

北海道立水産試験場研究報告

第 31 号

(北海道立水産試験場報告改題)

SCIENTIFIC REPORTS

OF

HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 31

北海道立水産試験場

(昭和 63 年 10 月)

(October, 1988)

北海道立水産試験場研究報告

第 31 号

目 次

佐々木正義

標識放流から示唆された北部日本海におけるホッケ 2 歳魚の移動について…………… 1 - 7

川真田憲治

留萌海域における養殖ホタテガイの生殖巣発達過程…………… 9 - 13

吾妻行雄・門間春博

北海道南部太平洋沿岸におけるエゾバフンウニ人工種苗の放流

第 1 報 成長と生殖周期…………… 15 - 25

辻 浩司・西田 孟

根室海域産ホタテガイの原料性状について…………… 27 - 54

福士暁彦

養殖マコンプの各部位における成分の季節変化…………… 55 - 61

北川雅彦・西 紘平

水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング

第 2 報 マイワシを用いた押し出し物の加工適性…………… 63 - 75

野俣 洋・大堀忠志

イワシ煮汁の有効利用試験

第 4 報 天然調味料製造における膜利用の検討…………… 77 - 85

試験研究業績

外部刊行物への発表 昭和62年度分…………… 87 - 90

(昭和63年10月)

SCIENTIFIC REPORTS OF HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 31

CONTENTS

SASAKI, Masayoshi

Movement of two-year-old Arabesque greenling, *Pleurogrammus azonus*, in the northern Japan Sea suggested by the results of tagging experiments..... 1 - 7

KAWAMATA, Kenji

Gonadal development of cultured scallops, *Patinopecten yessoensis* (JAY), off Rumoi, Hokkaido..... 9 - 13

AGATSUMA, Yukio and Haruhiro MOMMA

Release of cultured seeds of the sea urchin, *Strogolocentrotus intermedius* (A. AGASSIZ), in the Pacific coastal waters of southern Hokkaido.
I. Growth and reproductive cycle..... 15 - 25

TSUJI, Kouji and Hajime NISHIDA

Seasonal changes in biochemical composition of the scallop, *Patinopecten yessoensis* in Nemuro Bay, Hokkaido..... 27 - 54

FUKUSHI, Akihiko

Seasonal variation of components in different parts of cultivated Japanese kelp (*Laminaria japonica*) 55 - 61

KITAGAWA, Masahiko and Kouhei NISHI

Studies on the extrusion cooking of marine products.
II. Characteristics of sardine extrudates..... 63 - 75

NOMATA, Hiroshi and Tadashi OHORI

Utilization of stick water in the manufacturing process of fish meal from Japanese sardine.
IV. Utilization of ultrafiltration for manufacturing of natural seasoning..... 77 - 85

Contributions from the Hokkaido Fisheries Experimental Station : Papers

presented in other journals or at scientific meetings in fiscal 1987..... 87 - 90

(October, 1988)

標識放流から示唆された北部日本海における ホッケ2歳魚の移動について

佐々木正義
(北海道立稚内水産試験場)

Movement of two-year-old Arabesque greenling,
Pleurogrammus azonus, in the northern Japan Sea
suggested by the results of tagging experiments

Masayoshi SASAKI
*Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station,
Wakkanai, Hokkaido 097, Japan*

In order to elucidate the movement of two-year-old Arabesque greenling, *Pleurogrammus azonus*, in the northern Japan Sea, tagging experiments were carried out at the Musashi Bank off the west coast of Hokkaido on May 17 1986 and at Kafukai on the east coast of Rebun on May 19 1986. Up till August 1988, 33 of 3000 fish released at the Musashi Bank were recaptured and three were estimated to be two years old based on the age-length relationships: two were caught near the release position within two weeks and one was taken off Cape Ofuyu in March 1987. On the other hand, 22 of 768 fish released at Kafukai were recaptured and 12 were considered to be two years old. Most these fish were caught in the coastal waters of Rishiri and Rebun Islands within one month and two were taken in the waters northwest of Wakkanai and southeast of Rishiri Island in the autumn.

These results indicate that two-year-old Arabesque greenling inhabiting the Musashi Bank in spring are distributed off Cape Ofuyu in winter and also confirmed a hypothesis that two-year-old fish are distributed in the waters near Rishiri Island and Wakkanai in autumn.

結 言

利尻・礼文島沿岸やその周辺および武蔵堆海域では、春季、索餌のために集群するホッケを対象として旋網や底建網等による漁業が行われている。これらの漁獲物は3歳魚以上の成魚も含まれるが、主としてその年の秋、あるいは冬季に一部が初めて産卵群に加わる 体長 22~23cm にモードをもつ2歳の未成魚(通称ハルボッケ¹⁾)であり、利尻・礼文島に水揚げされるホッケの年間漁獲量の大半を占めている。し

かし、6月中旬以降、これらの2歳魚群は利尻・礼文島沿岸および武蔵堆水域ではほとんど漁獲されなくなり、その後の分布・移動について不明な点が多い。これらを明らかにすることは、未成魚から成魚に至る過程の分布・移動を解明し、産卵群の漁況予測や資源動向を把握するうえで重要であると考えられる。

これまでこれらの2歳魚は、漁獲物の体長組成から、秋季には稚内北西水域²⁾（通称ノース場）や利尻島南方水域（通称仙法志堆）に分布し、一部の個体は、産卵のために産卵場に来遊するものと推定されている¹⁾。また、標識放流調査も行われている⁴⁻⁸⁾が、これまでの調査では、再捕魚の体長の報告は放流時の年齢も検討されていないため、再捕結果が2歳魚か3歳魚以上のものかは不明である。従って2歳魚の分布・移動は標識放流から明らかにされていない。

著者は、1986年春季に武蔵堆および礼文島で標識放流を行い、年齢・体長関係から⁹⁾再捕魚の放流時の年齢を推定し、これを基に、2歳魚の移動を検討した。その結果、これまでの仮説を検証すると同時に若干の新たな知見を得たので報告する。

報告に先立ち、この調査にご協力いただいた杓形および香深漁業協同組合、利尻町水産課、利尻および礼文地区水産技術普及指導所の各位に謝意を表する。

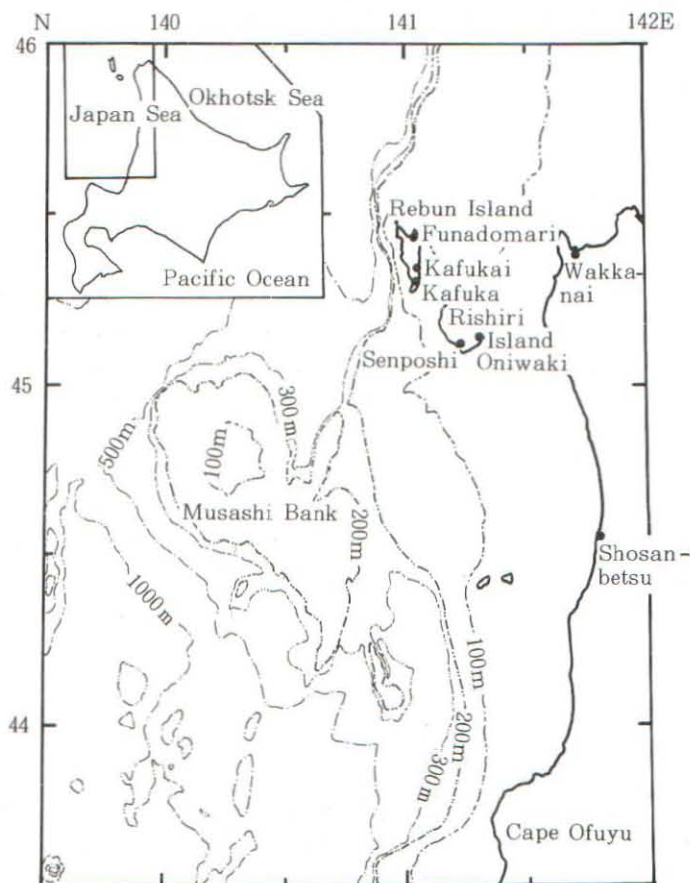


Fig. 1. Map of northwest coastal area of Hokkaido showing localities and bottom contours.

材料および方法

標識放流は、1986年5月17日に武蔵堆水域で、5月19日に礼文島香深井で行った (Fig. 1)。放流に供したホッケは武蔵堆では旋網で、礼文島では底建網で採集した。採集したホッケは、船上で直ちに標識を装着し、放流した。標識はプラスチック製の黄色のアンカー式 (柄の長さ、35mm、アンカー部の横の長さ、10mm) を用い、タッグガンにより、背鰭基底下方部位に装着した (Fig. 2)。放流個体数は武蔵堆では3,000個体、礼文島では768個体であった。また再捕魚の年齢は久新⁹⁾の年齢-体長の関係によって推定した。

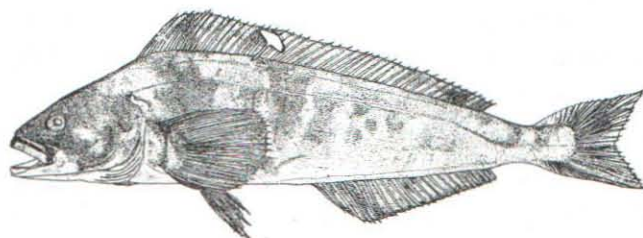


Fig. 2. Tagged Arabesque greenling (after ISHIGAKI¹¹⁾)

結 果

再捕結果をTables 1, 2 に示した。

武蔵堆で放流されたホッケは、1988年8月までに33個体が再捕された。これらのうち、29個体は放流後2週間以内に放流点付近で旋網によって、残りの4個体が5ヵ月以上経過後、それぞれ放流点付近、雄冬岬沖、仙法志沿岸、初山別で刺し網や底びき網、底建網によって再捕された。このうち、体長の確認された再捕魚は16個体あり、その体長範囲は238~318mmにあった (Table 1)。

一方、礼文島で放流されたホッケは、1988年8月までに22個体が再捕された。これらのうち、約3週間後に利尻島南西水域で再捕された1例を除けば、ほとんどが、放流後約40日までに利尻・礼文島沿岸で底建網や定置網で再捕され、その後は秋季に利尻島南西側および稚内北側水域で1個体ずつ底びき網で再捕された。このうち、体長の確認された再捕魚は12個体あり、その体長範囲は196~275mmにあった (Table 2)。

考 察

久新によると、ホッケはふ化後1年で体長21cm前後に達し、2、3、4、5、6年で雌の場合には各々28~30、32~34、34~37、36~39、41cm前後に、また雄の場合では2、3、4年で各々27~29、31~32、33~34cmに成長すると報告されている⁹⁾。

これにより、体長の確認された再捕魚の放流時の年齢を推定すると (Tables 1、2)、武蔵堆のものは、1987年5月23日、1986年5月28日、1987年3月12日に再捕された体長238、255、281mmの個体は2歳魚、その他の13個体は3歳魚、一方礼文島のものは1986年6月21日に再捕された275mmの1個体は3歳魚、その他の11個体はすべて2歳魚と推定した。

これらの2歳魚と推定された個体の再捕状況をみると、まず武蔵堆放流のものは、放流6日および11日後、放流点近くで、さらに冬季には雄冬岬沖で再捕され、礼文島放流のものは、3週間後の利尻島南西水域での再捕を除けば、放流後約40日の間には利尻・礼文島沿岸で、秋季には稚内北西水域および礼文島南西水域で再捕された (Fig. 3)。

4 佐々木 正義

Table 1. Recoveries of Arabesque greenling released on May 17, 1986 at the Musashi Bank.

No	Date	Position	Gear	Body length (mm)	Body weight (g)	Days after release
1	May 20,1986	near r. p.	gillnet			3
2	May 20,1986	near r. p.	gillnet			3
3	May 20,1986	near r. p.	gillnet			3
4	May 20,1986	near r. p.	gillnet	285	335	3
5	May 20,1986	near r. p.	gillnet	275	292	3
6	May 20,1986	near r. p.	purse seine			3
7	May 21,1986	near r. p.	purse seine	295	320	4
8	May 21,1986	near r. p.	purse seine			4
9	May 21,1986	near r. p.	purse seine			4
10	May 21,1986	near r. p.	purse seine	280	310	4
11	May 21,1986	near r. p.	purse seine	300	370	4
12	May 21,1986	near r. p.	purse seine			4
13	May 21,1986	near r. p.	purse seine			4
14	May 21,1986	near r. p.	purse seine			4
15	May 21,1986	near r. p.	purse seine	278	352	4
16	May 21,1986	near r. p.	purse seine			4
17	May 21,1986	near r. p.	purse seine			4
18	May 22,1986	near r. p.	purse seine			5
19	May 22,1986	near r. p.	purse seine			5
20	May 22,1986	near r. p.	purse seine			5
21	May 22,1986	near r. p.	purse seine			5
22	May 22,1986	near r. p.	purse seine	312	350	5
23	May 22,1986	near r. p.	purse seine			5
24	May 23,1986	near r. p.	purse seine	238	205	6
25	May 23,1986	near r. p.	purse seine	276	285	6
26	May 23,1986	near r. p.	purse seine	267	320	6
27	May 23,1986	near r. p.	purse seine			6
28	May 28,1986	near r. p.	purse seine	255	160	11
29	May 31,1986	near r. p.	purse seine	280	262	14
30	Oct. 16,1986	near r. p.	gillnet	295	406	152
31	Mar. 12,1987	off C. Ofuyu	trawl net	281	329	301
32	Jun. 2,1987	Senposhi	bottom setnet	310	420	383
33	Jun. 5,1987	Shosanbetsu	setnet	370 **	386	386

r.p. : release position

** Total length

Table 2. Recoveries of Arabesque greenling released on May, 19 1986 at Kafukai.

No	Date	Position	Gear	Body length (mm)	Body weight (g)	Days after release
1	May 21, 1986	Kafukai	bottom setnet			2
2	May 21, 1986	Kafukai	bottom setnet			2
3	May 22, 1986	Kafukai	bottom setnet			3
4	May 22, 1986	Kafukai	bottom setnet			3
5	May 23, 1986	Kafukai	bottom setnet	270 *	160	4
6	May 28, 1986	Funadomari	bottom setnet			9
7	Jun. 1, 1986	Funadomari	bottom setnet			13
8	Jun. 1, 1986	Funadomari	bottom setnet			13
9	Jun. 1, 1986	Funadomari	bottom setnet			13
10	Jun. 4, 1986	Kafuka	bottom setnet			16
11	Jun. 5, 1986	Funadomari	bottom setnet			17
12	Jun. 5, 1986	Funadomari	bottom setnet	209		17
13	Jun. 11, 1986	off Senposhi	trawl net	231	168	23
14	Jun. 11, 1986	off Senposhi	trawl net	224	148	23
15	Jun. 16, 1986	Oniwaki	setnet	230 *	136	28
16	Jun. 19, 1986	Oniwaki	setnet	235	120	31
17	Jun. 21, 1986	Oniwaki	setnet	275	249	33
18	Jun. 22, 1986	Kafukai	bottom setnet	260 *	120	34
19	Jun. 25, 1986	Kafukai	bottom setnet	280 *	190	37
20	Jun. ?, 1986	Kafukai	bottom setnet	280 *	180	13 ≤ ≤ 41
21	Sep. 25, 1986	off Senposhi	trawl net	224		129
22	Oct. 14, 1986	north of Wakkanai	trawl net	238		148

* Fork length

以上の結果から、これまで武蔵堆の2歳魚は6月中旬以降、堆を取り巻く水深130~150 m線一帯に分布するようになると報告されていた¹¹⁾が、堆よりさらに南側にも移動する個体がいることが明らかとなった。また、これまで漁獲物から秋季に稚内北西水域および礼文島南西水域に2歳魚が分布すると推定されていたが^{2, 3)}、この仮説を検証する結果が得られ、更にこれらの2歳魚は、春季利尻・礼文島周辺に分布した2歳魚がその後南北に移動したものと推定された。

しかし、今回の調査では秋季以降の再捕結果が少なく、移動解明のためにはまだ不十分であると考えられる。今後は更に春季に2歳魚の標識放流を継続して行っていくとともに、秋季に稚内北西水域や利尻島南西水域に分布する2歳魚にも標識放流を行っていかねばならないだろう。更には北部日本海で行われている様々な漁業の漁獲物を時空間的に詳細に解析し、2歳魚の分布・移動を検討する必要もあろう。

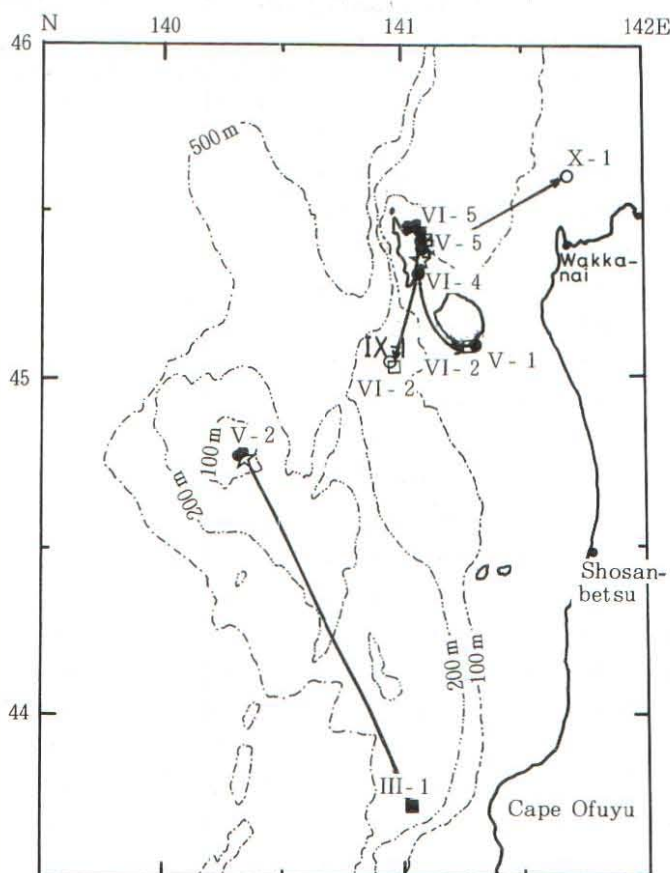


Fig. 3. Recoveries of the Arabesque greenling which were suggested two years old. Roman and Arabic numerals indicate recapture in month and number respectively. Symbols mean as follows ; release position : ☆, period for which tagged fish were recaptured, 0 to 20 days : ●, 21 to 50 days : □, 51 to 100 days : ▲, 101 to 150 days : ○, 151 days to 1 year : ■.

要 約

1986年5月17日および19日に、それぞれ北海道西岸日本海武蔵堆で3,000個体、礼文島香深井で768個体に標識放流を行い、体長—年齢関係から再捕魚の放流時の年齢を推定し、春季、利尻・礼文島周辺および武蔵堆水域に分布する2歳魚のホッケの移動を調べた。

1. 武蔵堆で放流された再捕魚は3個体が放流時2歳魚と推定された。これらのうち、2個体が6日および11日後に放流点付近で、1個体が約10ヵ月後に雄冬岬沖で再捕された。

2. 礼文島で放流された再捕魚は11個体が2歳魚と推定された。これらのうち、3週間後に仙法志堆で再捕された1個体を除けば、約40日以内に大部分が礼文島・利尻島沿岸で再捕され、秋季には稚内西方水域および利尻島南西水域で1個体ずつ再捕された。

3. 今回の調査から、春季武蔵堆に分布する2歳魚はその後南下し、冬季には雄冬岬沖に分布する個体

もあるという新発見が得られ、また2歳魚は秋季には稚内北西水域や利尻島南西水域に分布するというこれまでの仮説を検証する結果が得られた。

文 献

- 1) 辻崎久輝・石垣富夫(1957) ホッケの研究(V) 生育段階とその習性 北水試月報 14(12) 3-11
- 2) 北口孝郎(1983) 体長組成からみた道北系ホッケの魚群構造 最近のホッケの研究 北水試・ホッケ研究グループ 1983 44-59
- 3) 上野達治・宮口喜一・渋谷賢仁(1968) 北部日本海のホッケの分布と資源状態 北水試月報 25(5) 2-17
- 4) 北海道立水産試験場(1953) ホッケとその漁業 49-82
- 5) 北海道区水産研究所・北海道立水産試験場・北海道区底魚資源研究集団(1953) VI 標識放流
2. ホッケ 北海道区資源調査要報 6 162-178
- 6) 北海道区水産研究所・北海道立水産試験場・北海道区底魚資源研究集団(1954) V 標識放流
2. ホッケ 北海道区資源調査要報 9 116-120
- 7) 北海道立水産試験場(1957) 8. 標識放流調査 (2) ホッケ 北海道区資源調査要報 14 132-157
- 8) 北海道立水産試験場・ホッケ研究グループ(1983) ホッケ標識放流結果表(1959-1981) 最近のホッケの調査研究 1983
- 9) 久新健一郎(1959) 鱗によるホッケの年齢について 北大水産彙報 10(1) 1-14
- 10) 北海道立水産試験場(1953) ホッケとその漁業
- 11) ホッケ研究グループ(1983) 9. 北海道周辺海域のホッケの分布、回遊 最近のホッケの調査研究 1983 44-59

留萌海域における養殖ホタテガイの 生殖巣発達過程

川 真 田 憲 治

(北海道立釧路水産試験場)

Gonadal development of cultured scallops, *Patinopecten yessoensis* (JAY), off Rumoi, Hokkaido

Kenji KAWAMATA

Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station,
Kushiro, Hokkaido 085, Japan

Reproductive cycle of 3-years-old scallops, *Patinopecten yessoensis* (JAY), cultured off Rumoi, Hokkaido, was surveyed from April 1980 to March 1982 by means of their gonadal histological features. The annual reproductive cycle was classified into the following five periods according to the maturation process of gonad; Spawning period (April-May), Recovering period (June-July), Early growing period (August-November), Late growing period (November-February) and Maturing period (March-April). This reproductive cycle was almost similar to that of cultured scallops in Lake Saroma, except 1 or 2 months accelerated duration of each periods. The features of recovering and early growing periods of cultured scallops off Rumoi had the shorter duration and smaller frequency of degenerating-absorbing stage, and the longer duration and larger frequency of early growing stage than those of cultured scallops in Funka Bay.

留萌沿岸のホタテガイ養殖は、1972年に開始され、小規模ながらも北海道における外海養殖の先導的役割を果たしてきた。その後、1975年の陸奥湾、1977年の噴火湾での養殖ホタテガイの異常へい死を契機として、種苗生産や本養成規模を拡大し、現在ではサロマ湖・能取湖、噴火湾とならぶ種苗供給基地の1つになるまでに発展してきた。しかし、その間には1981年から1983年にかけての養殖ホタテガイの異常へい死と、これに起因する1984年の採苗稚貝数の激減など、養殖技術上に大きな問題点をかかえているのが実態である。したがって、この沿岸におけるホタテガイ養殖の安定には、これらの問題点を解決することが不可欠と考えられる。

ここでは、この海域での的確なホタテガイ採苗予報の基礎資料と、へい死現象と生殖細胞との係わりを検討するための基礎知見を得ることを目的として、養殖ホタテガイの生殖巣発達過程を組織細胞学的手法により観察し、若干の知見が得られたので報告する。

本文に先立ち、この研究に終始有益なご助言とご校閲を賜った北海道大学水産学部富士 昭教授に心

より謝意を表する。また、研究遂行に際して協力いただいた留萌南部地区水産技術普及指導所の職員各位および小平町靱山忠教・佐藤弘志両氏に厚くお礼申し上げる。

材料および方法

この観察は、すべて留萌管内小平町地先で採苗し、引続いて本養成を行っている3齢個体群にもとづいており、1980年4月から12月までは1977年生れ個体群*から、また、1981年4月から1982年3月までは1978年生れ個体群*から採取した個体を対象とした。観察個体は、4月上旬から5月中旬までは週1回、それ以外の時期は月1回ごとに採取した各30~60個体を用いた。供試個体には、外部形態の異常や貝殻内面縁部への粘液状付着物のない正常個体のみを選び、殻高、軟体部重量、生殖巣重量を測定した後、生殖巣指数(軟体部重量に対する生殖巣重量の百分率)を求めた。

生殖巣の組織細胞学的観察には、供試個体の生殖巣中央部から約1cm幅で切り取った生殖巣片を、ブアン氏液で固定した後、通常のパラフィン法により作成し、デラフィールドのヘマトキシリン・エオシンの二重染色を施した組織切片を用いた。

結 果

生殖細胞の発育過程： 養殖ホタテガイの生殖巣発達過程を川真田ら¹⁾の区分基準にもとづいて示した結果がTable 1である。両年級群とも、12月には成長後期に属する個体の出現頻度で雌個体群が雄個体群に、また、2月には成熟期の個体の出現頻度で、雄個体群が雌個体群にやや勝っているが、各成熟段階の

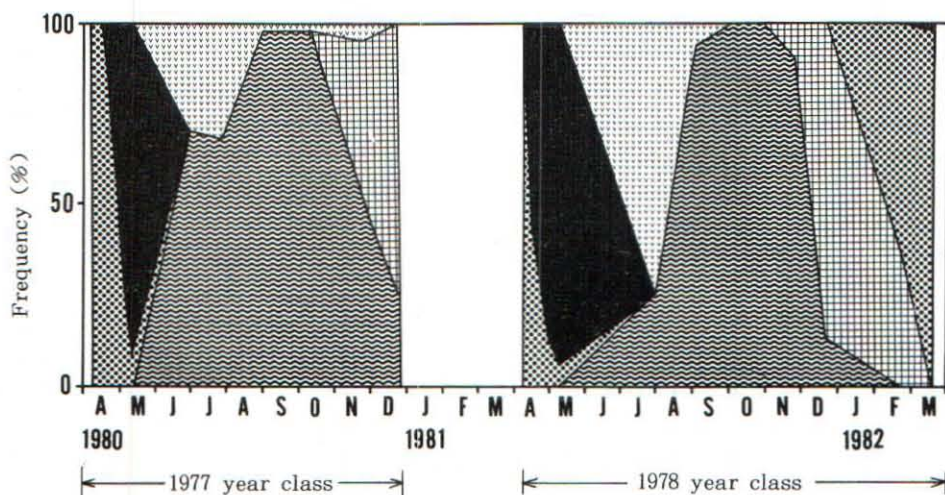


Fig. 1. Monthly changes of maturing processes of gonad of 3-years-old scallops cultured off Rumoi, Hokkaido.

☐ : Early growing stage, ☐ : Late growing stage, ☐ : Maturing stage,
 ■ : Spawning stage, ☐ : Degenerating-absorbing stage.

* 1977年生れ個体群と1978年生れ個体群を以降では、それぞれ1977年級群、1978年級群と呼ぶ。

Table 1. Monthly changes in gonad condition of 3-years-old scallops cultured off Rumoi, Hokkaido.

Date of sampling	Age	Mean shell height (mm)	Gonad index ※1		Male						Female					Herma. ※2	Sampl. nos.
			Male	Female	II	III	IV	V	VI	II	III	IV	V	VI	IV		
Apr. 7, 1980	3	122 ± 5	25.7 ± 2.9	23.8 ± 3.8			24					21	1		1		47
Apr. 14	3	117 ± 5	28.6 ± 2.9	26.6 ± 2.5			21					26					47
Apr. 21	3	122 ± 4	28.9 ± 2.2	28.0 ± 3.2			14	6				26	3				49
Apr. 28	3	114 ± 5	22.7 ± 2.3	19.5 ± 3.5			19	11				8	11				49
May 6	3	116 ± 5	20.8 ± 2.9	17.0 ± 3.4			8	19				2	18				47
May 13	3	122 ± 3	18.3 ± 4.5	15.0 ± 2.1			1	16				3	27		1		48
Jun. 30	3+	118 ± 4	9.8 ± 2.2	11.1 ± 2.1	10				10	22				4			46
Jul. 29	3+	103 ± 5	5.1 ± 1.4		12				4	7				5			28
Sep. 1	3+	109 ± 4	5.4 ± 1.2		26					21				1			48
Oct. 11	3+	98 ± 4	6.3 ± 1.4		18					29				1			48
Nov. 26	3+	106 ± 5	4.5 ± 0.8		25	2				5	24			3			59
Dec. 22	3+	107 ± 6	8.2 ± 1.5	9.6 ± 1.1	11	9				1	23						44
Apr. 10	3	120 ± 4	21.2 ± 3.2	20.5 ± 4.2			19	3				19	1				42
Apr. 16	3	121 ± 4	19.7 ± 3.3	19.1 ± 4.5			9	11				13	18				51
Apr. 24	3	120 ± 3	17.4 ± 3.5	17.5 ± 4.8				12				9	17				38
Apr. 30	3	119 ± 5	15.6 ± 3.7	13.2 ± 3.0			2	18				5	25				50
May 8	3	121 ± 4	11.7 ± 2.5	9.8 ± 1.3			2	23				1	22				48
Jul. 30	3+	117 ± 4	5.0 ± 1.1		1				12	8				15			36
Sep. 2	3+	124 ± 3	6.0 ± 1.0		21				1	21				2			45
Oct. 3	3+	123 ± 4	7.2 ± 1.5		28					22							50
Oct. 29	3+	118 ± 4	8.9 ± 1.5	9.9 ± 1.6	18					27							45
Nov. 25	3+	121 ± 4	7.5 ± 1.5	8.7 ± 1.1	24	1				21	4						50
Dec. 23	3+	121 ± 5	10.9 ± 1.8	10.8 ± 1.6	5	13				1	28						47
Feb. 23, 1982	3+	129 ± 5	15.5 ± 3.3	13.7 ± 2.0		8	19				12	12					51
Mar. 18	3+	125 ± 4	17.8 ± 2.9	17.0 ± 2.5			24	1				27					52

Gonadal developmental stages are as follows ; II : Early growing stage, III : Late growing stage, IV : Maturing stage, V : Spawning stage, VI : Degenerating-absorbing stage.

※1 : Gonad index (gonad weight / soft body weight × 100) are represented sexually during the seasons distinguishable for sex of gonad with the naked eye.

※2 : Hermaphrodite scallop has the bisexual gonad where the testicular lobules and the ovarian lobules mix as mosaic.

出現時期は雌雄個体群間に大きな差異はない。そこで、両個体群を一括して、それぞれの成熟段階にある個体の占める割合を百分率で表わした (Fig. 1)。

1977年級群： 1980年4月上～中旬には、ほぼ全個体が成熟期に該当しているが、下旬には急激にこの頻度は減少し、これに代って放出期の個体が50%を占める。5月中旬には、放出期の個体はさらに増加して約90%に達する。6月下旬には、放出期の個体は認められず、生殖細胞の放出を終えた退化・吸収期の個体が30%を、成長前期に達した個体が残りを占める。8月からは、成長前期の個体の占める割合がさらに増大し、9～10月には80%以上となる。この値は、11月から減少しはじめ、代って成長後期の個体の割合が増加し、12月には70%余りを占める。

1978年級群： 1981年4月中旬には、放出期の個体が約90%を占めるが、その後急激な減少を経て7月下旬には認められなくなり、これに代って退化・吸収期の個体が75%、成長前期の個体が25%を占めるようになる。その後、生殖細胞の発育に伴いこの両期の占める割合は徐々に変化し、9月上旬にはそれぞれ7%と93%を示す。11月下旬までは、ほぼ全個体が成長前期に該当しているが、この占有率が10%前後にまで減少する12月上旬にむけて、成長後期に移行する個体が増加し、12月上旬には、成長後期の個体がほぼ90%を占めるようになる。その後、成長後期の個体は成熟期へと発育し、3月中旬には成熟期の個体がほぼ全てを占める。

このように、両年級群における生殖細胞の発育過程は、極めて類似した周期性を示しており、両年の結果から、3 齢個体群は、産卵期 (4～5月)、回復期 (6～7月)、成長前期 (8～11月)、成長後期 (11月～2月)、成熟期 (3～4月) の1年を1周期とする循環的な生殖周期をもつと結論できる。

生殖巣指数の周年変化： 雌雄間で生殖巣指数値に有意差が認められなかったので、雌雄の生殖巣指数値を一括して次のFig. 2に示した。この値が、3月から4月の間に大きく増加し最高値に達した後、急激に減少し、7月下旬～8月中旬に最低値をとることは両年級群に共通している。

生殖細胞の発育過程と生殖巣指数の周年変化とを対応させてみると、指数値の急激な増加の時期 (2～4月) は、成熟期に該当する個体の占める割合が増加してほぼ全てを占めるまでの時期に、またその急激な減少の時期 (4～5月) は、放出期の個体の占める割合が増加して最高値に達するまでの時期 (産卵期) に当たっている。さらに、指数値が最低値を示す時期 (8～10月) は、成長前期の個体が増加してほぼ全てを占めるまでの時期 (成長前期) に該当している。

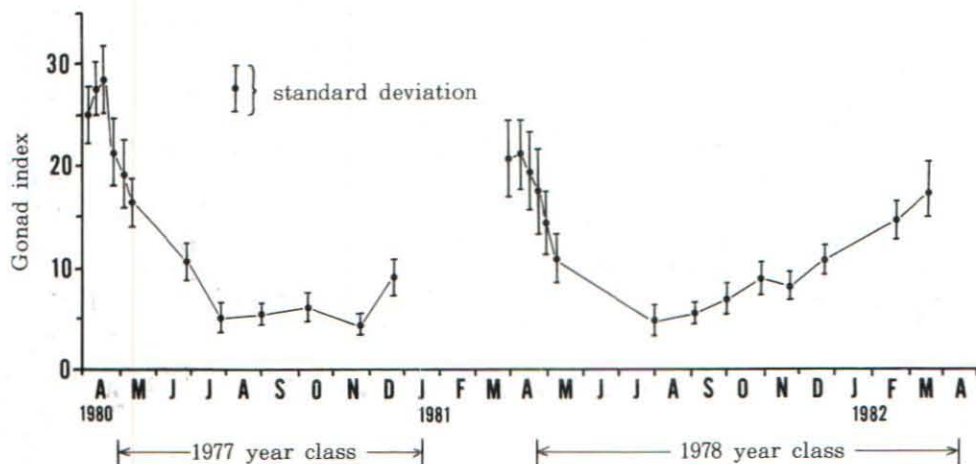


Fig. 2. Monthly changes of average gonad indices of 3-years-old scallops cultured off Rumoi, Hokkaido.

考 察

今回得られた結果から、留萌海域における養殖ホタテガイの生殖周期は、4月中旬から5月下旬までが成熟生殖細胞の放出される産卵期、6月から8月にかけて退化・吸収活動のすすむ回復期、8月から11月まで成長前期、11月から2月まで成長後期、3月から4月中旬までが急激に成熟生殖細胞で生殖腺小のうが満たされる成熟期という、一連の過程を経時的に移行していることが明らかとなった。この生殖周期の発現時期は、同緯度にあるサロマ湖での養殖ホタテガイ^{2,3)}に比べて、各発育期とも約1～2カ月早い。この時間的な差異は、1月から4月まで結氷し、水温が氷点下になるサロマ湖³⁾に比べて、留萌海域ではその時期に2～4℃に留まるという海洋条件の違いに起因するものと思われる。また、この調査期間において水温の季節的変化が類似している噴火湾における養殖ホタテガイ⁴⁾と比べて、成長後期から成熟期までの時間的経過はほぼ同一であるが、留萌群では回復期にある個体の出現期間が短く、その出現頻度も低率にとどまっている。また、これに続く成長前期の個体の出現期間も留萌群では長期にわたり、その出現頻度も高い。このような差異が、何によるかは不明であり、その説明は今後の研究に待ちたい。

要 約

留萌管内小平町地先で採苗された養殖ホタテガイ3齢個体群の生殖巣発達過程を組織細胞学的に調べ、次の結果を得た。

1. 生殖巣発達は、産卵期(4～5月)、回復期(6～7月)、成長前期(8～11月)、成長後期(11～2月)、成熟期(3～4月)の1年を1周期とする循環的な過程を経る。
2. サロマ湖の養殖ホタテガイと比べて、各発育期の発現時期が1～2カ月早い。
3. 噴火湾の養殖ホタテガイと比べて、回復期にある個体の出現期間が短く、その出現頻度が低い一方、成長前期の個体の出現期間が長く、その出現頻度も高い。

文 献

- 1) 川真田憲治・玉置 靖・富士 昭(1981) 噴火湾海域における養殖ホタテガイの成熟過程 北水試月報 38(4) 132-146
- 2) 丸 邦義(1976) ホタテガイの生殖に関する研究 第1報 養殖ホタテガイの生殖周期 北水試報 18 9-26
- 3) 丸 邦義(1985) ホタテガイの種苗生産に関する生態学的研究 北水試報 27 1-53
- 4) 川真田憲治(1985) 噴火湾海域における養殖ホタテガイ生殖巣の発達異常 北水試報 27 65-69

北海道南部太平洋沿岸における エゾバフンウニ人工種苗の放流

第1報 成長と生殖周期

吾妻行雄・門間春博

(北海道立函館水産試験場) (北海道立栽培漁業総合センター)

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

Yukio AGATSUMA and Haruhiro MOMMA *

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

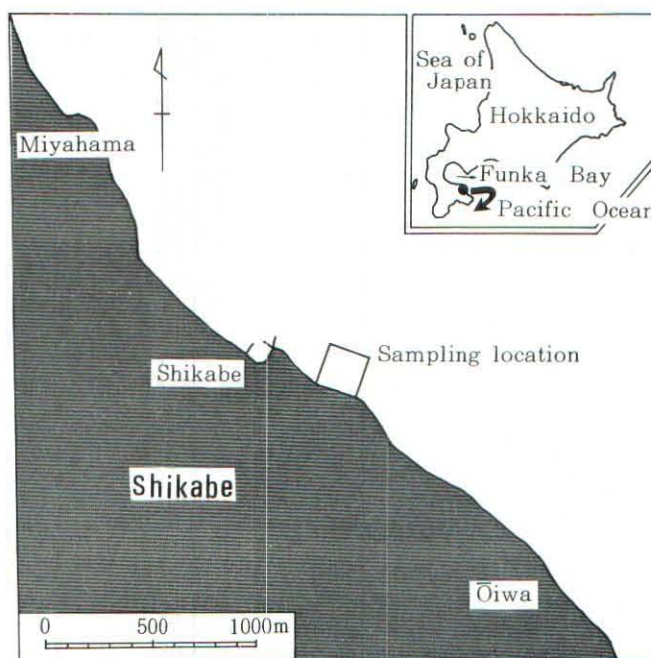


Fig. 1. Shikabe area and sampling location.

材料および方法

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

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

結 果

1. 放流群と天然群の成長

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

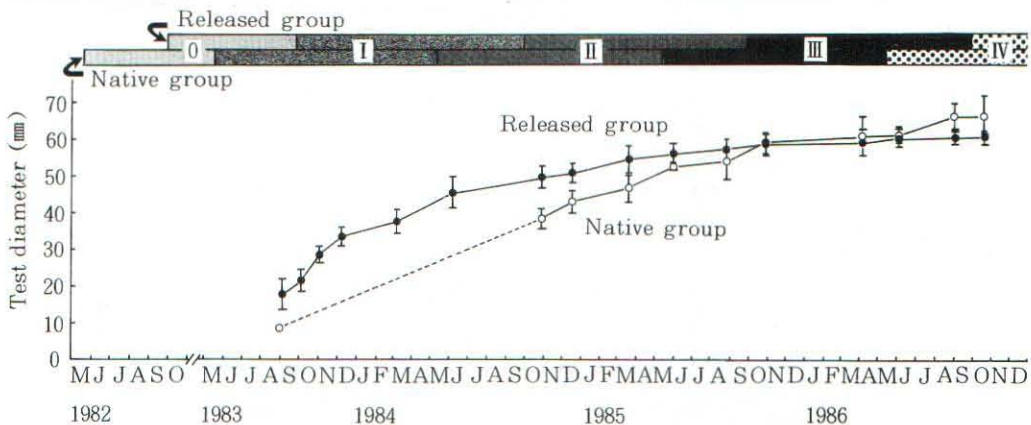


Fig. 2. Growth of the introduced group released in 1983 and the native 1982-year-class group. Open and closed circles show mean test diameters of the released and native groups, respectively, and vertical bars represent standard deviations. Roman numerals indicate ages of the sea urchins.

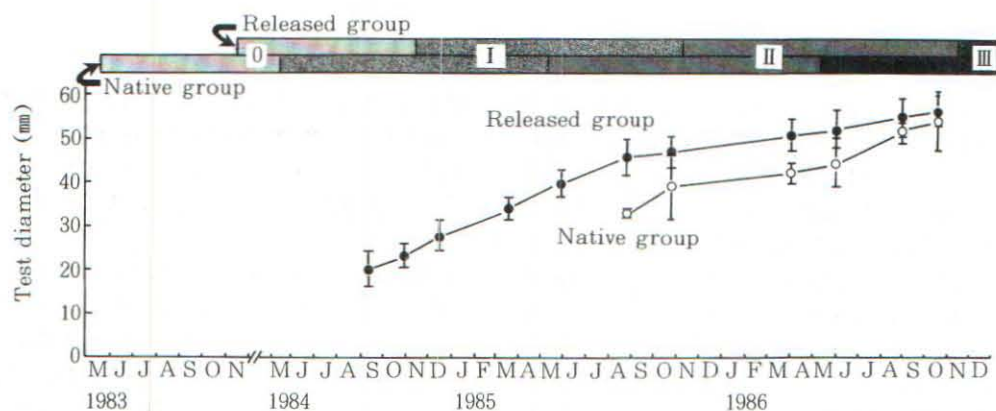


Fig. 3. Growth of the introduced group released in 1984 and the native 1983-year-class group. Open and closed circles show mean test diameters of the released and native groups, respectively, and vertical bars represent standard deviations. Roman numerals indicate ages of the sea urchins.

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

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

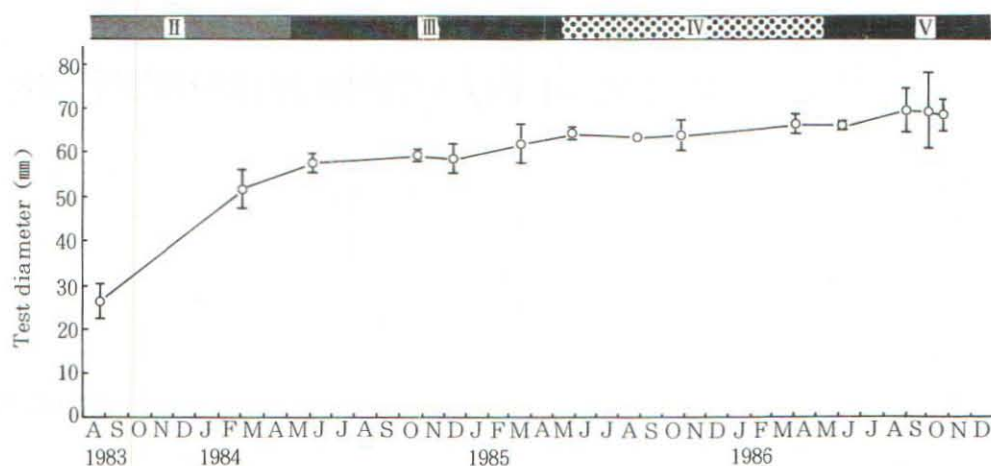


Fig. 4. Growth of the native 1981-year-class group. Open circles show mean test diameters of the native group, and vertical bars represent standard deviations. Roman numerals indicate ages of the sea urchins.

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

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

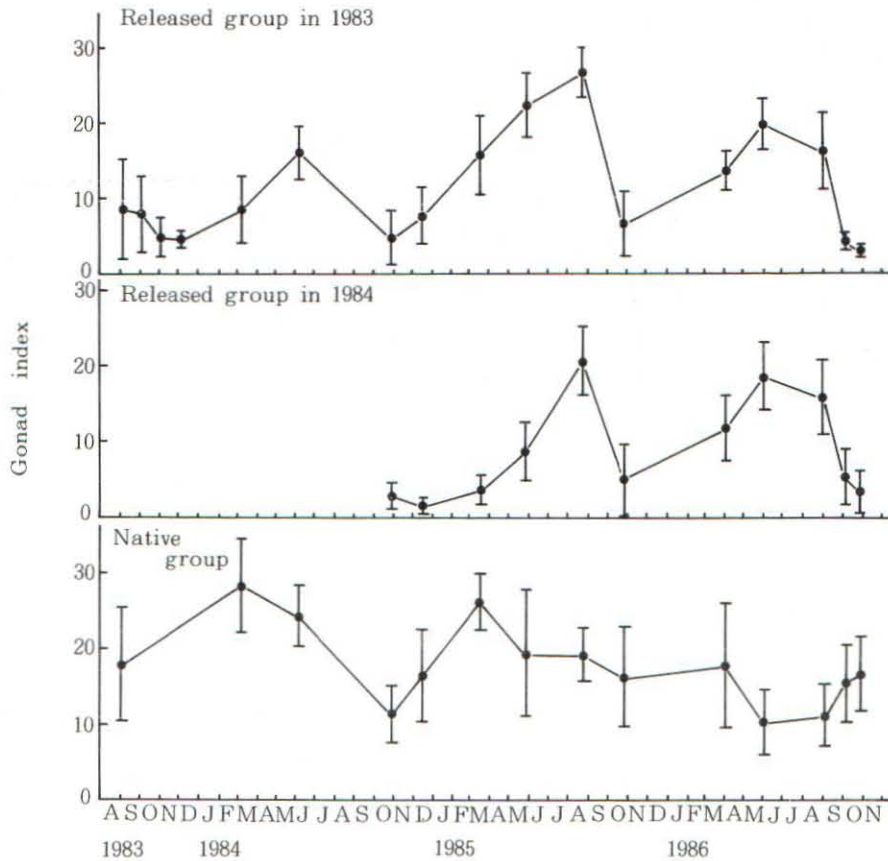


Fig. 5. Seasonal changes in gonad indices of the introduced groups released in 1983 and 1984 and the native group.

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

2. 放流群と天然群の生殖周期

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

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

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

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

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

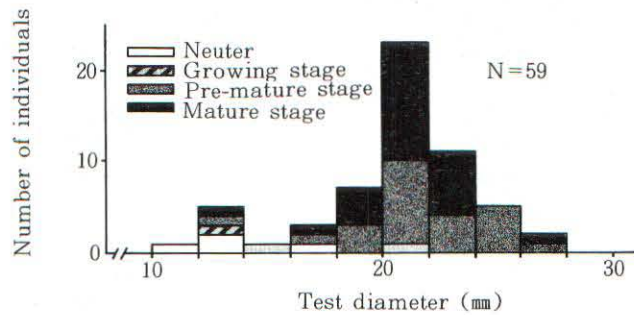


Fig. 6. Size frequency distribution of the 1-year-old introduced group of different gonad developmental stages released on September 6, 1983.

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

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

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

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

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

満3歳以上の天然群の生殖巣は、3月から5月にかけて成熟後期が主体となり、1986年4月と6月には放二期へ移行した個体も出現した。その後生殖巣は7月から12月にかけて放二期のものもみられたが、成熟前期と成熟後期が多く、成熟段階の移行が明確でなかった。また、1984年10月と11月ならびに1986年4月には一部成長期の個体がみられた (Table 2)。1983年9月6日に調査域で採集した天然群のうち、満2歳の生殖巣の成熟段階は、殻径26mm以上の個体は大部分が成熟前期から成熟後期であるのに対し、殻径26mm未満の個体は大部分が未発達期であった (Fig. 7)。

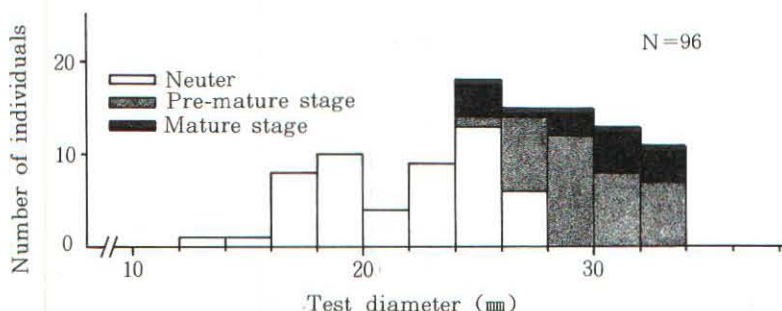


Fig. 7. Size frequency distribution of the 2-year-old native group of different gonad developmental stages on September 6, 1983.

考 察

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

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

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

す影響については知見がなく、今後研究する必要がある。

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

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

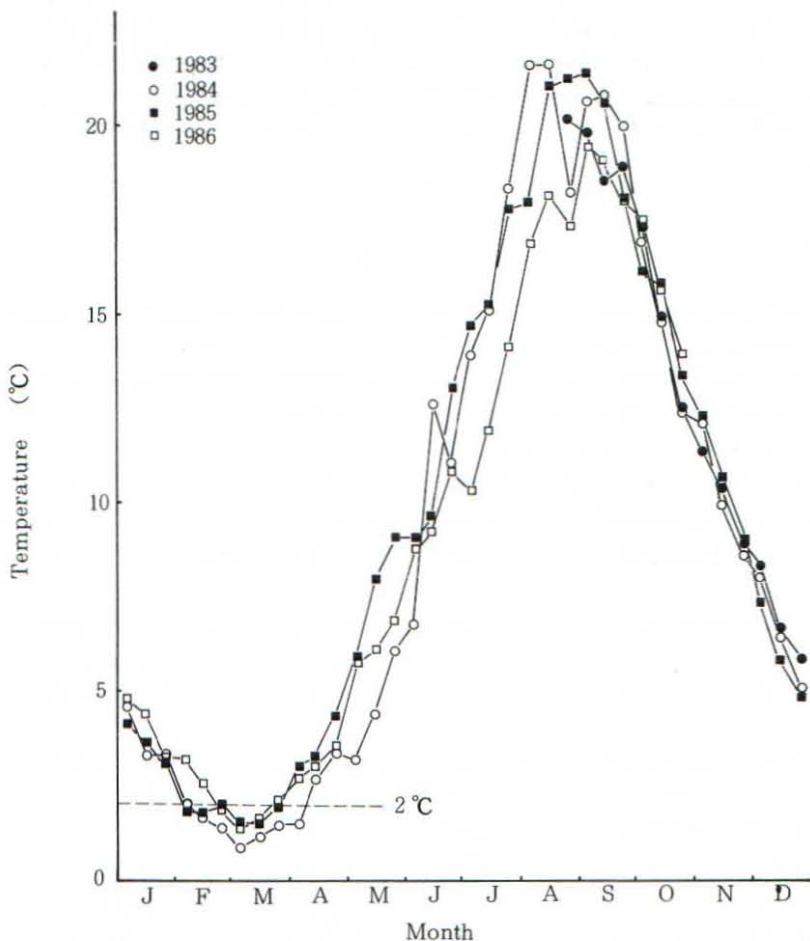


Fig. 8. Seasonal variations of sea-water temperature at Shikabe area.

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

要 約

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

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

文 献

- 1) 富田恭司・馬淵正裕・代田伸一・近田吉秋(1986) 北海道南部日本海沿岸から北海道東部太平洋沿岸に移殖したエゾバフンウニ 北水試月報 43(1-3) 9-19
- 2) 吾妻行雄(1987) 鹿部町におけるエゾバフンウニ人工種苗放流試験 第1報 年齢形質による放流群と天然群の判別 北水試月報 44(7-9) 118-126
- 3) 川村一広・西浜雄二・山下幸悦・沢崎達孝・川真田憲治・小原昭雄(1983) エゾバフンウニ種苗大量生産技術開発試験 昭和57年度北海道立栽培漁業総合センター事業報告 71-103
- 4) 斉藤勝男・山下幸悦・沢崎達孝・小原昭雄・田嶋健一郎・川村一広・西浜雄二・川真田憲治(1984) エゾバフンウニ種苗大量生産技術開発試験 昭和58年度北海道立栽培漁業総合センター事業報告 91-123
- 5) FUJI, A. (1960a) Studies on the biology of the sea urchin. I. Superficial and histological gonadal changes in gametogenic process of two sea urchins, *Strongylocentrotus nudus* and *S. intermedius*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 11: 1-14
- 6) 北海道立中央水産試験場増殖部・後志北部地区水産技術普及指導所・北海道立栽培漁業総合センター(1984) エゾバフンウニの天然採苗、中間育成、種苗放流について 北水試月報 41(7) 270-315
- 7) 北海道(1977) 大規模増殖場開発事業調査報告書(積丹地区) 24p.
- 8) 川村一広(1973) エゾバフンウニの漁業生物学的研究 北水試報 16 1-54
- 9) FUJI, A. (1960b) Studies on the biology of the sea urchin. II. Size at first maturity and sexuality of two sea urchins, *Strongylocentrotus nudus* and *S. intermedius*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 11: 43-48
- 10) 富士 昭(1963) ウニ増殖に関する研究 日本水産学会(シンポジウム議事録) 127-136

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

根室海域産ホタテガイの原料性状について

辻 浩司・西田 孟
(北海道立釧路水産試験場)

Seasonal changes in biochemical composition of the scallop, *Patinopecten yessoensis* in Nemuro Bay, Hokkaido

Kouji TSUJI and Hajime NISHIDA
Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station,
Kushiro, Hokkaido 085, Japan

The fishery of scallop (*Patinopecten yessoensis*) has lately developed in Hokkaido and the amount of the captured scallop has increased up to one of the most important fishery products. And so material, nutrient constituents of scallop have been studied in other institutes, as concerns native scallop of Funka Bay and Okhotsk Sea, but they haven't been proceeded about scallop properties of The Nemuro Strait.

The purpose of this paper is that material properties of scallop captured in this sea are dissolved for natural products. And so constituents changes were examined in the differences of seasons, fields, sexes, parts of beings and so on.

1. Glycogen content in the adductor muscle was different between the natural scallop and planted one on the bottom for several months. In the case of natural scallop it was increased in summer but seemed to be approximately contrary for planted one on the bottom. Also ATP and its related compounds were more contained in these adductor muscles than those of other parts of scallop in both sexes.

2. Not only the weight changes, but also constituents differences were clarified in the sexes between the pre- or post spawning for gonads of natural scallop and planted one on the bottom.

In reference to general constituents, low moisture and lipid contents, high protein content were clarified in testis, compared to those of ovary in May, that is, on the nearest spawning. C14 : 0, C20 : 5 and C22 : 6 ratio in fatty acids composition of total lipid and also glycine and alanine contents in free amino acids composition were different between the two. But after spawning those differences in both sexes were decreased.

3. Lipid content in the viscera was much higher than other parts of tissue and particularly it was high level in summer. Also useful substances, for example, taurine, EPA

(eicosapentaenoic acid) and so on were more contained in this tissue, in no respect of fields and sexes.

4. Constituents in the mantle presented a little changes according to the fishery fields, ages and sexes. It was also slightly known that glycogen and free amino acids contents increased in summer.

結 言

ホタテガイは昭和62年、本道でおよそ22万トンの生産量、金額にして約540億円となり、計画的、安定的な供給が可能な水産物となりつつある。支庁別では網走、渡島、宗谷、胆振、根室の順に生産されている。ホタテガイの部位の中でも利用用途の多い貝柱は、サロマ湖¹⁾・噴火湾²⁾・猿払産(宗谷)³⁾について、原料学的調査が時期別に行われており、中腸腺については、HAYASHI⁴⁾が脂質中に含まれるEPA(エイコサペンタエン酸)の時期別変化を木古内産(渡島)を試料とし、報告している。また、生殖腺および外套膜については、中川ら^{5, 6)}がサロマ湖産養殖ホタテガイのグリコーゲン、脂質を雌雄別、時期別に調査している。しかしながら、根室海域産のホタテガイについては、このようなデータはなく、また、同時期の天然貝と地時貝の成分変化を部位別に比較検討した報告も見あたらない。本報では、根室海域産ホタテガイの原料性状・特性を把握することを目的とし、時期・漁場・部位・雌雄別の成分変化について調査試験したので、その結果を報告する。報告にあたり、種々、ご協力いただいた根室北部地区水産技術普及指導所ならびに野付漁業協同組合に感謝の意を表する。

試料および実験方法

試 料

ホタテガイ (*Patinopecten yessoensis*) は、野付湾外で漁獲される天然貝と根室湾内で採られる地時貝の、いずれも4年貝を1986年の5、6、7、8、9月に採集し、雌雄それぞれの軟体部に対する部位別重量割合を測定後、各分析に供した。また、比較のため、6月の地時3年貝、サロマ湖産の地時4年貝についても同様の分析を行った。

実験方法

水分は常圧加熱乾燥法により、全脂質はFOLCH⁷⁾の方法、タンパク質は三田村理研工業の自動式窒素/タンパク質定量装置を用い、グリコーゲンはアンスロン-硫酸法⁸⁾により定量した。遊離アミノ酸組成は80%エタノールで抽出し、脱脂後、定容したもの(エキス)について、日立L-8500アミノ酸分析計を用い、遊離糖は、エキス中に含まれるものをフェノール-硫酸法⁸⁾にて定量した。リン脂質の定量は、CHARLES and STEWART⁹⁾の方法により、全脂質の脂肪酸組成はPREVOT and MORDRET¹⁰⁾の方法で脂肪酸メチルエステルを調製後、ガスクロマトグラフィーに供し、測定した。以下に、分析条件を示す。

装置：島津GC-9AM カラム：10%DEGS (Chromosorb w), 3mm×2mガラスカラム 温度：カラム198℃ 注入口240℃ 検出器230℃ キャリヤーガス：N₂ 40ml/min

ATP関連物質の定量は、試料を過塩素酸にて抽出し、中和、ろ過後、高速液体クロマトグラフィーに供した。以下に、分析条件を示す。

装置：日立655A-12 充填剤：日立ゲル3013N 分離用カラム：4mmID×150mmL カラム温度：70℃ 検出波長：260nm 溶離液流速：0.5ml/min 溶離液組成：A液 0.06M NH₄Cl・0.01MK H₂PO₄・0.01MK₂HPO₄・4%CH₃CN B液 0.3M NH₄Cl・0.05MK H₂PO₄・0.05MK₂HPO₄・4%CH₃CN グランジェントプログラム：0分から14分まではA液100%、14分から70分までB液100%、70.1分から80分までA液100% 溶出順位：HxR(イノシン)から始まり、Hx(ヒポキサンチン)、AMP(アデノシン5'モノリン酸)、IMP(イノシン5'モノリン酸)、ADP(ア

デノシン5'ジリン酸)、ATP (アデノシン5'トリリン酸) の順で終了となる。しかし、HxRとAdR (アデノシン) の分離が、この条件では難しく、HxRとして定量した。

結 果

軟体部に対する部位別重量割合

Fig.1に、天然貝と地蒔貝の軟体部に対する部位別重量割合の変化を、Table 1に、6月に採集した地蒔3年貝、4年貝およびサロマ湖産4年貝の軟体部に対する部位別重量割合を示した。

5月の天然貝の生殖腺が軟体部に占める割合は、貝柱と同様、約30%と高く、その後、8%程度にまで減少し、それに伴い貝柱の軟体部に占める割合も増加した。7月以降は、天然貝、地蒔貝ともに軟体部に対する重量割合は貝柱、外套膜、中腸腺、生殖腺の順に高い値を示した。サロマ湖産4年貝と地蒔4年貝では、貝柱の軟体部に占める割合が地蒔4年貝で約8%も高く、また、地蒔3年貝と地蒔4年貝の差は認められなかった。

一般成分

Fig.2から5に、天然貝と地蒔貝の各部位の一般成分変化を、Table 2から5に、6月の地蒔3年貝、4年貝およびサロマ湖産4年貝の各部位の一般成分を示した。

貝柱は天然貝と地蒔貝では一般成分変化の様相が異なり、特に、グリコーゲンにおいて、天然貝では5月から7月にかけて漸減した後、7月以後は徐々に増加を呈した。これに対し、地蒔貝は5月に9%以上のグリコーゲンを蓄積しているが、それ以後減少し、9月には6%程度となった。一般にホタテガイの場合、グリコーゲンと水分の間に負の相関があるとされるが、今回、地蒔貝では7月から9月にかけて、タンパク質とグリコーゲンの間に負の相関が認められた。また、サロマ湖産4年貝に比べ地蒔3年貝、4年貝は、水分とタンパク質が低く、グリコーゲンで高い値を示した。

生殖腺では、天然貝、地蒔貝ともに5月から7月にかけて水分が卵巣で、タンパク質が精巣で高含量で推

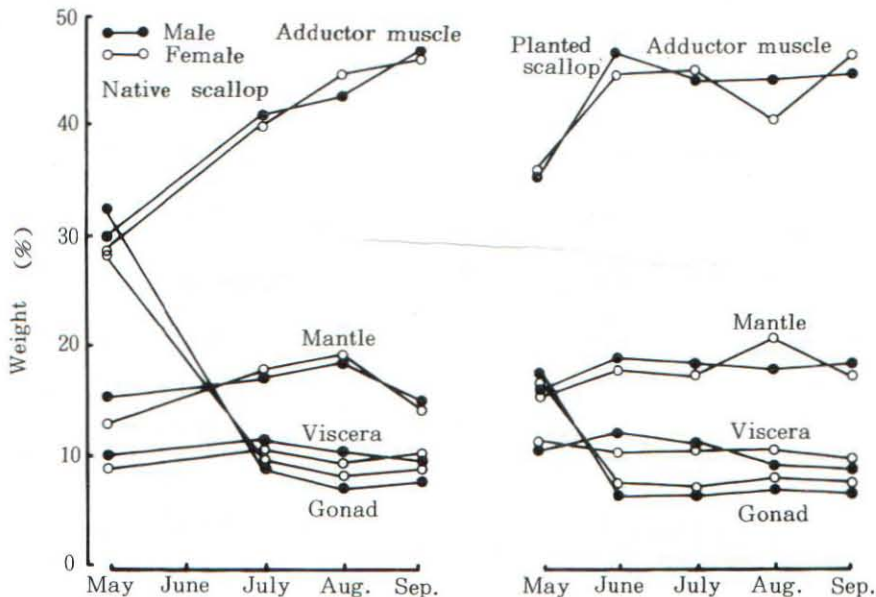


Fig. 1. Seasonal change of the weight composition of scallop's soft parts in each different.

Table 1. Weight composition of scallop's soft parts in each different in June.

(%)

		Adductor muscle	Gonad	Mantle	Viscera
Planted scallop of Nemuro Bay (3 years)	♂	44.4 (32.9)*	5.8 (4.3)	18.9 (14.0)	11.6 (8.6)
	♀	41.6 (29.3)	8.3 (5.8)	20.4 (14.4)	10.4 (7.3)
Planted scallop of Nemuro Bay (4 years)	♂	46.3 (44.6)	6.4 (6.2)	19.0 (18.3)	12.2 (11.8)
	♀	44.3 (41.9)	7.5 (7.1)	17.9 (16.9)	10.2 (9.7)
Planted scallop of Lake Saroma (4 years)	♂	37.9 (24.8)	6.5 (4.3)	19.3 (12.7)	13.2 (8.6)
	♀	36.3 (22.7)	7.2 (4.5)	19.3 (12.1)	13.2 (8.3)

* Average weight (g)

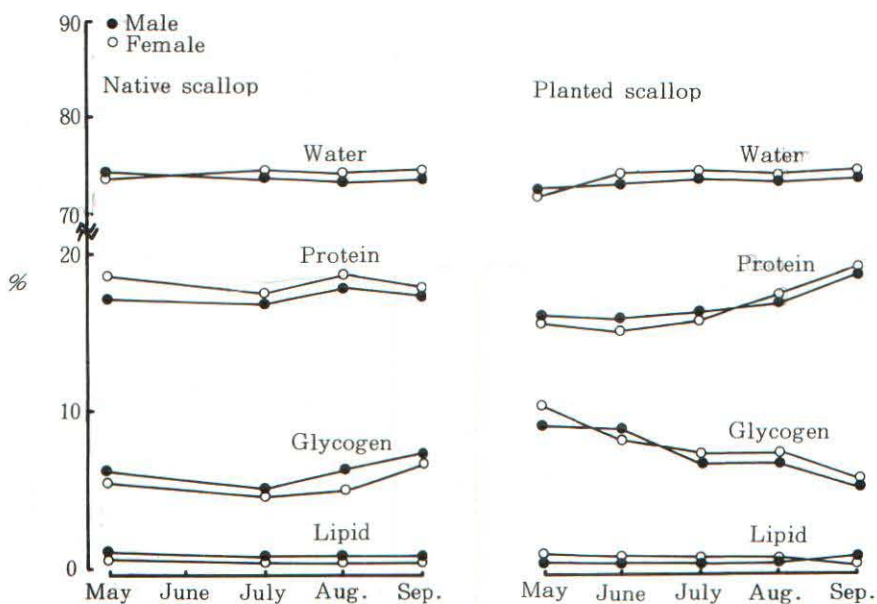
**Fig. 2.** Seasonal change in the chemical composition of the adductor muscle of scallop.

Table 2. Chemical composition of the adductor muscle of scallop in June.

(%)

		Water	Protein	Glycogen	Lipid
Planted scallop of Nemuro Bay (3 years)	♂	74.1	16.3 (62.8)*	7.8 (30.1)	0.8 (3.1)
	♀	73.8	17.1 (65.3)	8.1 (30.8)	0.9 (3.3)
Planted scallop of Nemuro Bay (4 years)	♂	73.2	16.0 (59.9)	9.1 (34.0)	0.8 (2.8)
	♀	73.8	15.3 (58.4)	8.5 (32.6)	0.8 (2.9)
Planted scallop of Lake Saroma (4 years)	♂	76.5	17.3 (73.6)	2.8 (11.8)	0.9 (3.7)
	♀	77.0	17.5 (76.1)	2.0 (8.5)	0.8 (3.4)

* Dry matter

移したが、その後、雌雄の差がなくなり、水分の増加とタンパク質の減少が認められた。また、全脂質では5月の天然貝の卵巣が4%と最も高く、天然貝、地蒔貝とも精巣より卵巣で高い状態を呈したが、その後、漸減し約1%となった。また、サロマ湖産4年貝、地蒔3年貝、4年貝では、卵巣に比べ、精巣では水分が少なく、タンパク質が多い結果となった。

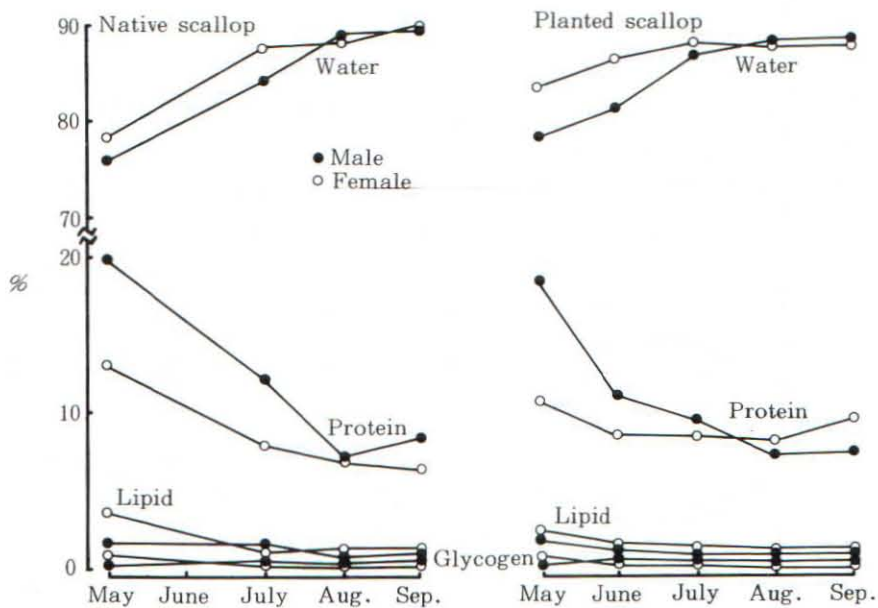
**Fig. 3.** Seasonal change in the chemical composition of the gonad of scallop.

Table 3. Chemical composition of the gonad of scallop in June. (%)

		Water	Protein	Glycogen	Lipid
Planted scallop of Nemuro Bay (3 years)	♂	85.9	9.1 (64.2)*	0.3 (2.3)	1.3 (9.0)
	♀	86.7	8.9 (67.1)	0.3 (1.9)	1.3 (10.1)
Planted scallop of Nemuro Bay (4 years)	♂	83.1	11.2 (65.8)	0.3 (1.6)	1.3 (7.8)
	♀	86.5	8.5 (63.4)	0.2 (1.6)	1.5 (11.1)
Planted scallop of Lake Saroma (4 years)	♂	82.4	14.1 (80.5)	0.1 (0.5)	1.5 (8.4)
	♀	85.9	9.8 (69.7)	0.1 (0.6)	1.5 (11.0)

* Dry matter

中腸腺は、天然貝、地蒔貝ともに、パターンは異なるが全脂質とグリコーゲンの時期的変化が大きく、特に、地蒔貝の7月のグリコーゲンの増加に対する全脂質の減少が顕著であった。また、全脂質の時期的変化は天然貝、地蒔貝ともに雄の方が雌よりも高い状態で推移し、これは、同時期のサロマ湖産4年貝の雌雄でも同様の結果であった。一方、地蒔3年貝、4年貝とサロマ湖産4年貝を比較した場合、サロマ湖

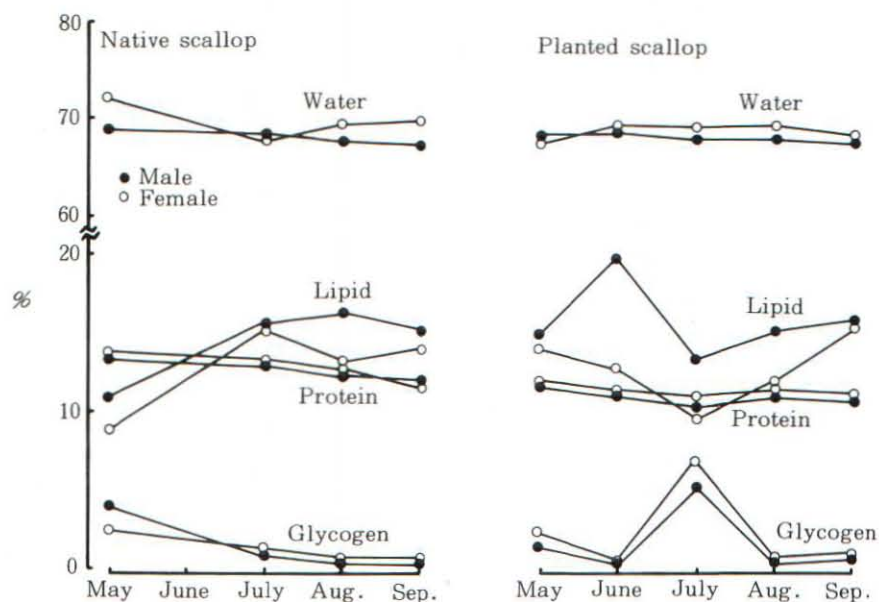
**Fig. 4.** Seasonal change in the chemical composition of viscera of scallop.

Table 4. Chemical composition of the viscera of scallop in June. (%)

		Water	Protein	Glycogen	Lipid
Planted scallop of Nemuro Bay (3 years)	♂	67.6	12.8 (39.5)*	0.4 (1.1)	18.8 (58.1)
	♀	68.5	13.1 (41.5)	0.4 (1.4)	17.7 (56.3)
Planted scallop of Nemuro Bay (4 years)	♂	68.9	12.0 (38.4)	0.4 (1.3)	18.5 (59.4)
	♀	69.1	12.3 (39.6)	0.3 (0.8)	15.7 (50.7)
Planted scallop of Lake Saroma (4 years)	♂	75.5	14.5 (59.2)	0.2 (0.7)	6.6 (27.1)
	♀	75.9	15.2 (63.0)	0.2 (0.7)	5.5 (22.9)

* Dry matter

産4年貝は水分が6から8%も高く、全脂質では約1/3となり、同時期の漁場による違いが認められた。

外套膜は、天然貝、地蒔貝ともに7月以降、グリコーゲンの増加が認められ、また、サロマ湖産4年貝は地蒔3年貝、4年貝に比べ若干、水分が多い他は、ほとんど一般成分の差はなかった。

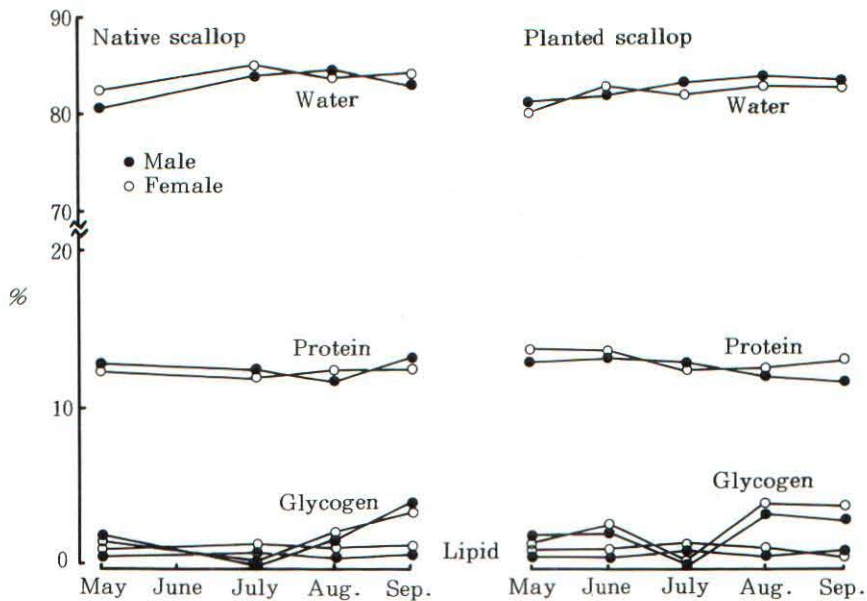
**Fig. 5.** Seasonal change in the chemical composition of mantle of scallop.

Table 5. Chemical composition of the mantle of scallop in June. (%)

		Water	Protein	Glycogen	Lipid
Planted scallop of Nemuro Bay (3 years)	♂	81.3	11.8 (63.0)*	2.1 (11.3)	0.8 (4.1)
	♀	82.6	10.8 (62.0)	2.3 (13.2)	0.8 (4.3)
Planted scallop of Nemuro Bay (4 years)	♂	81.9	12.1 (66.7)	1.2 (6.4)	0.8 (4.5)
	♀	82.3	12.1 (68.0)	1.0 (5.7)	0.7 (3.9)
Planted scallop of Lake Saroma (4 years)	♂	83.2	12.0 (71.8)	1.1 (6.7)	1.0 (5.8)
	♀	84.0	12.7 (79.4)	1.2 (7.2)	1.0 (6.0)

* Dry matter

ATP関連物質

ホタテガイのATP関連物質として、ATP、ADP、AMP、IMP、HxR、Hxを各部位で定量した結果をFig.6から9、Table 6から9に示した。ただし、Fig.6から9には、天然貝と地蒔貝の時期別変化を、Table 6から9には、6月の地蒔3年貝、4年貝およびサロマ湖産4年貝のATP関連物質を示した。

一般に、筋肉と肝臓のヌクレオチド組成には著しい相違があり、筋肉では総ヌクレオチドの90%以上をアデニンヌクレオチドが占めるのに対し、肝臓ではウラシルヌクレオチドの占める割合が多い¹¹⁾とされている。今回の結果でも、貝柱は5から9 $\mu\text{mol./g}$ ATP関連物質が定量されたが、他の部位では多くても4 $\mu\text{mol./g}$ 程度であった。貝柱のATP関連物質の時期別変化は地蒔貝の9月を除き、雄より雌で高く推移し、特に、6月の雌では9 $\mu\text{mol./g}$ となった。しかし、天然貝ではこのような傾向は認められなかった。サロマ湖産4年貝は地蒔3年貝、4年貝に比べ、ATP関連物質が1 $\mu\text{mol./g}$ 程、低い値であったが、雄より雌で高含量であった点は、地蒔3年貝、4年貝と同様であった。また、軟体動物の筋肉は、AMP-デアミナーゼを欠くか、または、その活性が著しく低く、AdR-アミノヒドロラーゼ活性が高いためIMPの蓄積はほとんどみられない^{12,13)}とされている。しかし、今回、わずかではあったが、IMPが検出された。

生殖腺では、ATP関連物質は天然貝、地蒔貝ともに、5月から9月にかけ漸減傾向にあったが、精巣では9月を除き、卵巣より高い値を示した。また、サロマ湖産4年貝、地蒔3年貝、4年貝ともATP関連物質は雌より雄の方で高い値を示した。

中腸腺のATP関連物質の時期別変化は、生殖腺と同様、5月から9月にかけ徐々に減少した。また、ATP、ADPは、ほとんど消失し、HxRの占める割合が高かった。

外套膜では、天然貝、地蒔貝ともに5月から8月にかけ、ATP関連物質は雌より雄の方が高く推移し、7月には雌雄とも高い値を示した。

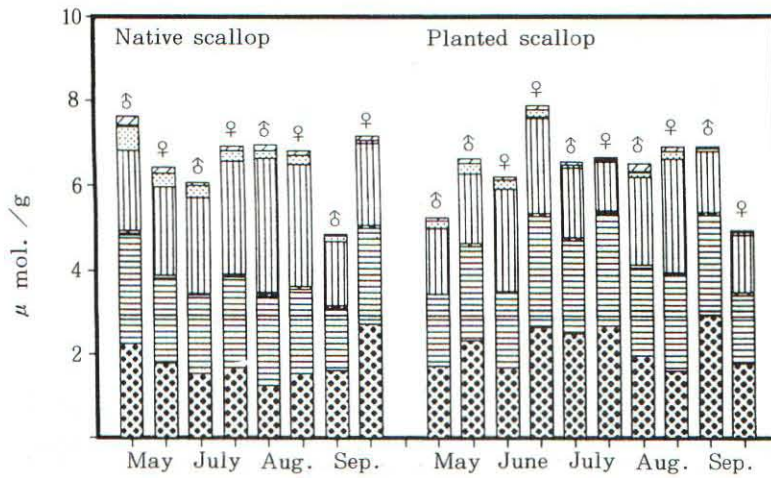


Fig. 6. Seasonal changes of ATP and its related compounds in adductor muscle of scallop.



Table 6. ATP and its related compounds in adductor muscle of scallop in June.

($\mu\text{mol./g}$)

		Hx	HxR	AMP	IMP	ADP	ATP	Total
Planted scallop of Nemuro Bay (3 years)	♂	0.07	0.14	1.40	0.06	2.41	2.82	6.90
	♀	0.07	0.03	1.13	0.09	2.65	3.33	7.30
Planted scallop of Nemuro Bay (4 years)	♂	0.07	0.21	2.41	0.05	1.83	1.66	6.23
	♀	0.09	0.18	2.23	0.07	2.69	2.62	7.88
Planted scallop of Lake Saroma (4 years)	♂	0.09	0.20	1.21	0.03	1.94	1.98	5.45
	♀	0.13	0.29	1.49	0.06	2.51	2.36	6.84

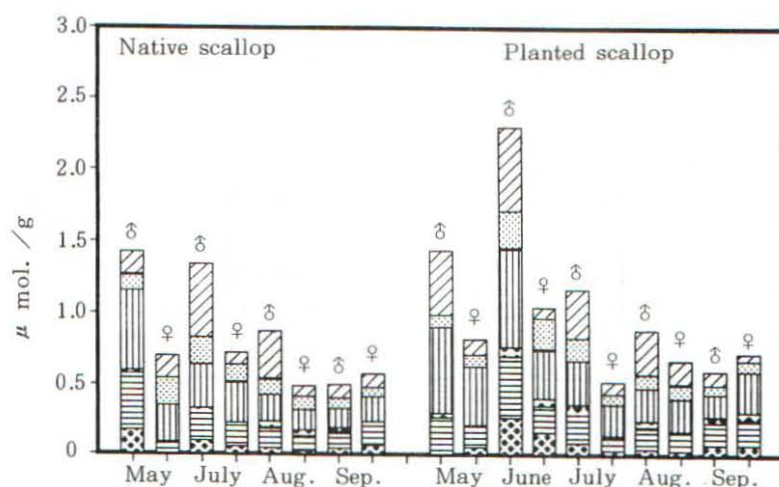


Fig. 7. Seasonal change of ATP and its related compounds in gonad of scallop.



Table 7. ATP and its related compounds in gonad of scallop in June. ($\mu\text{mol./g}$)

		Hx	HxR	AMP	IMP	ADP	ATP	Total
Planted scallop of Nemuro Bay (3 years)	♂	0.17	0.17	0.40	0.08	0.36	0.18	1.36
	♀	0.09	0.14	0.39	0.05	0.26	0.10	1.03
Planted scallop of Nemuro Bay (4 years)	♂	0.58	0.26	0.69	0.07	0.43	0.27	2.30
	♀	0.07	0.22	0.34	0.06	0.19	0.16	1.04
Planted scallop of Lake Saroma (4 years)	♂	0.16	0.03	0.74	0.04	0.58	0.34	1.89
	♀	0.12	0.11	0.45	0	0.38	0.15	1.21

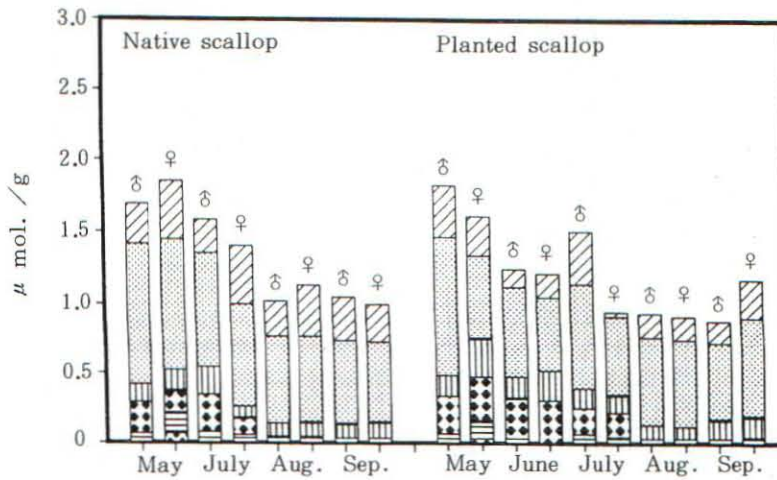


Fig. 8. Seasonal change of ATP and its related compounds in viscera of scallop.

IMP
ADP
ATP

Hx
HxR
AMP

Table 8. ATP and its related compounds in viscera of scallop in June. (μmol./g)

		Hx	HxR	AMP	IMP	ADP	ATP	Total
Planted scallop of Nemuro Bay (3 years)	♂	0.14	0.72	0.12	0.36	0.55	0.01	1.90
	♀	0.20	0.71	0.11	0.24	0.04	0	1.30
Planted scallop of Nemuro Bay (4 years)	♂	0.13	0.65	0.15	0.28	0.04	0	1.25
	♀	0.17	0.54	0.21	0.30	0	0	1.22
Planted scallop of Lake Saroma (4 years)	♂	0.23	0.47	0.18	0.33	0.01	0	1.22
	♀	0.24	0.43	0.15	0.30	0	0	1.12

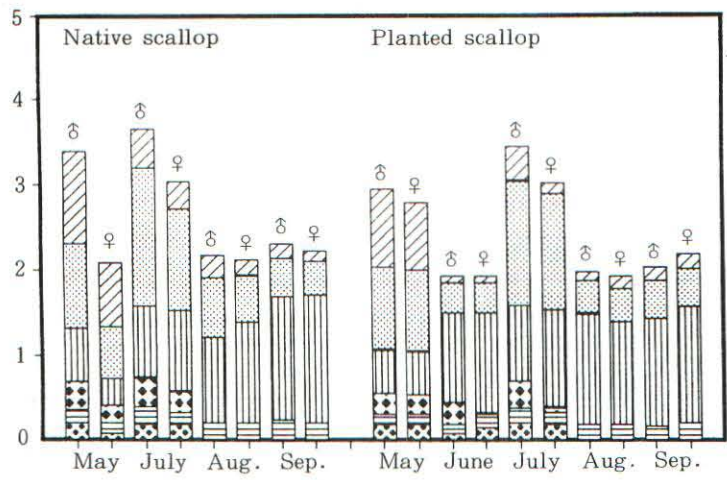


Fig. 9. Seasonal change of ATP and its related compounds in mantle of scallop.



Table 9. ATP and its related compound in mantle of scallop in June.								(μ mol./g)
		Hx	HxR	AMP	IMP	ADP	ATP	Total
Planted scallop of Nemuro Bay (3 years)	♂	0.07	0.29	0.77	0.03	0.11	0.15	1.42
	♀	0.12	0.46	1.44	0.10	0.18	0.16	2.46
Planted scallop of Nemuro Bay (4 years)	♂	0.08	0.35	1.04	0.26	0.11	0.08	1.92
	♀	0.08	0.35	1.16	0.03	0.15	0.15	1.92
Planted scallop of Lake Saroma (4 years)	♂	0.09	0.19	0.80	0.15	0.14	0.10	1.47
	♀	0.07	0.15	0.68	0.17	0.12	0.02	1.21

遊離糖

Fig.10、11に天然貝と地蒔貝の遊離糖の時期別変化を、Table 10に6月の地蒔3年貝、4年貝およびサロマ湖産4年貝の各部位の遊離糖を示した。

天然貝、地蒔貝ともに貝柱を除く、他の部位では雌雄の差がみられ、特に、5月の生殖腺では雌が雄の2倍以上の遊離糖を含んでいるのに対し、5月の中腸腺では逆に、雄が雌より高い値を示した。また、天然貝、地蒔貝の貝柱では雌雄にかかわらず、5月から8月にかけて増加し、9月にかけて減少した。この傾向は精果にも認められた。外套膜は、他の部位に比べ、時期別変化は小さく、0.4 から0.6 %の範囲で推移した。一方、サロマ湖産4年貝と地蒔3年貝、4年貝では、部位別遊離糖に差がほとんどみられず、共通して、中腸腺が他の部位に比べ、高含量であった。

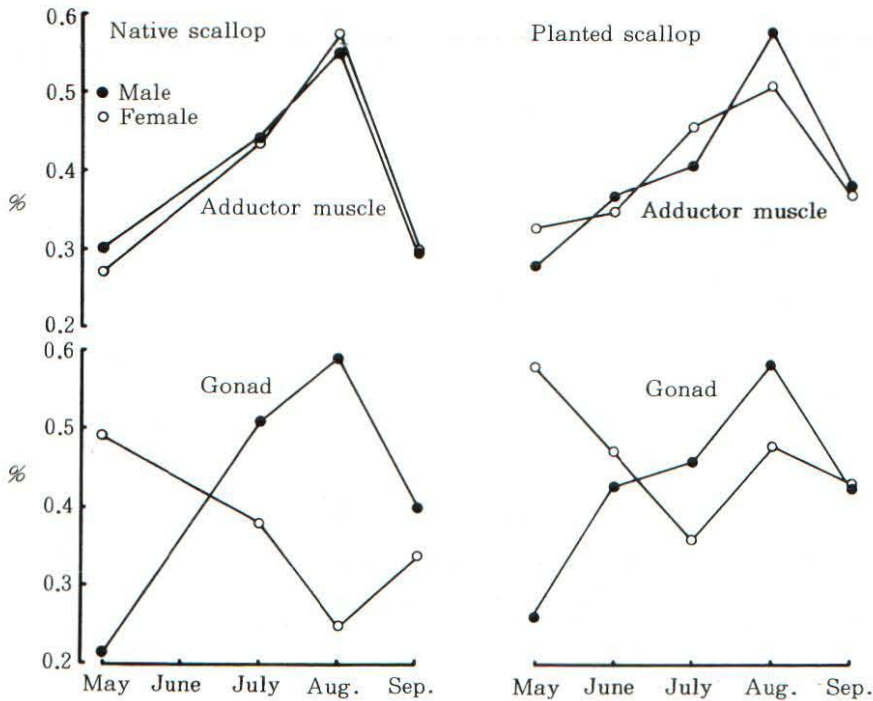
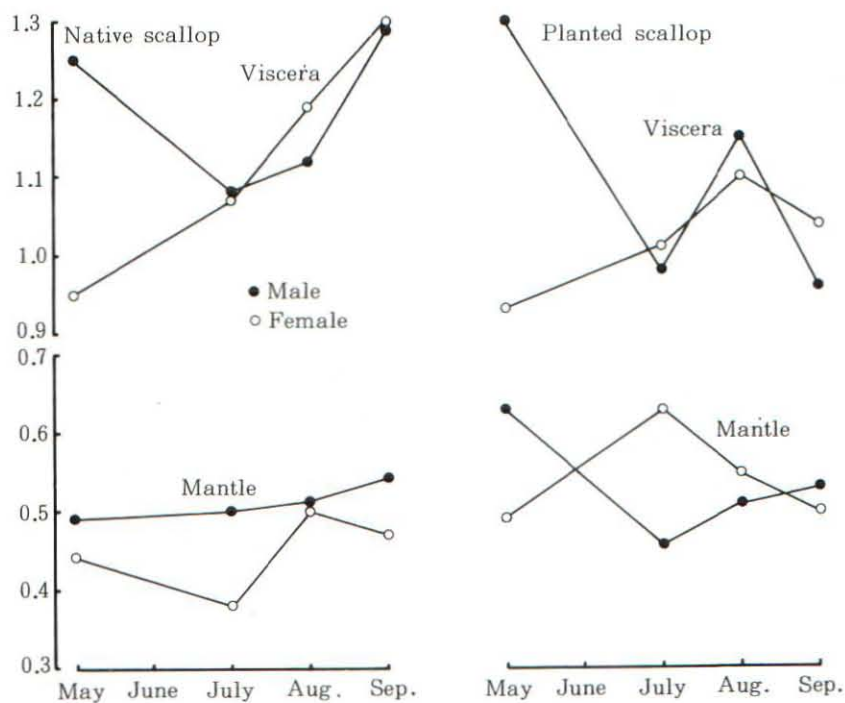


Fig. 10. Seasonal change of free carbohydrates of scallop's adductor muscle and gonad.

Table 10. Free carbohydrates of scallop in each different in June. (%)

		Adductor muscle	Gonad	Mantle	Viscera
Planted scallop of Nemuro Bay (3 years)	♂	0.33 (1.3)*	0.51 (3.6)	0.61 (3.3)	1.14 (3.5)
	♀	0.34 (1.3)	0.49 (3.7)	0.71 (4.1)	1.10 (3.5)
Planted scallop of Nemuro Bay (4 years)	♂	0.37 (1.4)	0.43 (2.5)	0.80 (4.4)	0.98 (3.1)
	♀	0.35 (1.3)	0.47 (3.5)	0.87 (4.9)	1.08 (3.5)
Planted scallop of Lake Saroma (4 years)	♂	0.38 (1.6)	0.34 (1.9)	0.42 (2.5)	1.00 (4.1)
	♀	0.39 (1.7)	0.30 (2.1)	0.40 (2.5)	1.05 (4.4)

* Dry matter

**Fig. 11.** Seasonal change of free carbohydrates of scallop's viscera and mantle.

遊離アミノ酸組成

ホタテガイの部位の中でも美味とされ、主食をなす貝柱の遊離アミノ酸組成は大石ら¹⁴⁾、鴻巣ら¹⁵⁾により詳細に報告されているが、他の部位についての報告は少ない。

Table 11から14に6月の地蒔3年貝、4年貝およびサロマ湖産4年貝を、Fig.12 から15に天然貝と地蒔貝の部位別遊離アミノ酸の変化を示した。ただし、Fig.12 から15は、各部位に共通して多量に含まれる、グリシン、タウリン、アラニンの時期別変化を記した。

貝柱の遊離アミノ酸組成は、サロマ湖産4年貝、地蒔3年貝、4年貝ともに、雌雄の差はなく、グリシン、タウリン、アラニンの順に高く、これらの合計は全体の80%にまで達した。また、サロマ湖産4年貝は、地蒔4年貝よりも、タウリン、メチオニンが多く、グリシンの割合が少なかった。一方、地蒔3年貝は4年貝に比べ、主要成分であるグリシンが約200mg /100g少なく、これにともない、遊離アミノ酸総量も低下した。時期別変化は、天然貝でグリシン、タウリンが8月にピークとなり、遊離アミノ酸総量も増加した。地蒔貝では、タウリンが5月から9月にかけ漸増するが、グリシンは6月から8月にかけて減少し、その後、増加した。

生殖腺では、天然貝、地蒔貝ともに5月から9月にかけ、遊離アミノ酸総量が減少した。これは、5月の精巣がグリシン、アラニンを卵巣の約2倍含有し、それ以降、急減することによるもので、時期的に精巣と卵巣で大きく量的な差が認められた。この傾向はサロマ湖産4年貝にもみられ、グリシン、タウリン、アラニンが卵巣より精巣に多く含まれていた。

中腸腺においては、地蒔3年貝、4年貝、サロマ湖産4年貝とも雌雄による違いはないが、含有量ではサロマ湖産4年貝が高い値を示した。時期別変化は、天然貝、地蒔貝とも生殖腺と同様に、遊離アミノ酸

Table 11. Amino acid composition in the extracts of scallop's adductor muscle in June.
(mg/100g)

Amino Acid	Planted scallop (3 years)		Planted scallop (4 years)		Planted scallop of Lake Saroma	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Taurine	441.5	408.3	468.2	453.6	712.9	765.6
Aspartic Acid	2.8	2.3	1.5	2.4	Tr.	2.6
Threonine	40.5	41.0	46.3	48.8	63.2	52.0
Serine	7.3	6.5	7.6	6.5	13.0	15.2
Glutamic Acid	101.4	87.5	106.0	96.1	98.0	101.1
Proline	48.2	49.7	61.9	59.2	83.6	71.0
Glycine	1260.1	1214.9	1444.1	1423.1	1191.9	1243.3
Alanine	268.2	221.3	288.3	270.2	180.5	163.6
Cystine	18.8	17.5	34.3	27.6	18.2	14.4
Valine	17.3	16.1	21.5	17.1	23.4	20.9
Methionine	74.3	105.1	85.1	70.2	175.8	162.0
Isoleucine	12.0	10.5	10.0	6.3	13.3	145.6
Leucine	7.1	6.3	7.0	6.1	8.0	10.8
Tyrosine	—	—	2.9	2.6	—	—
Phenylalanine	5.4	—	4.2	—	5.3	7.2
Lysine	4.5	4.8	4.6	4.2	6.3	6.7
Histidine	6.9	3.8	8.4	5.3	15.4	15.1
Arginine	106.9	105.4	100.7	118.9	84.7	86.1
Total	2423.2	2301.0	2702.6	2618.2	2693.5	2752.2

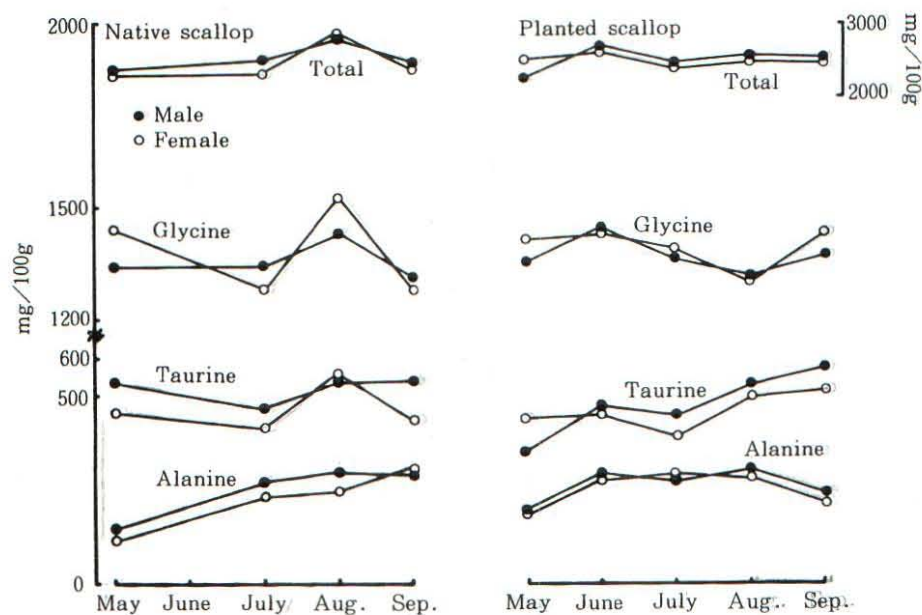


Fig. 12. Seasonal change of Glycine, Alanine and Taurine in the extracts of scallop's adductor muscle.

Table 12. Amino acid composition in the extracts of scallop's gonad in June. (mg/100g)

Amino Acid	Planted scallop (3 years)		Planted scallop (4 years)		Planted scallop of Lake Saroma	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Taurine	394.9	350.5	414.1	350.5	507.0	361.7
Aspartic Acid	5.8	3.9	4.7	4.2	9.3	6.1
Threonine	8.3	10.6	12.8	11.1	15.2	11.9
Serine	12.0	10.8	11.7	10.9	17.9	13.3
Glutamic Acid	51.8	41.5	66.4	45.0	77.2	51.8
Proline	12.6	—	7.1	—	12.5	8.9
Glycine	709.9	624.2	842.3	589.1	961.3	671.0
Alanine	45.3	42.1	55.2	34.0	68.8	45.4
Cystine	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.
Valine	7.2	8.8	6.8	4.7	9.0	6.4
Methionine	7.8	8.4	3.0	3.0	9.0	19.3
Isoleucine	9.1	8.2	1.5	8.9	5.4	11.7
Leucine	7.0	7.2	4.1	8.4	9.5	10.2
Tyrosine	4.0	6.4	—	—	11.1	6.7
Phenylalanine	4.8	2.6	4.7	—	5.9	5.5
Lysine	15.8	12.1	11.7	13.7	20.2	14.8
Histidine	4.3	3.9	3.9	3.6	3.9	4.3
Arginine	46.5	41.4	48.0	32.6	57.7	35.5
Total	1347.1	1182.6	1498.0	1119.7	1830.9	1284.5

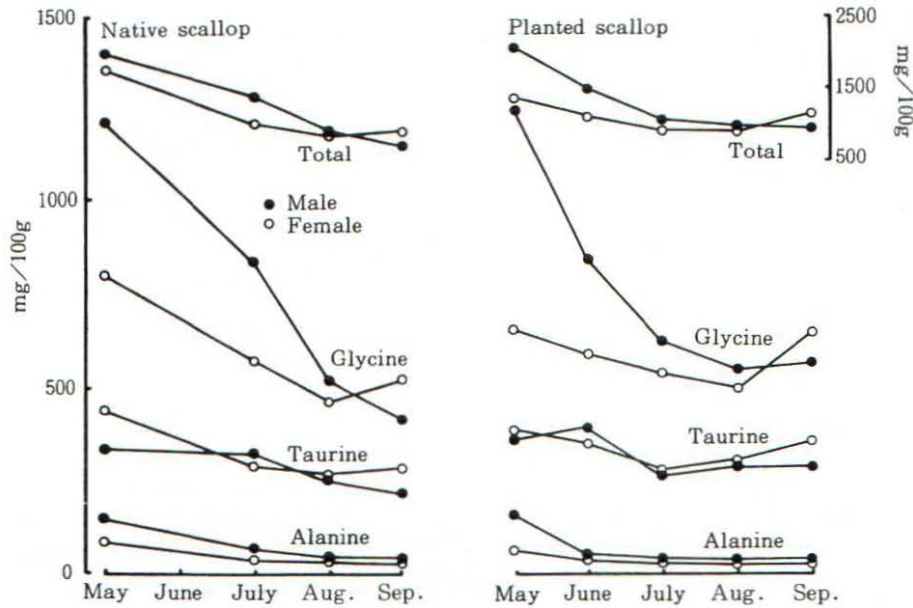


Fig. 13. Seasonal change of Glycine, Alanine and Taurine in the extracts of scallop's gonad.

Table 13. Amino acid composition in the extracts of scallop's viscera in June. (mg/100g)

Amino Acid	Planted scallop (3 years)		Planted scallop (4 years)		Planted scallop of Lake Saroma	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Taurine	685.0	659.7	619.2	652.0	839.2	820.3
Aspartic Acid	61.5	55.7	43.9	38.6	85.8	82.9
Threonine	128.6	116.5	90.6	93.4	136.8	136.1
Serine	79.3	72.3	58.5	57.9	87.6	86.7
Glutamic Acid	144.9	130.2	111.8	108.3	158.1	155.3
Proline	66.6	61.9	50.5	49.9	74.8	74.1
Glycine	764.3	708.5	671.3	664.0	826.0	801.6
Alanine	129.7	118.3	111.9	110.4	153.4	147.0
Cystine	17.3	15.4	12.9	12.2	18.1	19.4
Valine	72.0	65.2	52.2	51.5	80.6	80.3
Methionine	24.2	20.5	19.3	16.3	23.7	23.0
Isoleucine	48.8	43.0	33.4	33.3	50.8	51.3
Leucine	91.7	82.5	64.6	64.7	98.5	99.7
Tyrosine	46.7	42.6	34.8	34.8	49.6	50.5
Phenylalanine	64.2	57.4	46.7	46.5	71.4	72.2
Lysine	117.0	105.1	85.2	81.3	123.8	122.0
Histidine	17.4	15.3	13.7	12.5	16.5	15.6
Arginine	109.2	99.7	84.7	82.9	111.6	111.0
Total	2668.4	2469.8	2205.2	2210.5	3006.3	2949.0

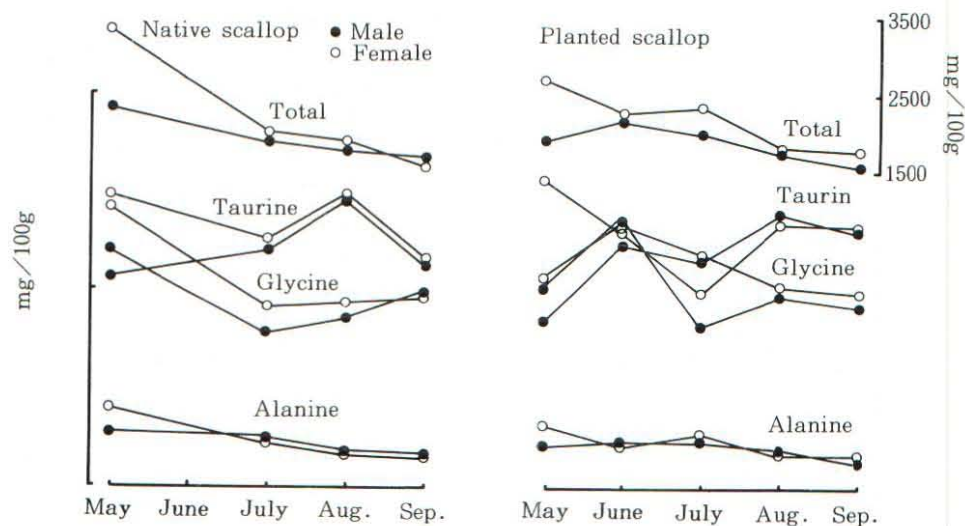


Fig. 14. Seasonal change of Glycine, Alanine and Taurine in the extracts of scallop's viscera.

Table 14. Amino acid composition in the extracts of scallop's mantle in June. (mg/100g)

Amino Acid	Planted scallop (3 years)		Planted scallop (4 years)		Planted scallop of Lake Saroma	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Taurine	234.2	227.2	234.8	230.9	262.5	256.7
Aspartic Acid	6.7	Tr.	3.6	Tr.	Tr.	8.2
Threonine	25.1	21.3	27.7	26.4	30.3	28.8
Serine	19.6	17.4	20.5	19.3	22.7	22.0
Glutamic Acid	46.0	35.9	51.3	45.2	45.4	43.9
Proline	12.1	8.4	12.1	10.4	13.9	13.4
Glycine	756.7	756.8	766.8	763.0	778.0	757.1
Alanine	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.
Cystine	9.1	9.1	10.8	10.7	11.8	10.0
Valine	16.5	15.5	18.9	17.9	21.4	20.3
Methionine	14.6	14.1	15.4	14.5	16.4	16.0
Isoleucine	9.3	8.5	10.1	9.7	11.6	11.3
Leucine	13.8	12.9	15.4	14.7	17.1	16.8
Tyrosine	8.2	7.9	10.1	8.8	10.1	9.8
Phenylalanine	11.7	10.8	13.3	12.6	15.8	15.1
Lysine	15.6	11.2	18.7	16.3	19.1	17.7
Histidine	7.9	7.2	9.1	8.0	9.4	8.7
Arginine	136.3	146.4	143.4	151.3	143.4	134.2
Total	1343.4	1310.6	1382.0	1359.7	1428.9	1390.0

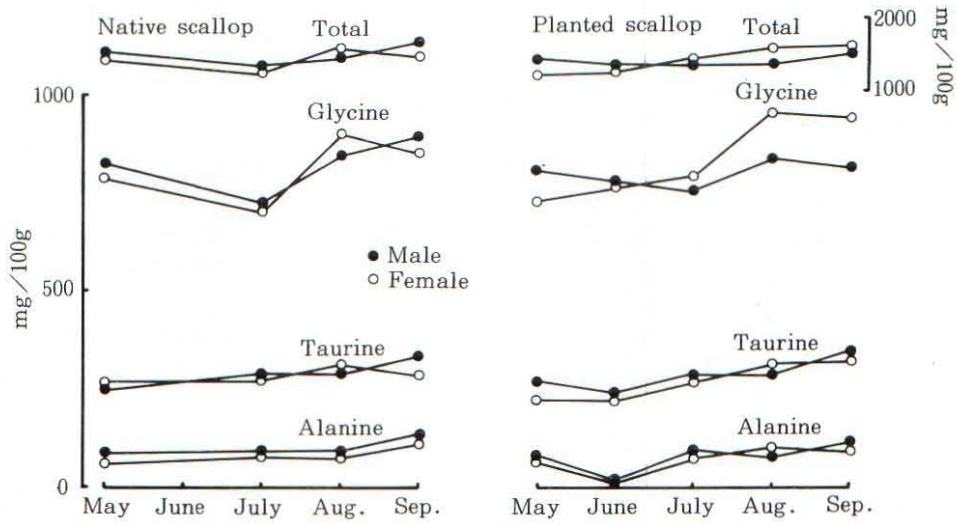


Fig. 15. Seasonal change of Glycine, Alanine and Taurine in the extracts of scallop's mantle.

Table 15. Fatty acid composition in adductor muscle of scallop in June. (%)

Fatty Acid	Planted scallop (3 years)		Planted scallop (4 years)		Planted scallop of Lake Saroma	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
C 12:0	—	—	—	—	0.1	Tr.
C 13:0	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	—	—
C 14:0	4.1	4.0	4.5	4.1	3.8	3.6
C 15:0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.5	1.4
C 16:0	18.4	18.2	18.5	18.1	17.4	16.8
C 16:1	4.8	4.7	5.0	5.5	4.5	4.0
C 17:1	—	—	—	—	0.2	0.3
C 18:0	7.3	7.1	7.0	6.9	7.4	7.3
C 18:1	4.0	4.0	4.0	4.3	3.4	3.2
C 18:2+?	1.2	1.1	0.8	1.2	0.9	1.1
C 18:3+20:1	3.8	3.6	3.7	3.8	3.9	3.9
C 20:4+22:1	2.4	2.5	2.7	2.6	3.5	3.1
C 20:5	29.7	30.5	29.7	28.9	28.2	27.8
C 22:0	0.1	0.1	0.1	0.1	—	—
C 22:5	0.7	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6
C 22:6	19.0	18.8	18.6	18.9	21.1	23.4
C 24:1	1.2	1.2	1.0	1.0	1.1	1.1
Others	2.3	2.4	2.5	2.6	2.4	2.4

総量は5月から9月にかけ減少した。また、5月では、タウリン、グリシンの量的な差が雌雄で大きく認められ、その後、小さくなる傾向にあった。

外套膜の遊離アミノ酸は、漁場、年齢、雌雄にかかわらず、組成と量的な差はなかった。しかし、時期的には夏期（7、8、9）に、増加する傾向にあった。

脂肪酸組成

Table 15、17、19、21 に6月の地蒔3年貝、4年貝およびサロマ湖産4年貝の各部位の全脂質の脂肪酸組成を、Table 16、18、20、22 に天然貝と地蒔貝の時期別変化を示した。

貝柱の脂肪酸組成は、C20:5、C22:6、C16:0、C18:0の順に多く、漁場、年齢、雌雄による差は認められなかった。しかし、時期的な変化がみられ、5月から9月にかけ、天然貝、地蒔貝ともに雌雄でC20:5が漸減し、C16:0は漸増を呈した。

生殖腺では、漁場、年齢による差は認められなかったが、天然貝、地蒔貝とも雌雄で大きく組成が異なり、時期的には5月で大きかった。すなわち、5月の精巣では、C20:5、C22:6、C16:0、C18:0の順に

Table 16. Seasonal change in the main fatty acids composition of adductor muscle of scallop.

		14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	20:5	22:6	Sat.	Mono.	Poly.*
Native scallop											
May	♂	3.5	17.1	4.3	6.7	3.8	28.6	22.5	27.3	8.1	51.1
	♀	3.5	17.3	3.7	6.8	3.7	29.3	22.6	27.6	7.4	51.9
July	♂	4.6	18.9	5.7	5.2	4.3	26.8	20.8	28.7	10.0	47.6
	♀	4.8	19.7	4.7	4.5	3.7	27.6	21.0	29.0	8.4	48.6
Aug.	♂	4.7	18.2	4.6	6.0	4.3	26.9	20.7	28.9	8.9	47.6
	♀	4.1	17.8	4.5	6.2	3.8	27.7	21.1	28.1	8.3	48.8
Sep.	♂	3.8	18.6	3.9	7.8	4.5	24.2	21.5	30.2	8.4	45.7
	♀	4.0	18.3	3.8	8.4	4.3	25.1	20.1	30.7	8.1	45.2
Planted scallop											
May	♂	3.7	17.4	4.2	7.2	3.9	30.4	20.9	28.3	8.1	51.3
	♀	3.4	17.5	4.5	7.4	4.3	31.0	19.8	28.3	8.8	50.8
June	♂	4.5	18.5	5.0	7.0	4.0	29.7	18.6	30.0	9.0	48.3
	♀	4.1	18.1	5.5	6.9	4.3	28.9	18.9	29.1	9.8	47.8
July	♀	4.7	18.9	4.7	6.0	4.1	29.1	18.7	29.6	8.8	47.8
Aug.	♂	3.9	18.5	4.4	7.2	4.2	27.5	20.8	29.6	8.6	48.3
	♀	4.1	18.1	4.6	7.5	4.3	27.2	20.2	29.7	8.9	47.4
Sep.	♂	3.9	19.3	3.6	7.3	3.9	26.5	21.0	30.5	7.5	47.5
	♀	4.0	19.2	3.6	7.5	4.0	26.9	20.2	30.7	7.6	47.1

* Sat : Saturated acids, Mono : Monoenoic acids, Poly : Polyenoic acids

多く、卵巣では、C20:5、C14:0、C16:0、C16:1が占める割合が高かった。その後、雌雄の差はなくなり、C22:6、C20:5、C16:0、C18:0が主要となり、5月の精巣の組成に類似していく傾向がみられた。

中腸腺の脂肪酸のなかで、C20:5の時期的な変動が天然貝、地蒔貝ともに雌雄間で大きく認められた。天然貝では、C20:5が雄で5月から7月にかけて急減した後、8月にはピークを迎えるが、雌では、7月に最も高い値を示し、7月から8月にかけて急減した。一方、地蒔貝では雌で、C20:5が5月から6月にかけて、雄では、7月から8月にかけて大きく減少し、その後、いずれも9月に約30%を占めた。一方、天然貝、地蒔貝、雌雄にかかわらず、C20:5の時期別変化に対し、C16:0、C16:1は逆の変化を示し、負の相関が認められた。また、同時期（6月）の他漁場との比較では、C16:0、C18:1が雄より雌で、C20:5では、雌より雄の占める割合が共通して、高かった。

外套膜では、漁場、年齢、雌雄による違いは認められないが、他の部位に比べ、C20:5よりもC22:6の占める割合が大きかった。また、時期別変化は、天然貝で5月から9月にかけて、C22:6の増加とC20:5の減少がみられた。

Table 17. Fatty acid composition in gonad of scallop in June. (%)

Fatty Acid	Planted scallop (3 years)		Planted scallop (4 years)		Planted scallop of Lake Saroma	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
C 12:0	—	—	—	—	0.1	0.1
C 13:0	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	—	—
C 14:0	3.6	9.0	2.8	8.4	2.8	7.5
C 15:0	1.1	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9
C 16:0	12.7	16.6	12.5	17.1	14.4	15.3
C 16:1	7.1	8.6	5.7	8.3	3.6	5.4
C 17:1	—	—	—	—	—	—
C 18:0	9.8	7.6	9.4	7.3	10.8	8.5
C 18:1	5.8	6.5	6.2	7.1	4.5	5.4
C 18:2+?	1.8	1.5	1.4	1.2	1.6	1.6
C 18:3+20:1	3.7	2.9	6.0	2.8	3.4	3.1
C 20:4+22:1	3.2	2.2	3.1	2.2	6.0	4.2
C 20:5	27.2	24.9	28.5	25.6	25.3	23.1
C 22:0	0.1	0.1	0.1	0.1	—	—
C 22:5	1.0	0.7	1.2	0.6	1.1	0.7
C 22:6	18.1	13.4	17.7	13.1	21.2	18.8
C 24:1	1.2	1.0	1.1	1.0	1.3	1.3
Others	3.6	4.0	3.4	4.2	3.0	4.1

リン脂質

リン脂質含量は、漁場、雌雄、年齢にかかわらず、外套膜、貝柱、生殖腺、中腸腺の順に高い値を示した。また、時期別には、中腸腺ではほとんど変動がないのに対して、他の部位では、5月から8月にかけて、変動が大きく、特に、生殖腺の雌雄で顕著であった。5月の生殖腺では、天然貝、地蒔貝ともに雄が雌の約3倍のリン脂質を含んでおり、その後、雌雄の差はなくなり、40から50%となった。（Table 23、Fig.16）

考 察

野付湾外で漁獲される天然4年貝と根室湾内で輪採される地蒔4年貝では、同年齢であっても、大きさ

Table 18. Seasonal change in the main fatty acids composition of gonad of scallop. (%)

		14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	20:5	22:6	Sat.	Mono.	Poly.*
Native scallop											
May	♂	0.8	14.0	3.4	9.1	6.7	36.0	17.0	23.9	11.1	53.0
	♀	20.5	19.2	8.6	4.8	6.3	21.7	7.1	44.5	14.9	28.8
July	♂	2.7	14.2	4.4	8.1	5.3	24.1	23.2	25.0	9.7	47.3
	♀	7.2	16.7	5.9	7.1	6.4	21.8	19.3	31.0	12.3	41.1
Aug.	♂	4.6	13.8	5.8	9.6	5.3	22.7	20.9	28.0	11.1	43.6
	♀	5.4	15.3	6.3	7.5	6.4	22.7	20.2	28.2	12.7	42.9
Sep.	♂	3.9	12.4	5.4	10.8	5.6	18.8	22.2	27.1	11.0	41.0
	♀	3.4	13.7	6.2	9.7	7.0	19.9	20.5	26.8	13.2	40.4
Planted scallop											
May	♂	1.7	13.2	5.7	10.1	6.8	35.6	13.3	25.0	12.5	48.9
	♀	17.5	18.4	10.7	5.2	7.0	23.4	6.9	41.1	17.7	30.3
June	♂	2.8	12.5	5.7	9.4	6.2	28.5	17.7	24.7	11.9	46.2
	♀	8.4	17.1	8.3	7.3	7.1	25.6	13.1	32.8	15.4	38.7
July	♂	3.0	12.9	4.7	9.8	5.9	24.9	19.9	25.7	10.6	44.8
	♀	9.1	17.5	7.9	7.1	6.7	23.3	14.6	33.7	14.6	37.9
Aug.	♂	3.3	12.9	5.5	10.0	5.6	22.0	19.7	26.2	11.1	39.7
	♀	6.7	16.1	6.7	7.7	7.2	22.7	17.4	30.5	13.9	40.1
Sep.	♂	3.6	12.7	5.1	10.2	5.5	20.9	23.0	26.5	10.6	43.9
	♀	3.3	14.3	4.9	8.4	6.8	22.3	22.5	26.0	11.7	44.8

* Sat : Saturated acids, Mono : Monoenoic acids, Poly : Polyenoic acids

(殻長、軟体部重量)に差があり、天然4年貝は、地蒔4年貝よりも、ひと周り大型であった。しかし、軟体部に対する部位別重量割合では、天然、地蒔による違いはなく、貝柱は時期を通じて常に、大きい割合を占め、ついで外套膜となる。また、軟体部の重量変動は生殖腺で最も大きく、とくに、天然貝では産卵直前と思われる5月に比べ、7月には顕著な減少を呈した。これらの結果は、丸ら¹⁶⁾の報告とほぼ一致している。

生殖腺では、産卵前後で重量割合の変化のみならず、成分的に雌雄においても大きな違いが認められた。すなわち、産卵直前の5月では、精巣に比べ卵巣は水分、全脂質、遊離糖が高く、タンパク質、ATP関連物質、遊離アミノ酸の占める割合が低かった。呈味に関しては、卵巣が精巣に比べ、苦味やえぐ味が強いとされるが、遊離アミノ酸組成からは、苦味を呈するアミノ酸(イソロイシン、ロイシン、バリンなど)に差は認められなかった。また、脂肪酸組成は、5月には卵巣でC_{14:0}の割合が、精巣ではC_{20:5}、C_{22:6}の割合がかなり高く、川合ら¹⁷⁾の報告と同様の結果となった。これらの脂肪酸組成の差異が、プランク

Table 19. Fatty acid composition in viscera of scallop in June. (%)

Fatty Acid	Planted scallop (3 years)		Planted scallop (4 years)		Planted scallop of Lake Saroma	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
C 14:0	6.2	7.0	6.0	9.7	7.6	10.4
C 15:0	0.5	0.6	0.5	0.7	1.1	0.5
C 16:0	14.8	15.7	15.3	22.8	12.8	18.8
C 16:1	20.8	20.6	21.3	28.9	13.4	17.3
C 18:0	3.8	3.9	3.6	4.6	4.9	6.3
C 18:1	10.3	10.7	11.6	15.2	9.4	12.7
C 18:2+?	3.7	3.8	3.5	2.6	3.9	3.1
C 18:3+20:1	3.1	3.2	3.3	3.9	3.7	4.9
C 18:4	4.1	4.0	3.9	2.0	5.1	3.7
C 20:4+22:1	0.6	0.6	0.7	0.5	2.1	1.8
C 22:2	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5
C 20:5	26.5	24.8	25.0	7.6	26.5	14.9
C 21:5	0.8	0.7	0.7	Tr.	1.1	0.7
C 22:5	0.2	0.2	0.3	Tr.	0.2	0.1
C 22:6	3.9	3.4	3.7	1.0	7.4	3.9
Others	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1

トンやデトリタスなどの餌料の種類やその摂取量によるものか、生殖腺での放精、放卵にかかわる生理的（代謝）なものなのか、今後、検討する必要がある。

貝柱は、グリコーゲン代謝の主要な器官であり¹⁸⁾、その時期的な変化はプランクトン量と相関を示す⁶⁾とされている。根室海域産ホタテガイの場合、グリコーゲンの時期的変化は天然貝と地蒔貝では若干異なり、天然貝は夏期に漸増し、地蒔貝では漸減する傾向がみられた。これらは、プランクトンの沈殿量や水温の外的（環境）要因と推察される。また、貝柱のエキス成分については、鴻巣ら¹⁵⁾が詳細な分析と、分析値に基づき調製したエキスのオミッショントテストを行った結果、遊離アミノ酸のなかでもグリシン、グルタミン酸、アラニン、アルギニンが呈味発現の主要成分であると報告している。天然貝、地蒔貝とも、これら呈味に關与する遊離アミノ酸の量的な差はなかったが、時期別変化では、天然貝のグリシンが8月に多く検出された。

中腸腺は、ホタテガイの胃、肝臓の役目を負い、脂質代謝の主要な器官である¹⁸⁾とされ、脂質含量も他の部位に比べ、かなり高い値を示し、天然貝、地蒔貝ともに10から20%の範囲で推移し、夏期に高含量を呈した。また、脂肪酸のなかでも、動脈硬化を抑制する働きがあるEPAについては、天然貝、地蒔貝ともに雌雄間で、時期的な変化がみられた。しかし、雌雄のEPAが占める割合を平均化した場合、5月から7月にかけて減少し、それ以降、増加する傾向がみられ、地蒔貝の全脂質含量の変化とはほぼ一致する結果となる。遊離糖は、他の部位に比べ、多量に含まれ、多いものでは1.3%となり、時期的には5月以降、天然貝、地蒔貝の雌で増加を呈した。これは、糖質合成に重要な役割を担う、ウラシルヌクレオチドの含有量が多いためではないかと思われる。今後、遊離糖の組成について、調査する必要がある。遊離アミノ酸組成においては、他の部位と比較した場合、タウリン、アスパラギン酸、スレオニン、セリン、バリン、ロイシンなどが多量に含まれ、5月には、遊離アミノ酸総量が最も高くなった。また、水温が上昇する夏期においては、主要成分であるタウリンが高い値を示した。これは、漁場海水の塩分濃度が夏期に高くなるため、これにともなう浸透圧の調節に關与するとされるタウリンが増加するのではないかと、JONES¹⁹⁾

Table 20. Seasonal change in the main fatty acids composition of viscera of scallop. (%)

		14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	20:5	22:6	Sat.	Mono.	Poly.*
Native scallop											
May	♂	6.9	15.1	19.7	4.2	12.0	23.6	3.6	26.2	31.7	27.2
	♀	8.3	16.5	20.5	4.7	13.0	19.3	3.0	29.5	33.5	22.3
July	♂	10.0	23.0	27.1	4.7	15.3	7.2	1.5	37.7	42.4	8.7
	♀	7.0	15.8	16.1	4.3	11.3	21.5	6.4	27.1	27.4	27.9
Aug.	♂	5.8	15.6	17.4	3.6	11.8	24.8	6.1	25.0	29.2	30.9
	♀	9.3	23.5	26.6	4.4	17.5	5.6	1.3	37.2	44.1	6.9
Sep.	♂	5.8	16.5	19.5	3.7	12.2	23.0	4.6	26.0	31.7	27.6
	♀	8.4	21.0	24.7	4.3	14.2	12.5	2.2	33.7	38.9	14.7
Planted scallop											
May	♂	10.3	15.7	16.6	2.3	6.3	29.5	4.1	28.3	22.9	33.6
	♀	11.3	16.8	16.5	2.4	5.9	28.6	3.7	30.5	22.4	32.3
June	♂	6.0	15.3	21.3	3.6	11.6	25.0	3.7	24.9	32.9	28.7
	♀	9.7	22.8	28.9	4.6	15.2	7.6	1.0	37.1	44.1	8.6
July	♂	7.3	16.4	22.4	3.3	11.1	23.7	3.9	27.0	33.5	27.6
	♀	10.3	23.0	28.4	4.6	15.3	7.1	0.8	37.9	43.7	7.9
Aug.	♂	8.0	20.3	25.3	3.9	14.6	13.9	2.1	32.2	39.9	16.0
	♀	6.2	16.8	20.6	4.0	13.4	21.7	3.8	27.0	34.0	25.5
Sep.	♂	8.9	17.6	15.1	2.7	6.6	30.2	6.0	29.2	21.7	36.2
	♀	8.9	16.8	14.2	2.7	6.7	29.1	6.1	28.4	20.9	35.2

* Sat : Saturated acids, Mono : Monoenoic acids, Poly : Polyenoic acids

は推論している。

外套膜は、脂質含量が天然貝、地蒔貝ともに約1%で推移し、その75%以上がリン脂質であった。また、他の部位に比べ、脂肪酸組成において違いが認められた。外套膜では時期を通じてC22:6がC20:5より高く、他の部位では逆に、C20:5の占める割合が高かった。これは、林ら²⁰⁾の貝柱、貝柱を除く軟体部または中腸腺のいずれもC20:5の占める割合がC22:6より高い傾向が認められたとする報告とは、異なるものとなった。機能的に、外套膜は貝殻を作る分泌突起があり、触手や眼を保持しており、生理活性物質が含まれている可能性がある。KODAMAら²¹⁾は抗菌性物質を含む画分を分離し、アクリル酸を同定し、外套膜に主として分布する結果を得ている。現在、外套膜は主として干製品に利用加工されているが、量的には少ない。今後も、増産が期待されるホタテガイにおいては、新製品の開発とともに、生理活性物質の検索も望まれよう。

Table 21. Fatty acid composition in mantle of scallop in June. (%)

Fatty Acid	Planted scallop (3 years)		Planted scallop (4 years)		Planted scallop of Lake Saroma	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
C 14:0	2.2	2.2	2.1	2.1	2.2	2.1
C 15:0	0.9	0.9	1.0	0.9	1.1	1.1
C 16:0	11.9	11.9	11.6	11.6	11.9	11.1
C 16:1	6.8	6.4	7.2	6.8	6.3	3.5
C 18:0	8.7	9.3	8.9	9.1	9.8	10.0
C 18:1	7.8	7.8	8.7	8.5	6.3	6.2
C 18:2+?	2.8	2.4	3.3	3.2	2.7	3.0
C 18:3+20:1	6.5	6.8	7.2	6.9	6.4	6.6
C 18:4	2.2	2.3	2.4	2.2	2.3	2.4
C 20:4+22:1	5.0	5.1	5.5	5.5	6.8	7.0
C 22:2	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8
C 20:5	20.2	20.3	18.2	18.8	17.4	18.1
C 22:5	0.8	0.7	0.7	0.8	0.6	0.6
C 22:6	21.8	21.6	20.8	21.2	24.2	26.3
C 24:1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9
Others	0.7	0.7	0.7	0.7	0.3	0.4

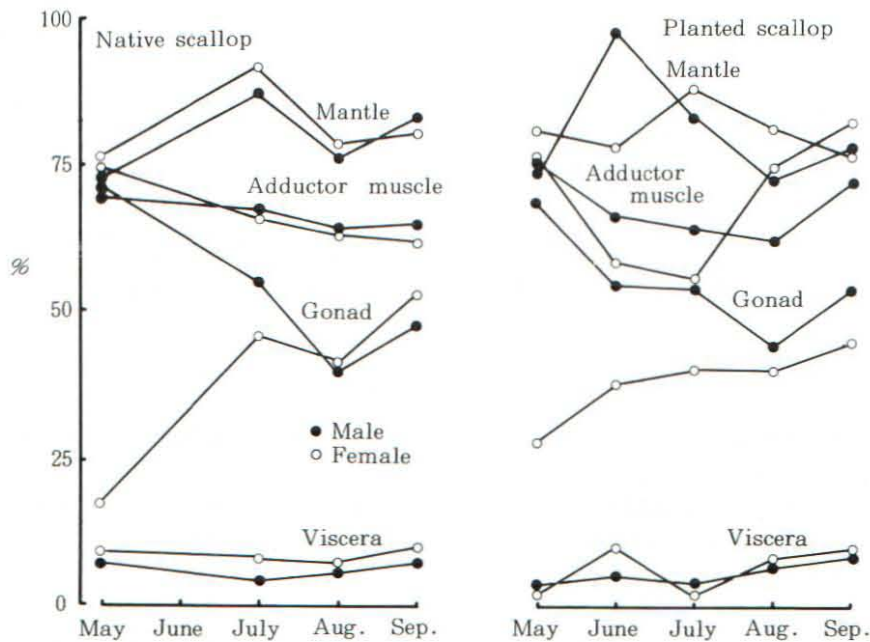
**Fig. 16.** Seasonal change of phospholipid in scallop's total lipids in each different.

Table 22. Seasonal change in the main fatty acids composition of mantle of scallop. (%)

		14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	20:5	22:6	Sat.	Mono.	Poly.*
Native scallop											
May	♂	2.3	12.2	6.0	8.6	8.7	19.4	19.1	23.1	14.7	38.5
	♀	2.2	11.6	5.0	8.8	8.5	18.9	20.2	22.6	13.5	39.1
July	♂	2.5	12.1	4.5	8.5	8.0	16.8	22.9	23.1	12.5	39.7
	♀	2.5	12.6	4.4	8.9	7.6	17.2	22.7	24.0	12.0	39.9
Aug.	♂	2.5	11.5	4.1	8.2	7.5	15.9	25.0	22.2	11.6	40.9
	♀	2.5	11.8	5.7	8.5	7.6	17.1	24.2	22.8	13.3	41.3
Sep.	♂	2.2	11.9	5.9	9.3	8.2	15.4	22.9	23.4	14.1	38.3
	♀	2.3	12.0	5.4	9.6	8.1	15.0	23.8	23.9	13.5	38.8
Planted scallop											
May	♂	3.2	13.8	5.0	10.5	5.0	21.8	21.8	27.5	10.0	43.6
	♀	3.4	13.8	5.1	11.4	5.4	22.2	21.2	28.6	10.5	43.4
June	♂	2.1	11.6	7.2	8.9	8.7	18.2	20.8	22.6	15.9	39.0
	♀	2.1	11.6	6.8	9.1	8.5	18.8	21.2	22.8	15.3	40.0
July	♂	3.6	16.0	9.8	11.7	11.1	12.4	12.4	31.3	20.9	24.8
	♀	2.9	13.7	7.1	10.7	9.8	15.3	17.2	27.3	16.9	32.5
Aug.	♂	2.5	12.9	6.0	9.8	8.2	15.9	21.0	25.2	14.2	36.9
	♀	2.4	12.4	6.5	9.3	8.6	16.4	21.9	24.1	15.1	38.3
Sep.	♂	3.4	13.6	4.3	10.9	5.2	16.4	24.2	27.9	9.5	40.6
	♀	3.6	13.9	4.2	11.0	5.1	16.5	23.7	28.5	9.3	40.2

* Sat : Saturated acids, Mono : Monoenoic acids, Poly : Polyenoic acids

要 約

本報では、根室海域産のホタテガイの原料性状を把握することを目的とし、時期・漁場・部位・雌雄別の成分変化について試験を行った。

1. 貝柱は、グリコーゲンの時期別変化に天然貝と地蒔貝で違いが認められた。すなわち、天然貝は夏期に漸増するのに対し、地蒔貝では漸減する傾向があった。また、他の部位に比較し、雌雄ともATP関連物質が多量に含まれていた。

2. 生殖腺は、産卵前後で重量変化のみならず、成分的に雌雄間で大きな差があった。一般成分では、産卵直前の5月において、卵巣に比べ、精巣では水分、全脂質が低く、タンパク質の占める割合が高かった。また、脂肪酸組成では、C₁₄:0、C₂₀:5、C₂₂:6の占める割合が、遊離アミノ酸組成においてはグリシン、アラニンの量に雌雄で差異が認められたが産卵後、その差異は減少した。

Table 23. Phospholipid in scallop's total lipids in each different in June. (%)

		Adductor muscle	Gonad	Mantle	Viscera
Planted scallop of Nemuro Bay (3 years)	♂	68.1 (0.6) *	50.8 (0.6)	84.5 (0.6)	6.3 (1.2)
	♀	70.3 (0.6)	45.9 (0.6)	96.0 (0.7)	7.9 (1.4)
Planted scallop of Nemuro Bay (4 years)	♂	66.2 (0.5)	54.8 (0.7)	97.6 (0.8)	5.1 (1.0)
	♀	57.2 (0.4)	37.7 (0.6)	77.0 (0.5)	10.2 (1.3)
Planted scallop of Lake Saroma (4 years)	♂	64.7 (0.6)	62.0 (0.9)	77.1 (0.8)	18.3 (1.2)
	♀	70.2 (0.5)	51.5 (0.8)	77.1 (0.8)	22.0 (1.2)

* (%) in tissue

3. 中腸腺は、脂質含量が他の部位に比べ高く、夏期に高含量を呈した。また、漁場あるいは雌雄にかかわらず、タウリン、EPAなどの有価物が多量に含有されていた。

4. 外套膜は、漁場、年齢、雌雄による成分の違いは少ないが、夏期にはグリコーゲン、遊離アミノ酸が増加する傾向が認められた。

文 献

- 1) 一杉哲郎・金子博実・高橋玄夫 (1975) サロマ湖産養殖ホタテガイの研究 北水試月報 32 (5) 15-24
- 2) 坂本正勝・宇野 勉 (1977) 噴火湾産養殖ホタテガイの成長と成分、軟体部歩留りの変化について 北水試月報 34 (11) 1-11
- 3) 坂本正勝 (1982) 昭和56年度稚内水試事業成績書 112-118
- 4) Kenji HAYASHI (1986) Seasonal Changes in Eicosapentaenoic Acid Content of Hepatopancreas of Scallop *Patinopecten yessoensis*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 52 (9): 1559-1563
- 5) 中川義彦・丸 邦義・清河 進 (1973) サロマ湖産養殖ホタテガイの軟体部の肥満とグリコーゲン量の季節的变化について 北水試月報 31 (10) 13-21
- 6) 中川義彦・林 賢治 (1978) サロマ湖産養殖ホタテガイの脂質含量の季節的变化について 北水試月報 35 (9) 58-66
- 7) FOLCH, J., LEES, M. and SLOANE-STANLEY, G. H. (1975) A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226: 497-510

- 8) 福井作蔵 (1969) 還元糖の定量法 44-75 学会出版センター
- 9) J. CHARLES and M. STEWART (1980) Colorimetric Determination of Phospholipids with Ammonium Ferrothiocyanate. *Anal. Biochem.*, 104 : 10-14
- 10) A. F. PREVOT and F. X. MORDRET (1976) Utilisation des colonnes capillaires de verre pour l'analyse des corps gras par chromatographie en phase gazeuse. *Rev. Fr. Corps Gras*, 23 : 409-423
- 11) 池田静徳 (1981) 魚介類の微量成分 34-35 恒星社厚生閣
- 12) 新井健一 (1966) 海産無脊椎動物筋肉中のスクレオチド 日水誌 32 (2) 174-179
- 13) F. E. STONE (1970) Enzymatic deamination of adenosine monophosphate (AMP), adenosine and adenine by salmon, crab and scallop muscle extracts. *J. Food Sci.*, 35 : 565-567
- 14) 大石圭一・飯田 優・吉村彩子 (1970) ホタテガイ閉殻筋のエキシアミノ酸組成と酸可溶性磷 日水誌 36 (12) 1226-1230
- 15) 鴻巣章二・渡辺勝子・郡山 剛・白井隆明・山口勝己 (1988) ホタテガイのエキス成分とオミッシンテストによる呈味成分の同定 日食工誌 35 (4) 252-258
- 16) 丸 邦義・小原昭雄 (1973) ホタテガイ *Patinopecten yessoensis* (JAY) の生態に関する研究 北水試報 15 23-32
- 17) 川合祐史 (1986) 昭和60年度網走水試事業報告書 299-307
- 18) Kanji TAKAHASHI and Katsuyoshi MORI (1971) Seasonal Variations in the Metabolism of Lipids and Glycogen in the Scallop, *Patinopecten yessoensis* (JAY). I. *Tohoku J. Agr. Res.*, 22 (2) 114-125
- 19) N.R. JONES (1959) The free Amino-Acids of Fish. III. Fresh Skeletal Muscle from Lemon Sole (*Pleuronectes microcephalus*). *J. Sci. Food Agric.*, 10 : 282-286
- 20) 林 賢治・山田 実 (1975) 貝類の脂質 V. ホタテガイの組成脂肪酸について 北大水産彙報 26 182-191
- 21) Masaaki KODAMA and Takehiko OGATA (1983) Acrylic Acid, as an Antibacterial Substance in Scallop. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 49 (7) 1103-1107

養殖マコンブの各部位における成分の季節変化

福 士 暁 彦

(北海道立函館水産試験場)

Seasonal variations of components in different parts of cultivated Japanese kelp (*Laminaria japonica*)

Akihiko FUKUSHI

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

The seasonal variations of chemical components in the blade, stipe and holdfast of Japanese kelp (*Laminaria japonica*) cultivated at Minami-kayabe, southern Hokkaido, were examined. In every part, the mannitol increased and the ash decreased from May or June, although both contents in the blade showed the most marked seasonal changes. The stipe and holdfast also contained the crude fibers at higher rates than did the blade and the crude alginic acid content was highest in the stipe. Although the crude protein content decreased slightly in every part from March to August, the degree of change was the biggest in the blade. The iodine content was fairly high both in the holdfast and stipe but remained at a low level in the blade.

緒 言

コンブの葉状部における成分の季節変化に関しては数多くの報告がある。しかし、茎状部（根昆布）やほとんど利用されていない付着器の成分については断片的な知見しか得られていないのが現状で、部位別における成分の比較および季節変化に関する報告はみられない。こうしたことから、未利用資源の原料特性としての基礎的データの集積を目的として、養殖マコンブを葉状部、茎状部および付着器の3部位に分け、各部位における灰分、マンニトール、粗繊維、粗アルギン酸、粗蛋白質およびヨードの季節変化について調べ、若干の知見を得たので報告する。

本報告にあたり、本文の御校閲を賜った北海道立工業技術センター所長辻野 勇博士に深謝する。また試料を提供していただいた南茅部町水産課佐藤洋一氏および試料採取に御協力をいただいた渡島東部地区水産技術普及指導所諸氏に御礼申し上げる。

材料および方法

1986年3月7日、5月13日、6月16日、7月15日および8月18日に、北海道南部、南茅部産の促成養殖マコンブ (*L. japonica*) を試料として採取した。採取後、直ちに当水産試験場に搬入し、葉状部、茎状部および付着器の3部位 (Fig.1) に分けて、約40℃で熱風乾燥後、各部位ごとに均一となるように粉碎し試料とした。

灰分¹⁾ : 550℃にて灰化・恒量とし、その残査を灰分とした。

マンニトール : 過ヨウ素酸で滴定するCAMERON²⁾に準じたLARSEN³⁾の方法。

粗蛋白質 : ケルダール法⁴⁾で全窒素を求め、6.25倍した。

粗繊維⁵⁾ : 希酸、希アルカリと煮沸して、不溶性の残渣を粗繊維とした。

粗アルギン酸⁶⁾ : 1%Na₂CO₃で抽出し、塩酸を加えて沈澱させる重量法。

ヨード : アルカリ灰化・溶融による容量法³⁾。

なお、本報告における成分含量は無水物量として示した。

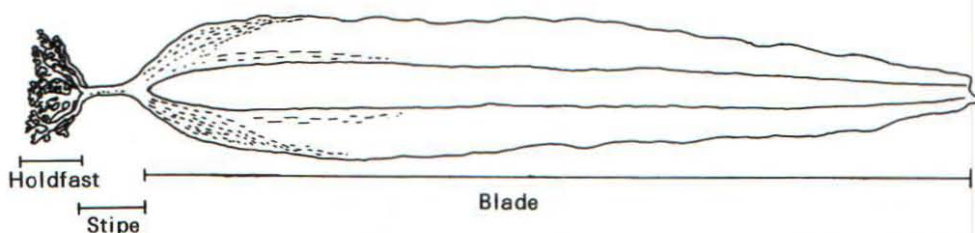


Fig. 1. Sampling parts of cultivated Japanese kelp (*Laminaria japonica*).

結 果

灰分およびマンニトール

各部位とも灰分とマンニトールの季節変化は逆の関係を示した。葉状部におけるマンニトール含量は5～6月以降急増し、8月には約46%となったのに対し、灰分含量は5月の約50%から急減した。一方、茎状部と付着器における同時期以降の両成分の変化は葉状部より小さく、両部位におけるマンニトール含量は、5～6月以降緩やかに増加し、8月にはそれぞれ約18%、約9%となったのに対し、灰分含量はそれぞれ5月の約45%、約53%から緩やかに減少した (Figs.2,3)。

粗繊維

各部位とも季節変化はほとんどなく、部位間の成分差も小さかった。しかし、茎状部と付着器における粗繊維含量は葉状部よりわずかに高かった (Fig.4)。

粗アルギン酸

葉状部と付着器における粗アルギン酸含量は季節を通して約20%前後であるのに対し、茎状部では、緩やかに増加し5月以降は30%を超え、季節を通して粗アルギン酸含量は他部位より高かった (Fig.5)。

粗蛋白質

各部位とも粗蛋白質含量は季節とともにわずかに減少する傾向を示した。しかし、葉状部における粗蛋白質含量の変化は茎状部と付着器よりわずかに大きかった (Fig.6)。

ヨード

茎状部と付着器におけるヨード含量は季節を通して葉状部より高かった。すなわち、葉状部と茎状部に

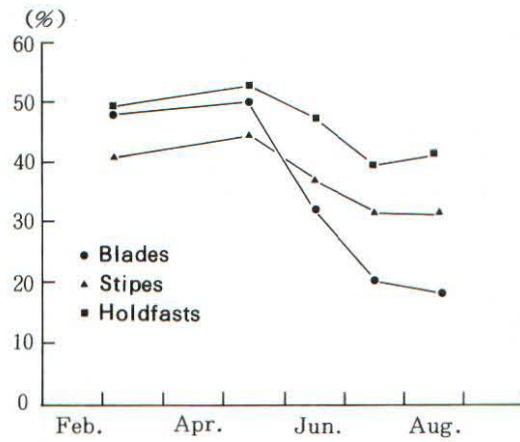


Fig. 2. Seasonal variation in ash content of dry matter.
The same symbols apply to Figs. 3-7.

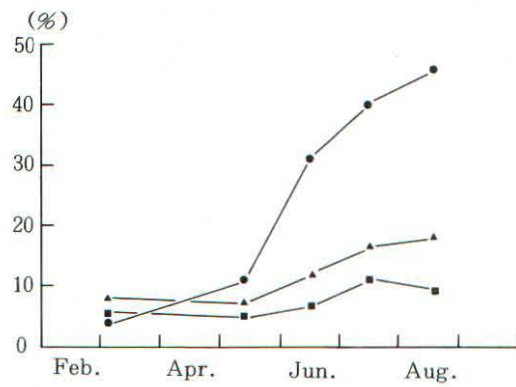


Fig. 3. Seasonal variation in mannitol content of dry matter.

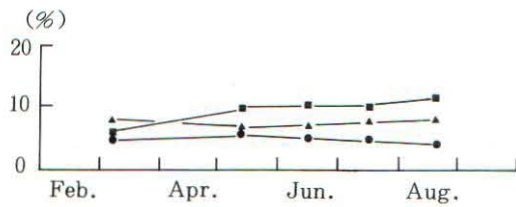


Fig. 4. Seasonal variation in crude fiber content of dry matter.

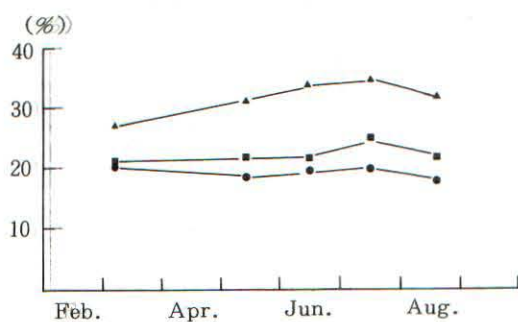


Fig. 5. Seasonal variation in crude alginic acid content of dry matter.

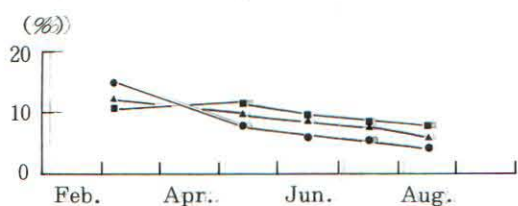


Fig. 6. Seasonal variation in crude protein content of dry matter.

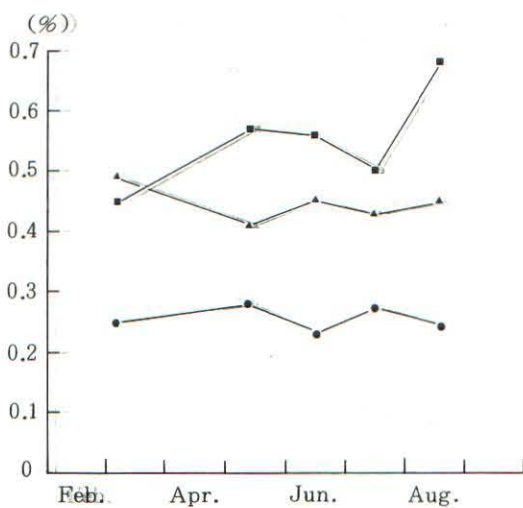


Fig. 7. Seasonal variation in iodine content of dry matter.

おけるヨード含量は、季節を通してそれぞれ、0.25%および 0.45%前後で、季節変化が小さかったのに対し、付着器におけるヨード含量は季節とともにわずかに増加する傾向を示し、3月の約0.45%から8月には約0.68%となった。また、3～8月における各部位の含有量を比べると、茎状部と付着器では、それぞれ葉状部の約1.9倍および約1.9～2.8倍であった (Fig.7)。

考 察

各部位における灰分、マンニトール、粗繊維、粗アルギン酸および粗蛋白質含量の合計 (3～8月の平均) は葉状部で約95%、茎状部で約98%および付着器で約96%であった。また一般的に、マコブ葉状部の粗脂肪含量は約1～2%で、かつ季節変化がほとんどないことを考慮すると、茎状部と付着器における粗脂肪含量も低く、かつ季節変化も葉状部同様ほとんどないものと推察される。

葉状部における成分の季節変化に関する報告は数多くみられる。たとえば、おなじ南茅部産促成養殖マコブを試料とした辻野⁷⁾および佐々木ら⁸⁾の報告と比較すると、灰分、マンニトール、粗蛋白質、粗アルギン酸および粗繊維の季節変化の傾向は本試験の結果と同様である。また本試験の結果、ヨードの季節変化は小さかったが、佐々木ら⁸⁾の報告では、葉状部におけるヨード含量は4～5月までは減少、6月以降増加しており、季節変化の傾向は本試験の結果と異なった。

安達ら⁹⁾はマコブを先端部、葉部および柄部に分けてヨードの分析を行いそれぞれ2368.5ppm、576.0ppm および1299.9ppm と報告している。先端部を除けば、葉部より柄部におけるヨード含量が高い (Stipe/Blade=2.3) という結果は本試験の結果と同様である。奥村ら¹⁰⁾はマコブ葉体中の全窒素の分布について調べ、もっとも多量に含有されている部分は根昆布 (茎状部) ではなく基部および中央部の中心であると述べている。しかし、先端から根元に近づくにつれて増加し、茎状部において、全窒素含量 ($\times 6.25$ = 粗蛋白質含量) が葉状部よりわずかに高いという点において本試験の結果と同様である。鈴木¹¹⁾は天然マコブ (July 1945) を葉体上部、葉体中部、葉体下部および基部 (茎状部+付着器) に分けて、成分の違いを比較検討している。基部における粗蛋白質と粗アルギン酸含量は葉体よりも高く、マンニトール含量が低いという結果は本試験の結果と同様である。KAIN¹²⁾はコブ属の *L. hyperborea* の葉状部と茎状部における成分の季節変化について既知の報告をまとめて述べている。すなわち、*L. hyperborea* の葉状部と茎状部においても、灰分とマンニトールの季節変化は逆の関係を示し、茎状部における身入り時期のマンニトールの成分変化は葉状部より小さく、その含量も葉状部より低い。また、蛋白質の季節変化も茎状部は葉状部より小さい。さらに、アルギン酸、繊維およびヨード含量は茎状部の方が葉状部より高い点が本試験の結果と同様である。

本試験の結果、各種栄養塩類の取りこみ、光合成および種族継承のための生殖細胞の形成等を役割とする葉状部¹³⁾に比べ藻体の支持または固着を主たる役割とする茎状部と付着器¹³⁾は、藻体の身入りが活発となる5～6月以降、貯蔵物質であるマンニトールの季節変化が小さく、その含量も低かった。しかし、同時期以降の灰分含量は逆に両部位とも葉状部より高かった。また、光合成等代謝に直接関与しないと考えられる茎状部と付着器において、マンニトールが葉状部と同様な季節変化を示したのは、その生理 (光合成産物の移動等) と密接な関係があるものと推察される。さらに、各部位とも季節とともに粗蛋白質含量がわずかに減少したのは、炭水化物の増加に伴う相対的な減少と考えられ、葉状部における粗蛋白質含量の変化が他部位より大きかったのも、マンニトール含量の急増によるものと考えられる。

アルギン酸は葉状部において、物理的強度に関与していると考えられる。一方、本試験の結果、茎状部における粗アルギン酸含量は季節を通して葉状部より高く、さらに、葉状部と付着器における粗繊維含量も季節を通して葉状部よりわずかに高かったのは葉状部を支え、固着するという役割、機能に基づいたものと考えられる。また、HAUGら¹⁴⁾や STOCKTONら¹⁵⁾が報告しているように、褐藻類のアルギン酸の性状や構造 (D-マンウロン酸とL-グルウロン酸の比や配列など) は部位、季節および種により異なる。このため、この点については今後、十分に研究されるべきであると考えられる。

コンブの生長は基部の生長点で活発に行われる。北爪¹⁶⁾や熊谷¹⁷⁾はコンブ葉体のヒ素の分布について調べ、ヒ素が葉柄(生長点付近)に多いという結果からヒ素が生長や代謝に関与していると述べている。本試験の結果、茎状部(生長点付近)と付着器におけるヨード含量は、葉状部より季節を通して高かった。また鈴木¹¹⁾は、葉状部におけるヨード含量とマンニトール含量は、ともに春先に少なく夏にかけて増加したと報告している。これらのことから、無機・有機成分とコンブの生長、代謝との関係のほか、無機成分の偏在さらにその存在形態の究明についても重要であると考えられる。

コンブ類の葉体は一部の種を除き明らかに根、茎、葉と呼ばれる部分に区分されるが、陸上の植物のようにそれぞれの機能に応じた内部組織を備えておらず、解剖学的にはどの部分も同じで器官と呼び得る構造は見られない¹³⁾。しかし、各部位における成分の季節変化の相違はその生理、機能上の違いに基づいたものと考えられ、また各部位における成分の季節変化の相違を、未利用資源の有効利用という面からみると、たとえば、現在ほとんど利用されていない付着器におけるヨード含量が季節を通して他部位より高いという結果から食品、飼料、肥料等への積極的な利用のほか、付着器と茎状部(根昆布)における活性物質の検索等、今後充分に研究される必要があると考える。

要 約

1986年(3~8月)の北海道南部、南茅部産促成養殖マコンブを用いて、葉状部、茎状部および付着器の3部位に分け、灰分、マンニトール、粗繊維、粗アルギン酸、粗蛋白質およびヨードの季節変化について調べた。

1. 各部位とも5~6月以降、マンニトール含量は増加、灰分含量は減少し、季節変化は逆の関係を示した。しかし、各部位における5~6月以降の両成分の変化は葉状部、茎状部、付着器の順に大きかった。
2. 各部位とも粗繊維の季節変化はほとんどなく、その含量は付着器、茎状部、葉状部の順に高かった。
3. 茎状部と付着器における粗アルギン酸含量は季節を通して葉状部より高く、特に茎状部における粗アルギン酸含量は他部位より高かった。
4. 粗蛋白質含量は各部位とも季節とともにわずかに減少した。しかし、その成分変化は葉状部で一番大きかった。
5. 葉状部と茎状部におけるヨードの季節変化は小さかったが、付着器では季節とともにわずかに増加する傾向を示した。また、ヨード含量は季節を通して付着器、茎状部、葉状部の順に高かった。

文 献

- 1) 岩尾裕之(1969) 食品分析ハンドブック(小原哲二郎・鈴木隆雄・岩尾裕之編) 248-249 建帛社
- 2) CAMERON, M.C., ROSS, A.G. and PERCIVAL, E.G.V. (1948) Methods for the routine estimation of mannitol, alginic acid, and combined fucose in seawoods. *J. Soc. Chem.*, 67: 161-164
- 3) LARSEN, B. (1978) *Handbook of Phycological Methods* (Hellebust, J.A. and Craigie, J. S., ed). 181-188. Cambridge Univ. Press, London.
- 4) 堤 忠一・平 宏和(1969) 食品分析ハンドブック(小原哲二郎・鈴木隆雄・岩尾裕之編) 35-38 建帛社
- 5) 岩尾裕之(1969) 食品分析ハンドブック(小原哲二郎・鈴木隆雄・岩尾裕之編) 246-247 建帛社

- 6) 船岡輝幸・坂本正勝・佐藤照彦(1974) コンブの利用加工試験 第2報 天然・促成・養殖マコンブの品質の比較について 北水試月報 31(9) 3-15
- 7) 辻野 勇(1984) 寒海系大型海藻の化学組成の種及び季節による差異 昭和58年度研究報告 134-135 農林水産技術会議事務局
- 8) 佐々木政則・船岡輝幸・福見 徹(1980) (1) 南茅部産促成マコンブについての調査 昭和55年度北海道立函館水産試験場事業報告書 105-125
- 9) 安達修一・松江睦子・川井英雄・細貝祐太郎・二宮隆博・岡田太郎(1978) 海藻中のヒ素, セレン, フッ素およびヨウ素含有量について 食衛誌 19(5) 491-495
- 10) 奥村彩子・田村祐子・大石圭一・村田喜一(1962) 昆布の品質-V. 昆布葉体の厚みと全窒素との分布 日水誌 28(11) 1123-1127
- 11) 鈴木 昇(1952) 褐藻類の成分に関する研究 北大水産彙報 3(1) 68-72
- 12) KAIN, J. M. (1971) Synopsis of biological data on *Laminaria hyperborea*. FAO Fish. Synop., 87: 71-77
- 13) 川嶋昭二(1986) 海洋と生物 8(6) 448-453 生物研究社
- 14) HAUG, A., LARSEN, B. and SMIDSØD, O. (1974) Uronic acid sequence in alginate from different sources. Carbohydr. Res., 32: 217-225
- 15) STOCKTON, B., EVANS, L. V., MORRIS, E. R., POWELL, D. A. and REES, D. A. (1980) Alginate Block Structure in *Laminaria digitata*: Implications for Holdfast Attachment. Bot. Mar., 23: 563-567
- 16) 北爪博彦・大石圭一(1987) 昆布葉体中のヒ素の分布 北大水産彙報 38(2) 156-164
- 17) 熊谷昌士・福島雄二(1982) 数種コンブ葉体中のヒ素の分布 日水誌 47(2) 251-254

水産物を原料とした
エクストルージョン・クッキング
第2報 マイワシを用いた押し出し物の加工適性*

北 川 雅 彦・西 紘 平**
(北海道釧路水産試験場)

Studies on the extrusion cooking of marine products
II. Characteristics of sardine extrudates

Masahiko KITAGAWA and Kouhei NISHI **
*Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station,
Kushiro, Hokkaido 085, Japan*

The effects of pre-extrusion addition of NaCl and/or sucrose (granulated sugar) to the mixture of defatted sardine protein (marine beef) and defatted soy protein (DSP) at the ratio of 80:20 and immersing extrudates into various solution were studied in relation to water absorbing ratio, concentrations of NaCl and sucrose, penetration, and fracture strength. Penetration and fracture strength of extrudates were compared with those of roast chicken, roast pork and imitation crab leg. The extruder used in this study was a twin-screw, fully intermeshing type (KOBELCO TCV-50L, L/D=24). It was equipped with a long nozzle die for cooling and was operated at 50 rpm, within 129~171°C.

Extrudates moistured to 60% and 65%, respectively, without NaCl or sucrose were immersed in water; 1%, 3% NaCl solution; 2%, 5% sucrose solution; and 2% NaCl-5% sucrose solution. The extrudates moistured to 65% along with 1% and 3% NaCl, and 1% NaCl-3% sucrose, respectively, were immersed in water. The one with no NaCl or sucrose was retorted with water. 1% NaCl-3% sucrose solution, 3% beef extracted solution, soy sauce, and ketchup.

Water absorbing ratio, penetration and fracture strength, and concentration of NaCl and sucrose in extrudates were measured at 0, 1, 3, 5, and 22 hours. Penetration and fracture strength were low in extrudates moistured to 65% and those with addition of 1% NaCl and 3% sucrose. Lengthwise fracture strength to the direction of extrusion was less than

* 日本水産学会 昭和62年度秋季大会(昭和62年10月5日、函館市)で口頭発表した。

** 現 北海道立中央水産試験場

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

widthwise f.s. in every extrudate. The results of fracture strength measurements and SEM (scanning electron microscopy) observations showed that extrudates had fibrous structure which ran along the direction of extrusion.

Remarkable increase of water absorbing ratio and decrease of penetration and fracture strength were observed in water, 2% and 5% sucrose solution. Concentrations of NaCl and sucrose in extrudates became half of those of the immersing solutions after 22 hours. Retorting of extrudates contributed to improvement of texture except for the cases of soy sauce and ketchup.

These results suggested that seasonings such as NaCl and sucrose should be added pre-extrusion to obtain a certain final concentration in extrudates. Retorting and pre-extrusion addition of water or seasonings were found to improve texture of extrudates.

ま え が き

前報¹⁾では、マイワシ脱水脱脂肉と脱脂大豆タンパクを原料としてエクストルージョン・クッキングを行い、得られた押し出し物の性状について報告した。これら押し出し物は、押し出し方向に繊維性をもつ組織化物であることがわかったが、食品として見た場合、歯応えが強すぎるなど満足できる食感ではなかった。したがって、加工食品としての最終製品を得るためには、これらに何等かの処理を加える必要がある。

今回は、その基礎的な知見を得るため、押し出し物を水、食塩水、蔗糖液に浸漬し、それらに対する復水性と浸透性、また、食塩、蔗糖を含んだ押し出し物の水戻しによる食塩、蔗糖の浸出性、さらにそれらの処理に伴う物性の変化を吸水率との関係について検討したので報告する。また、押し出し物のレトルト食品を数種類、試作した結果についても報告する。

実 験 方 法

1. 原料および試料の調製

イワシ粉末脱水脱脂タンパク質（商品名：マリンビーフ80M、日本粉砕機製）と脱脂大豆タンパク質（商品名：ソルビー #600、日清製油機製）を8：2に混合したものを基本とし、フードカッターにより水分調整、添加物混合を行い原料5種を調製し、エクストルージョン・クッキングに供した。Table 1に原料の配合割合を示した。

Table 1. Composition of raw materials for extrusion cooking.

Raw material*1 no.	Moisture (%)	Seasonings (%)	
		NaCl	Sucrose
1	60	—	—
2	65	—	—
3	65	1	—
4	65	3	—
5	65	1	3

*1: Raw materials were the mixture of marine beef and DSP at ratio of 80:20.

原料1～5から得られた押し出し物を各々試料1～5とし、これらを35mm四方の大きさに分割した。試料1、2は各々5倍容の水、1%および3%食塩水、2%および5%蔗糖（グラニュー糖）液、2%食塩－5%蔗糖液に浸漬し、一定時間ごとに吸水率、針入度、破断強度、食塩および蔗糖の浸入量を測定した。試料3、4、5は5倍容の水に浸漬し、一定時間ごとに吸水率、針入度、破断強度、食塩および蔗糖の残存量を測定した。また、試料2からレトルト試作品を製造した。レトルト調理液は、水、1%食塩－3%蔗糖液、3%ビーフエキス液、醤油希釈液（7倍希釈、以下、醤油と略す）、ケチャップの5種類を用い、試料30gに対して50mlを加えた。

2. エクストルージョン・クッキング

使用したエクストルージダは、㈱神戸製鋼所 食品用2軸押し出し機TCV-50L型（ $L/D=24$ 、 D （スクリー直径）=50mm）で、冷却ロングノズルダイは全長500mm、出口幅35mmのものを使用し、出口の厚さを5mmに調整した。

スクリーおよびニーディングディスクの組み合わせをFig. 1に、またエクストルージョン・クッキングの条件をTable 2に示した。

3. 分析方法

水分：常圧加熱乾燥法（105℃）により測定した。

吸水率：溶液浸漬による重量変化を測定し、その変化量を浸漬前の重量に対する百分率として表した。

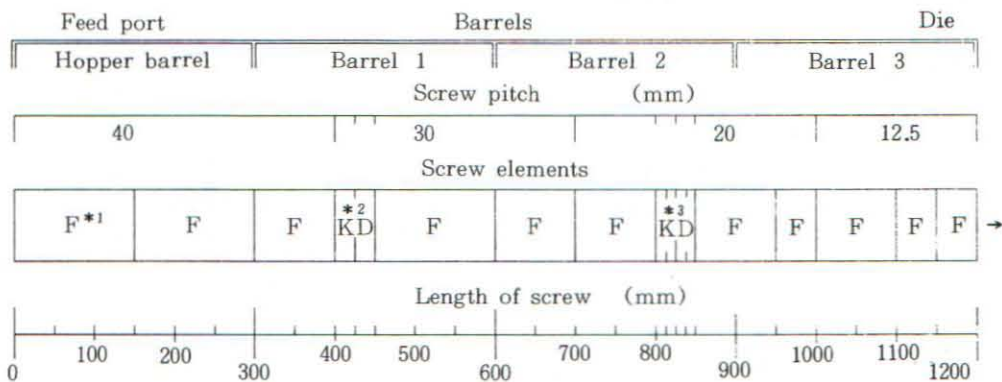
食塩濃度：硝酸銀滴定法により測定した。

糖濃度：フェノール硫酸法²⁾により測定した。

針入度および破断強度：フドー工業㈱製レオメータにて、針入度は3mmφニードル型ブランジャー、破断強度は歯形押棒Bを用い、試料台移動速度20mm/min.、室温で測定した。試料の大きさは35mm×5mmとし、破断強度測定においてはこの大きさで、押し出し方向に対して横断（垂直）方向と縦断（平行）方向の2種類を調製した。

電子顕微鏡観察：試料は日立HCP-2形臨界点乾燥装置、および日立E101形イオンスパッタにより前処理を行った後、日立S-510形走査電子顕微鏡を用いて行った。

レトルト処理：㈱平山製作所 LM-42A小型簡易レトルト殺菌器を用い、110℃、30分にて行った。



*1 F; Forward screw element

*2 KD; Kneading disk element (25mm thick disk × 2)

*3 KD; Kneading disk element (12.5mm thick disk × 4)

Fig. 1. Combination of screw elements.

Table 2. Condition of extrusion cooking.

Extrudate no.	Temperature (°C)								Pressure(kg/cm ²)				Raw material no.
	HB*1	B1*2	Barrels and dies			Materials			B3	DH			
			B2	B3	DH*3	D1*4	D2		B2	B3	DH		
Initial*5	18	145	160	170	112	86	73	—	—	—	0	0	—
1	22	129	159	171	121	94	87	146	169	146	19	14	1
2	22	151	162	162	124	102	96	154	160	142	6	4	2
3	22	152	164	167	115	95	89	156	167	143	6	5	3
4	22	152	162	171	122	103	101	156	166	142	8	4	4
5	22	130	163	171	122	97	94	155	170	142	8	8	5

*1 HB: Hopper barrel

*2 B: Barrel with heater and cooler

*3 DH: Die holder

*4 D: Die

*5 Initial: Initial extrusion condition.

Note: Hopper barrel and long nozzle die were being cooled with water, and the speed of screw rotation was set at 50 rpm.

結果および考察

いずれの原料を用いても、エクストルーダの運転状態は安定しており、押し出し物の突出等は見られなかった。

Fig. 2 に、試料の押し出し方向に対する横断方向、縦断方向、横断面、縦断面、および薄膜平面の位置関係を示した。Plate 1 に各々試料 1 の横断面、縦断面の電子顕微鏡（以下、SEM と略す。）写真を示した。Plate 2 に各々試料 2 の横断面、縦断面の SEM 写真を、Plate 3 に各々試料 4、5 の縦断面の SEM 写真を、Plate 4 に試料 1 の薄膜平面の SEM 写真を示した。これらから、いずれの試料も、前報¹⁾と同様な押し出し方向に沿った繊維構造を持つ薄膜積層集合体であることがわかった。水分の違いや添加物の有無による組織構造の変化は見られなかった。

Plate 5 にローストチキンの筋束縦断面の SEM 写真を示した。筋束が一定方向に沿っており、積層するような形で集合しているのが観察された。ローストチキンのように加熱処理した鶏肉を手でむると、この筋束に沿って肉が剥がれてくる。一方、押し出し物を手でむると、押し出し方向に沿って裂ける傾向にあり、鶏肉の場合とよく似ていた。これは押し出し物が、SEM 写真でも観察されたように、鶏肉の組織構造と似ているためと推測された。

Table 3 に試料 1～5 の一般成分、およびそれらと市販品の物性を示した。試料と原料の水分には、ほとんど差が見られなかった。針入度は水分の高い試料 2、3、4、5 で低い値を示し、同じ水分の試料では食塩、蔗糖、およびそれらの混合物を加えることにより低くなる傾向を示した。破断強度においても、試料 3 の横断方向で高い値を示した以外は、針入度の場合と同様な傾向が見られた。市販品においては、明らかな方向性、組織性をもつローストチキン、蟹足かまぼこ、焼豚では、横断方向と縦断方向の破断強度（以下、それぞれ横断力、縦断力と略す。）に著しい差が見られた。試料 1～5 についても、これら市販品ほど著しくはないが横断力、縦断力の間に差が認められた。以上から、試料 1～5 は押し出し方向に沿った繊維性をもった組織化物であることがわかった。

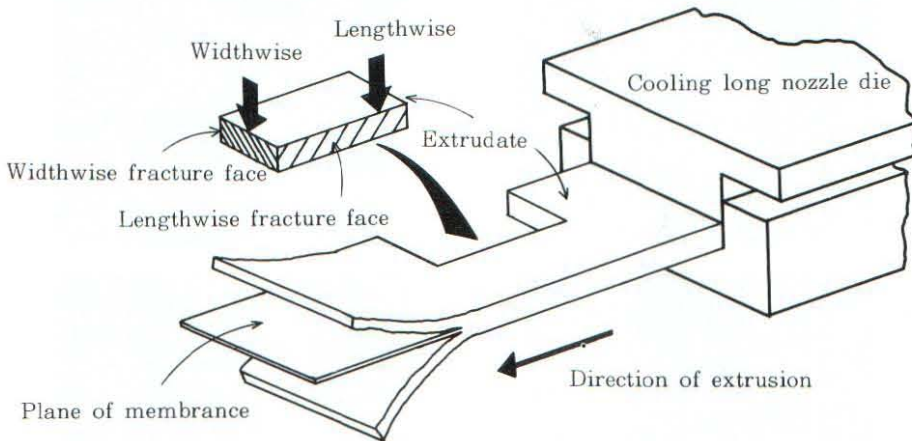


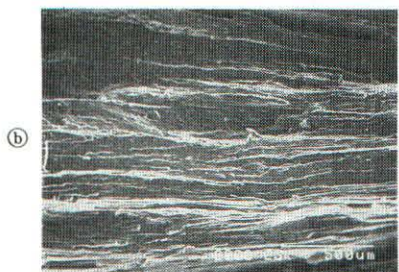
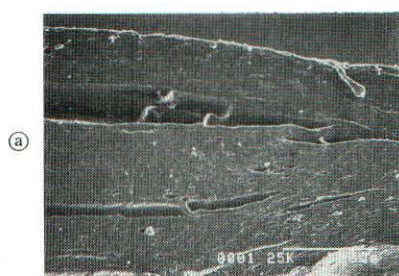
Fig. 2. Fracture strength directions and faces to the direction of extrusion.

Table 3. Moisture and protein content of extrudates, and penetration and fracture strength of extrudates, roast chicken, roast pork, and imitation crab leg.

Extrudate no.	Moisture (%)	Protein (%)	Penetration (g)	Fracture strength (g)		Raw material no.
				Widthwise	Lengthwise	
1	59.5	37.2	545	1256	1212	1
2	64.9	32.4	331	933	856	2
3	64.8	31.5	303	1218	794	3
4	64.4	30.4	215	404	353	4
5	65.8	30.1	172	434	374	5
Roast chicken	—	—	155	2740	146	—
Roast pork	—	—	145	320	195	—
Imitation crab leg *1	—	—	36	660	53	—

*1: Texturized kāmaboko in a shape of crab leg.

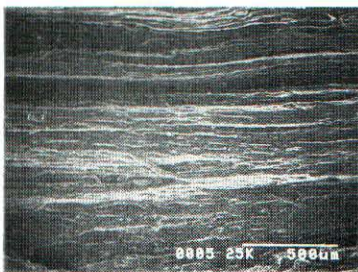
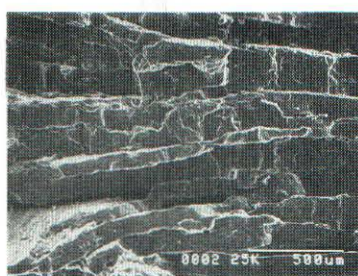
Fig. 3、Fig. 4 に試料 1 を各溶液に浸漬したときの 1、3、5、22 時間後における吸水率と針入度、および縦断力の関係を示した。浸漬時間の経過に伴い、吸水率は水、2%および 5% 蔗糖液で著しく増加し、22 時間後ではその値はいずれも 70% となった。しかし、1% および 3% 食塩水、2% 食塩—5% 蔗糖液の吸水率は著しい増加は見られず、22 時間後の値は 30~40% であった。吸水率の増加に伴い針入度、縦断力とも減少する傾向を示し、吸水率の高いものほどそれらの値は、顕著に減少した。水、2% および 5% 蔗糖液に浸漬した試料の 22 時間後の針入度、縦断力は、各々浸漬前の約 1/3 となった。それ以外では、このような大幅な減少は見られなかった。また、Fig. 3、Fig. 4 の右図 (B) は左図 (A) を単回帰



Direction of extrusion →

Plate 1. Scanning electron micrographs of extrudate No. 1.

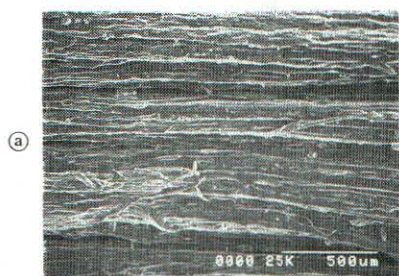
a: Widthwise fracture face (60×).
b: Lengthwise fracture face (60×).



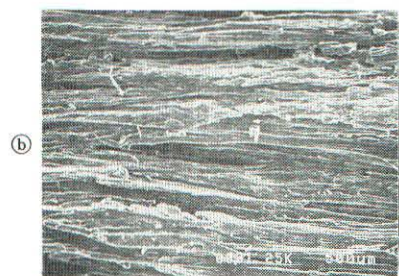
Direction of extrusion →

Plate 2. Scanning electron micrographs of extrudate No. 2.

a: Widthwise fracture face (60×).
b: Lengthwise fracture face (60×).



← Direction of extrusion



← Direction of extrusion

Plate 3. Scanning electron micrographs of lengthwise fracture faces of extrudates.

a: Extrudate No. 4 (60×).
b: Extrudate No. 5 (60×).

Direction of extrusion ↓

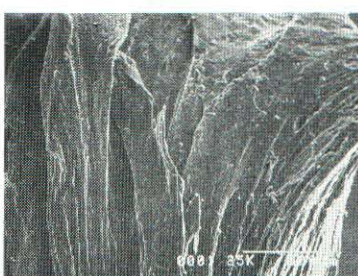


Plate 4. Scanning electron micrograph of plane of membrane of extrudate No. 1 (60×).

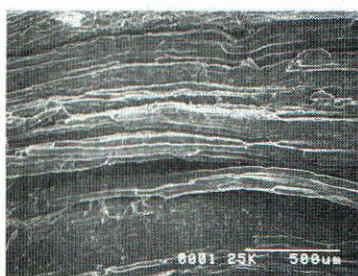


Plate 5. Scanning electron micrograph of lengthwise fracture face of roast chicken (60×).

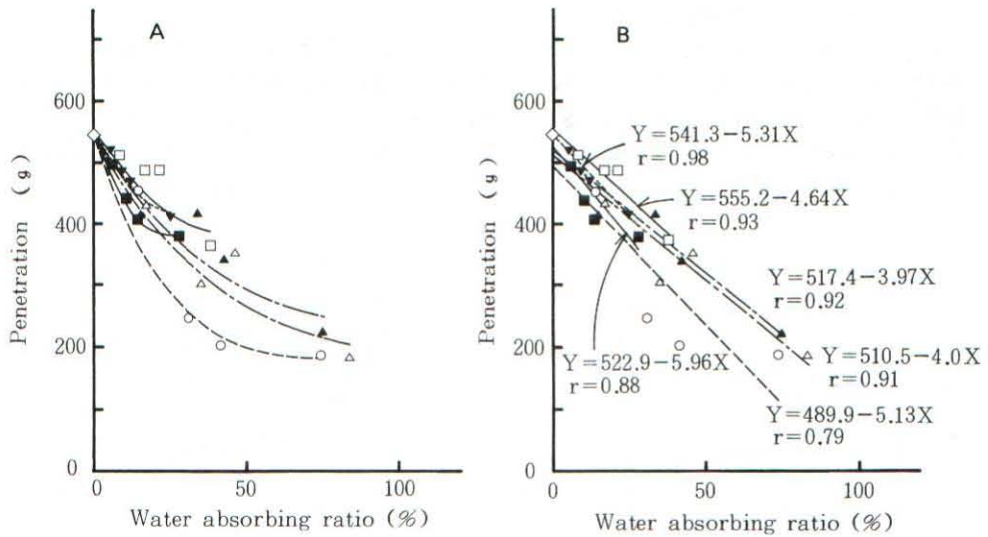


Fig. 3. Effect of immersing extrudate No.1 in various solutions. (A) Penetration vs water absorbing ratio; (B) fitted regression line of (A). Symbols : water, (○—○); 1% NaCl solution, (□—□); 3% NaCl solution, (■—■); 2% sucrose solution, (△—△); 5% sucrose solution, (▲—▲); and 2% NaCl-5% sucrose solution, (▼—▼).

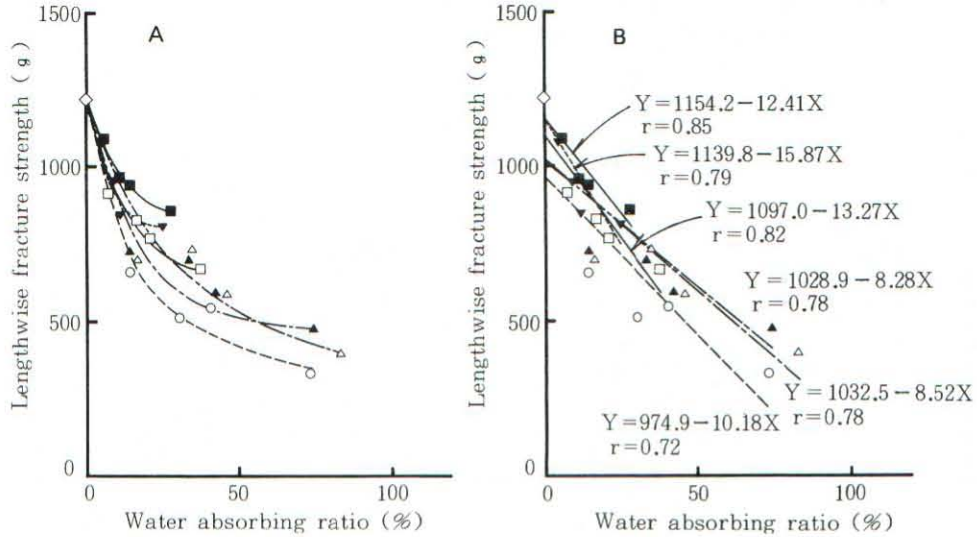


Fig. 4. Effect of immersing extrudate No.1 in various solutions. (A) Lengthwise fracture strength vs water absorbing ratio; (B) fitted regression line of (A). Symbols: water, (○—○); 1% NaCl solution, (□—□); 3% NaCl solution, (■—■); 2% sucrose solution, (△—△); 5% sucrose solution, (▲—▲); and 2% NaCl-5% sucrose solution, (▼—▼).

分析したもので、いずれも負の相関関係が認められた。

Fig. 5、Fig. 6 に試料 2 を各溶液に浸漬したときの 1、3、5、22 時間後における吸水率と針入度、および縦断力の関係を示した。試料 1 の場合と同様な変化を示し、吸水率は水、2% および 5% 蔗糖液で顕著な増加が見られ、22 時間後には 90~130% と試料 1 よりも高い値となった。水、2% および 5% 蔗糖液に 22 時間浸漬した試料の針入度、縦断力は、各々浸漬前の約 1/2、約 1/3~1/4 に減少した。また、吸水率と針入度および縦断力のあいだには、試料 1 と同様に負の相関関係が認められた。

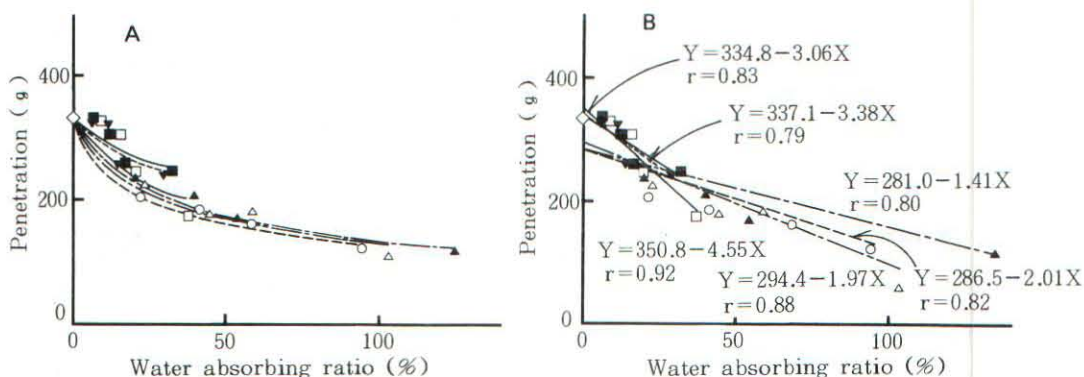


Fig. 5. Effect of immersing extrudate No.2 in various solutions. (A) Penetration vs water absorbing ratio; (B) fitted regression line of (A). Symbols: water, (○—○); 1% NaCl solution, (□—□); 3% NaCl solution, (■—■); 2% sucrose solution, (△—△); 5% sucrose solution, (▲—▲); and 2% NaCl-5% sucrose solution, (▼—▼).

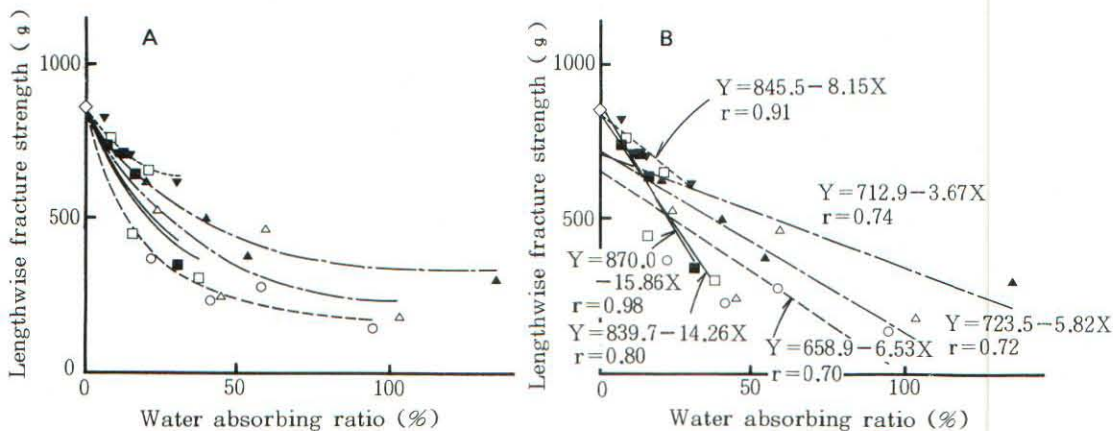


Fig. 6. Effect of immersing extrudate No.2 in various solutions. (A) Lengthwise fracture strength vs water absorbing ratio; (B) fitted regression line of (A). Symbols: water, (○—○); 1% NaCl solution, (□—□); 3% NaCl solution, (■—■); 2% sucrose solution, (△—△); 5% sucrose solution, (▲—▲); and 2% NaCl-5% sucrose solution, (▼—▼).

Fig. 7 に試料 1、2 の吸水率と食塩および蔗糖の浸入量の変化を示した。食塩浸入量は浸漬液濃度の違いによる差が見られた。食塩は、浸漬開始から 5 時間までは急速に浸入していったが、5 時間以後 22 時間までの間では著しい浸入は見られなかった。また、試料 1、2 の間に著しい浸入量の差は見られなかった。22 時間後の試料の食塩濃度は、浸漬液の約半分の濃度となった。蔗糖についても食塩の場合と同じ浸入傾向を示し、22 時間後の試料 1、2 の糖濃度は、浸漬液の半分前後の濃度となった。しかし、2 % 食塩—5 % 蔗糖液では、その濃度は浸漬液濃度の半分よりもかなり低くなった。

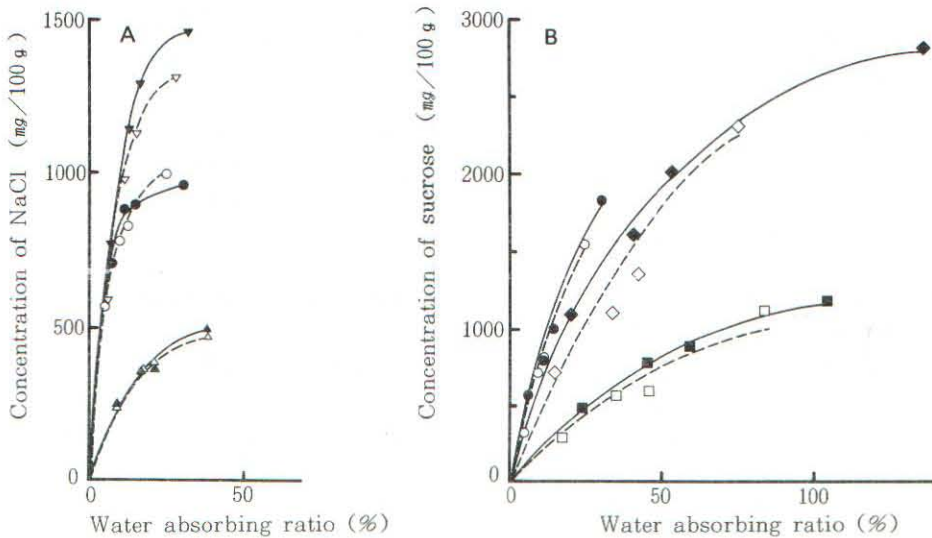


Fig. 7. Concentration of NaCl (A) and sucrose (B) vs water absorbing ratio for extrudate No.1 and No.2, respectively. Symbols: extrudate No.1, ($\triangle$ — $\triangle$) and extrudate No.2, ($\blacktriangle$ — $\blacktriangle$) in 1 % NaCl solution; extrudate No.1, (∇ — ∇) and extrudate No.2, ($\blacktriangledown$ — $\blacktriangledown$) in 3 % NaCl solution; extrudate No.1, ($\square$ — $\square$) and extrudate No.2, ($\blacksquare$ — $\blacksquare$) in 2 % sucrose solution; extrudate No.1, ($\diamond$ — $\diamond$) and extrudate No.2, ($\blacklozenge$ — $\blacklozenge$) in 5 % sucrose solution; and extrudate No.1, ($\circ$ — $\circ$) and extrudate No.2, ($\bullet$ — $\bullet$) in 2 % NaCl—5 % sucrose solution.

Fig. 8 および Fig. 9 に試料 3、4、5 を水に浸漬したときの 1、3、5、22 時間における吸水率と針入度、縦断力の関係を示した。22 時間後の試料の吸水率を見ると、試料 5 が最も高い値を示し、22 時間後には 120 % 台となった。また、試料 3、4 では、その値がそれぞれ約 60 %、約 30 % となり、食塩を含有した試料で低い吸水率を示した。22 時間浸漬後の針入度は試料 3、4、5 とともに浸漬前の約 1/2 となった。縦断力は、試料 3、4 で浸漬前の約 1/3、試料 5 で約 1/2 に減少した。いずれの試料とも吸水率と針入度および縦断力の間には、負の相関関係が見られた。

Fig. 10 に試料 3、4、5 の吸水率と食塩、蔗糖の残存量の関係を示した。食塩を 1 % および 3 % 添加した原料から得られた試料 3、4 の食塩濃度は各々 0.98 %、3.7 % であった。また、1 % 食塩—3 % 蔗糖を添加した原料から得られた試料 5 の食塩および蔗糖の濃度は、それぞれ 1.4 %、3.2 % であった。食塩濃度は試料 4、5 で若干高い値となった以外は、エクストルージョン・クッキングによる著しい食塩、蔗糖濃度の増減は見られなかった。押し出し物中の食塩、蔗糖濃度は水に浸漬後、急速に減少したが、5 時

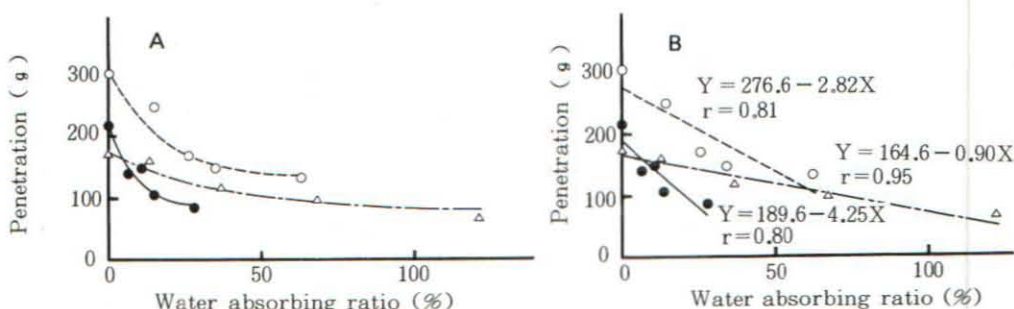


Fig. 8. Effect of immersing extrudates containing NaCl and/or sucrose in water.

(A) Penetration vs water absorbing ratio; (B) fitted regression line of (A). Symbols: extrudate No.3, (○—○); extrudate No.4, (●—●); and extrudate No.5, (△—△).

間以降、緩慢な減少となった。22時間後の試料中の食塩残存量は、いずれの試料とも浸漬前の1/5程度となり、蔗糖残存量は1/3程度となった。

Table 4に試料2から調製したレトルト試作品の水分、吸水率およびこれら試作品と市販品の物性を比較した結果を示した。レトルト処理後の各々の水分は、醤油、ケチャップで対照（レトルト未処理の試料2）よりも低い値となったが、その他では76.6%～82.4%と増加した。針入度では、レトルト調理液が水のもので26gと最も低い値をとったが、これは対照の1/10以下の値であった。次いで、1%食塩-3%蔗糖液、3%ビーフエキス液、醤油、ケチャップの順に低い値を示した。破断強度では、横断力、縦断力とも針入度と比較した場合、値の大小の順位に多少の違いはあるものの、水、1%食塩-3%蔗糖液、3%ビーフエキス液で低値を示し、対照の1/4～1/2程度の値となった。ケチャップでは針入度、破断強度で対照よりも著しく高い値となったが、それはケチャップの試料区分で水分が低くなっていることから、ケチャップによる脱水、酸変性によるものと推測された。

破断強度についてレトルト試作品と市販品を比較すると、水、1%食塩-3%蔗糖液、3%ビーフエキス液で横断力および縦断力とも焼豚に近い値を示した。また、縦断力については1%食塩-3%蔗糖液が174gを示し、ローストチキンの146gに最も近い値をとった。

さらに、これらレトルト試作品に対して官能試験を行った。レトルト処理のものは醤油、ケチャップを除き対照よりも咀嚼しやすく、畜肉に似た食感であると判定された。醤油のものでは対照よりも食感の良いものの、軟らかさに欠けていた。ケチャップのものでは対照よりもかなり硬かったが、ケチャップの味そのものは、この押し出し物に合うものと思われた。

これらの結果から、押し出し物を調味液に浸漬した場合、吸水率の増加に伴いその針入度、破断強度が低下し、食感は軟らかくなるが、浸漬による押し出し物中の食塩や糖濃度は、調味液中のそれらの濃度の半分程度になると推測される。したがって、押し出し物に目的の食塩および糖濃度を付与する場合、エクストルージョン・クッキング後に調味するよりも、原料の段階で調味する方が効果的であると考えられる。また、原料に食塩、糖を添加することは、押し出し物の食感改善方法の一手段として利用できると考えられる。

押し出し物のレトルト処理は、適当な調味料を選択することにより針入度、破断強度を顕著に低下させることができるため、エクストルージョン・クッキング後の2次加工での押し出し物の食感改善方法として利用できると考えられる。

おわりにあたり、試料の調製、運転作業に終始協力下さいました釧路水産試験場非常勤嘱託員の吉田義男氏に深謝申し上げます。

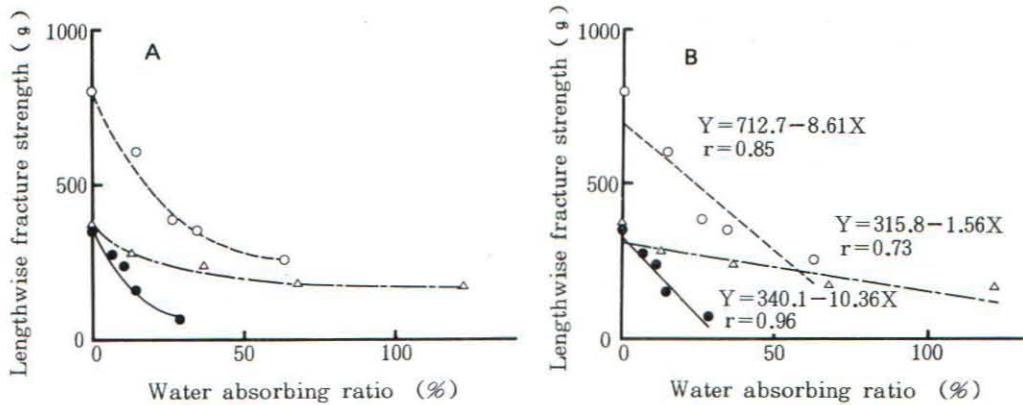


Fig. 9. Effect of immersing extrudates containing NaCl and/or sucrose in water. (A) Lengthwise fracture strength vs water absorbing ratio; (B) fitted regression line of (A). Symbols: extrudate No.3, (○—○); extrudate No.4, (●—●); and extrudate No.5, (△—△).

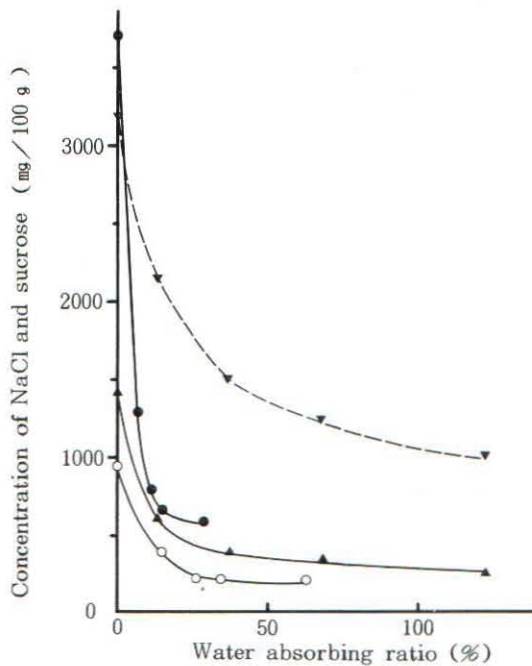


Fig. 10. Concentration of NaCl and/or sucrose remained in extrudate vs water absorbing ratio of extrudate No.3, No.4, and No.5 when immersed in water. Symbols: NaCl concentration of extrudate No.3, (○—○), extrudate No.4, (●—●), extrudate No.5, (▲—▲); and sucrose concentration of extrudate No.5, (▼—▼).

Table 4. Moisture, Water absorbing ratio of retorted extrudates, and comparison of penetration and fracture strength among retorted extrudates, roast chicken, roast pork, and imitation crab leg.

Retort solution ^{*1}	Moisture (%)	Water absorbing ratio (%)	Penetration (g)	Fracture strength (g)	
				Widthwise	Lengthwise
Control ^{*2}	64.9	—	331	933	856
Water	82.4	75.1	26	234	206
1 % NaCl-3 % sucrose	76.6	57.8	86	413	174
3 % beef extracted	78.3	49.2	145	335	255
Soy sauce ^{*3}	62.4	24.4	276	567	443
Ketchup	53.2	-0.1	948	2352	2120
Roast chicken	—	—	155	2740	146
Roast pork	—	—	146	320	195
Imitation crab leg ^{*4}	—	—	36	660	53

*1: 30g of extrudate No.2 was retorted with 50ml of each solution at 110 °C for 1 hour.

*2: Control was extrudate No.2 without retorting.

*3: Deluted with 6 volumes of water.

*4: Texturized kamaboko in a shape of crab leg.

要 約

押し出し物の加工適性の基礎的な知見を得るために、原料に調味料を加えたエクストルージョン・クッキングや、押し出し物の水、食塩水、蔗糖液に対する復水性、浸透性、水戻しによる食塩、蔗糖の浸出性、溶液浸漬に伴う物性の変化、およびレトルト処理による物性の変化について検討した。

1. イワシ粉末脱水脱脂タンパク質（マリンビーフ）と脱脂大豆タンパク質を8：2に混合した原料をエクストルージョン・クッキングに供した。得られた押し出し物は、針入度、破断強度測定、およびSEM観察結果から、押し出し方向に沿った繊維性をもつ組織化物であった。また、原料に食塩、蔗糖、および、それらの混合物を添加した場合でも、同様な結果であった。

2. 針入度および破断強度は、食塩、蔗糖を添加した原料や、水分の高い原料から得られた押し出し物で、低い値を示した。

3. 吸水率は、水分60%、65%の原料から得られた押し出し物とも、食塩水よりも水、蔗糖液で高い値を示し、針入度、破断強度は低い値となる傾向を示した。

4. 食塩水および蔗糖液浸漬による押し出し物への食塩、蔗糖浸入濃度は、外液濃度の約半分となった。

5. 試作したレトルト食品の吸水率は、調理液が水、1%食塩-3%蔗糖液、3%ビーフエキス液、醤油、ケチャップの順に高い値をとり、針入度、破断強度も無処理のものよりも減少した。また、官能的食感も無処理のものに比べて、より畜肉風に改善された。

6. 押し出し物に目的の食塩、糖濃度を付与するには、エクストルージョン・クッキング後に調味するよりも、原料の段階で調味する方が効果的であることがわかった。また、押し出し物の食感の改善には、クッキング原料に対する水分調整、調味料の添加、押し出し物の調味液への浸漬や、レトルト処理が考えられた。

文 献

- 1) 北川雅彦・西 紘平(1987) 水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング 第1報
マイワシを用いたエクストルージョン・クッキングについて 北水試月報 44 (7-9) 151-168
- 2) 福井作蔵(1969) 還元糖の定量法 44-75 学会出版センター

イワシ煮汁の有効利用試験 第4報 天然調味料製造における膜利用の検討*

野 俣 洋・大 堀 忠 志

(北海道立釧路水産試験場)

Utilization of stick water in the manufacturing process of fish meal from Japanese sardine IV. Utilization of ultrafiltration for manufacturing of natural seasoning

Hiroshi NOMATA and Tadashi OHORI
*Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station,
Kushiro, Hokkaido 085, Japan*

In ultrafiltration of stick water in a manufacturing process of fish meal from Japanese sardine, the effects of type of module, concentration of stick water and using protease jointly were studied on flux and composition of permeate.

1) Initial flux of spiral-wound type was higher than those of capillary and tubular type: Initial flux of spiral-wound, capillary and tubular type were about $70 \ell / m^2 \cdot hr$, $30 \ell / m^2 \cdot hr$ and $30 \ell / m^2 \cdot hr$, respectively. However, the fluxes of each type decreased steadily with increasing logarithm of concentration factor.

2) In ultrafiltration by a total circulation under three levels of concentration factor, the fluxes decreased with operating time, and reached steady state in 75 min. The value of flux in steady state was lower in higher concentration factor.

3) The value of flux obtained by using protease jointly was 1.5-2.0 times higher than that of control, and the value and change of flux differed from kinds of protease used.

4) Yields of permeate, free amino acids (FAA) and total amino acids (TAA) obtained by ultrafiltration were increased by using protease jointly, and these amounts for 90 min were 1.5-2.0 times, 1.5-2.5 times and 1.5-3.5 times, respectively, larger than those of control.

* 本報は、日本水産学会昭和63年度春季大会（昭和63年4月3日，東京都）において口頭発表した。
報文番号 A 155 （1988年8月29日受理）

は じ め に

近年、道東沖でのマイワシ漁獲量は高い水準を維持しているが、この95%以上はフィッシュミールに加工されている。フィッシュミールの製造工程では、投入される原料の50%近い煮汁（スティックウォーター）が副生する。このイワシ煮汁は、環境汚染の問題からそのまま投棄することができず、高い濃縮コストをかけてフィッシュミールに再添加されている。筆者らはこのイワシ煮汁から天然調味料を製造する目的で、Fig.1 に示す工程を想定し、種々の検討を行っている。原料となるイワシ煮汁の成分および酵素分解に

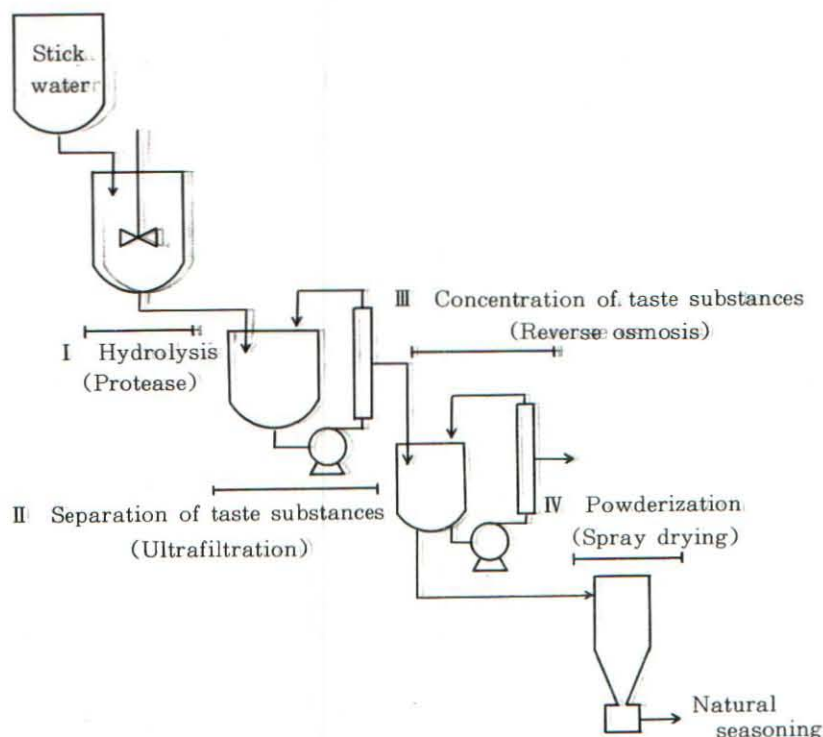


Fig. 1. Schematic flow diagram of manufacturing of natural seasoning from stick water.

用いるタンパク分解酵素については前報^{1,2)}で報告した。また、呈味成分の分離に用いる限外ろ過膜については、材質、分画分子量の異なる12種類の平膜についてイワシ煮汁の限外ろ過を行い、膜材質による透過流束の違いはあまり見られないこと、分画分子量の大きい膜で透過流束が高い傾向を示すが、透過液の分子量分布にはほとんど差がないことを報告している³⁾。

限外ろ過では、膜の劣化やファウリング（膜面汚れ）による機能低下は基本的に避けられず、工業的に限外ろ過を使用する場合には、いかに高い透過流束を長時間維持するかが重要な課題となる⁴⁾。限外ろ過での透過流束は、膜の材質や分画分子量のほかに、膜モジュールの形状や原料の濃縮度合にも影響されると考えられる。そこで本試験では、イワシ煮汁の限外ろ過での、透過流束に対する膜モジュールの形状および原料液の濃縮度合の影響を検討した。また、イワシ煮汁の酵素分解も限外ろ過の効率に影響すると考えられるので、イワシ煮汁の限外ろ過にタンパク分解酵素を併用した場合の透過流束および透過液の成分組成についても合わせて検討し、若干の知見を得たので報告する。

試料および方法

試料の調製: 1986年10月に前報¹⁾と同様にフィッシュミール工場からイワシ煮汁を採取し試料液とした。また、試料液を分画分子量 6,000 の限外ろ過膜を用いて、残液量が $1/2$ および $1/3$ になるまで限外ろ過を行い、残液をそれぞれ2倍濃縮液、3倍濃縮液とした。

限外ろ過膜モジュールおよび限外ろ過装置: 限外ろ過膜モジュールは、膜材質はポリスルホン、分画分子量は 20,000 および 6,000、形状は細管状のキャピラリー型、管状のチューブラー型および膜をスペーサーと流路材に挟んでサンドイッチ状としたシートを巻き上げた形式のスパイラル型の3種で、Table 1に示した4種のものを用いた。限外ろ過装置は原料タンク、高圧ポンプおよび圧力調整バルブから構成されたアルバックサービス社製UT-289型を用いた。そのフローシートをFig.2に示した。膜面での試料

Table 1. Characteristics of UF membrane modules used (from published data)

Modules	Cut-off MW	Type	MM *	Recommended operation range		
				Area	Temperature	pH
NTU 3250 C1R	20,000	Capillary	PS **	0.40 m ²	0 ~ 70°C	2 ~ 12
NTU 3520 P18B	20,000	Tubular	PS	0.76 m ²	0 ~ 60°C	2 ~ 11
NTU 3150 S2	20,000	Spiral-wound	PS	2.0 m ²	0 ~ 40°C	2 ~ 11
S I P 1013	6,000	Capillary	PS	0.20 m ²	0 ~ 80°C	1 ~ 14

* Membrane material

** Polysulfone

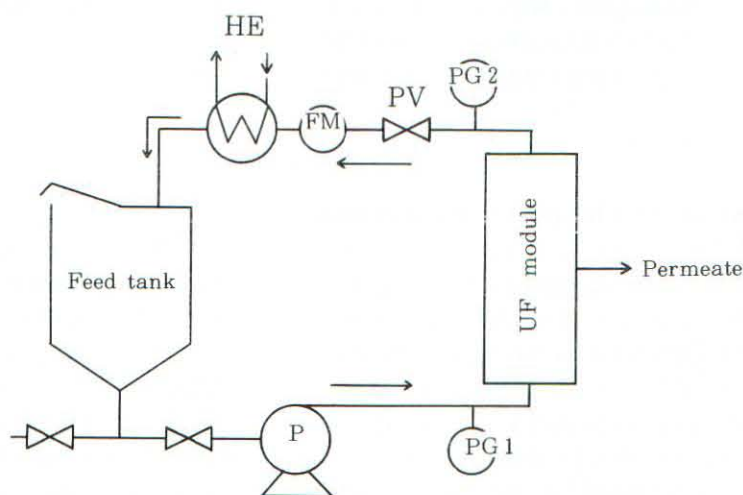


Fig. 2. Schematic flow diagram of ultrafiltration unit.

P, high pressure pump ; PG 1 and PG 2 , pressure gauge ; PV, pressure control valve ; FM, flow meter ; HE, heat exchanger.

液の流速および圧力は、ポンプの回転数および圧力調整バルブにより、また、試料液の温度は熱交換器により調整した。

タンパク分解酵素：前報²⁾で、イワシ煮汁高分子成分の分解率およびその分解液の官能評価により選定した Table 2 に示す 5 種のタンパク分解酵素を用いた。なお、本実験で使用したアミノ M、アミノ A、

Table 2. Characteristics of protease used (from published data)

Proteases	Origin	Optimum pH	Optimum temperature
Amano P	<i>Asp. melleus</i>	7.5 (6.0~9.0)*	45°C (~45°C)
Amano A	<i>Asp. oryzae</i>	7.0 (6.0~10.0)	50°C (~45°C)
S 297	<i>Asp. oryzae</i>	(5.0~8.0)	52~53°C (~50°C)
Amano M	<i>Asp. oryzae</i>	3.0 (3.0~6.0)	50°C (~40°C)
Alcalase	<i>Bac. licheniformis</i>	8.3 (5.0~10.0)	60°C (~60°C)

* Stable range

アミノ P、S297 およびアルカラーゼの各酵素は前報²⁾での酵素番号 No. 1、3、4、8 および 16 に対応する。

限外ろ過の操作条件：操作圧力 1.0kg/cm²、膜面線速 0.2~2.0m/sec および液温 40 ないし 45°C で行った。透過流束は膜面積 1 m²、1 時間当りの透過液量で表した。回分式ろ過は、得られる透過液を外部へ抜き取りながら行い、全循環式ろ過は、得られる透過液を全て原料タンクに戻しながらろ過を行った。限外ろ過に酵素を併用する場合は、試料液 20 l に酵素を 0.1% (w/v) 添加して 90 分間、回分式ろ過を行った。なお、試料液の pH は、酸性に至適 pH のあるアミノ M を使用する場合のみ塩酸を用いて pH 3.0 に調整し、それ以外の場合は試料液の pH (6.3) で行った。

分析方法：全アミノ酸および遊離アミノ酸の測定は前報¹⁾と同様に行った。

結果および考察

1. 透過流束に対する膜形状および原料液濃縮の影響

分画分子量 20,000 のキャピラリー、チューブラーおよびスパイラル型膜モジュールでの、回分式ろ過における試料液の濃縮倍率と透過流束の関係を Fig. 3 に示した。なお、濃縮倍率は原料タンク中の試料液体積の減少から算出した。また、膜面線速は、キャピラリー型とチューブラー型は 1.0m/sec で、スパイラル型は物理的耐性から 0.2m/sec (見掛けの値) でろ過を行った。キャピラリー型とチューブラー型の透過流束は、濃縮倍率の増加に伴ってほぼ同様の変化を示し、ろ過開始初期の約 30 l/m²・hr から 2 倍濃縮時で約 20 l/m²・hr へと暫時低下した。これに対してスパイラル型では初期の透過流束は 70 l/m²・hr 以上と他の 2 種の形状のものよりも高い値を示したが、2 倍濃縮時には約 40 l/m²・hr へと低下し、試料液の濃縮に伴う透過流束の低下は、他の 2 種の形状のものより大きかった。また、各モジュールでの透過流束は、試料液の濃縮倍率の対数に対して、ほぼ直線的に低下した。

分画分子量 20,000 のキャピラリー型モジュールを用い、濃縮度合の異なる試料液について、濃縮変化を伴わない全循環式ろ過における透過流束の経時変化を Fig. 4 に示した。各試料液でろ過開始後、時間経過とともに透過流束は低下したが、いずれも 75 分以降には一定の値に収束する傾向を示した。また、その値は濃縮度合の高い試料液ほど低い値を示した。

限外ろ過における膜モジュールの機能低下は、膜材質の加水分解や圧密化など膜自体の不可逆的な劣化

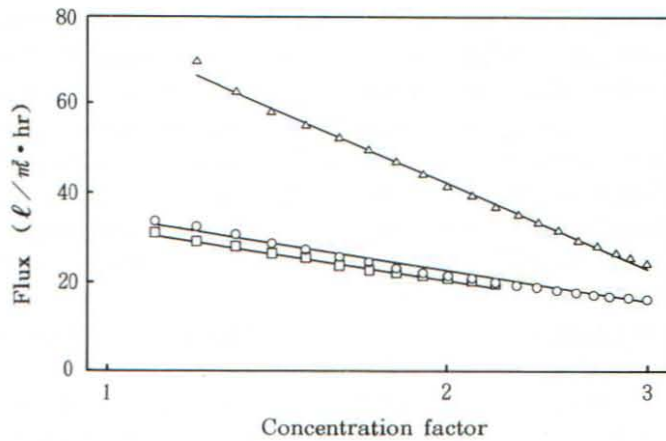


Fig. 3. Effect of type of module on flux in ultrafiltration of stick water.
 ○—○, capillary type (NTU 3250 C1R); □—□, tubular type (NTU 3520 P18B); △—△, spiral-wound type (NTU 3150 S2). Operating conditions: linear velocity, 1.0m/sec (NTU 3150 S2, apparently 0.2m/sec); pressure, 1.0kg/cm²; temperature, 40°C.

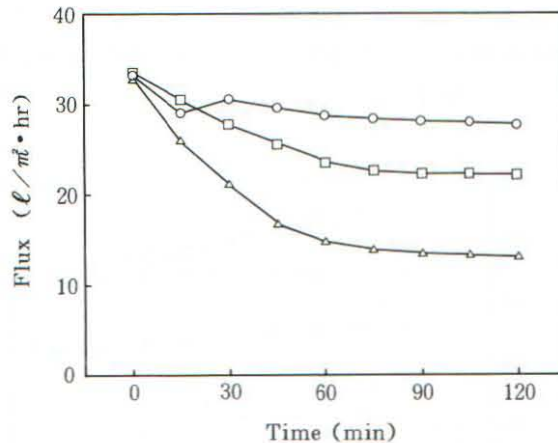


Fig. 4. Changes of flux in ultrafiltration of stick water by a total circulation.
 ○—○, concentration factor (CF) 1.0; □—□, CF 2.0; △—△, CF 3.0. Operating conditions: UF membrane module, NTU 3250 C1R; linear velocity, 1.0m/sec; pressure, 1.0kg/cm²; temperature, 40°C.

やゲル層、吸着層の形成あるいは目詰りなど洗浄により回復するファウリングなどの要因により生じることが知られている⁵⁾。本実験で使用了膜モジュールはいずれも使用後の洗浄により、透過流束が回復していることから、透過流束の低下はファウリングによるものと考えられる。ファウリングによる膜機能の低下現象は一般的に、膜によって阻止された原料液中の溶質が、膜表面に堆積すること（ゲル層の形成）によって生じると考えられており、ゲル層形成による透過流束の低下現象はゲル分極モデルによる定量的な

説明がなされている^{6,7)}。すなわち、ゲル層の形成は原料液中のゲル形成成分の濃度や膜近傍での拡散および透過流束に影響され、限外ろ過の操作条件が一定であれば、透過流束は原料液中のゲル層形成成分の濃度の対数に $-k$ で比例し、濃度変化が無ければある一定値で定常状態となる。これらのことは、本実験での結果と良く一致しており、イワシ煮汁の限外ろ過における透過流束の低下は、限外ろ過によって阻止される煮汁中の高分子タンパク質が膜表面での濃度分極によりゲル層を形成するためと推定される。また、このゲル層は前報³⁾の結果から、分子量5,000程度の分画機能を有すると考えられる。なお、本実験において、見掛けの膜面線速が低く、他の形状のモジュールよりも膜表面でのゲル層形成成分の拡散が劣ると考えられるスパイラル型で高い透過流束を示したが、これは、スパイラル型モジュール内の流路材によって生じる乱流が影響しているものと推定される。

本試験で用いた限外ろ過膜モジュールは、スパイラル型で初期の透過流束は高い値を示したが、いずれの形状のモジュールも、試料液の濃縮あるいは長時間の運転により透過流束は低下している。ファウリングにより機能の低下した膜モジュールについては洗浄により、機能回復を図る必要があり、対象とする原料やファウリングの状態などにより化学的あるいは物理的な種々の洗浄方法^{5,8)}が提唱されている。しかし、膜および膜モジュールの化学的、物理的耐性から、それぞれ膜材質あるいは膜形状固有の方法もあり、イワシ煮汁の限外ろ過に用いる膜の材質および形状の選定に関しては、各種洗浄法による透過流束の回復性と合せて、今後さらに検討する必要がある。

2. 限外ろ過効率に対するタンパク分解酵素併用の影響

分画分子量6,000のキャピラリー型モジュールを用いたイワシ煮汁の回分式ろ過に、タンパク分解酵素を併用した場合の透過流束の経時変化をFig.5に、また、このときの試料液の濃縮倍率と透過流束の関係をFig.6に示した。各透過流束およびその変化には、酵素併用の有無および酵素の種類により差が見られた。すなわち、90分間の回分式ろ過において、対照での試料液の濃縮倍率は1.5倍であったのに対し、アマノMでは約2倍、S297では約2.5倍、他の酵素では3倍以上の濃縮であり、酵素を併用した場合の

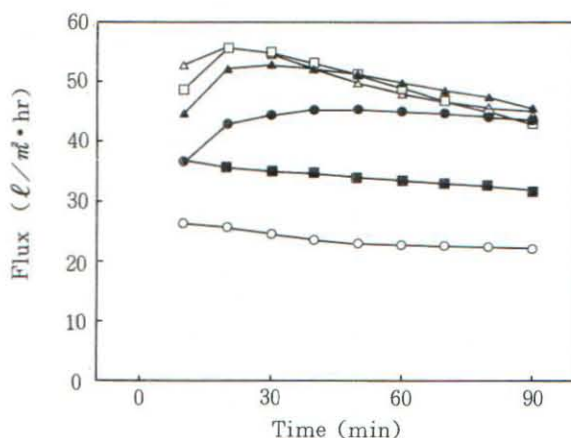


Fig. 5. Effect of using protease jointly on flux in ultrafiltration of stick water.

○—○, control ; □—□, Amano P ; △—△, Amano A ; ●—●, S297 ; ■—■, Amano M ; ▲—▲, Alcalase. Operating conditions : UF membrane module, SIP 1013 ; linear velocity, 2.0m/sec ; pressure, 1.0kg/cm² ; temperature, 45°C ; enzyme concentration, 0.1 % (w/v) ; pH, 6.3 (Amano M, 3.0) .

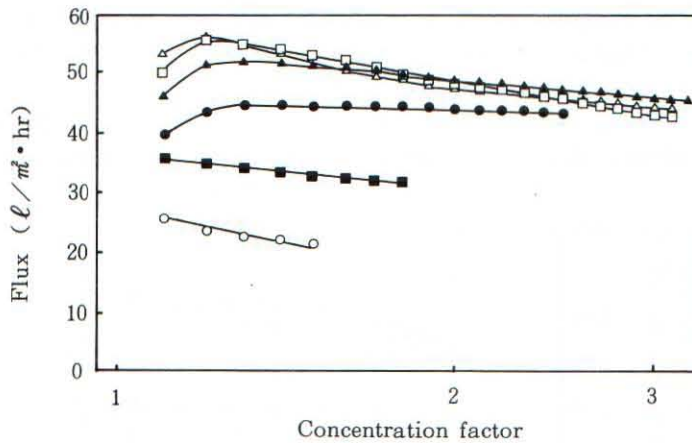


Fig. 6. Effect of concentration factor on flux in ultrafiltration using protease jointly. Symbols and operating conditions were the same as Fig. 5.

透過流束は、これらの濃縮倍率においても対照に比べ1.5～2倍の値を示した。また、それぞれの透過流束の変化は、対照およびアマノMでろ過開始直後から低下したが、S297ではろ過開始後40分まで透過流束が上昇し、以後90分まではほぼ一定の値を示し、アマノA、Pおよびアルカラゼでは20～30分まで透過流束の上昇が見られ、以後しだいに低下する傾向を示した。

対照における透過流束の低下は、前述の Fig.3 の場合と同様に、煮汁中の高分子タンパク質が膜表面でゲル層を形成するために起ると考えられる。一方、酵素を併用した限外ろ過での透過流束の増加やアマノM以外の酵素で見られる透過流束の上昇は、酵素分解によるゲル層形成成分である高分子タンパク質の低分子化およびろ過開始直後に形成されるゲル層の崩壊によると考えられる。また、酵素の種類により透過流束の増加やその変化が異なるのは、酵素によりイワシ煮汁高分子成分の分解生成物の分子量分布に差が見られることから²⁾、各酵素による分解生成物の、限外ろ過における挙動あるいは膜に対するファウリ

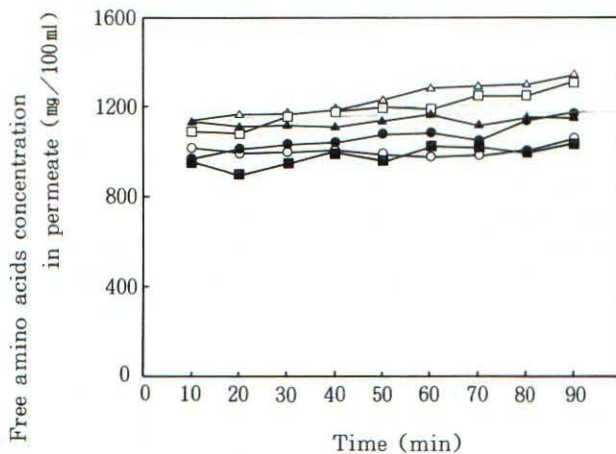


Fig. 7. Effect of using protease jointly on free amino acids concentration in permeate. Symbols and operating conditions were the same as Fig. 5.

ング状態の違いによるものと推定される。なお、生脱脂乳⁹⁾、チーズホエー¹⁰⁾およびみかん内皮葉液処理液¹¹⁾の限外ろ過では、処理液のpHが透過流束に影響するとの報告があり、アマノMを併用した場合の透過流束には、試料液のpH調整が影響している可能性も考えられる。

酵素を併用した限外ろ過における透過液中の遊離および全アミノ酸濃度の経時変化をFig.7,8に、また、この限外ろ過90分間で得られた透過液量およびアミノ酸の回収量を Table 3 に示した。透過液中

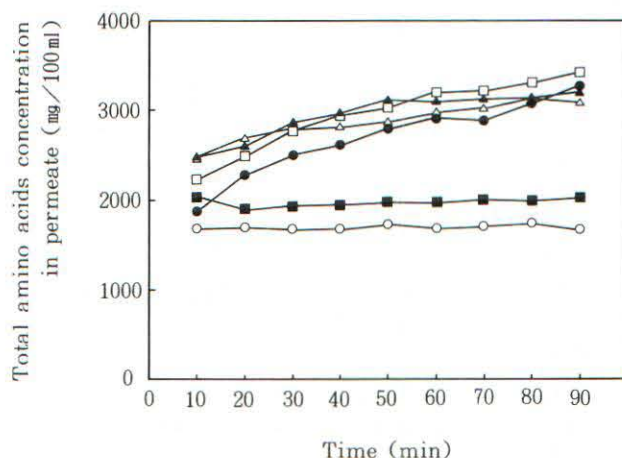


Fig. 8. Effect of using protease jointly on total amino acids concentration in permeate. Symbols and operating conditions were the same as Fig. 5.

の遊離アミノ酸濃度は、酵素を併用したもので、時間経過とともに増加する傾向を示したが、その増加は僅かであった。これに対して、透過液中の全アミノ酸濃度は、アマノMを除く各酵素で経時的に増加し、ろ過開始90分後には対照に比べ、約2倍の値を示した。90分間で得られた透過液およびアミノ酸の回収量はアマノMで低く、いずれも対照に比べ約1.5倍の増加であったが、他の酵素を用いたものでは、透過液量で約2倍、遊離アミノ酸で2~2.5倍、全アミノ酸で3~3.5倍、それぞれ対照に比べ高い値を示した。

Table 3. Yields of permeate, free amino acids (FAA) and total amino acids (TAA) obtained by ultrafiltration using protease, for 90min. Operating conditions were the same as Fig.5.

Proteases	Permeate (ℓ)	FAA (g)	TAA (g)
Control	7.13	71	122
Amano P	10.25	100	204
Amano A	15.01	184	431
S 297	14.89	176	439
Amano M	13.06	139	354
Alcalase	14.82	168	439

これらの結果から、イワシ煮汁の酵素分解は、得られる天然調味料の呈味性の改善や収量だけでなく、限外ろ過の効率の面からも有利であると考えられる。また、本試験で行った、酵素を併用した限外ろ過で、使用した酵素の膜外への漏出が無ければ、この膜装置自体で分離型バイオリアクターが成立することになり¹²⁾、使用酵素の利用効率向上や酵素分解と呈味成分の分離を同時に行うことによる工程の簡略化が期待できる。従って、限外ろ過膜の分画分子量による各酵素の漏出の状況やろ過装置内での酵素の安定性などについて、今後検討する必要がある。

要 約

イワシ煮汁の限外ろ過での、透過流束に対する膜モジュールの形状および試料液の濃縮度合の影響を検討した。また、限外ろ過にタンパク分解酵素を併用した場合の透過流束、透過液の成分組成についても検討した。

1. 初期の透過流束はキャピラリー、チューブラー型に比べ、スパイラル型で高い値を示したが、いずれも透過流束は、試料液の濃縮倍率の対数に対して、ほぼ直線的に低下した。
2. 濃度変化を伴わない全循環式ろ過での透過流束は、時間経過とともに一定の値に収束する傾向を示し、その値は、濃縮度合の高い試料液の場合ほど低い値を示した。
3. タンパク分解酵素を併用した限外ろ過では、透過流束は対照に比べ1.5～2倍に増加したが、その増加や変化には酵素の種類により差が見られた。
4. タンパク分解酵素を併用した限外ろ過で、一定時間内に得られる透過液量およびアミノ酸の回収量は、対照に比べ、透過液量で1.5～2倍、遊離アミノ酸で1.5～2.5倍、全アミノ酸で1.5～3.5倍であった。

文 献

- 1) 大堀忠志・野俣 洋 (1987) イワシ煮汁の有効利用試験 第1報 イワシ煮汁の成分について 北水試月報 44 (4-6) 91-98
- 2) 野俣 洋・大堀忠志 (1987) イワシ煮汁の有効利用試験 第2報 天然調味料製造における蛋白分解酵素の検討 (1) 北水試月報 44 (7-9) 140-150
- 3) 大堀忠志・野俣 洋 (1987) イワシ煮汁の有効利用試験 第3報 天然調味料製造における限外ろ過膜の検討 北水試月報 44 (10-12) 237-247
- 4) 木村尚史 (1983) 食品工業における膜処理技術の応用 食品工業 26 (24) 22-26
- 5) 神山義康 (1987) 分離膜の洗浄 洗浄設計 春季号 22-32
- 6) 大矢晴彦 (1976) 逆浸透法・限外ろ過法 I 理論 275-283 幸書房
- 7) 中尾真一 (1986) 膜機能の低下現象の解明とその防止法 「食品工業への膜分離技術の最近の応用現状と動向」講習会資料 工業技術会 3・1-3・8
- 8) 荒井 珪 (1980) 膜分離技術における洗浄法 食品工業 23 (8) 38-43
- 9) 雪印乳業株式会社・三井石油化学株式会社 (1987) 限外ろ過法による全乳および脱脂乳の濃縮 食品産業における膜利用技術 (木村尚史・渡辺敦夫編) 1-33 食品産業膜利用研究組合
- 10) 協同乳業株式会社・岩井機械工業株式会社 (1987) カッテージチーズホエーの限外ろ過 食品産業における膜利用技術 (木村尚史・渡辺敦夫編) 81-110 食品産業膜利用研究組合
- 11) 青旗缶詰株式会社・東レエンジニアリング株式会社 (1987) 食品加工工程水への膜利用技術の適用 食品産業における膜利用技術 (木村尚史・渡辺敦夫編) 219-242 食品産業膜利用研究組合
- 12) 遠藤 勲・松本史朗 (1987) 分離型バイオリアクターの基礎 最近の化学工学 39 「分離を伴うバイオリアクター」 (化学工学協会編) 1-15 化学工学社

試 験 研 究 業 績

＜外部刊行物への発表 昭和62年度分＞

漁業資源部門

1. Long-term Phytoplankton changes in Oshoro Bay, Hokkaido, and Matoya Bay, Central Honshu, Japan : 小島守之ら (中央水試) Bulletin of Marine Science 41 (2) 1987, 9
2. 北海道西部沿岸域における *Thysanoessa inermis* 浮上群の生物学的特性 : 小島守之ら (中央水試) 1987年度日本プランクトン学会研究集会講演要旨。1987年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集 1987,10
3. サロマ湖海水下のキタムシの体長組成と生殖巣の外部形態 : 小島守之ら (中央水試) 1987年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集 1987,10
4. Abundance and vertical distribution of the chaetognath *Parasagitta elegans* (VERRIL) under the sea ice in Saroma Ko, a lagoon on Hokkaido, Japan : 小島守之ら (中央水試) Proc. NIPR Symp. Polar Biol. No.1 138-144 1987,12
5. 流水退却時期の宗谷暖流系水の分布動向 : 大槻知寛 (中央水試) 第3回オホーツク海と流氷に関する国際シンポジウム講演要旨集 1988, 2
6. 積丹半島沖の中規模渦 : 田中伊織 (中央水試) 日本北方沿岸域および北太平洋亜寒帯域の海流・海況変動シンポジウム講演要旨 東大海洋研究所大槌臨海研究センター報告 13 1988, 3
7. 道北海域における漁場環境特性 : 渡辺智視 (稚内水試) 第19回北洋研究シンポジウム 1988, 1 函館
8. Morphology of *Pectenophilus ornatus*, new genus, new species, from the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis* : 長澤和也ら (函館水試) J. Crust. Biol. 8 (1) 1988, 2
9. 海産魚類に寄生する Pennellidaeの生態 : 長澤和也 (函館水試) 第3回日本カイアシ類会議講演要旨集 1987,11 白浜
10. 北太平洋沖合域のサケ・マス類における *Lepeophtheirus salmonis* の寄生状況 (英文) : 長澤和也 (函館水試) 日本水産学会誌 53 (12) 2151-2156 1987,12
11. Prevalence of visceral adhesions in sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in the North Pacific Ocean and Bering Sea : 長澤和也 (函館水試) Can. Spec. Publ. Aquat. Sci. Fish. (Ottawa), 96 1987,12
12. Long-term changes in the population size and geographical distribution of *Pennella* Sp., (Copepoda) on the saury, *Cololabis saira*, in the western North Pacific Ocean and adjacent seas : 長澤和也ら (函館水試) Proc. 3rd Int. Conf. Copepoda (London), 1987, 8
13. 北海道オホーツク海沿岸のマガレイにおける *Haemobaphes diceraus* の寄生状況と宿主に与える影響 (英文) : 長澤和也 (函館水試) ・丸山秀佳 (室蘭支場) 日本水産学会誌 53 (6) 991-994 1987, 6
14. スケトウダラにおけるウオビルのまれな多数寄生例 (英文) (短報) : 長澤和也 (函館水試) 日本水産学会誌 54 (2) 319 1988, 2
15. 北海道北部海域における底魚の海洋構造と底魚の分布 : 佐々木正義 (稚内水試) 漁業資源研究会 議 北日本底魚部会報 20 1987

16. 来遊ニシンの特性を探索：佐々木正義（稚内水試）海、魚、生活 1987, 9
17. 北海道周辺海域における最近のニシン漁況の特徴：佐々木正義ら（稚内水試）水産海洋研究会報 51（4） 1987,10
18. マイワシ漁場としての道東沿岸流の意義：長澤和也（函館水試）第19回北洋シンポジウム講演要旨集 1988, 1 函館
19. 道東～三陸沖における春・夏季のマイワシの分布と食性：吉田英雄（釧路水試）水産海洋研究会報 51（4） 1987,10
20. 道東沖で漁獲された超大型サンマ：今井義弘（釧路水試）水産海洋研究会報 52（1） 1988, 1
21. 北見大和堆東側海域の表・中層に分布するスケトウダラの生態：石野健吾（網走水試）・夏目雅史（稚内水試）・田中富重（網走水試）昭和62年度日本水産学会春季大会講演要旨集 23p. 1987, 4
22. 太平洋北区におけるヒラメ漁業の実態と種苗放流：田村真樹ら（中央水試）日本栽培漁業協会研究資料 36 1987, 7
23. 新潟県北部沿岸域における底生魚類の群集構造 I ヒラメ若齢魚の摂餌生態及び日間摂餌量の季節変化（英文）：富永 修ら（中央水試）日本海区水産研究所研究報告 37 39-56 1987
24. マガレイおよびマコガレイの摂餌と生存に及ぼす水温の影響：富永 修ら（中央水試）日本水産学会誌 53（11） 1905-1911 1987
25. 石狩湾におけるソウハチ未成魚の成育場について：富永 修（中央水試）第19回北洋シンポジウム講演要旨集 1988, 1 函館
26. 網走湖産ワカサギの生態と漁業：宇藤 均（中央水試）昭和62年度日本陸水学会シンポジウム講演要旨 1988, 1
27. オホーツク海におけるケガニ漁業の管理－研究の経過と問題点：国広靖志（稚内水試）漁業高度管理適正化方式開発調査に関わるミニシンポジウム 1987,10 釧路
28. 積丹半島沖合海域におけるズワイガニの生態について：三橋正基・宇藤 均（中央水試）昭和62年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 39p. 1987,10 函館
29. 日本海北海道北部海域に出現するスルメイカ幼体について：田中祐志（稚内水試）昭和62年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 41p. 1987,10 函館
30. 北海道でとれたタコとミズダコの産卵、ふ化について：山下 豊（釧路水試）育てる漁業 175 2-6 1987,11
31. 稚ダコ保育礁の効果について：村上幸一（室蘭支場）育てる漁業 172 2-8 1987, 8
32. ソ連の水産研究 19 オホーツク海における秋の海鳥の数量および分布の法則性：高 昭宏（中央水試）水産の研究 6（3） 58-63 1987, 5
33. ソ連の水産研究 20 オホーツク海のニシン資源：高 昭宏（中央水試）水産の研究 6（4） 61-63 1987, 7
34. ソ連の水産研究 21 ソ連漁業の変化と傾向：高 昭宏（中央水試）水産の研究 6（5） 41-43 1987, 9
35. ソ連の水産研究 22 ベーリング海食物連鎖における海産哺乳類の意義：高 昭宏（中央水試）水産の研究 6（6） 91-95 1987,11
36. ソ連の水産研究 23 太平洋の生物資源 主要漁業区域－ベーリング海：高 昭宏（中央水試）水産の研究 7（1） 89-92 1988, 1
37. ソ連の水産研究 24 イカ漁業の現状とその発展の見通し：高 昭宏（中央水試）水産の研究 7（2） 94-96 1988, 3

増殖部門

38. 超音波利用による魚類生殖腺の生体診断：草刈宗晴ら（栽培センター）昭和62年度日本水産学会春季大会講演要旨集 201p. 1987, 4 東京
39. メバル属の生殖様式と生殖のエネルギー収支（英文）：草刈宗晴ら（栽培センター）メバル属魚類の国際シンポジウム 1986,10 アラスカ
40. 海産胎生魚クロソイの卵黄形成後期と妊娠期における血中ステロイドホルモンの動態：草刈宗晴ら（栽培センター）昭和62年度日本水産学会春季大会講演要旨集 79p. 1987, 4 東京
41. クロソイの増養殖技術について（その1）：草刈宗晴（栽培センター）育てる漁業 178 2-8 1988, 2
42. クロソイの増養殖技術について（その2）：草刈宗晴（栽培センター）育てる漁業 179 2-8 1988, 3
43. 春採湖のフナ海水耐性試験：角田富男（釧路水試）釧路市立博物館々報 303 1987
44. Breeding tests on the abalone in Hokkaido：門間春博（栽培センター）USA/Japan Natural Resources Panel on Aquaculture 1987, 7
45. ホタテガイ浮遊幼生の判別システムの開発：瀧 裏（網走水試）・丸 邦義（函館水試）昭和62年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 79p. 1987,10 函館
46. 噴火湾におけるホタテガイの産卵期と浮遊幼生の出現状況：丸 邦義・有馬健二・林 忠彦（函館水試）昭和62年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 79p. 1987,10 函館
47. 猿払海域におけるホタテガイの生殖周期：川真田憲治ら（釧路水試）昭和62年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 80p. 1987,10 函館
48. ホッキガイの生態と資源管理について：伊藤義三（釧路水試）育てる漁業 171 2-6 1987, 7
49. 網走湖のシジミ漁業：多田秀匡（網走水試）昭和62年度日本水産学会講演要旨集 200p. 1988, 1
50. 野付湾ホッカイエビの幼生発生量の年変動：水島敏博（栽培センター）・高谷義幸（釧路水試）昭和62年度日本水産学会春季大会講演要旨集 153p. 1987, 4 東京
51. 野付湾ホッカイエビの早熟雄出現の年変動：水島敏博（栽培センター）・高谷義幸（釧路水試）昭和62年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 37p. 1987,10 函館
52. 北海道野付湾におけるホッカイエビの初期成長と生残：高谷義幸（釧路水試）昭和62年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 38p. 1987,10 函館
53. エゾバフンウニの人工採苗に関する研究 II 浮遊幼生の飼育条件について：山下幸悦・田嶋健一郎・斉藤勝男（栽培センター）昭和62年度日本水産学会春季大会講演要旨集 117p. 1987, 4 東京
54. エゾバフンウニの人工採苗に関する研究 III 幼生の輸送と沈着条件：田嶋健一郎・山下幸悦・斉藤勝男（栽培センター）昭和62年度日本水産学会春季大会講演要旨集 117p. 1987, 4 東京
55. エゾバフンウニの人工採苗に関する研究 IV 稚ウニの育成と水温条件：田嶋健一郎・斉藤勝男・山下幸悦（栽培センター）昭和62年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 94p. 1987,10 函館
56. エゾバフンウニの人工採苗に関する研究 V 稚ウニの海中中間育成：田嶋健一郎・斉藤勝男・山下幸悦（栽培センター）昭和62年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 94p. 1987,10 函館
57. 海水中のコンブ遊走子の定量的方法：名畑進一（中央水試）第35回日本植物学会北海道支部大会講演要旨集 8p. 1987, 7
58. 褐藻コンブ目の一新種ホソツルモの分類と生活史について：名畑進一ら（中央水試）日本藻類学会第12回大会講演要旨 藻類 36（1）102p. 1988, 3
59. 日本の産業種コンブの特性、種分化および品種改良（その1）：船野 隆（栽培センター）育てる漁業 168 2-6 1987, 4

60. 日本の産業種コンブの特性、種分化および品種改良（その2）バイオテクノロジーとハイブリット
コンブ：船野 隆（栽培センター）育てる漁業 169 2-8 1987,5

加工部門

61. サケ切身の退色防止について：加藤健二・今村琢磨（釧路水試）第21回水産物利用加工試験研究全国連絡会議資料 25-27 1987, 4
62. 水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング II マイワシを用いた押し出し物の加工適性：北川雅彦・西 紘平（釧路水試）昭和62年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 224p. 1987, 10 函館
63. 北海道東部産ホタテガイの原料学的調査研究：辻 浩司・西田 孟・相沢 悟（釧路水試）第21回水産物利用加工試験研究全国連絡会議資料 32-35 1987, 4
64. 根室海域産ホタテガイの原料学的調査研究：辻 浩司・西田 孟（釧路水試）昭和62年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 231p. 1987,10 函館
65. カニ・エビ煮熟液のエキス化技術開発試験：大堀忠志ら（釧路水試）膜分離による水産バイオマスの高度・有効利用技術に関する研究 昭和62年度共同研究報告書 1988, 3
66. 塩かずのこの貯蔵試験：飯田訓之・白杵睦夫（中央水試）第21回水産物利用加工試験研究全国連絡会議資料 85-88 1987,10

標識放流から示唆された北部日本海におけるホッケ2歳魚の移動について

佐々木正義

1986年5月17日および19日に、それぞれ北海道西岸日本海武蔵堆および礼文島香深井でホッケの標識放流を行い、2歳魚の移動を調べた。武蔵堆放流の再捕魚は、3個体が放流時に2歳魚と推定された。これらは6日および11日後、放流点付近で、さらに約10カ月経過後、堆より南側の雄冬岬沖で再捕された。一方礼文島放流の再捕魚は、11個体が放流時2歳魚と推定された。これらは、殆どが放流後40日以内に礼文島・利尻島両沿岸で再捕され、秋季には稚内北西水域および利尻島南西水域でも再捕された。

今回の調査から、春季武蔵堆に分布する2歳魚はその後南下し、冬季には雄冬岬沖に分布する個体もあることが新知見として得られ、また、秋季には2歳魚は稚内西方水域や利尻島南西水域に分布するというこれまでの仮説が検証された。

A149 北水試研報 31 1-7 1988

留萌海域における養殖ホタテガイの生殖巣発達過程

川真田憲治

留萌管内小平町地先で、3齡個体群の生殖巣発達過程を組織細胞学的に調べた。生殖巣発達は、産卵期(4~5月)、回復期(6~7月)、成長前期(8~11月)、成長後期(11~2月)、成熟期(3~4月)の1年を1周期とする循環的な過程をたどる。この過程は、サロマ湖の養殖ホタテガイに比べて、それぞれの発育期で1~2カ月早い。また、噴火湾の養殖ホタテガイより、回復期にある個体の出現期間が短く出現頻度も低い、成長前期の個体の出現期間は長く、その出現頻度も高い。

A150 北水試研報 31 9-13 1988

北海道南部太平洋沿岸におけるエゾバフンウニ人工種苗の放流

第1報 成長と生殖周期

吾妻行雄・門間春博

北海道日本海沿岸に生息していたエゾバフンウニから生産した人工種苗を、北海道南部太平洋沿岸の鹿部町地先に放流した。

放流群の殻径は、放流後8カ月半から9カ月で40mm以上になった。漁獲制限殻径60mmに達する年齢は、地先の天然群が4齡であるのに対し、放流群は5齡以上であった。放流群の生殖巣は天然群と異なり、秋に産卵する北海道日本海沿岸産ウニ固有の周期的変化を示し、漁期には量的に発達しなかった。これらの知見から、北海道日本海沿岸が親ウニの産地である人工種苗を北海道南部太平洋沿岸から噴火湾沿岸にかけて放流することの意義について考察した。

A151 北水試研報 31 15-25 1988

根室海域産ホタテガイの原料性状について

辻 浩司・西田 孟

根室海域産ホタテガイの原料性状の把握を目的とし、時期・漁場・部位・雌雄別の成分変化について試験を行った。

貝柱は、ATP関連物質、グリコーゲンを多量に含み、また、グリコーゲンの時期別変化に天然貝と地蒔貝では違いが認められた。

生殖腺、中腸腺では、雌雄間で各種成分含量に差があり、また、産卵前後で、変動も大きかった。さらに、中腸腺にはタウリン、EPAなどの有価物が他の部位に比較し、多量に含有されていた。外套膜は、漁場、年齢、雌雄による成分含量の違いは少なかった。しかし、夏期に遊離アミノ酸、グリコーゲンが増加を示した。

A152 北水試研報 31 27-54 1988

養殖マコブの各部位における成分の季節変化

富士曉彦

1986年3～8月に北海道南部、南茅部町で促成養殖されたマコブを葉状部、莖状部および付着器の3部位に分け、各部位における成分の季節変化を調べた。葉状部では、5～6月以降、マンニトール含量が急増し、灰分含量は急減した。一方、莖状部と付着器においても、両成分の季節変化は逆の関係を示したが、同時期以降の両成分の変化は葉状部より小さかった。しかし、両部位は季節を通して、粗繊維、粗アルギン酸含量が葉状部より高く、特に莖状部における粗アルギン酸含量が高かった。また、各部位とも粗蛋白質含量は季節とともにわずかに減少し、その成分変化は葉状部で一番大きかった。ヨード含量は季節を通して、付着器、莖状部、葉状部の順に高かった。

A153 北水試研報 31 55-61 1988

イワシ煮汁の有効利用試験

第4報 天然調味料製造における膜利用の検討

野俣 洋・大堀忠志

イワシ煮汁の限外ろ過での、透過流束に対する膜の形状および試料液の濃縮の影響を検討した。また、タンパク分解酵素を併用した場合の透過流束、透過液の成分組成についても検討した。1) 初期の透過流束は、スパイラル型で高い値を示したが、いずれの形状でも試料液の濃縮倍率の対数に対して、ほぼ直線的に低下した。2) 全循環式ろ過での透過流束は、時間経過とともに一定の値に収束する傾向を示し、その値は、濃縮度合の高い試料液ほど低い値を示した。3) タンパク分解酵素を併用した場合、透過流束は1.5～2倍に増加したが、その増加や変化には酵素の種類により差が見られた。また、一定時間内に得られる透過液量およびアミノ酸の回収量は、対照に比べ、透過液量で1.5～2倍、遊離アミノ酸で1.5～2.5倍、全アミノ酸で1.5～3.5倍であった。

A155 北水試研報 31 77-85 1988

水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング

第2報 マイワシを用いた押し出し物の加工適性

北川雅彦・西 紘平

マリニビーフと脱脂大豆タンパク質を8:2に混合し、水分を60,65%に調整し、さらに水分65%のものに食塩、蔗糖を添加しこれらをエクストルージョン・クッキングに供した。エクストルージョン・クッキングによる水分の変化は見られなかった。押し出し物の針入度、破断強度は、高水分、食塩、糖添加の原料からのもので低値を示した。得られた押し出し物を水、食塩水、蔗糖液に浸せきした場合、吸水率は水、蔗糖で高値を示し、針入度、破断強度は低値を示した。押し出し物への食塩、蔗糖浸入濃度は、22時間後、浸漬液の約1/2となった。押し出し物をレトルト処理した場合、一部の調味液を除き針入度、破断強度は低下した。押し出し物に目的の食塩、糖濃度を付与する場合、原料の段階で調味する方が効果的であることがわかった。また、押し出し物の食感の改善には、原料に対する水、食塩、蔗糖の添加や、押し出し物のレトルト処理が有効であると考えられた。

A154 北水試研報 31 63-75 1988

北海道立水産試験場

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

昭和63年10月26日 発行

編集兼
発行者

北海道立中央水産試験場
北海道余市郡余市町
電話 0135 (23) 7451 (代)
FAX 0135 (23) 3141

印刷所

三陽印刷株式会社
札幌市西区手稲東3北2の3
電話 011 (661) 2311 代