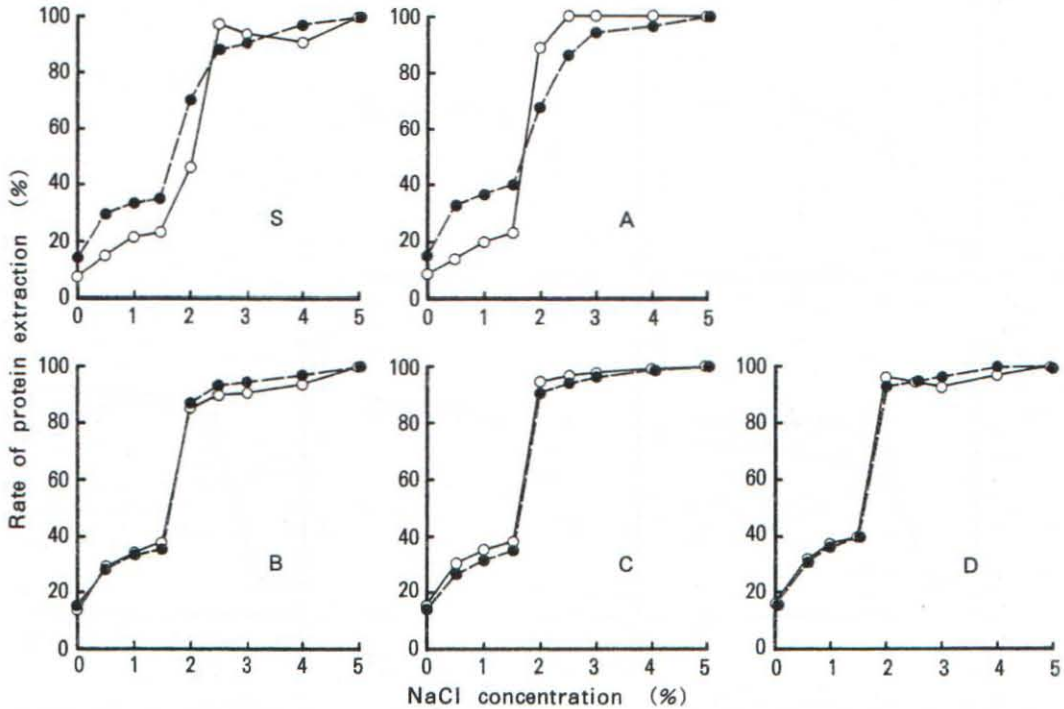


Fig. 2. Effect of NaCl concentration on the rate of protein extraction from fall chum salmon muscle which was defined as the rate of extracted protein amount to the maximum. Protein concentration was determined by the biuret method<sup>7)</sup>. S, A, B, C and D are the commercial quality grades of fishes as shown in Table 1. Symbols are the same as in Fig. 1.

筋肉の自己消化活性は、Table 2に示すように、pH 3.5の条件下で高く、採卵・採精ブナでは銀毛より3～5倍高かった。また、pH 7.0でも採卵・採精ブナでは活性が高い傾向にあった。

筋肉タンパク質のNaCl抽出性について、NaCl濃度と抽出量および抽出率（最大抽出量に対する比率）との関係を、ブナ度合別にそれぞれFig. 1、2に示した。0～1.5%のNaCl濃度では、雌雄、ブナ度合にかかわらず、NaCl濃度の上昇とともにタンパク質の抽出量は徐々に増加する傾向にあった。さらに、銀毛、Aブナでは、1.5～2.5%のNaCl濃度範囲でタンパク質の抽出量の急増が見られ、一方、採卵・採精ブナを含めたBブナ以下では、1.5～2.0%で同様に抽出量は急増した。すなわち、塩溶性の筋原繊維タンパク質はブナ化に伴って比較的低塩濃度から抽出されやすくなるものと考えられる。抽出された総タンパク質量については、筋肉タンパク質量を反映し、銀毛で多く、ブナ化に伴って減少が認められた。

調製した乳化物の粘度をFig. 3に、加熱ゲルの破断強度をFig. 4に示した。

乳化物の粘度はNaCl濃度の上昇に伴って増大する傾向が見られた。特に各区分ともNaCl濃度0.5～1.5%で粘度の急激な増大が認められ、2.0%以上ではほぼ一定となる傾向であった。また、特にNaCl 1.0%以上では、ブナ化に伴って高粘度となる傾向が認められた。

乳化物を加熱して調製したゲルについては、銀毛～BブナではNaCl濃度の上昇に伴って破断強度が徐々に増大する傾向を示したが、CブナではNaCl濃度1.5%以上ではほぼ一定の値となり、採卵・採精ブナでは、NaCl濃度0.5%～1.5%で破断強度は2倍以上にも増大し、1.0%以上ではほぼ一定となることが観察された。また、

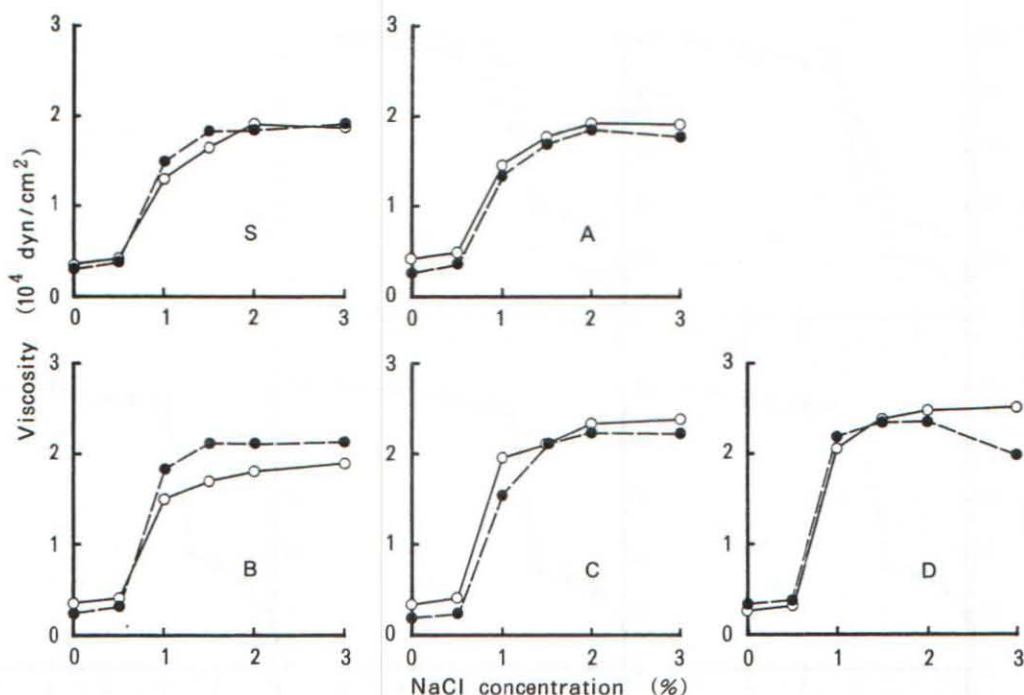


Fig. 3. Effect of NaCl concentration on the viscosity of emulsions composed of fall chum salmon muscle, water, corn oil and skim milk (10:10:2:1, w/w). S, A, B, C and D are the commercial quality grades of fishes as shown in Table 1. Symbols are the same as in Fig. 1.

NaCl濃度1.0%以上では、採卵・採精ブナは他の区分よりも破断強度が大きかった。乳化物ゲルの破断強度とNaCl濃度との関係は、乳化物の粘度とNaCl濃度との関係に類似したものであった。

乳化物の粘度およびその加熱ゲルの破断強度は、NaCl濃度の上昇とともに増大したが、筋肉タンパク質の抽出性の急増するNaCl濃度よりも低いNaCl濃度から物性値の増大は観察された。筋肉を主成分とする食品では、筋肉タンパク質のうち特に塩溶性タンパク質の機能性が製品の品質を決定付ける<sup>9)</sup>と言われているが、本研究においては、塩溶性の筋原繊維タンパク質ばかりではなく、筋形質タンパク質も乳化物やその加熱ゲルの物性に深く関与していることが考えられる。また、1.0%以上のNaCl濃度の乳化物の粘度や加熱ゲルの破断強度はブナ化に伴って増大する傾向にあり、ブナ化に伴う筋肉タンパク質性状の変化がこれらの物性値に影響を及ぼしているものと思われる。なお、秋サケ筋肉タンパク質は、ブナ化に伴って、筋形質タンパク質、筋原繊維タンパク質、およびそれらを含む全タンパク質とも加熱に対する不溶化率（熱凝固性）が低下することが明らかにされている<sup>2)</sup>。本乳化物ゲルの場合には、ブナ化したものを使用したゲルの破断強度が大きくなっており、タンパク質の熱凝固性以外の機能特性、特に乳化特性の変化がゲルの物性に大きく関与することも考えられる。

官能的には、加熱ゲルの物性は、NaCl濃度0.5%以下ではゲルは脆弱であり、2.0%以上ではかまぼこ様の弾力、食感を有するようになり、ブナ化するほどその傾向は明白に認められた。NaCl濃度2.0%以上ではFig. 1、2に示したように筋原繊維タンパク質が急激に溶出することから、粘度も増大し、実際の工場における製造工程では油脂、添加物等の混合効率が低下することも予想される。乳化ゲル状食品のゲル形成性が確実になるの

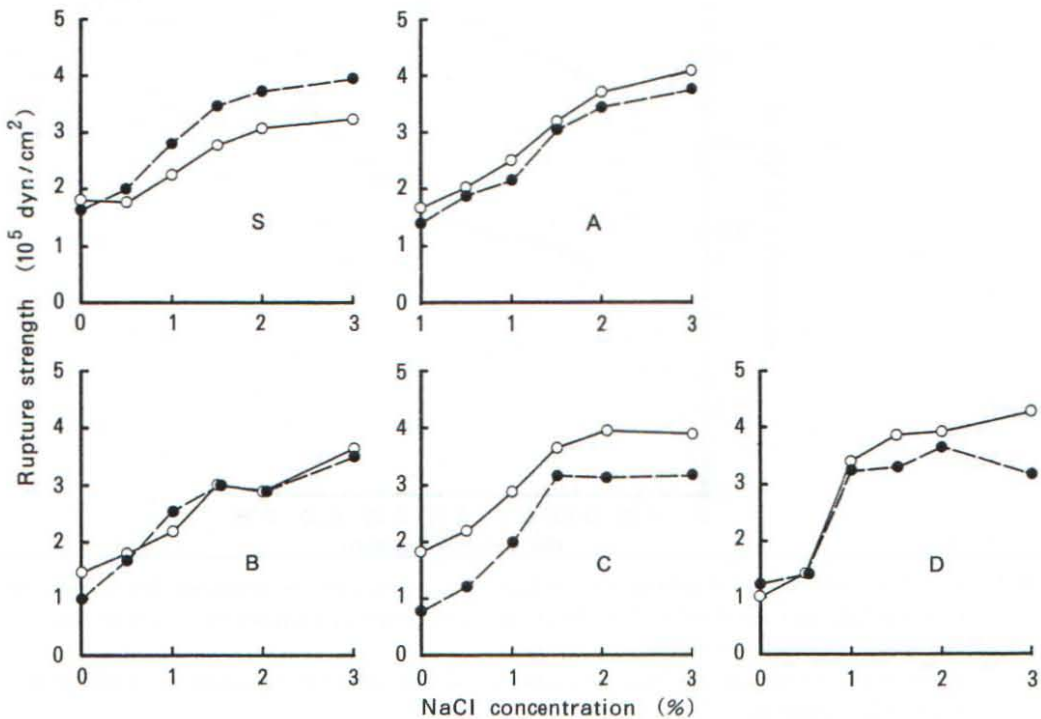


Fig. 4. Effect of NaCl concentration on the rupture strength of heat-induced emulsion gels composed of fall chum salmon muscle, water, corn oil and skim milk (10:10:2:1, w/w).

S, A, B, C and D are the commercial quality grades of fishes as shown in Table 1.

Symbols are the same as in Fig. 1.

は NaCl 濃度 1.0 % 以上であり、また、食味的に 1.5 % 以上では塩辛く感じられるため、本モデル乳化食品の NaCl 濃度は 1.0 % 程度が望ましいと考えられる。NaCl 1.0 % では、豆腐様のテクスチャーを持ち、新しいタイプの魚肉製品となる可能性が得られた。

乳化物中に NaCl が 1 % 存在する場合には、乳化物の物性には 1 % NaCl 可溶の筋肉タンパク質の乳化機能が重要な役割を果たすものと考えられる。そこで、銀毛(雄)と採精ブナの 1 % NaCl 可溶タンパク質の乳化特性の比較を行った。乳化物の濁度は、Fig. 5 に示すように油相体積分率 ( $\phi$ ) の増大に伴って上昇した。このことは乳化分散粒子数、表面積の増加を表す<sup>8)</sup>ものである。また、全体的に採精ブナで濁度が高く、Table 3 に示すように、 $\phi = 0.25$  のときの乳化活性値は銀毛に比べ約 2 倍大きかった。乳化直後と 24 時間後の濁度から求めた乳化安定性についても 1.7 倍程度採精ブナが大きかったが、濁度の減少速度にはほとんど差がなく、安定性は乳化活性の高さに依存するものと思われる。また、油相 1 ml 当たりのタンパク質の吸着量は、採精ブナでは銀毛より 2.2 倍多い。濁度と分散粒子の表面積は比例関係にある<sup>8)</sup>ので、油相の分散粒子単位表面積当たりのタンパク質吸着量についても採精ブナの方が 1.4 倍多いことになり、タンパク質の吸着面からも採精ブナの乳化安定性は高いものと考えられる。ここで見られた銀毛と採精ブナのタンパク質の乳化特性の差は、ブナ度合の異なる原料を用いた乳化ゲルの物性差に関与するものと考えられる。

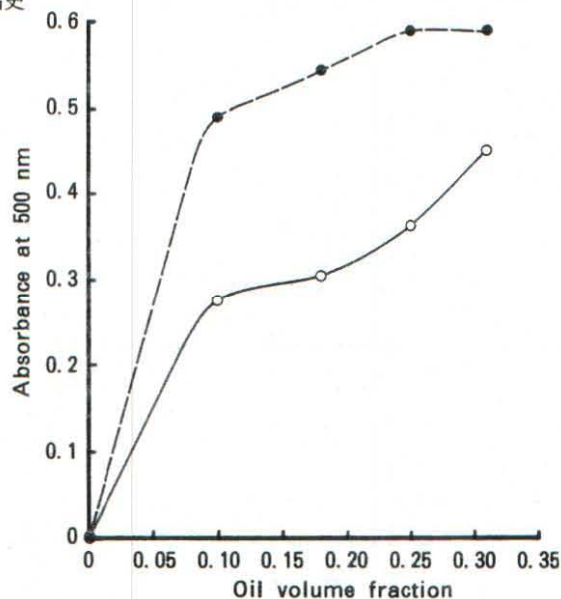


Fig. 5. Effect of oil volume fraction on the turbidity of emulsions prepared from corn oil and protein extracted with 1% NaCl solution from pre-spawning S grade and spawning D grade of fall chum salmon.

Absorbance of emulsions was measured at 500 nm after the dilution to 1/100 with 0.1% SDS solution.

Protein concentration of pre-spawning S grade and spawning D grade salmon are 7.13 mg/ml and 5.77 mg/ml, respectively.

Symbols: pre-spawning S grade (male), ○—; spawning D grade (male), ●---.

Table 3. Emulsifying properties of 1% NaCl-soluble protein from fall chum salmon muscle.

|                                               | Pre-spawning<br>S grade* <sup>1</sup> (male) | Spawning<br>D grade* <sup>1</sup> (male) |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|
| Turbidity* <sup>2</sup> T <sub>0</sub>        | 0.834                                        | 1.356                                    |
| T <sub>24</sub>                               | 0.760                                        | 1.285                                    |
| $\Delta t / \Delta T$ * <sup>2</sup>          | 324.3                                        | 338.0                                    |
| ESI* <sup>3</sup>                             | 270.5                                        | 458.4                                    |
| EAI* <sup>3</sup>                             | 0.936                                        | 1.880                                    |
| Adsorbed protein* <sup>4</sup><br>(mg/ml oil) | 1.14                                         | 2.52                                     |

Oil volume fraction,  $\phi = 0.25$ .

\* 1 The commercial quality grades of fishes as shown in Table 1.

Protein concentration: Pre-spawning S grade, 7.13 mg/ml; Spawning D grade, 5.77 mg/ml.

\* 2 T<sub>0</sub> and T<sub>24</sub> are the turbidity of emulsion diluted 1/100 with 0.1% SDS solution at 0 and 24 hours after the emulsification, respectively.

$\Delta T$  is the change in turbidity T, occurring during the time interval  $\Delta t$ .

\* 3 ESI, emulsion stability index; EAI, emulsifying activity index

\* 4 Amount of protein adsorbed on the surface of dispersed oil globules.

## 要 約

秋サケ筋肉-スキムミルク-コーン油-水系の乳化物とその加熱ゲルのレオロジー特性に及ぼす NaCl 濃度と原料秋サケのブナ度合の影響について検討した。

1. 筋原繊維タンパク質はブナ化に伴って比較的低塩濃度から抽出されやすくなったが、全タンパク質の抽出量は減少する傾向にあった。
2. 乳化物の粘度と加熱ゲルの破断強度は、NaCl 濃度の上昇とともに増大し、さらに NaCl 1.0 % 以上でブナ度合別に比較すると、ブナ化の著しく進行したサケを用いたもので大きかった。
3. 採精ブナの 1 % NaCl 可溶性タンパク質の乳化特性は、銀毛(雄)のものより優れており、乳化活性は約 2 倍であった。
4. ブナ度合の異なるサケの筋肉を用いて調製した乳化物およびその加熱ゲルの物性差には、筋肉タンパク質の乳化特性の差が関与するものと考えられた。

## 文 献

- 1) 羽田野六男(1985) ブナ化と成分変化 秋サケの資源と利用(座間宏一・高橋裕哉編) 68-83 恒星社厚生閣 東京
- 2) 川合祐史・辻 浩司・北川雅彦・一杉哲郎・相沢 悟(1986) アキサケ筋肉たん白質の熱凝固特性について 北水試月報 43 26-38
- 3) 徳永俊夫(1985) 利用・加工 秋サケの資源と利用(座間宏一・高橋裕哉編) 97-113 恒星社厚生閣 東京
- 4) 北海道定置漁業協会(1988) さけ・ます流通状況調査報告 昭和62年度 93p
- 5) J. FOLCH, M. LEES and G. H. S. STANLEY (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226 497-509
- 6) 小長谷史郎(1983) 産卵回帰シロザケ筋肉中の高プロテアーゼ活性と肉の軟化融解現象 東海水研報 (109) 41-55
- 7) A. G. GORNALL, C. J. BARDAWILL and M. M. DAVID (1949) Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *J. Biol. Chem.* 117 751-766
- 8) K. N. PEARCE and J. E. KINSELLA (1978) Emulsifying properties of proteins: Evaluation of a turbidimetric technique. *J. Agric. Food Chem.* 26 716-723
- 9) D. M. Smith (1988) Meat proteins: Functional properties in comminuted meat products. *Food Technol.* 42(4) 116-121

## ホッケチップス製造試験

阪 本 正 博\*・成 田 正 直・鳥谷部 憲 男\*  
(北海道立稚内水産試験場)

### The manufacture of chips from Arabesque greenling

Masahiro SAKAMOTO\*, Masanao NARITA and Kazuo TORIYABE\*  
*Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station,  
Wakkanai, Hokkaido 097, Japan*

"Hokke chips", snack foods from Arabesque greenling (*Pleurogrammus azonus*), were manufactured. In the process of manufacturing, slicing, drying and frying processes were mainly examined. The simplification of cutting, washing and dewatering processes was also tried.

1) The simplification of cutting, washing and dewatering processes caused slight increased in the yield rate. However this simplification caused the dark coloration and stronger fish taste of chips, which are not good for the quality.

2) Thinner chips were made by using a slicing machine than by the hand. When the sample was not frozen, the sliced sample could not be formed a disk, while the sample was frozen at  $-5^{\circ}\text{C}$ , the sliced sample in the form of a disk was obtained.

3) In the drying process, the appropriate temperature and duration were  $50^{\circ}\text{C}$  and 5 hours respectively. In this case, the moisture of samples was about 8%.

4) In the frying process, the proper frying time was 30~60 seconds at  $180^{\circ}\text{C}$ . In this case, the moisture of samples was about 1%.

5) Without salt, the sample did not swell when fried with salad oil and the forming of chips was impossible.

## 結 言

本道で漁獲されているホッケは、体長20~25cmの小型魚が多い。この小型ホッケは、養殖魚の餌料として冷凍出荷されているほか、すり身原料に利用されている。ホッケすり身は、スケトウダラすり身に比べ色調、かまぼこ形成能などの評価が低く、主に揚げかまぼこの増量剤や魚肉ソーセージ向けとなっており、その需要は近年停滞している。

\* 現 北海道立中央水産試験場

\* Present address: Hokkaido Central Fisheries Experimental Station, Yoichi, Hokkaido 046 Japan

こうしたことから、小型ホッケの新たな有効利用を図るために、フィッシュブロックの開発<sup>1,2)</sup> や落し身を素材としたハンバーグの試作<sup>3,4)</sup>、スナック様食品（ホッケチップス）<sup>5)</sup>などの開発が行われてきた。

ここでは、ホッケチップスについて、その製造方法の検討を行った。

## 材料および方法

### 1. 原 料

昭和61年9月30日および同年10月18日に、稚内沖で漁獲された小型ホッケをそれぞれ処理1、処理2の原料とした。

処理1に用いたホッケの平均尾叉長、平均体重はそれぞれ20.2 cm、94.3 g (n=20)、処理2に用いたホッケでは、19.2 cm、91.4 g (n=100)であった。また、処理1の原魚の水分は79.5%、粗脂肪は2.8%、pHは6.7、VB-Nは15.7 mg%を示し、鮮度は比較的良好であった。処理2の原魚も同様であった。

### 2. 製造工程

表1 ホッケチップスの製造処理工程

| 処 理 1                 | 工 程           | 処 理 2                |
|-----------------------|---------------|----------------------|
|                       | 原 魚           |                      |
| フィレー                  | ↓<br>調 理      | ドレス                  |
|                       | ↓<br>洗 淨      |                      |
| 採肉機（ドラム式 6 mm目）       | ↓<br>採 肉(落し身) | 採肉機（ドラム式 6 mm目）      |
| ①2倍量 水道水 15分間 3回      | ↓<br>水晒し      | ①3倍量 水道水 10分間 1回     |
| ②2倍量 0.5%食塩水 15分間 2回  | ↓             | ②3倍量 0.5%食塩水 10分間 1回 |
| 落し身に対し6倍量の重し 12時間     | ↓<br>脱 水      | 落し身に対し6倍量の重し 2時間     |
| サイレントカッター             | ↓<br>混合1(素 材) | 以下、処理1と同じ            |
| ①荒すり 5分間              | ↓             |                      |
| ②ソルビトール 10% ] 混合 10分間 | ↓<br>凍結貯蔵     |                      |
| 多磷酸塩 0.2%             | ↓<br>解 凍      |                      |
| -40℃                  | ↓<br>混合2      |                      |
| 自然解凍                  | ↓             |                      |
| サイレントカッター             | ↓<br>充 填      |                      |
| ①荒すり 5分間              | ↓<br>加 熱      |                      |
| ②食 塩 2% 混合 10分間       | ↓<br>冷 却      |                      |
| ③澱 粉 30% 混合 5分間       | ↓<br>しわのぼし    |                      |
| クレハロンチューブ詰め           | ↓<br>スライス     |                      |
| 90℃ 熱水中 40分間          | ↓<br>乾 燥      |                      |
| 90℃ 熱水中 10数秒          | ↓<br>油ちょう     |                      |
| フードスライサー              |               |                      |
| 50℃ 5時間（送風乾燥機）        |               |                      |
| 180℃ 30～60秒           |               |                      |

ホッケチップスの製造は、原魚を落し身とした後、水晒し、脱水を経てソルビトール等を加え素材として凍結貯蔵する工程と、その素材を用いて調味・混合後、チューブに充填して加熱、スライス、乾燥を行い、最後に油ちょう（油で揚げる）する工程からなる<sup>5)</sup>。

表1に本試験で用いたホッケチップスの製造処理工程を示す。

### 3. 試 験

#### (1) 調理、水晒し、脱水工程の検討

表1の処理1では、フィレーから採肉機で落し身とした後、水晒し、脱水を行った。処理2では、ドレスから落し身とし、処理1に比べ短時間で水晒し、脱水を行い比較した。脱水後は処理1および2とも、サイレントカッターによって10%ソルビトール、0.2%ポリリン酸塩を混合し素材とした。素材はいったん-40℃で凍結し、7～18日後に自然解凍を行った。解凍後、サイレントカッターにより2%食塩、30%澱粉を混合した。添加物を混合した素材を、クレハロンチューブ（折径45mm、長さ275mm）に充填した。これを90℃の熱水中で40分間加熱し、流水中で30分間冷却した。しわのばしの後、クレハロンチューブを除去、試料をフードスライサーで円盤状に切断した。フードスライサーを用いる際には、試料温度を-5℃まで下げ半凍結の状態ですライスを行った。さらに、送風乾燥機により50℃で5時間乾燥した後、180℃に加熱したサラダ油で60秒間油ちょうし、ホッケチップスを試作した。なお、処理1では、混合2工程で1%グルタミン酸ソーダ（グルソー）を添加した。

#### (2) 混合2工程中の添加物の検討

処理2の工程を経た試料を用いて、混合2工程中の添加物が製品の形状、色調、呈味に与える影響を調べるために、表2に示した添加物配合の試料区に分け、ホッケチップスを試作し、比較検討した。その他の処理条件は(1)と同様に行った。

表2 混合2工程における各試料区の添加物量

| 試料区 | 食塩 | 澱粉 | 水  | 油  | (%) |
|-----|----|----|----|----|-----|
| A   | —  | 30 | —  | —  |     |
| B   | 2  | 30 | —  | —  |     |
| C   | 2  | 50 | —  | —  |     |
| D   | 2  | 30 | 20 | —  |     |
| E   | 2  | 30 | —  | 20 |     |

注) 添加物量は、素材に対する%で表示。水は水道水、油はサラダ油を使用。

#### (3) スライス工程の検討

従来のホッケチップス試作試験<sup>4)</sup>においては、スライス工程を包丁による手切りで行っていた。ここでは、処理1の工程を経た試料を用い、試料の厚さを検討するためフードスライサーを使用し、手切りによる製品の形状と比較した。フードスライサーを用いる際には、試料温度を-5℃まで下げ半凍結の状態ですライスを行った。乾燥において、フードスライサーを用いた試料は50℃で5時間、手切りの試料は肉厚な点を考慮して50℃で8.5時間行った以外は、(1)と同様な処理条件で行った。

#### (4) 乾燥工程の検討

処理1の工程を経た試料を用い、送風乾燥機で50℃における乾燥時間を0、2.5、5、22時間とした時の製品に及ぼす影響を調べた。素材は凍結しないで、ただちに調味混合に用い、油ちょうは180℃で30秒間行った以外は、(1)と同様な処理条件で行った。

#### (5) 油ちょう工程の検討

処理1の工程を経た試料を用い、180℃で油ちょう時間を15、30、60、120秒間とした時の製品に及ぼす影響を調べた。その他の処理条件は、(1)と同様に行った。

## (6) 調味用添加物の検討

処理1の工程を経た試料を用い、混合2工程の段階で食塩、澱粉、グルソールのほかに、表3に示した各調味用添加物を加え試作し、比較検討した。その他の処理条件は、(1)と同様に行った。

表3 各試料区の調味用添加物量

| 試料区  | 添加物量（素材に対して）（％） |
|------|-----------------|
| 対 照  | 0               |
| チーズ  | 5 プロセスチーズ       |
| 醤油   | 5 醤油            |
| コショウ | 0.5 コショウ粉末      |
| カレー  | 0.5 カレー粉末       |

注）食塩2％、澱粉30％、グルソール1％はすべての試料区に添加。

## 4. 分析方法

各々の分析方法は以下のとおりである。

水 分 : 105℃乾燥法

粗脂肪 : ジエチルエーテルによるソックスレー抽出法

pH : ガラス電極 pHメーター

VB-N : コンウェイの微量拡散法

破断強度 : レオメーター（フード工業 NRM-2002J）、円錐形プランジャー（中心角45°）

試料台スピード、6 cm/min.

## 結果および考察

## 1. 調理、水晒し、脱水工程の検討

表4に処理1、処理2の歩留りおよび水分を示した。処理2の歩留りは処理1に比べ、落し身、素材で約1.5

表4 ホッケチップス製造処理工程の歩留りと水分

| 工 程        |  | 処 理 1 |      | 処 理 2 |      | （％） |
|------------|--|-------|------|-------|------|-----|
|            |  | 歩留り   | 水 分  | 歩留り   | 水 分  |     |
| 原 魚（ラウンド）  |  | 100.0 | —    | 100.0 | —    |     |
| 調 理（フィレー）  |  | 49.9  | 79.5 | 68.2  | —    |     |
| 採 肉（落し身）   |  | 39.1  | —    | 53.8  | 78.4 |     |
| 脱 水        |  | 28.5  | 80.7 | 38.8  | 81.3 |     |
| 混 合 1（素 材） |  | 29.5  | 74.0 | 41.1  | 73.1 |     |
| 混 合 2      |  | 38.0  | 55.9 | —     | —    |     |

注）調理工程：処理1はフィレー、処理2はドレスを使用。

表5 ホッケチップス製造における各処理と乾燥、油ちょう後の歩留り、水分および粗脂肪

| 処 理 | 乾 燥 後 |     | 油 ち ょ う 後 |     |      | （％） |
|-----|-------|-----|-----------|-----|------|-----|
|     | 歩留り   | 水 分 | 歩留り       | 水 分 | 粗脂肪  |     |
| 1   | 16.8  | 9.5 | 21.5      | 1.0 | 29.0 |     |
| 2   | 23.7  | 8.0 | 26.7      | 1.2 | 19.2 |     |

注）歩留り：ラウンドに対して

倍であった。水分については、顕著な差は認められなかった。

各処理の乾燥、油ちょう後における歩留り、水分、粗脂肪を表5に示した。処理2の油ちょう後の歩留りは、処理1に比べ高かった。乾燥、油ちょう後における水分はそれぞれ8～9.5%、1～1.2%とほぼ同じであった。油ちょう後の粗脂肪は処理1の30%に比べ処理2では20%と低い値を示した。試食した結果では、処理1に比べ処理2が色調が褐色がかった暗灰色であり、やや軟らかい食感で魚味が強かった。

このことから、処理2でドレスからの採肉や水晒し時間の短縮など、工程の簡素化した素材からの試作品は、処理1で試作したものに比べ歩留りが向上した反面、色調は暗く魚味が強くなり、製品の品質を考える上では、処理1のほうが適していた。

## 2. 混合2工程中の添加物の検討

表6に各試料区分の調味、乾燥および油ちょう後における歩留りを示した。乾燥後の歩留りは、澱粉を50%添加したC区、油を20%添加したE区で高かった。水を20%添加したD区は、乾燥前後における歩留りの減少が大きかった。油ちょう後の歩留りは、乾燥後と同様にC区とE区で高かった。

表6 各試料区における調味、乾燥および油ちょう後の歩留り

| 試料区 | *調味後 | 乾燥後  | 油ちょう後 (%) |
|-----|------|------|-----------|
| A   | 53.3 | 22.3 | 24.2      |
| B   | 54.1 | 23.7 | 26.7      |
| C   | 62.3 | 31.2 | 33.0      |
| D   | 62.3 | 24.4 | 26.4      |
| E   | 62.3 | 27.1 | 29.6      |

注) 歩留り：ラウンドに対して

\* 調味後の歩留りは、添加物の増分による計算値。

表7 各試料区における加熱、乾燥および油ちょう後の水分と粗脂肪

| 試料区 | 加熱後  | 乾燥後 |      | 油ちょう後 |      | (%) |
|-----|------|-----|------|-------|------|-----|
|     | 水分   | 水分  | 粗脂肪  | 水分    | 粗脂肪  |     |
| A   | 60.1 | 5.6 | —    | 1.1   | 16.6 |     |
| B   | 59.2 | 8.0 | 1.5  | 1.2   | 19.2 |     |
| C   | 53.7 | 7.7 | —    | 1.2   | 14.3 |     |
| D   | 63.4 | 6.8 | —    | 1.3   | 15.3 |     |
| E   | 52.2 | 3.6 | 25.7 | 0.9   | 35.3 |     |

表7に各試料区分の加熱、乾燥、および油ちょう後における水分と粗脂肪をそれぞれ示した。加熱後の水分は52～64%であり、水を添加したD区で高く、油を添加したE区で低かった。これらを乾燥すると水分は3～8%に低下し、油ちょう後には、どの試料とも1%前後であった。油ちょう後の粗脂肪では、E区で35%と高い値を示した。

試食した結果では、食塩を添加しなかったA区は、油ちょう後に膨化せず、チップの形態を示さなく、色調も暗灰色で不評であった。澱粉を50%添加したC区は、B区に比べ色調が明るく、硬さも増し食感が向上した。特に、C区は最も色調が明るく、ソフトできめの細かい食感であった。水を20%添加したD区は、油ちょう後の膨化の程度がやや小さく、色調はB区と同様であったが、食感は良好で魚味、油臭も少なかった。油を20%添加したE区はA区と同様、油ちょう後に膨化せず、チップスの形態を示さなかった。また、色調は暗く油臭が強かった。

これらのことから、食塩の無添加および多量の油の添加は、油ちょう後の膨化を妨げることが分った。

特に、調味、混合工程での食塩の添加は魚肉をゲル状にするが、無添加の場合はゲル状にならず、このことが油ちょう後の膨化に影響していると思われる。さらに澱粉量の増量は色調、食感などを改良することが可能であるが、添加物に対するホッケ肉の割合をなるべく多くするには、澱粉添加量を30%程度に留めたほうが良いと思われる。処理2ではグルソーを添加しなかったが、添加した処理1より好ましいという意見が多かった。

### 3. スライス工程の検討

表8にスライス工程をフードスライサーおよび手切りで行った場合のチップスの厚さと直径を示した。当場のフードスライサーでは、常温の試料は粘性が高く、スライサーの刃に付着し切り口が半月状となって不良であった。

表8 各スライス方法におけるホッケチップスの厚さと直径

| スライス方法   | 厚 さ (直 径)  |            | (mm) |
|----------|------------|------------|------|
|          | スライス後      | 油ちょう後      |      |
| フードスライサー | 2.0 (31.2) | 2.0 (38.0) |      |
| 手 切 り    | 4.6 (31.2) | 5.5 (42.0) |      |

表9 各スライス方法における乾燥、油ちょう後の水分と粗脂肪

| スライス方法   | 乾 燥 後 | 油 ち ょ う 後 |       | (%) |
|----------|-------|-----------|-------|-----|
|          | 水 分   | 水 分       | 粗 脂 肪 |     |
| フードスライサー | 9.5   | 1.0       | 29.0  |     |
| 手 切 り    | 12.4  | 6.7       | 19.8  |     |

試料温度を $-5^{\circ}\text{C}$ まで下げ半凍結の状態でスライスした場合、切り口は良好な円形となった。さらに、フードスライサーを用いてスライスした試料の厚さは2mmと手切り試料の4.6mmに比べ半分以下になり、これを油ちょうすると、手切りの試料が直径で35%、厚さで20%ほどでそれぞれ膨張したのに対し、フードスライサーの試料は直径で22%膨張したが厚さはほとんど変化しなかった。また、市販のポテトチップスの厚さを測定したところ1mm前後であり、ホッケチップスの厚さの半分ほどであった。

表9に乾燥および油ちょう後における水分、粗脂肪を示した。乾燥後の水分はフードスライサーの試料で約10%、手切りの試料ではそれよりやや高い約12%を示した。油ちょう後の水分および粗脂肪は、フードスライサーの試料でそれぞれ約1%および29%であった。それに対し手切りの試料ではそれぞれ7%および20%と水分で高く、粗脂肪で低かった。このことから、手切りの試料はフードスライサーの試料に比べ、乾燥、油ちょう時に脱水しにくく、そのため、油が侵入しにくいと思われた。

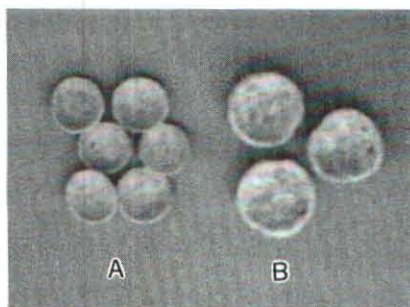


図1 ホッケチップス

A: フードスライサー

B: 手切り

試食した結果では、フードスライサーの試料はおおむね好評であった。一方、手切りの試料は中に芯が残り、湿っぽく、歯切れが悪い点が指摘され、フードスライサーの試料に比べ不評であった。このことより、スライス工程においては、より薄くスライスできるフードスライサーを用いるほうが適していた。なお、図1にフードスライサーおよび手切りにより試作したホッケチップスを示した。

#### 4. 乾燥工程の検討

表10に乾燥および油ちょう後における歩留りと水分を示した。乾燥前の歩留りおよび水分はそれぞれ約38%、60%であった。これを50℃で2.5～22時間乾燥すると歩留り、水分がそれぞれ16～17%、5～11%となった。また、油ちょうした後の歩留りは約17%と変化なく、水分は2～3%に減少した。

表10 各乾燥時間における乾燥、油ちょう後の歩留りと水分

| 乾燥時間<br>(時間) | 乾 燥 後 |      | 油 ち ょ う 後 |     | (%) |
|--------------|-------|------|-----------|-----|-----|
|              | 歩留り   | 水 分  | 歩留り       | 水 分 |     |
| 0            | 38.0  | 60.1 | 41.0      | 9.5 |     |
| 2.5          | 16.9  | 11.2 | —         | 2.1 |     |
| 5            | 16.1  | 7.8  | 16.9      | 1.7 |     |
| 22           | 16.0  | 5.0  | 17.6      | 2.8 |     |

注) 歩留り: ラウンドに対して

表11 各乾燥時間とホッケチップスの試食結果

| 乾燥時間<br>(時間) | 性 別 |     | 平 均 |
|--------------|-----|-----|-----|
|              | 男   | 女   |     |
| 2.5          | 1.8 | 2.7 | 2.1 |
| 5            | 1.9 | 1.0 | 1.6 |
| 22           | 2.3 | 2.3 | 2.3 |

男性 10～50代 15名

女性 20～30代 6名

合計21名

注) 好ましい製品より1～3の順位を付け、それを平均化した数値。1が最も良く、3に近付くほど好まれなかったことを表す。

表11に試食した結果を示した。2.5時間乾燥区は外観、硬さとも良好であるが、やや魚臭が感じられた。この「魚くささ」を嫌うという意見は女性に多かった。5時間乾燥区は外観、硬さとも良好で魚臭も感じられず、評価が最も高かった。22時間乾燥区は外観も良好で魚臭も感じられなかったが、3区分のなかで最も硬く、せんべいに近い食感であり、味は濃厚でややくどかった。全体的に、乾燥時間が長くなると硬さが増し、味は濃くなるが、魚臭さは薄くなる傾向があった。なお、乾燥を行わず油ちょうした試料はチップスの食感を示さなかった。

このことより、乾燥は50℃で5時間前後行うのが適当であった。また、その時の水分は8%程度を示していた。

#### 5. 油ちょう工程の検討

表12に各油ちょう時間における水分、粗脂肪および破断強度を示した。油ちょう前の水分および粗脂肪はそれぞれ9%、2%であった。これを15～120秒間油ちょうすると水分は約1～2%、粗脂肪は21～22%、破断強度は630～760 gwを示した。比較のため、市販のポテトチップスの破断強度を測定したが、270～320 gwと半分以下であった。

試食した結果では、15秒間油ちょうした試料は、中に芯が残り歯切れが悪い食感であった。30秒間および60秒間油ちょうした試料は、ともにサクサクとした好ましい食感であった。120秒間油ちょうした試料は、硬く、

表12 各油ちょう時間における水分、粗脂肪および破断強度

| 油ちょう時間<br>(秒) | 水 分<br>(%) | 粗 脂 肪<br>(%) | 破断強度<br>(gw) |
|---------------|------------|--------------|--------------|
| 0             | 8.9        | 2.1          | —            |
| 15            | 2.1        | 22.1         | 626          |
| 30            | 1.3        | 21.3         | 723          |
| 60            | 0.7        | 21.8         | 666          |
| 120           | 0.5        | 20.6         | 758          |

色調が暗く、油臭いなどの点で不評であった。

このことより、油ちょうは 180℃で30～60秒間行うことが適当であった。また、その時の水分は 1%程度を示していた。

#### 6. 調味添加物の検討

表13に各試料区の乾燥および油ちょう後における水分と粗脂肪を示した。水分は乾燥後で9～10%、油ちょう後で1%前後であり、各試験区で大きな差は見られなかった。油ちょう後の粗脂肪は22～34%で試料区によって差があった。

表13 各試料区における乾燥、油ちょう後の水分および粗脂肪

| 試 料 区   | 乾 燥 後 | 油 ち ょ う 後 |           |
|---------|-------|-----------|-----------|
|         | 水 分   | 水 分       | 粗 脂 肪 (%) |
| チ ー ズ   | 9.3   | 1.2       | 21.6      |
| 醬 油     | 9.8   | 1.0       | 33.7      |
| コ シ ョ ウ | 9.9   | 1.1       | 27.6      |
| カ レ ー   | 9.5   | 0.7       | 34.5      |

試食した結果では、チーズ添加試料は明るい色調を示したのとは対照的に、コショウ添加試料は灰色がかかった暗い色調を示し、食欲をそそらないという意見が多かった。一方、カレー粉添加試料の薄い黄色の色調は、カレー粉の香りとともに好ましいという意見が多かった。また、醤油添加試料の濃い褐色についても好ましいという意見が多かった。呈味についてはどの試験区ともおおむね好評であった。しかし、全体的にグルソーの味が強すぎることや、醤油添加試料に苦味が感じられることが問題点として指摘された。

以上の結果より、表1の処理1に示した処理条件が、ホッケチップスの製造処理工程として適当であった。

## 要 約

小型ホッケの有効利用を図るため、ホッケチップスの製造試験を行い、製造方法について検討し、以下の知見を得た。

1. 調理、水晒しおよび脱水工程の簡素化は、歩留りが向上する反面、色調は暗く魚味が強くなり、製品の品質上好ましくなかった。
2. スライス工程においては、手切りよりフードスライサーを用いたほうが薄くて良好なスライスを得ることができた。ただし、フードスライサーは試料を半凍結状態で用いた。
3. 乾燥条件は、50℃で5時間前後行うのが適当であった。また、その時の水分は約8%であった。
4. 油ちょう条件は、180℃で30～60秒間行うことが適当であった。また、その時の水分は約1%であった。
5. 食塩を添加しない試料は、油ちょう後に膨化せずチップスの形態を示さなかった。

文 献

- 1) 加藤健二・北林 透・川合義春・橋本健司(1973) ホッケを原料とするフィッシュブロック製造試験  
第1報 加工原料適性調査とブロック製品冷凍貯蔵中の脂質の変化について 北水試月報 30(5) 28  
-33
- 2) 川合義春・橋本健司・加藤健二・北林 透(1975) ホッケを原料とするフィッシュブロック製造試験  
第2報 冷蔵貯蔵中の品質について 北水試月報 32(1) 10-16
- 3) 橋本健司・相沢 悟・西田 孟(1982) ホッケ肉の利用試験 第2報 ハンバーグの製造試験 北水試  
月報 39(5) 91-101
- 4) 西田 孟・橋本健司・相沢 悟(1982) ホッケ肉の利用試験 第3報 ホッケ肉ハンバーグのテクスチ  
ャー 北水試月報 39(6) 126-143
- 5) 船岡輝幸・西田 孟(1984) ホッケ落とし身を原料としたチップス製造試験 昭和58年度稚内水産試験  
場事業報告書 206-208

## 試 験 研 究 業 績

＜外部刊行物への発表 昭和63年度分＞

### 海 洋 部 門

1. Outflow of water from Funka Bay, Hokkaido, during early spring: 田中伊織ら(中央水試) J. Oceanogr. Soc. Japan 44 163-170 1988. 8
2. 日本海沿岸(津軽海峡以北)における対馬暖流の変動: 小笠原惇六・田中伊織(中央水試)「総合研究(B)」研究報告集 文部省 63306014 1989. 3
3. 忍路湾および余市沿岸域におけるクロロフィル $a$ の変化: 鹿又一良(中央水試) 昭和63年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集 1988. 10
4. 秋の積丹半島沖の毛顎類の鉛直分布: 小島守之(中央水試) 昭和63年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集 1988. 10
5. 日本海のプランクトン: 小島守之(中央水試) 日本海地域漁業総合調査(北海道地域) 第1回研究会講演要旨

### 漁 業 資 源 部 門

6. 道北海域における海洋環境特性: 渡辺智視(稚内水試) 水産海洋研究 53(1) 1989. 1
7. 網走湖の湖環境変動と漁業生物: 宇藤 均(函館水試) 陸水学雑誌 49(4) 1988. 10
8. 養殖ホタテガイの病害虫 *Pectennphilus ornatus* に関する研究-I. 形態と分類学的位置: 長澤和也ら(中央水試) 昭和63年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1988. 4 東京
9. Long-term changes in the population size and geographical distribution of *Pennella* sp. (Copepoda) on the saury, *Cololabis saira*, in the western North Pacific Ocean and adjacent seas: 長澤和也ら(中央水試)・今井義弘ら(釧路水試) Hydrobiologia 167/168 571-577 1988. 8
10. Prevalences of two species of *Myxobolus* (Protozoa: Myxozoa) in chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, collected from the North Pacific Ocean and the northwest coast of North America in 1987, with special reference to the stock identification of ocean-caught chinook salmon by the parasites: 長澤和也ら(中央水試) 北太平洋漁業国際委員会年次総会提出資料 1988. 9 東京
11. Color variation of spots in *Salvelinus leucomaenis* in northern Honshu, Japan: 長澤和也(中央水試) イワナ・サクラマス国際会議要旨集 1988. 10 札幌
12. Disease problems in charrs, masu and amago salmon cultured in Japan: 長澤和也(中央水試) イワナ・サクラマス国際会議要旨集 1988. 10 札幌
13. 魚類寄生アニサキスの脂質について: 長澤和也ら(中央水試) 日本食品衛生学会第56回学術講演会要旨集 1988. 11 静岡
14. 1988年に北太平洋とベーリング海で漁獲されたマスノスケにおける粘液孢子虫の出現状況とこれによるマスノスケ大陸起源の識別: 長澤和也ら(中央水試) 昭和63年度日本水産学会北海道支部大会要旨集 1989.

52 試験研究業績

1 余市

15. 水族寄生虫ノート ①一貫味できるサナダムシ：長澤和也（中央水試）海洋と生物 11（1） 38-39 1989. 2
16. 北海道周辺の日本海からオホーツク海における1988年のニシン漁況について：丸山秀佳（稚内水試）水産海洋研究 53（1） 1989. 1
17. マイワシ漁場としての道東沿岸流の意義：長澤和也（中央水試）水産海洋研究 53（1） 34-37 1989. 1
18. 釧路海域に來遊するサクラマス *Oncorhynchus masou* Brevoort 未成魚について：佐々木文雄（中央水試）・宇藤 均（函館水試）・小林 喬（釧路水試）昭和62年度「近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究」（マリーナランディング計画）プロGRESS・レポート サクラマス（8） 1988. 12
19. 日本列島周辺海域のスケトウダラⅠ：辻 敏（中央水試）水産技術と経営 34（12） 12-19 1988. 12
20. 日本列島周辺海域のスケトウダラⅡ：辻 敏（中央水試）水産技術と経営 35（1） 32-59 1989. 1
21. 日本列島周辺海域のスケトウダラⅢ：辻 敏（中央水試）水産技術と経営 35（2） 38-43 1989. 2
22. 日本列島周辺海域のスケトウダラⅣ：辻 敏（中央水試）水産技術と経営 35（3） 31-35 1989. 3
23. 北海道のさんま漁業：今井義弘（釧路水試）第37回サンマ研究討論会報告 1988. 12
24. ホッケの生態と資源の現状について：佐々木正義（稚内水試）育てる漁業 183 1988. 7
25. 日本海回遊群の回遊実態の把握：三橋正基・大槻知寛（中央水試）・小林 喬（釧路水試）昭和62年度「近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究」（マリーナランディング計画）プロGRESS・レポート クロマグロ（8） 65-69 1988. 6
26. 石狩湾におけるソウハチ未成魚の成育場について：富永 修（中央水試）水産海洋研究 53（1） 1989. 1
27. ケガニ資源：阿部晃治（稚内水試）水産技術と経営 34（10） 1988. 10
28. 東北（本州北部）日本海におけるスルメイカの北上移動：高柳志朗・中田 淳（函館水試）昭和63年度日本水産学会北海道支部大会要旨集 1989. 1 余市
29. スルメイカ標識放流調査に於ける標識の種類と再捕率について：鷹見達也（中央水試）昭和63年度日本水産学会北海道支部大会要旨集 1989. 1 余市
30. ミズダコの生態と人工産卵礁の効果：福田敏光（中央水試）水産技術と経営 34（5） 1988. 5
31. ソ連の水産研究 ②⑤太平洋の生物資源ーイトヒキダラ：高 昭宏（釧路水試）水産の研究 7（3） 1988. 5
32. ソ連の水産研究 ②⑥太平洋の生物資源ーギンダラ：高 昭宏（釧路水試）水産の研究 7（4） 1988. 7
33. ソ連の水産研究 ②⑦極東水域の魚類生産性について：高 昭宏（釧路水試）水産の研究 7（5） 1988. 9
34. ソ連の水産研究 ②⑧オホーツク海北部におけるスケトウダラ再生産区域の時間・空間的構造：高 昭宏（釧路水試）水産の研究 7（6） 1988. 11
35. ソ連の水産研究 ②⑨太平洋の生物資源ーアジ科魚類：高 昭宏（釧路水試）水産の研究 8（1） 1989. 1
36. ソ連の水産研究 ②⑩オホーツク海の生物資源：高 昭宏（釧路水試）水産の研究 8（2） 1989. 3

## 増殖部門

37. サロマ湖・能取湖・網走沖におけるクロロフィル量の季節変化：西浜雄二ら（網走水試）水産海洋研究 53（1） 1989
38. サケ稚魚に寄生する鞭毛虫 *Ichthyobodo necator* の海水中での増殖：草刈宗晴ら（中央水試）昭和63年度日本魚病学会要旨集 1988. 4 東京
39. 池産系サクラマスモルトの自然放流後の河川内移動：中島幹二ら（栽培センター）昭和63年度日本水産学会春季大会要旨集 1988. 4 東京
40. 池産系サクラマスモルトの降海後の回遊と成長：中島幹二ら（栽培センター）昭和63年度日本水産学会春季大会要旨集 1988. 4 東京
41. 放流種苗としての池産サクラマスモルトの放流時期別検討：中島幹二ら（栽培センター）昭和63年度日本水産学会秋季大会要旨集 1988. 10 清水
42. クロソイの増養技術について（その3）種苗生産技術開発の現状：草刈宗晴（中央水試）育てる漁業 181 1988. 5
43. 北海道日本海沿岸での魚礁効果の事例（主としてカレイ類の効果範囲について）：横山善勝（中央水試）水産土木 25（1） 1988. 12
44. ホタテガイ浮遊幼生の自動判別システム：瀧 裏（網走水試）養殖 4 1988
45. ホタテガイの雄と雌のはなし：川真田憲治（中央水試）育てる漁業 190 1989. 2
46. 天然漁場におけるホッキガイ稚貝の発生、分布、減耗：林 忠彦（函館水試）水産土木 24（2） 45-52 1988. 4
47. 北海道におけるアワビの放流と漁獲量：宮本建樹（中央水試）アワビ増殖技術問題研究会 シンポジウム要旨 昭和63年度
48. ホッカイエビの生息密度と個体群組成の変化：水島敏博（函館水試）昭和63年度日本水産学会春季大会要旨集 1988. 4 東京
49. ホッカイエビの生殖周期：水島敏博ら（函館水試）昭和63年度日本水産学会春季大会要旨集 1988. 4 東京
50. 野付湾ホッカイエビの資源変動とその要因：水島敏博（函館水試）・高谷義幸（釧路水試）日本水産学会北海道支部大会要旨集 1989. 1 余市
51. ケガニ稚仔の標識法：水島敏博ら（函館水試）昭和63年度日本水産学会春季大会要旨集 1988. 4 東京
52. 北海道日本海南部大成町における磯焼け：名畑進一（中央水試）・阿部英治ら（網走水試）日本水産学会北海道支部大会要旨集 1989. 1 余市
53. 北海道の栽培漁業の誕生・現状と問題点と将来の方向、特にコンブについて：船野 隆（栽培センター）海苔と海藻 31 1989. 1
54. 北海道西岸寿都町磯谷の二年生コンブ：名畑進一（中央水試）・阿部英治（網走水試）日本藻類学会第13回大会要旨集 78p 1989. 3
55. ホソメコンブの物質生産：松山恵二（函館水試室蘭支場）東京大学海洋研究所大槌臨海研究センター報告 13 59-64 1988

## 加工部門

56. 水産加工と生物工学—酵素・微生物の利用—：野俣 洋ら（釧路水試）遺伝 42 46-51 1988. 7

54 試験研究業績

57. イワシ煮汁の有効利用試験 II 天然調味料製造における膜利用の検討：野俣 洋・大堀忠志（釧路水試）  
昭和63年度日本水産学会春季大会要旨集 1988. 4 東京
58. 熟成温度の異なるサケ飯ずし製品の菌相について：佐々木政則ら（中央水試）昭和63年度日本水産学会春季大会要旨集 1988. 4 東京

## スケトウダラ1歳魚の網膜構造と網膜運動反応

福田 雅明・吉田 英雄

スケトウダラの生活史の中でも比較的知見が少なく、生態的にも不明な点の多い1歳魚について、視覚に関する基礎的な知見を得ることを目的として、網膜の構造と明暗順応の起こる明るさを検討した。スケトウダラの網膜上の光受容器である椎体は、ほとんどが双椎体であり、その分布密度は網膜後下部で最も高く、椎体視覚は前上方にあると推定された。また、視力の指標となる最小分離角は、 $12.5 \sim 17.6$ 分(平均 $14.5$ 分)と計算された。

日没前後の網膜の明暗順応の変化を検討した結果、日没後約1時間は網膜のほとんどの部位で明順応状態であったが、その後15分ほどで網膜上のすべての部位で暗順応状態となっていた。この時の照度を推定すると $10^{-2} \sim 10^{-3}$  luxであった。

A 159 北水試研報 33 1-8 1989

## エゾバフンウニ人工種苗生産の研究

### 1. 冬期間における底生初期稚ウニの成長

田嶋健一郎・福地 誠

エゾバフンウニの底生初期稚ウニの成長におよぼす飼育水温の影響について調べるため、1986年の10月、11月、12月に稚ウニに沈着させて殻径の変化を観察した。飼育には無加温の海水をかけ流し屋外と屋内に配置した水槽を用いた。

沈着時期の早いものほど成長が良く、翌年4月には10月群の屋外の稚ウニは平均殻径で約7mmとなったが、12月群は1mm程度であった。沈着してから殻径2mm程度までは飼育水温が殻径の成長に大きく関わっており、水温が高いほど成長速度が早い傾向にあった。殻径2mm以上になると水温の影響は明確ではなかった。10月群では屋外水槽は屋内に比較して成長が早く、4月にはほとんどが殻径5mmを越えていた。成長の早いものほど殻径のバラツキは少ない傾向にあった。

A 161 北水試研報 33 21-29 1989

## 北海道南部沿岸におけるエゾバフンウニとキタムラサキウニ浮遊幼生の出現と産卵期

吾妻 行雄・林 忠彦・内田 正文

北海道南部日本海の乙部町と津軽海峡の福島町、知内町、上磯町ならびに恵山町の各沿岸域でエゾバフンウニとキタムラサキウニの浮遊幼生の出現時期と出現量を調べた。また、両種の産卵期と浮遊幼生の出現時期を比較した。

エゾバフンウニの4腕期幼生の出現時期と産卵期は乙部町と福島町では主に9~10月であった。恵山町の幼生の出現時期は7月と9~11月であり、産卵期も5月以降と9月以降の2回であった。知内町の産卵期は9~10月であるのに対して、幼生はこの時期と5~7月にも出現した。キタムラサキウニの4腕期幼生の出現時期と産卵期は、各調査域で主に9~10月であった。両種の4腕期幼生の出現数は、津軽海峡沿岸の調査域では乙部町に比べて極端に少なかった。

A 160 北水試研報 33 9-20 1989

## 秋サケ筋肉一コーン油乳化物とその加熱ゲルの物性に及ぼすNaCl濃度の影響

金子 博実・川合 祐史

秋サケ筋肉一スキムミルク一コーン油一水系の乳化物のその加熱ゲルのレオロジー特性に及ぼすNaCl濃度と原料秋サケのブナ度合の影響について検討した。

筋原繊維タンパク質はブナ化に伴って比較的低塩濃度から抽出されやすくなったが、全タンパク質の抽出量は減少する傾向にあった。乳化物の粘度と加熱ゲルの破断強度は、NaCl濃度の上昇とともに増大し、NaCl 1.0%以上でブナ度合別に比較するとブナ度合の高いサケを用いたもので大きかった。採精ブナの1%NaCl可溶性タンパク質の乳化特性は、銀毛(雄)のものより優れており、乳化活性は約2倍であった。

ブナ度合の異なるサケの筋肉を用いて調製した乳化物およびその加熱ゲルの物性差には、筋肉タンパク質の乳化特性の差が関与するものと考えられた。

A 162 北水試研報 33 31-39 1989

# ホッケチップス製造試験

阪本 正博・成田 正直・鳥谷部憲男

ホッケチップスの製造試験を行い、製造方法について以下の知見を得た。(1) 調理、水晒しおよび脱水工程の簡素化は、歩留りが向上する反面、色調は暗く魚味が強くなり、製品の品質上好ましくなかった。(2) スライス工程においては、手切りよりフードスライサーを用いたほうが薄く、良好なスライスを得ることができた。(3) 乾燥工程は、50℃で5時間前後で行うのが適当であった。その時の水分は約8%であった。(4) 油ちょう工程は、180℃で30～60秒間行うのが適当であった。その時の水分は約1%程度であった。(5) 食塩を添加しない試料は、油ちょう後に膨化せずチップスの形態を示さなかった。

A 163 北水試研報 33 41-49 1989

## 北海道立水産試験場

|                                                                                        |                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 北海道立中央水産試験場<br>(Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)                       | 046<br>余市郡余市町浜中町238<br>(Yoichi, Hokkaido 046, Japan)               |
| 北海道立函館水産試験場<br>(Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)                      | 042<br>函館市湯川町1-2-66<br>(Yunokawa, Hakodate, Hokkaido 042, Japan)   |
| 北海道立函館水産試験場室蘭支場<br>(Muroran Branch, Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)  | 051<br>室蘭市舟見町1-133-31<br>(Funamicho, Muroran, Hokkaido 051, Japan) |
| 北海道立釧路水産試験場<br>(Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station)                       | 085<br>釧路市浜町2-6<br>(Hamacho, Kushiro, Hokkaido 085, Japan)         |
| 北海道立網走水産試験場<br>(Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)                      | 099-31<br>網走市鱒浦31<br>(Masuura, Abashiri, Hokkaido 099-31, Japan)   |
| 北海道立網走水産試験場紋別支場<br>(Monbetsu Branch, Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station) | 094<br>紋別市港町7<br>(Minatomachi, Monbetsu, Hokkaido 094, Japan)      |
| 北海道立稚内水産試験場<br>(Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station)                      | 097<br>稚内市宝来4-5-4<br>(Horai, Wakkanai, Hokkaido 097, Japan)        |
| 北海道立栽培漁業総合センター<br>(Hokkaido Institute of Mariculture)                                  | 041-14<br>茅部郡鹿部町字本別539-112<br>(Shikabe, Hokkaido 041-14, Japan)    |

1989年9月30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 0135 (23) 7451 代  
FAX 0135 (23) 3141

印刷所

日東印刷株式会社  
小樽市相生町7番4号  
電話 (0134) 23-1559 番