

北海道立水産試験場報告

第 2 号

SCIENTIFIC REPORTS
OF THE
HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 2

北海道立水産試験場

(昭和 39 年 2 月)

HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION
YOICHI, HOKKAIDO, JAPAN

(February, 1964)

北海道立水産試験場報告

第 2 号

目 次

阪井与志雄 } 船野 隆 }	忍路湾におけるホソメゴンブの雌性配偶体と孢子体…………… 1
林 忠彦 } 寺井勝治 }	室蘭市祝津におけるウバガイ <i>Spisula (S.) sachalinensis</i> (Schrenck) 稚貝の研究 1. plankton 中に出現する斧足類浮游幼生の分類…………… 7
川村 一 広	礼文島船舶のエゾバフソウニの生態について……………39
田 元 馨	水産動物の真空凍結乾燥に関する研究 第1報 乾燥肉の変質について……………60
田 元 馨 } 武田二美雄 } 西谷 喬助 }	第7報 すり身の凍結と応用に関する研究 鮮度と凍結変性について……………71
佐藤照彦 } 奥田行雄 }	水産製品より分離せるカビの種類に関する研究 第2報 各種水産製品について (I)……………79
奥田行雄 } 竹谷 弘 } 金 兼吉 }	スケトウダラ抄身貯蔵中の褐変防止に関する試験 (第1報) ……87
北林邦次 } 中村邦典 } 首藤勝夫 } 石川宣次 }	スルメイカの剥皮について……………93
中村邦典 } 北林邦次 }	スルメの皮から膠製造の可能性について……………99

忍路湾におけるホソメコンブの雌性配偶体と孢子体

阪井 与志雄・船野 隆

Observation on the Female Gametophytes and the Microscopic Sporophytes of *Laminaria religiosa* from Oshoro Bay, Hokkaido, Japan

Yoshio SAKAI and Takashi FUNANO

The female gametophytes and the microscopic sporophytes of *Laminaria religiosa* Miyabe were observed in material collected from Oshoro Bay on December 27th, 1962. The results obtained are as follows:

1. Among the microscopic algae found together with the germlings of *L. religiosa*, the main species were those belonging to the Myrionemataceae, *Myrionema* spp.
2. The female gametophytes having microscopic sporophytes are found creeping along the surfaces of the thalli of Melobesioideae and on rocks. They show multicellular filamentous habit (Fig. 2; Fig. 3B ~ D; Fig. 4A ~ B), while some of them are unicellular (Fig. 3F). These morphological characteristics coincide with the results of culture experiments carried out by Ikari ('21), Ueda ('29) and Kanda ('46).
3. The fertilized eggs develop into microscopic sporophytes on empty oogonia (Figs. 2 ~ 3). This fact coincides with the result obtained by Ikari (l. c.) and Hasegawa (unpublished). But, the empty oogonia remain at the base of about 100-celled sporophytes (Fig. 3J ~ K).
4. Microscopic sporophytes have about the same morphological characters as those which were produced by culture experiments of Ikari (l. c.) and Kanda (l. c.). In natural conditions, however, the appearance of rhizoidal filaments is later than those in culture condition. A few rhizoidal filaments (Fig. 3M) were observed when the length of the sporophytes was approximately 0.8 mm (approx. 400-celled).
5. Each cell of the microscopic sporophytes which are smaller than those of 20-celled ones has about the same dimension, $(3-10) \times (4-12) \mu$. In the later stage, however, cells of the lower portions of the thalli become larger than those of the upper portions, $(12-15) \times (15-35) \mu$ in dimension. That is to say, differentiation of tissue begins in the lower portion of these thalli.
6. At about 400-celled sporophytes, at the lower portions of the thalli the longitudinal cell-membranes are formed in an inclined plane to the thallus-surfaces, which at times gives the impression of multilayered tissue under microscope (Fig. 3L ~ M).
7. Even in 0.8 mm length sporophytes, frequently, frond-bases consist of only one cell, and these thalli are one layered (Fig. 3M).

筆者らはホソメコンブの生態について数年来、忍路で調査を行っているが、1962年12月、湾口の近くでコンブの幼体が群生しているのを見いだした。

コンブの幼体が群生していた場所はホソメコンブの着生帯で、この種だけの群落を形成するところであり、今までの調査では他種のコンブ科植物はみられない場所であった。また、コンブの幼体と混生していた微小な藻類は、いずれもコンブの幼体と区別することができた。したがって、本報告のコンブの幼体はホソ

メコンブとした。

これらの海における自然の状態のホソメコンブの胞子体の形態、胞子体が附着しているホソメコンブの雌性配偶体の形態を検鏡し、井狩('21)、殖田('29)、神田('46)らにより報告された室内培養の結果と比較検討した。これらの観察結果から海における自然の状態のホソメコンブの雌性配偶体と、長谷川等('63)が幼体前期とした胞子体について、いくつかの知見をえたのでここに報告する。

本論に入る前に、本報告を書くにあたって種々御助言を賜わり、本文の御校閲を戴いた北大理学部山田幸男教授に衷心から感謝いたします。また、種々御便宜をあたえられた忍路漁業協同組合の方々、並びに北大水産学部忍路臨海実験所山崎為蔵氏に心から感謝いたします。また有益な資料を提供して下さいた北水研増殖部長、長谷川由雄博士に感謝いたします。

材 料 と 方 法

観察の対象にしたホソメコンブの小さな胞子体は1962年12月27日忍路湾の湾口に近い場所 (Fig. 1 矢印) で、干潮線下 20~40 cm の深さから採取された。ホソメコンブの胞子体は岩上にも着生していたが、材料は無節石灰藻上のホソメコンブの胞子体が群生している部分を石灰藻と共に小刀で剝離し実験室に持ち帰り分離した。

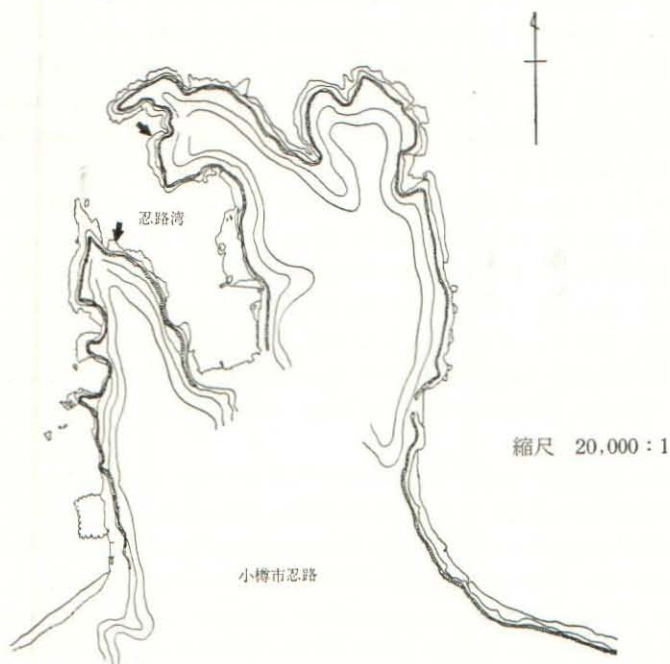


Fig. 1 忍 路 湾

ホソメコンブの雌性配偶体と胞子体を採取した場所は矢印で示した。

これらの石灰藻に着生しているホソメコンブの胞子体を解剖用針とメスで石灰藻から切り離し、さらにコンブの胞子体の下部に附着していた他の微小な藻類を去除して、スライドガラスに移し海水で封じて生きたまま観察し、あるいはグリセリン・プレパラートにして観察の材料とした。

得られた材料から、はじめにホソメコンブの胞子体と混生していた数少ない藻類を調べ、さらにホソメコンブの雌性配偶体と胞子体を顕微鏡でその形態を観察し、アップの描画装置でこれらをスケッチし、マイクロメーターで胞子体および細胞の大きさを測り、同時に顕微鏡写真撮影も行った。

ホソメコンブの胞子体と混生していた微小な藻類

ホソメコンブの胞子体と混生していた微小な藻類は、いずれも 1 cm 前後から顕微鏡的な大きさまでのものであり、珪藻類、緑藻類、褐藻類、紅藻類が含まれていた。これらの藻類の主なもののは褐藻類中の *Myrionemataceae* に属する *Myrionema* spp. であった。

これらの藻類は次の通りである。

珪藻類 *Lycophora* sp., *Hantzchia* sp.

緑藻類 *Enteromorpha* sp.

褐藻類 *Myrionema* spp.

紅藻類 *Porphyra* sp., *Rhodochorton* sp.

胞子体が附着していたホソメコンブの雌性配偶体

ホソメコンブの胞子体を石灰藻から分離したものは Fig. 3 A に示すように、多くのものは数個の胞子体がならんでいるが、その基部の細胞は介雑物のため明瞭でないものが多かった。このような基部の介雑物を取除いたもののうちには Fig. 2 (Fig. 3 B, Fig. 4 A は Fig. 2 と同一の材料) のように数個の胞子体が基部の細胞で連らなっているものがあった (Fig. 3 C, D; Fig. 4 B)。

Fig. 2 に示すように胞子体の最下端に続く細胞は 1 個の細長い中空の管状、あるいは嚢状をなしていた。これは室内培養 (井狩 '21; 神田 '46) で確かめられている雌性配偶体の受精卵が押し込まれた空の生卵器である。

この中空の生卵器に続く不規則に糸状に連らなった細胞は雌性配偶体であり、その細胞内容物は豊富であった。

このホソメコンブの雌性配偶体は多細胞であり、基物上を匍匐していた。Fig. 2 に示した 4 個の胞子体が附着している雌性配偶体では生卵器を含み 10 細胞が連らなって糸状をなし、細胞は円形、あるいは楕円形であった。この細胞の大きさは中空の生卵器を除き $(12\sim15) \times (16\sim22)\mu$ であった。

なお、Fig. 2 のように雌性配偶体は明瞭でないが、2～4 個の胞子体が基部の雌性配偶体の上に連らなっていたものがあった (Fig. 3 C, D; Fig. 4 B)。これらの雌性配偶体の形態も上述のものと同様であった。また稀に単細胞のものもみられた。

ホソメコンブの胞子体

観察したホソメコンブの胞子体は始めから単独であったものか、あるいは Fig. 3 A のように基部で連らなった胞子体を単独に切り離したものである。

なお、本報告そのものがホソメコンブの幼体前期についての記述であるが、胞子体を構成する細胞数によって項目を改めてある。

1. 約20個細胞までのホソメコンブの胞子体

この時期の胞子体でも特に小型のものは一列の細胞からなり、細胞は長軸に直角の方向にだけ分裂し一列に連らなっていたものが多かった。Fig. 3 A (矢印) の胞子体では 7 細胞であり、その全長は 52μ であった。

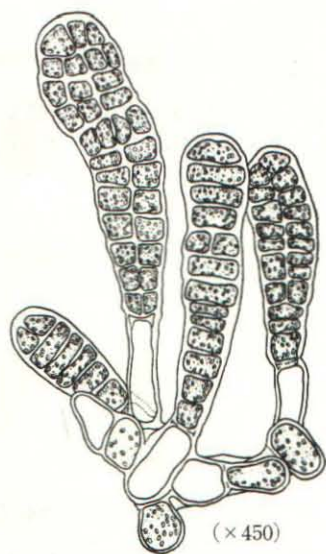


Fig. 2 ホソメコンブの雌性配偶体と胞子体

4 個の胞子体が附着している雌性配偶体。雌性配偶体は生卵器を含み 10 細胞が連らなって糸状をなしている。

しかし例外的に Fig. 3 C (矢印) の胞子体のように 8 細胞で、全長は 38μ と小型ではあるが、体の上部の細胞は長軸の方向に分裂していたものがあつた。

これらよりややステージの進んだ胞子体では、胞子体の下部は、長軸に直角の方向に細胞が分裂しているが、上部の細胞は長軸の方向にも分裂していた (Fig. 2; Fig. 3 B, C, E; Fig. 4 A, F)。これらの胞子体の細胞数は 10~20 個、全長は $70\sim 100\mu$ 程であつた。このように胞子体が大きくなり細胞数が増すと、胞子体は長軸の方向にも細胞分裂をしていた。

この胞子体の形態は棒状あるいは楔状であり、胞子体の最下端に続く細胞は中空で細長い管状、あるいは嚢状をなしている生卵器であり、この胞子体の細胞は方形あるいは矩形をなしていた。細胞の大きさは $(3\sim 10)\times(4\sim 12)\mu$ であり、胞子体の下部の細胞はやや大きい、上部の細胞は小さかつた。

培養の結果 (井符 '21; 神田 '46) では、ホソメコンブの胞子体の細胞数が数個から十数個になると、胞子体の最基部の細胞から糸状の仮根がみられるというが、これら自然状態の小さな胞子体では仮根は認められなかつた。

2. 約 20~100 個細胞までのホソメコンブの胞子体

胞子体で細胞数が約 20~100 個で全長が 0.3mm 程までのものでは、体の上部は 2~4 列の細胞、下部は 1~2 列の細胞からなっていた (Fig. 3 A, D, F~K; Fig. 4 B, D~F)。しかし、この中で体の下部が 2 列の細胞からなるものでも、その最基部は 1 細胞であつた。

胞子体の形態は上方にいくにしたがい広がる楔状あるいは匙状であり、その頂部は鈍円であつた。これらの胞子体の最下端に続く下の細胞は、細胞数が 20 個程までの胞子体でもみられたように中空で、管状あるいは嚢状をなしている生卵器であつた。胞子体の下部の細胞は、最基部にある数個の細胞を除いて、色素体は少ないが細胞は大きかつた。胞子体の上部の細胞は小さいが、色素体は密であつた。その細胞は一般に方形あるいは矩形で、大きさは胞子体の上部で $(3\sim 7)\times(4\sim 10)\mu$ であるが、下部では $(9\sim 10)\times(15\sim 25)\mu$ と大きい。また最基部の数個の細胞は方形のものが多く、その大きさは $(6\sim 7)\times(6\sim 10)\mu$ であつた。

これらの胞子体、特に細胞数が 100 個前後で約 0.3mm 程の大型の胞子体でさえも仮根は認められなかつた。

3. 約 100~400 個細胞までのホソメコンブの胞子体

ホソメコンブの胞子体で細胞数が 100~400 個で全長約 0.8mm までのものでは、体の下部は 1~3 列の細胞が短かく続き、この上部は 3~4 列の細胞が胞子体全長の $5/6$ まで続いており、更にその上方は 5~10 列の細胞が続いていた (Fig. 3 L, M; Fig. 4 C, F)。これらの胞子体のうち、体の下部が 1 列の細胞ではなく 2~3 列からなるものでも、その最基部の細胞は 1 個のものが多かつた。

これらの胞子体の形態は上方にいくにしたがい広がる細長い楔状、あるいは上部が広い匙状をなしており、頂部は鈍円をなしていた。胞子体の最下端に続く生卵器は僅かな個体で認められたが、多くは基部の介雑物のため認められなかつた。胞子体の下部の細胞のうち、最基部の数個の細胞を除いて、他の細胞は大きな細長い矩形をなし色素体の密度は粗であつた。これに反し、胞子体の上部では細胞は小さいが色素体は充実していた。細胞の形は方形あるいは矩形が多いが、体の下部の細胞は一般に細長く、また膨らみをもっていた。細胞の大きさは胞子体の上部で $(3\sim 7)\times(4\sim 13)\mu$ 、下部で $(12\sim 15)\times(15\sim 35)\mu$ 、最基部の数細胞は小形で $(5\sim 9)\times(7\sim 12)\mu$ であつた。

培養 (l.c.) の胞子体にみられるように、これらの胞子体では最基部にある数個の細胞から仮根が伸長しているものが多かつた (Fig. 3 M)。仮根は室内培養の胞子体のものと同様に隔壁はなく透明であつたが、その数は培養のものに比較しはるかに少なかつた。

一方、胞子体がこのようになかなか大きな 0.8mm 程 (細胞数は約 400 個) のものでも、体のどの部分も一層の細胞からなっており多層に分化していなかつた。しかし、このように大型の胞子体では Fig. 3 M にみられるように胞子体の下部の細胞は細長く大形で膨らみをもっており、この部分では隣接細胞と接する細

胞膜は葉面に直角でなく傾斜した面であるため多層にみえることがあった。

考 察 お よ び 論 議

井符('21)はホソメコンブの培養実験において雌性配偶体は多細胞で糸状をなし基物上を匍匐する事実を認めている。神田('46)はやはりホソメコンブの遊走子培養で“雌性配偶体は本培養において普通1ヶの細胞からなり……”としているが、言外に数個の細胞からなる雌性配偶体もあることを認めている。これらの遊走子培養の結果と比較し、海における自然の状態のホソメコンブの雌性配偶体の形態は室内培養の結果と同じであった。Fig. 2 に示したように多細胞で基物の上を匍匐している糸状の雌性配偶体が多く、井符('21)が自然の状態で観察している1個の細胞からなる雌性配偶体は少なかった。

また、観察に供した雌性配偶体では一つの雌性配偶体に数個の生卵器が形成されていたが、この事実も井符('21)の行った室内培養のものとは一致する。

藪、長谷川(広瀬'59による)はコンブの種類は明らかにしていないが、天然の配偶体の外形は糸状でなく盤状に広がっていると述べている。しかし、筆者らの観察した範囲内ではホソメコンブの雌性配偶体は盤状に広がったものは認められなかった。しかし、海における自然の状態では多細胞の糸状の雌性配偶体や、1個の細胞だけからなる雌性配偶体が1個所にかたまって生じ、これらかたまった多数の雌性配偶体から多くの胞子体が生卵器に附着したまま生長する場合もあるのではないかと考える。

井符('21)はホソメコンブで、長谷川(未発表)はマコンブで海の自然の状態において数細胞からなる胞子体を観察している。これらの胞子体の最基部に続く細胞は中空で、細胞内容物がなく管状、あるいは囊状をなしているが、同じような事実を筆者らも確かめた。この中空の管状、あるいは囊状の細胞は生卵器であり、海における自然の状態においても受精卵は室内培養のものと同様に生卵器の開口部に附着して生長する。

自然の状態においては、ホソメコンブは100個細胞程の胞子体になると、体の上部と下部で細胞の大きさに差ができて、下部で細胞が大きくなり色素体も粗になり、葉と茎とに分化が始まる。その後、仮根ができるくらいになると、この部分の縦の細胞膜は葉面に直角でなく傾斜した面にできるので顕微鏡下で多層にみえることがある。さらにステージの進んだ400個細胞以上の胞子体では、この部分は二層からなっていた。したがって、自然状態のホソメコンブの胞子体の多層化は基部から始まるものと考えられる。

井符(l.c.)、神田(l.c.)の遊走子培養の結果によれば、数細胞あるいは十数細胞からなるホソメコンブの胞子体では、体の最下端の細胞から仮根が伸長することを報告している。これと同様に自然状態においても数細胞からなる小さなホソメコンブの胞子体から仮根が伸長することを井符(l.c.)は認めている。しかし、Killian('11)は *Laminaria digitata* で胞子体がほぼ同じ大きさのものでも培養の胞子体に比較し自然の状態では糸状の仮根の伸長が認められず、胞子体の基部は盤状をなす事実を報告している。Killianと同様に筆者らも、培養の場合とは異なり、100個細胞程からなるホソメコンブの胞子体でさえも仮根の伸長は認めることができなかった。400個細胞程からなる胞子体で始めて仮根を認めたが、仮根の数は培養のものとは比べ、はるかに少なかった。

井符(l.c.)、神田(l.c.)らの培養実験によれば数十細胞の胞子体の最基部の細胞は多細胞であることが図示されている。しかし、筆者らが天然の状態でみたもののほとんどはホソメコンブの胞子体の最基部の細胞は唯1個であった。即ち、体長約0.8mm(400個細胞程)くらいになり、仮根の形成され始めたものにおいてさえも、唯1個の基部細胞によって基物に附着しているのが多かった。

要 約

筆者らは1962年12月27日、忍路湾でホソメコンブの雌性配偶体と小さな胞子体を得たが、これを検鏡および従来の室内培養の結果と比較し次のような結果を得た。

1. ホソメコンブの胞子体と混生する微小な藻類のうち主なものは、褐藻類の *Myrionemataceae* に属する *Myrionema* spp. であった。
2. 胞子体が附着しているホソメコンブの雌性配偶体には、多細胞で基物の上を匍匐している糸状のもの

と、単細胞からなるものとがあった。これは井狩(21)、神田(46)がホソメコンブの遊走子培養実験で観察した結果と一致する。

3. ホソメコンブの受精卵は生卵器から押しだされて空になった生卵器の開口部に附着したまま胞子体になる。これは井狩(l.c.)がホソメコンブ、長谷川(未発表)がマコンブを自然の状態で観察した結果とも一致する。なお、胞子体が100個細胞ほどになっても、体の最基部に続く生卵器はみられる。

4. ホソメコンブの胞子体は室内培養のものとはほぼ同じ形態であったが、自然の状態では仮根の伸長が遅く、胞子体の全長が0.8mm程で約400個細胞の胞子体でなければ仮根は認められなかった。また培養の胞子体に比べ仮根の数も少なかった。

5. ホソメコンブの約20個細胞の胞子体の細胞の大きさは $(3\sim 10) \times (4\sim 12) \mu$ くらいが普通で、細胞の大きさは体の上部と下部で差はない。しかし、それ以後のステージのものでは体の下部の細胞は大きく、 $(12\sim 15) \times (15\sim 35) \mu$ (約400個細胞までの胞子体)となり、色素体の密度は粗となる。即ち、葉と茎に組織の分化が始まる。

6. ホソメコンブの胞子体が400個細胞程になると、体の下部で細胞膜が葉面に傾斜した面に形成され、顕微鏡下で多層にみえることがある。即ち、胞子体の多層化は基部から始まると考えられる。

7. 自然の状態のホソメコンブの胞子体で0.8mm前後のかなり大きな胞子体でも、その最基部は1細胞からなるものが多かった。またこのように大きな胞子体でも葉体は一層の細胞からなっていた。

文 献

長谷川外2名(1963):ホソメコンブの生態, 北水試月報, 20, (9), pp. 11~19.

広瀬弘幸(1959):藻類学総説, 東京, pp. 395~404.

井狩二郎(1921):ホソメコンブの発生について, 植物学雑誌, 35, (417), pp. 207~218.

神田千代一(1946):北海道沿岸産昆布科植物の発生学的研究, 函館水産専門学校水産科学研究所報告, (1), pp. 1~12.

Killian, K. (1911): Beiträge zur Kenntnis der Laminarien, Jena, pp. 7~14.

岡村金太郎(1936):日本海藻誌, 東京.

殖田三郎(1929):ほそめこんぶノ発生ト温度トノ関係ニ就テ, 水産講習所試験報告, 24, 第5冊, pp. 174~180.

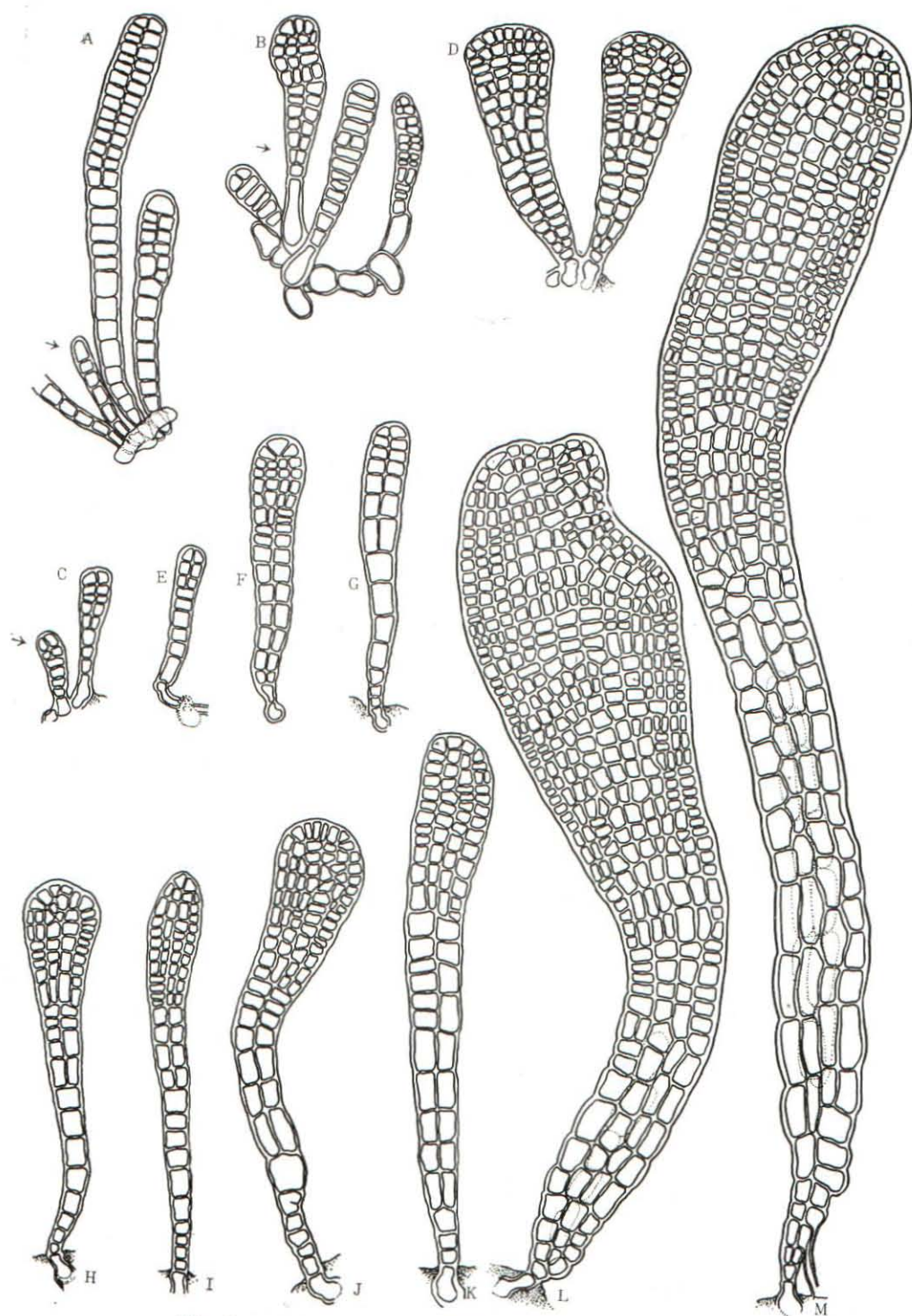


Fig. 3 ホソメコンブの雌性配偶体と胞子体 (A~M: $\times 290$)

A 基部に介雑物が附着し、連らなっている胞子体。

B~D 雌性配偶体で連らなっている胞子体。ステージの異なった胞子体がある。

E~K 20~100細胞までの胞子体。ステージの異なった胞子体がある。これらの胞子体には仮根はみられない。

L~M 約400細胞の胞子体。体の最基部は1細胞であり、Mには仮根がみられる。

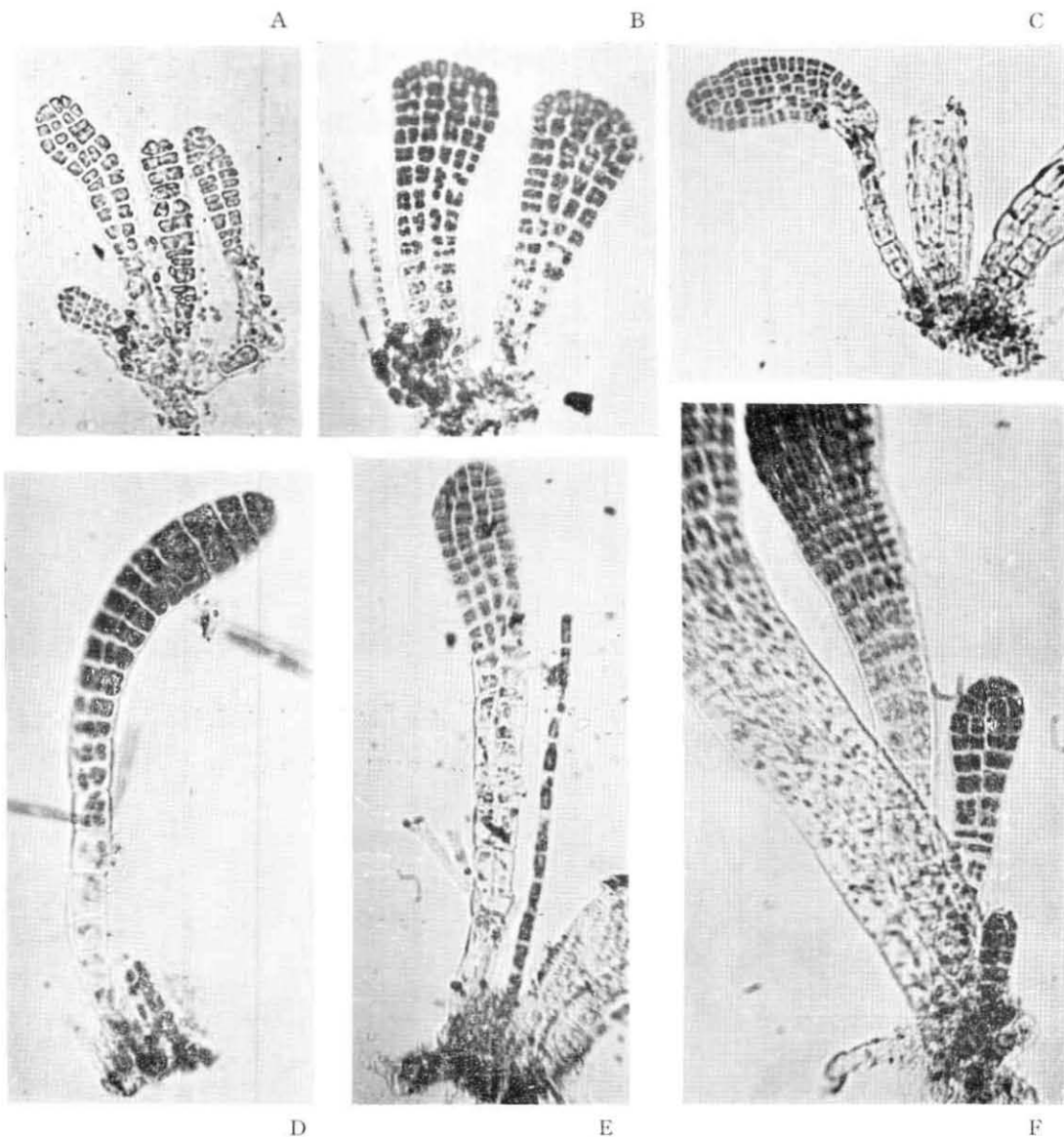


Fig. 4 ホソメコンブの雌性配偶体と孢子体

- A 孢子体が附着している雌性配偶体。(×300)
- B 2個の孢子体が基部の雌性配偶体の上に連なっている。(×290)
- C 約150細胞からなる孢子体。(×240)
- D 約100細胞からなる孢子体。(×300)
- E 約100細胞からなる孢子体。細胞の大きさ、色素体の密度が体の上部と下部で異なる。(×270)
- F 大きさが異なる4個の孢子体が基部で連なっている。(×260)

室蘭市祝津におけるウバガイ *Spisula* (S.) *sachalinensis*
(Schrenck) 稚貝の研究

I. plankton 中に出現する斧足類浮游幼生の分類

林 忠彦・寺井勝治

Study on the Larvae and Youngs of Japanese Surf Clam, *Spisula* (S.)
sachalinensis (Schrenck), at Shikuzu, Muroran City

I. Taxonomy of the Pelecypoda's veliger larvae in plankton

Tadahiko HAYASHI and Katsuji TERAJ

The Japanese surf clam, *Spisula* (S.) *sachalinensis* (Schrenck), a common pelecypod, is widely distributed along the sandy coasts of Hokkaido, and furnishes an important source of local clam fisheries. The authors conducted an ecological investigation of the planktonic veliger larvae and young shells deposited, from May through to August in 1956-1959, at Shikuzu in Muroran City, Hokkaido, Japan. In the course of this investigation, it became necessary to identify the Pelecypoda's veliger larvae in plankton, and the authors separated the species and attempted to rear them.

The present paper deals with the description on the characters of each species of veliger larvae, and the remarkable transformation after metamorphosis. The characteristics of the veliger larvae were observed on external aspects and on the hinge apparatus by Ress method (1950). The transformation after metamorphosis was observed every five days for several weeks.

During this investigation, 19 species of veliger larvae were discriminated and attempts were made to rear them.

(1) 7 species, *Spisula* (S.) *sachalinensis* (Schrenck), *Macra sulcataria carneopicta* Pilsbry, *Solen stricta* Gould, *Siliqua alta* (Broderip et Sowerby), *Mya* (*Arenomya*) *japonica* Jay, *Clinocardium buelowi* (Rolle) and *Patinopecten* (P.) *yessoensis* (Jay), were identified.

(2) 4 species could not be identified, but the family or genus were clarified.

(3) 2 species grew to a considerable size, but could not be given a family name.

(4) Attempts to rear the other 6 species were not successful. No metamorphosis was seen in all the attempts made.

ウバガイ *Spisula* (S.) *sachalinensis* (Schrenck) は北海道では日本海, オホーツク海, 太平洋とほぼ全沿岸の砂浜地帯に広く分布し, 浅海漁業の重要な対象種となっている。しかし, その生態学的研究, 特に浮游期ならびに底棲移行直後の稚貝の野外における調査研究は非常に少ない。また室蘭市祝津は非常に狭い地域であるが, 浅いところにウバガイ稚貝が多量に出現し, 1953年頃から移殖のための種苗供給地となっている。しかし, 稚貝の出現量は年による変動が大きく, 種苗の出荷量も多い年の 9,380 kg から, 少ない年の 190 kg まで変化があり, その変動の原因を究明することが要求されるようになった。著者等は, 一つにはウバガイの浮游期ならびに底棲移行後の野外における生態を知ることと, もう一つは, この研究を通して稚

貝の出現量の変動の原因を知ることが目的に 1956 年から '59 年の 4 カ年間にわたり 5 月から 8 月にかけて室蘭市祝津において研究をおこなった。後述するように出現量の変動の原因を究明するためには、著者等の用いた方法は基本的な点で欠陥を含んでおり、その後研究の場所、方法等をかなり変更したが、この間に得られた個々の事実の中には将来有用となる知見も含まれていると考え、研究方法の欠陥を反省しつつ、得られた若干の知見を報告する。

ウバガイの浮游幼生の生態を研究する過程で、まず必要なことは plankton として出現する各種斧足類幼生の種の同定である。ウバガイの発生および幼生の形態変化については Imai (1953) が人工受精による幼生をタンクで飼育し、詳しく報告している。またウバガイ以外の斧足類幼生については Lebour (1938), Jørgensen (1946), Rees (1950), 宮崎 (1936), 吉田 (1953) 等の総括的研究をはじめ、各種別にも多くの研究が行われている。しかし北日本、特に北海道における斧足類幼生については木下 (1949), その他によるホタテガイの研究以外にはほとんど報告がなく、またすでに報告されている北海道以外の研究と共通する種類の場合でも、地域の違いによる大きさ等の変化も考えられ、報告の記載のみでは同定が困難であった。著者等は調査期間中 plankton として出現する各種斧足類幼生を飼育して種の同定を行った。第 1 報として室蘭市祝津において採集した各種斧足類浮游幼生の形態的特徴と、その飼育の結果を報告する。

本報告に先だち懇切な御指導をいただいた水産大学校吉田裕博士、国立科学博物館波部忠重博士、元北海道区水産研究所増殖部長木下虎一郎博士、調査に際し種々御便宜をいただいた谷口達三氏はじめ当時の道立室蘭水族館の諸氏、室蘭市役所吉田悌氏、材料採集に御協力下さった佐々木仙松氏に深く感謝する。

材 料 と 方 法

1956 年より '59 年にいたる 4 カ年間、毎年 5 月下旬から 8 月上旬にかけて plankton の定点定時採集を行ったが、これと併行して定性用の sample も採集した。採集には XX 13 の植物用 plankton net を用い水平にえい航し、sample は魔法瓶に入れ実験室に持ち帰った。sample 中の斧足類幼生は形態的特徴により区別し、micropipette で分離し、それぞれ別の容器で飼育した。同一種と考えられる個体でも stage や出現時期の異なる場合も別に飼育した。D 型幼生および殻頂膨出期の幼生では形態的特徴による区別が困難であると共に、同一種でも stage による違いが大きいため、飼育材料としてはできるだけ成熟幼生を用い、可

Table 1. 飼育容器を冷却した水道水の水温
1958 (5 日毎の平均)

Date	A. M. 9.00 (°C)	P. M. 15.00 (°C)
May 25 ~ May 29	12.1	12.2
May 30 ~ Jun. 3	12.4	12.7
Jun. 4 ~ Jun. 8	13.0	12.9
Jun. 9 ~ Jun. 13	13.8	13.6
Jun. 14 ~ Jun. 18	13.4	13.7
Jun. 19 ~ Jun. 23	13.6	14.3
Jun. 24 ~ Jun. 28	14.8	15.0
Jun. 29 ~ Jul. 3	15.2	15.2
Jul. 3 ~ Jul. 8	15.7	15.4
Jul. 9 ~ Jul. 13	15.9	16.0
Jul. 14 ~ Jul. 18	16.5	16.6
Jul. 19 ~ Jul. 23	16.9	16.9
Jul. 24 ~ Jul. 28	17.3	17.2
Jul. 29 ~ Aug. 2	17.5	17.5
Aug. 3 ~ Aug. 7	17.5	18.5
Aug. 8 ~ Aug. 12	18.4	18.4

能な種類では得られた知見から漸次小さな stage にさかのぼって飼育をおこなった。

飼育容器は径 8.5 cm, 容量 600 cc の腰高シャーレを用い、飼育海水は実験室前で汲んだものを、他の幼生が混入しないよう脱脂綿で濾過し、そのまま使用した。容器は昼夜による温度の急変をさけるため、直射日光をさけた窓際で水道水により冷却した。海水は毎日その汚を新しくするほか、特に餌料はあたえなかった。水道水温は昼夜による変化は小さいが、気温の上昇にともない漸次高温となった。1958年5月25日より8月8日までの5日毎の平均水道水温は Table 1. の通りである。飼育海水は降雨等により塩分濃度の下ったときをさけて汲んだが、その塩分濃度は比重法によると18.1~16.9%の範囲である。各シャーレの収容個体数は特別の場合のほか1~10個体である。8月中旬以降飼育を継続する場合は材料を余市に持ち帰った。

観察は5日目毎に検鏡し、各個体の殻長、殻高を測定し、形態の変化を記載するほか、適宜写真撮影およびスケッチをおこなった。また1959年には Rees (1950) の方法を用いて幼生の鉸装についても観察した。すなわち次亜塩素酸ソーダ (Antiformin) 溶液に幼生を浸し、軟体部を溶解させた後、殻を glycerine jelly の中で特定の方向、主に内面と背面の二方向に固定し観察した。また幼生の形もスケッチのみでは不十分であるという Rees の意見に従い、軟体部を除いた殻の写真もできるだけ撮影した。

観 察 結 果

今回飼育した幼生は19種で、その内、種の同定できたものはウバガイ、エゾバカガイ、エゾマテガイ、オオミゾガイ、オオノガイ、インカゲガイ、ホタテガイの7種、科または属の同定できたものはキヌマトイガイ属の1種とイガイ科の3種、変態してかなりの大きさまで成長したが種の不明のもの2種で、残る6種は数回飼育したが一度も成長しなかった。なお、調査中室蘭市祝津付近で採集した斧足類の list を次に示す。岩礁地帯については特別調査をおこなわなかったので記載もれの種もあると思われる。

クルミガイ科 Nuculidae

キララガイ *Acila (Truncacila) insignis* (Gould)

フネガイ科 Arcidae

コペルトフネガイ *Arca boucardi* Jousseaume

* アカガイ *Anadara (Scapharca) broughtoni* (Schrenck)

タマキガイ科 Glycymeridae

エゾタマキガイ *Glycymeris (G.) yessoensis* (Sowerby)

イガイ科 Mytilidae

エゾヒバリガイ *Modiolus difficilis* Kuroda et Habe

ムラサキイガイ *Mytilus edulis* Linne

幼生の特徴の記述には殻長、殻高、殻巾等一般に用いられている用語を用いたが、鉸装の記述にはあまり一般的でない用語があるので簡単に説明する。記述には Rees の方法を用い、訳語は田中 (1958) その他を参照した。

幼生の両殻を開くと殻頂 umbo の部分に両殻のずれをふせぐ構造があり、この部分を鉸装 hinge apparatus という。両殻が開いたときも互に接している直線部にあたる部分を幼鉸板 provinculum, その前後の前後背縁にあたる部分を側鉸板 lateral hinge system という。幼鉸板には普通歯状の突起、鉸歯 (幼鉸歯) provincial teeth と、靱帯 ligament がある。両殻の側鉸板を背面から見るといずれかの殻の縁が突出しており、内面から見ると相対する殻の縁より厚くなっている。これを出縁 lateral flange といい、出縁と相対する殻の側鉸板には縁の内側に縁と平行して走るひだ calcareous ridge がある。ひだを持つ殻の幼鉸板の最端に歯状の突起があることがあり、これを側鉸歯 lateral teeth という。以上のほかに特殊なグループでは幼鉸板、側鉸板のいずれに属すかきめかねる歯状の突起があり、これを特殊鉸歯 special teeth という。

鉸装の図はすべて上から右殻内面、左殻内面、左殻背面、右殻背面の順で示す。すなわち図の右側が前、左側が後になる。図中の略語は次の通りである。

l.: ligament s.t.: special teeth l.t.: lateral teeth

Note

All the figures of hinge apparatuses are shown from upper to below in order as follows, inner view of right and left valves, and upper view of left and right valves.

- イ ガ イ *Mytilus crassitesta* Lischke
 エ ゾ イ ガ イ *Crenomytilus grayanus* Dunker
 ハ プ タ エ タ マ エ ガ イ *Musculus laevigatus* (Gray)
 * サ ヤ マ マ ニ イ ガ イ *Adula falcata* (Gould)
 イ タ ヤ ガ イ 科 Pectinidae
 エ ゾ ギ ン チ ャ ク *Chlamys swifti* (Bernardi)
 ア カ ザ ラ *Chlamys nipponensis akazara* Kuroda
 ホ タ テ ガ イ *Patinopecten (P.) yessoensis* (Jay)
 イ タ ボ ガ キ 科 Ostreidae
 マ ガ キ *Ostrea (Crassostrea) gigas* Thunberg
 ト マ ヤ ガ イ 科 Carditidae
 オ オ マ ル フ ミ ガ イ *Venericardia (Cyclocardia) crebricostata* (Krause)
 ノ ミ ハ マ グ リ 科 Cyamiidae
 ノ ミ ハ マ グ リ *Turtonia minuta* (Fabri)
 フ タ パ シ ラ ガ イ 科 Ungulinidae
 ウ ソ シ ジ ミ *Felaniella usta* (Gould)
 ハ ナ シ ガ イ 科 Thyasiridae
 * ハ ナ シ ガ イ の 類 *Thyasira sp.*
 カ プ ラ ツ キ ガ イ 科 Lucinidae
 * ツ キ ガ イ モ ド キ の 類 *Lucinoma sp.*
 コ フ ジ ガ イ 科 Erycinidae
 チ リ ハ ギ *Lasaea nipponica* Keen
 ザ ル ガ イ 科 Cardiidae
 イ シ カ ゲ ガ イ *Clinocardium buelowi* (Rolle)
 マ ル ス ダ レ ガ イ 科 Veneridae
 エ ゾ ワ ス レ ガ イ *Callista (C.) brevisiphonata* (Carpenter)
 ウ チ ム ラ サ キ *Saxidomas purpuratus* (Sowerby)
 カ ガ ミ ガ イ *Dosinia (Phacosoma) japonica* (Reeve)
 ビ ノ ス ガ イ *Mercenaria stimpsoni* (Gould)
 ス ノ メ ア サ リ *Protothaca (Novathaca) euglypta* (Sowerby)
 エ ゾ ス ノ メ *Protothaca (Callithaca) adamsi* (Reeve)
 コ タ マ ガ イ *Gomphina (Mecridiscus) melanaegis* Roemer
 バ カ ガ イ 科 Mactridae
 ウ パ ガ イ *Spisula (S.) sachalinensis* (Schrenck)
 ナ ガ ウ パ ガ イ *Spisula (Mactromeris) voyi* Gabb
 エ ゾ バ カ ガ イ *Mactra sulcataria carneopicta* Pilsbry
 * ミ ル ク イ *Schizothaerus keenae* Kuroda et Habe
 リ ュ ウ キ ュ ウ マ ス ホ 科 Asaphidae
 イ ソ シ ジ ミ *Soletellina (Nuttallia) olivacea* (Jay)
 エ ゾ マ ス ホ ガ イ *Psammocola californica* (Conrad)
 サ ラ ガ イ 科 Tellinidae
 サ ビ シ ラ ト リ ガ イ *Macoma (M.) anser* Oyama
 マ テ ガ イ 科 Solenidae
 オ オ ミ ゾ ガ イ *Siliqua alta* (Broderip et Sowerby)

- エゾマテガイ *Solen strictus* Gould
 キヌマトイガイ科 Hiatellidae
 キヌマトイガイの類 *Hiatella* sp.
 ハラブトチシマガイ *Panonya turgida* Dall
 * ナミガイ *Panope japonica* A. Adams
 オオノガイ科 Myidae
 オオノガイ *Mya* (*Arenomya*) *japonica* Jay
 サザナミガイ科 Lyonsiidae
 オビクイガイ *Entodesma navicula* A. Adams et Reeve
 スエモノガイ科 Thraciidae
 * スエモノガイ *Thracia kakumana* (Yokoyama)
 * は死殻のみ採集して生貝を採集できなかった種類

次に各種幼生の形態的特徴と変態後の形態的变化を種別に述べる。

1. ウバガイ *Spisula* (*S.*) *sachalinensis* (Schrenck)

ウバガイについては今まで10数回 net で採集した幼生を飼育し、最大で $1,940 \times 1,590 \mu$ まで成長したほか、一度は人工受精による幼生を最大で $506 \times 419 \mu$ まで飼育することができた。plankton 中に出現するウバガイ幼生の最大の個体は殻長 320μ であり、同定可能な最小の殻長は約 200μ である。採集した幼生182個体の測定値から殻長と殻高の関係をグラフに示すと Fig. 1 の如くなり、ほぼ直線関係を示すが、個体

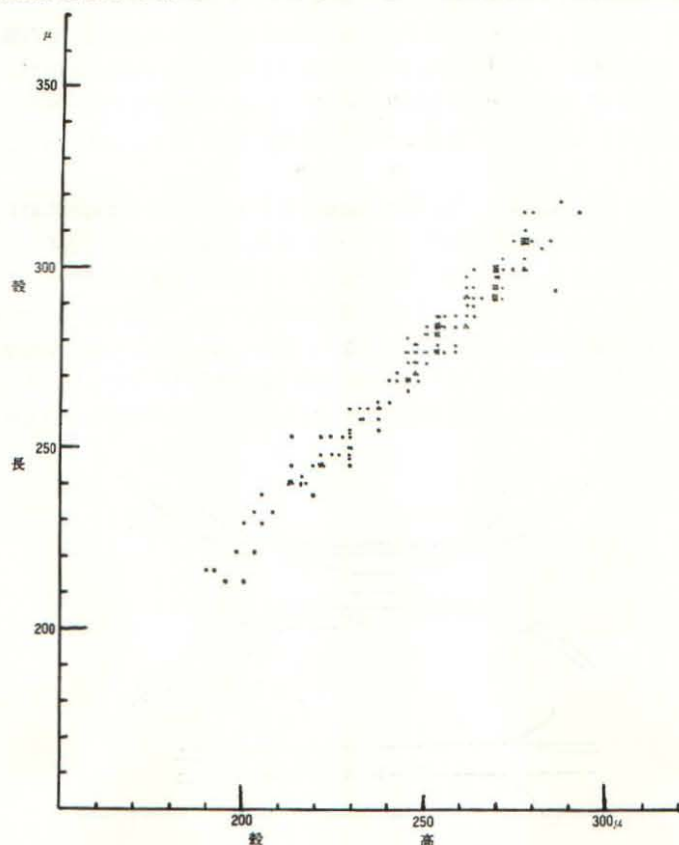


Fig. 1. plankton より採集した浮游幼生の殻長と殻高の関係

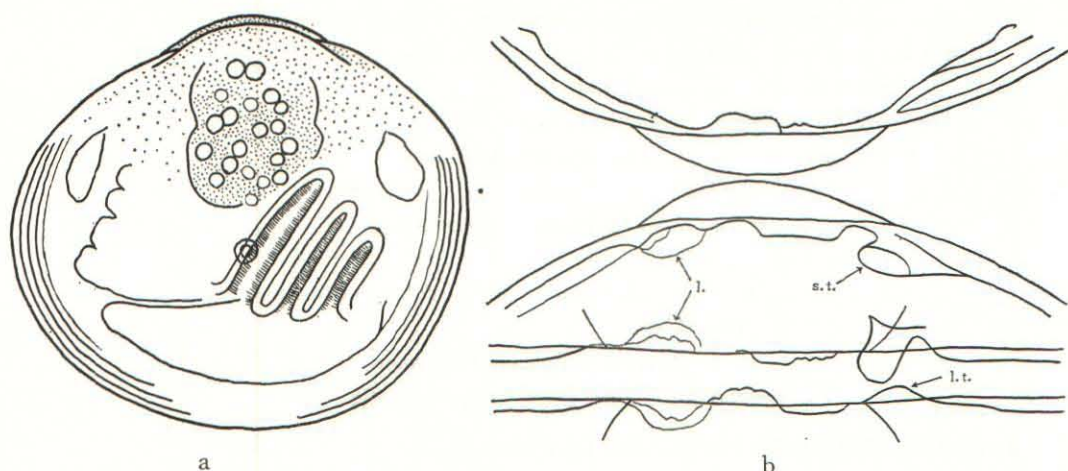


Fig. 2. a : plankton より採集した成熟幼生 $303 \times 277 \mu$
b : 同一個体の鉸装

差も大きく査定基準としては不適當である。1959年6月30日採集した $303 \times 277 \mu$ の個体を Photo. 1, 2 および Fig. 2, a に示す。殻の形は後縁がやや截断状になった卵形で前縁は少し細くなっている。殻頂は中央より少し後方に偏しあまり膨出しない。前後背縁は傾斜はゆるやかで、わずかにふくらんでいる。殻は左右等殻で殻巾は中庸である。殻は淡黄色で表面に細かい同心円状の成長脈が密にある。軟体部は殻の外からもよく観察できるが、色素点はない。240~250 μ 以上の個体では足が発達し活潑に運動させるが、足には鰓がなく基部には平衡器がある。幼生の消化盲囊の色彩については多くの研究者が同一種内でも条件により変化が大きいことを報告しているが、室蘭で採集したウバガイ幼生では、ほとんど濃い黄土色をしており、小胞が多数見られた。

同一個体の鉸装を Fig. 2, b に示すが、幼鉸板には右殻では中央に、左殻では前部に矩形の鉸歯が1個づつあり、背面から見ると鉸歯の内面が鋸歯状になっている。靱帯は幼鉸板の後端にある。前後背縁には側鉸板があり出縁は前後共左殻にある。また左殻の前背縁には大型の籠状の特殊鉸歯があり、右殻には側鉸歯がある。Fig. 3 は人工受精によって得た $208 \times 184 \mu$ の個体の鉸装である。同じ個体の殻の形を Photo. 3, 4 に示すが、殻頂が低いほかほぼ成熟幼生と同様の特徴をそなえている。しかし鉸装はかなり異なり、左右両殻共幼鉸板の前部に鋸歯状の小歯があり、右殻の一番後端の小歯が大型になっている。また特殊鉸歯は未だ形成されない。250 μ の幼生の鉸装はほぼ成熟幼生と同様であるが、左殻の矩形の鉸歯とそれに対する右殻

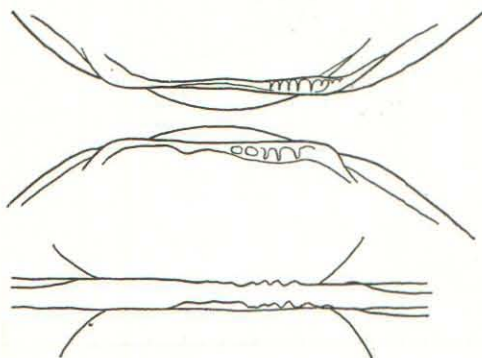


Fig. 3. 人工受精によるより若い幼生の鉸装 $208 \times 184 \mu$

の凹部が顕著に鋸歯状になっている。このことから成熟幼生に見られる矩形の鋸歯は、左殻では幼鉸板前部の鋸歯状の小歯が癒合発達し、右殻では前部の小歯が退化して後端の小歯が発達した結果形成されと考えられる。

変態後の形態変化については1958年6月28日採集した 300μ 前後の幼生40個体を飼育した場合を例にして述べる。ウバガイ幼生の成長については別の機会に報告するが、40個体飼育した場合も、2~3個体飼育した場合とあまり成長速度に違いがなかった。飼育後5日目の7月2日には $366 \times 332 \sim 300 \times 277\mu$ の大きになり、全個体面盤が消失した後成殻が形成されていた。 $356 \times 308\mu$ の個体を Fig. 4, a に示すが、形は

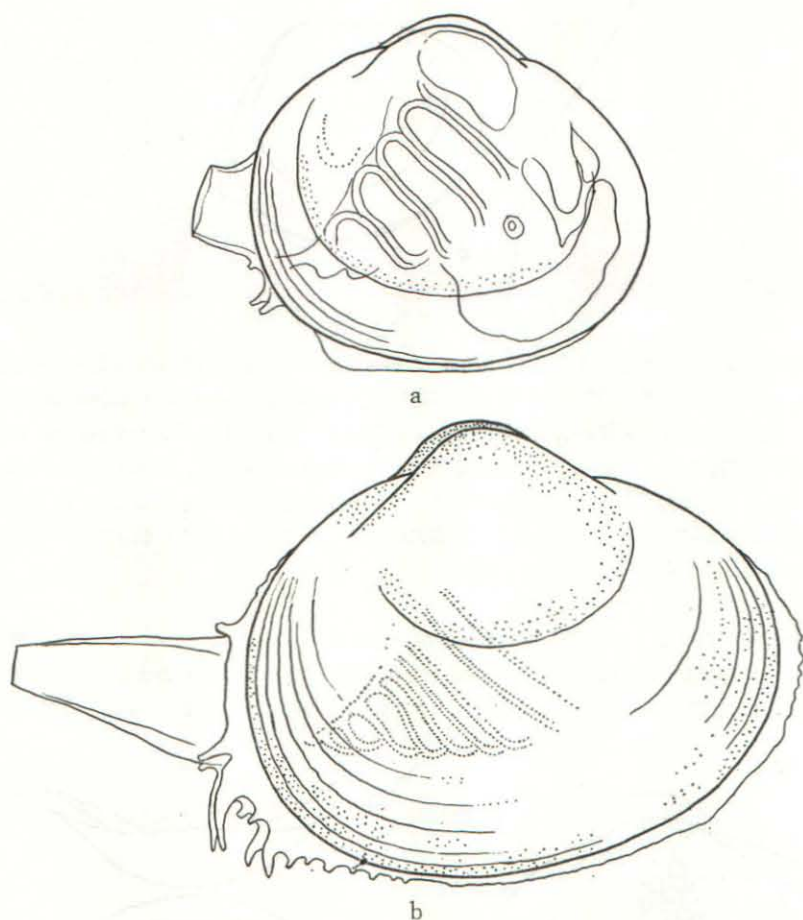


Fig. 4. 浮游幼生より飼育した稚貝

a : $356 \times 308\mu$ b : $1,040 \times 879\mu$

成体に似て後縁が截断状になり前縁がやや細くなった卵形で、後成殻は灰白色、半透明、表面に細かい成長脈がある。体の後端には薄膜細管が形成され、その下の外套膜に1対の触手ができる。7月7日には $450 \times 387 \sim 348 \times 292\mu$ の大きになり、7月17日には $616 \times 514 \sim 514 \times 442\mu$ の大きになる。この間、薄膜細管の上に1対、下に2対と触手の数は増加する。7月23日に40個体のうち、大きな方から $864 \times 685 \sim 760 \times 641\mu$ の大きさの5個体を別の容器で飼育した。7月28日には $1,040 \times 879 \sim 954 \times 820\mu$ になり、 $1,040 \times 879\mu$ の個体を Fig. 4, b に示すが、殻は漸次不透明になり、全体の形は殻頂が少し膨出する。薄膜細管の下の入水部の触手はさらに数を増すが、水管として外套膜の癒合はまだおこらない。8月2日には $1,220 \times$

998~969×805 μ , 8月7日には 1,510×1,140~1,090×894 μ , 8月12日には 1,630×1,330~1,190×988 μ の大きさになる。8月12日の 1,630×1,330 μ の個体を Photo. 5 に示すが、外套膜の癒合がおこり、水管が形成され始める。これらの個体は8月25日には 1,940×1,570~1,440×1,220 μ の大きさに成長した。

Imai (1953) はウバガイ稚貝は足糸により附着をおこなわないと述べているが、変態後の稚貝をホルダラスにしばらく入れて観察すると、非常に細い足糸によって硝子面に附着するのが見られる。足糸は変態と同じ頃から形成されるが、足糸を分泌しなくなる大きさは未確定である。採泥器で採集した稚貝で足糸を観察できた最大の個体は 2.9×2.4 mm であった。ウバガイの足糸は Fig. 5 の如く直径 2~3 μ の糸状で、

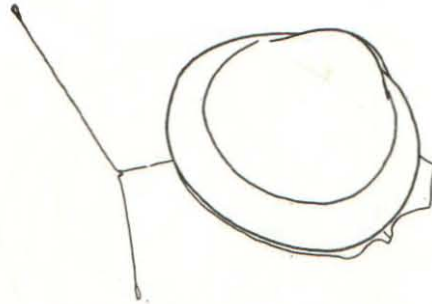


Fig. 5. 足糸により附着している稚貝

ほとんど分岐せず2叉程度である。1,310×1,070 μ の個体の横断切片を作ったが足糸腺と足糸を観察することができた。切片標本の一部を Photo. 6 に示すが染色には eosin と Delafield's haematoxyline を用い二重染色した。足糸腺の部分で表皮が袋状に陥没し足糸孔となり、表皮の下に haematoxyline によく染色される大型不定形の細胞が集っている。この大型細胞は体外に開口しておらず、足糸は足糸孔内の表皮全面から分泌され開口部で急に細くなって孔外に出ている。ウバガイ稚貝は足糸を分泌しても、ホタテガイ、オオノガイの如く容器の側壁に附着することなく、器底に附着していても少しの水の動きですぐ切断され、生態的にはあまり重要な役割を持つとは考えられない。

2. エゾバカガイ *Macra salcataria carneopicta* Pilsbry

エゾバカガイ幼生も今まで数回飼育し、最も成長した個体で 1,330×1,090 μ の大きさまで飼うことができた。plankton 中に出現するエゾバカガイ幼生は大きな個体で 270×260 μ ほどである。1959年7月30日

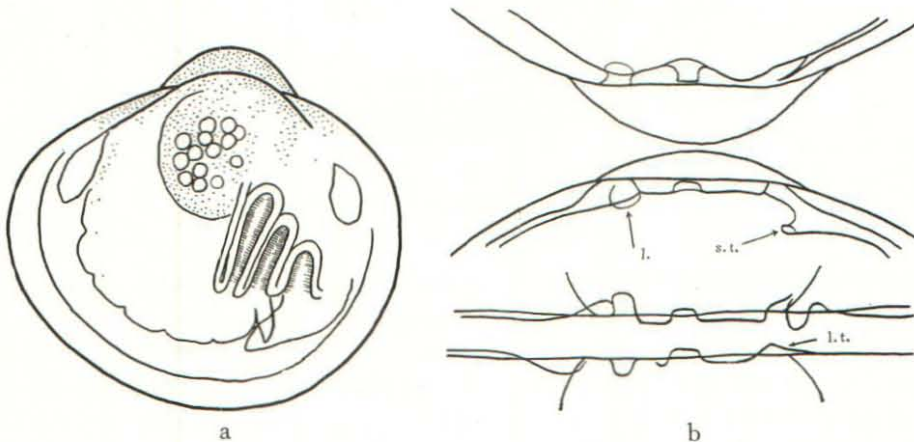


Fig. 6. a: plankton より採集した成熟幼生 271×261 μ
b: 同一個体の鉸装

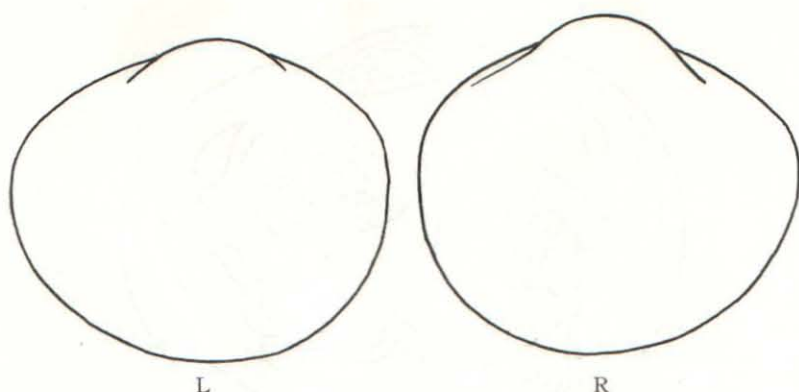


Fig. 7. Fig. 6 と同一の個体の左右両殻

R : 右殻 L : 左殻

採集した $271 \times 261 \mu$ の個体を Photo. 7 および Fig. 6, a に示す。形はウバガイ幼生に似るが、殻頂の膨出がいちじるしく、前後背縁の傾斜はゆるやかでありふくらまず、前縁はさらに細くなっている。さらに顕著な特徴は Fig. 7 に示す如く殻の左、右で殻頂の膨出の度が異なることで、左殻にくらべ右殻の殻頂がより膨出している。殻は淡黄色で表面に細かい成長脈があり、殻頂の前が淡紅色をしている。軟体部はよく観察できるが色素点はなく、足の基部に平衡器が見られる。足には鰓がない。消化盲囊は黄色で、大きな小胞が密にある。宮崎 (1936) は人工受精によりバカガイ *Mactra sulcataria* Reeve の発生と浮游幼生の特徴について述べているが、最も大きな個体で $177 \times 166 \mu$ で、それ以上の大きさの個体について述べていないので比較できないが、宮崎は左右の殻の不同についてはふれていない。

同一個体の殻装を Fig. 6, b に示すが、右殻では幼殻板の中央に1個、左殻では幼殻板の前、後部に2個の矩形的殻歯がある。靱帯は幼殻板の後端にある。前後背縁には側殻板があり出縁は前後共左殻にある。ウバガイ幼生と同様左殻の前背縁には筧状の特殊殻歯があり、左殻の前背縁には側殻歯がある。

エゾバカガイ幼生は室蘭では7月上旬以降に多数出現する。

変態後の形態変化については、1958年7月17日 $269 \times 240 \sim 261 \times 237 \mu$ の3個体を飼育した場合の最も成長のよい個体を例にして述べる。5日後の7月22日には Photo. 8 に示す如く後成殻が形成され $411 \times 340 \mu$ になった。形は変態後のウバガイと非常に似ており、殻も灰白色で表面は平滑で細かい成長脈があるが、殻の後背部が薄赤色になっている。体の後端には薄膜細管と、その上下各1対の触手がある。7月27日には $514 \times 419 \mu$ 、8月1日には $608 \times 506 \mu$ と成長し、水管系の発達もウバガイとほぼ同様であるが、殻の前後背縁のふくらみが漸次小さくなっていく。8月6日には $745 \times 611 \mu$ 、8月11日には $879 \times 611 \mu$ と成長し、8月25日には Photo. 9 に示すが $1,190 \times 940 \mu$ になった。ウバガイにくらべると前後背縁のふくらみが小さく、後縁が狭く、全体として三角形に近くなる。殻の後背部は茶色になっていく。

採泥器で底棲稚貝を採集するとウバガイ稚貝と共にエゾバカガイ稚貝も多数採れるが、殻の色彩はほぼ全体が茶色の個体からわずかに後背部が着色する個体、さらにはウバガイに似て白色に近い個体まである。しかし形がより三角形であることと、殻の表面が光沢を持っていることからウバガイと区別できる。

3. エゾマテガイ *Solen strictus* Gould

エゾマテガイ幼生も今まで数回飼育し、最も成長した個体で $5,030 \times 1,850 \mu$ の大きさになった。この大きさでは未だマテガイ *Solen gould* Conrad と区別は困難であるが、後述する如くマテガイ幼生と大きさが異なることと、室蘭でマテガイの成体を採集していないことからエゾマテガイと同定した。plankton 中に出現する幼生の最も大きな個体は $370 \times 290 \mu$ ほどである。1959年6月10日採集した $371 \times 292 \mu$ の個体を Photo. 10, 11 と Fig. 8, a に示す。形は背縁、前縁、腹縁、後縁の境界が不明瞭で前後に長い楕円形をし

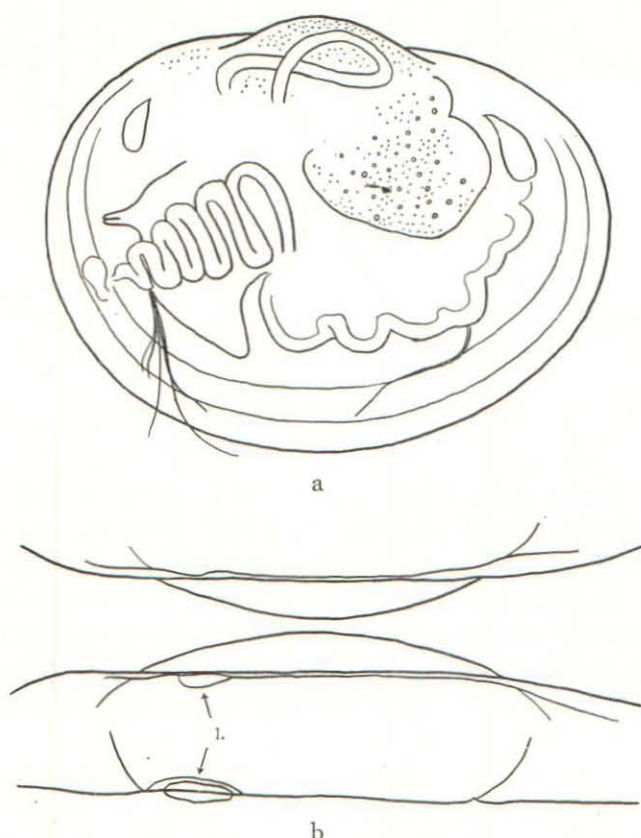


Fig. 8. a: plankton より採集した成熟幼生 $371 \times 292 \mu$
b: 同一個体の鉸装 (右殻背面図を欠く)

ているが、背縁にやや腹縁がややふくらんでいる。また後縁より前縁が少し細くなっている。殻頂はあまり膨出せず中央よりやや後にある。殻巾は非常に小さい。殻は薄く透明で、表面は平滑である。殻は淡い黄色であるが、殻頂の前後がやや赤味を帯びている。軟体部はよく観察できるが色素点はなく、面盤には一本の太い鞭毛がある。足には鰓があり、鰓の前から数本の足糸束を出しているのが観察される。足の基部には平衡器がある。消化盲嚢は黄土色で小胞は見られない。吉田(1939, 1953)は鎮海の行徳湾において plankton 中に出現した材料を用いてマテガイの幼生の特徴を述べているが、エゾマテガイ幼生の特徴もこれとよく一致する。ただ大きさについて吉田は $0.23 \sim 0.22 \text{ mm}$ の個体が多く、底棲稚貝の原殻は $0.28 \times 0.22 \sim 0.26 \times 0.20 \text{ mm}$ と述べているが、エゾマテガイ幼生では $300 \times 245 \mu$ の大きさでは未だ足が形成されず殻頂も低い未熟形であり、足の発達した成熟幼生は 330μ 以上の殻長を持っている。

同一個体の鉸装を Fig. 8, b に示すが、幼鉸板は非常に薄く、歯状の構造は見られない。靱帯は幼鉸板の後端にある。また、側鉸板も存在しない。Rees (1960) によるマテガイ超科 Solenacea の鉸装の特徴は幼鉸歯があり、靱帯は外在し、側鉸板も存在するとあり、いちじるしい相違がある。鉸装の観察は3例とも同じであったが、靱帯はうち1例しか観察することができなかった。

エゾマテガイ幼生は室蘭では調査開始時にはすでに出現しており、7月上旬にかけてかなり連続的に出現する。

変態後の形態変化については1958年6月10日 $323 \times 253 \sim 288 \times 224 \mu$ の大きさの5個体を飼育したうちの、最も成長のよい個体を例にして述べる。6日後の6月16日には $353 \times 283 \mu$ になるが後成殻は形成されず面

殻も残っている。6月22日には後成殻が形成されはじめ $477 \times 373 \mu$ の大きさになり、体の後部には薄膜細管とその上に1対、下に2対の触手ができる。また後縁部の外套膜に赤い色素が形成される。6月27日には $685 \times 507 \mu$ になり、Photo. 12 に示すが前背縁は傾斜が漸次急になり、殻は後方へ大きく成長する。後成殻は薄茶色で表面は平滑である。また前縁の外套膜周縁には多数の小突起が見られる。7月2日には $969 \times 596 \mu$ となり、殻はますます後方に長くなり、前背縁の傾斜は急になる。7月7日には $1,300 \times 685 \mu$ となり Photo. 13 に示す如く薄膜細管の下に触手が増え入水管が形成される。後縁部の色素はますます明瞭になる。7月12日には $1,560 \times 798 \mu$ 、7月17日には $1,860 \times 950 \mu$ と成長し、Photo. 14 に示すが、殻は後方にいちじるしく成長し、後縁は裁断状となり全体が長方形に近くなる。前背縁は非常に短くなりへこんでくる。水管は発達し出水管も形成されるが、出入水管は分岐しない。後縁部の赤い色素は数個に分散するようになる。7月22日には $2,280 \times 1,060 \mu$ 、7月27日には $2,700 \times 1,180 \mu$ と成長し、Fig. 9 に示すが殻はさ

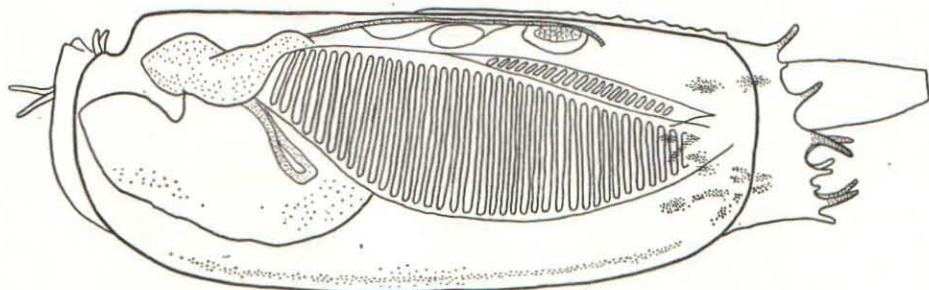


Fig. 9. 浮游幼生より飼育した稚貝 $2,700 \times 1,180 \mu$

らに長くなり、足は漸次前方を向いてくる。水管はさらに発達するが後縁部の色素は小さくなる。外套膜の前縁に上に向いて1対、前に向いて1対触手が出来る。この後8月1日には $3,000 \mu$ を越え8月30日には $4,900 \times 1,850 \mu$ になった。別の飼育例から $3,610 \times 1,410 \mu$ の大きさの個体を Photo. 15 に示すが、この大きさでも殻は薄く軟体部がよく見える。

4. オオミゾガイ *Siliqua alta* (Broderip et Sowerby)

オオミゾガイ幼生も今まで数回飼育し、最も成長したもので $2,240 \times 1,530 \mu$ の大きさになった。plankton 中に出現する幼生で最も大きな個体は $356 \times 300 \mu$ ほどである。1959年7月2日採集した $356 \times 300 \mu$ の個体を Photo. 16, 17 と Fig. 10, a に示すが、形は殻高が小さくて前後に細長く、殻頂は中央より後にあり前後背縁を延長した線より低い。前後背縁はあまりふくらまず、後縁はやや裁断状で、前縁は後縁より細くなっている。殻は白色に近い淡黄色で殻頂の前後がやや赤く、表面は平滑である。殻は薄く透明で、殻巾も小さい。殻頂のすぐ後に外靱帯が観察できる。軟体部はよく観察できるが色素点はない。面盤は大きく、一本の鞭毛がある。足には趾があり、足の基部に平衡器がある。消化盲嚢は黄緑色で小さな小胞がある。

同一個体の鉸装を Fig. 10, b に示すが、右殻では幼鉸板の両端に1個ずつ鉸歯があり前方の鉸歯は二叉になり前端が突出している。左殻では幼鉸板の全長に近い長さの矩形の鉸歯があり、その前後にへこみがある。前後背縁には側鉸板があり出縁は前後共左殻にある。靱帯は外在し殻頂の後にある。以上の鉸装の特徴は Rees (1950) によるマテガイ超科 *Solenacea* の記述とよく一致する。

オオミゾガイ幼生は 280μ 前後の大きさから同定することができる。1959年6月6日採集した $284 \times 237 \mu$ の大きさの個体を Photo. 18, 19 と Fig. 11 に示すが、殻頂が低いほかほぼ成熟幼生の特徴をそなえている。鉸装も同様であるが、左殻前方の鉸歯はまだ小さい。

オオミゾガイ幼生は室蘭では6月上旬から7月上旬にかけてしばしば出現する。

変態後の形態変化については1958年6月25日 $319 \times 274 \mu$ と $316 \times 261 \mu$ の2個体を飼育した中の成長の

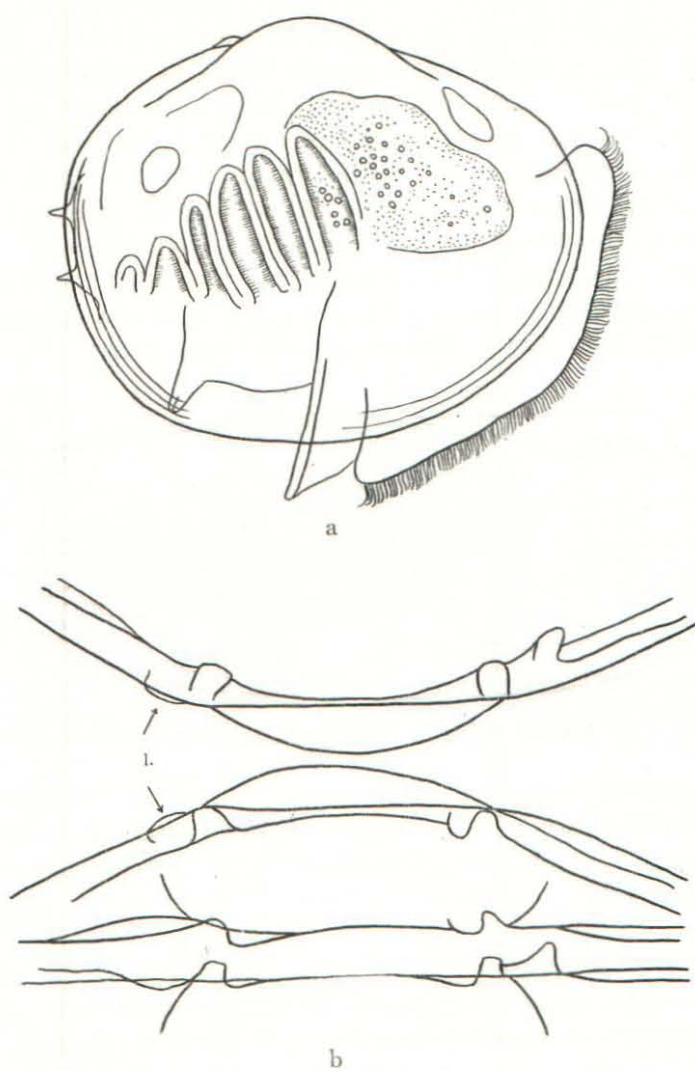


Fig. 10. a : plankton より採集した成熟幼生 356×300 μ
b : 同一個体の敍装



Fig. 11. plankton より採集したより若い幼生
284×237 μ

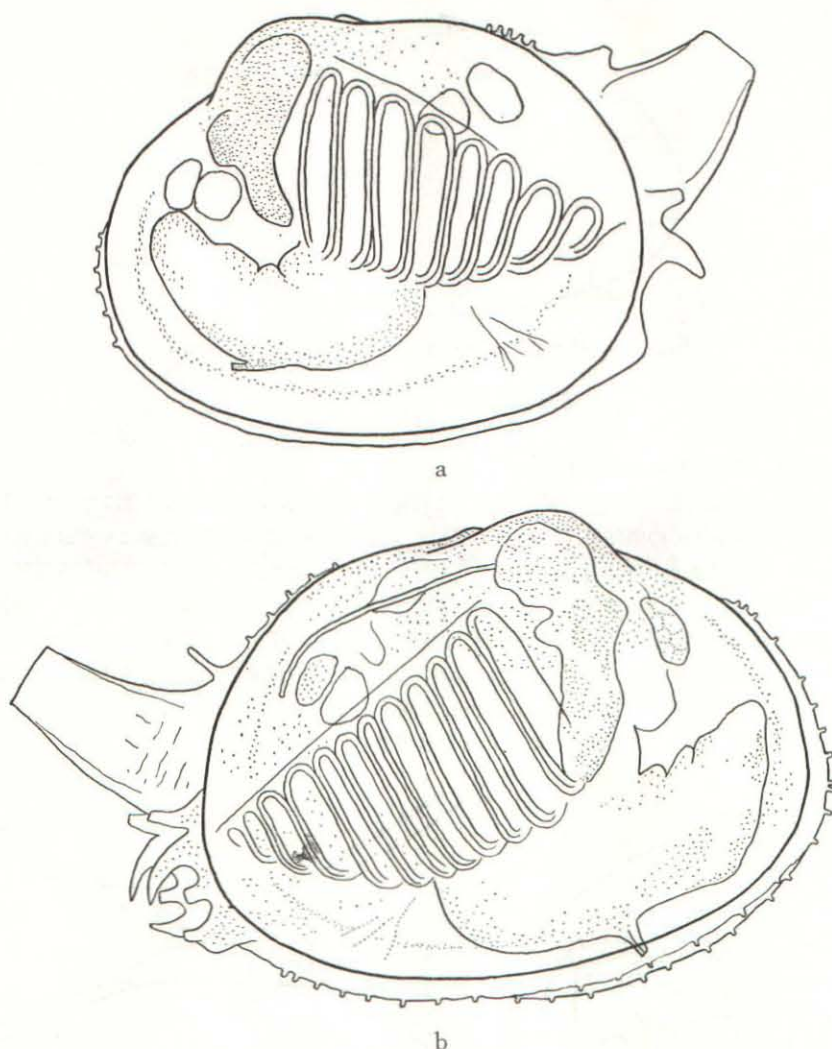


Fig. 12. 浮游幼生より飼育した稚貝 a : $648 \times 521 \mu$ b : $983 \times 775 \mu$

よい個体を例にして述べる。5日後の6月30日には $411 \times 349 \mu$ となり、面盤が消失し後成殻が形成されている。Photo. 20 に示すが、形は変態直後のエゾマテガイと似ている。後成殻は淡黄色で後半が茶色になり、表面は平滑である。体の後端には薄膜細管と上に1対、下に2対の触手がある。外套膜の周縁には多数の小突起がある。7月5日には $545 \times 419 \mu$ 、7月10日には $648 \times 521 \mu$ となり Fig. 12, a に示すが、同じ殻長のエゾマテガイにくらべ殻高が大きく、また前方への成長も大きい。7月15日には $790 \times 611 \mu$ 、7月20日には $983 \times 775 \mu$ となる。Fig. 12, b に示すが殻は後縁下方の成長が大きく、後縁と腹縁のなす角度が小さくなっていく。薄膜細管の下に触手も数を増し入水管を形成し、外套膜周縁の小突起も数が増える。7月25日には $1,220 \times 894 \mu$ 、7月30日には $1,360 \times 1,010 \mu$ 、8月9日には $1,900 \times 1,330 \mu$ となる。Photo. 21 に示す如く殻は後縁下方の成長がいちじるしい。殻は漸次薄茶色になる。出水管も形成されるが入水管と分岐しない。この後8月15日には $2,240 \times 1,530 \mu$ になった。この個体は形、殻装とも、採泥器で採集したオオミゾガイ稚貝と一致するが、内肋は未だ形成されない。採泥器で採集した稚貝を調べると殻長3～4mmの頃内肋が形成され始める。また、この大きさの稚貝では Fig. 13 に示す如く後背縁の韌帯のすぐ後にX型

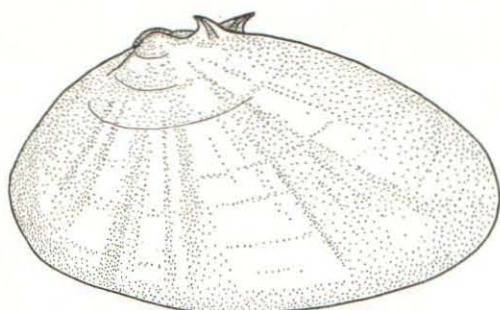


Fig. 13. 採泥器により採集した稚貝 4.21×2.55 mm

に交叉する突起があるが、やがてこれは消失する。

5. オオノガイ *Mya (Arenomya) japonica* Jay

オオノガイ幼生も今まで数回飼育し、最も成長した個体で $4,140 \times 2,280 \mu$ の大きさになった。1959年6月1日採集した $300 \times 269 \mu$ の個体を Photo. 22, 23 と Fig. 14, a に示すが、後縁はやや裁断状で前縁は細くなっている。殻頂はあまり膨出せず、中央よりやや後にある。殻は白色で表面に明瞭な成長脈がある。軟体部はよく観察できるが色素点はない。足には小さな趾があり、足の基部には平衡器がある。消化盲嚢は濃い黄土色で大きな小胞が多数ある。吉田 (1938, 1953) は鎮海の新潟湾で plankton 中から採集した材料を用い、オオノガイ幼生の特徴について述べているが、これとよく一致する。但し吉田は底棲後の稚貝の原殻を調べその大きさを $0.26 \times 0.23 \sim 0.24 \times 0.22 \text{ mm}$ と報告しているが、室蘭で plankton 中に出現する足の発達した成熟幼生は $320 \times 290 \sim 280 \times 260 \mu$ の大きさである。

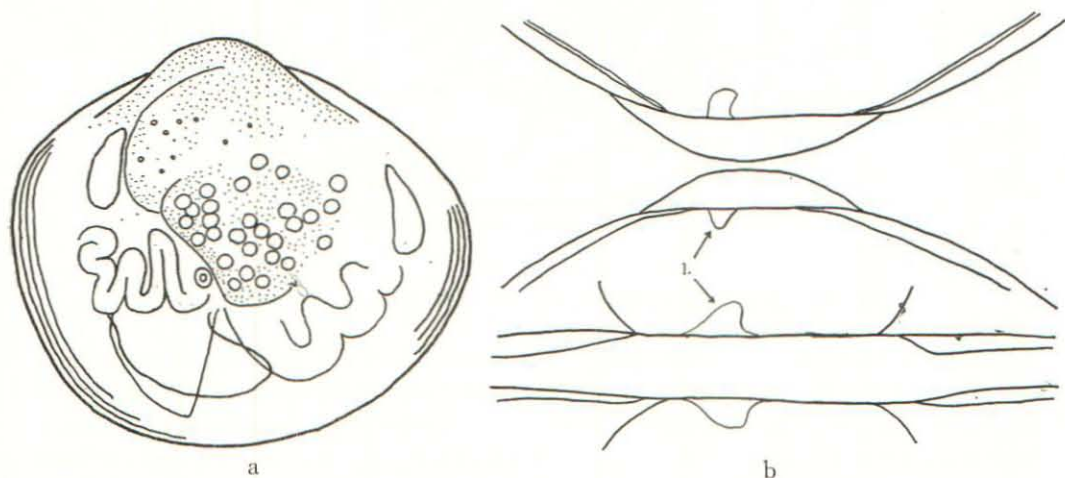


Fig. 14. a : plankton より採集した成熟幼生 $300 \times 269 \mu$
b : 同一個体の鉸装

同一個体の鉸装を Fig. 14, b に示すが、幼鉸板は非常に薄く、歯状の構造は見られない。靱帯は中央より少し後にある。前後背縁には側鉸板があり、出縁は前後とも左殻にある。Rees (1950) はエゾオオノガイ科の幼生の鉸装について、"Provinculum. There is one strong provincular tooth in each valve. In the low-umboned species (*Mya*), which have a thin provinculum, these teeth may almost be described as merely projections. Ridges and flanges. These alternate as in the Tellinacea."

(出縁は前は左殻、後は右殻にある)”と述べており一致しない。Jørgensen (1946) は *M. arenaria* L. と *M. truncata* (L.) の幼生の鉸装について “Hinge differentiations apart from the ligament do not occur in the plankton stage.” と述べており、これと一致するが、Jørgensen は側鉸板についてはふれていない。

オオノガイ幼生は室蘭では5月下旬にはすでに出現しており、6月中旬まで出現する。出現数はあまり多くない。

変態後の形態変化については、1958年5月25日 $313 \times 283 \sim 283 \times 256 \mu$ の大きさの6個体を飼育した中の最も成長のよい個体を例にして述べる。5日後の6月1日には後成殻が形成され $477 \times 372 \mu$ となる。Photo. 24 に示すが後方への成長が大きく、後縁は截断状になっている。後背縁は傾斜がゆるく直線状であるが、前背縁は傾斜が急でふくらんでいる。後成殻は灰白色で表面に成長脈がある。体の後端には薄膜細管と上に1対、下に2対の触手があり、足からは足糸を出して容器に附着している。6月11日には $656 \times 477 \mu$ 、6月16日には $834 \times 611 \mu$ 、6月22日には $1,120 \times 715 \mu$ となる。Photo. 25 に示すが、殻はいちじるしく後方にのび、後縁は方形となり、左右の殻の不相称が生じ右殻がわずかに大きくなる。殻は厚く不透明となり、表面の成長脈は不規則で褶状を呈する。また殻頂から後腹隅にかけて稜角ができる。6月27日には $1,520 \times 912 \mu$ 、7月2日には $1,940 \times 1,180 \mu$ となり、薄膜細管の上下の触手も増加し、出入水管が形成されるが、両者は分岐しない。7月7日には $2,240 \times 1,290 \mu$ 、7月17日は $3,230 \times 2,010 \mu$ 、7月27日には $3,650 \times 2,130 \mu$ と成長する。7月27日の時を Fig. 15 に示すが殻の後縁は漸次丸味をおびてくる。水管も

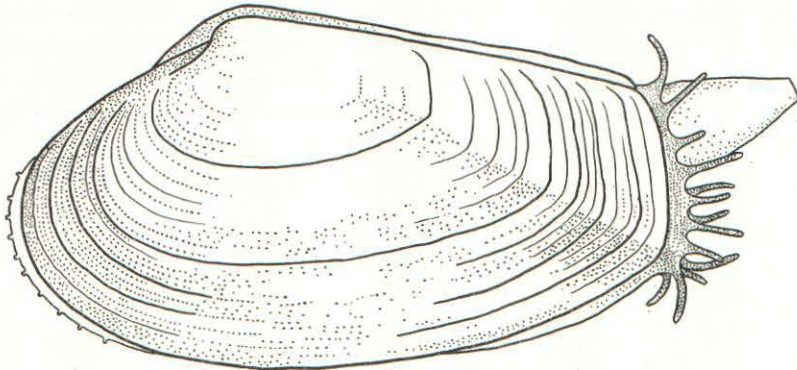


Fig. 15. 浮游幼生より飼育した稚貝 $3,650 \times 2,130 \mu$

よく発達するが薄膜細管はまだ消失しない。外套膜の前縁には多数の小突起がある。この後8月6日には $4,140 \times 2,280 \mu$ にまで成長した。以上の状態は吉田の記述とよく一致する。

6. イシカゲガイ *Clinocardium buelowi* (Rolle)

イシカゲガイ幼生も今まで数回飼育し、一番大きくなった個体で $2,430 \times 2,280 \mu$ まで成長した。この大きさではまだエゾイシカゲガイ *C. californiense* (Deshayes) と区別は困難であるが、室蘭附近では成体はイシカゲガイのみ採集されることからイシカゲガイと同定した。plankton 中に出現するイシカゲガイ幼生は $260 \times 245 \mu$ の大きさでは足が形成されたばかりで、足が発達し面盤が退化しはじめた個体では $379 \times 340 \mu$ の大きさであった。1958年6月29日採集した $277 \times 248 \mu$ の大きさの個体を Photo. 26 と Fig. 16 に、また同年6月28日採集の $379 \times 340 \mu$ の大きさの個体を Photo. 27 に示すが、形はほぼ前後同形で、殻頂は中央よりごくわずかに後により、あまり膨出しない。前後背縁は傾斜がゆるく、若い幼生ではわずかにふくらんでいるが成熟幼生になると逆にわずかにへこんでくる。前、腹、後縁は境が明瞭でなく連続して大きくふくらみ、全体として扇形をしているが、前縁に比べ後縁がわずかに広がっている。殻巾は小さい。殻は白色で

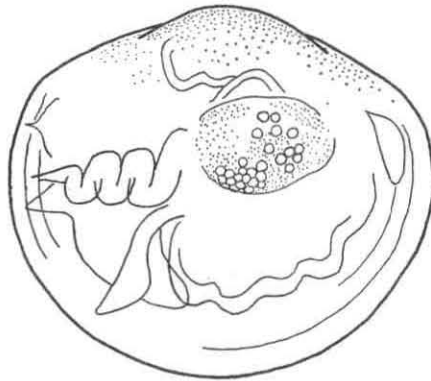


Fig. 16. plankton より採集した成熟幼生 $277 \times 248 \mu$

表面に細かい成長脈がある。軟体部はよく観察できるが色素点はなく、足には大きな趾があり、足の基部に平衡器がある。消化盲嚢は茶褐色乃至黄土色で小胞が密にある。

イシカゲガイ幼生は1959年には採集できなかったため、鉸装を観察することができなかった。室蘭では例年6月上旬から7月上旬にかけてごく少数がときどき出現する。

変態後の形態変化については、1958年6月16日採集した $316 \times 277 \mu$ の大きさの一個体を飼育した場合を例にして述べる。6月22日には後成殻が形成されはじめ $395 \times 340 \mu$ となり、足糸で容器の側壁に附着していた。6月27日には $556 \times 477 \mu$ となり Photo. 28 に示す如く後成殻の表面に放射肋が形成される。肋は後部ほど明瞭で腹縁の中央より前は不明瞭になる。放射肋数は約16であるが、他の飼育例ではほぼ同じ殻長の個体を調べると10~16本の範囲で変異がある。また肋の太さも一様でなく太い細いがあるがその配列順序も個体差がある。殻の形は、後背縁は傾斜がゆるやかで直線状であり、前背縁は傾斜が急でへこんでいる。後縁は巾広くやや裁断状になっている。後成殻は灰白色で不透明、表面には放射肋のほかの不規則な成長脈が

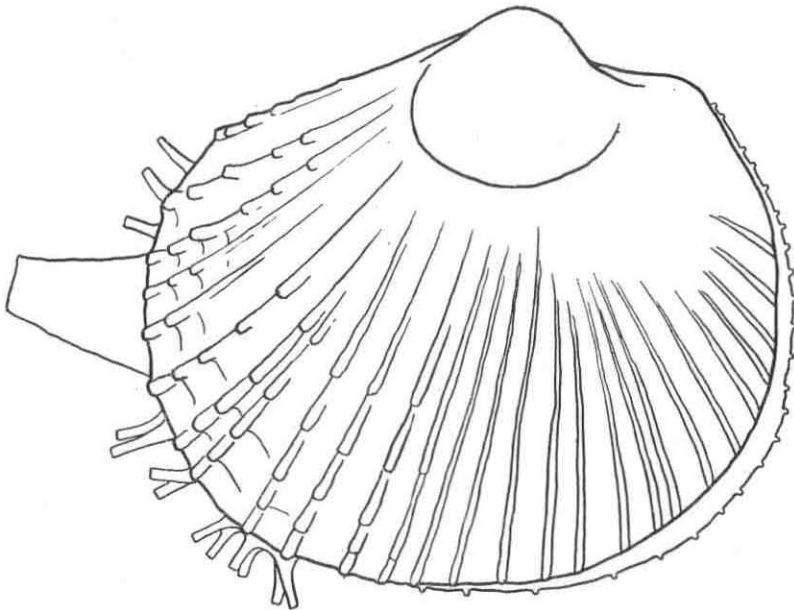


Fig. 17. 浮游幼生より飼育した稚貝 $1,170 \times 1,060 \mu$

ある。体の後端には短かい薄膜細管があり、外套膜の前縁には小突起が数個ある。足の趾には一本の足糸が見られたが、径 $8\sim 9\mu$ で分岐しない。7月2日には $656\times 551\mu$ となり、薄膜細管の下に2対の触手ができるが1対は細管のすぐ下で、1対はかなり離れて後腹隅にある。放射肋は約22になる。7月7日には $700\times 611\mu$ となり、薄膜細管の上に2対、下に3対の触手ができる。外套膜縁の小突起も数を増し腹縁にまでおよび、殻の放射肋も次第に数を増す。7月12日には $834\times 715\mu$ 、7月17日には $998\times 879\mu$ となる。Photo. 29 に示すが、殻は後縁と腹縁の成長が大きく、前背縁は後背縁にくらべいじりしく短い。殻の色は茶色になり、放射肋は約27になる。7月22日には $1,170\times 1,060\mu$ となり、Fig. 17 に示す如く全体が丸くなって来る。放射肋の上には成長脈にそって小さな突起がある。8月1日には $1,560\times 1,410\mu$ 、8月11日は $1,980\times 1,750\mu$ となり、形はさらに丸くなり殻巾も大きくなって来る。8月20日には $2,170\times 2,010\mu$ 、8月30日には $2,390\times 2,200\mu$ となる。Photo. 30 に示すが、色は茶褐色で放射肋は34~35まで数えられ、肋上の突起は見えなくなる。殻頂から後腹隅にかけて弱い稜角ができる。出水部には未だ薄膜細管があり、上に2対、下に6対の触手があるが、水管として突出しない。外套膜縁の小突起は見えなくなった。この後9月5日には $2,430\times 2,280\mu$ に成長した。

7. ホタテガイ *Patinopecten (P.) yessoensis* (Jay)

ホタテガイ幼生は2回飼育し、一番成長した個体で $2,430\times 2,390\mu$ の大きさになった。出現個体数が少ないので測定値も少ないが、plankton 中に出現する幼生で最大の個体は $326\times 287\mu$ であった。この個体は足もあまり発達していないので成熟幼生はもう少し大きいと考えられる。ホタテガイ幼生の特徴については木下(1949)、田中(1958)の報告があるので簡単に述べる。

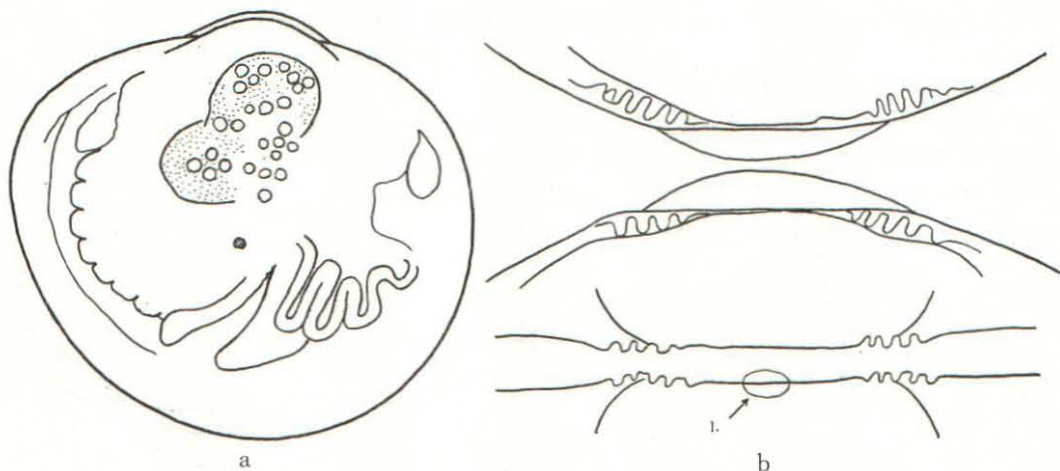


Fig. 18. a: plankton より採集した成熟幼生 $311\times 277\mu$
b: 同一個体の鉸装

1959年6月3日採集した $311\times 277\mu$ の大きさの個体を Photo. 31, 32 と Fig. 18, a に示す。形は後縁が広く、前縁が細くなった卵型で、殻頂はあまり膨出せずほぼ中央にある。殻は黄色味をおびた白色で透明、表面に細かい成長脈がある。軟体部はよく観察でき色素点は明瞭で足には趾がある。

鉸装は Fig. 18, b に示すが、田中の附着稚貝の原殻における観察とよく一致する。薄い幼鉸板は両端が厚くなり、そこに各5~6個の鉸歯がある。鉸歯は直線部をはずれ前後背縁にまでおよぶが、他の種類に見られるような側鉸板はない。靱帯は幼鉸板の中央にある。

ホタテガイ幼生は室蘭では調査開始時にはすでに出現しており、7月中旬頃までときどき出現する。

変態後の形態変化については、いずれホタテガイ研究グループが報告するので、ここでは1958年6月24日

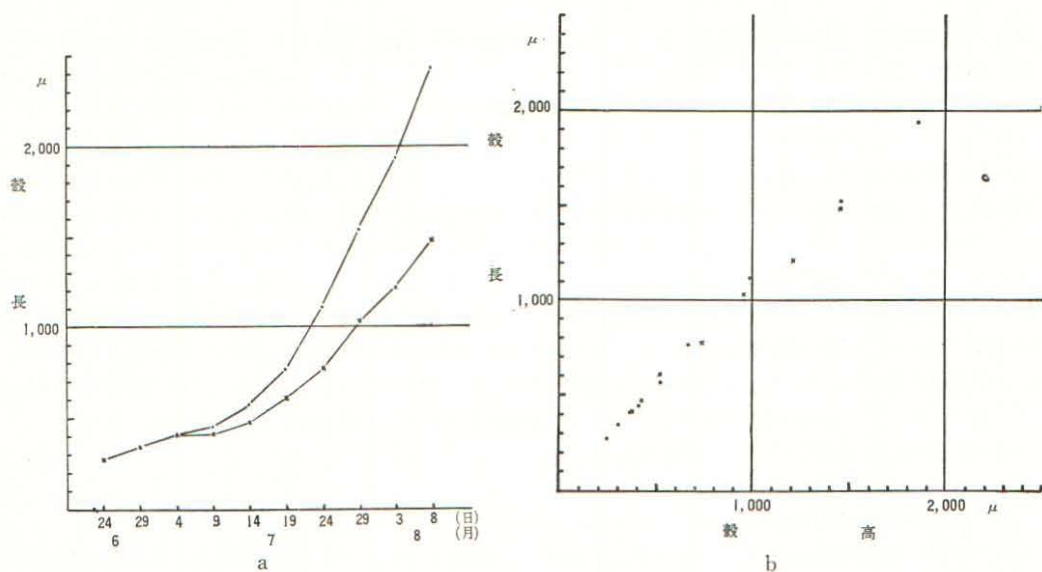


Fig. 19. a : 1958年6月24日より飼育した2個体の幼生の成長
b : aと同じ2個体の殻長と殻高の関係

採集した 277×253 , $277 \times 250 \mu$ の2個体を飼育したときの成長の状態と殻長と殻高の関係を Fig. 19, a, b に示し, 8月8日の $2,430 \times 2,390 \mu$ のときの稚貝を Photo. 33 に示すにとどめる。

8. キヌマトイガイの一種 *Hiatella* sp.

この種類の幼生も数回飼育して一番成長した個体で $1,824 \times 950 \mu$ の大きさになった。変態後の稚貝の形態については後で詳しく述べるが, 後背縁と, 殻頂から後腹隅にかけて走る稜角の上に突起があり *Hiatella arctica* と考えられるが, 明確でないので *H. sp.* として報告する。

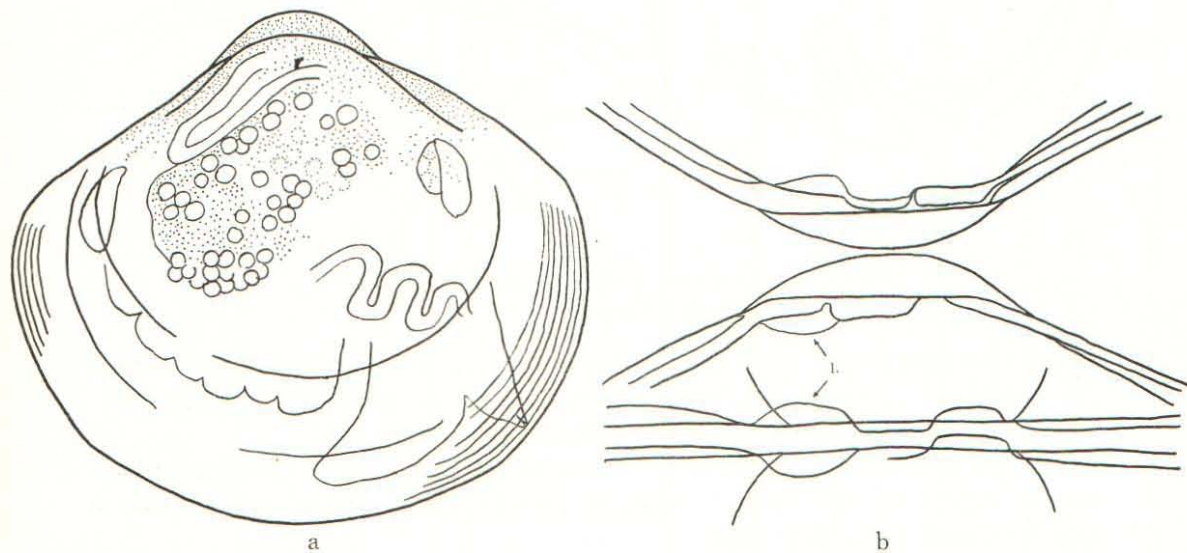


Fig. 20. a : plankton より採集した成熟幼生 $419 \times 366 \mu$
b : 同一個体の鉸装

この種の幼生は調査中 plankton 中に出現した斧足類幼生のうちでは最も大型で 400μ を超える大きさの個体もしばしばあった。測定した個体のうち最大のものは $419 \times 366\mu$ であった。1959年6月7日採集した $419 \times 366\mu$ の個体を Photo. 34, 35 と Fig. 20, a に示すが、殻頂は中央より少し後にあって強く膨出し、後縁は広く前縁は細くなっている。前後背縁は直線状でありふくらまず、腹縁は前縁、後縁と共に大きくふくらんでいるが、それぞれの境界は角ばって明瞭である。殻巾も大きい。殻は厚く不透明で濃い黄色をしており、表面には明瞭な輪脈がある。軟体部は観察しにくいですが、面盤には一本の鞭毛があり、足には大きな蹼とその基部に平衡器がある。色素点は見られず、消化盲嚢は黄緑色で大きな小胞が密にある。幼生の形および特徴は *H. arctica* (= *Saxicava arctica*) (Lebour 1938, Jørgensen 1946, Rees 1950), *H. rugosa* (= *S. rugosa*) (Jørgensen 1946) の幼生より *H. orientalis* (宮崎1938) の幼生に似ている。

同一個体の鉸装を Fig. 20, b に示すが、全体の大きさにくらべ幼鉸板は非常に短かく、左殻ではその中

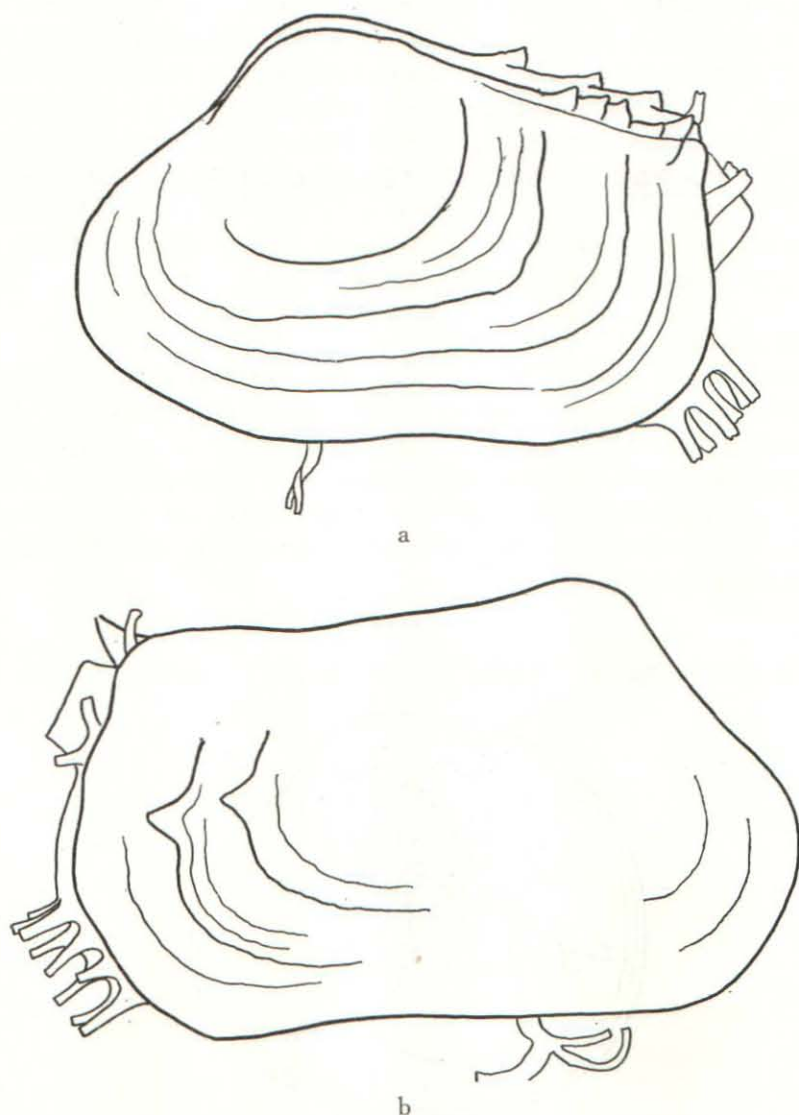


Fig. 21. 浮游幼生より飼育した稚貝 a : $687 \times 474\mu$ b : $1,090 \times 671\mu$

尖に、右殻では前端に大きな矩形の鋭歯が一つずつあり、靱帯は幼鋭歯の後端にある。また側鋭歯も発達し出縁は前側鋭歯では左殻に、後側鋭歯では右殻にある。以上の特徴は Rees (1950) によるキヌマイトイガイ超科 Hiatellacea (=Saxicavacea) についての記述とよく一致する。

この種類の幼生は室蘭では6月上旬から7月中旬にかけてときどき出現する。

変態後の形態変化については1958年7月2日採集した 348×308 , $332 \times 306 \mu$ の2個体を飼育した場合の成長のよい個体を例にして述べる。5日後の7月7日には $358 \times 316 \mu$ に成長したが未だ浮游しており、7月12日には $442 \times 340 \mu$ になり後成殻が形成されはじめた。Photo. 36 に示すが、形は前後に長く、後縁は数断状になっている。後背縁は傾斜がゆるく直線状で大きな棘状の突起が2対あり、前背縁は傾斜が急でくぼんでいる。後成殻は灰白色で表面に皺状の不規則な成長脈がある。体の後端には薄膜細管があるが、これは殻の後縁の上端にあっていちじるしく上に向いており、すぐ下に1対の触手がある。また、後縁の下端には下に向いて2対の触手がある。すなわち出水部と入水部は非常に離れている。7月17日には $537 \times 395 \mu$ となり、形はさらに前後に長くなり腹縁がへこんでくる。後背縁の棘は3対になる。7月22日には $593 \times 387 \mu$ となり、7月27日には $687 \times 474 \mu$ となる。Fig. 21, a に示すが右殻が左殻にくらべやや大きくなり後背縁上の棘も数を増す。薄膜細管の周囲の触手は2対になり、入水部の触手も3対になり管状に癒合して入水管が形成される。足の趾の附近から足糸を出して容器の側壁に附着しているが、足糸は2, 3分岐している。8月1日には $909 \times 566 \mu$ となり殻頂から後腹隅に走る稜角上にも2個棘ができる。足糸も分岐が多くなり樹枝状になる。8月6日の $1,090 \times 671 \mu$ の時を Fig. 21, b に示し、8月25日 $1,630 \times 836 \mu$ の時も Photo. 37 に示すが、前背縁は漸次傾斜が急になり全体が矩形に近くなる。後背縁の棘は硅藻が多数附着したため観察しにくくなった。この個体は9月5日には $1,824 \times 950 \mu$ になった。

9. イガイ科 Mitilidae

イガイ科の幼生については Nelson (1928), 吉田 (1936, 1953), Jørgensen (1946), 田中 (1958) はじめ多くの研究者の報告がある。室蘭においても成貝は *Mytilus*, *Crenomytilus*, *Modiolus*, *Musculus*, *Adula* の各属が生息しており、今までの飼育例から変態後の形態についていくつかの type に分けることができる。しかし浮游幼生の形態は非常に似ており区別が困難であり、変態後も種を確かめるまで飼育することができなかった。正確な種の特徴は人工受精による方法が確実と思われるが、現在そこまでの知識を必要としないので、今までの飼育例を type 別に記載するにとどめる。なおイガイ科の変態後の稚貝の大きさは便宜上個体の最長部の長さを用いる。

i) a type

1958年7月23日採集した 316×298 , 327×295 , 319×292 , $316 \times 284 \mu$ の4個体を飼育したが、そのうち

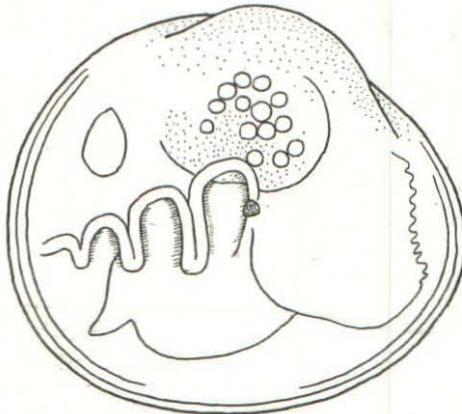


Fig. 22. plankton より採集した成熟幼生 $316 \times 298 \mu$

の1個を Photo. 38 と Fig. 22 に示す。幼生の形は後縁が巾広く前縁が細くなった卵形で、殻頂はゆるく膨出している。殻は黄色で表面は平滑である。軟体部はよく観察でき色素点は明瞭で足には鰓がある。しかし以上は Mytilidae, 特に *Mytilus* の幼生の一般的な特徴で、後述する他の type ともすべて共通している。

飼育5日後の7月28日には2個体は Photo. 39 に示す如く後成殻が形成され、最長部はそれぞれ 403, 413 μ となり足糸で容器の側壁に附着している。後成殻の色は1個は青紫色、1個は赤紫色である。8月2日には 482, 453 μ に成長するが、他の2個体は 363, 334 μ で未だ浮游している。8月7日には全個体変態しそれぞれ 545, 561, 387, 373 μ となり、8月15日には 711, 679, 569, 395 μ となる。前3個体の殻は青色であるが他の1個体は薄茶色である。その後8月30日には 864, 805, 760, 651 μ に成長し、形は Photo. 40 に示す如く後方への成長が大きく殻頂は前にかたより *Mytilus* 属の成体に似てくる。しかし吉田(1936, 1953)の *M. crassitesta* の記載とくらべると、後縁と前縁の巾の差が小さく、後縁と腹縁のなす角度が大きい。また後縁と背縁の境はふくらみを持っている。殻の色は前3個体は古い部分は青色で周縁が薄茶色をしているが、他の1個体は全部薄茶色である。また9月16日最大 894 μ まで飼育したが、殻の表面は平滑で剛毛は観察されなかった。後成殻の色彩については吉田も天然で採集した *M. crassitesta* 稚貝を調べ個体差が大きいと述べており、この場合も本質的特徴とは考えられない。

ii) b type

1959年6月25日採集した 332 $\times$ 287 μ の1個体を飼育した。Photo. 41 に示すが、形態的特徴は a type とほぼ一致する。ただ殻がより厚く、周縁部が濃い黄色をしている。また背縁は殻頂の附近だけ直線状になっている。この個体は8月10日に最長部 1,100 μ の大きさに成長した。Photo. 42 に示す如く型は a type に似ているが、後縁と前縁の巾の差が大きい。また後縁と腹縁のなす角度が a type より小さくその境界が不明瞭であるが、後縁と背縁の境界は明瞭である。殻の色は紫色で、周縁の新しい部分が赤褐色をしている。殻の表面に剛毛は観察されなかった。この b type は *Mytilus* 属と考えられる。

iii) c type

1958年6月17日採集した 283 $\times$ 253 μ の1個体を飼育した。Photo. 43 に示す如く特徴は a type とほとんど同じで、ただ殻がより厚く不透明である。飼育後5日目の6月27日には 292 $\times$ 269 μ で未だ浮游しているが、7月2日には後成殻が形成されはじめ 316 $\times$ 284 μ 、最長部 324 μ に成長した。7月7日には 403 μ となり型は b type に似ているが、殻は灰白色である。この後7月12日には 466 μ 、7月17日には 593 μ 、7月22日には 750 μ になった。7月27日の 924 μ の大きさの時を Photo. 44 に示すが型はあまり変化しないで、殻は茶色になり表面に剛毛が観察される。この個体は8月30日には 2,090 μ まで成長し、翌年の3月まで生存したが 2,130 μ 以上成長しなかった。8月30日のときを Photo. 45 に示すが、殻頂は漸次前方に偏り、剛毛は数と大きさを増してくる。この c type は *Modiolus* 属、特にエゾヒバリガイと考えられる。

10. 種不明 (1) (Mactracea?)

この種類の幼生も今まで数回飼育し、最大の個体で 1,410 $\times$ 1,140 μ の大きさとまで成長したが種を同定することができなかった。ただ後述する如く変態後の稚貝の鉸歯の状態からバカガイ超科 Mactracea, 特にバカガイ科 Mactridae に属すると考えられる。

plankton 中に出現する幼生の大きさは 261 $\times$ 253 $\sim$ 198 $\times$ 190 μ であまり大型でない。1959年7月17日採集した 261 $\times$ 253 μ の個体を Photo. 46, 47 と Fig. 23, a に示す。形は後縁が巾広い卵形で殻頂が中央より少し後方にあり、エゾバカガイの幼生に似ているが、殻頂はエゾバカガイほど膨出せず、また左右同形である。殻巾はあまり大きくない。殻は薄い黄色で殻頂の前方がやや赤味をおび、表面には細かい輪脈がある。殻は薄く軟体部はよく観察できるが色素点はなく、消化盲嚢は黄土色で小さな小胞が少し見られる。足には鰓はない。

同一個体の鉸装を Fig. 23, b に示すが、両殻の幼鉸板には各一個の大形の矩形鉸歯があり、左殻の前背

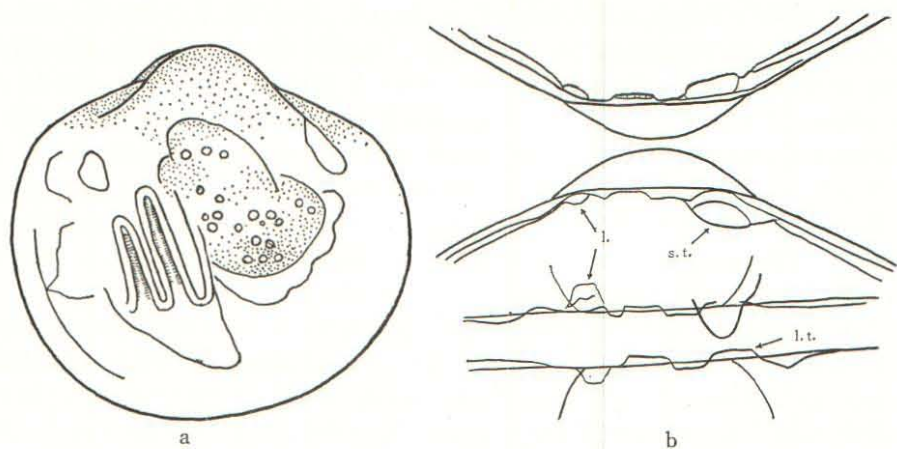


Fig. 23. a : plankton より採集した成熟幼生 261×253 μ
b : 同一個体の鉸装

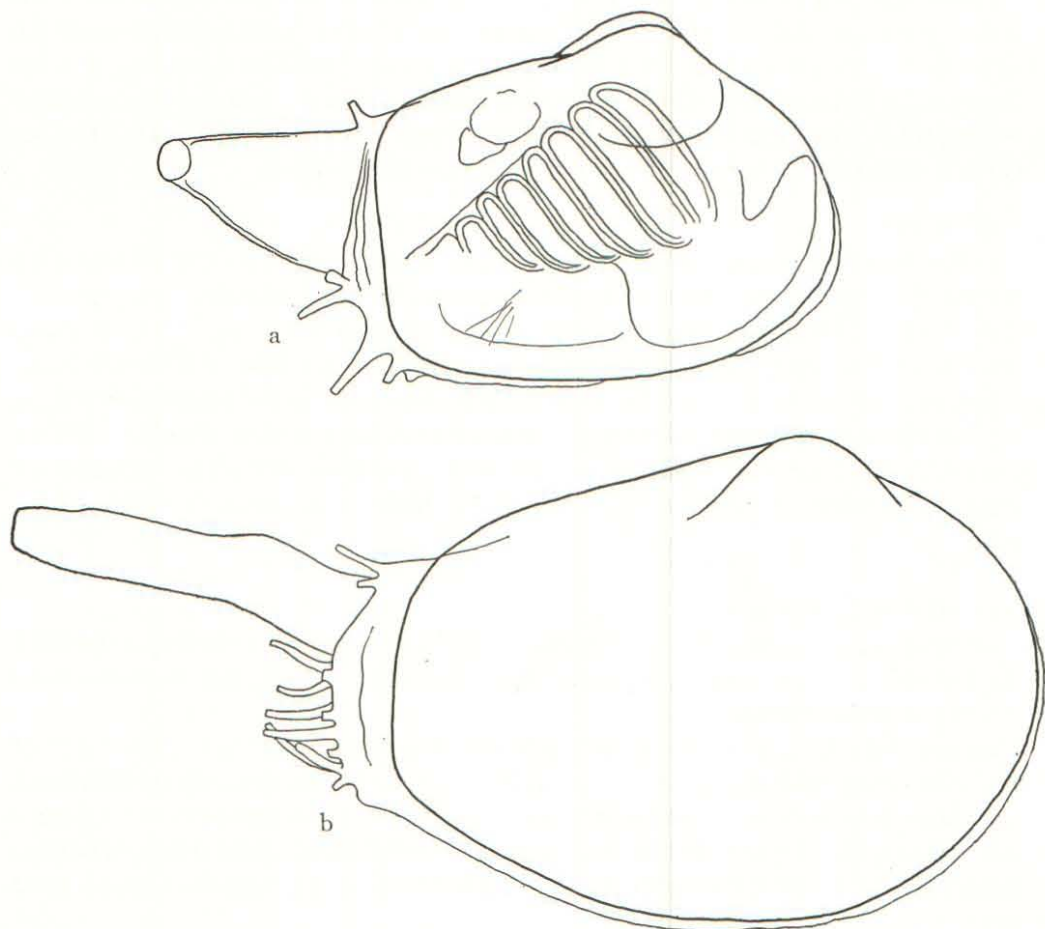


Fig. 24. 浮游幼生より飼育した稚貝 a : 600×466 μ b : 1,150×894 μ

縁には筧状の特殊鉸歯が、右殻の前背縁には側鉸歯がある。靱帯は幼鉸板の後端にある。また前後背縁には側鉸板があり出縁は前後とも左殻にある。以上の特徴はウバガイ、エゾバカガイとよく似ている。

この種の幼生は室蘭では7月上旬から8月にかけて出現する。

変態後の形態変化については1958年7月17日採集した $253 \times 229 \mu$ の1個体を飼育した場合を例にして述べる。7月22日には $284 \times 269 \mu$ となり面盤は消失し、体の後端に薄膜細管とその下に1対の触手が見られる。7月27日には $435 \times 358 \mu$ となり Photo. 48 に示すが後成殻ができはじめる。後成殻は灰白色で薄く透明で、殻の後縁は巾広く裁断状になっている。薄膜細管の上に1対、下に2対の触手ができる。8月1日には $600 \times 466 \mu$ となり Fig. 24, a に示すが殻は後方への成長が大きく、後背縁は傾斜がゆるやかである。入水部の触手も数を増し管状に癒合して入水管を形成する。8月6日には $864 \times 671 \mu$ 、8月11日には $1,150 \times 894 \mu$ となる。Fig. 24, b に示すが殻は後方に漸次細くなり、前縁の方が広がる。また背縁部の成長も大きく殻頂はめだたなくなってくる。殻長の割には殻は薄く弱い。また薄膜細管を押し上げるように長い水

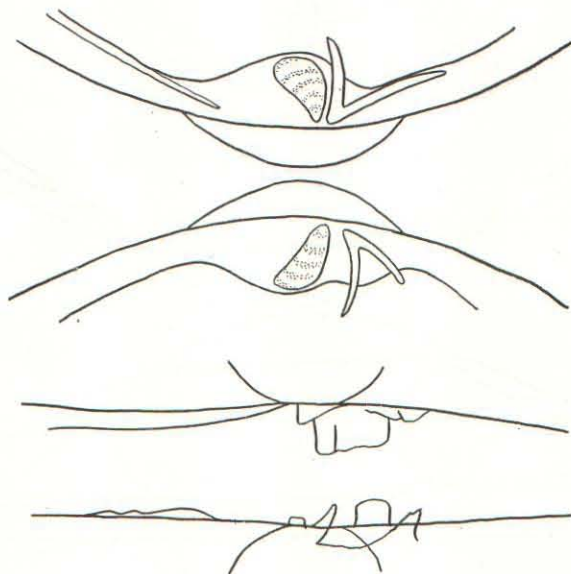


Fig. 25. 浮游幼生より飼育した稚貝の鉸装 $879 \times 720 \mu$

管が形成されはじめるが出入水管は分岐しない。この個体をここで固定したため別の飼育例から $1,370 \times 1,100 \mu$ の個体を Photo. 49 に示し、 $879 \times 720 \mu$ の個体の鉸装を Fig. 25 に示す。この稚貝は種を同定することはできなかったが、その鉸装に弾帯受と $\wedge$ 型の主歯があることと浮游幼生の諸特徴からバカガイ超科、特にバカガイ科に属すると考えられる。室蘭およびその附近に産するバカガイ超科の種類はウバガイ、エゾバカガイの他にはミルタイ、ナガウバガイがある。また有珠ではクチバガイ *Caecella chinensis* Deshayes も産する。

11. 種不明(2)

この種類は飼育が容易で今までに十数回飼育し、最大 $2,890 \times 2,160 \mu$ の大きさにまで成長したが種を同定することはできなかった。この種の幼生は比較的大型で plankton 中に出現する個体は大部分 300μ を越え、測定した個体のうちの最大は $387 \times 332 \mu$ であった。1959年6月18日採集した $356 \times 321 \mu$ の大きさの個体を Photo. 50, 51 と Fig. 26, a に示すが、形は殻頂が中央より少し後方にあり、前後背縁は傾斜がゆるくあまりふくらまず、腹縁は前縁および後縁と共に大きくふくらんで全体として扇形をしている。イシカゲガイ幼生と形は似ているが、殻頂はより膨出しており、前縁は後縁にくらべやや細くなっている。殻巾

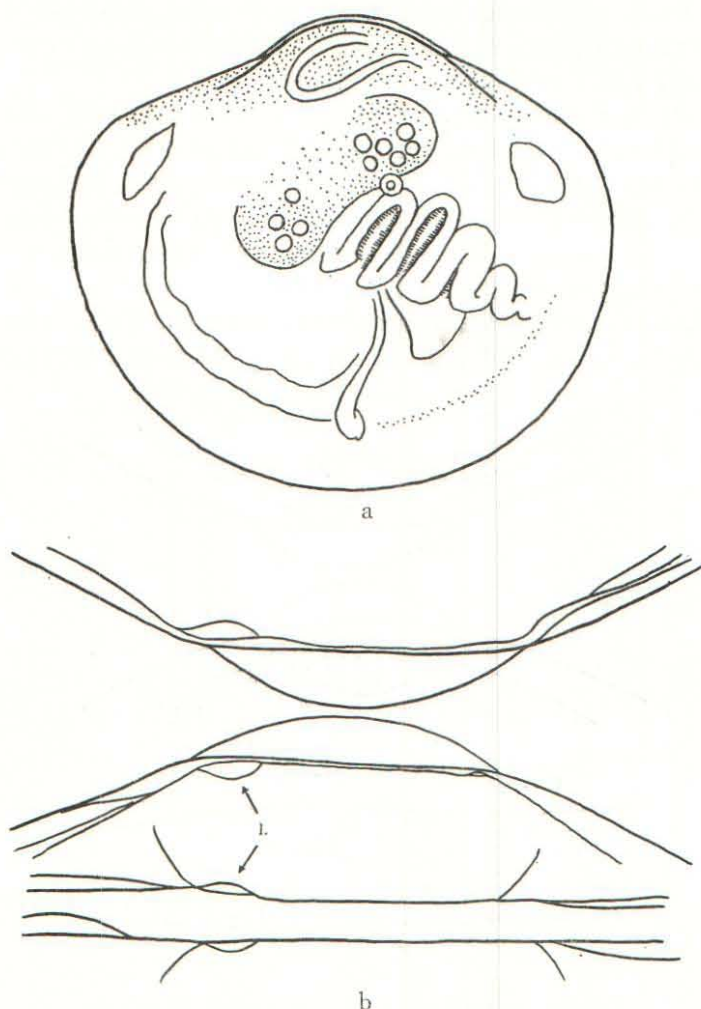


Fig. 26. a : plankton より採集した成熟幼生 $356 \times 321 \mu$
b : 同一個体の鉸装

は小さい。殻は灰白色で透明、表面は滑らかで細かい輪脈がある。軟体部はよく観察できるが色素点はなく消化盲嚢は黄または黄土色で小胞はまり大きくない。足には鰓が発達している。

同一個体の鉸装を Fig. 26, b に示すが、幼鉸板は非常に薄く歯状の構造は見られない。靱帯は幼鉸板の後端にある。前後背縁には側鉸板があり、出縁は前側鉸板では左殻、後側鉸板では右殻にある。

この種の幼生は室蘭では6月中旬から7月上旬にかけて多数に出現する。

変態後の形態変化については1958年6月28日採集した $308 \times 277 \mu$ の1個体を飼育した場合を例に述べる。5日後の7月3日には $332 \times 292 \mu$ となり、足が発達し面盤もほとんど消失した。7月8日には $395 \times 348 \mu$ になり後成殻が形成されはじめた。Fig. 27, a に示すが、後成殻は灰白色で表面に放射状に並んだ多数の顆粒状の小突起が見られる。体の後端には太い薄膜細管と、その上に1対、下に2対の触手がある。7月13日には $411 \times 379 \mu$ 、7月18日には $593 \times 514 \mu$ となり、形は前後に長くなり後縁は裁断状になる。殻巾も漸次大きくなる。外套膜縁も殻の表面と同様顆粒状を呈するが、これは殻皮が厚く、外套膜縁上に覆っているためと考えられる。7月23日には $889 \times 700 \mu$ となる。Photo. 52 に示すが、形はさらに前後に長くな

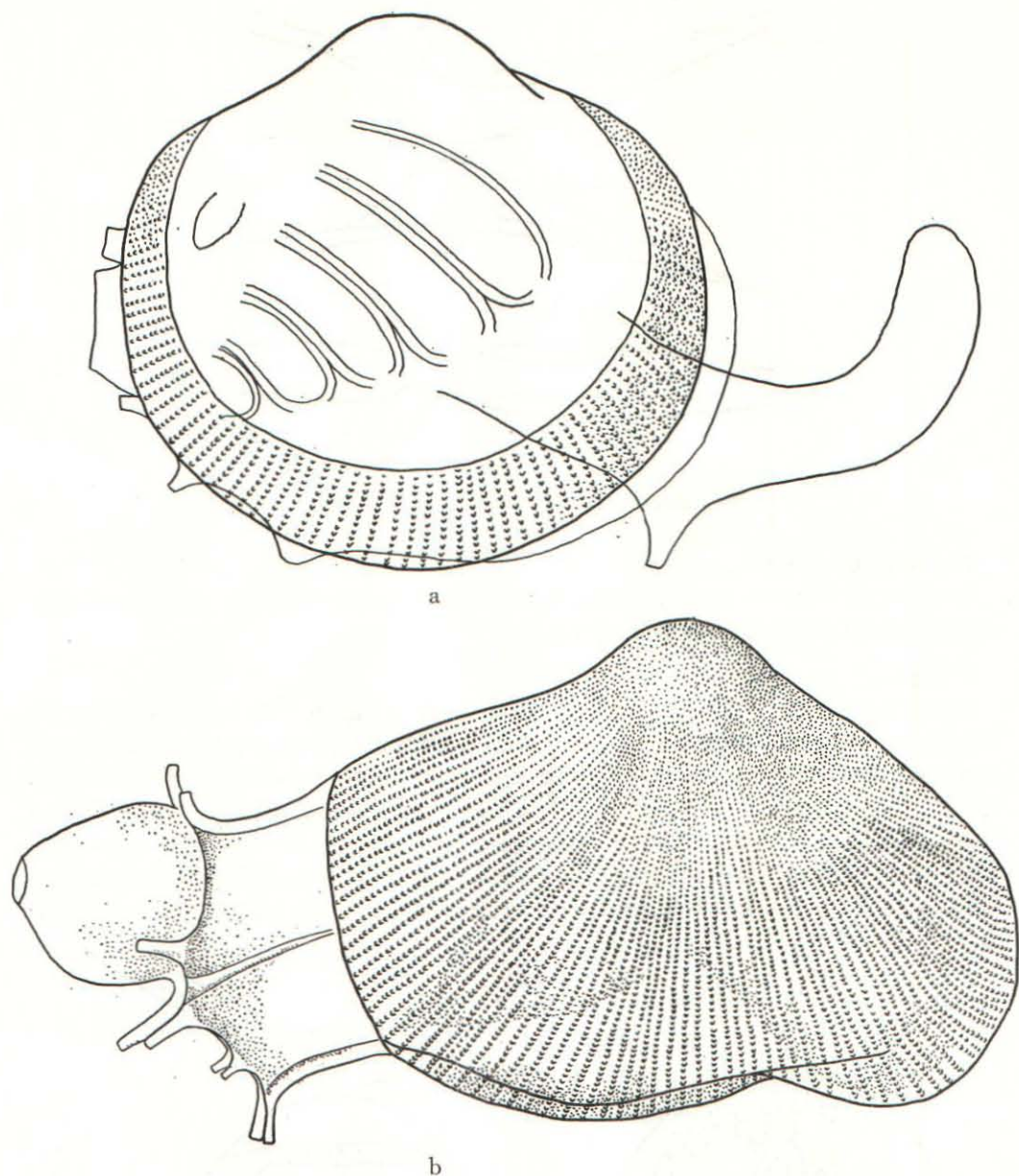


Fig. 27. 浮游幼生より飼育した稚貝 a : $395 \times 348 \mu$ b : $1,980 \times 1,480 \mu$

る。後縁の外套膜が癒合して、薄膜細管を押し上げるように水管が形成される。出入水管は分岐せず、入水管の触手は3対しかない。水管は赤色をしている。その後7月28日には $1,240 \times 924 \mu$ 、8月2日には $1,600 \times 1,250 \mu$ 、8月7日には $1,980 \times 1,480 \mu$ 、8月12日には $2,240 \times 1,710 \mu$ と成長するが水管が大きくなり、触手の数を増すほか大きな変化はない。8月7日の時の状態を Fig. 27, b に示し、別の飼育例から $2,580 \times 1,980 \mu$ の大きさの時の状態を Photo. 53 に示す。飼育中1度容器の側壁に附着していたが、足糸を観察することはできなかった。また底棲稚貝調査で得た同一種の $2,890 \times 1,940 \mu$ の大きさの個体の紋装を Fig. 28 に示すが種類は不明である。

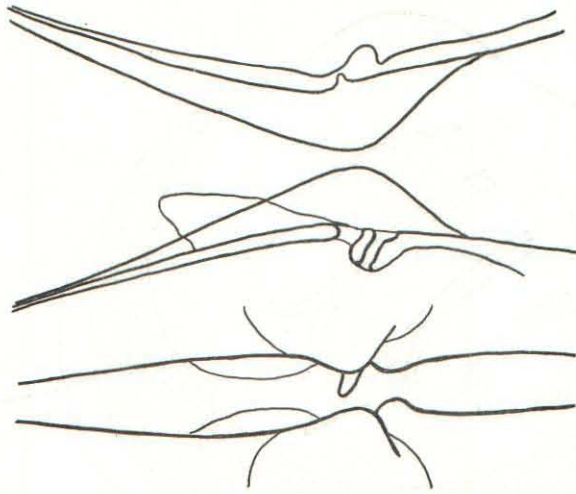


Fig. 28. 採泥器により採集した稚貝の鉸装 $2,890 \times 1,940 \mu$

12. 変態しなかった種類

以上述べた種類のほかに、飼育しても変態せず種を同定することができなかったが、形態的に区別できる幼生が数種出現している。以下その特徴を述べる。

i) type 1.

1959年7月23日採集した $227 \times 227 \mu$ の個体を Photo. 54, 55 と Fig. 29, a に示す。この幼生は今まで数回飼育したが一度も後成殻を形成しなかった。plankton 中に出現する幼生の大きさは今まで測定した個体で $230 \sim 200 \mu$ 位である。Fig. 29, a に示した個体はまだ足が小さいのでもう少し大きくなると思われる。形は殻頂が中央より少し後にあつていちじるしく膨出し、殻長と殻高がほぼ等しい。前後背縁は傾斜が急でややふくらみをおび、腹縁は前縁および後縁と境がなく大きくふくらんでいるが、後縁にくらべ前縁が少し細くなっている。殻は黄色で殻頂のすぐ前がやや赤みをおびている。殻は比較的厚く表面に同心円状の規則的な輪脈が見られる。軟体部は観察しにくい、色素点は見られず、消化盲嚢は黄土色で大きな小胞が

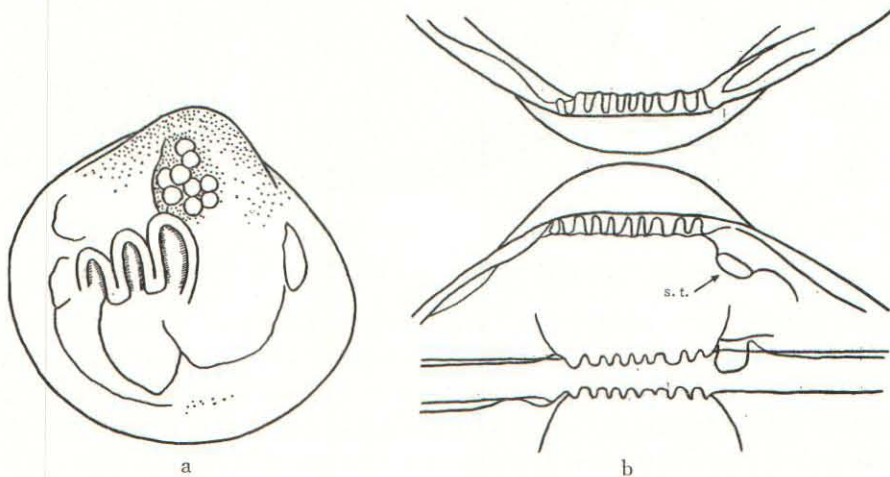


Fig. 29. a : plankton より採集した成熟幼生 $227 \times 227 \mu$

b : 同一個体の鉸装

見られる。

同一個体の鉸装を Fig. 29, b に示すが、厚く短い幼鉸板には両殻とも、ほぼ同じ大きさの鉸歯が9～10個ずつ並び、左殻の前背縁には大きな特殊鉸歯がある。靱帯は幼鉸板の後端にある。前後背縁には側鉸板があり、出縁は前後とも左殻にある。

この種の幼生は室蘭では7月下旬以降かなり多数出現する。

ii) type 2.

1959年6月30日採集した $308 \times 277 \mu$ の大きさの個体を Photo. 56, 57 と Fig. 30, a に示す。この種類も

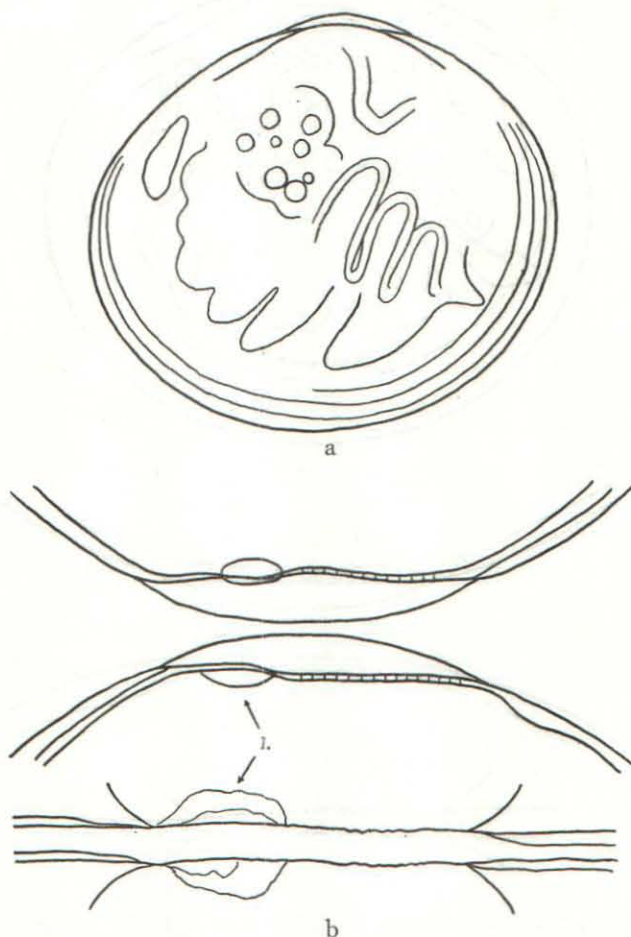


Fig. 30. a : plankton より採集した成熟幼生 $308 \times 277 \mu$
b : 同一個体の鉸装

今まで数回飼育したが一度も変態しなかった。殻頂は低く、中央よりやや後にある。腹縁は前、後縁とともにふくらんでその境は不明瞭であり、前後背縁もふくらみを持っている。前縁にくらべ後縁がやや広い。殻巾も比較的大きい。殻は厚く淡黄色で表面に細かい輪脈が見られる。軟体部は観察しにくい。消化盲嚢は黄色で大きな小胞がごく少数見られ、足には趾が発達している。この種類の 250μ ほどの大きさの幼生は、ウバガイの殻頂膨出期の幼生と似ているが、生きている個体では足に趾があることですぐ判別できる。

鉸装は Fig. 30, b に示すが幼鉸板は薄く、左右両殻ともごく小さい不規則な鉸歯が多数見られ、幼鉸板

の中央より少し後方に靱帯がある。前後背縁には側鉸板があり出縁は前側鉸板では左殻、後側鉸板では右殻にある。

この種の幼生は室蘭ではウバガイと同じ頃出現するが出現個体数はあまり多くない。

iii) type 3.

1959年6月15日採集した $356 \times 316 \mu$ の大きさの個体を Photo. 58, 59 と Fig. 31, a に示す。この種の

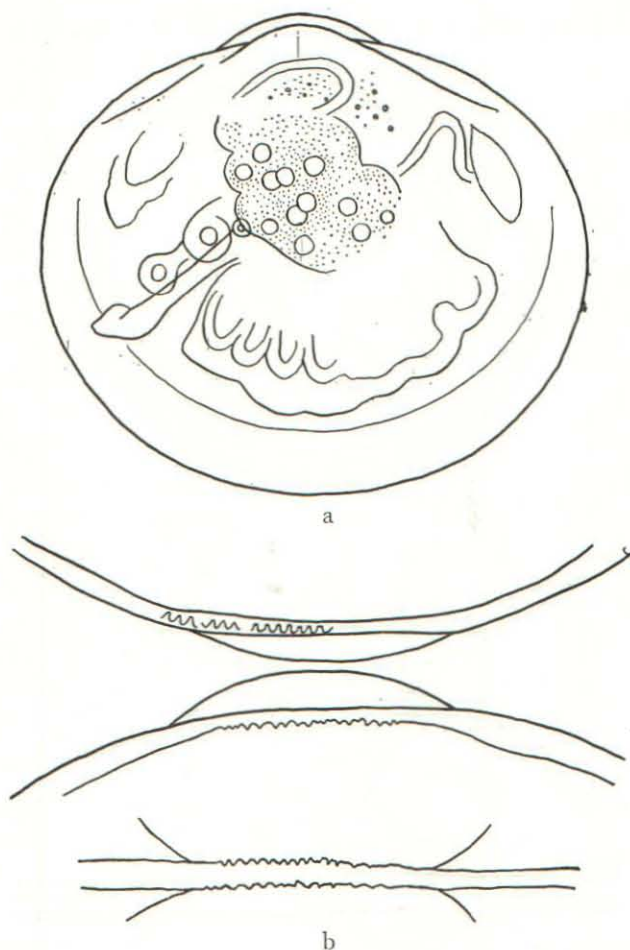


Fig. 31. a : plankton より採集した成熟幼生 $356 \times 316 \mu$
b : 同一個体の鉸装

幼生も数回飼育したが後成殻を形成した個体は1個体もなかった。この幼生は大型で出現する個体はほとんど 300μ を越え、 360μ の個体ではまだ足が形成されていない。形は非常に特徴的で、殻頂はほぼ中央にあり膨出せず、背縁、前縁、腹縁、後縁は境界が明瞭でなく全体が楕円形をなしており、前後はほぼ対象に見える。殻巾は小さく、殻は薄く白色透明で表面はほぼ平滑である。消化盲嚢は黄色または黄緑色で大きな小胞がある。前後の閉殻筋は大きくほぼ対象的に位置している。1958年に飼育した1個体は $390 \times 353 \mu$ に成長したが後成殻は形成されず、足には趾があり足糸で容器の側壁に附着していた。

鉸装は Fig. 31, b に示すが、薄く短かい幼頂板には不規則な小さな鉸歯が多数ある。側鉸板はなく、靱

帯は観察できなかった。

この種の幼生は室蘭では6月，ウパガイと同じ頃ごく少数出現する。

iv) type 4.

1959年6月12日採集した $324 \times 332 \mu$ の大きさの個体を Photo. 60 と Fig. 32, a に示す。この種も一度も後成殻を形成したことがなかった。形は非常に特徴的で殻頂がいちじるしく膨出し，前後背縁は傾斜が急で，殻長より殻高が大きい。腹縁は前，後縁とともに大きくふくらんでいるが，前縁より後縁が広い。殻は厚く不透明で濃い黄褐色をし，表面に強い輪脈がある。出現する幼生の大きさは大体 $320 \times 300 \mu$ である。

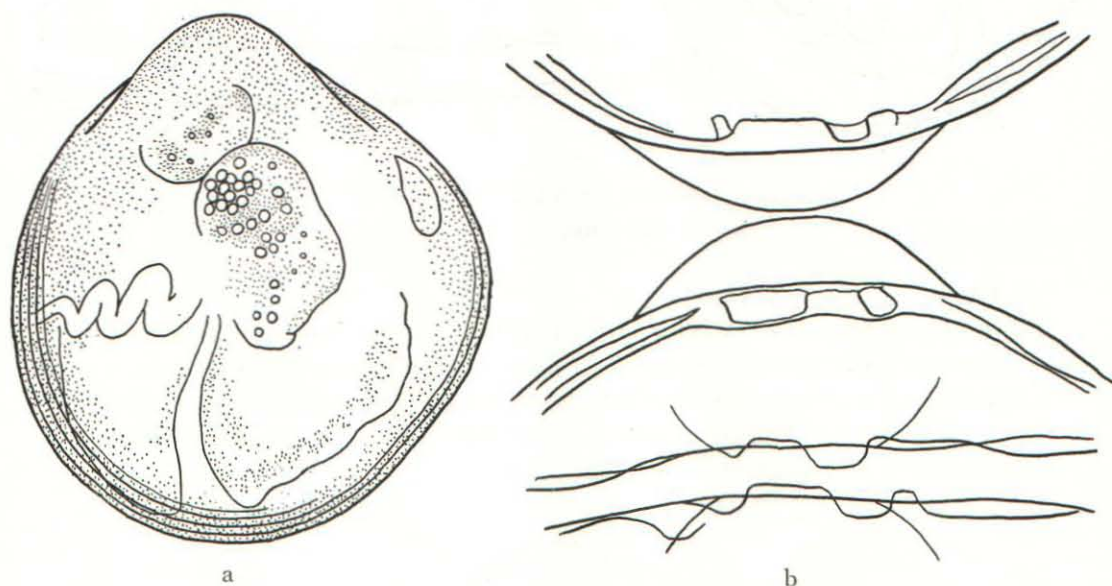


Fig. 32. a : plankton より採集した成熟幼生 $324 \times 332 \mu$
b : 同一個体の鉸装

鉸装は Fig. 32, b に示すが幼鉸板は厚く短かく，左右両殻とも2個の矩形的鉸歯があり，靱帯は幼鉸板の後端にある。前後背縁には側鉸板があり，出縁は前後とも左殻にある。

この種の幼生は室蘭では調査期間中時々ごく少数個体が出現する。

この幼生の形は宮崎 (1938), Jørgensen (1946) による Teredinidae の幼生に似ており，飼育容器に木片を入れたこともあるが変態しなかった。

v) type 5.

1959年6月23日採集した $277 \times 277 \mu$ の大きさの個体を Photo. 61, 62 と Fig. 33, a に示す。この種の幼生は4年間の調査中，この日に数個採集したのみである。他の個体を飼育したが成長しなかった。形は殻長と殻高がほぼ等しく，左殻の殻頂のみ膨出する。前後背縁の傾斜は急で，腹縁は前，後縁とともに大きくふくらんでいるが，前縁にくらべ後縁は広く，また前縁と腹縁の境が少しくぼんでいる。殻巾もかなり大きく，殻は黄色で表面は光沢があり明瞭な輪脈が見られる。軟体部はよく観察でき，鰓の上に大きな橙々色の色素点がある。消化盲嚢は黄土色で大きな小胞がある。

鉸装は Fig. 33, b に示すがホタテガイ幼生に似て幼鉸板の両側に多数の小歯がある。

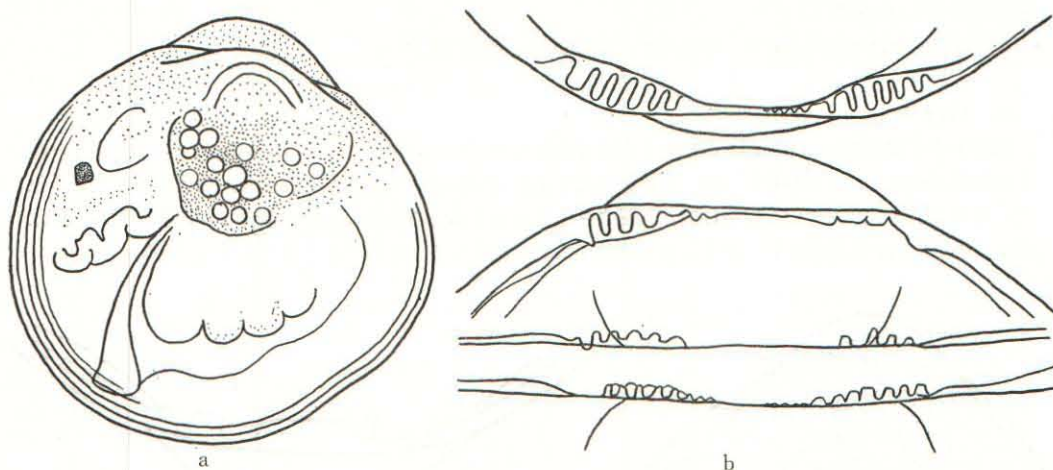


Fig. 33. a : plankton より採集して成熟幼生 $277 \times 277 \mu$
b : 同一個体の鉸装

vi) type 6.

1959年7月19日採集の $300 \times 223 \mu$ の大きさの個体を Photo. 63 と Fig. 34 に示す。この種の幼生は毎年ごく少数出現し、飼育も数回行ったが一度も変態しなかった。形は殻長に比して殻高がいちじるしく小さく、腹縁はほとんどふくらまず、前後背縁は傾斜がゆるやかである。殻頂はほぼ中央にあり、前縁はやや細くなっている。殻巾は大きく、殻も厚く不透明で、黄色をし表面に明瞭な輪脈がある。軟体部は観察しにくい色素点があり、消化盲嚢は黄土色で大きな小胞が見られる。

鉸装は図に示さないがイガイ型である。

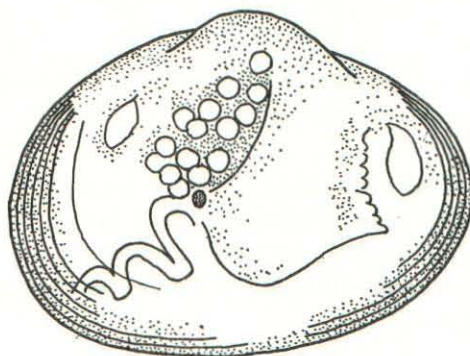


Fig. 34. plankton より採集した成熟幼生 $300 \times 233 \mu$

摘 要

1. 1956年より'59年までの4年間、5月から8月にかけて室蘭市祝津においてウバガイの浮游幼生および底棲稚貝の生態を研究した。
2. plankton 中に出現する斧足類浮游幼生の種を同定する必要から、それら幼生をそれぞれ分離して飼育した。
3. 本報告には期間中に飼育した各種斧足類幼生の形態的特徴特に鉸装について述べ、変態後成長した種では変態後の主な形態変化を記載した。

4. 飼育した種は19種でありそのうち、

(1) 7種は次の如く種を同定し得た。ウバガイ、エゾバカガイ、エゾマテガイ、オオミゾガイ、イシカゲガイ、ホタテガイ。

(2) 4種は種まで同定し得なかったが、1種はキヌマトイガイ科に属し、3種はイガイ属に属することがわかった。

(3) 2種は変態後かなりの大きさまで成長したが、科名さえもわからなかった。

(4) 残りの6種は数回飼育を試みたが、一度も変態しなかった。

参 考 文 献

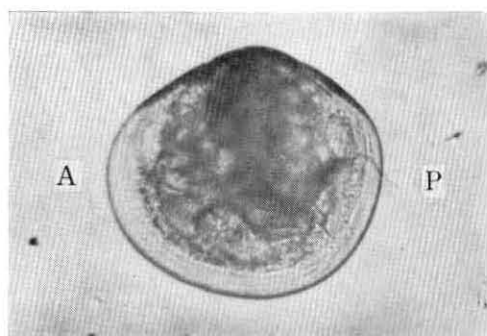
- 1) Imai, T. et al (1953): Tank breeding of the Japanese surf clam, *Macra sachalinensis* Schrenk, Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Univ. D. 4.
- 2) Jørgensen, C. B. (1946): See Thorson (1946): Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates. MEDDELELSER FRA KOMMISSIONEN FOR DANMARKS FISKERE-OG HAVUNDERSOGELESER SERIE. PLANKTON. BIND 4. NR. 1. 1946.
- 3) 木下虎一郎(1934): 北海道産貝類目録(第1報) 北水試水産調査報告, 第33冊.
- 4) ———(1937): 北海道産貝類目録(第2報) 北水試水産調査報告, 第41冊.
- 5) ———(1949): ホタテガイの増殖に関する研究, 北方出版社.
- 6) 日下部台次郎, 北森良之介(1949): サルボウとカリガネエガイの足糸の解剖学的構造, 日水会誌, 14, (4).
- 7) 黒田徳米, 木下虎一郎(1951): 北海道海産動物図譜, 貝類篇, 第1輯, 北水研報告, (2).
- 8) Lebour, M. V. (1938): Notes on the breeding of some Lamellibranchs from Plymouth and their larvae. Jour. Mar. Biol. Assoc. XXIII.
- 9) 宮崎一老(1935): 邦産二枚貝の発生, 水産講習所研究報告, 31, (1).
- 10) ———(1936): 邦産二枚貝の発生(II), 水産講習所研究報告, 31, (2).
- 11) ———(1938): キヌマトイガイ *Hiatella orientalis* (Yokoyama) の発生について, 日水会誌, 7, (3).
- 12) Nelson, T. C. (1928): Pelagic dissoconchs of the common mussel, *Mytilus edulis*, with observations on the behavior of the larvae of allied genera. Biol. Bull., 55, (3).
- 13) Rees, C. B. (1950): The identification and classification of Lamellibranch larvae. Hull. Bull. Mar. Ecol. III, (19).
- 14) 田中弥太郎(1958): 軟体動物幼生の研究(I), ヴキナス, 20, (2).
- 15) 吉田 裕(1936): イガイ *Mytilus crassitesta* Lischke の浮游仔貝ならびにその稚貝について, ヴキナス, 6, (1).
- 16) ———, 前田 護(1952): アサリの足糸について, 日水研創立三周年記念論文集.
- 17) ———(1953): 浅海産有用二枚貝の稚仔の研究, 農林省水産講習所研究報告, 3, (1).

写真説明

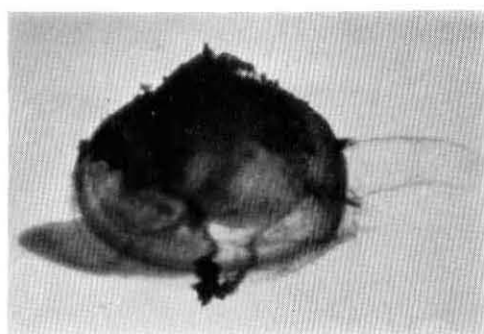
- ①～⑥ ウバガイ *Spisula* (S.) *sachalinensis* (Schrenck)
 ①, ② plankton より採集した成熟幼生 303×277 μ
 ③, ④ 人工受精による若い幼生 208×184 μ
 ⑤ 浮游幼生より飼育した稚貝 1,630×1,330 μ
 ⑥ 稚貝の足糸腺 byssus gland の横断切片 1,310×1,070 μ
- ⑦～⑨ エゾバカガイ *Mactra sulcataria carneopicta* Pilsbry
 ⑦ plankton より採集した成熟幼生 271×261 μ
 ⑧, ⑨ 浮游幼生より飼育した稚貝 ⑧: 411×340 μ ⑨: 1,190×940 μ
- ⑩～⑮ エゾマテガイ *Solen strictus* Gould
 ⑩, ⑪ plankton より採集した成熟幼生 371×292 μ
 ⑫～⑮ 浮游幼生より飼育した稚貝 ⑫: 685×507 μ ⑬: 1,300×685 μ ⑭: 1,860×950 μ
 ⑮: 3,610×1,410 μ
- ⑯～⑳ オオミゾガイ *Siliqua alta* (Broderip et Sowerby)
 ⑯, ⑰ plankton より採集した成熟幼生 356×300 μ
 ⑱, ⑲ plankton より採集したより若い幼生 284×237 μ
 ⑳, ㉑ 浮游幼生より飼育した稚貝 ㉑: 411×349 μ ㉒: 1,900×1,330 μ
- ㉓～㉕ オオノガイ *Mya* (*Arenomya*) *japonica* Jay
 ㉓, ㉔ plankton より採集した成熟幼生 300×269 μ
 ㉕, ㉖ 浮游幼生より飼育した稚貝 ㉕: 477×372 μ ㉖: 1,120×715 μ
- ㉗～㉙ インカゲガイ *Clinocardium buelowi* (Rolle)
 ㉗, ㉘ plankton より採集した若い幼生と成熟幼生 ㉗: 277×248 μ ㉘: 379×340 μ
 ㉙, ㉚ 浮游幼生より飼育した稚貝 ㉙: 556×477 μ ㉚: 998×879 μ ㉛: 2,390×2,200 μ
- ㉜～㉞ ホタテガイ *Patinopecten* (P.) *yessoensis* (Jay)
 ㉜, ㉝ plankton より採集した成熟幼生 311×277 μ
 ㉞ 浮游幼生より飼育した稚貝 2,430×2,390 μ
- ㉟～㊱ キヌマトイガイの一種 *Hiatella* sp.
 ㉟, ㊱ plankton より採集した成熟幼生 419×366 μ
 ㊲, ㊳ 浮游幼生より飼育した稚貝 ㊲: 442×340 μ ㊳: 1,630×836 μ
- ㊴～㊶ イガイ科 Mytilidae a type
 ㊴ plankton より採集した成熟幼生 316×298 μ
 ㊵, ㊶ 浮游幼生より飼育した稚貝, 大きさは殻の最長部を測定
 ㊵: 403, 413 μ ㊶: 864, 805, 760, 651 μ
- ㊷～㊹ イガイ科 Mytilidae b type
 ㊷ plankton より採集した成熟幼生 332×287 μ
 ㊸ 浮游幼生より飼育した稚貝, 大きさは殻の最長部を測定 1,100 μ
- ㊺～㊻ イガイ科 Mytilidae c type
 ㊺ plankton より採集した成熟幼生 283×253 μ
 ㊻, ㊼ 浮游幼生より飼育した稚貝, 大きさは殻の最長部を測定 ㊼: 924 μ ㊽: 2,090 μ
- ㊾～㊿ 種不明 (1)
 ㊾, ㊿ plankton より採集した成熟幼生 261×253 μ
 ㊿, ㊿ 浮游幼生より飼育した稚貝 ㊿: 435×358 μ ㊿: 1,370×1,100 μ
- ㊿～㊿ 種不明 (2)
 ㊿, ㊿ plankton より採集した成熟幼生 356×321 μ
 ㊿, ㊿ 浮游幼生より飼育した稚貝 ㊿: 889×700 μ ㊿: 2,580×1,980 μ
- ㊿～㊿ 成長しなかった残りの6種の成熟幼生
 ㊿, ㊿ type 1 227×227 μ ㊿, ㊿ type 2 308×277 μ ㊿, ㊿ type 3 356×316 μ
 ㊿ type 4 324×332 μ ㊿, ㊿ type 5 277×277 μ ㊿ type 6 300×223 μ

Note

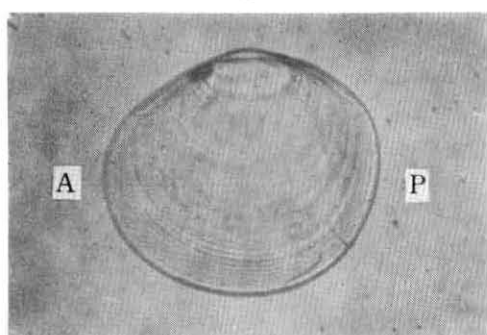
A: 前 anterior P: 後 posterior b: 足糸 byssus f: 足 foot m: 外套膜 mantle



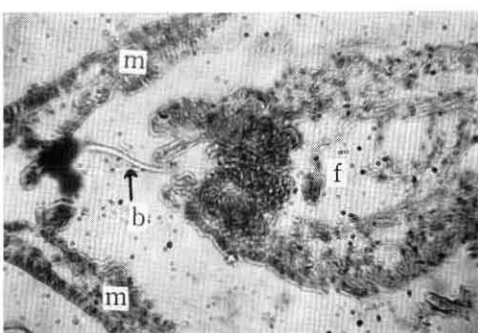
①



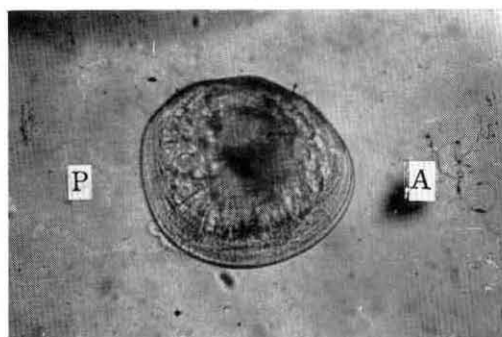
⑤



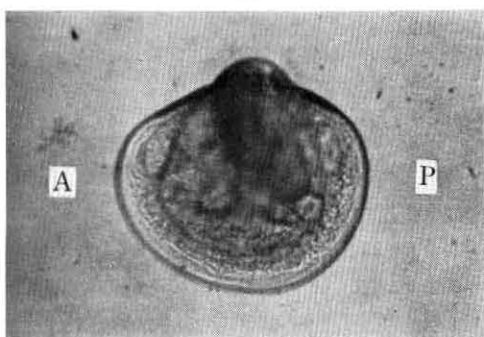
②



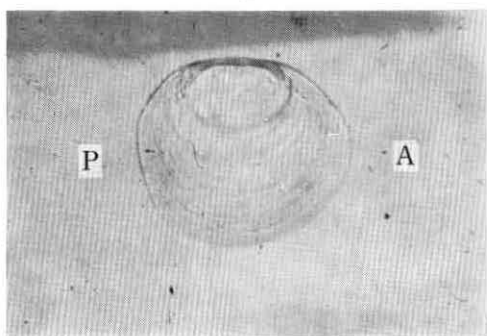
⑥



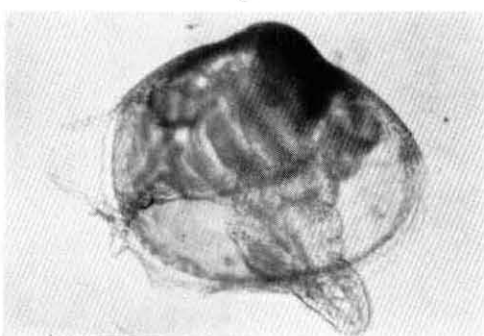
③



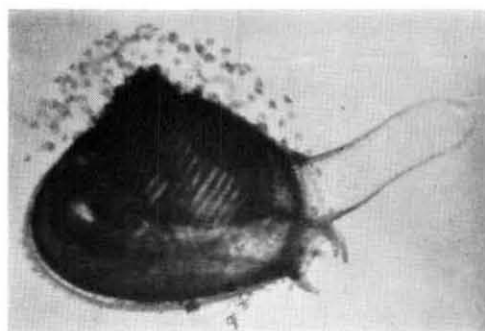
⑦



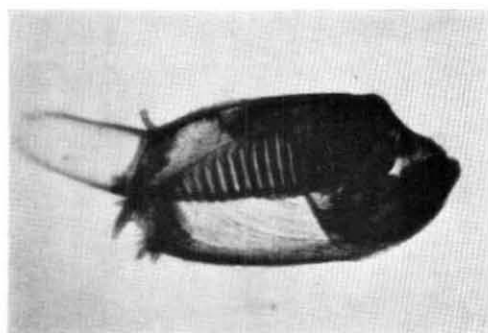
④



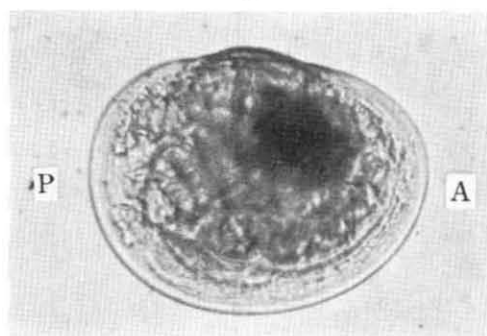
⑧



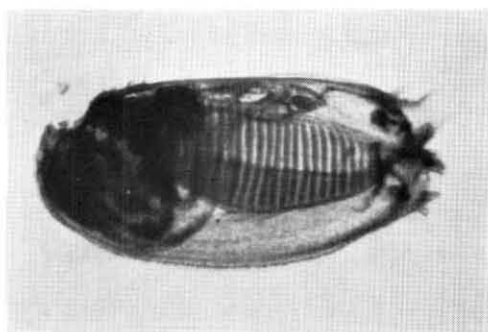
⑨



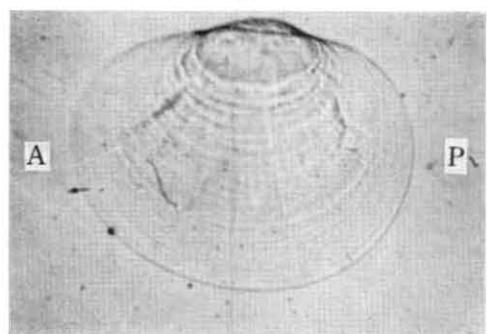
⑬



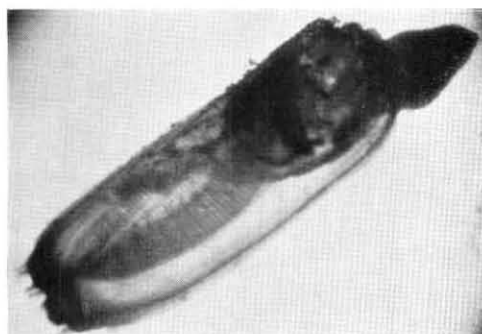
⑩



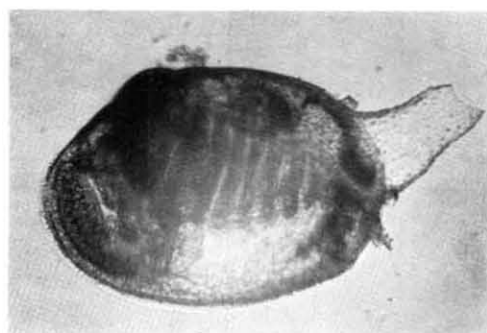
⑭



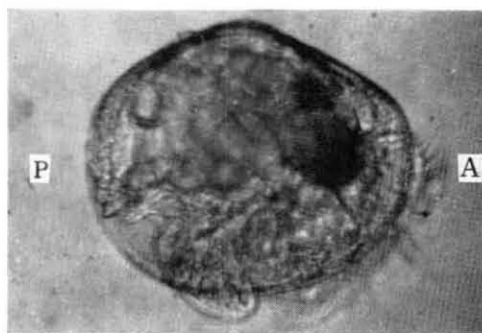
⑪



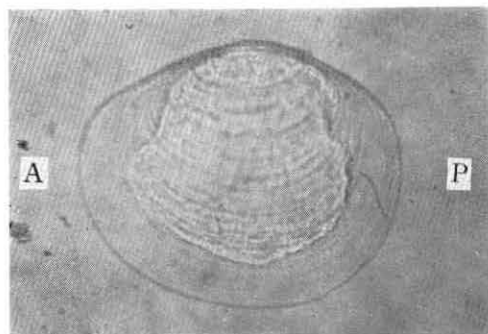
⑮



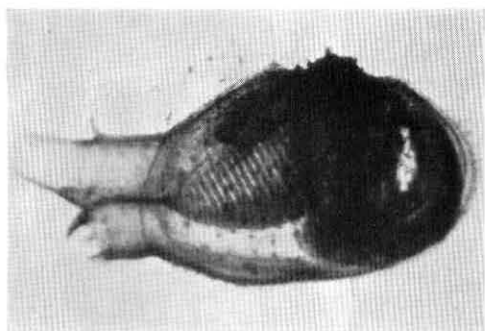
⑫



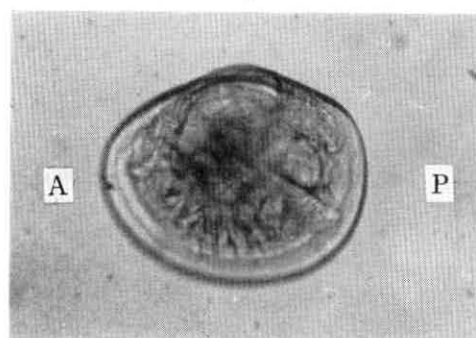
⑯



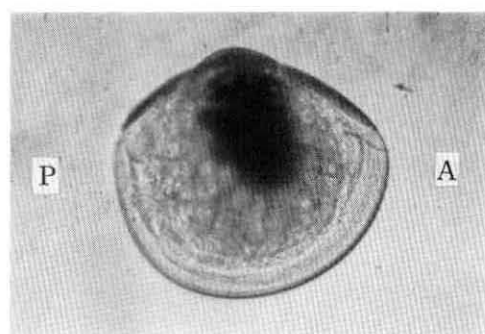
17



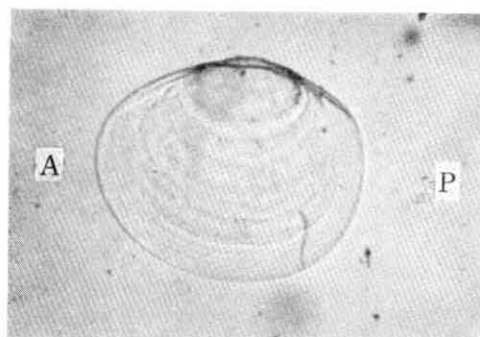
21



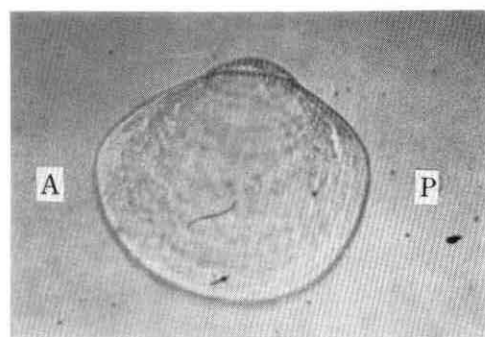
18



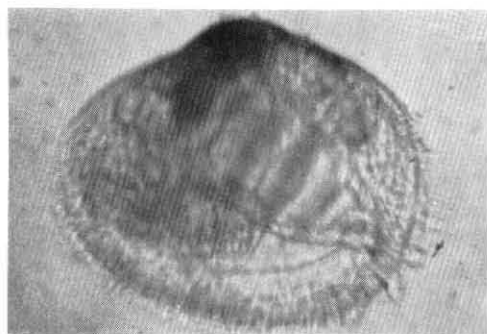
22



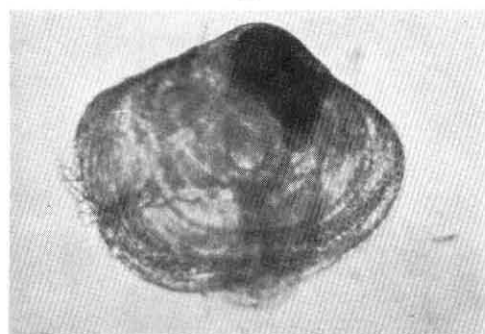
19



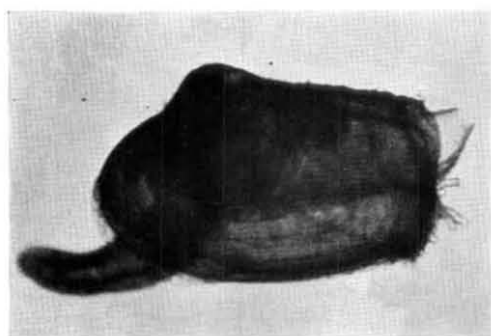
23



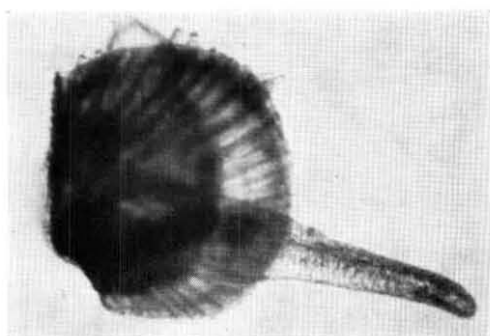
20



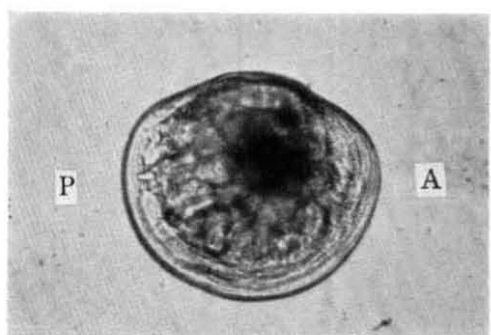
24



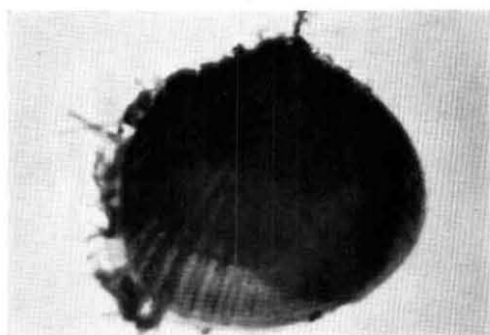
25



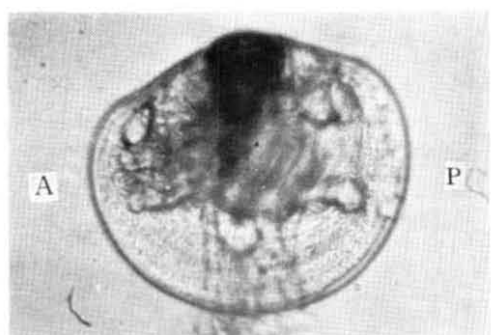
29



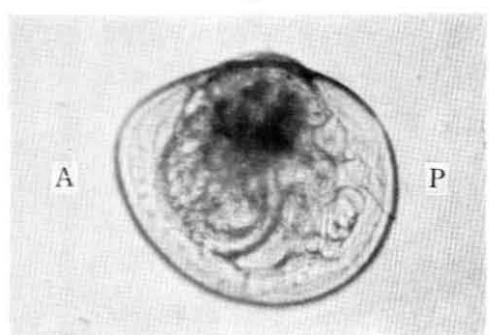
26



30



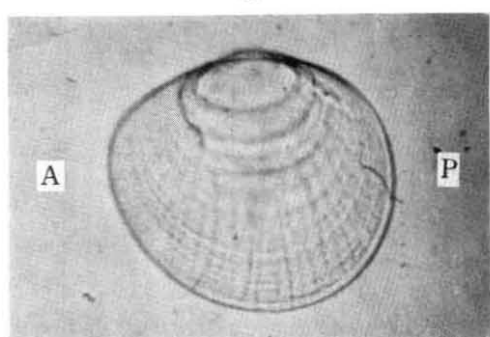
27



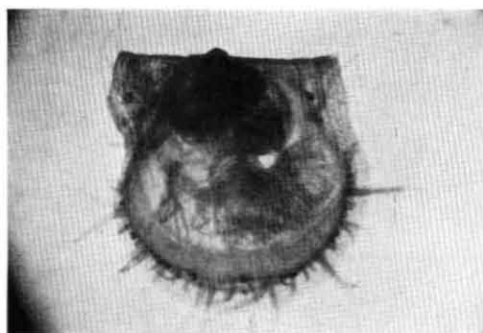
31



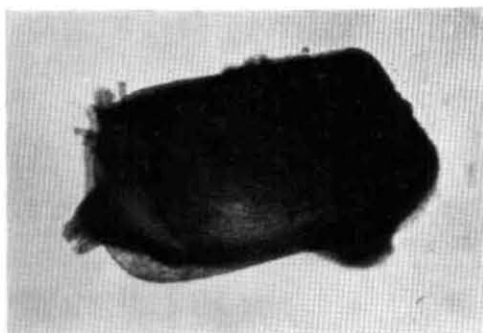
28



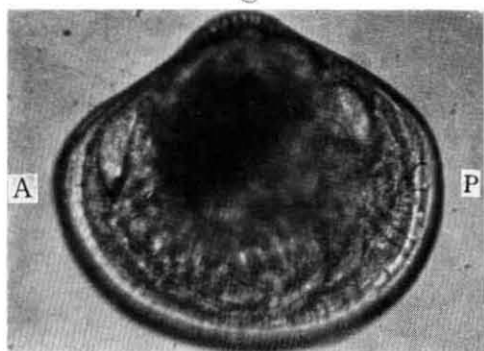
32



32



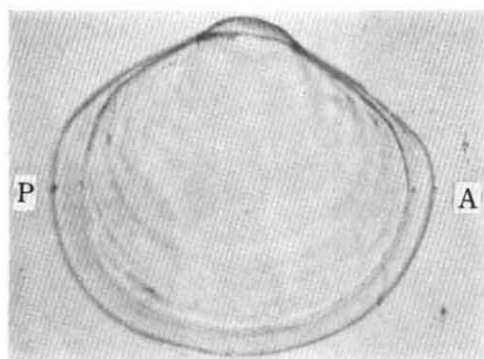
37



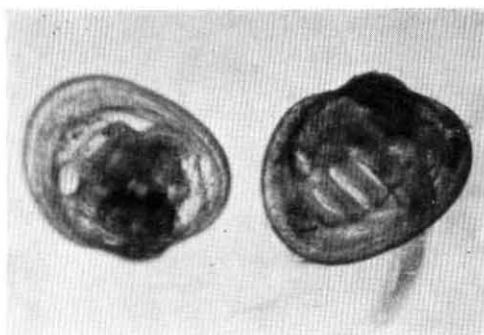
34



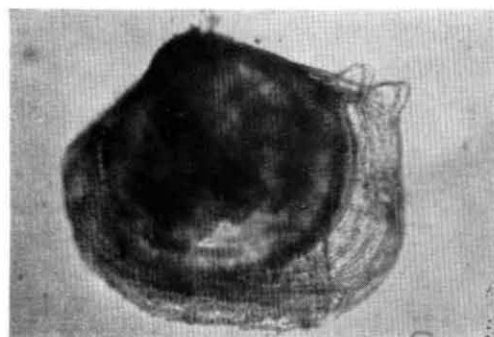
38



25



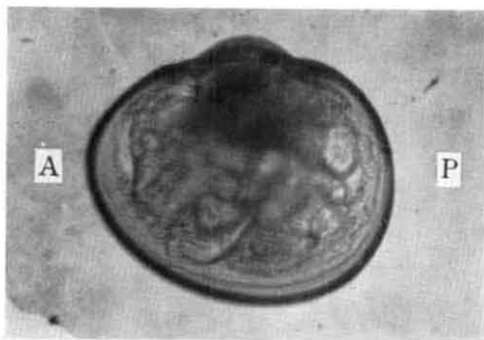
39



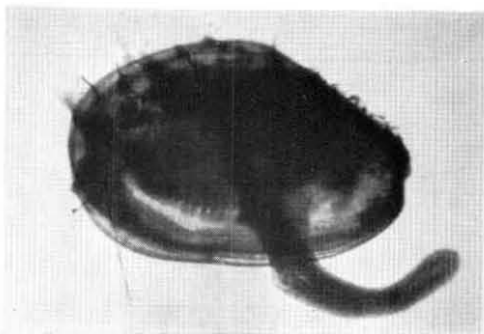
36



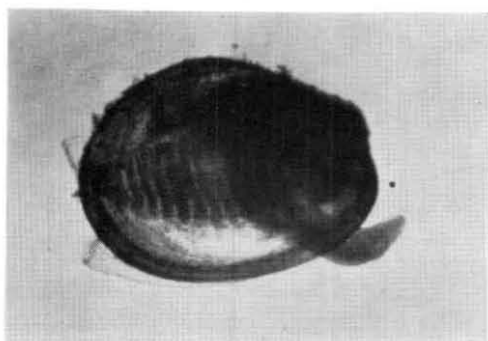
40



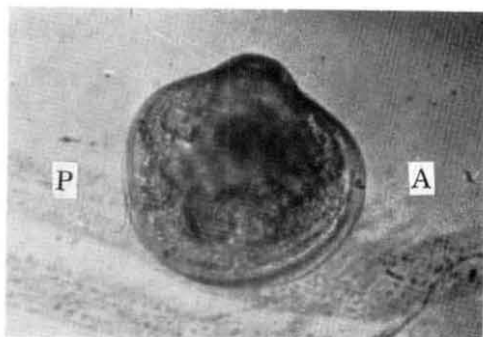
⑪



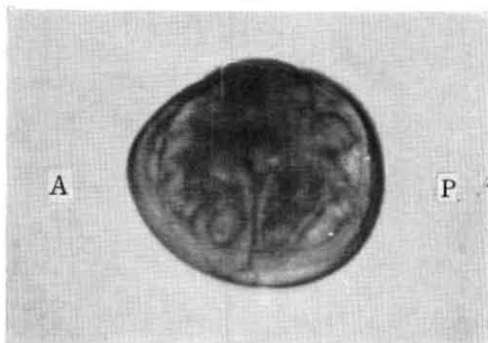
⑮



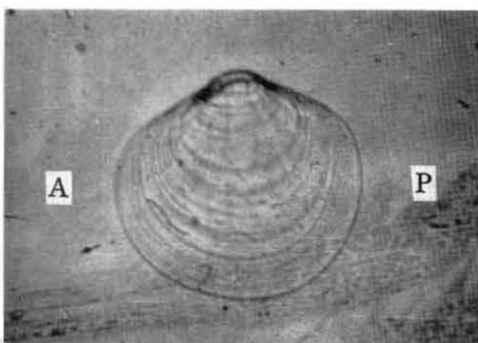
⑫



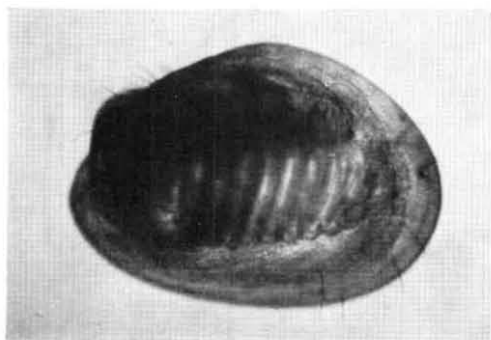
⑯



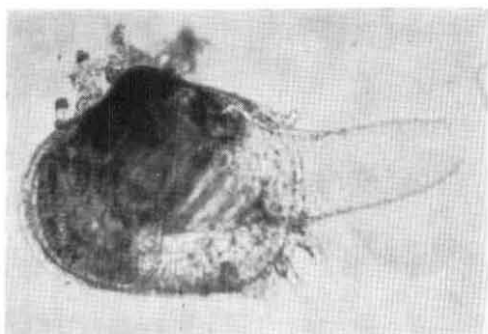
⑬



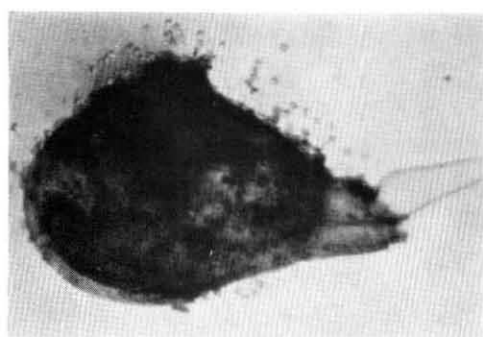
⑰



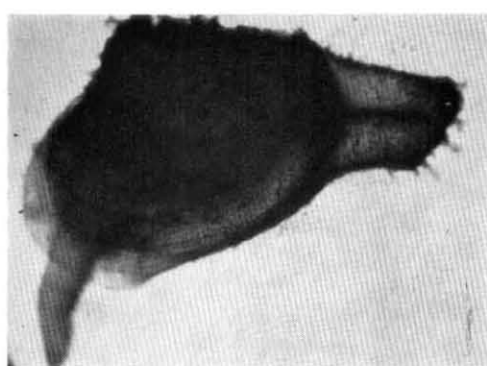
⑭



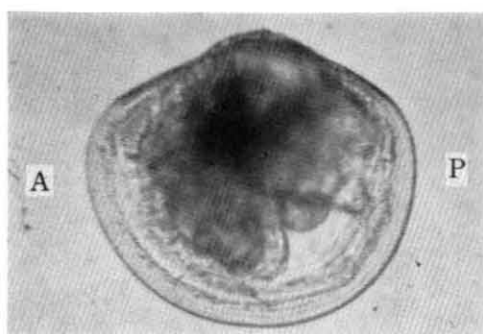
⑱



④9



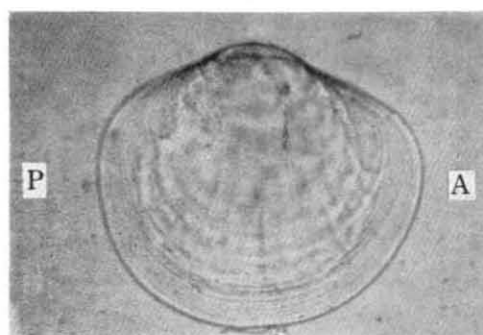
⑤3



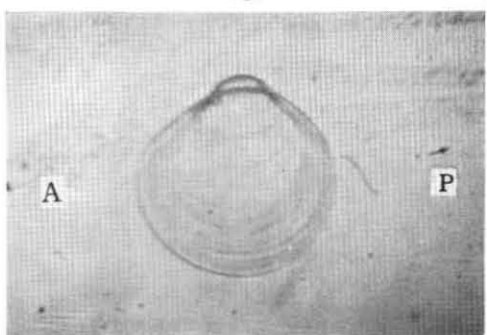
⑤0



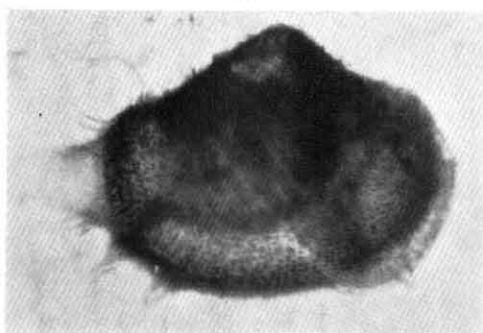
⑤4



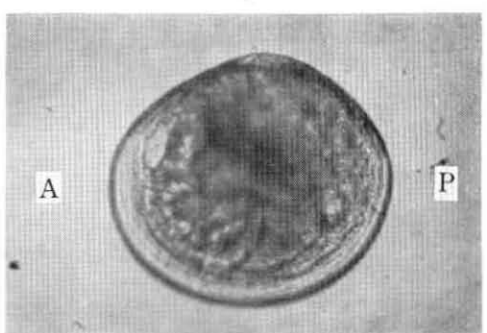
⑤1



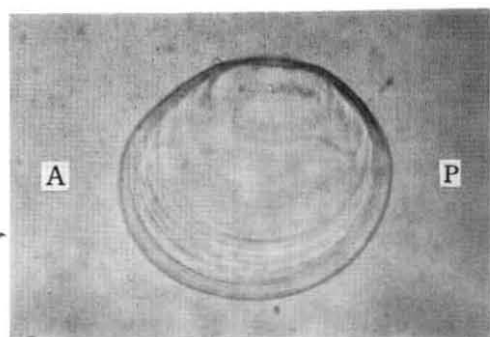
⑤5



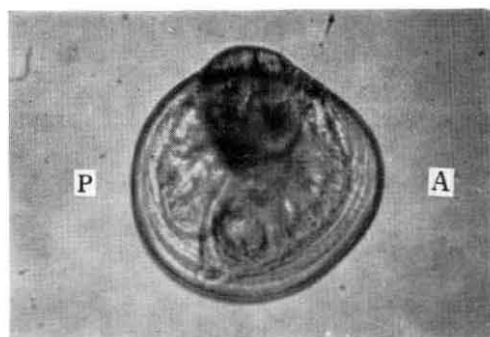
⑤2



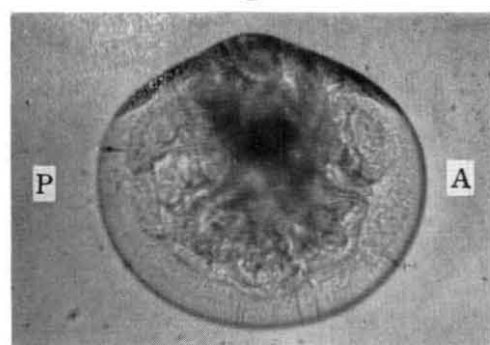
⑤6



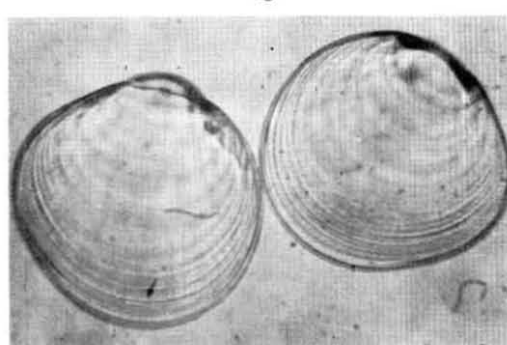
57



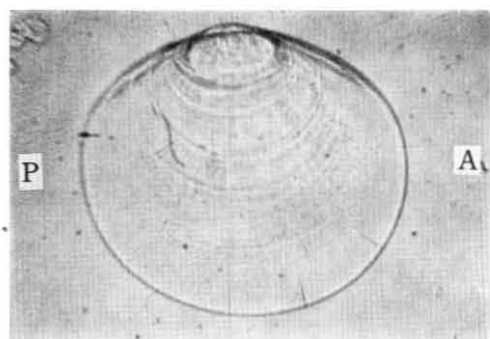
61



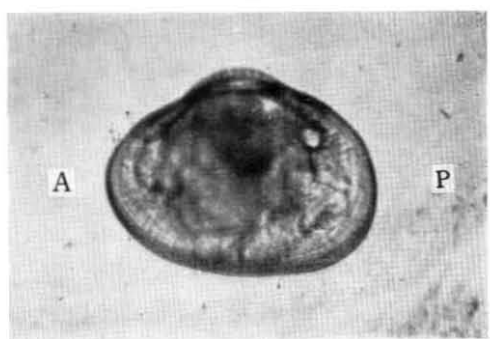
58



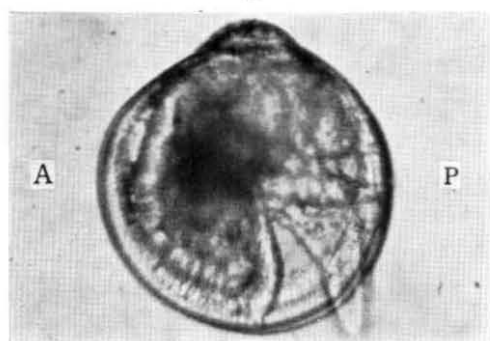
62



59



63



60

礼文島船泊のエゾバフソウニの生態について

川 村 一 広

Ecological Studies on Sea Urchin, *Strongylocentrotus intermedius*, on the Coast of Funadomari in the North Region of Rebun Island

Kazuhiro KAWAMURA

The author carried out an ecological survey and catch analysis with the intent of clarifying the actual conditions of life and the fishing of Sea Urchin, *Strongylocentrotus intermedius*. He discussed the methods of conservation of resources on the basis of the results obtained in 1962. The results are as follows.

1. The sea urchins may be classified by test size and age on June in 1962 as follows:

Test diameter.....smaller than 1 cm.	1 year group.
Test diameter.....1.00-2.99 cm.	(2 year group.)
Test diameter.....3.00-4.00 cm.	(3 year group.)
Test diameter.....larger than 4 cm.	adult group.

2. The one year group appears mainly in shallower areas less than 50 cm in depth. This group mingles with the roots of seaweeds or lives under stones. They feed on detritus. The test diameter is within a range of 2-5 mm.

3. The two year group lives in about the same area as the 1 year group, but this group is also found in areas slightly deeper. The 2 year group and older groups feed chiefly on seaweed, their gonads are hardly developed. The test size varies in diameter according to the difference of its habitat.

4. The three year group is found mainly at a slightly increased depth as compared with that of the 2 year group, but they are found at various depths. It seems to the author that the habitat of the 3 year group are influenced by the difference of the growing zone of seaweeds and the conditions of the seabottom. Their gonad volume is less than that of adult.

5. The adult group lives in areas deeper than 50 cm. A tendency for the test size to increase with the depth was seen.

The index of gut content is in inverse correlation with the gonad index. The gonad volume is generally small at deeper habitat, but it varies according to the locality. The growth stages of the gonads are *Growing* and early stage of *Pre-mature* in female, and are *Pre-mature* and *Mature* in male.

6. The gonad volume of sea urchins collected from February to April 1963 are about $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$ of the gonad volume of samples taken in June 1962. The gonad stage is early stage of *Growing* in female, and are *Growing* and early stage of *Pre-mature* in male.

7. The dark red puncta on gonad consist of red granular cells and C-shaped spicules.

8. The open season was from 25th of June to the end of August. The mean catch per day for each fisherman was over 100 kg by test weight during the early fishing season, and was about 30 kg at the beginning of July. But soon after, the mean catch increased to some extent and decreased gradually toward the end of the fishing season. The yield rate of the gonad was highest at the beginning of July. It varied with different localities and depths.

9. The author discussed the fishing season, the legal limit of size of sea urchin, conservation and other related problems.

北海道の北端に位置する利尻、礼文両島は北海道におけるウニの主産地である。なかでも船泊は最も生産量の多い地域の一つであり、海岸線約 50 km, うち 4 km 前後の砂浜を除いて、岩盤、玉石地帯になっており、良好なウニの生息場に恵まれている。1961年におけるウニの生産高は金額にして、5,600 万円に達しており、コンブに次ぐ重要な浅海漁業になっている。

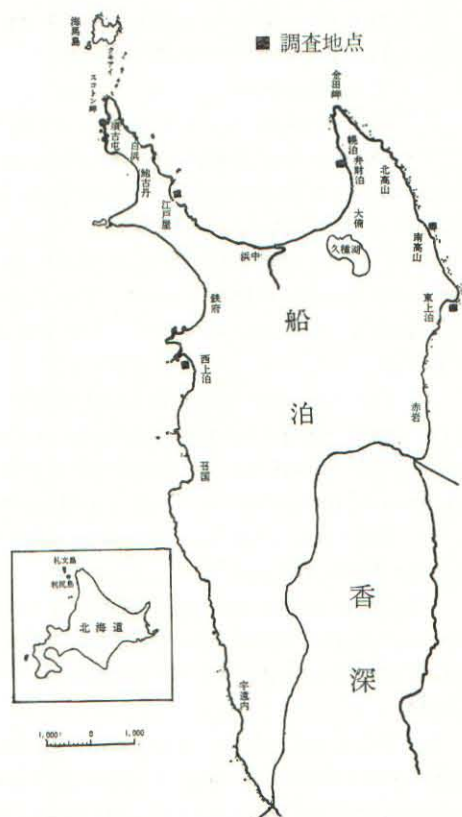
著者は1962年より、地元船泊漁業協同組合の依頼によって、この地域のエゾバフソウニについて調査をおこなってきた。1962年度においては、どのようなウニが、どのように分布しているか、また、餌や生殖巣の状態はどのようにになっているかを明らかにすることを主な目的とした。また、漁獲量や歩留がどのように変化するかを漁業者の記録から明らかにしようとした。これらの結果から資源管理についての考察を試みた。現地での調査期間が短かったこと、調査の方法に欠陥があったことなどから、得られた結果は極わめて不十分なものであるが、ここに報告する。

本文に入るに先だち、この調査の機会を与えられた船泊漁業協同組合に感謝する。また調査にあたって終始協力して頂いた船泊漁業協同組合職員、小坂竹松氏ならびに各地先でウニの採集に協力して頂いた地元漁業者の皆様にお礼申し上げる。

材 料 と 方 法

1962年6月22～28日にかけて、現地で生物調査をおこなった。西上泊、江戸屋、弁財泊、南高山、東上泊の各地先（第1図）で、水深 20 cm ～ 4.5 m の範囲で、3～5 地点、水深別に 30～70 個体のウニを採集し、殻径、殻高、全重量を測定した。各地点 10～20 個体について生殖巣重量、消化管重量、殻重量を測定した。また調査地点の底質、海藻の生育状態についてノゾキガラス箱による観察をおこなった。生殖巣の熟度は生殖巣の一部をブアン液で固定し、パラフィン法によりプレパラートを作製し、デラフィールドヘマトキシリン、エオソンの二重染色したものを顕微鏡観察によって判定した。熟度の区分は北水試(1962)の区分に従った。消化管内容物は顕微鏡観察によって判定した。

6月25日より8月下旬にかけてウニ漁業がおこなわれたが、漁獲量、歩留等について漁獲日報による調査をおこなった。漁獲日報の様式は次の通りである。



第1図 調査地点図

ウニ 採 捕 記 録

記録者氏名

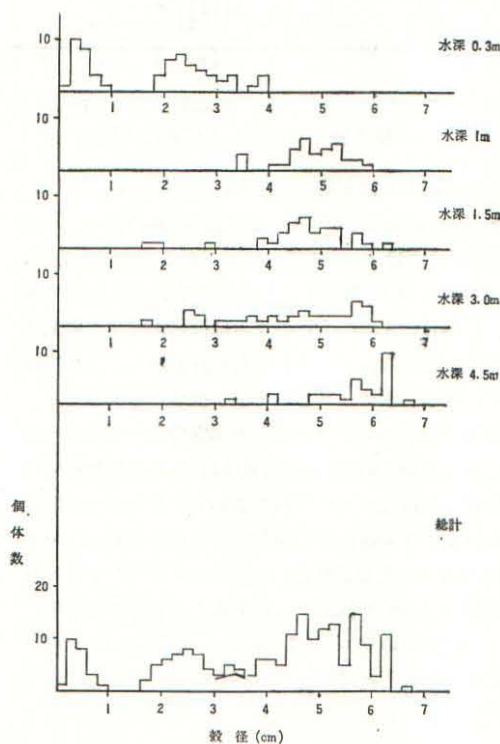
採捕月日	採捕場所	陸からの およその距離	水 深	底 質	海藻の 生育状態	漁 獲 高 (殻付重量)	生 重 量 (生殖巣重量)	色 具 合	観察記録

当初の計画では7月以後2カ月に一度標本採集をおこない前記の生物測定によって、生殖巣の変化、餌料の変化等について調査する予定であったが、1963年2月以後しか標本を採集することができなかった。この報告では2～4月の標本についての調査結果について述べる。

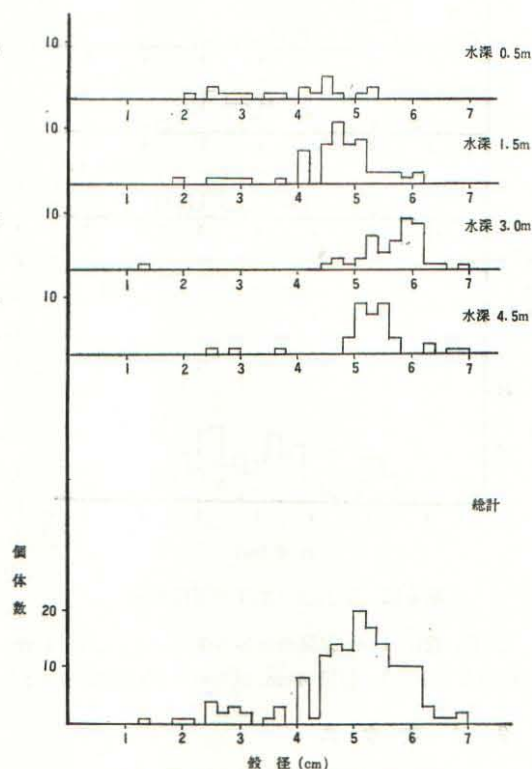
結 果 と 考 察

1. ウニの大きさと年令について

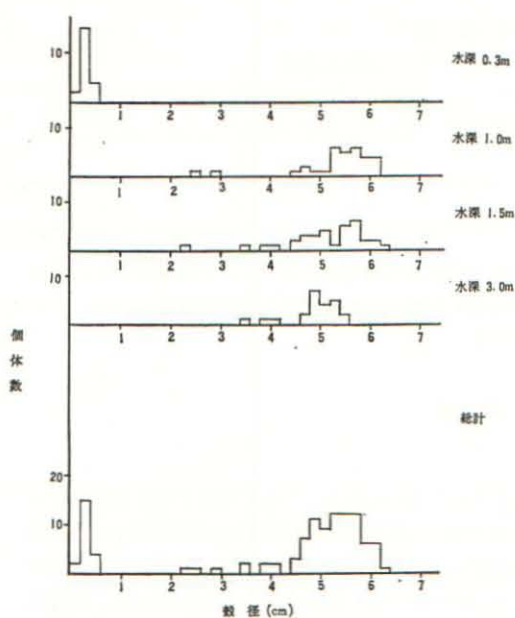
第2図から第6図までの図は各地域の水深別殻径組成を示したものである。これらの図はその水深のウニの大きさと量的な分布の相対的な関係はある程度反映すると考えられるが、地域全体の関係を示すことはできない。北水試(1962)の忍路のエゾパフソウニの成長と比較しても、各地先の殻径1cm未満のウニは前年の秋に発生した1年ウニと考えられる。また殻径1～2cm台のウニは大部分2年ウニと推定され、殻径3cm台のウニは3年ウニが多いと考えられる。3年ウニには殻径2cm台、4cm台にある個体も含まれる可能性があるが殻径組成のみで判断することは困難である。また水深によって、同じ大きさでも年令が同じ



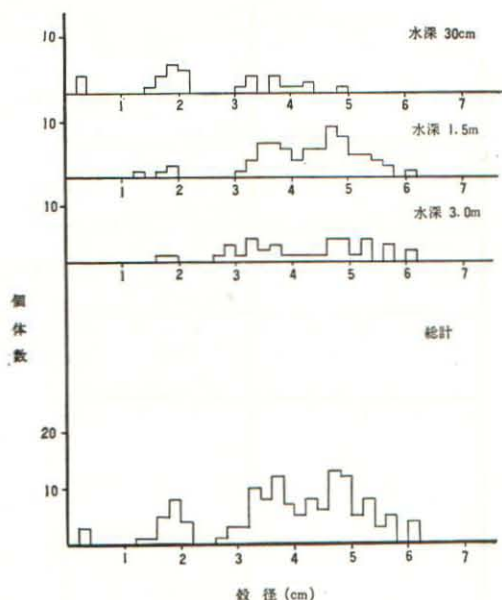
第2図 西上泊 水深別殻径組成



第3図 江戸屋 水深別殻径組成



第4図 弁財泊 水深別殻径組成

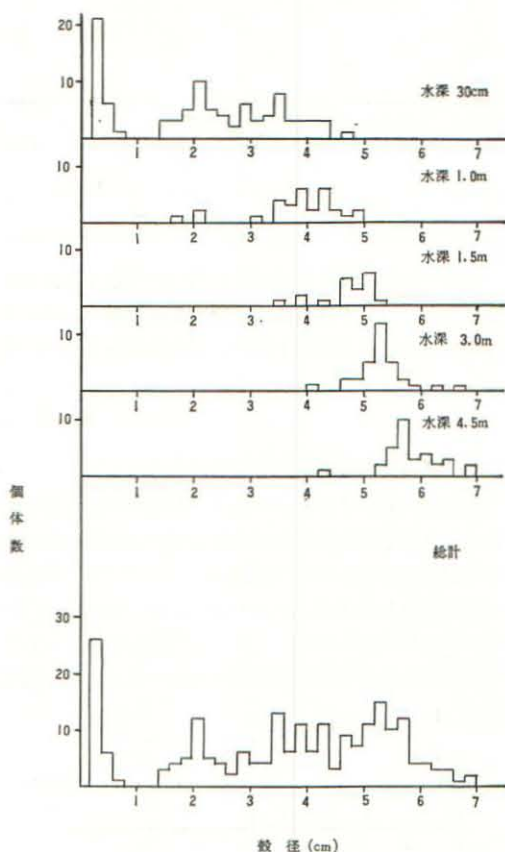


第6図 東上泊 水深別殻径組成

以下、殻径 1 cm 未満のウニ～1年ウニ、殻径 1 cm～3 cm 未満のウニ～(2年ウニ)、殻径 3 cm 台のウニ～(3年ウニ)、殻径 4 cm 以上のウニ～(成体ウニ)として、それぞれについて述べる。

2. 1 年 ウ ニ

1年ウニは前年の秋に発生したウニである。6月下旬にはほぼ殻径 2～5 mm 位の大きさである。西上泊



第5図 南高山 水深別殻径組成

であるかどうかは不明の点が多い。

殻径 4 cm 以上のウニについては 4 cm の後半、5 cm の前半、または 5 cm の後半に山がある場合があるが、これだけの資料から年令を推定することは困難である。しかし、4 cm 以上のウニはほとんど全部の個体が成体ウニになっていると考えられるので、ここでは一応一括して成体ウニとして取り扱うことにする。

殻径 7 cm 以上のウニはこの調査では一個体もみられなかったが、6月25日の操業第1日目の漁獲物の中には少数みられた。これらのことから主要漁場では殻径 7 cm 以上のウニは比較的少ないと考えられる。しかし、田村(1960)は富士が測定した道南のエゾバフンウニには殻径 8.5 cm 前後のウニがあることを述べている。

では殻径 5 mm よりもいくらか大きい個体もみられた。

第 1 表 調査地点の環境とウニの生息状態

地域	水深	底 質	海 藻	ウニの生息状態
西 上 泊	20 cm	岩 礁	アオサ, フジマツモ, スガモ等	1 年ウニは海藻の根に附着, 2 年ウニ以上, 岩盤上われ目。
	1.0 m	"	コンブ	コンブの下に集まっている。
	1.5 m	玉 石 (直径 50 cm 以上)	コンブ地帯の下でところどころにコンブ	ウニはコンブの葉の下にいるが, コンブのないところでは大部分のウニが, アオサ, スガモを体につける。
	3.0 m	"	1.5 m のところとほとんど同じ, アオサ	"
	4.5 m	"	" アオサ, スジメ, ケウルシグサ	"
江 戸 屋	50 cm	玉石(直径 20 cm 位)	スガモ, ホンダワラ, アオサ, フジマツモ, その他	ウニは海藻, 石の間にいる。
	1.5 m	"	スガモ, 石灰藻	ウニは海藻をつけている。
	3.0 m	"	ケウルシグサ, その他の海藻が多い	"
	4.5 m	"	石灰藻(無節)	"
弁 財 泊	30 cm	岩 礁	スガモ, フジマツモ, ホンダワラ, アオサ, ヒバマタ, 有節石灰藻	1 年ウニ, スガモの枯葉, アオサ, フジマツモの根のところ, 沖側では有節石灰藻の中, 2 年, ウニ海藻をつけている。
	1.0 m	玉 石 (直径 50 cm 以上)	コンブ, スジメ, スガモ, ワカメ	海藻の根本, 石の間にいる。
	1.5 m	"	コンブ, スジメ, スガモ, アオサ, 有節石灰藻	"
	3.0 m	岩 礁(ドロ少し)	流れコンブ, アオサ	ウニは非常に少ない, 死殻がある。
南 上 泊	0~70 cm	岩盤の上に小さい玉石	ほとんどなく, スガモがわずかにある。	1 年ウニ, 石の下部の石の周りにいる。2 年ウニ以上, 石の下。
	1.0 m	玉石(直径 20 cm 位)	ホンダワラ, スガモ, その他	石の間, 下にいる。
	1.5 m	"	"	"
	3.0 m	" いくらか大きい	スガモ, ケウルシグサ, その他	ウニは海藻をつけている。
	4.5 m	岩盤, 玉石(大きい)	スジメ, ホンダワラ, スガモ, ケウルシグサ, コンブ	ウニは海藻の間にいる。
東 上 泊	30 cm	岩盤, 玉石(30 cm 位)	スガモ, ケウルシグサの流れ藻が多い。スガモが少し生えている。	1 年ウニはスガモの根の間にいる。2 年ウニ以上は石の下, 石の間にいる。
	1.5 m	玉 石(30 cm 位)	ケウルシグサ, その他	ウニは石の間で海藻をつけている。
	3.0 m	"	"	"
	3.0 m	"	スジメ, ケウルシグサ, コンブ	"

第 2 表 1 年ウニの地域別, 消化管内容物

地 域	水 深	主な消化管内容物	量的に少ない内容物
西 上 泊	30 cm	ノミハマグリ, 石灰藻	附着硅藻, クロガシラ類, エクトカルプス類, クラドホーラ類, 砂粒
弁 財 泊	30 cm	石灰藻	クロガシラ類
南 高 山	30 cm	石灰藻, 附着硅藻, 砂粒	巻貝, 甲殻類, 海藻の幼体, イトグサ類

1年ウニは今回の調査では、水深 50 cm 以浅で発見された。岩盤、玉石地帯にみられるが、大きな直径 1 m 前後の玉石地帯ではみられなかった。1年ウニは海藻の根の間、有節石灰藻の群落の中に多く出現するが、海藻の少ないところでは玉石の下側に附着していることが多かった(第1表参照)。第2表にみられるように主として石灰藻、ノミハマグリ、附着硅藻類等の石灰質を多く含むデトリタス的な生物や生物の破片を食べており、普通海藻はほとんど食べていない。この時期のウニは殻全体が白っぽい感じである。西上泊、弁財泊、南高山では 10 cm² 当り 2~7 個体の 1年ウニが生息していたが、東上泊の調査地点では非常に少なかった。また江戸屋では1個体も発見することができなかった。船泊の1年ウニの大きさ、分布、食性等は忍路の場合と良く似ている。

3. 殻径 1~3 cm 未満のウニ (2年ウニ)

ウニは水深 50 cm 以浅に多く分布するが水深が深いところにも分布する。調査の範囲では水深 1 m 以深ではあまり多くみられないが、これは採集方法の欠陥によるものかも知れないが、一般に浅いほど小さいウニが多い傾向がある(第2~6図参照)。

石の下、岩のワレ目等に 5, 6 個体から数十個体集団をなしていることが多いが、流れコンブなどに沢山集まっていることもある。また海藻を体につけて岩盤上にいる個体もある。食べている餌料は第3表の通りであり、普通海藻が中心で、その場所に生えている海藻、流れ藻を主食として考えられる。

生殖巣は大部分の個体で形成されているが、全体にきわめて発達が悪く、顕微鏡で観察しても雌雄の区別すら困難であることが多い。生殖巣重量で 0.2 g 以下、生殖巣指数^{註1)}(A) で 0.3 以下のものが大部分である。しかし西上泊の水深 30 cm のウニでは第9図にみられるように他の地域に比較して幾分発達が良い。

第3表 殻径 1~3 cm 未満のウニの地域別、水深別、消化管内容物

地域	水深	主な消化管内容物	量的に少ない消化管内容物
西上泊	30 cm	コンブ, 石灰藻, コスジフシツナギ	イトグサ類, クロガシラ類, アオサ, シオグサ類, ノミハマグリ, 砂粒
	1.5 m	ケウルシグサ, アオサ	コンブ
	3.0 m	コンブ, ケウルシグサ, アオサ	イトグサ類, クロガシラ類, 石灰藻, テングサ類, 砂粒, 種不明1種
江戸屋	30~50 cm	イギス類, ケウルシグサ, フクロノリ	イトグサ類, ハバモドキ, 石灰藻, ホンダワラ類, 巻貝
	1.5 m	イギス類, イトグサ類, ケウルシグサ	フクロノリ, ハバモドキ, クロガシラ類, アオサ, スメハノリ, スガモ, クシベニヒバ, フジマツモ
	3.0 m	イトグサ類	二枚貝
	4.5 m	イトグサ類, クロガシラ類, ケウルシグサ	ハバモドキ, イギス類, シマダジア, クシベニヒバ
弁財泊	1.5 m	コンブ	
南高山	1.0 m	イギス類, ハバモドキ, ケウルシグサ, イトグサ類	テングサ類, スガモ, クロガシラ類, イソムラサキ, 石灰藻, 有孔虫, 砂粒, 種不明1種
東上泊	30~50 cm	ケウルシグサ, イギス類, フジマツモ, イトグサ類	ハバモドキ, 石灰藻, アオサ, スガモ, 種不明1種
	1.5 m	イギス類, ハバモドキ, ケウルシグサ	フジマツモ, イトグサ類, スガモ, ワカメ?, イソムラサキ
	3.0 m	コンブ	ケウルシグサ, イギス類, イトグサ類, イソムラサキ, ツルモ, スメハノリ

註1) 各指数は次の式で計算した値である。

$$\text{生殖巣指数(A)} = \frac{\text{生殖巣重量}}{\text{全重量}} \times 10 \quad \text{生殖巣指数(B)} = \frac{\text{生殖巣重量}}{(\text{殻径})^2 \times \text{殻高}} \times 10$$

$$\text{消化管内容物指数} = \frac{\text{消化管重量(内容物を含む)}}{(\text{殻径})^2 \times \text{殻高}} \times 10$$

生殖巣の熟度は大部分、雌雄共にまだ発達の初期の段階である。調査した個体の中で、1個体のみ雄の成熟前期に達していたものがあつた。この個体は殻径 2.99 cm であり、おそらく 3 cm 群に入るものであろう。

成長については今回の調査ではほとんど解らないが、第2～6図から西上泊のウニは、南高山、東上泊に比較していくらか大きい傾向がみられる。第10、13図の水深 30～50 cm の生殖巣指数 (B)、消化管内容物指数をみると西上泊のウニは生殖巣指数(B)、消化管内容物指数共に東上泊よりも高い傾向があるようである。

また第1表から解るように、餌となる海藻は西上泊で豊富である。これらのことから考えれば餌の状態が地域的に大きさの差の生ずる理由の一つになっている可能性がある。

忍路湾の水深 30 cm 以浅に生息する2年ウニは大部分成熟産卵するが、船泊の場合、西上泊ではいくらかその可能性があると思われるけれども、大部分は、6月下旬の生殖巣の発達状態からすれば、成熟しないのではないかと考えられる。

観察の範囲では各地とも量的に多く分布していると考えられるが、特に南高山で多かった。第4図で弁財泊の水深 30～50 cm のところに殻径 1 cm 以上のウニはみられないが、これは採集した標本の処理を誤まって測定できなかったためで、分布しないのではない。

4. 殻径 3 cm 台のウニ (3年ウニ)

一般に殻径 3 cm 未満のウニより幾分沖側に多く分布する。西上泊では水深 50 cm のところに多く、水深 1～1.5 m のところにはほとんどみられない (第2図)。一方、南高山、東上泊では水深 1 m のところにも多くみられる (第5、6図)。この分布の差の生ずる理由の一つとして、ウニの移動の仕方と索餌活動に対応する環境条件に関係があると推定される。すなわち、西上泊では水深 50 cm 以浅の平磯があり、多くの海藻が生育している。平磯の先端はコンブによっておおわれており、急角度で深くなる。平磯の上には1～3年ウニが生息しており、一般にコンブの密集地帯はウニが少なく、コンブの先端がたれ下がる下側にウニが密集する。西上泊の水深 1～1.5 m の調査地点はこのコンブ地帯の下側である。平磯にいる 3 cm 台

第4表 殻径 3 cm 台のウニの地域別、水深別、消化管内容物

地域	水深	主な消化管内容物	量的に少ない消化管内容物
西上泊	30 cm	コスジフシツナギ、コンブ	有節石灰藻、ノミハマグリ、砂粒、シオグサ類
	3.0 m	コンブ	テングサ類、ケウルシグサ、アオサ、石灰藻
江戸屋	30～50 cm	フジマツモ、ハバモドキ、フクロノリ	イギス類、イトグサ、アオサ、石灰藻、クロガシラ類、スガモ
	1.5 m	イギス類、ケウルシグサ、イトグサ類、ハバモドキ	アオサ、クロガシラ類、ヌメハノリ、スガモ
	4.5 m	イギス類、ワカメ	クロガシラ類、ケウルシグサ、イトグサ類、アオサ、テングサ類、クシベニヒバ、イソムラサキ、シマダジヤ? タヌノイト?, シオグサ類
弁財泊	1.5 m	コンブ	
	3.0 m	アオサ	ケウルシグサ、スガモ
南高山	1.0 m	イギス類、ケウルシグサ、イトグサ類	フジマツモ、テングサ類、ハバモドキ、巻貝、甲殻類
	1.5 m	ハバモドキ、イギス類	テングサ類、イトグサ類、動物の殻、フシツナギ、スガモ、甲殻類、クロガシラ類
東上泊	30～50 cm	コンブ、ハバモドキ、ケウルシグサ、イギス類	アオサ、イトグサ類、石灰藻、動物の卵、種不明一種
	1.5 m	イギス類、ケウルシグサ、ハバモドキ	テングサ類、ヌメハノリ、ツルモ、フジマツモ、イトグサ類、ダジヤ類
	3.0 m	コンブ	イギス類、フクロノリ?, ケウルシグサ

第5表 殻径 3 cm 台水深別, 雌雄別成熟状態

	♀♂	水 深	熟 度			
			回復期?	成 長 期	成熟前期	成 熟 期
熟 度 %	♀	30~50 cm		100		
		1.0m		100		
		1.5m	33	66		
		3.0m	50	50		
		4.5m				
	♂	30~50 cm			100	
		1.0m			100	
		1.5m	16	50	34	
		3.0m	20	60	20	
		4.5m	100			
生 殖 巢 指 数 (A)	♀	30~50 cm		1.44		
		1.0m		1.19		
		1.5m	0.19	0.89		
		3.0m	0.20	0.49		
		4.5m				
	♂	30~50 cm			1.51	
		1.0m			1.86	
		1.5m	0.05	0.48	1.30	
		3.0m	0.05	0.63	1.44	
		4.5m	0.20			

のウニは必要な餌をその場で獲得することができるし、コンブ地帯が一種の壁になっているために、この時期にはまだ下の方に移動しないと思われる。忍路における調査では、同じような平磯にいる 3 cm 台のウニは、夏の間に大部分が深みに移動すると考えられている（少なくともコンブ生育地帯の上限より下）。

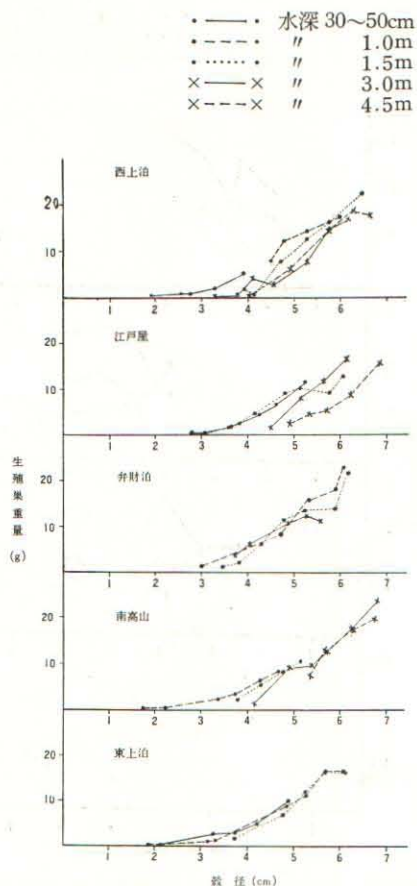
一方、南高山、東上泊では玉石地帯が多く、岩礁と岩礁の間に比較的なだらかに深くなる玉石地帯があり、しかも海藻は主として水深 1 m 以深に多く生育している。この地域のウニは浅いところに餌が少ないことと、移動する場合にも障害物が少ないことから水深 1~1.5 m にも多く生息すると考えることができる。

ただし、西上泊では水深 3 m 以深にも殻径 3 cm 台のウニの生息がみられる。このウニはおそらく平磯の上に生息する殻径 3 cm 台のウニとは小さい時から異なった場所で発育してきたものと思われるが、現在の段階ではその実態は不明である。この浅いところに生息する殻径 4 cm 未満のウニと、深いところに生息する殻径 4 cm 未満のウニの生活の実態と相互の関係を明らかにすることは、資源の補充の機構を明らかにする上で重要な研究課題であると考えられる。

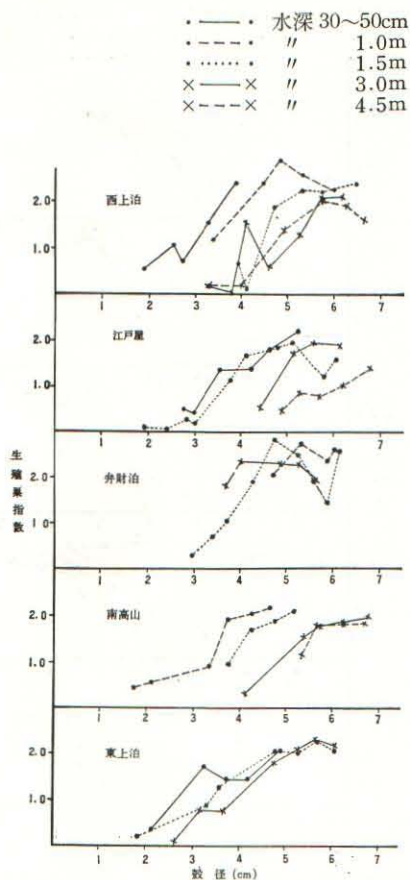
消化管内容物は第4表の通りであり、一種類の海藻のみを食べることは少なく、数種の海藻を食べていることが多い。消化管内容物指数は一般に成体ウニよりも高いが、これは主として生殖巣の発達が不十分であることと関係がある（第10, 11, 12, 13図参照）。

生殖巣重量は多くても 5 g を越えることはほとんどない。しかし生殖巣指数(A)は浅い場所のウニでは 1.5 以上の場合があり、成体ウニとあまり変わらないことが多い。一方、水深が深くなると生殖巣の発達状態は悪くなり、3 cm 未満のウニの状態とあまり変らなくなる（第7, 8, 9図参照）。

成熟の状態も水深 1.0 m 以浅では雌で成長期、雄で成熟前期のものが多く、成体ウニに比較すれば発達が一段階遅れている程度である。水深の深いところのウニは雌雄共に成長前期、成長期の状態の個体が多くなる。そして場所や水深による生殖巣の質的、量的な差は成体ウニに比較して大きい（第5表、第7, 8, 9図）。



第7図 地域別、水深別、殻径に対する生殖巣重量の関係



第8図 地域別、水深別、殻径と生殖巣指数(B)

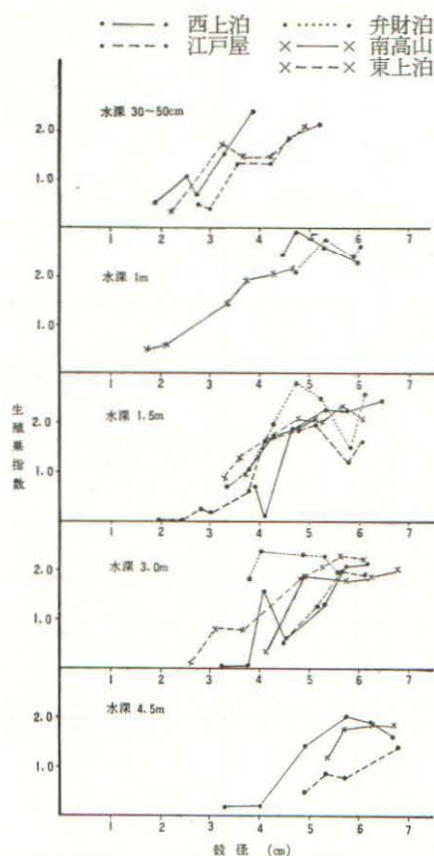
Fuji (1962) はエゾバフウニの摂餌率が小さい個体では大きく、大きな個体では小さいことを実験的に明らかにした。このことは、殻径 3 cm 台のウニでは 4 cm 以上のウニと比較して、殻の成長や成熟に多くの餌料(栄養)を必要とすると考えられ、水深や場所による海藻を中心とする餌料の状態とウニの餌の摂り方の相違が、生殖巣の発達の仕方にも関係すると思われるが、今後の研究課題であると考えられる。

量的な分布は調査の範囲で江戸屋で少なかった。

5. 殻径 4 cm 以上のウニ (成体ウニ)

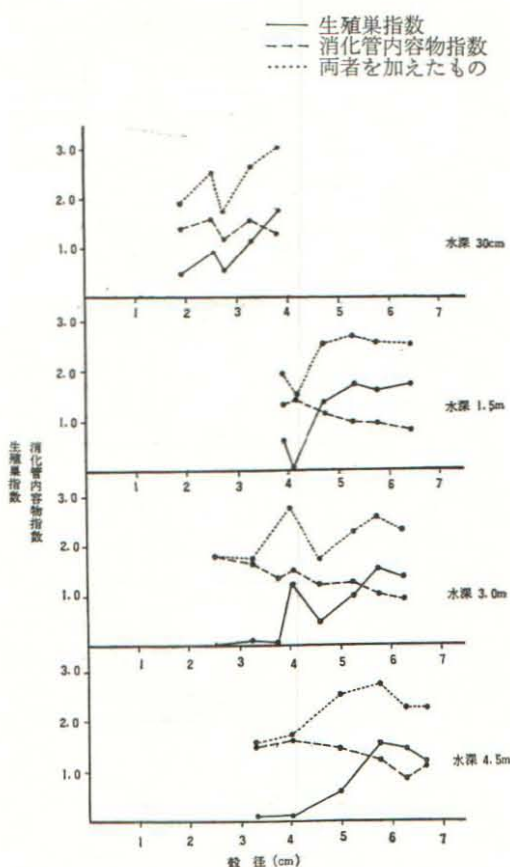
水深 50 cm 以浅には少なく、水深 1 m 前後から深いところに多く分布する (第2~6図)。全体として深くなると共にウニの大きさが大きくなる傾向がみられ、著者(1960)がサロマ湖のエゾバフウニの分布について調査した結果と似ている。ウニはコンブ地帯の近くでは、コンブの葉体の先端部に密集していることが多いが、海藻の比較的少ないところでは点在していることが多い。流れ藻、小石、貝殻等を体につけていることが多い。

弁財泊では水深 3.0 m のところが、水深 1~1.5 m のところのウニより小さくなっている。これは弁財泊の調査地点が船泊港の中であって、水深 3.0 m のところは岩盤上に泥がたまり、死殻が散在していたこと、海藻の生育状態が良くなかったこと、ウニの分布密度が非常に低かったことなどから考えて、大きなウニは死亡したか、他の場所に移動したものと推定される。



第9図 水深別、地域別、殻径と生殖巣指数の関係

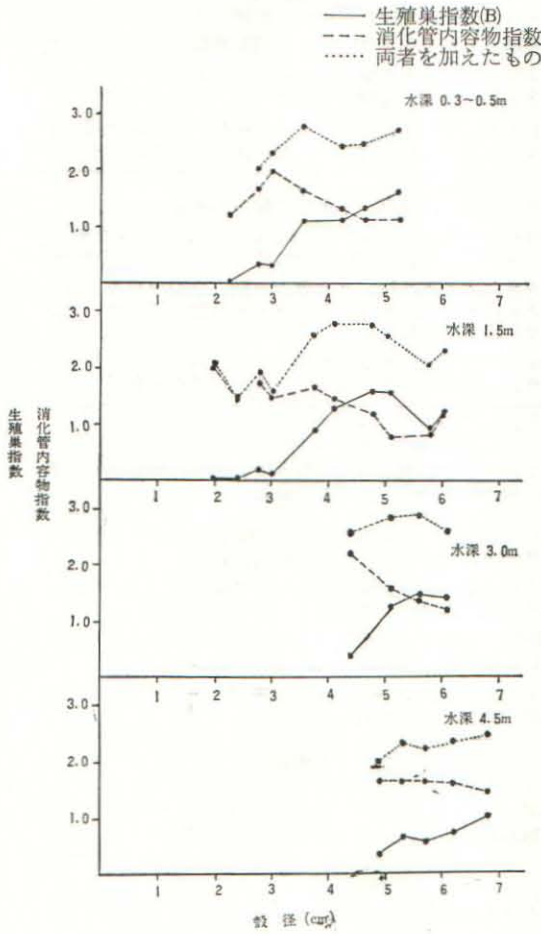
$$\text{生殖巣指数} = \frac{\text{生殖巣重量}}{\text{全重量}} \times 10$$



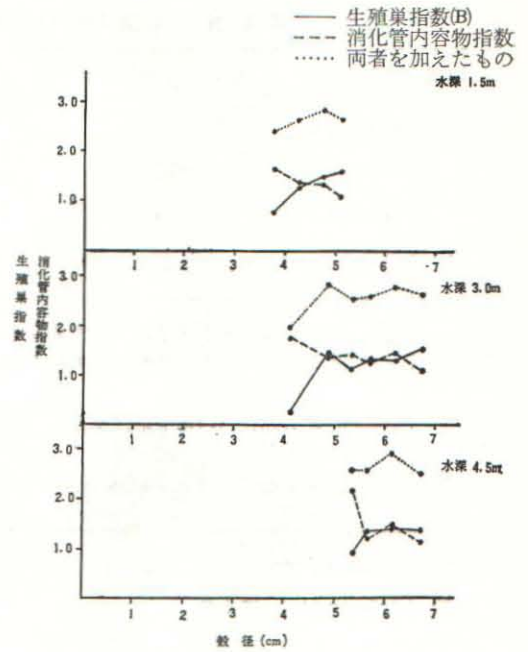
第10図 西上泊 水深別、生殖巣指数と消化管内容物指数

第6表にみられるように、餌料は緑藻、褐藻、紅藻の海藻が中心であり、小動物も含まれる。江戸屋の水深 4.5 m の場所では石灰藻を除いて全く海藻がみられなかったが、ウニは種々の海藻を摂餌している。これは主として流れ藻を食べているためと考えられ、体に流れ藻をつけている個体が多い。餌料の質と生殖巣の発達の関係は良く解っていないが、第1表、第6表、第9図を検討するとコンブを食べているウニが生殖巣の発達もいく分良いようである。しかし生殖巣の発達は北水試(1962)、Fuji (1962) の研究から考えても、冬から春にかけてのウニの索餌活動に関係が深いので、6月の調査のみでははっきりとした結論を出すことはできない。消化管内容物指数の大きさは生育している海藻の状態の良し悪しよりも、生殖巣の発達状態に強く影響される。第10、11、12、13図にみられるように、生殖巣指数(B)が1.3前後になるまでは消化管内容物指数が高いが生殖巣指数(B)が1.3以上になると消化管内容物指数は低くなる。この傾向は著者(1963)が小樽市祝津のエゾバフンウニを調査した際にもはっきりと認められた。Fuji (1962) はエゾバフンウニの摂餌活動は生殖巣の発達と深い関係があるであろうと論じているが、上記の事実は Fuji の考え方を裏づけるものであると考えられる。

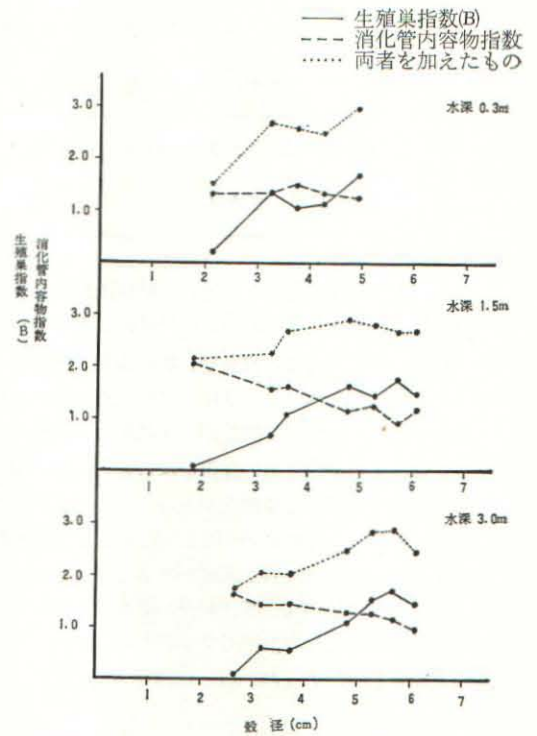
生殖巣重量は地域、水深によって異なるが、大体殻径 4 cm で 5 g 前後、5 cm で 10 g 前後、6 cm で 20 g 前後になる(第7図)。生殖巣指数(A)は殻径 4 cm 台で低いこともあるが、一般に2.0前後に発達して



第11図 江戸屋 水深別、生殖巣指数(B)と消化管内容物指数



第12図 南高山、水深別、生殖巣指数(B)と消化管内容物指数



第13図 東上泊、生殖巣指数(B)と消化管内容物指数

第 6 表 殻径 4 cm 以上のウニの地域別、水深別消化管内容物

地域	水深	主な消化管内容物	量的に少ない内容物
西 上 泊	1.0m	コンブ	ダルス?, 石灰藻, イギス類, クラドホーラ類, ノミハマグリ, イトグサ類, 甲殻類, 砂粒, イソムラサキ
	1.5m	コンブ, イトグサ類	石灰藻, ケウルシグサ, テングサ類, 砂粒, イガイ, アオサ
	3.0m	コンブ	ヌメハノリ, イギス類, アオサ, ケウルシグサ, 石灰藻, クラドホーラ類, 砂粒, テングサ類, イトグサ類
	4.5m	コンブ, テングサ類	イギス類, アオサ, ヌメハノリ, 砂粒, イトグサ類, クロガシラ類, ケウルシグサ, 石灰藻, イソムラサキ
江 戸 屋	30~50 cm	イギス類, ワカメ?, マジマツモ	ケウルシグサ, 巻貝, イトグサ類, 石灰藻
	1.5m	イギス類, イトグサ類, ヌメハノリ, ハバモドキ	ケウルシグサ, ワカメ, アオサ, スガモ, クロガシラ類, ノミハマグリ, ツルモ, テングサ, クシベニヒバ, 種不明2種
	3.0m	イギス類, ハバモドキ, ワカメ, ケウルシグサ	スガモ, イトグサ類, クロガシラ類, フジマツモ, ヌメハノリ, イソムラサキ, クラドホーラ類, アオサ, テングサ, 種不明1種
	4.5m	イギス類, ハバモドキ, ケウルシグサ, アオサ	ツルモ, ワカメ, イトグサ類, クシベニヒバ, クラドホーラ類, ヌメハノリ, クロガシラ類, イソハギ?
弁 財 泊	1.5m	コンブ	
	3.0m	コンブ, アオサ	ケウルシグサ, イギス類, ツルモ, 石灰藻, クロガシラ類, タマノイト?, スガモ, 砂粒
南 高 山	1.0m	ケウルシグサ, イギス類, スガモ	ハバモドキ, ツルモ, 石灰藻, 巻貝, ホンダワラ類, イトグサ類, フジマツモ, 動物の卵
	1.5m	ハバモドキ, イギス類, イトグサ類	ケウルシグサ, アオサ, クロガシラ類, リブラリア類, 動物の卵, ヌメハノリ, ワカメ, テングサ類
	3.0m	イギス類, ハバモドキ, ケウルシグサ	石灰藻, スガモ, ワカメ, イソムラサキ, イトグサ類, 巻貝, 甲殻類, アクロソリウム類
	4.5m	ハバモドキ, テングサ類, ツルモ	ワカメ, ケウルシグサ, イトグサ類, ホンダワラ類, 石灰藻, クラドホーラ類
東 上 泊	1.5m	イギス類, ケウルシグサ, コンブ	アオサ, イトグサ類, ツルモ, フジマツモ, スガモ, ハバモドキ
	3.0m	コンブ, ワカメ	イギス類, ケウルシグサ, イトグサ類, ハバモドキ, ソゾ類, 動物の卵, 石灰藻, イソムラサキ, 甲殻類, フクロノリ?

いる。水深が深くなると普通、生殖巣指数(A)は少し低くなるが殻径 5.5 cm 以上では水深による差は小さくなる傾向がみられる。しかし江戸屋の水深 4.5 m のところでは極端に低くなっている(第8, 9図)。

成熟の状態は雌では成長期, 成熟前期, 成熟期, 雄では回復期から成熟期までの段階がみられるが, 6月下旬当時の主な成熟段階は雌では成長期の後期から成熟前期の初期であり, 成熟期に達しているものは極めて少ない。雄では成熟前期, 成熟期の個体が大部分であり, 回復期, 成長期はごく少ない(第7, 8表)。

水深による成熟段階の変化をみると, 水深が深くなるに従って成熟段階が若くなると共に各成熟段階の生殖巣指数(A)も低くなる傾向がある。しかし, 同じ水深であっても場所によって状態は異なる(第7, 8表, 第8, 9図)。前にも述べたように生殖巣の発達の方は主として, 冬から春にかけての餌のとり方を中心とするウニの生活内容と関連があると考えられ, 今後研究する必要がある。

成体ウニの量的な分布は調査が漁期前, 漁期中にまたがったためほとんど明らかにできなかった。しかし漁期前に調査した船泊港内では前述のように, ウニが非常に少なかった。また西上泊では 1 m² 当り 40 個体の密度の場所があった。

第 7 表 殻径 4 cm 以上地域別, 水深別, ♀♂別成熟状態 (熟度別%)

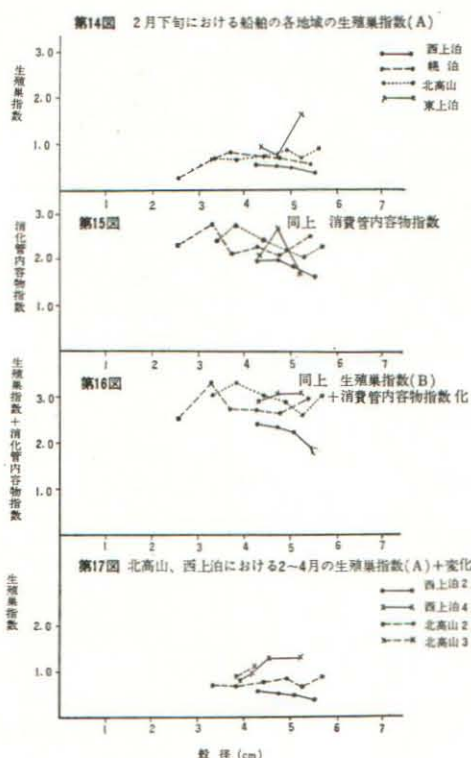
	水 深	♀				♂			
		回復期	成 長 期	成熟前期	成 熟 期	回復期	成 長 期	成熟前期	成 熟 期
西 上 泊	1.0m		20	80				100	
	1.5m		67	33				66	33
	3.0m		75	25				100	
	4.5m		100			25		75	
江 戸 屋	30~50 cm		50		50			57	43
	1.5m		57	43				37	63
	3.0m		67	22	11		33	67	
	4.5m		100				25	75	
弁 財 泊	1.0m			100				50	50
	1.5m			100				75	25
	3.0m		17	83				75	25
南 高 山	1.0m			100					100
	1.5m		22	78				33	67
	3.0m		100					67	33
	4.5m		75	25				100	
東 上 泊	30~50 cm		100					100	
	1.5m		20	80				80	20
	3.0m		50	50				50	50

第 8 表 殻径 4 cm 以上地域別, 水深別, 熟度別生殖巣指数 (A)

	水 深	♀				♂			
		回復期	成 長 期	成熟前期	成 熟 期	回復期	成 長 期	成熟前期	成 熟 期
西 上 泊	1.0m		2.13	2.65				2.62	
	1.5m		2.08	2.15				2.25	2.29
	3.0m		1.11	2.03				2.08	
	4.5m		1.64			0.2		1.71	
江 戸 屋	30~50 cm		1.82		2.54			1.27	2.13
	1.5m		1.42	2.07				1.95	1.98
	3.0m		1.51	2.20	1.96		0.51	1.59	
	4.5m		1.03				0.49	1.10	
弁 財 泊	1.0m			2.48				1.70	2.75
	1.5m			2.46				2.26	2.08
	3.0m		2.10	2.22				2.18	2.29
南 高 山	1.0m			1.93					2.97
	1.5m		1.59	2.07				1.41	2.43
	3.0m		0.81					1.63	1.96
	4.5m		1.55	1.67				1.89	
東 上 泊	30~50 cm		1.34					1.52	
	1.5m		1.63	2.08				2.08	2.20
	3.0m		1.67	2.10				2.06	2.17

第 9 表 1963年2～4月における各地のウニの消化管内容物

月 日	地 域	$\frac{5}{10}$ 以上の内容物	$\frac{5}{10} \sim \frac{1}{10}$ の内容物	$\frac{1}{10}$ 以下の内容物
2月27日	西上泊	スメハノリ, コンブ	スメハノリ, 石灰藻, コンブ, アオノリ類, フクロノリ, スガモ	イトグサ類, スガモ, フジマツモ, アオノリ類, ジュズモ類, ノミハマグリ, コケムシ類, クロガシラ類, 石灰藻, アマノリ類
2月23日	幌泊	アオサ	アオサ, イギス類, イトグサ類, イソムラサキ, フジマツモ, ソゾ類, スガモ, 石灰藻	スメハノリ, アオノリ類, フジマツモ, ハバモドキ, 石灰藻, スガモ, 種不明2種
2月23日	北高山	アオサ, ハバモドキ	イトグサ類, スガモ, ケウルシグサ, ソゾ類, コンブ, イソムラサキ, アオサ, アオノリ	イギス類, アオノリ類, 石灰藻, スガモ, スメハノリ, イソムラサキ, ソゾ類
2月20日	東上泊		イトグサ類, スメハノリ, コンブ, スガモ, フクロノリ, イギス類, アオサ, カヤモノリ?	コケムシ類, 環形動物, イギス類, コンブ, 石灰藻, イトグサ類, ホンダワラ類, イソムラサキ, 有孔虫, ソゾ類, オキツノリ?, アオノリ類
3月下旬	北高山	アオサ	イトグサ類, フクロノリ, フジマツモ, アオサ, コンブ	スガモ, 石灰藻, スメハノリ, フクロノリ, イギス類, ケウルシグサ, フジマツモ, 紅藻1種
4月20日	西上泊	コンブ	コンブ, 石灰藻, スメハノリ, イトグサ類, アオサ, ケウルシグサ	アミシグサ?, 砂粒

6. 1963年2～4月のウニについて^{註2)}

2月下旬西上泊、幌泊、北高山、東上泊で採集された標本は大部分殻径4.0～5.5 cmのウニである。これらのウニは生殖巣指数(A)1.0以下のものが大部分であり、1962年6月下旬に比較すると約半である(第14図)。成熟段階は雌では全て成長期に入っており、雄では一部はすでに成熟前期に達している。消化管内容物指数は2.0以上で前年の6月に比較して相当高い(第15図)。このことはこの時期に活潑な索餌活動がおこなわれていることを示しており、北水試(1962)の生活周期における索餌期の仮説, Fuji (1962)の冬から春にかけて摂餌量が多くなるという実験と一致すると考えられる。第14, 15図によれば、西上泊の標本では生殖巣指数(A)、消化管内容物指数共に他の地域より低く、すでにこの時期には、餌のとり方と生殖巣の発達の状態との間に深い関係があると推定される。消化管内容物種類は第9表の通りであるが、西上泊、幌泊で石灰藻が多く食べられていることが注目される。

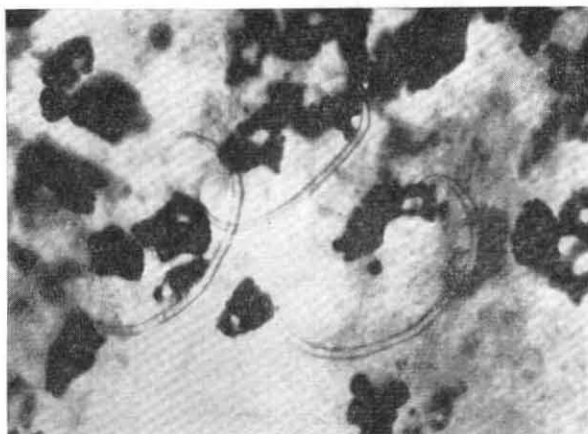
北高山の3月下旬では生殖巣指数(A)は1.00前後、西上泊の4月下旬では1.3前後に発達してくる(第17図)。成熟段階は雌では成長期の段階であるが、雄では成熟前期の段階のものが多くなる。

註 2) この期間の標本は現地で採集して送られてきたものであり、詳しい採集した場所の水深、底質、海藻の生育状態などについては何も記録されていない。

7. 生殖巣にみられる赤黒色の斑点について

ウニの生殖巣に赤黒色の斑点のみられるものがあり、これを斑点のない生殖巣と混ぜると、全体に赤黒色に変色し、製品の価値が下がるといわれている。6月の調査では斑点のあるウニは2, 3個体採集されたのみであった。2月下旬の標本では西上泊、幌泊のウニに非常に多くみられ、また西上泊の4月下旬のウニにもみられた。2月下旬には西上泊では11個体中10個体にみられ、幌泊では25個体中17個体にみられた。この時期の斑点のないウニは大部分殻径 3.5 cm 以下のものであった。西上泊の4月下旬のウニでは17個体中9個体に斑点がみられたが、斑点の量は2月に比較して少なくなっていた。このように斑点のあるウニは場所や時期によって出現状態が異なるように思われる。

斑点のある部分を顕微鏡で観察すると、生殖巣の表面に多数の赤黒色の色素粒をもった細胞があり、その内側（生殖巣の表面か、内部か不明）にC型の長さ 60 μ 前後の骨片が必ず形成されている（写真参照）。



生殖巣の赤黒色の斑点の部分をスライドガラス上で押しつぶした顕微鏡写真

3個見えるC型をしたものが骨片（長さ約 60 μ ）、黒く沢出見えるのが赤黒色の色素粒をもつ細胞

ウニ類の骨片は普通管足にみられ、消化管や生殖巣にみられる場合もあり、骨片の形態的特徴はウニの種の分類の基準の一つになっている。Mortensen (1943) によればエゾバフンウニの生殖巣には骨片はみられないといっており、実際に骨片がある個体は普通少なく、一般的な現象ではないと考えられる。

赤黒色の色素粒をもった細胞は Kindred (1924) が、*Strongylocentrotus drobachensis* (ホクヨウバフンウニ)、*St. franciscanus* (ハリナガバフンウニ) 等でみられるという Amoebocyte with red spherules, また Kawaguti and Yamasu (1954) がムラサキウニ、バフンウニ等、正形ウニ類に存在するという red granular amoebocytes と同じものであるらしい。

赤黒色の色素粒のある細胞の機能については Kindred, Kawaguti and Yamasu もほとんどふれていない。また Harvey (1956) もよく解っていないと述べている。

赤黒色の斑点があるところには必ずといってよいほど骨片が形成されていること、殻の一部などが損傷した場合にも赤黒色の膜が形成され、同じような赤黒色の色素粒のある細胞が多数みられること、2～4月における西上泊、幌泊の斑点の多いウニは、石灰藻を多く摂っている場合が多いことなどから、この赤黒色の色素粒のある細胞は殻や骨片など石灰質を中心とする組織の形成と何んらかの関係がありそうであるが、現在のところ不明である。

西上泊の2月と4月の斑点の状態の変化からみると生殖巣が発達してくると斑点が減少したり、消えてゆく傾向があるらしい。また6月の調査でも生殖巣の発達の悪いところに多く出現するらしいことなどから、ウニの餌の内容や生殖巣の発達と斑点のつき方を調査してゆけば、生態学的方法で斑点の問題を解決することができる可能性があると思われる。

9. 1962年の漁期間中における漁獲量の変化

漁獲日報資料がわずかに15名分で非常に少ないが、漁期間中の地域別、水深別、1日1人当たり平均漁獲量（殻付重量）、生殖巣重量、歩留について旬別に整理したのが第10表である。また比較的資料の整っている鮑古丹、幌泊地先の操業毎の1日1人当たり平均漁獲量を示したのが第18図である。これらによれば、漁期の初期には非常に高い漁獲量を示し 100～150 kg 位であるが、7月上旬になると漁獲量は 30 kg 前後で漁期間中の最低の漁獲量になる。ところが7月中旬になると漁獲量は幾分多くなり以後あまり変化しない。途中で

第 10 表 昭和37年における旬別、

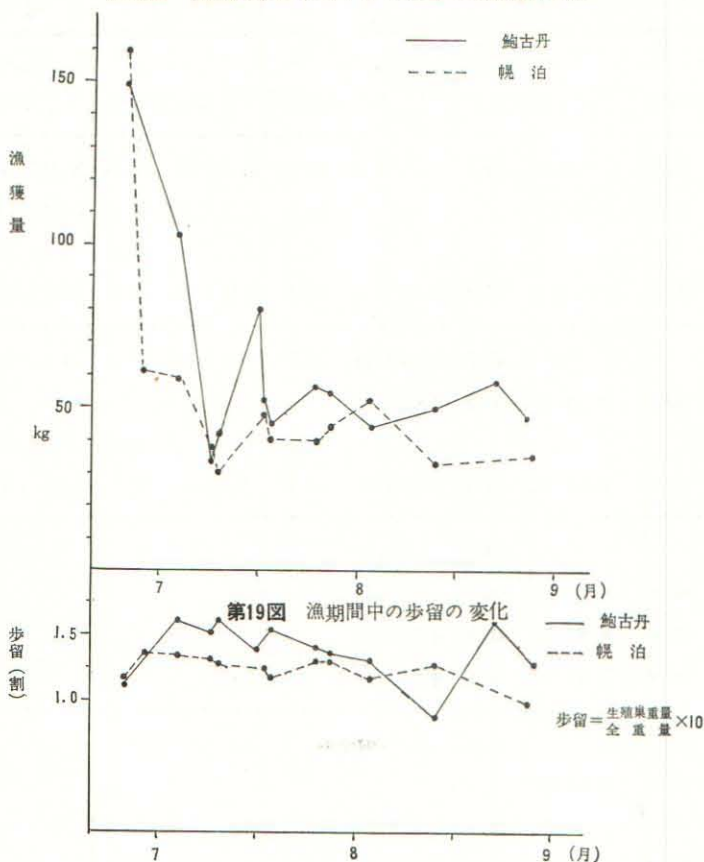
月 旬	地 域 水 深	宇 遠 内			西 上 泊			鉄 府			鮑 古 丹			ク キ ア イ		
		漁獲量 kg	生殖巣 重 量 kg	歩留	漁獲量	生殖巣 重 量 kg	歩留	漁獲量	生殖巣 重 量 kg	歩留	漁獲量	生殖巣 重 量 kg	歩留	漁獲量	生殖巣 重 量 kg	歩留
6 月 下 旬	～1.5 m				80.0	10.4	1.3	100.0	12.0	1.2	130.0	15.0	1.14			
	1.5～3.0				60.0	9.0	1.5				168.0	18.48	1.1			
	3.0～															
	平 均				66.6	9.7	1.4	100.0	12.0	1.2	149.0	16.74	1.12			
7 月 上 旬	～1.5										62.8	10.8	1.73			
	1.5～3.0	63.0	8.86	1.4				80.0	11.5	1.44	21.0	2.4	1.14			
	3.0～															
	平 均	63.0	8.86	1.4				80.0	11.5	1.44	52.4	8.7	1.58			
7 月 中 旬	～1.5										70.0	12.1	1.76			
	1.5～3.0	60.0	9.0	1.50							70.0	9.8	1.26			
	3.0～										44.0	5.2	1.18	85.0	10.4	1.18
	平 均	60.0	9.0	1.50							54.0	8.56	1.48	85.0	10.4	1.18
7 月 下 旬	～1.5										49.9	7.4	1.49			
	1.5～3.0	50.5	8.2	1.61							59.8	8.4	1.36			
	3.0～				90.0	14.0	1.55							22.0	2.6	1.18
	平 均	50.5	8.2	1.61	90.0	14.0	1.55				55.84	8.0	1.41	22.0	2.6	1.18
8 月 上 旬	～1.5															
	1.5～3.0										48.8	7.1	1.43			
	3.0～										40.0	5.0	1.25			
	平 均										44.4	6.05	1.32			
8 月 中 旬	～1.5															
	1.5～3.0										50.0	4.4	0.88			
	3.0～															
	平 均															
8 月 下 旬	～1.5										54.2	8.8	1.62			
	1.5～3.0										47.7	6.4	1.34			
	3.0～															
	平 均										50.95	7.6	1.48			

地域別，水深別単位漁獲量，歩留

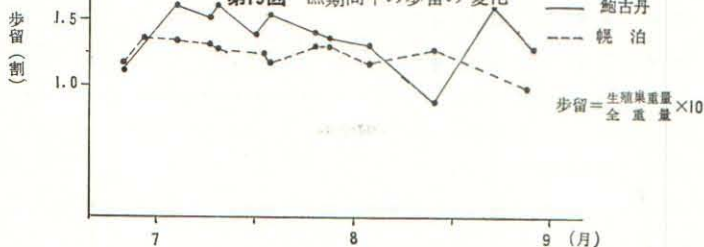
$$\text{歩留} = \frac{\text{生殖巣重量}}{\text{漁獲量}} \times 10$$

弁 財 泊			江 戸 屋			幌 泊			北 高 山			南 高 山			東 上 泊		
漁獲量	生殖巣重量	歩留	漁獲量	生殖巣重量	歩留	漁獲量	生殖巣重量	歩留	漁獲量	生殖巣重量	歩留	漁獲量	生殖巣重量	歩留	漁獲量	生殖巣重量	歩留
			81.5	9.03	1.10	76.9	9.76	1.3	85.0	11.0	1.29	68.5	8.46	1.26			
			80.0	8.8	1.1				56.0	7.25	1.29	57.3	6.34	1.14			
												20.0	2.5	1.25			
			81.0	8.95	1.1	76.9	9.76	1.3	70.5	9.18	1.29	57.8	6.67	1.18			
						47.5	6.21	1.31	48.7	6.4	1.32	53.4	4.9	0.92			
			80.0	9.0	1.12	39.0	4.93	1.26				50.0	7.0	1.40			
			80.0	9.0	1.12	43.8	5.69	1.30	48.7	6.4	1.32	51.7	5.95	1.16			
						69.5	8.9	1.28									
			60.0	6.1	1.00	38.0	4.75	1.23									
			80.0	8.8	1.10	41.8	4.76	1.20							102.5	10.15	1.00
			66.6	7.0	1.03	44.3	4.90	1.22							102.5	10.15	1.00
52.9	6.1	1.15				43.6	5.7	1.81									
			60.0	5.2	0.87												
						46.8	5.48	1.22							53.75	5.95	1.10
52.9	6.1	1.15	60.0	5.2	0.87	46.2	5.52	1.23							53.75	5.95	1.10
						45.0	5.83	1.29							50.0	4.85	0.97
						45.0	5.83	1.29							50.0	4.85	0.97
			60.0	6.3	1.05												
						34.9	4.53	1.29									
			60.0	6.3	1.05	34.9	4.53	1.29									
						30.0	3.3	1.10									
															40.0	4.3	1.08
						38.0	3.55	0.94							60.5	6.3	1.08
						36.0	3.47	0.99							55.4	6.0	1.08

第18図 漁期間中の平均1日1人当りの漁獲量変化



第19図 漁期間中の歩留の変化



一度漁獲量が多くなるのは、7月中旬にコンブ漁が解禁されて、ウニが採り易くなることと関係があるといわれている。以上のことから、漁獲量の変化は主としてウニの分布密度と操業の難易に関係すると考えられる。

10. 1962年における漁期間中の歩留について

第19図は鮑古丹、帆泊の操業毎の平均歩留の変化を示したものである。ここでいう歩留とは $\frac{\text{生殖巣重量}}{\text{殻付重量}} \times 10$ を意味する。これによれば歩留は7月上旬に最高値を示すが、以後次第に下がってゆく。これは第7表に明らかなように、漁期の初期には生殖巣の発達の良い浅いところで操業するが、次第に生殖巣の発達の悪い水深の深いところへ漁場が移ってゆくことに主として関係する。帆泊で歩留の変化が少ないのは深さによる歩留の差が小さいためであり、鮑古丹では、水深による差が大きいために、歩留の変化が著しい。鮑古丹と帆泊で水深による歩留の差が生ずるのは、主として餌となる海藻の生育状態に関係があると推定される。鮑古丹の水深 3m 以深で操業された記録には全く海藻が生えていない。一方帆泊ではいずれの水深にも海藻が生えている。鮑古丹で8月下旬に歩留が急昇しているのは漁場が浅いところに移ったためである。帆泊で8月下旬に歩留が下がるのは、記録によれば、卵や精子が流出するためであり、この頃から成熟、産卵期に入ってゆくと推定される。船泊の東海岸と西海岸を比較すると、西側では歩留は水深による差が大きい、その最高値は1.6~1.7で高い。東側では水深による差は小さいが最高値は1.4前後である。歩留の非常に悪い地域はクキアイ、江戸屋である。

第11表 1960～'62年における船泊の生産量、生産金額、着業者数、操業日数、平均1日1人当り漁獲量

年次	生産量(製品) kg	生産金額 千円	着業者数 人	操業回数 回	平均1日1人当り 漁獲量(殻付重量推定) kg
1960	55,939	38,056	867	37	25.8
1961	80,525	55,959	855	29	50.6
1962	43,959	49,582	905	14	55.9

註) 製品重量×16を殻付重量とした。

11. 漁業、資源管理についての2、3の考察

北海道の1962年における支庁別ウニ漁業の最盛月における平均1日1人当り漁獲量^{註3)}を比較すると、日本海側は宗谷を含めて30kg前後であり、東太平洋側に比較すると非常に低い(第21図)。日本海側はウニ漁業が早くから盛んであり、漁業者の数も多い。一方東太平洋側はここ数年来、ウニ漁業の開発されたところであり、漁業者数も少ない。これらのことから日本海側におけるウニ資源には強く漁獲の影響があると推定される。また1960～'62年における宗谷支庁管内の月別平均1日1人当り漁獲量の変化をみると、年によって変動しており、10～40kgの差がみられるが、その水準は高くない(第20図)。船泊における平均1日当り漁獲量をみると1960～'62年の間で25.8kg～55.9kgであり、日本海側の各地や宗谷に比較していくらか高いが、特に良い状態ということとはできない。また1960年において漁獲努力が大きく、1日1人当り漁獲量が低かったにもかかわらず、'61年においては漁獲量が大巾に増加している(第11表)。このことから、その年の補充量の大きさに漁獲量が影響される可能性があるかも知れない。以上のような諸事実から考えると、船泊においてもウニ漁業を将来発展させるためには、資源管理にたえず努力を払うことが必要であろう。

船泊漁業協同組合は従来から資源管理に熱心に取り組んでおり、1962年当時において下記のような漁業、資源管理をおこなっている。

(a) 操業期間

エゾバフンウニ漁業、6月25日より8月20日まで。

キタムラサキウニ漁業、8月1日より8月31日まで。

(b) 操業時間

午前6時より午前10時まで。

(c) 漁法

操業には必ず漁船を使用する。(以前には胴付による操業が認められていた)

(d) 制限殻径

殻径3cm以下のウニの採捕は禁止されている。

(e) 禁漁区

船泊管内を16の地区に分け各地区に100間(約150m)以上の禁漁区を設ける。

(1) 漁期

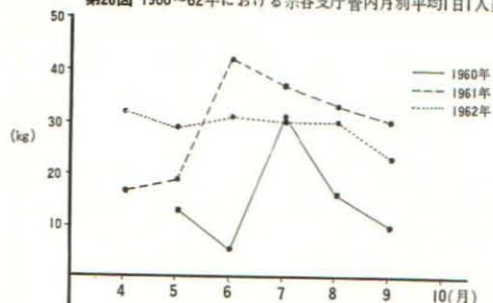
漁期間中の初期に非常に高い漁獲量があること、歩留が時期的に変化することなどから漁期の調整は非常に重要である。1962年における漁期は上記のように6月25日～8月20日であり、ほぼ妥当であると考えられる。しかし6月下旬よりも7月上旬が歩留が良く、漁期の始まりは7月上旬にしても良いと考えらる。また8月下旬には生殖巣の成熟段階が進んできて歩留が下がるといわれており、もう少し早く切り上げるのが良いであろう。

ウニの生殖巣の発達には年によっていくらか変化するので、その年々の生殖巣の発達状態を調査して漁期を決定するのが合理的である。生殖巣の成熟状態からいえば成熟前期に採るのが最も良いと考えられる。

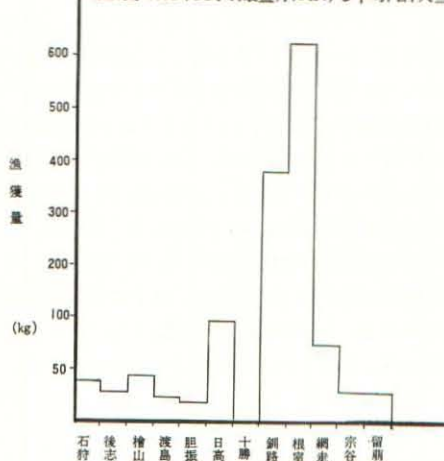
(2) 漁法

註3) 資料には北水試の北海道水産統計月報を使用した。

第20図 1960～62年における宗谷支庁管内月別平均1日1人当り漁獲量



第21図 1962年支庁別最盛月における平均1日1人当りの漁獲量



現在胴付による操業は禁止されているが、今後も禁止すべきである。胴付で操業する水深は 1 m 以浅であり、殻径 1～3 cm のウニが多く生息しており、また足でふみつぶすことが多いからである。

(3) 殻径制限

殻径 3 cm 台のウニは浅いところでは相当生殖巣も発達している場合もあるが、深いところでは発達が悪い。また、このウニが殻径 4 cm 以上になれば、生殖巣の量は倍以上になると考えられ、殻径制限は殻径 4 cm まで引上げるのが良いであろう。

(4) 禁漁区

現在おこなわれている禁漁区制は今後も継続する必要がある。禁漁期間が長いと生殖巣の品質が悪化するといわれており、また長期に禁漁する場合には自然死亡などの減耗による損失も考えられ、あまり同一地区の長期の禁漁は意味がないと思われる。そのため一定期間禁漁区にすれば、解放して他の場所を禁漁区にする方が漁業上有利であろう。

水深 50 cm 以浅の殻径 4 cm 未満のウニの多い平磯は全面的に禁漁区とすることが良いと考えられる。

(5) 移殖

生殖巣の発達の悪い場所のウニを発達の良い場所へ移殖することは各地でおこなわれてきている。著者(1963)は小樽市祝津における移殖ウニを調査して、その効果があると考えられることを明らかにした。しかし現在の段階ではどういうウニをいつ、どこへ、どういように移殖すれば効果的であるかということについては十分な資料がない。

船泊には生殖巣の発達の不十分なウニの生息する場所が多くあり、移殖を試みることは無意味なことではないと考えられる。ウニの移殖の場合には種苗に金がかからないので、労力があれば試験することができる。

今のところ試験的な移殖を試みて、その状態を良く記録して、効果を確認してゆくことが必要である。この立場から移殖試験を漁業者が中心になって1962年秋からおこなってきているので、その結果については次の機会に報告する予定である。

摘 要

1. 1962年6月22~28日にわたり、船泊の西上泊、江戸屋、弁財泊、南高山、東上泊で、水深別にウニを採集し、生物調査をおこなった。また漁獲日報調査により、漁期間の漁獲量、歩留等の変化を調べた。1963年2~4月の標本により、生殖巣の発達、餌料等について調査した。

2. 船泊のエゾパフンウニは6月下旬当時で、大きさと年令を大まかに次のように分けることができる。

殻径1cm以下…1年ウニ、殻径1~3cm未満…(2年ウニ)、殻径3cm台…(3年ウニ)、殻径4cm以上…成体ウニ。

3. 1年ウニは主として水深50cm以浅に多く生息し、海藻の根の間、小石の下側面に附着していることが多い。1年ウニは主としてデトリタスを食べている。

4. 殻径1~3cm未満のウニは1年ウニと同じ場所から少し沖まで分布する。これ以上の大きさのウニは主として海藻を食べている。地域的にいくらか大きさの差が認められる。生殖巣はほとんど発達していない。

5. 殻径3cm台のウニも前記のウニより幾分沖に分布することが多いが、地域的に差がみられる。これは主として、ウニの餌の摂り方と移動の仕方に応じた環境条件に関係があるようである。生殖巣の発達は地域、水深等によって異なるが、成体ウニに比較すれば不十分である。

6. 成体ウニは水深50cm以深に多く分布し、深くなるほどウニが大きくなる傾向がみられる。消化管内容物の量は生殖巣の発達状態と逆の関係にある。生殖巣の発達状態は地域、水深によって異なるが、一般に水深が深くなると悪くなる。しかし、殻径5.5cm以上のウニではその差が少なくなる場合がある。6月下旬における成熟の状態は雌では成長期の後期から成熟前期の初期の段階であり、雄では成熟前期から成熟期である。

7. 2~4月のウニの生殖巣の量は6月の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ であり、成熟段階も雌では成長期の初期、雄では成長期から成熟前期の初期である。餌は6月の倍近く摂っている。

8. 生殖巣にみられる赤黒色の斑点は、その部分に赤黒色の色素粒をもった細胞が沢山集まっているために見える。そこにはC型の骨片が形成されている。

9. 漁期間中の漁獲量は漁期の初期に高く、急速に下がるが、途中で若干上昇し、以後大きく変化しない。

10. 歩留は7月上旬に最高になり、以後下がる傾向がある。歩留は地域、水深によって変化がみられる。

11. 資源管理に関連する漁期、漁法、殻径制限、禁漁区、移殖について若干の考察をおこなった。

引 用 文 献

- 1) Fuji, A. (1962): Studies on the biology of the urchin. V. Food consumption of *Strongylocentrotus intermedius*. Jap. Jour. Ecol., **12**, (5), pp. 181~186.
- 2) Harvey, E. B. (1956): The American Arbacia and other sea urchins, Princeton, New Jersey, p. 298.
- 3) 北水試(1962): エゾパフンウニについて、北水試月報, **19**, (8), pp. 18~26.
- 4) ————: 北海道水産統計月報, 1960~1962年.
- 5) Kawaguti S. and Yamasu T. (1954): Pigment Cells in the Perivisceral Fluid of Echinoidea. Biol. Jour. Okayama Univ., **1**, (3), pp. 249~264.
- 6) 川村一広(1960): サロマ湖と網走のウニについて、北水試月報, **17**, (8), pp. 8~18.
- 7) ————(1963): 小樽市祝津におけるエゾパフンウニの移殖について、同上, **20**, (9), pp. 20~27.
- 8) Kindred, J. E. (1924): The Cellular Elements in the Perivisceral Fluid of Echinoderms. Biol. Bull. **XLVI**, (5), pp. 228~251.
- 9) Mortensen, Th. (1943): A monograph of the Echinoidea. 3. Pt. 3. C. A., Reizel, Copenhagen, p. 446.
- 10) 田村 正(1960): 浅海増殖学, 恒星社厚生閣, 東京, p. 331.

水産動物の真空凍結乾燥に関する研究

第1報 乾燥肉の変質について

田 元 馨

Studies on Vacuum Freeze-Drying of Marine Products (1)
On the deterioration of freeze-dried muscle

Kaoru TAMOTO

The author studied the changes of temperature and weight and chemical properties of actomyosin in muscle during the freeze-drying process, and the effect of storage temperature on the rehydratability and denaturation of muscle protein during storage of freeze-dried muscle.

The freeze-drying was done by vacuum-drying with pumping pressures at 10^{-1} mmHg. The samples used Alaska Pollack, Ataka makerel and Cod muscle which were preserved at several temperatures for 1~3 months.

The storage temperature were set at -18°C , 3°C , 10°C , 20°C , 37°C , 55°C respectively.

The following results were obtained.

1) In the experiment it was found that a greater part of the actomyosin was not rendered insoluble by vacuum freeze-drying.

Little difference between the amount of actomyosin of fresh and freeze-dried muscle was seen, thus suggests that various myosins are not denatured during freeze-drying.

2) As a result of studies on samples at -18°C , 3°C , 10°C , 20°C , 37°C , 55°C it was shown that denaturation of actomyosin increased with the increase of temperature and length of storage.

3) The effect of storage temperature and length of storage on the rehydratability of freeze-dried muscle were observed to decrease with the increase in temperature of storage and length of storage, but there was no parallel relation between the denaturation of actomyosin in muscle and rehydration of the muscle. A relationship was noted between the water content in the dried muscle and denaturation of the muscle protein during storage (-18°C).

緒 言

真空凍結乾燥が食品の乾燥に応用され出したのは、比較的新しいことで、特に畜肉や魚肉の本格的な研究は1950年代に入ってからである。畜肉については Wang¹⁾²⁾, Tappel³⁾, Hunt⁴⁾⁵⁾, Hamday⁶⁾, タラ肉については Connel⁷⁾, Hunt⁸⁾, の研究がある。

筆者は主としてスケトウダラとホッケ肉を用いて真空凍結乾燥し、乾燥過程中的試料の温度変化、重量の変化を観察すると共に、乾燥過程における魚肉のミオシン系蛋白の変質を塩溶性区窒素とアクトミオシン量の量的変化から追跡した。

また真空凍結乾燥肉を各種温度条件に保存し、保存温度と乾燥肉蛋白の変性、および水戻しによる復元性について実験した。

種々の乾燥程度の試料を作り、魚肉の含水量の異なった試料を凍蔵し、凍蔵中の蛋白変性を比較した結果、若干の知見を得たので報告する。

実験方法

試料

生鮮なスケトウダラ、ホッケ、ワラズカ、ブリの精肉を小片のフィレーにして、生肉または凍結肉を使用した。

真空凍結乾燥方法

乾燥機は共和式真空凍結乾燥機 CL-100 型を使用した。乾燥機は排気速度 $100 \ell / \text{min}$ 、致達真空度 $2 \times 10^{-3} \text{ mmHg}$ の油拡散ポンプで真空にし、水蒸気の除去は P_2O_5 トラップを用いた。試料を 4～6 個真空室に入れ、小型のアルコール温度計を肉片にさし、温度変化を観察すると共に、乾燥進行程度を所定時間毎に運転を中止して秤量した。

分析方法

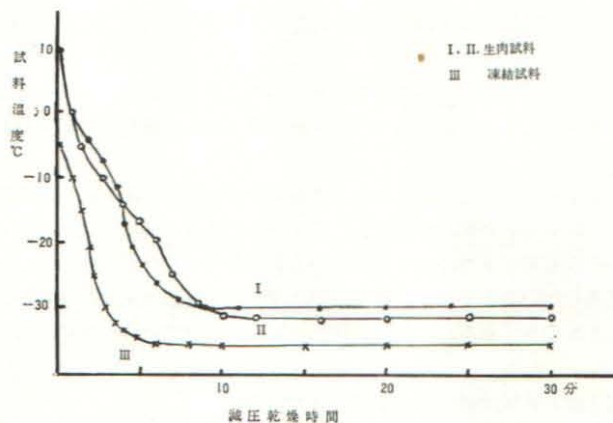
- 1) 塩溶性-N: 魚肉 10 g を 190 cc の 5% NaCl でブレンダーを用いて細碎抽出し、遠心分離 (3,000 r.p.m. 25分) 後、上澄液の一定量をとって Kjeldal 法で定量した。
- 2) アクトミオシン-N: 上記で得られた塩溶性区の一定量を 5 倍量の冷水で稀釈し、一夜放置後に遠心分離 (3,000 r.p.m. 25分) 後、全沈澱を 0.1 N NaOH で溶かし、分解ビンに洗い込み硫酸分解後に Kjeldal 法で測定した。
- 3) 比粘度: 前記の塩溶性区蛋白抽出液についてオストワルド粘度計を用いて 20°C で測定し比粘度を算出した。

実験結果

1) 減圧初期の試料温度の変化

生スケトウダラの小片 10 g を乾燥機に入れ減圧 (10^{-1} mmHg) を開始すると、試料の表面の一部分が 1 分程で急速に白色になり、凍結が始まり試料の温度は急速に降下し、第 1 図の I, II の温度曲線の如く 5 分ぐらいで -17°C から -24°C にまで降下し 8 分程で -31°C になった。以後 1 時間程この温度を保った。

凍結した試料を同じく小片 10 g にして乾燥した場合は III の曲線の如く、当初の肉温が低いので減圧と同時に試料温度は降下し 6 分程で -35°C に降下した。この時の室温は 10°C である。減圧初期の試料の温度降下曲線は、魚種 (ホッケ、タラ、ワラズカ、ブリ) によって若干の差がみられるが、大体第 1 図の温度曲線に類似していた。試料温度が降下して最低値が一定になるのに要する時間は、試料の大きさ、当初の試料の温度、外気温により若干相異が認められた。



第 1 図 真空凍結乾燥過程の試料の温度変化 (減圧初期)

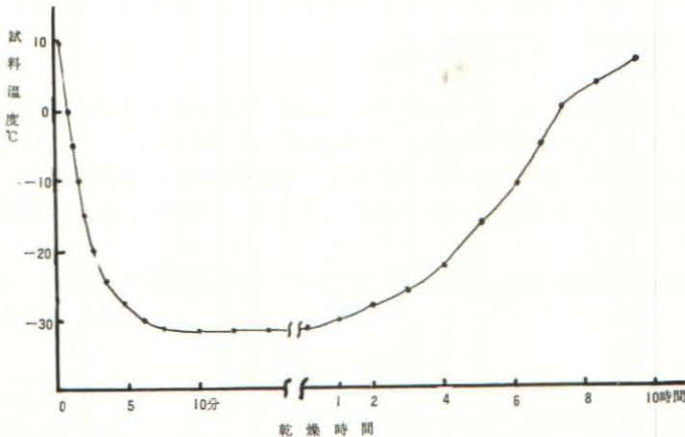
2) 乾燥初期から乾燥終期までの温度変化

スケトウダラ肉の代表的な乾燥過程の温度変化を第2図に示した。

当初肉温が10℃のものが、減圧開始と共に急速に温度が低下し、7分程で-31℃に到達し40分程その温度を保ち、1時間後から徐々に温度が上昇し7時間で+2℃、9時間で+9℃になり乾燥が完了した。

肉の外観は減圧によって凍結が開始されると同時に表面から白色になり、内部の氷結晶が昇華によって減少するにつれて、肉色は中心部に向って白色に変わって行き、乾燥終期には中心部も白色になった。

血合肉の部分は淡褐色または淡紅色になり、タラ肉の場合は純白で光沢があり美しい外観になった。



第2図 真空凍結乾燥過程の試料の温度変化
(減圧初期から終期まで)

3) 真空凍結乾燥過程の温度および重量の変化の関係

スケトウダラとホッケ肉を試料とした。10gの試料を2個入れ、1個は温度測定に用い、1個は重量の測定に用いた。

乾燥時間毎の試料の温度変化と、それに対応する重量変化との関係を第3図に示した。

試料の重量を測定するたびに、乾燥機の運転を中止し、試料を取り出したので、その度に試料の温度は若干上昇したが、秤量後再び試料を乾燥機に入れ減圧にすると取出した時の温度にもどるので、温度曲線はその点を除いた。

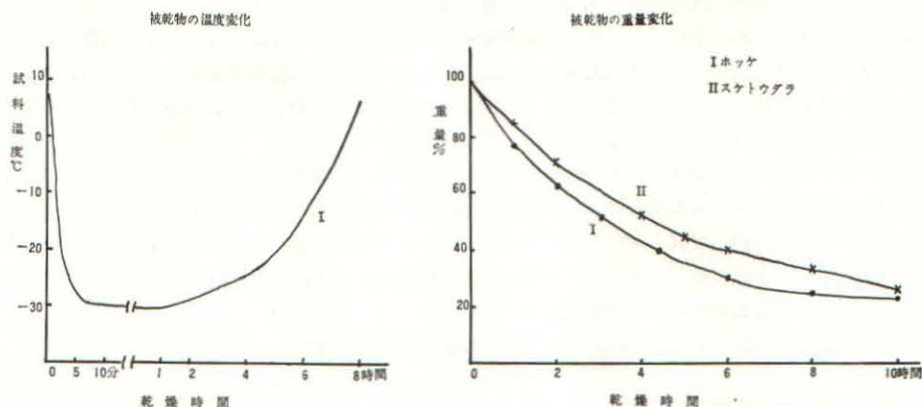
Iはホッケ肉であり、乾燥1時間で当初の重量の76%、2時間で62%、3時間で50%、8時間で24%、10時間で22%になった。

IIはスケトウダラ肉であるが、ホッケ肉より乾燥速度がおそかったのは、ホッケ肉の場合は10gの試料を3片に切り乾燥面積を大きくしたのにくらべて、スケトウダラ肉の場合は切断しなかったことによるものである。

タラ、ワラズカ、ブリなどの試料も大きさによって乾燥速度に相異がみられた。減圧による乾燥速度は、乾燥初期(減圧から1時間くらいの間)が最も大きく、時間の経過と共に次第に小さくなり、他の乾燥法と同じ傾向を示す。試料の温度がプラスになっても若干の水分は残っていて、その後なお若干の時間をかけなければ完全に水分が蒸発しないようである。乾燥終期は試料の温度がプラスになった時で大部分の水分が蒸発したものと考えてもよさそうであるが、乾燥終期の乾燥程度と試料温度の関係は良く検討しなくては正確には判定出来ない。

乾燥曲線と試料温度曲線の後半は逆相関の型になっている。

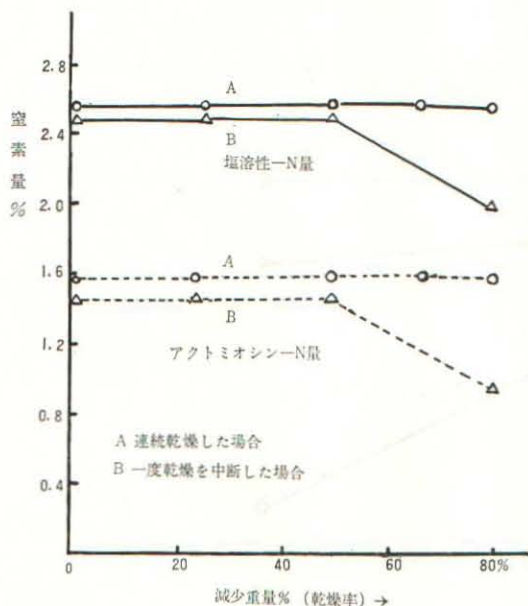
乾燥肉は生から実施した場合には、僅か原型より収縮して小型になるが、一度凍結してから凍結状態で実施した場合には、原型の状態を保ち、筋繊維の配列の状態、氷結晶の発生箇所が空間となって良く見られる。



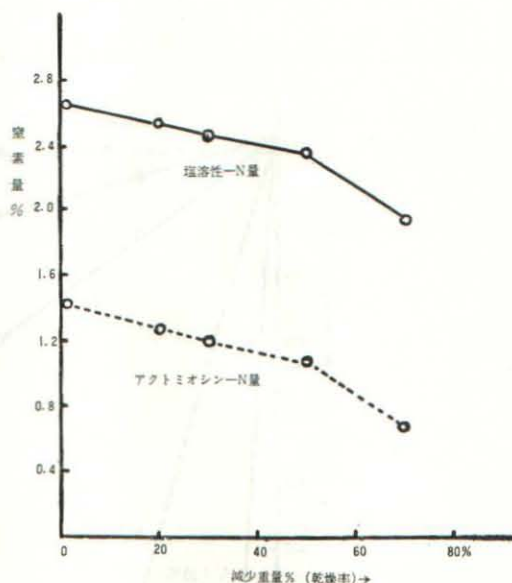
第3図 真空凍結乾燥過程の温度変化および乾燥曲線

4) 真空凍結乾燥過程の塩溶性区蛋白の変化

試料を 10 g (乾燥を早めるために 3~4 片に切断) づつ秤量しアルミ箔にのせて、5~6 試料を同時に乾燥機に入れ、 10^{-1} mmHg の減圧で乾燥を行い、乾燥の各段階で取出し、直ちに乾燥肉を細切して試料を 5°C 以下の蒸留水に 1~2 時間浸漬して吸水復元した後に、常法により塩溶性区蛋白を抽出し乾燥前の蛋白量と抽出液の粘度を比較した。結果を第 4~5 図に示した。



第4図 スケトウダラ肉の真空凍結乾燥過程の塩溶性蛋白量の変化



第5図 ブリ肉の真空凍結乾燥過程の塩溶性蛋白量の変化

第4図にはスケトウダラ肉を連続乾燥(8時間)した場合の(A)と、実験の都合で乾燥6時間で1夜中止し、翌日に再乾燥した(B)の場合を示した。連続乾燥(A)の場合は生肉の塩溶性区蛋白量と各乾燥段階の塩溶性蛋白量はほとんど差がみられず、抽出液の粘度も同一であった。途中で乾燥を中止した(B)の場合は、乾燥中止前の段階では生肉の塩溶性蛋白量と変らなかったが、次の日に再乾燥した後には若干塩溶性蛋白量が減少した。

これは1夜放置中における試料温度（8℃）の上昇によるものと考えられる。

第5図にはブリの凍結品を乾燥した場合の結果を示した。この場合は乾燥が進むに従って漸次塩溶性蛋白量の減少がみられ、乾燥率50%で1夜乾燥を中止し、次の日に再乾燥したので更に減少がみられた。

この原因については、試料が長期間（3カ月）凍蔵したものであったことによるか、初めての実験試料で吸水に時間が長かったことによるのかは明らかではない。

前述のスケトウダラの場合はその後であり、この他にもタラ、ワラズカなどについて、多くの実験を行った結果では、連続乾燥を行った場合は、乾燥前後の抽出蛋白量には差がほとんど見られなかった。

以上のことから、連続して真空凍結乾燥した結果では、大部分の試料は乾燥前後の塩溶性蛋白量に差がみられず、粘度もほとんど低下していない所から、乾燥過程では肉蛋白の変性がほとんど生ぜず、変性してもごく僅かな量であることが明らかである。

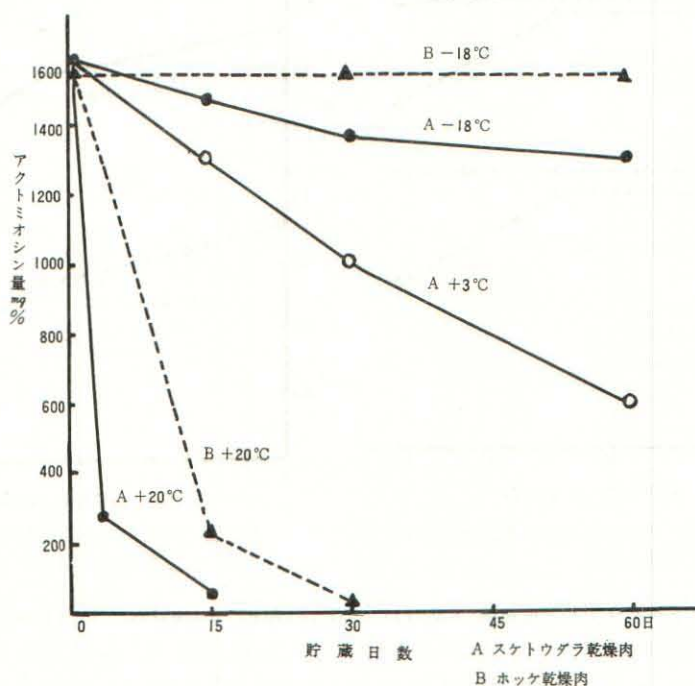
ただ途中で乾燥を中断し放置した場合は、放置中に変性が生じやすい。

5) 真空凍結乾燥肉の耐熱性

スケトウダラ肉を連続乾燥し、完全に水分を蒸発した試料を、10℃、37℃、55℃に保存し塩溶性蛋白の変性を検討した結果を第1表に示した。

第1表 乾燥肉の耐熱性

貯蔵温度	保存時間	塩溶性-N量	アクトミオシン-N量	比粘度
10℃	24	2.217 %	1,515 mg%	2.309
37℃	5	1.884	887	0.781
55℃	5	0.924	0	0
乾燥直後		2.290	1,518	2.310



第6図 貯蔵温度と乾燥肉のアクトミオシン量の変化

試料を10°Cに1日保存した場合は貯蔵温度の影響はほとんど認められなかったが、37°Cの場合はアクトミオシン量が約5%に減少した。55°Cに保存した場合は5時間で0になった。このことから乾燥肉の場合も生肉と同様にミオシン系蛋白は高温になる程、早く不溶性となり、変性することがわかった。

第6図にホッケおよびスケトウダラの乾燥肉を+20°C、+3°C、-18°Cの温度に貯蔵し、貯蔵温度と貯蔵中のアクトミオシン量の変化を示した。

Aはスケトウダラ肉であり、+20°Cに貯蔵した場合は3日で大部分のアクトミオシンが不溶性となり、15日ではほとんど不溶性化した。それに比較して+3°Cの場合は不溶性化が少なく、特に-18°C貯蔵の場合は60日目においても当初の80%ものアクトミオシン量が残存し安定であった。

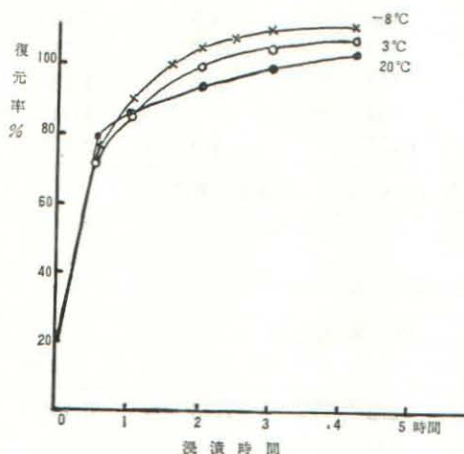
ホッケ肉(B)の場合はスケトウダラより肉蛋白の変性は少なく、+20°Cは30日ではほとんどアクトミオシンが不溶性化した。-18°Cの場合は当初とほとんど量的変化はみられなかった。このことから乾燥肉の蛋白は貯蔵温度が低い程安定であり、温度によって影響されることが明らかである。

6) 乾燥肉の復元性

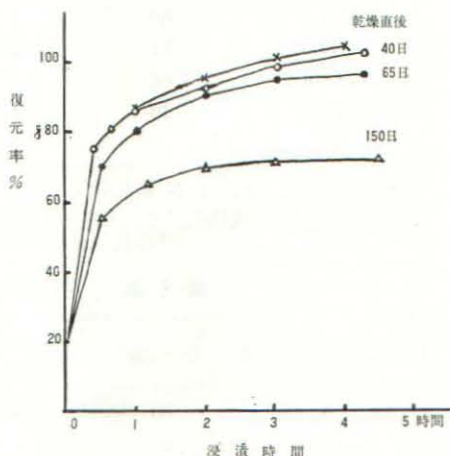
スケトウダラ肉を10gの小片にして、連続真空凍結乾燥した試料をアルミ箔に包み、-8°C、+3°C、+20°Cにそれぞれ貯蔵し、貯蔵温度と復元性の関係については40日間貯蔵したものを用い、その結果を第7図に、+20°Cについては40、65、150日間貯蔵したものを用い、その結果を第8図に示した。

乾燥肉の復元性は、一定量の水を入れたビーカーに試料を入れ、試料が吸水して乾燥前の重量にどれ程の時間に、どのくらいの割合で水戻りするかをもって表わした。

試料は同一魚体のものを用い、形状もつとめて同一になるように切断した。



第7図 貯蔵温度と復元性 (40日目)
(スケトウダラ)



第8図 貯蔵日数と復元性 (+20°C貯蔵)
(スケトウダラ)

第7図には貯蔵40日目の各貯蔵温度の試料の復元性を比較したのであるが、低温に貯蔵した試料の方が幾分早く吸水して復元する傾向がみられるが、大きな差は認められない。

第8図で見られる如く、乾燥直後の試料に比較して、40日、65日と貯蔵日数が長くなるに従って僅かではあるが、復元性は低下し、特に150日貯蔵では顕著であった。このことから乾燥肉の復元性はミオシン系蛋白の変化ほどではないが、貯蔵温度や期間に影響される。吸水した後の肉の保水性について若干検討した結果では、遠心分離 (3,000 r.p.m.) 20分間で、吸水した水分が20~30% (復元後の肉重量に対して) 分離するが、その詳細については今後検討したいと考えている。

乾燥肉を水戻した場合は、蛋白変性の少ない試料では、肉質が軟かく鮮肉に近い状態に戻るが、乾燥中に変色 (白色または、血合肉の変色) した色調、もしくは貯蔵中における変色はそのまま残り、透明な生色に

は復元しづらかった。+20°Cのように室温で長期間保存した試料は、復元性も悪く吸水後の肉質は硬く、スポンジまたは木片のような感を呈していた。

乾燥肉の復元性は同一試料では、その形状の相異、吸水面積の大きい程、早く吸水しやすく復元性も大きい傾向がみられた。

7) 乾燥程度と凍蔵中の蛋白変性

前述の如く連続して真空凍結乾燥した場合には乾燥過程にほとんど塩溶性区蛋白量が変らないことから、魚肉の乾燥程度（水分量）の差が凍蔵中の蛋白質にどのように影響するかを知るために、各種の乾燥段階の試料を作り、これをアルミ箔に包み-18°Cに貯蔵し一定期間後における塩溶性区蛋白の変性程度を比較検討し第2～3表に示した。

試料は同一魚体から採取した肉片（10 g）を生肉から真空乾燥し、一定時間後に一部の試料を取り出し、重量を測定し、ただちにアルミ箔に包み凍蔵した。

試料の水分量は乾燥減量から推定したもので、厳密には試料の周囲と中心部とでは若干の水分の相異があるが、その点は無視した。

第2表 乾燥程度と凍蔵による蛋白変性（スケトウダラ）

乾燥減重量	水分量	凍蔵 60 日			
		塩溶性-N	アクトミオシン-N	変性率	比粘度
0 %	82 %	1.143 %	436 mg %	66.2 %	0.392
10	80	1.328	600	53.5	0.640
30	74	1.365	673	47.9	0.714
47	66	1.697	919	28.8	1.002
70	40	1.726	954	26.1	1.142
82	0	2.103	1,277	1.0	2.250

凍結前の生肉：塩溶性-N 2.150% アクトミオシン-N 1,290 mg% 比粘度 2.607

変性率 = $\frac{\text{凍結前生肉のアクトミオシン量} - \text{凍蔵後のアクトミオシン量}}{\text{凍結前生肉のアクトミオシン量}} \times 100$

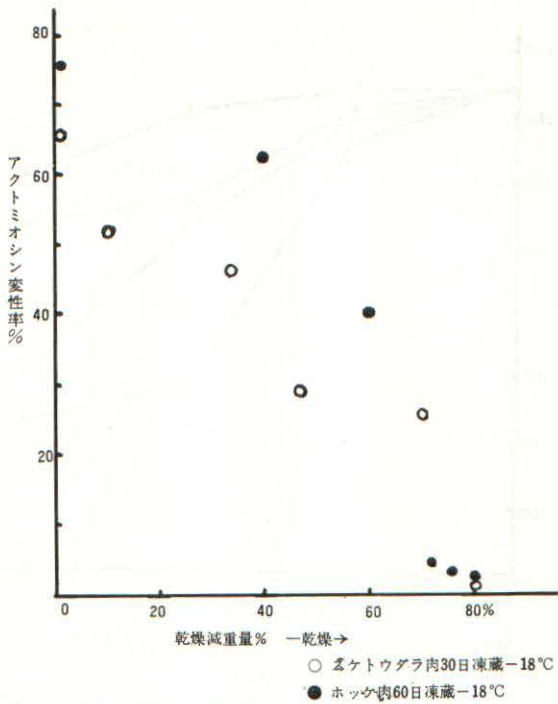
第3表 乾燥程度と凍蔵による蛋白変性（ホッケ）

乾燥減重量	水分量	凍蔵 60 日			
		塩溶性-N	アクトミオシン-N	変性率	比粘度
0 %	80 %	1.330 %	292 mg %	77.6 %	0.107
40	66	1.515	445	65.8	0.214
60	50	1.820	780	40.0	0.500
73	25	2.254	1,240	4.6	0.893
75	20	2.500	1,260	3.0	1.606
80	0	2.515	1,270	2.3	1.625

凍結前の生肉：塩溶性-N 2.530% アクトミオシン-N 1,300 mg% 比粘度 2.000

変性率 = $\frac{\text{凍結前生肉のアクトミオシン量} - \text{凍蔵後のアクトミオシン量}}{\text{凍結前生肉のアクトミオシン量}} \times 100$

スケトウダラでは乾燥しない生肉から凍蔵した場合は、60日でアクトミオシン量が凍結前の33.8%より残存しておらず、66.2%が凍蔵中に変性した。それに比較して乾燥程度の進んだ試料程アクトミオシン量が多く変性が少ない。特に乾燥減重量82%、すなわち水分の全く含まない試料では60日後でも1%の変性を見たのみであり、比粘度も僅か低下したにすぎない。第3表のホッケの場合もスケトウダラと同様な傾向を示し、乾燥程度の進んだ試料程アクトミオシン量が多く凍蔵中の変性が少ない結果が得られた。



第9図 乾燥程度と凍蔵による蛋白変性

第4表 乾燥程度と凍蔵による蛋白変性（スケトウダラ）

乾燥減重量	凍蔵日数 30			60	90
	水分量	アクトミオシン-N	アクトミオシン-N	アクトミオシン-N	アクトミオシン-N
0 %	82 %	1,320 mg%	580 mg%	475 mg%	
30	74	1,400	1,060	710	
50	64	1,440	1,130	1,060	
80	10	1,480	1,420	1,200	

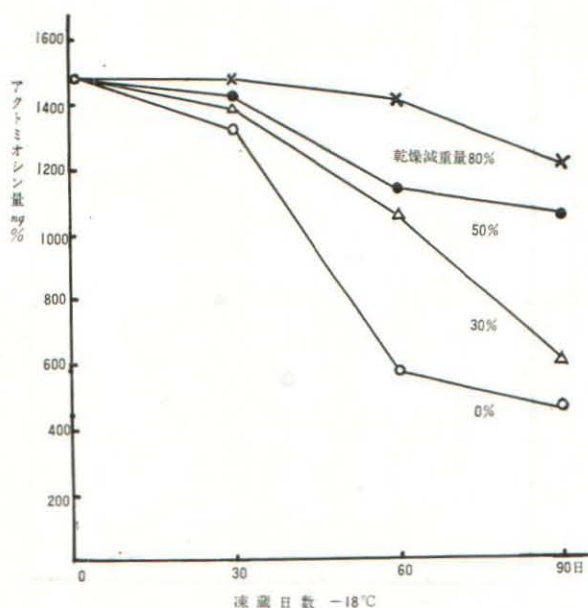
生肉のアクトミオシン 1,485 mg%

第4表、第10図に再びスケトウダラの乾燥程度と凍蔵中のアクトミオシン量の変化を示した。

乾燥しない試料は凍蔵期間が長くなるに従って急速にアクトミオシン量が減少し、90日で凍結前の $\frac{1}{2}$ に減少した。乾燥減重量30%の試料は約 $\frac{1}{2}$ に、乾燥減重量80%の試料は60日まではほとんど減少がみられず、90日で約20%減少したにすぎない。

第5表にはスケトウダラ、ホッケより凍結による蛋白変性のしづらい魚種であるワラズカを用いて乾燥減重量44%までの試料について比較した結果を示した。

30日では試料間に差はほとんどみられないが、90日では乾燥しない試料が凍結前の $\frac{1}{2}$ 以下に減少したのに比較して、乾燥して水分量の少ない試料では減少が少なく、スケトウダラやホッケ程、水分量と凍結中の蛋白変性の関係は明確ではないが乾燥程度の差による影響がみられた。このことから、 -18°C 程度の凍蔵温度では魚肉の水分含量の少ないもの程、凍蔵中の塩溶性蛋白質の変性が少なく安定であり、魚肉の含水量が凍蔵中の蛋白変性と関連があるものと考えられる。



第10図 乾燥程度と凍蔵による蛋白変性の関係
(スケトウダラ)

第 5 表 乾燥程度と凍蔵による蛋白変性 (ワラズカ)

乾燥減重量	凍蔵日数	30	90
		アクトミオシン-N	アクトミオシン-N
0 %		1,306 mg%	630 mg%
10		1,300	812
20		1,240	925
30		1,300	940
44		1,310	940

生肉のアクトミオシン 1,420 mg%

考 察

魚肉の真空凍結乾燥について基礎的な研究を行った。

減圧を開始し真空度が 10^{-1} mmHg 近くになると試料の温度は氷点下に降下し、5～10分で -30°C 附近にまで肉温が下り、その温度を1～2時間保ったのち試料の水分が減少するにつれて温度は上昇し、プラスになった時には、大部分の水分が蒸発し、その後若干の時間で完全に乾燥する。乾燥終期の温度曲線と乾燥曲線は逆相関の関係にあるが、乾燥完了点は温度からはっきり推定出来なかった。

乾燥速度は乾燥初期が大きく、乾燥時間の経過と共に徐々に小さくなる傾向である。

乾燥過程における塩溶性蛋白の溶解性は多くの場合ほとんど乾燥によって影響されず、乾燥前後の塩溶性蛋白量は変わらず、抽出液の粘度も若干減少する場合もあったが、ほとんど変わらなかったため、乾燥中には塩溶性蛋白の変性が生じないものと考えられる。

乾燥肉の水戻しの速度は通風乾燥肉に比べて早く、完全に復元して鮮肉に近い状態になるが、乾燥によって変化した色調は鮮肉の状態には戻らない。

水戻りが優れているのは、筋組織が収縮することなく原型のままで、しかもこまかい空間を沢山もってい

ることと、構造蛋白質の変質が少ないことに起因していると考えられている。乾燥肉の復元性は貯蔵温度によって差がみられ、貯蔵期間が長くなるに従って復元性は低下し、特に高温に貯蔵した場合には復元性の低下がいちじるしく、復元後の肉質は硬くなる傾向が認められた。

貯蔵中の塩溶性蛋白質の不溶性化と復元性の関係をみると、塩溶性蛋白質の不溶性化が復元性の程度の低下より早くおこり、蛋白変性と復元性は関連が認められるが、塩溶性蛋白の不溶性化と復元性はかならずしも平行していないようである。Cole⁹⁾も牛肉の凍結乾燥肉を11°Cおよび38°Cに貯蔵して、貯蔵中のアクトミオシンの変性程度と復元性の関係を検討した結果では、両者の間に関係が認められないことを報じている。

Hunt⁴⁾⁸⁾らがタラ肉と牛肉の乾燥肉のアクトミオシンの変性を、溶解性とATPase活性、ATP存在下の筋肉の収縮性の減少について研究した結果では、アクトミオシンが不溶性になってからも筋肉組織の多くは収縮力を消失しておらず、ATPase活性も半分は破壊されずに残っていた所から、アクトミオシンの変性は段階的になされるものと説明している。

乾燥肉を高温に保存した時には、アクトミオシンが完全に不溶化してからも、復元性はその後低下して行き、復元後の肉質の硬さも増大して行く傾向がみられるのも、構造蛋白質の変性が段階的になされることに関連があるのではないかと考えられる。

冷凍による魚肉蛋白質の変性と乾燥による蛋白変性は類似した機構によるものと考えられており¹⁰⁾、共に魚種によって変性の模様が相異している。その原因については種々¹¹⁾¹²⁾論ぜられているが不明の点が多い。

スケトウダラは特に冷凍中の蛋白変性が他の魚種にくらべて大きく、徳永¹³⁾はスケトウダラの個体別含水量と凍結変性の関係をしらべ、水分量の多い個体ほど変性が大きくなる傾向をみている。筆者も碎肉に水を添加して水分量を多くし、水分量の差と凍結変性を比較した結果では、水分量の多い試料ほど凍結中の変性が大きく生ずる傾向を認めている。

乾燥肉の場合も含水量が貯蔵中の変質に関連し、含水量の多い乾燥肉ほど、品質の変化が大きくなることが報告されている。

凍蔵中の蛋白変性と魚肉含水量との関係をしらべるために、真空凍結乾燥により含水量の異った各種段階の試料を調整し、-18°Cに凍蔵してアクトミオシンの溶解性で含水量と蛋白変性の関係を検討した結果では、乾燥時間の長い含水量の少ない試料ほど、アクトミオシンの抽出率が多く変性しづらく、凍蔵中の蛋白が安定していた。

蛋白が分子の周囲に水和した水を有し、水素結合で蛋白分子と結合して、かつ、蛋白の構造を維持する上に重要な役割を持つことが知られている。

花房¹⁴⁾はmyosin Bの凍結変性の機構として、諸種の知見から、凍結の過程で起こる水の状態変化のため、水和水の結合、配向状態に変化が起り、その結果蛋白分子の弱い部分が破壊され、融解の過程で分子形態が部分的に変化するものと考えている。近年、水和水がice likeの構造を持ち、蛋白の構造や機能の維持に密接な関係があることを示す報告があり¹⁵⁾、本実験にみられる乾燥肉の含水量と凍蔵中のミオシン系蛋白の不溶性化との関係も、肉中の水の状態に関連して起ったものと考えられる。乾燥肉を保存する場合は、乾燥肉といえども保存温度が高い程、蛋白変性が多くなり、復元性の低下、吸水後の食感の低下、変色などの好ましくない品質への影響がみられるので低い温度に貯蔵することが適当である。

要 約

魚肉を真空凍結乾燥し、乾燥過程の試料の温度、重量、ミオシン区蛋白の量的変化をしらべた。また乾燥肉を種々な温度に保存し、その間の蛋白変性と復元性についての影響をしらべた。乾燥肉の含水量と凍蔵中の蛋白変性の関係を検討した。

試料にはスケトウダラ、ホッケ、タラ、ワラズカ、ブリを用い、真空乾燥は減圧 10^{-1} mmHgで行った。

- 1) 生肉にくらべて真空乾燥肉のミオシン区蛋白の量的変化は非常に少なかった。
- 2) 乾燥肉のミオシン区蛋白は貯蔵温度によって変性程度が異なり、温度の高い程早く変性した。
- 3) 乾燥肉の復元性は貯蔵温度と期間に影響され、温度が高く期間が長い程復元性が低下した。乾燥肉の

蛋白変性と復元性の間には平行的な関係はみられなかった。

- 4) 乾燥肉の含水量と凍藏中の蛋白変性の間には関連が認められた。

文 献

- 1) H. Wang, et al (1953): Food Research, **18**, 351.
- 2) H. Wang, et al (1954): Food Research, **19**, 543.
- 3) A. L. Tappel et al (1957): Advances in Food Research, **7**, 209.
- 4) Sheila, M. V. Hunt and N. A. Matheson (1958): Food Technol., **8**, 410.
- 5) Sheila, M. V. Hunt and N. A. Matheson (1958): Food Research, **24**, 262.
- 6) M. K. Hamday, V. R. Cahill and F. E. Deatheragh (1958): Food Research, **24**, 79.
- 7) J. J. Connell (1957): J. Sci. Food Agric., **8**, 526.
- 8) Sheila, M. V. Hunt and N. A. Matheson (1958): Nature, **181**, 472.
- 9) L. J. N. Cole (1962): J. Food Science, **27** (2), 139.
- 10) 高橋豊雄(1959): 食品工業, **2** (10), 20.
- 11) W. J. Dyer (1951): Food Research, **16** 552.
- 12) 佃 信夫, 野口栄三郎(1959): 日水研報告, (5), 149.
- 13) 徳永俊夫: 未発表.
- 14) 花房尚史(1962): : 低温科学, **20**, 81.
- 15) 浜口浩三, 黒野朝子, 後藤幸雄(1961): 生物物理, **1** (3), 40.

第7報 すり身の凍結と応用に関する研究

鮮度と凍結変性について

田 元 馨・武田 二美雄・西谷 喬助

Studies on Freezing of "Surimi" (Fish Paste) and its Application (7)
On the relationship of freshness and freezing denaturation of protein

Kaoru TAMOTO, Fumio TAKEDA and Kyosuke NISHIYA

This paper deals with the relationship between the freshness-change in Alaska Pollack during cold storage under ice at 0~2°C and changes in quality (denaturation of protein, ice crystal, color of muscle) assessed after frozen storage at 18~-20°C.

1) When the fish were stored under ice for 7 days, no significant change in actomyosin content was seen, but when fresh fish (post-rigor) and slightly stale fish (in ice for 4 or 7 days) were frozen, the actomyosin of fresh muscle showed hardly any decrease while that of the stale muscle rapidly decreased. The ratio of denaturation of protein in fish meat after frozen storage for 30 days increased according to the loss of freshness before freezing, with the exception of putrid fish.

2) The size of ice crystal in each degree of freshness showed a marked difference. In the case of a high degree of freshness the ice crystal were smaller than that of stale material and were remarkably developed in putrid fish.

3) The color of fresh muscle after frozen storage stays white while the degree of blood-red color development increased as the fish increased in staleness.

緒 言

スケトウダラは北海道近海で周年にわたり多獲され塩干品、ねり製品原料として重要魚種であるが、最近特に以西底魚資源の減少にともなって、本州のねり製品業界の注目する所となり、利用度が増大する傾向にある。

本州方面に輸送する場合、原料としての品質の保持および経済的にも有利な形態の必要から冷凍すり身の研究を継続してきたが¹⁾²⁾³⁾、すり身の品質はその大部分が原料鮮度に左右され、特に高級ねり製品原料に利用する場合は鮮度の良いスケトウダラ肉を用いなくては要望に適した製品を作ることがむずかしい。

スケトウダラは鮮度の良い時はきわめて良質のねり製品を作り得るが、漁獲から陸揚げまでの管理条件、陸揚げ後の取扱条件などの鮮度低下によってねり製品原料としての性質が低下することは良く知られているが⁴⁾⁵⁾、鮮度と凍結貯蔵中の変質については研究が少なく、北洋のスケトウダラの死後硬直前後の魚体については田中らの研究⁶⁾と、徳永⁷⁾の陸揚げ後の保存期間と凍蔵中の変質についての研究がある程度で、凍結前のスケトウダラの鮮度と凍蔵中における変質の関係については多くの問題点がある。

一般に魚肉は冷凍貯蔵中、期間の経過とともに魚肉蛋白質は変性して不溶性となり、ねり製品としての性質が消失して行く。塩溶性 myosin 区蛋白質の量的変動は必ずしも鮮度低下と併行時ではなく、ある場合には関連しない値を示すこともあるが、魚肉中にしめる myosin 区蛋白質の量的割合と、ねり製品にした場合のあしの強さに密接な関連のあることが北林⁸⁾、三宅⁹⁾らによって報告され、一般にねり製品原料の品質の目安

として、また凍蔵による蛋白変性の目安として myosin 区蛋白の溶解性が扱われてきている。

筆者らはスケトウダラの鮮度と凍蔵中の myosin 区蛋白の変性の関連を知るために、底引漁業および釣漁業で漁獲されたスケトウダラを一定期間氷蔵、もしくは氷水に保存して鮮度の異なった状態の魚体をドレスの状態凍蔵し、鮮度と凍蔵中の蛋白変性との関係を、myosin 区蛋白量の溶解性の変化と比粘度から検討した結果を報告する。

分 析 方 法

1) 塩溶性-N Actomyosin-N

魚肉 10 g を 190 cc の 5% NaCl でブレンダーを用いて細碎抽出し、遠心分離 (3,000 r.p.m. 25分) 後、上澄液の一定量をとって Kjeldal 法で定量し、これを塩溶性-Nとし、塩溶性区の一定量を5倍量の冷水で稀釈し、1夜放置後に遠心分離して全沈澱を 0.1 N NaOH で溶解し、硫酸分解後に Kjeldal 法で測定し、actomyosin-N 量を求めた。

2) 比 粘 度

前記の塩溶性区蛋白抽出液についてオストワルド粘度計を用いて20℃で測定して比粘度を算出した。

実 験 結 果

1. 鮮度と凍蔵中の蛋白変性—1

底引漁業で漁獲し漁獲後3日目のスケトウダラ (4月下旬紋別から余市まで氷蔵して輸送されたもの、鮮度は良好で魚体温7~8℃) を細氷にて氷蔵し、鮮度低下を観察するとともに、余市に着いてからの保存日数別に凍蔵して凍蔵 (-18~-20℃) 中の塩溶性蛋白の変化をみた。氷蔵中の鮮度状態を第1表に、鮮度と凍蔵中の蛋白変化の関係を第2表、第1図に示した。

第 1 表 氷 蔵 中 の 品 質 変 化

氷 蔵 日 数	0	3	6	8	11	13
塩 溶 性-N %	2.217	2.180	2.014	2.180	1.921	1.848
アクトミオシン-N mg%	1236	1247	1220	1248	1186	1016
比 粘 度	1.345	1.527	1.527	1.636	1.254	0.909
pH	7.30	7.28	7.30	7.57	7.90	7.92
VB-N mg%	12.7	13.2	17.7	23.5	30.9	45.2
水 分 %	83.7	84.0	84.0	84.4	84.0	84.4
肉 温	0.5	0.5	0	0	0	0
外 観	正常	正常	正常	正常	不良	不良
肉 質	正常	正常	腹部肉半溶解	腹部溶解	腐敗	腐敗
内 臓	正常	正常	肝臓溶解	溶解	左同じ	左同じ

氷蔵中の試料温度は全期間を通じて0.5~0℃の範囲で温度変化はきわめて少なかった。

外観的には8日目まで正常とみられたが、肉質、内臓は6日目で着色し肝臓は半溶解となつてはいたが食用可能と思われ、8日以後は pH および VB-N が増加しはじめ腐敗初期にあたり、13日目では腐敗状態になった。

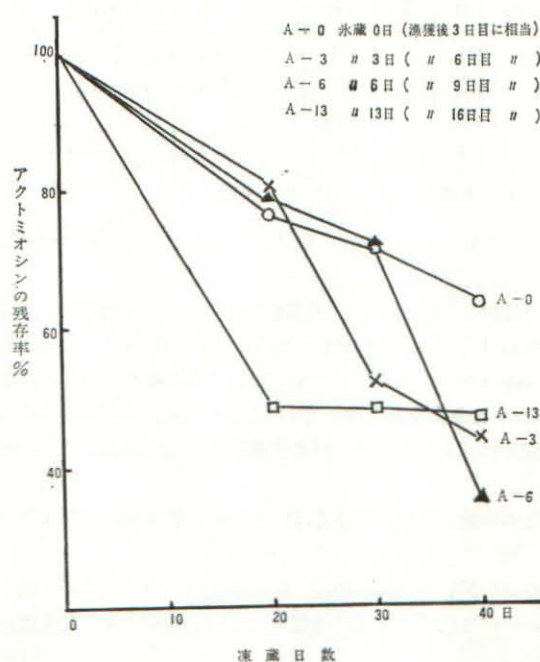
塩溶性-N, actomyosin 量は8日目までは僅かな減少にとどまり、腐敗状態になって約18%ほど減少したにすぎない。これは徳水⁷⁾の実験結果と一致し、0℃附近の低温に保存した場合は塩溶性蛋白の減少が少ないことを示している。

原料の鮮度差と凍蔵による蛋白変性の関係は第2表に示したごとく、食用可能な鮮度の A-0, A-3, A-6 試料間では凍蔵20日ではほとんど actomyosin の残存率に差がみられなかったが30日ではA-3の残存率が少なく、他の2試料より蛋白の不溶性が大きくなった。40日の比較では actomyosin 量およびその残存

第 2 表 鮮度と凍蔵中の蛋白変性

試 料		凍 蔵 日 数	0	20	30	40
A-0	SN %		2.217	1.922	1.628	1.505
	AMN mg%		1236	942	890	791
	比 粘 度		1.345	0.909	0.809	0.810
A-3	SN %		2.180	1.774	1.384	1.350
	AMN mg%		1248	1000	594	560
	比 粘 度		1.527	1.527	0.400	0.400
A-6	SN %		2.014	1.721	1.626	1.238
	AMN mg%		1220	972	890	427
	比 粘 度		1.527	0.890	0.618	0.349
A-8	SN %		2.180	1.920	1.774	1.459
	AMN mg%		1248	1050	973	772
	比 粘 度		1.636	0.574	0.698	0.545
A-13	SN %		1.848	1.145	1.107	1.100
	AMN mg%		1016	495	493	480
	比 粘 度		0.909	0.327	0.294	0.210

SN 塩溶性-N AMN アクトミオシン-N



第 1 図 鮮度と凍蔵中のアクトミオシンの変化

率から、A-0 が最も蛋白の不溶性化が少なく、ついでA-3、A-6 の順となりA-6 が蛋白変性が大きかった。しかしながら腐敗初期のA-8 の試料の蛋白変性はA-3、A-6 より少なく、A-13 の試料もA-6 より蛋白変性が少なかったもので、鮮度低下した試料の魚肉蛋白が、かならずしも凍結貯蔵中に早く蛋白変性する

とはかぎらないことになる。A. F. M. G. Luijpen¹⁰⁾は Cod について生鮮状態と腐敗状態のものを凍結して可溶性蛋白の減少が前者が後者より大きいことをみて、肉質がある程度細菌によって分解されると凍結による蛋白の不溶性化が起き難くなるのではないかと推論している。

しかしながら実際問題としては腐敗状態の原料は利用できないので、食用可能な範囲での鮮度差による凍結変性の結果が重視されるべきと考えられる。

2. 鮮度と凍結中の蛋白変性—2

ここでは網走沿岸で6月に釣漁業で漁獲されたきわめて鮮度の良いスケトウダラを用いた。漁獲されてから15時間内外を経たもので死後硬直末期と思われるものを氷蔵して保存し、0, 4, 7日目にそれぞれ凍蔵し60日間の塩溶性蛋白の変化を比較した結果を第3表、第2図に示した。

第3表 鮮度と凍蔵中の蛋白変性

凍蔵日数		0	20	30	40	50	60
試料							
B-0	SN %	2.380	2.157	2.082	2.065	2.080	2.043
	AMN mg%	1554	1379	1297	1327	1297	1204
	pH	7.40					
	比 粘 度	3.181	2.490	1.620	1.344	0.793	0.790
B-4	SN %	2.310	1.960	1.848	1.700	1.633	1.544
	AMN mg%	1414	1050	995	814	810	795
	pH	7.20					
	比 粘 度	2.010	1.509	1.068	0.480	0.310	0.310
B-7	SN %	2.371	1.845	1.668	1.610	1.600	1.470
	AMN mg%	1392	970	784	735	720	602
	pH	7.35					
	比 粘 度	2.181	1.410	0.724	0.275	0.241	0.206

B-0 漁獲当日 B-4 氷蔵4日目 B-7 氷蔵7日目

7日間の氷蔵中、肉温は1～2℃の範囲であり、いずれも食用可能で pH および塩溶性-N, actomyosin 量の変化は少なかった。

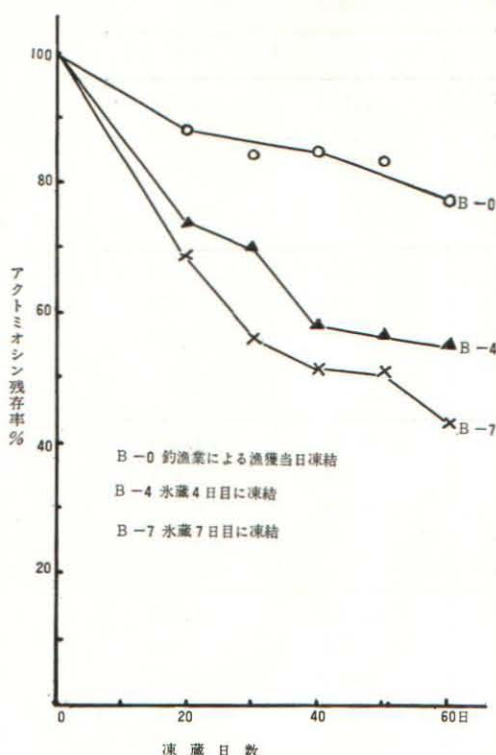
鮮度差による凍蔵中の蛋白変性を比較すると、漁獲後最も早く凍結した B-0 の試料は蛋白変性が少なく50日後においても、凍結前の83.4%の actomyosin が残存し、肉色も純白で氷結晶も微細であった。氷蔵4日の B-4 は B-0 に比べて actomyosin の減少が大きく50日で凍結前の57.4%に減少した。肉色はやや淡赤色を呈し氷結晶の大きさも B-0 より大型となり、B-7 はさらに蛋白の変性が多く actomyosin は凍蔵20日で69.6%に減少し50日では52%に減少した。各試料の凍蔵中の比粘度の低下は actomyosin 残存率と良く対応していた。

肉質は前二者に比べてさらに赤味が増し、氷結晶は巨大化し、解凍後の肉質は完全にスポンジ化の様相を呈した。

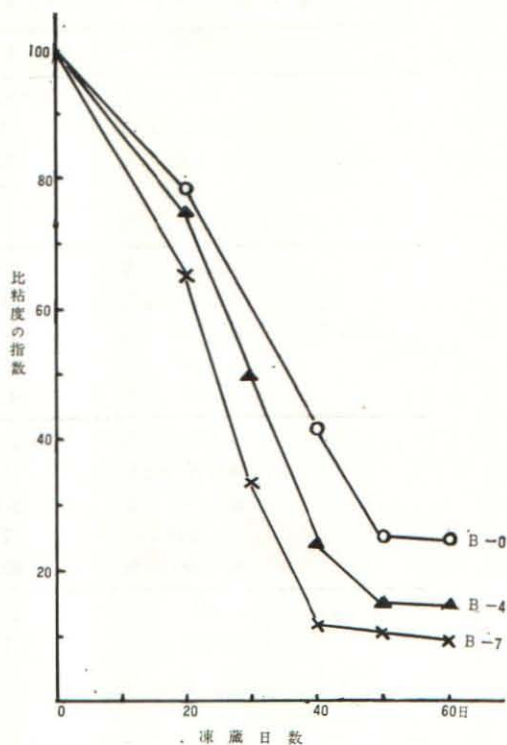
今回の場合は非常に鮮度の良い試料であったので、鮮度差と凍蔵中の肉質が、肉色、氷結晶、塩溶性蛋白の変性において相異がみられ、鮮度低下とともに凍蔵中の蛋白変性が大きくなる傾向が認められた。

3. タライカ湾のスケトウダラについて

北海道沿岸のスケトウダラの減少にともなって樺太近海のスケトウダラ漁業が年々増加してきており、冷凍すり身の原料としても使用しなくてはならない状態にあるが、鮮度の関係と品質の点から最近までは冷凍すり身原料としてあまり利用されていなかったが、工場の操業日数を増加するためにも利用しなくてはなら



第2図 a 鮮度と凍蔵中のアクトミオシン量の変化

第2図 b 鮮度と凍蔵中の蛋白の変化
(5% NaCl 抽出液の比粘度の比較)

ない段階にきているので、タライカ湾で漁獲されたスケトウダラについて鮮度と凍結変性の関係を検討した。

6月下旬タライカ湾で2日操業し、1日帰港についで網走に入港した底引船の上積み品のスケトウダラを用いた(凍結は漁獲後4日目)。

肉温は4~6℃で氷蔵してあったので、鮮度は良好なほうで肝臓も一部溶解した魚体もあったが、ほとんど完全であった。

試料の成分および凍蔵30日、60日の塩溶性蛋白の変化を第4表に示した。

水分は80.5~83.6%, pHは7.2~7.4, 塩溶性-N量は2.17~2.39%, 生肉から製造したねり製品の弾力も360~380g(食塩3%, 澱粉8%)であり、オホーツク沿岸で漁獲されるスケトウダラに比較して差程品質は悪くなかった。

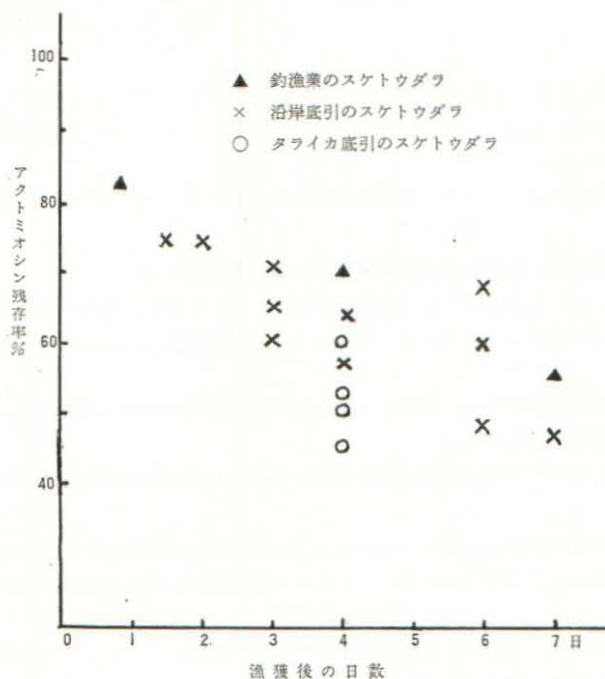
凍蔵中の塩溶性蛋白の変化をみると、30日で actomyosin が凍結前の45~61%に減少し、肉の色調も若干赤味を帯び、氷結晶も粗大となっていた。

以上の3実験の結果と、これまでの実験結果を加味して鮮度と凍蔵による塩溶性蛋白の変性の関係を集約して第3図に示した。

横軸に漁獲から凍結までの日数を、縦軸に30日目の actomyosin の残存率をとり、鮮度と比較した結果では、鮮度と漁獲後の取扱いの良好な釣漁業のスケトウダラは、沿岸の底引漁業のスケトウダラより凍結中の蛋白変性が少ないようであり、さらに漁場が遠く航海日数の多い樺太近海のスケトウダラは、沿岸の底引漁業のスケトウダラより凍蔵中の蛋白の不溶性化が大きい傾向が認められ、このことから鮮度の低下した試料ほど凍蔵中の蛋白変性が大きいのではないかと考えられる。

第4表 タライカ湾のスケトウダラの品質と凍蔵中の蛋白変性

試料	凍蔵日数	凍結前	30	60
No. 1	SN %	2.397	1.985	1.731
	AMN mg%	1664	1025	820
	比粘度	2.350	0.857	0.720
	pH	7.25		
	水分 %	80.5		
No. 2	SN %	2.390	1.615	1.419
	AMN mg%	1400	633	620
	比粘度	2.260	0.500	0.240
	pH	7.40		
	水分 %	82.45		
No. 3	SN %	2.240	1.725	1.420
	AMN mg%	1450	754	625
	比粘度	2.000	0.589	0.510
	pH	7.30		
	水分 %	82.54		
No. 4	SN %	2.177	1.720	1.595
	AMN mg%	1400	752	650
	比粘度	1.971	0.689	0.655
	pH	7.20		
	水分 %	83.60		



第3図 漁獲後の日数と凍蔵30日後の蛋白変性

考 察

スケトウダラを原料として冷凍すり身を製造する際には、製品のかまぼこ形成能、色調、細菌数が当面の品質の基準となっており、製品の品質は原料鮮度に左右されている。すなわち、いろいろな鮮度の原料魚から冷凍すり身を製造してみると、釣漁業などのきわめて鮮度の良いスケトウダラから製造した場合は、すり身の肉色は非常に純白で、しかも、かまぼこ形成能が強く、細菌数も少ないが、漁獲後の日数が長くなるにしたがって肉色は淡赤、黄味を帯びてきて、鮮度低下とともにかまぼこ形成能も低下し、細菌数も増加する傾向が認められている。

魚の鮮度差が凍結によってさらに何らかの影響があるのではないかと考えられ、スケトウダラをいろいろな鮮度条件で凍蔵し、鮮度と凍蔵中の蛋白変性、氷結晶の状態、筋肉の色調などをラウンドで観察した。

釣漁業で漁獲した硬直直後のスケトウダラは氷蔵保存した試料、および底引漁業で漁獲され、日数が経過した試料に比較して、蛋白変性が少なく、肉色は純白を維持し、氷結晶も微細であったが、保存日数が増加するにしたがって凍蔵中の蛋白変性が多くなり、氷結晶も次第に大型になった。特に腐敗初期になった試料では筋肉組織の破壊によって氷結晶は巨大となった。

魚の鮮度差と凍結による蛋白変性については2, 3の報告がある。すなわち清水¹¹⁾らによればエソを氷蔵後2日目と11日目にそれぞれ凍蔵し、塩溶性蛋白を測定した結果、鮮度低下した蛋白の不溶性化が大きいのことを報告している。R. M. Love¹²⁾はCodの硬直前、後の試料をファイレーで凍結した場合、硬直前のものが硬直後のものより蛋白変性が少ないことを報じており、その原因として組織の氷結晶形成の相違によるのではないかと報じている。

本試験でも鮮度の良い試料では氷結晶が小さく、蛋白変性も少ないことから氷結晶の生成状態が蛋白変性と関連があるのではないかと考えられる。一方 Nikkila, Linko¹³⁾は死後硬直の前後の影響をしらべ、凍結前にある程度常温においた方が死後硬直中のものより蛋白変性が少ないことを報じている。田中⁶⁾らは北洋のスケトウダラの死後硬直前、中後を比較した結果、ラウンド、ドレス型態では明らかな差異を認めなかったことを報告している。

本試験でも腐敗状態になった試料の凍蔵中の蛋白変性が食用可能な試料より少ない場合もあったが、食用可能な鮮度範囲内では、鮮度の良好な試料ほど凍蔵中の蛋白変性が少なく、氷結晶の型も小さく、解凍後の肉の品質が良好であった。かかる見地からねり製品原料となる冷凍すり身の製造に当っては、鮮肉の品質の面からも、凍蔵中の蛋白変性の面からも、鮮度の良い原料を用いることが適当であると考えられる。

要 約

スケトウダラを0～2℃に氷蔵し凍蔵中の鮮度の変化と、凍蔵後の品質変化(蛋白変性、氷結晶、肉の色)との関係を検討した。

1) 氷蔵7日程度はほとんど actomyosin 量に変化はなかった。けれども冷凍による actomyosin 窒素の減少は鮮度の良い魚体では僅かであったが、鮮度の低下した魚体では急速に減少した。凍蔵30日後の魚肉蛋白の変性程度では鮮度の低下にともなって増加した。

2) 鮮度の良い魚体を凍蔵した場合は鮮度低下の魚体より氷結晶の大きさが小さく、筋肉の色は鮮度の低下にともなって赤茶色になった。

文 献

- 1) 西谷, 武田, 田元, 田中, 福見, 鳥谷部, 久保 (1960): 北水試月報, 17 (9), 373.
- 2) 田元, 田中, 武田, 福見, 西谷 (1961): 北水研報告, (23), 50.
- 3) 西谷, 武田, 田元, 田中, 北林 (1961): 北水試月報, 18 (11), 391.
- 4) 徳永, 中村 (1961): 北水研報告, (23), 67.
- 5) 武田, 古田, 北林 (1958): 北水試月報, 16 (11), 440.
- 6) 田中, 西谷, 乙部 (1962): 北水研報告, (24), 184.
- 7) 徳永俊夫 (1963): 北水研報告, (26), 135.

- 8) 北林邦次 (1954) : 北水研報告, (11), 126.
- 9) 三宅, 林 (1956) : 日水会誌, 22 (1) 126.
- 10) A. F. M. G. Luijpen (1957) : Nature, (180), 1422.
- 11) U. Shimizu and W. Shimizu (1957) : Bull. Jap. Soc. Sci. Fish, (23), 442.
- 12) R. Malcolm Love (1962) : Journal of Food Science, 27 (6), 544.
- 13) Nikkila, O. E. and Linko, R. R. (1954) : Food Research, (19), 200.

水産製品より分離せるカビの種類に関する研究

第2報 各種水産製品について (I)

佐藤 照彦・奥田 行雄

Studies on Species of Fungi Isolated from Marine Products

II. On fungi from marine products of all kinds

Teruhiko SATO and Yukio OKUDA

The fungi spoilage of food is familiar to every handler of marine food products. In dried food, the slower growing fungi becomes more important when bacterial growth is hindered.

To observe the influence of food additives on fungi growth in the products, various species of fungi isolated from five samples were cultured on agar media of Czapek and the effectiveness of two antifungal antibiotics was evaluated by agar-plate method. The fungi were roughly classified into the four kinds, namely *Aspergillus* genus, *Penicillium* genus, *Mucor* genus and Fungi Imperfecti. There were appreciable differences in effectiveness of two food additives used according to the species of fungi.

The results are summarized as follow :

1) The fungi isolated from dried Ezobakagai (*Mactra sulcataria carneopicta* Pilsbry) seasoned with salt and sugar were identified as three series of *Aspergillus* genus and two genera of Fungi Imperfecti.

2) The fungi isolated from smoked Oonago (*Ammodytes personatus* Girard) were identified as one series of *Aspergillus* genus, one series of *Penicillium* genus and one species of *Mucor* genus.

3) The fungi isolated from smoked Adductor muscle of Scallop in salad oil were identified as one series of *Penicillium* genus, one genus of Fungi Imperfecti and one genus of unknown fungi.

4) The fungi isolated from smoked Alaska pollack seasoned with salt and sugar were identified as on series of *Aspergillus* genus.

5) The fungi isolated from smoked Kiuri (*Osmerus dentex* Steindachner) were identified as one series in *Aspergillus* genus.

6) Of the *Aspergillus* groups, some of the *Asp. repens* series and the *Asp. ruber* series, one series of *Penicillium* genus and one species of *Mucor* genus showed a resistance to potassium sorbate, while Fungi Imperfecti was inhibited by 500 p. p. m. of potassium sorbate. All test organisms were inhibited by 500 p. p. m. of dehydroacetic acid.

緒 言

水産製品に生育するカビ類には真菌類および放線菌類があるが、これらはただ単に製品の外觀などの商品価値の低下をきたすばかりでなく、病原菌に属するものも少なくないから人体に対する悪影響も考えられる。したがって、カビの発生に対しては、商品価値と衛生との見地から十分に対策を考慮しなければならない。

著者¹⁾らはさきにイカ燻製品のカビについて分離と検索を行った。本報告においてはイカ燻製品以外の各

種水産製品のカビについて分離と検索を試みるとともに、さらにソルビン酸塩とデヒドロ酢酸のカビによる影響を検討した。

実 験 方 法

I カビの分離と種類の検索

i) 供 試 品

供試品は道内各地において製造された次の5種類である。

エゾバカガイ調味干品……八雲産のエゾバカガイを原料として当場函館支場で加工製造したもので全面にカビが発生しているもの。

オオナゴ燻製品……利尻産のもので腹裏にカビが発生しているもの。

ホタテ貝柱燻製油漬品……当場網走支場で製造したもので、全面にカビが発生するとともに腐敗臭の強いもので、肉質は著しく軟化していた。

タラ調味燻製品……T. 食品小樽工場製でカビの2菌叢が明らかに認められたもの。

キウリ燻製品……当場釧路支場で製造したもので腹裏にカビが発生しているもの。

ii) カビの分離

麴汁寒天培地 (Bllg 10⁵, 以後麴汁寒天培地 とはこの濃度をさす) を溶解したもの 10 cc を 45~50°C に保持し、これに製品に発生、生育した菌叢より 1 白金線量を摂取して導入し、よく混合する。次にこれを別の麴汁寒天培地 10 cc とともにシャーレ (直径 9 cm) に注入、凝固してから 27°C で湿度に留意して 3~7 日間恒温器中で培養した後、常法にしたがい分離して供試菌とした。

iii) 供試菌の観察

分離した菌株について colony の外観を観察するとともにまた、slide culture 法²⁾ に準じた方法³⁾ で湿式培養したものについて菌糸体、子実体、その他の器官などを顕微鏡下で検査し、種類の検索をした。

iv) 種類の検索

分離した供試菌株個々について前掲の観察記録を基にし、次の分類検索表によって種類の検索をした。

Penicillium 属 ; Raper and Thom の分類法⁴⁾ およびこれに基づいた検索表⁵⁾。

Aspergillus 属 ; Thom and Rapar の分類法⁶⁾ およびこれに基づく検索表⁵⁾。

Fungi Imperfecti ; H. L. Barnett⁷⁾ (Illustrated Genera of Imperfect Fungi)

Mucor 属 ; 井上憲政⁸⁾ (有用菌学による)

II 食品添加物の影響

さきに著者らはイカ燻製品より分離したカビに対する各種添加物の影響⁹⁾ を検討したが、ここではソルビン酸塩とデヒドロ酢酸だけ選り、上記 I. で分離した15菌株に与える影響を検討した。

すなわち、さきの試験によれば、ソルビン酸塩およびその他の食品添加物に対して抗抵性を示す菌株に対して、デヒドロ酢酸は阻害性を示すが、他方、デヒドロ酢酸に対して抵抗性を示す菌株にはソルビン酸塩は低濃度でも阻害性を示すことを明らかにしたので、この2種類の食品添加物を検討することにした。

実験方法は下記の通りである。

供試菌株に対する食品添加物の影響を検討するため第2報¹⁰⁾、および第3報⁹⁾ に準じた次の方法により試験を実施した。

基本対照培地として Czapek 培地を用い、比較試験用培地としては Czapek 培地に各添加物を一定量宛加えたものを用いた。すなわち、ソルビン酸カリはソルビン酸として計算して 1/2,000, 1/1,000, 1/500 の濃度で、また、デヒドロ酢酸は 1/2,000 の濃度で、それぞれ Czapek 培地に添加したものを比較試験用培地として用いた。

これらの添加物を加えた試験用培地 20 cc を径 9 cm のシャーレに注入して冷却凝固せしめた扁平培地を用意しておく。次に前記供試菌株の麴汁寒天斜面培地に 1 白金線宛塗抹し、27°C の恒温器で湿度に留意し

て、1週間培養したものより1白金線量を前記の扁平培地に3線宛平行に劃線塗抹する。別に Czapek 培地を用いて調製した扁平培地に同様の方法で劃線塗抹したものを対照区とし、これらを27°Cの恒温器中で湿度に留意して培養した。100時間培養した後、カビの発生の有無、発育状態の良否などについて、対照区、試験区を比較観察し検討を加えた。

実験結果ならびに考察

分離した菌株について種類の検索をしたが、観察結果は第1表に要約した。

第1表 製品に生育したカビの観察結果

菌株 No.	colony の肉眼的観察 (色の表示は「色の標準」 ⁽¹⁾ によった)	顕微鏡的観察
1	きわめて疎で長くない綿毛。これはわずかに pale orange を帯びた乳白色である。菌糸の小塊が全面に発育する。裏面は Cream, Czapek 培地ではわずかに brownish white を呈する。	分生胞子は $3\sim5\times4.5\sim5\mu$ 。単細胞で球形ないし梨形で透明色である。胞子柄は短く、不規則に分岐している。胞子柄の頂点ないし側面に乾燥性で単独あるいは房状に胞子が着生し、決して連鎖状を呈しない。(写真 I)
2	白色の周縁部を具えたビロード状。全体は dull blue green, 日時の経過とともに dull yellow と light olive の中間色に変化, 周縁部と中心部は olive green に変化する。裏面は全体に pale yellow, ただし, 中央部は pale yellow brown から dull yellow (Naples Yellow) に変化する。Czapek 培地で羊毛状。grayish olive green。ただし, 周囲は grayish yellow green。この色は日時の経過とともに変化し, grayish olive green でその下層は dull yellow と dark yellow に変化する。裏面は dull yellow (Olive Yellow) から dark yellow, 次に brown に変化する。	黄色の perithecia を形成する。頂囊はフラスコ型ないし胞子囊柄の先が, わずかに膨らんだ形のものがある。sterigmata は単列。分生胞子は粗粒性の球形ないし類球形で長径 $4.5\sim6\mu$ 。子囊胞子は平滑性で $3\sim4.5\mu\times4.5\sim5.2\mu$ 。これの溝は不明瞭であるが認められる。(写真 I~II)
3	成長率は遅い。pale blue green から日時の経過とともに grayish olive green と reddish brown の混合色に変化する。また, 裏面は dull yellow green から日時の経過とともに dark red (Madder Brown) に変化する。Czapek 培地では pale olive と yellow (Mimosa) の混合色で, 日時の経過とともに pale brown (Beige) に変化する。また, 裏面は濃い yellow から日時の経過とともに Madder Brown に変化する。	黄色の perithecia を形成する。頂囊はフラスコ型ないし球形に近い。sterigmata は単列である。分生胞子は粗粒性の球形ないし類球形で, 長径 $5\sim6\mu$ 。子囊胞子は平滑性で $4\sim5\times5\sim6\mu$ 。横皺があり, 広く浅い溝が一周している。(写真 II)
4	成長率は遅い。No. 3 と類似しているが, 稍濃色である。	No. 3 と同種と思われる。(写真 III)
5	羊毛状。乳白色の colony は盛り上り壁を生ずる。裏面は Cream。Czapek 培地でも同様である。	分生胞子は楕円形で単細胞である。大きさは $1.2\sim1.5\times1.5\sim3\mu$ 。胞子柄は細く, 分岐は多くない。先端及び側面にジクザク状に胞子が着生し, 房状ないし連鎖状でない。菌糸及び胞子柄はきわめて薄い色素を含んでいる。(写真 III)

- 6 成長率は速い。乳白色の周縁部を具えたビロード状。全体は pale yellow で日時の経過とともに pale yellow (Cream Yellow) に変化する。ただし、中央部は dull green に変化する。また、裏面は pale yellow で襞がある。Czapek 培地では pale yellowish brown で、日時の経過とともに dull yellow orange に変化する。ただし、中央部はこの色調に grayish olive green の混合した色に変化する。また、裏面も yellow orange から日時の経過とともに light brown に変化する。ただし、周縁部は reddish brown に変化する。
- 7 成長率は速い。長い綿毛。pale yellowish brown (Ivory Yellow)。裏面は pale yellow。Czapek 培地では grayish yellow brown でまた、裏面は pale yellow (Ivory)。
- 8 dull blue green で白色の周縁部を具えている。裏面は reddish yellow で、表と裏に襞を生ずる。日時の経過とともに colony の表は grayish olive green に変化した、裏面は yellow orange に変化する。Czapek 培地の若い colony は白色の周縁部を具えた grayish blue green。日時の経過とともに全体に grayish olive green に変し、また、裏面は dull yellow orange から日時の経過とともに dull yellow orange に変化する。ただし、周囲は pale yellow orange である。
- 9 成長率はやや遅い。Felt 状。No. 3 と類似しているが、No. 3 と比較して表裏とも稍濃色である。colony の中心部は盛り上り、襞が多く生じている。Czapek 培地では grayish yellow green で、日時の経過とともに dull reddish orange に変化する。また、裏面は pale yellow green で日時の経過とともに reddish brown に変化する。
- 10 成長率は速い。ビロード状。襞を生ずる。pale red purple、日時の経過とともに grayish red purple に変化した、裏面は pale yellow で日時の経過にしたがい、purple の薄色が混色する。Czapek 培地では pale purplish pink で、日時の経過とともに grayish red purple に変化する。また、裏面は pale yellow で、日時の経過にしたがい light brownish gray、次に Ecu Beige になり、さらに Ivory Yellow と purplish white の中間色に変化する。
- 胞子囊柄は平滑である。頂囊はフラスコ型。胞子頭は放射状ないし半球状である。sterigmata は複列。分生胞子は球形で表面棘状を呈する。直径 3μ 内外である。lactphenol で固定すると鮮緑色 (emerald-green) を呈する。(写真 IV)
- Racemomucor 群。胞子囊柄は平滑性で菌糸より単独に伸長するものもあるが、多くは不規則に分岐している。胞子囊の外壁は切片的にこわれやすい。厚膜胞子は多く作られる。(写真 IV)
- 胞子頭はもつれて分岐しているが、決して円錐状を呈しない。sterigmata は先になるにしたがい細くなる。分生胞子は連鎖状で類球形ないし橢円形。その大きさは長径 $3\sim 4.2\mu$ 。分生胞子柄は粗粒性。帚状体は不整齊状で分岐しており、散開性である。(写真 IV)
- 黄色の perithecia を形成する。頂囊はフラスコ型ないし球形に近い型までである。sterigmata は単列。分生胞子は粗粒性の球形ないし類球形でその大きさは長径 $5\sim 6\mu$ 。子囊胞子は $4\sim 5\times 5\sim 6\mu$ 。横皺があり、広く浅い溝を有している。(写真 V)
- 組織はゆるい。帚状体は不整齊状・不規則、散大的に分岐 (rami と metulae) している。sterigmata の先は細い。分生胞子は lemon 形、平滑である。 $2\sim 2.2\times 3\sim 3.5\mu$ 。(写真 V)

- 11 成長率はやや遅い。キメの細い羊毛状。pale yellow で中央部は盛り上り皺が生ずる。日時の経過とともに Cream, colony の中心部およびその周辺は粉状になる。裏面は pale yellow。ただし、中央部は dull yellow。Czapek 培地では乳白色で同様に中心部およびその周辺は粉状を呈する。また、裏面は pale yellow で、日時の経過とともに dull orange に変化する。
- 12 成長率は遅い。羊毛状。white, 日時の経過とともに Cream に変換し、colony の表は結束糸状を呈する。裏面は pale yellow で、日時の経過とともに yellowish brown と pale brown (Beige) が輪帯になる。
- 13 成長率は遅い。Felt 状。中央部は盛り上り、皺が多く生ずる。yellow を呈する。ただし、周縁部は pale greenish blue で、日時の経過とともに grayish olive green に変化する。また、裏面は yellow である。Czapek 培地では colony の表と裏は yellow を呈し、日時の経過しても変化しない。
- 14 成長率は遅い。Felt 状。中央部は盛り上り、全体に orange を呈する。日時の経過とともに reddish brown (Madder Brown) に変化する。また、裏面は pale orange。ただし、中心部は dull yellow で日時の経過にしたがい dark red (Madder Brown) に変化する。Czapek 培地では yellow に dull yellow orange が混色し、日時の経過にしたがい変化して dull reddish orange になる。また、裏面は dull yellow で、日時の経過とともに reddish brown に変化する。
- 15 組織のゆるい Felt 状。白色の周縁部を具えて、放射状の皺を生ずる。dull yellow green, 日時の経過とともに dull yellow に変化する。ただし、周縁部は light yellow green になる。また、裏面は dull yellow, 日時の経過とともに dark yellow orange に変化する。ただし、中央部は light brown (Brownish Buff) になる。Czapek 培地では dull yellow green で日時の経過にしたがい light brown (Caramel Brown) に変換し、皺は colony の中心部より周縁部に放射状に走っている。また、裏面は yellow と Brilliant Yellow の中間色で、日時の経過とともに reddish brown に変化する。
- 分生胞子は単細胞。球形ないし梨形で透明色である。胞子柄は短く、不規則に分岐している。胞子柄の頂点ないし側面に乾燥性で単独あるいは房状に胞子が着生し、決して連鎖状を呈しない。No. 1 と同属と思われる。(写真 VI)
- 菌糸は透明色で隔壁を有している。菌糸の先端及び周囲から不規則な方向に胞子柄が伸長(4~6 μ)しており、その頂点に胞子が着生する。胞子の形は球形ないし類球形でその表面は平滑である。2.2~3.3 $\times$ 3~3.7 μ 。(写真 VI)
- 黄色の perithecia を形成する。胞子柄はフラスコ型。胞子柄の形成より perithecia が多く形成される。sterigmata は単列。分生胞子は粗粒性の球形ないし類球形である。子嚢胞子は 4~5 $\times$ 5~5.5 μ で、横皺と広く浅い溝を具えている。(写真 VII)
- 黄色の perithecia を形成する。胞子嚢柄及び菌糸に赤色素が多く見受けられる。子嚢胞子は横皺と浅い溝を具え、*Asp. ruber* series の典型的な子嚢胞子を作る。(写真 VII)
- 黄色の perithecia を形成する。頂嚢は胞子柄の先がわずかに膨らんだ形である。sterigmata は単列。分生胞子は粗粒性の球形ないし類球形で直径 4.5~6 μ 。子嚢胞子の表面は平滑であり、3~5.2 $\times$ 4~5.2 μ 。横皺なく、溝も具えてない。(写真 VII~VIII)

供試菌の種類を検索をしたが、得られた結果は第2表の通りである。

第 2 表 製品に発生、生育したカビの種類

製品の種類	菌株 No.	class	genus	group or series	摘 要
エゾバカガイ調味干品	1	Fungi Imperfecti	<i>Sporotrichum</i>		
"	2	Ascomycetes	<i>Aspergillus</i>	<i>Asp. glaucus</i> — <i>Asp. repens</i> series	
"	3	"	"	" — <i>Asp. ruber</i> series	
"	4	"	"	" "	
"	5	Fungi Imperfecti	<i>Chloridium</i>		
"	6	Ascomycetes	<i>Aspergillus</i>	<i>Asp. versicolor</i> series	<i>Asp. versicolor</i> (Vuill) Tiraboshi
オオナゴ燐製品	7	Phycomycetes	<i>Mucor</i>	<i>Racemomucor</i> group	<i>Muc. racemosus</i>
"	8	Ascomycetes	<i>Penicillium</i>	<i>Pen. janthinellum</i> series	<i>Pen. simplicissimum</i> (oud.) Thom
"	9	"	<i>Aspergillus</i>	<i>Asp. glaucus</i> — <i>Asp. ruber</i> series	
ホタテ貝柱燐製油漬品	10	"	<i>Penicillium</i>	<i>Pen. lilacinum</i> series	
"	11	Fungi Imperfecti	<i>Sporotrichum</i>		
"	12	"			不明菌
タラ調味燐製品	13	Ascomycetes	<i>Aspergillus</i>	<i>Asp. glaucus</i> — <i>Asp. ruber</i> series	
"	14	"	"	" "	
キウリ燐製品	15	"	"	" — <i>Asp. repens</i> series	<i>Asp. pseudo glaucus</i>

すなわち、供試品 5 種類中、分離検索した菌株の種類は、

エゾバカガイ調味干品からは、*Aspergillus* 属の *Asp. repens* series 1 種、*Asp. ruber* series 1 種および *Asp. versicolor* series 1 種 (*Asp. versicolor* (Vuill) Tiraboshi) と Fungi Imperfecti の *Sporotrichum* 属および *Chloridium* 属を検索同定した。

オオナゴ燐製品からは、*Mucor* 属の *Muc. racemosus* と *Penicillium* 属の *Pen. janthinellum* series (*Pen. simplicissimum* (oud.) Thom) および *Aspergillus* 属の *Asp. ruber* series 1 種を検索同定した。

ホタテ貝柱燐製油漬品からは、*Penicillium* 属の *Pen. lilacinum* series と Fungi Imperfecti の *Sporotrichum* 属と不明菌を検索同定した。

タラ調味燐製品からは、*Aspergillus* 属の *Asp. ruber* series 2 種を検索同定した。

キウリ燐製品からは、*Aspergillus* 属の *Asp. repens* series 1 種を検索同定した。

さきに各種食品添加物の影響⁹⁾について検討した。すなわち、ソルビン酸塩を培地に添加した場合には、*Aspergillus* 属の発育が最も阻止されやすく、*Penicillium* 属は抗抵抗性が強いが、他方、*Mucor* 属と Fungi Imperfecti は *Aspergillus* 属と *Penicillium* 属との中間的な耐性を示すこと、また、デヒドロ酢酸の場合には、供試菌株のほとんどすべてが 1/2,000 の濃度で発育が阻止されることを明らかにした。

本試験においては供試菌株数も少なく、かつまた、種属数も少なかったので、各種属別に見た影響を論議することは、はなはだ危険があるので、供試菌株についてのみ結果を報告する。

得られた結果は第 3 表の通りである。

第 3 表に見られるように、ソルビン酸カリの場合には *Aspergillus* 属 8 菌株の中、低濃度の 1/2,000 で半数の 4 菌株が発育している。これを group と series 別に見るならば、*Asp. glaucus* group の中、*repens* series と *ruber* series で、No. 2 と No. 3 および No. 4, No. 15 (検索により No. 3 と No. 4 とは同種菌株と同定した) が発育し、No. 13 と No. 14 は発育していない。1/1,000 濃度でも No. 3, No. 4

第 3 表 ソルビン酸カリおよびデヒドロ酢酸による影響

供試菌株 No.	対 照 区	試 験 区				摘 要 ***
		ソルビン酸* 濃 度			DHA**濃度	
		1/2,000	1/1,000	1/500	1/2,000	
1	干	—	—	—	—	F. I.
2	+	干	—	—	—	Asp.
3	±	±	干	—	—	"
4	±	干	干	—	—	"
5	±	—	—	—	—	F. I.
6	+	—	—	—	—	Asp.
7	++	+	干	—	—	Muc.
8	++	±	干	—	—	Pen.
9	干	—	—	—	—	Asp.
10	++	—	—	—	—	Pen.
11	±	—	—	—	—	F. I.
12	干	—	—	—	—	"
13	干	—	—	—	—	Asp.
14	±	—	—	—	—	"
15	±	±	干	—	—	"

註) 供試菌株の発育状態は次の記号によって標示した。

++……劃線上に沿い全面的に発育し、発育状態が普通より良好と思われるもの。

+…… " 普通の発育状態と思われるもの。

±……劃線上の一部分に発育している状態のもの。

干……劃線の最初の一点部分のみに発育の見られるもの。

—……劃線上のいずれの部分にも発育の認められないもの。

* ソルビン酸カリはソルビン酸として計算した濃度。

** DHA; デヒドロ酢酸。

*** F. I.; Fungi Imperfecti Asp.; *Aspergillus* 属 Muc.; *Mucor* 属 Pen.; *Penicillium* 属。

および No. 15 の *Asp. ruber* series と *Asp. repens* series の各 1 種が耐性を示しているが、1/500 濃度ではすべての *Aspergillus* 属は生育を阻止されている。

Penicillium 属 2 series の中、No. 8 の *Pen. janthinellum* series の 1 種は 1/1,000 濃度で耐性を示し、1/500 濃度でその発育を阻止されている。また、他の No. 10 の *Pen. lilacinum* series の 1 種は 1/2,000 の濃度で発育を阻止されている。

Mucor 属は 1 種類の *Muc. racemosus* であるが、1/2,000 および 1/1,000 濃度で発育し耐性を示している。

Fungi Imperfecti は 1/2,000 の低濃度ですべてのものが発育を阻止されている。

ソルビン酸カリによる影響は *Aspergillus* 属のすべてが抵抗性が弱いとは限らず、同一 series でも種が異なれば、その影響も異なることがうかがい知ることができる。供試菌すべてに通ずることは 1/500 濃度で阻止されていることである。

デヒドロ酢酸による影響は供試菌株すべて 1/2,000 の低濃度で発育は阻止されている。

次にイカの標製品より分離した菌株を用いてソルビン酸塩と、デヒドロ酢酸のおよぼす影響をさきに試験したが、これらと比較検討してみることとする。

a). *Aspergillus* 属で *Asp. ochraceus*, *Asp. ruber* series, *Asp. repens* series および *Asp. amsterodami* series の中に 1/2,000 濃度で抵抗性を示し、かつ、1/500 濃度でも耐性を示したものもあるが、同一 series の中でも種が異なれば 1/2,000 濃度で発育を阻止されるものがある。今回の試験では、*Asp. ruber* series, *Asp. repens* series の中に 1/1,000 濃度で抵抗性のある菌株が見受けられるが、矢張り同一 series

でも種が異なればその抵抗性が異なっている。*Asp. versicolor* は前回および今回とも 1/2,000 濃度で生育が阻止されている。

Mucor 属の *Muc. racemosus* は 1/2,000 濃度で抵抗性を示し、1/1,000 濃度で発育を阻止されたが、今回は 1/2,000 濃度で抵抗性があり、1/1,000 濃度で弱い耐性を示している。

Fungi Imperfecti では前回 *Trichoderma* 属の中に強い抵抗性を示すものがあつたが、その他のものでは 1/2,000 濃度で発育を阻止されている。今回での試験では、すべての Fungi Imperfecti 供試菌は 1/2,000 濃度で発育を阻止されている。

b). また、さきの試験では、デヒドロ酢酸 1/2,000 濃度ですべての供試菌株が発育を阻止されたが、今回の試験でも同様にすべての供試菌株は、1/2,000 濃度で発育が阻止されている。

なお、今回はカビの発生した水産製品の蒐集は少なかつたが、今後引き続きこれらの蒐集に努めてカビの分離と種類の検索を行うとともに、さらに各種食品添加物の影響を検討したいと考えている。

要 約

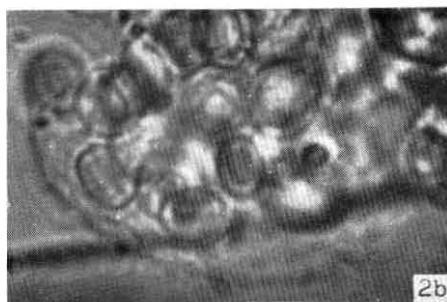
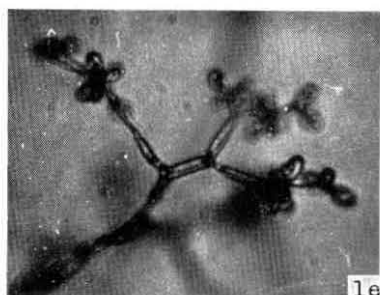
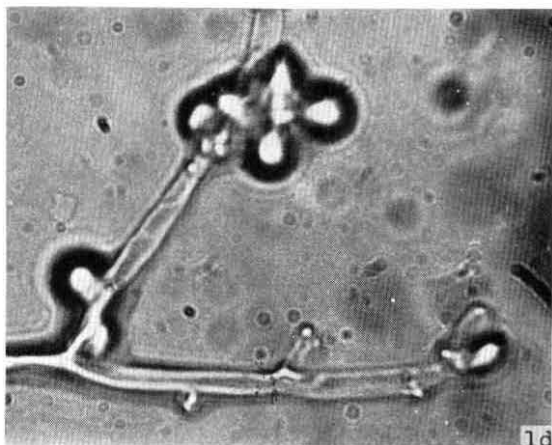
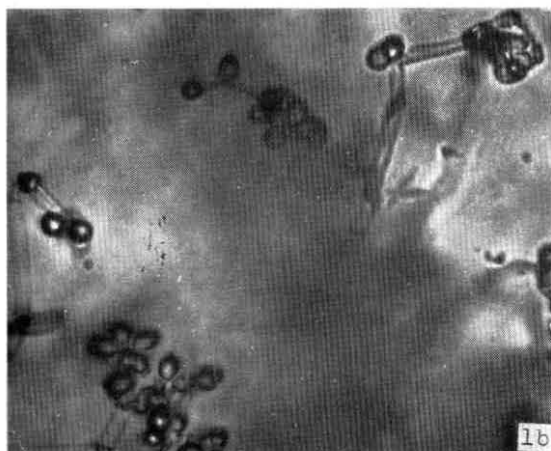
水産製品に生育しているカビを分離し、その種類の検索とともに、それらのカビの発育におよぼす食品添加物の影響を Czapek 培地を用いて検討した。得られた結果を要約すれば次のごとくである。

- 1) エソバカガイ調味干品から、*Aspergillus* 属の 3 series と Fungi Imperfecti の 2 属を分離した。
- 2) オオナゴ燻製品から、*Aspergillus* 属の 1 series, *Penicillium* 属の 1 series および *Mucor* 属 1 種を分離した。
- 3) ホタテ貝柱燻製油漬品から *Penicillium* 属の 1 series と Fungi Imperfecti の 1 属および不明菌 1 属とを分離した。
- 4) タラ調味燻製品から *Aspergillus* 属の 1 series を分離した。
- 5) キウリ燻製品から *Aspergillus* 属の 1 series を分離した。
- 6) ソルビン酸カリに対しては、*Aspergillus* 属の *Asp. ruber* series および *Asp. repens* series の一部と *Penicillium* 属の *Pen. janthinellum* series とが耐性を示したが、他方 Fungi Imperfecti は 1/2,000 濃度で発育が阻止されている。デヒドロ酢酸は、1/2,000 濃度ですべての供試カビの発育を阻止する。

参 考 文 献

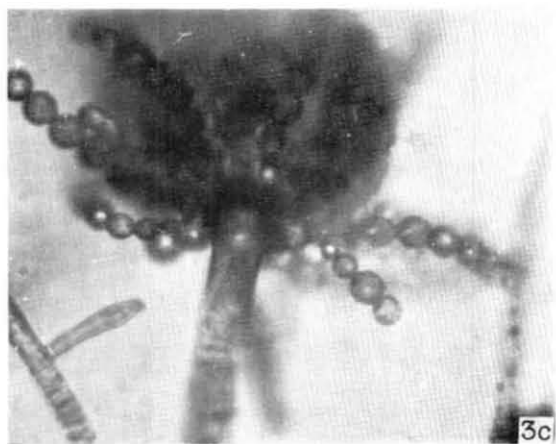
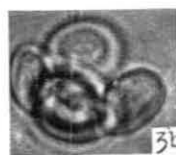
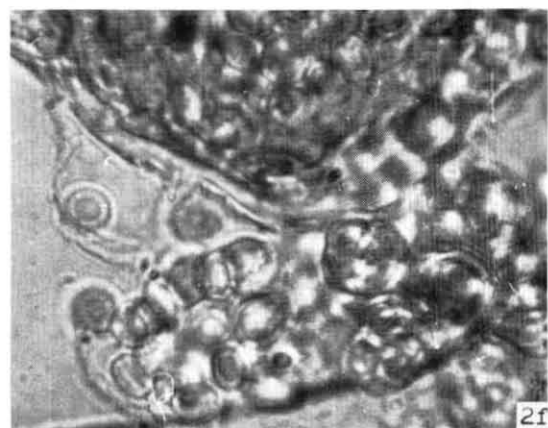
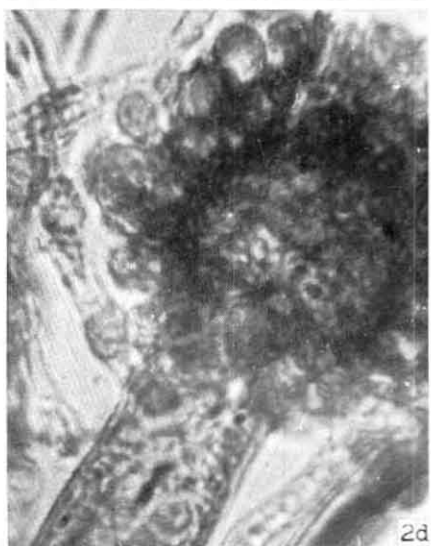
- 1) 佐藤照彦・奥田行雄 (1963) : 本報告, (1), 61.
- 2) 京大農学部農芸化学教室編 (1957) : 農芸化学実験書 2.
- 3) 佐藤照彦・奥田行雄 (1963) : 本報告, (1), 62.
- 4) Raper and Thom (1949) : Manual of the Penicillia. Baltimore; Williams and Willkins Co.
- 5) 坂口謹一郎, 他編集 (1961) : 微生物総論および各論 (微生物工学講座 I).
- 6) Thom and Raper (1951) : Manual of the Aspergilli. Baltimore; Williams and Willkins Co.
- 7) H. L. Barnett (1955) : Illustrated genera of Imperfect Fungi; Burgess publishing Co.
- 8) 井上憲政 (1948) : 有用菌学, p. 169.
- 9) 奥田行雄・佐藤照彦 (1963) : 北水研報告, (27), 62.
- 10) 奥田行雄・佐藤照彦 (1963) : 本報告 (1), 33.
- 11) 財団法人日本色彩研究所 : 色の標準 (Guide to color standard).

写真 I



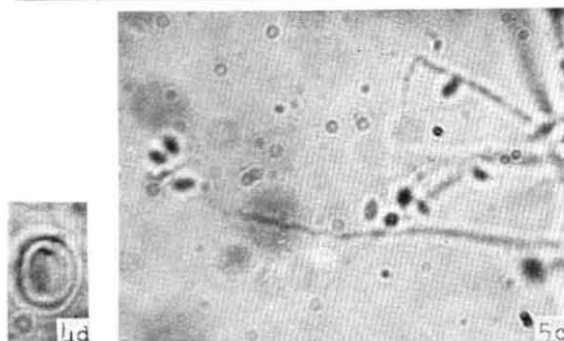
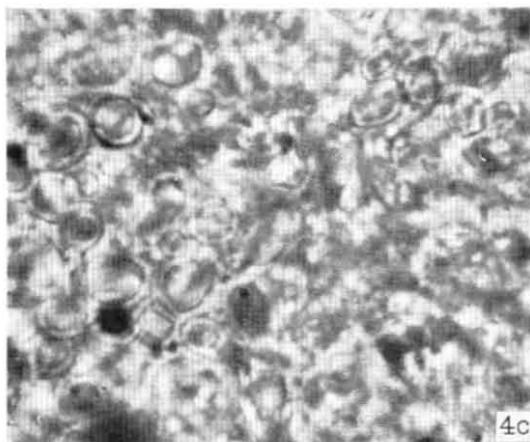
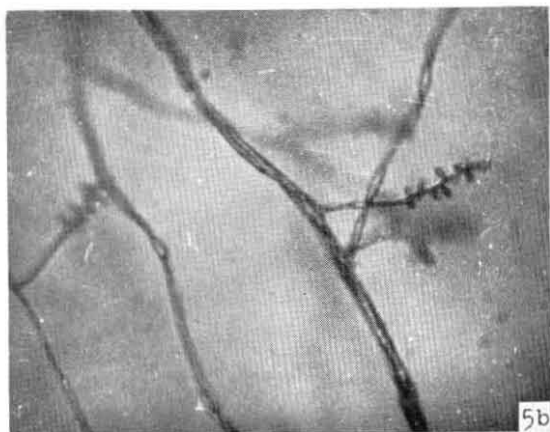
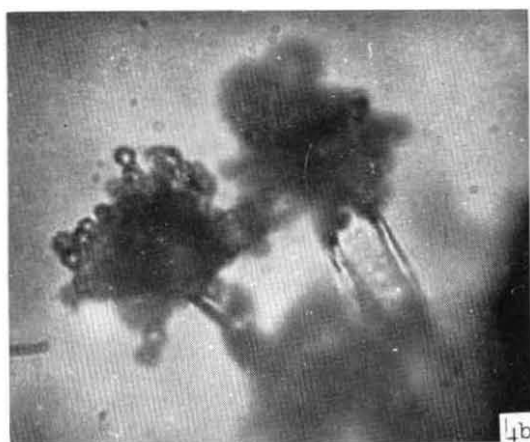
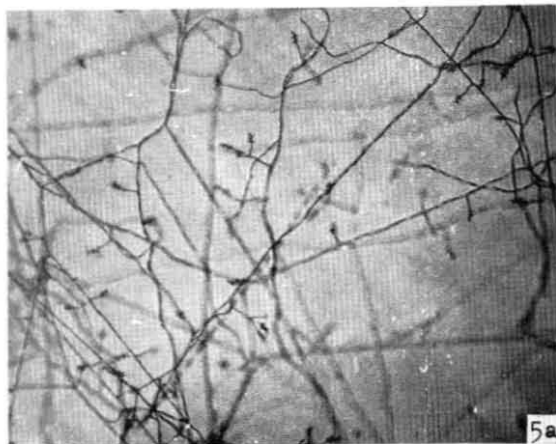
- 1 a. No. 1 (scale a) conidial heads (low power of the microscope)
- 1 b. No. 1 (scale b) conidial heads (low power of the microscope)
- 1 c. No. 1 (scale c) short conidiophores with cluster of spores
- 1 d. No. 1 (scale c) short conidiophores with cluster of spores
- 1 e. No. 1 (scale b) conidial heads
- 2 a. No. 2 (scale d) ascospores
- 2 b. No. 2 (scale d) mass of ascospores

写真 II



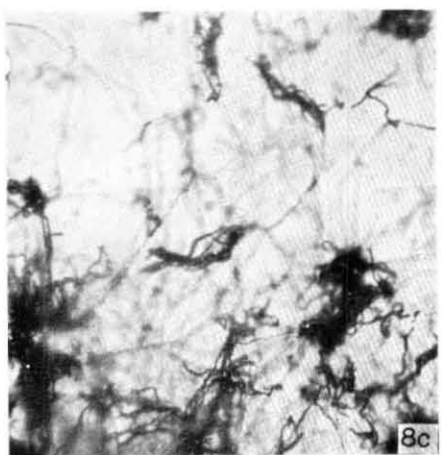
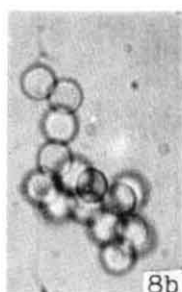
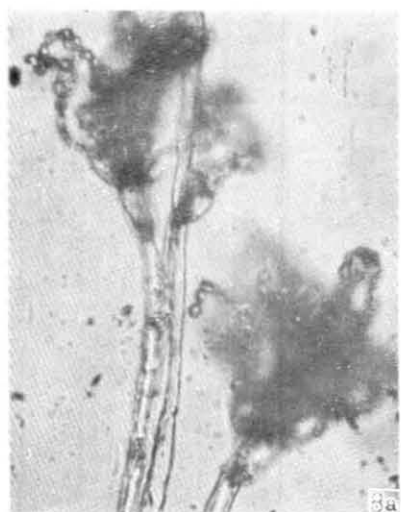
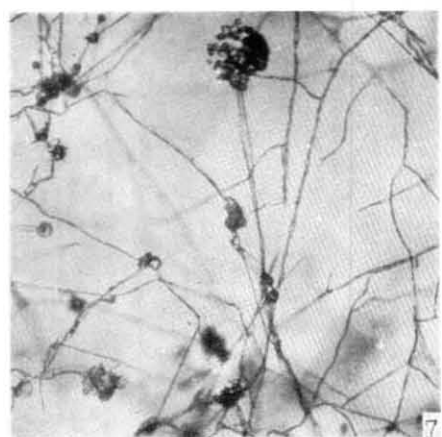
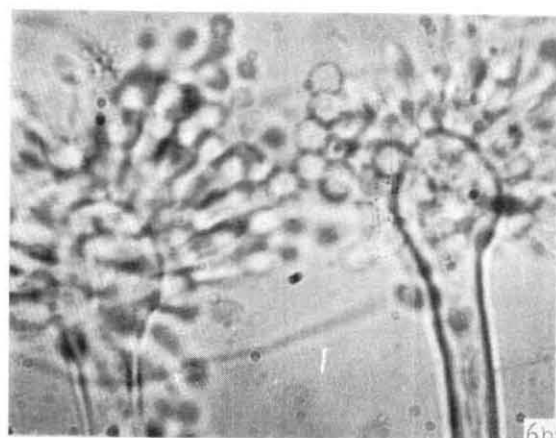
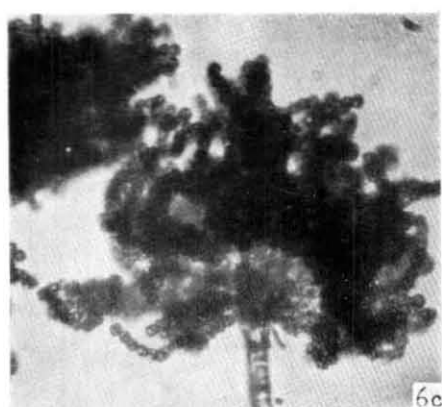
- 2c. No. 2 (scale a) conidial heads (low power of the microscope)
 2d. No. 2 (scale c) conidial head with globose vesicle
 2e. No. 2 (scale c) ascospores
 2f. No. 2 (scale c) mass of asci
 3a. No. 3 (scale c) mass of ascospores
 3b. No. 3 (scale d) magnify of ascospores
 3c. No. 3 (scale b) conidial head

写真 III



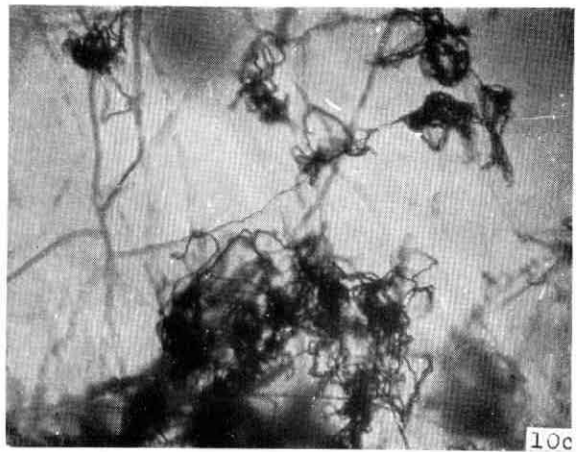
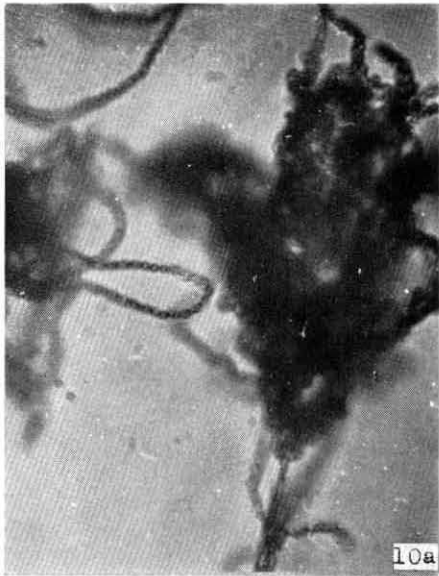
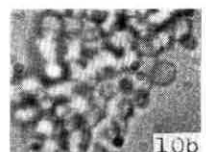
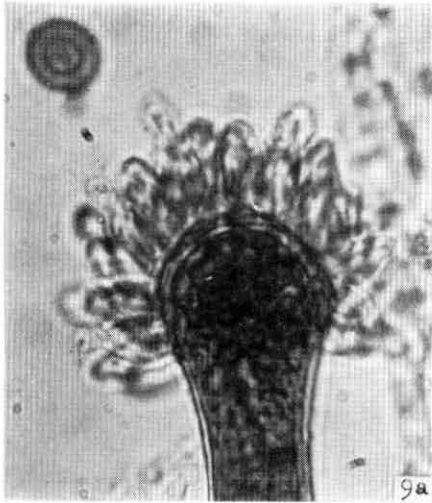
- 4 a. No. 4 (scale a) conidial heads (low power of the microscope)
- 4 b. No. 4 (scale b) magnify of conidial heads
- 4 c. No. 4 (scale c) mass of asci
- 4 d. No. 4 (scale e) magnify of ascospore
- 5 a. No. 5 (scale a) conidial heads
- 5 b. No. 5 (scale b) magnify of 5 a
- 5 c. No. 5 (scale c) conidia-bearing portion Zig-Zag

写真 IV



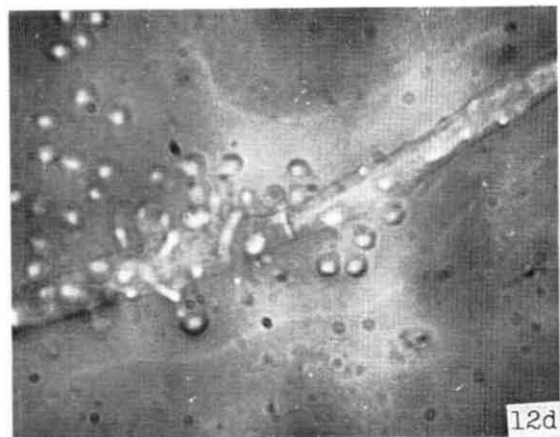
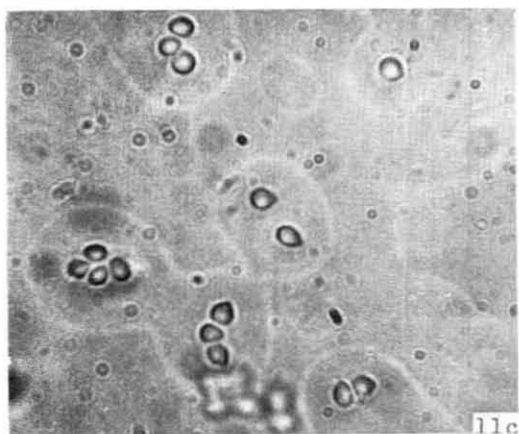
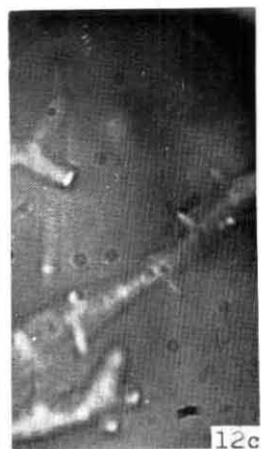
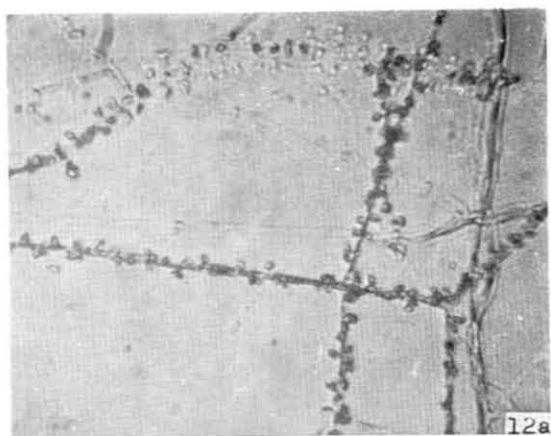
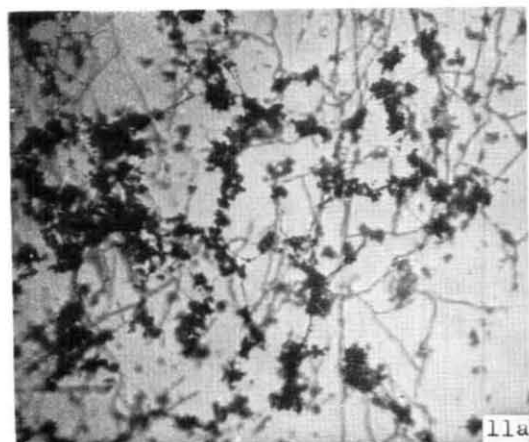
- 6 a. No. 6 (scale a) conidial heads (low power of the microscope)
 6 b. No. 6 (scale c) double sterigmata with vesicle
 6 c. No. 6 (scale b) typical head
 7. No. 7 (scale a) showing irregular branching, as seen in living culture
 8 a. No. 8 (scale b) penicillus
 8 b. No. 8 (scale c) conidia
 8 c. No. 8 (scale a) conidial heads

写真 V



- 9 a. No. 9 (scale c) sterigmata with vesicle
 9 b. No. 9 (scale c) mass of ascospores
 9 c. No. 9 (scale d) magnify of ascospore
 9 d. No. 9 (scale d) magnify of ascospore
 10 a. No. 10 (scale b) penicillus
 10 b. No. 10 (scale c) conidia
 10 c. No. 10 (scale a) conidial heads

写真 VI

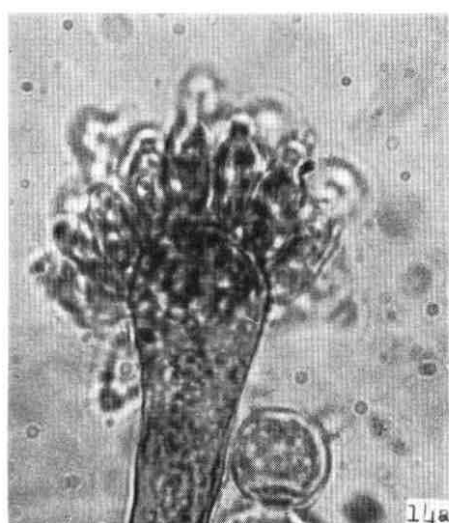


- 11 a. No. 11 (scale a) conidial heads (low power of the microscope)
- 11 b. No. 11 (scale b) short conidiophores with cluster of spores
- 11 c. No. 11 (scale c) spores
- 12 a. No. 12 (scale b) fertile hyphae with spores
- 12 b. No. 12 (scale c) conidiophores
- 12 c. No. 12 (scale c) conidiophores
- 12 d. No. 12 (scale c) conidiophores with spores

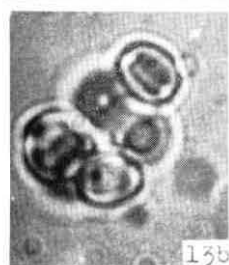
写真 VII



13a



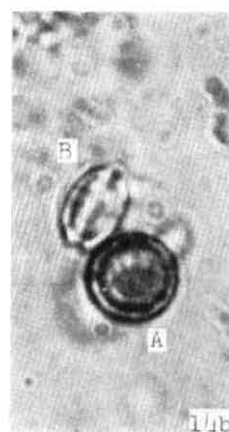
14a



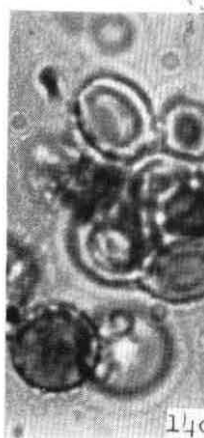
13b



13c



14b



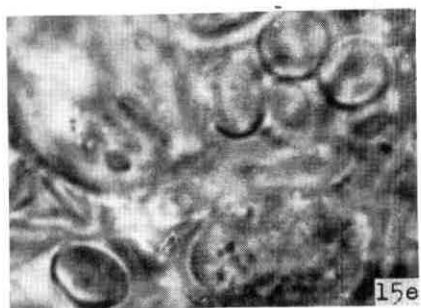
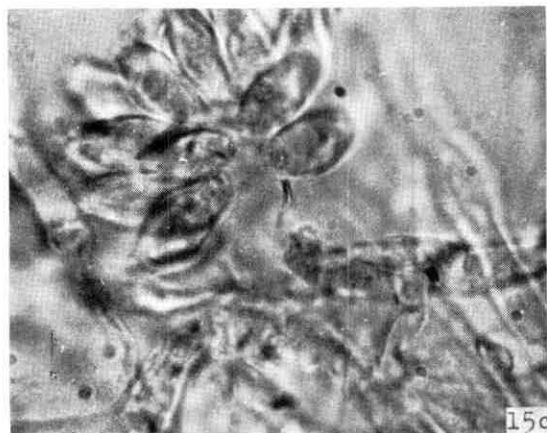
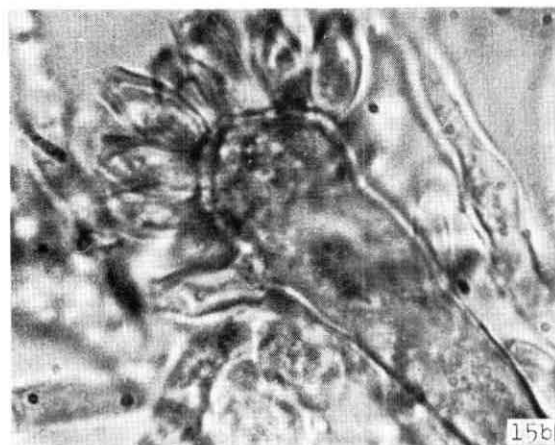
14c



15a

- 13 a. No. 13 (scale c) visicle
- 13 b. No. 13 (scale d) ascospores
- 13 c. No. 13 (scale d) ascospore
- 14 a. No. 14 (scale c) single sterigmata with vesicle
- 14 b. No. 14 (scale d) ascospore and conidia (A. conidia, B. ascospore)
- 14 c. No. 14 (scale d) mass of ascospores
- 15 a. No. 15 (scale b) conidial heads

写真 VIII



Scales

a (100 μ)

b (50 μ)

c (20 μ)

d (10 μ)

- 15 b. No. 15 (scale c) single sterigmata with vesicle
 15 c. No. 15 (scale c) sterigmata
 15 d. No. 15 (scale c) sterigmata
 15 e. No. 15 (scale d) ascospores

スケトウダラ抄身貯蔵中の褐変防止に関する試験 (第1報)

奥田 行雄・竹谷 弘・金 兼吉

Studies on the Prevention of Browning of Salted and Dried Alaska Pollack Fillets During Preservation (1)

Yukio OKUDA, Hiroshi TAKEYA and Kanekiti KON

In south Hokkaido, the browning or brown discolorations of salted and dried Alaska Pollack (Suketōdara Sukimi) do not occur during the course of processing.

But it is said that browning during preservation is unavoidable.

In this paper, we examined the effect of antioxidant on the browning of salted and dried Alaska Pollack fillets during preservation.

The results obtained are summarized as follows:

(1) When Linton C (containing isoamyl gallate and citric acid) and sodium polyphosphates with salt are used, the fillets become colored with a light grayish violet.

(2) When Erythorbic Acid with salt are used, the color of meat changed to light brownish yellow during the course of processing.

(3) On the other hand, an emulsified liquid of antioxidant containing Butyl Hydroxy Anisol (BHA) and Dibutyl Hydroxy Toluene (BHT) or BHT alone are effective in the prevention of browning of fillets during preservation.

In this case, the use of emulsified liquid of antioxidant containing BHA and BHT showed better results than that of the antioxidant containing BHT only.

(4) The emulsified liquid of antioxidant is generally effective when used before salting or during the salting process.

(5) The ratio of the emulsified liquid of antioxidant used with salt as against meat is 1 : 750.

緒 言

近年、道南地方においてもスケトウダラ利用の一方法として、抄身加工が盛んになっており、特に森町の加工業者は、道東・道北地方より原料スケトウダラを移入して抄身製造を行っている。

当地の製造時期は主として低温な時が多く、道北地方の夏期におけるような製造中における変色は少ないが、抄身を原料として調味加工品を製造する二次加工業者は肉色になるべく白いものを要求しており、また店舗で売の場合においても貯蔵中の変色はできるだけ起らないことが望ましい。

これらの変色は、アミノ・カルボニル反応が関係するといわれているが、タラ肉中の脂質は大部分磷脂質によって占められている事実¹⁾から考えて、スケトウダラ抄身貯蔵中の変色は脂質の酸化による影響も少なくないものと考えられるので、酸化防止剤の使用効果について検討を試みた。

本試験において、さきに²⁾著者がイカ調味干品の貯蔵中における変色防止に効果あることを報告したリントンC (没食子酸イソamilと枸橼酸よりなる製品)と磷酸塩の併用処理は好結果が得られなかった。しかし、BHA (ブチルヒドロキシアニソール)およびBHT (ジブチルヒドロキシトルエン)などの乳液を使用した製品は、貯蔵中の変色を少なくする上に極めて有効であることを認めたので、その結果を報告する。

本試験中、工場試験の実施にあたって多大の御協力をいただいた、森町の傘佐藤商店に感謝いたします。

試験経過ならびに考察

I. リントンC・磷酸塩およびエリソルビン酸ソーダ使用の効果について

本試験においては、さきに²⁾³⁾イカ調味干品の貯蔵中、変色防止に比較的效果の認められたリントンCとメタ磷酸塩を主にする市販磷酸塩の併用、およびイカ調味干品に使用し効果が認められなかったが、その原因として過酸化水素の残存が大きな原因ではないかと考えられたエリソルビン酸ナトリウムについて検討してみた。

まず鮮度良好なスケトウダラの頭部を除去し、3時間水晒しをする。つぎに3枚に身卸して骨を除去し、1時間水晒ししたのち皮を取り除いて抄身肉とする。この抄身肉を最初3時間は流水中、ついで1夜止水中で水晒しを行った。処理時の歩留は第1表に示したとおりであった。

第1表 調 理 歩 留 り

調 理 区 分	第1回 1962.12.11		第2回 1963. 1.17	
	重 量	割 合 %	重 量	割 合 %
生 原 料	27,000 g	100	34,000 g	100
頭 部	5,670 g	21.0	4,900 g	14.4
内 臓 物	1,470 g	5.4	4,420 g	13.0
卵 巢	300 g	1.1	450 g	1.3
精 巢	1,840 g	6.8	2,680 g	7.9
肝 臓	860 g	3.2	950 g	2.8
そ の 他 内 臓 物	1,200 g	4.4	1,400 g	4.1
皮 部	4,820 g	17.8	6,500 g	19.1
中 骨 ・ 鎌 骨 ・ 尾 鰭	10,400 g	38.5	12,500 g	36.7
精 肉 部				

水晒し後の抄身肉を4つに分け、第2表に示したように酸化防止剤を加えた塩を用いて塩蔵した。

第2表 第1回処理方法

試験区分	生抄身肉重 量	用 塩 量	使 用 添 加 物 量			塩漬日数	乾燥後重量
			ポリリン酸「タケダ」 1-A量	リントン C量	エルビット N量		
A 区	2,450 g	245 g	—	—	—	4	900 g
B 区	2,200 g	220 g	11.0 g	0.44 g	—	4	800 g
C 区	2,100 g	210 g	—	—	10.5 g	4	800 g
D 区	2,500 g	250 g	12.5 g	0.5 g	12.5 g	4	920 g

すなわち

- (1) 抄身肉に対し10%の食塩を用いて撒塩法により塩蔵する。
- (2) 抄身肉に対し10%量の食塩にポリリン酸タケダ1-A（ポリリン酸ナトリウム26%，メタ磷酸ナトリウム72%，ピロ磷酸ナトリウム2%）およびリントンCの所要量を混合したものを用いて撒塩法により塩蔵する。
- (3) 抄身肉に対し10%量の食塩にエリソルビン酸ナトリウムの所要量を混合したものを用いて撒塩法により塩蔵する。
- (4) 抄身肉に対し10%量の食塩にポリリン酸タケダ1-A，リントンC，エリソルビン酸ナトリウムの各所要量を加えてよく混合したものを用いて撒塩法により塩蔵する。

これらの方法によって塩蔵したものを4日後にとり出し、天日乾燥により乾燥した。塩蔵後の肉を外観的に観察すると4種類のうち、リントンCを用いたものは肉肌が淡い暗紫色をおびているが、これは肉中の鉄

イオンによるもので、この際燐酸塩による封鎖が十分に行われなかったことに基因するものと考えられる。

乾燥により得られた製品の外観について見ると、リントンCを用いたものは淡い暗紫色を帯び褪色しない。またエリソルビン酸ソーダを用いたものは濃い黄褐色を帯びている。スケトウダラ抄身においては過酸化水素水の使用を行わないにもかかわらずエリソルビン酸ソーダを用いた製品が対照にくらべて変色の進んでいることは、他薬品使用の有無にかかわらず、乾製品においては効果がなく、かえって悪い結果の得られることが推察される。

いずれにせよ本試験において、試験品は対照品にくらべて良好な製品は得られなかった。

II. BHA・BHT 混合乳液および BHT 乳液使用の効果について

本試験においては、水溶性の酸化防止剤として BHA 5%, BHT 5% を含む乳液 (アネビトール AT)・BHT 10% を含む乳液 (アネビトール T) を用いた。また水晒しの効果を良好にするといわれているネオシンセンF (リン酸ナトリウム20%, 炭酸カルシウム30%, 酢酸ナトリウム30%, 明礬20%を含む) についても一応検討してみた。

処理は前試験に準じて行った。今回の歩留りは第1表に示したとおりである。

得られた抄身肉を第3表に示したように分けて水晒しをし、また BHA・BHT 混合乳液および BHT 乳液を用いて塩蔵処理したのち天日乾燥により乾燥した。

第3表 第2回処理方法

試験方法 試験区分	晒 の 方 法				塩 漬 の 方 法			塩漬後浸漬、 乳液1/500を含 む食塩水に5 時間浸漬
	流水中での 晒 時 間	0.3% ネオシン センF液に 晒 時 間	止水中での 晒 時 間	0.3% ネオシン センF液に 晒 時 間	生抄身肉使用乳液、 肉の1/750を 食塩添加量食塩と混和	漬込日数		
A 区	3 時間	— 時間	22 時間	—	8 %	—	4 日	—
B 区	3	—	17	5	8	—	4	—
C 区	3	—	17	5	8	AT	4	—
D 区	3	—	17	5	8	T	4	—
E 区	3	—	17	5	8	—	4	AT
F 区	3	—	17	5	8	—	4	T
G 区	3	22	—	—	8	—	4	—
H 区	3	22	—	—	8	AT	4	—
I 区	3	22	—	—	8	T	4	—
J 区	3	22	—	—	8	—	4	AT
K 区	3	22	—	—	8	—	4	T

水晒し後の肉の外観はネオシンセンFを用いたものは白さを感じるが、乾燥後は対照と全く差がなく、製品はかすかに黄色味をおびた白さのもので、検査1等品に該当するものであった。

これらの製品をそれぞれ2分し、ポリセロ袋に封入し、一方は30°±1℃の恒温槽中で、他方は室温に貯蔵して外観色調の変化を観察した。結果は第4表に示したとおりである。

すなわち、常法による対照品、および水晒しの際に0.3%のネオシンセンF液を用いたのみの製品は10日後に黄褐色を呈したのに対し、食塩に BHA・BHT を含む乳液を混じて塩蔵したC区、H区は20日後に、BHT 乳液を混じて塩蔵したD区、I区は14日、16日後に黄褐色を呈している。また一旦塩漬後 BHA・BHT を含む乳液、BHT を含む乳液を加えた液に浸漬したE区、F区、J区およびK区の製品は14日後に黄褐色となっており、いずれも対照区にくらべて変色までの期間は長かった。

なお室温貯蔵したものは、対照のA区およびB区が約3カ月で淡黄褐色を呈したのに対し、C区、D区、H区、I区の塩蔵時にアネビトール AT および T を用いたものは、7カ月後においても十分市販品として良好なのが得られている。

第 4 表 製品貯蔵中の変色状況

試験区分 経過日数	A 区	B 区	C 区	D 区	E 区	F 区	G 区	H 区	I 区	J 区	K 区
製了時の調色	かすかに黄色を帯びた白さ	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左
3 日後	淡黄白色	同左	同上	同上	同上	同上	淡黄白色	同上	同上	同上	同上
7 日後	やや淡黄色	やや左と同じ	淡黄白色	やや左と同じ	同左	同左	やや淡黄色	淡黄白色	やや左と同じ	同左	同左
10 日後	淡黄褐色	同左	同上	同上	同上	やや淡黄色	淡黄褐色	同上	同上	同上	やや淡黄色
12 日後	やや淡茶褐色	同左	同上	やや淡黄色	同左	淡黄色	やや淡茶褐色	同上	やや淡黄色	同左	淡黄色
14 日後	同上	同左	やや淡黄色	淡黄褐色	同左	淡黄褐色	同上	やや淡黄色	同上	同左	淡黄褐色
16 日後	茶褐色が著しい	同左	同上	同上	同左	黄褐色	茶褐色が著しい	同上	やや淡黄褐色	同左	黄褐色
20 日後			淡黄褐色	黄褐色	同左	同上		淡黄褐色	同左	同左	同上
23 日後			同上	同上	同左			同上	黄褐色	同左	
25 日後			黄褐色					黄褐色			

塩蔵時に酸化防止剤を用いるのと、塩蔵後用いるのでは、前者の方がやや良好のようであるが、これは使用量によっても影響されるものと考えられる。

本試験の結果によれば、水晒しの際にネオンセンFを用いることは、製品の外観上、貯蔵上特に効果は認められない。

酸化防止剤中 BHA・BHT 乳液および BHT 乳液の使用は製品貯蔵中の変色防止に効果があり、乾燥中における変色の進行防止にも効果が認められる。特に BHA・BHT 混合乳液の使用は恒温槽中における貯蔵試験と室温貯蔵試験においてともに効果が認められた。使用時期については使用濃度にもよるが塩漬時使用がよいようである。

III. BHA・BHT 乳液を用いた工場的試験結果について

実験的な試験の結果、塩蔵時に BHA・BHT 混合乳液や BHT の乳液を用いることは、抄身製品の貯蔵中における変色を防止する上にきわめて有効であることが認められたが、実際的には処理時の鮮度、原料扱いにともなう原料に附着する乳液量の差なども考えられるので、実際的な使用を試みた。

試験にあたっては、森町の傘佐藤商店の御厚意により、同店の工場を用い、原料の処理については同工場の作業に従い、水晒しおよび塩蔵時についてのみ試験項目により実施した。

乳液としては前項試験において好結果の得られた、BHA 5% と BHT 5% を含む乳液（アネビートル AT）を使用した。

使用法としては、塩蔵前に抄身肉を浸漬する方法と塩蔵時に食塩と混合して使用する方法とを用いた。

原料スケトウダラは紋別地方より移入したもので、鮮度はおおむね良好であった。

常法にもとづき調理した抄身肉を流水中で 1 時間、止水中で 23 時間水晒しをしたのち、第 5 表に示したように、そのままのものと、さらに 0.3% ネオンセンF 液に 3 時間浸したものを、それぞれアネビートル AT 2% 液に 1.5 時間浸したのち塩蔵する方法、食塩にアネビートル AT を混ぜたもので塩蔵する方法により 4 日間塩漬したのち、天日乾燥により乾燥した。

アネビートル AT の使用量については、塩蔵時混ぜて使う場合は普通行われている方法に基づき、また抄身肉を浸漬する濃度、使用量については、外山氏⁴⁾の瞬間浸漬法を参考として実施した。

第 5 表 工場試験処理方法

試 験 区 分	生抄身 重 量	晒 の 方 法				塩 蔵 の 方 法				漬 込 日 数
		水 晒 時 間		0.3% ネオ シンセンF		2%アネビトール AT液に浸漬		アネビトールAT1/750 を食塩と混合漬込		
		流水中	止水中	液 量	時 間	液 量	時 間	AT 量	用塩量	
A 区	50 kg	時間 1	時間 23	ℓ		ℓ		g	kg	4
B 区	100	1	23	36	3	18	1.5		8	4
B' 区	100	1	23	36	3			133	8	4
C 区	100	1	23			18	1.5		8	4
C' 区	100	1	23					133	8	4

乾燥は最初南星式乾燥機による予定であったが、丁度ニシンの入荷とかちあい、天日乾燥によらざるを得なかった。折り悪しく天候不順のため、室内堆積時間が長かったために、予期したよりも品質の悪い製品となった。

得られた製品の一部をポリセロ袋に封入し、30℃±1℃の恒温器中で貯蔵し、外観と色調の変化を観察した。

結果は第6表に示したとおりである。すなわち製品は前記実験室的なものにくらべて、やや黄色味をおびているが、アネビトール AT 使用のものは無使用の対照品にくらべて呈色は少なかった。

第 6 表 製品貯蔵中の変色状況

試験区分 経過日数	A 区	B 区	B' 区	C 区	C' 区
製了時の色調	やや淡黄褐色	淡黄白色	同 左	同 左	同 左
3 日後	淡黄褐色	同 上	同 上	同 上	同 上
5 日後	同 上	同 上	やや淡黄色	同 上	同 上
8 日後	黄褐色	同 上	同 上	同 上	やや淡黄色
10 日後	やや茶褐色で外観不良	やや淡黄色	淡黄色	やや淡黄色	同 上
12 日後		同 上	やや淡黄褐色	同 上	淡黄色
15 日後		同 上	同 上	同 上	同 上
20 日後		淡黄色	淡黄褐色	淡黄色	淡黄褐色
25 日後		淡黄褐色	黄褐色	同 上	黄褐色

また貯蔵中における変色の進行状況も対照品にくらべて明らかにおそいことが認められる。

なお、常温に貯蔵した場合、アネビトール AT を使用したものは5ヵ月後においても十分市販品となり得るほど良好であった。

使用方法としては、液に浸漬後塩蔵する方法が实际的であり、今回の試験においても良い結果が得られているが、これについては液濃度と原料に対する使用量をさらに検討することが必要であり、次の機会に実施したい。

ネオシンセン F の使用は特に必要を認めなかった。

以上の実験室および工場の試験結果からみて、酸化防止剤中 BHA と BHT の混合乳液または BHT の乳液を用いることは、製品の貯蔵中における変色防止に特に著しい効果があるものと考えられる。

使用方法としては、所要量を塩に混じて用いる方法では普通行われている 1/750 で効果が認められる。浸漬後に塩漬する場合の液の濃度、使用量については今後検討の必要がある。

要 約

スケトウダラ抄身貯蔵中の変色は、魚体脂の酸化に基づく影響が少なくないものと考え、酸化防止剤を使

用した製品を作り、それらについて貯蔵中の変色状態につき比較試験を実施し、次の結果を得た。

- (1) リントンCと磷酸塩を食塩にまぜて用いる方法は、魚肉に灰紫色を与え外観が良好ではなかった。
- (2) エリソルビン酸ソーダを食塩にまぜて用いる方法は、乾燥中における肉の変色をかえって促進し、良好なものは得られなかった。
- (3) BHA・BHT 混合乳液，BHT 乳液を食塩と混合して塩蔵時に使用した製品は，貯蔵中の変色を著しく遅延せしめることが出来た。
- (4) BHA・BHT 混合乳液あるいは BHT 乳液に塩蔵後浸漬した製品は，対照にくらべて貯蔵性を増大させるが，塩蔵時使用の場合に比較してやや劣る。
- (5) BHA・BHT 混合乳液に浸漬後塩蔵する方法は，十分効果を認め得るが，使用濃度，使用量については今後の検討が必要である。

参 考 文 献

- 1) 土屋靖彦：水産化学（単行本）。
- 2) 奥田行雄・竹谷 弘・金 兼吉（1963）：本報告，(1)，43。
- 3) 奥田行雄・竹谷 弘（1963）：北水試月報，20 (3)，6。
- 4) 外山健三・猿谷九万（1962）：日水会誌，28 (10)，1020。

スルメイカの剥皮について

北林邦次・中村邦典・首藤勝夫・石川宣次

Studies on the Removal of Skin from Squid Meat

Kunitsugu KITABAYASHI, Kunisuke NAKAMURA,

Katsuo SHUDO and Senji ISHIKAWA

The present work was carried out mainly on squid skin in connection with the possibility of improving the technique of removing skin.

The results obtained are as follows;

1. The properties of the lower layer of skin with meat attached is different from meat and the other parts of skin in chemical components and solubility.
2. The lower layer undergoes some change at 43 to 45°C and coagulates completely at 47 to 49°C. This part can be destructed by protease in spite of the presence of collagen.
3. The squid skin is allowed to swell in a solution of sodium acetate and is separated from meat by stirring.
4. Based on these informations, an enzymatic skin removing method and a sodium acetate skin removing method were devised and tested with consideration to the actual processing.
5. No appreciable loss of meat was found after the removal of skin by these two methods.
6. Judging from the solubility, the two methods were found effective in prevention of denaturation of meat protein compared with other methods.

緒 言

スルメイカの表皮は比較的強靱であり、また、特殊の色素が存在するから、利用に際しては除去することが望ましいとされている。この表皮の除去、すなわち、剥皮について現在一般に実施されているのは温湯中で攪拌する方法、すなわち、温湯法である。この方法は当場が最初に開発したものであるが、その原理は自家消化によるものと推定していた。著者等¹⁾はスルメイカの肉質と表皮との性状を検討した結果、温湯法によって表皮が剥離する原理は、肉質との間における熱凝固の性状が相互に相異することに基づくものであることを明らかにし、剥皮能率の向上に示唆を与えた。その後、さらにこの点についての検討を剥皮肉の性状を考慮しながら進めてきた。

本研究は、肉と接触する皮の最下層部および皮の性状を吟味し、その結果に基づき剥皮法の改良を試みると同時に、剥皮された肉の性状の一部について検討を加えたものである。

実験結果および考察

1 肉に接触する表皮層の性状

スルメイカの肉に接触している薄膜状の部分は、右田、田中等²⁾によれば4層から成るとみられている表皮の第4層目であるが、これを検鏡すると均一なせんいがラケットの網目状に規則正しく配列している。この部分以外の他の層を注意深く除去すれば、ここで目的としている部分は肉質に残るし、また、比較的強

靱でもあるので手で容易に剝離することが出来る。

本実験は、剝皮法についての基本的知見を得るのが目的であるから、可及的に肉質と比較しながら、この部分の性状を検討した。

(i) 一般化学組成

肉に接触する表皮層の一般化学組成を知るために、水分、全窒素、純蛋白態窒素、粗灰分、粗脂肪、0.6 M KCl 可溶性窒素、熱水可溶性窒素、0.2% NaOH 可溶性窒素を検討した。また、Van Slyke 法で窒素の分布を検討した。

得られた結果を第1表と第2表とに示した。

第1表 肉に接触する表皮層の化学組成

水分	71.97 %	全 窒 素	3.03 % (100.00)
粗 脂 肪	2.01	熱水可溶性窒素	0.27 (8.88)
粗 灰 分	0.003	0.2% NaOH 可溶性窒素	0.10 (3.48)
純蛋白態窒素*	2.74	0.6 M KCl 可溶性窒素	0.11 (3.73)

* Stutzer 法による

第2表 肉に接触する表皮層の窒素分布

全 窒 素	3.03 %	100.00 %
フ ミ ソ 態 窒 素	0.068	2.27
全 ア ミ ノ 態 窒 素	2.05	67.72
ジ ア ミ ノ 態 窒 素	1.70	56.35
ア ン モ ニ ア 態 窒 素	0.0045	0.15
ア ル ギ ニ ン 態 窒 素	0.0090	0.30
シ ス チ ン 態 窒 素	0.0027	0.09

これらの結果を肉質について得られた既報¹⁾の数値と比較してみると、肉との主な相異はつぎの諸点にある。

すなわち、一般化学組成の点では、この層は肉に比較して水分と粗灰分が少ないが、粗脂肪は多く、他方、窒素の分布の点では、塩基性窒素が著しく多いがアルギニンおよびシスチン態窒素が少ない。本研究の目的とする剝皮に関連して特に注目すべき点は、熱水可溶性窒素と 0.2% NaOH 可溶性窒素がこの層に著しく少ない点である。

また、この層を含めた表皮全体と比較するとつぎのことがいえる。すなわち、一般化学組成の点では、この層は水分が少なく、他方、窒素の分布の点では塩基態窒素が著しく多いが、アルギニンおよびシスチン態窒素が少ない。また、熱水可溶性窒素および 0.2% NaOH 可溶性窒素も極めて少ない。

これらの事実からみて、この層は、化学組成および溶解性の点で、肉およびこの層を除いた表皮の他の部分と著しく相異していることが明らかである。

(ii) 熱凝固の状態

肉に接触している薄膜状の表皮部分について、その熱凝固による収縮の状態を知るためにつぎの実験を行った。

すなわち、0.5×1 cm 程度の片を試料とし、これを大量の水に投入した後、徐々に加温しながら収縮の状態を観察した。

得られた結果は第3表の通りである。

すなわち、この層は43～45℃で収縮はじまるが、著しい収縮は47～49℃で起り、さらに温度の上昇するにつれて55℃付近までかんばんな収縮がつづくのである。これらの事実より、この層は55℃付近で熱凝固はほぼ完了するとみられる。

第 3 表 肉に接触する表皮層を加熱した場合の収縮

温 度	収 縮 の 状 態
43 ~ 45 °C	収縮しはじめる
47 ~ 49 °C	著しく収縮する
55 °C 以上	変化しない (収縮したまま)

著者等¹⁾はさきに肉と表皮の熱凝固性を各種温度について化学的に検討した。その結果によると、55°Cまでは肉の凝固蛋白量は表皮のそれよりもわずが多いが、65°C以上では表皮の方が多かった。この結果はここで行なった実験と方法が異なるから厳密な比較はできないが、この層は熱収縮、または熱凝固の点でも肉および表皮の他の部分と相異することが明らかである。スルメイカを湯湯—55~65°C—に浸漬すると、前記の如き各部分の性状の相異が発現して肉と表皮の剝離を容易にする条件が作られるものと考えられる。

(iii) 酵素による消化

蛋白質分解酵素による消化の状態を検討した。

本実験ではペプシンと放線菌より分離された蛋白分解酵素を使用した。

ペプシンの場合には、試料 20 g を十分に磨砕した後、水 25 cc と 2 % ペプシン溶液 25 cc とを加え、稀塩酸で pH 2.2 に調節し、数滴のトルオールを添加して20時間、35 °C で消化した。消化後に残存する蛋白量を Stutzer 法で定量した。

また、放線菌より分離された蛋白分解酵素 (プロナーゼ—10,000 P. U. K/g—科研化学製) の場合には、試料 20 g を十分に磨砕した後、磷酸緩衝液 (pH 7.0) 25 cc と 1 % 酵素液 25 cc とを添加後、40°C で5時間または20時間消化した。消化後に一定量を取り三塩化醋酸で蛋白を除去して得られた濾液についてアミノ態窒素量を Van Slyke 法で測定した。

得られた結果は第 4 表および第 5 表に示した。

第 4 表 肉に接触する表皮層のペプシンによる消化

	純蛋白態窒素量 (1)	消化後の純蛋白態窒素量 (2)	$\frac{(1)-(2)}{(1)} \times 100$
肉に接触する表皮層	2.74 %	0.96 %	64.7
肉	2.70	0.93	65.4

第 5 表 肉に接触する表皮層のプロナーゼによる消化

	アミノ態窒素量		全窒素に対するアミノ態窒素量	
	5 時 間	20 時 間	5 時 間	20 時 間
肉に接触する表皮層 ⁽¹⁾	2.1 %	2.3 %	70.0 %	76.1 %
肉 ⁽²⁾	1.3	2.2	39.3	66.6

備考) 全窒素は (1)…3.0% (2)…3.3%

この結果にみられる通り、肉に接触する表皮層は蛋白質分解酵素の中でもプロナーゼによって比較的によく消化される。また、その消化の程度は肉の方がわずかに劣ることが判る。

2 表皮の特殊性と剝皮法

前記の肉に接触する層をも含めた表皮の化学的性状は、すでに報告した通り肉と著しく相異なるものであるから、化学薬品に対する物理的性状にも特長が現われるものと考えられる。このような見地から、化学薬品が表皮に対して作用する状態を検討し、ついで、得られた結果を今までの知見と関連せしめて新しい剝皮

法を検討することにした。

(i) 表皮の膨潤性

スルメイカの表皮には、コラーゲンが多いことをはじめとして、肉と表皮との間には既報¹⁾の如く著しい性質上の相異がある。従って、ある種の条件の下では肉と表皮との間に膨潤の差が現われるはずである。

ここでは酒石酸ソーダ、硫酸ソーダ、硝酸ソーダ、醋酸ソーダの各溶液に浸漬した場合における表皮の膨潤状態を観察した。使用したこれらの薬品の濃度は Hoffmeister 氏が卵白の凝析に対して示している濃度を基準として実施した予備実験の結果に基づいたものである。すなわち、新鮮なスルメイカの胴肉を2～3 cm 平方程度に切り取ったものをそれぞれの溶液に8時間浸漬したものについて、表皮と肉とのしまりの程度と、さらに膨潤の状態を観察したのである。

得られた結果は第6表の通りである。

第6表 表皮の膨潤状態

浸 漬 液	濃 度	膨 潤 状 態		備 考
		表 皮	肉	
酒 石 酸 ソ ー ダ	0.7 M	++	—	色素が拡散
硫 酸 ソ ー ダ	0.8	++	—	"
硝 酸 ソ ー ダ	5.4	++	—	"
醋 酸 ソ ー ダ	1.6	++	—	"
"	0.16	≡	±	色素は拡散しない
"	0.02	≡	±	"

註) 膨潤の程度……+は僅か膨潤したもの ≡は著しく膨潤したもの
肉の状態……—はしまったもの(凝固) ±は変化のみられないもの

この結果から、0.02 M～0.16 M の醋酸ソーダ溶液(0.27%～2.0%)が表皮の膨潤に対して効果があるが、特に2.0%の場合が良好であることが判明した。剥皮を考える場合には肉に表皮の色素が残らないことと、凝固せしめないことが肝要であるから、この点よりみても醋酸ソーダ溶液を剥皮に利用できるとすれば適当なものの一つになるであろう。頭足部についても同様の実験を行なったが第6表と同様の結果を得た。

なお、塩化ナトリウム、塩化カルシウム、塩酸、炭酸ソーダ、塩化マグネシウム等についても種々の観点から検討を加えたが、このうち2～3のものは皮を膨潤せしめるが、肉を著しく凝固せしめるものであった。

(ii) 剥皮方法

前記の1および2の項で得られた結果、および肉と表皮との性状の相異に関する既報の研究結果に基づいて2種類の剥皮方法を検討した。すなわち、市販の蛋白分解酵素を使用する方法と膨潤を利用する方法とである。

a). 酵素を利用する方法

前記 1-(iii) の結果から、肉に接触する表皮の薄層が蛋白分解酵素で消化されること、およびその性状が皮の中でも特異的であることが明らかとなったので、表皮を膨潤せしめながら酵素消化することによって剥皮が可能であろうと考えたのである。実施した方法はつぎの通りである。すなわち、予備実験の結果に基づき0.2%のプロナーゼ溶液に浸漬して、30℃で攪拌したところ、表皮は次第に膨潤すると同時に消化されてもろくなりはじめ、ついには攪拌によるまさつの効果によって剥離しはじめる。表皮が完全に剥離するまでに32分を要した。この場合に使用する酵素溶液は試料1に対して3倍であればよい。

なお、ここでプロナーゼを使用したのは、この酵素が表皮のコラーゲンをも分解する点に着目したからであるが、最初の短時間はプロナーゼ溶液に浸漬して、つぎにペプシンまたはトリプシン類似の一般的な酵素溶液を使用する方法も考えられるので、今後これらの点について検討してみたい。

前記の方法に類似したものに、スルメイカの肝臓を使用する谷川等³⁾の方法があるが、ここで述べた著者

等の方法は短時間で剥皮できるという点に特長がある。

b). 膨潤を利用する方法

前記 2-(i) の結果に基づき、醋酸ソーダの表皮に対する膨潤作用を利用する方法を検討した結果、つぎの方法で剥皮できることが判った。すなわち、原料を 2% 醋酸ソーダ溶液に 15～20 時間浸漬してから攪拌して、原料が相互にまきつするようにすれば皮は肉から剥離する。この場合に使用する醋酸ソーダの溶液は原料 1 部に対して約 3 部であればよい。また、この実験では原料を醋酸ソーダ溶液に長時間にわたって攪拌しないで浸漬したが、攪拌しながら浸漬すれば剥皮に要する時間は著しく短縮されるであろうと考えられる。なお、醋酸ソーダによる皮の膨潤は加温によって著しく促進されるものであるから、実用的には 60℃ の 2% 醋酸ソーダ溶液にイカを投入して攪拌すればよい。しかし、いずれの方法が最も実用的であるかの点については、肉の利用法または肉蛋白の変性程度にも関係するので、にわかに論議することはできないであろうが、しかし、大量に処理する目的に適応するものは加温する方法であろうと思われる。

c). 剥皮肉の性状

スルメイカの剥皮には一般に約 55～65℃ の温湯中で攪拌する方法が行われているので、ここでは温湯を使用する方法のほかに、市販の蛋白分解酵素を 0.2% 溶液として使用する前記の方法、熱湯に数秒間浸漬する岡田等⁴⁾の方法および前記した 2% 醋酸ソーダ溶液を使用する方法等で剥皮した場合の肉質の性状、ことに塩類溶液に対する溶解性を比較することによって変性程度の概略を推定しようとしたのである。因みに、これらの方法で剥皮するに要した時間および加熱温度は、温湯法…60℃～45分、酵素法…30℃～32分、醋酸ソーダ法…60℃～40分、熱湯浸漬法…100℃～40秒であった。ただし、熱湯浸漬法の場合以外はたえず攪拌した。

(i) 剥皮肉の水分と減量

上記の方法で剥皮したスルメイカ肉の溶解性を比較するにききだって、剥皮過程での減量を知るために、溶出する窒素量を比較した。この場合には、胴肉の中央部から 3 cm² 程度に切断したスルメイカの肉片をそれぞれ 5 倍量の水、酵素溶液および醋酸ソーダ溶液に投入して前記の如く処理した。

代表例を示すと第 7 表の通りである。

第 7 表 剥皮肉の水分と減量

			水 分	溶 出 窒 素 量**
試		料*	76.00 %	0.00 %
温	湯	法	75.38	0.99
酵	素	法	78.00	1.30
醋	酸	ソ ー ダ 法	69.00	1.20
熱	湯	法	74.16	0.08

* 手で剥皮したもので、全窒素は 3.37% であった

** 剥皮過程中的溶出窒素量

この結果にみられる通り、剥皮肉の水分は 69～78% であり、酵素法の場合が最も多く、熱湯法の場合が最も少ない。溶出される窒素量は酵素法と醋酸ソーダ法が最も多く、熱湯法が最も少ないが、熱湯法を除けば温湯法との間にはいずれも大差はない。

(ii) 溶解性

前記の方法で新たに調製した剥皮肉に一定量の石英砂を添加して、平野の掃蕩的抽出法にならって蛋白の溶解性を同一条件の下で比較した。使用した溶媒は 0.3 M KCl, 0.09 M KH₂PO₄, 0.06 M K₂HPO₄ の混合溶液である。ただし、この場合には相互の比較を目的としたので抽出は 3 回に止めた。抽出液から三塩化醋酸で沈澱するものの窒素量をケルダール法で求めて蛋白態窒素とし、試料の全窒素に対する割合を求めた。

得られた結果は第 8 表の通りである。

第 8 表 剥 皮 肉 の 溶 解 性

剥 皮 方 法	全 窒 素*	溶解した窒素窒素
手 で 剥 皮 し た も の**	3.6 % 100.0	1.7 % 48.7
温 湯 法	3.8 100.0	0.7 16.8
酵 素 法	3.7 100.0	1.3 36.1
醋 酸 ソ ー ダ 法	3.9 100.0	0.9 23.9
熱 湯 法	3.8 100.0	0.6 16.2

* 抽出前における試料肉の値

** 生鮮肉

この結果から、生鮮肉を対照として各剥皮肉の溶解性を比較すると、蛋白態窒素量は酵素法が最も多く、ついで醋酸ソーダ法、温湯法の順にわずかず少なくなるが、熱湯法は最も少ない。

この結果からみると、剥皮肉の変性は酵素法の場合が最も少なく、ついで醋酸ソーダ法、温湯法の順に進むものとみて差支えないと思われる。このような比較は、厳密には試料肉の蛋白態窒素量を基準にすべきであるが、製品原料として使用する見地からは実際に溶出する蛋白量が問題なのであるから、上記の比較でよいと考える。

要 約

スルメイカの剥皮方法および剥皮に関連して基本的に重要と考えられる諸事項について検討を加え、つぎの如き結果を得た。

(1) 数層からなる表皮の最下層部、すなわち、肉に接触している薄膜状の部分は、化学組成および溶解性等の点で肉および表皮の他の部分と異なる。

(2) このものは43～45℃で収縮しはじめ、47～49℃で凝固または収縮はほぼ完了するが、他方、蛋白分解酵素によって比較的によく分解される。

(3) 表皮の全層は醋酸ソーダ溶液によって比較的によく膨潤され剥離しやすくなるが、この場合に表皮に存在する色素の拡散は少なく、また、肉の凝固はみられない。

(4) これらの結果に基づき、酵素と醋酸ソーダを使用する2種類（酵素法、醋酸ソーダ法）の剥皮法を検討して有効であることを認めた。

(5) これらの方法と従来知られている方法とで剥皮したスルメイカ肉の性状を比較した。すなわち、剥皮過程で溶出する窒素量は酵素法と醋酸ソーダ法が比較的に多いが、他の方法による場合と大差はなく、また、塩類溶液に対する溶解性は他の方法による場合より良好である。

文 献

- 1) 北林邦次, 中村邦典, 首藤勝夫 (1954): 北水研報告, (11), 111.
- 2) 右田正男, 田中武夫, 他 (1953): 蛋白研究班報告, (1), 16, (水産庁編).
- 3) 谷川英一, 元広輝重, 谷地健二郎 (1955): 同上, (4), 51, (水産庁編).
- 4) 岡田 稔, 多田節子 (1953): 同上, (2), 29, (水産庁編).

スルメの皮から膠製造の可能性について

中 村 邦 典 ・ 北 林 邦 次

Studies on the Possibility for Extracting Glue from Squid Skin

Kunisuke NAKAMURA and Kunitsugu KITABAYASHI

The present work was carried out in order to ascertain the possibility of extracting glue from squid skin produced in saki-ika.

The important point to be observed in the manufacture of squid skin glue is the removal of the pigment particles of skin, which is effected by immersing in milk of lime for several days. After immersing in a lime solution, the pulpy mass is placed in a solution of hydrogen chloride of pH 5.6 for ten hours. The liquor is then drawn off and the mass obtained is thoroughly washed with water. The mass is then boiled to glue and the resulting liquor is clarified by means of filtration.

The glue solution is condensed and dried at a low temperature. The dried glue is of a light brown color and free from smell. This glue exerts a far greater hold on surfaces of glass or wood and has a higher viscosity compared with commercial glues.

緒 言

最近スルメを原料とするサキイカの製造が急速に盛んになるにつれて、副産されるスルメの皮の処理が問題となってきた。

現在この皮は、肥飼料、あるいは低級な佃煮原料として少量のものが利用されているにすぎない。従って、皮はほとんど廃棄されることになるが、スルメの大部分のものがサキイカとして使用されている現況であるから、廃棄されるものは莫大な数量に達するものとみられる。

著者等¹⁾は、さきにスルメイカの皮の性状について検討し、コラーゲン窒素が0.4~0.5%あり、表皮全窒素の20~22%を占めることを認めた。

本報告では、前記の結果に着目して、サキイカ製造により多量に廃棄される皮よりゼラチン抽出の可能性を検討してみたのである。

1. 抽出方法およびその経過

抽出は、石灰水漬を行なった後抽出する方法(A法)と、石灰水漬を行わず、直接温湯で抽出する方法(B法)との2種類を行なった。

A法……原料には多量の汚物(塵埃、ワラ屑等)が附着しているから、清水を用いて十分に洗滌し、原料が完全に浸る程度の水に浸漬し、皮を膨潤軟化せしめる。3時間程度で完全に膨潤し、重量は約3倍量となる。

この膨潤したものを、原料重量に対して10%に相当する生石灰を含む水に浸漬する。この場合には、溶液が原料を十分覆うようにする。これはコラーゲン質を軟化せしめるとともに、コラーゲン以外の蛋白質、脂肪等を除去するためのものであって、普通獣膠等を製する場合²⁾は10~20日間を要するものであるが、スルメの皮においては5~6日間ほどで皮の色素粒が脱落し、薄い桃色をした半透明な膨潤したものになる。

これを掬い上げて数回水洗いした後、流水中で中性附近になるまで水洗する。本実験の際は約2日間を要した。これから石灰を除去するために、稀塩酸で微酸性 (pH 5.6 程度) とした水に浸漬した後、さらに流水中での洗滌を繰り返して石灰の完全除去を計る。ここでは、pH および塩素量が水道水と同程度になったところで終了としたが、終了までに約10時間を要した。

石灰を除去し終わったものを金網上に掬い上げ、水切りを行なったところ、最初の水晒しによって膨潤したものの約半量の重量となった。

抽出には二重釜を用いるが、本実験では、ビーカーに前記の操作で得られた原料を入れ、原料重量と約同量 (実際には原料が完全にひたる程度でよい) の温湯を加えてから、80°C前後の湯浴中で時々ゆるやかに攪拌しながら抽出を行なった。この場合の抽出は50°Cより始め、次第に温度を上げて3時間後に75°Cとし、この温度でさらに2時間溶解抽出を行なった。

B法……生石灰液に浸漬し、流水中で石灰を除去する操作を除いたほかは、A法と同一操作によった。

2. 抽出された膠液について

抽出を終えた液は、冷却しない中にガーゼを2枚重ねた層を用いて濾過した。この場合の濾過は容易であり、濾液はいずれもわずかに粘稠性を帯びたものであった。石灰漬をしたA法のものはずかに濁った桃色を示したが、静置してもほとんど沈下物はなく、また、遠心分離 (6,000 R.P.M.) によっても沈澱物は極めて僅少であった。B法のもの濃い褐桃色をした濁濁液で、遠心分離すると色素粒と思われる褐色の沈澱物を分離した。

これらはいずれも粘度の低いものであったので減圧 (40 mmHg-40°C) で約1/2量まで濃縮した。得られたものは、いずれも水分約94~95% (すなわち膠分約5%前後) の粘稠液で、常温 (25°C) では液状を示し、10°C前後に冷却すると固化してゼリー状を呈し、A法のは淡褐色、またB法のは濃褐色を示した。

3. 膠 (乾燥膠) の収量および性状について

ここで得られた濃縮膠液を減圧乾燥 (3 mmHg-20°C) したところ、A法のは淡茶褐色、またB法のものからは濃褐色の膠を得た。これらのものは、何れも臭気はなく、水分含量は約7%のものであって、原料皮に対する乾燥膠の収量は、抽出1回目の場合に、Aが2.0%、Bが3.3%であった。

この2種類のものについて、粘度、接着力等を、関東化学株式会社製 (鹿印) セラチン末を対照として検討した。

すなわち、粘度はオストワルド粘度計 (容量 5 cc) を用い、各々1%溶液について80°Cで測定し、その落下秒時を示した。また、接着力は、スライドグラスに各々同一量の1%液を塗布して、附着面を喰い違わせて貼り合わせ、1昼夜同一の圧力下においた後、剥離の模様を検討した。

得られた結果を第1表に示した。

第1表 乾燥膠の性状

	色 調	1%溶液の 色 調	粘度	接着力
A	淡茶褐色	黄色、やや濁濁	55.7	卅
B	濃褐色	褐色、濁濁	50.8	卅
対 照	帯茶黄色	淡黄色、微濁	50.8	卅

備考) A………石灰漬した後抽出した膠

B………石灰漬せずに抽出した膠

対 照…関東化学KK製 (鹿印) セラチン末

粘 度…1%, 80°C溶液のオストワルド粘度計 (5 cc 容) による落下秒時

接着力…スライドグラスを用いての接着の程度

この結果にみられる通り、粘度はAの方法で得られたものが他の二者に比較してやや優れ、Bの方法で得られたものと対照物はほとんど同一の粘度を示した。他方、接着力はA、B法ともに対照に比しやや優さる

ようであった。

考 察

本実験においては、原料であるスルメの皮に対する乾燥膠の収量は2~3.5%程度で、他の例²⁾に比較し非常に少なかった。しかし、スルメイカ皮のコラーゲン窒素量¹⁾より概略の換算をすれば、スルメの皮は約14~15%のコラーゲンを含有する。さきに著者等²⁾がイルカ鰭について行なった例では、原料膠質量の約74%を抽出できることを認めている。従って、抽出方法にさらに検討を加えることによって増収の可能性があると考えられる。例えば、今回は抽出操作を1回に止めたが、これをさらに繰り返すか、あるいは石灰漬の期間に考慮を加えるなど抽出条件を再検討することにより、取得率の増大を計ることが出来ると考えられる。

乾燥した膠およびその溶液は無臭で良品であるが、色は市販されている製品に比較してやや劣っていた。これは抽出過程で漂白等の処理を施すことによって淡色の製品を得ることが出来るであろう。

膠の粘度、接着力等については、概略の実験より実施出来なかったが、市販の品に劣ることなく、むしろ良好な結果を得ている。また、今回の実験では、抽出時の添加湯量を原料と同量程度加えて抽出を行なったが、抽出直後の液は粘度が低く、低温においても固化しなかった。膠液を長時間高温で加温することは製品の品質を落す²⁾結果を招いて好ましくない点よりみて、今回の実験における抽出時の添加湯量は多量にすぎたきらいがある。この点について吟味した結果、これの $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ の湯量で十分抽出可能なことを認めている。

スルメの皮よりの膠製造は、他の獸膠等²⁾の場合に比較して、石灰漬の期間が短かくてすみ、膠の溶出も比較的容易であるとともに、濾過等の操作も簡単であることが特長である。

要 約

サキイカ製造の際に廃棄されるスルメの皮の利用法として膠製造の可能性を検討して、つぎのような結果を得た。

(1) 皮からの膠の抽出製造は可能である。この場合、石灰漬等の前処理は比較的容易であり、また膠の抽出も容易である。

(2) 皮の色素は石灰漬の工程で除去できるので、膠製造の障害にならない。

(3) スルメ皮より得られた膠は特臭がなく、粘度、接着力の点で市販品に劣らない。

文 献

- 1) 北林邦次, 中村邦典, 首藤勝夫 (1954): 北水研報告, (11), p. 114.
- 2) 伊地知広著 (1941): 膠およびゼラチン.
- 3) 北林邦次, 中村邦典, 首藤勝夫 (1954): 北水試月報, 11, (9), p. 46.
- 4) 福岡水試報告 (1938): (膠製造試験), p. 29.

昭和39年2月10日印刷

昭和39年2月15日発行

編集兼
発行者

北海道立水産試験場

札幌市南2条西6丁目

印刷者

山藤国八

札幌市南2条西6丁目

印刷所

山藤印刷株式会社

SCIENTIFIC REPORTS
OF THE
HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 2

CONTENTS

SAKAI, Y. and FUNANO, T. : Observation on the Female Gametophytes and the Microscopic Sporophytes of <i>Laminaria religiosa</i> from Oshoro Bay, Hokkaido, Japan.....	1
HAYASHI, T. and TERAU, K. : Study on the Larvae and Youngs of Japanese Surf Clam, <i>Spisula</i> (S.) <i>sachalinensis</i> (Schrenck), at Shikuzu, Muroran City.	
I. Taxonomy of the Pelecypoda's veliger larvae in plankton.	7
KAWAMURA, K. : Ecological Studies on Sea Urchin, <i>Strongylocentrotus intermedius</i> , on the Coast of Funadomari in the North Region of Rebun Island.....	39
TAMOTO, K. : Studies on Vacuum Freeze-Drying of Marine Products (1). On the deterioration of freeze-dried muscle.	60
TAMOTO, K., TAKEDA, F. and NISHIYA, K. : Studies on Freezing of "Surimi" (Fish Paste) and its Application (7). On the relationship of freshness and freezing denaturation of protein.	71
SATŌ, T. and OKUDA, Y. : Studies on Species of Fungi Isolated from Marine Products. II. On fungi from marine products of all kinds.....	79
OKUDA, Y., TAKEYA, H. and KON, K. : Studies on the Prevention of Browning of Salted and Dried Alaska Pollack Fillets During Preservation (1).	87
KITABAYASHI, K., NAKAMURA, K., SHUDO, K. and ISHIKAWA, S. : Studies on the Removal of Skin from Squid Meat.	93
NAKAMURA, K. and KITABAYASHI, K. : Studies on the Possibility for Extracting Glue from Squid Skin.	99

February, 1964

SANDO PRINTING CO., LTD.