

北 水 試 研 報
Sci. Rep.
Hokkaido Fish. Exp. Stn.

CODEN: HSSHEE
ISSN 0914-6830

北海道立水産試験場研究報告

第 36 号

SCIENTIFIC REPORTS
OF
HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 36

北海道立水産試験場

(平成 3 年 3 月)

(March, 1991)

正 誤 表

北海道立水産試験場研究報告 第35号 (平成2年9月)

ページ	行	誤	正
38	下から23行目	一体	一帯
40	Fig. 3	凡例上段の are,	area,
45	上から16行目	Fig. <u>8</u> ~ <u>10</u>	Figs. <u>10</u> ~ <u>13</u>
47	Fig. 14	 : > 50 % in gut.	 : > 50 % in gut.
57	上から18行目	<u>12</u> 月~翌年1月	<u>11</u> 月~翌年1月

〈57ページ追加記述文章〉

平磯と試験区における周年の水温条件は同じであった。特にホソメコンブの n 世代期に当たる11月~翌年1月の平磯と試験区の水温は適水温の範囲内にあり²⁵⁻²⁷⁾、試験区の周年の水温環境には全く問題がない。

北海道立水産試験場研究報告

第 36 号

目 次

上田吉幸

根室海峡におけるスケトウダラ産卵群に対する刺し網の網目選択性

第1報 選択性曲線の推定と漁獲物の体長・年齢組成の補正…………… 1-11

富永 修

北海道西部沿岸域におけるキアンコウ漁獲量の急増…………… 13-17

名畑進一

北海道後志沿岸の海藻…………… 19-38

櫻井 泉・宮本建樹・高橋和寛

北海道苫小牧沿岸におけるホッキガイ漁場の環境特性と二枚貝幼稚

貝の分布…………… 39-59

田嶋健一郎・山下幸悦・福地 誠

エゾバフンウニ人工種苗生産の研究

Ⅱ. 変態期幼生の沈着…………… 61-70

齋藤節雄・森 立成・草刈宗晴・三浦宏紀

ヒラメの採卵に関する研究

第1報 温度処理による産卵の制御…………… 71-79

北川雅彦・飯田訓之・信太茂春

水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング

第4報 クッキング温度の違いによるタンパク質のSDS-ゲル濾過

とSDS-PAGEの比較…………… 81-94

鷹見達也

外套膜が短いスルメイカ（短報）…………… 95-96

今井義弘・成田治彦

新しい標識を用いたサンマの標識法（短報）…………… 97-99

（平成3年3月）

SCIENTIFIC REPORTS
OF
HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION
No. 36
CONTENTS

UEDA, Yoshiyuki	
Mesh selectivity of gillnets for spawners of the walleye pollock, <i>Theragra chalcogramma</i> (PALLAS), in the northern waters of the Nemuro Strait of eastern Hokkaido, Japan	
I. Estimation of the mesh selectivity curves and correction of the age and body length composition	1-11
TOMINAGA, Osamu	
Drastic increase in catch of yellow goosfish, <i>Lophius litulon</i> , in the coastal waters of western Hokkaido in 1989	13-17
NABATA, Shin-ichi	
List of marine algae from the Shiribeshi coast of Hokkaido	19-38
SAKURAI, Izumi, Tateki MIYAMOTO and Kazuhiro TAKAHASHI	
Environmental characteristics and distribution of young, bivalves in Japanese surf clam bed off Tomakomai coast, Hokkaido	39-59
TAJIMA, Ken-ichiro, Koetsu YAMASHITA, and Makoto FUKUCHI	
Studies on the artificial seed production of the sea urchin, <i>Strongylocentrotus intermedius</i>	
II. The collection of metamorphosed larvae	61-70
SAITOH, Setsuo, Tatsunari MORI, Muneharu KUSAKARI and Kouki MIURA	
Studies on the spawning of Japanese flounder (<i>Paralichthys olivaceus</i>)	
I. Induction of spawning of Japanese flounder by manipulation of water temperature	71-79
KITAGAWA, Masahito, Toshiyuki IIDA and Shigeharu NOBUTA	
Studies on the extrusion cooking of marine products	
IV. Comparison between the SDS-gel filtration pattern and the SDS-PAGE pattern of the extrudates obtained under the different extrusion conditions	81-94
 Short papers	
TAKAMI, Tatsuya	
Abnormal Japanese flying squid, <i>Todarodes pacificus</i> STEENSTRUP, with a short mantle	95-96
IMAI, Yoshihiro and Haruhiko NARITA	
A new tagging method for pacific saury, <i>Cololabis saira</i> (BREVOORT)	97-99

根室海峡におけるスケトウダラ産卵群に対する刺し網の網目選択性
第1報 選択性曲線の推定と漁獲物の体長・年齢組成の補正

上 田 吉 幸
(北海道立函館水産試験場)

Mesh selectivity of gillnets for spawners of the walleye
pollock, *Theragra chalcogramma* (PALLAS), in the
northern waters of the Nemuro Strait of
eastern Hokkaido, Japan

I. Estimation of the mesh selectivity curves and
correction of the age and body length composition

Yoshiyuki UEDA
*Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station,
Hakodate, Hokkaido 042, Japan*

The Nemuro Strait, eastern Hokkaido, is one of the largest spawning grounds in Japan of walleye pollock, *Theragra chalcogramma* (PALLAS), which are caught by using two types of gear, gillnets and longlines. The size of this fish caught by commercial gillnets has been noted to be different from that by longlines and its difference has been regarded to be due to influence of fishing gear selectivity. In this paper, mesh selectivity curves were estimated by using gillnets of five meshes (73, 79, 88, 97, 109 mm) on the basis of Ishida's method on March 13, 1985 and January 26, 1986.

The average body lengths of gillnet-caught walleye pollock ranged from 430 to 450 mm, whereas those of longline-caught fish from 390 to 420 mm. Also, the body lengths of fish from gillnet catches corrected by mesh selectivity curves were similar to actual, probably non-biased, body lengths of those from longline catches. This suggests that commercial gillnets take larger-sized and older fish than do longlines and that gear selectivity results in such a difference in size composition between two types of gear.

緒 言

根室海峡北部水域は噴火湾と並んで北海道周辺における有数のスケトウダラ産卵場である。当水域のスケトウダラ漁業は主に産卵群を対象として、11月から翌年1月まではえ縄で、1月から3月までは刺し網で行われ、盛漁期の2月には約250隻の漁船が操業している。また、11月から翌年の3月までに年間漁獲量の8割以上を水揚げしており、そのうちの9割以上が刺し網で漁獲されている。これまでの漁獲量の推移をみると、1965～1976年までは1～4万トンの間で変動していたが、200海里漁業専管水域設定後の1977年以降急増し、1985年には7万7千トンに達している（YOSHIDA 1989）。

一方、総産卵量から産卵した来遊親魚量を推定する目的で1980年から水産庁の北海道周辺スケトウダラ新規加入量資源調査が実施され、産卵群構造、産卵生態、産卵場形成機構、卵および稚仔魚の分布、移送などに関する資料が蓄積されてきた（北水研 1981、1984、1985、1986、1987）。これらの調査結果から、はえ縄漁獲物の体長は刺し網に比べ明らかに小型で若齢の個体が多いことが知られていた。しかし、この原因が漁具の選択性による差か異なる魚群を対象にして漁獲していることによる差なのかは不明であった。そこでこの原因を検討するために、目合の異なった刺し網による漁獲試験を行った。本報告は1985年および1986年に行った漁獲試験の結果から網目選択性曲線を求め、選択性を排除した体長組成を推定し、はえ縄の漁獲物体長組成と比較検討した。また、多くの刺し網漁船が使用している97mm目合の商業網の網目効率についても検討した。

この調査は水産庁の北海道周辺スケトウダラ新規加入量資源調査の一環として、北海道区水産研究所と北海道立水産試験場の協力のもとに行われた。また、この報告をまとめるにあたり、1980年当初からこの調査に参加された方々に多くのご指導、ご協力をいただいたことに深く感謝する。さらに標本の採集および測定等にご便宜、ご協力いただいた羅臼漁業協同組合、ならびに羅臼町役場の関係各位に心からお礼申しあげる。

材 料 と 方 法

漁獲試験は1985年3月13日および1986年1月26日に根室海峡羅臼港沖の水深約350～400mの調査点（Fig. 1）で行った。刺し網漁船の使用目合は一部94mmであるが、多くは97mmである。そこで今回用いた目合は、97mmを基準とした公比約1.1の73mm、79mm、88mm、97mm、109mmの5種類とした。網地はモノフィラメントを使用し、73mmおよび79mm目合の網は4号糸を使用し、掛目数はそれぞれ169、156とした。88mm、97mmおよび109mm目合の網は5号糸を使用し、掛目数はそれぞれは140、127、113とした。各目合の配置は、2反ずつ合計10反を交互に配置し、位置や水深、網なり等による漁獲に差がでないように、刺し網漁船の商業網の間につなげた。網の海中敷設時間は刺し網漁船の一般的な操業と同様に約24時間とした。標本はそれぞれ目合別に標準体長（単位mm 以下、体長と称す）を測定した。また、一部の標本については胴周長（単位mm 測定部位は第1背鰭前端基部から体長軸に対して直角の方向にとった）を測定し、肉眼観察により成熟

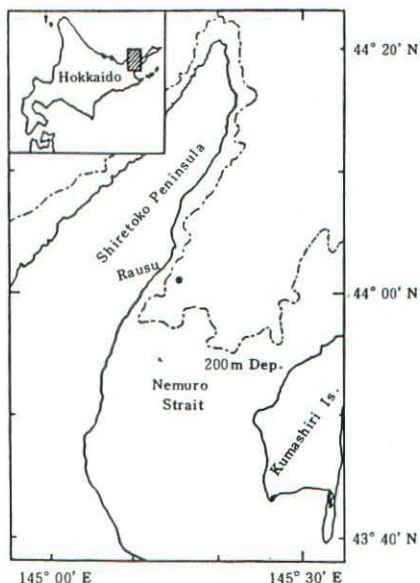


Fig.1. Map showing the study area (●) in the northern waters of the Nemuro Strait of eastern Hokkaido.

状態を調べ、耳石を採集して年齢査定を行った。網目選択性曲線（以下、曲線と称す）の推定は、反復法として代表的な石田（1962）にしたがった。推定に用いた体長の範囲は390mm～460mmとし、この体長範囲で石田の前提が成立しているものとした。また、用いた体長範囲内のそれぞれの体長の漁獲尾数には10mm単位で階級分けした2体長階級間の移動平均値を用いた。

結 果

1. はえ縄と刺し網の漁獲物体長組成

はえ縄と刺し網の漁獲物体長組成を比較するため、1981～1985年に当業船の漁獲物から抽出した標本の体長組成をFig.2に示した。標本は両漁具の盛漁期間である、はえ縄については1月に、刺し網については1～3月に漁獲された標本の合計で示した。各年とも、はえ縄のモードは刺し網に比べ小さい方に偏っていた。また、平均体長も刺し網が430～450mm台であるのに対し、はえ縄では390～420mm台と小型であった。さらに、漁獲される体長範囲は、はえ縄の方が広がった。また、以前から漁期中の刺し網による漁獲物の体長

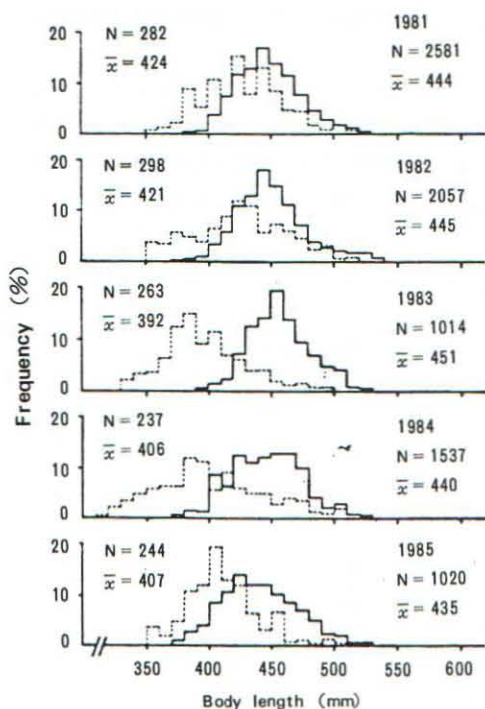


Fig.2. Comparison of frequency distributions of body length of walleye pollock caught with gillnets and longlines in 1981-1985.

— : Caught with gillnets
 ---- : Caught with longlines
 N : Number of fish
 $\bar{x}$: Average body length

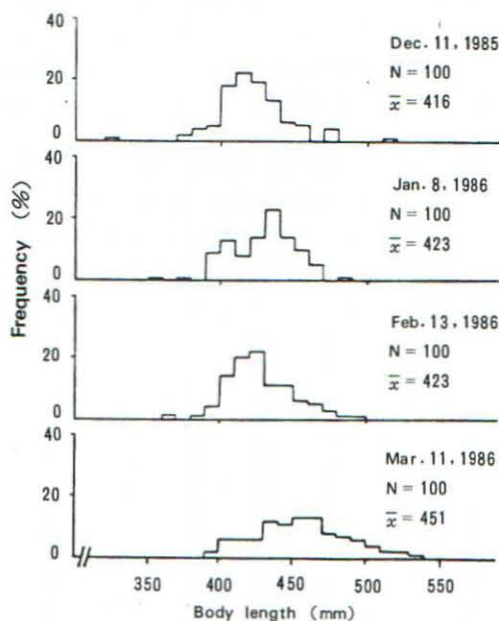


Fig.3. Frequency distributions of body length of walleye pollock caught with commercial gillnets during the fishing season.

N : Number of fish
 $\bar{x}$: Average body length

は、初漁期の12月と比べ終漁期の3月には大きい個体の多いことが知られていた。実際、1985年12月から1986年3月に刺し網漁船で漁獲された各月の体長組成も同様の傾向を示した (Fig.3)。各月の平均体長は12月は416mm、1月は423mm、2月は423mm、そして3月は451mmと大型化の傾向を示し、各月の体長組成のモードも月が進むにつれ大きい方に移っている。つまり、当海域のスケトウダラ漁獲物の体長は、はえ縄で漁獲されるものより刺し網で漁獲されるものの方が大きく、また、刺し網の漁獲物の体長は漁期が進むにつれて大きくなっている。

2. 選択性曲線の推定

1985年3月の漁獲試験で得られた漁獲尾数は各目合合計で1,578個体であり、体長は360~510mmのものがほとんどであった (Table 1)。目合別の漁獲尾数は79mm目合で478個体と最も多く、次いで73mm目合で400個体、88mm目合で373個体、97mm目合で249個体、109mm目合で78個体と目合が大きくなるにしたがい漁獲尾数は減少した。また、各目合の漁獲物の平均体長は目合が大きくなるにしたがい、それぞれ407mm、415mm、433mm、443mm、453mmと大きくなった。1986年1月の漁獲試験から得られた漁獲尾数は合計で213個体と少なかったが、79mm目合で最も漁獲尾数が多かったこと、目合が大きくなるにしたがい標本の平均体長も大きくなる点では、1985年3月の結果と同様であった。

曲線の推定にあたっては、相対的効率の最大値を1.0と仮定し、プロットした点を上下移動することにより全体としてできるだけちばりが少なく、なめらかな一曲線上に適合させるようにした。得られた各目合の曲線と合成選択性曲線をFig.4、5に示した。1985年3月の漁獲試験結果から推定した曲線はほぼ左右対象の正規曲線に近い形を示しているが、1986年1月の漁獲試験結果から推定した曲線は右側に長くすそを引

Table 1. Number of walleye pollock per 2 gillnets caught with five mesh sizes in northern waters of the Nemuro Strait.

Body length (mm)	March 13, 1985 Mesh sizes (mm)						January 26, 1986 Mesh sizes (mm)					
	73	79	88	97	109	Total	73	79	88	97	109	Total
≤339	1			2	1	4					1	1
340-349	1	3				4	1					1
350-		1	2			3						0
360-	8	12	1	3		24	1	2			1	4
370-	27	16	7	2		52	2	1				3
380-	47	37	22	13	3	122	1	3	1		1	6
390-	73	65	19	10	7	174	6	15	3	1		25
400-	77	78	42	20	3	220	6	8	9	4	1	28
410-	78	84	39	21	9	231	5	17	8	6		36
420-	36	61	52	22	6	177	7	11	9	4	5	36
430-	20	55	46	26	6	153	3	4	4	6	3	20
440-	13	28	41	23	9	114	1	3	3	3	2	12
450-	6	20	30	20	2	78		1	4	4		9
460-	3	9	30	25	1	68	1	1	1	8	1	12
470-	1	4	19	21	7	52		1	1	2	1	5
480-	5	1	13	12	2	33	1	1		3	1	6
490-	1	2	3	10	6	22				1	2	3
500-		1	4	11	5	21	1					1
510-	2	1	1	5	5	14						0
520-					1	1						0
530-				2	2	4				1		1
540-						0					1	1
550-	1		1	1	1	4						0
560≤			1		2	3				1	2	3
Total	400	478	373	249	78	1578	36	68	43	44	22	213

く形となった。相対的効率が最も高くなる体長（以下、最適体長と称す）は、1985年3月では73 mm 目合で384 mmとなり、目合が大きくなるにしたがって415 mm、462 mm、509 mm、572 mmと大きくなっている。1986

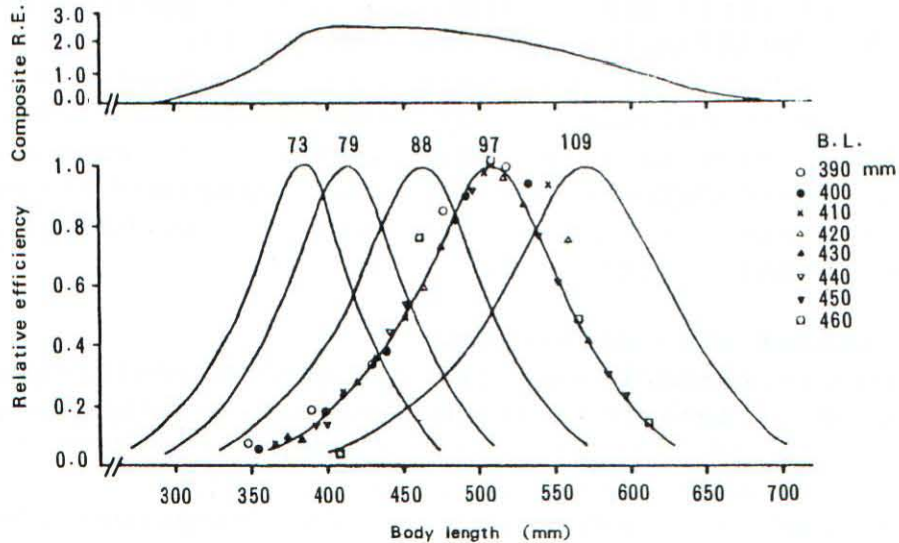


Fig.4. Mesh selectivity curves using Ishida's method and composite selectivity curve of five different mesh size gillnets (73,79, 88,97, 109 mm) for walleye pollock on March 13, 1985. Plotted symbols represent the body length classes from which the curve of 97 mm gillnets was estimated.

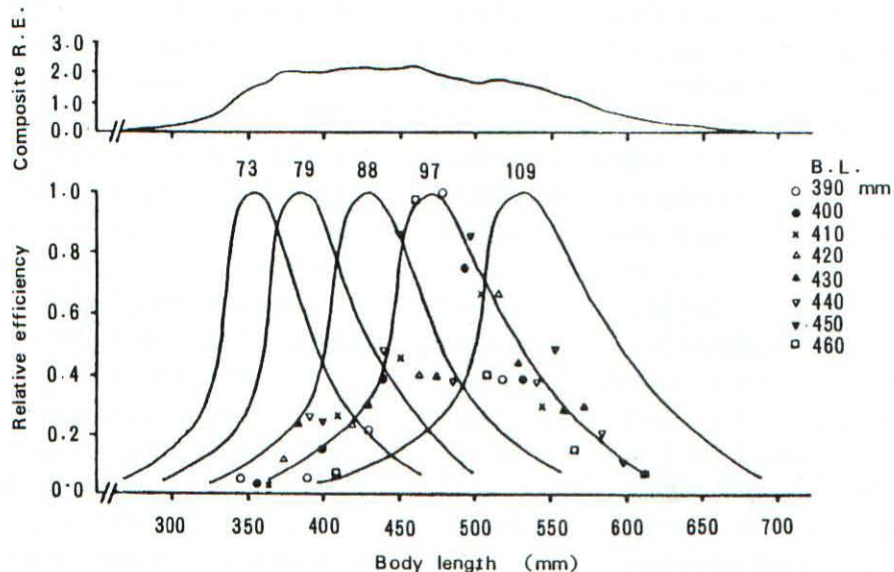


Fig.5. Mesh selectivity curves and composite selectivity curve on January 26, 1986. Mesh sizes, symbols as in Fig.4.

年1月の結果も1985年3月と同様に最適体長は355mm、384mm、438mm、471mm、530mmと大きくなっている。曲線の標準偏差の代わりとして用いられる相対的効率が50%に減少する体長間の差も、目合が大きくなるにしたがって大きくなり、選択性は弱く、選択範囲は広がっている。また、最適体長と目合の大きさの比(k)は1985年3月では5.25となり、1986年1月の4.86より大きい値を示した。

つぎに、各目合の曲線から求めた合成選択性曲線を見ると、1985年3月では合成相対的効率は体長270mmからほぼ単調に増加し、体長420mmで最大2.53に達する。その後、体長が大きくなるにしたがい徐々に減少し、体長720mmでほぼ0となる。この合成相対的効率の平均値を求めると1.34となり、変動係数は67.6%となった。1986年1月の合成選択性曲線は、1985年3月の結果と同様に相対的効率は体長270mmから増加し、体長460mmで最大値2.21を示した後、徐々に減少し体長700mmで0となった。しかし、体長370~520mmの範囲では相対的効率に小さな増減がみられた。

3. 漁獲物の体長・年齢組成の補正と網目効率の推定

相対的効率から漁獲物組成の網目選択性による偏りを補正し、選択性を排除した組成を推定する場合「ある目合の網にとって最適の大きさの魚に対するその網の相対的効率は、目合の大きさの如何にかかわらず同じである(石田 1967)」という仮定が成り立てば、ある体長の漁獲尾数をその相対的効率で除することにより、最大の相対的効率はあたいたときに期待される漁獲尾数を得ることができる。

そこで、推定した目合ごとに漁獲物の体長組成を補正して、選択性を排除した体長組成を求め、漁獲物の体長組成と曲線とを併せてFig.6に示した。各目合の選択性を排除した体長組成はいずれもほぼ同様の形状を示し、各体長階級の尾数およびその合計はそれぞれ近い値となった。1985年3月の各目合の選択性を排除した体長組成は、ほぼ体長350~550mmの範囲にあり、モードの位置が410mmのゆるやかな右すそを持つ組成を示した。また、1986年1月の選択性を排除した体長組成も体長410mmにモードがあり、ゆるやかな右すそを持つ組成を示した。ただし、体長範囲は1985年3月に比べてやや狭く、ほぼ390~510mmであった。一般に刺し網の選択性曲線は、ある体長で最大の効率を示し、その両側で徐々に効率を減じていく。また、漁獲物の体長組成は選択性を排除した体長組成と曲線との位置関係、および曲線の標準偏差によって決まる。そこで1985年3月の結果に基づいて、選択性を排除した体長組成とそのときの各目合の曲線の位置および漁獲物の体長組成を比較してみた。73mm目合の網では、最適体長は384mmで、選択性を排除した体長組成のモードよりも小さかった。また、漁獲物体長組成の標準偏差も、選択性を排除した体長組成のものより小さかった。したがって、73mm目合の網では小型の個体が漁獲対象となり、選択範囲も狭くなった。また、1反当り漁獲尾数は、73mm目合の実測値は200尾で、選択性を排除した体長組成から得られた322尾(CPUEの補正值)に対する比である網目効率は0.62であった。79mm目合の網では、最適体長は415mmとなり、選択性を排除した体長組成のモードに近い値となった。そのため、実際の1反当り漁獲尾数も239尾と5種目合のうち最も多く、網目効率も最大の0.78となった。88mm目合の網では、最適体長は462mmで、選択性を排除した体長組成のモードより大きく、大型の個体を漁獲対象とすることになった。その結果、漁獲物体長組成のモードは430mm台と、79mm目合より大きくなり、網目効率は0.60と、79mm目合より減少した。刺し網漁船の多くが使用している97mm目合になると、最適体長はさらに大きく496mmとなる。その結果、漁獲物体長組成のモードは440mm台となり、網目効率も0.34に減少した。さらに109mm目合になると、最適体長は544mmと、選択性を排除した体長組成の大きい方に位置し、漁獲は曲線の左側でかろうじて行われている結果となった。

つぎに、1985年3月と1986年1月の97mm目合の選択性を排除した体長組成および漁獲物体長組成を年齢組成に変換し、Fig.7に示した。変換は漁獲試験で得られた標本の年齢査定をもとに作成した年齢-体長関係を用いておこなった。兩年とも体長組成を補正したときのようなモードの差異は見られなかったが、選択性を排除すると6歳、7歳魚は補正前より割合が増加し、反対に8歳、9歳魚は補正後に割合が減少した。つ

まり、選択性を排除した補正後の年齢組成は、97mm目合で実際に漁獲された漁獲物の年齢組成より若齢の個体が多く、97mm目合では高齢魚を選択的に漁獲している結果となった。

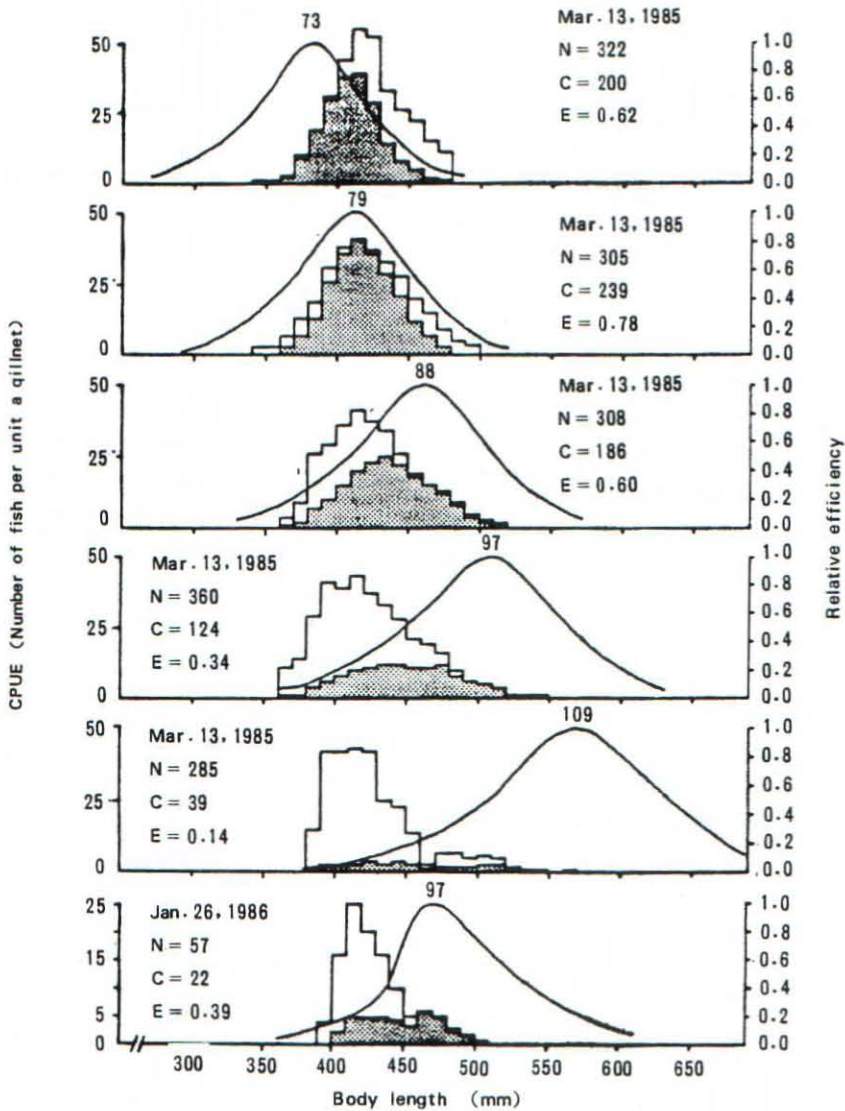


Fig.6. Comparison of mesh efficiency with each mesh sizes.

Solid lines show mesh selectivity curves.

□ : Body length composition of walleye pollock corrected with mesh selectivity curves

▨ : Body length composition of walleye pollock caught with different mesh sizes

N : Values of corrected CPUE

C : Values of caught CPUE

E : mesh efficiency (C/N)

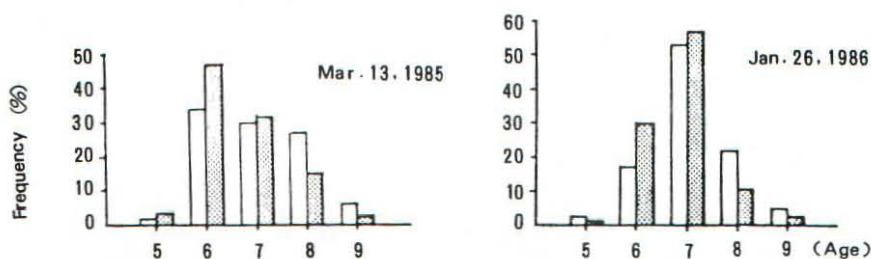


Fig.7. Comparison of age compositions of walleye pollock caught in the Nemuro Strait.

□ : 97mm mesh size products (a same fishery products).

▨ : Corrected with selectivity curve of 97 mm mesh size.

考 察

1. K値による体型の比較

最適体長と目合の大きさの比 (k) は魚種による体型の違いによって異なることが知られている。石田 (1964) は8種類の魚についてこの値を比較しており、ティラピア (*Tilapia esculenta*) ($k=2.62$) などの体高の高い魚の k 値は小さく、反対にナマズ (*Clarias mossambicus*) ($k=5.03$) などの細長い体型の魚は大きい k の値を示すと報告している。今回推定した曲線からスケトウダラの k 値はそれぞれ5.25と4.86となり、普通の紡錘形の体型をもつサケ、マス (*Oncorhynchus nerka*, *O. keta*, *O. gorbusha*) やニシン (ニューファンドランド産)、マイワシ (*Sardinops melanostictus*) ($k=4.5 \sim 5.0$) より大きい値となった。これは、スケトウダラがサケ、マスやニシン、マイワシなどと比べ細長い体型をもつためと考えられる。ところで、97mm目合による最適体長は、1985年3月は509mmで1986年1月の471mmより大きい。また、 k 値も1985年3月は5.25と1986年1月の4.86に比べ大きいことから、1985年3月の97mm目合の網は大型で、しかも細長い体型のスケトウダラを漁獲していたものと考ええる。

2. はえ縄漁獲物と刺し網漁獲物の体長組成の差異について

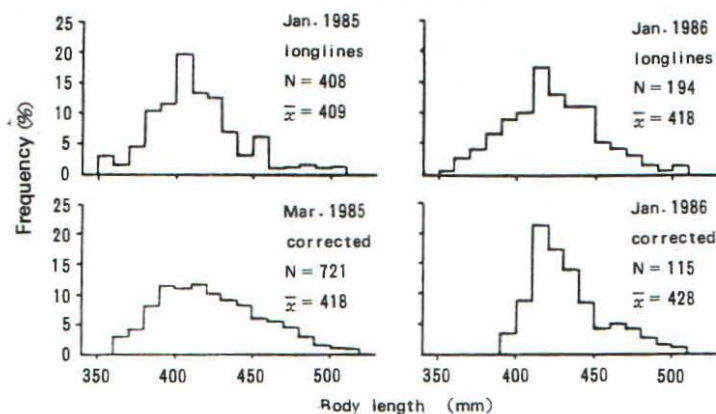


Fig.8. Comparison of frequency distributions of body length of walleye pollock caught with longlines and corrected with selectivity curve of 97mm mesh size.

N : Number of fish

$\bar{x}$: Average body length

今回推定した97mm目合の選択性を排除した体長組成と同一年の、はえ縄漁獲物の体長組成を併せてFig. 8に示した。1986年の漁獲試験は1月におこなったもので、はえ縄の体長組成も1月のものであるが、1985年の漁獲試験は3月に行ったもので、1月のはえ縄とは厳密には比較できない。しかし、両年とも選択性を排除した体長組成と、はえ縄漁獲物の体長組成のモードの位置や平均体長は近い値を示したことから、はえ縄は実際のポピュレーションをほぼ無選択に漁獲していると考えられる。これは、選択性を有する刺し網漁獲物の体長組成に比べ、はえ縄漁獲物の体長組成の範囲が広いこととも一致する。よって、刺し網漁獲物と、はえ縄漁獲物の体長組成の違いは、現在刺し網漁船が使用している97mm目合の網が、大型魚を選択的に漁獲していることによるものと考ええる。

3. 漁期中の刺し網漁獲物体長の大型化について

調査年は異なるが、今回推定した97mm目合の最適体長は3月の方が1月より大きく、その差は約30mmであった。選択性曲線の位置の差異は、同じ魚種を対象にしても産卵等による体型の違いからおこりえる。特に、根室海峡においては例年1月は産卵期の初めにあたり、1986年1月の漁獲試験で得られた漁獲物には放卵放精中、または放卵放精後の個体が1尾もなかった。これに対して、1985年3月の漁獲試験で得られた標本は半数以上(56.7%)の個体が放卵放精中あるいは後の個体であった。そこで、1985年3月と1986年1月の体長-胴周関係を回帰直線で示した(Fig. 9)。これによると体長300mm以上では、3月の直線は1月の直線より位置が低く、同じ体長でも胴周は小さくなる。また、

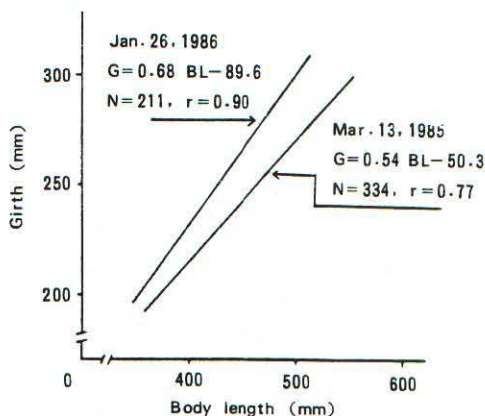


Fig. 9. Relationship between body length and girth of walleye pollock.

胴周194mm (=目合97mmの目合周長)付近での体長の差は、1985年3月と1986年1月における97mm目合の最適体長の差と等しい約30mmとなった。このことから3月の個体は放卵放精により胴周が小さく、細長い体型をしていたと考えられ、曲線から求めたk値が大きいことも合っている。このことは逆に、ある目合に刺さる個体は胴周が同じであれば、体長は1月より3月の方が大きくなる。また、各目合の選択性を排除した体長組成は1月と3月では大きな相違がないことから1月と3月の曲線の位置の差異や体長組成の違いは、同じ目合の網で漁獲していても放卵放精により胴周が小さくなったことによって、相対的に体長の大きい個体が漁獲されるようになったものと考ええる。

4. 漁獲物組成の偏りについて

漁獲物から得られた体長組成にみられるモードを識別して成長と年齢を推定するためには、漁獲物と海中の魚群との体長組成に現れるモードの位置がそれぞれ一致しているという条件が必要である。しかし、今回得られた結果から、当海域で刺し網漁船から得られる体長組成は大型の個体に偏り、一致していない。たとえば、1985年3月の97mm目合を用いた漁獲試験の結果から、5歳、6歳について、選択性を排除して得られた体長組成と漁獲物体長組成とを年齢ごとに比較すると、5歳魚では両体長組成のモードは一致せず、漁獲物体長組成の方が大きい方に偏っていた。したがって、97mm目合を主に使用する刺し網漁船は、同じ5歳魚でも成長の良い、体長の大きなものを漁獲していることになる。また、6歳魚では両体長組成にモードの差はないが、漁獲物体長組成の方が選択性を排除したものより全体に大きい方に偏っていた(Fig. 10)。よって、刺し網漁船では高齢の個体、さらに同じ年齢でも成長の良い個体が選択的に漁獲されているために、刺

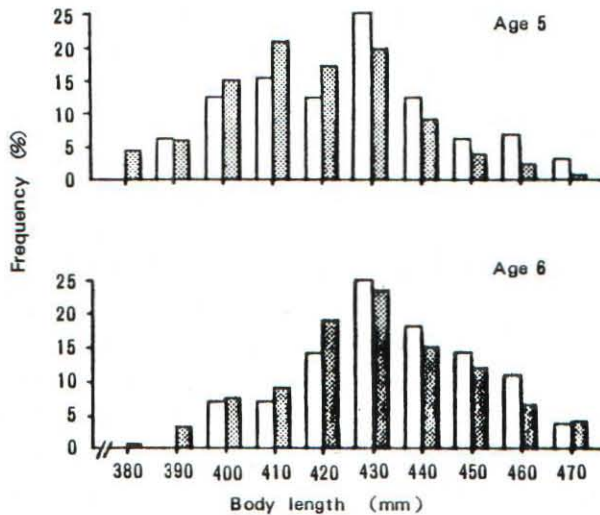


Fig.10. Comparison of body length of walleye pollock of ages 5 and 6 caught on March 13, 1985.

□ : 97 mm mesh size products (a same fishery products)

▨ : Corrected with selectivity curve of 97 mm mesh size

し網漁船の漁獲物組成は、海中の魚群組成に比べ、小型の個体は過小に、大型の個体は過大に評価されていることになる。鈴木 (1976) は漁業の選択性により計算体長に Lee 現象の生じることを見だし、若齢魚からは大きい個体を、高齢魚からは小さい個体を選択的に漁獲した結果、成長係数は過大に、極限体長 L_{∞} は過小に評価されると報告している。今回の結果からも、刺し網漁船から得られる漁獲物の選択性を排除しなければ、5、6 歳魚の体長は過大に推定され、成長係数は過大に評価されることになる。

今回求めた 97mm 目合の網目効率率は 1985 年 3 月では 0.34、1986 年 1 月では 0.39 となり、最適体長が選択性を排除した体長組成のモードに近い方が大きい値を示した。網目効率の逆数は、CPUE の補正值となることから、今回の 97mm 目合の CPUE は、約 2.5～3 倍に補正されることになる。ただし、今回求めた網目効率は、水揚げされた標本数だけから求めた値であり、たとえば、揚網時に脱落魚があり漁獲尾数が減少していれば、この値はさらに小さくなる。つまり、求めた網目効率は過大に推定されており、その逆数である CPUE の補正值は過小に評価される。また、網目効率は絶対選択率からの漁獲効率 (藤森ほか 1990) とは一致せず、網目選択性による効率の減少だけしか考慮されていない。よって、海中の魚群量を評価する CPUE の補正值は、さらに大きくなるものと思われる。

要 約

1985 年 3 月 13 日および 1986 年 1 月 26 日に根室海峡羅臼港沖水深 350～400 m でスケトウダラを対象とした 5 種目合 (73、79、88、97、109mm) の刺し網を 2 反ずつ、合計 10 反を同時に用いた漁獲試験を行い、得られた資料から石田 (1962) にしたがって各目合の網目選択性曲線を推定した。また、推定した曲線から選択性を排除した体長、年齢組成を推定し、以下の知見を得た。

1. 1985年3月の選択性曲線は、ほぼ左右対象の正規曲線に近い形を示し、最適体長は73mm目合で384mmとなり、目合が大きくなるにしたがって415mm、462mm、509mm、572mmと大きくなった。1986年1月の曲線は右側に長くすそを引く形となり、各目合の最適体長は355mm、384mm、438mm、471mm、530mmとなった。

2. 各目合の曲線から漁獲物の体長組成を補正して求めた、選択性を排除した体長組成は、1985年3月の結果では体長範囲が約350～550mm、モードが410mmのゆるやかな右すそを持つ組成を示した。1986年1月の結果は体長範囲がやや狭い390～510mm、モードが410mmで、1985年3月と同様のゆるやかな右すそを持つ組成を示した。

3. 選択性を排除した体長組成と、はえ縄漁獲物の体長組成を比較した結果、両者のモードの位置や平均体長が近い値を示したことから、刺し網漁獲物と、はえ縄漁獲物の体長組成の違いは、現在使用している97mm目合の刺し網が、大型魚を選択的に漁獲していることによるものと判断した。

4. 漁期中の刺し網による漁獲物体長組成の大型化は、体長-胴周関係の回帰直線から同じ胴周でも3月の体長が1月の体長より大きいこと、推定した曲線のk値も1月より3月が大きいことから、漁期中の放卵放精により胴周が小さくなり、相対的に体長の大きい個体が漁獲されているものと判断した。

文 献

- 石田昭夫 (1962) 刺し網の網目選択性曲線について 北水研報告 25 20-25
- 石田昭夫 (1964) 再び刺し網の網目選択性曲線について 北水研報告 29 1-9
- 石田昭夫 (1967) サケマス刺し網の網目選択性曲線 北太平洋漁業国際委員会研究報告 26 1-9
- 鈴木治郎 (1971) 太平洋のキハダについて求められた成長係数に関する考察 遠洋水研報 5 889-105
- 藤森康澄・松田 皎・L.P.LOSANES, 小池 篤 (1990) 水槽実験による刺し網の漁獲効率と網目選択性 日本水誌 56(12) 2019-2027
- 北海道区水産研究所 (1981) 昭和55年度根室海峡スケトウダラ調査報告 昭和55年度北海道周辺スケトウダラ新規加入量資源調査報告書 81-166
- 北海道区水産研究所 (1984) 昭和56年度根室海峡スケトウダラ調査報告 昭和56・57年度北海道周辺海域に分布するスケトウダラ並びに底魚類の資源調査報告書 255-356
- 北海道区水産研究所 (1985) 昭和57年度根室海峡スケトウダラ調査報告 昭和57・58年度北海道周辺海域に分布するスケトウダラ並びに底魚類の資源調査報告書 231-276
- 北海道区水産研究所 (1986) 昭和58年度根室海峡スケトウダラ調査報告 昭和58・59年度北海道周辺海域に分布するスケトウダラ並びに底魚類の資源調査報告書 377-435
- 北海道区水産研究所 (1987) 昭和59年度根室海峡スケトウダラ調査報告 昭和59・60年度北海道周辺海域に分布するスケトウダラ並びに底魚類の資源調査報告書 337-386
- YOSHIDA, H. (1989) Walleye pollock fishery and fisheries management in the Nemuro Strait, sea of Okhotsk, Hokkaido. pages 59-77 in Proc.Int.Symp.Biol.Mgmt.Walleye Pollock Univ. Alaska, Anchorage, Alaska.

北海道西部沿岸域におけるキアンコウ漁獲量の急増

富 永 修

(北海道立中央水産試験場)

Drastic increase in catch of yellow goosefish, *Lophius litulon*, in the coastal waters of western Hokkaido in 1989

Osamu TOMINAGA

Hokkaido Central Fisheries Experimental Station,
Yoichi, Hokkaido 046, Japan

Based on landing statistics of Yoichi-gun and Mashike Fisheries Cooperations, the catches of yellow goosefish, *Lophius litulon*, drastically increased in 1989 in the coastal waters of western Hokkaido. Annual landings of *L. litulon* highly fluctuated, especially at Yoichi-gun Fisheries Cooperation, and there were two catch peaks in summer and winter every year. In the summers of 1989 and 1990, predominant fish ranged in body weight from 1-3 kg and 2-4 kg respectively. The drastic increase of *L. litulon* in 1989 is probably due to the occurrence of a strong year-class in the summer and to increase in fishing effort for this fish in the winter because a high catch in the former season promoted the winter catch and the population of another major target species, *Paralichthys olivaceus*, also decreased in the winter.

キアンコウ *Lophius litulon* はアンコウ目アンコウ科に属し、北海道以南の日本沿岸および朝鮮半島沿岸に分布している。本種と近縁のアンコウ *Lophiomus setigerus* とは区別されずに取り扱われていることがあるが、キアンコウは口内と腹膜が白いのに対し、アンコウは舌の前部が黒く、円形の黄色斑がある(松原 1955) ために両種は容易に識別することができる。両種は北海道の全沿岸で漁獲されるが、日本海沿岸ではキアンコウが多く、太平洋、オホーツク海沿岸ではアンコウが多い(上野 1966)。

全道のキアンコウ漁獲量は漁獲統計が整っていないために不明であるが、余市郡漁業協同組合の漁獲統計資料によると、本種の漁獲量は1985年から1988年まで15~48トンで推移していたのが、1989年には156トンと急激に増加した。キアンコウに関するこれまでの知見は極めて少なく、このような漁獲量急増の事例は報告されていない。そこで、過去10年間の余市郡漁業協同組合の漁獲統計資料および市場調査の結果ならびに増毛漁業協同組合の漁獲統計資料をもとに、最近の漁獲量変化を検討し、若干の知見を得たので報告する。

材料および方法

本報告に用いたキアンコウの漁獲量 (kg) および水揚げ金額 (円) は余市郡漁業協同組合の漁獲生産高月報および増毛漁業協同組合の漁獲生産高報告から得られた。平均単価 (円/kg) は水揚げ金額を漁獲量で除することによって推定し、夏季 (6月と7月の平均) および冬季 (10月と11月の平均) について求めた。また、1989年6～7月、1989年10～11月、1990年6～7月および1990年10～11月に、余市郡漁業協同組合に水揚げされたキアンコウの1箱当りの重量と尾数を船毎に記録した。1箱に複数尾入っている場合には、1箱の重量を箱に入っている尾数で除することによって1尾当りの体重を推定した。また、1990年10月には余市郡漁業協同組合に水揚げされたキアンコウの全長 (1 cm単位) を測定した。

結 果

漁獲量の変化

余市郡漁業協同組合におけるキアンコウ漁獲量 (Fig.1) は1981年以降増加し、1983年に130トンを記録したが、その後急激に減少し、1987年には15トンを下回った。しかし、1988年から再び増加し始め、1989年には急増して最近10年間の最高値 (156トン) を記録した。留萌管内の増毛漁業協同組合における1984年から6年間のキアンコウ漁獲量 (Fig.1) も余市郡漁業協同組合と類似した変化を示し、1984年以降減少し、1989年からは増加に転じた。つぎに、余市郡漁業協同組合におけるキアンコウの月別漁獲量 (Fig. 2) をみると、11月から7月までの漁獲量が多く、8月から10月は少ない。また、漁獲量のピークはおおむね冬季 (11～2月) と夏季 (6～7月) の2回みられる。夏季のピーク時における漁獲量は冬季のそれに比較して多い。さらに、夏季ピーク時の漁獲量の年変化は大きく、年間の変化と一致しているが、冬季ピーク時の漁獲量の年変化は夏季に比較して小さく、本種の漁獲量の年変化は主に夏季の漁獲量の増減に影響されることが示された。

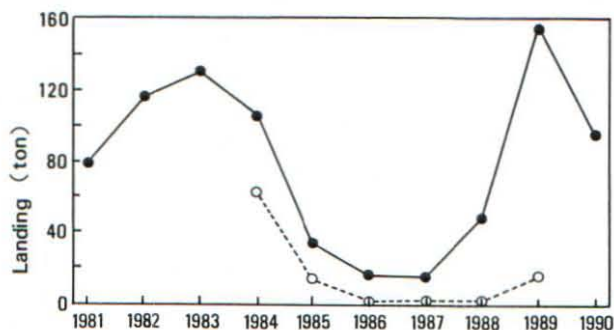


Fig.1 Annual changes in landing of *Lophius litulon* at Yoichi (closed circle and closed line) and Mashike Fisheries (open circle and broken line) Cooperation from 1981 to 1990 and from 1984 to 1989 respectively.

漁獲物の体重組成

漁獲量の急増した1989年と1990年の漁獲物の大きさを検討するために、6～7月 (夏季) と10～11月 (冬季) に余市郡漁業協同組合に水揚げされたキアンコウの体重 (Fig.3) を調べた。

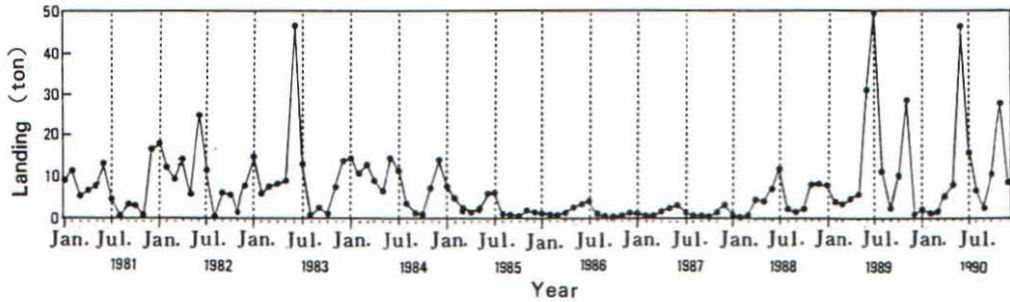


Fig. 2. Monthly changes in landing of *Lophius litulon* at Yoichi Fisheries Cooperation from January 1981 to December 1990.

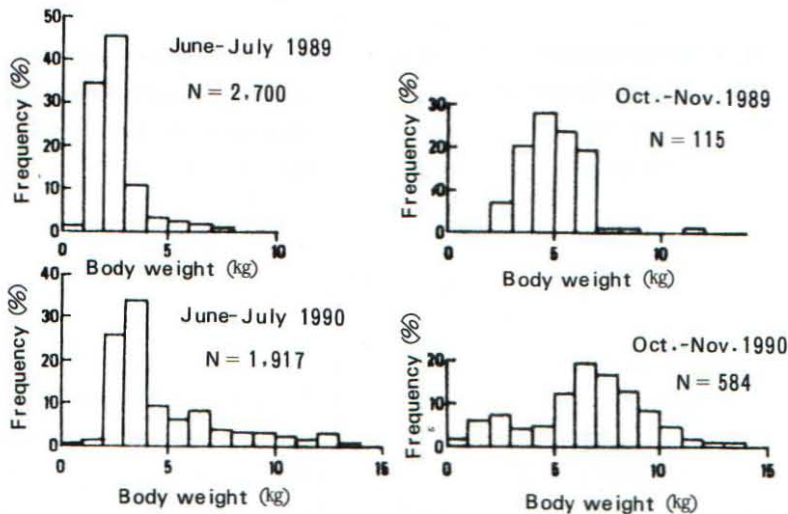


Fig. 3. Weight-frequency distribution of *Lophius litulon* landed at Yoichi Fisheries Cooperation in June-July and October-November of 1989 and 1990.

冬季に漁獲されるキアンコウは夏季よりも大きく、この傾向は1989年と1990年の両年に共通してみられるが、両年の体重組成は明らかに異なっており、1990年のキアンコウは1989年よりも大きい。すなわち、1989年の夏季には体重のモードは2kg台にあり8kg以上の個体はみられないが、1990年には3kg台にあり10kg以上の大型個体も漁獲されている。また、1989年には1～3kg、1990年には2～4kgのキアンコウがそれぞれ全体の約80%および約60%を占めているのが特徴である。一方、冬季においても1989年には4kg台にモードがあったが、1990年では6kg台にモードがみられる。

全長-体重関係

余市郡漁業協同組合で10月に測定した全長と体重の関係はFig. 4に示すとおりで、次に示す関係式が得られた。

$$BW = 5.97 \times 10^{-6} \times TL^{3.26} \quad (r^2 = 0.957)$$

ただし、BWは体重(単位kg)、TLは全長(単位cm)である。

全長-体重関係から判断して、約50cmで2kg台、約60cmで3kg台、約70cmで6kg台に成長すると考えられる。

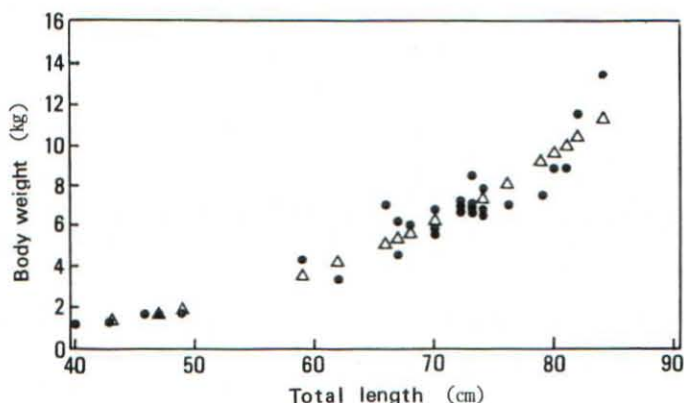


Fig. 4. Relationship between body weight and total length of *Lophius litulon* landed at Yoichi Fisheries Cooperation in October 1990. Closed circle and open triangle indicate measures and estimates from weight-length relationship equation respectively.

考 察

余市郡漁業協同組合において、キアンコウは1983年に130トン漁獲されたが、その後1986～1987年には、約15トンまで急激に減少した。しかし、1989年には再び増加して1983年以上の水準に達した。このようにキアンコウの漁獲量は大きな年変動を示すが、いずれの年にも6～7月と11～2月に2回の漁獲量のピークがみられた。また、両季節間では、漁獲されたキアンコウの体重組成が異なっていた。キアンコウは底刺し網によって漁獲されており、6～7月にはヒラメ産卵群を対象として漁業を行うために、4.5～6寸(14.9～19.8cm)前後の目合の刺し網が用いられるのに対して、11～2月ではキアンコウを主対象とするために夏季に比べて大きな目合(1尺前後)の刺し網が用いられるようになる。そのため、夏季には小さなキアンコウが中心に漁獲され、冬季には小さなキアンコウの漁獲が少なくなったと考えられる。しかし、漁業者からの聞き取り調査によると、1989年はキアンコウ漁業への準備が充分でなかったために、冬季に6寸前後の刺し網も使用し、1990年に比べて小さな目合のものも多く用いられたようである。

キアンコウの年齢-成長関係は仙台湾(小坂 1966)および東シナ海・黄海(時村ほか 1990)から報告されている。仙台湾では満1歳で標準体長が約25cm、1.5歳で約40cmであるが、東シナ海では1歳で全長10cm、2歳で37cm、3歳で54cmと、両海域の結果は異なっている。両海域とも体長組成のモードから推定しており、解析手法の不適正によるものか、海域による差かは明らかでなく、これらの結果には問題が残る。しかし、成長量が両海域とも1年で15cm以上という点では一致しており、キアンコウの成長は早いことが予想される。当海域で漁獲されたキアンコウの体重組成のモードは、1990年が1989年に比較して、夏季には1kg、冬季では2kg大きく、全長では約10cmの差があると推定され、1歳程度の差があると考えられる。冬季については先に述べたように、両年間で刺し網の目合が異なっていることから単純に比較できないが、夏季における漁獲物サイズの年変化および1989年に1～3kg、1990年には2～4kgのキアンコウが、それぞれ約80%、約60%を占めていたことから判断して、両年の漁獲物が主に豊度の大きな1年級群によって構成されていることが示唆された。一方、漁業者の聞き取り調査によると、1989年と1990年の冬季にはキアンコウと同時に

Table 1. Landing(kg) of flounder *Paralichthys olivaceus* at Yoichi Fisheries Cooperation between October and December from 1984 to 1990.

Year	landing (kg)
1984	53,832
1985	15,498
1986	51,959
1987	39,579
1988	29,444
1989	18,311
1990	17,248

刺し網漁業の対象となるヒラメの漁獲量が少なかった (Table 1) ことと、キアンコウが夏季に豊漁であったことから、キアンコウへの漁獲努力が増加したことが示された。以上のことから判断して、キアンコウ漁獲量の増大は、夏季では豊度の大きな年級群が出現したことに主に起因しているが、冬季ではキアンコウ資源に対する漁獲努力量が増加したことが大きな原因と考えられる。

キアンコウの1989年の平均単価は冬季で約1,700円/kg、夏季では350円/kgと約5倍の差があり、商品価値は大きく異なっている。また、夏季における漁獲量の増加は、冬季での漁獲量を減少させることになり、今後注意をはらう必要がある。

要 約

道西日本海に面する2漁業協同組合（余市郡および増毛漁業協同組合）における漁獲統計から最近のキアンコウ漁獲量の年変化について検討した。

1. 余市郡漁業協同組合におけるキアンコウ漁獲量は1983年に130トン記録したが、その後急激に減少し、1987年には15トンを下回った。しかし、漁獲量は1988年から増加し始め、1989年には急増して最近10年間の最高値（156トン）を記録した。また、増毛漁業協同組合でも1984年以降に減少したが、1989年からは増加傾向に転じた。

2. 冬季に漁獲されるキアンコウは夏季よりも大きく、この傾向は1989年と1990年の両年に共通してみられた。しかし、両年の体重組成は異なっており、1990年のキアンコウは1989年よりも大きい傾向がみられた。

3. 夏季における体重組成のモードの年変化と1989年に1～3kg、1990年には2～4kgのキアンコウが、それぞれ約80%、約60%を占めていたことから判断して、両年の漁獲物が主に豊度の大きな1年級群によって構成されていることが示唆された。

4. 漁業者の聞き取り調査によると、1989年、1990年の冬季には、キアンコウと同時に刺し網漁業の対象となるヒラメの漁獲量が少なかったことおよびキアンコウが夏季に豊漁であったことから、キアンコウへの漁獲努力が増加したことが示された。

5. キアンコウ漁獲量の増大は、夏季では豊度の大きな年級群が出現したことに主に起因しているが、冬季ではキアンコウ資源に対する漁獲努力量が増加したことが主な原因と考えられた。

文 献

- 小坂昌也 (1966) キアンコウの食生活 東海大学紀要 海洋学部 1 51-69
 松原喜代松 (1955) 魚類の形態と検策 II 第1版 1342 石崎書店
 時村宗春・藤田 轟・北島忠広 (1990) 東シナ海・黄海におけるアンコウ・キアンコウの分布について 平成2年度日本水産学会春季大会講演要旨 9
 上野達治 (1966) 北海道近海の魚 22. アンコウ・イザリウオ・チョウチンアンコウ類 北水試月報 23(11) 2-11

北海道後志沿岸の海藻*

名 畑 進 一

(北海道立釧路水産試験場)

List of marine algae from the Shiribeshi coast of Hokkaido

Shin-ichi NABATA

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

The present list comprises 233 species of marine algae, 33 of which belong to Chlorophyceae, 57 to phaeophyceae and 141 to Rhodophyceae, and two species of sea grass hitherto collected and recorded from the Shiribeshi coast of Hokkaido.

TOKIDA and MASAKI が1959年に報告した忍路を中心とする後志沿岸の海藻目録は、今日まで多くの文献に引用されてきた。しかし30年を経過した現在では、この目録に新たに追加される種も多い。本報告は、北海道立中央水産試験場増殖部海藻科が主として1985年から1986年に採集した海藻標本と著者が1989年に採集した海藻標本(注1)、北海道大学理学部標本室(SAP)の所蔵海藻標本、および既往の文献による記録から、北海道後志沿岸(図1)に産する海藻目録を作成したものである。緑藻33種、褐藻57種、紅藻141種、

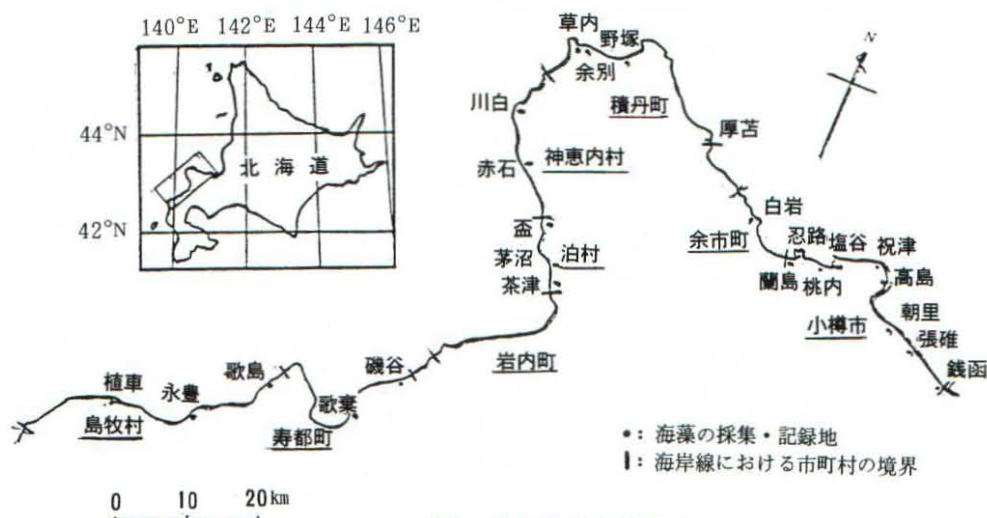


図1 北海道後志沿岸図

報文番号 A 174 (1991年3月25日受理)

* 本報告は平成元年度北海道職員委託研修の一部である。

海産顕花植物2種の合計233種を記載した。

海藻の学名と配列は吉田ほか(1990)に従った。記載は学名・和名、産地(採集月)―中央水試標本番号:産地(採集月)―SAP(標本番号は省略)の順とし、標本のない場合または必要に応じて産地と参考文献を記した。参考文献はTOKIDA and MASAKI(1959)で引用されているものについては、同文献で代表させた。なお学名右肩に*印を付したものは、TOKIDA and MASAKI(1959)の目録に新たに追加された62種である。

本文に入るに先立ち、SAP閲覧の御許可と御指導および本稿の御校閲を賜った北海道大学理学部教授吉田忠生博士に心から拝謝するとともに、懇篤な助言と貴重な標本の提供をいただいた同助教授増田道夫博士に厚くお礼申し上げる。また無節石灰藻の同定と御助言を賜った同水産学部名誉教授正置富太郎博士に謹んで感謝の意を表するとともに、多くの有益な御助言をいただいた同理学部川井浩史博士、小亀一弘氏、北山太樹氏、峯一朗氏に深く謝意を表する。さらに貴重な標本を提供していただいた北海道立網走水産試験場阿部英治氏と故・垣内政宏氏、および調査に便宜を図っていただいた北海道大学忍路臨海実験所信太郎氏に厚くお礼申し上げる。

- | | |
|--|-----------|
| CHLOROPHYCEAE | 緑藻綱 |
| CHLOROCOCCALES | クロロコクム目 |
| Endosphaeraceae | エンドスファニア科 |
| 1. <i>Gomontia polyrrhiza</i> (LAGERHEIM) BORNET et FLAHAULT | カイミドリ |
| 小樽 (TOKIDA and MASAKI 1959) | |
| ULOTRICHALES | ヒビミドロ目 |
| Ulotrichaceae | ヒビミドロ科 |
| 2. <i>Ulothrix flacca</i> (DILLWYN) THURET in LE JOLIS | ヒビミドロ |
| 忍路 (TOKIDA and MASAKI 1959) | |
| CHAETOPHORALES | カエトフォラ目 |
| Chaetophoraceae | カエトフォラ科 |
| 3. <i>Bolbocoleon piliferum</i> PRINGSHEIM * | |
| 忍路 (小亀・吉田 1988) | |
| ULVALES | アオサ目 |
| Kornmanniaceae | モツキヒトエ科 |
| 4. <i>Kornmannia leptoderma</i> (KJELLMAN) BLIDING | モツキヒトエ |
| 忍路 (5月)-00027:張碓 (5月)、茅沼 (5月)、寿都 (4月)-SAP | |
| Monostromataceae | ヒトエグサ科 |
| 5. <i>Monostroma angicava</i> KJELLMAN | エゾヒトエグサ |
| 忍路 (4月)-00026:忍路 (3月)-SAP | |
| 6. <i>Monostroma grevillei</i> (THURET) WITTROCK | ウスヒトエグサ |
| 忍路 (TOKIDA and MASAKI 1959) | |
| 7. <i>Protomonostroma undulatum</i> (WITTROCK) VINOGRADOVA | シワヒトエグサ |
| 忍路 (4月)-00016:茅沼 (4月)-SAP | |
| Ulvaceae | アオサ科 |

8. *Blidingia minima* (NÄGELI in KÜTZING) KYLIN ヒメアオノリ
忍路 (3・6月) - SAP
9. *Enteromorpha compressa* (LINNAEUS) NEES * ヒラアオノリ
忍路 (6・8月) - 00062~64 : 忍路 (8・10~11月) - SAP
10. *Enteromorpha intestinalis* (LINNAEUS) NEES ボウアオノリ
忍路 (8月) - 00066、磯谷 (9月) - 00065 : 忍路 (11月) - SAP
11. *Enteromorpha linza* (LINNAEUS) J. AGARDH ウスバアオノリ
忍路 (5月) - 00060、磯谷 (5・9月) - 00010・00061 : 忍路 (3・5月)、塩谷 (5月)、茶津 (6月) - SAP
12. *Enteromorpha prolifera* (MÜLLER) J. AGARDH スジアオノリ
忍路 (7月) - 00059
13. *Ulva pertusa* KJELLMAN アナアオサ
忍路 (4・9月) - 00023~24、厚舌 (9月) - 00025 : 忍路 (5・9~10月)、塩谷 (5月)、茶津 (7月)、寿都 (4月) - SAP
14. *Ulvaria obscura* (KÜTZING) GAYRAL var. *blytii* (ARESCHOUG) BLIDING クロヒトエグサ
忍路 (5月) - 00017・00022 : 祝津 (5月) - SAP

ACROSIPHONIALES モツレグサ目

Acrosiphoniaceae モツレグサ科

15. *Spongomorpha heterocladia* SAKAI * イブリモツレグサ
忍路 (3・5月) - SAP : 忍路 (宮地 1986)
16. *Spongomorpha saxatilis* (RUPRECHT) COLLINS トゲナシモツレグサ
忍路 (5月) - 00028 : 忍路 (3月) - SAP
17. *Urospora penicilliformis* (ROTH) ARESCHOUG シリオミドロ
忍路 (4月) - 00281

CLADOPHORALES シオグサ目

Cladophoraceae シオグサ科

18. *Chaetomorpha aerea* (DILLWYN) KÜTZING タルガタジュズモ
忍路 (1月) - 00208
19. *Chaetomorpha crassa* (C. AGARDH) KÜTZING ホソジュズモ
磯谷 (5月) - 00009
20. *Chaetomorpha monilifera* KJELLMAN タマジュズモ
忍路 (7月) - 00021 : 蘭島 (7月)、川白 (8月) - SAP
21. *Cladophora albida* (NEES) KÜTZING * ワタシオグサ
忍路 (7月) - 00261 : 忍路 (7月) - SAP : 小樽・蘭島 (SAKAI 1964)
22. *Cladophora fascicularis* (MERTENS ex C. AGARDH) KÜTZING * フサシオグサ
忍路 (7月) - SAP : 永豊 (SAKAI 1964)
23. *Cladophora opaca* SAKAI ツヤナシシオグサ (ハイレシオグサ)
忍路 (7月) - 00268、厚舌 (4月) - 00259、神恵内 (5月) - 00260 : 忍路 (7月)、塩谷 (7月)
余別 (6月)、茶津 (7月) - SAP
24. *Cladophora pusilla* SAKAI * コシオグサ

朝里 (SAKAI 1964)

25. *Cladophora sakaii* ABBOTT * アサミドリシオグサ
赤岩 (5月) - 00258、歌島 (7月) - 00269 : 忍路 (6月) - SAP : 美国 (SAKAI 1964)、神恵内
(垣内ほか 1983)
26. *Cladophora stimpsonii* HARVEY * キヌシオグサ
白岩 (5月) - 00257 : 忍路 (6月)、桃内 (6月)、蘭島 (6~7月) - SAP : 忍路・小樽
(SAKAI 1964)

CODIALES

ミル目

Bryopsidaceae

ハネモ科

27. *Bryopsis hypnoides* LAMOUROUX オバナハネモ
厚舌 (9月) - 00032 : 忍路 (8月) - SAP
28. *Bryopsis plumosa* (HUDSON) C. AGARDH * ハネモ
忍路 (7・9月) - 00030~31、歌島 (7月) - 00029 : 神恵内 (垣内ほか 1983)

Chaetosiphonaceae

ケートシフォン科

29. *Blastophysa rhizopus* REINKE アワミドリ
忍路 (TOKIDA and MASAKI 1959)

Codiaceae

ミル科

30. *Codium adhaerens* (CABRERA) C. AGARDH * ハイミル (注2)
島牧 (福原 1958)
31. *Codium fragile* (SURINGAR) HARIOT ミル
忍路 (10月) - 00013~14、歌島 (7月) - 00020 : 忍路 (8月) - SAP
32. *Codium hubbsii* DAWSON * ハイミルモドキ
厚舌 (9月) - 00013~14 : 忍路 (吉崎 1974)
33. *Codium yezoense* (TOKIDA) VINOGRADOVA エゾミル
高島 (10月) - 00282

PHAEOPHYCEAE

褐藻綱

ECTOCARPALES

シオミドロ目

Ectocarpaceae

シオミドロ科

34. *Acinetospora crinita* (CARMICHAEL ex HARVEY in HOOKER) KORNMAN *
忍路 (5月)、余市 (6月)、盃 (6月) - SAP
35. *Ectocarpus arctus* KÜTZING * ケナシシオミドロ
余市 (6月) - SAP
36. *Ectocarpus penicillatus* (C. AGARDH) KJELLMAN * エフデシオミドロ
神恵内 (6月) - SAP
37. *Ectocarpus siliculosus* (DILLWYN) LYNGBYE シオミドロ
忍路・小樽 (TOKIDA and MASAKI 1959)
38. *Gononema aecidioides* (ROSENVINGE) PEDERSEN * ワカメヤドリミドロ
忍路 (吉田 1979)
39. *Hincksia mitchellae* (HARVEY) SILVA * タワラガタシオミドロ

神恵内 (6月)、盃 (6月)、寿都 (6月) -SAP

Sorocarpaceae イソブドウ科

40. *Botrytella micromora* BORY イソブドウ

忍路 (TOKIDA and MASAKI 1959)

41. *Polytretus reinboldii* (REINKE) SAUVAGEAU * キタンオミドロ

忍路 (3・5月)、蘭島 (6月) -SAP : 忍路・蘭島 (KUROGI 1978)

Ralfsiaceae イソガワラ科

42. *Analipus japonicus* (HARVEY) WYNNE マツモ

忍路 (2月) -00038 : 忍路 (3・5月)、張碓 (5月)、余別 (6月)、茅沼 (5月)、寿都 (4月) -SAP

43. *Ralfsia fungiformis* (GUNNERUS) SETCHELL et GARDNER イソガワラ

歌島 (7月) -00264

CHORDARIALES ナガマツモ目

Acrotrichaceae ニセモズク科

44. *Acrothrix gracilis* KYLIN * キタニセモズク

忍路 (KAWAI 1983)

45. *Acrothrix pacifica* OKAMURA et YAMADA in YAMADA ニセモズク

白岩 (7月) -00128

Chordariaceae ナガマツモ科

46. *Chordaria flagelliformis* (O. F. MÜLLER) C. AGARDH ナガマツモ

管内全域 (TOKIDA and MASAKI 1959)

47. *Papenfussiella kuromo* (YENDO) INAGAKI クロモ

忍路・張碓 (TOKIDA and MASAKI 1959)

48. *Sphaerotrachia divaricata* (C. AGARDH) KYLIN イシモズク

忍路 (9月) -00129 : 忍路 (8月)、銭函 (5月)、蘭島 (7月)、厚舌 (7月)、盃 (8月)、茶津 (7月) -SAP

Elachistaceae ナミマクラ科

49. *Elachista taeniaeformis* YAMADA ヒルナミマクラ

忍路 (TOKIDA and MASAKI 1959)

50. *Halothrix ambigua* YAMADA ソメワケグサ

塩谷 (6月) -00130 : 忍路 (3月) -SAP

Leathesiaceae ネバリモ科

51. *Leathesia difformis* (LINNAEUS) ARESCHOUG ネバリモ

忍路 (7月) -00057、歌島 (7月) -00058 : 塩谷 (3月)、余別 (6月)、川白 (8月)、茶津 (7月) -SAP

52. *Leathesia monilicellulata* TAKAMATSU * ナンキンネバリモ

張碓 (INAGAKI 1958)

53. *Leathesia sphaerocephala* YAMADA * ヒメネバリモ

厚舌 (北海道 1975)

54. *Leathesia yezoensis* INAGAKI コツネバリモ

忍路・張碓 (TOKIDA and MASAKI 1959)

55. *Myriactula sargassi* (YENDO) FELDMANN ゴノケノリ
小樽 (TOKIDA and MASAKI 1959)

Myrionemataceae ミリオネマ科

56. *Protectocarpus speciosus* (BØRGESSEN) KORNMAN *
忍路 (10月) -00267

SCYTOSIPHONALES カヤモノリ目

Scytosiphonaceae カヤモノリ科

57. *Colpomenia bullosa* (SAUNDERS) YAMADA ワタモ
赤岩 (5月) -00095 : 忍路 (3月)、茅沼 (4月) -SAP
58. *Colpomenia sinuosa* (MERTENS ex ROTH) DERBÈS et SOLIER in CASTAGNE フクロノリ (注3)
忍路 (4・7月) -00043~44、歌島 (7月) -00045 : 忍路 (3月)、塩谷 (8月)、余別 (6月)、
草内 (6月)、茅沼 (5月)、瀬棚 (3月) -SAP
59. *Endrachne binghamiae* J. AGARDH * ハバノリ
忍路 (2月) -SAP
60. *Petalonia fascia* (O. F. MÜLLER) KUNTZE セイヨウハバノリ
忍路 (2月) -00096 : 忍路 (2~3月)、蘭島 (3月)、神恵内 (4月)、寿都 (6月)、瀬棚
(3月) -SAP
61. *Petalonia zosterifolia* (REINKE) KUNTZE * ホソバセイヨウハバノリ
忍路 (12月) -00251 : 銭函 (5月) -SAP
62. *Scytosiphon lomentaria* (LYNGBYE) LINK カヤモノリ
忍路 (2月) -00039 : 忍路 (2月)、銭函 (5月)、張碓 (5月)、塩谷 (5月)、野塚 (6月)、
余別 (6月)、茅沼 (4月)、茶津 (6月)、瀬棚 (2月) -SAP

DICTYOSIPHONALES ウイキョウモ目

Asperococcaceae コモンブクロ科

63. *Melanosiphon intestinalis* (SAUNDERS) WYNNE * キタイワヒゲ
忍路 (4月) -00263

Coilodesmaceae エゾフクロ科

64. *Coilodesme japonica* YAMADA エゾフクロ
管内全域 (TOKIDA and MASAKI 1959)

Dictyosiphonaceae ウイキョウモ科

65. *Dictyosiphon foeniculaceus* (HUDSON) GREVILLE ウイキョウモ
忍路 (6月) -SAP

Punctariaceae ハバモドキ科

66. *Punctaria latifolia* GREVILLE ハバモドキ
厚苔 (5月) -00126 : 忍路 (3月)、塩谷 (3月) -SAP
67. *Punctaria plantaginea* (ROTH) GREVILLE * ハバダマシ
忍路 (太田 1984)

SPHACELARIALES クロガシラ目

Sphacelariaceae クロガシラ科

68. *Sphacelaria rigidula* KÜTZING * ワイジガタクロガシラ
磯谷 (7月) - 00127
69. *Sphacelaria subfusca* SETCHELL et GARDNER ミツマタクロガシラ
忍路 (TOKIDA and MASAKI 1959)
70. *Sphacelaria variabilis* SAUVAGEAU マタザキクロガシラ
忍路 (3月) - SAP

DESMARESTIALES ウルシグサ目

Desmarestiaceae ウルシグサ科

71. *Desmarestia ligulata* (STACKHOUSE) LAMOUROUX ウルシグサ
忍路 (5月) - 00042 : 忍路 (4月)、茶津 (6月)、茅沼 (4月) - SAP
72. *Desmarestia viridis* (MÜLLER) LAMOUROUX ケウルシグサ
忍路 (5月) - 00041 : 忍路 (3・5月)、野塚 (6月)、草内 (6月)、茅沼 (4月)、茶津 (4月) - SAP

LAMINARIALES コンブ目

Alariaceae チガイソ科

73. *Undaria pinnatifida* (HARVEY) SURINGAR ワカメ
忍路 (5月) - 00034、赤岩 (2月) - 00070 : 忍路 (3・5月)、茅沼 (5月)、茶津 (7月) - SAP

Chordaceae ツルモ科

74. *Chorda filum* (LINNAEUS) STACKHOUSE ツルモ
忍路 (5月) - 00040 : 忍路 (5~6月)、茶津 (7月) - SAP

Laminariaceae コンブ科

75. *Agarum cribrosum* BORY アナメ
塩谷 (6月) - 00048 : 磯谷 (9月 打ち上げ) - 00046~47
76. *Costaria costata* (C. AGARDH) SAUNDERS スジメ
赤岩 (5月) - 00033 : 忍路 (3~4月)、野塚 (1月)、茅沼 (4月) - SAP
77. *Laminaria cichorioides* MIYABE in OKAMURA チヂミコンブ
管内全域 (TOKIDA and MASAKI 1959)

78. *Laminaria religiosa* MIYABE in OKAMURA ホソメコンブ
忍路 (2・5月) - 00035~37 : 忍路 (4~6月)、朝里 (8月)、蘭島 (6月)、野塚 (6月)、
草内 (6月)、川白 (8月)、歌乗 (9月)、瀬棚 (3月) - SAP

Pseudochordaceae ニセツルモ科

79. *Pseudochorda gracilis* KAWAI et NABATA * ホソツルモ
磯谷 (KAWAI et NABATA 1990)

DICTYOTALES アミシグサ目

Dictyotaceae アミシグサ科

80. *Dictyopteris divaricata* (OKAMURA) OKAMURA エゾヤハズ
忍路 (7月) - 00098、赤岩 (5月) - 00098 : 忍路 (5月)、塩谷 (5~6月)、余別 (6月)、

草内 (6月)、茅沼 (4月)、茶津 (6月)、泊 (4月)、寿都 (6月) -SAP

81. *Dictyota dichotoma* (HUDSON) LAMOUROUX アミジグサ
忍路 (7月) -00124、厚苔 (5・9月) -00122~123、歌島 (7月) -00125 : 忍路 (10月)、張碓
(7月)、塩谷 (7月)、野塚 (6月)、川白 (8月)、茶津 (7月) -SAP
82. *Dilophus okamurae* DAWSON* フクリンアミジ
厚苔 (9月) -00121

FUCALES

ヒバマタ目

Cystoseiraceae

ウガノモク科

83. *Coccophora langsfordii* (TURNER) GREVILLE スギモク
高島 (10月 打ち上げ) -00271~273 : 小樽 (6月)、朝里 (7月) -SAP
84. *Cystoseira hakodatensis* (YENDO) FENSHOLT ウガノモク
磯谷 (6月) -00049 : 忍路 (6月)、茅沼 (5月) -SAP
- Sargassaceae ホンダワラ科
85. *Sargassum confusum* C. AGARDH フシスジモク
忍路 (7月) -00052 : 忍路 (1・3~4・6~7・9・11月)、銭函 (7月)、蘭島 (7月)、野塚
(6月)、余別 (6月)、茶津 (6月)、茅沼 (5月) -SAP
86. *Sargassum horneri* (TURNER) C. AGARDH アカモク
歌島 (7月) -00050~51 : 忍路 (4・7月)、小樽 (6月)、盃 (8月)、茶津 (6月)、泊 (8月)
-SAP
87. *Sargassum microceratium* (MERTENS ex TURNER) C. AGARDH * フシイトモク
磯谷 (9月) -00246
88. *Sargassum miyabei* YENDO ミヤベモク
忍路 (7月) -00055~56 : 忍路 (3~8月)、銭函 (5・8月)、塩谷 (5月)、余別 (6月)、
神恵内 (8月)、茶津 (7月)、泊 (8月) -SAP
89. *Sargassum thunbergii* (MERTENS ex ROTH) KUNTZE ウミトラノオ
忍路 (4・9月) -00001、00054 : 忍路 (4~7月)、銭函 (7月)、高島 (6月)、塩谷 (5月)、
厚苔 (7月)、野塚 (6月)、積丹 (7月)、川白 (8月)、盃 (8月)、茅沼 (5月) -SAP
90. *Sargassum yezoense* (YAMADA) YOSHIDA et T. KONNO エゾノネジモク
高島 (10月 打ち上げ) -00274、厚苔 (5月) -00053 : 忍路 (4・6~8・10月)、高島 (7月)、
塩谷 (7月)、余別 (6月)、川白 (8月)、盃 (8月)、茅沼 (5月)、茶津 (7月)、泊 (8月) -SAP

RHODOPHYCEAE

紅藻綱

PORPHYRIDIALES

チノリモ目

Goniotrichaceae

ベニミドロ科

91. *Bangiopsis subsimplex* (MONTAGNE) SCHMITZ in ENGLER et PRANTL* ニセウシケノリ
寿都 (4月) -SAP
92. *Stylonema alsidii* (ZANARDINI) DREW ベニミドロ
忍路・小樽・寿都 (TOKIDA and MASAKI 1959)

ERYTHROPELTIDALES

エリスロペルティス目

Erythropeltidaceae

エリスロペルティス科

93. *Erythrocladia irregularis* ROSENVINGE イソハナビ
忍路 (11月) - SAP
 94. *Erythrotrichia carnea* (DILLWYN) J. AGARDH ホシノイト
小樽・寿都 (TOKIDA and MASAKI 1959)
 95. *Erythrotrichia incrassata* TANAKA イソリボン
寿都 (4月) - SAP
 96. *Erythrotrichia japonica* TOKIDA ホシノオビ
寿都 (4月) - SAP
 97. *Porphyropsis coccinea* (J. AGARDH ex ARESCHOUG) ROSENVINGE ヒナノリ
忍路・小樽・塩谷・寿都 (TOKIDA and MASAKI 1959)
- BANGIALES ウシケノリ目
 Bangiaceae ウシケノリ科
98. *Bangia atropurpurea* (ROTH) C. AGARDH ウシケノリ
忍路 (2・10月) - 00219.00277 : 忍路 (2~3月)、余別 (7月)、神恵内 (8月)、茅沼 (4月)
- SAP
 99. *Bangia gloiopeltidicola* TANAKA フノリノウシゲ
忍路 (1月) - 00230
 100. *Porphyra crassa* UEDA アツバアマノリ
寿都 (TOKIDA and MASAKI 1959)
 101. *Porphyra katadae* MIURA * ソメワケアマノリ
余市 (3月) - 00211~212 : 余市・歌楽 (福原 1968)
 102. *Porphyra kinositae* (YAMADA et TANAKA) FUKUHARA ウタスツノリ
歌楽 (3月) - 00002~3 : 歌楽 (3~4月)、寿都 (3~4月) - SAP : 余市・歌楽 (福原 1968)
 103. *Porphyra okamurae* UEDA クロノリ
余市 (12~1月) - SAP
 104. *Porphyra onoi* UEDA オオノノリ
忍路 (4月) - 00217 : 忍路 (3~4月)、祝津 (3月) - SAP
 105. *Porphyra pseudolinearis* UEDA ウップルイノリ
忍路 (12~1月) - 00213~214、寿都 (10月) - 00215 : 忍路 (11月) - SAP
 106. *Porphyra seriata* KJELLMAN * イチマツノリ
余市 (5月) - 00220 : 余市 (5月) - SAP
 107. *Porphyra variegata* (KJELLMAN) KJELLMAN in HUS フイリタサ
余市 (4月) - 00222 : 祝津 (4~5月)、塩谷 (5月) - SAP
 108. *Porphyra yezoensis* UEDA スサビノリ
忍路 (2・4~5月) - 00228.00218.00286 : 忍路 (3~6月)、張碓 (3~5月)、塩谷 (4月)、
歌楽 (4月)、寿都 (4~6月) - SAP

NEMALIALES ウミゾウメン目
 Acrochaetiaceae アクロケチウム科

109. *Audouinella daviesii* (DILLWYN) WOELKERLING *
忍路 (LEE 1980)

110. *Audouinella densa* (DREW) GARBARY *
忍路 (LEE 1980)
111. *Audouinella japonica* (PAPENFUSS) GARBARY ペニマユダマ
小樽・塩谷・寿都 (TOKIDA and MASAKI 1959)
112. *Audouinella microscopica* (NÄGELI in KÜTZING) WOELKERLING *
忍路 (LEE 1980)
113. *Audouinella plumosa* (DREW) GARGARY *
忍路・塩谷 (LEE 1980)
114. *Audouinella purpurea* (LIGTHFOOT) WOELKERLING *
忍路 (太田・黒木 1979)
115. *Audouinella sessilis* (NAKAMURA) GARBARY *
忍路・塩谷 (LEE 1980)
116. *Audouinella subimmersum* (SETCHELL et GARDNER) GARBARY et RUENESS
小樽・寿都 (TOKIDA and MASAKI 1959)
Bonnemaisoniaceae カギケノリ科
117. *Bonnemaisonia hamifera* HARIOT カギノリ
塩谷 (6月)-00107、神恵内 (5月)-00106、歌島 (7月)-00108 : 忍路 (3月)、塩谷
(3・5月)、桃内 (5月)-SAP
Helminthocladiaceae ペニモズク科
118. *Nemalion vermiculare* SURINGAR ウミゾウメン
忍路 (7・9月)-00072~73、厚苫 (9月)-00071 : 忍路 (6~11月)、祝津 (7月)、張碓
(7月)、蘭島 (7月)、川白 (8月)、茶津 (7月)-SAP
GELIDIALES テングサ目
Gelidiaceae テングサ科
119. *Gelidium elegans* KÜTZING マクサ
忍路 (7・9月)-00142~143 : 忍路 (3~4・6~7・9月)、銭函 (8月)、高島 (4月)、塩谷
(7月)-SAP
120. *Gelidium subfastigiatum* OKAMURA ナンブグサ
忍路 (2・10月)-00140~141
121. *Gelidium vagum* OKAMURA ヨレクサ
忍路 (5・7月)-00137・00139、塩谷 (7月)-00138 : 忍路 (6月)、塩谷 (6・7・9月)、張碓
(7月)-SAP
122. *Pterocladia capillacea* (GMELIN) BORNET in BORNET et THURET オバクサ
忍路 (7・9月)-00135~136、歌島 (7月)-00134 : 忍路 (9月)-SAP
CRYPTONEMIALES カクレイト目
Corallinaceae サンゴモ科
123. *Amphiroa zonata* YENDO * ウスカワカニノテ
忍路 (10月)-00181
124. *Bossiella cretacea* (POSTELS et RUPRECHT) JOHANSEN イソキリ
厚苫 (9月)-00102

125. *Corallina pilulifera* POSTELS et RUPRECHT ビリヒバ
忍路 (5・7月) - 00103~105
126. *Fosliella farinosa* (LAMOUROUX) HOWE * イボモカサ
忍路 (MASAKI 1968)
127. *Goniolithon mamillare* (HARVEY) FOSLIE イボイシモ
小樽 (TOKIDA and MASAKI 1959)
128. *Jania nipponica* (YENDO) YENDO * ウラモサズキ
神恵内 (垣内ほか 1983)
129. *Lithophyllum okamurai* FOSLIE ヒライボ
忍路 (10月) - 00265
130. *Lithophyllum samoense* FOSLIE * サモアイシゴロモ
忍路 (MASAKI 1968)
131. *Lithophyllum yendoi* (FOSLIE) FOSLIE ウミサビ
管内全域 (TOKIDA and MASAKI 1959)
132. *Lithophyllum yessoense* FOSLIE エゾイシゴロモ
歌島 (7月) - 00162
133. *Lithothamnion japonicum* FOSLIE ミヤベオコシ
忍路 (7月) - 00163
134. *Neogoniolithon* sp. * イシノミモドキ属の1種
忍路 (7月) - 00231
135. *Pneophyllum zostericolum* (FOSLIE) FUJITA モカサ
忍路 (5月) - 00254、厚舌 (9月) - 00253
136. *Titanoderma corallinae* (CROUAN frat.) WOELKERLING, CHAMBERLAIN et SILVA
ヒメゴロモ
忍路 (MASAKI 1968)
137. *Titanoderma tumidulum* (FOSLIE) WOELKERLING, CHAMBERLAIN et SILVA ノリマキ
忍路 (TOKIDA and MASAKI 1959)
Dumontiaceae リュウモンソウ科
138. *Dudresnaya minima* OKAMURA * ヒメヒビロウド
植車 (北海道 1979)
139. *Dumontia contorta* (GMELIN) RUPRECHT リュウモンソウ
朝里 (5月) - SAP
140. *Dumontia simplex* COTTON ヘラリュウモン
忍路 (2月) - 00007~8 : 忍路 (2~3・10月)、小樽 (3~4月)、神恵内 (4月)、茅沼 (5月)、
寿都 (4月) - SAP
141. *Hyalosiphonia caespitosa* OKAMURA イソウメモドキ
忍路 (5~6月) - 00080~82、白岩 (7月) - 00082 : 忍路 (5~7月)、小樽 (6月)、高島
(6月)、塩谷 (5~6月)、蘭島 (6~7月)、余別 (6月) - SAP
142. *Neodilsea yendoana* TOKIDA アカバ
忍路 (2・7月) - 00004~6・00132 : 忍路 (7・10月)、塩谷 (5月)、余別 (6月)、積丹 (7月)、
茅沼 (4月)、茶津 (6月) - SAP

Endocladaceae フノリ科

143. *Gloiopeltis furcata* (POSTELS et RUPRECHT) J. AGARDH フクロノリ
忍路 (4月) - 00069、赤岩 (5月) - 00068、歌島 (7月) - 00069 : 忍路 (3・5月)、張碓 (5月)、
茅沼 (5月)、茶津 (6月) - SAP

Gloiosiphoniaceae イトフノリ科

144. *Gloeophycus koreanum* I. K. LEE et S. A. YOO * オトヒメモズク
忍路・島牧・美国・祝津 (KANEKO et al. 1980)
145. *Gloiosiphonia capillaris* (HUDSON) CARMICHAEL in BERKELEY イトフノリ
忍路 (6月) - 00015.00256 : 忍路 (2~6.10月)、銭函 (3・5月)、蘭島 (5月)、神恵内
(6月) - SAP

Halymeniaceae ムカデノリ科

146. *Carpopeltis affinis* (HARVEY) OKAMURA マツノリ
忍路 (5・10月) - 00170.00221、歌島 (7月) - 00169 : 忍路 (3・7月)、蘭島 (4月)、厚苦
(7月)、野塚 (7月)、余別 (6月)、茅沼 (4月) - SAP
147. *Grateloupia divaricata* OKAMURA カタノリ
忍路 (9・10月) - 00176.00179、歌島 (7月) - 00178 : 忍路 (3・7月)、銭函 (5月)、張碓
(5・7・10月)、蘭島 (7月)、余別 (6月)、川白 (8月)、茅沼 (4月)、茶津 (6月) - SAP
148. *Grateloupia filicina* (LAMOUROUX) C. AGARDH ムカデノリ
忍路 (4~5月) - 00200~201、厚苦 (9月) - 00199 : 忍路 (2~3・9~11月)、塩谷 (7月)
- SAP
149. *Grateloupia livida* (HARVEY) YAMADA ヒラムカデ
忍路 (2月) - 00189 : 野塚 (6月)、余別 (6月)、茶津 (7月) - SAP
150. *Grateloupia okamurae* YAMADA キョウノヒモ
忍路 (7月) - 00147、塩谷 (6月) - 00148、歌島 (7月) - 00149 : 忍路 (8月)、蘭島 (7月)
- SAP
151. *Grateloupia turuturu* YAMADA ツルツル
忍路 (9~10月) - 00151~152、美国 (9月) - 00150 : 忍路 (11月)、祝津 (8月)、蘭島
(7月)、茶津 (7月) - SAP
152. *Pachymeniopsis lanceolata* (OKAMURA) YAMADA in KAWABATA フグラク (注4)
忍路 (5・10月) - 00166~167 : 川白 (8月) - SAP : 忍路 (KAWAGUCHI 1987)

Hildenbrandiaceae ベニマダラ科

153. *Hildenbrandtia yessoensis* YENDO エゾベニマダラ
忍路 (10月) - 00266

Kallymeniaceae ツカサノリ科

154. *Callophyllis* sp. * トサカモドキ属の一種
忍路 (6・10月) - 00278~279
155. *Kallymenia reniformis* (TURNER) J. AGARDH var. *cuneata* J. AGARDH エゾツカサノリ
小樽 (TOKIDA and MASAKI 1959)

Peyssonneliaceae イワノカワ科

156. *Peyssonnelia* sp. イワノカワ属の一種
忍路 (TOKIDA and MASAKI 1959)

Tichocarpaceae カレキグサ科

157. *Tichocarpus crinitus* (GMELIN) RUPRECHT in MIDDENDORFF カレキグサ
高島 (10月 打ち上げ) -00275、塩谷 (6月) -00177 : 忍路 (10月)、銭函 (8月)、塩谷
(5月) -SAP

AHNFELTIALES サイミ目

Ahnfeltiaceae サイミ科

158. *Ahnfeltia fastigiata* (ENDLICHER) MAKIJENKO ネットキタニグサ
磯谷 (9月) -00120

GIGARTINALES スギノリ目

Caulacanthaceae イソモッカ科

159. *Caulacanthus okamurae* YAMADA イソダンツウ
赤岩 (5月) -00161

Gigartineae スギノリ科

160. *Chondrus nipponicus* YENDO マルバツノマタ
忍路 (5.7.9~10月) -00224~227、厚舌 (9月) -00223 : 忍路 (3.7.11月)、銭函 (7月)、
朝里 (8月)、余別 (6月)、神恵内 (8月)、茅沼 (4月)、茶津 (6月) -SAP
161. *Chondrus pinnulatus* (HARVEY) OKAMURA ヒラコトジ
忍路 (4.9月) -00202~203.00207、塩谷 (6月) -00204、磯谷 (6月) -00205、歌島 (7月)
-00206 : 忍路 (2~3.5月)、銭函 (7~8月)、川白 (8月)、茶津 (7月) -SAP
162. *Chondrus yendoi* YAMADA et MIKAMI in MIKAMI クロハギンナンソウ (エゾツノマタ)
忍路 (4.7月) -00197~198 : 忍路 (5月)、張碓 (5月)、余別 (6月)、茅沼 (4月) -SAP
163. *Gigartina intermedia* SURINGAR カイノリ
忍路 (10月) -00175 : 忍路 (6.8~9月) -SAP
164. *Gigartina tenella* HARVEY スギノリ
忍路 (TOKIDA and MASAKI 1959)
165. *Rhodoglossum japonicum* MIKAMI アカバギンナンソウ
忍路 (2.4.10月) -00116~119 : 忍路 (2~3.5月)、高島 (7月)、張碓 (5月)、余別
(6月)、茅沼 (4月) -SAP

Gracilariaceae オゴノリ科

166. *Gracilaria asiatica* ZHANG ex XIA オゴノリ
忍路 (9月) -00131 : 忍路 (8月) -SAP
167. *Gracilaria textorii* (SURINGAR) HARIOT カバノリ
忍路 (10~11月) -00164.00194、塩谷 (6月) -00165 : 忍路 (10~11月)、蘭島 (7月)
-SAP

Nemastomataceae ヒカゲノイト科

168. *Schizymenia dubyi* (CHAUVIN in DUBY) J. AGARDH ペニスナゴ
忍路 (4~5.7月) -00153~156 : 塩谷 (5~6月)、蘭島 (7月) -SAP

Petrocelidaceae イボノリ科

169. *Mastocarpus pacificus* (KJELLMAN) PERESTENKO イボノリ
歌島 (7月) -00109 : 忍路 (5~8.10~11月) -SAP

Phyllophoraceae オキツノリ科

170. *Gymnogongrus flabelliformis* HARVEY in PERRY オキツノリ
忍路 (9月) -00191、厚舌 (9月) -00192、歌島 (7月) -00193 : 忍路 (8~9月) -SAP

Plocamiaceae ヌカリ科

171. *Plocamium recurvatum* OKAMURA * マキユカリ
塩谷 (10月) -00074 : 磯谷 (北海道 1982)

PALMARIALES ダルス目

Palmariaceae ダルス科

172. *Palmaria palmata* (LINNAEUS) O. KUNTZE ダルス
忍路 (2月) -00133.00195、歌島 (7月) -00113 : 忍路 (3・11月)、小樽 (5月)、張碓 (5月)、余別 (6月)、茅沼 (4月) -SAP
173. *Pseudorhododiscus nipponicus* MASUDA * ベニゴロモ
忍路 (4・6月) -SAP : 忍路 (MASUDA 1976)
174. *Rhodophysemia elegans* (CROUAN frat. ex J. AGARDH) DIXON ウスフチトリベニ
忍路 (10月) -00209
175. *Rhodophysemia georgii* BATTERS フチトリベニ
忍路 (TOKIDA and MASAKI 1959, MASUDA and OHTA 1975)

RHODYMENIALES マサゴシバリ目

Champiaceae ワツナギソウ科

176. *Binghamia californica* J. AGARDH カエルデグサ
塩谷 (5月) -SAP
177. *Champia parvula* (C. AGARDH) HARVEY ワツナギサウ
忍路 (10月) -00180 : 忍路 (8~10月)、小樽 (9月) -SAP
178. *Lomentaria catenata* HARVEY in PERRY フシツナギ
忍路 (2・10月) -00144~145 : 忍路 (8~9・11~12月)、茶津 (6月) -SAP
179. *Lomentaria hakodatensis* YENDO コスジフシツナギ
忍路 (4月) -00280、歌島 (7月) -00146 : 忍路 (6・8月)、蘭島 (7月) -SAP
- Rhodymeniaceae マサゴシバリ科
180. *Chrysomenia wrightii* (HARVEY) YAMADA タオヤギソウ
忍路 (8月) -00110、塩谷 (6月) -00111、厚舌 (5・9月) -00012.00112 : 忍路 (6~8月)、蘭島 (7月)、川白 (8月) -SAP
181. *Rhodymenia intricata* (OKUMURA) OKAMURA マサゴシバリ
忍路 (10月) -00262 : 忍路 (8月) -SAP
182. *Rhodymenia pertusa* (POSTELS et RUPRECHT) J. AGARDH アナダルス
厚舌 (5月) -00114~115 : 忍路 (5月)、塩谷 (5月) -SAP

CERAMIALES イギス目

Ceramiaceae イギス科

183. *Antithamnion defectum* KYLIN キヌイトフタツガサネ
忍路 (TOKIDA and MASAKI 1959)

184. *Antithamnion nipponicum* YAMADA et INAGAKI フタツガサネ
歌島 (7月) -00250
185. *Callithamnion* sp. * キヌイトグサ属の一種
厚苔 (9月) -00285
186. *Campylaeophora crassa* (OKAMURA) NAKAMURA * フトイギス
忍路 (10月) -00232 : 忍路 (9~10月)、銭函 (8月)、蘭島 (7月) -SAP
187. *Campylaeophora hypnaeoides* J. AGARDH エゴノリ
忍路 (5・9月) -00076~77、厚苔 (9月) -00075 : 忍路 (10月)、祝津 (9月)、余別 (6月)、
茶津 (7月) -SAP
188. *Ceramium aduncum* NAKAMURA * マキイギス
忍路 (8月) -SAP
189. *Ceramium boydenii* GEPP アミクサ
忍路・小樽 (TOKIDA and MASAKI 1959)
190. *Ceramium japonicum* OKAMURA ハネイギス
忍路 (7月) -00079 : 忍路 (3月)、朝里 (7月)、小樽 (9月)、塩谷 (6月)、茅沼 (5月)
-SAP
191. *Ceramium kondoi* YENDO イギス
忍路 (10月) -00210、塩谷 (6月) -00078 : 忍路 (2~3・6月)、銭函 (5月)、張碓 (5月)、
塩谷 (6月)、神恵内 (4月)、茶津 (7月) -SAP
192. *Ceramium paniculatum* OKAMURA ハリイギス
忍路 (7~8月) -SAP
193. *Griffithsia japonica* OKAMURA カザシグサ
忍路 (10月) -00270
194. *Herpochondria dentata* (OKAMURA) ITONO コスジサエダ
塩谷 (TOKIDA and MASAKI 1959)
195. *Herpochondria elegans* (OKAMURA) ITONO サエダ
塩谷 (TOKIDA and MASAKI 1959)
196. *Platythamnion yezoense* INAGAKI ヨツガサネ (ヨツバグサ)
忍路 (4月) -SAP
197. *Pleonosporium segawae* YOSHIDA * ハネクスダマ
忍路 (I. YAMADA 1980)
198. *Ptilota filicina* J. AGARDH クシベニヒバ
忍路 (9月) -00090、塩谷 (6月) -00091 : 忍路 (6月)、張碓 (3・5月)、小樽 (5月)、
塩谷 (5~6月)、桃内 (5月)、茅沼 (4月) -SAP
199. *Ptilota phacelocarpoides* A. ZINOVA コバノクシベニヒバ
磯谷 (6月) -00092、余市 (10月 打ち上げ) -00276 : 塩谷 (5月)、桃内 (9月) -SAP
: 塩谷 (MASUDA and SASAKI 1990)
200. *Reinboldiella schmitziana* (REINBOLD) DE TONI * チリモミジ
盃 (6月) -SAP
201. *Tokidaea corticata* (TOKIDA) YOSHIDA ベニハネモ
厚苔 (9月) -00252 : 忍路 (7月)、塩谷 (6月) -SAP

Dasyaceae

ダジア科

202. *Dasya collabens* HOOKER et HARVEY *
小樽 (8月) - SAP
203. *Dasya sessilis* YAMADA エナシダジア
忍路 (7.9~10月) - 00241~243. 00245、厚舌 (4~5月) - 00247~248 : 忍路 (7.9月)、
張碓 (7月)、蘭島 (7月) - SAP
204. *Heterosiphonia japonica* YENDO イソハギ
塩谷 (6月) - 00249、厚舌 (4~5月) - 00247~248 : 忍路 (2~3.8月)、塩谷 (5~6月)
- SAP
205. *Heterosiphonia pulchra* (OKAMURA) FALKENBERG シマダジア
磯谷 (6月) - 00240 : 忍路 (2.8月) - SAP

Delesseriaceae

コノハノリ科

206. *Acrosorium polyneurum* OKAMURA * スジウスバノリ
忍路 (10~11月) - 00086. 00196 : 忍路 (11月)、桃内 (8.12月) - SAP
207. *Acrosorium yendoi* YAMADA ハイウスバノリ
忍路 (10月) - 00087、塩谷 (6月) - 00088 : 祝津 (8月)、塩谷 (5.7月)、桃内 (8.12月)、
蘭島 (6月)、厚舌 (7月)、茶津 (7月) - SAP
208. *Branchioglossum nanum* INAGAKI ヒメムラサキ
忍路 (10月) - 00168 : 忍路 (11月)、張碓 (5月) - SAP
209. *Delesseria serrulata* HARVEY スメハノリ
白岩 (5月) - 00190、厚舌 (5月) - 00085、赤岩 (5月) - 00084 : 忍路 (3月)、銭函 (3.5月)、
張碓 (5月)、祝津 (5月)、高島 (4~5月)、小樽 (5月)、桃内 (4~5月)、塩谷 (5~
6月)、余別 (6月)、神恵内 (4~5月)、盃 (6月)、茅沼 (4月)、岩内 (4月)、寿都
(4月) - SAP
210. *Neohypophyllum middendorffii* (RUPRECHT) WYNNE ナガコノハノリ
忍路・銭函・張碓・塩谷 (TOKIDA and MASAKI 1959)
211. *Phycodrys radicata* (OKAMURA) YAMADA et INAGAKI in YAMADA ヒメコノハノリ
塩谷 (6月) - 00089 : 忍路 (3.10月)、桃内 (3.5~6月) - SAP
212. *Sorella repens* (OKAMURA) HOLLENBERG ウスベニ
忍路 (3.6.8月)、塩谷 (5月) - SAP

Rhodomelaceae

フジマツモ科

213. *Benzaitenia yonoshimensis* YENDO ベンテンモ
塩谷 (10月) - SAP
214. *Chondria crassicaulis* HARVEY ユナ
忍路 (9月) - 00160、厚舌 (9月) - 00158、歌島 (7月) - 00159 : 忍路 (9.11月)、塩谷
(5.7月)、余別 (6月)、茶津 (7月) - SAP
215. *Enelittosiphonia hakodatensis* (YENDO) SEGI マキイトグサ
厚舌 (2月) - 00157 : 忍路 (3月)、蘭島 (6月)、余別 (6月)、茅沼 (4月) - SAP
216. *Laurencia capituliformis* YAMADA * マルソゾ
忍路 (9~10月) - 00235~236、厚舌 (9月) - 00233 : 忍路 (SAITO 1967)

217. *Laurencia intermedia*¹ YAMADA * クロソソ
塩谷 (6月) -00239 : 忍路 (3月) -SAP : 忍路 (SAITO 1967)
218. *Laurencia intricata* LAMOUROUX * モツレソソ
忍路 (8月) -00255
219. *Laurencia nipponica* YAMADA ウラソソ
歌島 (7月) -00234 : 忍路 (4~6・8月)、張碓 (6月)、朝里 (6月)、小樽 (6月)、塩谷 (6月) -SAP
220. *Laurencia obtusa* (HUDSON) LAMOUROUX マギレソソ
忍路 (7月) -00283 : 忍路 (11月) -SAP
221. *Laurencia okamurae* YAMADA * ミツデソソ
忍路 (7月) -00238、厚舌 (7・9月) -00236~237 : 忍路 (SAITO 1967)
222. *Laurencia pinnata* YAMADA * ハネソソ
歌島 (7月) -00284 : 寿都 (北海道 1982)、島牧 (北海道 1979)
223. *Neorhodomela aculeata* (PERESTENKO) MASUDA フジマツモ
厚舌 (9月) -00101、歌島 (7月) -00100 : 忍路 (3・6・8月)、塩谷 (5・7月)、蘭島 (7月)、厚舌 (7月)、余別 (6月)、川白 (8月)、茅沼 (5月)、茶津 (6月) -SAP
224. *Neorhodomela munita* (PERESTENKO) MASUDA イトフジマツ
塩谷 (6月) -00099 : 忍路 (6月)、小樽 (4月)、野塚 (6月) -SAP
225. *Polysiphonia brodiaei* (DILLWYN) SPRENGEL オオイトグサ
忍路 (TOKIDA and MASAKI 1959)
226. *Polysiphonia japonica* HARVEY キブリイトグサ
忍路 (5・7月) -00183~185、厚舌 (9月) -00182 : 忍路 (9・11月)、銭函 (8月)、朝里 (7月)、茅沼 (4月)、茶津 (7月) -SAP
227. *Polysiphonia morrowii* HARVEY モロイトグサ
忍路 (5月) -00183、厚舌 (5月) -00187、赤岩 (5月) -00186、歌島 (7月) -00188 : 忍路 (2・7・12月)、張碓 (5月)、朝里 (4月)、塩谷 (6月)、蘭島 (6月)、野塚 (6月)、余別 (6月)、草内 (6月)、茅沼 (5月)、寿都 (4月) -SAP
228. *Polysiphonia senticulosa* HARVEY ショウジョウケノリ
忍路・小樽 (TOKIDA and MASAKI 1959)
229. *Polysiphonia yendoii* SEGI エンドウイトグサ
忍路 (7・10月) -00171~173 : 厚舌 (7月)、川白 (7月)、茶津 (7月) -SAP
230. *Symphyocladia latiuscula* (HARVEY) YAMADA イソムラサキ
忍路 (9月) -00093 : 忍路 (3・6月)、銭函 (8月)、蘭島 (7月)、野塚 (6月)、余別 (6月)、茅沼 (4月)、茶津 (6月) -SAP
231. *Symphyocladia marchantioides* (HARVEY in HOOKER) FALKENBERG in ENGLER et PRANTL * コザネモ
厚舌 (9月) -00094

MONOCOTYLEDONEAE

単子葉植物綱

HELOBIALES

オモダカ目

Zosteraceae

アマモ科

232. *Zostera asiatica* MIKI * オオアマモ
忍路 (10月) -00229
233. *Phyllospadix iwatensis* MAKINO スガモ
厚苔 (9月) -00019

注1 本報告に使用した北海道立中央水産試験場の海藻標本は、緑藻23種、褐藻33種、紅藻93種、海産顕花植物2種の合計151種、286標本である。

注2 北海道産の *Codium adhaerens* (ハイミル) は、*C. hubbsii* (ハイミルモドキ) と混同されている可能性がある (峯氏、私信)。

注3 北海道産の *Colopomenia sinuosa* (フクロノリ) は、*C. peregrina* と混同されている可能性がある (小亀氏、私信)。

注4 本種は *Pachymeniopsis yendoi* (アカハダ) とされてきたが、アカハダは KAWAGUCHI (1987) により *P. elliptica* (タンバノリ) と区別できなく、また北海道には産しない。

考 察

TOKIDA and MASAKI (1959) は忍路を中心とした後志沿岸の海藻目録として、藍藻類を除くと177種の海藻と1種の高産顕花植物を記載している。しかしこの目録のうち下記の9種は、吉田ほか (1985・1990) の日本産海藻目録に従うと次のように整理される。

- ◎ *Porphyra yezoensis* f. *kinositae* は、*P. kinositae* (ウタスツノリ) である。
- ◎ *Ptilota pectinata* f. *litoralis* (コバノクシベニヒバ) は、*P. phacelocarpoides* である。従って上記2種が追加される。また、
- ◎ *Spongomorpha arcta* は YENDO (1915) が小樽に産することを報じ、同目録に記載されているが、この種はその後記載がなく、*S. saxatilis* の間違いとされる。
- ◎ *Erythrotrichia reflexa* (ユミガタホシノオビ) は、*E. carnea* (ホシノイト) の異名である。
- ◎ *Trailliella intricata* (タマノイト) は、*Bonnemaisonia hamiifera* (カギノリ) の四分孢子体である。
- ◎ 日本産の *Gigartina ochotensis* (ホソイボノリ) は、*Mastocarpus pacificus* (イボノリ) と同一種である。
- ◎ *Chondrus armatus* (トゲツノマタ) は、*C. pinnulatus* (ヒラコトジ) の変種である。
- ◎ 日本産の *Laurencia glandulifera* (オオソソ) は、*L. nipponica* (ウラソソ) と同一種である。
- ◎ *Polysiphonia senticulosa* とされていたムツイトグサは、*P. morrowii* (モロイトグサ) と同一種である。

このことによって、上記7種が削除される。さらに、

- ◎ 吉田 (1978) は北海道産の *Sargassum kjellmanianum* (ハハキモク) と、*S. miyabei* (ミヤベモク) は同一種であることを報告している。
- ◎ KAWAGUCHI (1987) の報告によると、*Carpopeltis prolifera* (コメノリ) は北海道に産しない。このことによって、上記2種が削除される。

従って TOKIDA and MASAKI (1959) の海藻目録は171種に整理され、本報告の233種との差の62種が、この目録に追加されることになる。なお新たに追加された種の約40%はシオグサ属・シオミドロ科・オーデュエネラ属・サンゴモ科・ソソ属などのもので、最近の海藻分類学の発展にともなってその分布や生育

が確認された種である。

一方、現在の忍路湾は、稲垣が1933年に報告した海藻相とかなり相違がみられ、また近年湾内ではチヂミコンブが全く見られなくなっている（信太氏、私信）。さらに後志沿岸では最近「磯焼け」が大きな規模で進行しつつある。本報告では TOKIDA and MASAKI (1959) の報告以降、実際に生育を確認していない種も多く、また忍路湾以外は周年にわたった調査がなされていないので、後志沿岸の海藻相について今後も詳細な調査が必要である。

要 約

北海道立中央水産試験場の海藻標本と、北海道大学理学部標本室 (SAP) の海藻標本および既往の文献による記録から、北海道後志沿岸の海藻目録を作成した。緑藻33種、褐藻57種、紅藻141種、海産顕花植物2種の合計233種を記載し、TOKIDA and MASAKI (1959) が報告した海藻目録に新たに62種を追加した。

文 献

- 福原英司 (1958) ハビミルの北限について 北水試月報 15 375-379
- 福原英司 (1968) 北海道近海産アマノリ属の分類学的ならびに生態学的研究 北水研報告 34 40-99
- 北海道 (1975) 昭和49年度 大規模増殖場開発事業調査報告書 (積丹地区、エゾバフンウニ) 1-61
- 北海道 (1979) 昭和53年度 大規模増殖場開発事業調査報告書 (島牧地区、エゾアワビ) 1-32
- 北海道 (1982) 昭和56年度 大規模増殖場開発事業調査報告書 (寿都地区、エゾアワビ) 1-61
- 稲垣貫一 (1933) 忍路湾及び其れに近接せる沿岸の海産紅藻類 (抄報) 海藻研究所報告 2 1-77
- INAGAKI, K. (1958) A systematic study of the order Chordariales from Japan and its vicinity. *Sci. Pap. Inst. Algal. Res., Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, 4 89-197
- 垣内政宏・阿部英治・松山恵二・金子 孝 (1983) 造成された溝における海藻の植生 北水試報 25 35-46
- KANEKO, T., K. MATUYAMA and I. YAMADA (1980) On *Gloeophycus koreanum* I. K. LEE & YOO (Rhodophyta, Gloiosiphoniaceae) in Hokkaido. *Jpn. J. Phycol.*, 28 97-104
- KAWAGUCHI, S. (1987) A systematic study of the red algal family Halymeniaceae from Japan, with special reference to the reproductive structures. *Doctor Thesis Hokkaido University*.
- KAWAI, H. (1983) Morphological observations on *Acrothrix gracillis* KYLIN (Chordariales, Phaeophyta) newly found in Japan. *J. Phycol.*, 31 167-172
- KAWAI, H. and S. NABATA (1990) Life history and systematic position of *Pseudochorda gracilis* sp. nov. (Laminariales, Phaeophyceae). *J. Phycol.*, 26 271-721
- 小亀一弘・吉田忠生 (1988) 日本新産緑藻 *Bolbocoleon piliferum* PRINGSHEIM (Chaetophoraceae, Chlorophyta) についての観察 藻類 36 52-54
- KUROGI, M. (1978) The genus *Polytretus* (Ectcarpaceae, brown algae) in Japan. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. V (Botany)*, 11 237-248
- LEE, Y. P. (1980) Taxonomic study on the Acrochaetiaceae (Rhodophyta). *Doctor Thesis Hokkaido University*.
- MASAKI, T. (1968) Studies on the Melobesioideae of Japan. *Mem. Fac. Fish.*,

- Hokkaido Univ.*, 16 1-80
- MASUDA, M. and M. OHTA (1975) The life history of *Rhodophyseta georgii* BATTERS (Rhodophyta, Cryptonemiales) *Journ. Jap. Bot.*, 50 1-10
- MASUDA, M. (1976) On a new red algal genus *Pseudorhododiscus*. *Acta Phytotax. Geobot.*, 27 123-132
- 宮地和幸 (1986) 日本産モツレグサ属 (*Spongomorpha*) の分類学的研究 北海道大学学位論文
- 大田雅隆・黒木宗尚 (1979) 北海道産紅藻 *Rhodochorton purpureum* (LIGHTF.) ROSENVINGE の生活史について 藻類 27 161-167
- 大田雅隆 (1984) 北海道産の褐藻ハバモドキ属 (*Punctaria*) の分類学的研究 北海道大学学位論文
- SAITO, Y. (1967) Studies on Japanese species of *Laurencia*, with special reference to their comparative morphology. *Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, 15(1) 1-81
- SAKAI, Y. (1964) The species of *Cladophora* from Japan and its vicinity. *Sci. Pap. Inst. Algal. Res., Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, 5 1-104
- TOKIDA, J. and T. MASAKI (1959) A list of marine algae collected in the vicinity of Oshoro Marine Biological Station, at Oshoro, Hokkaido Japan. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, 10 173-195
- YAMADA, I. (1980) Benthic marine algal vegetation along the coasts of Hokkaido with special reference to the vertical distribution. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. V (Botany)*, 12 11-98
- YENDO, K. (1915) Notes on algae new to Japan I. *Bot. Mag. Tokyo*, 29 99-117
- 吉田忠生 (1978) *Sargassum kjellmanianum* と *S. miyabei* (褐藻、ホンダワラ科) の選定基準標本 藻類 26 121-124
- 吉田忠生 (1979) ワカメヤドリミドロ (新称) の分布と宿主 藻類 27 182
- 吉田忠生・中嶋 泰・中田由和 (1985) 日本産海藻目録-1. 緑藻と褐藻 藻類 33 57-74 : 2. 紅藻 藻類 33 249-275
- 吉田忠生・中嶋 泰・中田由和 (1990) 日本産海藻目録 (1990年改訂版) 藻類 38 269-320
- 吉崎 誠 (1974) 海藻の分布と分類 遺伝 28(9) 4-12

追 記

- Coelocladia arctica* ROSENVINGE オシヨログサが忍路に産する
- 川井浩史・佐藤格史 (1991) 褐藻 *Coelocladia arctica* (オシヨログサ; 新称、ウイキョウモ目) の形態と生活史について 藻類 39 100

北海道苫小牧沿岸におけるホッキガイ漁場の 環境特性と二枚貝幼稚貝の分布

櫻井 泉 ・ 宮本 建樹

(北海道立函館水産試験場室蘭支場)

高橋 和寛*

(北海道立栽培漁業総合センター)

Environmental characteristics and distribution of young bivalves in Japanese surf clam bed off Tomakomai coast, Hokkaido

Izumi SAKURAI, Tateki MIYAMOTO and Kazuhiro TAKAHASHI *

Muroran Branch, Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station,

Muroran, Hokkaido 051, Japan

* Hokkaido Institute of Mariculture,

Shikabe, Hokkaido 041-14, Japan

Macrobenthic structure and sedimentary characteristics of the shallow sandy bottom off Tomakomai, southwest Hokkaido were studied in relation to a Japanese surf clam (*Pseudocardium sybillae*) bed. The results are summarized as follows;

- (1) The sediment particle size composition showed zonal or patchy distributions of *FV* type (fine to very fine sand) or *F* type (mediate to very fine sand) particles in places shallower than 5 m deep and of *V* type (very fine sand) particles in places deeper than 5 m.
- (2) Sediments containing more than 0.15 % total carbon were found in places deeper than 7 m and at the mouths of Nishitappu River and Koitoi River. Sediments containing more than 0.25 % total nitrogen were found in places 9-11 m deep, and those containing less than 0.15 % nitrogen occurred in some places of 5 and 9 m deep.
- (3) Seven communities (*A*₁-*A*₄, *B*₁-*B*₃) of small sized macrobenthos and four communities (*N*₁-*N*₃, *E*) of large sized macrobenthos were identified in this area according to the MOUNTFORD's group average sorting method using the KIMOTO's similarity index.
- (4) The communities of small sized macrobenthos were characterized as dominant presence of *Eohaustorius eous* in *A*₁, *Siphonocetes tanabensis* in *A*₂, *Urothoe grimaldii*

and *E. eous* in A₃, *U. grimaldii* and *Spio filiformis* in A₄, *Megangulus venulosus* B₁, *Siliqua alta* in B₂ and *Macra chinensis* in B₃. Change of dominant species in each community was dependent on seasonal fluctuation of each population.

(5) The communities of large sized macrobenthos were characterized as dominant presence of *M. venulosus* in N₁, *S. alta* in N₂, *M. chinensis* in N₃ and *Scaphechinus griseus* in E. The N₁ community was constantly found in places shallower than 7 m, and the E community occurred in some places 5-7 m deep. In places deeper than 7 m, the dominant species changed by deposit of a 0-year-old group of *M. chinensis*.

(6) Yong surf clams (*P. sybillae*) inhabited the bottom shallower than 5 m where B₁, A₂, and N₁ communities were found with sediment of FV type containing low carbon and nitrogen.

(7) Young hen clams (*M. chinensis*) inhabited the bottom deeper than 7 m where B₂, B₃, N₂ and N₃ communities were found with sediment of V type (or II-1 type in the sand type diagram) containing higher total carbon and nitrogen than that of the young surf clam bed.

(8) Young northern great tellins (*M. venulosus*) inhabited the bottom shallower than 5 m where A₂, A₄, B₁ and N₁ communities were found with sediment of F type and FV type (or I-2 and V type in the sand type diagram) containing total nitrogen of about 0.20 % and similar total carbon to that of the young surf clam bed.

緒 言

ホッキガイ *Pseudocardium sybillae* (VALENCIENNES) は、北海道から東北沿岸の砂底域に分布する寒海性の大型二枚貝であり、北海道ではホタテガイに次ぐ主要な二枚貝資源である¹⁾。ホッキガイは受精後約25日間の浮遊幼生期を過ごした後¹⁾、漁場の比較的沖合域に沈着するが²⁾、波浪、潮流あるいは漂砂等の物理的な力によって次第に沿岸域に移動することが知られている^{3,4)}。そして、このような他動的な移動の間に大きな減耗が起こり、2年貝に成長するまでに99%以上は死亡するといわれる⁵⁾。またホッキガイ幼稚貝にはパッチ状に分布する傾向がみられ^{2,5,6)}、漁場環境中にパッチの形成を支配する要因が内在するものと考えられる。その1つとして、これまでに波浪の影響が考えられてきた⁴⁾。漁場の環境因子としては、この他にも底質の理化学的要因や漁場の生物学的要因があげられる⁷⁾。高丸らは北海道東部海域において、漁場の底質環境および底生動物の群集構造とホッキガイの生息密度の関係を明らかにしている⁸⁾⁻¹²⁾。道南海域においては、林ら²⁾あるいは有馬ら^{5,13,14)}がホッキガイ漁場の底生動物相について述べているほか、中尾¹⁵⁾がホッキガイ漁場における底生動物群集の類型化を試みているが、これらの報告はホッキガイ幼稚貝の分布域と環境要因との関係には触れていない。また道南太平洋海域においては、ホッキガイ漁業で混獲されるバカガイ *Macra chinensis* やサラガイ *Megangulus venulosus* も産業種として重要視されている。そこで著者らは北海道苫小牧西部海域のホッキガイ漁場において、底質環境と底生動物群集の季節的変化を統計学的に解析し、これらとホッキガイ、バカガイおよびサラガイの幼稚貝分布域との対応関係について検討した。

報告に先立ち、多毛類と端脚類の同定についてご助言をいただいた北海道大学水産学部中尾繁助教授と山口宏史氏に謝意を表する。調査遂行にあたり多大なるご協力をいただいた苫小牧漁業協同組合および苫小牧市役所の関係者各位に深く感謝する。また、調査にご協力していただいた胆振支庁水産課、室蘭地区水産技

術普及指導所の関係者各位にお礼申し上げます。

材 料 と 方 法

1989年8月22日、11月18日および1990年3月6日に北海道苫小牧市西部海域において、海岸線6 km間に6調査線を設け、各線水深別に3 m、5 m、7 m、9 m、11 mの5点、合計30調査点を設定して調査を行った (Fig. 1)。スミス・マッキンタイヤ型採泥器 (採集面積0.05 m²、以下SM型採泥器と略す) を用いて、採泥を各地点で2回行った。採泥と同時に試験用の小型桁網 (桁幅50 cm、目合4 mm、以下試験桁と略す) を約5 m曳網し、底生動物を採集した。尚、マクロベントスは重量によって小型、大型に分けられるが¹⁶⁾、本報告では群集解析に個体数を用いているので、便宜上SM型採泥器により採集された底生動物を小型マクロベントス、試験桁で採集された底生動物を大型マクロベントスとした。また、前者に含まれる二枚貝を稚貝、後者に含まれる二枚貝を幼稚貝とした。

採取した底泥から、粒度組成と全炭素および全窒素含量分析のために試料約100 gを採取した後、残りの底泥を1 mm目合のふるいを用いて海水中でふるい分けした。ふるい上に残った動物を、5%ホルマリンで固定した後、種類別に計数した。粒度分析には、乾式法により1 mmから0.063 mm目合の5段標準分析ふるいを用いた。底泥の全炭素および全窒素含量の分析には、柳本MT 500型CNコーダーを用いた。

底生動物群集を解析するために、採集された底生動物のうち編組比率が0.1%以上の種についてKIMOTOのC π 指数¹⁷⁾を各地点毎に計算し、MOUNTFORDの平均連結法¹⁷⁾を用いてクラスター分析を行った。

底質の粒度型を解析するために、WENTWORTHの定義¹⁸⁾に従った粒径を定数にとり、採集地点を変数としてQモードの主成分分析を2成分まで行った¹⁹⁾。また、佐藤のSand-type Diagram²⁰⁾によっても底質の粒度型を分類した。

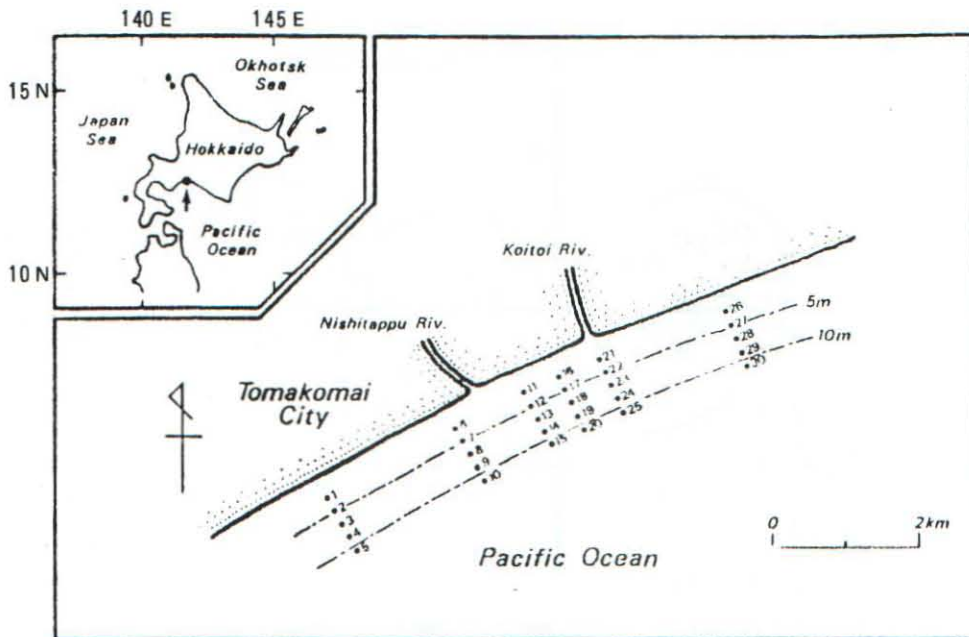


Fig. 1. Map showing the sampling stations.

結 果

1. 底質の理化学的環境

a. 粒度組成

主成分分析の結果を成分座標軸上に示した (Fig.2)。8月調査時の各成分の寄与率は、第Ⅰ成分が54.0

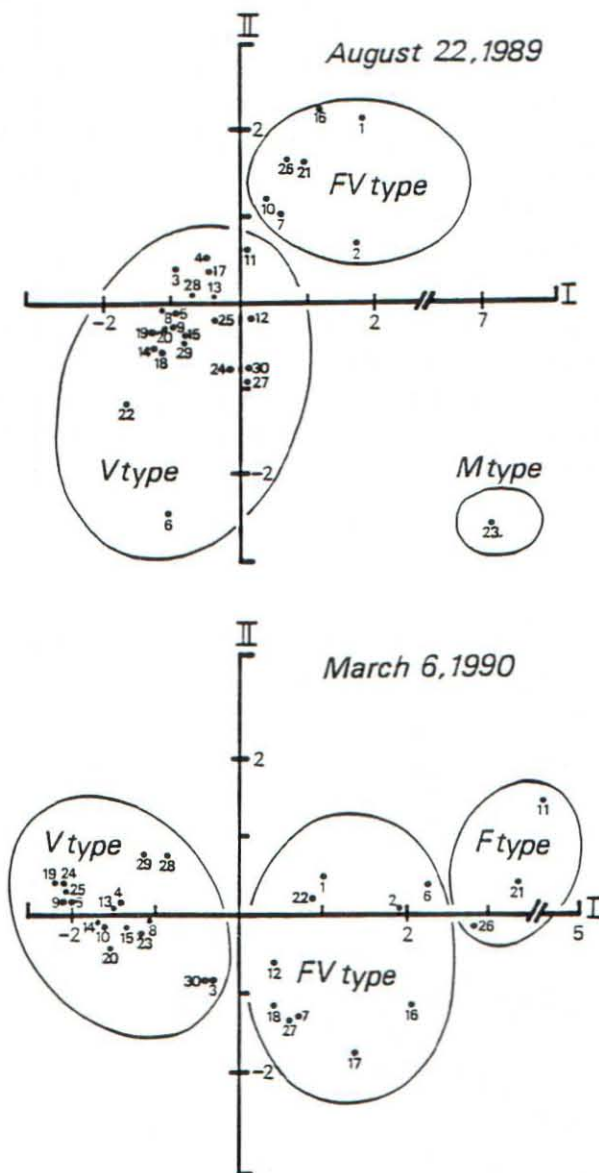


Fig.2. Principal component analysis ordination of 30 stations (Q mode) on component I and II. Numbers in ordinations represent the sampling station numbers.

%、第Ⅱ成分が25.9%であり、第Ⅱ成分までの累積寄与率は79.9%であった。3月調査時の各成分の寄与率は、第Ⅰ成分が66.3%、第Ⅱ成分が21.3%であり、第Ⅱ成分までの累積寄与率は87.6%であった。散布図上における各区分の粒度組成とその特徴から命名した粒度型を、Table 1に示した。FV型は、細砂と極細砂の比率が8月調査時ではそれぞれ43.8%と50.2%、3月調査時では細砂と極細砂が46.8%と45.9%であった。V型は、極細砂の比率が8月調査時と3月調査時でそれぞれ65.3%、69.8%であった。そのほか、8月調査時では中砂の比率が71.7%のM型と、3月調査時では中砂から極細砂で構成されるF型があった。

主成分分析により区分された粒度型の水平分布を、Fig.3に示した。8月調査時の底質は、全体的に極細

Table 1. Particle size composition (%) of three sediment types.

Aug.1989	V type	FV type	M type
coarse sand	1.3±1.0	2.2±1.2	6.7
medium sand	1.8±1.0	2.7±0.8	71.7
fine sand	28.3±3.6	43.8±3.9	19.5
very fine sand	65.3±3.9	50.2±4.0	2.0
silt-clay	3.2±0.9	1.1±0.8	0.1

Mar.1990	V type	FV type	F type
coarse sand	0.9±0.9	2.6±2.3	4.0±1.8
medium sand	1.9±0.7	3.8±2.0	22.9±4.6
fine sand	24.9±4.8	46.8±5.2	48.2±0.4
very fine sand	69.8±4.9	45.9±6.2	24.6±6.6
silt-clay	2.4±0.7	0.9±0.5	0.3±0.2

Values represent mean ± standard deviation.

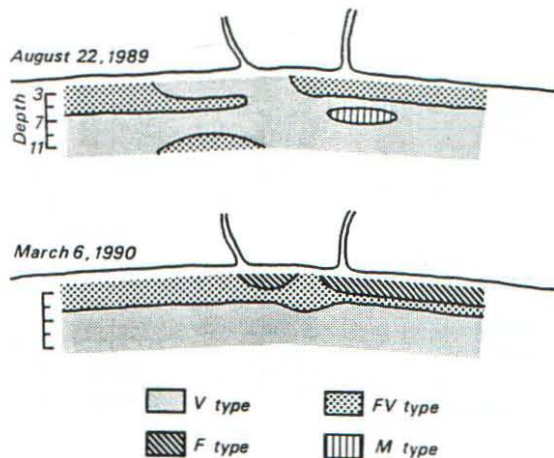


Fig.3. Spatial distribution of particle size composition classified by principal component analysis along the Tomakomai coast.

Table 2. Comparison between sediment types classified by principal component analysis and those by Sato's sand-type diagram.

Sediment type	Sato's sand-type
<i>V</i> type	II-1 (92.3), II-2 (5.1), IV-1 (2.6)
<i>FV</i> type	V (52.9), II-1 (41.2), I-1 (5.9)
<i>F</i> type	I-2 (66.7), I-1 (33.3)
<i>M</i> type	III-1 (100.0)

Values in parentheses represent the percentage of sand-type at the sediment type.

砂の卓越する*V*型で占められていたが、水深5m以浅に部分的に細砂から極細砂で構成される*FV*型の底質が存在した。3月調査時の底質は、水深5mを境に陸側では*FV*型、沖側では*V*型がそれぞれ海岸線と平行に分布した。また水深3mの錦多峰川河口と小糸魚川河口に、中砂から極細砂で構成される*F*型の底質がみられた。

佐藤の Sand-type Diagram による粒度型を、主成分分析による粒度型と比較した (Table 2)。*V*型の粒度型を呈する底質は Sand-type Diagram では II-1 型 (普通に淘汰された細砂から極細砂)、II-2 型 (非常に良く淘汰された極細砂)、IV-1 型 (淘汰の悪い砂) に分類され、それぞれ92.3%、5.1%、2.6%の割合であった。*FV*型には非常に良く淘汰された細砂から極細砂で構成される*V*型 (52.9%)、II-1 型 (41.2%)、非常に良く淘汰された細砂から成る I-1 型 (5.9%) が、*F*型には普通に淘汰された砂から成る I-2 型 (66.7%)、I-1 型 (33.3%) が含まれ、*M*型は III-1 型 (普通に淘汰された中砂から細砂) に対応していた。

b、底質の全炭素および全窒素含量

1989年8月に採取した底泥の全炭素と全窒素含量の分布を、Fig. 4に示した。炭素含量は調査区域全体

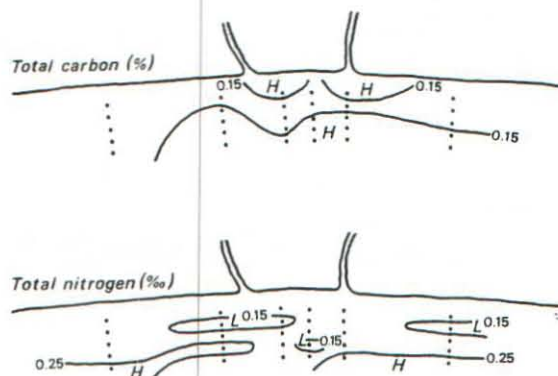


Fig. 4. Spatial distribution of total carbon (upper) and total nitrogen (lower) in sediments along the Tomakomai coast.

で0.10~0.25%の範囲にあり著しい差はみられないが、水深7 m以深と河口付近に0.15%以上の地点が存在した。窒素含量は調査区域全体で0.09~0.27%の範囲にあり、水深9~11mに0.25%以上の地点が存在し、水深5 mと9 mに部分的であるが、0.15%以下の地点が認められた。

2. 底生動物群集

a、小型マクロベントス群集

SM型採泥器により採集された底生動物の種名を Appendix Table 1 に、クラスター分析の結果をデンドログラムとして Fig.5 に示した。この結果から小型マクロベントス群集は、類似度0.4~0.5 を目安とし

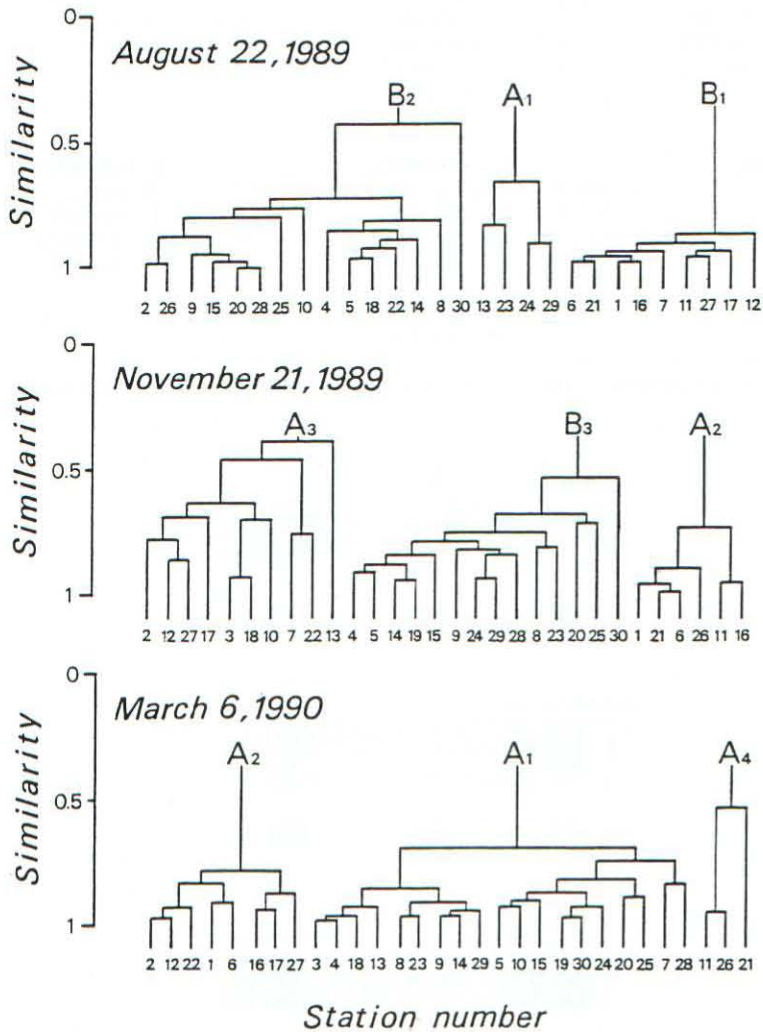


Fig.5. Cluster analysis of 30 stations according to the abundance of species on small sized macrobenthos. $C\pi$ index for similarity and MOUNTFORD'S method were used. The stations were clustered into three groups at each investigation, respectively.

Table 3. Component species in the communities of small sized macrobenthos.

Aug.1989		Nov.1989		Mar.1990	
B₁ community		A₂ community		A₄ community	
<i>Megangulus venulosus</i>	(78.2)	<i>Siphonocetes tanabensis</i>		<i>U. grimaldii</i>	(44.9)
<i>Siliqua alta</i>	(9.1)		(54.2)	<i>S. filiformis</i>	(23.6)
<i>Scaphechinus griseus</i>	(7.5)	<i>M. venulosus</i>	(28.0)	<i>E. eous</i>	(12.9)
		<i>E. eous</i>	(5.2)	<i>M. venulosus</i>	(9.0)
A₁ community		A₃ community		A₂ community	
<i>Eohaustrius eous</i>	(50.6)	<i>Urothoe grimaldii</i>	(17.3)	<i>S. tanabensis</i>	(53.1)
<i>S. alta</i>	(16.5)	<i>E. eous</i>	(16.3)	<i>U. grimaldii</i>	(16.5)
<i>Protomedea</i> sp.	(7.1)	<i>M. venulosus</i>	(8.0)	<i>M. venulosus</i>	(12.5)
<i>Solen krusensterni</i>	(5.9)	<i>Nephtys caeca</i>	(7.7)	<i>E. eous</i>	(7.2)
<i>M. venulosus</i>	(5.9)	<i>Monoculode limnophilus</i>	(5.7)		
		<i>Spio filiformis</i>	(5.7)		
		<i>S. griseus</i>	(5.3)		
B₂ community		B₃ community		A₁ community	
<i>S. alta</i>	(55.6)	<i>Macra chinensis</i>	(27.8)	<i>E. eous</i>	(46.3)
<i>S. krusensterni</i>	(14.9)	<i>U. grimaldii</i>	(11.3)	<i>U. grimaldii</i>	(16.6)
<i>M. venulosus</i>	(6.3)	<i>E. eous</i>	(9.1)	<i>M. chinensis</i>	(9.1)
		<i>N. caeca</i>	(7.1)	<i>N. caeca</i>	(5.0)
		<i>Diastylopsis dawsoni</i>	(6.8)		
		<i>Phoxocephalidae</i> sp.	(6.4)		
		<i>Nothria holobranchiata</i>	(5.1)		

Value in parenthesis represents the ratio of composition (%) in each community.

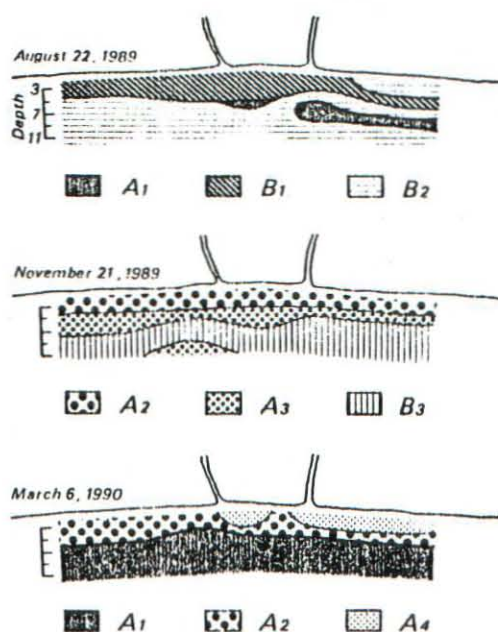


Fig.6. Spatial distribution of small sized macrobenthos communities along the Tomakomai coast.

てTable 3に示す7つの群集に区分された。尚、各群集名は端脚類が優占するクラスターをA、二枚貝が優占するクラスターをBとし、それぞれのクラスターにおける優占種を指標種として番号を付けた。

区分された群集の水平分布をFig. 6に示した。1989年8月には、水深5 m以浅にサラガイ *Megangulus venulosus* の稚貝の編組比率が著しく高いB₁ 群集と、水深7 m以深にオオミソガイ *Siliqua alta* とエゾマテガイ *Solen krusensterni* の稚貝で構成されるB₂ 群集が帯状に分布した。B₂ 群集の広がる水深7 m以深には、端脚類の *Eohaustorius eous* の編組比率が約50%のA₁ 群集が点在した。

同年11月には、端脚類のスナクダヤドムシ *Siphonocetes tanabensis* が優占するA₂ 群集、端脚類のマルソコエビ *Urothoe grimaldii* と *E. eous* の編組比率が比較的高く、サラガイや多毛類のハヤテシロガネコガイ *Nephtys caeca* が生息するA₃ 群集、バカガイ *Mactra chinensis* の稚貝の編組比率が高く、マルソコエビおよび *E. eous* やハヤテシロガネコガイが主な構成種となるB₃ 群集が、それぞれ水深3 m以浅、5~7 m、7 m以深に帯状にみられた。

1990年3月には水深5 mを境に、陸側にスナクダヤドムシが優占するA₂ 群集が、沖側に *E. eous* の編組比率が約50%のA₁ 群集が分布した。また水深3 mの錦多峰川河口と小糸魚川河口に、マルソコエビや多毛類のマドカスピオ *Spio filiformis* の編組比率が高いA₄ 群集がみられた。

b、大型マクロベントス

試験桁により採集された底生動物の種名を Appendix Table 2に示した。大型マクロベントス群集は、クラスター分析の結果から類似度0.3~0.4を目安として4つの動物群集に区別された (Fig. 7 Table 4)。尚、各群集名は二枚貝が優占するクラスターをN、ハイイロハスノハカシバン *Scaphechinus griseus* が優占するクラスターをEとし、小型マクロベントスの群集名と同様に優占種を指標種として番号を付けた。区分された群集の水平分布をFig. 8に示した。

1989年8月は水深9 mを境に、沖側にオオミソガイやバカガイの幼稚貝の編組比率が高いN₂ 群集、陸側にサラガイの幼稚貝が優占するN₁ 群集が分布した。水深5 m域には、ハイイロハスノハカシバンの編組比

Table 4. Component species in the communities of large sized macrobenthos.

Aug. 1989	Nov. 1989	Mar. 1990
N ₁ community	N ₁ community	N ₁ community
<i>Megangulus venulosus</i> (87.3)	<i>M. venulosus</i> (85.8)	<i>M. venulosus</i> (78.2)
<i>Scaphechinus griseus</i> (6.7)	<i>S. alta</i> (5.4)	<i>S. griseus</i> (13.8)
E community	E community	E community
<i>S. griseus</i> (70.1)	<i>M. venulosus</i> (45.9)	<i>S. griseus</i> (75.4)
<i>M. venulosus</i> (28.2)	<i>S. griseus</i> (41.1)	<i>M. venulosus</i> (14.2)
	<i>M. chinensis</i> (7.2)	<i>M. chinensis</i> (9.6)
N ₂ community	N ₂ community	N ₃ community
<i>Siliqua alta</i> (60.2)	<i>M. chinensis</i> (30.0)	<i>M. chinensis</i> (89.0)
<i>Mactra chinensis</i> (23.2)	<i>S. alta</i> (17.5)	<i>M. venulosus</i> (5.2)
<i>M. venulosus</i> (6.3)	<i>Solen krusensterni</i> (15.0)	
	<i>M. venulosus</i> (12.5)	
	<i>Nephtys caeca</i> (10.0)	
	<i>Crangon affinis</i> (7.5)	
	<i>Pseudocardium sybillae</i> (5.0)	

Value in parenthesis represents the ratio of composition (%) in each community.

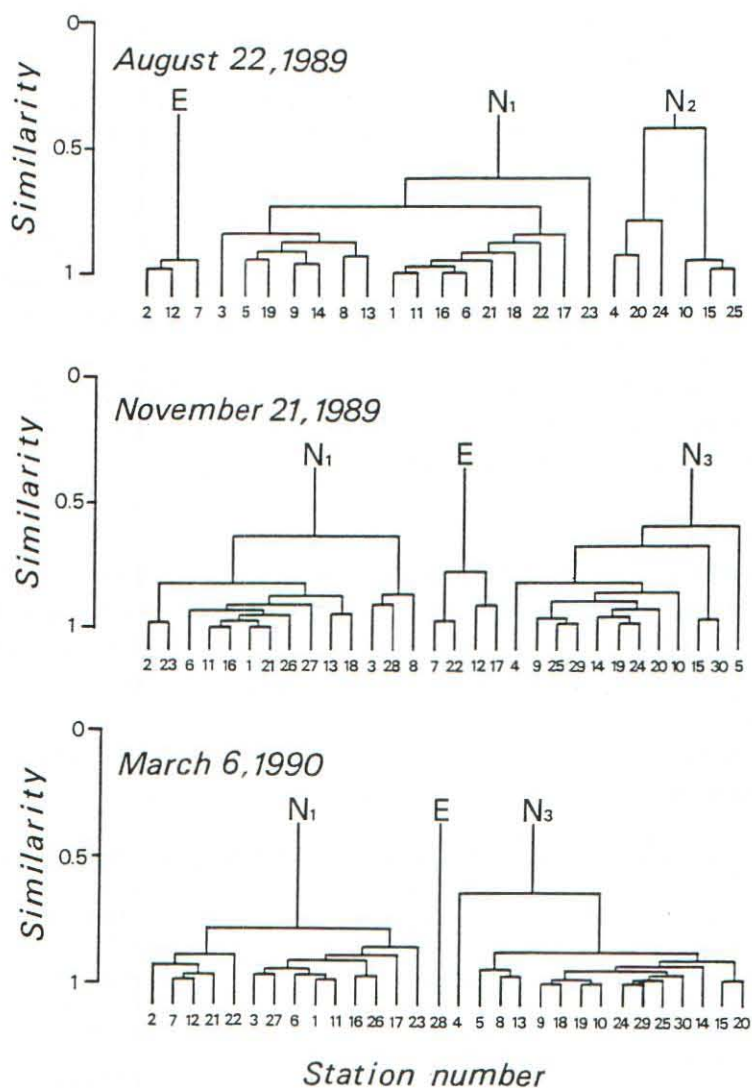


Fig.7. Cluster analysis of 25 (August) or 30 (November and March) stations according to the abundance of species on large sized macrobenthos. C_{π} index for similarity and MOUNTFORD'S method were used. The stations were clustered into three groups at each investigation, respectively.

率が非常に高く、サラガイの幼稚貝の個体数も多いE群集が海岸線と平行に分布した。

同年11月は、サラガイの幼稚貝が優占するN₁群集が水深7 m以浅に、パカガイの幼稚貝の編組比率が高く、オオミゾガイ、エゾマテガイ、サラガイの幼稚貝やハヤテシロガネゴガイが生息するN₃群集が水深9

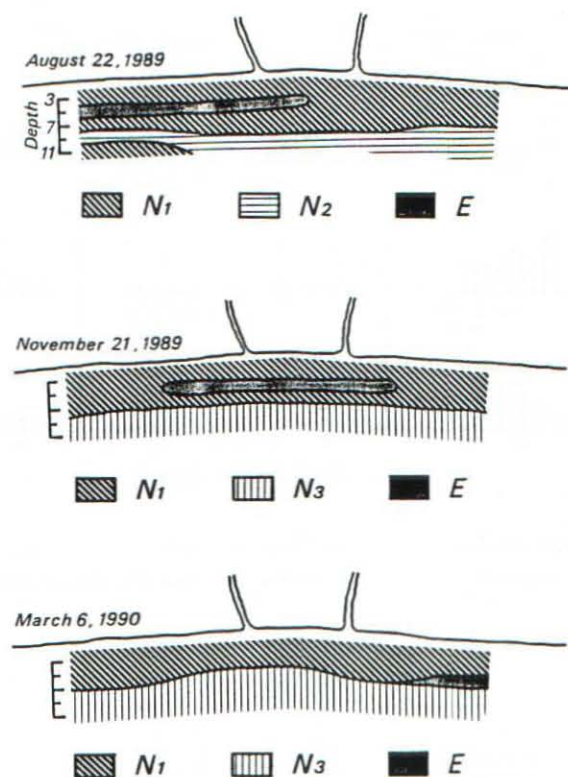


Fig. 8. Spatial distribution of large sized macrobenthos communities along the Tomakomai coast.

m以深に広がり、それぞれが帯状分布を呈した。水深5m域にはサラガイの幼稚貝とハイイロハスノハカシパンの編組比率が高いE群集が存在した。

1990年3月は、水深7mを境に、沖側にバカガイの幼稚貝が優占するN₃群集、陸側にサラガイの幼稚貝の優占するN₁群集が分布した。ハイイロハスノハカシパンの編組比率が非常に高く、サラガイの幼稚貝の個体数も多いE群集は、水深7m域に1地点存在した。

このように当海域における大型マクロベントス群集の特徴は、サラガイの編組比率が著しく高いN₁群集が常に水深7m以浅に観察され、ハイイロハスノハカシパンが優占するE群集のパッチが水深5m～7mに存在することである。また水深7m以深では夏期にオオミゾガイの編組比率が高かったが、冬期～春期には当年発生貝の加入によりバカガイが優占種となった。

3. 二枚貝幼稚貝の分布

試験桁で採集されたホッキガイ、バカガイ、サラガイ幼稚貝の殻長組成をFig. 9に示した。また、試験桁で採集された1曳網当たりのホッキガイ、バカガイ、サラガイ幼稚貝の分布をそれぞれFig. 10、11、12に示した。

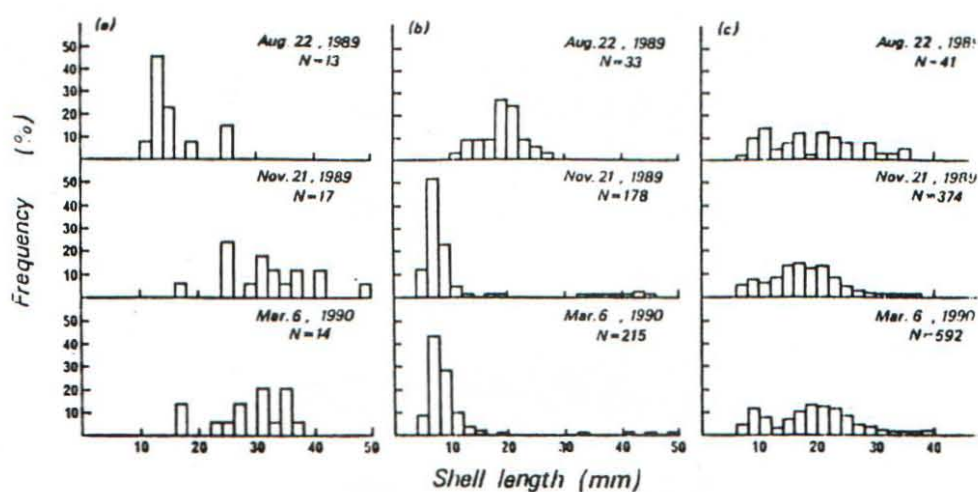


Fig.9. Change in the size composition of *Pseudocardium sybillae* (a), *Mactra chinensis* (b) and *Megangulus venulosus* (c) collected along the Tomakomai coast.

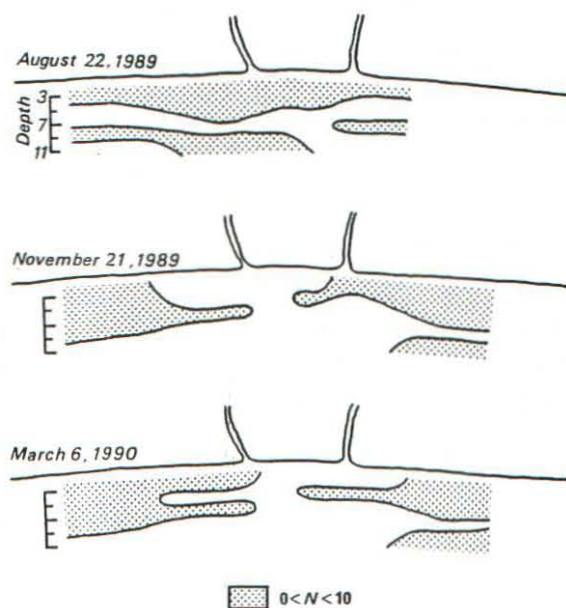


Fig.10. Spatial distribution of young surf clams, *Pseudocardium sybillae*. Numbers represent the individuals in one collection by dredge at each station.

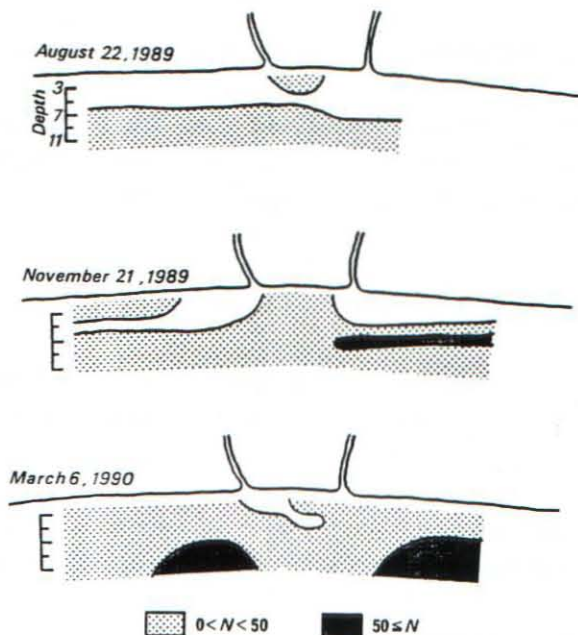


Fig.11. Spatial distribution of young hen clams, *Mactra chinensis*. Numbers represent the individuals in one collection by dredge at each station.

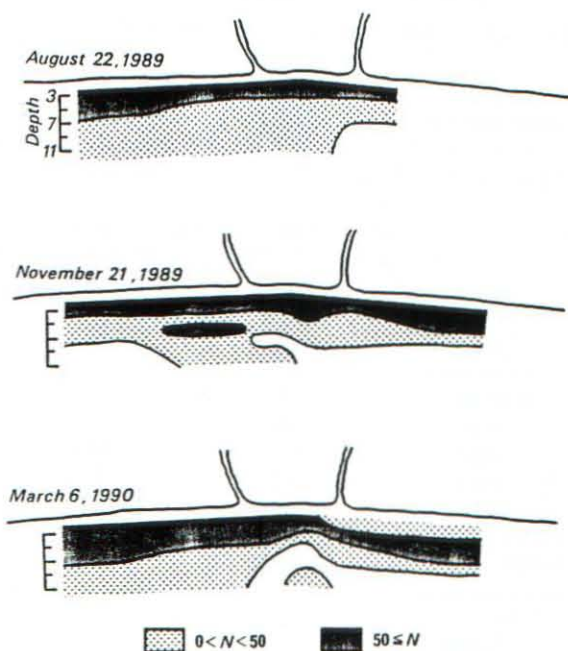


Fig.12. Spatial distribution of young northern great tellins, *Megangulus venulosus*. Numbers represent the individuals in one collection by dredge at each station.

a、ホッキガイ

採集された個体は、殻皮に刻まれたリングの数と殻長組成 (Fig. 9-a) から、すべて1988年に発生した1齢貝と判断された。

8月調査時に水深3~5mを中心に1曳網当たり1~7個体の密度で存在した幼稚貝の分布域は、11月調査時には錦多峰川河口を境に分断された。すなわち、河口西側の水深9m以浅と東側の水深5~7m以浅に認められる分布域である。このような傾向は3月調査時にも認められた。

b、バカガイ

採集された個体は、8月はすべて1齢貝であったが、11月と3月には1齢貝のほかに当年発生貝も含まれていた。

幼稚貝の分布域は、8月調査時は水深7m以深に存在したが、11月と3月では調査区のほぼ全域に認められた。11月と3月は当年発生貝の沈着により、1曳網当たりの個体数は増加した。

c、サラガイ

本種の幼稚貝の年齢は査定方法が確立されていないので、年齢の推定は行わなかった。3回の調査期間とも、幼稚貝は常に水深7m以浅に分布し、浅くなるにつれて生息密度が増加する傾向がみられた。

4. 漁場の環境特性と二枚貝幼稚貝の関係

a、底質環境

漁場の底質と試験桁で採集された二枚貝幼稚貝の分布密度との関係を、Table 5に示した。主成分分析により区分された粒度型と二枚貝幼稚貝の分布密度の関係をみると、FV型の底質に生息するホッキガイの分布密度が他の底質型と比較して各調査時とも高く、2.3個体(8月)および2.1個体(3月)であった。バ

Table 5. Relationship between the sediment characteristics and the densities of young bivalves.

species			<i>P. sybilla</i>		<i>M. chinensis</i>		<i>M. venulosus</i>	
sediment characteristic			Aug.	Mar.	Aug.	Mar.	Aug.	Mar.
sediment type	F	type	—	0.7	—	1.7	—	247.3
	FV	type	2.3	2.1	1.0	8.6	347.5	285.5
	V	type	0.7	0.7	3.6	67.9	48.5	15.7
Sato's sand type	I-1	type	—	0.0	—	19.5	—	116.5
	I-2	type	—	1.0	—	0.5	—	347.0
	II-1	type	1.0	1.4	3.6	59.6	52.1	132.6
	V	type	2.0	1.2	0.0	8.2	538.3	83.0
total carbon	0.15%	>	1.3	—	1.8	—	193.0	—
	0.15%	≤	0.9	—	3.9	—	49.7	—
total nitrogen	0.15‰	>	1.3	—	1.7	—	23.7	—
	0.15-0.20‰		1.2	—	2.5	—	151.6	—
	0.20‰	<	0.0	—	6.3	—	3.7	—

Value represents mean of individuals in a collection by dredge.

カガイ幼稚貝は各調査時ともV型の底質に多く、8月は3.6個体、3月は67.9個体分布した。サラガイ幼稚貝は8月にはFV型の底質に347.5個体、3月にはF型およびFV型の底質にそれぞれ247.3および285.5個体分布した。

佐藤の Sand-type と二枚貝幼稚貝の分布密度の関係をみると、ホッキガイ幼稚貝の分布密度は8月にはV型の底質上で2.0個体と他の底質型と比較して高かったが、3月は Sand-type と分布密度との間に明確な対応関係はみられなかった。バカガイ幼稚貝の分布密度は、2回の調査ともⅡ-1型の底質上で他の底質型と比較して高く、8月が3.6個体、3月が59.6個体であった。サラガイ幼稚貝の分布密度は、各底質型とも非常に高いが、中でも8月はV型の底質、3月はⅡ-2型の底質にそれぞれ538.3、347.0個体と高密度に分布した。

炭素および窒素含量と二枚貝幼稚貝の分布密度の関係は、炭素および窒素含量の値が高い地点ほど、ホッキガイでは低くバカガイでは高い値となった。サラガイは炭素含量が0.15%以下で、窒素含量が0.15~0.25%の範囲に多くみられた。

b、底生動物群集

小型マクロベントス群集と二枚貝幼稚貝の分布密度との関係を Table 6 に示した。ホッキガイの幼稚貝は8月にはサラガイの優占するB₁ 群集内に2.4個体、11月と3月にはスナクダヤドムシの優占するA₂ 群集内にそれぞれ1.2、2.6個体と比較的多く分布した。バカガイの幼稚貝は、オオミゾガイが優占するB₂ 群集内(8月)や *E. eous* の編組比率が高いA₁ 群集内(3月)に多くみられ、特に11月は当年発生貝の沈着により自らが優占する群集を形成した。サラガイの幼稚貝は、8月には自らが優占するB₁ 群集内、11月と3月は端脚類の編組比率の高いA₁₋₄ 群集内に非常に高密度に分布した。

大型マクロベントス群集と二枚貝幼稚貝の分布密度との関係を Table 7 に示した。ホッキガイ幼稚貝の分布密度は、8月はいずれの群集内においても1地点当たり1.0~1.3個体であったが、11月と3月はN₁ 群集内で1地点当たりそれぞれ、1.1個体、1.7個体となり、他の群集に比較して高かった。バカガイ幼稚貝は、8月はN₂ 群集内に多く、11月と3月は当年発生貝の沈着により水深7~9 m以深に優占種として分布し、N₃ 群集を形成した。サラガイ幼稚貝は、8月は水深9 m以浅、11月と3月は水深7 m以浅に1地点当たり100個体以上存在し、優占種としてN₁ 群集を形成した。

Table 6. Relationship between the communities of small sized macrobenthos and the densities of young bivalves.

species	<i>P. sybilla</i>			<i>M. chinensis</i>			<i>M. venulosus</i>		
	Aug.	Nov.	Mar.	Aug.	Nov.	Mar.	Aug.	Nov.	Mar.
community									
A ₁ community	0.7	—	0.6	2.0	—	62.4	3.3	—	27.7
A ₂ community	—	1.2	2.6	—	1.2	6.9	—	626.5	324.3
A ₃ community	—	0.7	—	—	6.8	—	—	51.3	—
A ₄ community	—	—	0.7	—	—	1.7	—	—	247.3
B ₁ community	2.4	—	—	0.1	—	—	354.3	—	—
B ₂ community	0.4	—	—	4.6	—	—	8.4	—	—
B ₃ community	—	0.4	—	—	20.1	—	—	8.4	—

Value represents mean of individuals in a collection by dredge.

Table 7. Relationship between the communities of large sized macrobenthos and the densities of young bivalves.

community	species			<i>P. sybilla</i>			<i>M. chinensis</i>			<i>M. venulosus</i>		
	Aug.	Nov.	Mar.	Aug.	Nov.	Mar.	Aug.	Nov.	Mar.	Aug.	Nov.	Mar.
N ₁ community	1.1	1.1	1.7	0.9	8.3	6.5	177.3	290.9	264.7			
N ₂ community	1.0	—	—	6.8	—	—	1.8	—	—			
N ₃ community	—	0.2	0.5	—	17.1	72.8	—	0.9	4.3			
E community	1.3	0.5	—	0.0	12.0	—	38.3	76.5	—			

Value represents mean of individuals in a collection by dredge.

考 察

ホッキガイ漁場の底質環境としては、粒度型がO型、Ⅱ-1型、Ⅱ-2型およびⅠ-1型のSand-typeを呈し^{8、15)}、炭素含量が0.3%以下で窒素含量が0.2%以下が適当な条件であると言われる¹⁵⁾。本調査区域の炭素および窒素含量は各地点ともすべて0.3%および0.3%以下であったが、ホッキガイ幼稚貝の分布とSand-typeとの間に明確な対応関係は認められなかった。しかしながら、主成分分析による粒度区分ではホッキガイ幼稚貝の分布との間に対応関係が認められたことから、二枚貝の分布と漁場の粒度組成との対応を考える場合、粒度型の表現を幾つか試み、海域毎に最も二枚貝の分布と適合する表現方法を見出す必要がある。今回の調査では、漁場の理化学的環境特性として底質の粒度型、炭素および窒素含量を考え、これらと二枚貝幼稚貝の分布域との関係を検討した。その結果から、ホッキガイ幼稚貝の生息域は炭素および窒素含量がともに低く、細砂～極細砂で構成されるFV型の底質を呈する漁場に形成され则认为られる。バカガイ幼稚貝の生息域は、ホッキガイに比べ底質の炭素および窒素含量が高く、極細砂が卓越するV型あるいはⅡ-1型の底質を有する漁場に形成され则认为られる。サラガイ幼稚貝は、底質の炭素含量がホッキガイと同様に低く、窒素含量が0.20%前後で、中砂～極細砂で構成されるF型やFV型あるいはV型やⅠ-2型の底質の分布する漁場に生息域が形成され则认为られる。

底質の粒度組成は海域の水理学的状態を反映しており、二枚貝など底生動物の多くは、粒度組成に対応した分布をすることが知られている^{8、19、21、22)}。上述した対応関係も、二枚貝幼稚貝の分布が波浪や潮流あるいは漂砂等の物理的要因によって決定された結果の表れと思われる。

当海域における小型マクロベントス群集は、各季節とも二枚貝稚貝と端脚類が主要な構成種となっている。しかし、個々の群集の優占種は種個体群の季節的な増減によって交代する。例えば、8月にB₁群集（優占種サラガイ）が見られた水深3m域は、11月にはA₂群集（優占種スナクダヤドムシ）に変わった。これはサラガイの個体数が8月と11月とではほとんど変わらなかったのに対し、夏期～秋期にかけてスナクダヤドムシが繁殖期になり²³⁾、その個体数が相対的に高くなったためである。また水深7m以深では、8月にはB₂群集（優占種オオミゾガイ）であったが、11月にはB₃群集（優占種バカガイ）となった。これはバカガイが8月には底生移行直後であり²⁴⁾、1mm目合のふるいに残らなかったのが、11月には成長して採集されたた

めである。そしてこの水深帯は、3月には *E. eous* の個体数の増加によってA₁ 群集になった。更にオオミゾガイの個体数が11月と3月に減少したが、これは自然死亡のほか、二枚貝は一般に成長に伴って潜砂深度が深くなるため²⁵⁾、SM型採泥器では採集されにくくなったことも原因として考えられる。このことは、この調査方法による採集結果からの群集解析に際して注意しなければならない点であろう。

中尾は東北・北海道沿岸におけるホッキガイ漁場の小型底生動物群集について、二枚貝群集とカシパン群集は各漁場とも共通した種が主構成種となるが、甲殻類群集は各漁場で優占種が異なり、それぞれの水域で特徴的な構成を示すと述べている¹⁵⁾。当海域では、二枚貝群集を構成する種はサラガイ、バカガイ、オオミゾガイおよびエゾマテガイであり、これらは中尾¹⁵⁾や高丸ら⁸⁾が報じているホッキガイ漁場に生息する二枚貝と共通していた。高丸らは北海道東部太平洋沿岸のホッキガイ漁場において、*E. eous* の優占する端脚類群集の存在や、マルソコエビの出現とこの種の優占する群集を明らかにしている^{9-12, 26)}。当海域においても *E. eous* やマルソコエビが端脚類群集として主構成種となっていることから、北海道太平洋沿岸のホッキガイ漁場における端脚類群集は、共通した種が優占種になると考えられる。ただし、スナクダヤドムシが夏期〜秋期に繁殖して水深3 m域で優占種になることは、北海道東部太平洋沿岸とは異なった現象である。

ホッキガイ漁場の大型マクロベントスに関しては、これまでに東北および北海道東部太平洋沿岸についての報告がある^{9, 27)}。これらの報告と当海域の大型マクロベントス相を比較すると、サラガイ、バカガイ、オオミゾガイ、エゾマテガイおよびホッキガイの5種類は各海域とも共通しているが、エゾハマグリ *Liocyma fluctuosa*、エゾイシカゲガイ *Keenocardium californiense*、エゾノメアサリ *Callithaca adamsi* およびコタマガイ *Macridiscus melanaegis* は当海域では採集されなかったことから、当海域の二枚貝群集は種の多様度が他の海域に比べて低いものと思われる。ただ、採集方法が各々の海域で異なっているため、一概には断定できない。

今回の調査では、漁場の生物学的環境特性として小型マクロベントス群集および大型マクロベントス群集を考え、試験桁で採集された二枚貝幼稚貝の分布域との関係を検討した。その結果、二枚貝幼稚貝の分布と底生動物群集には対応関係が認められた。すなわちホッキガイ幼稚貝の生息域は、水深5 m以浅のB₁、A₂ およびN₁ 群集内に形成され、バカガイ幼稚貝の生息域は、水深7 m以深のB₂、B₃、N₂ およびN₃ 群集内に形成された。またサラガイ幼稚貝は、水深5 m以浅に存在するB₁、A₂、A₄ およびN₁ 群集内に生息域が認められた。

底生動物群集の二枚貝の分布に及ぼす影響としては、沈着前後の懸濁物食者による捕食^{28, 29)}、沈着後の底表泥食者あるいは雑食者による捕食²⁹⁾および埋性動物による表層攪乱^{30, 31)}や種内競争⁷⁾があげられる。物理的要因の影響もあわせて考えれば、二枚貝幼稚貝は海域の水理学的条件によって分布域が決定され、その分布域内では上述した生物相互作用による均衡のもとに生息域を形成していると思われる。本調査では生物相互作用の具体的な例を明らかにしなかったが、これは今後の課題である。

今回の調査で苫小牧沿岸のホッキガイ漁場の環境特性が把握され、3種類の二枚貝幼稚貝の分布域との対応関係を検討したが、今後は底質環境や底生動物群集の形成過程について解明しなければならない。そして、そのように形成された環境因子の個々が、二枚貝個体群の量的変動にどのように影響するかを究明する必要がある。

要 約

北海道苫小牧沿岸のホッキガイ漁場において、底質環境と底生動物の調査を行い、次の結果を得た。

1. 底質の粒度型は、水深5 m以浅にはFV型やF型の底質が帯状あるいはパッチ状に分布したが、水深5 m以深にはV型の底質が常時存在した。

2. 底質の炭素含量は、水深7 m以深と河口付近に0.15%以上の地点が認められた。底質の窒素含量は水深9~11 mに0.25%以上の地点が存在し、部分的であるが水深5 mと9 mに0.15%以下の地点が認められた。

3. KIMOTOのC π 指数を用いて調査地点間の類似度を算出し、MOUNTFORD法に従ってクラスター分析を行い、7つの小型マクロベントス群集と4つの大型マクロベントス群集を得た。

4. 当海域の小型マクロベントス群集は、各季節とも二枚貝幼稚貝および端脚類群集で構成されていた。また、種個体群の季節的な増減によって個々の群集の優占種が交代した。

5. 当海域の大型マクロベントス群集は、N₁群集が常時水深7 m以浅に観察され、E群集のパッチが水深5 m~7 mに存在した。また水深7 m以深ではバカガイ当年発生貝の沈着により、優占種の交代が観察された。

6. ホッキガイ幼稚貝の分布域は、水深5 m以浅に存在するB₁、A₂およびN₁群集内に形成された。また、炭素含量と窒素含量がともに低く、細砂~極細砂で構成されるFV型の底質を呈する漁場にホッキガイ幼稚貝の生息域が形成されたと考えられた。

7. バカガイ幼稚貝の分布域は、水深7 m以深に存在するB₂、B₃、N₂およびN₃群集内に形成された。また、バカガイ幼稚貝は、ホッキガイに比べ底質の炭素含量および窒素含量が高く、極細砂が卓越するV型あるいはⅡ-1型の底質を有する漁場に生息すると考えられた。

8. サラガイ幼稚貝の分布域は水深5 m以浅に存在するA₂、A₄、B₁およびN₁群集内に形成された。また、サラガイ幼稚貝は、底質の炭素含量がホッキガイと同様に低く、窒素含量が0.20%前後で、中砂~極細砂で構成されるF型やFV型あるいはV型やⅡ-2型の底質の分布する漁場に生息すると考えられた。

文 献

- 1) ホッキガイ研究グループ (1964) ホッキガイについて (その1) 北水試月報 19(12) 538-548
- 2) 林 忠彦・寺井勝治・有馬健二 (1967) 八雲沿岸におけるウバガイ *Spisula sachalinensis* (SCHRENCK) の浮遊稚貝ならびに底棲稚貝についての研究 北水試報 7 8-71
- 3) 林 忠彦 (1988) 天然漁場におけるホッキガイ稚貝の発生、分布、減耗 水産土木 24(2) 45-52
- 4) 高丸禮好 (1981) ホッキガイの移動について 北水試月報 38(7) 222-233
- 5) 有馬健二・林 忠彦 (1969) 北海道八雲沿岸のホッキガイの幼貝について 北水試報 10 51-68
- 6) 清河 進 (1987) 苫小牧西部海域のホッキガイについて 函館水試室蘭支場
- 7) 菊池泰二 (1983) 海産無脊椎動物の繁殖生態と生活史 -Ⅺ- 幼生期および定着初期における死亡 海洋と生物 29 432-437
- 8) 高丸禮好・中尾 繁 (1982) 北海道東部、浜中湾および琵琶瀬湾におけるホッキガイ漁場の底生動物群集 北水試報 24 51-58
- 9) 高丸禮好 (1983) 浜中湾および琵琶瀬湾におけるホッキガイ漁場の大型底生動物群集 北水試月報 40(7) 157-166
- 10) 高丸禮好・河野象威 (1985) 根室市落石海域におけるホッキガイ漁場の底生動物群集 北水試月報 42(7-9) 195-202
- 11) 高丸禮好・佐々木敏行 (1985) 北海道東部、友知湾におけるホッキガイ漁場の底生動物群集と底質環境 北水試月報 42(10-12) 273-279
- 12) 高丸禮好・河野象威 (1986) 根室湾中部海域におけるホッキガイ漁場環境 北水試月報 43(7-9) 118-125
- 13) 有馬健二・松本 博・後 留吉 (1972) 三石町のホッキガイ資源について 北水試月報 29(4) 8-16

- 14) 有馬健二・元谷 怜・木村 豊・四ツ屋義則・福田勝利 (1975) 静内町のホッキガイ資源について
北水試月報 32(11) 13-23
- 15) 中尾 繁 (1977) ホッキガイ漁場の底生動物群集と底質環境 北大水産集報 28(3) 95-105
- 16) 新崎盛敏・堀越増興・菊池泰二 (1976) 海洋科学基礎講座 5 海藻・ベントス 東海大学出版会
東京 359-360
- 17) 木元新作 (1976) 生態学研究法講座 14 動物群集研究法 I 多様性と種類組成 共立出版 東京
131-166
- 18) 山岸 宏・古田能久・福原晴夫 (1976) 生態学研究法講座 24 水界生物生態研究法 I 淡水の魚類と
ベントス 共立出版 東京 156
- 19) NAKAO, S., H. NOMURA and M. K. SATAR (1989) Macrobenthos and Sedimentary Environ-
ments in a Malaysian Intertidal Mudflat of the Cockle Bed. *Bull. Fac. Hokkaido Univ.*,
40(4): 203-213
- 20) 佐藤任弘 (1959) 能代沖の底質 (II) 砂の分類に関する一考察 水路要報 60 45-56
- 21) 東 幹夫・把野義博・把野裕子 (1985) 平戸島志々伎湾の底生動物群集 - II ヨコエビ類と堆積型に
よる生息場所分析 ベントス研究会誌 28 1-11
- 22) PARKER, J. G. (1984) The distribution of the subtidal amphipoda in Belfast Lough in
relation to sediment type. *Ophelia*, 23: 119-140
- 23) HARADA, E. (1971) A new amphipod of the genus *Siphonocetes* from the shallow bottom
of southern Japan, with reference to the diagnoses of the genus and its species.
Publ. Seto Mar. Biol. Lab., XVIII 6: 355-378
- 24) 林 忠彦 (1974) ホッキガイ底生初期稚貝の分布と減耗について 北水試月報 31(3) 1-7
- 25) ZWARTS, L. and J. WANINK (1989) Siphon size and burying depth in deposit- and
suspension-feeding benthic bivalves. *Mar. Biol.*, 100: 227-240
- 26) 高丸禮好・落合敏邦 (1982) 浜中湾および琵琶瀬湾のヨコエビ端脚類 北水試報 24 29-39
- 27) 藤井武人・菊地省吾・菊地要三郎・渡辺茂男 (1982) 広田湾ホッキガイ漁場の底生動物相と漁場の環
境区分 東北水研研報 44 67-77
- 28) WOODIN, S. A. (1976) Adult-larval interactions in dense infaunal assemblages: Patterns
of abundance *J. Mar. Res.*, 34: 25-41
- 29) THORSON, G. (1966) Some factors influencing the recruitment and establishment of ma-
rine benthic communities. *Netherlands J. Sea Res.*, 3: 267-293
- 30) 玉置昭夫 (1981) 砂泥底ベントス群集の形成機構として生物学的要因を強調する最近の研究の傾向と
その問題点 (総説) I ベントス研究会誌 21/22 28-47
- 31) 玉置昭夫 (1982) 砂泥底ベントス群集の形成機構として生物学的要因を強調する最近の研究の傾向と
その問題点 (総説) II ベントス研究会誌 23 1-13

Appendix Table 1. Faunal composition of small sized macrobenthos along the Tomakomai coast.

species	Aug.	Nov.	Mar.
Mollusca			
<i>Lunatia pila</i>	—	—	1 (0.0)
<i>Yoldia notabilis</i>	3 (0.5)	6 (0.4)	4 (0.2)
<i>Acila insignis</i>	5 (0.8)	1 (0.1)	1 (0.0)
<i>Ennucula tenuis</i>	4 (0.6)	—	—
<i>Felaniella usta</i>	—	—	1 (0.0)
<i>Callithaca adamsi</i>	1 (0.2)	—	—
<i>Pseudocardium sybilla</i>	3 (0.5)	4 (0.2)	1 (0.0)
<i>Mactra chinensis</i>	6 (0.9)	138 (8.3)	122 (5.1)
<i>Megangulus venulosus</i>	262 (39.7)	283 (17.1)	150 (6.3)
<i>Macoma sector</i>	1 (0.2)	—	—
<i>Mya arenaria</i>	1 (0.2)	—	—
<i>Solen krusensterni</i>	46 (7.0)	6 (0.4)	—
<i>Siliqua alta</i>	191 (28.9)	30 (1.8)	16 (0.7)
<i>Hiatella arctica</i>	—	—	1 (0.0)
Annelida			
Phyllodoctidae sp.	—	—	1 (0.0)
<i>Neanthes</i> sp.	—	6 (0.4)	1 (0.0)
<i>Nephtys caeca</i>	2 (0.3)	69 (4.2)	84 (3.5)
Sphaerodoridae sp.	—	—	1 (0.0)
<i>Glycera</i> spp.	6 (0.9)	15 (0.9)	31 (1.3)
<i>Goniada maculate</i>	3 (0.5)	21 (1.3)	9 (0.4)
<i>Nothria holobranchiata</i>	14 (2.1)	26 (1.6)	14 (0.6)
<i>Lumbrineris</i> sp.	—	—	33 (1.4)
<i>Scoloplos armiger</i>	—	1 (0.1)	5 (0.2)
<i>Haploscoloplos elomgatus</i>	—	5 (0.3)	1 (0.0)
<i>Spio filiformis</i>	—	17 (1.0)	72 (3.0)
<i>Spiophanes bombyx</i>	—	19 (1.1)	15 (0.6)
Spionidae spp.	—	—	6 (0.3)
Opheliidae sp.	—	—	2 (0.1)
Cirratulidae spp.	—	10 (0.6)	16 (0.7)
Ampharetidae spp.	—	3 (0.2)	2 (0.1)
Arthropoda			
Ostracoda spp.	—	7 (0.4)	4 (0.2)
Mysidacea spp.	—	2 (0.1)	1 (0.0)
<i>Diastylopsis dawsoni</i>	4 (0.6)	41 (2.5)	20 (0.8)
Cumacea spp.	4 (0.6)	20 (1.2)	45 (1.9)
<i>Idotea ochotensis</i>	—	—	1 (0.0)
<i>Tecticeps japonicus</i>	1 (0.2)	2 (0.1)	2 (0.1)
<i>Siphonocetes tanabensis</i>	3 (0.5)	509 (30.7)	444 (18.6)
Corophiidae sp.	3 (0.5)	—	5 (0.2)
Gammaridae A	—	5 (0.3)	2 (0.1)
Gammaridae B	—	—	4 (0.2)
Gammaridae spp.	—	—	1 (0.0)
<i>Protomedeia</i> sp.	6 (0.9)	—	—
Phoxocephalidae A	2 (0.3)	32 (1.9)	39 (1.6)
Phoxocephalidae B	—	42 (2.5)	17 (0.7)
Phoxocephalidae C	—	—	2 (0.1)
<i>Paraphoxus</i> sp.	—	4 (0.2)	—
<i>Monoculodes limnophilus</i>	—	30 (1.8)	23 (1.0)
<i>Synchelidium</i> sp.	—	2 (0.1)	4 (0.2)
<i>Ampelisca brevicornis</i>	—	4 (0.2)	3 (0.1)
Haustoriidae sp.	—	1 (0.1)	—
<i>Eohaustorius eous</i>	61 (9.2)	137 (8.3)	678 (28.3)
<i>Urothoe grimaldii</i>	4 (0.6)	133 (8.0)	449 (18.8)
<i>Crangon affinis</i>	—	—	1 (0.0)
Echinodermata			
Ophiuræ spp.	1 (0.2)	2 (0.1)	34 (1.4)
<i>Scaphechinus griseus</i>	23 (3.5)	24 (1.4)	25 (1.0)

Values and those in parentheses represent the total individuals and the ratio of composition, respectively.

Appendix Table 2. Faunal composition of large sized macrobenthos along the Tomakomai coast.

species	Aug.	Nov.	Mar.
Coelenterata			
<i>Aurelia limbata</i>	7 (0.2)	—	—
Nemertinea			
<i>Heteronemertinea</i> spp.	5 (0.1)	—	—
Mollusca			
<i>Lunatia pila</i>	1 (0.0)	5 (0.1)	5 (0.1)
<i>Ophiidermella miyatensis</i>	3 (0.1)	1 (0.0)	4 (0.1)
<i>Yoldia notabilis</i>	2 (0.1)	4 (0.1)	6 (0.1)
<i>Acila insignis</i>	—	1 (0.0)	—
<i>Mercenaria stimpsoni</i>	—	—	2 (0.0)
<i>Pseudocardium sybilla</i>	27 (0.7)	20 (0.4)	35 (0.5)
<i>Macra chinensis</i>	71 (1.8)	369 (6.5)	1246 (18.7)
<i>Megangulus venulosus</i>	2962 (76.9)	4340 (76.5)	3863 (57.9)
<i>Megangulus zypnoensis</i>	—	1 (0.0)	17 (0.3)
<i>Solen krusensterni</i>	—	30 (0.5)	3 (0.0)
<i>Siliqua alta</i>	215 (5.6)	295 (5.2)	187 (2.8)
Annelida			
<i>Neanthes</i> sp.	1 (0.0)	—	2 (0.0)
<i>Nephtys caeca</i>	14 (0.4)	66 (1.2)	29 (0.4)
<i>Glycera</i> spp.	23 (0.6)	20 (0.4)	6 (0.1)
<i>Goniada maculata</i>	2 (0.1)	2 (0.0)	—
<i>Nothria holobranchiata</i>	2 (0.1)	2 (0.0)	11 (0.2)
<i>Lumbrinereis</i> sp.	2 (0.1)	1 (0.0)	5 (0.1)
Eunicidae	—	—	1 (0.0)
<i>Haploscoloplos elongatus</i>	1 (0.0)	1 (0.0)	1 (0.0)
<i>Spio filiformis</i>	—	2 (0.0)	2 (0.0)
<i>Spiophanes bombyx</i>	—	1 (0.0)	1 (0.0)
Opheliidae sp.	1 (0.0)	4 (0.1)	3 (0.0)
Ampharetidae spp.	—	1 (0.0)	1 (0.0)
Arthropoda			
<i>Idotea ochotensis</i>	—	4 (0.1)	—
<i>Tecticeps japonicus</i>	1 (0.0)	26 (0.5)	77 (1.2)
<i>Crangon affinis</i>	5 (0.1)	10 (0.2)	5 (0.1)
<i>Lophomastix japonica</i>	—	4 (0.1)	—
<i>Dorippe granulata</i>	—	1 (0.0)	7 (0.1)
<i>Pugettia quadridens</i>	1 (0.0)	—	1 (0.0)
<i>Telmessus acutidens</i>	—	—	1 (0.0)
<i>Pinnixa</i> sp.	—	1 (0.0)	—
Echinodermata			
Ophiuræ spp.	2 (0.1)	2 (0.0)	1 (0.0)
<i>Echinocardium cordatum</i>	1 (0.0)	1 (0.0)	3 (0.0)
<i>Scaphechinus griseus</i>	502 (13.0)	462 (8.1)	1152 (17.3)

Values and those in parentheses represent the total individuals and the ratio of composition, respectively.

エゾバフンウニ人工種苗生産の研究

Ⅱ. 変態期幼生の沈着

田 嶋 健一郎 ・ 山 下 幸 悦

(北海道立栽培漁業総合センター)

福 地 誠

(栽培漁業振興公社鹿部支所)

Studies on the artificial seed production of the sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius* Ⅱ. The collection of metamorphosed larvae

Ken-ichiro TAJIMA, Koetsu YAMASHITA
and Makoto FUKUCHI *

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

* Shikabe Branch, Hokkaido Aquaculture Development Authority,
Shikabe, Hokkaido 041-14, Japan

The present study aims at establishing effective method to collect metamorphosed larvae of the sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius*. The examinations of collecting larvae were performed in the five steps of the sea water temperature among 9°C and 21°C. These larvae were produced from the adult sea urchins of the Pacific Ocean coastal waters and the Japan Sea coastal waters in Hokkaido. Two methods of setting the collector boards, horizontal type and vertical type, were also examined. The larvae transportations were carried out 26 times from 1983 to 1986.

The results obtained are as follows ;

1. The larvae of the Pacific Ocean coast were collected most on the collector boards at 18°C. And the larvae of the Japan Sea coast were collected most at 12°C.
2. More larvae were collected on the upper side of the horizontal type boards than on the opposite side.
3. More larvae were collected on the horizontal type boards than on the vertical ones.

4. The time required to transport the larvae from our Institute to other hatcheries varied from 5 minutes to 13 hours.

5. There was no significant correlation between the transportation time and the larvae collection rate.

ウニ類の浮遊幼生の沈着条件は人工種苗生産や天然採苗の技術開発の中で次第に明らかにされてきた。化学的刺激、沈着する表面の状態および電気的刺激¹⁾や無節石灰藻²⁾ 付着珪藻³⁾ 海藻⁴⁾の存在などが沈着の要因として室内飼育実験で確認されている。また、エゾバフンウニ (*Strongylocentrotus intermedius*) の天然採苗では、変態期幼生出現時期の2~3か月前に採苗器を海中に設置すると沈着数が多くなり、採苗器の材質は表面の凹凸の複雑なものほど多く沈着することが知られている⁵⁾。ウニ類の人工種苗生産での採苗器の設置法についてもバフンウニ (*Hemacentrotus pulcherrimus*)²⁾、アカウニ (*Pseudocentrotus depressus*)^{2, 5, 6)} およびキタムラサキウニ (*Strongylocentrotus nudus*)⁷⁾ などで種々の知見が得られている。

著者らはエゾバフンウニの人工種苗生産研究を進める中で、事業所などで比較的簡単に実施できる方法として温度刺激による沈着率の向上および採苗用コレクターの設置方法による沈着率の向上について試験を行った。さらに、浮遊幼生を道内各地に配布して効率的に種苗生産事業を行うことを目的として、変態期幼生の長距離輸送についても試験を行い2、3の知見を得たので報告する。

本文に入るに先立ち、輸送試験にご協力いただいた泊村、熊石町、積丹町、南茅部町、知内町、福島町、伊達市、広尾町、えりも町の各種苗生産施設と北海道立小樽水産高校古平実習場の皆様に厚くお礼申し上げます。

材 料 と 方 法

1. 温度別の沈着

変態期に達したエゾバフンウニの浮遊幼生を、温度条件を9、12、15、18、21℃と変えて沈着させた。用いた幼生は栽培漁業総合センターの通常方法⁸⁾で採卵し、20日間程度の飼育を行って得た。飼育期間中の水温は開始時に18℃、沈着直前に15℃となるように徐々に降下させた。親として用いたエゾバフンウニの産地は噴火湾を含む太平洋沿岸の鹿部町、南茅部町および豊浦町と、津軽海峡と日本海沿岸の知内町、松前町および大成町である(図1)。ただし、南茅部町産と知内町産は9℃と21℃、10月20日の大成町産は21℃についてそれぞれ実施していない。

変態期に達した浮遊幼生を駒込ビペットで吸い取って肉眼によって計数し、2ℓ腰高シャーレに100~300個体を収容した。シャーレ内にはあらかじめアワビモ (*Ulveilla lens*) のよく繁茂したポリカーボネイト製波板 (10×10) を一枚ずつ入れ、軽い通気を施した。1、2、3、4、6、24時間後に沈着した稚ウニの数を肉眼で計数した。その後も、鹿部町産は96時間後、豊浦町産は72時間後、松前町産は48時間後まで同様な計数を24時間単位で継続した。収容した幼生数に対するこれらの沈着した稚ウニの累計の百分率を沈着率とした。

2. コレクターの設置方法別の沈着

アワビモのよく繁茂したポリカーボネイト製波板 (58×30cm、以降コレクターと称す) 15枚ずつを、120ℓ容のコンテナに図2に示したように水平にあるいは垂直にしてコレクター枠にに入れて設置した。それぞ

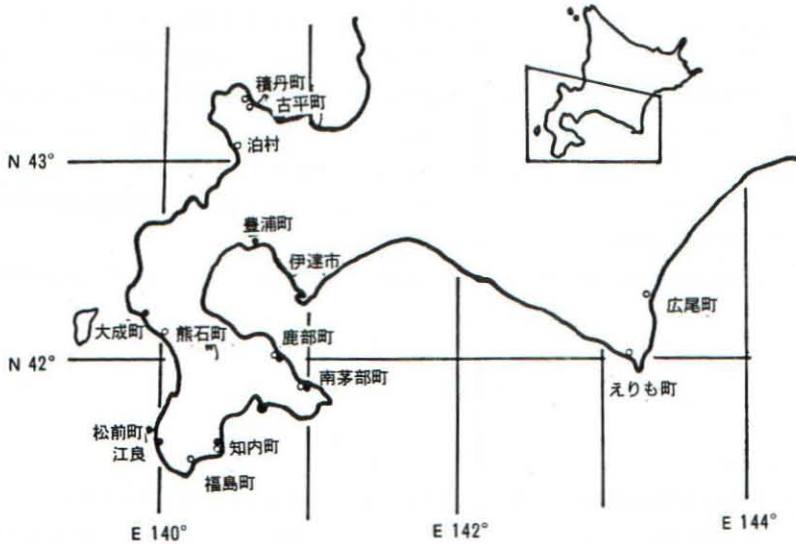


図1 親ウニの採集地（黒丸）と変態期浮遊幼生の輸送先（白ヌキ）

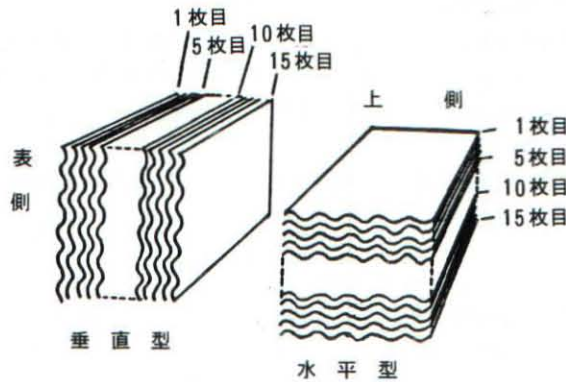


図2 コレクターの設置方法

れ沈着時の水温を18℃と10℃の2段階とした。これらのコンテナに変態期に達した浮遊幼生5,400個体ずつを収容し、2日間は止水として軽い通気を行った。2日後に水平設置のコンテナでは上から1枚目、5枚目、10枚目、15枚目の4枚について両面に沈着した稚ウニの計数を行った。

栽培漁業振興公社鹿部支所（以降鹿部支所）で、通常用いている30枚入りのコレクター枠10個ずつを、コレクターが水平になるようにして収容した水槽2基（A、B槽）に、変態期に達した浮遊幼生を投入した。15日後にA槽の10個の枠について、それぞれ上から5枚目、15枚目、25枚目のコレクターを抽出して、肉眼で稚ウニの計数を行った。B槽の10個の枠についてはA槽と同様に5枚目、15枚目、25枚目のコレクターを抽出して、上下面別に計数を行った。

3. 幼生の輸送

変態期に達した浮遊幼生を飼育海水と共にポリタンク（20ℓ容、1983年7月20日～11月4日）あるいはポリダル（70ℓ容、1983年11月28日以降）に入れて自動車で輸送した。NXX13プランクトンネット地を用いて衝撃を与えないように濾過しながら、ポリタンクの場合には250ℓの飼育海水を40ℓに、ポリダルの場合には500ℓの飼育海水を150～200ℓにした。輸送先は泊村、熊石町、積丹町、南茅部町、知内町、福島町、伊達市、広尾町、えりも町および鹿部支所の10か所のウニ、アワビの種苗生産施設と古平町にある小樽水産高校実習場とし（図1）、1983年から1986年の間に延べ26回実施した。各施設ともアワビモのよく繁茂したコレクターを準備して沈着させた。沈着時の水温は15℃を基準とした。輸送時間は幼生を運搬容器に移し変えてから、輸送先の沈着水槽に入れるまでの間とした。

沈着後、10日目に肉眼で稚ウニの計数を行った。原則として720枚のコレクターに対し30枚程度を抽出して計数した。

結 果

1. 温度別の沈着

親ウニ産地別の各水温段階における沈着率を表1に示した。水温段階毎の沈着率を比較すると、鹿部町産の沈着率は18℃で最も高く、ついで21℃であった。15℃と9℃では最高値の1/3以下と沈着率は低かった。南茅部町産は15℃で最も高く次に18℃であり、豊浦町産は18℃で最も高く、ついで15℃の順となっていた。このように噴火湾を含む太平洋側を産地とする親ウニから得た浮遊幼生の場合は、3例中2例が18℃で、1例が15℃で最も沈着率が高かった。

一方、知内町産、松前町産および大成町産（10月22日）の場合は、12℃で最も高い沈着率を示し、15℃あるいは18℃がこれにつぐ。ただし、大成町産（11月21日）は21℃で最も高かった。津軽海峡を含む日本海側を産地とする親ウニの場合は4例のうち3例が12℃で最も高い沈着率を示した。

表1 親ウニ産地・水温別のエゾバフンウニ稚ウニの沈着率

親ウニ産地			年 月 日	水 温 (℃)				
				9	12	15	18	21
太平洋	鹿 部 町	1984年 4月17日	28.7 %	48.7	34.3	93.0	71.3	
	南茅部町	1985 4 2	—	43.0	51.3	46.3	—	
	豊 浦 町	11 21	36.5	29.0	39.0	47.5	34.5	
日本海	知 内 町	1984 11 19	—	77.3	70.0	62.7	—	
	松 前 町	12 21	49.0	71.0	55.0	45.0	32.0	
	大 成 町	1985 10 22	40.0	59.5	47.0	53.0	—	
	大 成 町	11 21	33.0	43.5	49.0	49.5	63.0	

2. コレクターの設置方法別の沈着

表2にコレクターを水平、垂直に設置した場合の上下、表裏面別の沈着数を18℃と10℃の温度別に示した。

水平設置の場合の沈着稚ウニの計数結果をみると、18℃での4枚のコレクターでは上面が64～433個体/面、下面が6～11個体/面と上面の沈着数が多かった。10℃の場合は沈着後の止水期間中にアワビモの胞子

放出が見られ、沈着率が低下したが、上面で32～211個体/面、下面で8～22個体/面と18℃と同様に上面の沈着数が多かった。

垂直設置の場合、18℃での4枚のコレクターは表面に87～131個体/面、裏面に38～162個体/面と比較的近い値を示した。10℃の場合も表面に89～133個体/面、裏面に96～228個体/面と、水平設置のコレクターに比較すると、両面の沈着数の差は少なかった。18℃での1枚当りの合計の沈着数は水平設置の方が多い傾向にあった。

表2 コレクターの設置方法とエゾバフンウニ稚ウニの沈着数

		18℃				10℃			
		1枚目	5	10	15	1	5	10	15
垂直	表面	131	97	95	87	121	90	133	89
	裏面	89	122	162	38	228	96	133	118
	計	220	219	257	125	349	186	266	207
水平	上面	64	433	326	291	32	68	115	211
	下面	10	6	10	11	12	11	8	22
	計	74	439	336	302	44	79	123	233

鹿部支所における水平設置コレクターについて、A槽の深さ別の沈着数とB槽の深さ別、上下面別の沈着数を表3に示した。A槽の5枚目と15枚目との沈着数を比較すると、158～654個体/枚、平均413.8個体/枚と、181～500個体/枚、平均301.5個体/枚であり、かなりバラツキはあるもののやや5枚目の沈着

表3 水平設置コレクターにおける深さ別、上下面別のエゾバフンウニ稚ウニの沈着数

水槽	コレクター	枠番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均値
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均値
A	5枚目		435	554	404	442	332	231	158	296	634	654	413.8
	15枚目		213	181	304	398	500	297	208	322	350	242	301.5
	25枚目		87	254	201	305	270	222	191	260	360	233	238.3
B	5枚目	上面	461	900	400	641	634	479	493	412	529	500	
		下面	54	71	22	42	93	53	89	94	43	61	
		計	515	971	422	683	727	532	582	506	572	561	
	15枚目	上面	258	152	283	252	255	263	368	235	125	271	
		下面	19	26	87	44	88	62	22	66	31	61	
		計	277	178	370	296	343	325	390	301	156	332	
	25枚目	上面	212	149	206	235	175	252	124	168	89	91	
		下面	37	66	70	53	43	49	15	22	25	56	
		計	249	215	276	288	218	301	139	190	114	147	

数が多かった。また、25枚目は87~360個体/枚、平均238.3個体/枚で5枚目や15枚目に比較すると沈着数はやや少なかった。B槽でも同様に比較すると、5枚目では422~971個体/枚、平均607.1個体/枚、15枚目では156~390個体/枚、平均296.8個体/枚、25枚目では114~301個体/枚、平均213.7個体/枚と深さが増すにつれて沈着数が少なくなる傾向がうかがえた。

また、上下面別の沈着数は上面で89~900個体/面、平均320.4個体/面であり、下面は15~94個体/面、平均52.1個体/面とコレクター毎にかなりのバラツキはあるものの、同一コレクターでは上面の沈着数が常に多かった。

3. 幼生の輸送

幼生輸送の年月日、輸送先、時間、そのときの浮遊幼生の最大長の平均値、最長胃径の平均値および10日後の沈着率を表4に示した。輸送先は時間でみれば、鹿部支所が最も短く5分、広尾町が最も長く13時間を要した。最大長は大半が900 μ mを越えていたが、一部600~700 μ m台の場合もあった。胃径は大半が300 μ m以上であったが、一部210~230 μ m程度の場合もあった。沈着率は大半が30%を越えていたが、15%以下の場合もあった。

表4 エゾバフンウニ浮遊幼生輸送の条件と沈着率

年 月 日	輸送先	輸送時間	最 長 (μ m)	最長胃径 (μ m)	沈 着 率 (%)	備 考
1983 7 20	泊 村	5:00	699	212	3.0	20 μ ポリタンク使用
11 4	熊 石 町	2:00	1,000	308	10.2	20 μ ポリタンク使用
	泊 村	5:00	1,000	308	14.7	20 μ ポリタンク使用
	古 平 町	5:00	1,000	308	14.7	20 μ ポリタンク使用
	鹿 部 町	0:05	932	286	32.5	
1984 4 16	積 丹 町	5:40	911	331	57.4	
	鹿 部 町	0:05	911	331	95.5	
	積 丹 町	5:40	1,008	313	50.0	
	積 丹 町	5:40	822	227	5.7	
	鹿 部 町	0:05	732	290	37.8	
1985 4 2	南茅部町	0:40	916	276	31.0	
	知 内 町	1:30	948	294	0.0	沈着後アワビモの胞子 放出
	南茅部町	0:40	948	294	74.5	
	鹿 部 町	0:05	989	304	67.9	
	福 島 町	2:00	987	309	61.7	
	伊 達 市	3:00	924	322	60.0	
	福 島 町	2:00	937	315	37.9	
	広 尾 町	13:00	924	322	50.0	
1986 3 18	伊 達 市	3:00	1,090	306	30.0	
	積 丹 町	5:40	1,063	316	30.0	
	広 尾 町	13:00	1,068	320	30.3	
	知 内 町	1:30	844	356	38.5	
	知 内 町	1:30	934	309	63.4	
	福 島 町	2:00	985	320	32.9	
	広 尾 町	13:00	964	315	44.2	
	えりも町	8:45	960	322	67.5	

年別に見ると、1983年は平均で12.1%であったが、鹿部支所のほかは15%以下と沈着率は低かった。1984年は平均で49.3%であり、10月9日の積丹町は5.7%と低かったものの、ほかは37.8%~95.5%と比較的高い値を示した。1985年は平均で45.9%であり、10月22日の知内町を除いては30.0~74.5%と前年同様比較的高い値を示した。知内町の場合は沈着直後にアワビモの胞子が大量に放出し、その後に沈着した稚ウニの死亡が観察された。1986年には30.0~67.5%で平均は43.8%となっており、比較的安定した沈着率を示した。

輸送時間と沈着率との関係を図3に示した。輸送時間と沈着率との相関係数は $r = -0.1009$ であり、相関関係は認められなかった。

最大長と沈着率との関係を図4に示した。最大長は900~1,000 μm に集中し、900 μm 以下あるいは1,000 μm 以上は少なかった。1983年分と事故のあった知内町（1985年10月22日）を除くと最大長が900~

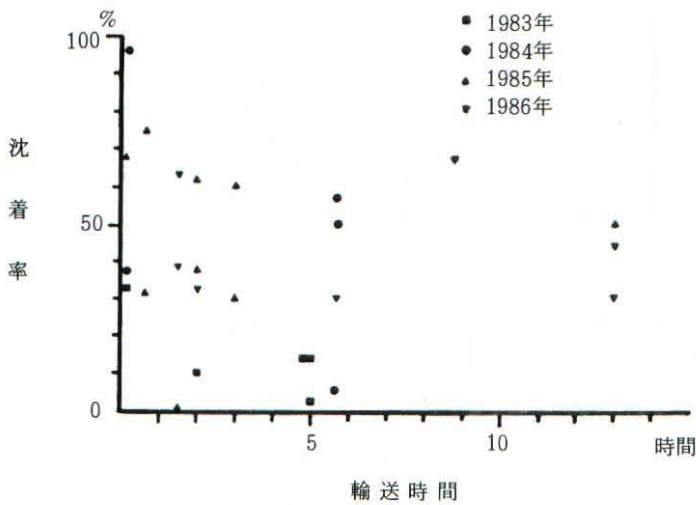


図3 エゾバフンウニ幼生の輸送時間と沈着率との関係

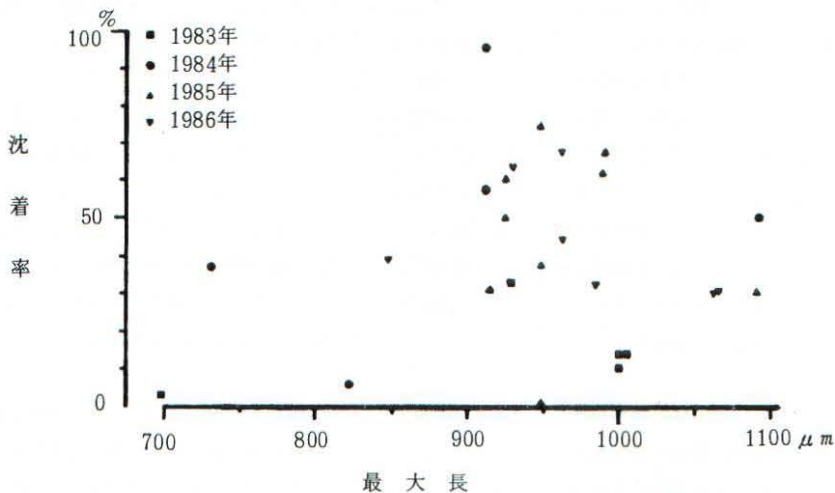


図4 輸送試験に用いたエゾバフンウニ幼生の最大長と沈着率の関係

1,000 μm では沈着率が30%を下回ることが無く、900 μm 以下あるいは1,000 μm 以上の場合に比較して沈着率は高い傾向にあった。

最長胃径と沈着率との関係を図5に示した。最長胃径が270 μm を越えると沈着率が30%以上となり、290 μm を越えると半数近くの沈着率は50%以上となった。最長胃径と沈着率との相関係数は $r = 0.5047$ となり、輸送時間や最大長よりも高い相関係数が認められた。

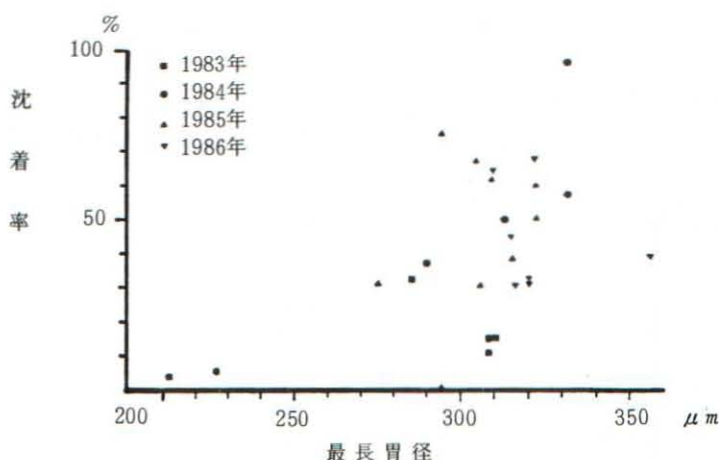


図5 輸送試験に用いたエゾバフンウニ幼生の最長胃径と沈着率の関係

考 察

ウニ類の人工種苗生産における採苗方法は水槽内にコレクターを設置して変態直前まで飼育した浮遊幼生を飼育水とともに注入する方法が一般的であり、その際には沈着率を向上させるために様々な方法が取られてきた^{2, 3, 4, 6, 7)}。著者らは北海道のエゾバフンウニは太平洋沿岸と日本海沿岸とで生殖周期が異なり、前者は水温上昇の晩春から初秋にかけて産卵し、後者は水温の低下する秋に短期間に産卵するという生態的知見⁹⁾から、両者のそれぞれの最適沈着水温を知る目的で実験を行った。

著者らが今回実施した親ウニ産地毎の水温別の沈着結果から、太平洋沿岸産の親ウニに由来する変態直前の浮遊幼生の場合は18℃と15℃で比較的多く沈着する傾向にあることがわかる。変態直前の浮遊幼生の飼育温度は15℃に保たれており、これより約3℃高いか同等である場合に沈着率が高いということになる。これとは反対に日本海沿岸産の場合には12℃で沈着率が高く、幼生飼育温度より3℃低いときに沈着率が高くなる。このことは放流した人工種苗生産ウニの生殖周期がその親の生殖周期を引き継いでいるのと同様に⁹⁾、太平洋と日本海のエゾバフンウニの特性である可能性も考えられる。今回の試験では上記の推論に当てはまらない場合もあるが、今後さらに知見を積み重ねて、より効率的な沈着のための水温条件を明らかにする必要がある。

コレクターの設置方法では水平型の場合は上面に沈着する個体が多く、下面に比較すると明瞭な差が認められる。垂直設置の場合には両面での沈着数に差が認められない。水平設置と垂直設置の沈着数の合計は18℃でみると、やや水平設置の方が多く、採苗効率の点からすると水平にコレクターを設置した方が有利であると考えられる。

角田²⁾はバフンウニ、アカウニでは水平的な付着面を増大させることにより幼生がより付着し易い状態になると推論している。大滝⁶⁾はキタムラサキウニでは採苗板は底面に垂直におくより水平となる横置きにした方がウニ稚子の付着率が高いと、また、伊東⁷⁾はアカウニでは水平方向または斜め方向に設置した方が採苗率が高いと報告している。このように総じてウニ類の人工種苗生産の場合は、コレクターは水平設置の方が垂直設置よりも沈着率が高いと判断できるであろう。ただし、今回の水平設置コレクターの上下面の沈着数の比較からすると、上下の面では極端な稚ウニの沈着数の差ができていた。伊東⁷⁾はアカウニでは通気により上下面の差を解消できるという結果を示しているが、著者らの今回のエゾバフンウニの場合は通気条件下にもかかわらず上下の差が出た。このことはエゾバフンウニとアカウニの種の違いによるものか、あるいは通気技術によるものかは不明である。また、深さによっても沈着数が異なることも今回の結果から得られている。こうした点を考慮すれば、コレクターの水平設置によるエゾバフンウニ幼生の採苗に当っては、浮遊幼生の半数を沈着させた後、数時間以上経過してからコレクターを枠ごと反転させた上で残りの半数を沈着させるなどの手法を取る必要があろう。

一方、こうした水平設置のコレクターは稚ウニ沈着後の早い時期に垂直設置しないと、付着珪藻類の量が不足することもあり、また、コレクターを水平に設置するための水槽は従来の稚ウニ飼育用に用いられている型式(10×1.5×0.5 m)と異なることなどから、現在、北海道内の多くのウニ種苗生産施設において、コレクターの水平設置は技術的に一般化していない。

幼生の輸送には様々な条件が考えられるが、輸送中の温度の変化と輸送密度はここでは検討しなかった。また、受け入れ施設の用意したコレクターの状態は一定であるとは考えられないが、それは条件から除き、変態期の浮遊幼生の状態と輸送時間に限って考えた。今回の試験中に沈着率が30%を下回ったのは1983年に4回、1984年と1985年に1回ずつあった。特に1983年の試験では20ℓポリタンクを用いたため、輸送から沈着にいたるまでの幼生の取扱などに適切さに欠けることがあったとも考えられる。1984年10月9日の積丹町の場合は最長胃径が著しく小さく、1985年10月22日の知内町の場合は稚ウニの沈着後にアワビモの胞子放出があり、稚ウニの死亡が確認された。

輸送時間と沈着率との間には相関が認められず、少なくとも13時間以内ならば、適切な方法による幼生の輸送は沈着率にほとんど影響を与えないと考えられる。最大長が900～1,000 μm の場合には沈着率は比較的高い値を示し、1,000 μm を越えると沈着率の高いものが減少する傾向が認められた。また900 μm 以下でも沈着率の高いものは無い。このことから最大長が900～1,000 μm という値は変態期の幼生が沈着するときの最適値であると考えられる。浮遊幼生の成長は沈着する2～3日前に最大に達し、その後萎縮することが知られており¹⁰⁾、最大長900 μm 以下の場合とともに、1,000 μm 以上でも変態するまでには十分発育していなかったとも考えられる。最大胃径は沈着率との関連が認められ、最長胃径が大きくなるほど稚ウニの沈着率は向上する傾向にある。

今回は幼生輸送条件のうち、輸送時間と最大長および最大胃径で表される浮遊幼生の発育状態に限ったが、輸送容器、密度、温度などについても検討する必要がある。

要 約

エゾバフンウニの変態期に達した浮遊幼生を効率的に採苗するため、沈着時の水温とコレクターの設置方法および変態期に達した浮遊幼生の輸送について試験した。沈着水温は9～21℃の5段階に設定し、用いた浮遊幼生は噴火湾を含む太平洋沿岸産と津軽海峡および日本海沿岸産の親ウニから通常の人工種苗生産の方法によって得た。コレクターの設置方法は水平あるいは垂直とした。幼生の輸送試験は道内の11か所に向けて、延べ26回実施した。最も遠い場所は広尾町であり、13時間を要した。

得られた結果は次の通りである。

1. 太平洋産の浮遊幼生はその飼育水温（15℃）より高い18℃で、津軽海峡・日本海産の浮遊幼生は飼育水温より低い12℃で、それぞれ沈着率が比較的高い傾向にあった。
2. 水平設置のコレクターは下面と比較して上面に極めて多くの稚ウニが沈着したが、垂直設置の場合には両面での差は認められなかった。また、沈着水温が18℃のときは水平設置のコレクターの方が垂直設置に比較して沈着数が多かった。
3. 輸送時間の長さによる沈着率への影響は認められず、浮遊幼生の発育状態が沈着率へ影響を与えていた。

文 献

- 1) CAMERON, R.A. and R.T. HINEGARDNER (1974) Initiation of metamorphosis in laboratory cultured sea urchins. *Biol. Bull.*, 146:335-342
- 2) 角田信孝 (1978) ウニ類の種苗生産に関する研究－Ⅲ 浮遊幼生の大量飼育について 水産増殖 25(4) 121-127
- 3) 谷 雄策・伊東義信 (1979) アカウニ幼生の付着および変態におよぼす付着珪藻の影響について 水産増殖 27(3) 148-150
- 4) 伊東義信・伊賀田邦義・有吉敏和・西田隆英 (1980) バフソウニの種苗生産について 栽培技研 9(2) 21-26
- 5) 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) エゾバフソウニの天然採苗、中間育成、種苗放流について 北水試月報 41(7) 270-315
- 6) 大滝勝久・下園栄昭・天神 僚 (1984) キタムラサキウニの人工採苗について－Ⅰ 浮遊幼生の大量飼育手法と採苗手法 福島種苗研報 1 1-18
- 7) 伊東義信・伊藤史郎・金丸彦一郎 (1987) アカウニ幼生の採苗法－Ⅱ 採苗時の付着板の設置方法および飼育水の攪拌方法 佐賀県栽培漁業センター研究報告 1 19-23
- 8) 田嶋健一郎 (1988) エゾバフソウニ人工種苗生産の現状 北水試だより 3 8-14
- 9) 吾妻行雄・門間春博 (1988) 北海道南部太平洋沿岸におけるエゾバフソウニ人工種苗の放流 第1報 成長と生殖周期 北水試研報 31 15-25
- 10) 齊藤勝男・山下幸悦・田嶋健一郎・小原昭雄 (1985) エゾバフソウニ種苗大量生産技術開発試験 昭和59年度北海道立栽培漁業総合センター事業報告書 101-140

ヒラメの採卵に関する研究
第1報 温度処理による産卵の制御

齋藤節雄・森立成・草刈宗晴*・三浦宏紀**
(北海道立栽培漁業総合センター)

Studies on the spawning of Japanese flounder
(*Paralichthys olivaceus*)

I. Induction of spawning of Japanese flounder
by manipulation of water temperature

Setsuo SAITOH, Tatsunari MORI, Muneharu KUSAKARI* and Kouki MIURA**
Hokkaido Institute of Mariculture, Shikabe,
Hokkaido 041-14, Japan

Adult Japanese flounder (3 to 6 years old) were reared under warmer water compared to nature during winter. Spawning was observed in April at 13°C and compared until July, thus the spawning of the broodstock was advanced about 2 months compared with that of natural fish in Hokkaido. The accumulated temperatures of the initial and climax spawning from the beginning of heating were about 1,300 and 2,000 °C·day respectively.

The proportion of buoyant eggs in each group was relatively higher at early spawning period and gradually decreased. The egg quality appears to be related to the material, such as concrete and FRP, of rearing tanks.

Further experiments concerning the relationship between environmental factors, such as water temperature and photoperiod, and the spawning of Japanese flounder should be necessary to establish the spawning technology at all seasons.

報文番号 A 177 (1991年3月25日受理)

* 北海道立釧路水産試験場 (Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station, Hamacho, Kushiro, Hokkaido 085, Japan)

** 北海道立中央水産試験場 (Hokkaido Central Fisheries Experimental Station, Yoichi, Hokkaido 046, Japan)

緒 言

水温や日長の調節による魚類の成熟・産卵の制御に関して、淡水魚では数種の魚種¹⁾について報告がなされている。なかでもキンギョ²⁾、ドジョウ³⁾については日長変更による産卵制御技術が確立され、実用化にまで至っている。しかし、海産魚での研究は少なく、マダイ^{4,5)}でいくつかの報告があるにすぎない。ヒラメでは、水温調節により産卵時期が天然より早まることは知られているが、計画的に産卵期の調節が出来る技術は未だ開発されていない。

一方、近年本道に於いても、ヒラメ増養殖に対する積極的な取り組みがみられ、種苗放流、海中養殖試験が日本海沿岸各地で盛んに行われつつある。本道における天然ヒラメの産卵期は6月下旬から7月下旬と言われている⁶⁾が、本道でヒラメを年内に標識装着が可能となる10cm以上まで育成し、放流するためには、その年の4月から5月に採卵する必要があるため、水温調節によるヒラメの成熟・産卵の制御について、1984年から1988年までの5カ年間にわたり試験を実施した。この間に得られた2、3の知見について報告する。

材 料 と 方 法

供試魚：使用したヒラメ (*Paralichthys olivaceus*) 親魚は、1982年～1984年に産れた3年級群で、その由来は次の通りである。

- (1) 1982年秋田県栽培漁業センターで採卵、種苗生産後、同県の温水養殖センターで2歳まで飼育されたもの(200尾、性比1:1、平均全長40cm、平均体重750g)を1984年5月13日に譲り受けたヒラメ(以下82年産魚と略)。
- (2) 1983年日本栽培漁業協会宮古事業場で採卵、種苗生産され、平均全長2cmで道センターへ配布されたヒラメ(以下83年産魚と略)。
- (3) 1984年秋田県栽培漁業センターで採卵、道センターへ受精卵の段階で輸送され、種苗生産、中間育成されたヒラメ(以下84年産魚と略)。

飼育水槽：82年産魚と84年産魚は白桃色楕円形30トンFRP水槽(有効水深1.2m、17.5m²)で、83年産魚は黒色角形6トンコンクリート水槽(有効水深0.7m、8.6m²)で各々飼育された。

給餌と管理：冷凍イカナゴを摂餌状況に応じて、週3回多少残餌が出るくらい与えた。なお、1987年5月中旬から親魚の栄養状態の改善のため、イカナゴにビタミンクスC、E(マリンプロジェクト社製)及びユベラフード50(エイザイ社製)をエサコートP(マリンプロジェクト社製)で展着し給餌した。底掃除を毎日午前中に、サイホンで行った。

給排水：曝気槽を飼育水槽の片方に設置し、そこを通った海水が飼育水槽の一方から落下式に給水され、もう一方の端の低層と表層から排水される様にした。換水率は0.5～1.0回/時となるように調節した。

温度処理期間：天然海水温が8℃に低下した時点から飼育水の加温を開始し、20～25日に1℃ずつ昇温させ、天然海水温が15℃に上昇するまで水温調節した。その後は、天然水温下で飼育した。なお、積算水温(℃・日)は、一日の平均水温と日数の積から算出した。82年産魚の処理期間は、1984年12月～1985年7月、1985年12月～1986年7月、1986年12月～1987年7月、1987年12月～1988年7月であり、83年産魚と84年産魚は、ともに1986年12月～1987年7月、1987年12月～1988年7月である。

採卵：水槽内で自然産卵された卵は、表層排水口と底層排水口を通して水槽外に設けた1トン角型FRP槽に導き、槽内に張った直径70cm、深さ50cmのゴースネットですくい上げ、朝・夕2回収り上げた。採集された卵はポリエチレン製、目合0.51～0.69mmの網を通して十分に洗浄しながら混入したゴミ等を取り除き、円錐形100ℓの卵分離槽へ海水とともに移し入れ、約10分静置し、浮上卵と沈下卵に分離した。なお、浮上卵

率を次の式から算出した。

$$\text{浮上卵率} = \frac{\text{浮上卵量}}{\text{浮上卵量} + \text{沈下卵量}} \times 100 \quad (\%)$$

生殖腺指数 (G S I) の調査: 82年産魚を使用し、1986年12月～1987年7月まで5回行った。毎回雌雄5尾ずつ取り上げ生殖腺重量を調べた。なお、G S I は次の式で計算した。

$$\text{G S I} = \frac{\text{GW}}{\text{BW}} \times 100 \quad (\%)$$

但し、GW: 生殖腺重量

BW: 体重

結 果

(1) 1985年度

1984年11月下旬から飼育水温が8℃以下に降温しないように温海水を給水し、水温調節した (Fig.1)。その結果、初回産卵が1985年4月17日に確認された。採卵量は4月中は少なかったが、水温が14℃台となった5月に入り急増した。

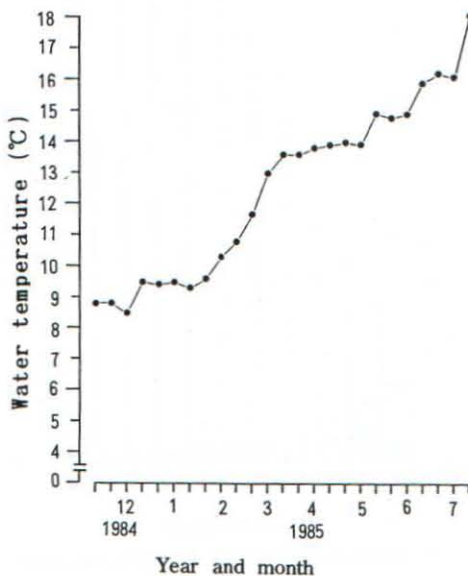


Fig.1. Changes of water temperature in broodstock tank for Japanese flounder born in 1982.

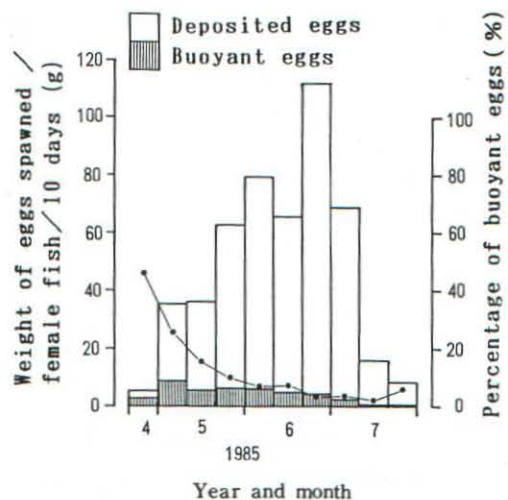


Fig.2. Changes of weight of eggs spawned by a female Japanese flounder born in 1982 and percentages of buoyant eggs. Histogram showing egg weight and closed circle percentage of buoyant eggs.

1985年4月中旬から7月中旬までの採卵量をFig.2に示した。水温が14℃台を維持した5月中旬から下旬にかけて増加し、15℃台に達した6月中旬から下旬にかけて最大となった。

温度処理を開始した1984年11月下旬から1985年4月17日までの積算水温は1,361℃・日であり、6月下旬の産卵盛期では2,401℃・日であった。採卵を中止した7月下旬では2,924℃・日に達していた。

浮上卵率は産卵期が進むにつれて低下する傾向にあった。

(2) 1986年度

温度処理をした1985年12月5日から1986年7月31日までの飼育水温の変化をFig.3に示した。温度処理を開始した1985年12月5日から1986年4月14日までの積算水温は1,354℃・日であり、このときの水温は13.2℃であった。産卵盛期の6月下旬では2,454℃・日であり、積算水温2,000℃・日に達した日は6月2日であった。一方、採卵を中止した7月下旬では2,954℃・日であった。

Fig.4に1986年4月中旬から7月上旬までの採卵量を示した。一日の総採卵量（浮上卵と沈下卵の合計）は水温が14℃に上昇した5月下旬から急増し、その後多少変動はあるものの、15~16℃を維持した6月上旬から7月上旬にかけて14.5g/尾/旬に安定した。

浮上卵率（Fig.4）は前年（1985年度）と同様に、産卵期の終わりにするに下がって低下した。

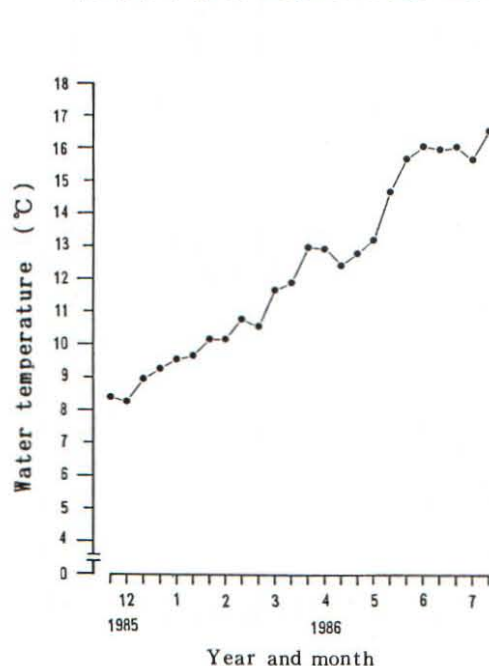


Fig.3. Changes of water temperature in broodstock tank for Japanese flounder born in 1982.

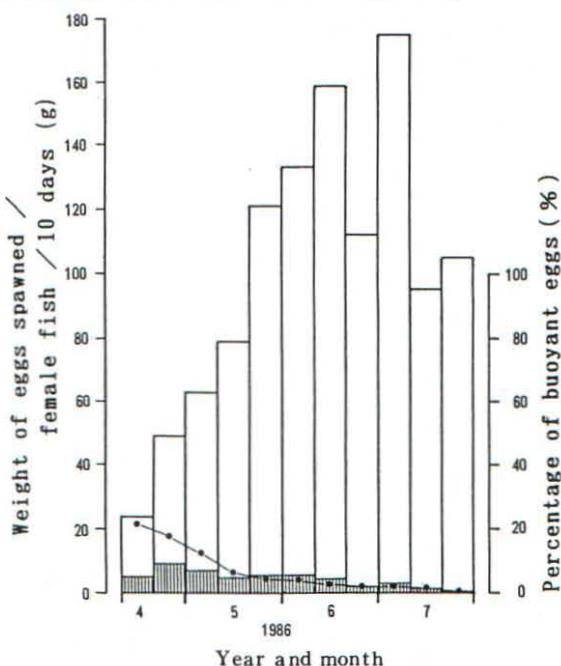


Fig.4. Changes of weight of eggs spawned by a female Japanese flounder born in 1982 and percentage of buoyant eggs.

(3) 1987年度

飼育水温は、温度調節を開始した1986年12月下旬及び1987年3月下旬に、83年産魚の水槽が他より約1℃低くなった他は、ほぼ同様の水温傾向で昇温していた（Fig.5）。即ち、各槽の飼育水温は、12月~1月上

旬で8℃、1月中旬から9℃、2月上旬で10℃、2月中旬で11℃、3月中旬で12℃、3月下旬から4月上旬に13℃に調節した。

各年級群ごとの微量産卵の確認日は、82年産魚で3月29日(水温13.1℃)、加温開始後の積算水温は1,151℃・日、また産卵最盛期及びその時の積算水温は6月中旬で2,293℃・日であった。83年産魚では4月9日(14.0℃)、1,305℃・日、5月中旬、2,016℃・日。84年産魚では4月26日(13.8℃)、1,532℃・日、6月中旬、2,295℃・日であった。

産卵量と浮上卵率については(Fig.6)、82年産魚では4月中旬以降採卵量は徐々に増加し、5月上旬以降で急増した。5月中旬で約100g/尾となり、以後7月中旬まで、平均で136g/尾となった。なお、期間中の総採卵量は1,120g/尾であった。浮上卵率は4月上旬から中旬にかけて、37~27%であったが、以後減少し、ほぼ10%以下となった。83年産魚では、5月中旬から6月下旬に旬平均で200g/尾であり、期間中の浮上卵率は21~33%の範囲にあり、比較的安定していた。84年産魚では、5月下旬から6月上旬までの間に、旬平均で26.4g/尾で、期間中の総採卵量は144g/尾であった。採卵開始期の4月下旬から5月上旬の浮上卵率は42~51%であったが、それ以降漸減し、7月上旬には9.4%となった。期間中の平均浮上卵率は21.5%であった。

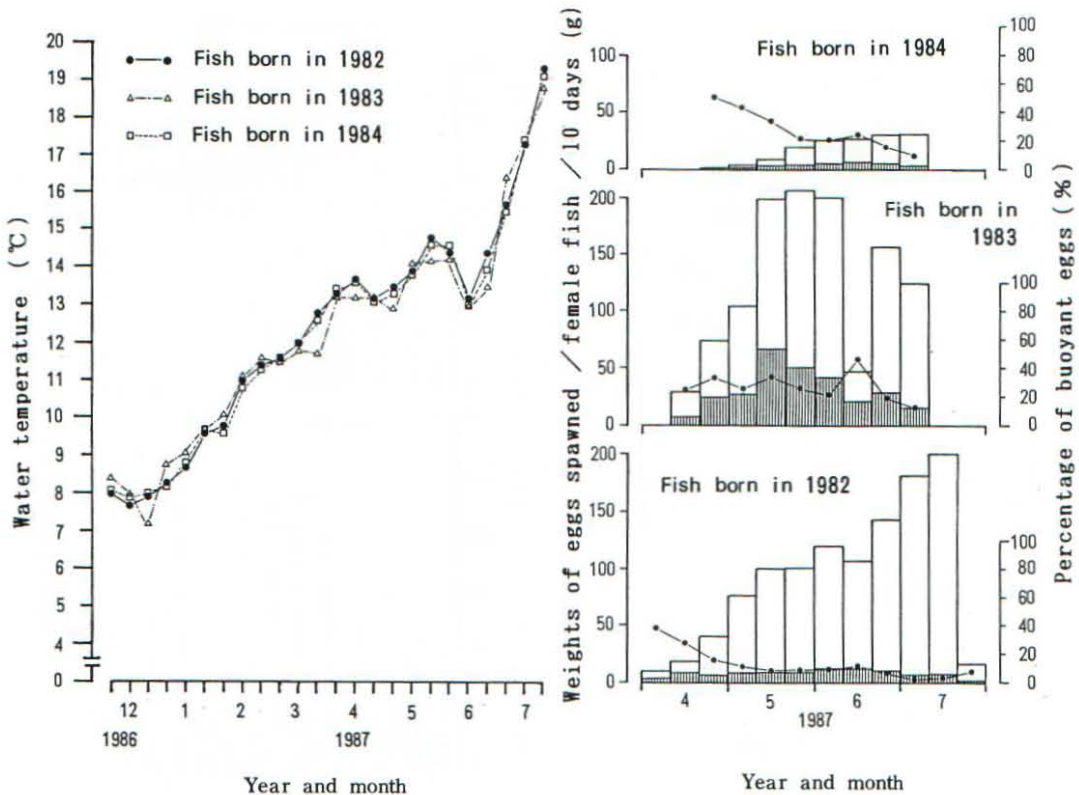


Fig.5. Changes of water temperature in broodstock tanks for three Japanese flounder groups.

Fig.6. Changes of weight of eggs spawned by a female Japanese flounder and percentages of buoyant eggs.

(4) 1988年度

82年産魚と83年産魚に対する温度処理は、例年どおり、最低水温を8℃として、12月上旬から徐々に昇温し、4月上旬で13℃と成るようにし、その後15℃を維持し、天然海水温の上昇にしたがった。

一方、84年産魚については、1月上旬に6℃まで水温を下げ、1月～2月は6～7℃を維持し、3月上旬から5月上旬の約2カ月間で8℃から13℃へ昇温させた。したがって、上記82年産及び83年産魚に比べて、約半分の期間で、温度上昇期を経過させた (Fig.7)。

各年級群毎の微量産卵の確認日は、82年産魚で4月11日 (13.7℃)、積算水温 1,376℃・日、産卵盛期は6月上旬で2,220℃・日であった。同様に83年産魚では4月12日 (13.5℃)、1,391℃・日、5月下旬、2,075℃・日、84年産魚では5月2日 (12.5℃)、1,136℃・日、6月中旬、1,786℃・日であった。

採卵量と浮上卵率については (Fig.8)、82年産魚では総産卵量は5月下旬から急増し、6月中旬から7月上旬がピークで旬当たり、約500g/尾であり、それ以後急減した。一方、浮上卵量は全産卵期間を通して旬当たり平均671g/尾で、余り変化しなかった。浮上卵率は産卵開始の4月中旬～下旬で32～36%であったが、5月上旬～6月上旬で19～21%、7月下旬では10%台となった。83年産魚では、浮上卵量は4月下旬から6月上旬まで、旬平均117g/尾であり、浮上卵率は平均49%で安定していた。84年産魚では、総産卵量

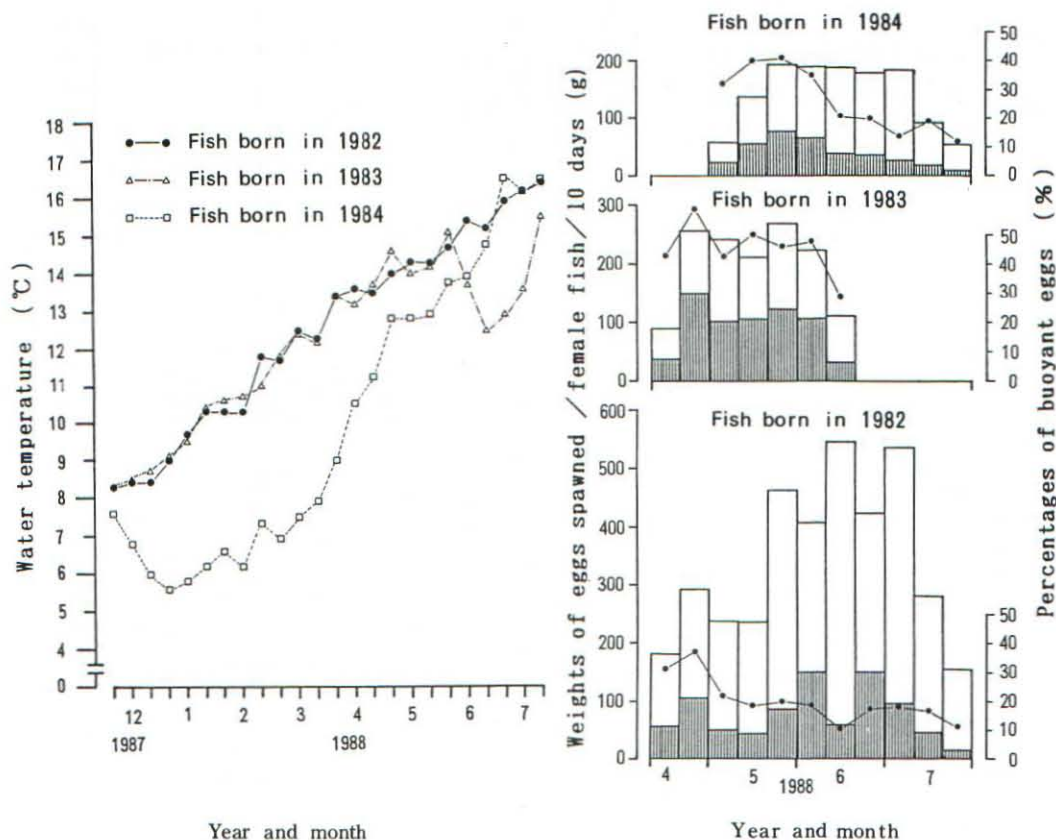


Fig.7. Changes of water temperature in broodstock tanks of three Japanese flounder groups.

Fig.8. Changes of weights of eggs spawned by a female Japanese flounder and percentages of buoyant eggs.

Table 1. Summarized results of the experiments

Group	Fish born in 1982				Fish born in 1983		Fish born in 1984	
	1985	1986	1987	1988	1987	1988	1987	1988
Water temp. at the initial spawning (°C)	13.8	13.2	13.1	13.7	14.0	13.5	13.3	12.5
Accumulated water temp. at the initial spawning (°C·day)	1361	1354	1151	1376	1305	1391	1532	1136
Accumulated water temp. at the climax spawning (°C·day)	2401	2454	2293	2220	2016	2075	2295	1786
Total amount of eggs spawned / female fish (g)	532	1114	1122	3708	1136	1404	144	1269
Amount of buoyant eggs spawned / female fish (g)	42	48	92	710	279	654	28	345
Average rate of buoyant eggs (%)	12.6	6.8	12.6	26.2	26.2	44.8	24.5	27.2

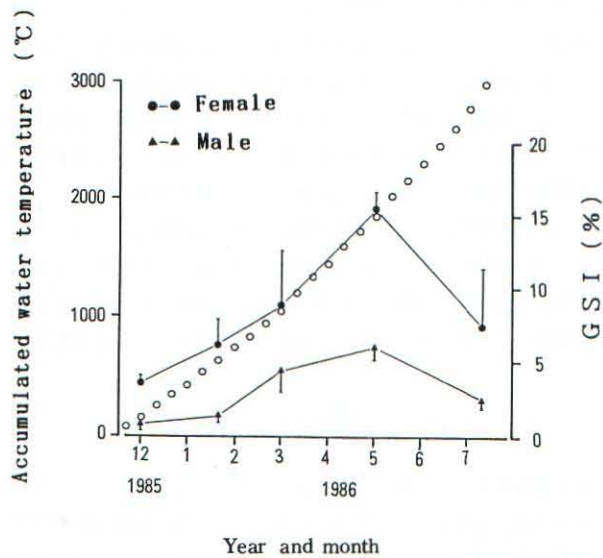


Fig.9. Changes of accumulated water temperature (open circle) in broodstock tank and gonadosomatic index (GSI) of Japanese flounder. Closed circle and triangle showing mean values and vertical bar showing S.D.

は5月下旬から7月上旬まで殆ど変化がなく、旬平均186 g/尾であった。一方、浮上卵量は5月下旬に78 g/尾でピークになり、以後徐々に減少し、7月上旬に8.7 g/尾であった。浮上卵率は、82年産魚と同様産卵期の始めは、40%代で比較的高い値を示しているが、6月中旬以降減少した。なお、期間中の平均浮上卵率は27.2%であった。以上1985年度から1988年度までの採卵結果をTable 1 にまとめて示した。

(5) 生殖腺指数 (GSI)

GSI は雌雄ともに、12月から直線的に上昇し、5月中旬に最高値を示し、その後7月下旬には低下した (Fig. 9)。加温開始から最高値を示した5月中旬までの積算水温は、約2,000℃・日であった。

考 察

各年度とも最低水温を8℃に設定し、20～25日おきに1℃ずつ昇温させることで、4月上旬の水温13℃から産卵が開始されることが分かった。したがって本道における天然ヒラメの産卵期⁶⁾より約2ヵ月早く採卵出来たことになる。これは冬期間加温飼育を行った高橋ら⁷⁾の結果にほぼ一致した。産卵の盛期は5月中旬から6月中旬で、加温開始からの積算水温は約2,000℃・日以上となり、GSI値も最高となった。

1988年度に、84年産魚の飼育水温を最低水温6℃とし、3月上旬から5月上旬まで10日間で1℃ずつ昇温させた場合でも、5月上旬から7月下旬まで産卵がみられた。このことから、加温期間を短縮することによる経費節減の可能性が示唆された。

1988年度において、浮上卵量、浮上卵率ともに各年級群とも増加した。特に、82年産魚では前年度と比較して浮上卵量が約7倍に、浮上卵率も2倍以上増加した。一定の年齢迄は、成長とともに産卵量が増えるのは当然であるが、この様に産卵成績が大幅に向上したのは、1987年5月から行った親魚用餌料に対するビタミン剤の添加による効果が現われたものと推定した。

今回の試験で、産卵期間中の平均浮上卵率は6.8～44.8%と、他県の結果^{8,9)}と比較して低率であった。また、飼育水槽により、浮上卵率に違いが認められた。即ち、82年産魚を飼育したFRP水槽と83年産魚のコンクリート水槽では、同一年齢時の浮上卵率で3.6～3.8倍、同一年度で比較した場合でも1.7～2.1倍の差があり、コンクリート水槽の方が浮上卵率が高い傾向にあった。今後は親魚の飼育条件、例えば、水槽の材質や餌料の質等と卵質との関係についても更に検討する必要がある。

本道においてもヒラメの養殖が盛んになり、早期採苗に対する技術開発の要望が強まっている。西日本方面では水温だけでなく、日長処理により11～12月に採卵が行われている^{10,11)}。しかし、ヒラメの場合、末だ水温や日長などの外部環境要因が、性成熟にどの様に影響を及ぼすかについては、十分に解明されていない。今後は性成熟を完全に制御して、周年採卵のための技術を確立することが課題である。

要 約

3歳から6歳のヒラメ親魚を用いて、冬期間の加温飼育を行ったところ、天然魚に比べて約2ヵ月早い4月から産卵させることができ、早期産卵技術開発の展望が得られた。産卵開始期の水温は13℃であり、加温飼育開始から産卵開始及び産卵盛期までの積算水温はそれぞれ約1,300℃・日と2,000℃・日であった。

浮上卵率は各年級群ともに、産卵開始期は比較的高く、その後徐々に減少する傾向があった。また、飼育水槽の違いにより、浮上卵率が異なる可能性が示唆された。

今後水温調節だけでなく、日長変更など外部環境要因とヒラメの性成熟の関係を調べ、周年採卵法についての検討が必要と思われる。

文 献

- 1) 野村 稔 (1974) 魚類の成熟と産卵—その基礎と応用 I—1 現状と問題点 淡水魚 (日本水産学会編) 恒星社厚生閣 東京 7-12
- 2) 山本喜一郎・長浜嘉孝・山崎文雄 (1966) 金魚の周年採卵法について 日水誌 32(12) 977-983
- 3) 鈴木 亮・山口元吉 (1977) ドジョウの成熟に及ぼす水温の影響ならびに周年採卵 日水誌 43(4) 367-373
- 4) 伏見 徹・増村和彦・佐藤生明 (1972) 養成マダイからの採卵に関する研究 II 越冬期間の加温飼育の効果について 広島水試研報 3 41-47
- 5) 中部電力 ㈱ (1974) 温海水利用によるマダイ種苗生産試験 養殖(緑書房) 11(10) 68-72
- 6) 坂本喜三男・中道克夫 (1974) ヒラメ標識放流試験結果 北水試月報 31(11) 1-22
- 7) 高橋邦夫・早川 豊・小倉大二郎・中西広義 (1980) 水槽内自然産卵によるヒラメ受精卵の確保について 栽培技研 9(2) 41-46
- 8) 山形県栽培漁業センター (1988) 昭和63年度放流技術開発事業報告書 (ヒラメ班) 141-178
- 9) 富山県栽培漁業センター (1988) 昭和63年度放流技術開発事業報告書 (ヒラメ班) 219-249
- 10) 伊島時郎・阿部登志勝・平川諒三郎・鳥島嘉明 (1986) 長日処理によるヒラメの早期採卵 栽培技研 15(1) 57-62
- 11) 辻ヶ堂諦・山川 卓・松田浩一・神谷直明 (1987) 飼育水温と日照時間の調節によるヒラメの早期採卵 三重水技研報 2 35-44

水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング
第4報 クッキング温度の違いによるタンパク質の
SDS-ゲル濾過と SDS-PAGE の比較*

北 川 雅 彦 ・ 飯 田 訓 之 ・ 信 太 茂 春
(北海道立釧路水産試験場)

Studies on the extrusion cooking of marine products
IV. Comparison between the SDS-gel filtration pattern
and the SDS-PAGE pattern of the extrudates obtained
under the different extrusion conditions

Masahiko KITAGAWA, Toshiyuki IIDA and Shigeharu NOBUTA
*Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station,
Kushiro, Hokkaido 085, Japan*

The comparison between the SDS-gel filtration pattern and the SDS-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) pattern of the extrudates obtained under the different extrusion conditions were studied. Raw material (RM) was the mixture of surimi made from Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) and defatted soy protein (DSP) at the ratio of 70:30 (w/w), moistured to 60%. Ex150, Ex170, and Ex180 were extruded by a twin screw extruder (KOBELCO TCV-50L, L/D=24) equipped with cooling long nozzle die, at 50 rpm with the third barrel temperature of 150, 170, and 180 °C, respectively.

RM and extrudates were solubilized with SDS-urea-mercaptoethanol medium to analyze the protein subunits composition by SDS-PAGE and SDS-gel filtration using Sephadex G-200 with SDS-phosphate buffer.

SDS-PAGE gels of Ex170 and Ex180 were dyed uniformly and the origin of gels were dyed remarkably in every extrudates. Myosin heavy chain (denoted as HC) was not observed and a polymer which couldn't permeate into the 1.8% polyacrylamide gel was observed in extrudates. But it was not same as the polymers of myosin HC which is observed in suwari gel. The original molecular weight bands observed in RM were not observed in SDS-PAGE of Ex170 and Ex180. Certain proteins which had own mobilities on SDS-PAGE were fractionated by SDS-gel filtration in Ex170 and Ex180, and as the fraction number

increased, the protein moved toward the front of electrophoresis.

These results proposed that the gelation mechanism of proteins in the extrusion cooking was different from that in the making of kamaboko which shows the cross-linking of myosin HC.

まえがき

前報^{1,2)}では押し出し物のSDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動(SDS-PAGE)パターンにおいてタンパク質の分子量分布に変化が生じたことを報告した。すなわち、エクストルージョン・クッキングにより組織化された押し出し物のSDS-PAGEパターンには原料で見られた固有の分子量を持つタンパク質のバンドが見られず、ゲルが一様に染色され、しかも泳動開始点が著しく染色されることが観察された。

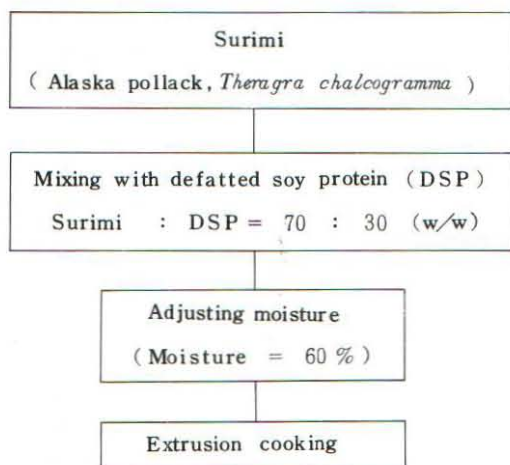
エクストルージョン・クッキングにおけるタンパク質の変性を把握することは、高温・高圧下で加工された食品の消化率向上や栄養価の劣下の有無、安全性の問題などについて検討する場合、また、このような加工条件における適切な原料を選択する場合の基礎となるため、食品加工において重要な課題となっている。しかし、このような環境におけるタンパク質の変性については詳細に検討されておらず、不明な点が多い。

今回は、その基礎としてエクストルージョン・クッキング前後におけるタンパク質の挙動を調べることを目的として、150～180℃のクッキング温度における押し出し物の組織化状態と、クッキング前後におけるタンパク質についてSDS-PAGE、およびSDS存在下でのゲル濾過により比較検討を行った。

実験方法

1. 原料の調製

原料の調製行程をFig. 1に示した。スケトウダラ (*Alaska pollack*, *Theragra chalcogramma*) すり



Note: The grade of surimi was
FA; processed and frozen in a ship.

Fig. 1. Flow chart for preparation of raw material.

身(洋上FA級)と脱脂大豆タンパク(商品名:ソルビー#600、日清製油㈱製)を70:30(w/w)に混合し、水分を60%に調整したものをクッキング原料とした。原料の混合にはフードミキサー(㈱愛工舎製作所製)を用いた。

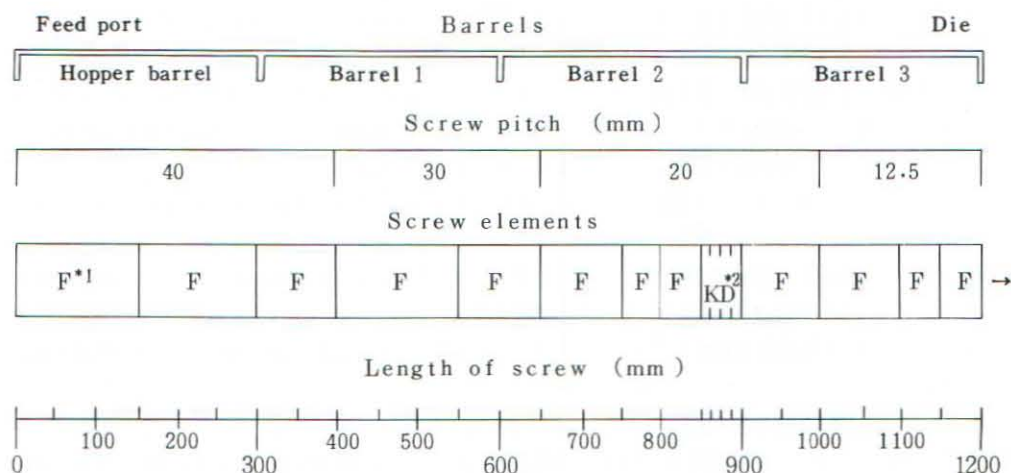
2. エクストルージョン・クッキング

使用したエクストルータは、 神戸製鋼所製 食品用2軸押し出し機TCV-50L型(L/D=24、D=50 mm)で、冷却ロングノズルダイ(全長500mm、出口幅35mm、出口の厚さ5mm)を装着した。

スクリューおよびニーディングディスクの組合せをFig. 2に、またエクストルージョン・クッキングの条件をTable 1に示した。スクリューは全てフォワード（前送り）スクリューとし、モーター側より750mmの点から800mmの位置に、厚さ12.5mmのニーディングディスクを4枚組み込んだ。クッキング条件は第1バレルから第3バレルにおける加熱温度を3種類設定した。すなわち第1バレル-第2バレル-第3バレルの加熱温度をそれぞれ、130-145-150℃、150-165-170℃、160-175-180℃とし、また、この条件において得られた押し出し物を、それぞれEx150、Ex170、Ex180とした。スクリュー回転数は50 rpm、ダイホルダ（DH）、ダイ1（D1）、およびダイ2（D2）の加熱温度は、130、120および120℃とし、ブレードプレート（50mm×φ55mm、φ4.5mmの穴が24個開いている）をダイ1に組み込んだ。ホッパーバレル（HB）およびロングノスルダイは、水道水にて冷却を行った。

3. 分析方法

一般成分、pH および色調：水分は常温加熱乾燥法（105℃）により、粗タンパクはケルダール法による全窒素量に6.25を乗じて求めた。全脂質はBLIGH and DYER ら³⁾の方法により抽出して定量した。pH はガラス電極メーターを用いて測定した。色調は関日本電色工業製自動色差計にて測定した。



*1 F: Forward screw element.

* 2 KD : Kneading disk (12.5 mm thick disk $\times$ 4).

Fig. 2. Combination of screw elements.

Table 1. Conditions of extrusion cooking.

Extrudate	Ssr ^{*1} (rpm)	Temperature (℃)										Pressure (kg/cm ²)		Breaker plate ^{*6}
		Barrels and dies								Materials		Barrel and die		
		HB ^{*2}	B1 ^{*3}	B2	B3	DH ^{*4}	D1 ^{*5}	D2	B2	B3	DH	B3	DH	
Ex150 ^{*7}	100	15	130	145	150	130	120	120	132	149	126	27	28	○
Ex170 ^{*8}	100	15	150	165	170	130	120	120	144	169	137	22	24	○
Ex180 ^{*9}	100	15	160	175	180	130	120	120	154	180	144	21	21	○

*1 Ssr: Speed of screw rotation.

*2 HB: Hopper barrel.

*3 B: Barrel equipped with heater and cooler.

*4 DH: Die holder.

*5 D: Die equipped with heater and cooler.

*6 Breaker plate equipped in die 1(D1) was a 50mm thick disk of 55mm in diameter with twenty-four 4.5mm diameter holes.

*7 Ex150: Extrudate extruded at the temperature of the third barrel 150 °C.

*8 Ex170: Extrudate extruded at the temperature of the third barrel 170 °C.

*9 Ex180: Extrudate extruded at the temperature of the third barrel 180 °C.

Note: Hopper barrel and long nozzle die were being cooled with water. Length and slit measurement of long nozzle die were 500mm and 5 × 35 mm, respectively.

ゲルの可溶化と可溶化率: 関ら^{4,5)}の方法に準じ、原料および押し出し物を細切した後、その0.4gを精秤し、10mlの2% SDS-8M 尿素-2% 2-メルカプトエタノール-20mM Tris-HCl (pH 8.0) 溶液(以降、可溶化液と略す)を加えて攪拌し、100 °Cで2分間加熱後さらに室温で20時間攪拌可溶化させた。可溶化した試料溶液の一部を用いて、全タンパク質量を求めた。つぎに残りの試料溶液を1500×g、20分間遠心分離し、上清液中のタンパク質量を求め、遠心分離前の試料液の全タンパク質量に対する相対値(%)を可溶化率とした。原料および押し出し物とも可溶化率は100%であった。

タンパク質の定量: タンパク質量はビウレット法⁶⁾により定量したが、尿素、2-メルカプトエタノールを含む試料のタンパク質量は、関ら^{4,5)}の方法に準じて定量した。すなわち、可溶化した試料液、あるいは遠心分離して得られた上清液を可溶化液で10倍に希釈し、希釈液1.0mlに6.0mlの15%トリクロロ酢酸溶液を加え、さらに5mlのH₂Oを加えて室温に30分間放置後、1500×g、20分間遠心分離して沈澱を集めた。これに1.0mlの1N NaOHを加えて可溶化し、ビウレット試薬4.0mlを加えて30分後560nmで吸光度を測定した。

SDS-ゲル濾過: 関ら⁷⁾の方法に準じ、可溶化させた各試料の遠心分離(1500×g、20分間)により得られた上清液5-6mlを0.1% SDS-5mM リン酸緩衝液(pH 7.2)に30時間(3ℓ×2回)透析した後、遠心分離(1500×g、20分間)により得られた上清液をゲル濾過に供した。透析によるタンパク質の不溶化の有無を確認するため、透析に対するタンパク質の可溶化率を測定した。すなわち、透析後の試料の遠心分離前におけるタンパク質量をビウレット法により定量し、遠心分離前のタンパク質量に対する遠心分離後の上清液のタンパク質量の相対値(%)を透析における可溶化率とした。いずれの試料とも透析における可溶化率は100%を示し、透析によるタンパク質の不溶化は見られなかった。得られた上清液6ml(タンパク質量38

-45℃)を、あらかじめ0.1% SDS-5 mM リン酸緩衝液 (pH 7.2) で平衡化した Sephadex G-200ゲルカラム (φ 25 mm × 85 cm) に供し、平衡化に用いた緩衝液で溶出した。フラクションコレクターで3 ml/ずつ分取し、各画分の280 nmにおける吸光度を測定した後、分画された各画分についてビウレット法による各画分中のタンパク質の定量と5%および6 M尿素を含む1.8%ポリアクリルアミドゲルを用いた SDS-PAGE に供した。

SDS-PAGE: 5%または6 M尿素を含む1.8%ポリアクリルアミドゲル⁸⁾を用いて WEBER and OSBORN ら⁹⁾の方法により行った。染色は0.12% Coomassie Brilliant Blue R によって行い、脱色は50%メタノール-7%酢酸によりゲルの背景が透明になるまで行い、その後7%酢酸中でゲルを保存した。

結果および考察

Plate 1 にそれぞれ得られた押し出し物、Ex150、Ex170、Ex180 を示した。これらを官能的に評価すると、Ex150 は表面、内部とも成型状態が不良でもろく、一定の方向に沿って裂けやすい性質は認められなかった。一方、Ex170、Ex180 では表面が滑らかで、押し出し方向に沿って裂けやすく組織化されていた。また、クッキング温度の上昇に伴い、押し出し物は褐変し、Ex180 において最も褐変が強かった。

Fig. 3 に押し出し物の横断力 (widthwise fracture strength) と縦断力 (Lengthwise fracture

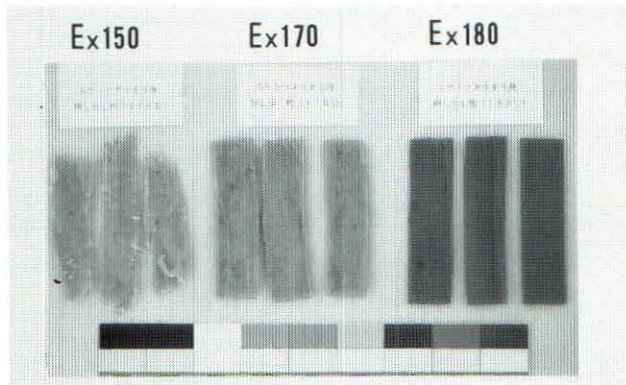


Plate 1. Photograph of extrudate Ex150, Ex170, and Ex180.

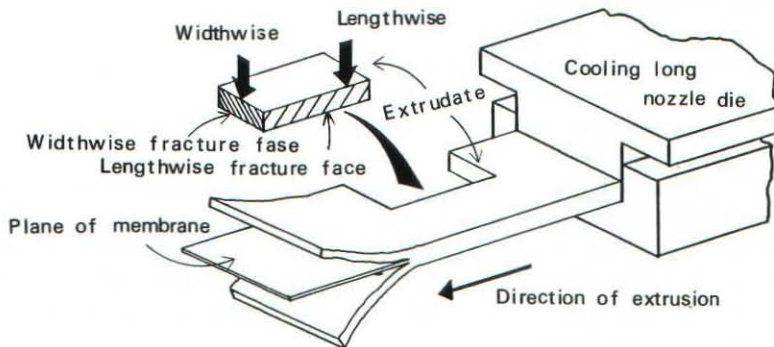


Fig. 3. Fracture strength directions and faces to the direction of extrusion.

strength) 測定的位置関係を示した。横断力は押し出し物を押し出し方向に対して垂直に破断する力、縦断力はそれに対して平行に破断する力とした。

Table 2 に得られた押し出し物の物性および明らかな方向性と組織性を持つ市販品のローストチキン、焼豚、蟹足かまぼこの物性を示した。Ex150 では、横断力と縦断力はほぼ同じ値となったが、Ex170、Ex 180 では明らかな違いが認められ、横断力と縦断力の比 W/L は 2 倍前後の値となり、押し出し方向に裂けやすいという官能評価を支持する結果となった。また、Ex170 と Ex180 の物性値はローストチキンと比較的ちかい値を示した。

Table 3 に押し出し物の一般成分、pH、および色調を示した。エクストルージョン・クッキングによる一般成分の著しい変化は認められなかった。色調はクッキング温度の上昇に伴い、明度 (L 値)、白度 (W 値) が減少し褐変が進行したことが認められ、官能評価を裏付ける結果となった。

Table 2. Conditions of extrusion cooking and penetration, fracture strength of roast chicken, roast pork, and texturized food.

Extrudate	Ssr*1 (rpm)	Temperature (°C)		Pressure		Penetration (g)	Fracture strength (g)		W L	Condition of extrudate*4
		Barrels B1*2—B3	Materials B3—DH*3	(kg/cm)			widthwise (W)	Lengthwise (L)		
				B3	DH					
Ex150*5	100	130—150	149—126	27	28	111	283	243	1.16	×
Ex170*6	100	150—170	169—137	22	24	146	699	310	2.25	○
Ex180*7	100	160—180	180—144	21	21	131	766	423	1.81	◎
Roast chicken	—	—	—	—	—	155	2740	146	18.77	—
Roast pork	—	—	—	—	—	146	320	195	1.64	—
Imitation crab leg*8	—	—	—	—	—	36	660	53	12.45	—

* 1 Ssr: Speed of screw rotation.

* 2 B: Barrel equipped with heater and cooler.

* 3 DH: Die holder.

* 4 Extrudate condition on fibrous structure and continuity: ×, no good; ○, good; ◎, excellent.

* 5 Ex150: Extrudate extruded at the temperature of the third barrel 150 °C.

* 6 Ex160: Extrudate extruded at the temperature of the third barrel 170 °C.

* 7 Ex180: Extrudate extruded at the temperature of the third barrel 180 °C.

* 8 Texturized kamaboko in a shape of crab leg.

Note: Hopper barrel and long nozzle die were being cooled with water. Breaker plate equipped in die 1(D1) was a 50 mm thick disk of 55 mm in diameter with twenty-four 4.5 mm diameter holes. Length and slit measurements of long nozzle die were 500 mm and 5×35 mm, respectively.

Table 3. Moisture, protein content, lipid content, pH and color difference of extrudates.

Extrudate	Moisture (%)	Protein (%)	Lipid (%)	pH	Color difference			
					L	a	b	W
Surimi ^{*1}	74.4	14.9	0.4	7.41	—	—	—	—
RM ^{*2}	59.8	29.1	0.3	7.81	—	—	—	—
Ex150 ^{*3}	59.7	28.4	0.3	7.18	54.2	2.7	14.6	18.0
Ex170 ^{*4}	60.1	28.1	0.3	7.06	52.9	5.3	15.5	16.3
Ex180 ^{*5}	60.7	28.3	0.2	6.96	39.6	9.2	16.2	6.5

*1 The grade of surimi was FA; processed and frozen in a ship.

*2 RM: Mixture of surimi and defatted soy protein (DSP) at the ratio of 70:30.

*3 Ex150: Extrudate extruded at the temperature of the third barrel 150°C.

*4 Ex170: Extrudate extruded at the temperature of the third barrel 170°C.

*5 Ex180: Extrudate extruded at the temperature of the third barrel 180°C.

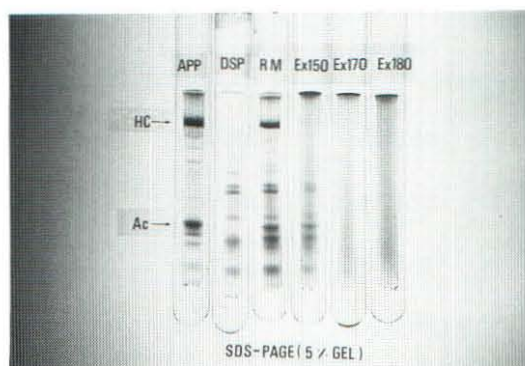


Plate 2. SDS-PAGE (5% polyacrylamide gel) of surimi (APP) made from Alaska pollack, defatted soy protein (DSP), raw material (RM) and extrudates (Ex150, Ex170, and Ex180). RM, mixture of APP and DSP at the ratio of 70:30 (w/w); Ex150, extrudate extruded at the temperature of the third barrel 150°C; Ex170, extrudate extruded at the third barrel temperature 170°C; Ex180, extrudate extruded at the third barrel temperature 180°C; HC, myosin heavy chain; Ac, actin.

Plate 2 にスケトウダラすり身 (APP)、脱脂大豆タンパク (DSP)、クッキング原料 (RM)、および押し出し物 Ex150、Ex170、Ex180 の 5% ポリアクリルアミドゲルによる SDS-PAGE パターンを示した。いずれの押し出し物も、原料で見られたミオシン重鎖 (HC) は観察されず、ゲル上端部 (泳動開始点) が著しく染色され、ゲル中に移動できない成分が観察された。また、Ex150 ではアクチン、および脱脂大豆タンパク由来のバンドが認められたが、組織化良好な Ex170 と Ex180 はほぼ一様に染色され、原料で見られた固有の分子量を示すバンドを明瞭に観察することができなかった。

Table 4 にゲル濾過に供した原料と押し出し物のタンパク質の供試量、回収量、および回収率を示した。原料、押し出し物とも回収率はほぼ 100% となり、供試したタンパク質はほぼ全量回収された。

Fig. 4 に原料、押し出し物のゲル濾過により分画された各画分のタンパク質をビウレット法により定量したゲル濾過溶出パターンを示した。原料と押し出し物を比較するとピークの位置が一部異なる部分があるが、著しいパターンの変化は認められなかった。また、図には示さなかったが紫外外部吸収測定 (280 nm) による溶出パターンも、これらと同様な結果となった。なお、原料のゲル濾過溶出パターンに示した HC と Ac は、それぞれ分画されたミオシン重鎖、アクチンを示す。次に Fig. 4 に示した矢印の画分を 5% ポリアクリルアミドゲルによる SDS-PAGE に供した。さらに原料、および押し出し物の画分 47~57 については、6M 尿素を含む 1.8% ポリアクリルアミドゲルによる SDS-PAGE に供した。

Plate 3、Plate 4、Plate 5、および Plate 6 にそれぞれ原料、Ex150、Ex170、Ex180 のゲル濾過により分画された各画分の 5% ポリアクリルアミドゲルによる SDS-PAGE パターンを示した。各 Plate において、D を表示した原料および押し出し物は、透析後ゲル濾過に用いた試料で、いずれの試料とも透析に

Table 4. The amount of applied and recovered protein, and recovery rate in gel filtration.

Extrudate	Protein (mg/ml)		Recovery (%)
	Applied	Recovered	
RM ^{*1}	44.6880	44.5204	99.6
Ex150 ^{*2}	39.6006	38.8227	98.7
Ex170 ^{*3}	37.9848	38.3758	101.0
Ex180 ^{*4}	39.1020	39.8840	102.0

*1 RM: Mixture of surimi and defatted soy protein (DSP) at the ratio of 70:30.

*2 Ex150: Extrudate extruded at the temperature of the third barrel 150 °C.

*3 Ex170: Extrudate extruded at the temperature of the third barrel 170 °C.

*4 Ex180: Extrudate extruded at the temperature of the third barrel 180 °C.

Note: Gel filtration was carried out on Sephadex G-200 with 0.1% SDS-5mM phosphate buffer (pH 7.2). 6ml of dialysed raw material (RM) and extrudates (Ex) were applied to a column (25mm i.d. × 85cm).

different

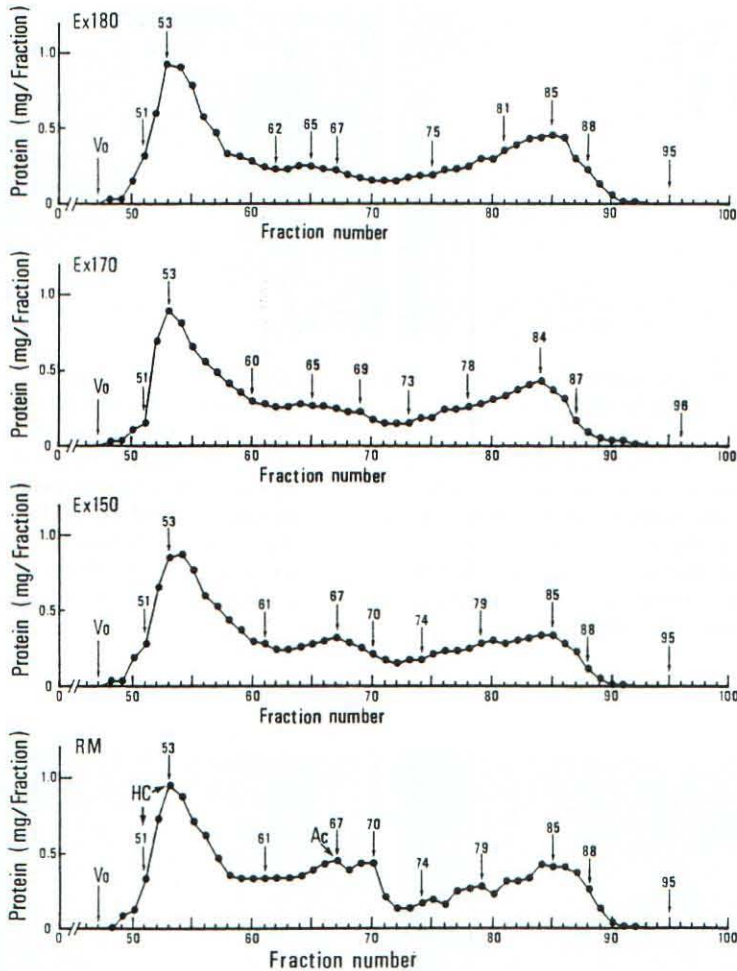


Fig. 4 Elution profiles of SDS-soluble protein of raw material (RM) and extrudates (Ex) in SDS-gel filtration.

6 ml (38–45 mg protein) of dialysates were applied to a column (25 mm i.d. × 85 cm) of Sephadex G-200 equilibrated with 0.1% SDS-5 mM phosphate buffer (pH 7.2). The protein was eluted with the above buffer at room temperature and eluate was collected in 3 ml fractions. Void volume (V_0) indicated with the arrow was determined by blue dextran and protein concentration of each fraction was determined by biuret method. Fraction indicated by arrow with number was applied to 0.1% SDS-5% PAGE and fraction from number 47 to 57 were also applied to 0.1% SDS-6M urea-1.8% PAGE.

RM, mixture of surimi made from Alaska pollack and defatted soy protein at the ratio of 70:30 (w/w); Ex150, extrudate extruded at the temperature of the third barrel 150°C; Ex170, extrudate extruded at the temperature of the third barrel 170°C; Ex180, extrudate extruded at the temperature of the third barrel 180°C; HC, myosin heavy chain; Ac, actin.



Plate 3. SDS-PAGE (5% polyacrylamide gel) of eluates of RM in SDS-gel filtration. The numbers on the top of gels were the fraction numbers indicated in Fig. 4. RM was a mixture of surimi made from Alaska pollack and defatted soy protein at the ratio of 70:30 (w/w). RMD was dialysate of RM and applied to SDS-gel filtration. HC, myosin heavy chain; Ac, actin.

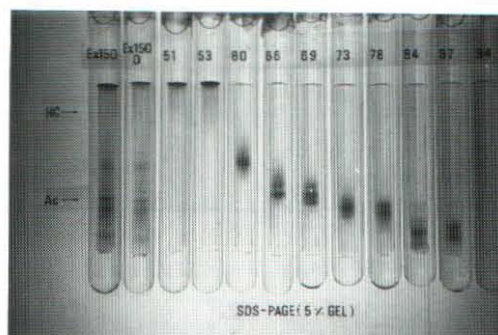


Plate 4. SDS-PAGE (5% polyacrylamide gel) of eluates of Ex150 in SDS-gel filtration. The numbers on the top of gels were the fraction numbers indicated in Fig. 4. Ex150 was extrudate extruded at the temperature of the third barrel 150°C. Ex150D was dialysate of Ex150 and applied to SDS-gel filtration. HC, myosin heavy chain; Ac, actin.

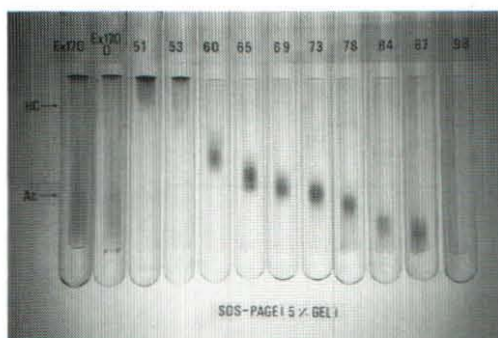


Plate 5. SDS-PAGE (5% polyacrylamide gel) of eluates of Ex170 in SDS-gel filtration. The numbers on the top of gels were the fraction numbers indicated in Fig. 4. Ex170 was extrudate extruded at the temperature of the third barrel 170°C. Ex170D was dialysate of Ex170 and applied to SDS-gel filtration. HC, myosin heavy chain; Ac, actin.

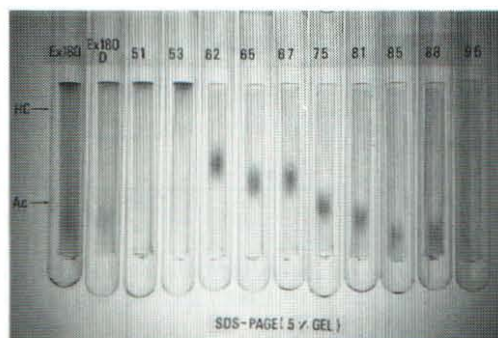


Plate 6. SDS-PAGE (5% polyacrylamide gel) of eluates of Ex180 in SDS-gel filtration. The numbers on the top of gels were the fraction numbers indicated in Fig. 4. Ex180 was extrudate extruded at the temperature of the third barrel 180°C. Ex180D was dialysate of Ex180 and applied to SDS-gel filtration. HC, myosin heavy chain; Ac, actin.

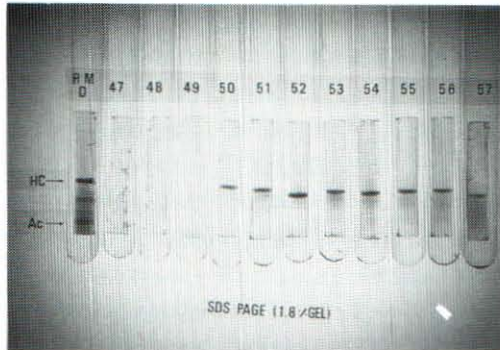


Plate 7. SDS-PAGE (1.8% polyacrylamide gel) of eluates of RM in SDS-gel filtration. The numbers on the top of gels were the fraction numbers indicated in Fig. 4. RM was a mixture of surimi made from Alaska pollack and defatted soy protein at the ratio of 70 : 30 (w/w). RMD was dialysate of RM and applied to SDS-gel filtration. HC, myosin heavy chain; Ac, actin.

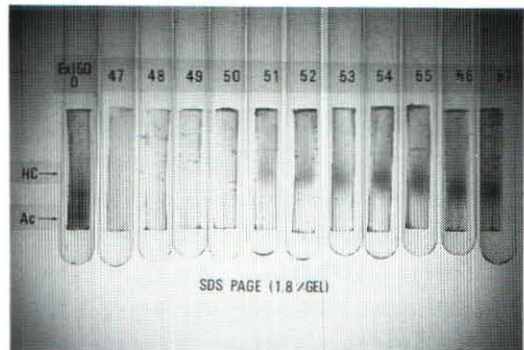


Plate 8. SDS-PAGE (1.8% polyacrylamide gel) of eluates of Ex150 in SDS-gel filtration. The numbers on the top of gels were the fraction numbers indicated in Fig. 4. Ex150 was extrudate extruded at the temperature of the third barrel 150°C. Ex150D was dialysate of Ex150 and applied to SDS-gel filtration. HC, myosin heavy chain; Ac, actin.

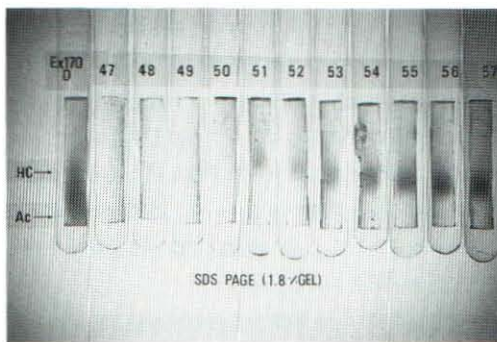


Plate 9. SDS-PAGE (1.8% polyacrylamide gel) of eluates of Ex170 in SDS-gel filtration. The numbers on the top of gels were the fraction numbers indicated in Fig. 4. Ex170 was extrudate extruded at the temperature of the third barrel 170°C. Ex170D was dialysate of Ex170 and applied to SDS-gel filtration. HC, myosin; Ac, actin.

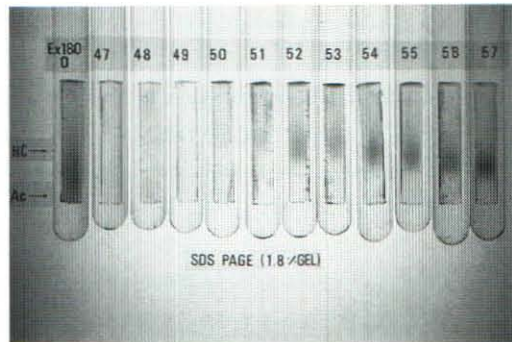


Plate 10. SDS-PAGE (1.8% polyacrylamide gel) of eluates of Ex180 in SDS-gel filtration. The numbers on the top of gels were the fraction numbers indicated in Fig. 4. Ex180 was extrudate extruded at the temperature of the third barrel 180°C. Ex180D was dialysate of Ex180 and applied to SDS-gel filtration. HC, myosin heavy chain; Ac, actin.

よるタンパク質の分子量分布の変化は見られなかった。原料については画分51、53にミオシンのHCが、画分67にアクチンが溶出した。いずれの画分とも原料由来の固有の移動度を持つタンパク質が分画された。Ex150では画分51、53はゲル濾過溶出パターンにおいて原料で観察されたミオシンHCと同様な溶出位置にあるがSDS-PAGEではミオシンHCは認められなかった。しかし、ゲル上端部が著しく染色され、ゲル中に移動できない高分子成分の生成が伺われた。画分60以降ではアクチン、脱脂大豆タンパク由来のバンドが分画された。Ex170でも画分51、53にミオシンHCは認められず、ゲル中に移動できない成分が生成した。各画分には原料由来のバンドは見られず、ゲル中の一部が幅広く染色され、画分番号の増加に伴い低分子側へ移動するのが観察された。Ex180でもEx170の場合と同様な結果となった。このことから押し出し物のSDS-PAGEで観察された一様に染色された部分は、特定のタンパク質のテーリングや実験操作の不手際による汚れによるものではなく、さまざまな移動度を持ったタンパク質が集合した結果、連続的に染色されたことによるものと推測された。

Plate 7、Plate 8、Plate 9、およびPlate 10にそれぞれ原料、Ex150、Ex170、Ex180のゲル濾過により分画された画分47から57までの、6 M尿素を含む1.8%ポリアクリルアミドゲルを用いたSDS-PAGEパターンを示した。原料では画分49から57までミオシンHCの明瞭なバンドが認められ、いずれの画分ともゲル中に移動できない成分は認められなかった。Ex150では原料で観察されたミオシンHCの明瞭なバンドは認められず、HCの位置の上下に幅広く染色される部分が観察された。ゲル上端には著しく染色され1.8%ポリアクリルアミドゲル中にも移動できない高分子成分の生成が認められた。また、この高分子成分は画分番号の増加に伴い、染色強度が低下することから、その溶出位置はボイドボリューム(V₀)付近であると推測された。Ex170、Ex180の場合も同様な結果となった。

沼倉^{10~13)}は、スケトウダラ塩すり肉(肉糊)の坐り過程における筋原繊維タンパク質の変化について検討し、ゲル強度の増加と同時に肉糊中のミオシンHCが交差結合してその多量体を形成すること、また、ミオシンHCの多量体増加に伴いミオシンHCの減少が見られる一方で、アクチンはほとんど減少しないことを報告している。エクストルージョン・クッキングにおいては、このようなねり製品の坐り過程に観察されるミオシンHCの選択的重合が生じていないこと、さらにHC多量体の明瞭なバンドが確認されなかったことから、かまぼこの場合とは異なったメカニズムでタンパク質の変化が生じているものと考えられた。今回、Sephadex G-200を用いてゲル濾過を行ったが、ミオシンHCとそれ以上の分子量を持つ成分を明瞭に分離することができなかった。今後は、さらに高分子のタンパク質を分離できるゲルや、高濃度の尿素やメルカプトエタノール存在下で利用できるゲルを選択してゲル濾過を行うこと、超遠心分離や高速液体クロマトグラフィー等の分析方法も併用して行うことが効果的であると考えられた。

本研究は水産庁委託事業である水産物健康性機能有効利用開発事業(水産脂質と蛋白質間の相互作用の解明—高温、高圧処理中の魚肉における脂質と蛋白質間の相互作用)によって行われた。

要 約

スケトウダラすり身に脱脂大豆タンパクを混合したものをクッキング原料とし、150~180℃のクッキング条件で得られた押し出し物の組織化状態と、クッキング前後におけるタンパク質の挙動についてSDS-PAGE、SDS-ゲル濾過による検討を行った。

1. クッキング条件として3種類のバレル温度(第1バレル~第3バレル: 130-150℃、150-170℃、160-180℃)を設定し、得られた押し出し物をそれぞれEx150、Ex170、Ex180とした。Ex150は組織化不良であったが、Ex170、Ex180は組織化良好であった。

2. 原料およびいずれの押し出し物とも2% SDS-8 M尿素-2% 2-メルカプトエタノール-20 mM

Tris-HCl 溶液 (pH 8.0) に対する可溶化率は 100% を示し、可溶化した試料は 0.1% SDS-5 mM リン酸緩衝液 (pH 7.2) を用いた透析においてもタンパク質の不溶化は見られなかった。

3. 原料と押し出し物の SDS-PAGE を比較すると、原料で観察された固有の分子量を持つタンパク質のバンドが Ex170、Ex180 では認められず、泳動開始点から終点まで一様に染色され、泳動開始点が著しく濃く染色された。Ex150 は、ミオシン HC が見られず、泳動開始点が著しく染色された他は、アクチンや脱脂大豆タンパク由来のバンドが見られた。

4. タンパク質のゲル濾過溶出パターンは、原料、押し出し物ともに顕著な差は見られなかった。ゲル濾過により分画された各画分を SDS-PAGE に供した結果、原料では各画分に原料由来のバンドが分画されたが、Ex170、Ex180 では各画分はゲルの一部が染色され、画分番号の増加に伴い、その染色部分が泳動終点方向へ移動した。このことから押し出し物の SDS-PAGE においてゲルが一様に染色されるのは、さまざまな移動度を持ったタンパク質が集合した結果、連続的に染色されるためと推測された。

5. エクストルージョン・クッキングで得られた押し出し物には、1.8% ポリアクリルアミドゲル中へも移動できない高分子成分の生成が認められた。

6. エクストルージョン・クッキングでは、スケトウダラ塩ずり肉坐り過程中に起こるミオシン HC の選択的重合や、HC の多量体の明瞭なバンドが SDS-PAGE において観察されなかったことから、ねり製品の場合とは異なったメカニズムでタンパク質の変化が生じているものと考えられた。

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) 北川雅彦・西 紘平 (1989) 水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング 第3報 ブナサケ凍結粉碎肉を用いたエクストルージョン・クッキングについて 北水試研報 32 19-32
- 3) BLIGH, E. G. and W. J. DYER (1957) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37(8):911-917
- 4) 関 伸夫 (1976) 筋原繊維タンパク質の SDS- ポリアクリルアミド電気泳動による魚種の判定について 日水誌 42(10) 1169-1176
- 5) 関 伸夫・高安道郎・ 領 裕 (1980) 魚肉およびその加工品の魚種鑑別指標としてのミオシン light chain の調製 日水誌 46(8) 1001-1006
- 6) GORNALL, A. G., C. J. BARDWILL, and M. M. DAVID (1949) Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *J. Biol. Chem.*, 177: 751-766
- 7) 関 伸夫・新井健一 (1974) SDS 存在下におけるコイ筋原繊維たんぱく質のゲル濾過と電気泳動 日水誌 40(11) 1187-1194
- 8) MARUYAMA, K., S. KIMURA, K. OHASHI, and Y. KUWANO (1981) Connectin, an elastic protein of muscle. Identification of Titin with connectin. *J. Biochem.*, 89: 701-709
- 9) WEBER, K. and M. OSBORN (1969) The reliability of molecular weight determinations by dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis. *J. Biol. Chem.*, 244: 4405-4412
- 10) 沼倉忠弘・関 伸夫・木村郁夫・豊田恭平・藤田孝夫・高間浩蔵・新井健一 (1985) 坐りによる肉糊のゲル形成とミオシンの交差結合反応 日水誌 51(9) 1559-1565

- 11) 沼倉忠弘・関 伸夫・木村郁夫・豊田恭平・藤田孝夫・高間浩蔵・新井健一 (1987) 坐りに伴うミオシン重鎖の交差結合に及ぼす冷凍すりみの品質の影響 日水誌 53(4) 633-639
- 12) 沼倉忠弘・関 伸夫・木村郁夫・豊田恭平・藤田孝夫・高間浩蔵・新井健一 (1987) 坐りに伴う塩すり肉たんぱく質の SDS-ゲル濾過図の変化 日水誌 53(11) 2045-2049
- 13) 沼倉忠弘・溝口 竜・木村郁夫・豊田恭平・藤田孝夫・関 伸夫・新井健一 (1989) 加熱により変質したスケトウダラすり身の坐りゲル形成能とミオシン重鎖の交差結合能 日水誌 55(6) 1083-1090

外套膜が短いスルメイカ (短報)

鷹 見 達 也

(北海道立中央水産試験場)

Abnormal Japanese flying squid, *Todarodes pacificus* STEENSTRUP, with a short mantle

Tatsuya TAKAMI

Hokkaido Central Fisheries Experimental Station,
Yoichi, Hokkaido 046, Japan

イカ類の奇形に関して、外套膜前縁に過剰腕をもつもの (本間・矢田 1960 ; 笠原・沖山 1974 ; 北浜・西村 1975 ; 名角 1975) や、腕が融合 (笠原・沖山 1974 ; 名角・中井 1981 ; OKUTANI and KAWAGUCHI 1981) あるいは分枝 (OKADA 1938) しているものが知られている。本報告では、外套膜の短いスルメイカが漁獲されたのでその形態的特徴を述べる。

これらのスルメイカは、北海道西部日本海でいか釣り漁船によりそれぞれ1982年7月22日 (2個体、以下標本A、B)、1990年10月31日 (1個体、標本C) に漁獲された (Fig.1)。標本の外形を生鮮時に観察し、10%ホルマリン溶液で固定後、外套背長、鰭幅、体重、腕と吸盤の形状を調べた (Table 1)。また、標本Cと同時に漁獲されたスルメイカ1個体の外套背長と鰭幅を生鮮時に測定した。

いずれの個体も外套膜は生鮮時には平滑で、背面に明瞭な暗色の縦帯が認められた。第Ⅲ腕の吸盤角質環の半周には歯がなく、歯の中に特大のものは認められなかった。触腕大吸盤の角質環には一定の間隔をおい

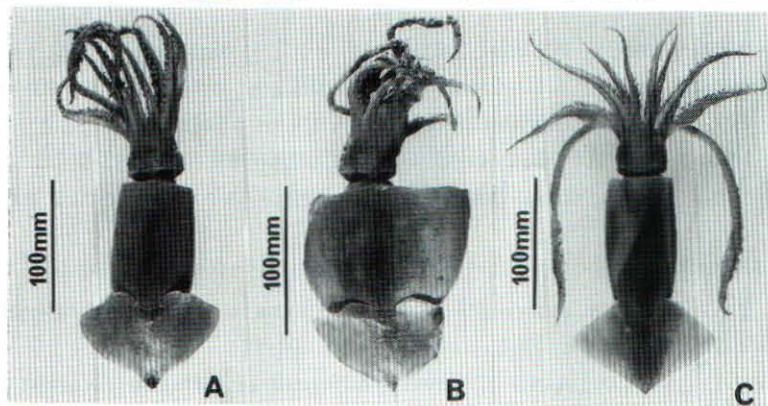


Fig.1. Abnormal *Todarodes pacificus* STEENSTRUP, with a short mantle (dorsal view).
The specimens were collected on July 22, 1982 (A and B) and October 31, 1990 (C).
The mantle of the B specimen was cut ventrally and opened.

Table 1. Measurements of abnormal Japanese flying squid, *Todarodes pacificus* STEENSTRUP, with a short mantle.

Specimen	Date	Sex	Dorsal mantle length (mm)	Body weight (g)	Fin width (mm)
A	July 22, 1982	Female *	146	243	114
B	July 22, 1982	Male	147	183	116
C	Oct. 31, 1990	Male *	166	212	123

* The sex was determined by examining the copulation and hectocotylization.

てほぼ同じ大きさの歯が並んでいた。また、標本B、Cの右第Ⅳ腕は交接腕化していた。以上のような形態的特徴から、これらの個体はスルメイカと同定された。

スルメイカの外套背長と体重との関係(村田 1978)によると、外套背長がそれぞれ約227mm、210mm、219mmの場合に、本報告の3標本の体重である243g、183g、212gとなる。これに対して、本標本の外套背長は146mm、147mm、166mmであり、関係式から考えられる外套背長よりそれぞれ81mm、63mm、53mm短かった。また、これらのスルメイカの外套背長に対する鰭幅の割合はそれぞれ0.78、0.79、0.74であり、このスルメイカと同時に漁獲された個体の0.57(外套背長219mm、鰭幅125mm)やこれまで報告されている0.49~0.58(WORMUTH 1976)と比較すると、これら3個体は鰭幅に対しても外套背長が短かった。したがって、これらのスルメイカは正常な個体に比べて外套膜が短いと考えられる。これまでに日本で同様な報告はなく、本邦における外套膜が短いスルメイカの最初の例と考えられる。

なお、これらの3標本A、B、Cは国立科学博物館にそれぞれ登録番号 NSMT-Mo 67032、NSMT-Mo 67033、NSMT-Mo 67034で保存されている。

文 献

- 本間義治・矢田政治(1960) 外套前縁に過剰肢をもつスルメイカ 採集と飼育 22(4) 109-110
 笠原昭吾・沖山宗雄(1974) スルメイカにみられた奇形個体2例 日本研報告 25 99-102
 北浜 仁・西村 実(1975) 外套前縁に過剰肢をもつスルメイカ 北水試月報 32(2) 16
 村田 守(1978) スルメイカの体長・体重関係について 北水研報告 43 33-51
 名角辰郎(1975) 1974年、日本海・但馬海域で採捕された2、3のイカ類について 兵庫水試研報 15 9-13
 名角辰郎・中井晃三(1981) 但馬海域で採捕された特例イカ類について 兵庫水試研報 20 19-22
 OKADA, Y.K. (1938) An occurrence of branched arms in the decapod cephalopod, *Sepia esculenta* HOYLE. *Annot. Zool. Japon.*, 17(1): 93-94
 OKUTANI, T. and KAWAGUCHI, T. (1981) Malformed tentacles in *Todarodes pacificus*. *Venus*, 40(1): 5
 WORMUTH, J.H. (1976) The biogeography and numerical taxonomy of the oegopsid squid family Ommastrephidae in the Pacific Ocean. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr. California Univ.*, 23: 1-90

新しい標識を用いたサンマの標識法 (短報)

今井 義弘 ・ 成田 治彦

(北海道立釧路水産試験場) (北辰丸)

A new tagging method for pacific saury, *Cololabis saira* (BREVOORT)

Yoshihiro IMAI and Haruhiko NARITA*

Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station,

* Research Vessel Hokushin Maru

Kushiro, Hokkaido 085, Japan

サンマの標識放流については、1931～1974年に北海道立水産試験場、東北区水産研究所がリボン型、矢じり型、リング型などを用いて実施している^{1,2)}。しかし、サンマの鱗が剝離しやすく、魚体も傷つきやすいために、標識とその装着方法などにおいて問題が残されていた。著者らは、サンマの標識放流では使用されていなかった標識と漁具を用いて、魚体に触れることの少ない標識放流を試みたので、その標識方法を紹介する。

報告に際して、標識放流作業に当たった北海道立釧路水産試験場調査船北辰丸の乗組員各位に感謝の意を表する。

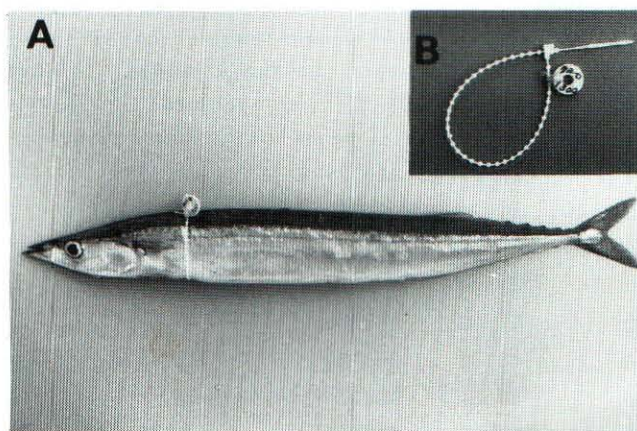


Fig. 1. The saury with a tagg (A) and the tagg (B).

材料および方法

使用した標識は、プラスチック製の標識票をナイロン背骨で魚体に巻いて装着する迷子札型である (Fig.1)。標識票は中心に穴のあいた円盤で、直径が10 mm、厚さが0.5~1.0 mmである。標識の装着による魚体の損傷を防ぐために、ナイロン背骨を標識票の穴に通さず、その一端をナイロン糸で標識票に結んだ。

放流魚の採集漁具には表層流網 (海中施設時の網長30 m、網丈3.4 m、網地ナイロンテグス) を用い、その浮子方を強化プラスチック製の竿に細いロープで結び、投・揚網の作業が迅速にできるようにした。また、今回の試験では、大型魚 (体長29.0~31.0 cm台) を主な標識対象魚に特定して、放流試験を行う前に目合37 mmと48 mmの流網2種を用いてサンマの採集を試み、採集効果の良かった目合37 mmの流網を用いた。

標識放流では、夜間 (19:20~03:00)、魚群を発見した後に停船して船首右舷に集魚灯で魚群を集め、船尾から船首方向へ順次、消灯することにより、あらかじめ右舷側から張り出しておいた流網にサンマを誘導し、羅網させた。次いで、魚体が損傷しないように注意を払いながら網を船上に引き上げ、網を張ることによって魚体が甲板に触れないように努めた。この状態を保ったまま、胸鰭基部後方で羅網して鱗の剥離の少ない個体の中から目視により大型魚を選択し、胸鰭基部から最大体高部までの間に、標識票が背側に付くように留意しながら、ナイロン背骨を環状にして頭側から魚体にはめ込み標識を装着した。その際、人手が魚体に触れないように注意した。その後、体周部の網地を切断して標識サンマを網から外し、海水を入れたバケツで受け取って随時、左舷側から放流した。

結果および考察

1990年7月17~24日、千島列島の沖合40°30'~46°28' N、149°23'~159°38' Eの海域において釧路水試所属調査船北辰丸 (214トン) により標識放流試験を行い、8地点で計570尾のサンマを放流した (Table 1)。

Table 1. Release data for saury tagging in 1990

Date	Position		Number of fish released	Number of releases
July 17	46° 27' N	159° 37' E	83	8
18	45° 30'	158° 23'	24	3
19	44° 32'	157° 15'	41	5
20	43° 29'	155° 38'	366	12
22	41° 33'	151° 42'	21	3
23	41° 32'	151° 40'	24	6
23	40° 31'	149° 23'	3	2
24	40° 33'	149° 24'	8	2
Total			570	41

サンマの群れは試験期間を通じて灯付きが悪く、集群密度の低い小群または10~20尾を確認できる程度であった。

7月20日に採集したサンマは体長23.0~34.0 cm 台にあり、大型魚の割合が52%であった (Fig. 2)。

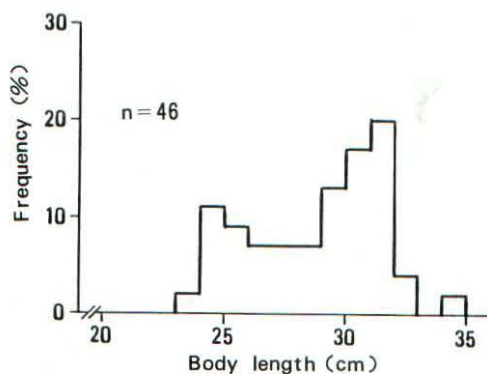


Fig. 2. Body length frequency of saury caught by the drift gillnet on July 20, 1990.

標識は魚体に触れずに装着できたが、ナイロン背骨を絞めすぎないように注意を要した。船上に引き上げたサンマの中には、鰓蓋の前方で網に掛かって損傷の少ない個体が数尾みられており、これについては、海水を入れた水槽の中で標識を装着して放流した。しかし、網地が胸鰭基部を越えて腹鰭に達し、鱗の剝離の激しいもの、網地が腹部に食い込んだものなどは標識魚から除外した。魚群を羅網させて標識を装着し、放流するまでの一連の作業は、1夜に2~12回行われた。1回の標識作業には5~10分を要した。

著者らは、放流直後に非標識魚に混じって本船の周辺を遊泳する標識魚を確認し、7月20日23:30には放流から1.5~3.0時間後、放流地点から西方に3マイル離れた場所で本標識魚の1尾を再捕した。

サンマは鱗がとれやすく、魚体も傷みやすいとされており²⁾、今回の試験では、この点を考慮して標識とその装着方法および放流魚の採集方法を検討した。その結果、魚体に人手の触れることの少ない状態でサンマの標識を行うことができた。しかし、放流した個体にはその程度は少ないが、網の絡んだ体周部に鱗の剝離がみられていた。今後、脱鱗を少なくするために、網地の材質の検討を要する。今井・小甲³⁾は、胴周にひもが巻き付き、鱗が剝離しながらも生存していたサンマを採集しており、脱鱗が成長や生残に及ぼす影響についても研究する必要がある。今回は、短期再捕があったものの、船上での飼育実験などを行わなかったので、胸鰭基部後方が最適な標識部位であるか、標識魚がどの程度、生存するかについては不明である。この点についても、今後、研究が必要であろう。

文 献

- 1) 高橋章策 (1975) サンマの標識放流 東北水研ニュース 9 1-4
- 2) 高橋章策 (1977) サンマの習性を利用した一標識法 東北水研研報 37 19-24
- 3) 今井義弘・小甲興治 (1990) 標識サンマの発見か? 釧路水試だより 64 2-3

根室海峡におけるスケトウダラ産卵群に対する
刺し網の網目選択性 第1報 選択性曲
線の推定と漁獲物の体長・年齢組成の補正

上田 吉 幸

1985年3月13日および1986年1月26日に根室海
峡でスケトウダラを対象とした5種目合(73、79、
88、97、109 mm)の刺し網を用いた漁獲試験を行い、
石田(1962)の方法を用いて網目選択性曲線を推
定した。推定した各曲線から漁獲物の体長・年齢
組成を補正して網目による選択性を排除した体長
・年齢組成を求めた。その結果、補正した体長は
340~550 mmの範囲にあり、モードが410 mmのゆ
るやかな右すそを持つ組成を示した。このことか
ら商業網の目合では大型(平均体長430~450 mm)
で高齢の個体を選択的に漁獲しており、はえ縄に
よる漁獲物体長組成(平均体長390~420 mm)と
の違いは漁具の選択性によるものと判断した。

A 172 北水試研報 36 1-11 1991

北海道後志沿岸の海藻

名 畑 進 一

北海道立中央水産試験場の海藻標本と、北海道
大学理学部標本室(SAP)の海藻標本、および
既往の文献による記録から北海道後志沿岸の海藻
目録を作成した。

緑藻33種、褐藻57種、紅藻141種と海産顕花植
物2種の合計233種を記載した。

A 174 北水試研報 36 19-38 1991

北海道西部沿岸域におけるキアンコウ漁獲
量の急増

富 永 修

道西日本海に面する2漁業協同組合(余市郡お
よび増毛)における漁獲統計から最近のキアンコ
ウ漁獲量の年変化を検討した。余市郡漁業協同組
合における漁獲量は1983年に130トン記録した
後、急激に減少したが、1988年から増加し始め、
1989年には156トンに達した。本種は夏季と冬季
に2回の盛漁期があり、夏季の漁獲量が多い。
1989年と1990年の夏季にはそれぞれ体重1~3 kg、
2~4 kgのものが卓越して漁獲され、兩年の夏季
の漁獲物は主に豊度の大きな1年級群によって構
成されていることが示唆された。一方、冬季では
聞き取り調査からキアンコウへの漁獲努力が増加
したことが示された。以上から、漁獲量の急増は
夏季では豊度の大きな年級群が出現したこと、ま
た、冬季では漁獲努力量が増加したことが主な原
因と考えられる。

A 173 北水試研報 36 13-17 1991

北海道苫小牧沿岸におけるホッキガイ漁場
の環境特性と二枚貝幼稚貝の分布

櫻井 泉・宮本建樹・高橋和寛

北海道苫小牧西部海域のホッキガイ漁場におい
て、底質の粒度組成、炭素含量および窒素含量の
分析と底生動物の群集解析を行い、これらの結果
と二枚貝幼稚貝の分布域との対応関係について検
討した。当漁場における底質の粒度組成は、主に
細砂と極細砂で構成される底質と極細砂の卓越す
る底質で占められ、底質の炭素含量および窒素含
量はそれぞれ0.3%および0.3%以下であった。
底生動物群集は、二枚貝稚貝および端脚類で構成
される7つの小型マクロベントス群集と二枚貝幼
稚貝およびハイロハスノハカシパンで構成され
る4つの大型マクロベントス群集に分類され、季
節的にそれぞれの群集の優占種は交代した。また、
底質環境および底生動物群集とホッキガイ、パカ
ガイ、サラガイ幼稚貝の分布域との間に対応関係
が認められた。

A 175 北水試研報 36 39-59 1991

エゾバフンウニ人工種苗生産の研究

Ⅱ. 変態期幼生の沈着

田嶋健一郎・山下幸悦・福地 誠

エゾバフンウニ変態期幼生の沈着時の水温とコレクターの設置方法および沈着直前の輸送について試験した。沈着水温は9～21℃の5段階に設定し、用いた幼生は太平洋沿岸産と日本海沿岸産の親ウニから得た。太平洋産の幼生は18℃で、日本海産の幼生は12℃で沈着率が比較的高かった。コレクターを水平に設置した場合には下面より上面に極めて多く沈着したが、垂直設置の場合は両面での差は認められなかった。また、水平設置の方がコレクター1枚当りの沈着数が多い傾向にあった。

幼生の輸送試験は道内の11か所に向けて、延べ26回実施した。最も遠い場所は広尾町であり、13時間を要した。輸送による沈着率への影響は認められなかった。

A 176 北水試研報 36 61-70 1991

ヒラメの採卵に関する研究

第1報 温度処理による産卵の制御

齋藤節雄・森 立成・草刈宗晴・三浦宏紀

3歳から6歳のヒラメ親魚を用いて、冬期間の加温飼育を行ったところ、天然魚に比べて約2カ月早い4月から産卵させることができ、早期産卵技術開発の展望が得られた。産卵開始期の水温は13℃であり、加温飼育開始から産卵開始及び産卵盛期までの積算水温はそれぞれ約1,300℃・日と2,000℃・日であった。

浮上卵率は各年級群ともに、産卵開始期は比較的高く、その後徐々に減少する傾向があった。また、飼育水槽の違いにより、浮上卵率が異なる可能性が示唆された。

今後水温調節だけでなく、日長変更など外部環境要因とヒラメの性成熟の関係を調べ、周年採卵法についての検討が必要と思われた。

A 177 北水試研報 36 71-79 1991

水産物を原料としたエクストルージョン・クッキング 第4報 クッキング温度の違いによるタンパク質のSDS-ゲル濾過とSDS-PAGEの比較

北川雅彦・飯田訓之・信太茂春

スケトウダラすり身+脱脂大豆タンパク=7:3(水分60%調整)を原料とし、クッキング温度150、170および180℃で押し出し物を得た。この時のクッキング温度による組織化状態およびタンパク質の挙動をSDS-PAGEパターンとSDS-ゲル濾過の溶出パターンから検討した。押し出し物の組織性については170℃以上で良好であった。押し出し物のSDS-PAGEパターンを比較すると、クッキング温度170℃、180℃では原料由来のタンパク質のバンドが消失し、ゲル全体が一樣に染色され、1.8%ゲル中さえも移動できない高分子成分の生成が認められた。また、ゲル濾過の溶出パターンも上記のSDS-PAGEの結果を支持するものであった。エクストルージョン・クッキングでは、SDS-PAGEにおいて塩ざり肉の坐り過程に起こるミオシン重鎖(HC)の選択的重合やHC多量体のバンドが観察されなかったことから坐りかまぼことは異なったメカニズムでタンパク質の変化が生じているものと考えられた。

A 178 北水試研報 36 81-94 1991

外套膜が短いスルメイカ（短報）

鷹見達也

北海道西部日本海でいか釣り漁船によって漁獲された、外套膜の短いスルメイカ3個体の形態的特徴を記述した。

A 179 北水試研報 36 95-96 1991

新しい標識を用いたサンマの標識法（短報）

今井義弘・成田治彦

本報では、サンマの標識放流では使用例のない標識を用いて、魚体に触れることを少なくした標識放流の方法を検討した。

この標識法は、表層流網（目合37mm）にサンマを羅網させて船上に引き上げ、網を張った状態で放流に適する個体を選択して1尾ごとに標識（迷子札型）を装着し、放流するものである。この方法によって、1990年7月17～24日、千島列島沖合の8地点（40°30'～46°28'N、149°23'～159°38'E）において大型魚を主体とした計570尾のサンマを放流した。

A 180 北水試研報 36 97-99 1991

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, Hokkaido, 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 網走市鱚浦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)

北海道立水産試験場研究報告 36号

1991年3月30日 発行

編集兼 北海道立中央水産試験場
発行者 北海道余市郡余市町浜中町238
電話 0135(23)7451 (代)
FAX 0135(23)3141

印刷所 三陽印刷株式会社
札幌市西区西町北15丁目1番12号
