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 47 号

SCIENTIFIC REPORTS

OF

HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 47

北 海 道 立 中 央 水 産 試 験 場
北 海 道 余 市 町
１９９５年12月

Hokkaido Central Fisheries
Experimental Station
Yoichi, Hokkaido, Japan
December, 1995

北海道立水産試験場は，次の機関をもって構成されており，北海道立水産試験場研究報告は，これらの機関における研究業績を登載したものである。

北海道立水産試験場

北海道立中央水産試験場
(Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)

046
余市郡余市町浜中町238
(Yoichi,Hokkaido 046, Japan)

北海道立函館水産試験場
(Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)

042
函館市湯川町1－2－66
(Yunokawa,Hakodate,
Hokkaido 042, Japan)

北海道立函館水産試験場室蘭支場
(Muroran Branch,Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)

051
室蘭市舟見町1－133－31
(Funami-cho,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
(Hama−cho,Kushiro,
Hokkaido 085, Japan)

北海道立網走水産試験場
(Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)

099－31
網走市鱒浦31
(Masuura,Abashiri,
Hokkaido 099-31, Japan)

北海道立網走水産試験場紋別支場
(Monbetsu Branch,Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)

094
紋別市港町7
(Minato-machi,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

第 47 号

目　　次

夏目　雅史
死後硬直による魚体長収縮……1－6

夏目　雅史
北海道奥尻島のホッケの移動……7－13

横山　信一，下山　信克
北海道北東沿岸域において標識放流されたクロガシラガレイの移動……15－24

藤沢　千秋，夏目　雅史
木古内湾のマダラ成魚の移動回遊……25－31

夏目　雅史
北海道北部海域のスケトウダラ仔稚魚の分布……33－40

草刈　宗晴
クロソイの種苗生産に関する生殖生物学的研究……41－124

蛯谷　幸司，大堀　忠志，高橋　玄夫，絵面　良男
低温サイレージ発酵による未利用海藻からのアルギン酸オリゴ糖の生産……125－137

前田　圭司，西内　修一
小樽周辺海域におけるホッコクアカエビの産卵期の分布（短報）……139－142

試験研究業績
外部刊行物への発表，平成6年度……143－148

北海道立水産試験場研究報告編集・発行方針……149－150
北海道立水産試験場研究報告投稿規定……151－156

（1995年12月）

SCIENTIFIC REPORTS OF HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No.47

CONTENTS

Masashi NATSUME
Shrinkage of fish body length by rigor mortis ..... 1 – 6

Masashi NATSUME
Migration of Arabesque greenling, *Pleurogrammus azonus*, from Okushiri Island in Hokkaido ..... 7 – 13

Shin–ichi YOKOYAMA and Nobukatsu SHIMOYAMA
Movements of Tagged Cresthead flounder *Pleuronectes schrenki* off Northeastern Hokkaido, Japan ..... 15 – 24

Chiaki FUJISAWA and Masashi NATSUME
Migration of adult Pacific cod, *Gadus macrocephalus*, from Kikonai Bay, southern Hokkaido, Japan ..... 25 – 31

Masashi NATSUME and Masayoshi SASAKI
Distribtion of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, larvae and juveniles off the northern coast of Hokkaido ..... 33 – 40

Muneharu KUSAKARI
Studies on the reproductive biology and artificial juvenile production of kurosoi *Sebastes schlegeli* (Hilgendrof) ..... 41 – 124

Kohji EBITANI, Tadashi OHORI, Haruo TAKAHASHI and Yoshio EZURA
Production of alginate oligosaccharides from a unused by ensilage fermentation at low temperature ..... 125 – 137

Keiji MAEDA and Shuichi NISHIUCHI
Distribution of pink shrimp, *Pandalus eous* around Otaru Bank in the spawning season ..... 139 – 142

Contributions from the Hokkaido Fisheries Experimental Staion:
Papers Presented in other journals or at scientific meetings in fiscal 1994 ..... 143 – 148

(December, 1995)

北水試研報　47, 1－6(1995)
Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.

死後硬直による魚体長収縮

夏目雅史*

Shrinkage of fish body length by rigor mortis

Masashi NATSUME *

In tag - recapture data, it is common for fish to show negative growth increments. The exact reason for this apparent shrinkage is uncertain. It was noted that rigor mortis contracts the muscle of fish body. So I think that rigor mortis is one of the reason for the shrinkage.

In order to inspect the hypothesis, rigor mortis progress was compared with the change of body length of arabesque greenling ranged from 28 to 32 ㎝ in body length during storage at 0 ℃, 5℃, and 10℃ in groups of nine.

Regardless of storage temperature, they attained the full - rigor state after 10 h and the beginning of resolution in rigor about 20 h.

In the process of death, body length had little change. But in every storage, body length shrunk and extended with progress and resolution of rigor mortis. The maximum shrinkage of body length was 11 ㎜.

キーワード：ホッケ，標識放流，死後硬直，体長収縮

はじめに

魚の成長量を知る方法の一つとして，標識放流による再捕までの経過時間と体長の変化から推定する方法がある。この方法では，しばしば再捕時の体長が放流時よりも小さいことがある[1, 2]。この要因として，放流時の体長測定の誤差[1, 2]および放流時と再捕時の測定条件の差異などが想定されているが[2, 3]，明らかにされていない。

著者が北海道奥尻島でホッケの標識放流調査を行ったところ，再捕時のホッケ体長が放流時より小さい再捕報告が多数見られた[4]。再捕報告は，事前に関係各機関に体長の測定部位を絵で示した再捕報告依頼用紙を配布し，この用紙で再捕報告されたものが多かったことから，放流時と再捕時の測定部位に大きな誤差はないものと思われた。

再捕された標識魚の多くは漁獲後速やかに体長が測定されており，これらは死後硬直状態であることが多い。死後硬直は筋肉の収縮を伴うことから[5]，魚体長収縮の要因の一つとして死後硬直を想定した。そこで，ホッケを用いて死後硬直の進行と魚体長の変化を測定し，両者の関係を比較検討した。

材料と方法

実験には，函館水産試験場所属試験調査船金星丸（68ｔ）により，1993年10月14日に北海道奥尻島南部で標識放流のために釣獲採集したホッケの一部を用いた[4]。採集したホッケは水産試験場に持ち帰り，円形還流水槽（30.1ｔ）で1月21日まで蓄養し，生残した27個体を実験に使用した。魚類は即殺あるいは苦悶死などの致死条件により死後硬直の進行に大きな差があるので[6]，実験に供したホッケは，水槽から採取して標準体長測定後，延髄を針により切断して死亡させた。

ヒラメでは死後硬直過程が0 ℃，5 ℃，10℃で大きく異なることから[7]，死後硬直および魚体長の測定は，27個体を9個体ずつに分け以下の3つの貯蔵温度で行った。

貯蔵温度

0 ℃（氷蔵）
　発泡スチロールの容器に魚体を並べ，砕氷をかけて冷蔵庫で貯蔵。

5 ℃（冷蔵）
　発泡スチロールの容器に魚体を並べ，ビニール

報文番号　A248（1995年9月11日受理）

＊　北海道立函館水産試験場（Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station, Yunokawa, Hakodate, Hokkaido 042, Japan）

袋で密封して冷蔵庫で貯蔵。

10℃（恒温器）

バットに魚体を並べ，ビニール袋で密封して恒温器で貯蔵。

死後硬直および解硬過程の判定は，魚体の前半分を平板に乗せ，後ろ半分が垂下する変化を見る改良Cutting法[8]によって行った。硬直指数（R_t）は死亡直後の垂れ下がり値（L_0）と，各時間（t）ごとのそれ（L_t）を使って求めた（Fig. 1）。

$$R_t = \frac{L_0 - L_t}{L_0} \times 100$$

貯蔵中の体長の変化を示す収縮指数（S_t）は，死亡直後の体長に対する時間ごとの変化した値（K_t）と，その最大値（K_{max}）の比として，次式によって求めた。

$$S_t = \frac{K_t}{K_{max}} \times 100$$

魚体長の測定は，生体時に標準体長を測定した部位に目印を付け，以後死亡直後および貯蔵中にその体長を測定した。

結　　果

実験に供したホッケの死亡時の平均体長は303. 3㎜で，最大体長321㎜および最小体長287㎜であった（Fig. 2）。

各個体の生体時から死亡時の体長の変化量は最小で0㎜，最大で5㎜であり，死亡時の体長に対する割合で示すと0～1. 67%であった（Table 1）。すべての個体で体長は貯蔵中に死亡時よりも収縮した。各個体の最大収縮長は4～11㎜であり，死亡時の体長に対する割合で示すと1. 32～3. 72%であった（Table 1）。死亡時から実験終了時の体重変化は，氷蔵では0～9 g増加し，冷蔵および恒温器では5～14 g減少した（Table 1）。

貯蔵温度ごとの死後硬直の変化をみると（Fig. 3），どの貯蔵温度でも死後ほぼ10時間で完全硬直し，20時間前後で解硬しはじめた。しかし，解硬の変化は貯蔵温度で異なり，5℃では解硬の進行が速いのに対して，0℃では遅く，10℃では速いものも遅いものもみられた。実験終了時の硬直指数も5℃では－2. 7～20. 0と低く，0℃では23. 1～47. 8と高いが，10℃では1. 9～42. 5と範囲が広かった。

各貯蔵温度毎に各個体の硬直指数（R_t）の変化と，収縮指数（S_t）の変化を比較してFig. 4に示した。両者の値は貯蔵温度にかかわらず，ほとんどの個体でほぼ連動して増減した。

考　　察

標識放流時は魚体の取扱いが難しいために，体長測定上の誤差が大きいと考えられている[3]。測定したホッケの生体時と死亡直後の体長は27個体中7個体で一致し，一致しなかった個体の両者の差は最大でも5㎜であった（Table 1）。さらに，その差の平均値が0. 07㎜，死亡時の体長に対する割合の平均値でも0. 02%とほとんど0に近いことから（Table 1），死亡を直接原因とする体長の変化はほとんどないと考えられる。

魚体は貯蔵温度によらず死後ほぼ10時間までに完全硬直し，20時間前後で解硬し始めた（Fig. 3）。硬直にいたる時間は魚種により異なることが知られており[8]，一概に比較は出来ないが，ヒラメが貯蔵温度により硬直に

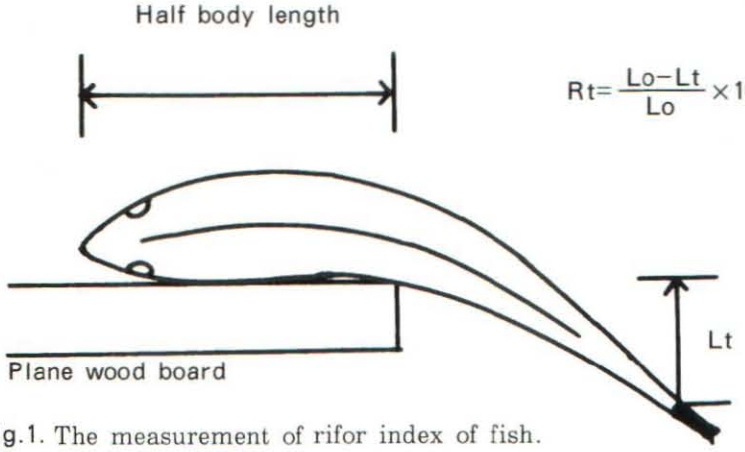


Fig.1. The measurement of rifor index of fish.
Rt:rigor index.
Lo:a sag value measured immediatrly after killing.
Lt:a a sag value at a certain time(t) durinmg storage.

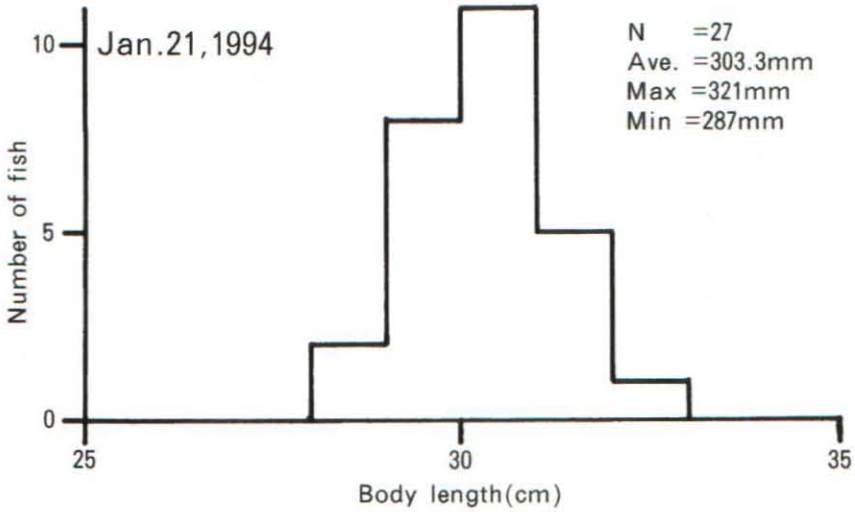


Fig.2. Body length distribution of arabesque greenling measured at death.

Table 1. Changes of body length and body weight of arabesque greenling during storage at several temperature.

Storage * temperature	Sample No.	Body length (mm)							Body Weight(g)		
		Alive (A)	Death (D)	D-A	% (D-A)/D	Min. (M)	D-M	% (D-M)/D	Death (D)	Finish (F)	F-D
0 ℃	1	297	297	0	0.00	293	−4	−1.35	423	423	0
	2	303	303	0	0.00	297	−6	−1.98	452	454	2
	3	308	305	−3	−0.98	299	−6	−1.97	481	490	9
	4	291	287	−4	−1.39	280	−7	−2.44	463	472	9
	5	294	294	0	0.00	287	−7	−2.38	411	419	8
	6	300	300	0	0.00	291	−9	−3.00	412	417	5
	7	293	295	2	0.68	286	−9	−3.05	441	446	5
	8	303	302	−1	−0.33	297	−5	−1.66	519	526	7
	9	317	317	0	0.00	309	−8	−2.52	610	616	6
5 ℃	10	304	304	0	0.00	300	−4	−1.32	471	464	−7
	11	289	288	−1	−0.35	282	−6	−2.08	394	389	−5
	12	301	299	−2	−0.67	292	−7	−2.34	447	440	−7
	13	311	310	−1	−0.32	302	−8	−2.58	535	526	−9
	14	298	296	−2	−0.68	285	−11	−3.72	420	413	−7
	15	317	318	1	0.31	313	−5	−1.57	584	575	−9
	16	306	308	2	0.65	300	−8	−2.60	505	498	−7
	17	315	318	3	0.94	307	−11	−3.46	553	545	−8
	18	289	292	3	1.03	282	−10	−3.42	437	430	−7
10℃	19	303	302	−1	−0.33	293	−9	−2.98	448	439	−9
	20	300	302	2	0.66	292	−10	−3.31	455	447	−8
	21	319	318	−1	−0.31	312	−6	−1.89	579	565	−14
	22	308	308	0	0.00	297	−11	−3.57	570	561	−9
	23	305	303	−2	−0.66	298	−5	−1.65	522	514	−8
	24	294	299	5	1.67	289	−10	−3.34	422	413	−9
	25	322	321	−1	−0.31	314	−7	−2.18	577	569	−8
	26	302	303	1	0.33	295	−8	−2.64	423	413	−10
	27	297	299	2	0.67	292	−7	−2.34	443	432	−11
Max.		322	321	5	1.67	314	−4	−1.32	610	616	9
Min.		289	287	−4	−1.39	280	−11	−3.72	394	389	−14
Ave.		303.2	303.3	0.07	0.02	295.7	−7.56	−2.49	481.4	477.6	−3.74
S.D.		9.0	9.0	1.96	0.66	9.3	2.08	0.69	62.7	61.8	7.03

*0℃:constan temperature chamber storane. 5℃:cold storage, 10℃:iced storage

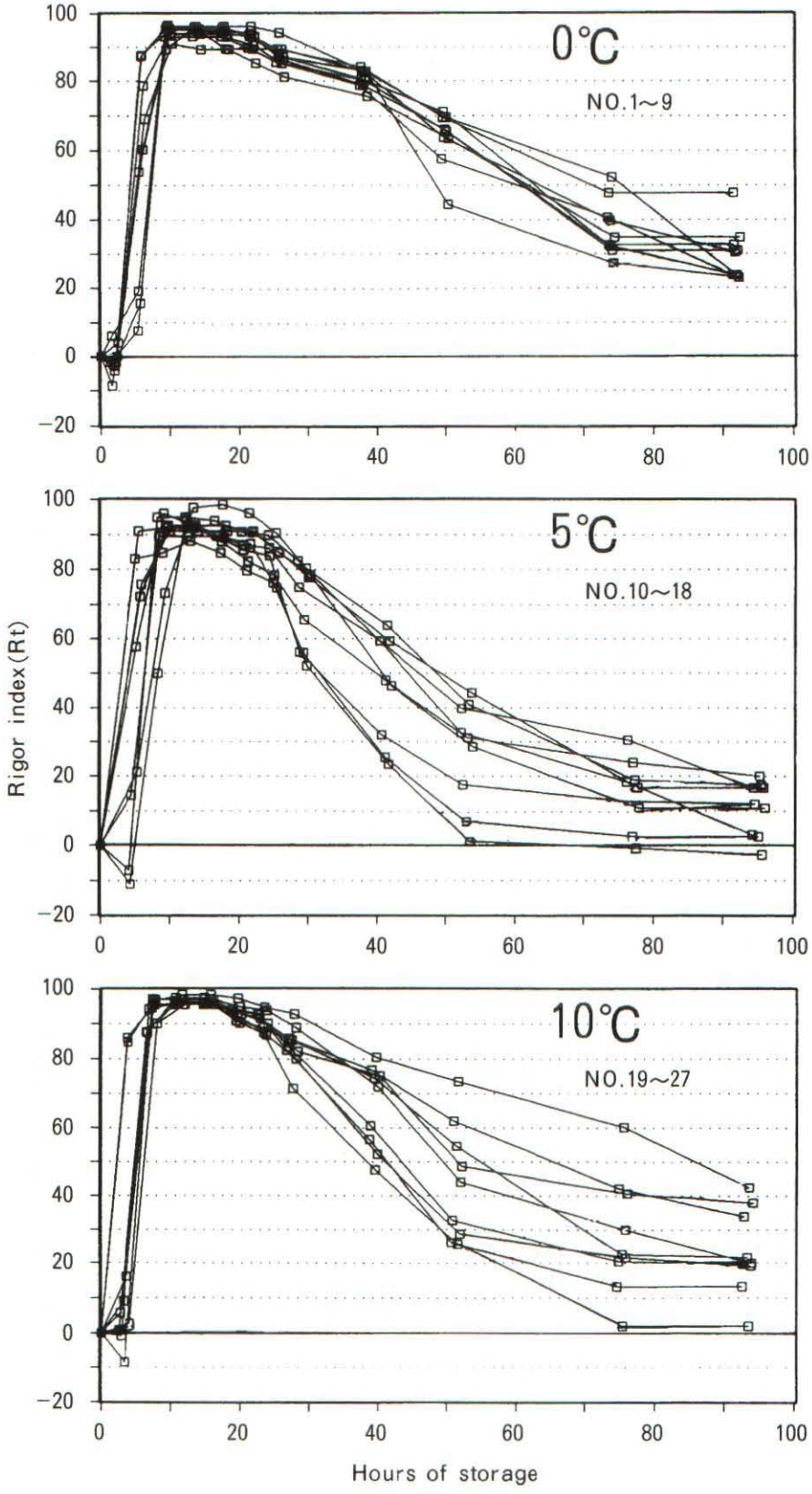


Fig.3. The changes in rigor index(Rt) of arabesque greenling, during storage at various temperatures,were used nine fishes at each temperature.

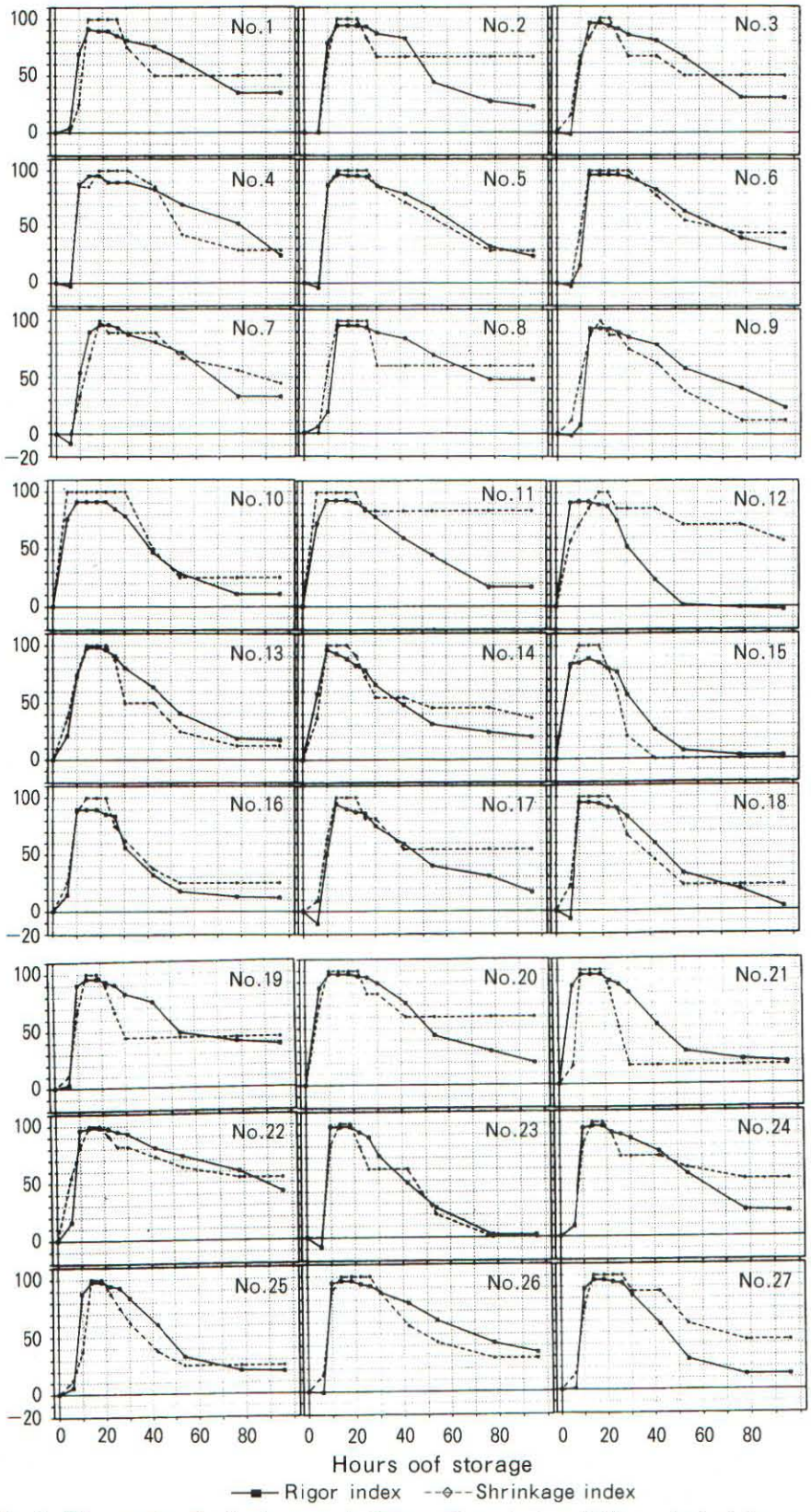


Fig.4. The contrast of changes between rigor index (Rt) and shrinkage index(St)of arabesqe greenling during storage at various temperatures. Top:iced storage(0℃), middle:cold storage(5℃), bottom:constant temperature chamber storage (10℃)

いたる時間に差があること[7]とは異なった結果が得られた。しかし，解硬の進行は5℃の冷蔵よりも0℃の氷蔵の方が遅く（Fig. 3），ヒラメやマアジと同様低温貯蔵により硬直の持続期間が長くなる傾向[8]がみられた。ただし，10℃の恒温器による貯蔵では解硬の進行の仕方に幅がある（Fig. 3）。これは，実験に使用した恒温器が小さく，冷媒に近いホッケは体表面に薄氷が張っていたこともあり，恒温器内の温度が必ずしも均一でなかったことが原因と考えられる。

全ての個体で貯蔵中に体長の収縮がみられ，硬直指数（R_t）と収縮指数（S_t）の変化から，魚体の死後硬直および解硬の変化にほぼ連動した魚体の収縮および伸展がみられた（Fig. 4）。死亡時の体重に対して実験終了時の体重は冷蔵および恒温器では減少し，氷蔵では逆に増加しているが（Table 1），どの貯蔵状態でも体長が収縮したことから，体長収縮は乾燥によるものではなく，死後硬直により起こると考えられた。

死後硬直による筋肉の性状変化は，硬直，解硬に連動して収縮，伸長するとされ[9]，体長の収縮は筋肉収縮による脊椎骨間隙の収縮と考えられる。しかし，一方で筋肉の破断強度は硬直指数よりも先に最大になり両者は連動しないとされる[10]。これは，肉の軟化が相当進行するまでは主要なサルコメアの構造はほとんど変化しないためと考えられるが[11]，死後硬直による筋肉の水平および垂直方向の性状変化は必ずしも一義的なものではないと思われる。

死亡を直接原因とする体長の収縮がみられないことから，標識放流時に個体群を代表する体長組成が必要な場合に，標識放流魚を直接測定しても，放流魚とは別の標本を確保し，死亡直後に測定しても母集団を代表した組成が得られると考えられる。しかし，死後硬直により魚体長が収縮することから，再捕魚の測定にあたっては魚体の死後硬直の状態を考慮する必要がある。

謝　辞

本報告にあたり，ご助言を頂いた北海道大学水産学部松石隆助手に感謝の意を表する。

要　約

標識放流において，再捕時の体長が放流時よりも小さい場合がある。この一要因として死後硬直を想定し，体長30㎝前後のホッケを使用して，貯蔵温度別に死後硬直の進行と体長の変化を比較検討した。

1．死亡を直接原因とする体長の変化はほとんどないと考えられた。
2．全ての個体の体長は貯蔵中に死亡時よりも縮小し，最大で11㎜縮小した。
3．貯蔵中のホッケは貯蔵温度によらず，死後約10時間で完全硬直し，20時間前後で解硬し始めた。しかし，解硬の進行は貯蔵温度により差がみられた。
4．体長の収縮および伸展は死後硬直および解硬の変化に連動していた。

文　献

1）富永修，馬渕正裕，石黒等：北海道北部日本海で標識放流された天然ヒラメと人工種苗ヒラメの移動と成長．水産増殖．42(4)，593－600（1994）

2）Kimura，D.k.，Simada,A.M.，and Lowe，S.A.：Estimating von Beratalanffy growth parameters of sablefish *Anoplopoma fimbria* and Pacific cod *Gadus macrocephalus* using tag - recapture data. Fish. Bull., U.S. 91, 271–280（1993）

3）田中昌一：標識放流による成長推定の特徴．水産資源学総論．東京，恒星社厚生閣，1985，328－329

4）夏目雅史：北海道奥尻島のホッケの移動．北水試研報，47，7－13（1995）

5）渡部終五：7．硬直にともなう筋肉の生化学的変化．水産学シリーズ86．魚類の死後硬直．東京，恒星社厚生閣，1991，9－20

6）岩本宗昭：7．致死条件と貯蔵温度．水産学シリーズ86．魚類の死後硬直．東京，恒星社厚生閣，1991，74－82

7）Iwamoto M.,H. Yamanaka, H. Abe, H. Ushio, S. Watanabe and K, Hashimoto : ATP and creatine phosphate breakdown in spiked plaice muscle during storage, along with activities of some enzymes involved. J. Food Sci., 53 (6) 1662–1665 (1988).

8）藤尾方通，山田金次郎，三雲泰子，天野慶之：魚の死後硬直に関する研究－Ⅰ．改良Cutting法による魚体の死後硬直の観察．東海水研報，89－96（1983）

9）関　伸夫：6．魚類筋原繊維タンパク質と生鮮度．水産学シリーズ60．魚の低温貯蔵と品質評価法．東京，恒星社厚生閣，1986，66－76

10）豊原治彦，安藤正史：4．筋肉の物性変化．水産学シリーズ86．魚類の死後硬直．東京，恒星社厚生閣，1991，42－49

11）関　伸夫：3．解硬に伴う筋肉の性状変化．水産学シリーズ86．魚類の死後硬直．東京，恒星社厚生閣，1991，31－41

北水試研報　47, 7－13(1995)
Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.

北海道奥尻島のホッケの移動

夏目雅史*

Migration of arabesque greenling, *Pleurogrammus azonus*, from Okushiri Island in Hokkaido.

Masashi NATSUME *

In order to study their migration, arabesque greenling, Pleurogrammus azonus, were tagged and released along the southern end of Okushiri Island, Hokkaido in October 1992 and 1993.

As of February 1995, 24 released fish were recaptured. Eleven fish were caught in the neighboring sea of Okushiri Island, and eleven fish were caught around the south coast of Hokkaido, and the remaining two were caught around Aomori. Based on these results, as well as results from the other migration study, it appears that the arabesque greenling population near Okushiri Island are part of the stock off the southern coast of Hokkaido and not independent from that population as previously believed.

It seemed that newly mature arabesque greenling, estimated at mainly one year old, inhabit the southern end of Okushiri Island, where they spawn and then migrate to the southern coast of Hokkaido and northern coast of Honshyu. After that migration they probably do not return to Okushiri Island.

キーワード：ホッケ，標識放流，移動，奥尻島，系統群

はじめに

北海道南部日本海側に分布するホッケは，標識放流魚の移動範囲と産卵場の地理的分布から，北海道雄冬岬から秋田県男鹿半島にかけての日本海，および津軽海峡から鹿部町にかけての一部太平洋に分布する道南～本州北部系統群（道南群）と考えられている[1,2]。しかし，その分布範囲の中央に位置する奥尻島のホッケは，標識放流魚の再捕結果から北海道本土側への移動がみられないこと，北海道本土側からの移動も少ないことから，独自な群行動をしているとされてきた[2,3]。ところが，その根拠となった1959～1981年の「ホッケ標識放流結果表」[4]の中の「総括表」には，放流位置に誤認があり，この標識再捕結果表には奥尻島から北海道本土側への移動が示されている。この点を指摘した報告[5]もあるが，再捕個体数が少ないため，奥尻島の群れの独自性の是非については検討されていない。

本調査では奥尻島でのホッケの標識放流により北海道本土側への多数の移動が確認され，さらに，採集したホッケの成熟度および年齢組成などから，その移動特性についても検討したので報告する。

材料と方法

標本の採集は北海道立函館水産試験場所属試験調査船金星丸（68 t）を用いて，1991年～1994年の毎年10月に奥尻島青苗港南方約6マイル，41° 58′ N,139° 30′ E付近の水深約40～90mの海域でテンテン釣りにより行った（Fig. 1）。1991年は幼魚の分布調査が目的であったため[6]，100個体を採集し体長測定（標準体長）のみを行った。1992年は995個体，1993年は500個体の標識放流を行い，1992年は成長を検討するため全放流魚の体長を測定して放流した。また，1993年は採集した標本の一部を翌年の1月まで別の実験[7]のために陸上水槽で蓄養し，生存した27個体を測定した。1994年は雌雄比，成熟度，年齢組成を検討するために200個体を採集した。また，30個体を1993年同様翌年1月まで蓄養し，生存した24個体の体長を測定した。年齢査定は耳石断面の輪紋の読輪により行い[8-10]，年齢は誕生日を1月1日として満年齢で表示した。

報文番号　A249　（1995年9月11日受理）

*　北海道立函館水産試験場（Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station, Hakodate, Hokkaido 042, Japan）

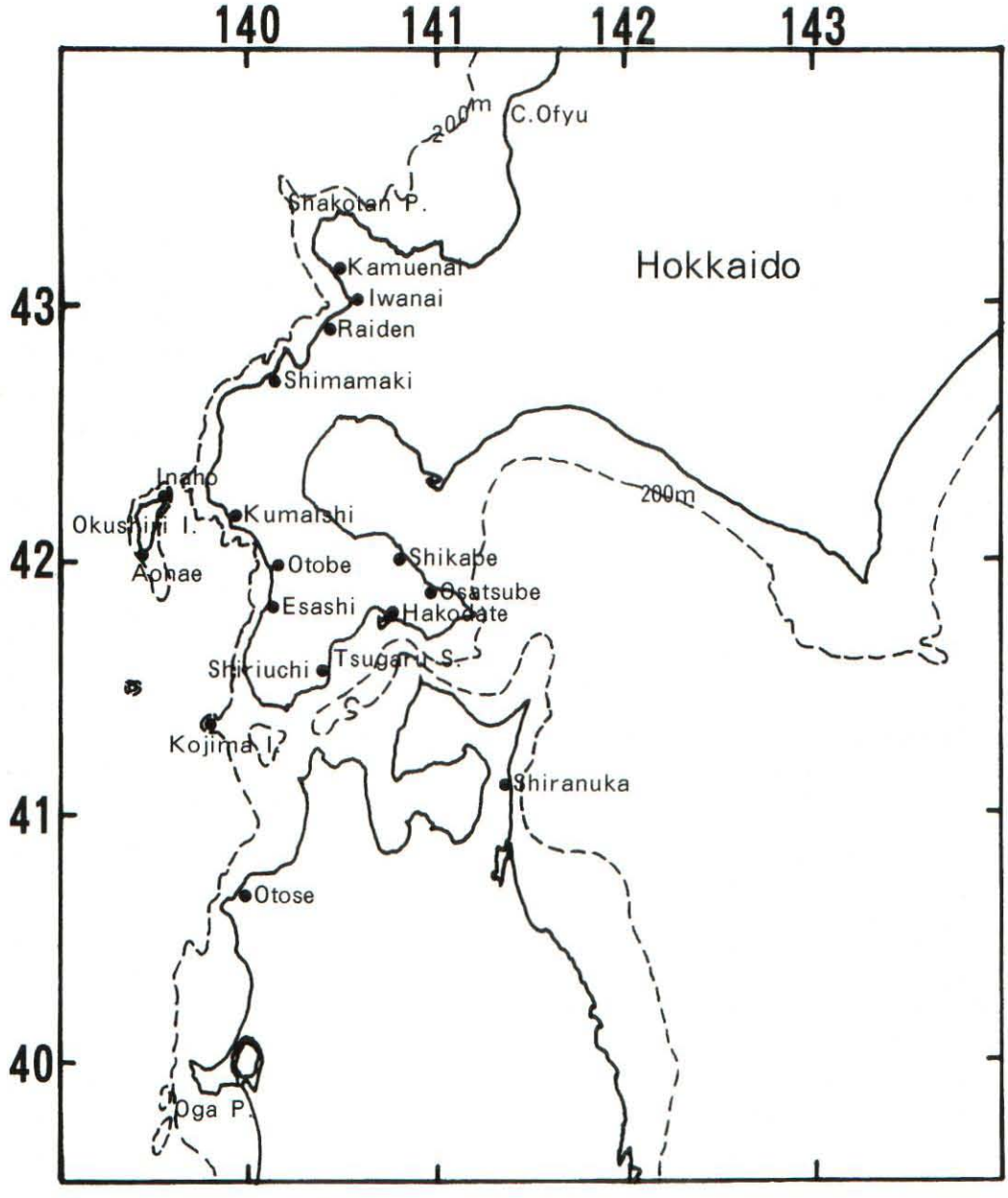


Fig.1. Major areas referred to in this study.
C.:cape,I.:island, P.:peninsula,S.:strait.

標識放流は，釣獲したホッケに船上で直ちに標識を装着し，その場で放流した。標識は，1992年はナイロン製の黄色アンカータグB型[11]，1993年は同A型[11]を用い，タグガンにより魚体中央部の背鰭基底部に装着した。

結　　果

ホッケは毎年水温躍層下の水温8℃前後の水深70m付近の海底直上で多く釣獲された。1995年2月までの再捕結果をTable 1，2，Fig. 2に示した。1992年放流魚は，奥尻島周辺で9個体，岩内町周辺で3個体，青森県太平洋側の白糠沖で1個体の合計13個体再捕された。1993年放流魚は，奥尻島周辺で2個体，島牧沖で1個体，熊石から江差沖で3個体，知内沖で2個体，函館沖で1個体，尾札部沖で1個体，青森県日本海側の大戸瀬沖で1個体再捕された。両年合わせて奥尻島周辺で11個体，北海道本土側で11個体，青森県で2個体の合計24個体再捕された。

再捕されるまでの期間をみると（Table 1，2，Fig. 2），北海道本土側および青森県では，すべて放流後6ヵ月以上経過した翌年の4月以降に再捕され，5ヵ月以内の再捕はすべて奥尻島周辺であった。また，放流後1年以上経過して再捕されたのは，北海道本土側および青森県のみであり，奥尻島ではみられなかった。

放流年ごとにその再捕位置をみると（Fig. 2），1992年放流魚では，奥尻島の青苗港周辺，北海道本土側の岩内周辺および青森県の太平洋側であるのに対して，1993年放流魚では奥尻島中部，北海道本土側島牧から尾札部，青森県の日本海側であり，両年の再捕位置に重なりがみられなかった。

1991～1994年に採集したホッケの体長組成をFig. 3に示した。なお，1993年と1994年の破線で示した体長組成は，10月に採集した標本の一部を翌年1月まで蓄養後測定したものである。1993年以外の標本採集時のモードは，1991年，1992年はそれぞれ27cm，28cmであるが，1994年は25cmとやや小さい。また，1月まで蓄養した後のモー

Table 1. Summary of multiple recapture informations for arabesque greenling released in October 13–14,1992.

No.	Date	Recapture position	Gear	Body length (mm)		Days after released
				At released	At recaptured	
1	Oct . 19,1992	near r. p.	set net	311	305	5
2	Oct . 21,1992	off Inaho	set net	269	270	7
3	Oct . 29,1992	near r. p.	set net	291	290	15
4	Nov . 12,1992	near r. p.	set net	263	260	29
5	Feb . 2,1993	near r. p.	gill net	288	290	111
6	Feb . 16,1993	near r. p.	gill net	289	270	125
7	Mar. 3,1993	near r. p.	gill net	288	280	140
8	Apr. 12,1993	near r. p.	gill net	281	33 (cm:TL)	180
9	Apr. 17,1993	off Raiden	set net	276	280	185
10	May 18,1993	near r. p.	gill net	279	28 (cm)	216
11	Mar. 14,1994	off Shiranuka	fishing	297	–	516
12	May 13,1994	off Kamoenai	set net	258	28.5 (cm)	576
13	Jun . 20,1994	off Iwanai	gill net	282	340	614

* r.p.:released point

Table 2. Summary of multiple recapture informations for arabesque greenling released in October 14,1993.

No.	Date	Recapture position	Gear	Body length (mm)	Days after released
				At recaptured	
1	Jan . 14,1994	near r. p.	gill net	312	92
2	Apr. 15,1994	off Hakodate	set net	–	183
3	Apr. 19,1994	near r. p.	set net	280	187
4	Apr. 19,1994	off Otose	set net	271	187
5	Apr. 28,1994	off Shiriuchi	set net	283	196
6	Apr. 28,1994	off Shiriuchi	set net	276	196
7	May 2,1994	off Esashi	set net	320	200
8	May 16,1994	off Osatsube	set net	32 (cm)	214
9	May 30,1994	off Esashi	long line	300	228
10	Jun . 29,1994	off Shimamaki	gill net	31 (cm)	258
11	Jan . 29,1995	off Kumaishi	set net	31 (cm)	472

* r.p.:released point

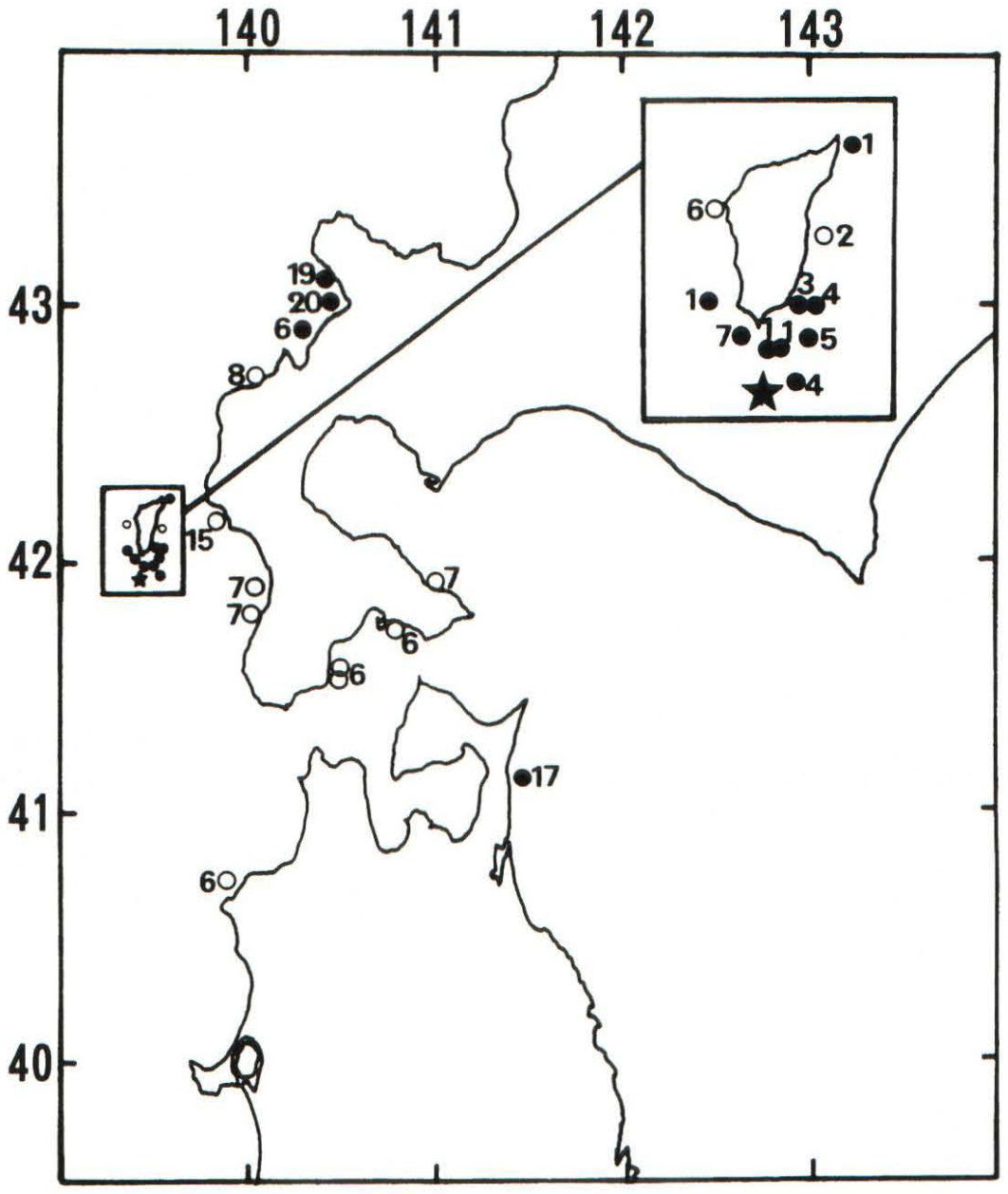


Fig.2. Tagging location(★) and recapture sites of arabesque greenling.
Circles and arabic numerals show the recapture positions
and the durations on month from release to recapture.
Closed circles were released in October 1992
Open circles were released in October 1993

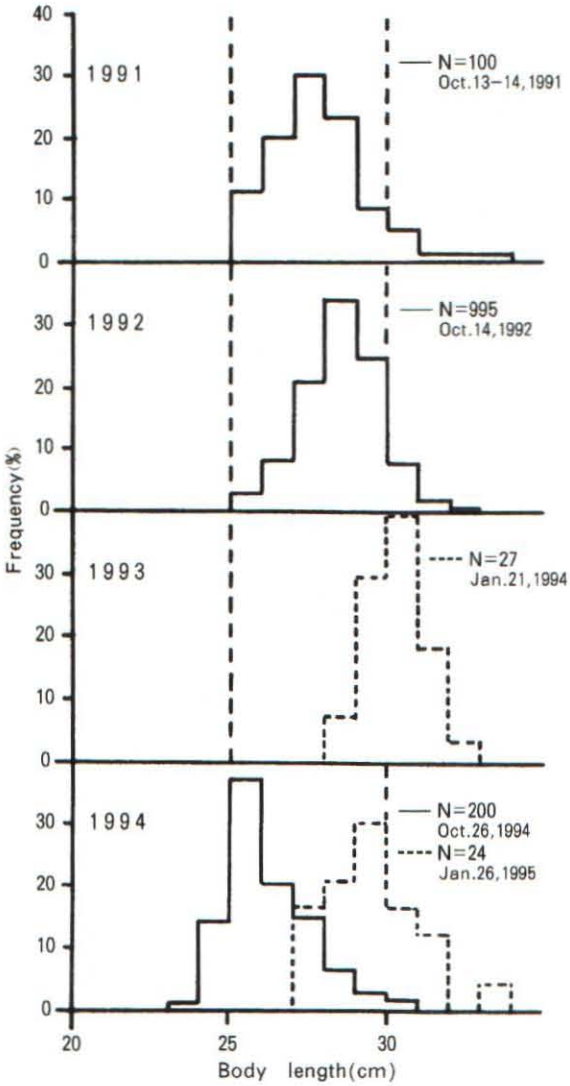


Fig.3. Body length frequency of arabesque greenling.
(——)Measured in October just after catch.
(----)Measured in next year January after raise.

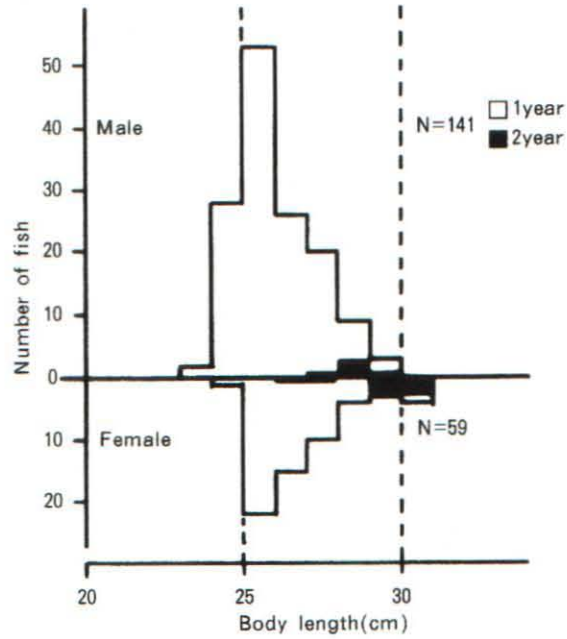


Fig.4. Size distribution with year composition of arabesque greenling catched in October 1994.

ドは1993年が30cm，1994年が29cmであった。

1993年に採集して翌年の1月まで蓄養し生存した27個体はすべて雄であった。また，生殖巣の外見観察から[12,13]，これらはすべて未放精の成熟魚であった。1994年に採集した200個体の雌雄比は雄70.5%，雌29.5%であった（Fig.4）。また，その年齢は雌雄あわせて93.5%が1歳魚，6.5%が2歳魚と査定された（Fig.4）。これらも雌雄ともにすべて未放精，未産卵の成熟魚であった。

1992年の放流魚の放流時と再捕時の体長をみると（Table 1），放流後1年以上経過して再捕されたものには体長が282mmから340mmに増加したものもみられたが，1年以内の再捕は翌年の5月までの10個体であり，これらは大きな体長の増加は見られず，逆に体長が減少したものが5個体みられた。

考　　察

本調査では再捕24個体中14個体が北海道本土側および青森県で再捕され，奥尻島のホッケは北海道本土側および青森県にかけて，多くの個体が広く移動することが明かとなった（Fig.2）。さらに，その移動範囲も道南群の分布範囲にほぼ重なることから[2,14]，奥尻島のホッケは独立した群れではなく道南群の一部と考えられた。

また，放流年ごとに再捕位置に重なりがみられなかったことは（Fig.2），年級群毎に棲み分けを行っている可能性が考えられるが，本調査の2ヵ年の結果だけでは充分な検討は行えなかった。なお，1993年放流魚の奥尻島での再捕が2個体と少ないのは，1993年6月の北海道南西沖地震の影響により当業船が激減したことも一要因として考えられる。

1994年のホッケは，そのほとんどが1歳魚と判断され，その体長のモードは25cmであった（Fig. 3，4）。1991年と1992年のモードはそれぞれ27cmと28cmで1994年よりも大きいが（Fig. 3），年齢と成長の関係[10, 15, 16]および体長組成が1994年と同様単峰型であることから，1991年，1992年ともに1994年同様1歳魚が主体であったと推定される。1993年は放流時に体長を測定していないが，1月まで蓄養したものが30cmモードであり，1歳魚主体であった1994年も1月まで蓄養したものが29cmモードであったことから，他の年と同様1歳魚が主体であったと考えられる。このように，放流地点には毎年1歳と推定される若齢魚が主に分布していた。

産卵場に来遊するホッケの雌雄比は時期によって変化し，産卵期の前後には雄の割合が高く，産卵盛期には雌の割合が高い傾向がみられる[17-19]。奥尻島対岸の北海道本土側の熊石でも，産卵前期に当たる10月には雄の割合が高い結果が得られている[18]。本調査における1994年の採集魚も雄の割合が70.5%と高く，未産卵，未放精の成熟魚であったことから，放流地点のホッケは10月下旬に産卵前期の状態であったと考えられる。1993年も1月まで蓄養し生存したものが全て雄であり，移送および蓄養中に数個体死亡しているが，選択的に雌が死亡したとしても雄の割合が高かったものと考えられる。この1993年の個体および体長組成の一番小さい1994年の個体でさえ全て成熟していたことから，放流地点に分布していたホッケはどの年も成熟していたと推定される。

奥尻島は北海道南部日本海のホッケの産卵場の一つとされている[2, 20]。本調査の放流地点もホッケの産卵に適している岩礁地帯[12, 19]であり，1994年のホッケが雌雄ともすべて成熟していたことから産卵場と考えられる。

ホッケは発育段階によってその生活様式を変え，成魚になると大きな回遊をせず深浅移動が主になり，産卵場周辺に周年生息すると報告されている[19-21]。しかし，本調査では産卵前期の10月に成熟魚と推定される標識魚を放流し，産卵期間中とされる12月[2, 12, 20]までは奥尻島のみで再捕され，北海道本土および青森県ではすべて翌年の4月以降に再捕された（Table 1，2，Fig. 2）。これは奥尻島が産卵場であり，産卵期間中のホッケはあまり移動しない[17]ことからも，奥尻島で産卵した後に広範囲に移動したことを示唆している。

ホッケは産卵場への産卵回帰性が高いとされているが[20]，過去道南海域で多数行われている標識放流調査では北海道本土から奥尻島への移動が2個体のみである[4]。本調査でも，放流魚は翌年の産卵期以降には奥尻島で再捕されず，北海道本土および青森県でのみ再捕されている（Table 1，2，Fig. 2）。また，1994年の採集魚は，1歳魚の翌年回帰魚に当たる2歳魚の割合が6.5%と低く，3歳以上もみられなかったことから（Fig. 4），北海道本土側へ移動した個体が奥尻島へ産卵回帰することは少ないものと考えられた。

したがって，奥尻島南部には主に1歳と推定される成熟した若齢のホッケが毎年分布し，そのうち多くの個体が奥尻島で産卵したのちに，北海道本土および本州北部にかけて広範囲に移動し，その後これらの奥尻島への産卵回帰は少ないものと推定された。

1992年放流再捕魚の一部に放流から再捕までに体長が縮小した個体がみられたが（Table 1），この原因として，別報[7]に示すように，測定誤差のほかに死後硬直による筋肉の収縮などが考えられた。

要　約

北海道奥尻島に分布するホッケの移動を調べるため，1992年および1993年の10月に，奥尻島青苗南方約6マイルの地点で釣獲採集したホッケの標識放流を行った。

1．1995年2月までにホッケは24個体再捕された。このうち奥尻島周辺で11個体，北海道本土側で11個体，青森県で2個体再捕され，北海道本土および青森県への移動が確認された。
2．その移動範囲から奥尻島のホッケは，従来考えられていた奥尻島独自の群れではなく，道南群の一部と考えられた。
3．奥尻島南部には主に1歳と推定される成熟した若齢のホッケが毎年分布していた。
4．10月中下旬の奥尻島南部のホッケは雄の割合が高いことから産卵前期の状態にあると考えられた。
5．奥尻島南部のホッケは多くの個体が産卵後，北海道本土および本州北部にかけて広く移動し，その後これらの奥尻島への産卵回帰は少ないものと推定された。
6．放流から6ヵ月以内の体長の増加は少なく，逆に体長が縮小した再捕報告も見られた。

文　献

1）ホッケ研究グループ：9．北海道周辺海域のホッケの分布，回遊．最近のホッケの調査研究，北水試・ホッケ研究グループ，44－59（1983）
2）ホッケ研究グループ：13．ホッケの資源評価について．最近のホッケの調査研究，北水試・ホッケ研究グループ，79－82（1983）

3）中道克夫：6．道南（渡島・檜山）海域のホッケ．最近のホッケの調査研究，北水試・ホッケ研究グループ．30－34（1983）
4）北海道立水産試験場・ホッケ研究グループ：ホッケ標識放流結果表（1959－1981）．最近のホッケの調査研究，北水試・ホッケ研究グループ．44－59（1983）
5）加賀吉栄：11．最近のホッケ標識放流試験結果について．最近のホッケの調査研究，北水試・ホッケ研究グループ．69－78（1983）
6）夏目雅史：ホッケ．函館水産試験場平成3年度事業報告書，15－25（1993）
7）夏目雅史：死後硬直による魚体の収縮．北水試研報，47，1－6（1995）
8）八吹圭三：ホッケの耳石による年齢査定：漁業資源研究会議　北日本底魚部会報.(23)，25－36（1990）
9）八吹圭三：ホッケの耳石染色法による年齢査定と根室海峡における成長．漁業資源研究会議　北日本底魚部会報.(27)，39－48（1994）
10）久新健一郎，高杉新弥：ホッケの研究（Ⅳ）．年齢および成長．北水試月報．14(11)，3－12（1958）
11）鷹見達也，高柳志朗：スルメイカに用いるアンカータッグの種類と再捕率．北水試研報．37．1－4（1991）
12）蒲原八郎：ホッケの研究（Ⅱ）産卵生態．北水試月報．14(9)，2－23（1958）
13）坂本喜三男，中道克夫，工藤敬司，西村実：熊石町における産卵ホッケの生活について．北水試月報．20(8)，14－23（1963）
14）加賀吉栄：ホッケ標識放流結果について．漁業資源研究会議北日本底魚部会報．19，33－46.(1986）
15）久新健一郎：鱗によるホッケの年齢について．北大水産彙報．10(1)，1－14（1959）
16）久新健一郎：体長分布よりみたホッケの成長．北大水産彙報8(3)，190－194（1957）
17）北片正章：ホッケの集合特性の研究　Ⅱ　神恵内産卵群の集合特性について．北水研報．34，30－39（1968）
18）中道克夫：熊石町における産卵ボッケの生活と資源状態．北水試月報．24(6)，2－9（1967）
19）北海道立水産試験場：ホッケとその漁業ー漁業指導資料(2)，9－15（1953）
20）北片正章：ホッケの集合特性の研究　Ⅰ　系統群についての一考察．北水研報．33，94－108（1968）
21）辻崎久輝，蒲原八郎：ホッケの研究（Ⅶ）．回遊．北水試月報．15(2)，3－12（1958）

北水試研報　47, 15－24(1995)
Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.

北海道北東沿岸域において標識放流されたクロガシラガレイの移動

横山信一*1，下山信克*2

Movements of Tagged Cresthead flounder *Pleuronectes schrenki* off Northeastern Hokkaido, Japan

Shin-ichi YOKOYAMA*1 and Nobukatsu SHIMOYAMA*2

A total of 2,499 cresthead flounders caught in the Sea of Okhotsk off the Tokoro and Rusha were tagged and released in the same area and in the Saroma Lake in 1963-1965 and 1992. A hundred and two of 454 fish were recaptured in the Sea of Japan. Results of recaptures indicate that immature fish stay in the Sea of Okhotsk along the coast and mature fish return to the Sea of Japan for spawning.

A total of 2,678 fish were tagged and released in Notoro Lake and, in Saroma Lake and its adjacent area between 1989 and 1992. The majority of 305 recaptures were made in the tagging areas. The distribution and mixture of Sea of Okhotsk - northern Sea of Japan stock, Notoro Lake stock, and Saroma Lake stock is discussed by tag returns.

キーワード：クロガシラガレイ，オホーツク海，日本海，サロマ湖，能取湖，標式放流，系群

はじめに

北海道北東部のオホーツク海，サロマ湖および能取湖に分布するクロガシラガレイ*Pleuronectes schrenki*は，沿岸漁業の主要な対象魚種として毎年800 t 前後漁獲されており，資源の有効利用の必要性が年々高まっている。資源評価を進める上で系群の判別はその基礎となるが，当海域に分布するクロガシラガレイの系群については，これまで，オホーツク海－北部日本海系群，サロマ湖系群，能取湖系群，知床－根室系群が想定されているものの[1,2]，各系群の独立性や分布域については十分に明らかにされていない。そこで，本報告では標識放流・再捕資料からオホーツク海－北部日本海系群，サロマ湖系群および能取湖系群の移動様式と分布域について検討を加えた。

材料と方法

網走水産試験場では1963～1965年の6～9月にオホーツク海沿岸の常呂沖と知床半島の留斜沖において（Fig. 1），計2, 181個体のクロガシラガレイに標識放流を行っている（Table 1）。放流用のクロガシラガレイはエビ委託試験船第11ところ丸（14. 89 t）の底曳網を用いて漁獲され，体長（吻端から下尾骨後端まで）測定の後，ピーターセン型のタグを魚体の背鰭基部に取り付け放流された。再捕報告は各放流年から1969年まで寄せられ，その一部は網走水産試験場事業報告書[3-6]，森田，大原[1]および森田，山本[2]に報告されたが，多くは未公表のままとなっていた。これらはオホーツク海－北部日本海系群の分布，移動を知る貴重な資料となることから，本報告で改めて整理した。

これとは別に，著者らは1989～1992年にサロマ湖内およびサロマ湖沖のオホーツク海（サロマ湖および能取湖沖のオホーツク海は外海と通称されており，本報告においても以下「外海」とする）において標識放流を行った。1989年7月～1990年9月の標識放流では，サロマ湖内

報文番号　A250　（1995年9月11日受理）

＊1：北海道立網走水産試験場(Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station. Abashiri, Hokkaido 099-31, Japan)
＊2：釧路西部地区水産技術普及指導所（Kushiro-seibu Fisheries Extension Office. Kushiro, Hokkaido 085, Japan）

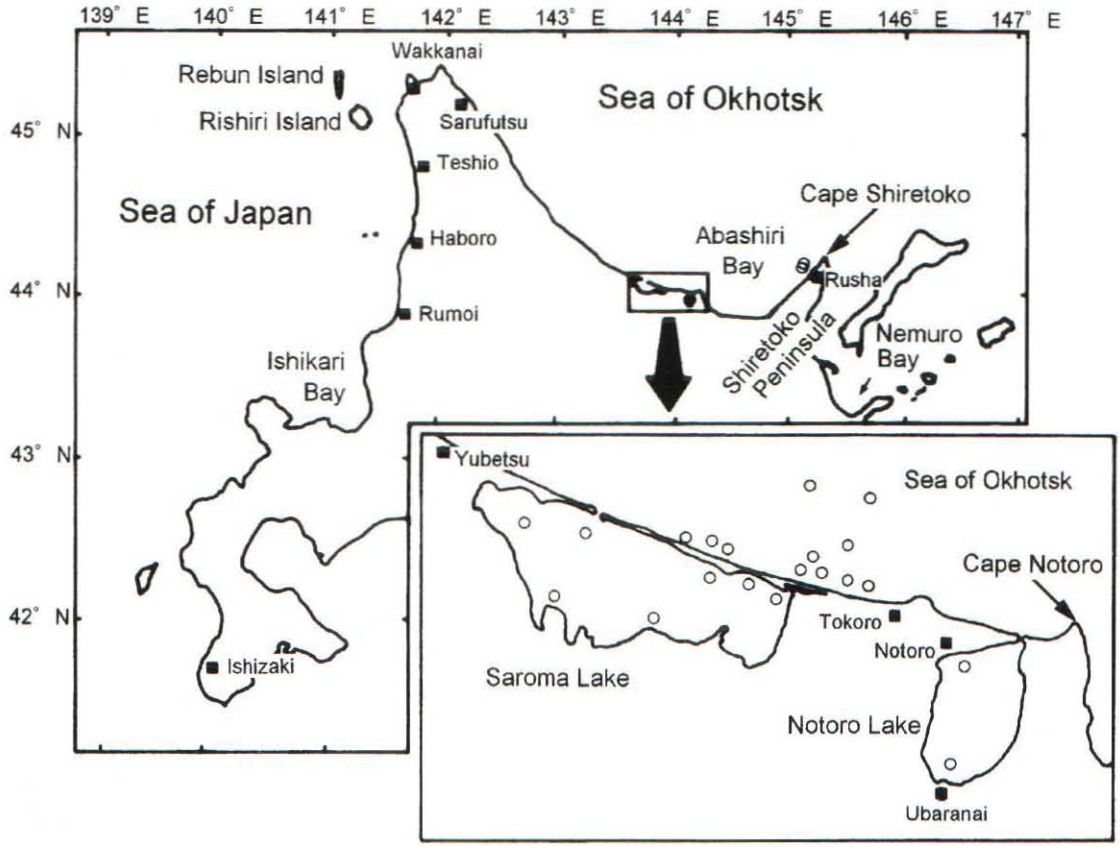


Fig. 1. Map showing all the release sites (open circles) for tagged cresthead flounder off northeastern Hokkaido in 1963–1965,1990 and 1992.

Table 1. Release and recapture data for tagged flounders released off Tokoro and Rusha. Figures in parentheses are percentage of recaptures.

Area	Released date	No.of tags released	Body length (mm) of released flounders			No. of recaptures		
			Min.	Max.	Mean	Sea of Okhotsk	Sea of Japan	Total
Tokoro	Aug. 1,1963	100	123	276	166.1	12(12.0)	1(1.0)	13(13.0)
Tokoro	Sep. 15,1963	199	130	281	209.9	29(14.6)	20(10.1)	49(24.6)
Tokoro	June 2,1964	90	160	322	196.1	22(24.4)	1(1.1)	23(25.5)
Tokoro	June 3,1964	160	127	295	198.8	40(25.0)	10(6.3)	50(31.3)
Tokoro	July 21,1964	140	135	264	215.7	16(11.4)	7(5.0)	23(16.4)
Tokoro	Sep. 4,1964	250	169	326	230.9	20(8.0)	10(4.0)	30(12.0)
Tokoro	June 8,1965	162	110	293	186.6	42(25.9)	4(2.5)	46(28.4)
Tokoro	June 9,1965	137	125	300	232.6	39(28.5)	3(2.2)	42(30.7)
Tokoro	July 20,1965	216	148	339	232.6	29(13.4)	12(5.6)	41(19.0)
Tokoro	Sep. 10,1965	297	119	333	230.0	29(9.8)	21(7.1)	50(16.8)
Rusha	July 18,1964	205	123	313	207.5	9(4.4)	2(1.0)	11(5.4)
Rusha	July 18,1965	225	137	310	223.6	24(10.7)	9(4.0)	33(14.7)
	Total	2,181				311(14.3)	100(4.6)	411(18.8)

から釣りによって採取したクロガシラガレイの全長（吻端から尾鰭後端まで）を船上で測定し，魚体の背鰭基部に赤と白のディスクタグと黄色のアンカータグを併用した標識をタグガンによって装着して放流した。放流数は1989年には378個体，1990年には125個体であった（Table 2）。1991年7～9月の標識放流では，サロマ湖内の底建網とカレイ刺網で漁獲されたクロガシラガレイを陸上の流水式水槽に2～4日間蓄養し，全長を測定した後，上記と同様に標識を装着した。後日，船上の蓄養タンクに収容して放流地点まで輸送し，216個体を放流した（Table 2）。なお，1989～1991年の標識放流では不正確な位置データが多かったため，放流と再捕の海域をサロマ湖内，能取湖内および外海の3海域として集計した（Table 2）。また，1992年8月26，27日にはサロマ湖内に分布するサロマ湖系群とサロマ湖沖外海に分布するオホーツク海－北部日本海系群との交流を調査するためにサロマ湖内と外海において標識放流を行った（Fig. 1）。標識放流魚については，常呂沖外海のカレイ刺網およびサロマ湖内の底建網とカレイ刺網で漁獲されたものを用いた。これらの体長を測定した後，上記と同様に標識を装着し，流水式の水槽で2～4日間蓄養した。放流日には漁獲海域別に船上の蓄養タンクに放流魚を収容して放流地点まで輸送し，常呂沖外海で漁獲された個体をサロマ湖内の4点に計318個体，サロマ湖内で漁獲された個体を外海の2点とサロマ湖内の7点にそれぞれ計315個体と計785個体放流した（Table 3）。

一方，1990年10月29日には能取湖内の能取沖から353個体，同30日には卯原内沖から506個体の標識放流を行った（Fig. 1，Table 4）。標識放流魚は能取湖内のカレイ刺網および底建網で漁獲されたもので，これらを船上のタンクに収容して放流地点まで輸送した。放流地点では，放流魚の全長を測定し，赤のディスクタグと黄色のアンカータグを併用した標識を魚体の背鰭基部にタグガンを用いて装着して放流した。

結　　果

常呂沖からの標識放流

1963～1965年の6～9月に常呂沖から標識放流した1,751個体のうち，278個体がオホーツク海で，89個体が日本海で再捕された（Table 1）。再捕地点を季節別に整理すると（Fig. 2），日本海における本種の産卵期である3～5月[2, 7, 8]の再捕は，放流地点周辺と石狩湾以北の日本海に多く，とりわけ利尻島東岸や天塩から留萌

Table 2. Release and recapture data for tagged flounders released in Saroma Lake. Figures in parentheses are percentage of recaptures.

Released date	No.of tags released	Total length(mm)of released flounders			No.of recaptures			
		Min.	Max.	Mean	Saroma Lake	Notoro Lake	Sea of Okhotsk	Total
July 17–Sep.27,1989	378	120	272	186.2	24(6.3)	0(0)	1(0.3)	25(6.6)
Sep.25–26,1990	125	133	258	204.7	5(4.0)	1(0.8)	2(1.6)	8(6.4)
July 19–Sep.18,1991	216	130	275	195.6	9(4.2)	0(0)	1(0.5)	10(4.6)
Total	719				38(5.3)	1(0.1)	4(0.6)	43(6.0)

Table 3. Release and recapture data for tagged flounders released in Saroma Lake and Sea of Okhotsk on August 26-27,1992. Figures in parentheses are percentage of recaptures.

Native area of released fish	Released area	No.of tags released	Body length (mm) of released flounders			No.of recaptures			
			Min.	Max.	Mean	Saroma Lake	Sea of Okhotsk	Sea of Japan	Total
Sea of Okhotsk	Saroma Lake	318	124	294	235.3	8(2.5)	16(5.0)	2(0.6)	26(8.2)
Saroma Lake	Sea of Okhotsk	315	110	280	167.8	2(0.6)	39(12.4)	0(0)	41(13.0)
Saroma Lake	Saroma Lake	785	118	258	170.4	39(5.0)	0(0)	0(0)	39(5.0)
	Total	1,418				49(3.5)	55(3.9)	2(0.1)	108(7.6)

Table 4. Release and recapture data for tagged flounders released in Notoro Lake on October 29–30,1990. Figures in parentheses are percentage of recaptures.

Released area	No.of tags released	Total length(mm)of released flounders			No.of recaptures
		Min.	Max.	Mean	
Notoro	353	112	364	221.2	88(24.9)
Ubaranai	506	130	384	217.3	94(18.6)
Total	859				182(21.2)

沿岸にかけて集中した。1963年の放流群では，放流後593日目に道南の石崎沖で再捕された個体もあった。6～8月には放流直後の再捕が多かったため，再捕地点は常呂沖に密集していたが，1964年と1965年に放流したものは，サロマ湖から北西側のオホーツク海沿岸でも多く再捕された。9～11月も6～8月とほぼ同様の再捕結果であったが，1963年と1964年の放流群では，能取岬以東の網走湾でも再捕がみられた。また，1965年の放流群では，放流後105日目にサロマ湖内で，465日目に石狩湾でそれぞれ1個体ずつ再捕された。12～2月にはオホーツク海が流氷によって閉ざされるため，再捕報告は極めて少なかったが，1964年と1965年の放流群のうち，それぞれ1個体が放流後581日目と990日目に石狩湾で再捕された。

Fig. 3には常呂沖から放流した標識魚のうち，再捕された全個体の放流時の平均体長と再捕魚の平均体長を再捕までの日数別に示した。再捕魚の体長の測定資料が少なかったため，ここでは放流日から再捕までの日数を300日ごとにまとめて示した。また，再捕漁具は主に刺網，底建網，底曳網であったが，報告されていない場合も多く，漁獲サイズの漁具による影響については考慮しなかった。これによると，再捕までの日数が同じでも，放流地点周辺の能取岬から湧別に至るオホーツク海に比べて，放流地点の北西部にあたる湧別から稚内に至るオホーツク海や日本海での平均体長は，常に大きくなっていた。

留斜沖からの標識放流

1964～1965年の7月に知床半島の留斜沖から標識放流した430個体のうち，33個体がオホーツク海で，11個体が日本海で再捕された（Table 1）。Fig. 4にはクロガシラガレイの再捕地点をFig. 2と同様に示した。これによると，再捕尾数は少ないが，常呂沖から放流したものとほぼ同様の再捕パターンを示した。すなわち，3～5月と12～2月の産卵期とその前後には日本海の利尻島周辺や稚内西岸から羽幌沿岸で再捕がみられ，12～2月を除く期間にはオホーツク海沿岸を北上するように再捕された。また，6～8月と9～11月にはマスやサケの定置網が網走湾に多く設置されるため，知床半島北西岸や網走湾沿岸に再捕が集中した。

サロマ湖およびその外海からの標識放流

1989～1991年にサロマ湖内から放流した719個体のうち，サロマ湖内で38個体，能取湖内で1個体，サロマ湖沖の外海で4個体が再捕された（Table 2）。

1992年8月には常呂沖外海で漁獲されたクロガシラガレイをサロマ湖内に318個体放流し，26個体が再捕された（Table 3）。そのうち8個体は放流後9日以内に湖内で再捕され，残りの18個体は放流後13日以降に湧別から北西側のオホーツク海や日本海で再捕された（Fig. 5）。また，サロマ湖内南東部から放流した個体のうち，1個体が能取岬沖，2個体が能取湖内で再捕された。

同じく1992年8月にサロマ湖内で漁獲されたクロガシラガレイを外海と湖内に放流した。外海には785個体放流し，41個体が再捕された（Table 3）。そのうち2個体が能取湖内で再捕されたほかは，サロマ湖内とサロマ湖沖外海から能取岬に至る沿岸域で再捕された（Fig. 6）。これらは放流後の日数がいくら経過しても大きな移動がみられなかった。一方，サロマ湖内には315個体放流し，39個体が再捕されたが（Table 3），これらの再捕地点はすべてサロマ湖内の沿岸域であった（Fig. 6）。

能取湖からの標識放流

1990年10月には能取湖内の能取沖と卯原内沖からそれぞれ353個体と506個体の標識放流を行い，計182個体の再捕があった（Table 4）。能取湖では4～5月の産卵期[9]に漁獲が集中するため，再捕の多くもこの時期にみられた（Fig. 7）。能取沖と卯原内沖の両地点から放流した個体は湖内に広く分散する傾向のあるなかで，湖内の北西部から南部にかけての再捕が多かった。外海での

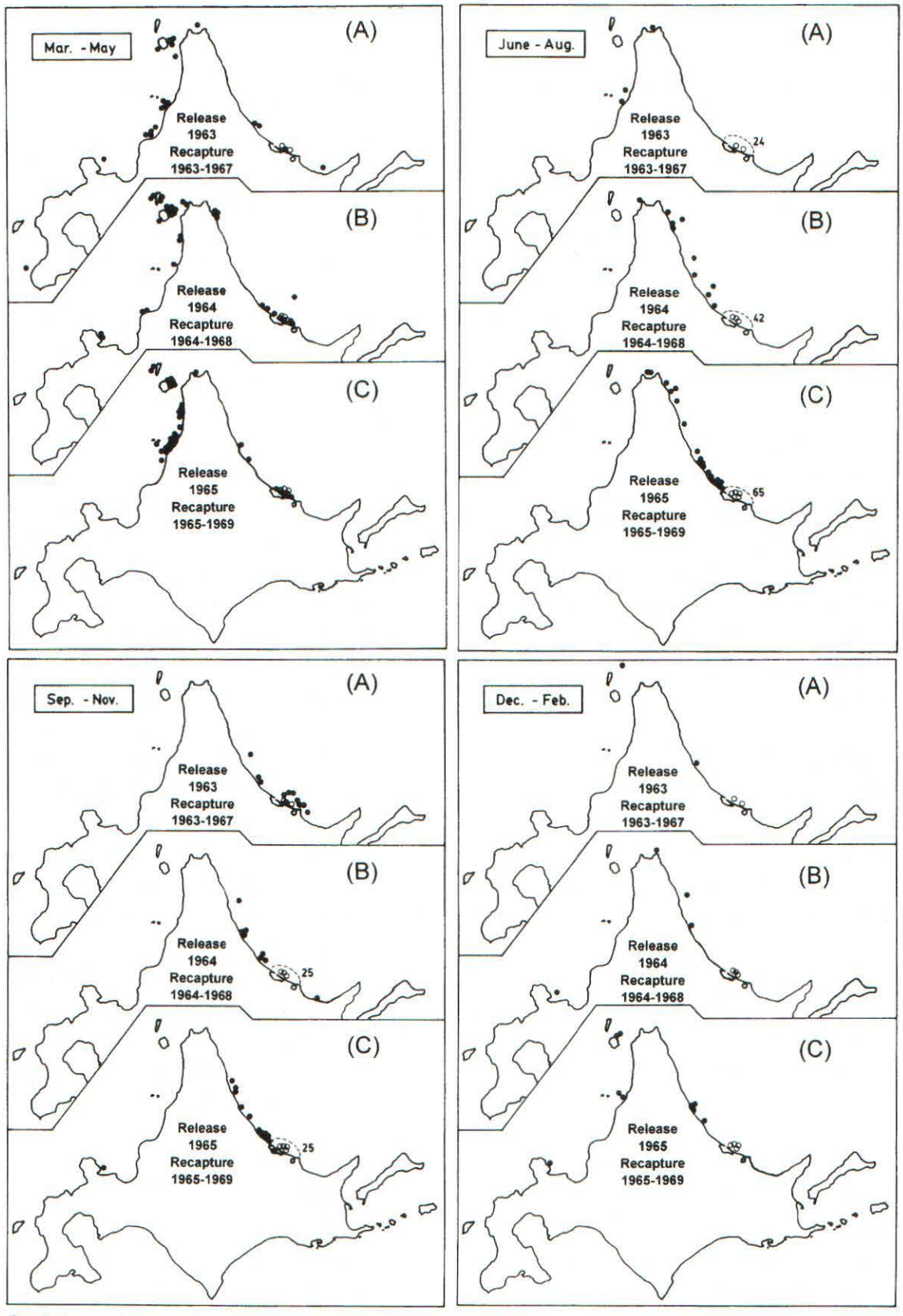


Fig. 2. Release (open circles) and recapture (solid circles) sites for tagged flounders released off Tokoro on August 1 and September 15, 1963 (A), June 2-3, July 21, and September 4, 1964 (B), and June 8-9, July 20, and September 10, 1965 (C). The broken line with numbers indicates number of recaptures near the release sites. Months in rectangles represent recapture month.

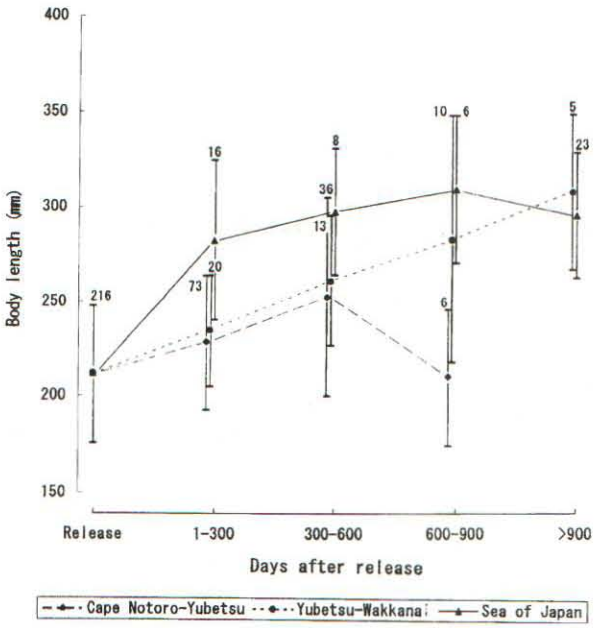


Fig. 3. Mean body length (mm) and standard deviation of recaptures released off Tokoro between 1963 and 1965. Vertical bars with figure indicate standard deviations and number of individuals.

再捕は卯原内沖から放流し，能取岬沖で再捕された1個体だけであった。

考　　察

1963～1965年の常呂沖と留斜沖からの標識放流によると，根室海峡側での再捕はなく，放流地点から北西側のオホーツク海や石狩湾以北の日本海で多く再捕された（Figs．2，4）。1992年の常呂沖外海のクロガシラガレイをサロマ湖内から放流した場合も，放流地点から南東側への移動は能取岬までであった（Fig. 5）。根室湾でクロガシラガレイの標識放流を行った金丸[10, 11]によれば，再捕の多くは根室湾であり，知床岬から北西側での再捕はなかった。また，稚内水産試験場[12-14]によるオホーツク海北部の猿払沖からの標識放流では，再捕は放流海域周辺と日本海にだけみられ，放流海域から南東側への移動はなかった。これらのことから，猿払沖から知床半島までのオホーツク海に分布するオホーツク海－北部日本海系群は，根室湾に分布するクロガシラガレイとは別系群であり，その主な移動の範囲は知床半島北西側のオホーツク海から石狩湾以北の日本海までと考えられる。また，クロガシラガレイの産卵期である3～5月には[2, 7, 8]，利尻島東岸や留萌以北の日本海沿岸で再捕が多くみられたことから，この地域が本系群の主産卵場となっていると考えられる。

森田，大原[1]はオホーツク海に分布するクロガシラガレイの日本海への移動の時期は，秋から冬と推定している。Figs．2，4によれば，再捕は6～11月に常呂から北西側のオホーツク海沿岸で多く，その後3～5月には日本海沿岸で多くなることから，オホーツク海－北部日本海系群は夏から秋にオホーツク海を北上し，翌年の春までに日本海の産卵場に移動するものと思われる。また，再捕魚の体サイズを海域別に比較すると，成長の良い大型個体ほどオホーツク海の北部や日本海に移動しているのに対し（Fig. 3），放流地点周辺の能取岬から湧別に至る海域の再捕魚は成長が悪く，放流後300日以内の日本海の再捕魚と比べてもかなり小さい。このことは放流地点周辺で再捕された個体の多くが未成魚であり，これらはほとんど移動していないことを示唆している。従って，オホーツク海で漁獲されるクロガシラガレイが3～5歳の未成魚主体となっているのは[3-6]，北上移動過程の一部のもの，あるいは移動開始前の未成魚を漁獲対象としているためといえる。

1989～1992年にサロマ湖内のクロガシラガレイをサロマ湖内に標識放流した再捕結果によると，再捕のほとんどは湖内からであり，オホーツク海北部や日本海で再捕されたものはなかった（Table 2，Fig. 6）。サロマ湖においてクロガシラガレイの資源調査を行った石野[15, 16]によれば，漁獲物の主体は雌雄ともに6～7歳であり，4～5月には成熟魚が漁獲される。このようにサロマ湖内の個体群は若齢の未成熟個体が主体の外海の漁獲物[3-6]とは大きく異なる年齢構成を示しており，オホーツク海－北部日本海系群とは別の系群と判断される。また，1992年にサロマ湖内のクロガシラガレイを外海の2点に標識放流した再捕結果によると，放流地点から東側の海域で再捕が多く（Fig. 6），1989～1991年のサロマ湖内からの標識放流においても，5個体が能取湖とサロマ湖沖外海で再捕された（Table 2）。これらのことはサロマ湖系群がサロマ湖沖外海から能取岬までの沿岸域と能取湖も生活領域として利用する可能性を示唆している。

一方，能取湖からの標識放流では湖内の北西部から南部にかけて再捕が多く（Fig. 7），これは石田[17]による1948～1949年の標識放流と同様の結果であった。4～5月の再捕魚の多くが成熟魚であり，能取湖では3～10歳までのクロガシラガレイが刺網によって漁獲されていることから[18]，能取湖内に分布するクロガシラガレイもサロマ湖系群と同様にオホーツク海－北部日本海系群とは別の系群と考えられる。能取湖から標識放流

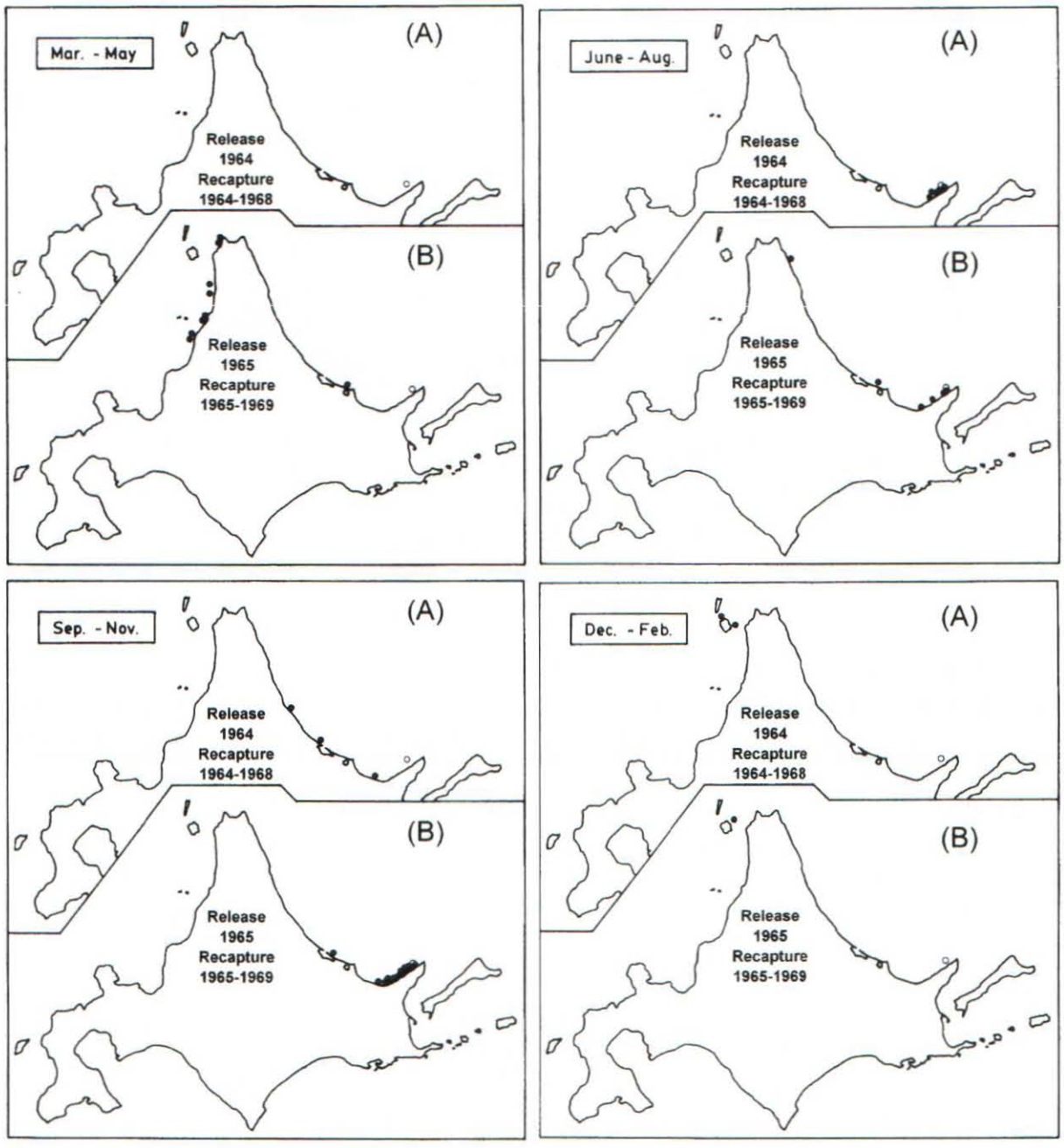


Fig. 4. Release (open circles) and recapture (solid circles) sites for tagged flounders released off Rusha on July 18, 1964 (A) and July 18, 1965 (B). Months in rectangles represent recapture month.

した個体で，外海からの再捕は1個体だけであったが（Fig. 7），1990年と1992年のサロマ湖内やその外海からの標識放流では，一部の標識魚が能取湖内でも再捕された（Table 2，Figs. 5，6）。石田[9]は能取湖産クロガシラガレイの形態的特徴を調査したところ，2群に区別できることを報告している。これらのことは能取湖が複数系群の分布域となっていることを示唆しており，能取湖系群の独立性については，形態的および遺伝的差異からさらに調査を進める必要がある。

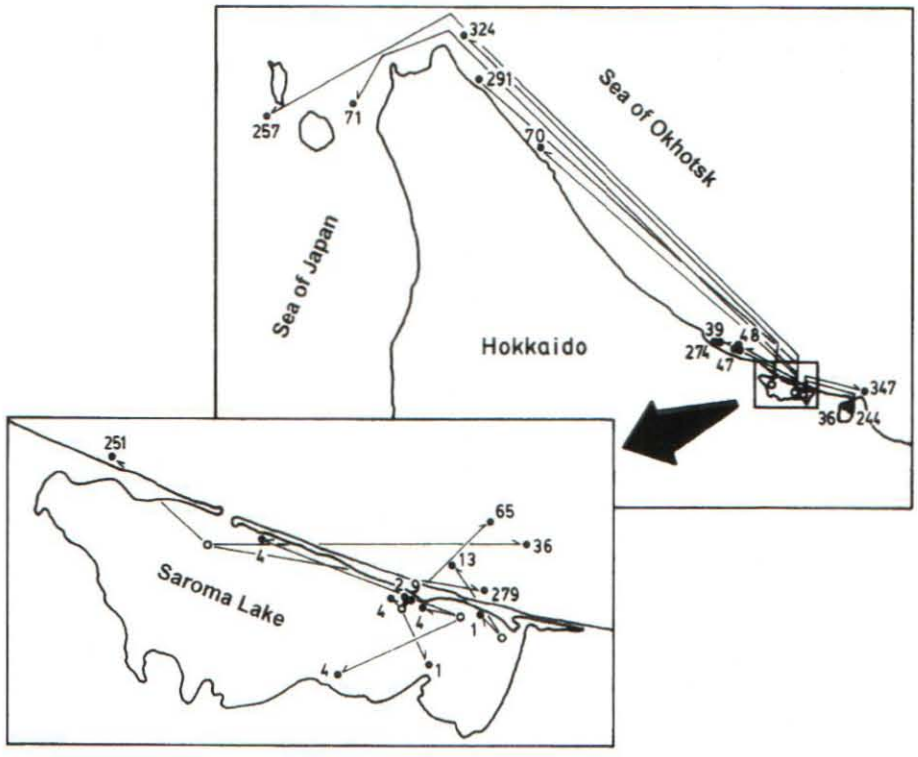


Fig. 5. Release (open circles) and recapture (solid circles) sites with straight line for tagged flounders caught off Tokoro and released in Saroma Lake on August 26–27, 1992. Figures indicate days after release.

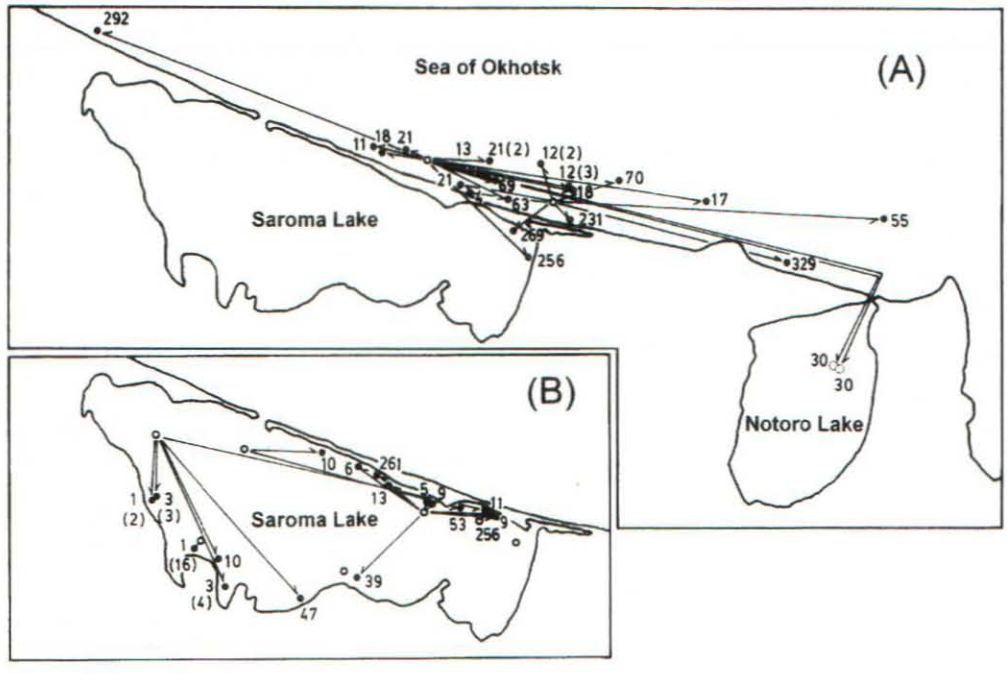


Fig. 6. Release (open circles) and recapture (solid circles) sites with straight line for tagged flounders caught in Saroma Lake and released in Saroma Lake (B) and the adjacent area (A) on August 26-27, 1992. Figures and that in parentheses indicate days after release and number of recaptures at the same site respectively. Recapture sites with open circle in Notoro Lake are unclear.

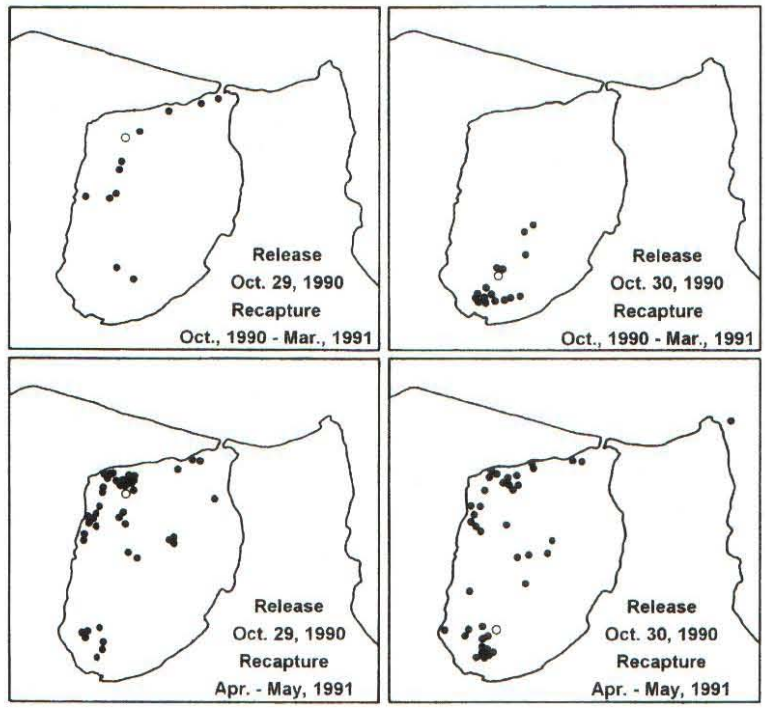


Fig. 7. Release (open circles) and recapture (solid circles) sites for tagged flounders released in Notoro Lake on October 29–30, 1990.

要　　約

1．1963～1965年の常呂沖と留斜沖のオホーツク海からの標識放流および1992年のサロマ湖内とその外海からの標識放流による再捕資料を併せて検討したところ，次のような知見が得られた。オホーツク海－北部日本海系群の主な分布域は，知床半島北西側のオホーツク海から石狩湾以北の日本海までと考えられ，オホーツク海には未成魚が分布し，これらは夏から秋にかけて北上し，翌年の春までに日本海沿岸の産卵場に移動するものと推定された。日本海での再捕結果から，利尻島東岸や留萌以北沿岸が主産卵場と考えられた。

2．1989～1992年にサロマ湖内のクロガシラガレイをサロマ湖内とその外海から標識放流したところ，再捕の多くは放流地点周辺であったが，サロマ湖から能取岬までのオホーツク海や能取湖内での再捕もみられた。

3．1990年の能取湖内からの標識放流では，能取岬沖で1個体が再捕された以外は，すべて能取湖内で再捕された。

4．以上のことから，知床岬までの北海道オホーツク海沿岸に分布するクロガシラガレイの多くは日本海に産卵回遊するオホーツク海－北部日本海系群であり，サロマ湖と能取湖にはこれとは別の系群が存在する。サロマ湖系群はサロマ湖沖から能取岬までのオホーツク海や能取湖も分布域としている可能性がある。また，サロマ湖内やその外海からの標識放流では，一部の標識魚が能取湖でも再捕されたことから，能取湖系群の独立性については，さらに調査を進める必要がある。

謝　　辞

本報告で使用した1963～1969年の標識放流および再捕の資料は，元網走水産試験場山本正義氏の多大なご努力によって収集されたものであり，深甚の謝意を表する。標識放流試験に協力頂いた中川修氏をはじめとする常呂漁業協同組合青年部員の皆様，サロマ湖養殖漁業協同組合藤芳義裕氏，西網走漁業協同組合川尻敏文氏，網走中部地区水産技術普及指導所吉田孝夫氏（現渡島東部地区水産技術普及指導所），渡辺雄二氏（現石狩地区水産技術普及指導所），石崎裕之氏（現留萌南部地区水産技術普及指導所），網走東部地区水産技術普及指導所川口賢司氏（現留萌北部地区水産技術普及指導所），神野英彦

氏（現根室北部地区水産技術普及指導所），宮崎義弘氏（現後志南部地区水産技術普及指導所）に衷心よりお礼申し上げる。また，有益なご助言とご校閲を賜った網走水産試験場資源管理部長水島敏博氏および函館水産試験場石野健吾博士に謝意を表する。

文　　献

1）森田　祥，大原正司：クロガシラガレイの漁業生物学的研究（Ⅱ）．系統群についての若干の考察．北水研報告，30，60－66（1965）．
2）森田　祥，山本正義：“クロガシラガレイ”．北海道沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験報告書．余市町，北海道立中央水産試験場，1967，131－142．
3）網走水産試験場：“沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験”．昭和39年度事業報告書．網走市，北海道立網走水産試験場，1964，2－8．
4）網走水産試験場：“沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験”．昭和40年度事業報告書．網走市，北海道立網走水産試験場，1965，16－23．
5）山本正義，黒島数夫，小杉寛夫：“沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験”．昭和41年度事業報告書．網走市，北海道立網走水産試験場，1966，18－23．
6）山本正義：“沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験”．昭和42年度事業報告書．網走市，北海道立網走水産試験場，1967，12．
7）森田　祥，大原正司：クロガシラガレイの漁業生物学的研究（Ⅰ）．産卵群の生活様式．北水研報告，30，45－59（1965）．
8）森田　祥：石狩湾のクロガシラガレイ．産卵期をめぐる分布様式．北水試月報，21，49－53（1964）．
9）疋田豊治：黒頭鰈の発生について．水孵報告，7，133－144（1952）．
10）金丸信一：“カレイ漁場調査”．昭和55年度根室湾海域総合開発事業調査報告書．釧路市，北海道区水産研究所，1981，72－83．
11）金丸信一：“根室湾海域のクロガシラガレイとクロガレイについて”．昭和56年度根室湾海域総合開発事業調査報告書．釧路市，北海道区水産研究所，1982，79－86．
12）稚内水産試験場：“沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験”．昭和45年度事業成績書．稚内市，北海道立稚内水産試験場，1971，1－11．
13）稚内水産試験場：“沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験”．昭和46年度事業成績書．稚内市，北海道立稚内水産試験場，1972，1－11．
14）稚内水産試験場：“沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験”．昭和47年度事業成績書．稚内市，北海道立稚内水産試験場，1973，1－4．
15）石野健吾：“地域性底魚類の資源生態調査研究”．平成元年度事業報告書．網走市，北海道立網走水産試験場，1990，82－94．
16）石野健吾：“地域性底魚類の資源生態調査研究”．平成2年度事業報告書．網走市，北海道立網走水産試験場，1992，81－87．
17）石田力一：黒頭鰈調査報告第Ⅲ報．能取湖産黒頭鰈標識放流試験その1．水孵報告，4，62－72（1949）．
18）横山信一：“地域性底魚類の資源生態調査研究”．平成3年度事業報告書．網走市，北海道立網走水産試験場，1993，27－32．
19）石田力一：黒頭鰈の地方的差異について．水孵報告，3，16－22（1948）．

北水試研報　47, 25－31(1995)
Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.

木古内湾のマダラ成魚の移動回遊

藤沢千秋*1，夏目雅史*2

Migration of adult Pacific cod, *Gadus macrocephalus*, from Kikonai Bay, southern Hokkaido, Japan.

Chiaki FUJISAWA*1 and Masashi NATSUME*2

Adult Pacific cod, *Gadus macrocephalus*, were tagged and released to examine their migration from a spawning area in Kikonai Bay, Hokkaido, during the winter season from 1987 to 1993.

The majority of released cod were recaptured from the Pacific Ocean, between Tsugaru Strait, around the release position, and the eastern side of Hokkaido. A few Pacific cod were recaptured from the Sea of Japan.

Seasonal transition of the recaptured positions suggests that Pacific cod migrate to the eastern side of Hokkaido after more than one hundred days from release at Kikonai Bay, and return to the bay during the following spawning season.

It is unlikely that Pacific cod from Kikonai Bay migrate to Mutsu Bay for spawning. It appears that they spawn in the sea area off of the set net fishing grounds near Kikonai Bay, shortly after the end of January.

キーワード：マダラ，標識放流，移動，回遊，産卵

はじめに

北海道渡島支庁から根室支庁にいたる太平洋側の海域では，1980年ごろからマダラの漁獲量が急激に増加し[1]，津軽海峡周辺の道南海域でも冬場の重要な漁獲対象になっている[2, 3]。その中で，津軽海峡内の木古内湾に面する知内町では毎年12月から1月に，主に産卵直前のマダラが漁獲されるようになり，秋サケ漁終了後の冬場の重要な漁獲対象となった。これらは産卵群であることは確認されているが[2, 4]，その産卵行動や移動回遊経路などについては明らかにされていない。一方，津軽海峡を挟んで木古内湾の対岸にあたる陸奥湾でもマダラの産卵群を対象とした漁業が行われており，陸奥湾では産卵期，産卵場，および産卵後の移動回遊経路などの知見が得られている[5, 6]。

そこで，知内町では木古内湾に来遊したマダラのその後の移動回遊経路，および陸奥湾の産卵群との関係を明らかにするため，1987年から知内町漁業協同組合（以下，知内漁協）が主体となって，毎年同じ時期に産卵直前のマダラ成魚の標識放流を実施した。さらに，1990年からは隣接する木古内町漁業協同組合（以下，木古内漁協）でも実施され，これらは1992年から木古内湾に面する6漁協と1市，3町で構成する木古内湾漁場利用協議会の事業に拡大した。本報告では，1987年から1993年までの間に実施された木古内湾でのマダラ成魚の標識放流の再捕結果に基づいて，その移動回遊経路，翌年の産卵回帰の可能性，産卵時期，および産卵場について検討した。

報文番号　A251（1995年9月11日受理）

＊1　室蘭地区水産技術普及指導所（Muroran Fisheries Extension Office, Hunami, Muroran, Hokkaido 051, Japan）
＊2　北海道立函館水産試験場（Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station, Yunokawa, Hakodate, Hokkaido 042, Japan）

材料と方法

標識放流は船霊祭（例年1月11日）の行事の一環として実施されたため，毎年1月中旬のほぼ同時期に行われた（Table 1），放流魚は，底建網で漁獲したマダラを活魚水槽で1～2日蓄養した中から，傷等がなく，弱っていない個体を使用した。放流魚を産卵前の個体に限定するため，腹部の外見から放精，放卵後と思われる個体を選別排除した。放流魚の全長，体重（年によっては全長あるいは体重のみ）を測定後，背部にプラスチックディスクの標識を白色ビニールチューブで装着した（Fig. 1）。測定，標識装着に当たって麻酔を使用しなかった。標識装着後直ちに漁船の活魚槽に収容し，各漁協から2～5.5km沖合の水域で，水深40m以浅に設置されている底建網漁場の沖合部に放流した（Fig. 2，Table 1）。放流した段階で正常遊泳できない個体は直ちに再収容し，放流には使用しなかった。

再捕魚の体長および体重の測定は，主に水揚げされた各漁業協同組合で行われた。体長の測定部位を全長と明示した再捕報告用紙を事前に関係各機関に配布し，渡島，桧山管内からは，ほとんどこの報告用紙で報告された。しかし，遠隔地からの報告で一部体長の測定部位が確認できないものがあり，これらは放流時の全長から類推して，すべて全長測定であると判断した。再捕報告の収集および集計は渡島中部地区水産技術普及指導所で行った。

本報告では，1987年から1993年3月末日までの再捕報告を集計した。

Table 1. Number of cod tagged in Kikonai Bay and recaptured cod.

Date	Location	Distance from shore(m)	Depth (m)	Number of tagged cod	Number of recaptured cod	Recapture rate (%)
Jan.12,1987	Off Shiriuti	4,000	25	30	4	(13.3)
Jan.14,1988	Off Shiriuti	2,000	−	23	5	(21.7)
Jan.11,1989	Off Shiriuti	4,500	30	43	9	(20.9)
Jan.10,1990	Off Kikonai	3,600	38	30	6	(20.0)
Jan.11,1990	Off Shiriuti	4,500	30	45	8	(17.8)
Jan.10,1991	Off Kikonai	4,000	−	24	4	(16.7)
Jan.11,1991	Off Shiriuti	2,000	−	35	13	(37.1)
Jan.10,1992	Off Kikonai	5,500	−	25	2	(8.0)
Jan.11,1992	Off Shiriuti	4,500	30	38	7	(18.4)
Jan.11,1993	Off Shiriuti	5,000	−	30	8	(26.7)
				323	66*1	(22.3)*2

*1 Included the three cod recapture date unknown

*2 Included the six cod release date unknwon

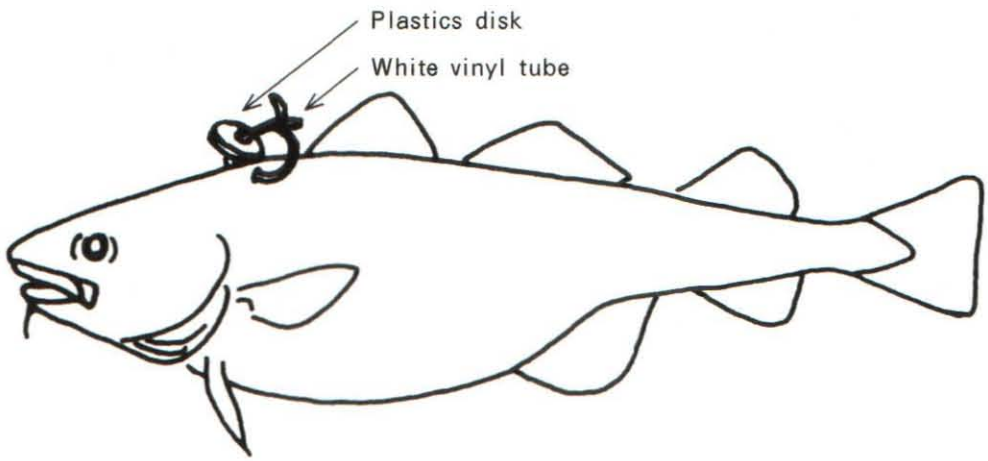


Fig.1. The position of tag attached to the body of cod.

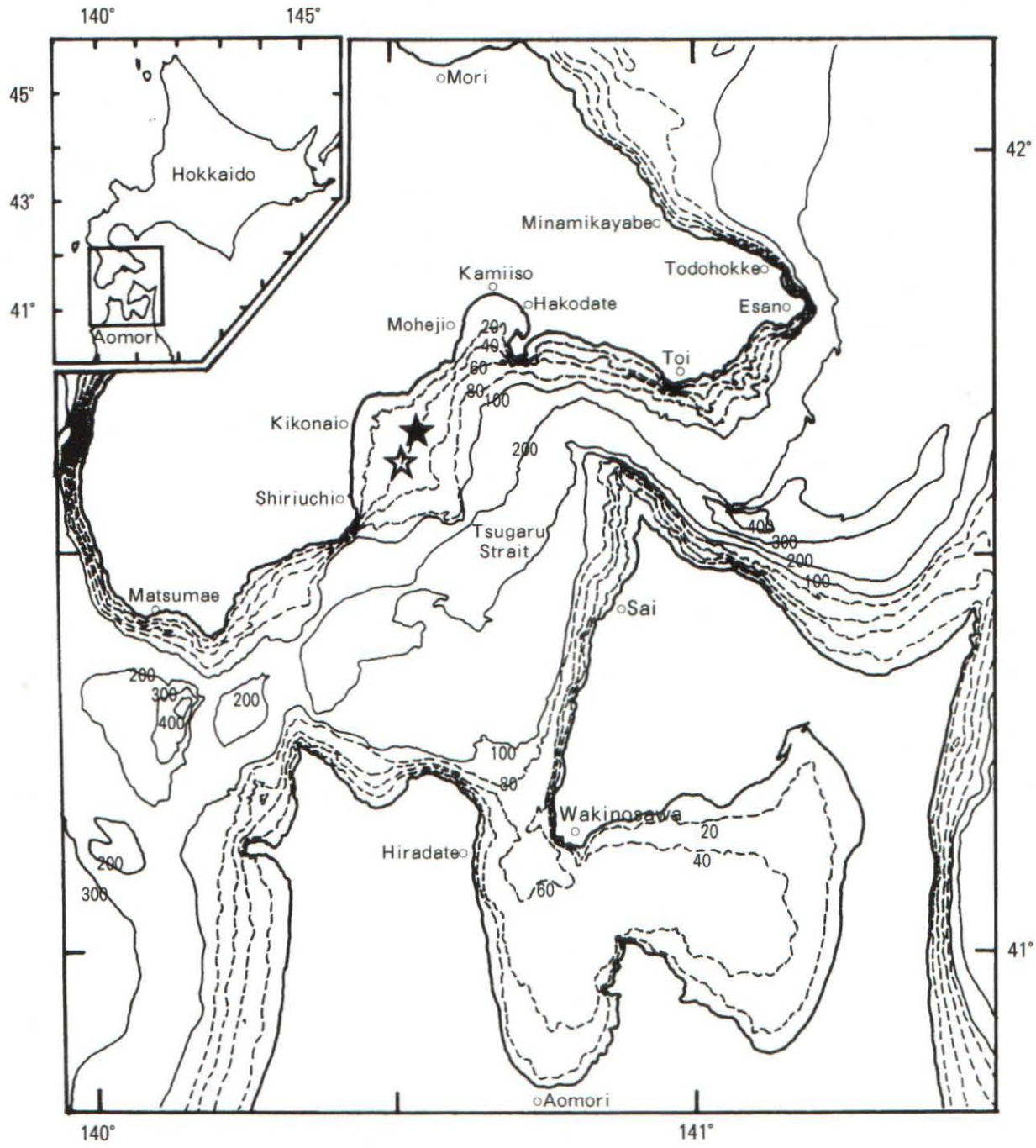


Fig.2. Locations of the release positions of cod and bottom contours around the Tsugaru Strait. Stars indicate release positions:off Shiriuchi〔☆〕,off Kikonai〔★〕.

結　　果

放流個体数は，年および場所によって23～45個体と異なるが，1987年から1993年までに総計323個体を標識放流し，72個体が再捕された（Table 1）。再捕率は放流した年および場所によって8.0～37.1%と幅があるが，全体の平均では22.3%であった。

地点別の再捕個体数は（Fig. 3），津軽海峡内では放流地点の木古内湾およびその周辺海域で37個体，恵山周辺で18個体，太平洋側では室蘭周辺で5個体，襟裳岬周辺で4個体，釧路および霧多布沖の道東で4個体であった。また，日本海側では松前で2個体再捕され，青森県では平館および佐井村で1個体ずつ再捕された。

標識魚を再捕した漁具と漁場水深は，木古内湾およびその周辺では，すべて底建網と定置網類で11～40m，恵山周辺では，延縄，一本釣が主体で100～200m，室蘭周辺から道東では，刺し網と沖合底曳網で95～300mの範囲で100～200mが中心であった。

再捕までの経過日数を再捕場所ごとにみると（Fig. 3），木古内湾およびその周辺では2個体が1年以上であったが，これ以外はすべて9日以内と短く，どの年も1月20日までに再捕された。恵山町周辺では4日の1個体を除き，すべて20日以上で，100日台が2個体，1年以上も1個体みられ，1月14日の1個体を除き，すべて1月31日以降に再捕された。太平洋側では，室蘭周辺で20～76日，襟裳岬周辺は再捕日不明3個体と319日が1個

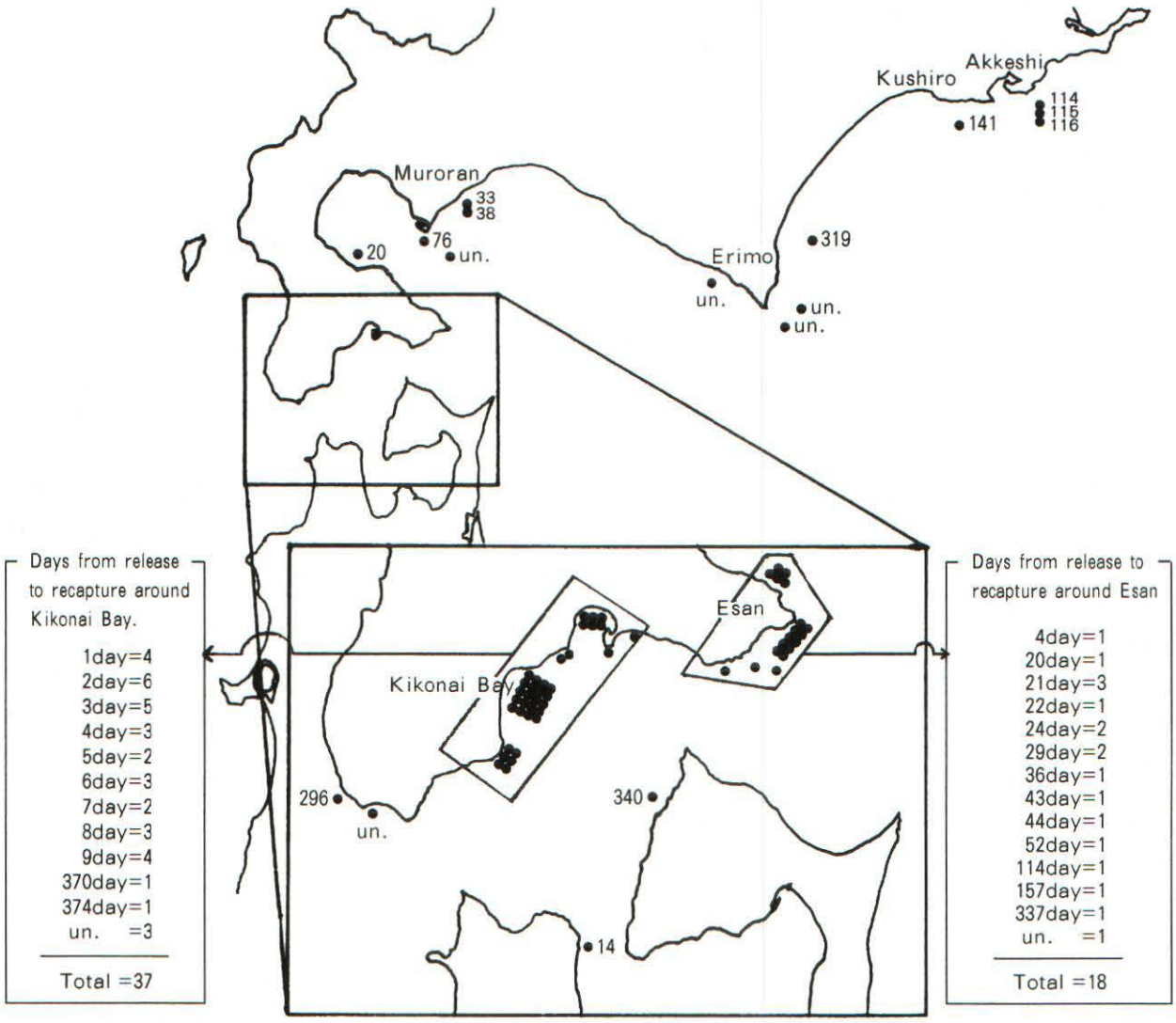


Fig.3. Recapture positions of cod from January 1987 to March 1993. Arabic numerals show the number of days after release.
un. =recapture date unknown

体，道東では114～141日であった。また，松前では296日，青森では平館で14日，佐井村で340日であった。これら各海域への移動距離と経過日数の関係をFig. 4 に示した。移動距離は，再捕水深が津軽海峡内は主に40m以浅，太平洋側は100～200mが中心であったことから，津軽海峡内では直線移動，太平洋側では100m等深線沿いに移動したと仮定して計測した。太平洋側への移動はプラス，日本海側はマイナス距離として示した。放流後10日以内は放流点付近での再捕が多いが，移動距離は日数の経過とともに長くなり，150日前後で約500kmであった。しかし，ほぼ1年経過すると，再び放流点付近での再捕が多くなった。

調査期間中に放流したマダラの全長組成をFig. 5 の上段に，再捕したマダラの放流時の全長組成を下段に示した。なお，1987年の放流魚は体重のみの測定であったため，1989年の放流魚の測定結果からもとめた体重ー全長関係（$TL=69.94 \times BW^{0.281}$）から全長を推定して使用した。放流および再捕されたマダラの全長組成は，ともに66～68cmにモードがみられ，両者とも全長60cm以上の個体が大半を占めていた。

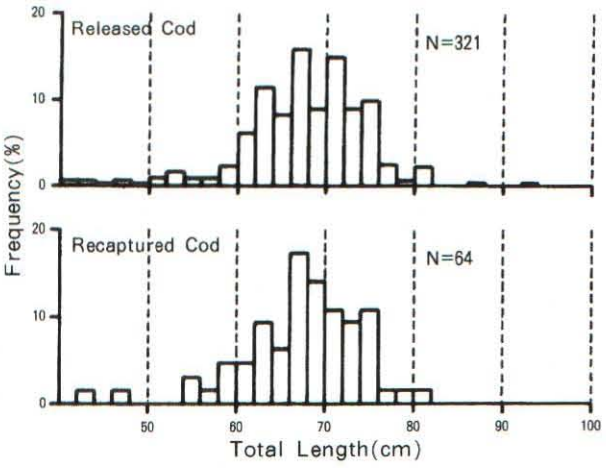


Fig.5. Size frequency distribution of released and recaptured Pacific Cod. Measured at released time.

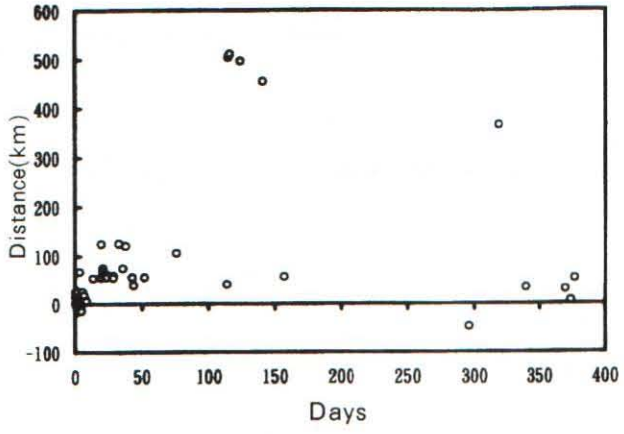


Fig.4. The relationship between the days from releaseto catch and the migrating distance of cod.
Positive distance indicates migration in the direction of the Pacific Ocean and negative distance indicates migration in the direction of the Sea of Japan.

考　　察

北海道太平洋側のマダラの50%成熟体長（被鱗体長）は，雌で57～58cm，雄で52～55cmであり[7]，体長（被鱗体長）と全長の直線回帰式から[8]これらを全長に換算すると，各々62～63cmと56～60cmである。本調査で放流ならびに再捕したマダラの大半は，放流時の全長が60cm以上であり（Fig. 5），放流魚を産卵前と思われる個体に限定していることから，再捕結果はマダラ成熟魚の産卵期間中と産卵終了後の移動経路を示していると考えられる。

マダラの再捕場所および再捕時期の推移から，木古内湾で産卵前に放流されたマダラは，大半は津軽海峡から太平洋側に短期間で移動し，その一部は北海道太平洋岸沿いに100日以上かけて道東まで移動することが確認された（Fig. 3）。また，翌年の産卵期には再び木古内湾周辺で再捕されていることから（Fig.4），マダラは翌年木古内湾に産卵回帰することが示唆された。さらに，ごく一部は日本海にも回遊することが明らかになった（Fig. 3）。この移動回遊経路は，陸奥湾の産卵後のマダラのそれと良く類似している[6]。

北海道南部の知内から森までの海域を木古内湾周辺，恵山周辺，太平洋側に分けて，マダラの月別漁獲量の変動をみると（Fig. 6），秋から冬にかけて太平洋側から恵山周辺，そして木古内湾周辺へと漁場が移り，木古内湾では12月から１月に盛漁期を迎える。さらに，冬から春にかけては逆に木古内湾から太平洋側へ漁場が移る傾向がみられる。この漁場の推移は，再捕結果から推定された木古内湾から太平洋への移動，および太平洋側からの産卵回帰と一致している。

海域毎にマダラの再捕された時期をみると（Fig. 3），木古内湾およびその周辺では毎年１月20日までに再捕され，恵山周辺では４日後の１個体を除き毎年１月31日以降に再捕されている。この１月20日から１月31日までの１月下旬にあたる期間には，青森県平館で1個体再捕されただけである。知内漁協の1991年度と1992年度の旬別の漁獲量の推移から（Fig. 7），盛漁期は12月下旬から１月上旬であった。聞き取り調査によれば，盛漁期のマダラのほとんどは外見上未産卵であり，１月上・中旬に放流魚を確保をするときも放卵後の個体はほとんどみられていない。一方，恵山では１月下旬には産卵後の個体がみられ[9, 10]，聞き取り調査でも，２月以降に漁獲されるマダラのほとんどが産卵後の個体であった。マダラは1回の放卵で産卵を完了し[4, 11, 12]一時期に集中して産卵することから[4, 9, 11]，木古内湾のマダラは毎年，恵山周辺まで移動する間の１月下旬以降の短い期間に集中して産卵していると推定される。

この１月下旬に，木古内湾では漁獲量が大きく減少するが（Fig. 7），陸奥湾では産卵盛期となり漁獲量も最大になる[5]。さらに，木古内湾の産卵前のマダラと陸奥湾の産卵後のマダラの移動回遊経路が類似することから，木古内湾から陸奥湾への産卵回遊が想定される。しかし，陸奥湾に来遊する魚群の多くは，湾口から南下して陸奥湾内に入り込み，一時停滞してから湾外に移動すると考えられているが[6]，木古内湾で放流したマダラは，陸奥湾では湾口部で２個体再捕されたのみであり（Fig. 3），陸奥湾の漁獲量の95%以上を占める脇野沢[5]ではまったく再捕されていない。したがって，木古内湾のマダラは陸奥湾への産卵回遊は少なく，木古内湾から恵山にいたる北海道沿岸で産卵すると考えられる。

陸奥湾では，産卵盛期に脇野沢周辺の水深60～70mの平坦な海底域が好漁場になる[5]。マダラの産卵は底質に大きく依存することから[11]，このような海域が産卵適地と考えられる。産卵が行われていると考えられる木古内湾から恵山にいたる海域では，木古内湾に水深80m以浅の平坦な海域が沖合まで広がっており（Fig. 1），産卵場の存在が示唆される。しかし，恵山周辺は浅海部が

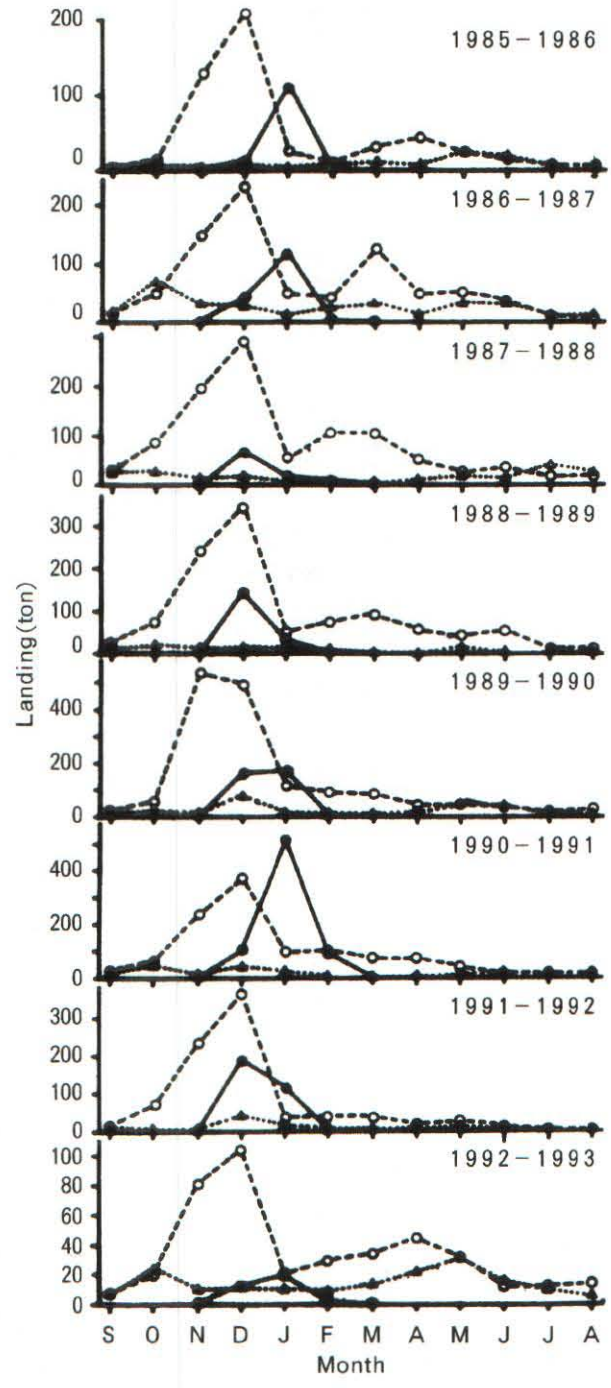


Fig.6. Seasonal changes in landing of Pacific cod from 1985 to 1993 (based on fishery statistics from department of fisheris, Hokkaido government).
(●)Around Kikonai Bay
: from Shiriuchi to Hakodate
(○)Around Esan
: from Toi to Todohokke
(△)Pacific Ocean side
: from Minamikayabe to Mori

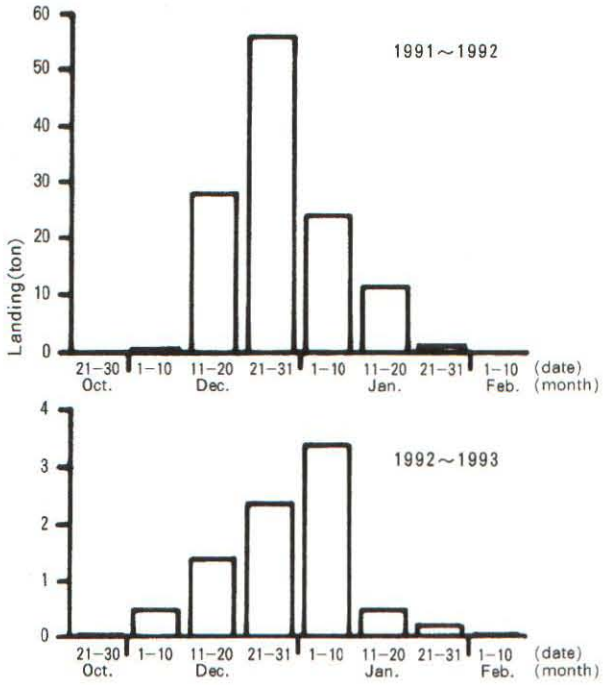


Fig.7. Seasonal changes in landing of Pacific cod by the Shiriuchi fisheries cooperative from 1991 to 1993.

少なく，1月に木古内では熟卵を持つマダラを漁獲物から確保できるが，恵山では困難であることから[2)]，産卵場である可能性は低い。

したがって，木古内湾では産卵盛期と考えられる1月下旬に漁獲量は大きく減少するが（Fig. 7），主漁法である底建網の漁場はほとんど40m以浅であることから，底建網漁場の沖合域が産卵場である可能性が高い。

今後，これらのことを検討するためには，1月下旬に40m以深の底建網漁場沖合域での分布調査，ならびに，マダラの産卵適地としての底質調査を行う必要があろう。

謝　辞

本報告にあたり，マダラの標識放流再捕結果を提供していただいた木古内湾漁場利用協議会，ならびに，ご校閲いただいた北海道大学水産学部桜井泰憲助教授に感謝の意を表する。

文　献

1）吉田英雄：資源シリーズ．マダラ．北水試だより．5．12－14（1989）

2）山内訓司，河野象威，酒井優，小林雅行：恵山町におけるマダラ人工ふ化の取り組みについて．北水試研報．42，283－294（1993）

3）清水晋：沿岸漁業の研究．①津軽海峡東部マダラ延縄漁業の現状．水産の研究．13(2)，83－87（1994）

4）桜井泰憲，吉田英雄：我が国におけるマダラ資源とその生態．水産「技術と経営」．平成2年1月号．40－54（1990）

5）早川豊，中西広義：マダラ増殖試験．青森県水産増殖センター事業概要．10，158－169（1981）

6）福田慎作，横山勝幸，早川豊，中西広義：青森県陸奥湾口部におけるマダラ成魚の標識放流について．栽培技研．14(2)，71－77（1985）

7）服部努，桜井泰憲，島崎健二：マダラにおける成熟体長の海域間差異．200カイリ水域内漁業資源総合調査．第14回東北海区底魚研究チーム会議報告．1－13（1994）

8）桜井泰憲，福田慎作：陸奥湾に来遊するマダラの年齢と成長．青森県水産増殖センター研究報告．3，9－14（1984）

9）Hattori , T. , Sakurai Y. and Shimazaki K. : Maturation and reproductive cycle of female Pacific cod in waters adjacent to the southern coast of Hokkaido, Japan. Nippon Suisan Gakkaishi. 58 (12), 2245–2252 (1992)

10）Hattori , T. , Sakurai Y. and Shimazaki K. : Maturity and reproductive cycle based on the spermatogenesis of male Pacific cod, Gadus macrocephalus, in waters adjacent to the southern coast of Hokkaido, Japan. Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn. 42, 265–272 (1993)

11）服部努：マダラの成長，成熟および繁殖生態に関する研究．博士学位論文．北大水産学部．函館．1994，150 p．

12）桜井泰憲：スケトウダラの繁殖特性と戦略．北水試研報．42，51－68（1993）

北水試研報　47, 33－40(1995)
Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.

北海道北部海域のスケトウダラ仔稚魚の分布

夏目雅史*1・佐々木正義*2

Distribution of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, larvae and juveniles off the northern coast of Hokkaido

Masashi NATSUME*1 and Masayoshi SASAKI*2

The distribution of larvae and juveniles of walleye pollock off the northern coast of Hokkaido were observed to understand their transport from the Sea of Japan to the Okhotsk Sea.

In both seas, the larvae and juveniles were concentrated in the coastal region, especially in the Okhotsk Sea, where they mainly distributed in the Souya Warm Current.

The size and proportion of frequency distribution of the total length of larvae and juveniles are different from year to year. But the proportion in both seas, is similar in same year. The spawning season in the Okhotsk Sea and the neighboring waters, except for the Sea of Japan, is after the middle of March.

Consequently, it seems reasonable to suppose that the larvae and juveniles distributed in the Okhotsk Sea on April were transported from the Sea of Japan by the Souya Warm Current.

キーワード：スケトウダラ，仔稚魚，分布，移送，日本海，オホーツク海

はじめに

近年，北海道の日本海およびオホーツク海におけるスケトウダラ漁獲量は大きく変動しており，資源変動の正確な予測や適正な漁獲の管理が求められている[1]。このような技術的課題の解決にはスケトウダラ資源の変動機構に関する研究が不可欠であり，筆者らはその一環として北海道北部水域のスケトウダラ仔稚魚の分布に関する研究を進めてきた[2-4]。

北海道北部水域には，日本海系とオホーツク海系の2つのスケトウダラ系統群が存在すると考えられているが[5, 6]，オホーツク海のスケトウダラについては，日本海で産卵されたものの一部が浮遊期にオホーツク海へ移送され，未成魚期をオホーツク海で生活することが推定されている[5, 6]。このことについて，着底期以降は脊椎骨数や体長組成などにより検討されているが[7, 8]，浮遊期は知見も少なく，その移送についても充分に検討されていない[8-10]。

ここでは，日本海およびオホーツク海におけるスケトウダラ仔稚魚の分布，体長組成および海洋構造を調査し，日本海からオホーツク海への仔稚魚の移送について検討したので報告する。

材料と方法

調査は北洋丸（北海道立稚内水産試験場所属試験調査船：275.36 t）により，1986年から1989年の毎年4月に北緯42度以北45度45分以南，東経139度30分以東145度30分以西の日本海からオホーツク海にいたる日本200海里水域内で行った（Fig. 1）。仔稚魚の採集には，全長30㎜以下のスケトウダラ仔稚魚採集器具として最も適当と考えられるビームトロールネット（網口2.0×2.5m，側

報文番号　A252（1995年9月11日受理）

＊1　北海道立函館水産試験場（Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station, Yunokawa, Hakodate, Hokkaido 042, Japan）

＊2　北海道原子力環境センター（Hokkaido Nuclear Energy Environmental Research Center, Miyaoka, Kyowa, Hokkaido 045-01, Japan）

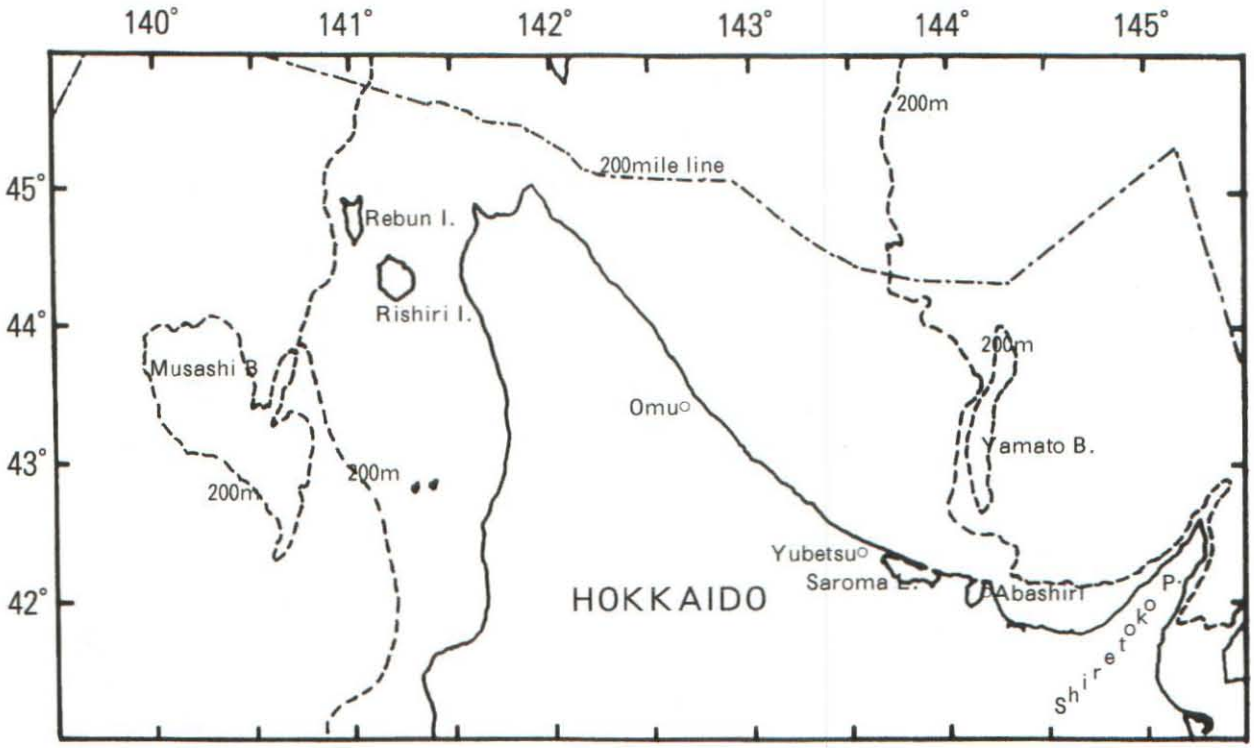


Fig.1. Survey area and bottom contours in the Sea of Japan and the Okhotsk Sea off northern Hokkaido. (B. = Bank, I . = Island , P .= Peninsula, L .= Lake)

長12m，袋目合GG54）を使用した[3,4]。曳網方法は深度0，10，30，50mの各層を順次２分間ずつ水平曳網する階段曳きで行った。曳網速度は2.5～3.0ノットとした。採集した仔稚魚は船上で５～10%ホルマリン海水で固定し実験室に持ち帰った。仔稚魚の選別，種の同定，計数，計測は，1986年については沿海調査開発株式会社に委託した。1987年以降は既往のタラ科魚類の同定法[11-13]をもとにスケトウダラ仔稚魚を選別した。体長はデジタルノギスにより全長（単位0.01㎜）を測定した。

仔稚魚採集調査点を含む定期海洋観測定点[14-16]で，ギルドライン社製CTDを用いて水温・塩分を測定した。

結　　果

１．海洋環境

1988年５月上・中旬に北海道北部日本海で行ったスケトウダラ仔稚魚の水深別分布調査において，採集個体数が10m層および30m層で多かったことから[3,4]，仔稚魚の水平分布と海洋環境との関係を検討するために，日本海，オホーツク海の年度別の20m層の水温・塩分の水平分布をFig.２に示した。

日本海では，毎年沿岸から沖合まで４～５℃台の水温域が広く分布し，東西の水温差は少なく，ごく沿岸域では陸水の影響と見られる低塩分域がみられた。

オホーツク海では塩分33.6以上の宗谷暖流域[17]が，1986年には湧別沖，1987年には雄武沖，1988年には佐呂間湖沖まで張り出し，その沖合に水温２℃以下，塩分33.0前後の中冷水域[17]が広く分布していた。1989年は沿岸域まで中冷水域が広がり宗谷暖流域はほとんどみられなかったが，30m以深の海底上に1986～1988年よりも狭い範囲ながら宗谷暖流域がみられた。

２．スケトウダラ仔稚魚の分布

1986～1989年における各年の調査地点別の一曳網当たりのスケトウダラ仔稚魚の採集個体数(以後密度と記す)をFig.３に示した。1986年の日本海のデータは前報[2]と重複しているが，日本海の仔稚魚の密度は，1987～1989年の期間も前報[2]と同様，沿岸域で高く，沖合域で低くなっていた。オホーツク海では1986年と1988年は流氷のため沖合域の一部で調査ができなかったが，1986～1989年のいずれの年も，密度は日本海と同様沿岸域で高く，沖合域で低かった。そこで，1989年は仔稚魚が多く分布する日本海の東経140度30分以東，およびオホーツク海の距岸30マイル以内の海域で仔稚魚の採集を行った。

スケトウダラ仔稚魚の密度には年変化がみられ，日本海では1986年および1987年は密度100以上の地点が利尻

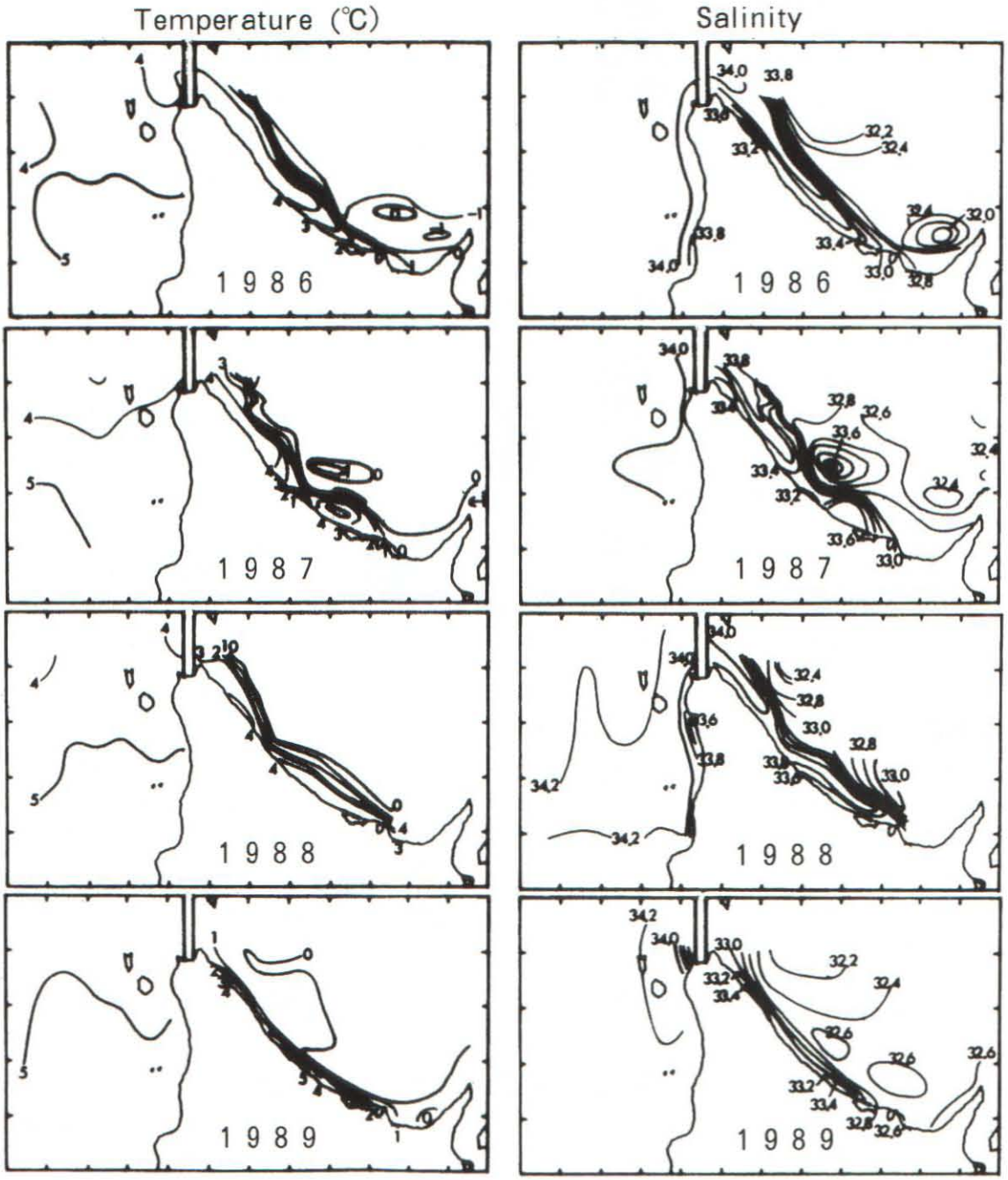


Fig.2. Distribution of water temperature and salinity at a depth of 20m in April from 1986 to 1989.

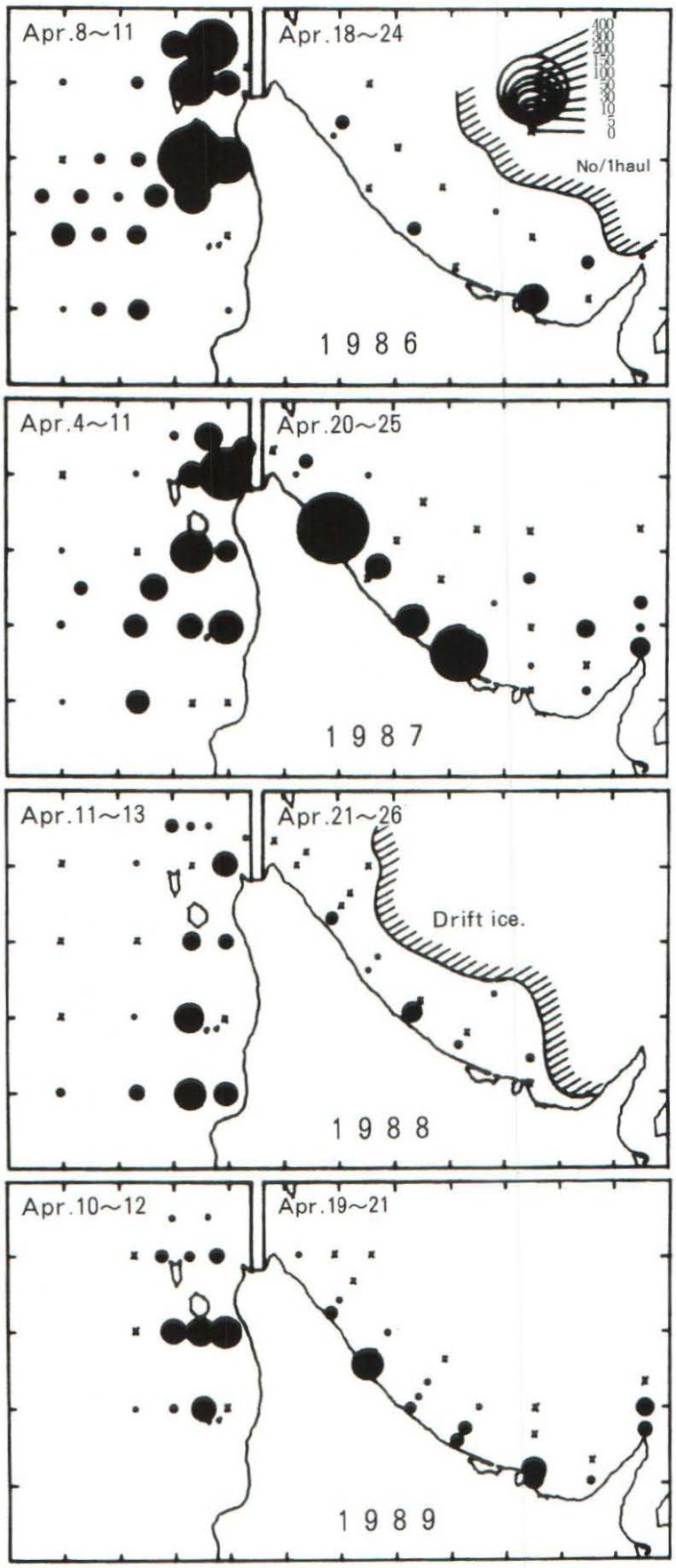


Fig.3. Distribution of walleye pollock larvae and juveniles in April from 1986 to 1989.

・礼文島周辺で各々4点と2点みられたが，1988年と1989年には最高でも75と低くなっており，概して1986年と1987年の密度は高く，1988年と1989年は低くなっていた。

一方，オホーツク海では，1987年は密度200以上の点が2点みられるなど，全体的に密度が高いのに対して，それ以外の年は最高でも75と低かった。また，密度の最高値は1987年は日本海より高く，1989年は日本海と同等であり，両年とも仔稚魚の採集された地点数が多かったが，沖合域に流氷が滞留していた1986と1988年の密度の最高値は日本海より低く，仔稚魚が採集されなかった地点も多かった。

3．スケトウダラ仔稚魚の体長組成

日本海側およびオホーツク海側で採集された仔稚魚の体長組成を海域別にFig. 4 に示した。日本海，オホーツク海ともに採集された仔稚魚のほとんどは全長30㎜以下であった。体長組成の大きさは両海域とも年により変化し，特に1989年は他の年に比べ小さかった（有意水準1％。また，毎年調査日が日本海より遅れるオホーツク海では，体長組成は常に日本海より大きかった（有意水準1％）。しかし，体長組成の形は両海域とも1986年は正規分布に近く，1987年は右に裾を引く形をしているなど，毎年その形が類似している（Fig. 4）。そこで，Kolmogorov - Smirnov 検定[18]により両海域の体長組成の形の差を検定した。この検定方法では2標本の位置，ばらつき，ひずみなどが同時に検定されるので，日本海の各個体に両海域間の平均体長の差を加算した体長組成を作成し，オホーツク海の体長組成との位置の差を補正して検定を行った。その結果，どの年も両海域間の体長組成の形に有意差は認められなかった（有意水準5％）。

考　　察

これまでの調査[8-10]と比較して，本研究では多くの仔稚魚が採集された。4月の日本海およびオホーツク海におけるスケトウダラ仔稚魚は，そのほとんどが全長30㎜以下で（Fig. 4），これらは主に沿岸域に分布していた（Fig. 3）。日本海では沿岸から沖合にかけて顕著な水温・塩分の変化がなく，前報[2]と同様，仔稚魚と海洋構造との関係はみられなかった。これに対して，オホーツク海側では仔稚魚の分布の中心は宗谷暖流水域内に形成されていた（Fig. 2，3）。

毎年調査日が日本海より遅れるオホーツク海では，仔稚魚の体長組成が常に日本海より大きいことから（Fig. 4），この体長の差は調査時期の違いによる成長によって生じていると考えられる。そして，この差を補正した両海域の体長組成の形に有意差がみられないことから，オホーツク海の仔稚魚は日本海と発生時期が近似していたと推定される。

オホーツク海日本200海里水域の産卵期が3月中旬から4月下旬と推定され[19]，さらに，隣接する海域であるサハリン西岸域およびサハリン東岸域のそれは，ともに4月以降であることから[8, 20]，孵化および仔稚魚の成長に要する日数を考慮すると[21, 22]，オホーツク海に分布していた仔稚魚は，これらの海域で産卵されたものではないと考えられる。

したがって，オホーツク海に4月に分布する仔稚魚は，主に北海道北部日本海から移送されるものと推定される。

北海道周辺海域の仔稚魚は海域毎にその成長式が推定されている[22]。年毎の成長率の違いなどを考えれば成長式は不変的なものではないが，ここでは日本海からの仔稚魚の移送を仮定して，便宜的に日本海の仔稚魚の成長式を用いて，両海域の仔稚魚の孵化日を推定した（Fig. 5）。孵化日の範囲は両海域で毎年ほぼ重なり，中央値の海域間の差は2～6日と少なかった。また，中央値は両海域とも毎年徐々に遅くなったが，2月下旬から3月上・中旬にあり，上記の日本海とオホーツク海の仔稚魚の発生時期の類似性および他海域との相違を支持するものであった。

1987年および1989年は表層から水深500mまで宗谷暖流水がみられなかった知床半島付近にも比較的高密度で仔稚魚が分布している（Fig. 3）。そこで，知床半島の付け根を通る東経144度30分を境に東西に分けて，仔稚魚の体長の平均値の差を検定したが，どの年も有意差はみられなかった（有意水準5％）。しかし，知床半島付近はその低温，低塩分な海洋構造から根室海峡との連続性がみられる[23]。また，根室海峡では孵化間近のスケトウダラ卵の分布は3月上旬より増え始め3月下旬にピークを迎えることから[24]，上記の推定された孵化時期が2月下旬から3月上・中旬であったことを考慮すると，知床半島周辺の仔稚魚は根室海峡で早期に孵化したものの一部が移送されてきた可能性も考えられる。

日本海からオホーツク海に移送された仔稚魚はオホーツク海で着底すると想定されているが[5, 6]，ホッケやマガレイのように日本海へ大量に回帰する行動[25-30]は確認されていない。しかし，本研究ではむしろ回帰が少ない可能性を示唆する結果が得られた。すなわち，流氷が滞留していた1986年および1988年のオホーツク海の仔稚

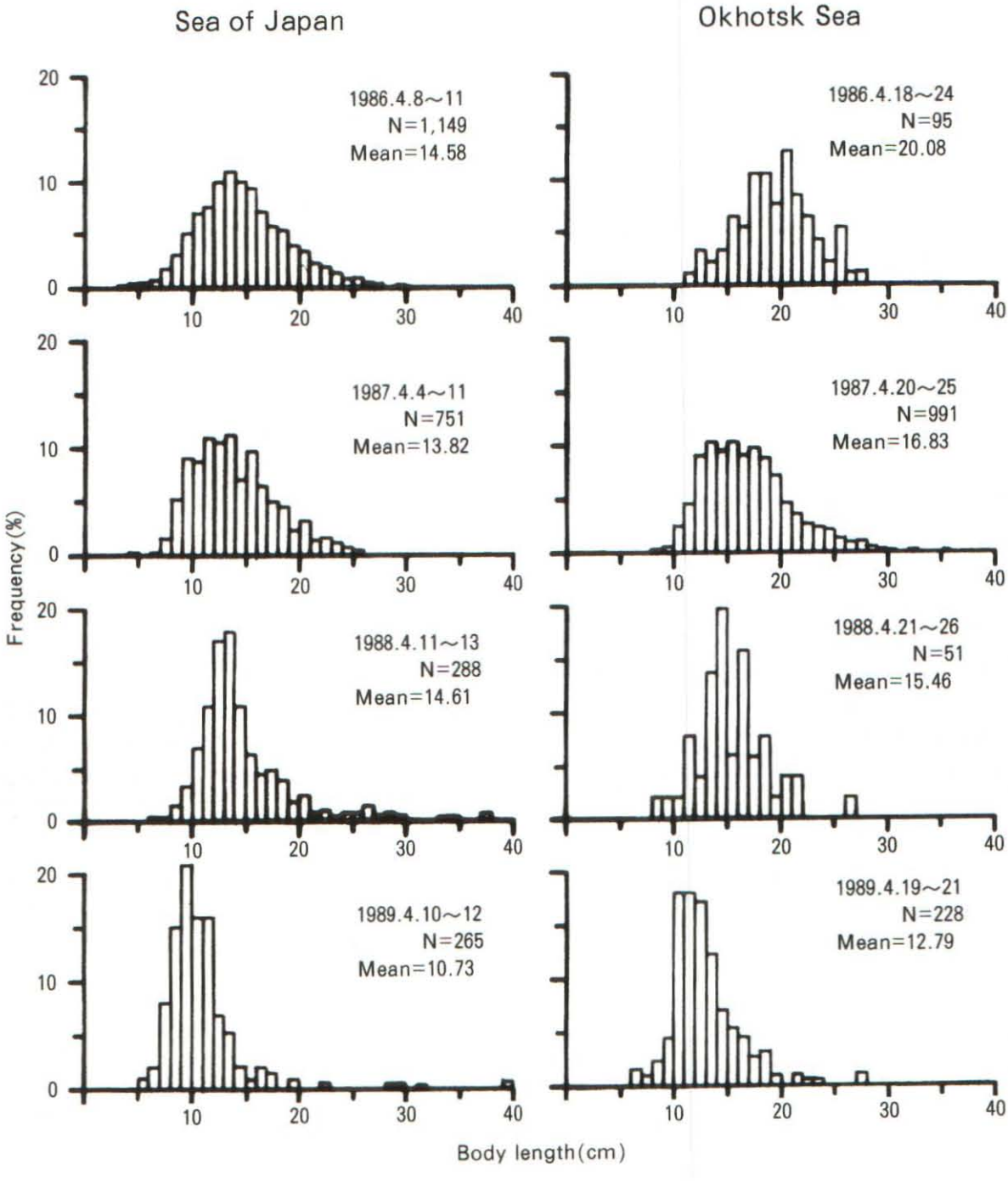


Fig.4. Frequency distribution of total length of walleye pollock larvae and juveniles in the Sea of Japan and Okhotsk Sea.

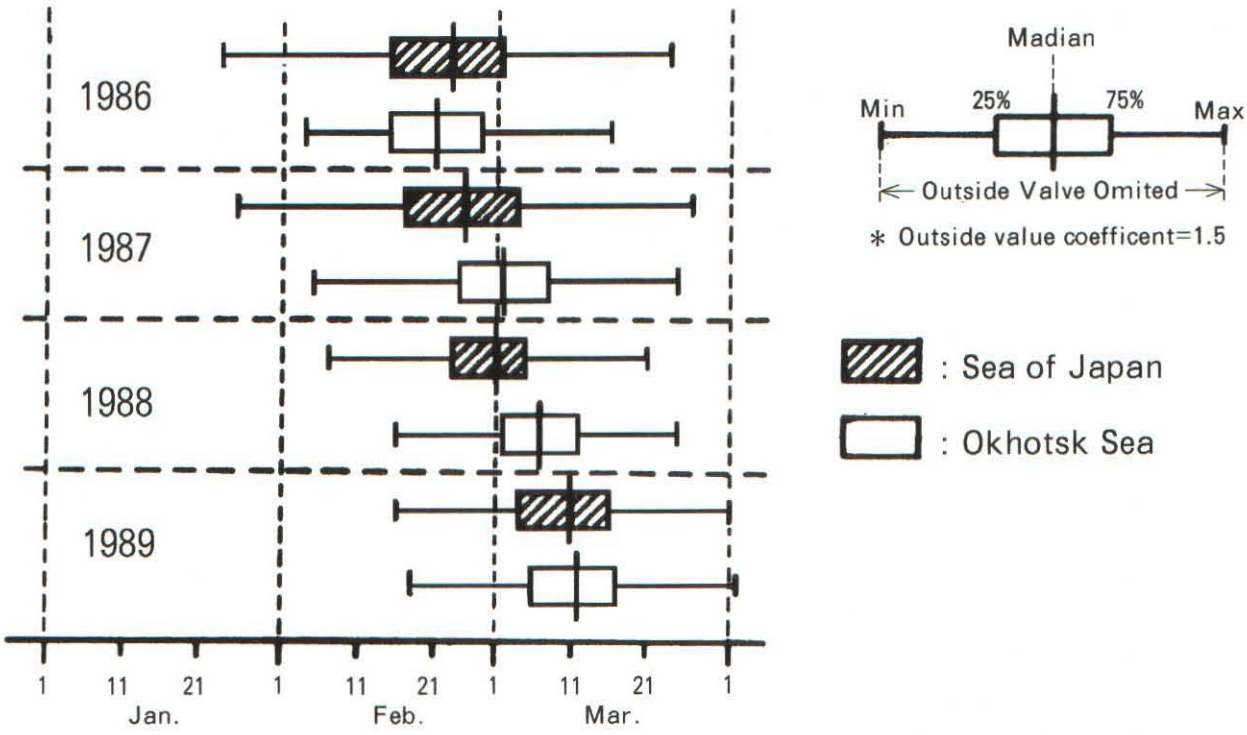


Fig.5. Estimated hatching date back-calculated from total length by growth formula[22], in the Sea of Japan and Okhotsk Sea , from 1986 to 1989 . 1988year is leap year .

魚の密度は日本海より低く（Fig. 3），これらの年級群は，その後の日本海における漁獲物解析から，北部日本海系群における卓越発生年級群と考えられている[1]。これは，日本海系群の卓越発生が，日本海からオホーツク海へ移送される仔稚魚が少なかった年級群でみられることを示唆している。

また，これは日本海からオホーツク海へ移送される仔稚魚の多寡が日本海の資源量を左右する要因の一つになっている可能性をも示唆している。

今後はこのことを明らかにするために，オホーツク海への移送量の定量化，仔稚魚の移送量と北部日本海の資源量の関係や，仔稚魚の移送に影響を及ぼしていると考えられる宗谷暖流の勢力との関係，さらに日本海への回帰行動の有無について検討する必要があろう。

要　　約

1986～1989年の４月に北海道北部の日本海およびオホーツク海でスケトウダラ仔稚魚を採集し，両海域の仔稚魚の分布特性，および日本海からオホーツク海への仔稚魚の移送について検討した。

1．日本海，オホーツク海ともに仔稚魚は沿岸域に多く分布し沖合域では少なく，特に，オホーツク海では日本海から流入する宗谷暖流域に主に分布していた。

2．仔稚魚は両海域ともにほとんどが全長30m以下で，海域間で体長組成の形が毎年類似し，その発生時期が近似していたと推定された。

3．オホーツク海およびこれに隣接するサハリン東岸ならびにサハリン西岸の産卵期は，３月中旬以降であり，孵化および仔稚魚の成長に要する日数を考慮すると，仔稚魚はこれらの海域で産卵されたものではないと考えられた。

4．したがって，４月にオホーツク海に分布するスケトウダラ仔稚魚は，主に北海道西岸日本海から宗谷暖流により移送されるものと推定された。また，一部知床半島周辺の仔稚魚は根室海峡から移送される可能性も考えられた。

5．日本海からオホーツク海に移送される仔稚魚の量は年変動があり，移送された仔稚魚は日本海に回帰する可能性が少ないことが示唆され，このことが日本海のスケトウダラ資源量を左右する要因の一つになっている可能性が考えられた。

謝　　辞

本報告にあたり，標本の採集にご協力を頂いた北海道立稚内水産試験場漁業資源部職員ならびに所属調査船北洋丸の乗組員の皆様，ご助言を頂いた北海道大学水産学部菅野泰次教授，松石隆助手，ご校閲頂いた北海道大学水産学部中谷敏邦助教授に感謝の意を表する。

文　献

1）北海道立中央水産試験場，函館水産試験場，稚内水産試験場：北部日本海海域のスケトウダラ．北海道周辺海域の底魚類の資源動向（平成5年10月北海道区水産研究所編集，非公開）．5－8（1993）北水研

2）夏目雅史，佐々木正義：北海道北部日本海のスケトウダラ稚仔魚の生態－
Ⅰ　水平分布と孵化時期．北水試研報　42, 135－142（1993）

3）夏目雅史，佐々木正義：北海道北部日本海のスケトウダラ稚仔魚の生態－
Ⅱ　鉛直分布の日周変化とビームトロールネットの採集効率．北水試研報．42, 143－148（1993）

4）夏目雅史，佐々木正義：北海道北部日本海のスケトウダラ稚仔魚の生態－
Ⅲ　ビームトロールネットによる採集適期．北水試研報．42, 149－155（1993）

5）辻　敏：北海道周辺水域のスケトウダラの系統群について．北水試月報．35(9), 1－57（1978）

6）辻　敏：オホーツク海南西部のスケトウダラ調査について．その9　まとめ．北水試月報　30(6), 1－22（1973）

7）小谷地栄，橋本良平：スケトウダラの計数的形質の差異についての検討．東北水研報告．38,17－40(1977)

8）佐野満広：宗谷海峡周辺におけるスケトウダラおよびホッケの再生産．沿岸海洋研究ノート．22(1), 40－48（1984）

9）佐野満広：オホーツク南西水域におけるスケトウダラ卵稚仔の分布．北水試月報．44(7), 105－117（1987）

10）金丸信一：北海道周辺海域のスケトウダラ稚仔魚の分布特性．漁業資源研究会議．北日本底魚部会報．18, 12－25（1985）

11）Matarese, A.C. , Richardson,S.L. and Dunn, J.R. :Larval development of Pacific tomcod, *Microgadus proximus*, in the northeast Pacific Ocean with comparative notes on larvae of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, and Pacific cod, *Gadus macrocephalus* (Gadidae) . Fish. Bull. U.S. 78, 923－940 (1981)

12）Dunn, J.R. and Vinter, B.M. :Development of larvae of the saffron cod, *Eleginus gracilis*, with comments on the identification of gadid larvae in Pacific and Arctic waters contiguous to Canada and Alaska. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41, 304－318（1984）

13）入江隆彦：タラ科3種の外見上の識別について．北水研ニュース．33, 6（1985）．

14）北海道立水産試験場：海洋調査要報．第2号．北海道，北海道立中央水産試験場，1990, 1－204

15）北海道立水産試験場：海洋調査要報．第3号．北海道，北海道立中央水産試験場，1990, 1－199

16）北海道立水産試験場：海洋調査要報．第4号．北海道，北海道立中央水産試験場，1990, 1－166

17）青田昌秋，永田豊，稲葉栄生，松山優治，小野延雄，金成誠一：宗谷暖流－典型的な陸棚上の海流．海洋の動態．東京，恒星社厚生閣．1985, 164－187

18）Robert R.Sokal and F.James Rohlf 著，藤井宏一訳：“10. 3　分散分析に変わるノンパラメトリックな方法”生物統計学．東京，共立出版，1983, 262－275

19）苫米地洋文，小島伊織，山本正義：水温とスケトウダラ及びホッケ分布．北水試月報．9(9), 50－56(1952)

20）水野政巳，夏目雅史：サハリン西海域に来遊するスケトウダラ産卵群の特徴．北水試研報．42, 183－190（1993）

21）桜井泰憲：“スケトウダラ”．海水魚の繁殖．東京，緑書房，1989, 213－218

22）Nisimura, A. and Yamada, J. :Geographical differences in early growth of walleye pollock *Theragra chalcogramma*, estimated by back－calculation of otolith daily growth increments. *Marine Biology* 97, 459－465（1988）

23）佐々木正義：根室海峡におけるスケトウダラの産卵期の海況と産卵場．北水試月報．42, 53－56（1985）

24）佐野満廣，佐々木正義，宇藤均，小池幹雄．佐々木彰，大迫正尚：根室海峡におけるスケトウダラ産卵量及び来遊親魚量の推定．北水試研報．42, 20－111(1993)

25）北口孝郎：道北のホッケ　最近のホッケの調査研究．北水試，ホッケ研究グループ．2－9（1983）

26）ホッケ研究グループ：北海道周辺海域のホッケの分布・回遊　最近のホッケの調査研究．北水試，ホッケ研究グループ．44－59（1983）

27）佐々木正義：オホーツク海南西域におけるホッケ若齢魚の標識放流試験結果．北水試月報．44, 217－223（1987）

28）山本正義，佐々木昭，黒島和夫：網走海域のマガレイについて．北水試月報．20(9), 293－302（1963）

29）福田敏光：枝幸地方におけるカレイ底刺網漁業試験につて．北水試月報．20(10), 337－355（1963）

30）加賀吉栄，菅間慧一：石狩湾におけるマガレイの生活とその資源．北水試月報．22(2), 50－57（1965）

北水試研報　47, 41－124(1995)
Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.

クロソイの種苗生産に関する生殖生物学的研究*1

草刈宗晴*2

Studies on the reproductive biology and artificial juvenile production of kurosoi *Sebastes schlegeli* (Hilgendrof)

Muneharu KUSAKARI

The manufacturing process and techniques on the artificial mass production of juveniles of kurosoi, *Sebastes schlegeli*, were examined based on studies of the reproductive biology relating to the fecundity, gestation period and parturient period of gestating females, the embryonic development, and the feeding growth and mortality of newborn larvae. This studies were carried out with material fish collected from nearshore waters around southern Hokkaido from 1973 to 1985, at Hokkaido Institute of Mariculture, Shikabe. The results obtained are summarized as follows:

(1) The copulatory organ of adult males of *Sebastes schlegeli* in mating season exhibited a hypertorophic change, with the tip slightly tinted dark-red from ordinary whitish pink. Garavid females showed the protuberant anal part, genital pore and urogenital papilla which become conspicuous with development of intraovarian embryos. Brilliant purple-blue eyes of embryos can be seen through the skin around the anus and the urogenital papilla in pre-parturient females.

(2) The periods of mating and gestation were estimated to be December to January and May to June, respectively, from the highest values of the gonad indices of males and females. The maturation of ovarian eggs were observed to proceed synchronously, so that a female seemed to spawn once during the reproductive season. There was a definite correlation between the ovary weight and the total length in females at different stages of maturation and gestation. This was comfirmed to be based on an increase of the number of intraovarian eggs with the fish size. The number of intraovarian embryos in the gestating period tended to decrease as compared with the number of eggs in the maturation period.

(3) Color of the ovary in the gestation period changed gradually from yellow in the early stage (st. 1-15) of the embryonic development, to bright grayish green in the middle stage (st. 16-24), and sap-green in the late stage (st.25-31), reflecting the pigmentation of embryos. The embryonic development of *Sebastes schlegeli* was described in 33 stages, taking mature unfertilized ovum as stage 1 and the newborn larvaes stage 33, following the criteria in the oviparous egg development.

The time course of development up to birth at different temperatures was adjusted to that at 9.8 ℃ using the Arrhenius equation and processed for the relationship between the stage number (X) and stage-to-birth time in days(Y).

報文番号　A253（1995年9月1日受理）

＊1　本論文は平成5年3月北海道大学に提出した博士論文である。

＊2　北海道立稚内水産試験場　(Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station. Horai, Wakkanai, Hokkaido, 097, Japan)

An equation,

$Y=-0.001425X^3+48.0028(r=-0.979)$

was obtained, and the gestation period was calculated to be 48 days at 9.8℃.

(4) The parturition usually occurred 22:00 to 0:00, liberating the entire brood usually within 1.5 hours in two or three times. Whenever the parturition occurred, the mother fish displayed a behavior, fanning action of the pectoral fins, to disperse laid embryos enveloped in a gelatinous mass. The fanning action was of primary importance for survival of the newborn embryos, because the embryos deposited in a mass on the bottom can not survive without being dispersed by this action.

It was suggested that mother fish not displaying the fanning action were either stressed by careless handlings at sampling and transportation or by fasting for a long time. Therefore, it was suggested that caution must be taken in handling mother fish to avoid excessive stress.

Parturition could be induced when a mother fish having embryos ready to birth was kept at a temperature raised two or three degrees. The parturition occurred in a temperature range 8-18℃ with the optimum estimated to be 15℃.

(5) The newborn larvae measured about 6.3㎜ in total length. The yolk-sak had been absorbed before birth. They exhibited positive phototaxis and rheotaxis, and actively fed rotifers and *Artemia* nauplii in a few hours after hatch.

Morphological changes, behaviors and feeding habits of larvae and juveniles were observed by rearing them up to about one and a half years after birth. On the basis of the observations, the early life of *Sebastes schlegeli* was divided into four stages; the larval to about 12㎜ TL., the juvenile to 50㎜ TL., the young to 200㎜ TL., and the immature to initial maturation.

(6) For better growth and survival of newborn larvae, the rearing water temperature maintained not lower than the level at parturition, and sufficient food organisms prepared not later than the time of birth, were shown to be important.

A suggested feeding schedule up to 25㎜ juveniles from 6.3㎜ newborn larvae was; rotifers *Brachionus plicatilis* for up to 7.8㎜, brineshrimp *Artemia salina* nauplii for 6.8-18㎜, pollack *Theragra chalcogramma* eggs for 15-25㎜, and mysid shrimp *Neomysis* sp. for 20-25㎜. Pollack eggs were confirmed to be good diet for 15㎜ fish.

(7) The relationship between the density and survivorship was indistinct, from the results of rearing experiments in a range of 5,000-420,000 newborn larvae Kl^{-1}.

To raise 25㎜ juveniles from newborn larvae under rearing conditions in the density range at water temperature 15-18℃ and the feeding schedule stated above, it took about fifty days with a survival rate appro. 26%.

(8) The general aspect of mortality observed during the rearing period from larvae to 25㎜ juveniles was characterized by: the initial decrease of newborn larvae at the time of birth by unknown cause, a vast number of deaths of larvae with extraordinary blackish body color within 10-14 days after birth, deaths in the post-larval stage by the intestinal catarrh caused by overfeeding of brine shrimp nauplii and the infection of unidentified ectoparasitic ciliates, and a gradual decrease of fish exhibited an abdominal inflammation which was difficult to determine the cause. Determination of a proper quantity in feeding was shown to be very important to the intestinal catarrh. Bathing with formalin was proved to be effective for the infection of cilliates.

Active cannibalism was observed in juveniles of a range of 20-60㎜, conspicuous between fast-and slow-growing individuals when the body length difference was over one and a half times. Differential rearing by sizes was effeicient to avoid the cannibalism.

(9) The artificial juveniles production of *Sebastes schlegeli* was considered dividing the process into five steps; security of gravid females, cultural management of gravid females, care and control of parturition, rearing of newborn larvae up to 25㎜ juveniles, and cultivation of living organisms for feeding.

A manual for the manufacturing process was proposed based on a trial mass production of 500,000 juveniles up to 23㎜ in total length.

キーワード：栽培漁業，胎生，卵巣内胚発生，妊娠期間，出産生態，形態変化，仔稚魚の成長・生残，種苗量産，クロソイ，

Key words: Mariculture, Viviparity, Intraovarian development of embryos, Gestation period, Parturition, Larval development, Growth and survival, Artificial juveniles production, Rockfish,

Ⅰ．緒　論

クロソイ *Sebastes schlegeli* HILGENDORF はカジカ目フサカサゴ科，メバル属に分類され[1]，北海道でクロゾイ，ナガラゾイ，富山県でクロカラ，愛知県でワガなど全国的に16の呼び名がある[2]。メバル属魚類は北太平洋を中心に分布しており，全世界で102種が知られ，このうち北東太平洋には72種が，北西太平洋には28種が，北大西洋には4種がそして南半球に少なくとも1種がそれぞれ産するとされ，温帯，亜寒帯の大陸棚上あるいは大陸斜面における魚類相で重要な位置を占めている[3]このグループには商業的な漁業や遊漁の対象とされる魚種が多く含まれることから，米国では近年，漁業資源としてのメバル属魚類への関心が高まってきており，資源管理と天然生産に関する研究がなされてきている[4]。一方，日本でも沿岸資源を補充するための栽培漁業の研究が進められてきており，また最近では活魚出荷による高価買付けに刺激され養殖試験も各地で志向され，クロソイ種苗の安定生産のための技術確立が望まれている。

クロソイは主としてわが国各地の沿岸から朝鮮沿岸に分布し，水深100m以浅の岩礁や根及び人工魚礁等に蝟集する習性が知られている[5]。一本釣りや延縄，底建網，定置網等により漁獲されるほか，磯釣りの対象種として地域的には重要な資源である。本種の漁獲量は，通常1回の漁獲規模が小さいため，全国的にみて単一魚種として漁獲統計には載らず，通常近縁種を含めたソイ類，またはメバル類として取り扱われている。北海道がこれまでに行ったソイ類の漁獲実態調査によると1982～1986年におけるソイ類の年平均漁獲量は608ｔで，このうちクロソイは約50％の307ｔ程度である[6]。また，青森県[7]ではソイ・メバル属魚類の年間漁獲量は600～1,100ｔで，このうちソイ類は180～370ｔとみられている。

フサカサゴ科(Scorpaenidae)に属するメバル属魚類の生殖様式は過去において卵黄栄養性の卵胎生として特徴づけられていたが[8]，北米西岸に生息するメバル属魚類 *Sebastes melanops*, *S. caurinus* やクロソイを用いた胚発生のエネルギー収支に関する最近の研究では，胚が妊娠期間中に母体から付加的な栄養を受けることが判明し，胎生魚種における胚栄養のその原始的な形式が，メバル属魚類において共通的なものと見做されている[9-11]。

クロソイの形態及び分類に関しては松原[1]および上野[12]により，クロソイを含めたソイ類5種の生殖を中心として生活史の解明と胎生化へ向かう過程がSasaki[13]により研究され，またクロソイの出生直後の仔魚観察が鳥島ら[14]により初めて行われている。

日本では1963年ころから沿岸漁業資源の増大策の一つとして，全国的に魚介類の種苗生産技術開発を軸とした増養殖に関する研究が進められてきた。魚類では当初，高級魚である広域回遊性魚種のマダイや地先定着魚種のカサゴなどについて，国および瀬戸内海に面した県，漁協が中心となり，種苗生産，中間育成，放流にいたる一連の技術開発研究がなされ，1970年代中頃までにそれらの魚種についての技術は一通り完成された。この技術を応用する形で1970～1971年，クロソイの種苗生産研究が青森県で始められた。その後，北海道，秋田県，宮城県，広島県，福島県，新潟県および愛媛県が本種の種苗生産の基礎及び実用試験に取り組み，1980年から日本栽培漁業協会宮古事業場が量産試験を開始し，これまでのところ規模の違いはみられるが量産が可能な状態となっている[15-18]。一方，1982年ころから稚魚の放流研究が北海道，青森県，岩手県，福島県，宮城県で行われており，移動・分散，再捕等の知見が集積されている[19, 20]。また，最近では飼付け型や音響馴致による放流の技術開発研究が行われている[21, 22]。

これまでにクロソイの種苗生産上の問題点として，仔稚魚期の生残が極めて低いこと[23]，未受精卵の放出[24]，産仔の未熟，死産[25, 26]，奇形[16, 28]などを克服し健全な仔魚を得る技術の開発と，仔稚魚期の飼育を通して全長10㎜ころまでの原因不明の初期減耗[26]，全長10㎜前後にみられる鰾の膨満による減耗[26]，15～20㎜までの生物餌料から生餌に切り換える時期の減耗[29, 30]，25㎜以上の共喰いによる減耗[16, 26, 31]などの防止策の確立が課題となっていた。

この研究は，1972年から1985年まで北海道立栽培漁業総合センターにおいてクロソイの種苗大量生産技術開発事業の中で行われた。クロソイの生態知見が殆どない状態で出発した本研究の目標は，1）健全な仔魚を安定的に育成すること，2）仔稚魚の餌料系列を明らかにすること，3）初期餌料のシオミズツボワムシ（ワムシ），およびその培養に必要なクロレラおよびチグリオパスの安定培養法の確立であった。1）の課題についてはクロ

ソイ雌雄の成熟，妊娠魚の胚発生過程，妊娠魚の飼育管理および出産などの生殖生物学的知見を収集すること，2）について産仔の生態，初期成長，産仔の生残に及ぼす餌料の影響を試験すること，3）については既にマダイなどで開発されているワムシ，クロレラの培養技術を検証し，改良を加えることであると考えた。

本論文では，先ずクロソイの妊娠魚の状態及び胚発生の過程などの生殖生態的事項と，出産及び仔魚の発育の諸条件に関する基礎的研究の結果を示し，ついでそれらの知見に基づいて改良した親魚・産仔魚の飼育に関する技術，餌料生物生産技術などを検証し，それらを総合して確立したクロソイの効果的種苗生産法について論述する。

Ⅱ．材料と方法

1．供試魚

用いたクロソイは1973年から1985年にかけて，5～6月の間は妊娠魚の調査を目的とし，渡島支庁管内鹿部町，南茅部町，桧山支庁管内乙部町および留萌管内遠別町にて，10～4月にかけては雌雄の生殖巣の成熟および交尾時期の調査目的のため渡島管内砂原町にて，それぞれ採集した（図1）。この他，補足的に桧山管内上ノ国町でも採集した。なお，春漁期のクロソイはすべて活魚で採集した。鹿部町では1973年から1975年までは漁獲された妊娠魚と非妊娠魚のみを調査対象としたが，1976年以降は雄魚も含めて漁獲されたクロソイすべてを対象とした。

鹿部町では底建部会の各出漁船に対して毎日採集用の

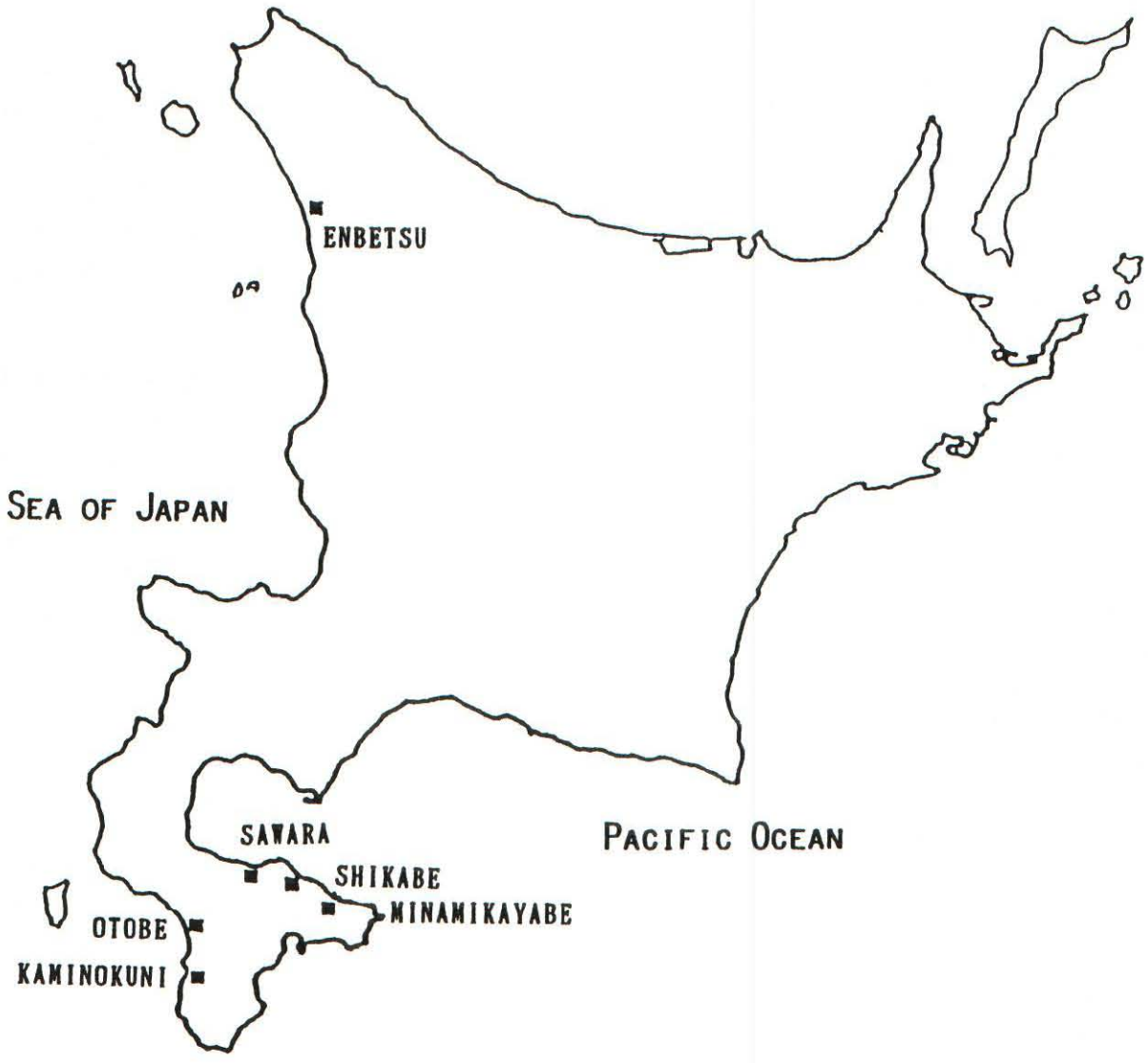


Fig.1. Sketch map of localities around Hokkaido where sample fish of *Sebastes schlegeli* were collected.

90ℓのポリエチレン製の容器に丁寧に収容するよう依頼し，鹿部町の場合には容器に入れたまま車で道立栽培漁業総合センターまで約15分かけて輸送し，新鮮な海水を掛け流した1.3t角型水槽に収容した。一方，乙部町では定置部会の出漁船の船内生簀に収容し，陸揚げ後に計量しないで直ちに荷捌所の活魚一次蓄養水槽に移し入れ，ある程度まとまった数量になるまでの間そのまま蓄養するよう依頼した。輸送には鹿部町の場合と同様の容器を用い，車で約1時間携帯用のエアポンプで通気しながら輸送した。また南茅部町からは車で約1時間，無通気状態で，遠別町からは1tの活魚水槽に収容し，純酸素を給気し，14時間かけて，同センターまで輸送した。

採集されたクロソイについて，以下の基準により雌雄別に，また雌については妊娠魚，非妊娠魚，及び未成熟魚，経産魚などの成熟状態別に時期別の採集尾数を調べた。クロソイの雌雄並びに妊娠の有無の判別は形態的には外部生殖器や腹部の肥大状態，さらに雌生殖孔からのカテーテル挿入による卵巣卵の抜取り検査により行った。雌魚では，腹部が顕著に肥大し発生卵を持つ状態の魚を妊娠魚，外見的に腹部の体表面に多数のしわが認められる既に出産を終了した状態の魚を経産魚，成魚の大きさにあり腹部の肥大はみられず，かつ卵巣卵も未熟な状態の魚を非妊娠魚，全長20cm台の大きさで卵巣の発達がみられない状態の魚を未成熟魚と区分した。雄魚は成魚と未成熟魚を区別しなかった。

2．妊娠魚の取扱法

(1)　魚体測定および標識装着

採集したクロソイは一定時間水槽内で蓄養後，メタアミノ安息香酸エチル・メタンスルホン酸塩（MS－222）の1万分の1濃度海水中で麻酔をかけ，全長，体長，体重，体高などを測定し，個体識別のため直径2cmの記号入りのプラスチック札を，第一背鰭基部に釣り用テグスでしっかりと固定した。

(2)　寄生虫の駆除法

天然産クロソイには体表，鰓及び腸管内に寄生虫がみられるので，駆除が必要である。麻酔状態の魚を水道水を張った水槽に約30～60分前後浸漬し，鰓および体表寄生の扁形動物（吸虫）*Benedenia derzharini*，種未同定のウオノエの一種などを駆除した。特に，腸管内寄生の扁形動物擬葉類の *Bothriocephalus scorpii* は麻酔の影響で筋肉の弛緩により肛門から自然排出されるので乾いた布などにより静かに引きだすなどして駆除した。なお，妊娠魚の水道水の浸漬による出産への影響はなかった。また，諸検査に伴う魚体の損傷や感染症などに対する抵抗力を付加するため水道水に水産用テラマイシン散を溶解した中で薬浴を行い効果的であった。

3．生殖に関する調査法

(1)　卵巣卵数

供試魚として1976から1979年に鹿部町と遠別町で採集した成熟途上の成魚と妊娠魚の合計118尾を用いた。同形同大の卵巣2葉のうち，1葉を胚発生段階の観察に用い，他方をホルマリン固定し孕卵数の計数に用いた。卵巣は卵，卵巣薄板（柔組織），および卵巣膜から構成されているのでこれらの重量組成を調べた。妊娠魚ではこれらの3構成分の他に卵巣腔液もその一つの構成要素と考えられるが，ここでは考慮しなかった。各構成分の測定に当たっては，水道水でホルマリンを十分に流し去った後，できるだけ水を取り除くためにガラス濾過器を用い約30分間，水道用アスピレータで吸引した後，0.01mg目盛りの化学天秤で秤量した。卵巣卵数は計数した1gの卵数を基に重量法により算出した。

妊娠魚の成熟状態を，その卵巣卵の状態からおおまかに，未成熟卵をもつ成熟前期（41尾），未受精の成熟卵（st.1）から原腸胚期（st.14）までの胚をもつ発生初期（4尾），胚体出現期（st.15）から発眼期（st.25）までの胚をもつ発生中期（32尾），血液循環期（st.26）から孵化前期（st.31）までの胚をもつ発生後期（33尾）の4期に分けた。

(2)　卵巣卵の胚発生段階の観察

胚の発生段階の把握のため生殖口からのカテーテル挿入により[9]少量の卵巣卵を採取し，海産魚用リンゲル氏液または精密濾過海水を入れたシャーレに移しいれ，検鏡により胚発生段階を調査した。その結果より，妊娠魚を胚発生段階別に初期（st.1～16），中期（st.17～27），後期（st.28～32）の三群に分け，別々に水槽に収容した。各群の妊娠魚について出産直前まで一定期間毎に胚発生段階の検査や魚体の状態の観察を行った。

(3)　出産

1）出産までの蓄養

胚発生段階に応じて上記の3群に分けた各妊娠魚は出産間近い状態まで1.3t，有効水深0.6～0.7mのFRP製の角型水槽に収容した。飼育水槽には沈澱槽，砂濾過装置を経た濾過海水を更に砂濾過器を通した清浄な自然海水を毎時0.5換水程度で流下した。なお，排水は給水と反対側の底と表層の2か所から行った。給餌は2日毎に冷凍イカナゴ *Ammodytes personatus* 成魚を体重当り2～3％で行ったが，殆ど摂餌しなかった。

2）出産と産仔の観察

妊娠魚の出産行動観察，産仔の状態観察，及び産仔の飼育は栽培漁業総合センターの第一飼育棟に備え付けの

2.5ｔ（1.8×1.8×深さ1.0m）と６ｔ（5.0×1.8×深さ1.0m）の内壁面が黒塗りの角型コンクリートト水槽を用いて行った。両水槽間を仕切る隔壁には有効水深0.7mの位置に一定の間隔で３か所の径40㎜の穴をあけ，2.5ｔ槽側から６ｔ槽へと流した。産仔は，流れにより６ｔ槽へ運ばれるので，2.5ｔ槽を出産槽，６ｔ槽を産仔の飼育槽とした。妊娠魚は個体毎に出産月日，出産行動，出産状態，産仔の状態などを観察した。なお，出産までの観察はすべて夜間に懐中電灯により行った。

1979年から1981年までの飼育実験はおもに第二飼育棟内で，本種の量産試験のため設計・開発した15ｔFRP製卵円型の出産槽兼産仔飼育槽を用いて行った。

4．生物餌料培養法

クロソイの初期餌料（出産直後の仔魚期から種苗生産の目標サイズとした全長25㎜まで）として用いた給餌種は，シオミズツボワムシ（ワムシ），アルテミアの孵化幼生（アルテミア），チグリオパスヤポニカス（チグリオパス），冷凍スケトウダラ卵（スケトウ卵），イサザアミ，イカナゴ幼魚などである。これらの餌料を成長を勘案しながら給餌した。なお，ワムシ，アルテミア，チグリオパスの餌料と栄養強化には培養したクロレラと市販のパン酵母およびワムシ培養餌料として開発された油脂酵母（協和醗酵）などを用いた。

ワムシの培養規模は試験規模により異なるが，1973年から1977年迄は0.5ｔ槽４基を用い，1978から1981年は１ｔ槽４基を一単位とした培養法で２組を用いた。クロレラ海水の培養は，各年のワムシの培養規模により規定されるが，前期間は１ｔ槽４基で，後の期間は12ｔ槽５基により行った。

Ⅲ．結　　果

1．生殖に関する研究

(1)　外部生殖器

１）雄の泌尿生殖突起

成魚には周年を通じ肛門の直後，臀鰭の前方に円筒形状の突出部（泌尿生殖突起）がみられるが，その先端部は丸みを帯び，輸精管の開口部は三日月状の孔として観察される（図２－Ⅰ）。この突起の側壁には白黒斑点が散在する。特に，11月中，下旬に採集した精子放出期の状態にある成魚では多少の肥大，特に先端部位は赤黒く色づくなどの色調の変化がみられ，この突出部を軽く圧迫すると先端部位から乳白色の粘性の高い精液が塊状で放出され先端部位に付着するが，流出するようなことはない。

２）雌の泌尿生殖器

雌の生殖孔は肛門とその後方の泌尿突起との間に位置している（図２－Ⅱ）。その開口部は，通常，出産期以外の時期の雌成魚や未成熟魚では明瞭に見られない。泌尿突起は生殖孔の直後にみられる小突起で，その形態は成魚で丸みを帯び，その先端に泌尿口が位置する。大部分の雌成魚では，肛門は多少膨出しており，その開口部は赤褐色ないしはピンク色にみえる。

３）妊娠魚の生殖孔とその周辺部位の特徴

妊娠魚は，一般に肛門，生殖孔及び泌尿突起の開口部位が全体的に膨隆しているが，胚発生の進行状態により，それらの隆起や生殖孔周辺部位の表皮の色彩に顕著な違いがみられることから，これらの特徴をおおまかに３型に区分した。

Ａ型：胚発生段階がst.31～32の出産間近い妊娠魚（図２－ⅢＡ）。肛門，生殖口及び泌尿突起の開口部位は著しく膨出し，かつその周辺部位の表皮は暗青色ないしは暗紫色に色づいて見える。特に，盛り上がった生殖孔の表皮を通して銀色に輝く胎仔の眼胞が多数見られる。このような所見を示す妊娠魚では，通常，肛門と泌尿突起の先端部位は暗赤色に色づき，かつ開口しているように見える。

Ｂ型：胚発生段階がst.24～26の出産までやや日数を要する妊娠魚（図２－ⅢＢ）。肛門から泌尿突起にかけて一様に膨出しているが，その状態はA型ほど顕著ではない。生殖孔の先端部は殆ど盛り上がりはない。また，その周辺部位には，胎仔の眼胞はみられない。肛門から泌尿突起にかけての周辺部位には，個体により，紫色－暗青色と色彩の変化がみられる。

Ｃ型：胚発生初期卵をもつ妊娠魚（図２－ⅢＣ）。肛門，生殖孔及び泌尿突起はわずかに膨出している。肛門から泌尿突起にかけて周辺部位が淡青色を呈する個体が多いが，中には周辺の体表と色彩的に区別がはっきりしない個体もある。

妊娠魚のこのような泌尿生殖器開口部にみられる形状と色彩の変化は出産直前魚ほど顕著であることから，胚発生の進行状態と密接な関係があることが窺われた。

(2)　成熟

雌雄の魚体組成を採集月別に表１と２に，熟度係数，肝臓指数および肥満度を図３，４および５にそれぞれ示した。

１）熟度係数の変化

熟度係数は｛生殖巣重量÷（体重－生殖巣重量）^{3}｝$\times 10^{4}$として計算した。

雌：旬別にみた熟度係数には相当に個体差がみられるが，11月下旬から高まり（平均2.7），５月中旬ごろから

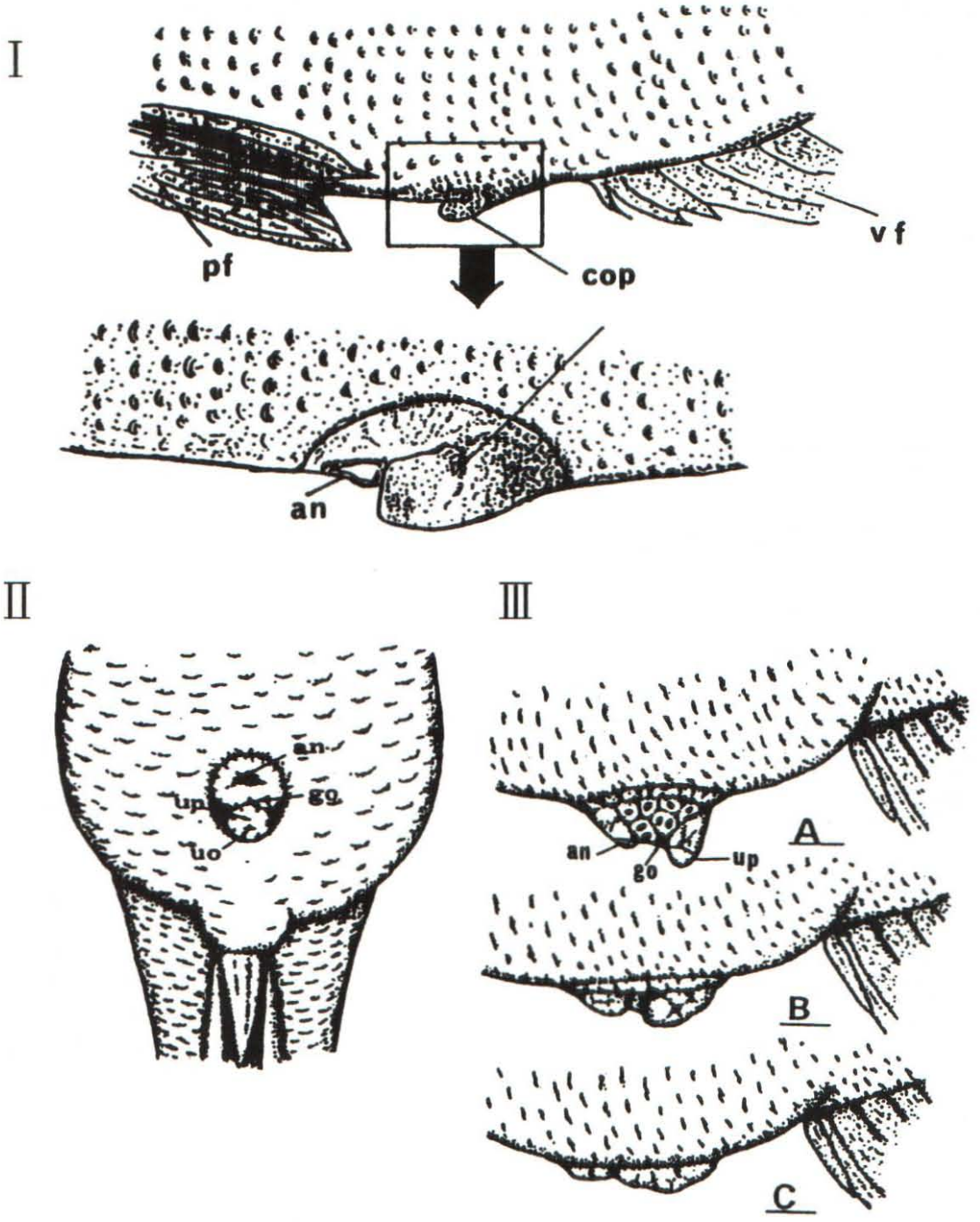


Fig.2. Diagramatic illustrations showing the female and male external genitalia in kurosoi, *Sebastes schlegeli*.

I : Lateral view of the copulatory organ of an adult male (collected in Nov.−Dec.)

II : Ventral view showing the urogenital papilla of female.

III : Morphological changes of the area around the urogenital papilla and the anus in three types of gravid females during the period of gestaion; A) of a parturient female (stage 31-32) , B) of a female with gestating embryos at middle to late stage(stage 24-26) , C)of a female with gestating embryos at early stages (stage 13-15) or non-gestating female.

an : anus, cop : copulatory organ, go : genital opening, pf : pectoral fin, vf : ventral fin, uo : urinary opening, up : urinary papilla

Table 1. Total length, body weight and condition factor of females used for monthly examinations of the gonad index.

Month	Ten-day period in the month	Number of fish examined	Total Length (cm)				Body weight(g)				Condition factor			
			Mean	S.D.	Minimun	Maximum	Mean	S.D.	Minimun	Maximum	Mean	S.D.	Minimun	Maximum
February	Early	5	42.0	3.7	38.0	46.0	1,102	442	750	1,640	2.61	0.33	2.30	3.10
March	Middle	16	40.0	2.1	36.0	42.8	986	143	675	1,180	2.39	0.26	1.70	2.65
April	Early	17	36.1	4.3	30.0	46.0	778	290	424	1,410	2.78	0.17	2.50	3.17
	Middle	27	37.2	4.6	30.1	44.0	847	293	418	1,365	2.82	0.20	2.47	3.15
	Late	12	40.6	1.4	37.3	42.0	1,068	153	865	1,425	2.75	0.24	2.44	3.35
May	Middle	7	35.1	1.8	32.0	37.2	741	141	500	870	2.85	0.25	2.62	3.15
	Late	1	37.2				837				2.80			
June	Early	20	35.9	5.2	30.0	47.8	848	385	445	1,800	2.81	0.30	2.24	3.29
	Middle	5	32.1	1.7	30.2	34.5	534	93	416	670	2.66	0.21	2.63	3.00
	Late													
July	Early	6	33.4	2.5	31.2	41.0	735	283	400	1,100	2.48	0.19	2.22	2.75
	Middle													
	Late	32	34.9	3.4	30.4	42.7	680	239	420	1,250	2.62	0.21	2.36	3.04
August	Middle													
September	Early	2	37.0	4.2	34.0	40.0	880	283	680	1,080	2.90	0.26	2.84	2.96
November	Early	21	32.7	2.1	30.2	35.4	546	96	420	74	2.58	0.25	2.20	3.09
	Middle	22	32.5	2.2	30.0	37.6	522	134	245	867	2.43	0.28	1.53	2.72
	Late	23	33.5	3.2	30.0	39.8	573	158	430	905	2.66	0.34	2.11	3.89
December	Middle	12	33.8	4.0	30.0	43.2	662	229	476	1,235	2.84	0.16	2.42	3.01

S.D:Standard deviation

Table 2. Total length, body weight and condition factor of males used for monthly examinations of the gonad index.

Month	Ten-day period in the month	Number of fish examined	Total Length (cm)				Body weight(g)				Condition factor			
			Mean	S.D.	Minimun	Maximum	Mean	S.D.	Minimun	Maximum	Mean	S.D.	Minimun	Maximum
February	Early	9	37.0	4.2	30.0	42.3	614	289	450	1,280	2.97	0.34	2.44	3.73
March	Middle	17	40.0	2.6	35.8	45.3	1,178	288	730	1,655	2.87	0.42	1.55	3.40
April	Early	12	37.2	4.4	30.6	47.4	968	402	503	2,010	3.16	0.20	2.80	3.46
	Middle	17	41.3	2.9	33.3	45.3	1,286	259	646	1,620	3.13	0.20	2.76	3.50
	Late	16	41.9	1.7	39.0	45.8	1,303	178	1,020	1,730	3.03	0.22	2.54	3.45
May	Middle	20	37.7	2.6	32.8	43.4	1,086	333	620	2,000	3.22	0.35	2.64	4.01
	Late	10	36.9	4.2	32.2	44.6	1,019	456	560	1,890	3.19	0.28	2.78	3.55
June	Early	61	40.2	4.7	32.6	54.6	1,360	576	600	3,560	3.27	0.26	2.57	3.80
	Middle	21	41.8	7.3	30.7	60.0	1,548	996	465	4,550	3.15	0.36	2.57	3.75
	Late	1	40				1,188				3.05			
July	Early	4	40.7	9.5	31.8	54.3	1,090	805	505	2,280	2.45	0.18	2.22	2.70
	Middle	24	41.9	5.9	30.2	56.0	1,159	461	445	2,400	2.47	0.22	1.99	2.83
	Late	45	39.8	5.7	33.5	59.0	1,052	563	460	3,300	2.58	0.22	2.01	3.02
August	Middle	17	46.3	5.4	37.8	54.6	1,870	645	950	3,090	3.06	0.20	2.70	3.43
September	Early	3	40.9	1.7	39.4	42.7	1,280	206	1,045	1,430	3.04	0.28	2.73	3.41
November	Early	10	32.2	2.3	30.0	36.8	562	143	396	903	2.68	0.14	2.36	2.84
	Middle	20	33.8	3.5	30.0	44.0	668	207	459	1,240	2.73	0.31	2.08	3.28
	Late	12	33.5	3.1	30.0	38.6	673	228	420	1,087	2.94	0.20	2.66	3.35
December	Middle	5	37.3	5.6	32.0	46.4	983	463	565	1,710	2.83	0.10	2.71	2.95

S.D:Standard deviation

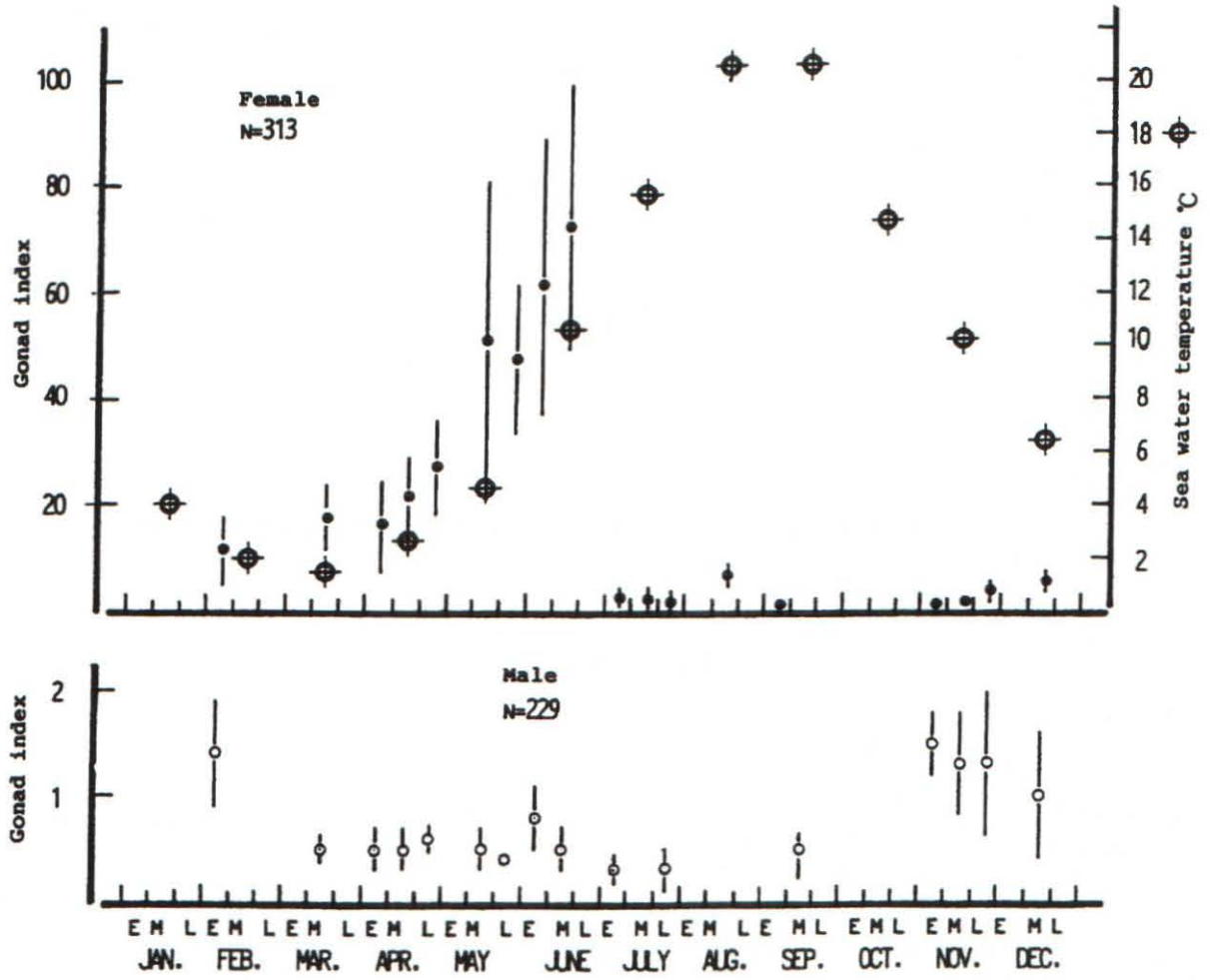


Fig.3. Changes of mean gonad index (closed circle) in female (A) and male (B) *Sebastes schlegeli* collected from the southern coast of Hokkaido, May '73-Apr., '85. Each point and vertical bar represent a mean gonad index averaged for those collected within ten days in a month and its range, respectively. The crossed open circles in Figure A indeicate mean monthly coastal sea water temperatures at Shikabe.

Gonad index= { Total gonad weight/(Body Length)^3 } $\times 10^4$

急増して，6月中旬に最高（73.8）となり，7月上旬には急減（2.6）した（図3）。このことから，本種の出産期は6月上・中旬ごろが盛期と見なされる。熟度係数は一般に出産期以後年間最低を示すが，今回の供試魚では9月上旬から11月中旬にかけて年間最低となった。この理由は，この期間の供試魚の全長及び体重が32～33cm，400～450gであったのに対し，他の期間の供試魚は37～41cm，914～1,548gであり，供試魚の大きさ（年齢）の違いにあるように思われた。

雄：旬別にみると，個体差が大きいことが分かる。熟度係数は3月中旬から9月上旬の個体では0.3～0.5とほぼ同じ組成であった。11月上旬（1.5）から2月上旬の間に高まっている（1.4）ことから，この期間が雄の生殖期間とみなされる。

2）肝臓指数（図4）

肝臓指数は｛肝臓重量÷（体重－肝臓重量）｝$\times 10^2$で表した。

雌：肝臓指数は年平均は2.39，年間最低は6月と8月の各中旬の1.67と1.64で，最高は4月下旬の3.67であった。年間の変化を見ると，生殖腺の成熟期には増加し，妊娠期・出産期には一時的に低下するが，夏から秋にかけて再び漸増する。なお，8月中旬が低い値となっているが，これは供試魚中にその年に採集された妊娠魚で出産後も餌づけできず，衰弱した個体が多かったことによる。

雄：肝臓指数の年平均で0.73で，雌の約1/3である。

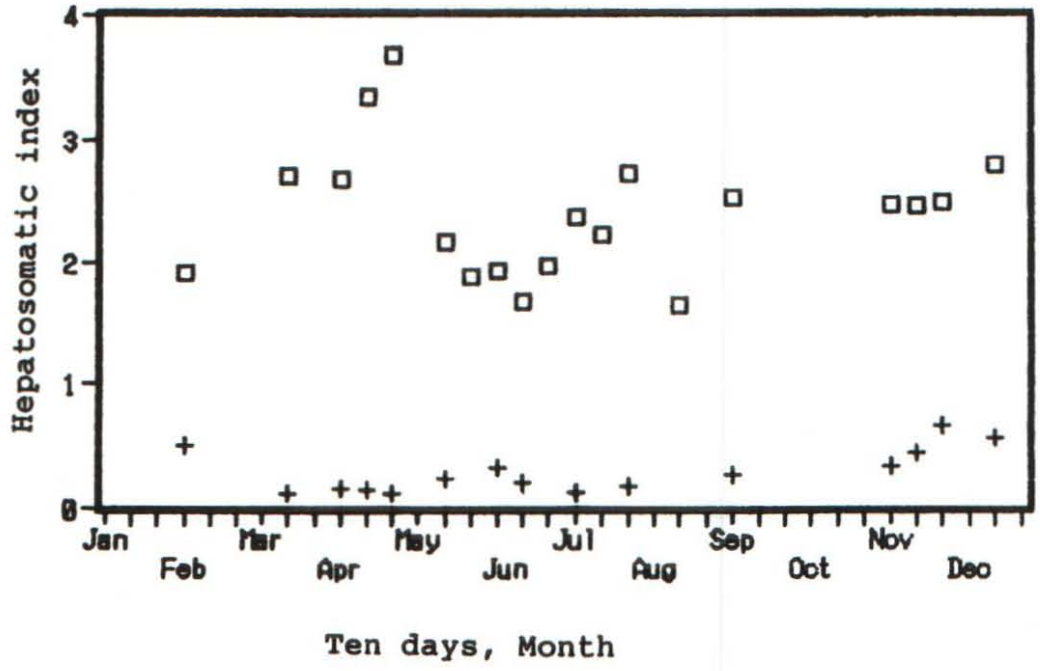


Fig.4. Changes of mean hepatosomatic index in female (square) and male (cross) *Sebastes schlegeli* collected from the southern coast of Hokkaido, May '73-Apr., '85.
Hepatosomatic index= { liver weight ÷ (body weight-liver weight) } ×100

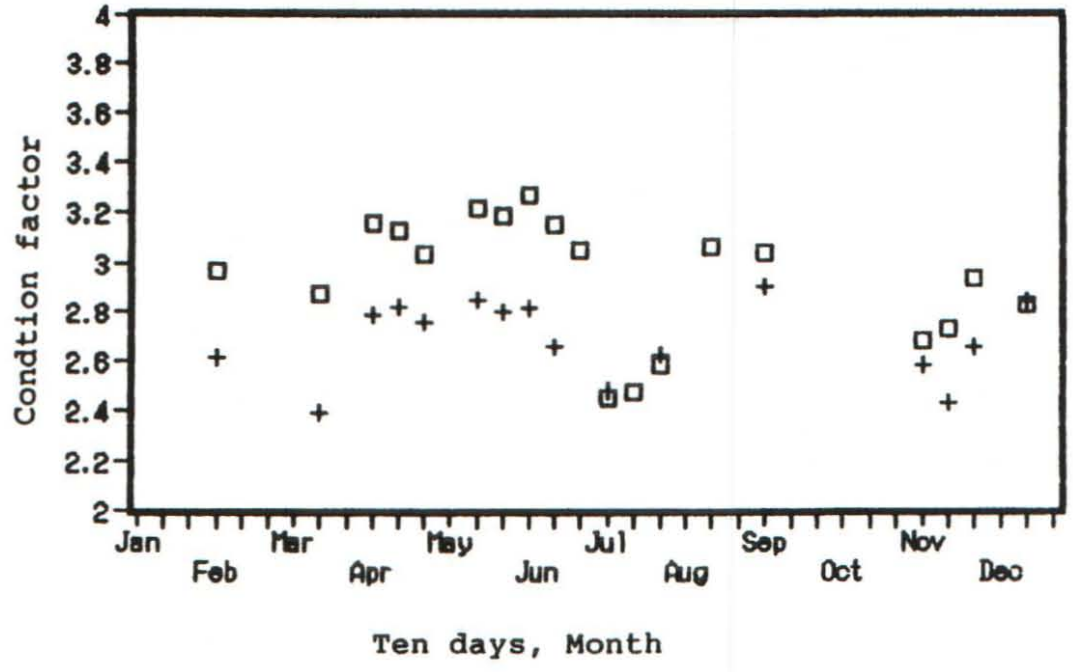


Fig.5. Changes of mean condition factor index (CF) in female (square) and male (pulus) *Sebastes schlegeli* collected from the southern coast Hokkaido, May '73-Apr., '75.
CF= { body weight ÷ (body lenght)^3 ×100

最高は11月上旬の1.52，最低は7月上旬・中旬の0.32，0.34である。雄の成熟・交尾時期とみられる11月上旬から2月上旬までは1.52～1.01で，明らかに増加がみられた。このことから雄の生殖期間には肝臓指数は一時的に高まることが分かった。

3）肥満度（図5）

肥満度は｛体重（生殖巣を含まない）÷（体長）^{3}｝$\times 10^2$で表した。

雌：肥満度の年平均は2.94で，最高は6月上旬の3.27，最低は7月中旬の2.47であった。年間の変化傾向として，肥満度は生殖巣の成熟時期（2～4月）から妊娠期にかけて増加し，出産期（5～6月）に急減し，夏から秋に再び回復することが窺われた。

一方，個体レベルの最小及び最大は7月中旬の1.99及び5月中旬の4.01であった。

雄：肥満度の年平均は2.69，最低は7月上旬の2.48と11月中旬の2.43で，最高は9月上旬の2.90であった。年間の変化傾向は雌とほぼ同様で，2～4月に増加して，5～6月に低下し，夏から秋に再び増加傾向を示した。

個体レベルでは1.53～3.89と開きが見られたが，各調査個体の旬別平均でみる限り，年間2.43～2.90の範囲内にあった。

(3) 孕胎期の卵巣卵の変化

卵形成期（4月）と出産までの孕胎期（5～6月）の卵巣に見られる卵巣卵(胚)の重量と卵径，卵巣卵（胚）数の変化及び全長と卵巣構成要素等の関係について106尾の雌魚について観察した。各期の供試魚の平均全長は38.9～40.4cmの範囲にあり，全長の全供試魚の最小と最大はそれぞれ30.6cmと53.0cmであった。体重は卵形成期で平均1.2kg，孕胎期で平均1.3kg，最小個体の体重は卵形成期で339g，孕胎期で495gであった（表3）。卵形成期及び孕胎期の各供試魚毎の卵巣重量，卵重量，卵径及び卵巣卵数の調査結果を表4と5に示した。

1）全長と卵巣重量

全長と卵巣重量並びに全長と卵巣除去体重との関係を調べ，図6－1，6－2に示した。

卵形成期及び孕胎期中期と孕胎期後期においては，全長と卵巣除去体重の間には極めて高い相関が，また全長と卵巣重量との間にはそれよりやや低い相関関係がみられたが，いずれも0.05%の危険率で有意であり（表6），全長が大きくなるにつれて卵巣重量も体重と同様に大になることが分かった。しかし，全長と卵巣重量との関係にみられるように，同一全長組成において各期の平均よりも熟度係数が小さい個体がみられた（図7A，7B）。本論文ではこれを小型卵巣と呼び各期の調査数に占める出現率を卵形成期と孕胎期について調べた結果（表7），卵形成期では8.3%（1尾），孕胎期では胚発生段階の各期で出現しており，全体で28.1%（9尾）であった。なお，出現全長は順に37.2cmと34.4～53.0cmの範囲で，全長組成に関係なくみられた。従って，本論文では調査した卵巣を小型卵巣とその他を通常の卵巣として区別して取り扱った。この結果からみて，クロソイ成魚では同一全長であっても卵成熟において個体差があることが分かった。このことは同期発達型の卵巣を持つクロソイでは卵の成熟，胚の発生は個体条件により異なることを意味しているように思われる。

2）卵巣卵数

卵形成期，孕胎期の通常卵巣及び孕胎期の小型卵巣の卵巣卵（胚）数と全長との関係を図8A～Cに，回帰係数を表8に示した。いずれにも全長と卵巣卵数とに高い相関がみられた。即ち，全長が大きくなるにつれ卵巣卵数も増加することが明らかにされた。ここで，卵形成期と孕胎期（通常卵巣と小型卵巣）の卵巣卵（胚）数を回帰式から求め表9に，これら三者についての関係を図9にそれぞれ示した。クロソイの通常卵巣の卵巣卵（胚）数は孕胎期では常に卵形成期より少なかった。また，孕胎期における小型卵巣の卵巣卵（胚）数は通常卵巣のそれに比べて30～54cmまでの間は少ないが，55cm以上では逆に増加傾向を見せた。

各全長別の卵（胚）数を見ると，孕胎期では本種の生物学的最小形である全長32～33cm（魚齢で3＋歳）が38,000～43,000，38～39cmが80,000～91,000，最も漁獲

Table 3. Total length and weight of female *Sebastes schlegeli* used for the investigation of fecundity, egg diameter and weight in three groups of different states of the ovary.

Groups	Number of fish examined	Total length(cm)			Body weight(g)		
		Mean	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.
Maturity	41	40.1	30.0	47.4	1,187	339	2,010
Embryos (st.15-25)	32	38.9	33.2	48.4	1,197	650	2,240
〃 (st.26-32)	33	40.1	31.2	49.0	1,351	495	2,945

Table 4. Individual data on the number of intraovarian eggs, egg size and gonad index of the 41 females listed in Table 3.

Date of catch	Total length cm	Ovary weight g	Egg weight mg	Egg-long diameter mm	Egg-short diameter mm	Gonad index	Number of Eggs
	30.6	6.7	0.189	0.861	0.695	3.9	20,600
5, April	33.0	8.3	0.176	0.791	0.660	4.1	34,000
	33.2	34.0	0.446	1.087	0.893	16.7	60,900
	34.3	25.3	0.446	1.062	0.894	10.4	43,500
	36.2	28.2	0.343	1.043	0.844	10.4	71,000
	36.8	26.4	0.400	0.969	0.826	9.5	51,000
	* 37.2	3.8	0.106	0.564	0.483	1.3	20,600
	37.3	54.6	0.546	1.078	0.932	18.7	81,800
	39.6	101.7	0.729	1.242	1.097	28.3	88,900
	40.2	73.0	0.798	1.089	1.029	19.4	102,900
	40.4	84.0	0.571	1.104	0.959	23.0	113,900
	47.4	156.7	0.595	1.081	0.957	26.8	216,000
Mean	34.1	48.7	0.445	0.998	0.856	14.4	75,425
S.D.	11.1	45.8	0.208	0.173	0.164	8.7	51,472
	33.3	29.2	0.574	1.127	0.991	14.0	42,800
12, April	37.8	37.0	0.438	1.063	0.890	12.0	68,200
	38.6	81.4	0.588	1.190	0.998	23.5	118,000
	40.5	88.8	0.462	1.104	0.933	23.8	143,000
	41.0	79.6	0.671	1.171	1.014	20.4	157,980
	42.0	124.6	0.434	1.163	0.965	30.6	180,400
	42.0	113.9	0.492	1.151	0.985	27.0	178,400
	42.2	114.8	0.609	1.106	0.985	27.5	163,700
	42.5	95.3	0.534	1.159	0.994	21.1	159,000
	42.6	83.9	0.434	1.071	0.871	19.2	183,100
	43.2	144.0	0.613	1.125	0.972	31.1	190,400
	43.4	122.6	0.540	1.151	0.998	24.8	208,300
	44.2	155.7	0.564	1.100	0.916	30.5	311,500
	45.3	128.2	0.606	1.092	0.948	24.5	177,500
Mean	41.3	84.5	0.540	1.127	0.961	23.6	163,020
S.D.	2.9	53.4	0.074	0.037	0.042	5.6	60,893
	39.0	81.1	0.490	1.125	0.953	23.4	181,600
26, April	40.4	105.6	0.471	1.102	0.902	27.8	215,800
	40.5	97.4	0.649	1.135	0.971	17.6	109,800
	40.6	105.2	0.935	1.028	0.936	27.2	224,200
	40.7	60.5	0.699	1.159	0.990	16.0	75,800
	41.1	92.9	0.746	1.101	1.002	23.0	138,800
	41.2	188.3	0.606	1.371	1.167	46.3	270,000
	41.4	143.2	0.666	1.218	1.020	34.3	193,800
	42.0	71.9	0.798	1.089	1.029	16.4	94,500
	42.2	159.7	0.564	1.336	1.112	37.6	258,400
	42.5	88.4	0.492	1.092	0.913	20.0	157,500
	42.6	88.8	0.757	1.073	0.952	19.9	102,500
	42.9	132.4	0.606	1.217	1.008	29.1	203,900
	44.5	173.7	0.523	1.159	0.994	33.5	264,700
	45.8	193.4	0.934	1.191	1.052	33.9	182,600
Mean	41.8	92.0	0.662	1.160	1.000	27.1	178,260
S.D.	1.7	72.1	0.145	0.092	0.069	8.5	61,475

*: Small size ovary

Table 5. Individual data on the number of intraovarian eggs, egg size and gonad index of 32 gestating females having embryos of st. 15-25 listed in Table 3.

Developmental stage	Total Length cm	Ovary weight g	Egg weight mg	Egg-long diameter mm	Egg-short diameter mm	Gonad index	Number of Egg
st.1	37.5	67.7	0.896	1.295	1.217	31.9	73,100
	38.7	160.6	1.060	1.259	1.190	45.5	126,700
	53.0	556.4	0.647	1.470	1.370	59.5	435,000
Mean	43.1	261.6	0.868	1.341	1.259	45.6	211,600
st.13	32.5	37.7	1.000	1.290	1.130	18.1	127,140
st.15	36.0	34.6	1.160	1.310	1.190	12.1	20,900
st.17	37.0	125.0	0.896	1.350	1.180	44.1	84,000
	40.0	140.0	1.190	1.320	1.240	30.0	45,600
Mean	38.5	132.5	1.043	1.335	1.210	37.0	64,800
st.20	43.4	328.0	1.620	1.430	1.190	32.1	128,400
st.21	36.1	125.1	1.000	1.330	1.200	41.4	88,600
	39.5	199.0	0.850	1.320	1.220	52.0	109,500
	42.6	169.6	1.506	1.330	1.230	37.9	99,300
Mean	39.4	164.6	1.119	1.327	1.217	43.8	99,133
st.22	40.5	250.0	1.350	1.470	1.280	64.2	118,400
st.24	33.2	105.4	1.780	1.760	1.460	45.1	51,500
	33.4	58.0	1.610	1.490	1.370	25.9	31,800
	34.0	78.7	1.538	1.800	1.450	31.3	47,000
	35.0	78.0	1.600	1.570	1.430	32.0	33,700
	35.0	67.0	1.470	1.840	1.530	25.8	35,600
	38.5	188.0	1.560	1.620	1.300	53.3	82,400
	38.8	93.0	1.410	1.650	1.400	25.9	55,500
	38.1	190.0	1.550	1.540	1.320	62.6	77,700
	39.2	171.0	1.370	1.780	1.240	48.5	74,200
	40.1	217.0	1.190	1.750	1.300	58.8	189,000
	43.7	390.0	1.360	1.400	1.250	70.0	208,400
	44.0	587.0	2.770	1.860	1.500	117.8	172,100
Mean	37.8	160.6	1.601	1.672	1.379	49.7	88,242
st.25	35.0	128.0	1.570	1.830	1.490	50.4	69,000
	35.6	163.0	1.500	1.790	1.390	57.4	87,000
	36.0	90.3	1.750	1.840	1.550	34.8	46,500
	36.6	220.9	1.830	1.790	1.390	72.7	104,100
	40.0	187.0	1.720	1.630	1.480	49.3	97,000
	39.8	206.3	1.420	1.690	1.440	55.9	116,500
	41.3	239.8	1.890	1.780	1.460	54.1	99,700
	40.2	326.0	1.520	1.850	1.440	89.1	167,700
	42.4	328.0	2.200	1.670	1.350	73.9	139,000
	46.4	574.0	2.060	1.980	1.500	91.7	218,100
	48.4	513.0	1.560	1.690	1.440	70.2	277,700
Mean	40.2	245.4	1.729	1.776	1.448	63.6	129,300

Table 5 (continued). Individual data on the number of intraovarian eggs, egg size and gonad index of 33 gestating females having embryos of st. 26-32 listed in Table 3.

Developmental stage	Total Length cm	Ovary weight g	Egg weight mg	Egg-long diameter mm	Egg-short diameter mm	Gonad index	Number of Egg
st.27	34.2	126.0	1.430	1.720	1.100	53.9	69,900
	37.2	253.0	2.220	1.880	1.460	82.5	83,160
	37.7	193.0	1.920	1.880	1.480	58.4	71,700
	42.9	289.0	2.810	1.920	1.550	63.0	87,600
	44.2	192.0	1.660	1.800	1.470	36.7	102,000
	48.9	726.0	2.320	2.040	1.520	105.3	232,500
Mean	40.9	264.5	2.060	1.873	1.430	66.6	107,810
st.28	36.4	147.0	1.690	1.760	1.360	51.3	69,600
	40.3	351.0	2.850	2.090	1.560	81.9	94,100
	40.7	204.0	1.500	1.880	1.440	50.6	95,500
	40.9	363.0	2.000	1.960	1.520	92.4	118,100
	43.2	440.0	1.920	1.820	1.250	34.5	190,800
Mean	40.3	260.2	1.992	1.902	1.426	62.1	113,620
st.29	34.4	76.4	2.340	1.970	1.660	30.1	39,400
	49.0	371.0	1.860	2.100	1.400	51.5	145,900
Mean	41.7	185.5	2.100	2.035	1.530	40.8	92,650
st.30	32.8	160.0	1.920	1.913	1.496	75.3	67,800
	35.2	167.0	2.170	2.100	1.590	63.1	72,500
	35.2	140.0	2.380	2.030	1.520	53.4	42,400
	36.0	150.0	1.830	1.910	1.600	54.5	70,000
	36.5	160.0	2.336	2.320	1.630	50.7	59,900
	38.0	157.0	1.430	1.880	1.480	42.9	94,300
	38.5	150.0	2.080	1.920	1.640	44.1	63,200
	38.8	247.5	2.120	2.290	1.690	68.9	115,300
	38.8	256.0	2.100	2.290	1.550	73.9	108,700
	40.0	270.0	1.950	2.100	1.650	69.3	108,700
	40.6	190.3	1.900	1.890	1.570	47.6	84,200
	41.5	304.4	1.880	2.390	1.590	71.0	112,300
	42.2	305.0	1.660	1.880	1.480	62.7	156,500
	43.6	520.0	1.960	2.080	1.680	106.1	190,000
	44.6	355.4	1.660	1.930	1.540	65.8	187,000
	48.6	851.4	2.290	2.320	1.660	114.9	309,300
Mean	39.4	242.9	1.979	2.078	1.585	66.5	115,131
st.31	37.6	303.0	2.450	2.530	1.520	94.2	59,900
	43.0	390.0	2.220	2.420	1.550	79.5	90,000
	43.4	720.0	2.100	2.200	1.770	144.5	249,000
	45.4	460.0	2.020	1.970	1.660	85.2	18,300
Mean	42.4	370.8	2.198	2.280	1.625	100.8	104,300

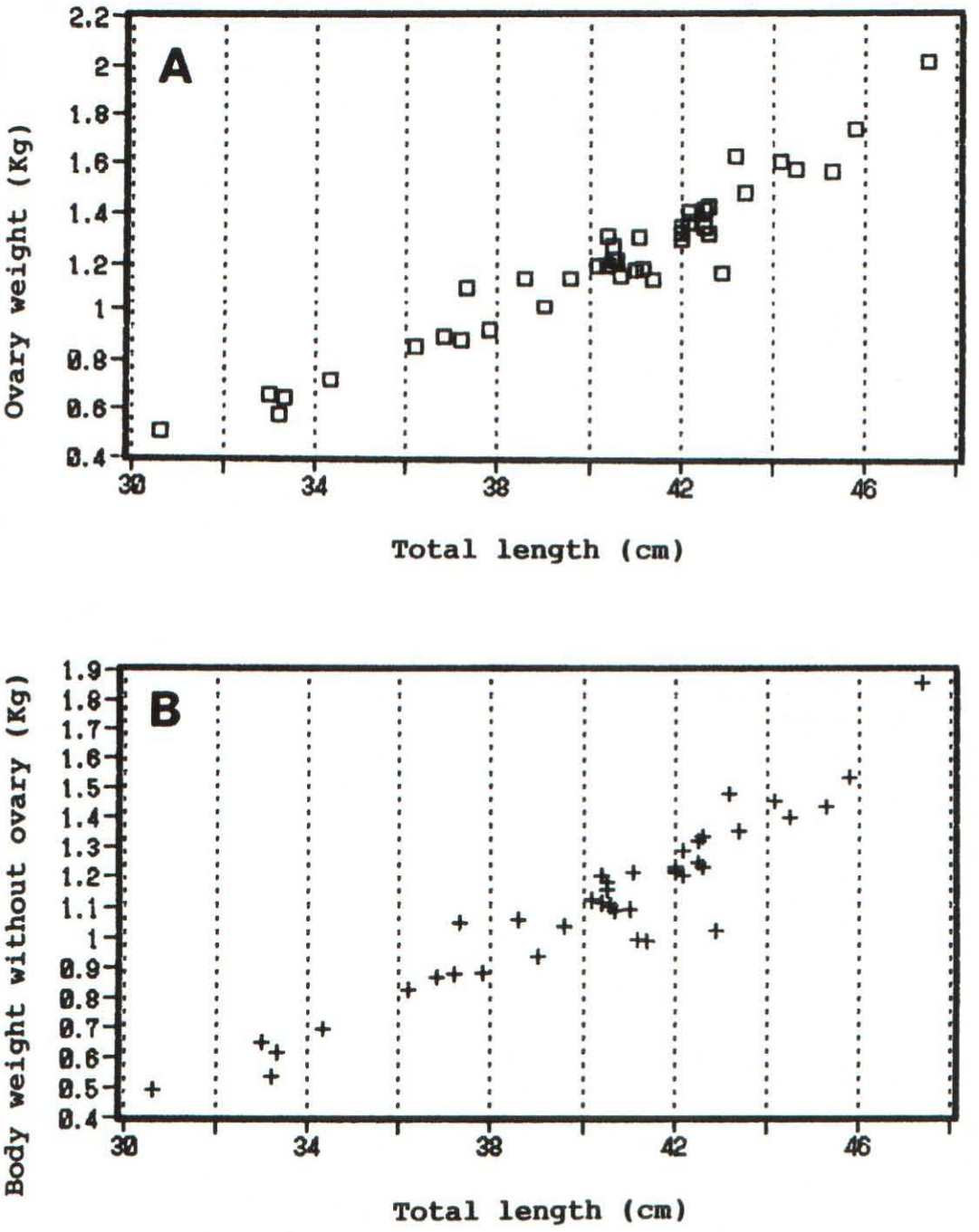


Fig.6−1. Relationships between the total length and ovary weight (A), and between the total length and body weight (B) without ovary in the female having immature eggs, listed in Table 3.

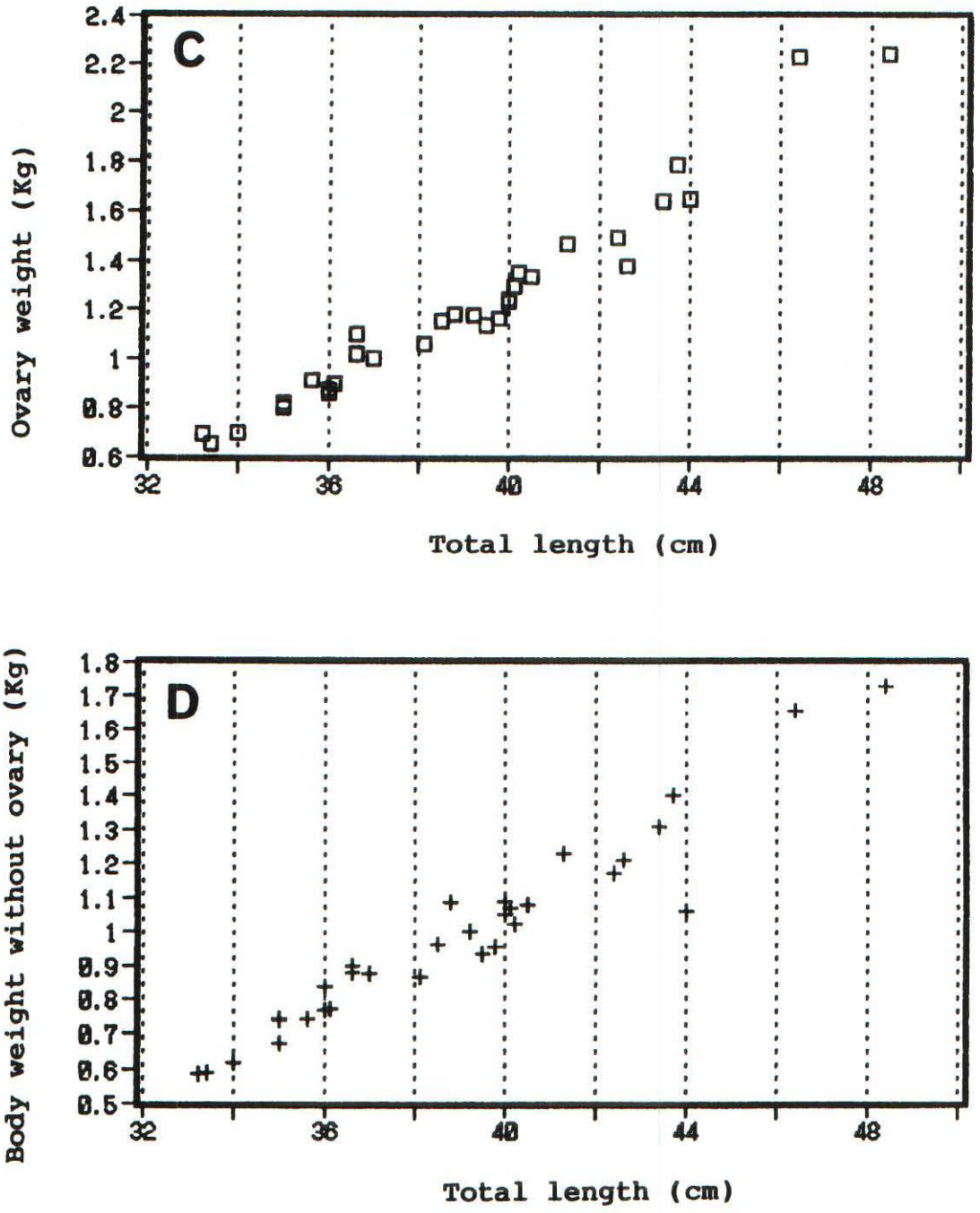


Fig.6-2. Relationships between the total length and ovary weight (C), and between the total length and body weight (D) without ovary in the female having embryos (st. 1-24), listed in Table 3.

Table 6. Correlation coefficients between the total length, ovary weigth, and body weight without ovary in maturing and gestating females of *Sebastes schlegeli*.

Group	Number of fish examined	Total length vs ovary weight	Total length vs Body weight
Maturating(April)	41	* 0.82732	* 0.95845
Gestating(St.15−24*a)	33	* 0.85588	* 0.94982
Gestating(St.26−31*a)	36	* 0.85206	* 0.96742

*: α=0.05% level.
*a:developmental stages of intraovarian embryos.

Table 7. Rate of females having small ovaries appeared in egg-maturity and gestation periods.

Groups	Stage	No.of fish examined	No.of fish with small ovaries	Percentage %	Total length cm
Maturation	*4.05	12	1	8.3	37.2
	Total/Mean	12	1	8.3	
Gestation	st. 1	3	1	33.3	53.0
	st.15	1	1	100.0	34.6
	st.17	2	2	100.0	37.0-40.0
	st.20	1	1	100.0	43.4
	st.24	12	1	8.3	38.8
	st.27	6	1	16.7	44.2
	st.28	5	1	20.0	40.7
	st.29	2	1	50.0	34.4
	Total/Mean	32	9	28.1	

*:Date of catch

Talbe 8. Relationship between the fecundity and total length in maturing and gestating *Sebastes schlegeli* females having normal and small type ovaries, shown in Fig.8.

	Type of ovary	Number examined	Ceofficient of correlation	Regression equation
Maturing		40	0.87114	$Y=0.0001X^{5.7}$
Gestation	Standard	59	0.83239	$Y=0.009X^{4.4}$
	Small	9	0.94383	$Y=1\times10^{-6}X^{6.7}$

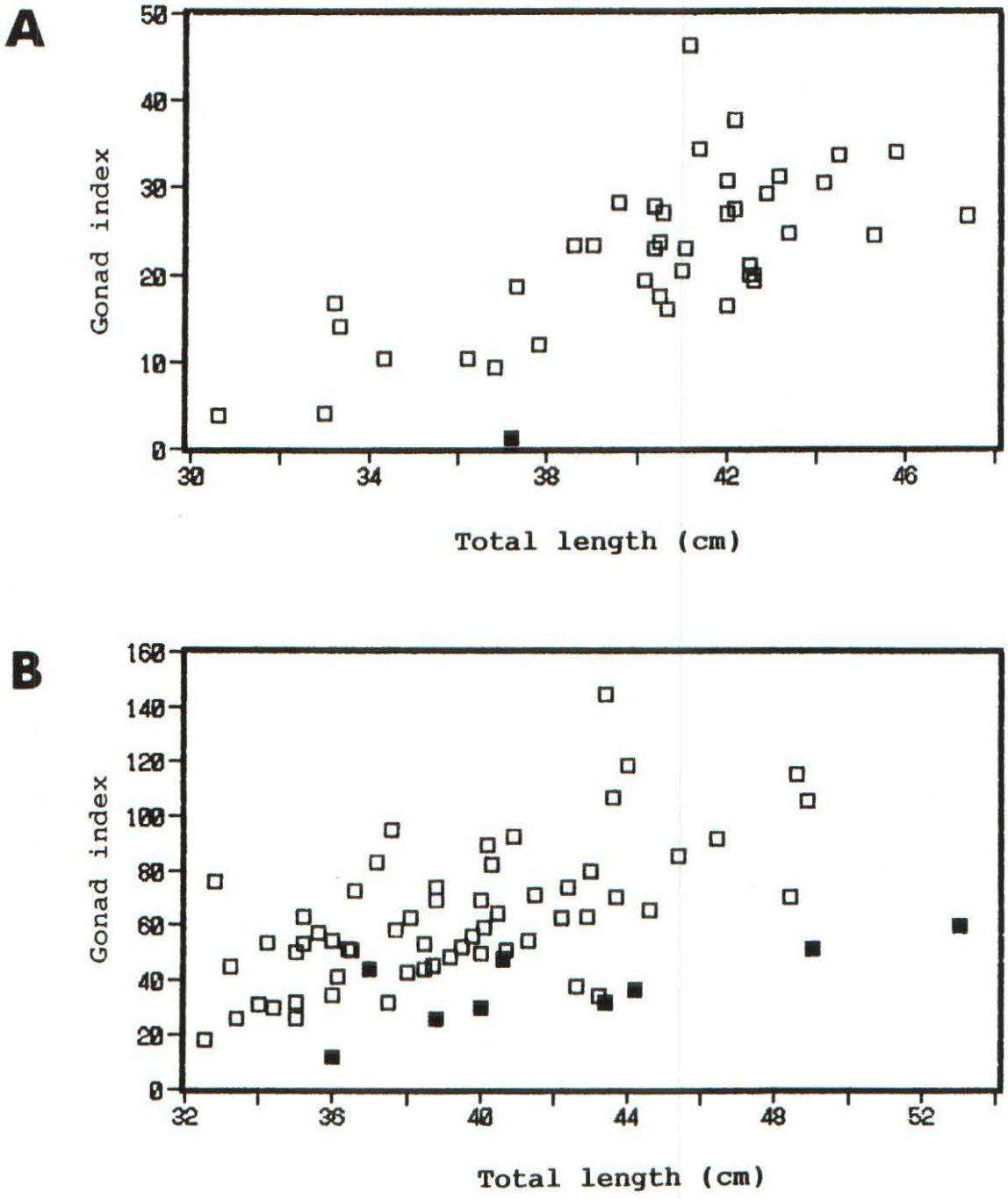


Fig.7. Relationship between the gonad index and total length length in maturing and gestating female *Sebastes schlegeli*, collected in May to June,
A:maturation females, B:gestation females
Black squaures:individuals having extremly small numbers of eggs or embryos

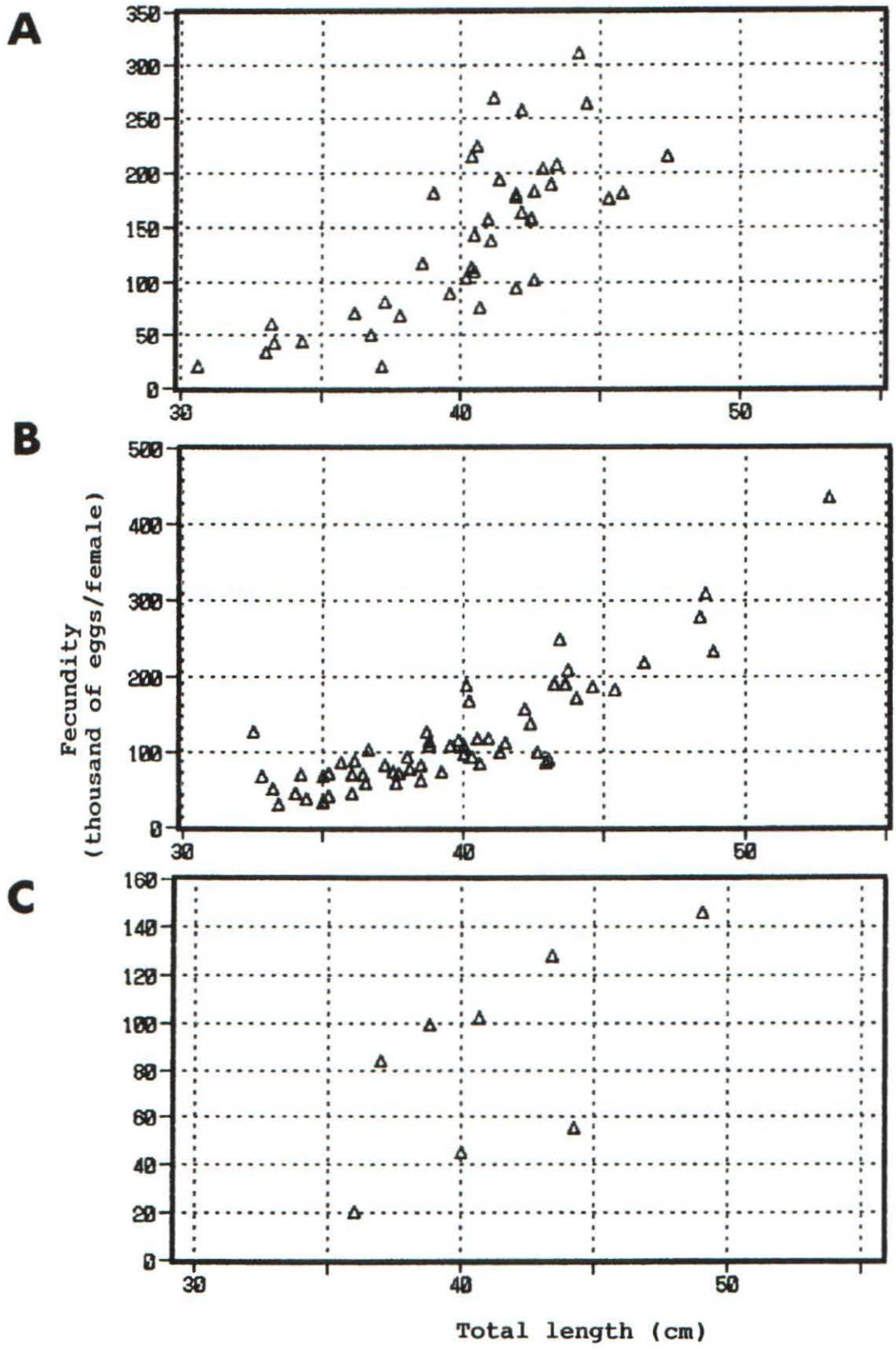


Fig.8. Relationship between the total length and fecundity in females of *Sebastes schlegeli*.
A:Maturing females having normal size ovaries.
B:Gestating females having mormal size ovaries.
C:Gestating female having small size ovaries.

Table 9. Estimated fecundity of *Sebastes schlegeli* females having standard or small type ovaries in egg-maturity and gestation periods.

Tatal length (cm)	Fecundity		
	Maturing	Gestating	
	St-ovary	St-ovary	Sm-ovary
31	31,700	32,800	8,800
32	38,000	37,700	10,900
33	45,200	43,200	13,400
34	53,600	49,300	16,400
35	63,300	56,000	19,900
36	74,300	63,400	24,000
37	86,800	71,500	28,900
38	101,100	80,400	34,600
39	117,200	90,100	41,200
40	135,400	100,800	48,800
41	155,900	112,300	57,500
42	178,900	124,900	67,600
43	204,500	138,500	79,200
44	233,200	153,300	92,300
45	265,000	169,200	107,300
46	300,400	186,400	124,400
47	339,600	204,900	143,600
48	382,900	224,800	165,400
49	430,600	246,100	189,900
50	483,200	269,000	217,100
51	540,900	293,500	248,300
52	604,300	320,000	282,800
53	673,600	347,600	321,300
54	749,300	377,400	364,100
55	831,900	409,100	411,800
56	921,900	442,900	464,600
57	1,019,700	478,700	523,100
58	1,126,000	516,800	587,800
59	1,241,200	557,200	659,100
60	1,366,000	600,000	737,700

St-ovary:standard type ovary
Sm-ovary:small type ovary

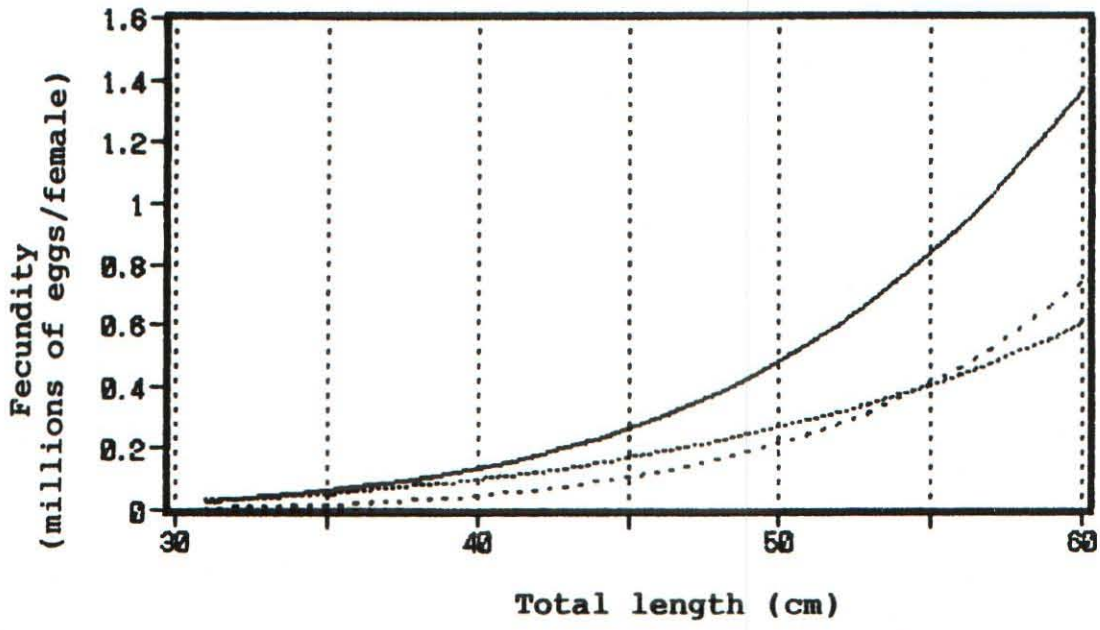


Fig.9. Comparison of the fecundities among females having standard ovaries with immature eggs (solid line) and developing embryos (dotted line), and those having small ovaries developing embryos (broken line).

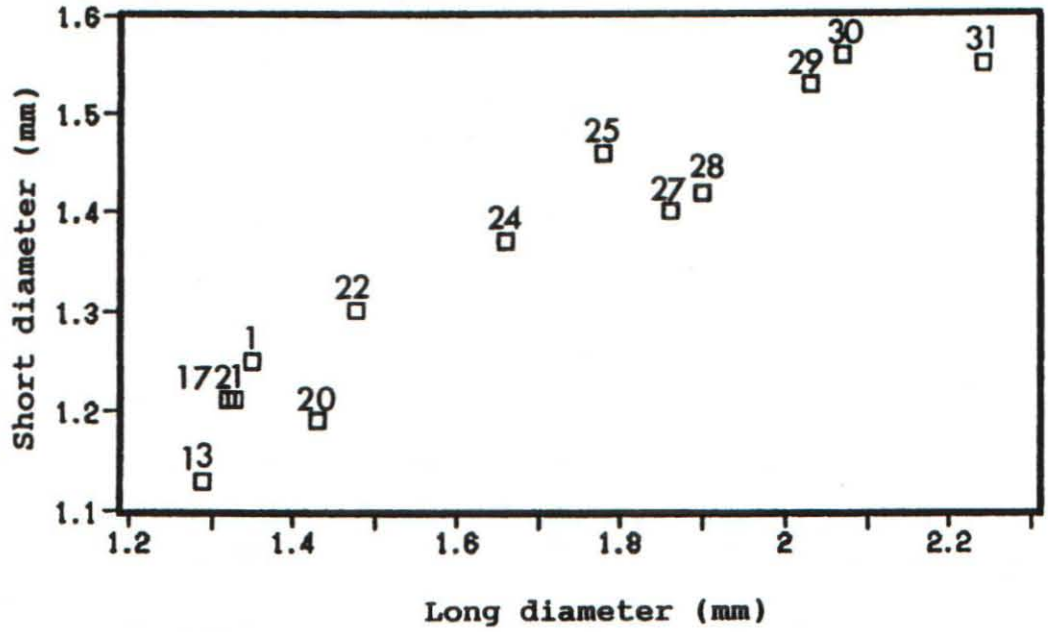


Fig. 10. Relationship between the long and short diameters of intraovarian eggs having a various stages of develoment.
Figures attached represent embryonic stages of development.

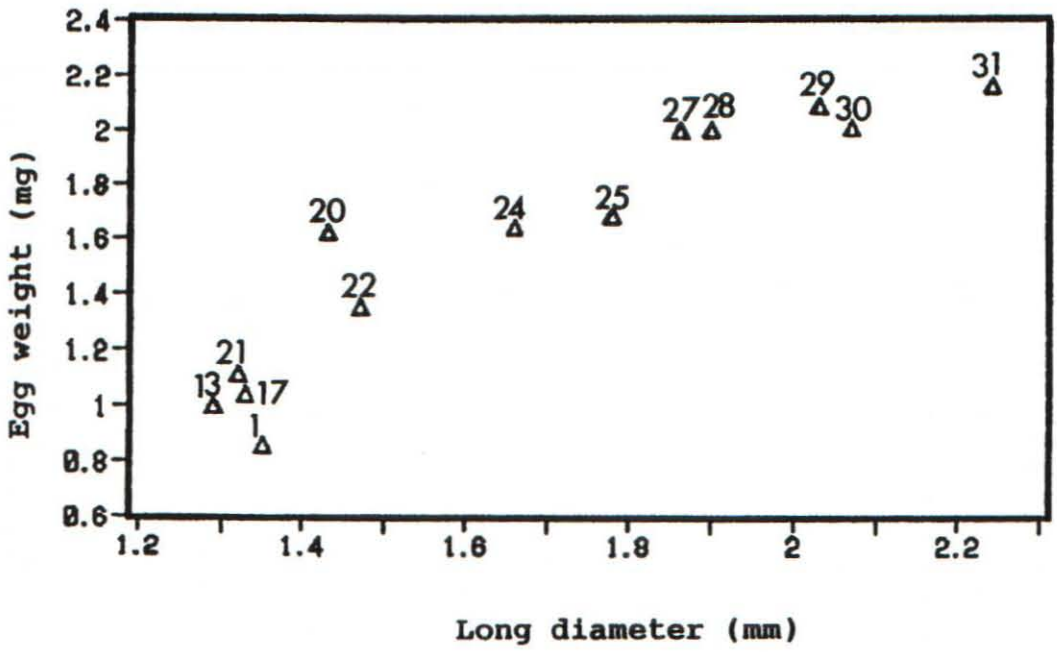


Fig. 11. Relationship between the long diameter and weight of intraovarian eggs at various stages of development.
Figures attached represent embryonic stages of development.

が多い42～43㎝が125, 000～139, 000, 50～51㎝が269, 000～294, 000, そしてこれまでに漁獲された最大全長である60㎝が600, 000となった。一方, 同一全長における孕胎期の卵巣卵(胚)数は卵形成期より常に少なかったが, その差は全長の増加にともない指数関数的に増加していた。例えば, 卵形成期の卵数に比べて孕胎期になると全長32～33㎝の個体では平均1, 200が, 42～43㎝で60, 000, 52～53㎝で305, 000, 60㎝で765, 000がそれぞれ減少すると推定された。

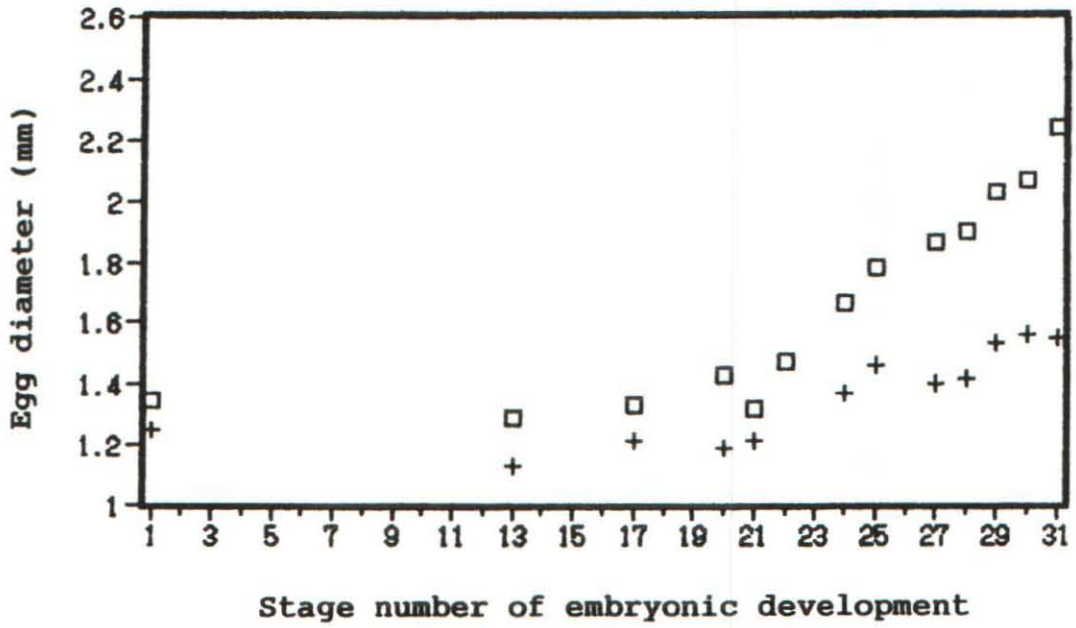


Fig.12. Changes in long and short diameters with progress of embryonic development of intraovarian eggs.
□:long diameter, +:short diameter.

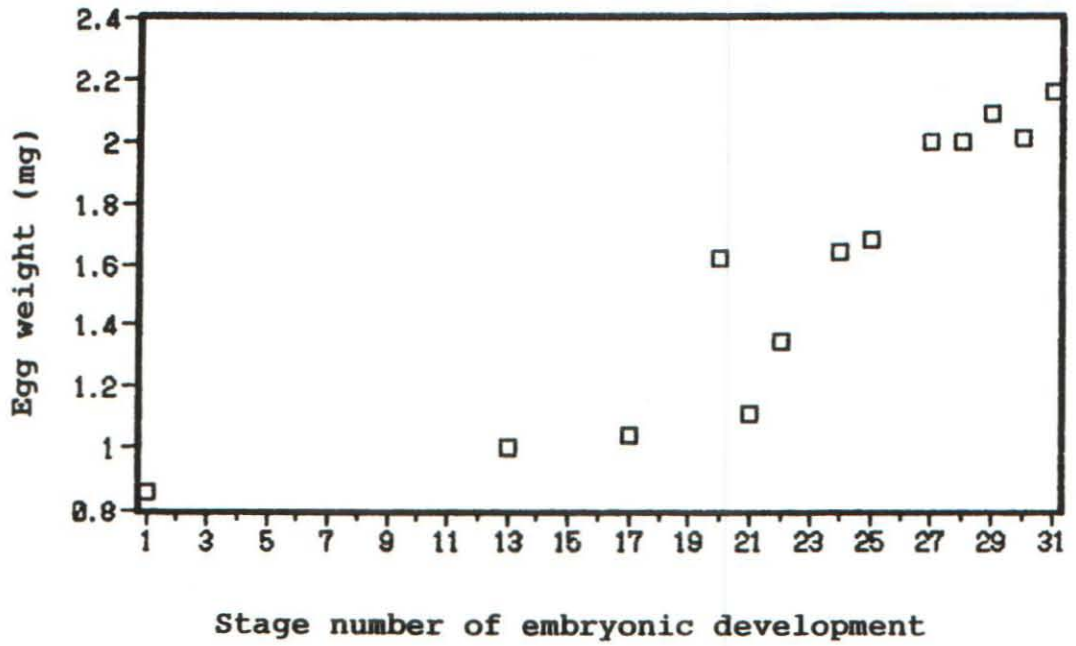


Fig.13. Changes of intraovarian egg weight with progress of embryonic development.

3）卵径と卵重量

本種の卵巣卵は4月上旬の調査ではフットボール型または洋梨型を呈することが分かったので，卵の長径と短径を測定した。孕胎期における各段階毎に平均長径と平均短径との関係，および平均長径と平均卵重量との関係を見ると，それぞれに高い相関がみられるたことから（図10，11），胚発生の進行につれ卵は短径よりも長径方向に増加し，かつ卵重量も同様に増加することが分

かった。

次に，孕胎期における卵径及び卵重量の発生の進行に伴う変化を見た。4月5日の未熟卵巣卵の平均長径0.99mm，短径0.44mm，平均重量0.44mgの卵は未受精の成熟卵でそれぞれ1.34mm，1.26mm，0.87mgでほぼ球形となった。胚発生ステージと卵重量及び卵径の変化を調べた結果（図12，13），受精後の卵巣卵径は未受精の成熟卵と比べてst.21（耳胞原基出現期）ころまでは変化しないがst.24から徐々に増し，その伸びはst.24（胸鰭原基出現期）ころから短径に対して長径が大きくなり，st.31（孵化前期）では未受精卵と比べて，長径で約1.7倍，短径で1.2倍となった。その結果，卵の形状も次第に楕円形となることが分かった。一方，卵重量はst.22（水晶体出現期）から徐々に増加し孵化前期では2.5に倍増加した。このように，受精後の卵巣卵は胚発生の進行につれ卵径と卵重量を共に増加させることが明らかにされた。

4）孕胎期の通常卵巣卵と小型卵巣卵

孕胎期における通常卵巣と小型卵巣の双方の卵巣卵について卵径および卵重量の変化を同日採集の同全長の個体と比較したところ，4月5日採集の37.2cmの個体の小型卵巣では卵巣卵数は通常卵巣の約1/4，卵重量は1/5，卵の長径は0.8倍で，明らかに違いがみられた。一方，孕胎期ではst.24の38.8cmの個では卵巣卵数は少なかったが，卵重量と卵径はほぼ同じであった。st.28の40.7cmの個体では卵重量，卵径共に小さく，かつ卵巣卵数も少なかった。このように，孕胎期では調査数が少なかったので十分な検討はできないが，総じて小型卵巣は卵巣卵数が少なく，かつ卵重量，卵径も小さいと言える。

5）卵巣の構成

卵巣内の構成要素は卵粒（胚），卵巣膜，卵巣薄板，及び卵巣腔液であるが，ホルマリン固定後では前の3要素が分離できるので，卵形成期，孕胎期における各要素重量比と全長との関係を調べ表10に示した。卵巣中に占める卵粒，卵巣薄板および卵巣膜の重量比は卵形成期でそれぞれ83.4%，11.4%および5.1%であったが，孕胎期中期および後期ではそれぞれ，胚は84.6%および87.6%で若干増加傾向が，卵巣薄板は12.6%および9.7%，卵巣膜は3.4%および2.7%で共にやや減少傾向がみられた。また，各期における全長との関係を見ると，個体差はみられるが概して卵巣中に占める卵粒（胚）の重量比は全長が大きくなるにつれ増加し，逆に卵巣薄板と卵巣膜は共に減少傾向をみせた。このように，卵巣構成要素の重量組成にみられる変化は胚発生の進行に伴い胚重量の増加を示すものと思われる。

Table 10. Percentages in weight of main constituents of the ovary in egg-maturity and gestation periods.

Group	Total length cm	Number of fish exam.	Eggs		Ovarian envelope		Ovigerous lamellae%	
			Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Maturation	31-33	1	74.1		9.9		16.1	
	33-35	3	84.0	4.6	5.2	1.8	10.8	2.8
	35-37	1	79.0		5.8		15.1	
	37-39	6	76.9	18.2	5.7	3.9	17.4	14.3
	39-41	8	85.7	5.6	4.2	1.6	10.1	4.0
	41-43	14	88.6	3.1	3.6	0.7	7.8	3.0
	43-45	5	90.3	1.8	3.1	0.9	6.6	1.1
	45-47	3	88.9	1.1	3.5	0.5	7.6	0.7
Mean±S.D.		41	83.4	5.7	5.1	1.6	11.4	4.3
Gestation St.15-25	33-35	5	79.2	4.6	3.8	1.7	17.0	4.5
	35-37	6	82.5	6.6	4.9	3.0	12.5	7.2
	37-39	3	82.1	2.9	3.1	0.5	14.8	2.5
	39-41	7	80.5	7.1	3.7	1.4	15.8	6
	41-43	2	90.9	6.7	2.5		6.7	2.7
	43-45	4	88.8	3.4	2.7	1.1	8.5	3.0
	45-47	1	88.1		3.3		8.6	
Mean±S.D.		28	84.6	5.2	3.4	1.5	12.0	4.3
Gestation St.26-31	31-33	2	87.1	3.6	4.4	1.4	8.4	2.1
	33-35	2	90.3	4.5	1.8	1.6	7.9	2.9
	35-37	5	87.1	1.3	2.1	0.6	10.8	1.1
	37-39	7	87.4	3.2	2.5	0.3	10.1	3.0
	39-41	6	85.4	2.8	2.7	1.2	11.8	2.7
	41-43	4	82.2	6.3	3.6	1.5	14.2	5.7
	43-45	3	92.2	2.8	1.7	0.3	6.0	2.8
	45-47							
	47-49	3	89.3	0.2	2.6	0.4	8.1	0.5
Mean±S.D.		32	87.6	3.1	2.7	0.9	9.7	2.6

S.D.:Standard divison

Table 11. Changes of the ovary color at different embryonic development stages.

Developmental stage (Stage number)	Color
Mature unfertizilied ovum(st.1)	Yellow(maize)
Early gastrula(st.13)	Yellow(buff)
Embryonic shield(st.15)	Yellow(buff)
Optic vesicles(st.17)	Bright orange-red color
Auditory placodes(st.21)	Brown
Pectral fins, 26-27 somites(st.24)	Yellowish brown
Pigmentation of retina(st.25)	Nile green
Blood circulation(st.26)	Leek-green
Pigmentation of the peritoneal wall(st.29)	Sap green
Prehatching(st.31)	Sap green

6）卵巣の色

本種の卵巣表面は半透明な卵巣膜で被われているので，各発生段階の卵巣は胚の卵黄や油球，さらに胚の沈着色素の色を反映している。未受精卵をもつ成熟卵巣は卵黄中の大量の油球群を反映し一様に黄色を呈しているが，発生が進むに連れてその色調に変化がみられる（表11）。St. 21を境に，卵巣の色彩は黄色系から緑色系へと次第に変化し，st. 31では暗緑色を呈する。なお，st. 25以降の卵巣では，卵巣膜を通して胚の眼が銀色に輝いて見える。したがって，このような色調の変化から胚のおよその発生段階を推定することが可能である。

(4) 考　察

外部生殖器官

クロソイの雄成魚の生殖期の推移に伴う泌尿生殖突起の外部形態や精巣の変化の組織学的な観察は，メバル属魚類のうち沿岸性のソイ類5種について比較検討した佐々木[32]により詳細になされている。また，断片的には中村[33]，五十嵐[34]などの報告がある。今回のクロソイでの観察では，雄成魚の泌尿生殖突起は周年を通じ突出することや，生殖突起にみられる斑紋などは佐々木[32]の記述とほぼ同じであった。この生殖突起は雄性交接器となり体内受精のための雌体内への精子輸送の役割を果たすものである[34]。しかし，今回の研究から精子放出期にある生殖突起は非成熟時期と較べて多少肥大し，また白桃色系の生殖突起の色調もこの時期には先端部位が充血したように赤黒く変わるなどの変化をみせること，精液が乳白色の粘性の高い塊となって排出されることなど，従来クロソイでは報告例のない知見が得られた。水江[35]によると，カサゴやメバルの生殖突起は交尾期には明らかに伸長し，肥大するというが，エゾメバルではそのような変化はみられていない。五十嵐[34]はエゾメバルの雄性交接器が，ソイ類5種と比較して，外部形態，大きさ，斑紋及び内部組織に相違が見られことを観察し，近縁種とされている種類も雄性交接器にそれぞれ固有の形質を備えているとして，この交接器官の形態は系統発生とは関係なく，各々別個に獲得された形質であると推定している。メバル属魚類や近縁のカサゴの雄性生殖突起は未成熟魚にはみられず，成熟魚にのみ見られることから，明らかに二次性徴であるとされている[32, 34, 35]。クロソイでは0歳未満の15～16cmの未成熟魚でも雄性生殖突起による雌雄の判別は可能であるが，20cm以上に達した個体ではその発達がより顕著であるので，種による違いがあるように思われる。

一方，クロソイ雌成魚の外部生殖器は肛門後方と泌尿口との間にありMoser[36]の*S. paucispinis*についての観察結果と同じである。その開口部位は未成熟魚や妊娠期以外の成魚では明瞭にみられない。しかし，妊娠魚にみられる生殖孔周辺部位の形態変化は，これまでメバル属魚類では観察例がない妊娠期の成魚では卵巣の発達により腹部全体が膨満し，特に肛門，生殖孔及び泌尿突起が膨隆する。胚発生段階が進行するにつれてその程度が増し，妊娠後期（出産期直前）では生殖孔周辺部位の表皮中に青紫色の胎仔の眼胞が見られる形態的な変化が観察された。このような形態変化は妊娠初期では顕著ではないが，妊娠中期に出現し妊娠後期では明瞭となる。本種の受精卵は胚発生の進行に伴い，卵径と卵重量を共に増加させるので卵巣の容積と重量も増加し，これにより腹壁に圧力がかけられる結果生殖孔周辺が全体的に突出するものと思われる。

生殖周期

増養殖対象魚の生殖周期を知ることは，その種の再生産機構を推定し増養殖技術を開発する際に最も大切なことである。周年にわたる生殖腺の重量変化を体重当りの生殖腺の重量比の変化として求める生殖腺指数 (GSI) が一般的に用いられているが，本種では雌の生殖巣の重量変化に対し雄のそれはきわめて小さいので，雌雄を同一スケールで比較するために，魚体の容量に対する生殖腺重量比として表す，熟度係数［または生殖腺係数 (GI)］を用いた。

クロソイの生殖巣の成熟過程の研究は人工養成魚について中村[33]が周年にわたり，天然魚について佐々木[32]が断片的に，それぞれ行っている。これまでの知見によると，雌雄の成熟時期が異なること，雄は満2年の7～8月ころから精子形成を始め，11月に成熟し，12～1月に雌の卵形成の段階が染色仁期と周辺仁期の状態で精子が卵巣腔に送り込まれ，その後約6か月を経過した頃に受精が行われ，受胎した雌は約1か月の妊娠期を経て出産することが明らかになっている。今回の北海道南部各地で採集したクロソイ成魚による熟度係数(GI)の変化から，GI は雌では11月から高まり6月中旬に年間最大となること，また雄では7月から高まり11～12月にかけて最大となることが明らかにされ，年に1回の生殖時期をを持つというこれまでの観察結果とほぼ同じ結果が得られた。メバル属魚類の生殖周期について，わが国周辺海域に生息するソイ類魚類，*Sebastes inermis*[37]（水江　1959a），*S. pachycephalus pachycephalus*[38]，*S. thompsoni*（高野　未発表），*S. taczanowskii*[39]では年に1回の生殖周期を持つが，米国太平洋産ソイ類では年に1回と2回の種がある[36]と報告されている。また，メバル属魚類とごく近縁の胎生魚であるカサゴ *Sebastiscus marmoratus* では年3～4回の生殖周期が見られ[37]，種間，生息環境の違いによりその生殖周期は異なっている。

クロソイの卵及び精子形成過程についての詳細な研究はみられないが，種苗生産の立場から生殖時期を把握した中村[33]の研究によると，卵巣組織には周年にわたり染色仁期と周辺仁期の卵母細胞がみられ，特に熟度係数が微増する10月から卵黄胞期の卵母細胞が，12～5月の間に卵黄球期の卵母細胞がそれぞれ出現するとされる。また精子形成過程については，10～11月が精子形成期，12～1月が精子放出期（交尾期），2～6月が休止期，7～9月が精子形成準備期に当たるとされている。著者は2月1日に採集した卵黄球期の卵巣内に精子の存在を確認している（未発表）。このような観察結果から，本種の卵黄形成期間は同属のエゾメバル[39]と同じく約6か月間，精子形成期間は約6～7か月間でキツネメバル[40]とほぼ同じとみられる。交尾時期及び期間についての観察では，雄の熟度係数が最大になる11月下旬～12月中旬に採集した雄成魚の交接突起が最大に肥厚し先端部位を軽く圧すると粘性の高い乳白色の精液が塊状に放出することから，中村[33]の組織学的観察結果とほぼ同じであることが確かめられた。

卵巣卵数

メバル属魚類は一般に多産性が特徴と言われているが，卵巣卵数に関しては系統だった研究はなされていない。これまでに報告されている卵巣卵数は日本産で一回出産型の *Sebastes inermis*[41]で 71,000，多回出産型の *Sebastiscus marmoratus* が1回の出産で 20,000[42]，北大西洋産のメバル魚類では，1回型の *S. marinus* で 40,000～360,000[43]，2回出産型の S. paucispinis で 20,000～2,297,000[44]，*S. jordani* で6,200～50,000であり，種により1年に出産する1腹の胎仔数は異なっている[36]。

クロソイの全長と卵巣重量との関係について調べた結果，全長が大きくなるにつれて卵巣重量も増し，それは卵巣卵数の増加によることが確かめられた。即ち，本種では32～60cmの全長範囲では全長の増大にともない卵巣卵数も増加する。同様な結果は多回出産するカサゴで報告されている[45]。しかし，カサゴの高齢魚では逆に減少する傾向がみられているが，カサゴの雌は6年で22cmになりそれ以後は殆ど成長しないため[36]，高齢魚では生殖能力の低下とそれにともなう産仔数の減少はあり得ると考えられている[45]。クロソイで観察した限りではこのような結果はみられず卵巣卵数は全長の増加とともに指数関数的に増加する。

本研究では卵形成期の4月と受精後の孕胎期の卵巣卵数の解析から，同一全長では卵形成期に比して孕胎期の卵巣卵数が常に小であることが明らかにされた。他のメバル属魚類ではこのような結果は得られていないように思われる。一般に，魚類の孕卵数は種によりほぼ一定しているとみられる。しかし，同一種であっても母体の大きさや年齢，環境，飼育条件，系統によって孕卵数が異なる現象は知られている[46]。また，卵生魚で一部の卵母細胞が発達途上において退化するため，産卵数は発達初期の卵巣卵数より少ないことも報告されている[47,48]。カワマス *Salvelinus fontinalis* の産卵数は，卵巣発達過程初期に存在する卵母細胞の約1/2である[49]。これらの事実は，産卵数が基本的には遺伝子支配に基づいて決定されているが，内部あるいは外的要因によって変動する可能性が高いことを示している[50]。ヤマメ *Oncorhynchus masou ishikawae* の卵形成過程にお

いて成長期に3,000粒を数えた卵母細胞は，成長期および卵黄形成期においてその2/3以上が退化，消失し，排卵数は651粒となったという[50]。したがって，クロソイにおいてもこのような観点から卵巣卵（胚）数の減少を解明する必要がある。本研究では調査尾数の関係から孕胎期を一つのグループとして処理したが，各発生段階間で卵巣卵数に違いがあるかどうか調査することは興味ある課題である。

本種の受精後の卵巣卵は胚発生の進行に伴い卵重量の増加と卵の形状変化，卵径の増加など明らかな変化を見せた。このような変化は他の卵生魚及び胎生魚類では報告されていないように思われる。本種の卵重量及び卵径の増加は，卵内で胚が卵黄栄養だけでなく母体からの栄養をも摂取して成長していることを示唆している。Boehlert et al.[9,10]は，クロソイと *S. melanops* の灰分遊離乾物重量，熱量値，窒素と蛋白質の測定値から，両魚種の胚は母体栄養性であることを明らかにした。また，クロソイの胚発生過程におけるエネルギー収支の研究から，胚は出産直前にも当初の93%のエネルギーを保有しており，孕胎期に母体から栄養を受けていることも明らかにされている[10]。本研究の結果はこのことを胚の成長面から裏付ける結果となった。

本種の胚は卵巣腔内妊娠ではあるが，母体となんらかの方法で栄養摂取やガス交換を行っていると想定される[10]。しかし，卵巣腔内には胚が母体から栄養を摂取するに必要な付属的な構造分化はみられない。母体内栄養源に関して Wourms[51]は，フサカサゴ科の4属の胎生魚類のうちユメカサゴ属 *Helicolenus* の発生中の胚を包んでいる寒天状基質を母胎栄養源と示唆しているが，クロソイでも胚発生期の卵巣腔内にみられ出産時に胎仔と共に排出される寒天状物質が胚の栄養源として用いられているのか否かは不明である。あるいはBoehlert et al.[10]が示唆したように，発生中に退行してゆく卵や胚が他の健全な胚の栄養源となるのか，さらには雌特異蛋白質の一つであるビテロゲニンが胚の栄養源となり得るのかも知れない。妊娠中に卵巣薄板を占めている大量の血管床からの栄養物，特にアミノ酸などの卵巣腔液への移行の可能性も考えられる。

Wourms[51]は母体栄養性魚類における母体と胎仔との間の栄養移行に関して，食卵（oophagy）あるいは食胎（adelphophagy），栄養膜性（trophodermy）および胎盤栄養（placentotrophy）の3つのタイプを認めている。これらのうち，食卵と食胎は胚が同胞の卵または発生中の胚を食する母体栄養の形式として定義されている。本研究ではクロソイの卵巣卵数は同一全長範囲で胚発生前よりも胚発生中で少ないことが明らかにされた。このことは卵発達中をも含め胚発生中に退行した卵（胚）が母体に吸収されるためと考えられるが，果してどのような機構によるものかを明らかにすることは，胎生魚の発生生理を解明する上できわめて重要な課題である。

発生に伴う卵巣卵の形態変化

本種の卵巣卵は卵形成期（4月）にはその形状が楕円形であるが，卵成熟につれてほぼ球形となる。しかし，胚発生後期には再び楕円形となることが分かった。この受精後の卵巣卵の形状変化は胸鰭形成期（st．24）以降に顕著になることから，胚の成長にともない卵膜が伸長する結果と見做された。また，血液循環期（st．26）以後の胚は検鏡中に卵内で自在運動をみせ自然に孵化することがあるので，この段階で卵膜は既に孵化酵素の影響を受けている状態にあることが分かった。このような胚発生中の卵の形状や卵の重量増加等の変化は一般の卵生魚類では報告例がないように思われる。しかし，本種と同属の *S. paucispinis* の卵巣卵では Oppenheimer[52]の発生段階による st. 8（桑実胚期の0.94㎜の発生途上卵はst．22（発眼期）で1.0㎜，st. 32（孵化直前）で2.0㎜と卵径を増させることが知られている[36]。ムラソイ *S. pachycephalus pachycephalus* でも胚の伸長に伴いそれまで球形であった卵が楕円形を呈することが示されている[53]。そのほか胎生魚であるカサゴ *Sebastiscus marmoratus* では同一個体の卵巣内に卵径の異なる3～4群の発生途上卵が存在し，それぞれが異なる胚発生段階にあることが観察されている[37]。

従来，発生途上卵については主に各発生段階における酸素消費量及び呼吸商についての研究や，卵黄から胚体へのエネルギーの移行についての研究は見られるが，発生に伴う卵重量自体の変化についてはこれまでに報告例はないように思われる。母体栄養摂取装置のある胎生魚では胚と母体との関わりがあるので，重量の増加は当然であるが，卵生魚や卵胎生魚では卵黄の消費により胚が成長するので重量は減少こそすれ増加することはないがものと考えられる。Boehlert et al.[10]は，従来たんなる卵胎生魚とされてきたクロソイおよび *S. melanops* 胚が部分的に母体栄養依存性であることを生体外及び生体内実験から明らかにした。即ち，クロソイの胚は出生に至るまでに遊離灰分の乾燥重量が約25%増加し，胚発生に必要なエネルギーの58%が母体から移行することを示した。したがって，本研究で観察された胚発生中の卵巣卵の重量増加はこれらの観察結果を裏付けるものである。Wourms[51]は，母体と胚との間に特別な栄養供給系が見られない，クロソイも含めたソイ類全般について母体栄養源が妊娠期の卵巣内にみられる寒天状基質や妊娠魚の雌血清特異タンパク質のビテロゲニンの存在との

関係を考察している。

小型卵巣

同一採集日や同一発生段階における同一全長において卵巣重量が通常よりも異常に軽い卵巣が見いだされ，これを小型卵巣と呼び他の通常卵巣と区別して取り扱った。卵形成期では小型卵巣は通常卵巣に比べて卵巣卵数が少く，卵重量が小で，卵径も小さかった。しかし，孕胎期では卵巣卵数は少ないが，卵重量，卵径は通常卵と違いがないように思われた。したがって，天然魚においても本種の卵成熟状態は個体条件により異なるように思われる。これまでの天然魚の採集を通して，雌成魚であっても腹部が肥大しない，非妊娠魚が必ず見られているので，今後小型卵巣個体と非妊娠魚との関係を調査する必要がある。

2．胚発生に関する研究

(1) 卵巣卵の発生過程

成熟直前の卵は透明な卵膜で覆われているが，卵内部は乳白色に見える微小な球状体からなり，不透明に見える。成熟卵から出生直後に至る各胚発生段階を図14に示した。

未受精成熟卵（st. 1，図14－A）：卵径は1.2～1.3㎜で球形である。卵は透明で薄い膜で覆われている。卵内には透過光線で乳白色の卵黄中に黄色に輝いて見える大小さまざまの油球群が分布している。

胚盤形成期（st. 2，図14－B）：動物極側の卵膜が隆起し，胚盤が形成される。大・中・小の油球群は卵中央から植物極にかけて分布している。

2細胞期（st. 3，図14－C）：胚盤上に2個の割球が出現する。

4細胞期（st. 4）：4個の割球が出現する。以下，同様に割球の数により8細胞（st. 5，図14－D），16細胞期（st. 6，図14－E），32細胞期（st. 7），64細胞（st. 8）とする。

桑実胚期（st. 9，図14－F）：乳頭状に隆起した胚盤には大小の割球が見られ，桑実状に見える。

初期胞胚期（st.10，図14－G）：胚盤の隆起はより顕著になり，胚葉に凹凸が見られ。

後期胞胚期（st.11，図14－H）：胚盤葉は滑らかに見え，一様に乳白色を呈る。

胞胚伸張期（st.12，図14－I）：胚盤葉はやや扁平となり，卵黄面上を被包する。

初期原腸胚期（st.13，図14－J）：さらに扁平化した胚盤葉は卵黄面上を1/3～1/2被包している。

後期原腸胚期（st.14，図14－K）：胚葉が卵全体の1/2を被包する。卵黄と胚葉の境界部位に胚盾が出現する。植物極側に通常1個の大油球がみられ，その周辺部に小油球が密集している。

胚体出現期（st.15，図14－L）：胚体は卵黄面を約1/2巡する。胚の全長は約3㎜である。

頭側皺襞期（st.16，図14－M）：胚の頭部がほぼ菱形にみられる。

眼胞出現期（st.17，図14－N）：頭部の両側に眼胞の膨隆が見える。胚は卵面を約2/3巡する。

体節出現期（st.18）：胚体幹に数条の体節が見える。

鰭褶出現期（st.19）：胚の頭部後方から尾端にかけて背腹縁は透明な鰭褶で被れる。

眼盃出現期（st.20，図14－O）：眼胞中央部に窪みが見られる。脊索，神索が形成される。

耳胞原基出現期（st.21，図14－P）：眼胞後方に耳胞原基が出現する。胚は卵黄面約3/4巡する。脊索及び神経索が明瞭に見える。体節数は20～22個。

水晶体出現期（st.22）：水晶体の輪郭がはっきりする。

耳石出現期（st.23）：耳胞内に2個の粒状耳石が見える。膀胱原基とみられる管が体節の一部から分化している。

胸鰭原基出現期（st.24，図14－Q）：耳胞後方に胸鰭原基が形成されている。網膜に微かに色素の沈着が見られる。心臓の周辺部に無色の血流が見える。体節数は26～27個。胚の全長は約3.9～4.2㎜。検鏡時に光刺激に対し胚は自在運動する。

網膜色素沈着期（st.25，図14－R）：眼裂を除く網膜に色素が沈着する。耳石は明瞭に見える。心臓の鼓動がみられ，その周辺部位は赤色に見えるが，胚躰幹後方の血管内には無色の血球が流れている。棒状の消化管の末端に膨らみが形成されてみえる。

血液循環（st.26）：卵黄面に血管が多数分枝し，赤色の血球が心臓を経て胚体の背腹血管内を循環している。胚の自在運動は活発となる。

水晶体の透明化（st.27）：眼裂は消失し，水晶体を通して網膜色素が見える。胸鰭が明瞭となる。消化管のほぼ中央部が緩やかに屈曲している。頭頂部は丸みを帯び，鰓弓が見える。

開口（st.28，図14－S）：口が開き，消化管後端では管腔が外に通じている（肛門の開口）。後腸部の管腔内には封入物が観察される。消化管は中央部で左方向に一回りしており，消化管及び肝臓と膵臓の原基が出現している。頭頂部と尾柄部の背腹両縁と鰭膜との境界部には体節に沿い数個の，また腹膜面には5～6個の黒色素胞が点状に沈着している。体節数は28～29個。

体表色素沈着（st.29，図14－T）：体各部位に色素が密に沈着する。頭頂部で7～8個，腹膜面で15～20個，尾柄部の背腹面では8～9個の色素胞が出現する。消化管

後端はやや紡錘形となり，内部の管腔構造がはっきり見える。鰓蓋部及び顎の輪郭がはっきりする。心臓後方にある卵黄嚢は卵黄の吸収により，徐々に扁平になり，その内部には1個の大油球が見える。

卵黄嚢減少期（st.30，図14－U）：卵黄嚢は更に小さくなり，油球はその前端に位置する。消化管の始部に肝臓，膵臓，胆嚢が分化している。体表各部位には点状及び星状の色素胞が，頭部で12個，頚部で12個，尾柄部で9～12個，腹膜で20～25個，出現している。吻部が明瞭となる。胚の全長は5.4～5.6㎜。

孵化前期（st.31，図14－V）：卵黄と油球の吸収が進み，内臓腔はほぼ消化器官により占められる。腹膜と頭部に星状色素胞が密に沈着するが，尾柄部の色素胞数は前期と同じである。なお，色素胞の発現状態は，背中側で星状，腹側で点状である。消化系は，胃と前腸・中腸及び後腸の3区分が識別される。肝臓・膵臓は胃の背側に胆嚢は腹側にみられ，胆管が胃の後方に連絡している。採卵及び検鏡時の光などの刺激で容易に孵化する。孵化した胚は鰓蓋を開閉し，胸鰭・尾鰭により直進する。

孵化期（st.32）：胚は透明な寒天質状物質で被われてい

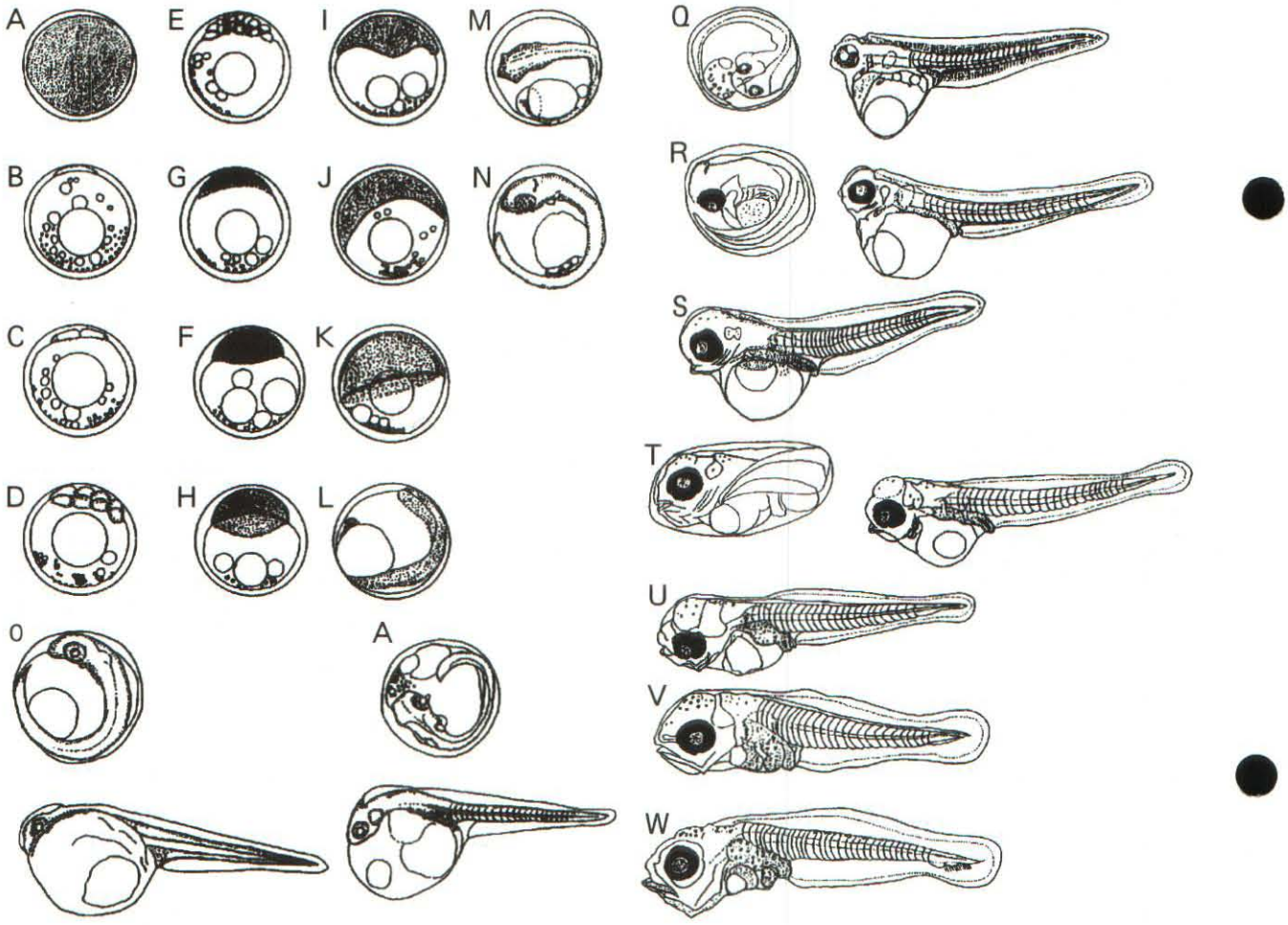


Fig.14　Schematic diagrams showing developmental stages of embryos of *Sebastes schlegeli*.
A:Mature ovum (stage 1); B:Formation of the germ disc (stage 2); C:2-celled ovum (stage 3); D:8-celled ovum (stage 5); E:16-celled ovum (stage 6); F: Morula (stage 9) ;G:Early blastula (stage 10); H: Late blastula (stage 11); I: Beginning of epiboly (stage 12); J: Early gastrula (stage 13); K:Late gastrula (stage 14); L:Embryonic shield (stage 15); M:Head fold (stage 16); N:Optic vesicles (stage 17); O:Optic cups, 22–23 somites (stage 20); P:Auditory placodes (stage 21); Q:Pectral fins, 26–27 somites (stage 24) ; R:Pigmentation of retina (stage 25); S:Openings of the mouth and anus (stage 28) ;T :Pigmentation of the peritoneal wall (stage 29) ;U :Depletion of yolk, 5.4㎜ body lenght (stage 30); V:Pre-hatching (stage 31); W:Newborn larva, 6.2㎜ body length;

るが，心臓は活発に鼓動している。孵化と出産はほぼ同時に進行するものとみられる。出産時に胚は寒天状物質で包まれた状態で放出され，水槽底に塊をなすが，親魚が胸鰭で直ちにフアンニングすることにより水中に拡散され，誕生した仔魚は表層で遊泳する。

仔魚期（st.33，図14－W）：出生後数時間を経過した仔魚の全長は平均6.2㎜（5.8～6.4㎜）である。魚体の背腹両縁は内臓部位を除いて頭部後方から透明な鰭膜で被われている。色素胞の出現状態は，頭蓋部で左右対称に9個，頚部で6～7個，尾柄部の背側で星状，腹側で点状に，内臓嚢を抱く腹膜では背側で密に，腹側で疎に沈着している。下尾軸骨の原基が形成され，下葉に数状の鰭条原基が見える。頭蓋後方に頭頂針がわずかに出現している。体節は31～32個。出産直後の仔魚は胸鰭，尾鰭を小刻みに振動させ浮遊し，正の走行性や走流性を示す。摂餌は誕生数時間後にみられる。

(2)　漁獲時期と胚発生段階

採集場所別にみた妊娠魚の漁獲時期と胚発生ステージを個体別に表12に示した。妊娠魚の胚発生段階を発生初期（st.1～st.14），中期（st.15～st.25），後期（st.26～st.32）の3段階に区分して漁獲時期と発生状態との関係を見た（図15）。鹿部町で調べた47尾については5月中旬から発生初期，中期，後期の妊娠魚が漁獲されているが，その漁獲割合は中期が多い。6月上旬には中・後期群のみとなり下旬には殆ど漁獲されない。全漁獲魚に対する各発生ステージの漁獲割合は中・後期群が共に46.8%を占めた。乙部町では5月上旬から各期の妊娠魚が漁獲されているが，その割合は初期群が多い。中旬から6月の上旬には中・後期群が主流となるが，受精前の個体も少数であるが漁獲されている。全漁獲魚に対する各発生ステージの漁獲割合は後期群が60%，中期群36.7%，初期群が11.1%で，受精前の成熟魚が4.4%であった。6月上旬に漁獲した遠別町では後期群が全体の46.7%，中期が28.6%であった。このように，妊娠魚は同一時期にあっても様々な胚発生段階にあること，また，漁獲場所により胚発生の進行速度が異なることなどが分かった。

(3)　漁獲妊娠魚の出産までの蓄養期間

毎年捕獲した，発生段階が異なる胚を持つ妊娠魚について捕獲日をゼロとし天然水温で蓄養した場合の出産ま

Table 12. Catch dates and developmental stages of intraovarian embryos gestating female *Sebastes schlegeli* collected at Shikabe, Otobe and Enbetsu.

	Shikabe										Otobe									Enbetsu			Total
	May				June						May					June				June			
Stage	11–15	16–20	21–25	26–31	01–05	06–10	11–15	16–20	21–25	Subtotal	06–10	10–15	16–20	21–25	26–31	01–05	06–10	11–15	Subtotal	01–05	06–10	Subtotal	
*Imm. egg		1	1		1					3			1		2	1			4			0	7
1										0	2								2		4	4	6
2										0	1								1			0	1
3										0					1				1			0	1
10										0									0			0	0
11										0									0			0	0
13					1					1									0			0	1
14										0	1								1			0	1
15		1								1				1	1				2		4	4	7
16										0	2	1							3		1	1	4
17		1	1							2	3	2							5		1	1	8
20										0									0	1		1	1
21			1	1			1	1		4				1					1			0	5
22										0									0	1		1	1
23										0				1			1		2		1	1	3
24		2	2		2	1	1	1		9			2	4	5	1	2		14	6	3	9	32
25		3			3			1		7			2	2		1	2		7	3	1	4	18
26										0			2	1	1	1	3		8			0	8
27			1							1	1			2	2	1	1		7	6		6	14
28										0	1		3	3	1	3	1		12	5		5	17
29					1					1			1	1	1	1		1	5	1	1	2	8
30	2	1	3		2	3	2		1	14		1	1		1	4	2		9	2		2	25
31		1			1		1	4		7				1	1				2			0	9
32							1			1									0			0	1
Total	2	10	9	1	11	4	6	7	1	51	11	4	12	17	16	13	12	1	86	25	16	41	178

*Imm. egg:Immature egg

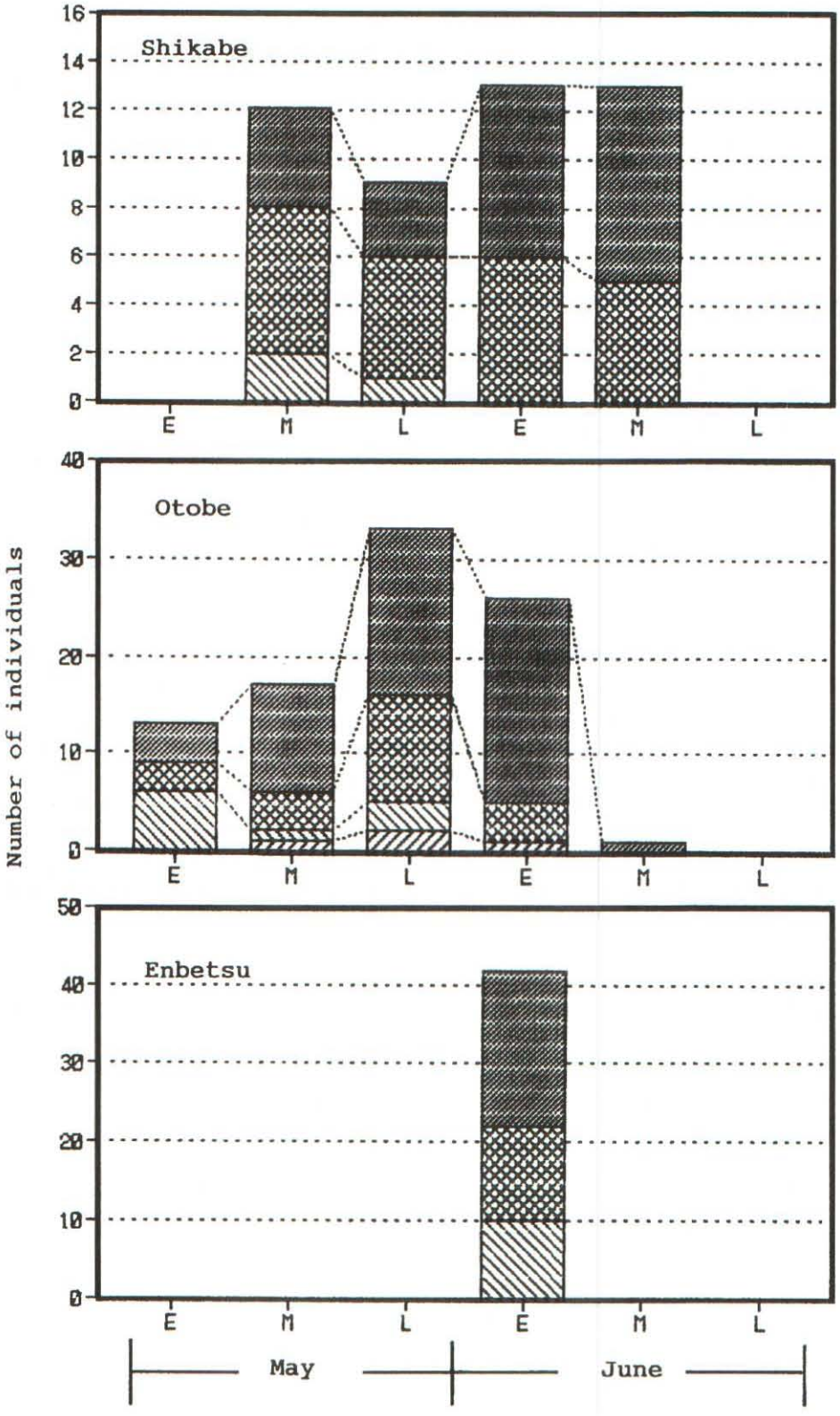


Fig.15. Catch dates and developmental stages of intraovarian eggs or embryos in female *Sebastes schlegeli* collected at Shikabe, Otobe and Embetsu. E, M and L represent Early, Middle, and Late ten days in the month respectively.

▨:unfertilized eggs, ▧:st.2-14 embryos, ▩:st.15-25 embryos, ▨:st.26-32 embryos.

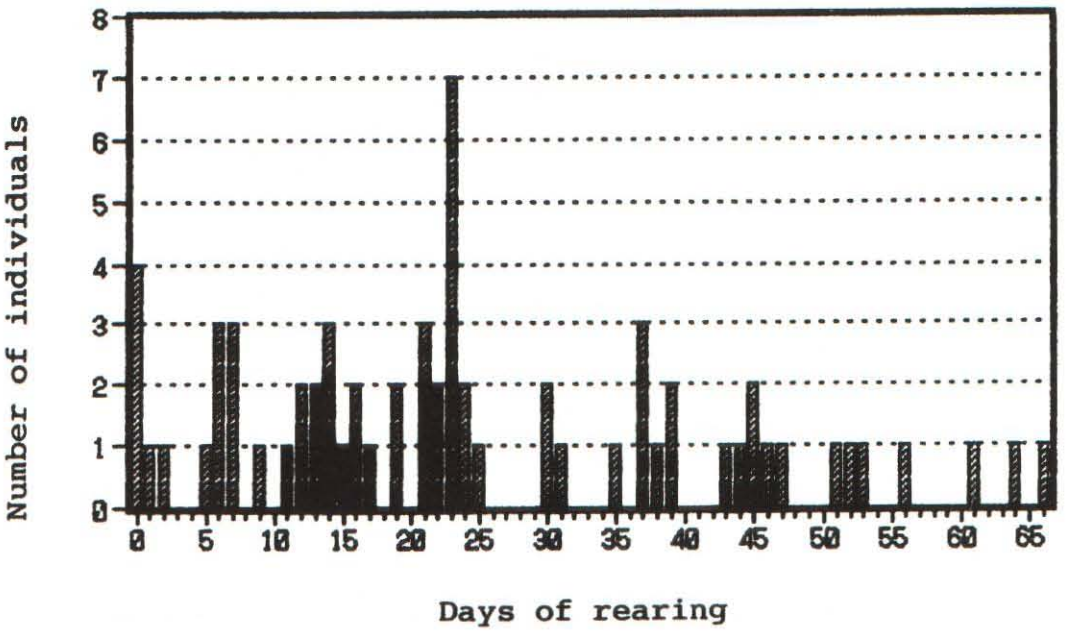


Fig.16. Preservation period in days from capture to parturition of gestating females, reared under natural seawater temperatures during late May to middle June at Shikabe.

での日数を調べた。蓄養日数は0日から66日までに及び（図16），自然水温下では出産までに長期間の飼育が必要であることが示された。したがって妊娠魚の飼育管理や種苗生産計画，特に生物餌料生産計画を可能とするため，捕獲した時点での出産時期の予測は重要な課題である。

(4) 孕胎期間と胚発生段階の推定

1983年5月上旬に前年から養成していた成魚のうち，腹部が肥大してきた38尾について個体識別を行い，以後出産まで一定期間毎に発生段階を調査し，発生ステージの進行と飼育水温との関係を究明した。

妊娠魚のうち，3尾がst. 1から出産まで，27尾が発生の途中の段階から出産まで，それぞれ観察できた。8尾は胚発生中になんらかの原因で出産不能であった。

同一個体で発生中の卵を観察した回数は5月中旬から6月下旬の間に2～3回であった。st. 1から出産までの全過程を観察できた3尾の出産日は6月29日，7月9日，7月19日で異なった（表13）。これらの個体から得られた平均妊娠期間は45.6日で，平均積算温度は445.6℃，この間の平均水温は9.8℃であった。ここで，胚の発生速度（K＝時間）と温度（T℃）との関係には以下のアレニウスの式（Arrhenius equation）を用いると，

$K_2/K_1=A(T_1-T_2)/T_1\times T_2$,

ここでK_1，K_2は各々の温度T_1，T_2において要求される時間の長さである。Aは反応係数で−8,970となるの

Table 13. Cumulative ambient temperature and the developmental stages of embryos by date for three female *Sebastes schlegeli* for which the entire course of development was observed. Mean daily temerature is in parentheses.

		Individual number			Mean
		14	32	54	
Developmental stages by date	1	May 11	June 7	May 23	
	21		June 23		
	28	June 7			
	29			June 22	
	31	June 22			
	33	June 29	July 19	July 9	
Gestation period		49	41	47	45.6
Σ℃		450.1 (9.2)	420.2 (10.3)	466.6 (9.9)	445.6 (9.8)

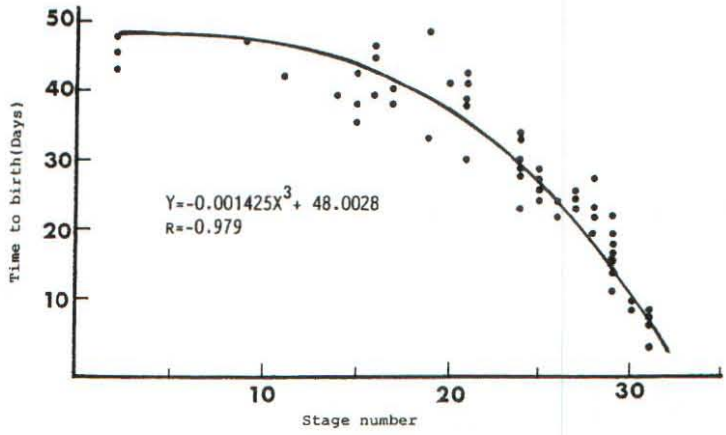


Fig.17. Relationship between the developmental stage (X) and the time required to birth(Y) in embryos from 31 female *Sebastes schlegeli*.

Table 14. Stages of embryonic development in *Sebastes schlegeli*, and estimated time schedule from fertilization to birth at 9.8℃.

Stage No.	Description	Time to birth(days)
1	Mature unfertilized ovum	
2	Formation of the germ disc	48.0
3	2-celld ovum	
4	4-celld ovum	
5	8-celld ovum	
6	16-celld ovum	
7	32-celld ovum	
8	64-celld ovum	
9	Morula	47.0
10	Early blastula	46.6
11	Late blastula	
12	Beginning of epiboly	
13	Early gastrula	44.9
14	Late gastrula	
15	Embryonic shield	4.32
16	Head fold	
17	Optic vesicles	41.0
18	Beginning of somite formation	
19	Finfold	
20	Optic cups, 22-23 somites	36.6
21	Auditory placodes	34.8
22	Fromation of lens, motility	
23	Apperance of otoliths	
24	Pectoral fins, 26-27 somites	28.3
25	Pigmentation of retina	25.7
26	Blood circulation	23.0
27	Lens becomes transparent	
28	Openings of the mouth and anus	16.7
29	Pigmentataion of the peritoneal wall	13.2
30	Depletion of yolk, 5.4mm body length	9.5
31	Prehatching	
32	Hatching	
33	Newborn larva, 6.2mm body length	0.0

で，この公式を用いて，様々な飼育水温下における発生段階間の経過時間を観察した27尾について，その温度を上記3尾が妊娠中に経過した平均水温9.8℃に修正した。誕生までに要した時間の長さ（Y：日数）は胚の発生段階(X)と負の相関があり，

相関式

$$Y = -0.00142X^3 + 48.0028$$

なる指数曲線（図17）が得られた。この式を用いて9.8℃における各発生段階から誕生までに要する時間を求め，表14に示した。即ち，受精から誕生までは水温9.8℃で48日を要する。受精から主な発生段階までの日数は，桑実胚期までは1日，胚体出現まで4.8日，網膜色素沈着期（発眼期）迄に22.3日，口及び肛門開口までに31.3日間を要することが推定された。

(5) 考察

胎生魚の卵巣卵の発生段階

胎生魚類のうちメバル属魚類では，経時的に胚を採集することが困難であることから胚発生の完全な経過を観察した論文はみられない。しかし部分的な過程はわが国産のソイ類では *Sebastes oblongus* [54]，*S. pachycephalus* [55]，*S. pachycephalus pachycephalus* [53]，また米国産のソイ類では *S. paucispinis* [36] について観察されている。

これまでメバル属魚類の発生の正常段階は Oppenheimer [52] による *Fundulus heteroclitus* の発生モデルに従い記述されていた[9, 10, 36, 56] Stahl-Johnson [57] は *S. caurinus* の発生段階を Oppenheimer [52] の記述と比較し，発生の初期は類似するが，発生の後期（Oppenheimer のst.21以降）で異なることを見いだし，Oppenheimer [52] の発生モデルと類似した特徴を用いることで13段階の指標を設定した。本研究では天然産妊娠魚と人工養成妊娠魚を用い出産まで飼育し，この間に多くの様々な発生段階にある胚について観察したところ，Oppenheimer [52] の発生段階の記述よりも卵生魚のワカサギ *Hypomesus olidus* [58] の発生過程の記述と極めて一致する点が多かったのでこれに準じて発生段階を設定した。

クロソイの胚発生経過の一般的な特徴を見ると卵生魚類のそれらとは大きな違いはない。しかし，卵膜は非常に薄く，狭い囲卵腔を形成するため受精後の卵膜の盛り上がりは動物極側でのみ顕著に見える。これらの特徴的な様相は，同様に藤田[54]によりタケノコメバル *S. oblongus* で述べられているように，大量の卵が限られた腔所で保護され発生する胎生への適応を示しているようにも思われる。また発生後期の卵巣卵は球状から楕円形へ変化するが，卵膜の柔軟性を示すと思われる。同じ様な特徴は他のメバル魚類の胚でも述べられている[36, 54]。出産直後の仔魚は卵黄は枯渇しているが，油球は大量に残っていることから，誕生は明らかに多くの卵生魚類の孵化段階よりももっと進んだ段階で起こる。これは，仔魚が誕生後活発に遊泳し直ちに摂餌出来ることの観察結果と一致している。

メバル属魚類の妊娠期間について，*S. rubrivinctus* が1か月[59]，天然状態で *S. pachycephalus* が約20日[53]の報告がみられ，一般に卵生魚胚の発生期間と比べて長い。Boehlertet et al.[10] はクロソイの妊娠期間を受精から誕生までの段階期間を積分することにより10.6℃で51.5日と推定した。本研究での受精から誕生までの時間に基づき計算した結果では，飼育水温が9.8℃で48日(10.6℃で43.9日間)となり，Boehlert et al.[10] によって推定された日数よりも若干短い。しかし，実際に同一個体で受精から誕生までに観察した3尾の妊娠期間に極めて近い結果であった。藤田[54] はタケノコメバルの2尾の妊娠魚を13.5～17.5℃で飼育し，妊娠期間が約30日間であるとしている。これより多少長い期間が天然産の *S. paucispinis* で推定された[36]。Boehlert & Yoklavich [9] は発生段階期間を積分することで，*S. melanops* の妊娠期間は10.0± 1 ℃で37日間であるとした。これらの種の妊娠期間の推定は本研究とは異なった方法に基づいているが，クロソイの妊娠期間は明らかに長いといえる。一方，妊娠期間と卵径との関係をこれまでに調べられたメバル属魚類でみると，未受精の成熟卵の卵径は *S. oblongus* で1.5～1.6㎜[54]，*S. paucispinis* で0.85～1.0㎜[36]，*S. melanops* で0.85～0.87㎜[9]で，本研究のクロソイでは1.2～1.3㎜であるから，妊娠期間と卵径とは関係ないように思われる。

最近，Boehlert et al. [9, 10] は *S. melanops* と *S. schlegeli* の胚エネルギー収支に関して，胚の発生後期段階で母体内栄養が胚により利用されていることを示した。薄い卵膜を持つ胚の長期間滞留が母体の栄養吸収により有利なのかもしれない。Dygert & Gunderson[11] は，メバル属魚類では種類により母体と胚との栄養的関わりが多様であることを示唆している。今後，メバル属魚類間で異なった妊娠期間に関して母体栄養の依存度を比較することはきわめて興味ある課題と思われる。

3．出産に関する研究

出産生態や正常出産に及ぼす諸条件を検討し，健全出産の技術を開発した。

(1) 出産生態

1）出産行動

腹部が顕著に肥大した妊娠魚のうち，麻酔をかけた際，

外部生殖口の周辺部位が一様に青紫色に色づき，この部位に胎仔の眼がみられる個体では出産が間近い。

水槽に収容後の妊娠魚は，水槽内の定位置，例えば注水口の真下や歩み板などで陰になる場所に静止し続け，日中は殆ど移動しない。ときどき，口を大きく開け，同時に体を震わせる動作を示すことがある（吐出動作）。このような動作は出産が近付くにつれ頻繁にみられ，かつ鰓蓋の開閉運動もそれまでよりも一層活発となる。そして，摂餌している個体は胃内容物を全て吐出する。

出産の行動を図18に模式的に示した。出産状態に達した妊娠魚は突然”生き生きとして”遊泳し始め，やがて，旋回中に，生殖口から粘性を帯びた透明な寒天質で被われた胎仔が帯状に連なって放出されてくると（図18－ａ），旋回を中止し，胸鰭と尾鰭で体をしっかりと底に固定した姿勢で１塊の胎仔を放出する。同時に，親魚は胸鰭を激しく動かしその塊をあおると（図18－ｂ），帯状に連なっていた仔魚は瞬時に水中に舞いあげられ，分散した仔魚は表層に向かって活発に遊泳を開始する。親魚の仔魚を分散させる行動は，ここでは，「あおり」行動と呼ぶ[60]。一回目の「あおり」行動終了後10～20分間くらいの間，親魚は底で静止しているが，再び旋回遊泳し２回目の出産を行う（図18－ｃ，ｄ）。このように，本種は，胎仔の放出と「あおり」の一連の行動を２～３回行い出産を完了する（図18－ｅ）。

２）出産の型

親魚の「あおり」行動と仔魚の誕生との関係をみると，「あおり」行動を受けて誕生した仔魚は12時間後でも生残しているが，「あおり」を受けなかった仔魚は浮上することなく全て死亡する。この観察結果から，親魚が行う「あおり」行動は仔魚の生残にとって不可欠なものであることが分かった。「あおり」の行動は親魚自体の活力によるもので，活力が旺盛である場合はすべて「あおり」行動を行うが（正常出産），活力が低下しているような場合，例えば，採集時や水槽収容時などに手荒く扱ったり，バタつかせたりして，腹部を強打したような場合，また，ストレスの多い環境下で飼育した場合は仔魚は放出するが，「あおり」は見られず異常出産となる。異常出産の例として，１）１腹のうち最初の放出胎仔群に対して「あおり」行動をとるが，残りの放出胎仔群にはとらない場合は，最初の胎仔群のみ誕生するが，残りは全て死亡する。このような出産を正常出産に対して不完全出産と呼ぶ（図18－ｇ，ｈ），２）仔魚を全て放出するが「あおり」行動をとらない場合，全ての仔魚はその状態で死亡する。これを全死産と呼ぶ（図18－ｆ），そのほか，３）仔魚放出と同時に毎回「あおり」行動はとるが，産仔は全て未熟である場合，これを早期産と呼ぶ。早期産の胚の発生段階は様々であるが，最も早い段階ではst．26，27の胚が認められた。この段階で出産したものは殆ど数日内に死亡する。したがって，正常な産仔を得るためには親魚の取扱には充分な配慮が必要である。

３）出産時刻及び時間

出産開始の時刻は，図19に示したように，日没から夜半に及んでいる。しかし，大部分は22時から１時ころに集中していることから，本種の出産は夜間型と見なされた。

１回の出産に要する時間はおよそ１時間から１時間半で，１時間以内が多い。

(2)　出産に及ぼす妊娠魚の取扱の影響

親魚の出産に及ぼす漁獲方法と輸送方法の影響を調べた。

１）研究方法

漁獲方法が出産に及ぼす影響を1981年に乙部町沿岸で延縄により漁獲された親魚で観察した。輸送試験は1973年から1974年に鹿部町と南茅部町，および1981年に留萌管内遠別町でそれぞれ底建網に入網した妊娠魚で行った。観察は個体別に行い，漁獲から輸送及び水槽収容までの取扱いと出産状態との関係を調べた。

遠別町からの輸送試験には魚体に損傷がみられない妊娠魚22尾，未成魚１尾，雄１尾の合計30尾を用い，６月５日に活魚輸送トラックの１ｔ水槽にバラ積みで収容し，酸素を給気しながら無換水の状態で約14時間かけて陸路鹿部町の道立栽培漁業総合センターまで輸送した。これらは1980年６月２～３日の２日間に沿岸の定置網に入網したものを，一旦船内生簀に収容し，約１時間後に陸揚げして，同漁協の荷捌所に設置してあるキャンバス水槽（約10ｔ）に収容し，蓄養していたものである。

栽培センター到着後のクロソイは新鮮な海水をかけ流してある水槽に移し入れ，数時間蓄養し活力の回復を図り，その後，麻酔をかけ魚体計測と観察を行った。

２）魚体への刺激

南茅部町と鹿部町沿岸の定置網で漁獲された12尾と天然魚の養成による11尾の妊娠魚について，出産前の魚体への刺激の状態と出産状態との関係を観察した（表15）。鹿部沿岸で漁獲された３尾の妊娠魚は漁業者からの聞き取りでは漁獲時に甲板上で腹部を強打したもので，いずれも不完全出産で，１腹の仔魚の内1/2～1/3位は浮上できず死亡した。南茅部町木直沿岸からポリ樽に入れ約１時間30分かけ輸送した妊娠魚は途中の悪路のため容器の中で互いにぶつかり合ったため，活力がない状態で到着した。妊娠魚は出産まで摂餌をしなかった。到着後の翌日に出産した１尾は早期出産で，以後の生き残りは見られなかった。15日間蓄養した個体は異常出産となり出産

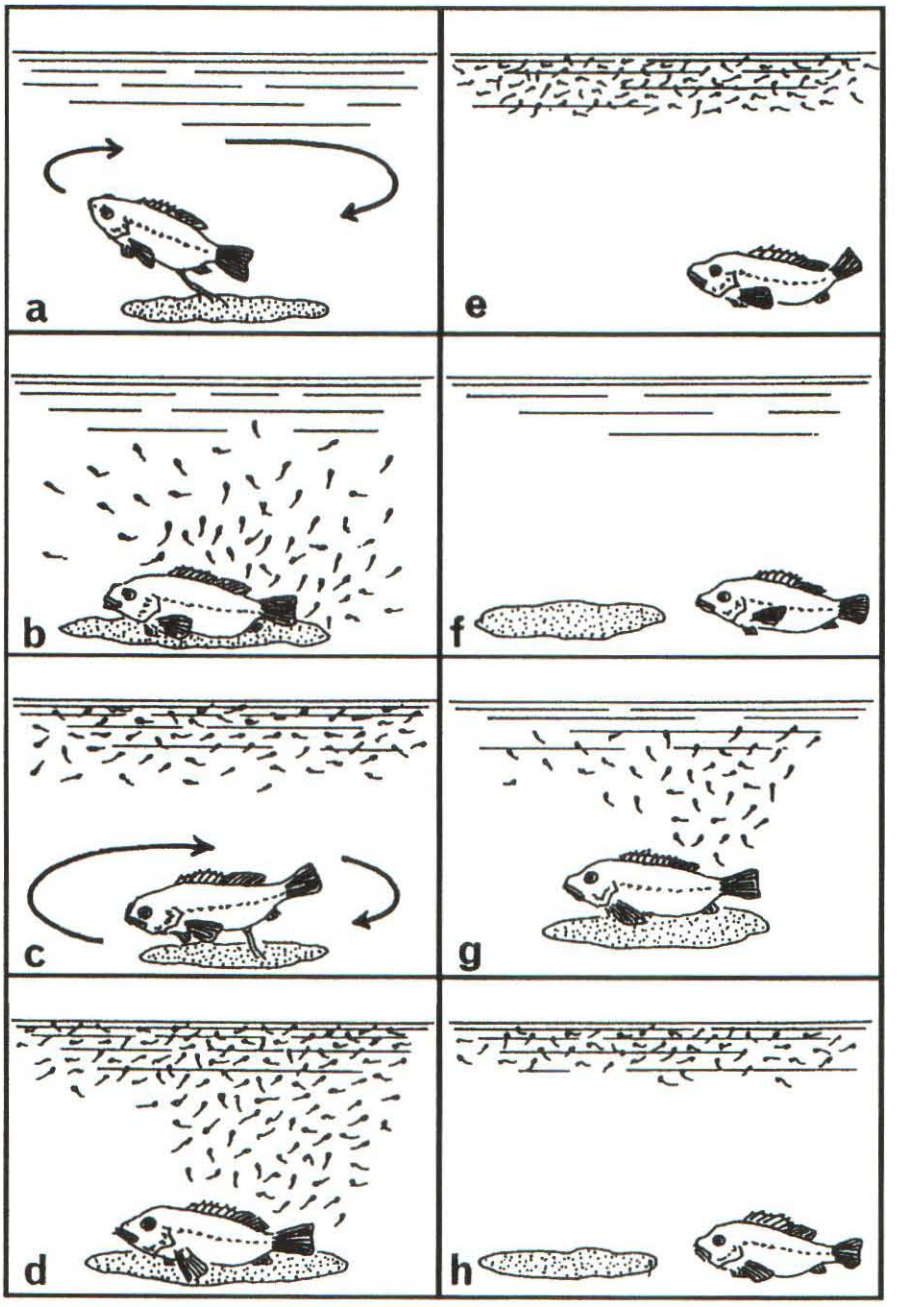


Fig.18. IIlustrations showing parturition behaviors of *Sebastes schlegeli* females.
IIlustrations a to e and f to h show normal and aberrant paturition behaviors, respectively.

a:While a fish is actively swimming, a small number of embryos are suddenly ejected like a string of beads (initial delivery),

b:The fish settled on the bottom of the tank gives birth to a gelatinous mass of embryos by moving vigorously with more active opercular movements (fanning action). The embryos are dispersed by the fanning action, drift up to the surface and begin to swim actively.

c:After a short time(10–20 minutes),the fish repeats the same behavior to ensure the subsequent deliveries.

d:Embroys drift up to the surface by the fanning action, again.

e:Parturitions usually occur two or three times within 1.5h order to liberate the entire brood.

f:Embryos deposited in a mass on the bottom cannot survive without the fanning action (all stillbirth).

g:and h : When an entire brood is delivered in two or three batches of embryos and only the first batch receives the fanning action, all embryos in the later batches die(g).This "imperfect" delivery in contrast to the "first perfect" delivery.

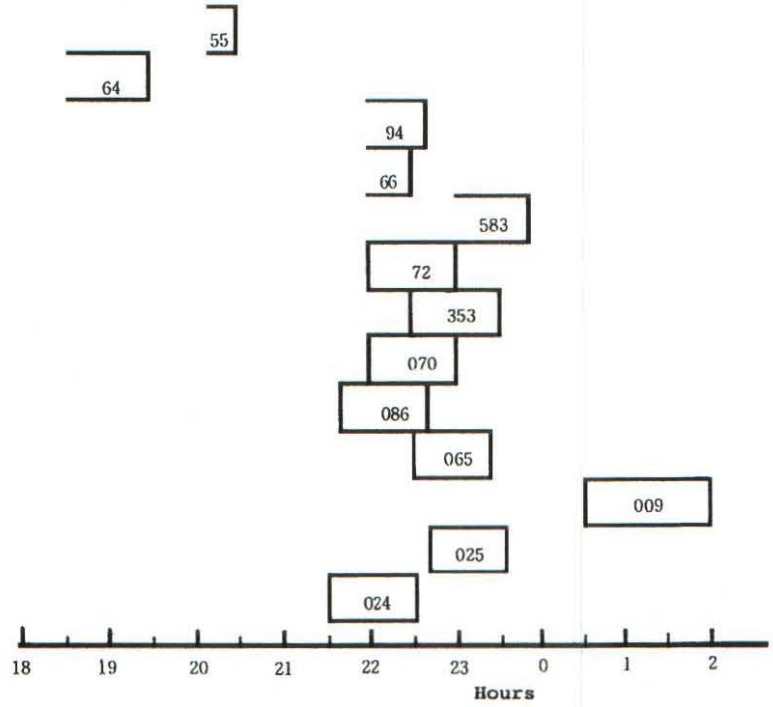


Fig.19. Time zone and the length of time required for the parturition of *Sebastes schlegeli* females. Figures within the perfect aquares are tagged numbers for individual identification. The imperfect squares show cases observed from a part of the way of parturition.

Table 15. Effects of handing on parturition of gravid females of *Sebastes schlegeli*

Year	Pregnant fish		Time from catch to birth (days)	Date of parturition	Temperature in parturition ℃	Parturition	Condition of treatment
	Location	Record					
1973	Shikabe	Preserved	12	June 3	11.0	Imper.	Bumped body against the boat deck
			6	June 26	13.8	Imper.	〃
			26	June 26	14.8	Imper.	〃
1973	Minami-kayabe	Preserved	15	June 15	13.6	Imper.	collided with each other on transport
			1	June 26	14.8	Prema.	〃
			67	July 7	15.1	No.	〃
	Shikabe	Preserved	8	June 11	15.5	Perfect	Treatment carefully
			6	June 13	15.0	Perfect	〃
			6	June 14	14.0	Imper.	〃
			13	June 16	14.0	Perfect	〃
			9	June 16	14.0	Imper.	〃
			6	June 17	13.5	Perfect	〃
1972		Raised	1year	June 17	13.7	No.	Chase excessively or bumped abodomen on the water
			〃	July 3	16.0	Perfect	Treatment carefully
			〃	July 7	16.2	Imper.	Chase excesively or bumped abodomen on the water
			〃	July 9	16.2	No.	〃 〃
			〃	July 9	16.1	Imper.	〃 〃
1972–1973	Shikabe	Raised	1year	June 30	15.8	Imper.	〃 〃
			〃	July 3	15.5	Perfect	Treatment carefully
			〃	July 3	15.5	Imper.	Bumped abdomen on the water
			〃	July 4	14.6	No.	〃
			〃	July 4	14.6	No.	〃
			〃	July 7	13.0	Perfect	Treament carefully

Perfect:Perfect delivery, Imper.:Imperfect delivery, No:All stillbirths, Prema:Premature birth

All resrs.=All resuscitation birth

仔魚の1/2が死産であった。67日間蓄養した個体からの仔魚は全死産となった。

前年に採集し1年間水槽で飼育した養成魚のうち，腹部が肥大している5尾を丁寧に取り上げ水槽に移し入れた場合には正常出産であったのに対し，不手際により過度に追いかけ回したり，とり上げの際暴れて腹部を水面に強打した個体は全て異常出産となった。このように，妊娠魚は過剰の刺激を与えた場合は異常出産となることが知られ，妊娠魚の漁獲，輸送，水槽内への収容時にはできるだけ丁寧に取り扱う必要が明らかとなった。

3）漁獲方法の影響

延縄により漁獲された個体のうち，口腔内や咽頭部，胃などの一部や鰓蓋などに釣り針がかかっている個体がみられたので，これらを釣針呑込魚とし，そのほか脱鱗の著しい個体や魚体に損傷がみられ活力がなく逃避行動も活発でない個体は衰弱魚として，採集時にその割合を調べた。表16に示したように，釣針呑込魚と衰弱魚はそれぞれ30%と7%であった。これらのうち，とくに後者は以後の観察ではすべて死亡した。また，前者も損傷のひどい場合は蓄養中に衰弱により死亡した。このように，延縄による漁獲では減耗が多いが，これは捕獲魚が一気に甲板に曳上げられた際の“ばたつき”による魚体の損傷や活力の低下，さらに腹部の強打が胚（胎仔）に及ぼす機械的な刺激等が原因と考えられた。したがって，延縄で親魚を採集する場合にはこれらの点を充分に考慮して漁獲するる必要がある。

4）輸送方法の影響

遠別町から約14時間かけて輸送した妊娠魚には死亡は見られなかったが，体表に程度の差はあれ損傷を受けている個体が多かった。到着直後，活魚水槽内で横になり表層に浮遊していた個体を，新鮮な海水をかけ流した水槽に収容したが，およそ1時間以内に元気を取り戻し注水口に蝟集した。

4）－1　魚体の損傷状態

表17に示したように，15尾（50%）の魚体に損傷がみられた。その状態は大まかにみて，①尾鰭の欠損と発赤，②体表の剝離，特に両体側の側線上のスレによる重度の脱鱗，③胸鰭基部後方の表皮の円形剝離と周辺部位の発赤，④外部生殖孔から肛門にかけての周辺部位の極度の損傷，重度の個体では腸管または卵巣の一部の露出，の4つの症状に区分された。①の症状は妊娠魚に（4尾），②の症状は全ての個体にみられ，③の症状は未成魚に多

Table 16. Soundness of *S. schlegeli* caught by long line fishtig.

Sex	Number of fish examined	Vigorous fish	Fish swallowed a hook	Lethargic fish
Female	59	38	17	4
%		64.4	28.8	6.7
Male	54	33	17	4
%		61.1	31.4	7.4
Total	113	71	34	8
%		62.8	30.1	7.1

Table 17. Damages found on the body of *Sebastes schlegeli*, transported alive from Embetsu to Shikabe

Sex	Total length (cm)	Body weight(g)	External injuries
Female	42.0	1,500	Injury of the caudal fin, desquamation of epithelium and haemorrhage on all fins
Pregnancy	58.7	4,620	〃 〃
	49.4	1,640	〃 〃
	40.6	1,500	Desquamation of epithelium and heamorrhage on the skin
	50.0	2,180	Injury of the caudal fin, desquamation of epithelium and haemorrhage on all fins
	42.0	1,460	Desquamation of epithelium on the lateral line
	40.8	1,400	Desquamation of epithelium on around the pectral fins
Female	45.4	2,200	〃 〃
None	39.2	1,300	〃 〃
Pregnancy	45.6	2,300	〃 〃
	46.5	2,160	〃 〃
	42.5	1,500	〃 〃
	46.0	2,200	〃 〃
	48.5	2,600	Injury of the caudal fin, desquamation of of epithelium and haemorrhage on all fins
male	39.8	1,250	Desquamation of epithelium on around the pectral fins and haemorrhage on the affected portions

くみられ，また④の症状は妊娠魚（1尾）にみられた。

4）－2　蓄養後の魚体の変化

魚体に損傷が認められた15尾と他の正常な15尾を別々の水槽で飼育し以後の生残や症状の進行状態を観察した。到着後3日目に，損傷がみられなかった個体を収容した水槽で3尾に尾鰭の一部に欠損が認められた。6日後には，損傷魚のうち6尾では，症状が悪化し，外部生殖口から肛門周辺部位の表皮が剥離，一部潰瘍症状が現れ，腹部の肥大した妊娠魚は露出した腸管を引きずりながら遊泳していた。6月20日に，腸管が露出した妊娠魚2尾の卵巣卵を観察したところ，胚発生は正常に進行していることが分かった。

4）－3　出産状態の観察

出産は魚体の損傷の有無に拘らず，6月19日から7月3日の間に終了した（表18）。その盛期は6月24日から27日であった。妊娠魚の出産状態は，魚体に損傷の見られなかった妊娠魚はほぼ90%以上が正常出産であった。一方，損傷魚は3尾が異常出産で4尾が正常に出産した。正常出産した損傷魚は尾鰭の一部が欠如しているのみで，活力は旺盛とみられた。この結果から，魚体の損傷が著しい個体は異常出産となることが多く，この原因は損傷による活力の低下とみなされた。

(3)　自然出産水温

天然水温で蓄養中に自然出産した日の水温を66尾の天然妊娠魚と5尾の養成妊娠魚について調べた結果を図20Aに示した。

出産日の水温は前日と比べて一般に1～3℃急上昇した日が多かったので，出産の直接的な引金として昇温が影響しているように考えられる。そのほか出産日の天候は快晴が多かった。

天然妊娠魚は7℃から17℃の範囲内で出産しており，出産水温幅はきわめて広い。また，この水温範囲で全供試魚のうち約82%が正常に出産した（図20B）。異常出産の12%については，16.5℃での全死産の1例を除き，全て正常出産と同一範囲で出産していることから，この水温範囲内では水温が異常出産に影響したとは考えられない。特に供試魚の80%が10～16℃の範囲で出産していることから，この水温範囲が通常の出産水温と思われる。一方，人工養成妊娠魚も10～16℃の範囲内で出産しており，その80%が12～15℃の範囲内にあり，天然魚とほぼ同じ結果が得られた。

(4)　出産時期

3町の沿岸で採集した妊娠魚を鹿部町沿岸水温で飼育した場合の出産時期を調べた（図21A）。鹿部町での出産は水温が9～14℃である5月下旬から7月上旬にかけてみられ，出産盛期の水温は11℃（6月中旬）であった。乙部町では鹿部町より採集時期が早いにも拘らず出産期間は同様であった。6月上旬に捕獲した遠別町のクロソイの出産盛期は6月下旬であった。このように，捕獲時期及び期間は3海域で違いがみられたが，出産時期及び期間には違いはみられなかった。この観察結果から，飼育水温が胚発生に影響を及ぼすことが想定された。即ち，日本海側の天然海水温は太平洋側より早く昇温するので，クロソイの妊娠時期は早い。しかし，妊娠魚を同時期の太平洋側の水温で飼育した場合，出産が日本海の出産時期よりも遅れることを意味している。また，天然養成魚と人工養成魚の出産盛期は，前者がその年の天然捕獲魚よりも約20日間遅い7月上旬で，後者は7月上・中旬であった（図21B）。このように養成魚の出産時期は天然魚よりも遅れたが，成熟時期及び期間の変動は飼育環境の違いによるように思われる。

(5)　出産誘発

1）出産までの蓄養日数

胚発生段階や外部生殖口の形状の特徴などからst.29から32にあると判断された妊娠魚22個体を用いて自然水温条件下での出産までの飼育日数を調べた。

出産までの飼育日数はst.29が平均12.21日（9～17日），st.30が8.5日（8～9日），st.31が6.75日（3～9日），st.32が1.3日（1～3日）であった（図22）。この結果は前述した各発生段階における出産までの時間の推定（図17，表14）とほぼ一致した。各親魚の産仔状態はいずれも正常出産であった。この結果から同一発生段

Table 18. Comparison of the state of parturition in wounded and unwounded gestating females, and aurvivorship of the spents.

State of injury	Number of fish observed	Number off ish died before par-turition	Parturition		Number of fish died after parturition		Number of fish survived more than one year after parturition	
			Normal	Abnormal	Normal	Abnormal	Normal	Abnormal
Wounded	9	2	4	3	3	0	1	3
Unwounded	11	0	10	1	2	0	8	1

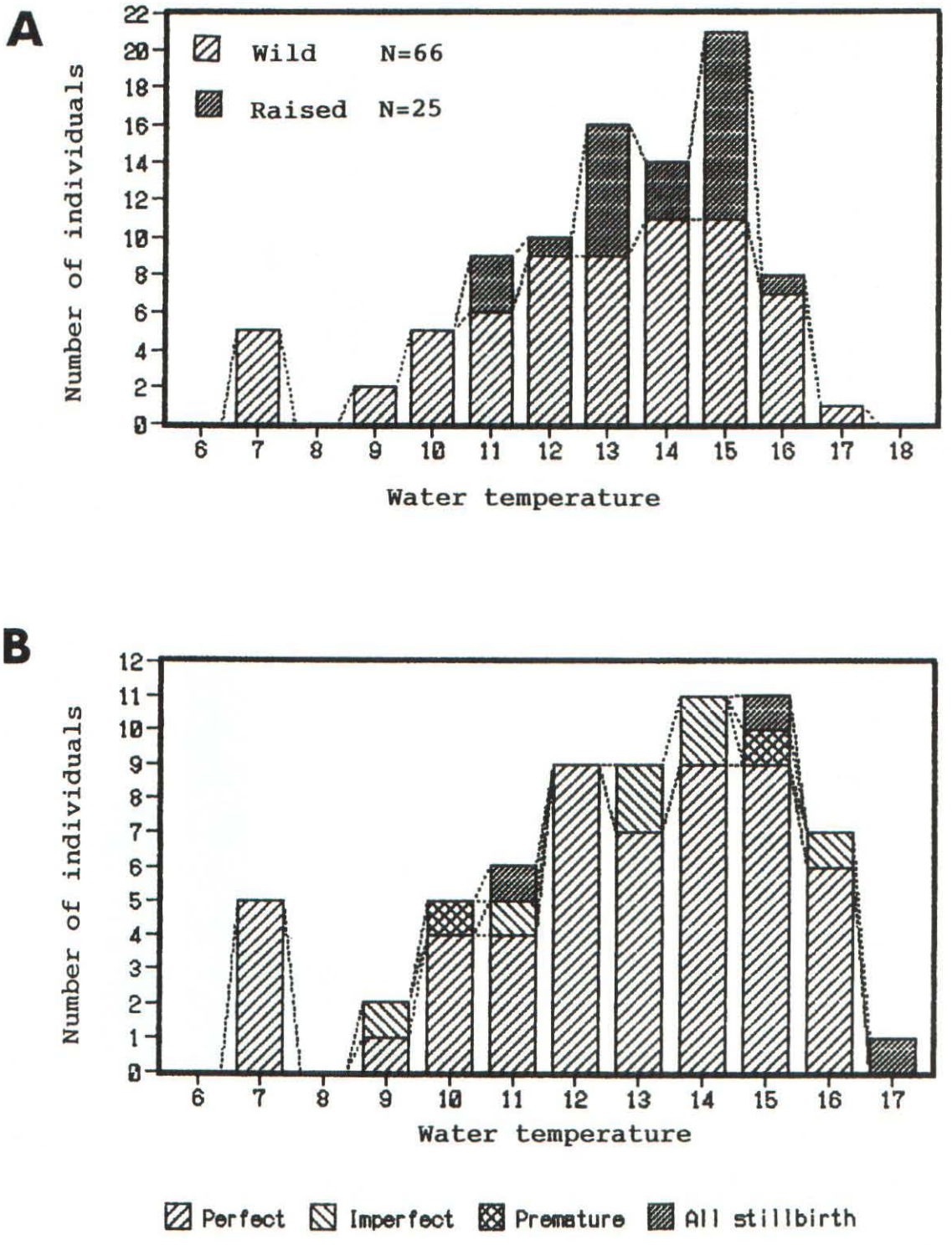


Fig.20. Water temperatures at which the spontaneous parturition occurred in pregnant females of *Sebastes schlegeli* at Shikabe.

A:Frequency of wild and raised parturients.
B:Frequency of parturients graded by success of the delivery.
Perfect:Perfect delivery, Imperfect:Imperfect delivery,
Premature:Premature delivery.

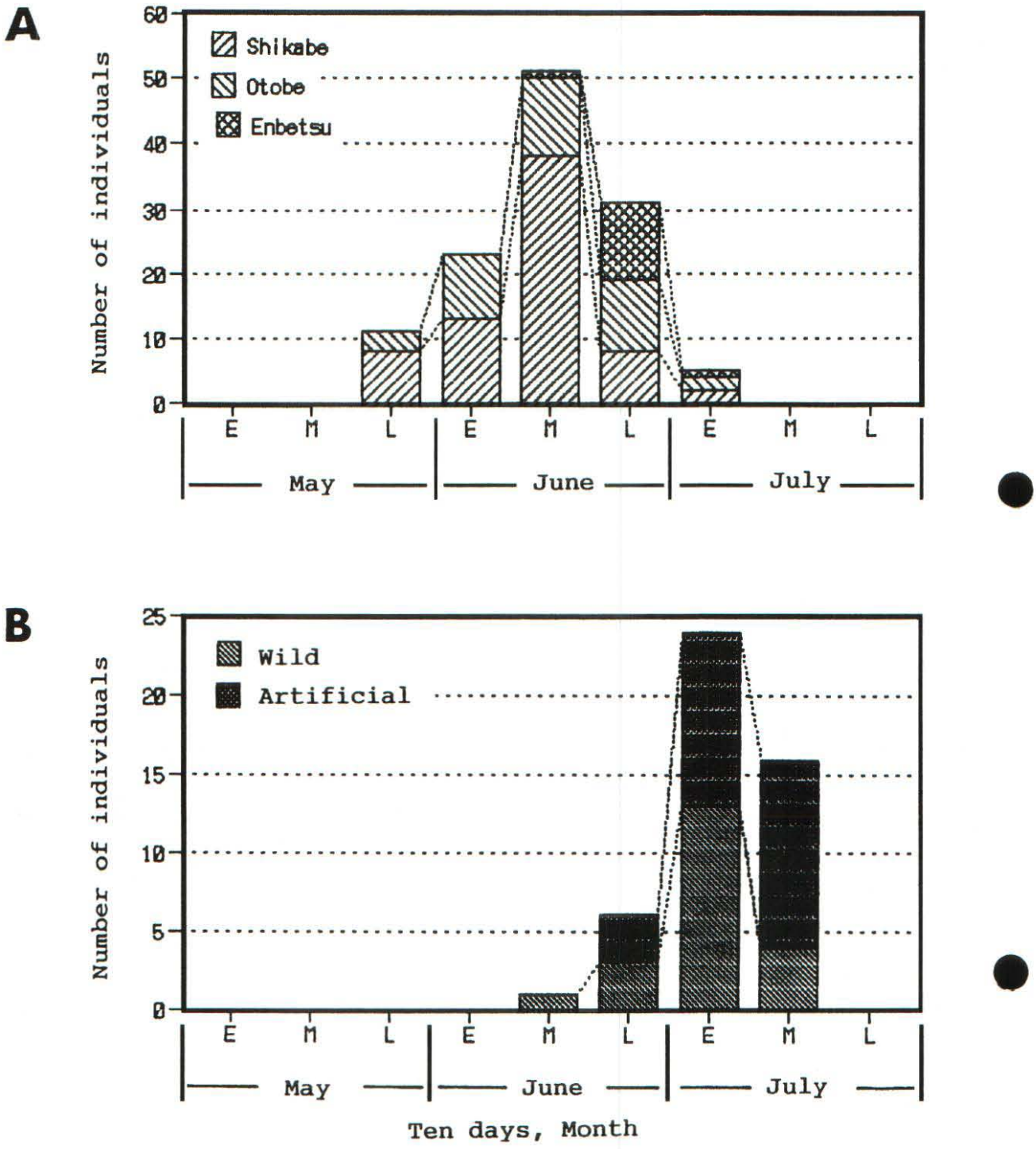


Fig.21. Dates of parturition observed in wild (A) and raised females (B). Wild gestating females were captured in the same year 1979 at Shikabe, Otobe and Enbetsu. "Artificial" females were raised form larvae for 5–6 years at Hokkaido Institute of Mariculture, Shikabe. "Wild" includes wild spent females reared at the same laboratory for one year.

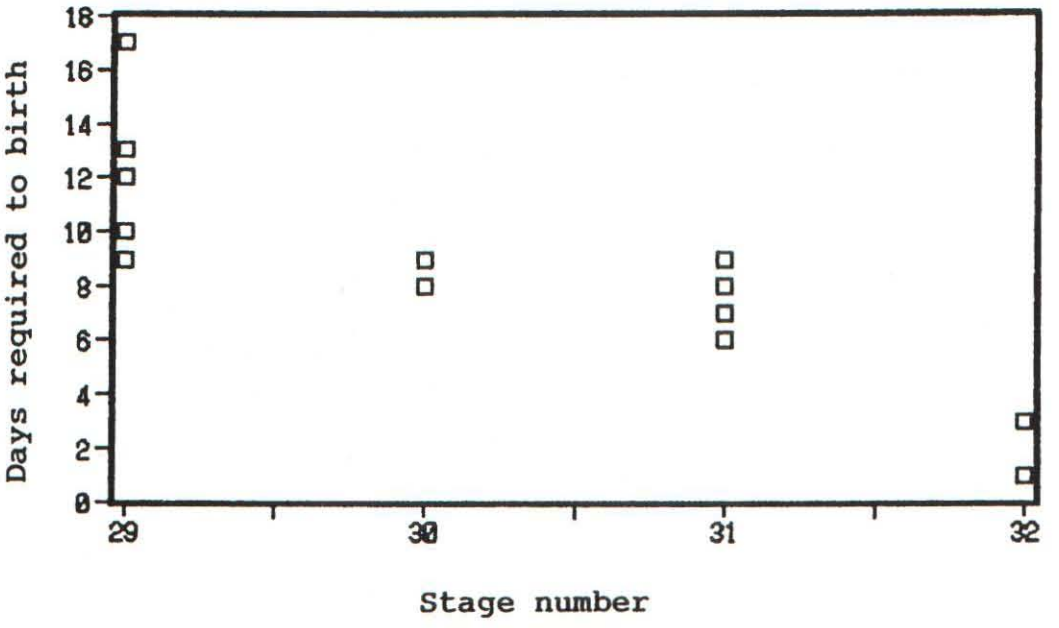


Fig.22. Days required from stages 29–32 (just before birth) to birth (st.33) in gestating females reared at 14.5℃ in average.

Table 19. Days required to birth for st.29–32 embryos in gravid females of *S. schlegeli*, reared under natural temperatures 8–15℃.

Year	Individual number	Enbryonic stagte					Time to parturition (days)	State of paturition
		29	30	31	32	33		
		Date examined						
1980	181			15 May		23 May	8	Perfect
	199	30 May				11 June	12	〃
	153	6 June				19 June	13	〃
	158	12 June				21 June	9	〃
1981	469			20 May		26 May	6	〃
	477	6 May				19 May	13	〃
	458	2 June				17 June	1	〃
	491				29 May	30 May	1	〃
1983	492	22 June				2 June	13	〃
	54	22 June				9 June	17	〃
	93		22 June			30 June	8	〃
	124			21 June		30 June	8	〃
	484				22 June	23 June	1	〃
	487				22 June	25 June	3	〃
	14			22 June		25 June	7	〃
	35			22 June		29 June	7	〃
	55			22 June		28 June	6	〃
	109			22 June		1 July	9	〃
	375	22 June				2 July	10	〃
	145	22 June				5 July	13	〃
	109		22 June			1 July	9	〃

Perfect:Perfect delivery

階にあっても出産までの飼育日数に個体差はあるが（表19），これは個体側の生理的な条件，即ち出産を誘発する要因によるように思われる。

2）温度差と出産

出産誘発要因として温度刺激が考えられるので，その温度範囲を検討した。自然出産水温の上限が16℃台に見られることから予め出産水槽の水温を15～16℃台に設定しておき，天然水温で飼育中の出産間近い妊娠魚（st.32）を出産水槽へ直接収容し産仔の出産状態とその48時間後の生残を調べた。試験は1977年から1981年までに34尾について行った。

妊娠魚の飼育水槽と出産水槽との温度差は最低1.7℃，最高8℃であった（図23）。これらの親魚は0日から3日以内に全てが出産したが，その内訳は収容当日に14尾（41.2%），1日後に17尾（50%）であった（図24A）。また，出産状態は2尾を除いてすべて正常であり，産仔の72時間後の生残も高かった。このことから，出産状態に達した親魚では温度差による刺激で出産を誘発できるものと考えた。

76尾の親魚の出産状態と出産日の水温との関係について調べた結果を図24Bに示した。76尾のうち47尾（61.8%）が正常出産，10尾（13.2%）が不完全出産，12尾（15.8%）が全死産，9尾が早期産（11.8%）であった。正常出産日の水温は8～18℃の範囲で，このうち14～17℃の範囲で70.5%が出産している。不完全出産，全死産及び早期産の出産水温は全て正常出産の場合と同じ範囲内にみられることから，この飼育水温範囲では水温が出産状態に影響することはないとみなされる。

(6)　考察

出産行動

魚類の生殖行動や習性は卵生魚については多くの魚種で報告されているが[61-64]，メバル属の胎生魚類では求愛行動，交尾行動がメバル *Sebastes inermis* [65]で報告されているにすぎず，出産行動に関する研究はみられない。特に，卵生魚の産卵行動には雄の存在が前提条件となっているが，メバル属魚類では雌雄の成熟時期が異なること，発生が卵巣内で起こることなど生殖様式からみても当然卵生魚とは異なった出産行動が考えられるが，今回は雄の不在での観察結果である。

クロソイ妊娠魚の出産迄の一連の行動を整理すると，まず出産直前の行動として，ときどき口を大きくあける，体のもがきをみせる，摂餌している妊娠魚は出産数日前に必ず胃内容物を吐出する，一箇所に静止し鰓蓋の開閉が活発化するなどの顕著な行動がみられる。次に，出産行動が，旋回遊泳，1回目の出産，「あおり」行動，静止，再び旋回遊泳，2回目の出産・・・の順に行われる。

出産直前の行動は胎仔の卵巣内孵化による母体の生理学的変化と関係しているように思われる。これまでの観察では捕獲時に出産直前（出産2～3日前）と判断された妊娠魚はいずれの個体でも体腔の2/3以上が卵巣で占

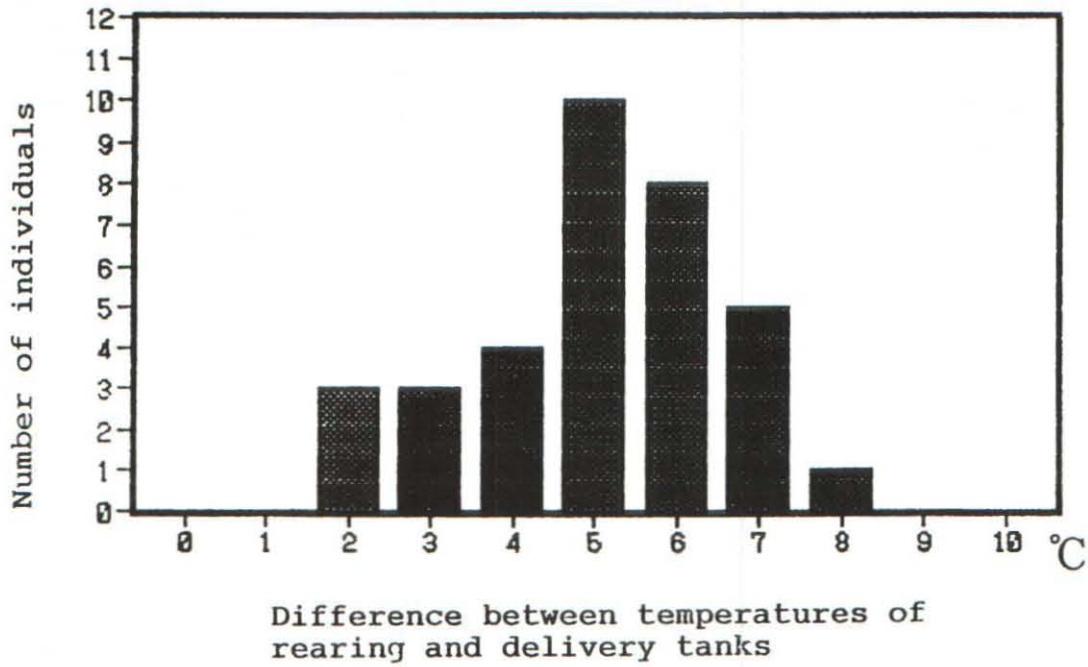


Fig.23. Number of gravid demales delivered their embryos stimulated by changes of water temperature. The fish were transferred from tanks at natural temperature (6.3–13.9℃) to the delivery tank kept at 15–16℃.

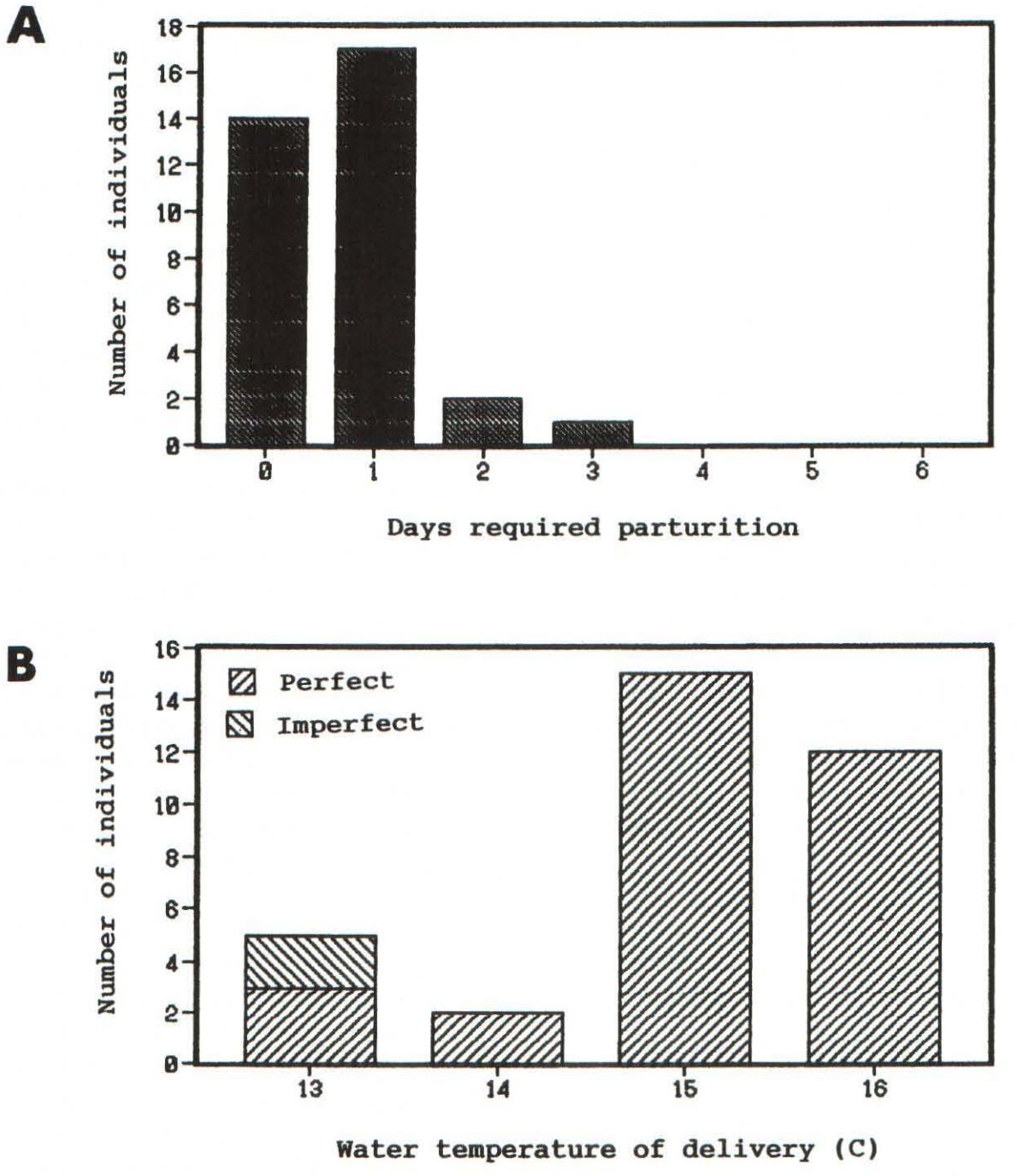


Fig.24. Days required until parturition (A) and conditions of delivered embryos (B), when parturient females were accommodated to the delivery tank controlled the temperature at 15−16℃.

められ消化系が極度に圧迫されているが，飽食状態にあった。卵巣を切開してみると，胎仔は孵化前の状態にあった。また胎仔の孵化が出産前に起こることは，これまでのメバル属魚類[51]と同様であった。したがって，胎仔が孵化した場合，その刺激により胃内容物の吐出が起こり，同時に胎仔の酸素要求量の増加が妊娠魚の呼吸機能を亢進させて鰓蓋開閉運動の活発化を引き起こしているものと考えた。

続いて起こる"生き生き"とした旋回遊泳は胎仔の出産の始まりで，瞬時の静止と一塊の胎仔の出産，直ちにおこる「あおり」行動と仔魚の水中への拡散などの一連の現象に連なる。このようにクロソイの出産には一定の規則正しい行動があることが分かった。「あおり」行動は本種以外では淡水産のトゲウオの一種イトヨ *Gasterosteus aculeatus* 雄[60]，ハゼ類の *Bathygobius soporator* 雄[66]やアフリカの淡水にすむ Cichlidae に属する *Hemichromis fasciatus* [67]，珊瑚礁に縄張りを作るズズメダイ雌 *Chromis notatus* [68]で知られている。これらの魚種の「水あおり」行動は受精卵に新鮮な水を送るもので，これは子孫を保護するための生殖本能といわれている。クロソイの「あおり」行動は寒天性基質に埋没した状態の仔魚を解き放す行動と考えられる。もし，「あおり」に失敗した場合，仔魚は浮上することなく全て死亡するので，この行動は仔魚を母体内の呼吸様式から体外への呼吸様式へと切り替える，一種の付活行動（活性化＝activation）と考えられる。したがって，クロソイの「あおり」行動は産仔の生残にとって必須であるから，イトヨ雄とススメダイ雌と同様にクロソイ雌の生殖本能と考えられる。なお，今回の観察は雄の不在条件下で行っているので，出産時の雄の関わりについては今後の興味ある課題である。

「あおり」行動と産仔の生残

妊娠魚は漁獲時の損傷，輸送時の取扱や飼育管理が適切でない場合は満期産でも全死産または不完全出産などの異常出産となるが，今回の観察からこの原因は妊娠魚の「あおり」行動の有無と関係があることが明らかにされた。「あおり」行動を受けなかった仔魚はすべて死亡した。また，このような親魚は出産後殆ど衰弱や，寄生虫感染により死亡している。このようなことを勘案すると，異常出産の原因は主として妊娠魚の取扱や飼育管理の不手際による活力の低下にあると考えられる。活力低下の別の原因として，妊娠初期魚が長期の餌づけでも出産まで摂餌しないことが挙げられる。一方，早期産の出産では親魚は「あおり」行動は行うが，未熟状態の産仔はやがて死亡する。したがって，妊娠期の母体管理は健康な産仔を得るために最も重要な課題であるので，母体の取扱は慎重に行うことが肝要である。

これまでの観察では，出産直前の妊娠魚が輸送中の刺激で寒天状基質に包まれた状態の満期胚を引きずりながら遊泳している場合が度々あった。この場合，親魚の正常な出産行動は見られないにも拘らず，産仔は表層に浮上して遊泳していたが，これは妊娠魚の遊泳による水の動きで寒天状基質から仔魚が自然に拡散したことによる。また，満期胚を持つ卵巣を摘出し水中で卵巣皮膜を取り除き，強い送気流を当て人工的に胎仔を拡散させた場合には，産仔は表層に浮上し生残した。その上，一部の産仔は正常に発育したことから，「あおり」行動に代わる拡散方法でも胎仔の生残が可能であることが分かり，活力の低下した妊娠魚から健全な産仔を得るのに重要な知見が得られた。

天然採集の妊娠魚は異常出産が多い。特に妊娠後期の個体では，漁獲時に魚体を甲板に打ちつけたりバタつかせたり，また過度に追い回したりした場合，これらの妊娠魚は出産直後に「あおり」行動が不完全であるか，または全く行わないことが分かった。その上，出産後約1か月内に衰弱状態で死亡する例が多かった。これらの観察結果から，異常出産は妊娠魚の活力の異常低下が原因とみなされた。本種は解剖所見より天然では出産間近い状態まで摂餌していることが窺われたが，水槽内飼育では妊娠初期の状態でも出産まで摂餌しないので，この場合にも活力の低下を考慮する必要がある。

妊娠期の卵巣中にみられる寒天状基質

クロソイの胎仔を包み込んでいる寒天状基質は，妊娠期に卵巣中に出現し，胚発生後期の卵巣では半透明なピンク系に色づいている。フサカサゴ科魚類にみられるこのような寒天性基質の存在は，Wourms [51]によると，卵生種のヒメヤマノカミ属 *Dendrochirus*，ミノカサゴ属 *Pterois*，キチジ属 *Sebastolobus* と胎生種のユメカサゴ属 *Helicolenus* で知られている。卵生種は寒天性基質の中に埋没した卵を産出し，体外で受精が行われる。これらの魚種では基質からの遊離は晩熟性の鰭膜胚で約1.5〜2.3㎜の長さで，大きな未吸収の卵黄嚢を持った状態で行われる。一方，*Helicolenus* では胚は卵巣内で寒天質物質に埋もれた状態で発生するが，出産時に胎仔を含んだ大量の寒天基質を排出し，胎仔は基質が溶ける20分以内に泳ぎ出す。孵化した仔魚は卵黄嚢を持ち4日間は摂餌しない。ユメカサゴとクロソイの出産状態は，胎仔が寒天性基質に埋もれた状態で排出される点では類似しているが，胎仔の発育段階がクロソイでは卵黄嚢を吸収した状態の胚であること，親魚が寒天性基質から胎仔を解き放す「あおり行動」をとることなど大きな違いがみられる。

Wourms[51]は，外部受精で分離浮性卵を産卵するPteroinae，Scorpaeninae，Sebastolobinaeの卵は寒天性基質に埋没して産卵され，胚はその中で発生すること，体内受精の*Helicolenus*属魚種の卵は同じく寒天性基質内に埋没して生まれ，その中で発生が進行すること，メバル属のクロソイでは同様な寒天性基質が満期胚を取り巻いていることなどに注目し，フサカサゴ科魚類の卵生から胎生への進化の状態を考察している。

この寒天性基質の役割について，それが捕食者にとって不味に見え[69]，捕食者を撃退することで卵の生残を高める[70]，胚に母体以外から栄養を供給する組織栄養素histotrophの一つの型とみられる[51]等の推測がなされているが，実態は不明である。しかし，胚及び卵にとっては母体からの出産に際しての，また発生中の内部環境としての保護組織であることは間違いないと思われる。クロソイの胎仔は親の介護により寒天基質の中から解き放され，生命を賦活される。もし，親の介護がなければ通常の状態では仔魚は死亡することから，寒天性基質の役割を明らかにすることはフサカサゴ科魚類の胎生の進化を明らかにする上でも興味ある課題と考えられる。

出産時刻，時間及び回数

飼育実験による多くの結果では妊娠魚はすべて夜間に出産した。しかし，これ以外にも，出産直前状態にある妊娠魚では，早朝の採集後（5～6時）の輸送中に容器内で，早朝（6～8時）に輸送した直後の天然海水を掛け流した水槽内で，また昼間に捕獲し蓄養水槽内に収容直後に，それぞれ出産した例も多い。いずれにも親魚の「あおり」行動は観察されず，遊泳中や静止状態で胎仔が継続的に排出され，親魚の緩慢遊泳行動による海水の動きで仔魚の塊が拡散され，浮上する例は見られたが，たとえ胎仔が正常の発育段階で出産された場合であっても数時間後にはほぼ底に沈むので，正常な出産とは認め難く，このような出産は漁獲・輸送の刺激が原因で起こる異常出産とみなされた。

魚類の産卵時刻について，伊東[71]は多くの魚種の観察資料から，薄暮から夜間に産卵する夜間型，特に早朝に産卵する昼間型，潮汐に関連して産卵する潮汐型，および特定の産卵時刻を認めがたい不定期型の4型に区分している。これらの型区分からするとクロソイは夜間型に属する。一腹の胎仔を出産するに要する時間は1～1.5時間でこの間に2～3回に分けて出産することが明らかにされた。わが国沿岸に産するメバル属魚類では生殖腺の組織学的調査や卵巣の熟度(生殖腺指数)調査結果からみてメバル*S. inermis*[41](Mio 1960b)，エゾメバル*S. taczanowskii*[32, 39]，キツネメバル*S. vulpes*，シマソイS. trivittatus，ヤナギノマイ*S. steindachneri*のように1回出産型が多い。また，カサゴに見られるように1産仔期間に3～4回出産する場合が知られている[35, 72]。

北太平洋産メバル魚類9種についてMoser[36]は妊娠魚の月別出現状況から1回出産型と2回出産型(*S. paucispinis*；*S. goodei*)を見いだしている。このように出産回数は，その種が持っている孕卵数と関係があるように思われ，今後の検討すべき課題と考えられる。

出産時期と出産水温

クロソイの出産時期は，鹿部町沿岸の漁獲妊娠魚では水温が9～14℃の5月下旬から7月上旬で，出産盛期は水温が11℃の6月中旬であった。一方，乙部町沿岸の漁獲妊娠魚では採集時期が約20日くらい早いにも拘らず出産時期は鹿部と同じであった。また，6月上旬に遠別町沿岸で漁獲した妊娠魚では出産盛期は6月下旬で，前2者と違いがみられた。一方，養成妊娠魚間では天然産養成魚が7月上旬，人工種苗養成魚が7月中･下旬で，いずれもその年に鹿部町沿岸で漁獲した妊娠魚よりも約20～30日遅れて出産した。このようにクロソイの出産時期には同一年の天然魚では漁獲場所により，養成魚の場合は妊娠魚の経歴により，それぞれ違いがみられた。本研究からクロソイの自然出産は通常10～16℃の広い水温範囲でなされていることが分かった。クロソイの種苗生産県での出産時期及び出産水温を比較すると，秋田県が4月下旬から6月中旬，盛期は5月中･下旬(14.2～18.8℃)[73]，福島県が5月上旬から6月上旬（10～17℃)[74]，岩手県宮古市が6月上旬から7月中旬（11～16℃)[18]で，出産水温はほぼ10～16℃の一定の範囲にあることから，本種の出産時期は沿岸水温により左右されていることが明らかである。

これまでの親魚養成試験から，2月にその時の天然水温よりも5～10℃高めた状態で飼育すると，出産時期が約1～1.5か月早まることが確認されている[30]。同様な報告は広川・塩沢[75]によりなされており，また日栽協[31]は親魚養成水槽から雌魚を取り上げ加温開始時期を2月中旬，3月上旬，4月上旬とした場合の出産時期が天然よりも約2か月間早くなることを報告している。したがって，交尾後のクロソイ雌では飼育水温が卵巣の発育及び受精・胚発生に影響を及ぼすことが分かる。このような試験結果から判断して，本研究での養成親魚の出産時期がその年の天然漁獲魚よりも遅かった理由は，クロソイが生息する自然界の水温と飼育に用いた沿岸水温との違いにあることが示唆された。計画的に出産期を調節することに関しては飼育条件，特に水温と卵巣の発育についての詳細な研究が今後の課題である。

出産誘発

魚類の生殖周期や生殖リズムの調節に関する研究例は卵生魚では多くみられるが，クロソイも含めてメバル属魚類の胎生魚ではみられない。本研究の結果からみてクロソイの卵巣卵の形成リズムは部分同時発生型であり，受精後の発生，出産様式も部分同期型である。また，受精から胚発生及び出産までは６～７月までに行われる。この期間は日照時間が長くなり，昇温する時期であるから，出産誘発要因には水温や光が関係しているようにも思われる。また，メバル属魚類の孵化は出産数日前に卵巣内で起こるので，当然胎仔は輸卵管に集合した状態で出産を待っているように思われる。このような状態にある妊娠魚は麻酔や輸送中の振動，昇温などにより生殖口から簡単に胎仔を排出することが観察されている。胚発生段階がSt. 29～32の妊娠魚では，自然水温下で同一発生段階であっても出産までに要する日数は個体間で異なるので，出産誘発にはなんらかの個体条件の違いがあるように思われるが，発生段階が進むにつれて日数に開きがなくなることが知られた。これらの知見から出産誘発に水温刺激が関係しているものと考え，st. 32に達した妊娠魚をそれまでの天然水温より常に２～３℃高い15～16℃の出産水槽に収容すると１～２日内に正常に出産するという結果が得られた。また，この水温は産仔の生残，成長にとって問題ないことが明らかにされ，本種の出産条件が特定された。

４．仔魚の発育

(1)　形態変化

１）研究方法

出産直後から35日間の供試魚には，1978年７月３日に天然親魚から自然分娩した仔魚群を用いた。飼育試験は，15℃恒温室内に設置した1.2ℓのスチロール製透明円形水槽に700～1,000尾の仔魚を収容し，クロレラ添加海水内でワムシ，アルテミアの孵化幼生を給餌し，行った。また，稚魚期の観察には1980年から1981年にかけて，毎年，15ｔ水槽による種苗生産試験の供試魚として天然親魚から出産させ育成した稚魚群を用いた。

魚体の観察は飼育開始後５日毎に，１回に６尾を採集し，MS 222で麻酔をかけた状態で行った。全長測定は，産仔から全長15㎜までは固定による収縮をさけるため麻酔した生体で行い，その後はすべて10%中性ホルマリンで固定した標本で行った。

仔稚魚の発育段階はKendall et al．[3]，木村[76]に準拠し定めた。

２）結　果

２）－１　前脊索屈曲期（pre-flexion larva）

尾鰭の分化に伴い脊索末端が上方に屈曲する時期がある。頚棘出現から脊索末端が屈曲を開始するこの時期までを前脊索屈曲期とした。出生後の日数は水温14～16.8℃の下での飼育に基づき記載した。

出生０日目（図25Ａ）：出生後８時間経過した仔魚は平均全長6.3㎜（最小と最大：6.2～6.5㎜，以下同様）である。

淡黄色の卵黄はそのほとんどが吸収され，心臓の直後方に明黄色の油球が認められる。吻端部の上顎長0.6㎜に対して下顎長は0.8㎜である。仔魚の背腹両縁は肛門を除いて透明な膜鰭によって被われている。筋節数は25～26個である。放射状の黒色素胞が頭頂部に左右対象に７～10個，頚部にも左右対象に３～５個，さらに内臓部の背側に密に出現している。また，樹枝状の黒色素胞が筋肉節数で14～23番目の背腹正中線状に一列に密に出現している。円形の尾部膜鰭縁辺は鋸状を呈しているが，棒状の脊索末端の下面には下尾軸骨原基の一部が現れており，個体によっては鰭条原基がかすかに認められる。Ｌ型ワムシ，アルテミア孵化幼生を活発に摂餌する。

出生５日目（図25Ｂ）：平均全長は6.7～6.9㎜。尾部軀幹部の背腹両正中線上の黒色素胞は密になり，体側部（軀幹部の表面）にも広がっているため，筋節は不明瞭である。内臓部の表面にも色素胞が一様に広がり，密度が増しているため，内部構造は不明瞭である。頭頂部には盆状の盛り上がりがみられ，色素胞の密度が増す。体側部，前額部には針状突起が形成されている。下尾軸骨の原基が明瞭に形成され下葉には鰭条原基が形成されている。胸鰭原基の基部には２～３個の油球がみられる。13～23番目の筋節の背腹両縁部の膜鰭上に鰭条原基がわずかに現れている。

２）－２　脊索屈曲期（flexion larva）

脊索が尾柄部において上方に屈曲中の段階を呼ぶ。

出生10日目（図25Ｃ）：全長は平均7.8㎜（7.6～8.3㎜）。棘原基が後頭部の後方に１対，前鰓蓋骨後縁に３棘が，また額針，眼前棘，眼上棘がそれぞれ形成され，背・臀鰭の基底にそれぞれ９～12，５～６鰭条の分化が始まる。尾索後端は上方に屈曲しており，下尾軸骨原基が形成されその下葉には９～10鰭条が分化する。樹枝状黒褐色色素胞が軀幹部表面，前鰓蓋骨，頭頂部，鼻腔周辺部位に密に出現している。頭頂部から額面は緩やかな“く”の字を呈しているように見られ，鼻部と上部吻端は凹みを呈している。このような頭部の形態はクロソイ成魚にほぼ近い様相を呈している。油球はまだみられる。膜鰭は全体的に不透明になっている。

2）－3　後脊索屈曲期（post-flexion larva）

脊索屈曲後各鰭条総数が定数に達するまでをいう。

出生15日目（図25D）：全長は9.3㎜（9.0～9.8㎜）。尾部軀幹部の体側面，内臓部，頭部額面，鰓蓋部位に黒色素胞が密に出現している。背・臀鰭の基底は強く隆起し，それぞれ8～10，7～8鰭条の分化が始まる。背鰭棘原基も10～12棘が分化している。尾索後端は完全に“く”の字形に折れ曲がり，下尾軸骨からは12本の鰭条が形成されている。油球はみられない。

出生20日目（図25E）：全長は平均10.5㎜（9.1～11.6㎜）。膜鰭にくびれが生じ，脊鰭，腹鰭，尾鰭の区分が明瞭になる。第1背鰭および第2背鰭形成部位にそれぞれ5棘及び10軟条が，臀鰭形成部位には10鰭条が，尾鰭には16～17鰭条が，それぞれ出現している。腹鰭原基が

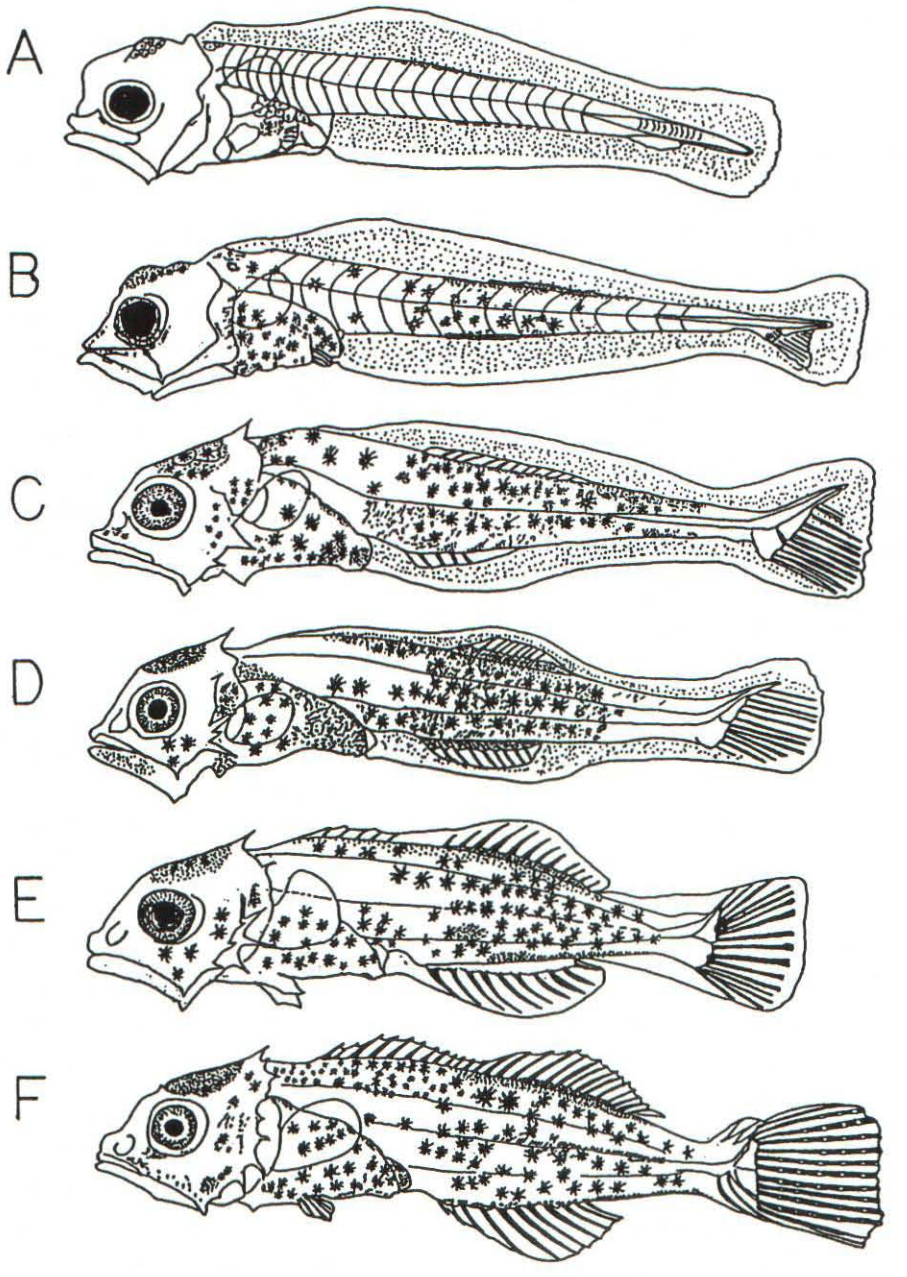


Fig.25. Development of the pre-flexion (A,B), flexion (C) and post-flexion (D, E) larvae and juvenile (F) of *Sebastes schlegeli*.

A:newborn larva, 6.3㎜ in mean total length; B:pre-flexion larva, 5 days after birth, 6.8㎜; C:10 days after birth, flexion larva, 7.8㎜;

D:15 days after birth, post-flexion larva, 9.3㎜. E:20 days after birth, post-flexion larva, 10.5㎜.

F:25 days after birth, juvenile 12.7㎜.

形成されているが，鰭条数ははっきりしない。

2）－4　稚魚 (juvenile)

各鰭の鰭条総数が定数に達した後，体がほぼ完全に被鱗する迄を稚魚とした。

出生25日目（図25F）：全長は平均12.7㎜(11.6～13.0㎜)。各鰭条は以下の通りである。背鰭12～13棘，12軟条，臀鰭3棘，8軟条，尾鰭17～18軟条，胸鰭15～16軟条，腹鰭1棘，5軟条。各鰭は鰭条定数に達し，稚魚期への移行が始まる。頭部から体表面にかけて黒色素胞が一様に増加しているが，特に背腹両側と内臓部の表面，及び将来の側線部位に沿っては密に配列している。尾鰭の鰭条部には条線が形成されている。前鰓蓋骨後縁に5棘が形成されている。*Tigriopus japonicus* を摂餌する。遊泳層は表層から中層へ移行する。

出生35日目：全長は平均14.8㎜(12.8～16.3㎜)。このころから頭頂部に暗褐色の色素の発現が顕著となる。背鰭から軀幹部と尾柄部後端に暗褐色の横帯が5帯みられる。横帯の出現部位は背鰭前部から鰓蓋後縁にかけてと背鰭中央部と背鰭後部から軀幹部，第二背鰭から尾柄中央部，および尾柄部後端である。尾鰭は正尾型に近づく。臀鰭後端と尾鰭前端にかけて側線を中心に鱗が形成されている。全長13㎜ころからスケトウ卵を摂餌し始める。

出生50日目（図26A）：全長は平均18.5㎜(17.0～19.7㎜)。背鰭の黒色素胞が発達して顕著となる。水槽中で群が形成される。水槽の中，底層に位置する個体が多くなる。音や光に敏感に反応し，投餌時に水槽に近づくと水槽中を旋回遊泳し，水面に群がる。活発な摂餌行動を示す。

出生70日目（図26B）：全長は平均30.0㎜(27.8～38.9㎜)。横帯は全長25㎜ころまでに明瞭となり，40㎜位までは顕著にみられる。体全体は暗褐色を呈する。尾鰭軟条に沿って黒色素胞が散在し，鰭軟条の分枝がみられる。共喰いが活発になる。イサザアミをジュース状にして投餌すると摂餌する。20㎜以後イカナゴのジュース，イカナゴのミンチを活発に摂餌する。

出生85日目（図26C）：全長は平均43.0㎜(40.0～47.0㎜)。体表は暗褐色色素胞が出現。尾柄部基部の横帯はみられるが，頭部，軀幹部位の横帯が不明瞭になる。肛門前方の腹面にも暗褐色の色素胞が点状にに出現。共喰いは活発にみられる。

2）－5　若魚（young）

成魚の外部形態上の主な特徴を全て備えた段階から魚体が完全に被鱗した後満1歳までを呼ぶ。

出生100日目（図26D）：全長は53.0㎜（49.0～62.7㎜)。頭部から鰓蓋にかけては一様に暗褐色の濃密な色素により，また側線を挟んだ背腹面には暗褐色の斑紋が不規則に出現している。肛門後方の腹面には数条の暗褐色の色素が密に形成されている。

出生120日目（図27A）：平均全長75.0㎜（72.2～80.0㎜)。体側は黒褐色の色素により被われるようになる。

出生140日目(図27B)：平均全長100㎜（80～115㎜)：斑紋がまだらになり体表がほぼ黒灰色になる。

出生400日目(図27C)：平均全長161㎜(110～170㎜)：出生満1年を経過すると斑紋も全体的に不明瞭となる。

2）－6　未成魚（immature）

満2年目で全長200㎜に達するがこの時点では体表は一様に黒灰色（チャコール・グレー）になり，もはや斑紋は完全にみられない（図27D)。この時点から性成熟するまでを未成魚期とみなした。

(2)　産仔の行動と摂餌

1）行動・習性

出生直後から数時間経過した仔魚は表層で活発に遊泳する。遊泳している仔魚の動きを見ると，胸鰭原基，尾鰭原基を激しく振動させ，直線上にすばやい遊泳行動を繰り返している。特に，仔魚は給水部位と，光が照射されている明るい方向に蝟集しており，陰になる部位にはほとんどみられない。一方，蝟集している仔魚の群れに対して光を遮ると，その群はすばやく明るい方向に移動し蝟集することから正の走光性を示すことが分かった。給水場所では水の落下点から数十㎝離れた水流が起こる場所や給気による送気流に対しては頭部を向け定位している。夜間には，表層で流れに対して定位しており，日中に見られたような活発な遊泳行動は観察できなかった。

2）摂餌行動

出生後5～6時間位経過した仔魚にワムシ，アルテミア幼生を混合給餌し，摂餌行動を観察した。なお，飼育水には水が色づく程度にクロレラ海水を添加した。アルテミアの幼生に対しては追いかけて摂餌する行動がみられ，1～2時間後には，どの個体も内臓部位が深紅色になるほど飽食していた。ワムシの摂餌は給餌後1～2時間経過した個体で認められた。なお，消化管内にはワムシの他にクロレラが認められるが，これは既にワムシに取り込まれたクロレラに由来するものとみなされた。

給餌後一定の時間毎に調査した結果では，毎回，消化管にはワムシよりもアルテミア幼生が優位に摂餌されていることから，動きの活発なアルテミアに対する嗜好性が強いように思われる。また，アルテミア幼生に比べてワムシの摂餌量が少ないが，これは水槽中における餌の分布と仔魚の遊泳層との違いによるものと考えられる。即ち，ワムシは走地性や走壁性を有するため，大部分が水槽壁面などに付着するが，アルテミア幼生は走光性により，明るい部位に蝟集する。このためアルテミアは走

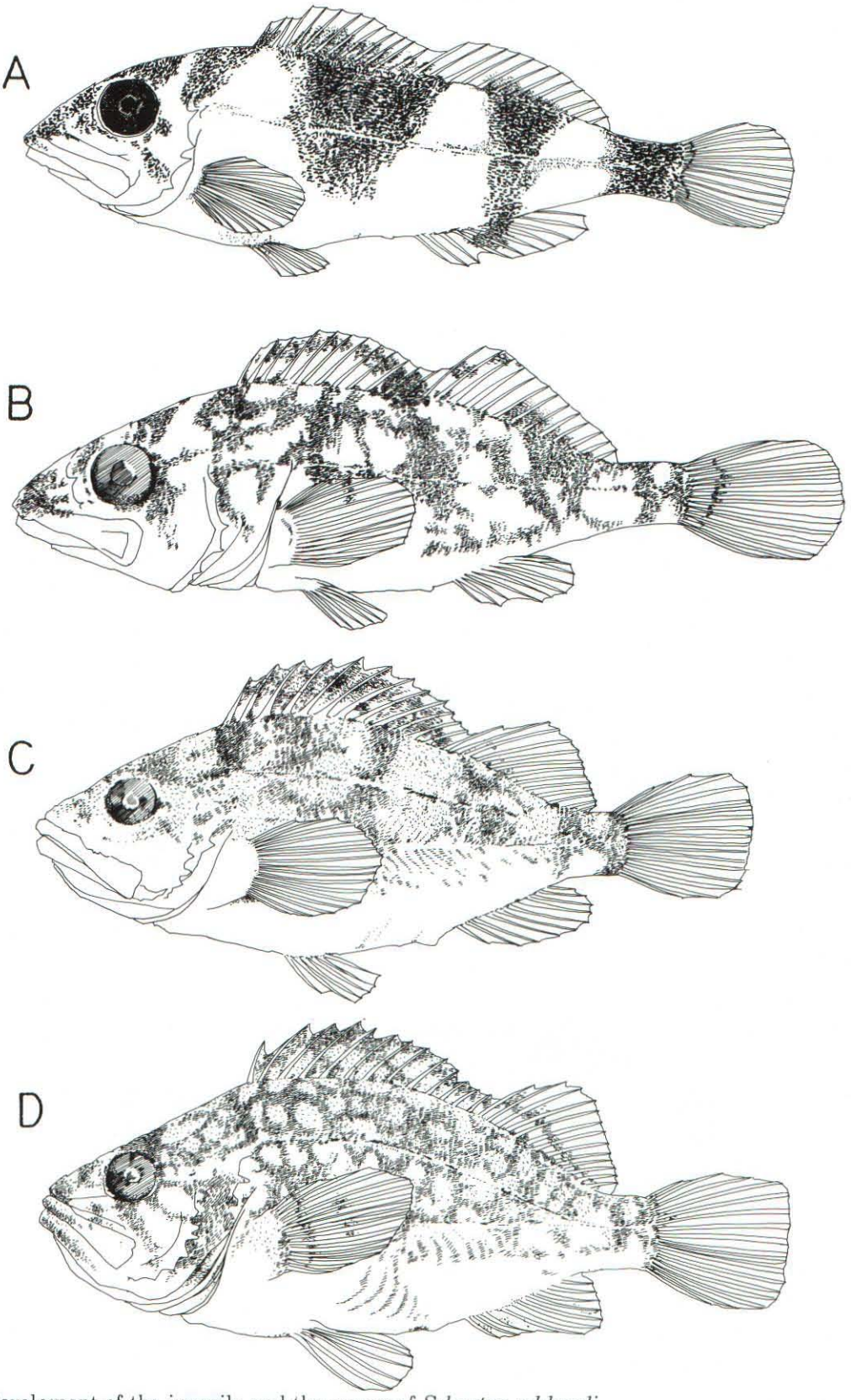


Fig.26. Develoment of the juvenile and the young of *Sebastes schlegeli*.
A～B:early juvenile, 15－30㎜ in total length,
C:late juvenile, 43㎜, transverse bands appear on the lateral body.
D:50－160㎜ young fish. The transverse bands become obscure and irregular spots appear.

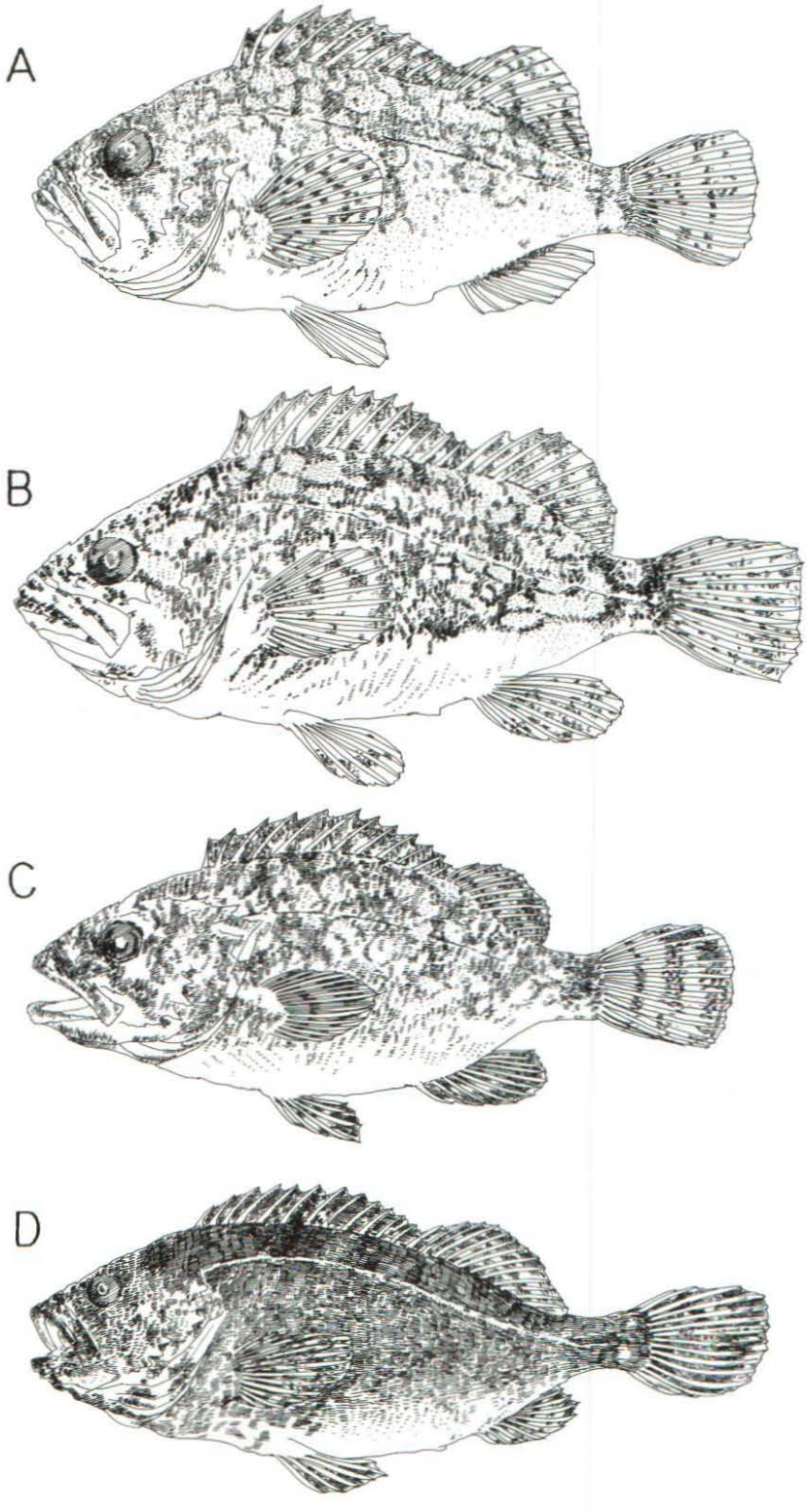


Fig.27. Develoment of the young and the immature of *Sebastes schlegeli*.

A～D:Spots on the body side disappear and gray-brwon pigments appear on the whole trunk, turning the fish dark as a whole.

A:120 days after birth, 75㎜ in total length;

B:140 days, 100㎜;

C:400 days, 161㎜;

D:550 days, 200㎜ immature fish. The whole trank is covered with blackish pigments.

光性を持つ仔魚の蝟集部位と一致しており，摂餌される機会が多いように考えられる。

3）考　察

発育段階について

フサカサゴ科魚類の仔稚魚期の発育経過は，メバル *Sebastes inermis* [77,13]，ホシナシムラソイ *S. pachycephalus nigricans* [78]，タケノコメバル *S. oblongus* [54]，等で報告されている。クロソイに関しては星合[79]が仔稚魚期の発育経過と成長について，Sasaki[13]が産仔の大きさ，黒色素胞の出現について報告している。本研究では産仔から誕生後1年半まで，大きさと形態変化並びに色素発現状態の関係，餌料及び行動との関係について観察し，この間の発育段階を検討した。特に本研究で用いたKendall et al.[3]の仔魚期の発育段階区分と星合が用いた発育段階区分を対応すると，出産直後の平均全長6.3㎜から7㎜までは脊索屈曲以前で，星合[79]の発育段階ではA：6.5～7.2㎜（以下同様に）に当り，7～8㎜までは脊索屈曲期でB：7.0～8.2㎜に，それ以降各鰭の鰭条が定数に達する12㎜までは脊索屈曲以後でC：8.0～9.7およびD：9.5～11.7㎜に相当し，この間の発育経過の特徴は星合[78]の記述とほぼ一致した。

行動と発育段階との関係を見ると，脊索屈曲以前は表層遊泳であるが脊索屈曲期以後は水槽の中，底層に位置し，15㎜では完全に底層に移り変わる。15㎜から20㎜では餌料もアルテミアからスケトウ卵に切り替わり，各種の刺激に対して敏感な反応がみられ，特に給餌時には群を作り水槽内を旋回遊泳するなど，行動面，餌料，生息場などに大きな変化が現れることが明らかにされた。20～50㎜では成長に大小差がみられ，共喰いが盛んに起こり，また餌料も魚卵からイサザアミ，イカナゴなどへ切り替わりが見られる。そして，50㎜以上では餌料はイカナゴ単一でも成長し，共喰いは急減し，個体差が小さくなる。一方，成長に伴う色素発現状態には大きな変化がみられた。産仔は頭頂部，頚部，内臓部及び軀幹後部の背腹縁辺部位に濃密な黒色色素胞が出現しているが，10㎜までに軀幹部位は黒色色素胞により完全に被われる。15㎜から30㎜までは軀幹部は全体的に明るい褐色色素胞が発現し，それらの濃淡の違いにより暗褐色の横帯が現れる。40㎜以上，黄帯は暗褐色の斑紋に変わり，100㎜では斑紋は不明瞭となり，160㎜で軀幹部位は一様に暗灰色を呈し斑紋は殆ど見られなくなる。200㎜では成魚と同様に黒灰色（チャコール・グレー）を呈する。このように，産仔から誕生1年半迄の観察結果から本種の発育過程は形態変化（変態），軀幹部位の色素の発現状態，行動，食性，生息場等に変化がみられるので，これらの関係をKendall et al.[3]と内田・道津[80]の発育段階に基づき整理した（表20）。これらの結果より本種の発育段階を，仔魚期は6.3～12.0㎜，稚魚期は12.0～50.0㎜，若魚期は50.0～200㎜，未成魚期は200㎜から初回成熟までとした。今後，各発育段階における生残，減耗，成長などについて飼育条件を設定し究明する必要がある。

産仔の大きさ

クロソイの出生直後の産仔は，形態的には卵黄嚢が体内吸収され，色素胞が頭部，頚部，尾柄部の背腹縁辺部に出現するなどの特徴をみせるが，これらの特徴はSasaki[13]，星合[79]の観察結果と同じであった。また，エゾメバル *S.taczanowskii* とヤナギノマイ *S. steindachneri*，タケノコメバル *S. oblongus* [54]にも共通していることが確かめられた。行動面からは走光性，活発遊泳，摂餌可能など発育段階が相当に進んだ状態で出産することが再確認された。

本研究ではクロソイの産仔は平均全長は6.4㎜（6.2～6.9㎜）であった。本種の出生時の全長については，これまで各地の機関が種苗生産試験で報告している事例をみると，最小は6.4㎜[15]，最大は7.5㎜[78]で，大部分の機関では6.5～6.9㎜の範囲にあり（表21），今回の観察結果より大きいように思われた。これらの報告には出産方法や，出産時刻，出産水温などの記載が不完全であるので，産仔の出産後の経過時刻が不明であり，また1尾の親魚からの産仔か，複数尾からの産仔か不明であるので，単純に比較できないように思われる。しかし，Sasaki[13]は天然産妊娠魚から出産した仔魚の全長は5.1～6.1㎜とし，それらの産仔の黒色色素胞の出現状態を記載したが，その図にみられる限り，産仔の形態特徴は本研究の全長6.3㎜の観察結果と一致した。一方，星合[79]は産仔の大きさを6.89±0.17㎜と報告しているが，その記述は今回の大きさともほぼ一致している。さらに，本研究で調査された天然妊娠魚19尾から正常出産した産仔群の平均全長は6.2～6.9㎜の範囲にあり（表22），妊娠魚間で個体差がみられた。これら産仔の全長と妊娠魚の大きさとの間には明瞭な相関はみられなかった（$r=0.6000$）。また，一腹の産仔群間でも5.9～6.3㎜，6.2～7.1㎜などに見られるように違いがあることが分かった。このような観察結果などから考えて，クロソイの産仔の大きさは妊娠魚の大きさや，同一の大きさでも個体条件により異なるように思われる。今後，親魚の年齢別，採集場所別，養成条件別に，妊娠魚と産仔の大きさとの関係を解明することは産仔の出生直後からみられる自然死亡を考える上できわめて重要な課題と考える。

Table 20. Morphological and behavioral characteristics in larval and post-larval development of *Sebastes schlegeli*.

Developmental period	Days after birth	Total length (mm) Mean	Min.-Max.	Pigmentation	Fin formation	Foods	Behaviour
Pre-flexion	0	6.3	6.4-6.5	Melanophores develop densely on the head, neck, visceral sac, ventral and abdominal margins in caudal trunk. A oil drop of 0.4-0.5mm in diameter appears in the posterior part of heart.	Rudiment of fin rays appear on the urostyle	*Brachionus plicatilis*(230-260 μm), *Artemia* nauplii(450-500 μm)	Active swimming on the surface positive phototaxis, active feeding.
	5	6.8	6.7-6.9		Rudiment of fin rays develop on the ventral and dorsal fin folds.		
Flexion	10	7.8	7.6-8.1	The head, neck and visceral parts appear darkish. Melanophores in the caudal trunk develop densely. The oil drop is 0.2-0.4mm in diameter.	Rudiment of a spine develop on the posterior part of head pre and supraocular and coronal spines develop.	*A. salina* nauplii(500 μm>)	Active swimming on the surface.
Post-flexion	15	9.3	9.0-9.8	Melanophores develop more densely in the caudal trunk. Disappearance of the oildrop. Fin folds evolve as similar to round fans.	Three spines of the posterior margin develop on the preopercular. The bases of dorsal and anal fins become clear and fin rays develop.	*A. salina* nauplii(500 μm>)	From the surface to the middle layer waters.
	20	10.5	9.1-11.6			*A. salina* nauplii(0.8-1.0 T.L.)	
Juvenile	25	12.7	11.6-13.0	Melanophores developed on the anterior part of the dorsal fin	Total number of fin rays complte, dorsal XIII-12, anal III-7, pectral 18, and pelvic I-5, V preopercular spines complate.	*A. salina* nauplii(0.8-1.0mm)	Swimming in the middle layer waters. Juviniles respond to the slightest sound and moving shadows at feeding.
	35	14.8	12.8-16.3			*Tigriopus japonicus* (1.0-1.1mm), eggs of *Theragra chalcogramma*.	Juviniles swarm to corners and shadow portions, swimming actively in groups at feeding.
	50	18.5	17.0-19.7	Striped dark brown bands appear from about 15mm T.L. Five cross bands complete at 25mm T.L.		Minced meat(juice) of *Neomysis* sp., Minced meat(0.8-2mm) of *Ammodytes personatus*	Cannibalism occurs at about 20mm T.L.
	70	30.0	27.8-38.9	The whole body is colored bright brown at 30mm T.L.			Differences of total length become conspicuous. Juveniles swarm to the bottom. Cannibalism occurs frequently among 30-50mm juveniles.
	85	43.0	40.7-47.0	The striped bands change gradually to irregular patches. Dark brown melanophores develope on the abdomen.			
	100	53.0	49.0-62.8	Gray speckle appear on the trunk of dorsal and ventral sides. Several dark grey stripes develop on the ventral side.			Patches of juveniles swarm in corners and shadowed parts.
Young	120	75.0	72.2-80.0	The whole body is colored dark grey. Irregularly developed speckles color the whole body dark grey.			
	140	100	80.0-115	The speckles become to lose their contour and the whole body appears dark grey.			
	400	161.0	110-170	The speckels almost disappear. Individual difference in T.L. is not distinct.			
Immature	550	200	180-250	The body appears to be blakish grey as like adult			

Table 21. A review of the total length of newborn larvae of *Sebastes schlegeli* reported previously.

T.L. mm	S.D.	Min. mm	Max. mm	Worker
		5.1	6.1	Sasaki(1974)
5.5				Shimatori(1975)
6.89	0.14			Hoshiai(1977)
6.99	0.11			Akita pref. Fish Expe. Sta.(1978)
		6.4	6.7	Iwamoto(1982)
		6.4	7.1	Fukushima Pref. Marriculture Society(1983)
		6.5	6.7	Nakamura and Saito(1984)
		6.4	7.0	Hirokawa and Hoshizawa(1984)
6.68	0.19			Isetani(1985)
6.94	0.22			〃
6.79	0.27			〃
6.79	0.27			〃
6.9	0.3			Fukushima Pref. Marriculture Society(1985)
7.5	0.2			Fukushima Pref. Marriculture Society(1985)
6.6		6.3	6.7	Nakamura(1986)
6.7		6.5	6.9	Shimizu(1987)
7.2		6.8	7.5	Fukushima Pref. Marriculture Society(1987)
Mean 6.79		6.3	6.8	

T.L.:total length, S.D:Standard deviation.

Table 22. Relationship between the total lengths of newborn larvae and of gravid females of *Sebastes schlegeli*.

T.L. of Gravid female mm	T.L. of larvae mm			Year examined
	Mean	Min.	Max.	
360	6.00	5.7	6.3	1978
370	5.90	5.6	6.2	1977
380	5.90	5.6	6.0	1977
396	6.10	5.8	6.3	1978
400	5.90	5.7	6.3	1979
413	6.20	5.8	6.3	1980
413	6.00	5.7	6.3	1979
435	6.10	5.9	6.4	1979
447	6.60	6.3	6.8	1980
464	5.90	5.6	6.0	1977
471	6.30	6.1	6.6	1981
480	6.00	5.7	6.3	1979
483	6.40	6.3	6.8	1981
485	6.10	5.9	6.3	1980
486	6.10	5.9	6.5	1980
488	6.40	5.8	6.5	1978
504	6.60	5.9	6.7	1980
506	6.60	6.3	6.9	1981
520	6.40	6.1	6.7	1976
Mean 447.4	6.2	5.9	6.4	
S.D. 48.8	0.2	0.2	0.3	

T.L.:Total length

5．初期成長と生残

(1)　産仔の生残に及ぼす水温と給餌種の影響

産仔の飼育条件を水温と給餌の面から検討した。

1）飼育試験1．10，15，20℃での生残

1）－1　研究方法

試験に用いた仔魚は，前年（1972年）からコンクリート水槽で飼育されていた天然産養成魚のうち水槽内で成熟・受精に成功した全長45cmの妊娠魚から正常に出生したものである。この養成魚は天然産雌未成魚及び経産魚と雄成魚を一定の割合でコンクリート水槽に収容し，冷凍サンマ，サバの切身を給餌し周年飼育していたうちの1尾である。

1973年7月3日に14.8〜15℃で出生後，およそ24時間同温度で経過した仔魚群を海水と共にバケツに汲み取り，10℃，15℃，20℃の各恒温室に搬入し約5時間かけて温度馴化した後，各恒温室に設置した飼育装置の中の1.2ℓの腰高シャーレに，100尾づつを収容し，止水・通気にて飼育し，各温度下での仔魚の行動と生残を調べた。

各温度区には給餌区として，クロレラ単一給餌区（C），ワムシ単一給餌区（B），アルテミアの孵化幼生単一給餌区（A），ワムシ，アルテミアの幼生混合給餌区（A＋B）の4給餌区と，対象として無給餌区（N）を設定した。各飼育水槽には飼育水が色づく程度に濃縮クロレラを添加した。ワムシ及びアルテミア孵化幼生の給餌量はそれぞれ飼育水1mℓに8〜10個体および1〜2個体程度とした。

シオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* はL型[81]を用い，0.5t水槽でクロレラ海水とパン酵母を餌料とし，培養水温20〜23℃で間引き方式（連続培養法）[82]により毎日約150個/mℓを維持するように培養した。

アルテミア *Artemia salina* は米国産（サンフランシスコ産）の乾燥卵を，28〜30℃に加温した海水中で約24時間かけ孵化させた幼生（第1令，体長約0.36mm）を用いた[83]。

クロレラ *Chlorella* sp.は日栽協屋島事業場で開発した手法[84]により2千万細胞/mℓまで培養した時点でワムシの培養や仔魚期の飼育海水添加に用いた。

1）－2　結果

飼育温度

各恒温室での試験水槽の水温は，水槽の設置場所により若干の違いはみられるが，10℃室と15℃室ではそれぞれ平均で10.8℃と15.4℃であり，日間変動は殆どみられなかった。20℃の恒温室では外気温による影響があり最高が23.8℃，最低17.5℃で平均飼育温度は20.9℃であった。

収容直後の仔魚の行動

温度変化に伴う仔魚の行動は以下の通りである。

10℃区：水槽に収容直後，ほとんどの仔魚は遊泳行動をみせず，通気によるわずかな水流に対しても反応を示さず，表層に浮いていた。このような仔魚に指で刺激を与えると，素早い逃避行動を示したが，まもなく元の状態になった。飼育開始日に8割以上の仔魚は浮いていたが，2日目には1〜2割程度となり，大部分の仔魚は沈下し横臥した状態で生存していたが，4日目までにすべての餌料区でほとんど死亡した。

15℃区：各水槽の供試魚とも水槽の表層及び底層にかけて活発に遊泳しており，10℃の温度区でみられた浮遊仔魚は観察されなかった。

20℃区：15℃区でみられる仔魚よりも活発に表層から底層間を水槽壁面に沿って遊泳していた。

生残

各温度別，餌料種別に飼育経過に伴う累積死亡曲線を図28に示した。

10℃区：ワムシ区を除いた各試験区では飼育開始直後から死亡がみられ，5日目の生残率は5％以下であり，各試験区の生残がゼロとなった日数はアルテミア区で6日目，無給餌区とクロレラ区で8日目，ワムシ区で9日目で，ワムシ・アルテミア区は12日目であった。

各試験区にみられる死亡の特徴は以下の通りである。飼育開始後3日目迄にワムシ区以外の全ての試験区で大量死亡がおこり，各生残率は，無給餌区で3％，クロレラ区で20％，アルテミア区とワムシ・アルテミア区で40％，ワムシ区で90％であり，この時点までは無給餌区に対して給餌区での生残効果がみられた。しかし，4日目以後ワムシ区で突然大量減耗が起こり，5日の生残率は12％に低下した。死亡個体はワムシを摂餌していないことから飢餓が原因とも考えらる。飢餓の原因について，23℃で培養されたワムシは10℃の飼育水に入れた場合，瞬間的に活力が低下し，水槽壁面に付着し，短時間のうちに動きをみせなくなることから，水中で動いているワムシを摂餌する仔魚にとってワムシと遭遇する機会がないためとも考えられる。このことはアルテミア区についても同様と考えられる。

15℃区：各試験区の生残日数は無給餌区とクロレラ区が7日，アルテミア区が8日であるのに対し，ワムシ区が14日，ワムシ・アルテミア区が17日以上であり，餌生物の違いによる異なる生残効果が確認された。

各試験区の死亡率の変化をみると，無給餌区とクロレラ区では試験開始直後から1日目に大量斃死が起こっているのに対し，他の給餌区ではアルテミア区を除いては落ちが少なく，このことから出生直後の生き残りの条件

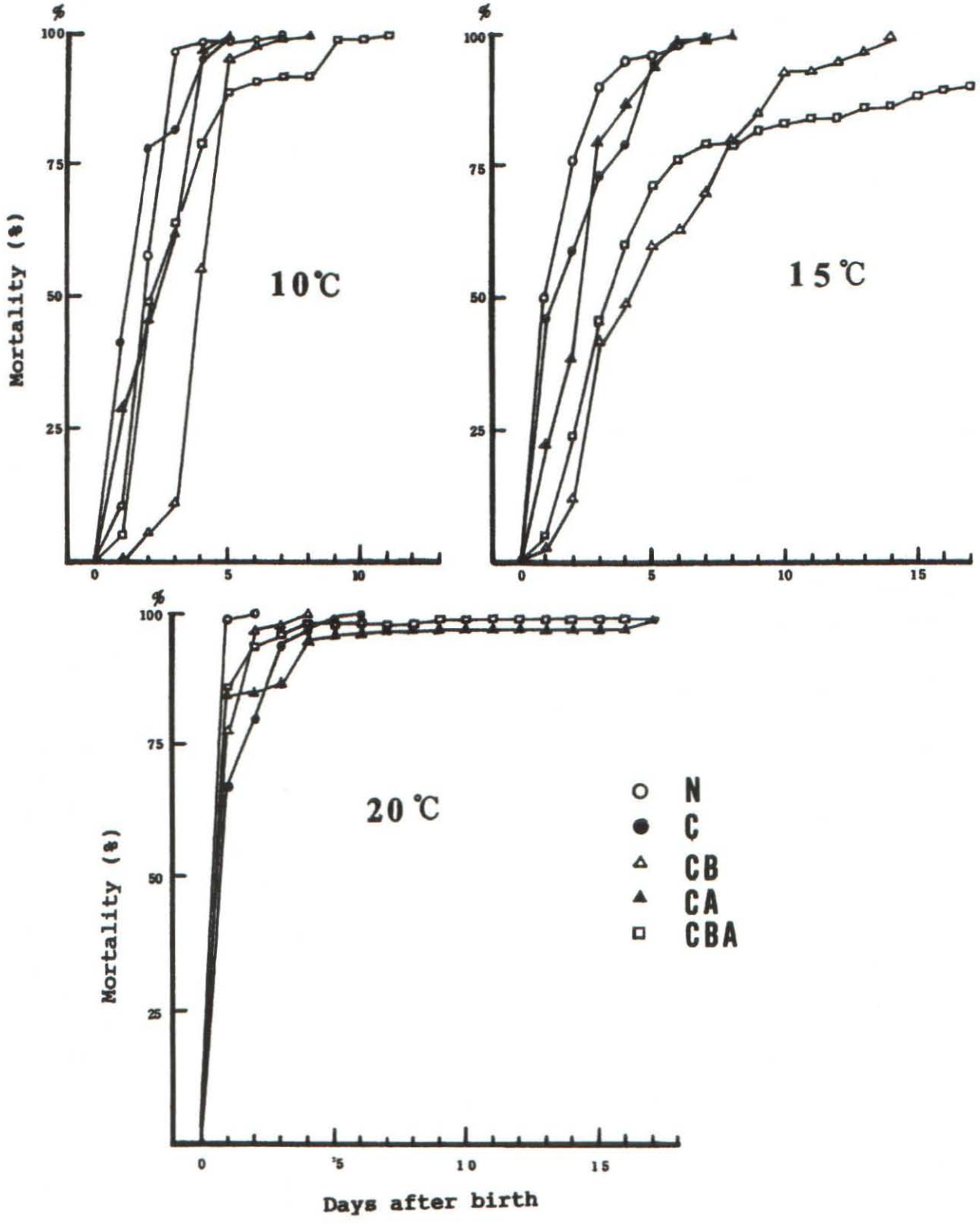


Fig.28. Effects of reading water temperatures and live food organisms on the mortality of kurosoi larvae.
○:fasting, ●:*chlorella*, △:rotifer, ▲:brine shrimp
□:rotifer and brine shrimp.

としてワムシ，アルテミアが効果的な餌料であるといえる。

ワムシとアルテミアの各単一給餌区及びワムシ・アルテミアの混合給餌区の死亡状態の変化をみると，ワムシ区が試験開始後２日目迄は落ちがきわめて少ないことから初期餌料として効果があることが示された。アルテミア区での死亡個体をみると，飽食個体が多いこと，糞が少ないことなどが観察されたので，過食による消化不良が原因で死亡が起こるようにも考えられる。混合給餌区では飼育開始後５日目までに70%が死亡しているが，その後は死亡は僅少で生残率は安定した。

20℃区：全ての試験区において試験開始直後から大量斃死が起こり１日目の生残率は無給餌区が１%，クロレラ区が30%，ワムシ区が24%，アルテミア区が20%，ワムシ・アルテミア混合区が19%であった。生残日数は無給餌区が２日，クロレラ区とワムシ区がそれぞれ７日と５日で，アルテミア区とワムシ・アルテミア混合区は試験開始後４日目で95%以上が死亡しているが，その後両試験区とも１～２%のまま経過した。

１）－３　総括

この試験結果から，10，20℃区で見られるた飼育開始直後の大量斃死の原因は明らかに仔魚の温度馴化に対する生理的失調とみられ，出産直後の仔魚にとって，急な温度変化が生残に重大な影響を及ぼすことが示された。また，アルテミア単一給餌区とワムシ・アルテミア混合給餌区での生残は他の餌料区に比べて高く，かつ生残日数も長かった。この結果から仔魚の飼育温度は出生水温に近い15℃が最良で，かつ15℃における給餌種としてワムシ・アルテミアが共に効果的であるが，このうち出生後２日目までの生残効果からみて，アルテミア単一給餌よりワムシ単一給餌がよいが，その後はワムシとアルテミアの混合給餌が効果的と思われた。

２）飼育試験２．13, 15, 17℃における生残と餌料効果

２）－１　研究方法

試験１で15℃区で初期の大量斃死が見られなかったので，さらに15℃を中心とする前後の温度（13℃，17℃）における飼育試験を繰り返し行った。試験には1974年７月７日に15℃で正常出産した仔魚群を用いた。飼育試験は10，13，15℃の恒温室内で行った。飼育海水温度を予め恒温室の温度に合わせた1.2ℓ容量のガラス製腰高シャーレに100尾の仔魚（１尾／10cc）を収容し，止水・通気条件下で飼育し，生残日数を調べた。なお供試魚は出産水槽から海水と共にバケツで直接汲み取り，その状態で恒温室内に約３時間放置した後にシャーレに収容した。各恒温室にはワムシ区とアルテミア区を，また，対象として無給餌区をそれぞれ設定した。飼育水は，原則として毎日1/2量をサイフォンを用いて換水し，残餌や排泄物の除去を行い，清浄な状態を保つように努めた。死亡個体は毎日午前と午後の２回取り上げ計数した。各給餌量は，飼育海水１mℓにワムシは平均５～６個体を，アルテミアの孵化幼生は１～２個体を維持するように給餌した。ワムシ区には飼育水が薄い緑色に色づく程度にクロレラ海水を添加した。

２）－２　結果

生残日数は図29に示したように，無給餌区では９～10日で３温度区ともほぼ同様であった。給餌区では給餌種により若干の違いがみられたが，15℃区と17℃区が13℃区に比べて共に約２倍で，飼育温度が生残に明らかに影響を及ぼすことが分かった。

15℃と17℃における飼育経過を見ると，各給餌区とも飼育開始日に15～25%の大量死亡が起こっているが（図30），その後両温度区で飼育経過が異なった。15℃区では飼育開始５日目までワムシ区，アルテミア区とも死亡は少なく，生残率は共に86%で一時安定したが，６日目から11日の間に死亡が急増し12日目に生残率が10%となり以後安定した。

一方，17℃区ではワムシ区，アルテミア区とも毎日死亡が見られ，５日目の生残率は54%と56%で，その後も死亡が続き，生残が安定したのは15℃区と同様12日目（10%）であった。このような飼育開始日の大量斃死は無給餌区と給餌区のうち13℃区のアルテミア区を除く全ての試験区でみられた。この飼育開始日の大量斃死はどの親魚から出生した産仔群でも共通していた。このような通常，摂餌後10日以内の高い死亡は本種の初期減耗の特徴とも思われる。

２）－３　総　括

クロソイ産仔の飼育試験から，15℃と17℃が13℃に比べて生残率が高く，生残期間が長いことが分かった。特に出産水温（14.5～15℃）より２℃低い13℃では生残日数は他の２温度条件の1/2以下であることから，産仔の飼育水温は餌づけ完了時までの一定期間は出産水温を下回らないように管理することが大切である。

15℃における飼育開始後５日目までのワムシ区とアルテミア区での生残率はほぼ同じであることから，両餌料とも同じ餌料効果があることが分かった。しかし，その後アルテミアの方が死亡が高まっているが，12日目での生残率には大きな違いがみられず18日目ではほぼ同じ結果となったことは，飼育管理の問題もあるように考えられる。ワムシ区では飼育水に添加しているクロレラの落ちによりアルテミア区よりも飼育水の汚れが早く起こることから，飼育水の悪化が生残に影響したように考えられる。

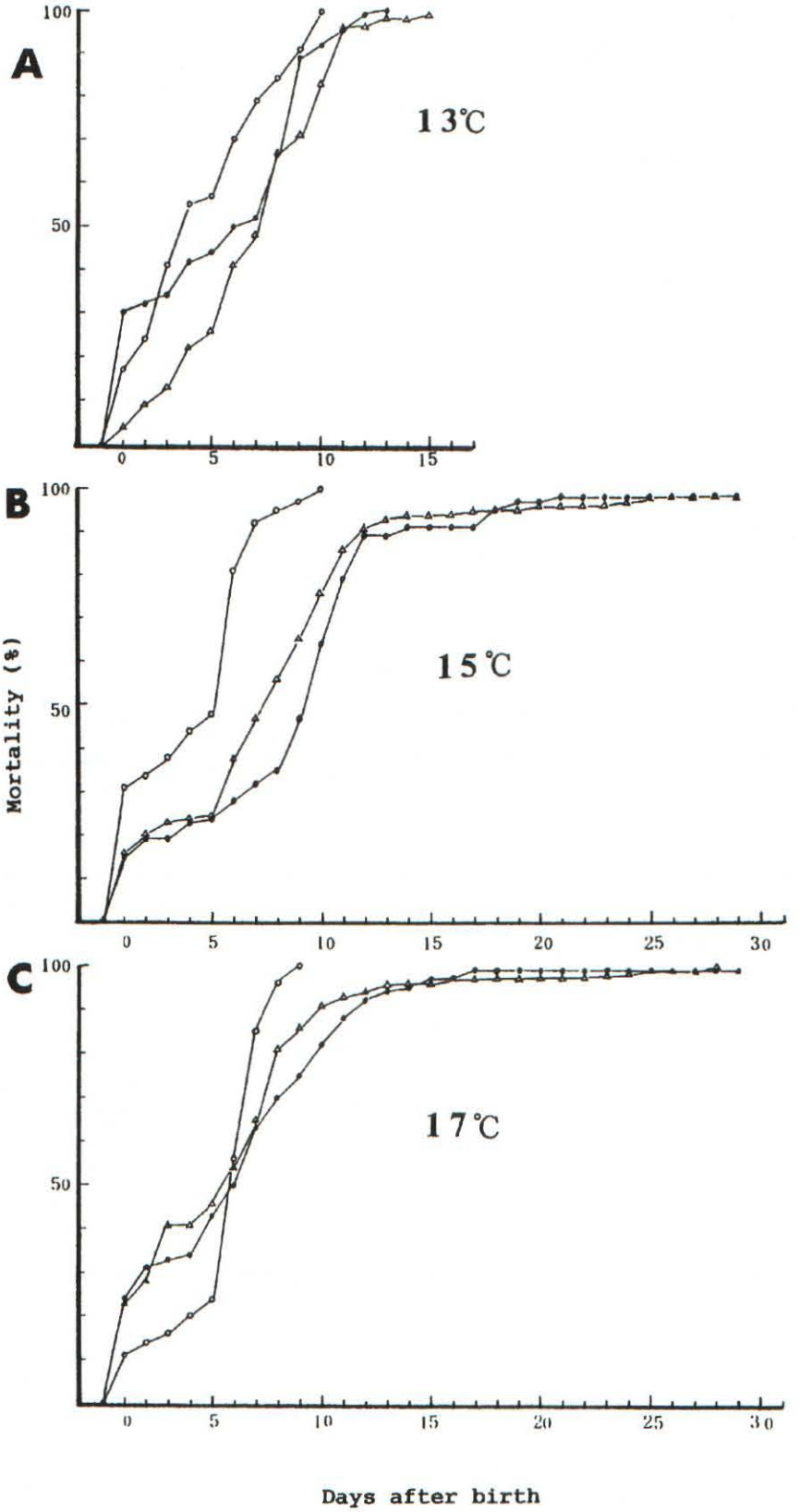


Fig.29. Effects of different water temperatures and live food organisms on the mortality of kurosoi larvae. ○:fasting, ●:rotifer, △:brine shrimp.

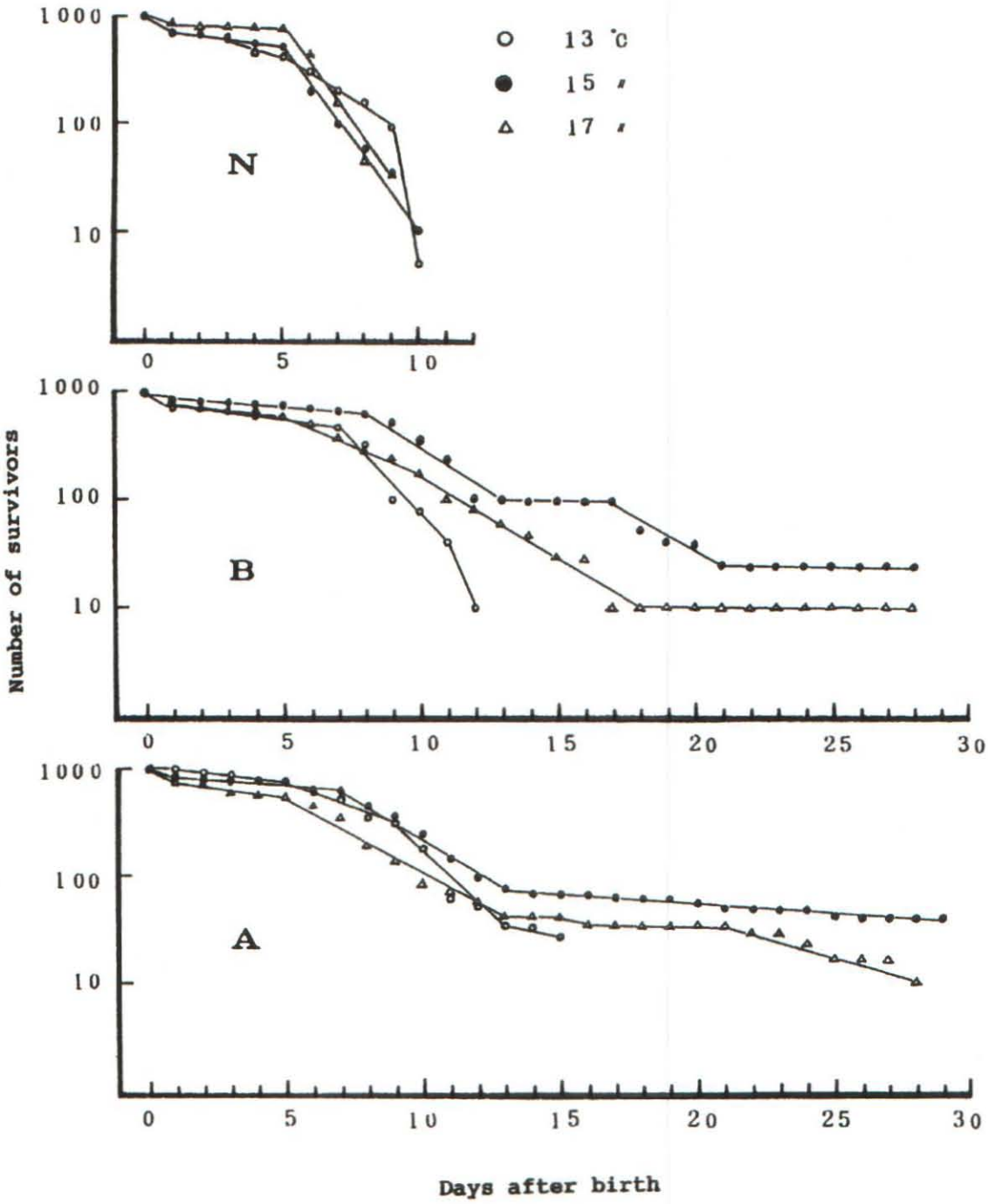


Fig.30. Survivorship curves of kurosoi larvae in rearing experiments at temperatures 13, 15, and 17℃, under different feeding conditions.
N:fasting, B:rotifer, A:brine shrimp.

(2)　仔稚魚期の給餌系列と生残・成長

仔稚魚期の給餌系列を明らかにするため一定の飼育条件下における餌生物と給餌期間との関係を生残及び成長面から検討した。

1）　生物餌料の栄養強化

海産魚類では炭素数20以上のω3高度不飽和脂肪酸が必須脂肪酸であるので[85]，仔稚魚期に用いる生物餌料及び生餌について予めその組成を知る必要がある。特に，初期餌料としてのワムシの含有成分は培養条件により著しく異なることが知られており[86]，アルテミアの孵化幼生も産地，年度，生息時の餌料条件等により脂肪酸組成が異なることが分かっている[87]。こうした観点から本研究では用いる生物餌料について培養条件と脂肪酸組成との関係を検討した。また稚魚期の餌料としてアルテミア幼生やチグリオパス *Tigriopus japonicus* に次ぐ餌料として，スケトウの塩蔵卵及びイサザアミ *Ammodytes personatus* の栄養価を検討した。

1）－1　研究方法

分析に用いたワムシとチグリオパスは1979年から1980年の10～12月にかけて道立栽培漁業総合センターで培養したものである。ワムシとチグリオパスはクロレラとパン酵母(日本甜菜製糖ＫＫ)及び油脂酵母(協和酵醸ＫＫ)で培養したが，給餌前にさらに2×10７細胞／*ml*のクロレラ海水で24時間2次培養した。

アルテミアは産地が異なる3群（サンフランシスコ，ユタ，ブラジル）の耐久卵について，孵化に24時間と48時間を要したした。スケトウ卵は鹿部村の水産会社から購入した。これはタラ子製造工程（塩蔵中）にでるバラ子と呼ばれるもので，着色済みのものである。イサザアミは秋田県漁連より，白と赤と呼ばれる2種類を購入し，供試した。前者は太平洋産（宮城県漁連扱い）で後者は日本海産（秋田県漁連扱い）のものである。

総脂質の抽出は Blight and Dyer [88] に準じて行った。脂肪酸の分析はガスクロマトグラフイ（164－T，日立製作所）により行った。

1）－2　結果

各餌料の総脂質量及び脂肪酸組成の分析結果を表23～25に示した。

ワムシ：培養に用いた餌料別に総脂質量をみると油脂酵母で培養したワムシがパン酵母ワムシよりも約2倍高く，また，二次培養の結果もほぼ同様である（表23)。しかし，高度不飽和脂肪酸の含量はクロレラ培養ワムシで28.7%，油脂酵母で培養したワムシで16.1%，パン酵母単独培養ワムシで3%であり，クロレラで培養したワムシの方が仔稚魚期の必須脂肪酸である高度不飽和脂肪酸のうちω3の含量が明らかに高まることが分かった。一方，パン酵母で培養したワムシもクロレラで二次培養すると油脂酵母ワムシと同程度にω3の含量が高まることが分かった（表23)。したがって，ワムシの培養には油脂酵母で培養したワムシを更にクロレラで約20時間以上二次培養することとした。

アルテミアの孵化幼生：総脂質は産地の異なる3群と

Table 23. Total lipids and fatty acid compositions of lipids in *Brachionus plicatilis* and *Tigriopus japonicus*.

Fatty acid %	Brachionus plicatilis					Trigriopus japinicus			
	B-Yeast	S-Yeast	Chlorella	B-Yeast+ Chlorella	S-Yeast+ Chlorella	B-Yeast	S-Yeast	B-Yeast+ Chlorella	S-Yeast+ Chlorella
T-lipid	0.6	1.25	0.62	0.78	1.28	0.48	1.54	1.16	2.32
C14:0	1.8	1.9	4.7	3.9	3.1	1	1.7	–	1.5
15:0	1.0	1.3	–	–	–	1.5	–	–	–
16:0	6.0	11.2	12.9	12.3	12.2	7.8	11.6	5.7	9.6
16:1ω7	28.2	18.6	16.6	24.3	14.5	18.9	10.2	20.9	7.9
18:0	3.6	1.7	1.6	1.8	1.4	4.4	4.6	4.8	3.6
18:1ω9	45.1	28.6	18.6	24.1	20.7	26.6	24.1	29.6	24.0
18:2ω6	1.6	3.3	5.2	2.8	4.1	1.6	1.3		1.5
18:3ω3	6.5	9.2	6.1	2.7	9.7	2.0	8.0	2.6	10.4
20:5ω3	2.0	7.1	21.4	21.7	16.3	7.8	7.7	6.6	10.0
22:5ω3	1.0	2.3	4.9	1.6	3.6	–	0.6	–	1.1
22:6ω3	–	6.6	2.4	–	5.3	24.0	19.2	18.4	17.8
Σω3	3.0	16.0	28.7	23.3	25.2	31.8	27.5	25.0	28.9

B-Yeast:cultured with baker's yeast,
S-Yeast:cultured with baker's yeast supplemented with cuttlefish liver oil,
B-Yeast+*Chlorella*:cultured with baker's yeast and secondarily with marine *Chlorella* for 24h,
S-Yeast+*Chlorella*:cultured with SY yeast and secondarily with *Chlorella* for 24h.

も殆ど違いがみられなかった。ただし，産地に拘らず孵化に48時間を要した幼生の総脂質含量は24時間を要した幼生の約2/3であったことから，孵化時間が24時間以内の幼生がよいことが分かった（表24）。

脂肪酸組成には3群とも孵化時間による違いがみられなかったが，群により違いがみられた。即ち，高度不飽和脂肪酸のうちω3含量は孵化24時間でサンフランシスコ産9.2%，ユタ－産8%で共に高かったが，ブラジル産が2.1%で明らかな違いをみせた（表25）。したがって，アルテミアの耐久卵を使用するには予め脂肪酸組成を分析することが肝要である。

チグリオパス：総脂質量は油脂酵母で培養したチグリオパスをクロレラで二次培養した場合が最も高く，ついで，油脂酵母培養＞パン酵母培養後クロレラで二次培養＞パン酵母培養の順であった（表23）。高度不飽和脂肪酸の含量はパン酵母が31.8%，油脂酵母が27.5%で若干の違いがあるが，クロレラで二次培養後はパン酵母・クロレラ培養より低くなり，クロレラによる二次培養の効果がみられなかった。二次培養しなくても高度不飽和脂肪酸組成が高い結果となった理由は，チグリオパスは長期間培養すると水槽中に珪藻類や各種の藻類が自然発生するために，これらも餌料としているためと考えられる。このような結果からみて，水槽中に珪藻類が発生している場合はクロレラによる二次培養は不要と思われる。

スケトウ卵：総脂質は1.78%（湿ベース）であった(表25)。脂肪酸組成は仔稚魚期の成長に必須である高度不飽和脂肪酸含量が高く，5ω3の含量は47%であった。したがって，稚魚期の生餌としては好適なものと言える。

イサザアミ：総脂質は太平洋産（宮城産）の白イサザアミが日本海（秋田産）の赤イサザアミよりも2.2倍も高い。脂肪酸組成はω3高度不飽和脂肪酸は赤イサザアミのほうが白よりも若干高いことが分かった（表25）。

Table 24. Fatty acid composition of lipids in *Artemia salina* of different brands each contained larvae hatched out by 24 an by 24 and 48 hour incubations.

Fatty acid	Utah USA		Brazil		San Francisco USA	
%	24	48	24	48	24	48
T.Lipids	2.98	1.56	3.10	1.56	3.02	1.40
C14:0	2.5	2.0			3.8	1.6
16:0	14.2	13.1	12.8	12.2	15.3	14.0
16:1ω7	18.6	17.1	10.3	9.9	14.7	13.5
18:0	3.6	4.5	3.3	4.1		5.0
18:1ω9	30.9	31.2	30.5	31.8	33.3	34.2
18:2ω6	6.6	7.7	8.2	7.6	9.5	8.9
18:3ω3	1.4	1.9	25.7	25.2	3.9	3.8
20:5ω3	8.0	8.4	2.1	2.8	9.2	10.5

T.Lipids:Total lipids

Table 25. Total lipids and fatty acid compositions of lipids of pollack *Theragra chalcogramma* eggs and mysid shrimp *Neomysis* sp.

Fatty acid	Pollack	*Mysid shrimps	
%	eggs	Miyagi	Akita
T.lipid	1.78	1.14	2.52
C14:0	2.2	2.9	3.0
15:0	–	–	0.2
16:0	18.3	21.7	22.1
16:1ω7	5.6	2.1	7.0
18:0	2.2		2.3
18:1ω9	16.4	13.2	13.9
18:2ω6		3.6	1.2
18:3ω3	3.2	1.3	1.1
20:5ω3	22.1	29.3	30.7
22:5ω3	2.7	1.1	0.5
22:6ω3	22.2	18.8	11.6
Σω3	47.0	49.2	42.8

*:Mysid shrimps caught in Miyagi show wine color against to white of those in Akita.

2）給餌種と生残・成長

2）－1　研究方法

1978年から1981年に，天然産妊娠魚及び人工種苗養成妊娠魚が正常出産した一腹の仔魚群について6 tと15 t水槽で延べ15回の飼育実験を行った。出産水温は15～16℃とし，仔魚期の飼育水温は出産水温を下回らないように調節し，成長に応じて徐々に昇温させ，18℃以上に昇温した時点で自然海水温度で飼育した。

給餌種と給餌期間の試験には仔魚期の餌料としてシオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* およびアルテミア *Artemia salina* の孵化幼生を，稚魚期（全長で12㎜以上）の餌料としてアルテミアの孵化幼生，チグリオパス *Tigriopus japonicus* [89]，イサザアミ，スケトウ卵を用いて検討した。クロレラで20時間以上二次培養したL型ワムシは5個体/㎖海水とし，1日に4～5回給餌，アルテミアの孵化幼生は2～3個体/㎖，チグリオパスは計画生産ができないため，1日1回当り平均で0.1～1.6個体/㎖の範囲で給餌した。スケトウ卵及びイサザアミアミは摂餌状態に応じて適宜給餌した。

2）－2　結果

給餌種別に飼育経過5日間毎の生残率と全長の測定結果を表26，27，28に，給餌系列毎に代表的な生残と成長の変化を図31と32に示した。

仔魚期

15日齢までの餌料としてワムシ単一給餌（表26）とアルテミア単一給餌（表27）の効果を生残・成長の面から検討した。6例の飼育結果から前者の生残率は平均38%（33～42%）で，平均全長が9.8㎜（9.4～10.1㎜）に対して後者（2例）は30.5%(13.7～47.2%)，8.1㎜（7.5～8.7㎜）とワムシ単一給餌の方がアルテミア単一給餌よりも生残・成長が良かった。

次に，ワムシとアルテミアの混合給餌（表28）による15日齢までの生残・成長を見ると，生残が70.3%，成長が10.8㎜（9.7～11.5㎜）で各単一給餌区に比べてはるかに良好であり，本種の仔魚期の餌料としてこの給餌方式が最適である結果が得られた。

生残・成長に及ぼす要因として収容密度が考えられるが，飼育開始時1 t 当りで5,000尾から42,000尾であったワムシ区と，6,100尾/tから26,000尾/tのアルテミア区では共に密度と生残及び成長との関係は明確でなかった。

稚魚期

全長10㎜から15㎜迄の餌料として，アルテミアを主体とし，補助的にチグリオパスを給餌，そしてイサザアミ，スケトウ卵の餌料効果を検討した。

約13.7㎜迄の通算生残率は1例で急減したが，6例の平均が31.4%（5.1～60.4%)(表26，図31A)，同様にアルテミア単一給餌区の2例では生残率に違いはあるが30日齢での通算生残率は平均27.8%（12.5～43.1%），成長は13.7㎜（13.4～14.0㎜)(表27）で，共に生残に対する餌料効果がみられた。両給餌区とも成長はほぼ同じであった（表26，27)。

15㎜以上の個体は早い場合で30日齢，遅い場合でも40日齢で出現しているが，この時点でスケトウ卵を給餌すると，給餌後2日目でほぼ完全に餌づき，日増しに活発に摂餌することが分かった。

35日齢のスケトウ卵の給餌による平均生残率は，飼育当初ワムシ・アルテミア給餌区が28%（23～46%），ワムシ単一給餌区が32%（15～57%）であるが，その後の各試験例をみると水槽によっては減耗が大きい（表26，28)。この原因はスケトウ卵からでる粘性のドリップが水質の一時的な富栄養化を招き，種不明の繊毛虫が大量発生し，これが鰓や体表に寄生したためとみられた。

なお，本研究で用いた①ワムシ・アルテミアの混合給餌－アルテミア・チグリオパス（補助的に給餌）－②スケトウ卵，アルテミア単一給餌－イサザアミ，③ワムシ－アルテミア－スケトウ卵の3給餌系列下で行った一腹から生まれた産仔群の飼育試験例のうち各2例の出生後55日目迄の生残と全長の変化を図31，32にそれぞれ示した。給餌系列②の飼育例（図31B，図32B）は出生後20日ころまで他の2系列に比べて生残は高いが，成長は悪い。イサザアミの給餌後減耗が続き55日目の生残率は20%，全長は16～17㎜であった。給餌系列①（図31A）及び②（図31C）は出生直後から10～15日ころまで減耗が続くが，この間の成長は同じである。20日以降2給餌系列ともダラダラと減耗がみられたが，55日目の生残率は③が5%と20%，①が20%と30%でそれぞれ安定していた。55日目の全長は①及び③ともほぼ25㎜であった（図32A，C)。

3）　餌料種と日間成長量

給餌種別に各給餌期間の日間平均成長量を求めた（表29)。仔魚期にワムシ及びアルテミアの孵化幼生を給餌した場合，平均成長量はそれぞれ0.17㎜と0.16㎜で殆ど同じ結果であった。しかし，これらの混合給餌では成長量は0.27㎜で，各単一給餌に比べて成長が1.6～1.7倍良好となることが分かった。

全長10㎜以上から15㎜までの稚魚期の給餌種はクロレラで十分に二次培養したアルテミア孵化幼生と，補助的にチグリオパスを給餌したが，この間の日間成長量は0.28㎜で，生残・成長にとって効果的な餌料であることが分かった。

また，15㎜以上の仔魚への給餌種として，スケトウ卵は

Table 26. Survival rates and growth from newborn larvae to 25mm juveniles of *Sebastes schlegeli* in every five day period under different feeding schedules.

Days after birth	Number of replicates	Number of fish/KL			Survival rate %			Total length mm		
		Mean	Minimun	Maximum	Mean	Minimum	Maximum	Mean	Minimum	Maximum
Brachionus plicatilis										
0	6	14,862	4,967	41,667	100.0	100.0	100.0	6.4	6.1	6.6
5	6	11,175	4,133	31,221	75.7	61.7	84.6	7.1	6.7	7.4
10	6	9,651	3,347	23,869	60.8	47.8	79.0	8.2	7.9	8.7
15	2	9,133	4,501	13,764	37.7	33.0	42.4	9.8	9.4	10.1
20	1	3,513			8.4			10.0	8.7	11.1
A. salina · *Tigriopus japonicus*										
25	5	3,533	1,141	6,211	37.9	16.3	61.0	12.1	10.5	13.7
30	6	3,184	1,058	5,738	31.4	5.1	60.4	13.7	11.3	16.9
35	6	2,806	2,089	3,524	19.0	5.0	33.1			
Theragra chalcogramma eggs										
35	4	2,562	1,017	3,573	31.5	14.7	57.0			
40	5	2,451	947	3,462	28.6	13.7	50.6	15.6	12.4	18.8
45	6	2,035	730	3,166	22.2	2.9	48.2			
50	6	1,763	618	3,130	17.8	2.5	31.0	20.7	16.4	23.6

Table 27. Survival and growth from newborn larvae to 25mm juveniles of *Sebastes schlegeli* in every 5 day period raised with *Artemia salina*.

Days after birth	Number of replicates	Number of fish/KL			Survival rate %			Total length mm		
		Mean	Minimun	Maximum	Mean	Minimum	Maximum	Mean	Minimum	Maximum
0	2	15,809	6,106	25,512	100.0	100.0	100.0	6.1	6.1	6.1
5	2	11,072	4,731	17,413	72.9	68.3	77.5	6.5	6.4	6.5
10	2	3,193	2,882	3,504	36.7	14.1	59.2	6.9	6.9	6.9
15	2	3,193	2,882	3,504	30.5	13.7	47.2	8.1	7.5	8.7
20	2	3,092	2,786	3,397	29.5	13.3	45.6	8.9	8.5	9.2
25	2	3,024	2,732	3,316	28.9	13.0	44.8	10.2	9.6	10.8
30	2	2,912	2,630	3,194	27.8	12.5	43.1	13.7	13.4	14.0
40	2	1,600	1,457	1,742	17.1	5.7	28.5	16.0	15.9	16.1
50	2	275	140	409	2.0	1.6	2.3	19.4	17.8	21.0

Table 28. Survival and growth from newborn larvae to 25mm juveniles of *Sebastes schlegeli* in every five day period under different feeding schedules.

Days after birth	Number of replicates	Number of fish/KL			Survival rate %			Total length mm		
		Mean	Minimun	Maximum	Mean	Minimum	Maximum	Mean	Minimum	Maximum
Brachionus plicatilis · *Artemia salina*										
0	2	16,068	14,307	17,828	100.0			6.3	6.1	6.4
5	2	64,602	115,566	13,637	78.7	76.5	80.8	7.3	7.2	7.4
10	2	11,704	11,349	12,058	73.5	67.6	79.3	9.3	9.3	9.3
15	2	11,170	11,137	11,203	70.3	62.8	77.8	10.8	9.7	11.5
20	2	10,924	10,886	10,961	68.8	61.4	76.1	12.0	11.6	12.3
Artemia salina · *Tigriopus japonicus*										
25	2	8,878	7,275	10,480	54.8	50.8	58.8	12.9	12.7	13.0
30	2	6,005	4,972	7,037	38.6	27.9	49.2	13.7	13.1	14.6
Theragra chalcogramma eggs										
30										
35	2	5,333	4,107	6,558	27.9	23.0	45.8			
40	2	4,215	2,861	5,568	27.5	16.0	38.9	15.4	14.2	16.6
45	2	3,615	1,799	5,430	24.1	38.0	10.1			
50	2	2,386	1,548	3,223	15.7	8.9	22.5	23.0	21.4	24.6

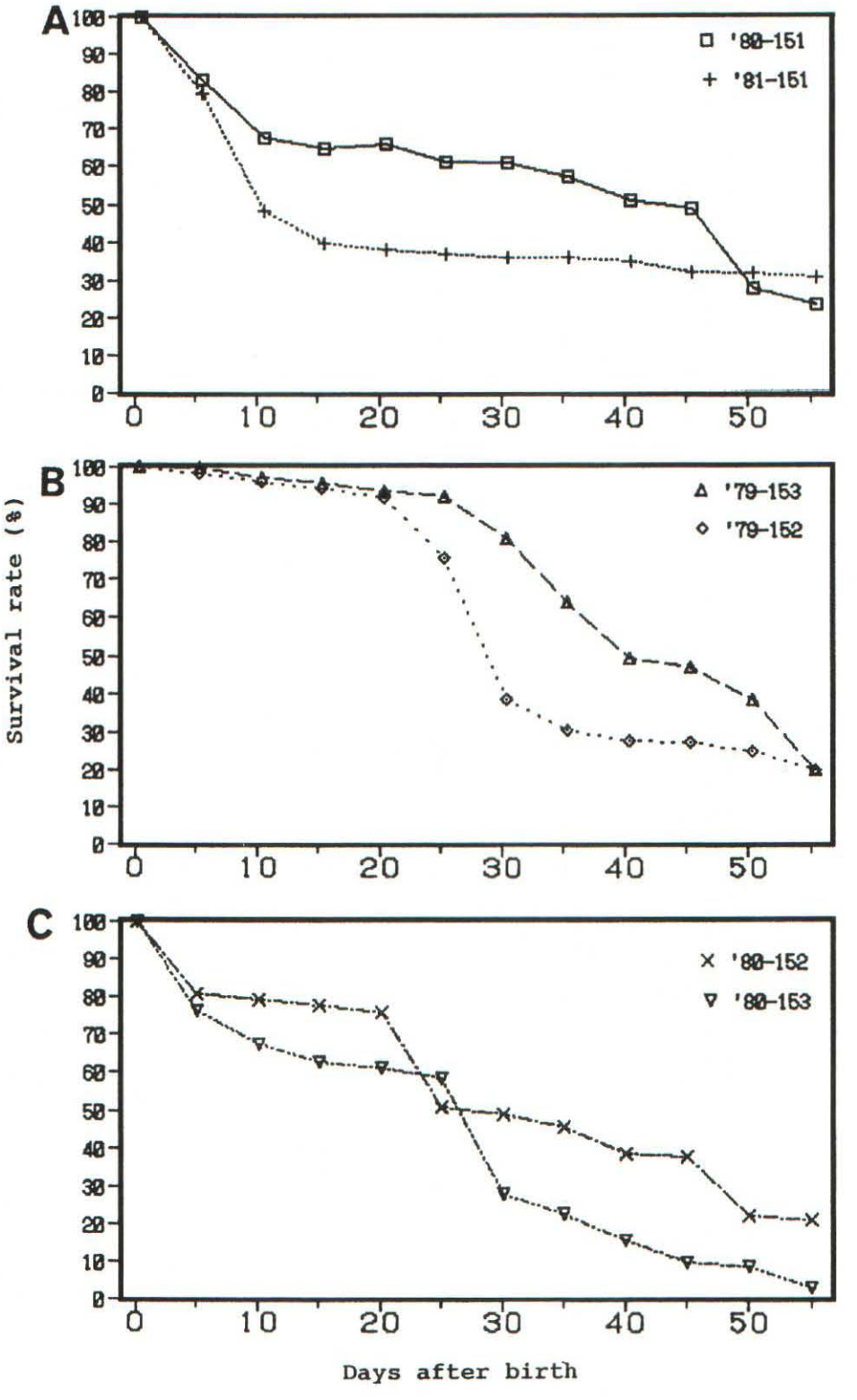


Fig.31. Comparison of different feeding schedules for survivorship in raising newborn larvae of *Sebastes schlegeli* to 23㎜ juveniles.
A:Rotifer・Brine shrimp・walleye pollock eggs,
B:Brine shrimp・minced meat of *Ammodytes personatus*,
C:Rotifer and brine shrimp・walleye pollock eggs.

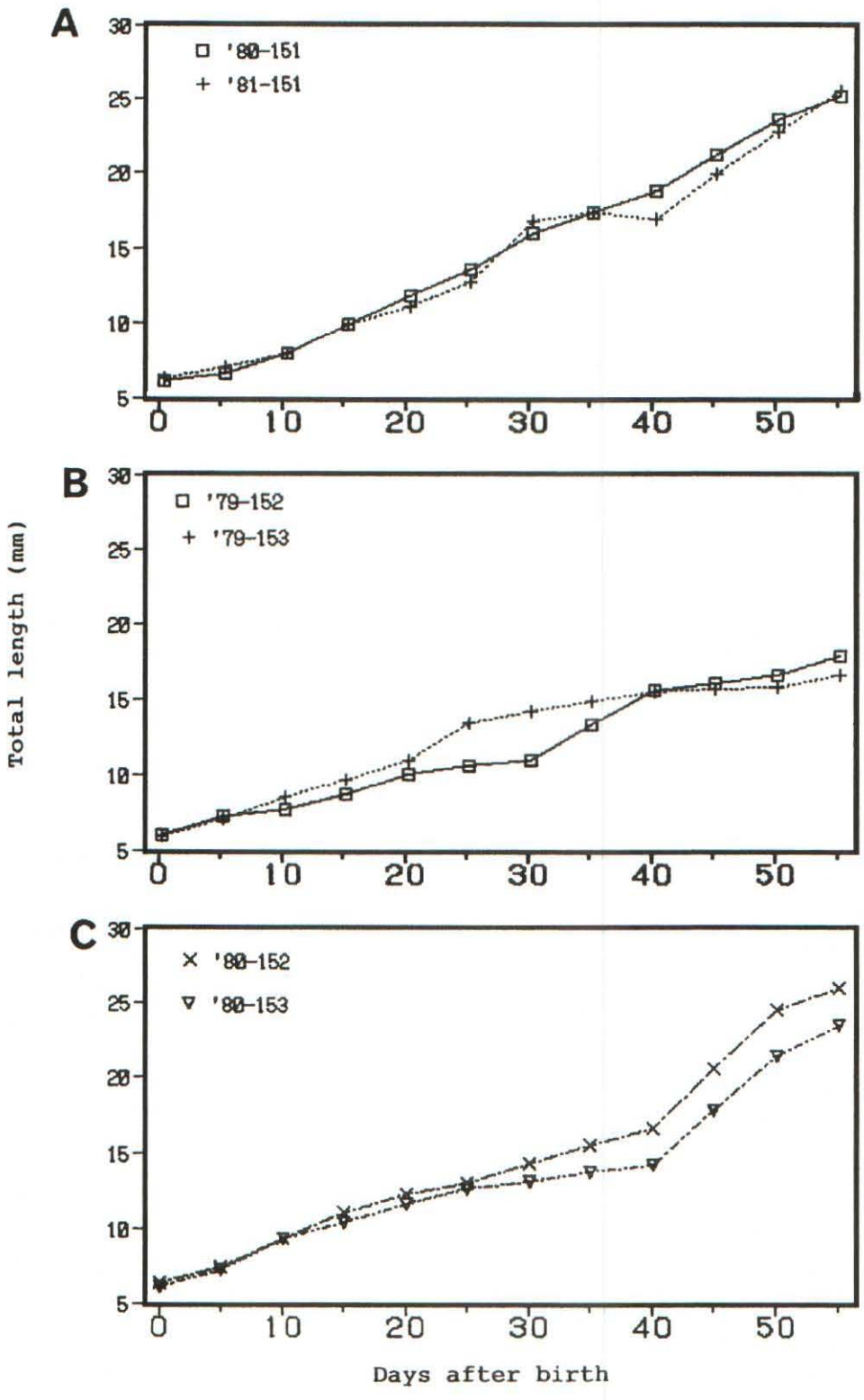


Fig.32. Effects of different feeding schedules on the growth of newborn larvae of *S. schlegeli* up to 23mm juveniles.

A:Rotifer • brine shrimp • eggs of walleye pollock,

B:Rrine shrimp • minced meat of *Ammodytes personatus*,

C:Rotifer and brine shrimp • eggs of Walleye pollock.

Table 29. Comparison of daily growth of larvae up to juveniles of *Sebastes schlegeli* reared by various feeding schedules.

Feeding schedule	Days in each feeding	Number of replicates	Daily growth amount (mm)	
			Mean	Min.–Max.
Brachionus plicatilis	0–15	6	0.17	0.12–0.21
Artemia salina	10–40	6	0.27	0.22–0.35
Theragra chalcogramma eggs	35–50	6	0.54	0.38–0.62
Artemia salina	0–40	2	0.16	0.11–0.21
Artemia salina・(*T. japonicus*)	20–40	2	0.39	0.30–0.55
Neomysis sp.・(*A. salina*)	35–50	2	0.34	0.31–0.42
A. salina and *B. plicatilis*	0–10	2	0.27	0.22–0.32
Artemia salina・(*T. japonicus*)	11–40	2	0.18	0.17–0.23
Theragra chalcogramma eggs	35–50	2	0.93	0.74–1.03

Species in parenthes is supplementary food.
T. japonicus:*Tigriopus japonicus*

イサザアミによる成長量の0.34mmに対して0.74mm（0.4～0.93mm）で，餌料効果が大きいことが明らかになり，本種の種苗生産に好適な餌料であることが確かめられた。

4）　減耗

仔魚期

出産後の産仔群への初回給餌は，通常出産が深夜に行われるので，出産後8時間以上を経過した時点でなされた。ワムシ単一及びアルテミア単一の給餌では，通常給餌開始日から徐々に減耗がみられ，5日齢の死亡率は約26～27%，10日齢までにさらに10%位が減耗し，通算で約40%が死亡した。減耗の原因については飼育当初の収容密度や仔魚自体の生残適応能力などが考えらるが，10日齢迄の飼育結果では1t当りの密度は5,000尾か40,000尾の範囲内では生残・成長に殆ど違いはみられなかった。一腹の産仔の大きさをみると，出産時で既に個体差が相当にあり，親魚の大きさによっても多少の違いがみられた。この時期の死亡個体は体が折れ曲がっており，大きさが測定できないので死亡原因と魚体の大きさとの関係は把握できなかった。死亡直前魚の後腸は生存魚と比べて緩やかに垂れ下がっていることから，今後産仔の形態面からも死亡原因を検討する必要がある。

出生直後から全長10mm前後までの仔魚に痩せ型で体色黒化魚が出現した場合，これらは死亡前に異常に表層で蝟集し，水流のままに浮遊していたが，そのうちに一度に大量死亡した。これは過密時に度々見られた現象であるが，原因は不明である。

稚魚期

アルテミアの単一給餌やワムシとの混合給餌の場合，仔魚はアルテミアのみを過食し，消化不良となることが多い。それは特に全長10mm以上の個体で多くみられ，主な所見として糞の廃泄物量の急増があった。このような場合，稚魚はカタル性腸炎を発症し，一時的に大量死亡をみせた。アルテミアの単一給餌はできるだけ避け，過剰給餌にならないように管理することが大切である。

生餌給餌期間にみられる大量斃死は，前述したスケトウ卵給餌時の種未同定の繊毛虫の寄生が原因である。これは発見が早ければホルマリン薬浴で完全に駆除できるので，異常魚の早期発見と迅速な診断が必要である。そのほか，腹部膨満を主徴とする異常魚は肛門から白色粘液便を引いていたが，このような個体では鰓薄板が癒着したり，未だ癒着していない鰓先端部位の上皮血管腔が拡張し，その中に大量の血球の貯留がみられた。この原因は不明である。

(3)　共喰い

全長20mm以後共喰いによる減耗が大きいので，この実態を調査し，共喰い発生期間の飼育方法を検討した。

1）研究方法

1982年日本栽培漁業協会宮古事業場で種苗生産された全長23mmのクロソイ稚魚1,300尾を用い1.3t FRP角型水槽に収容し，スケトウ卵・イサザアミ，イカナゴ，サンマ，イワシ等を給餌し，自然海水温度条件下で7月24日から11月22日までの約4か月間飼育した。なお，給餌種毎の給餌割合は飼育当初から全長67mmまで（Ⅰ期），それ以降85mmまで（Ⅱ期），そして96mmまで（Ⅲ期）の3期間別に設定した。Ⅰ期ではイカナゴが総給餌量の約91%，サンマ・イワシが5%，イサザアミ・スケトウ卵が4%，Ⅱ及びⅢ期ではイカナゴが62%および69%，サンマとイワシが31%および38%であった。給餌は午前と

午後の2回とし，毎回魚が餌に飽食するまで与えた。共喰いによる減耗数は1か月毎に計数した生残魚から各期間毎の病気などによる死亡魚を差引き算出した。

2）結果

2）－1　病気と共喰い

減耗の原因は病気と共喰いで，それぞれによる死亡率を表30に示した。前者は全長44㎜に達した8月下旬ころから11月上旬まで度々発生し，その症状からみて腹部膨満症と体色黒化症であり，いずれも飼育環境が原因とみられる疾病で，原因は特定していないが細菌等による感染症の疑いが考えられる。腹部膨満症とは腹部が異常に膨満し，腹腔や腸管内が浸出液で満たされている症状をいう。これらの異常魚は表層で水中に潜る動作を激しく繰り返しているが，やがて底に沈下，横臥し，死亡する。体色黒化症とは痩せた小型魚に多くみられる症状で，腹部はへこみ，体色は黒っぽく，鰭に損傷を負っている個体が多いことから，個体間の噛み合いや共喰いから逃れた被食魚のように思われる。このような個体は群から外れ，表層で活力を失い旋回遊泳しているがやがて死亡する。なお，このような個体は底で静止状態で死亡している場合が多い。この他，飼育水温の急変や揚水ポンプの故障による水中の窒素ガスの混入が原因とみられるガス病が4.8%であった。

共喰いは飼育開始当初の平均全長23㎜から見られたが，大小差が目立ってきた8月下旬ころから頻繁にみられた。大型魚は小型魚を瞬時に捕食するが，なかには飲み込めずに両個体とも死亡する例も度々観察された。また，一度捕食され，何かのはずみで逃避できた個体も鰭や皮膚の噛傷で自然衰弱し，遊泳中に再び捕食されることが多かった。共喰いは平均全長85㎜以上では急減した。なお，共喰いによる死亡率は53.4%であった。

2）－2　成長と共喰いの発生

飼育当初の平均全長23㎜のクロソイは1か月後で44㎜，2か月後で66㎜，3か月後で85㎜，4か月後で96㎜に成長した（表31）。各測定日における全長組成から成長につれて最小個体と最大個体との差が拡大することが分かった（図33）。そこでその個体間の差を最小全長および体重に対する最大全長および体重の比で求めると，共喰いが最も頻繁であった全長30～60㎜までの期間の個体差は全長で1.4倍から1.7倍，体重で3.6倍から5.2倍であった。全長100㎜のクロソイが共喰いにより摂食した個体の最大全長は50～60㎜で，被食魚の全長は捕食魚の約1/2で，体重は1/10以下であった。一方，全長が2倍以上に開いたころから共喰いが急減した。この時期に生残数が減ったことから，収容密度が減少したこととも関係していることが示唆された。

Table 30. Natural decrease during a period of 23-100㎜ T.L. fish of *Sebastes schlegeli* reared without size-selection.

Date examined	Number of fish	*Diseased		Gas disease		Cannibalism		Total decrease	
		Number	Mortality %	Number	Mortality %	Number	Mortality %	Number	Mortality %
24 July	1,308								
26 Sep.	701	137	10.5	0	0.0	421	32.2	558	42.7
26 Oct.	261	158	12.1	64	4.9	268	20.5	490	37.5
22 Nov.	176	85	6.5	0	0.0	10	0.8	95	7.3
Σ		380	29.1	64	4.9	699	53.4	1,143	87.4

Main symptons of the diseased fish are abdominal inflation and melanosis on the body.
*diseased:fish except gas disease

Table 31. Growth of *Sebastes schlegeli* from the period of juvenile to young reared without size-selection.

Days in rearing	Number examined	Total length (㎜)		Max./Min.	Body weight(g)		Max./Min.
		Mean	S.D.		Mean	S.D.	
0	50	22.5	1.7	1.41	0.16	0.03	2.8
11	40	23.9	2.7	1.55	0.17	0.03	4.7
42	61	44.7	5.4	1.71	1.35	0.50	5.2
72	9	66.7	7.9	1.40	5.20	1.90	3.6
100	64	85.4	18.3	2.24	12.40	9.70	15.3
130	161	96.6	17.8	2.70	17.30	12.00	24.8

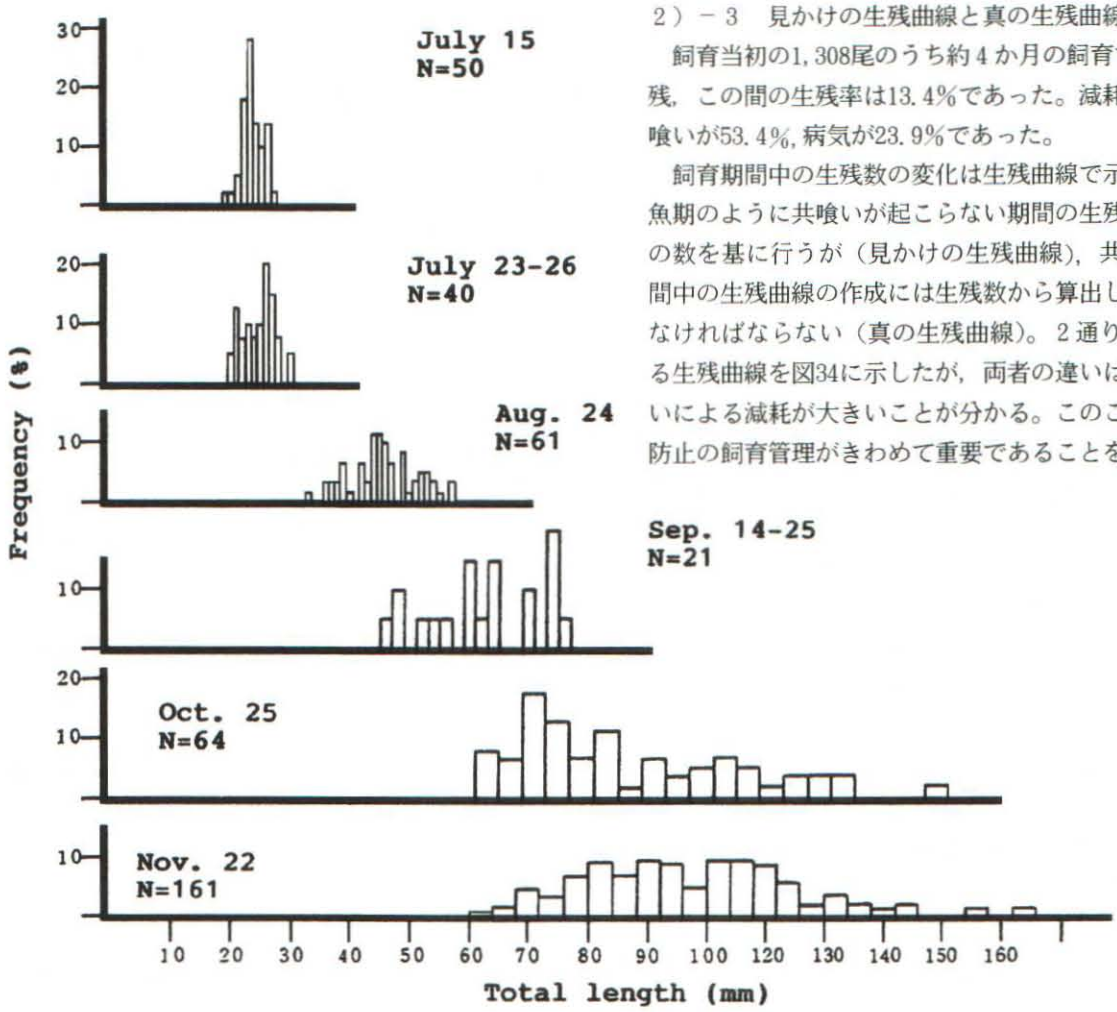


Fig.33. Changes in distribution of total length of juveniles with a progress of rearing of *S. schlegeli* with out size-selection.

2）－3　見かけの生残曲線と真の生残曲線

飼育当初の1,308尾のうち約4か月の飼育で176尾が生残，この間の生残率は13.4%であった。減耗の原因は共喰いが53.4%，病気が23.9%であった。

飼育期間中の生残数の変化は生残曲線で示され，仔稚魚期のように共喰いが起こらない期間の生残率は死亡魚の数を基に行うが（見かけの生残曲線），共喰い発生期間中の生残曲線の作成には生残数から算出した値を用いなければならない（真の生残曲線）。2通りの方法による生残曲線を図34に示したが，両者の違いは大きく共喰いによる減耗が大きいことが分かる。このことは共喰い防止の飼育管理がきわめて重要であることを示している。

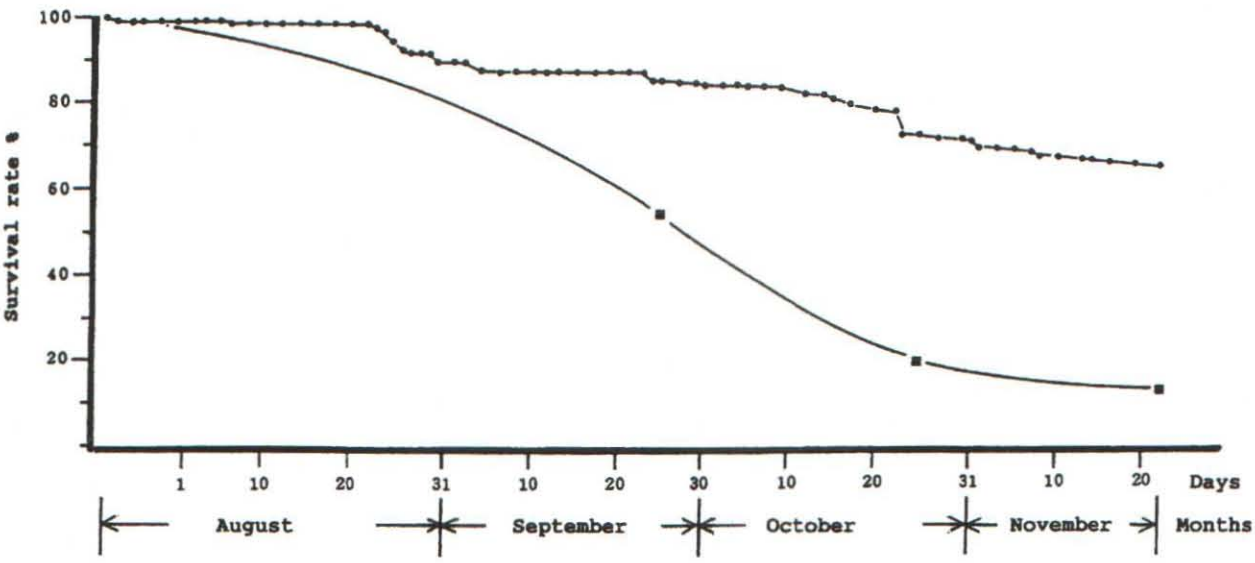


Fig.34. Comparison of survivorship curves, one (●) from daily number of dead fish and the other (■) estimated from daily number of survivors of juvenile *Sebastes schlegeli* reared without size selection.

2）－4　餌料転換効率

共喰いで摂食されたクロソイも餌とみなし，この期間の増肉係数及び餌料転換効率を求めた(表32)。増肉係数は全長23㎜から66㎜迄の間(7/24～9/26)で4.0で最も高く，これ以上の大きさでは11.6と11.0であり，また，餌料転換効率ではそれぞれ24.6%，8.6%，9.1%で，成長に伴い餌料効率が低下した。これは，飼育当初18.9℃であった水温が自然降温したことによる摂餌の低下と関係しているためであろう。また，餌料転換効率のうち共喰いによるクロソイ自体の餌料効率は期間別に，1.84%，2.2%，0.5%と推定された。

(4)　考　察

仔魚期の飼育温度と餌料条件

仔魚期の温度変化への耐性や，生残に及ぼす温度，給餌のタイミングなどに関する研究は卵生魚では見られるが，胎生魚類のメバル属については殆どないように思われる。本研究の結果から，出産直後の仔魚の温度馴化の影響を無給餌区でみると，試験開始日から大量斃死がみられているが，生残がゼロとなるまでの日数は出産温度区（15℃）の7日に対して＋5℃（20℃）区で2日，－5℃（10℃）区で8日で，高温ほど生残が低いことが示された。また，出産温度より±2℃の条件下では仔魚には±5℃で見られたような異常行動はみられず，5日目までの生残は17℃区では15℃区と13℃区よりもむしろ高かった。このことから産仔の生残にとって±2℃の温度変化は影響がないことが分かった。

次に，給餌の影響を見ると，15℃における各給餌区では，無給餌区に対していずれも高い生残がみられていることから，出生直後の仔魚の生残にとって摂餌が絶対条件であることが明らかにされた。15℃，20℃で生残が全て給餌区でみられたことからみても，出産日になるべく早く摂餌させることが生残への必須条件といえる。したがって，出産を控えた妊娠魚を出産水槽に収容するときには，予め給餌しておくことが生残を高める上で重要である。

産仔の15℃区および17℃区では，ワムシ区とアルテミア区で生残効果は同様であったが，13℃区ではアルテミア給餌の方がむしろ高い生残効果を示した。13℃区に見られたこのような結果はワムシとアルテミア幼生の活力と水槽内における分布の違いによるものと思われる。仔魚は活発に遊泳するアルテミア幼生を摂餌するが，23℃で培養されていたワムシは給餌後温度の急変により活力を失い，水槽底部に集まるので仔魚は摂餌できないものと思われた。13，15，17℃区の無給餌区での生残日数はいずれも10日で，この水温範囲では産仔の生残は同様であった。しかし，ワムシ区，アルテミア区での生残は共に，15℃区＞17℃区＞13℃区の順となったことから，仔魚期では摂餌後も出産日の水温を維持する飼育が望ましい。仔魚期までの餌料としてはクロレラで二次培養し高度不飽和脂肪酸の含量を十分に高めたワムシ，アルテミアがともに生残効果が高いことから，給餌前のクロレラによる二次培養は重要と考えられる。

餌料系列

15tの出産槽兼仔稚魚飼育水槽（巡流式）内で正常出産した一腹の産仔群を対象とし，一定の給餌系列による生残・成長について検討した。本研究では出生仔魚6.3㎜から稚魚期25㎜までの飼育の給餌系列として，出生後から全長10㎜まではワムシとアルテミアの混合給餌，10～15㎜まではアルテミアを主体に，補助的にチグリオパスを，15㎜以上でスケトウ卵を，その後，イサザアミ，

Table 32. Food conversion efficiency and food conversion factor during the period of juvenile to young of *Sebastes schlegeli*.

Item		Term of rearing		
		I	II	III
Food conversion efficiency(FCE)%		24.6	8.6	9.1
Food conversion factor(FCF)		4.0	11.6	11.0
Number of fish	Initial	1,308	701	261
	Final	701	261	176
Total body weight of fish(g)	Initial	222.4	3645.2	3236.4
	Final	3645.2	3236.4	3044.8
A(g)				
Number of dead fish		176	178	82
B(g)		321.4	1,200.2	452.0
Number of cannibalism		421	268	10
C(g)		1,130.3	2,358.4	148.5
D(kg)		15.0	9.2	2.9

I:July 24 to September 25,　II:September 26 to October 25.
III:October 26 to November 2.
Food conversion efficiency(FCE) is calculated by the following formular:
FCE=(A+B)/(D+C)*100, FCF=(D+C)/(A+B)
A:Total amount of body weight increased,
B:Total amount of weight of dead fish,
C:Estimated total amount of weight consumed consumed by cannibalism,
D:Total amount of feeding.

イカナゴ給餌が妥当と考えられた。各給餌種の日間成長量はワムシとアルテミアでは0.16㎜と0.17㎜，これらの混合では0.27㎜，アルテミア・チグリオパスで0.28㎜，またスケトウ卵では0.74㎜，イサザアミでは0.34㎜で，スケトウ卵給餌期間に急成長することが分かった。これらの試験では飼育開始当初の1ｔ当りの収容密度は5,000尾から42,000尾であったが，生残・成長への影響は明確ではなかった。

従来，クロソイの給餌系列として，全長15㎜前後の餌料に養成アルテミアを用いるか，またはイサザアミをジュース状に砕いて給餌する方法が取られている。養成アルテミアを一定期間計画的に生産するにはその餌料となるクロレラまたは珪藻類のフェオダクチラム *Phaeodactylum tricornutum* の大量生産を強いられるために，大規模の施設，水槽，設備および人員などが必要であり，現状では効率的でなく省力化が望まれている。イサザアミの場合，ジュース状に砕いた際にでる肉汁により飼育水を汚すことから時々原因不明の感染症が発生し大量減耗がみられるなどの問題があり，クロソイ種苗生産にとってこの時期の適正餌料の探索は大きな課題であった。本研究では，クロソイ仔魚の胃腺が全長10㎜で形成されることから[90]，この時期以後に生餌への切り替えが可能と考えた。また，スケトウ卵は，卵径が1.2～1.5㎜で稚魚初期の餌料として摂餌可能な大きさであり，海産魚類にとって必須である高度不飽和脂肪酸のうちω3の含量が高く，エイコサペンタエン酸（EPA）とドコサヘキサヘン酸（DHA）の含量がほぼ同じであることから，栄養的に餌料効果があるものと判断して給餌したが，初期稚魚の餌料として生残・成長効果が高いことが立証された。しかし，過剰給餌の場合，種不明の繊毛虫が異常発生して，稚魚の鰓，体表に寄生し，減耗の原因となった。同様な現象は岩本[15]により報告されているが，その死亡原因は，死亡魚の体表や鰓の分泌細胞が著しい活性化を呈していることから判断して，寄生虫感染は二次的で一次的原因はむしろスケトウ塩蔵卵の長期投与にあると見ている。このような皮膚の分泌細胞の活性化の所見は寄生虫の寄生による表皮細胞の防御反応として通常見られるもので，塩蔵卵に由来する塩分の影響か否かは，より詳細な調査が必要と思われる。事実，十分に水洗いした塩蔵スケトウ卵を適正に給餌した場合には，寄生虫の発生は殆ど見られなかった。なお，この繊毛虫の駆除対策としてホルマリンによる薬浴が効果的であった。

減耗

クロソイの仔稚魚期の種苗生産過程における減耗原因として，出生後５日ころまでの初期減耗，10日以降の鰾の膨満を主徴とする浮漂魚の発生，原生動物繊毛虫類の体表寄生[15]，餌料不足，原生動物鞭毛虫類ウーディニウム *Oodinium* sp. の体表寄生[75]，共喰い[17]などが指摘されている。これらは出生直後からの一定期間にみられる初期減耗と，摂餌後に現れる感染性疾病及び飢餓に大別される。初期減耗は多くの種苗生産機関で報告されているが[15)91)92)93]，その原因は解明されていない。本研究の一腹の仔魚群についての飼育試験を通して，出生後から15日齢，平均全長が８㎜前後までにかけて40%前後の大量斃死が見られること，また，出生時の体色が異常に黒っぽい，いわゆる体色黒化魚が全長10㎜前後に突然大量斃死することから，本研究ではこれらを初期減耗とみなした。なおこのような黒化魚の出現と大量斃死は他の機関[94]でも観察されていることから，本種に特有な現象と考えられる。上記の期間は仔魚の外部形態が著しく変化する時期であるが，42,000尾/tまでの範囲で収容密度と初期減耗とには関係がみられなかった。しかし，一腹の仔魚群において出生時の仔魚の大きさが6.1～7.4㎜と個体差が大きいことから，今後出生時の仔魚の大きさと生残について検討する必要がある。

本研究での25㎜までの飼育過程で見られた感染性疾病は，アルテミア給餌期間中の過食によるカタル性腸炎（10～16㎜），スケトウ卵給餌時の繊毛虫類の鰓寄生，および鰓薄板の癒着を主徴とする腹部膨満症である。これらの感染症の発生原因と対策を解明することは安定した飼育技術を開発する上で極めて重要な課題である。

そのほかの減耗要因は共喰いである。共喰いはブリ，スズキ，サワラ，ナマズなどの魚食性魚類で激しく，メナダ，アイゴなどの雑食性や食植性の強い魚種では殆ど見られない[95]。共喰いは成長の過程で魚の大きさに変異が生じた場合に多くみられ，餌不足，飼育密度の上昇によっても激しくなることが知られているが，共喰い現象の生理・生態的意義は明らかでない。クロソイの共喰いに関しては系統だった研究はみられないが，共喰いの発生は全長差が1.5倍に開いた平均全長12㎜群と８㎜群を混合収容した場合[24]，7,000尾/t 以上の過密飼育と餌料不足で飼育した場合，全長25㎜以上で多くなる[17]，20～50㎜の間に多くなる[96]ことなどが知られている。

本研究における30～60㎜までの仔魚の観察でも，全長差が1.5～1.7倍，体重で2.7～5.2倍開いた群で大きかった。また100㎜のクロソイが60㎜のクロソイを共喰いした例も見られた。しかし，選別により同形サイズで飼育すると，共喰いは一時減少し，やがて全長に個体差が生ずると再び発生するが，全長60㎜以上では極端に減少することが分かった。毎日の早朝に必要十分な量を投餌すると共喰いが見られなかった等の報告例[97]がある。したがって，全長22㎜以上では必ず一旦取り上げ，篩などにより選別する必要がある。

Ⅳ. 総合考察

1．クロソイの生殖生物学的特性と種苗生産工程

一般に，海産硬骨魚類の種苗生産工程は対象魚種の生殖様式により規定される。例えば，卵生魚では親魚確保，採卵，孵化，仔稚魚の飼育，生物餌料生産などであるが，胚発生が母体内で行われる胎生魚類では卵生魚類での採卵，孵化の工程に代わって，親魚の出産までの適正管理工程が必要である。ここでは，本研究で得られた生殖生物学的な基礎的知見に基づき検討したクロソイの種苗生産の工程を図35に示し，各工程について考察する。

(1)　妊娠魚

クロソイの生殖時期は雌雄で異なり，雄が雌より早く11～12月に成熟し，この時点で交尾が行われる。部分同時発生型の卵巣発達様式を持つ本種の雌は11月下旬ころから卵巣成熟を開始し，５月ころに受精し，約50日間の孕胎期を経て６月中旬に出産する。したがって，天然魚

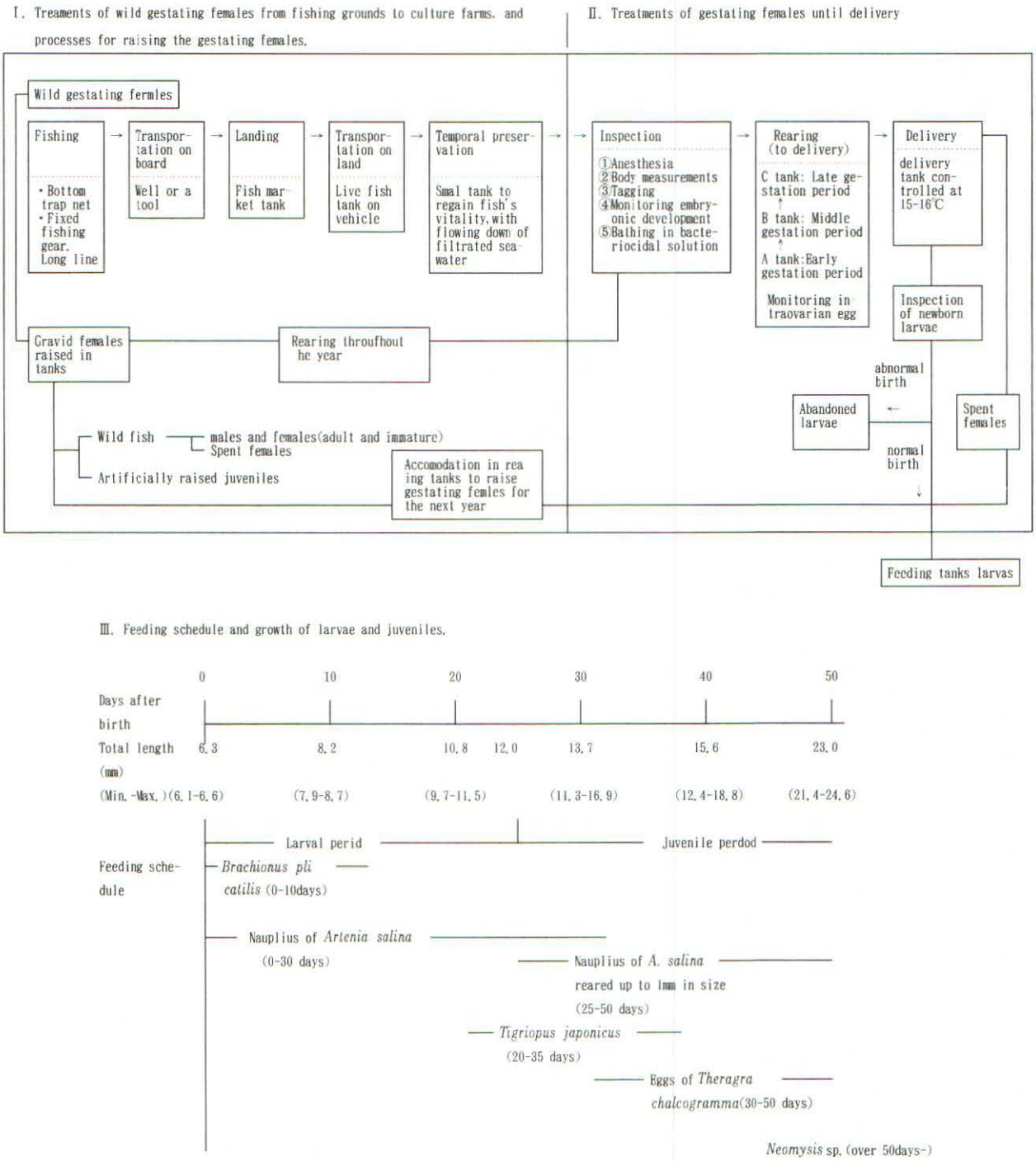
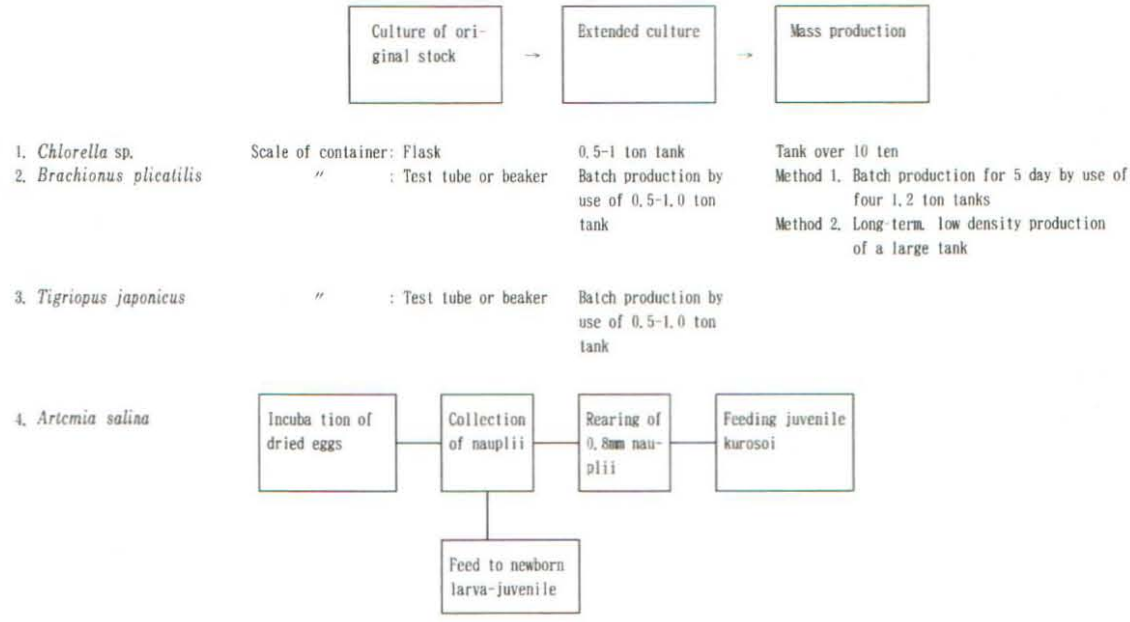


Fig.35. Folw chart showing manufacturing processes to raise 23mm juveniles from newborn larvae of *Sebastes schlegeli*.

Ⅳ. Treatments for nass production of live food organisms for larvae and juviniles.



から産仔を確保するには5月下旬から6月上旬までに妊娠魚を採集し，水槽内で出産まで飼育管理する必要がある。

妊娠魚の採集及び輸送，移し換えなどの場合，魚体にできるだけ刺激を与えないことが正常出産につながるので，慎重な取扱いが必要である。天然漁獲妊娠魚を飼育する前に，産仔数の推定のため全長及び体重の測定，胚の発生段階の判定，胚の発育状態を観察する必要がある。そのため個体毎の標識札の装着，外部寄生虫の駆除などが必要である。

産仔数と出産前の卵巣卵（胚）数との比較は行っていないが，孕胎期の卵巣卵（胚）数には卵形成期と比べて減少傾向があることが確かめられたので，産仔数の推定には発生段階の孕胎数を基準としたほうがより正確である。なお，孕胎数はst.25～28の段階の全長32cmで38,000，38cmで80,000，42cmで125,000，50cmで260,000と推定され，全長の増加に伴い指数関数的に増加する。妊娠魚の大きさにより飼育水槽や餌生物の生産の規模が決定でき，対象妊娠魚の全長は種苗生産計画には重要な要素となる。

(2)　出産までの飼育管理

ある程度同様な発生段階にある胚を持つ親魚同士を一つの水槽に収容する。この場合の胚発生段階を初期（st.1～17），中期（st.18～27），後期（st.28～32）の3段階に分けると管理し易い。各個体について約1週間毎に胚の発生を追跡し，その結果に従って順次移槽する。このため妊娠魚を取り上げ易いこと，観察し易いこと，飼育水深は水槽掃除や残餌回収などが容易であることなどが望ましい。st.32に達した妊娠魚は予め15℃に温度調節してある出産水槽に移す。なお，出産までの飼育は天然水温とするが，出産を早める必要がある場合のみ加温海水を用いる。蓄養期間には妊娠魚は摂餌しないが，出産後は次年度の妊娠魚に養成する目的で2日置きに投餌して水槽馴化を図る。

(3)　出産と産仔の収容

出産は夜間に行われ，1回型の出産である。出産誘発には水温をそれまでの飼育水温よりも2～3℃高めることが効果的である。出産時の水温より±2℃の変化では産仔の生残には影響がないが，できるだけ温度変化がない状態での飼育が望ましい。産仔は摂餌可能状態で出生するので，出産水槽に予め一定量のワムシなどを給餌しておくことが必要である。

一定数の産仔を確保するために，出産水槽には複数の妊娠魚を同時出産を目的として収容すること，また，出産行動に支障がない程度の空間を設けることが必要である。出産後の親魚を取り上げる場合，仔魚にできるだけ影響がないように，仔魚群と親魚は隔離できることも出産水槽の重要な設計基準となる。飼育には一腹の仔魚群を単位とするか，または同じ日に出産した仔魚群を単位とするので，出産水槽は不要な妊娠魚を取り上げ易い構造であること，万一異常出産の場合死亡魚を取り除き，仔稚魚の飼育期間中に毎日の死亡魚や残餌を取り除くために，掃除が容易に行える構造であること，さらには，水回りを考慮した排水方法を取り入れることなどを配慮する必要がある。

このような基準にしたがった水槽として，卵円形で，

魚溜りを水槽の両端に配し，水槽底に一定の傾斜を持たせた15ｔ容量を設計した（図36）。

(4)　仔稚魚飼育

飼育目標の稚魚は全長は25㎜で，飼育期間は，15～18℃の温度とワムシ，アルテミア孵化幼生，塩蔵スケトウ卵，イサザアミなどの給餌条件下で平均50日間である。飼育水温は産仔（平均全長6.3㎜）から平均全長10㎜までは15～16℃に調節し，その後天然水温の自然昇温にともない16～18℃に加温海水を用い昇温させる。

給餌系列は平均全長７～８㎜まではワムシを主体に，８～20㎜まではω３系列の高度不飽和脂肪酸組成の含有量の高いアルテミアの孵化幼生を与え，そしてこの間に15～25㎜までは塩蔵スケトウ卵を給餌，かつチグリオパスを補足的に給餌する。なお，産仔にはアルテミアの孵化幼生単一給餌でも餌料効果がみられるが，過剰給餌では，カタル性腸炎を誘発して大量減耗の原因となるので注意が必要である。

飼育密度は5,000から42,000尾/ｔの範囲では産仔の生残，成長および減耗に顕著な違いはみられなかった。

種苗生産期間の主な減耗は，出生直後から約５～10日間にみられるアルテミア給餌の際のカタル性腸炎および塩蔵スケトウ卵の過剰給餌による繊毛虫の発生によるものである。そのほか仔魚期に時折観察された減耗の原因となる症例として体色黒化，腹部膨満を主徴とする異常などがある。これらの防止対策として過剰給餌をできるだけ避けることが重要である。繊毛虫は発見が早ければホルマリンで完全駆除できるが，後者の二例については有効な対策が知られていない。また，全長20㎜以上で共喰いによる減耗がみられるが，その対策として選別が効果的である。

２．種苗の量産

種苗生産とは人為的環境下（閉鎖系）での生物生産様式であり[98]，一定の技術工程に従い生残率を向上させることを狙いとするが，それに関わる多くの要因のうち特に餌料の質と量が重要である。稚仔の各発育段階で，栄養価の高い，適正な量の餌料が確保されなければ，目標とする生産は達成できない。

ここではクロソイの種苗生産工程に基づいて，種苗量産用水槽と生物餌料生産手法，ならびに一定量の種苗量産手法について検討した。

(1)　水槽

クロソイ種苗生産の条件として親魚の平均的な大きさと産仔数の把握が重要である。漁獲妊娠魚の平均的な全長は40㎝台でその胎仔数は10万にもなることから，１腹の胎仔を単位とした種苗生産計画が可能となる。そのためには適正な容量をもち，出産誘発工程と種苗育成工程を兼用した水槽の設計が必要となる。このような観点から効率的な水槽の開発を行った。

１）水槽容量

これまでの経験から収容密度は1ｔ当り8,000尾から10,000尾が適切と思われるので，基本的には１腹の産仔を単位とした飼育計画を満たす水槽容量が適当である。また，現行の給餌方法では飼育海水１㎖の餌料個体数を基準とするため餌料培養規模により飼育水槽の容量が規制されることとなるので，道栽培漁業総合センターでのワムシ，クロレラの培養能力を考慮して水槽の容量を15ｔとした。

２）機能・構造

水槽の機能として親魚が出産時行動（旋回，ファンニング）をとれる広さであること，出産後親魚を取り上げ易いことなどが考慮されねばならない。また出生後親魚と仔魚を別々の水槽に収容することが必要となるので，１つの水槽に出産槽と仔稚魚飼育槽の２つの機能を持たせるように設計した。

構造面では，①出産場所から仔魚が流れにより別の場所に収集されること，②飼育水が還流できること，③死亡魚及び廃泄物等の取り上げが容易であること（底掃除が容易であること），④稚仔魚の移槽に際して捕獲が容易であること，⑤出生後の仔魚は流れが無いと密集して酸欠を生じるため仔魚を分散させること，などを考慮した。図36に水槽の模式図を示す。まず，①については１つの空間を仕切ることとした。取り外し可能な仕切り板の数か所をくり抜き，流れを可能とした。②及び⑤については水槽内に必要に応じて取り外しが可能な導流板を設置，給排水の位置及び方向の調節により流れを工夫した。③及び④については水槽の底に一定の傾斜をつけ両側に魚溜りを設けたが，このために水槽内部には自然に水深の変化ができ，これが稚仔の生息環境に好適とみられた。また，水槽壁面色はモスグリンとした。

水槽の材質にはFRP樹脂を用い，形は長八角形で，縦×横が500×350㎝で最深部は水槽の両側で深さは125㎝，最浅部は水槽の中央で75㎝，満水容量は15.2ｔである。水槽の長軸方向の両端には深さ25㎝の魚溜りとしての深みを設けて，これより水槽中心に向け約20度の勾配で傾斜をつけた（図36Ｃ）。水槽の短軸方向の両壁面には350×85㎝の仕切り板（図36Ｅ）を支える溝が上下に，また，水槽の底面には250×93㎝の導流板（図36Ｄ，Ｆ）が設置できるように溝を取り付けた。

３）使用方法

仕切り板は出産間近い親魚を収容する際に取り付ける（図36Ａ）。親魚は仕切られた片側の約６ｔの空間で出産する。仕切り板には表層下水深約20㎝の部位に５×60

cmの窓が3か所開けられているので（図36E），仔魚は流れによりここを通って隣の空間へ収容される。出産後，親魚を取り上げ，仕切り板を外し，水槽全域を仔魚の養成槽として使用することになる。

導流板は下端を水槽底面の溝にはめ込み，上端を溝ぎりのある歩み板（400×25cm）で抑えるようにすると固定される。この歩み板は両端を水槽の最外縁の梁にボルトで固定するようになっており（図36B，G），水槽の水圧による膨らみを防止する役割や底掃除，観察時の使用も兼ねている。

4）給水方法

水槽毎に濾過海水とアクアトロンを経由した18℃の温海水を配管し，これらの流量調節により温度調節した。給水位置は3か所とし，各給水場所には天然海水と温海水の給水が出来るように配管した（図36B）。

5）排水方法

水槽の両端でそれぞれ表層と底層の2か所から排水する方式とした。表層排水には特注の排水箱を用い，配水管には径50mmの塩ビ管を用い，水槽外側にバルブを設け，これにより底層水との排水量を調節した。底層排水は水抜きを用い，サイフォンとして50mmの塩ビ管を用いたが，サイフォンの切れを防止するため排水を一旦水槽外側で100ℓ容量の容器に受け，排水するようにした。

6）通気方法

通気は30cmの棒状エアーストンを用い，8か所で行った。

7）導流板の効果

中央部に導流板を設置して，2か所から互いに逆の方向に向け注水を開始すると，やがて水槽内には流れが生じて，仔魚群は注水口付近では流れに頭部を向け盛んに遊泳動作を示した。そして仔魚群は流れに乗りゆっくりと水槽内を還流した。

出産直後からの飼育時に2枚の導流板を設置した場合，給水方法は水槽の短軸（横）方向の両側から互い違いの場所と水槽の中央部からの3か所から注水すると，流れ

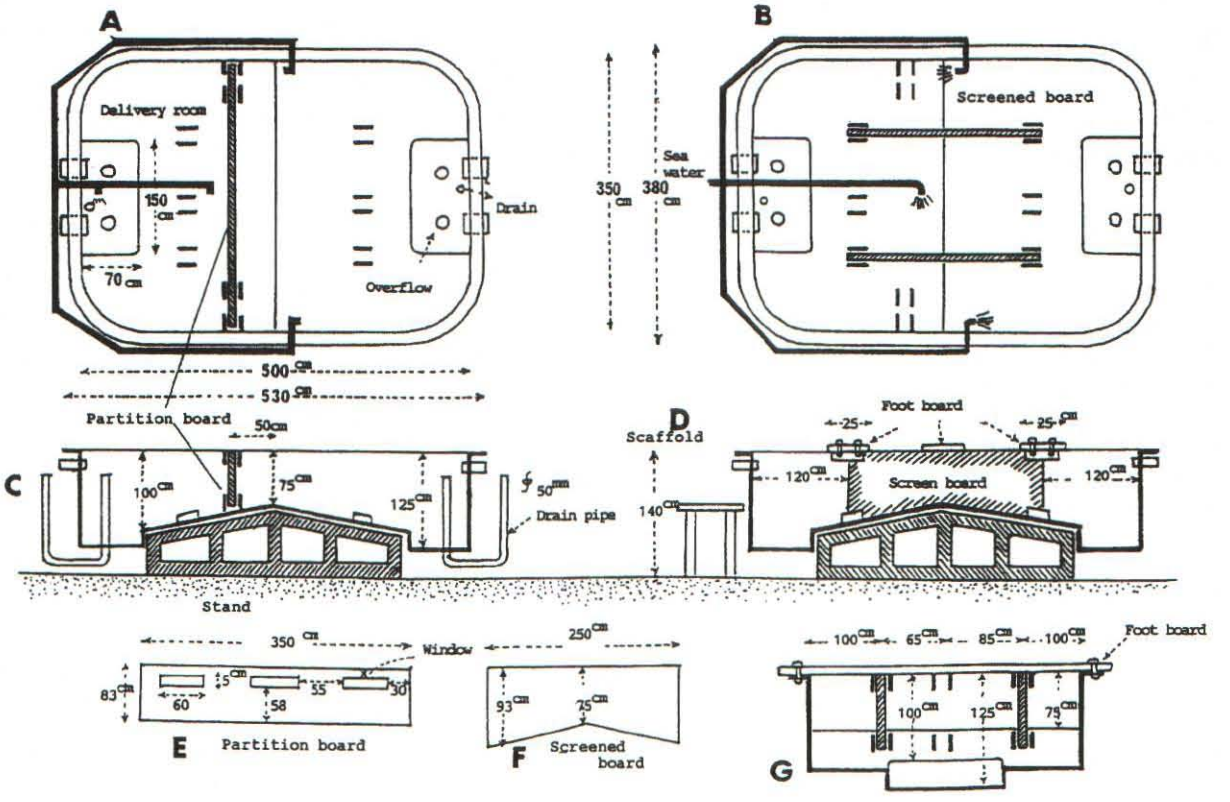


Fig.36. Diagrams of a tank specially designed for the delivery and rearing of larvae of *Sebastes schlegeli*. Maximum depth at both ends is 125cm. The bottom is gradually elevated toward the center (75cm deep) to facilitate removal of debris.
When used for rearing larvae, the partition is removed and two screened boards are inserted.

A:Upper view used as a delivery tank. B:Upper veiw used as a rearing tank. C:Side view equipped with a partition board. D:Side view equipped with two screen boards. E:Partition board. F:Screen board. G:Side view along the short axis.

は水槽の長軸方向に生じるが，導流板で囲まれた空間には生物餌料の滞留時間が短いという欠点が生ずるため，結局，導流板は中央部に1か所とした。

出生後の仔魚の行動は，流れに定位する動作と，エアストンによる送気流に乗り，表層から底槽へ繰り返し移動する動作などで，この時期は浮遊生活をしているが，稚魚期になると表層から中層へと移行して個体同士の分散が生じ，生物餌料から生餌に切り替わるころには陰になる部位に蝟集し，摂餌時には群泳し，水槽内を活発に遊泳するなど，発育段階による行動の変化が観察された。したがってこの水槽による本種の飼育は発育段階に従った習性に対応した満足できる結果となった。

8）水槽掃除

死亡魚，残餌及び排泄物等の取り上げに際して壁面色のモスグリンは見やすいことから極めて効果的な色合いであった。死亡魚や排泄物は流れを強くすると魚溜りに集められるので，稚魚期には魚溜りは排泄物等の集合場所として効果的であった。しかし，浮遊生活期間の仔魚期では死亡魚等は水槽底に一面に分散するので，これらの取り上げにはさらに工夫が必要であると思われた。

(2)　生物餌料生産様式

種苗の量産には各生物餌料を計画的に大量生産しなければならない。生物餌料の生産規模は飼育槽の大きさにより規定される。ワムシ，チグリオパスの生産（一次培養）には一定密度のクロレラ海水が餌料として必須であるから，これらの動物性餌料の生産規模(水槽の大きさ)が決まるとクロレラ海水の生産規模も決定できる。そのほか，一次培養したワムシ，チグリオパスには給餌に用いる前にクロレラ細胞に含まれるω3高度不飽和脂肪酸を取り込ませ，栄養強化を図るので，再びクロレラ海水で培養（二次培養）する。なお，アルテミアの孵化幼生と養成アルテミアについても同様の処理が必要である。したがって，現状では動物性餌料の生産にはクロレラの量産が必須条件となる。

餌料の量産工程は，保存中の各種の原株（原種）から株分けした一部を元種とし，培養を繰り返しながら培養規模を徐々に拡大していく。例えば，連続培養法によるクロレラは小型水槽で高密度に培養し，それを元種としさらに大きい水槽で培養する。ワムシ，チグリオパスもこのような方法により培養する。水槽の規模により培養環境が異なり，培養速度も異なるため，各々の規模に応じた培養条件が必要になる。これまでに技術開発した各餌料の培養条件を表33に取りまとめて示した。

Table 33. Culture condition for mass production of live food organisms to feed larvae and juveniles of *Sebastes schlegeli*.

Food organisms	*Chlorella*	*Brachionus plicatilis*	*Tigriopus japonicus*	Nauplii of *Artemia salina*	Cultured nauplii of *A. salina*
Culture system	Batch tecnique	Batch tecnique	Thinning tecnique	Incubation for 2 days	Culture for 5-7 days
Place of facility	Outdoor	Indoor	Indoor	Indoor	Indoor
Size and number of tank	1KL×10 tanks 12KL×5 tanks	1KL×8 tanks	1KL×8 tanks 2.5KL×8 tanks 6KL×8 tanks	0.5KL×5 tanks	1KL×10 tanks
Equipment					
Heater	Absent	1Kw heater	1Kw heater	1Kw heater	Unnecessary
Aeration	Present	Necessary	Necessary	Necessary	Necessary
Lighting	Absent	80W/24L fluo. light	80W/16L-8D fluo.light	Unnecessary	Unnecessary
Filtration	Absent	Necessary			
Culture medium	Ammonium sulphate Calcium superphosphate, Urea, Grewat-32	Marine *Chlorella* a sort of Yeasts	Marine *Chlorella* a sort of Yeasts	Unnecessary	*Phaeodactylum tricornatum*, Marinmait
Temperature ℃	18～22	L-type:24～26 S-type:27～30	26～28	17～22	17～20
Sea water dilution	100%	75%	100%	100%	100% Seawater
Density of planting	150～200cells/*ml*	100～120•indi/*ml*	100～500•indi/L	460～500•indi/*ml*	10•indi/*ml*
Density of harveste	$2\sim3\times10^{7}$ cells/*ml*	350～400•indi/*ml*	500～1,000•indi/l	320～350•indi/*ml*	5•indi/*ml*
Volume of production	$2\sim3\times10^{6}$ cells/*ml*・day	$2.5\sim3.0\times10^{8}$ •indi/KL	20～30•indi/L	3.2×10 6•indi/L	5×10^{6} •indi/KL
Period of culture	7～10 days	4 days	20～30 days	2 days	5 days
Cultivable months	May～July	May～June	April～July	May～July	May～June
Maximum density	4×10^{7} cells/*ml*	500～550•indi/*ml*	1,400～1,600•indi/L		
Method of measurement	Spectrocolorimeter	microscope	microscope	microscope	microscope
Reference				Hatching rate:70% Collection rate of nauplii:50%	

•indi:individuals

1）培養法

1）－1クロレラ（*Chlorella* sp.）

種名の同定は行っていないが大きさは2～3 μで，原株は1952年青森県の増殖センターから分譲されたものである。保存原株の株分け，20～22℃の恒温状態での閉鎖系培養及び開放系培養による量産の各手順を図37A，Bに示した。培養速度は光量（強さと照射時間），温度（20～25℃），栄養塩（チッ素，リン酸，カリ）により規定され，増殖量は容器の大小により影響される。例えば，閉鎖系培養では通常10^8細胞／mℓ以上に達するが，開放系では10^7細胞／mℓである。同一の培養条件では小型容器ほど増殖速度が早い。ワムシの餌料として使用できる2×10^7にするには，5月に屋外ビニールハウス内で12ｔ槽を用い，2×10^6細胞／mℓで接種すると約10～14日間を要する[99]。

1）－2　シオミズツボワムシ(*Brachionus plicatilis*)

1972年道立水産孵化場で保存中の香川県水産試験場から株分けしたＬ型ワムシの一部を元種とした。大きさは140～320 μである。4日間の回分培養法(バッチ式)の流れ図とその作業工程を図37C，Dに示した。この方法は1ｔ槽を用い，3/4クロレラ海水に接種した100個／mℓのワムシに，23～25℃で，クロレラ海水の色が残っているうちに油脂酵母を1日に1回ワムシ100万個体に1ｇの割合で給餌し，培養水の塵埃を濾過剤を用いて取り除き，水質を安定させながら，4日目で350～400個／mℓとし収穫するものである[99]。100個／mℓは次回の元種とし，増殖分(純生産量)は給餌用とする。通常1日の給餌量として$2.5\sim3.5\times10^8$個を生産できる。なお，安定生産のためには，少なくとも2か月前からクロレラによる拡大培養を行い，繁殖力の旺盛な元種をつくることが大切である。

1）－3チグリオパス ヤポニカス(*Tigriopus japonicus*)

通称“潮溜りミジンコ”ともよばれている。大きさは1.0～1.1㎜である。ワムシの培養を繰り返しているうちに自然発生的に繁殖することが多い。現在のところ，計画生産できる技術にはなっていない。ワムシとの混合による連続（間引き）培養法である[100]。元種の接種から油脂酵母を毎日給餌し，収穫まで20日間以上を要する。なお，1回の生産期間は約60日間である。日平均20～50個／ℓの生産が可能である[101]。

1）－4　アルテミア（*Artemia salina*）孵化幼生

本種の耐久卵を孵化させ，幼生を餌料とする。本種は乾燥卵で保存されており，すべて輸入によりわが国に入ってくる。大きさは約0.35㎜である[83]。

魚類の種苗生産におけるアルテミアの孵化幼生は，ワムシに続く稚魚初期から死に餌に切り替わる際の生物餌料として重要な位置を占めている。本種の孵化方法については既に一般的なマニュアルが開発されており[102, 103]，孵化法自体には問題はみられない。しかし，アルテミア幼生の栄養価，特に仔魚の必須脂肪酸（EFA）の含量及び種類はアルテミアの産地，年度あるいは時期により大きく異なり，淡水魚のEFAであるリノレン酸（18：3ω3）を多量に含量するものと，海産魚のEFAであるエイコサペンタエン酸（20：5ω3）の含量が高いものとの2つのタイプが知られているので，アルテミアの使用に当たってはどのタイプかを調べる必要がある[86]。また，アルテミアの乾燥卵は産地，年度により孵化率に違いがあるので使用に当たっては孵化率を毎回把握する必要がある。

1）－5　養成アルテミア（第7令，体長2㎜）

通常給餌に用いられる大きさは1.1～1.5㎜のサイズで，孵化幼生をクロレラまたは珪藻類の *Phaeodactylum tricornutum* を初期餌料として培養する[104]。その後，総合ビタミン剤入りの配合飼料を給餌し，養成する。幼生10個／mℓを接種し，18～20℃，5～7日間で5個／mℓが収穫できるが，生産状態は不安定である。

2）餌料生産規模の算出法

種苗生産に当たって，飼育水槽の大きさが決まると，各餌料種毎の日間給餌量が決まり，次に，前述の方法により各餌料の生産規模（容量と数量）とクロレラ海水の生産規模がそれぞれ算出される。

2）－1　ワムシ

例えば日間給餌量が6.8×10^8個であれば，1ｔ槽による純生産量は2.5×10^8個／日であるから，1日の収穫量に対しては1ｔ×3基となる。収穫に4日間を要するので，生産に1ｔ槽が12基必要となる。一方，クロレラ海水は一次培養に約3ｔ/日，二次培養に3ｔ/日が必要となる。

2）－2　アルテミア幼生

一定の給餌量を確保するには，乾燥卵1ｇ当りの卵数，孵化率，孵化時間，および幼生の回収率等の基礎資料が必要である。孵化槽の設定に当たっては100ℓの海水で乾燥卵170ｇが孵化できるので，日間給餌量から逆算して孵化水槽の容量を算出する。

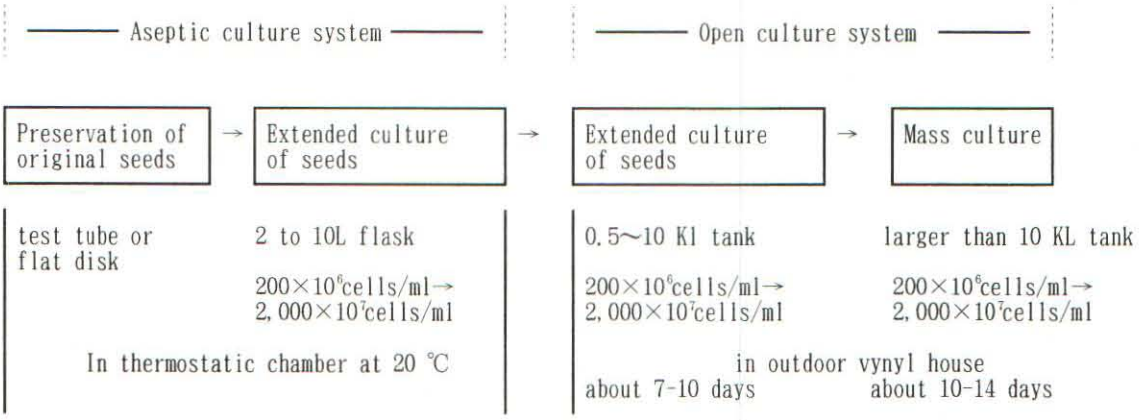
2）－3　アルテミア幼生と養成アルテミアの二次培養

幼生はクロレラ海水1mℓ当り30個，養成アルテミアは5個とすると，日間給餌量から各々の収穫槽の容量が算出され，その容量分だけクロレラ海水が必要となる。

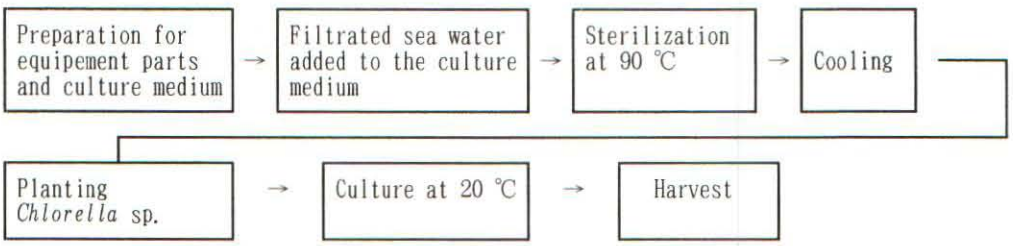
2）－4　チグリオパス

大型水槽で，5個／ℓの増殖状態下であれば，毎日総培養水の5％の間引き率では生産に支障ない。例えば，1日の給餌量が4.5×10^7個の場合，9ｔ/日の培養水を濾過すると良く，従って，生産槽の規模は180ｔとなり毎日9ｔのクロレラ海水が必要である。

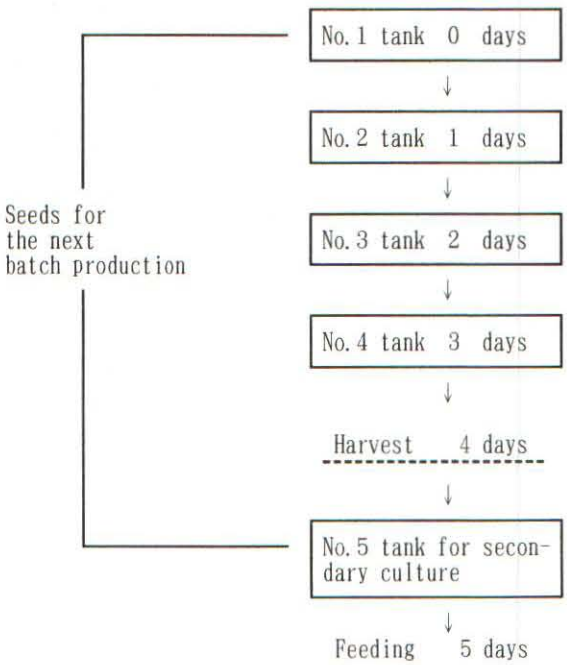
A


Aseptic culture system
Open culture system
Preservation of original seeds
Extended culture of seeds
Extended culture of seeds
Mass culture
test tube or flat disk
2 to 10L flask
200×10⁶cells/ml→ 2,000×10⁷cells/ml
In thermostatic chamber at 20 ℃
0.5～10 Kl tank
200×10⁶cells/ml→ 2,000×10⁷cells/ml
about 7-10 days
larger than 10 KL tank
200×10⁶cells/ml→ 2,000×10⁷cells/ml
in outdoor vynyl house
about 10-14 days

B


Preparation for equipement parts and culture medium
Filtrated sea water added to the culture medium
Sterilization at 90 ℃
Cooling
Planting Chlorella sp.
Culture at 20 ℃
Harvest

C


No. 1 tank 0 days
No. 2 tank 1 days
No. 3 tank 2 days
No. 4 tank 3 days
Harvest 4 days
No. 5 tank for secondary culture
Feeding 5 days
Seeds for the next batch production

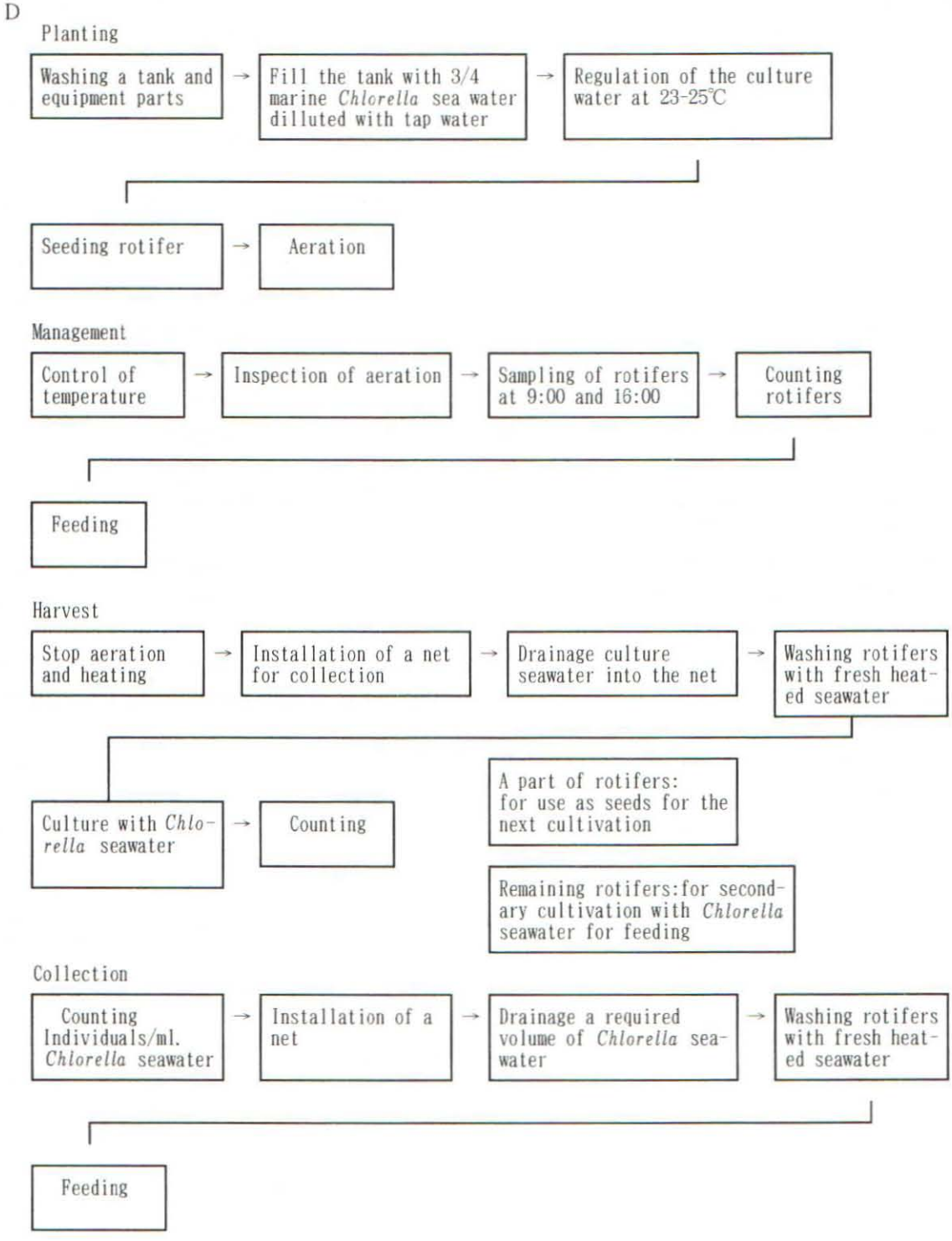


Fig.37. Folw chart illustrating technical skills on the mass productions of a marine *Chlorella* sp. and the rotifer, *Brachionus plicatilis*.

A:Mass production of marine *Chlorella* sp.

B:Closed culture system of the marine *Chlorella* sp.

C:Batch production of the rotifer in four days and the secondary culture with the marine *Chlorella* sp.

D:Progress of the batch production and the secondary culture of the rotifer.

(3)　種苗生産と餌料生産の関係

ここでは，これまでの技術レベルで，平均全長23㎜（範囲は22～25㎜）の種苗を生残率35％で500,000尾生産するに要する生物餌料の生産規模を試算した。この場合生物餌料給餌期間はおよそ40日間で，種苗の大きさは18㎜，この時点の生残率は50％とした。給餌系列として以下の２通りを想定した。給餌系列Ａはワムシ，アルテミア幼生，養成アルテミア，そしてスケトウ卵，Ｂはワムシ，アルテミア幼生，チグリオパス，スケトウ卵とする。なお，飼育水槽は15ｔとする。

３）－１　妊娠魚と産仔数

飼育開始当初の産仔総数は生産目標数とその時に想定した生残率から算出される。次に産仔総数から親魚数を求めるが，親魚の平均的な産仔数は天然魚に依存する場合，予め漁獲される平均的な大きさを想定すること，また人工種苗養成親魚や天然養成親魚の産仔数は同形の天然親魚より少ないことを考慮する。また，親魚の出産率と出産直後の自然減耗（約20％）をみて親魚数を求める。この結果，500,000尾の種苗生産に必要な親魚数は平均全長40～45㎝で16尾，当初飼育開始産仔数は1,430,000尾となる。当初の飼育密度を5,000尾/ｔとすると15ｔ水槽19基が必要である（表34）。

３）－２　日間給餌量の算出

現在の魚類の種苗生産においては生物餌料の給餌量は飼育海水１㎖中の個体数を基準として算出する。ワムシは飼育海水に常時５個体/㎖を維持するように管理する。初回（午前８時）給餌に５個/㎖とし，２回目（午前10時）給餌に飼育海水中のワムシの個体数を計数し，５個/㎖となるように不足分を給餌する。以下３，４回目の給餌時においても同様に行う。アルテミア幼生は過剰給餌を防ぐために，２個/㎖とし，毎回同じ基準で給餌する。ワムシとアルテミア幼生との混合給餌期間には，その日の初回給餌にワムシを与え，２回目にアルテミアの順に交互に給餌する。幼生アルテミア及びチグリオパスについても同様な方法で算出する。各給餌種毎の日間給餌量を個体数と重量換算で表35に示した。ワムシは飼育開始から５日間は毎日57億個，17.1kg，以後10日間は28.5億個，8.6kg，アルテミアの幼生は10日間は11億個，13.7kg，以後15日間は17億個，20.4kg，養成アルテミアとチグリオパスは4.3億個，各14.6kgと30.0kgと試算される。

３）－３　各生物餌量の量産規模

各給餌種毎の給餌量から培養規模を各餌料毎に試算し表36に，各生物餌料培養に必要なクロレラ海水量を表37にそれぞれ示した。

ワムシ：4.4ｔ槽による回分培養法で，１基当りの純生産量は12億個とすると，５組が必要で，水槽数は20基，総容量は88ｔとなる。但し，生産槽の容量が４ｔ/基で濾過槽が0.4t/基である。給餌前のクロレラ海水による栄養強化する二次培養槽は当日給餌用と翌日給餌用の２通りが必要で，各20ｔとなる。

アルテミアの乾燥卵の孵化：乾燥卵１ｇ中の卵数を33万個と，回収率を70％とすると孵化水槽の総量が２ｔ必要である。二次培養にはワムシと同様に２通りの水槽が必要で幼生30個/㎖とすると各38ｔとなる。

Table 34. Trial calculation of the number of gravid females, larvae and tanks to produce 500,000 23㎜ juveniles of *Sebastes schlegeli*.

Division	Item		Basis of estimate
Target	Total length（㎜）	23	
	Number of juveniles	500,000	
	Survival rate(%)	35	assumed a 50% survival rate of larvae duing the whole period of feeding live food.
Gravid female	Total length（㎝）	40-45	
	Mean fecundity	130,000	
	Number of gravid females required	16	assumed the perfect partuition rate.
Newborn larvae	Estimated number of larvae delivered	1,790,000	
	Mortality in larval stage(%)	20	
	Initial number	1,430,000	
	Density/ton	5,000	
	Total volume of tanks(tons)required	285	19 15 ton tanks
	Period of raising(days)	40	
	Rearing temperature（℃）	15-20	

Table 35. Trial calculations of daily amounts of food organisms required to produce 500,000 23㎜ juveniles of *Sebastes schlegeli*.

Food organisms (μg/individual in wet)	Period of feeding day	Daily amount of feed Hm	Total weight of feed / day kg	Basis of estimate
Brachionus plicatilis (3.0)	5	57.0	17.1	{(5/㎖×4 times/day)×15 KL}×19 tanks
	10	28.5	8.6	{(5/㎖×2 times/day)×15 KL}×19 tanks
Nauplii of *Artemia salina* (12.3)	5	11.4	14.0	{(2/㎖×2 times/day)×15 KL}×19 tanks
	10	17.1	21.0	{(5/㎖×3 times/day)×15 KL}×19 tanks
Nauplii(0.8-1.0㎜) of *A. Salina* (34)	15	4.3	14.5	{(0.5/㎖×3 times/day)×150 KL}×19 tanks
Tigriopus japonicus (70)	15	4.3	30.0	{(0.5/㎖×3 times/day)×150 KL}×19 tanks

Hm:Hundred million individuals

Table 36. Trial calculations for culture of food organisms to produce 500,000 23㎜ juveniles of *Sebastes schlegeli*.

Food organism	Periods of Feeding(days)	Item	Unit	Yield of culture	Basis of estimate
Brachinus plicatilis	5	Amount of feed/day	Hm	57	
		Magnitude of culture	KL	88	(4.4ton×4)×5sets
		Filter tank	KL	8	0.4ton×20
		Secondary culture	Rf KL	20	4ton×5
			Rs KL	20	4ton×5
	10	Amount of feed/day	Hm	28.5	
		Magnitude of culture	KL	53	(4.4ton×4)×3sets
		Filter tank	KL	5	0.4ton×12
		Secondary culture	Rf KL	12	4ton×3
			Rs KL	12	4ton×3
Nauplius of *Artemia salina* just after hatch	10	Amount of feed/day	Hm	11.4	
		Dry egg/day kg		4	(11.4Hm)/33×Tt
		Total amount of tank	KL	2	170g of dry eggs/L
		Secondary culture	Rf KL	38	Initial density is about 30 larvae/㎖
			Rs KL	38	
	30	Amount of feed/day	Hm	17.1	
		Dry egg/day kg		7	(11.4Hm)/33×Tt
		Total amount of tank	KL	4	170g of dry eggs/L
		Secondary culture	Rf KL	57	Initial density is about 30 larvae/㎖
			Rs KL	57	
Late larvae of *Artemia salina* raised	15	Amount of feed/day	Hm	4.3	
		Dry egg/day kg		4	{(4.28HM×100/50)×100/70}/3.3 Tt
		Hatching tank	Kl	2	170g of dry eggs/L
		Magnitude of culture	Kl	143	14.3ton/day×10 The culture needs for 10 days
		Secondary culture	Rf KL	86	5 larvae/㎖ in density
			Rs KL	86	
Tigriopus japonicus	20	Amount of feed/day required	Hm	4.3	
		Magnitude of culture	KL	1,712	{(4.28Hm)/5 larvae/㎖}/5%(thinning rate)
		Period of culture	Day/once	20	
Chlorella	50	Amount of feed/day required	Kl	185	Feeding schedule A
		Magnitude of culture	Kl	1,850	185ton/a tank×10 days
		Period of culture	Day/once	7-10	
	50	Amount of feed/day required	Kl	229	Feeding schedule B
		Magnitude of culture	Kl	1,850	185ton/a tank×10 days
		Period of culture	Day/once	7-10	

Hm:Hundred million individuals, Tt:Ten thousands individuals

R f:Raising tank for the first day, Rs:Raising tank for the second day.

養成アルテミア：孵化幼生を約10日間かけて，クロレラ海水またはフェオダクチラム，マリンメイト等を用いて飼育するが，開始時の密度を30個 / mℓとし，収穫時の生残率を50%，回収率をその70%，回分培養法によると1基14.3t / 日，合計10基が必要となる。二次培養の接種密度を5個 / ℓとすると給餌用水槽は172tとなる。

チグリオパス：連続培養法による日間生産量で5個 / ℓとすると，5%の間引き率で収穫できるので，1,712tが必要となる。二次培養には3個 / ℓとすと143t槽が必要である。

クロレラ海水：クロレラ海水はワムシの培養や各生物餌料の栄養強化のために必須である。また仔魚飼育期間のうち，ワムシ給餌期間の約15日間は飼育海水に添加する給餌したワムシの生残や水質の安定に役立つといわれている。クロレラ海水の量産は魚類の種苗生産にとってきわめて重要な位置をしめている。クロレラの日使用量を各餌料種毎に表37に取りまとめた。給餌系列Aの場合ワムシの生産に88t，二次培養に40t，アルテミアの幼生は二次培養に76t，養成アルテミアは生産に28.5t，二次培養に86tの合計で232.5tが，給餌系列Bの場合は更にチグリオパスは生産に86t，二次培養に143tで合計461.5tが，それぞれ必要となる。

Table 37. Trial calcutaion of daily amount of marine *Chlorella* required to produce 500,000 23㎜ juveniles of *Sebastes schlegeli*.

Food organisms	Period of feeding (day)	Amount to feed KL/(day)	Amount for S.C. (KL)	Amount for adding to tank (KL)	Total/day (KL)
Brachionus plicatilis	5	88	40	57	185
	10	53	24	0	77
Nauplii of *Artemia salina* *	10		76	57	133
	15		114	57	171
Late nauplii of *A. Salina* * *	15	29	86		115
Adult *Tigriopus japonicus*	15	86	143		229
Total		255.5	483.0	171.0	909.5

* : (1.5KL×19 tanks)× 2
* * : 3,000 individuals/L
S.C : Secondary culture

Table 38. Trial calculation of feed conversion efficiency and food conversion factor to raise 500,000 23㎜ juveniles of *Sebastes schlegeli*.

Item		Feeding schedule A	B
Number of fish × 104 individuals	Initial	143.0	143.0
	Final	71.5	71.5
Body weight mg	Initial	2.5	2.5
	Final	70.0	70.0
Survival rate (tentative)	%	50.0	50.0
Total weight of dead fish	kg	26.0	26.0
Increased weight	kg	76.1	76.1
Total amount of food	kg	833.9	928.2
Food conversion efficiency(FCE)	%	9.1	8.2
Food conversion factor(FCF)		11.0	12.2

FCE=(Increased weight/Total amount of food)×100
FCF=Total amount of food/Increased weight

3）－4　餌料転換効率の推定

給餌系列A及びBにおける餌料転換効率と増肉係数を試算した結果を表38に示した。まず，取り上げ時のクロソイの大きさは全長18㎜，体重70㎎とし，生残率50%（715,000尾）と仮定すると，区間増重量は表38に示した計算式により，76.1kgとなる。次に，この間の必要な給餌量の合計は給餌系列Aで834kg，Bで928kgであるが，クロソイの仔稚魚期の飼育は流水によるため，餌料の一部は流出するので，この場合給餌量の約60%が摂餌されたと仮定して計算すると，餌料転換効率および増肉係数はそれぞれ給餌系列Aが15.2%および6.6，Bが13.7%および7.37となった。したがって，仔稚魚期の餌料転換効率を高めるためには各餌料の栄養価を高めること，飼育管理を適正に行い生残率を向上させることが重要な要素となる。特にワムシの生産に必須であるクロレラの，ワムシにおける餌料転換効率を試算することは今後の効率的な飼育管理の上で重要な課題と考えられる。

一方，生物餌料生産には膨大な施設を必要とすることを考えると，その維持・管理には更に多大な経費が必要となる。また，現状では，飼育海水1㎖当たりの餌料数を基準として給餌するので，飼育規模に拠っては大量の餌料が必要になる。従って今後の課題として発育段階に応じた配合飼料の技術開発が急務と考えられる。

V. 謝　辞

本論文を取りまとめるに当たり，御懇切なる御指導と厳密なる御校閲を賜った北海道大学教授高橋裕哉博士に謹んで深謝の意を表すると共に，御校閲の労と有益なる御助言を賜った同大学教授箕田　嵩博士ならびに同山崎文雄博士に心から感謝申し上げる。

また本研究を行うにあたって終始懇切なる御助言と御指導を戴き，本稿の取りまとめの機会を与えて下さった北海道大学名誉教授山田寿郎博士に衷心より感謝の意を表する。

研究の端緒から終始有益なる御助言と激励を戴いた琉球大学教授高野和則博士，飼育業務を通して発生する各種の病魚の原因究明や治療面から今日まで終始変わらぬ暖かい御配慮と御指導を賜った北海道大学名誉教授木村喬久博士に対して深甚の謝意を表する。

本研究の遂行に当たり，飼育実験に有益な御助言と激励を戴いた北海道大学名誉教授久新健一郎博士，餌料の栄養価の分析に際しては快く指導を賜った北海道大学名誉教授座間広一博士には，数々の御指導と貴重なる御助言を戴いた。魚類の種苗生産と生物餌料の培養技術についての技術研修を快く引き受けて下さり，有益な御助言と御指導を戴いた元長崎県増養殖研究所所長藤田矢朗博士始め，元同所魚貝科長松清恵一氏，元同所福所邦彦博士（現農林水産省国際農林水産業研究センター）には心から謝意を表する。

筆者に海産魚類の種苗生産の研究に着手する機会を与えて下さった元北海道立栽培漁業総合センター場長結城了伍博士，同場にてクロソイの大量生産試験事業の機会を提供して下さった元同センター場長川嶋昭二博士，同じく元場長鈴木梅二氏に感謝の意を表する。

クロソイの採集に当たり鹿部漁業協同組合，乙部漁業協同組合，上ノ国漁業協同組合，砂原漁業協同組合，南茅部漁業協同組合，遠別漁業協同組合には多大の御協力を戴いた。ここにこれらの関係機関に対して深甚の謝意を表する。

本研究は道立栽培漁業総合センターにおいて，17年間にわたり行われた。この間，職員各位並びに卒業研究のために来場された北海道大学水産学部生理学生態学講座と淡水増殖学講座の学生諸氏に多大な協力を戴いたことを特記して謝意を表する。また，同センターに技術研修として3か年間勤務された，現在島牧村役場の平井茂夫氏にはとりわけ本研究の飼育実験に御協力をいただいた。記して謝意を表する。

VI. 文　献

1）松原喜代松：“メバル属”．魚類の形態と検索Ⅱ．東京，石崎書店．1955，1071－1078

2）日本魚類学会編：“クロソイ”．日本産魚名辞典．東京，三省堂．1981，132p

3）Kendall, A.W., Jr., E. Ahlstrom and H. G. Moser: Early life history stages of fishes and their characters. Ⅱ－22. In H.G.Moser, W.J. Richards, D.M.Cohen, M.P.Fahay, A.W.Kendall, Jr.and S.L.Richards on, eds. Ontogeny and Systematics of Fishes. Spec. Publ. No.1. Am.Soc.Ichthyol.Herpetol.（1984）.

4）Boehlert, G.W., M.Kusakari, M.Shimizu & J. Yamada: Energetics during embryonic development in the kurosoi, *Sebastes schlegeli* Hilgendorf.J.Exp. Mar.Biol.Ecol. 101, 239－256（1986）

5）上野達治：“ソイ”．北海道の自然2．海の魚．札幌，北海道新聞社．1980，107－109．

6）草刈宗晴：クロソイの増養殖技術について（その一）．育てる漁業．社団法人北海道栽培漁業振興公社．2－8（1988）

7）青森県：4．ソイ・メバル類．太平洋北区栽培漁業漁場資源生態調査結果総合報告書．青森県水産増殖センター（昭和49年10月），52－71（1975）

8）Wourms, J.P.: Viviparity. the maternal-fetal relationship in fishes. Amer. Zool. 21, 473－515（1981）

9）Boehlert, G.W. & M.M. Yoklavich: Effects of temperature, ration, and fish size on growth of juvenile black rockfish, *Sebastes melanops*. Env. Biol. Fish. 8, 17－28（1983）

10）Boehlert G.W. & Juro Yamada: Rockfishes of the Genus Sebastes Their Reproduction and Early Life History. Dordrecht, Kluwer Academic Publ,1991, 1－288.

11）Dygert, P.H. & D.R. Gunderson: Energy utilization by embryos during gestataion in viviparous copper rockfish. *Sebastes caurinus*.

Env. Biol.Fish. 30, 165−171 (1991)
12) 上野達治：北海道近海の魚　Ⅱソイ・メヌケ類．北水試月報．22，2−28 (1965)
13) Sasaki T.: On the larvae of three species of rockfish (Genus : *Sebastes*) in Hokkaido. Bul. Fac Fish. Hokkaido Univ. 25, 169−173 (1974)
14) 鳥島嘉明，平川諒三朗，武田年秋：クロソイの稚魚採捕と育成．大分水試事報．9，1−9 (1975)
15) 岩本明雄，芦立昌一：クロソイの種苗生産．栽培技研．11，35−44 (1982)
16) 日本栽培漁業協会：Ⅲ種苗生産技術開発の概要Eクロソイ（宮古事業場）．昭和60年度日栽協事業年報．25−26，178−180 (1986)
17) 清水　健：クロソイの種苗生産における一知見．昭和63年度東北ブロック増養殖研究ブロッック連絡会議報告書．東北水研増殖部．17−21 (1989)
18) 清水　健，八幡康一："クロソイの種苗生産栽培漁業と新養成技術32"．水産の研究．10，1991，101−107.
19) 酒井敬一，永島　宏，木曽克裕：松島湾に放流したクロソイの成長と移動．東北水研報告．47, 21−32(1985)
20) 高橋清孝，菊池喜彦，川村享，酒井敬一：志津川湾におけるクロソイの種苗放流−1再捕数と再捕率．栽培技研．18(2)，107−114 (1989)
21) 高橋清孝：クロソイの飼付け型放流と人工魚礁．さいばい．57,14−22 (1990)
22) マリノフォーラム21：音響馴致を利用した根付け魚類の資源管理システムの開発．マリノフォーラム21研究会報告（平成2年度）．162−176 (1992)
23) 高橋邦夫，早川　豊，小倉大二郎：2．クロソイⅠ．海産魚類種苗生産技術開発試験．青森県水産増殖センター事業概要(昭和45, 46年度)．2，332−334 (1973)
24) 秋田県水産試験場：種苗生産クロソイ．昭和52年度指定調査研究総合助成事業報告書．1−15 (1978)
25) 秋田県水産試験場：クロソイ種苗生産．昭和54年度指定調査研究総合助成事業中間報告書（昭和54年11月），1−17 (1979)
26) 日本栽培漁業協会：(1)−Fクロソイ．栽培漁業技術開発の歩み〔日本栽培漁業協会における昭和52~55年度技術開発業績の総括〕．69−71 (1983)
27) 日本栽培漁業協会：Ⅲ　種苗生産技術開発の概要Eクロソイ（宮古事業場）．昭和63年度日栽協事業年報．35 & 181−182 (1994)
28) 日本栽培漁業協会：Ⅷ　種苗生産技術開発の概要Eクロソイ（宮古事業場）．平成2年度日栽協事業年報．180−182 (1992)
29) 草刈宗晴，森　泰雄：Ⅷ．クロソイ種苗大量生産技術開発試験．昭和56年度北海道栽培漁業センター事業報告書．61−74 (1982)
30) 草刈宗晴，森　泰雄：Ⅳ．魚類種苗培養技術開発試験1．クロソイ．北海道栽培漁業センター事業報告書．35−36 (1982)
31) 日本栽培漁業協会：Ⅲ　種苗生産技術開発の概要Eクロソイ（宮古事業場）．昭和59年度日栽協事業年報．25−27，157−170 (1985)
32) 佐々木達：卵胎生魚メバル族魚類数種の生殖後期発生・成長に関する研究．北海道大学博士論文．1−180 (1975)
33) 中村彰男：秋田県における養成クロソイの成熟過程．日本海ブロック試験研究集録．日本海区水産研究所．6，1−10 (1985)
34) 五十嵐孝夫:海産卵胎生硬骨魚エゾメバル *Sebastes taczanowskii* (STEINDACHNER) の生態学的研究　Ⅱ．雄性交接器について．北大水産彙報．19，27−31 (1968)
35) 水江一弘：カサゴの研究−Ⅱ　カサゴの精巣の季節的循環と精子形成に就いて．長大水産研報．6，27−38 (1958)
36) Moser, H. G. , : Reproduction and development of *Sebastodes Paucispinis* and comparison with other rockfishes off southern California. Copeia 1967, 773−797 (1967)
37) 水江一弘：カサゴの研究−Ⅴ．海産卵胎生硬骨魚類の卵巣の成熟及びその季節的循環に関する研究．長大水研報．8，84−110 (1959a)
38) Shiokawa,T. & Tsukahara, H.: Studies on habits of costal fishes in the Amakusa Islands. Part 2. Growth and maturity of the purple rockfish, *Sebastes pachycephalus pachycephalus* Temminck et Schlegel. Rec. Oceanogr. Works Japan, Special. 6, 103−111 (1962)
39) Takahashi, H. , Takano, K. , & Takemura T.: Reproductive cycles of *Sebastes taczanowskii* compared with those of other rockfishes of the genus *Sebastes*. Env. Biol.Fish. 30, 23−29 (1991)
40) 佐々木達・五十嵐孝夫：キツネメバル(*Sebastes Vulpes* Steindachner et Doderlein) の精巣における季節変化と精子形成．北大水産彙報．25，100−106 (1974)
41) Mio, S. : Biology of *Sebastes inermis* CUVIER et VALENCIENNS. Rec. Oceanogr. Works Japan. 5 (2)，87−97 (1960a)
42) Mio, S. : Biology of *Sebastiscus marmoratus*

CUVIER et VALENCIENNS. Rec. Oceanogr. Works Japan. 5 (2), 77−85 (1960b)

43) Andriyashev, A.P. : Fishes of the northern seas of the U.S.S.R. Faunne SSSR 53, Zool. Inst. Akad. Nauk SSSR.(English translation, Off.Tech.Serv.63−1160 (1954)

44) Phillips, J.B. : Life history studies of ten speicies of rockfish (genus *Sebastodes*) . Calif.Dep.Fish Game. Fish Bull. 126, 70 (1964)

45) 大上皓久，大滝高明，片野　登：カサゴの種苗生産に関する研究－Ⅰ　産仔生態について．静岡水試研報. 12, 37－44 (1978)

46) 隆島史夫：淡水養殖技術（野村稔編）．東京，恒星社厚生閣. 1982, 16－45.

47) 山本喜一朗，甲斐久行，石田力一：マス(*Oncorhynchus masou*)の卵形成について（予報）．北海道区水研研報. 20, 109－117 (1958)

48) 加藤禎一：ニジマスの成長と再生産諸形質の関係. 淡水研報. 25, 83－115 (1975)

49) Vladykov, V.D. : Fecundity of wild speckled trout (*Salvelinus fontinalis*) in Quebec lakes. Fish. Res. Bd. Canada. 13, 799−841 (1956)

50) 隆島史夫：ヤマメ卵巣卵数の周年変化．日水誌. 52, 231－237 (1986)

51) Wourms, J.P. : Reproduction and development of *Sebastes* in the context of the evolution of piscine viviparity. Env. Biol. Fish. 30, 111−126 (1991)

52) Oppenheimer, J.M. : The normal stages of *Fundulus heteroclitus*, Anat. Rec. 68, 1−15 (1937)

53) Shiokawa, T. & Tsukahara, H.: Studies on habits of costal fishes in the Amakusa Islands. Part 1. Early life history of the purple rockfish, *Sebastes pachycephalus pachycephalus* Temminck et Schlegel. Rec. Oceanogr. Works Japan, Special. 5, 123−127 (1961)

54) 藤田矢朗：胎生魚タケノコメバルの卵発生と仔魚期. 日水誌. 24, 475－479 (1958)

55) 藤田矢朗：胎生魚ホシナシムラソイの卵発生．動物園水族館雑誌. 1, 2－43 (1959)

56) Shimizu, M.& J.Yamada : Ultrastructural aspects of yolk absorption in the vitelline syncytium of the embryonic rockfish, *Sebastes schlegeli*. Japan.J.Ichthyol. 27,56−63 (1980)

57) Stahl−Johnson, K.L.: Rearing and development of larval *Sebastes caurinus*(cooper rockfish) and *S. auricalatus* (brown rockfish)from the north-eastern Pacific.M.Sc.Thesis,University of Washington, Seattle.1984, 217p

58) Yamada, J.: The normal developmental stages of the pond smelt, *Hypomesusolidus* (Pallas) . Bull.Fac.Fish.Hokkaido Univ. 14, 121−126 (1963)

59) Eigenmann, C.H. : The fishes of San Diego California. Proc. U.S. Nat. Mus. 15, 123−1278 (1982)

60) Tinbergen, N. : The Functions of Territory. Bird Study. 4, 14−25 (1953)

61) 古賀文洋，田中義興，中園明信：水槽内におけるマダイ，クロダイの産卵について．九州大学農学部付属水産実験所研究報告. 1, 83－89 (1971)

62) 岡田鳳二，工藤　智，林　和明：シシャモ *Sprinchus lanceolatus* (HIKITA) の産卵生態－1水槽内での産卵行動について．北海道水産孵化場研報. 30, 31－38 (1975)

63) 伊藤和雄：ウグイ属3種の産卵習性．北海道立水産孵化場研究報告30, 39－42 (1975)

64) 的場　実，道津喜衛：有明海産トビハゼの産卵行動. 長大水産研報. 43, 23－33 (1977)

65) Shinomiya, A. & Ezaki, O. : Mating habits of the rockfish *Sebastes inermis*, Env.Biol.Fish. 30, 15−22 (1991)

66) Tavolga, W.N. : Reproductive behavior in the gobid fish, *Bathygobius soporator*. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 104, 427−460 (1954)

67) Fryer, g.& Iles, T.D. : The Cichlid Fishes of the Great Lakes of Africa. Their biology and evolution. Oliver & Boyd, Edinburgh, (1972).

68) 岩井　保: "12 生殖". 魚学概論. 東京，恒星社厚生閣, 1971, 143－150.

69) Fishelson, L. : Ethology and reproduction of pteroid fishes found on the gulf of Aquaba(Red Sea) especially *Dendrochirus brachypterus* (Cuvier)(Pteroidae,Teleostei) . Pubbl. Staz. Zool. Napoli 39(Suppl.) , 635−656 (1957)

70) Orton, G.L. : Early developmental stages of the California scorpion fish, *Scorpaena guttata*. Copeia. 1955, 210−214 (1955)

71) 伊東祐方：硬骨魚類の産卵時刻について．日本生態学会誌. 9, 116－120 (1956)

72) 瀬戸内海栽培センター上浦事業場：カサゴ種苗生産の現状．栽培技研. 2, 43－48 (1973)

73) 秋田県水産試験場：クロソイ種苗生産．昭和53年度

指定調査研究総合助成事業報告書，1－15（1979）
74）福島県栽培漁業協会：Ⅳ．放流技術開発事業　1．クロソイ種苗生産．昭和61年度福県島栽培漁業協会事業報告書．32－37（1986）
75）広川潤，塩沢聰：クロソイ種苗の高密度生産事例．昭和59年度東北ブロック増養殖研究連絡会議報告書．東北水研増殖部，65－69（1984）
76）木村清志：イサキの資源生物学的研究．三重大学水産研報，14，198－207（1987）
77）内田恵太郎：魚類の生活史概説．海洋の科学，3，427－435（1943）
78）藤田矢朗：ホシナシムラソイの仔魚期．魚類学雑誌．6，91－93（1957）
79）星合愿一：クロソイ仔稚魚について．魚類学会誌．24，35－42（1977）
80）内田恵太郎，道津喜衛：対馬暖流水域の表層に現れる魚卵・稚魚概説．対馬暖流開発調査報告書　第2輯（卵・稚・プランクトン編），1，1－65（1958）
81）大上皓久，前田　譲：シオミズツボワムシの変異に関する研究－形態と大きさの変異について．昭和52年度日本水産学会春季大会講演要旨集．75（1977）
82）北島　力：Ⅳ．大量培養　7．実施例と問題点．シオミズツボワムシ－生物学と大量培養（日本水産学会編），東京，恒星社厚生閣，1983，105．
83）二村義八郎：Brine shrimpの生態．日水誌．33，691－701（1967）
84）瀬戸内海栽培漁業協会：屋島事業場における餌料生物の培養について．栽培漁業ニュース．№2－3（1964）
85）米　康夫："海産魚の必須脂肪酸と脂質の栄養価"．養魚と飼料脂質（日本水産学会編），東京，恒星社厚生閣，1983，43－59．
86）渡辺　武："脂質からみた仔稚魚用生物餌料の栄養価"．水産学シリーズ（22）養魚と飼料脂質．東京，恒星社厚生閣．1988，93－111．
87）渡辺　武，大和史人，北島　力，藤田矢郎：脂肪酸組成からみた*Artemia*の栄養価．日水誌．44，1115－1121（1978）
88）Bligh, F.G. and Dyer, W.G.: A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37, 911–917（1959）
89）古賀文洋：*Tigriopus japonicus* MORIかいあし類の生活史について．日本海洋学会誌．26，11–21（1970）
90）渡辺良朗："仔魚の消化吸収機構"．水産学シリーズ（54）養魚飼料－基礎と応用．東京，恒星社厚生閣．1985，89－98．
91）日本栽培漁業協会：Ⅲ　種苗生産技術開発の概要E　クロソイ（宮古事業場）．昭和57年度日栽協事業年報．190（1983）
92）福島県栽培漁業協会：Ⅳ．放流技術開発事業1．クロソイ種苗生産．昭和60年度福県島栽培漁業協会事業報告書．38－43（1985）
93）清水　健：クロソイの配合飼料化試験．昭和61年度東北ブロック増養殖研究連絡会議報告書．東北水研増殖部．9－10（1987）
94）福島県栽培漁業協会：放流技術開発事業クロソイ種苗生産．昭和57年度福島県栽培漁業協会事業報告書．38－44（1983）
95）隆島史夫，羽生　功：魚類の成熟，発生，成長とその制御．水族繁殖学．東京，緑書房，1989，260．
96）日本栽培漁業協会宮古事業場：クロソイの種苗生産方法．太平洋北区栽培漁業協議会会議資料（11月），1－9（1987）
97）伊勢谷修弘：クロソイ養殖技術開発試験．昭和58年度秋田県栽培漁業センター事業報告書．55－68（1985）
98）草刈宗晴："3．人為的環境における生物餌料の生産様式－北太平洋亜寒帯海域における生産"．(2)プランクトン群集を中心とした餌料環境．水産海洋研究会報．50，318－32（1986）
99）草刈宗晴：ワムシとクロレラの培養手引．北海道立栽培漁業総合センター．1－59（1987）
100）古賀文洋：チグリオパスの培養法．養殖．18．東京，緑書房，1981，54－57．
101）草刈宗晴，森　泰雄：クロソイ種苗大量生産技術開発試験．昭和55年度北海道栽培漁業センター事業報告書．70－71（1981）
102）日下部重朗：ふか仔魚餌料としてのアルテミア．養殖．4．東京，緑書房，1967，81－85．
103）倉田　博：ブラインシュリンプ卵に関する資料．水産増殖　14，205－219（1967）
104）草刈宗晴，三浦宏紀，斉藤節雄："魚類種苗培養技術開発試験2．ヒラメ"．昭和60年度北海道栽培漁業センター事業報告書．22－31（1985）

北水試研報　47, 125－137(1995)
Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.

低温サイレージ発酵による未利用海藻からのアルギン酸オリゴ糖の生産*1

蛯谷幸司*2，大堀忠志*2，高橋玄夫*2，絵面良男*3

Production of alginate oligosaccharides from a unused seaweed by ensilage fermentation at low temperature.

Kohji EBITANI*2, Tadashi OHORI*2, Haruo TAKAHASHI*2, and Yoshio EZURA*3

Changes in bacterial flora and chemical composition of *Costaria costata* during storage at 5 ℃ were examined to establish an efficient condition which could produce alginate oligosaccharides by ensilage fermentation at low temperature.

Also a purification of alginate oligosaccharides which were extracted from *C. costata* stored at 5℃ for 14 days was investigated by membrane separation processes.

1. The number of viable bacteria under aerobic and anaerobic conditions in *C. costata* stored at low temperature reached a maximum value after 3 days storage, and then maintained a constant level (10^4～10^5CFU/g).
2. *Flavobacterium*, *Cytophaga*, and *Altromonas* dominated in the initial sample, and were 26.7%, 20.0 %, and 26.7 %, respectively. After 3 days of storage, *Vibrio* which had alginate - degrading enzyme replaced them.
3. Alginate oligosaccharides were detected at the 7 days storage, and those amount increased for 14 days.
4. By diafiltration using both ultrafiltration and low pressure reverse osmosis membranes, a purification rate of alginate oligosaccharides was increased from 17.3% in ultrafiltration to 75.6% in the 4 th concentration.
5. In this study, 42.5 g of powder containing alginate oligosaccharides was obtained from 3 kg of *C. costata* by membrane separation processes.

キーワード：低温サイレージ発酵，アルギン酸オリゴ糖，*Costaria costata*，スジメ，膜分離，*Vibrio*属

まえがき

道東沿岸は，有用コンブであるナガコンブ(*Laminaria angustata var. Longissima*）の天然漁場であるが，いわゆる雑海藻であるスジメ（*Costaria costata*）やアイヌワカメ（*Alaria praelonga*）などが著しく繁茂し，コンブ漁場を占有するため，コンブの生産が著しく減少している。このため，毎年冬場になるとコンブ漁場

報文番号　A254（1995年9月11日受理）

＊1　本報告の大要は平成6年度日本水産学会北海道支部例会で口頭発表した。

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

＊3　北海道大学水産学部微生物学講座(Laboratory of Microbiology, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido 041, Japan)

の確保を目的にこれらの雑海藻は駆除されているが，駆除された海藻は利用価値が極めて低く，その有効利用が強く望まれている。

先に著者ら[1]は，これら未利用海藻にはアルギン酸が20～30%含まれるとともに，海藻を生鮮のまま低温貯蔵（5℃）すると，その熱水抽出液に低分子のアルギン酸分解物（アルギン酸オリゴ糖）が生成することを報告した。最近，このアルギン酸オリゴ糖に関する研究[2-4]が盛んに行われ，静菌作用[2]や血圧上昇抑制作用[3]などの機能性が報告されている。

本試験では，未利用海藻から低温サイレージ発酵によりアルギン酸オリゴ糖を効率的に生産する条件を設定するために，5℃で低温貯蔵した生鮮スジメ試料中の細菌相の変化とアルギン酸などの成分変化との関連性を調べた。また，同様に処理したスジメの熱水抽出液から膜分離法によるアルギン酸オリゴ糖の精製を検討した。

材料と実験方法

1．低温貯蔵スジメにおける細菌相及び化学成分の変化

1．1　供試海藻および貯蔵条件

1994年5月，釧路市桂恋で採取したスジメ（*Costaria costata*）を試料として用い，スジメは生鮮状態のまま約150ｇをポリエチレン袋（17×24㎝）に入れ密封し，5℃で貯蔵した。貯蔵試料を一定期間毎（0，3，7，10，14日）にそれぞれ取り出して供試した。

1．2　細菌の分離・同定法

経日的に試料を無菌的に採取して秤量後，10倍量の75%滅菌人工海水（人工海水組成：NaCl 30g，KCl 0.7g，$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 5.3g，$MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 10.3g，$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 1.3g，蒸留水1,000㎖）を加えてストマッカー（Colworth製）で90秒間ホモジナイズした。この原液を75%滅菌人工海水で適宜10倍希釈し，0.5%アルギン酸ナトリウムを添加した改変Zobell 2216Ｅ培地（ポリペプトン2.5g，酵母エキス0.5g，寒天15ｇ，75%人工海水1,000㎖，pH7.5）平板上に0.1㎖ずつ表面塗抹し，好気的条件下では15℃，７日間，ガスパックシステム（ＢＢＬ社）を用いた嫌気的条件下では15℃，10日間の培養を行った。各培養条件下において生じた集落数を計数し生菌数を算出した。また，生菌数測定後，好気培養した培地上に生じた集落から無作為に30集落を釣菌し，同培地で純粋培養を２回繰り返し，分離菌株を得た。分離菌株は常法[5-8]によりグラム染色，運動性，鞭毛染色，糖の分解（ＭＯＦ 培地），オキシダーゼ，カタラーゼ，塩類要求性，アルギン酸分解（木村[9]の方法）などを調べた。これらの検査性状により分離菌を絵面ら[7]の方法に準じて簡易同定した。

1．3　化学成分の測定法

細菌検査と同時に試料を取り，pH，VB - Nを測定した。また，試料に10倍量の蒸留水を加えて90℃，30分間の熱水抽出を２度行って抽出液を得た。抽出液の遊離アミノ酸量はニンヒドリン法[10]，還元糖量はSomogyi - Nelson法[11]，アルギン酸の構成糖であるウロン酸量はカルバゾール硫酸法のGalambos変法[12]，アルギン酸の分子量分布は，検出を木下ら[13]の方法に準拠した高速液体クロマトグラフィー（以下　HPLC）によるゲル濾過法で推定した。なお，pHはガラス電極pHメーター（堀場Ｍ－8），VB - Nは４%過塩素酸抽出液をコンウェイの微量拡散法により測定した。また，HPLC装置及び分析条件を次に示した。

装置　送液ポンプ：日立655Ａ－12（Ｌ－5000　LC Controller），反応ポンプ：日立655Ａ－13，蛍光検出器：日立Ｆ－1100，データー処理装置：日立Ｄ－2000

分析条件　カラム：旭化成 Asahipak GS－220HQ（7.6㎜ＩＤ×300㎜Ｌ），カラム温度：60℃，溶出液：50mMリン酸緩衝液（pH7.5），反応液：0.1Mテトラホウ酸カリウム，20mMタウロシアミン，１mMメタ過ヨウ素酸ナトリウム（pH10.5），溶出液流速：0.25㎖/min，反応液流速：0.70㎖/min，反応温度：150℃，反応コイル：ステンレスチューブ(0.5㎜ID×５ｍＬ，検出波長：励起波長320ｎｍ，蛍光波長450ｎｍ

2．膜分離法によるアルギン酸オリゴ糖の精製

2．1　限外濾過液の調製

生鮮スジメ（1993年６月，釧路市桂恋採取）３kgを市販のポリエチレン袋に入れ，５℃で14日間貯蔵した後，前記と同様に10倍量の水道水で90℃，30分間の熱水抽出を２回行い抽出液を得た。この抽出液をアルバックサービス社製（ＵＴ－289型）膜分離装置を用いて，限外濾過（ＮＴＵ－3250Ｃ１Ｒ：分画分子量２万，有効膜面積0.4㎡，日東電工）を行い，得られた透過液を限外濾過液とした。

2．2　低圧逆浸透膜の検討

上記の限外濾過液を平膜用逆浸透濾過装置（アルバックサービス社製ＲＯ－３型）を用いて２種類の低圧逆浸透膜（ＮＴＲ－7410：食塩阻止率10%，NTR7450：食塩阻止率50%，ともに日東電工）による濾過を，室温にてスターラー回転数1,000rpm，操作圧力10kg/㎠の条件下で行った。なお，抽出液，限外濾過液及び低圧逆浸透膜透過液について前記のHPLCによるゲル濾過法にて糖類の変動を測定した。

2．3　膜モジュールによるアルギン酸オリゴ糖の精製

膜分離法によるアルギン酸オリゴ糖の精製フローを図1に示した。前記の限外濾過液を日東電工社製（RUW－5型）濾過装置を用いて，食塩阻止率50%の低圧逆浸透膜モジュール（NTR－7450：有効膜面積1.8㎡，日東電工）により，4ステージのダイヤフィルトレーション法[14]による多段濃縮を行った。すなわち，1ステージの濃縮液が3.7～4.5倍濃縮されるまで濾過を行い，この濃縮液に24ℓの蒸留水を再添加し，次のステージ濃縮を行うことでアルギン酸オリゴ糖の精製を図った。濃縮液の水分量は105℃での常圧乾燥法，灰分は550℃での灰化法，また，マンニトール，遊離アミノ酸，ウロン酸の定量及びアルギン酸の分子量分布の推定はそれぞれ前記の方法により行った。なお，アルギン酸オリゴ糖はウロン酸量から，アルギン酸オリゴ糖の精製割合は濃縮液中の各成分量の合計からそれぞれ算出した。

結　　果

1．低温貯蔵中における細菌相及び化学成分の変化

1．1　生菌数及び細菌相の変化

低温貯蔵スジメの生菌数の変化を図2に示した。貯蔵開始時の生菌数は，好気培養で2.5×10^3CFU/g，嫌気培養で2.4×10^3CFU/gと同程度であったが，貯蔵3日目にはそれぞれ9.3×10^4CFU/g，1.1×10^6CFU/gに増加し，最大となった。しかし，7日目には両培養とも生菌数が減少し，その後は好気培養で10^4CFU/gレベル，嫌気培養で10^5CFU/gレベルを維持した。また，貯蔵期間を通して好気培養に比べ嫌気培養での生菌数は1オーダー以上高い値を示した。

低温貯蔵スジメの菌相変化を図3に示した。貯蔵開始時においては，*Flavobacterium* 属，*Cytophaga* 属，*Alteromonas* 属がそれぞれ26.7%，20.0%，26.7%を占めていたが，貯蔵3日目，7日目には通性嫌気性の *Vibrio* 属が60.0%以上を占め優勢種となった。しかし，10日目には *Vibrio* 属の割合は46.6%に減少し，*Pseudomonas* 属や *Alteromonas* 属が増加傾向を示した。また，14日目においては，*Cytophaga* 属や *Acinetobacter* 属などの細菌が再び増加した。

分離菌株中のアルギン酸分解菌の出現割合を図4に示した。アルギン酸分解菌は貯蔵開始時が46.7%で，このうちの66.6%が *Cytophaga* 属と *Alteromonas* 属で占めていた。しかし，貯蔵3日目には分解菌が96.7%となり，このうちの69.0%を *Vibrio* 属，17.3%を *Aeromonas* 属で占め，*Cytophaga* 属や *Alteromonas* 属の割合は減少した。貯蔵7日目以降のアルギン酸分解菌の割合は，63.4%，50.0%，40.0%と次第に減少したが，アルギン酸分解菌に占める *Vibrio* 属の割合は非常に高く，貯蔵7日目が94.7%，貯蔵10日目が80.0%，貯蔵14日目では58.3%であった。

1．2　化学成分の変化

低温貯蔵スジメにおけるpH及びVB-Nの変化及び抽出液の遊離アミノ酸量の変化を図5に示した。pH，VB-Nはともに貯蔵3日目まで大きく変化し，pHは6.5から5.2に減少し，VB-Nは逆に5.8mg／100gから7.1mg／100gに増加した。しかし，3日目以降はともに大きな変化は見られなかった。抽出液の遊離アミノ酸量は，10日目まで緩やかな増加傾向を示したが，14日目には減少した。抽出液の糖類の変化を図6に示した。ウロン酸量は，貯蔵開始時25.2mg／100mℓであったが，貯蔵前半の3日目から7日目にかけて大きく増加し，それぞれ70.1mg／100mℓ，108.2mg／100mℓであった。しかし，貯蔵後半の10日目，14日目においては，それぞれ121.1mg／100mℓ，125.8mg／100mℓと横ばい状態で推移した。還元糖量は3日目まで1mg／100mℓ程度であったが，それ以降直線的に増加し，14日目には33.3mg／100mℓとなり，ウロン酸量の変化とは異なる挙動を示した。

HPLCクロマトグラムによるアルギン酸の分子量分布を図7に示した。貯蔵3日目までの抽出液からは保持時間17～18分の高分子アルギン酸と保持時間33.5分のマンニトールの2ピークが検出されたが，7日目からはこの2ピークの間に新たに4つのピークが検出され，各ピークとも14日目まで増加した。この4ピークは，ウロン酸量と還元糖量の割合から重合度が5～13のアルギン酸オリゴ糖と考えられた。

2．膜分離法によるアルギン酸オリゴ糖の精製

2．1　低圧逆浸透膜の検討

抽出液，限外濾過液及び低圧逆浸透膜透過液のHPLCクロマトグラムを図8に示した。抽出液からはアルギン酸オリゴ糖の他に高分子アルギン酸とマンニトールのピークが検出されたが，限外濾過液には高分子アルギン酸のピークは検出されなかった。また，食塩阻止率10%の低圧逆浸透膜（NTR－7410）による透過液にはアルギン酸オリゴ糖とマンニトールの2つのピークが検出されたが，食塩阻止率50%の低圧逆浸透膜（NTR－7450）による透過液には，アルギン酸オリゴ糖は検出されず，マンニトールのピークだけが検出された。このことから，アルギン酸オリゴ糖を精製するには，食塩阻止率50%の低圧逆浸透膜が適していることが明らかとなり，次に膜モジュールによる検討を行った。

2．2　膜モジュールによるアルギン酸オリゴ糖の精製

多段濃縮での各濃縮液における糖類の HPLC クロマトグラムを図9に示した。各濃縮液のアルギン酸オリゴ糖のピークに変化は見られなかったが，マンニトールのピークは濃縮ステージを繰り返すごとに次第に減少し，第4濃縮液では痕跡程度まで減少した。

各濃縮液のアルギン酸オリゴ糖の精製割合を図10に示した。濃縮液の無機塩類，遊離アミノ酸，マンニトールの低分子成分の割合は，限外濾過液でそれぞれ49.1%，12.4%，21.2%であったが，濃縮ステージを繰り返すごとに除去され，第4濃縮液では20.3%，3.3%，0.9%まで減少した。これにより，アルギン酸オリゴ糖の精製割合は向上し，限外濾過液で17.3%であったのが，第1濃縮液，第2濃縮液，第3濃縮液で，それぞれ36.0%，51.4%，66.3%，最終ステージの第4濃縮液では75.6%であった。また，この第4濃縮液の凍結乾燥により生鮮スジメ3kgから42.5gのアルギン酸オリゴ糖含有粉末を得ることができた。

考　　察

低温貯蔵中における細菌相及び化学成分の変化

菊池ら[15]は生鮮コンブの20℃貯蔵において，藻体表面にカビ・酵母の着生やコンブ抽出液には可溶性低分子糖の増加が認められなかったことを報告している。生鮮スジメを5℃の低温貯蔵した本試験の結果では，カビや酵母の着生や不快臭は認められず，貯蔵中に藻体に含まれるアルギン酸の分解により，多量のアルギン酸オリゴ糖が生成され，菊池らの結果とは異なっていた。このことは貯蔵温度により優勢となる細菌相が異なるためと推定される。すなわち，5℃の低温貯蔵によりアルギン酸オリゴ糖が生成されるのは，貯蔵前半に生菌数が最大となるとともに，このうちの80%以上を *Vibrio* 属や *Aeromonas* 属などのアルギン酸分解能を有する通性嫌気性菌が占めることから，これらアルギン酸分解菌の低温発酵によるもの考えられる。また，アルギン酸オリゴ糖の生成は貯蔵7日目以降に始まり14日目まで増加することから，今後，低温サイレージ発酵による生鮮海藻からのアルギン酸オリゴ糖の生産を考えた場合，5℃貯蔵では14日間程度の貯蔵が必要であると考えられる。

褐藻類の細胞間多糖の1つであるアルギン酸をアルギン酸オリゴ糖に分解する方法としては，アルギン酸分解酵素産生菌の培養液や海産動物の内臓抽出液を利用する研究が報告[3)16)17)]されている。これらの報告に比べ，本試験の生鮮海藻原料を低温サイレージ発酵によりアルギン酸からアルギン酸オリゴ糖を生産する方法は，非常に簡易で省エネルギー的な分解方法であると思われる。ただ，本法では採取した原料の付着海洋細菌にアルギン酸の分解が依存するため，採取場所や採取時期，さらには海藻の種類などにより，アルギン酸分解菌の種類[18)19)]やアルギン酸の分解に必要な貯蔵日数が異なることが考えられる。そこで，今後，アルギン酸の効率的な分解にはスターターとして各種のアルギン酸分解菌の添加など，特に本試験で得られたアルギン酸分解活性の強い *Vibrio* 属細菌の有効利用を検討する必要がある。

膜分離法によるアルギン酸オリゴ糖精製

限外濾過膜と低圧逆浸透膜の併用による膜分離法についてはリンゴ果汁の濃縮[20)]やホタテ煮熟液エキスの脱塩濃縮[21)]などへの利用が報告されている。本試験における，膜分離法による海藻抽出液からのアルギン酸オリゴ糖の精製では，分画分子量2万の膜による限外濾過が水溶性アルギン酸などの高分子成分の除去には有効であることが明らかとなった。さらに，この限外濾過液を食塩阻止率50%の低圧逆浸透膜による多段濃縮により，マンニトール等の低分子成分を除去しながらアルギン酸オリゴ糖を濃縮精製できることも明らかとなった。今後，膜分離法によりさらに精製割合の高いアルギン酸オリゴ糖を得るためには，無機塩類の効率的な除去が必要である。しかし，本試験で用いた低圧逆浸透膜は荷電膜であり，低分子成分の分子サイズに加え電荷によっても選択分離され，塩の阻止率がその濃度に依存するなどの性能[22)]を有していることを考慮すると，多段濃縮による無機塩類の効率的な除去には，1ステージ濃縮の倍率を高倍率で行うことや試料液の pH 調整[21)]など前処理法を検討する必要がある。

謝　　辞

本研究に当たり，御指導ならびに御助言いただいた北海道大学水産学部澤辺智雄助手及び微生物学講座諸氏に心からお礼申し上げる。

要　　約

未利用海藻から低温サイレージ発酵によりアルギン酸オリゴ糖を効率的に生産する条件を設定するため，5℃で低温貯蔵したスジメ試料中の細菌相の変動及びアルギン酸などの成分変化を明らかにした。また，膜分離法により5℃で14日間貯蔵したスジメの抽出液からアルギン酸オリゴ糖の精製を検討した。

1．低温貯蔵スジメの生菌数の変化は，好気培養生菌数，嫌気培養生菌数ともに貯蔵3日目に最大となったが，

その後は一定レベルを維持した。また，貯蔵期間を通して嫌気培養生菌数は好気培養生菌数より高い値を示した。

2．菌相の変化では，貯蔵開始時 *Flavobacterium* 属，*Cytophaga* 属，*Alteromonas* 属が，それぞれ26.7%，20.0%，26.7%を占めたが，貯蔵3日目以降、アルギン酸分解能を有する *Vibrio* 属が優勢種となった。

3．アルギン酸オリゴ糖は貯蔵7日目から生成されはじめ，その後14日目まで増加した。

4．スジメを原料として，低温サイレージ発酵によりアルギン酸オリゴ糖を生産する方法は，非常に簡素で省エネルギー的な分解方法であると思われる。

5．限外濾過膜と低圧逆浸透膜の併用による多段濃縮精製により，アルギン酸オリゴ糖の精製割合は限外濾過液の17.3%から最終濃縮液の75.6%に増加した。

6．本試験により，生鮮スジメ3kgからアルギン酸オリゴ糖含有粉末が42.5g得られた。

文　献

1）蛯谷幸司，大堀忠志，高橋玄夫：酵素・微生物による未・低利用海藻の有効利用技術開発試験．平成4年度北海道立釧路水産試験場事業報告書．153－164(1993)

2）北御門　学，西村光弘，山口邦子，曽　照煌：アルギン酸から酵素分解によって調製したオリゴ糖の静菌作用．日水誌．59(2)，315－320（1993）

3）木村省二他：海藻由来のオリゴ糖等の食品への利用研究．平成5年度マリノフォーラム21研究会報告．355－363（1995）

4）Yonemoto, Y., Tanaka, T., Yamashita, N., Kitabatake, N, Ishida, ., Kimura, A. and Murata,K.：Promotion of Germination and Shoot Elongation of Some Plants by Alginate Oligomers Prepared with Bacterial Alginate Lyase．J. Ferment. Bioeng．75(1)，68–70(1993)

5）S. T. Cowam：“8．分類学”．医学細菌同定の手びき　第3版（坂崎利一訳）．東京，近代出版，1993，187－271

6）Baumanm, L., Baumanm, P., Mandel, M. and Allen, R. D.：Taxonomy of Aerobic Marine Eubacteria. J. Bacteriol. 110(1)，402–429（1972）

7）絵面良男：“6．細菌相に関する調査”．沿岸環境調査マニュアルⅡ（水質・微生物編）．東京，恒星社厚生閣，357－364

8）Leifson, E.：DETERMINATION OF CARBOHYDRATE METABOLISM OF MARINE BACTERIA．J. Bacteriol．85, 1183–1184(1963)

9）木村喬久：アルギン酸分解菌の簡易識別法について．北海道大学水産学部研究彙報．12(1)，41－48（1961）

10）鏡山博行，関　得一郎：“4．アミノ酸分析法”．生化学実験講座11日本生化学編．東京，東京化学同人，1976，35

11）福井作蔵著：“Somogyi-Nelson 法”．還元糖の定量第2版．東京，学会出版センター，1990，9－11

12）瀬野信子，河合由美子，阿武喜美子：“3．定量実験法”．化学の領域増刊96号　ムコ多糖実験法．東京，南光堂，1972，85－125

13）Kinoshita, T., Kamitani, Y., Yoshida, j., Urano, T., Nimura, N. and Hanai, T.：Ultramicro Analysis of Reducing and Non-Reducing Sugars by Liquid Chromatography. J. of Liquid Chromatogr. 14 (10)，1929–1938 (1991)

14）萩原文二，橋本光一：“定容連続濾過法”．膜による分離法．東京，講談社サイエンティフィク，1974，198－203

15）菊池　嶺，簗瀬正明，大西登史良，鈴木満平：ナガコンブサイレージの化学的成分変化．東海水研報．116，21－28（1985）

16）Takeuchi, T., Murata, K. and Kusakabe, I.：A Method for Depolymerization of Alginate Using the Enzyme System of Flavobacterium multivolum．Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi．41(7)，505–511（1994）

17）大西登史良：“Ⅲ－2大型海藻類の生物的処理による素材化技術”．バイオマス変換計画－第一期研究成果．農林水産省農林水産部技術会議事務局，1986，174－178

18）北御門　学，曽　照煌，青木恭彦，山口邦子，荒木利芳：アルギン酸分解酵素産生細菌の自然界からの分離．日水誌．55(4)，709－713（1989）

19）安藤芳明，井上勝弘：微生物によるアルギン酸の分解－Ⅵ．Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 31(7), 552－557（1965）

20）鍋谷浩志：“低阻止率逆浸透膜利用による高濃度濃縮とオリゴ糖の分離”．食品膜懇談会誌．11，29－42（1993）

21）大石圭一，浅野孝幸，山崎邦雄，佐々木定之，種村籐吉，原田久嗣，長谷部清美，星野順一，武田隆：“膜分離によるホタテ煮熟液の調味エキス化技術の開発試験”．膜分離による水産バイオマスの高度・有効利用技術に関する研究．平成元年度共同研究報告書．30－62（1990）

22）川崎睦男：“ルーズRO膜による調味液処理”．食品膜懇談会誌．4，86－94（1990）

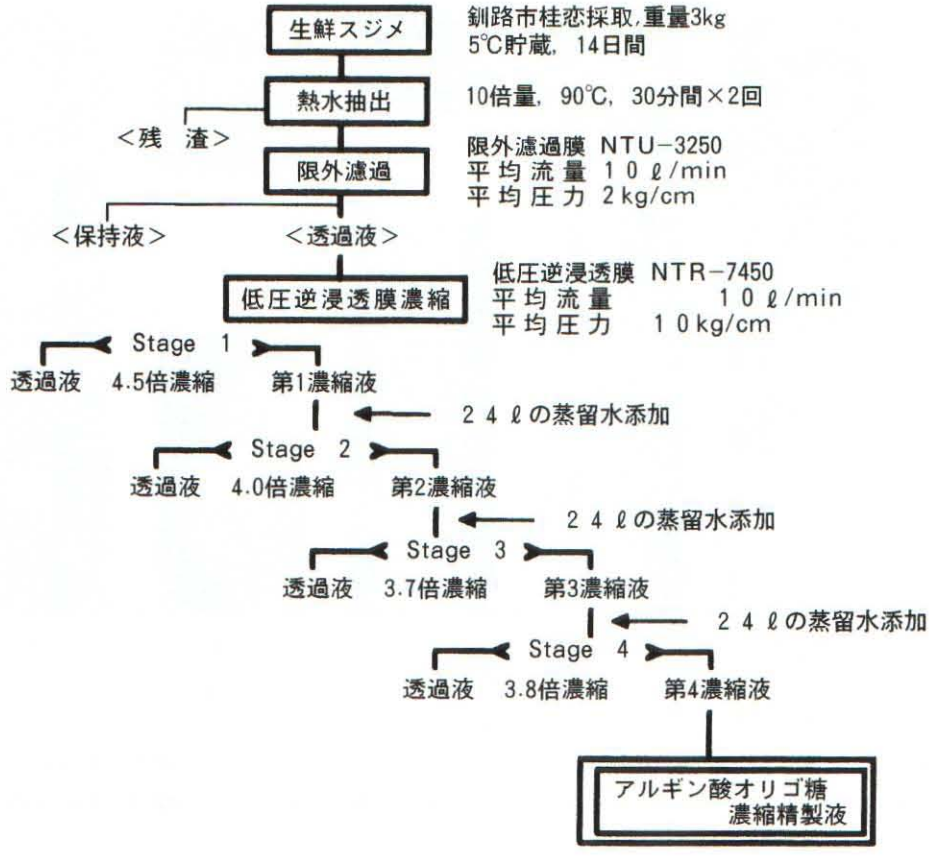


図1　アルギン酸オリゴ糖の精製フロー

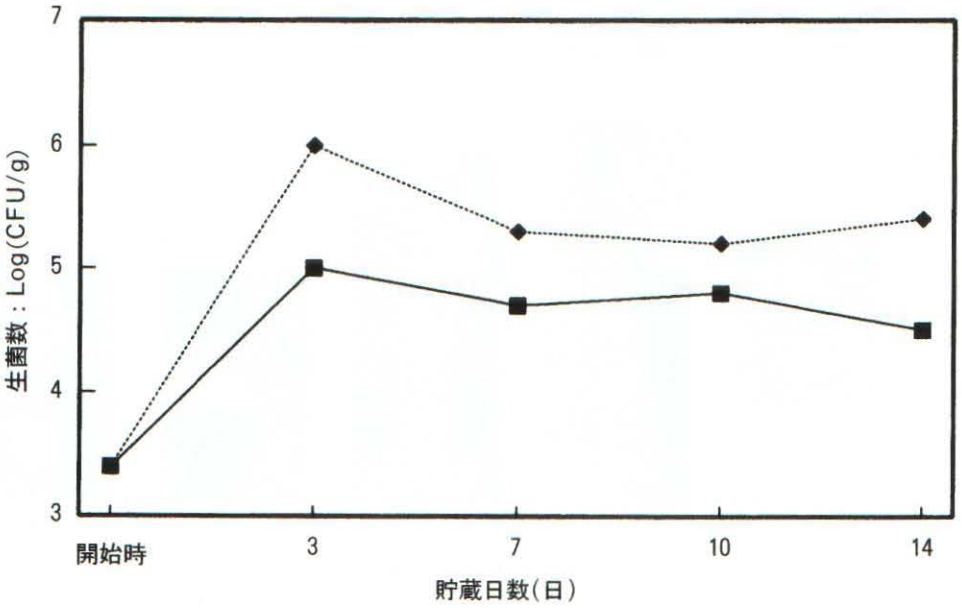


図2　低温サイレージ発酵中のスジメにおける生菌数の変化

■ 好気培養生菌　◆ 嫌気培養生菌

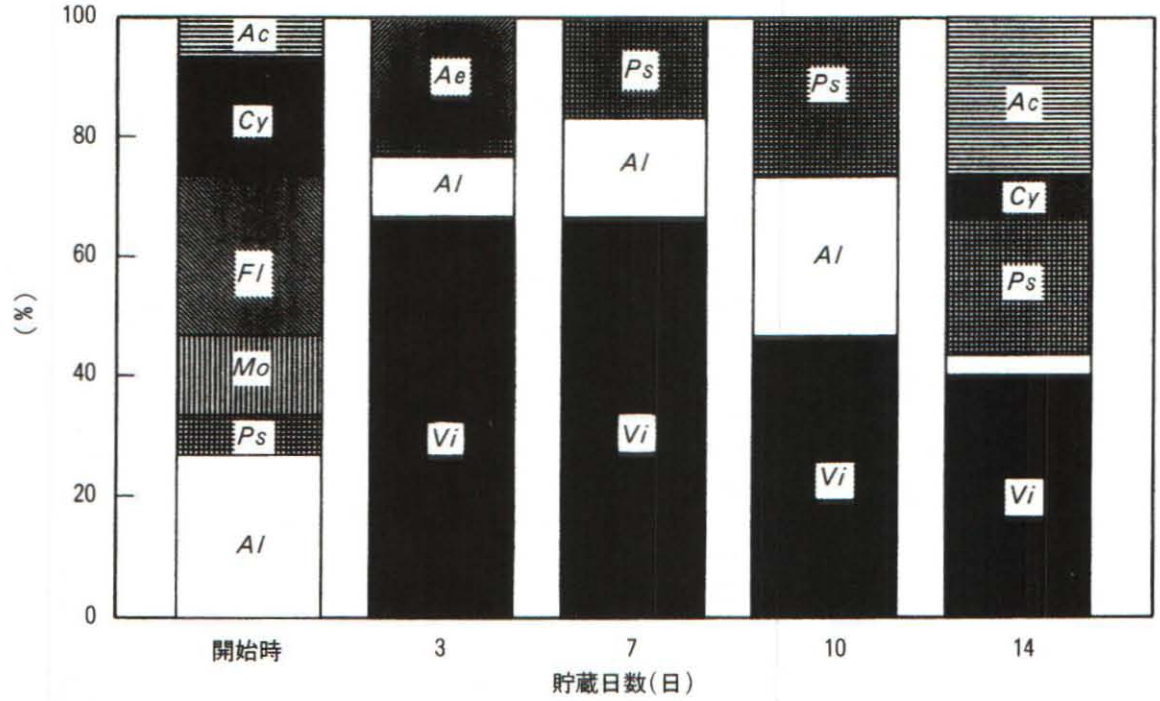


図3　低温サイレージ発酵中のスジメにおける細菌相の変化

■ *Vi:Vibrio*　□ *Al:Alteromonas*　▦ *Ps:Pseudomonas*　▥ *Mo:Moraxella*
▨ *Fl:Flavobacterium*　■ *Cy:Cytophaga*　▨ *Ae:Aeromonas*　▤ *Ac:Acinetobacter*

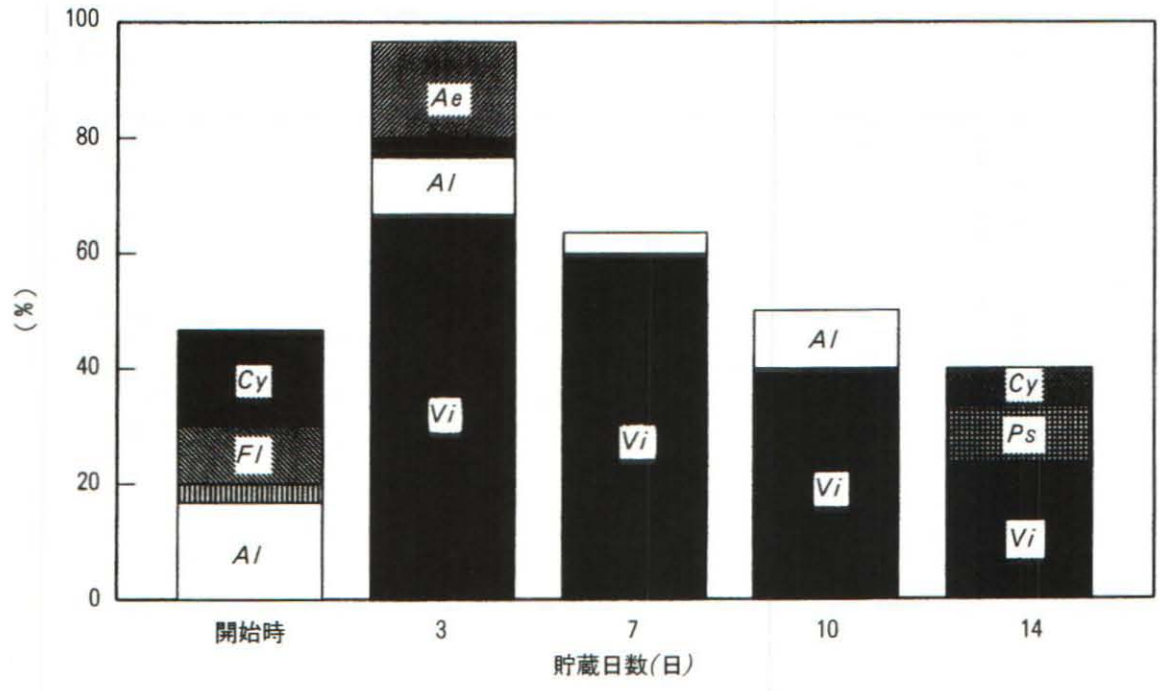


図4　低温サイレージ発酵中のスジメにおけるアルギン酸分解菌の出現割合

■ *Vi:Vibrio*　□ *Al:Alteromonas*　▦ *Ps:Pseudomonas*　▥ *Mo:Moraxella*
▨ *Fl:Flavobacterium*　■ *Cy:Cytophaga*　▨ *Ae:Aeromonas*　▤ *Ac:Acinetobacter*

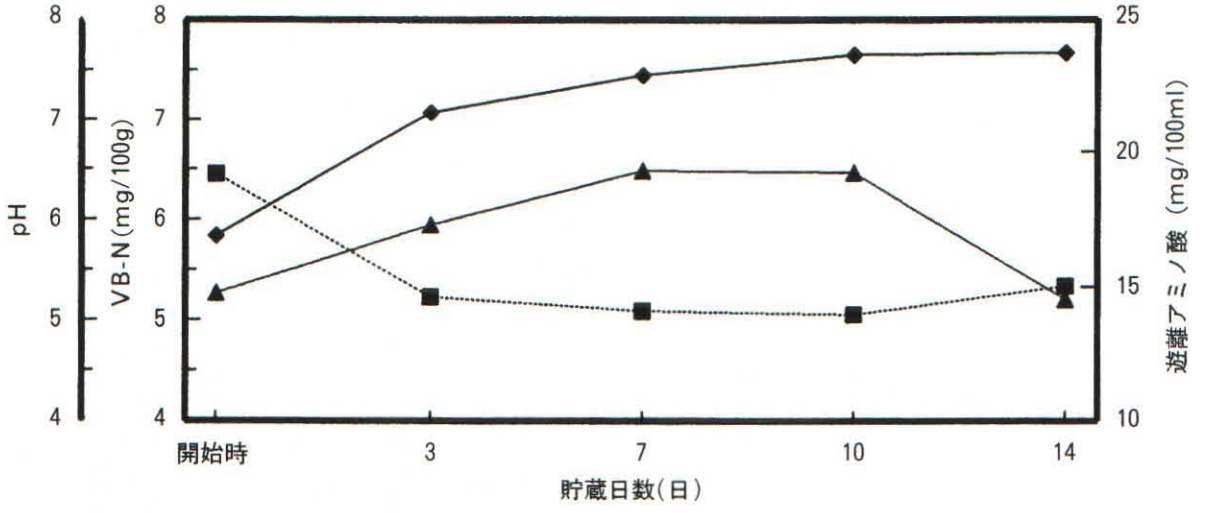


図5　低温サイレージ発酵中のスジメにおけるpH,VB−N及び遊離アミノ酸の変化

■ pH　◆ VB−N　▲ 遊離アミノ酸

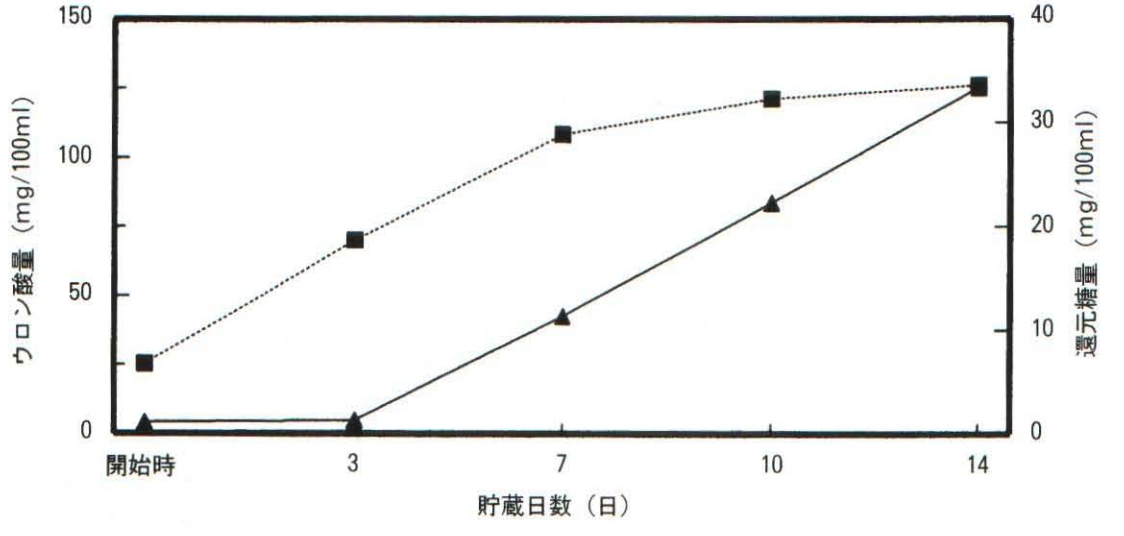


図6　低温サイレージ発酵中のスジメにおける糖類の変化

■ ウロン酸量　▲ 還元糖量

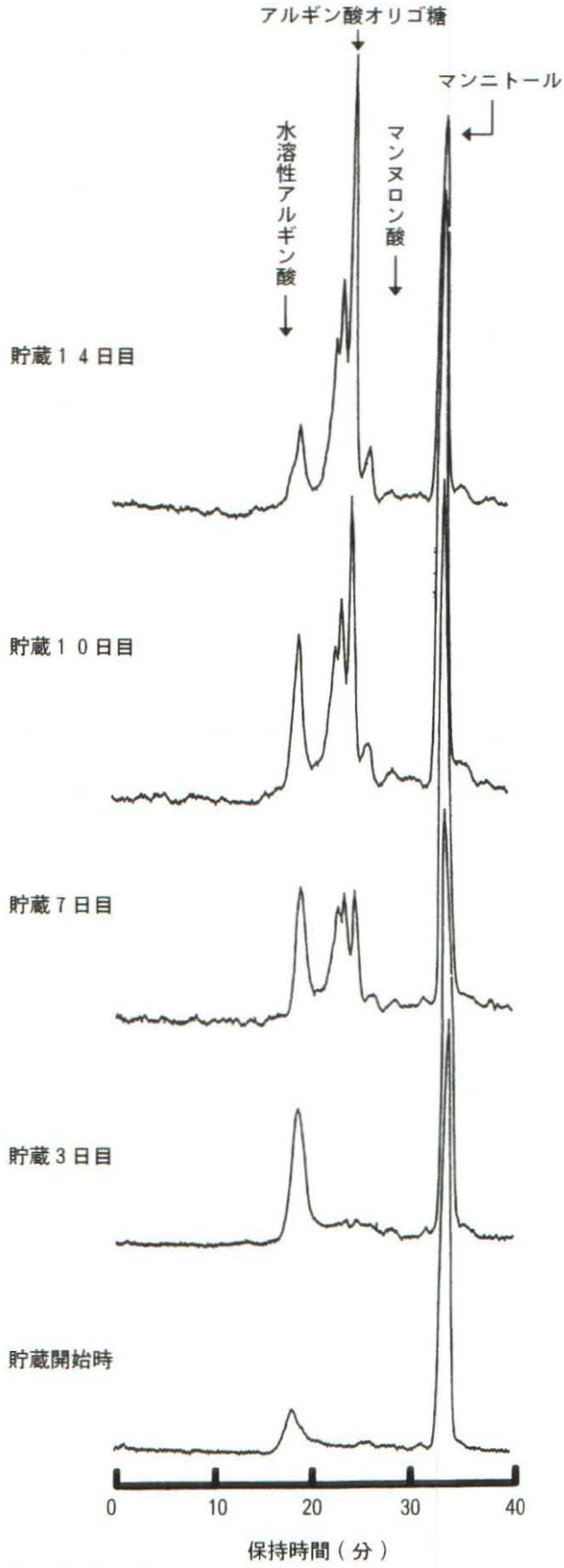


図７　アルギン酸の分子量分布のHPLCクロマトグラム

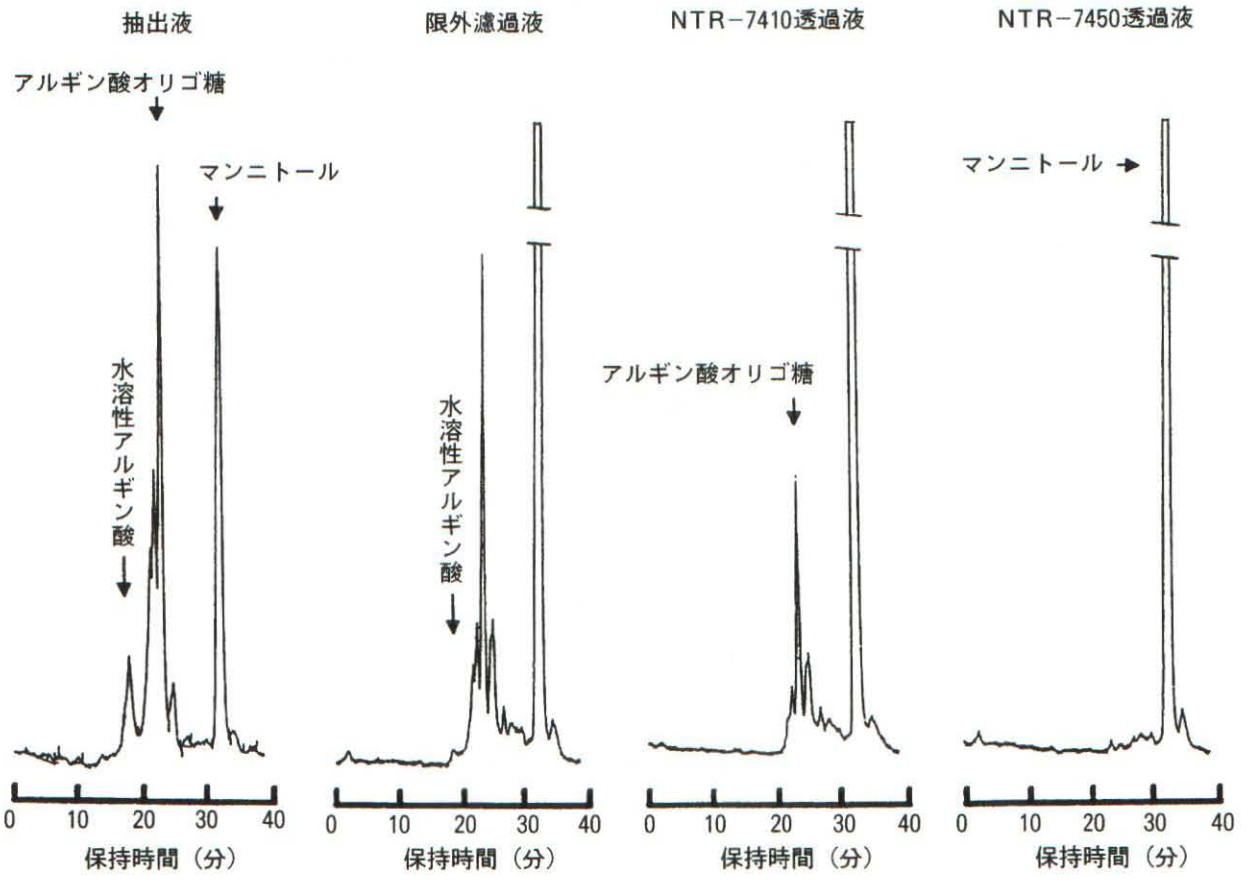


図8　各処理液における糖類のHPLCクロマトグラム

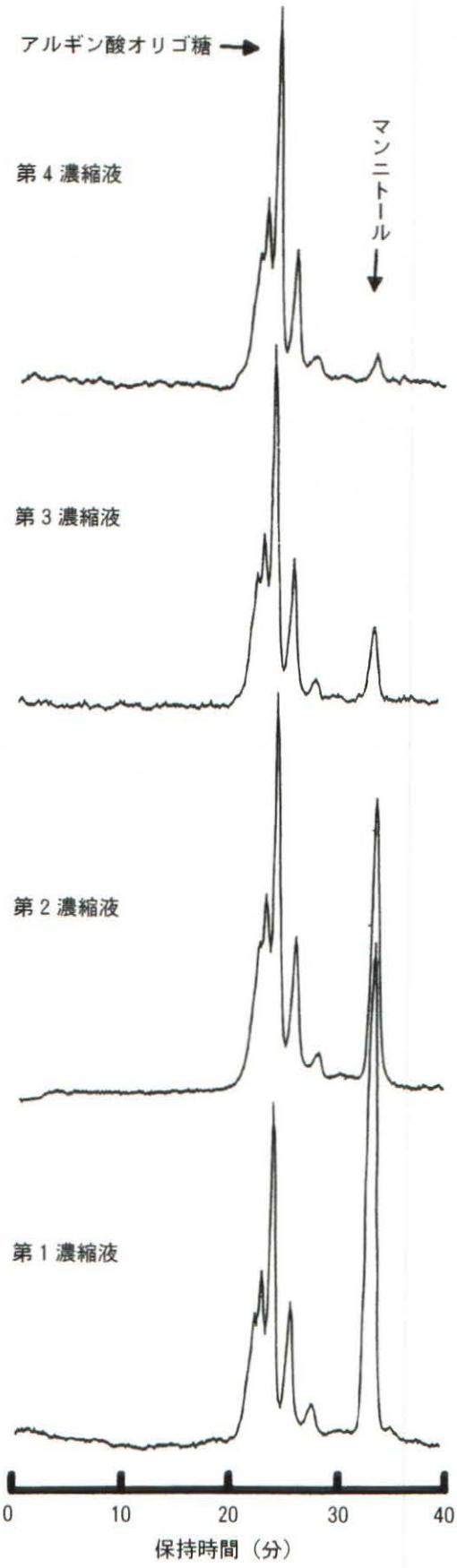


図 9　各濃縮液における糖類のHPLCクロマトグラム

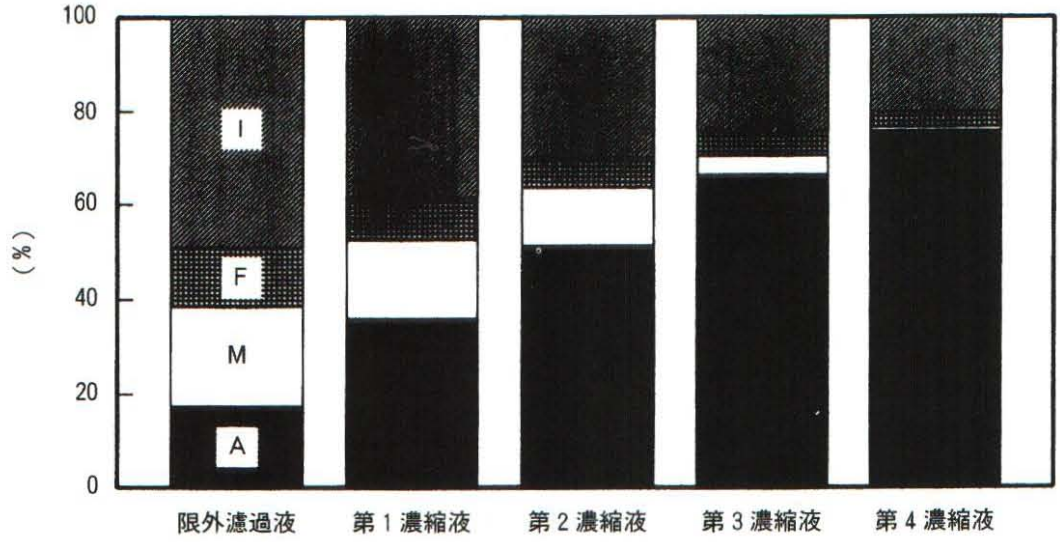


図10　各濃縮液におけるアルギン酸オリゴ糖の精製割合の変化

■ A：アルギン酸オリゴ　□ M：マンニトール

▦ F：遊離アミノ酸　▨ I：無機塩類

北水試研報　47, 139－142(1995)
Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.

小樽堆周辺海域におけるホッコクアカエビの産卵期の分布（短報）

前田圭司*，西内修一*

Distribution of pink shrimp, *Pandalus eous* around Otaru Bank in the spawning season

Keiji MAEDA*and Shuichi NISHIUCHI*

はじめに

ホッコクアカエビ *Pandalus eous* Makarov は，北海道の沿岸漁業を支える重要な資源であり，日本海北部海域においては武蔵堆および小樽堆周辺海域が主要漁場となっている[1]。近年，資源管理型漁業の推進を目的とした事業が全国的に展開され，北海道においても漁具の規制や保護区域の設定などの資源管理対策が行われてきた。

本種は発育段階によって分布深度が異なることが知られている[2)3)]。したがって，発育段階別の分布や移動を明らかにすることができれば，特定の発育段階のものを選択的に漁獲あるいは保護することも可能となり，それによって資源の有効利用を図ることができる。本研究では，小樽堆周辺海域における産卵期のホッコクアカエビの分布について若干の知見を得たので報告する。

材料と方法

産卵期のホッコクアカエビの分布特性を明らかにすることを目的として，1993年４月20～22日および５月10～14日に，日本海北部の小樽堆周辺海域において，ホッコクアカエビの分布調査を実施した。小樽堆周辺の水深171mから510mにかけての海域に，A～Hの８漁獲調査点を設けて（Fig. 1），中央水産試験場所属の試験調査船おやしお丸（178ｔ）によって，えびかごによる漁獲調査およびCTDによる海洋観測調査を実施した。４月は悪天候のため，A，C，D，F点の４調査点でのみ調査を行った。調査点Fは漁獲位置が４月と５月の調査で異なるため，それぞれをF１およびF２で示した。

漁獲調査は，幹綱に10m間隔で取り付けた50個のえびかごを，海中に２日間設置して行った。調査に使用したえびかごは円錐台形型であり，下面の直径が76cmで，上面には開口部の直径が19cmの落とし口が取り付けられている。かごの網目は10節（結節から結節までの長さ17mm）で，掛け目数（かごを水平方向に一周する網目の数）は100である。餌料には１かご当たり２尾の冷凍スケトウダラを用いた。

各調査点の漁獲物について，船上で漁獲重量を秤量し，200個体を上限に無作為に標本を抽出した。得られた標本は船上で凍結して研究室に持ち帰り，解凍後，体重を測定した。さらに，性，成熟度，外卵の有無および卵の発生段階から，各個体を“雄”，“性転換”，“産卵前の成熟非抱卵雌”，“産卵後の抱卵雌”，“ふ化前の抱卵雌”および“ふ化後の未成熟非抱卵雌”の６つの発育段階に分類した。性の判定は倉田[4]に従って，第１腹肢の内肢の形態から行った。全体の採集個体数は発育段階別の平均体重と漁獲重量から推定した。

結　　果

漁獲調査

漁獲調査の結果，雄，産卵前の成熟非抱卵雌，産卵後の抱卵雌およびふ化後の未成熟非抱卵雌が採集された。しかし，性転換およびふ化前の抱卵雌は採集されなかった。発育段階別に分布の特徴をみるために，採集された

報文番号　A255（1995年９月11日受理）

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

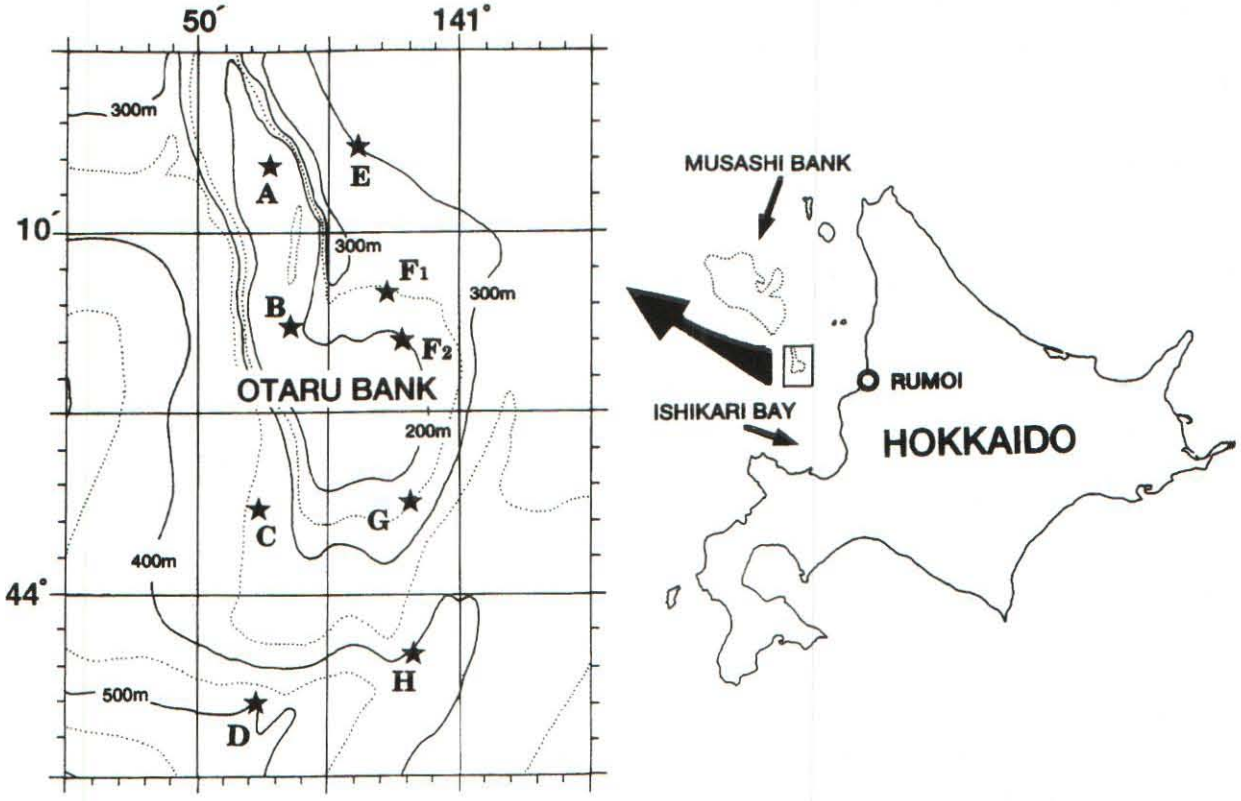


Fig.1. Map of the area surveyed and sampling stations for pink shrimp.
(F1:April, F2:May)

4つの発育段階について，50かご当たりの採集個体数と水深の関係を調べた（Fig. 2）。

雄個体は4月および5月の調査を通じて，水深350m付近（C地点）において分布密度が高く，4月では水深500m付近にも分布密度がやや高い調査点がみられた。

産卵前の成熟非抱卵雌個体は，4月には水深350m付近（C地点）で分布密度が高く，その他の水深帯での採集個体数は0～6個体と極めて少なかった。5月には水深253～421mで採集された。しかし，各調査点での採集個体数は1～19個体と少なく，4月に分布密度が高かった水深350m付近では1個体も採集されなかった。

産卵後の抱卵雌個体の分布には，水深が増すにつれて，50かご当たりの採集個体数が増加する傾向が認められ，4月，5月ともに，最深部の500m付近（D地点）に高密度に分布していた。

ふ化後の未成熟非抱卵雌個体は，水深300m付近から500m付近まで広く分布していたが，分布のピークは水深400m付近に見られた。

海洋観測調査

漁獲調査地点における海底付近の水温は0. 43～5. 54℃で，塩分は33. 05～33. 07PSU であった。ホッコクアカエビは底層水温が3℃以上の漁場ではほとんど漁獲されず，1℃以下の漁場で分布密度が高かった。

考　　察

交尾が行われる水深帯を検討するため，雄個体と産卵前の成熟非抱卵雌個体の分布を見ると，4月においては，両者ともに水深350m付近で分布密度が高く，特に産卵前の成熟非抱卵雌個体はその他の水深帯にはほとんど出現していない。一方，産卵を終えた抱卵雌個体は，雄および産卵前の雌より明らかに深い水深帯に分布しており，水深が増すにつれて分布密度が高くなる傾向が明らかに認められた。さらに，漁場水深と産卵率（抱卵雌の個体数／（産卵前の成熟非抱卵雌の個体数＋抱卵雌の個体数））の関係を調べると，4月においては水深が増すにつれて産卵率が高くなっていた（Fig. 3）。産卵後の抱卵雌が産卵前の非抱卵雌より深い水深帯に多く分布する原因としては，次の2つの場合が考えられる。

第1は産卵時期が水深によって異なることに起因するものである。この場合，もともと産卵前の雌個体自体が深い水深帯に多く，さらに深い水深帯ほど産卵が早く行われるため，産卵期の後半においては深い水深帯ほど抱

卵雌が多くなる。第2は交尾，産卵後の移動によるもので，交尾あるいは産卵後に，抱卵個体が水深400～500mの海域へ移動している場合である。いずれにせよ，産卵期の直前もしくは産卵期の初期における非抱卵雌の分布水深が原因を解明する上で重要になる。

依田[5]は産卵群を「卵巣の完熟状態から未発眼抱卵個体」と定義し，産卵前と産卵後の雌を区分していないが，3月中旬～下旬には小樽堆から武蔵堆西沖の水深300～340mに産卵群の分布の中心がみられると報告している。日本海北部におけるホッコクアカエビの産卵期は，武蔵堆で4月[6]，留萌沖で4月中旬～5月中旬[5]と推定されていることから，依田[5]が産卵群としたものの多くは，産卵前の非産卵雌個体であったと推察される。したがって，産卵前の非抱卵雌は3月には350mよりも浅い水深帯に分布すると考えられる。このことから，交尾と産卵は水深350m付近で行われ，産卵後，抱卵した雌個体が500m前後の水深帯へ移動するとした後者の仮説を著者らは支持する。

石川県加賀海域では産卵水深は500m前後にあり，抱卵雌個体は分布域を一旦水深600m前後に移動し，秋ころから幼生をふ化させるために徐々に水深の浅い方に移動すると推定されている[3]。本研究の結果は，産卵水深では加賀海域のそれより約150m浅いものの，産卵後，一旦深みへ移動する点では貞方[3]の結果と一致する。

産卵期以降，抱卵雌個体が高密度に分布する水深帯については，石狩湾では8月下旬から9月下旬が水深545mから600m前後[7)8)9)]で，10月が500m前後[10)]で，留萌沖では幼生のふ化が行われる1～3月には210～290m[5]と報告されている。本研究における4～5月の抱卵雌群の分布水深は500m付近であり，8月下旬から10月までのそれと大きな差は認められない。今後は，産卵期以降の6～8月における抱卵雌群の分布を明らかにするとともに，抱卵雌群の浅海域への移動が，どの時期から始まるのか調査する必要がある。

文　献

1）依田　孝：留萌沖のエビ漁業とその資源　第1報　漁業の現状について．北水試月報．32(3)，1－15(1975)

2）日本海ホッコクアカエビ研究チーム：ホッコクアカエビの生態と資源管理に関する研究．特定研究開発促事業　地域性重要水産資源管理技術開発総合研究　中間報告書．水産庁，1989，91p

3）貞方　勉：日本海中部海域におけるホッコクアカエビの生態と資源について．日本海ブロック試験研究集録．22，11－38（1991）

4）倉田　博：増毛沖におけるホッコクアカエビの生態．北水試月報．14(4)，162－171（1957）

5）依田　孝：留萌沖のエビ漁業とその資源　第2報　ホッコクアカエビの生活に関する二三の知見．北水試月報．41，119－132（1984）

6）中明幸広：武蔵堆周辺海域におけるホッコクアカエビの生殖周期と成長．北水試研報．37(16)，5－16（1991）

7）三橋正基：エビ類．昭和61年度　北海道立中央水産試験場事業報告書．12－16（1987）

8）三橋正基：エビ類．昭和62年度　北海道立中央水産試験場事業報告書．11－15（1988）

9）三橋正基：エビ類．昭和63年度　北海道立中央水産試験場事業報告書．9－12（1989）

10）小島伊織，依田　孝，上野達治：石狩湾沖のエビの漁場と生態．北水試報．11，30－40（1969）

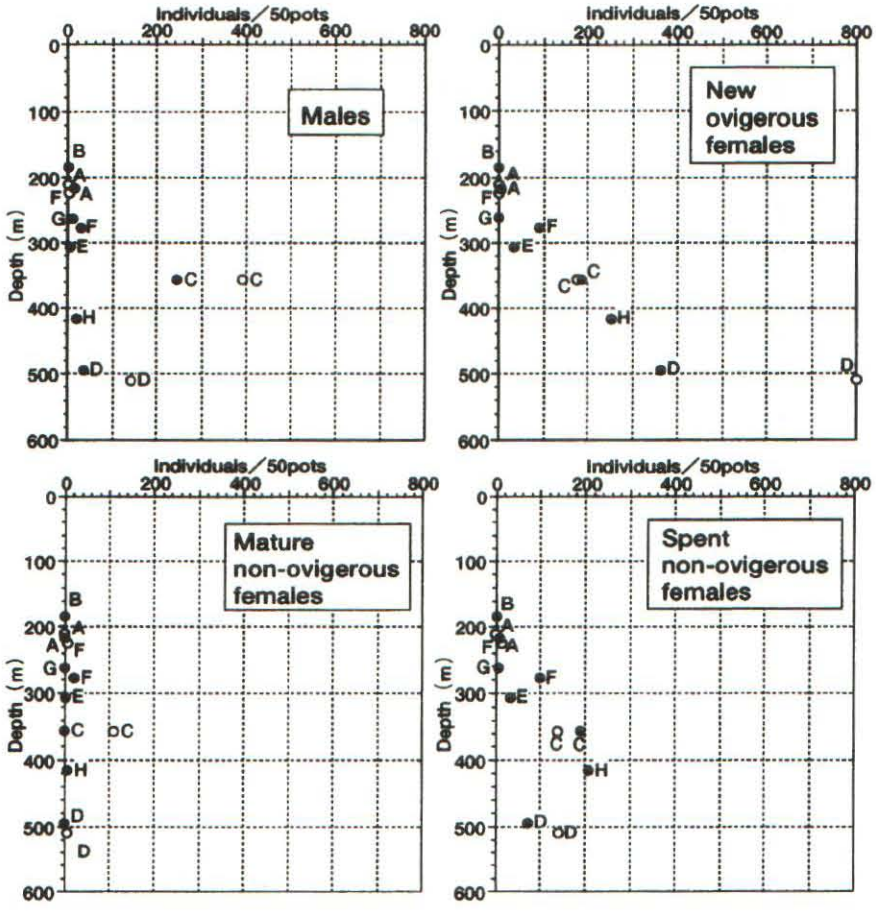


Fig.2. Distribution of pink shrimp in April (open circle) and May (solid circle)

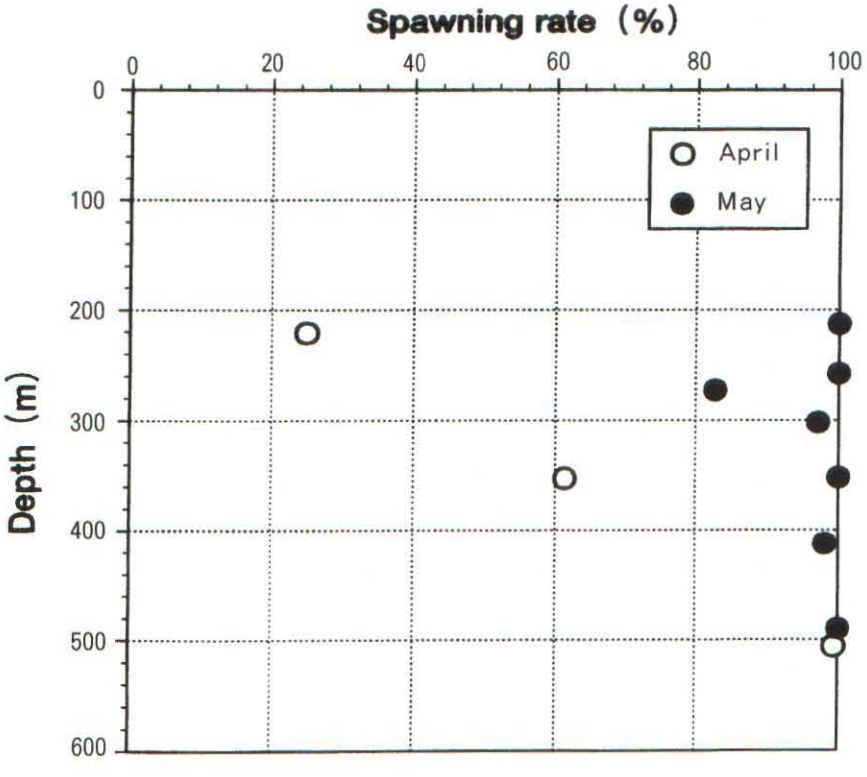


Fig.3. Relationship between spawning rate and collecting depth.

試　験　研　究　業　績

＜外部刊行物への発表　平成６年度分＞

海　　洋

サハリン南西海岸における磯焼けの現状：八木宏樹(中央水試)，G.A.KANTAKOV(SakhTINRO)，吉田武司(北商)，O.N.SHEPELEVA(SakhTINRO)　日本水産学会北海道支部例会講演要旨集　20　1994

北海道西岸のオキアミ漁業：小鳥守之（中央水試）月刊海洋　26(4) 248－250 1994

北海道周辺海域プランクトン定期調査結果の概要：小鳥守之・平野和夫（中央水試）　東北ブロックプランクトン調査研究協議会報告（東北水研）　1　2－7　1994

Seasonal Variations in the abundance and composition of Chaetognatha in the epipelagic layer off eastern Hokkaido,April,1992 to February 1993 :小鳥守之（中央水試） North Pasific Marine Science Organization (PICES) Third Annual Meeting Abstracts, 24−25 1994

資源管理

ヤリイカの生態と資源動向：中田　淳（中央水試）北海道水産土木協会会報　57　6－9　1994

ホッコクアカエビの生態と資源について：前田圭司（中央水試）北海道水産土木協会会報　55　4－6　1994

Burrow of a stomatopod crustacean Orastosquilla oratoria (De Haan, 1844) in Ishikari Bay, Japan：浜野龍夫（水産大学校），鳥澤　雅（網走水試），三橋正基（稚内水試），林　健一（水産大学校） Crustacean Research 35 5−11 1994

道東太平洋海域におけるカタクチイワシの分布：三原行雄（函館水試室蘭）日本水産学会北海道支部例会講演要旨集　3　1994

鵡川・沙流川沖合いで漁獲されたシシャモの体長・年齢組成：上田吉幸(函館水試室蘭)佐々木正義(原環センター)，渡辺安廣（中央水試）日本水産学会北海道支部例会講演要旨集　4　1994

人工礁を用いたマダラ資源の保護と増大：吉田英雄（中央水試）北海道水産土木協会会報　58　4－5　1995

道東太平洋沿岸に分布するスケトウダラ０歳魚の大きさ：三宅博哉（稚内水試）日本水産学会北海道支部例会講演要旨集　2　1994

礼文島周辺海域において観察されたホッケの卵保護行動：金田友紀，高柳志朗（稚内水試）日本水産学会北海道支部例会講演要旨集　10　1994

北海道におけるヒラメ栽培漁業の基礎知識：富永　修(中央水試；現　福井県立大学)育てる漁業　252　2−12　1994

噴火湾およびその沖合におけるアカガレイの食物組成とメガロベントスの分布：横山信一（網走水試），前田辰昭，中谷敏邦（北大水）　日本水産学会誌　60(6)　719－726　1994

Feeding Habits of Red Flounder (Hippoglossoides dubius) in Funka Bay and Its Offshore Waters, Hokkaido, Japan: 横山信一（網走水試）Abstract of International Symposium on North Pacific Flatfish 19　1994

道北日本海海域におけるマガレイ幼稚魚の分布：渡野邊雅道（稚内水試），前田圭司（中央水試）日本水産学会北海道支部例会講演要旨集　1　1994

クロガシラガレイに対するカレイ刺し網の網目選択性：横山信一（網走水試）平成6年度日本水産学会春季大会講演要旨集　8　1994

ロシアの水産研究　61　サハリン・千島海域の水産資源－カニ類について－：高　昭宏　訳（釧路水試）水産の研究　13(3)　81－84　1994

ロシアの水産研究　62　ベーリング海のスケトウダラ分布の季節変化：高　昭宏　訳（釧路水試）水産の研究　13(4)　90－93　1994

ロシアの水産研究　63　サハリン・千島海域の水産資源－エビ類について－：高　昭宏　訳（釧路水試）水産の研究　13(5)　86－88　1994

ロシアの水産研究　64　太平洋南部外洋水域におけるチリマアジ：高　昭宏　抄訳（釧路水試）水産の研究　13(6)　73－76　1994

ロシアの水産研究　65　オホーツク海および千島列島海域のイカ類資源：高　昭宏　抄訳（釧路水試）水産の研究　14(1)　48－50　1995

ロシアの水産研究　66　オホーツク海および千島列島の大陸斜面における魚類の資源と分布：高　昭宏　抄訳（釧路水試）水産の研究　14(2)　77－81　1995

Occurrence of the Scorpaenid Fish, Sebastes ciliatus, from the Pacific Coast of Hokkaido, Japan：篠原現人（北大水産学部），矢部　衛（北大水産学部），本間隆之（釧路水試）　Bull.Biogeogr. Soc. Japan 49(1)　61－64　1994

シャコの生態と資源について：西内修一（中央水試）北海道水産土木協会会報　56　4－5　1994

ケガニの性フェロモンと配偶行動：佐々木　潤（栽培センター）化学と生物　32(5)　322－325　1994

資源増殖

クロガシラガレイの人工受精卵放流における孵化仔魚数の推定：横山信一（網走水試），田中正幸（東京農大）第15回魚類系統研究会要旨集　1994

北海道東部沿岸のコンブ類：名畑進一（栽培センター）　日水誌　61(1)　101－102　1995

北海道後志沿岸における寄生貝クリイロヤドリニナの分布と出現状況：川井唯史，吾妻行雄（中央水試）栽培技研 23(1)　7－9　1994

北海道後志沿岸におけるクリイロヤドリニナのウニ類に対する寄生状況：川井唯史，吾妻行雄（中央水試）第8回日本ベントス学会要旨集　20　1994

アワビ人工種苗の活力と害敵駆除について：千川 裕（栽培センター）育てる漁業　262　2－7　1994

カムチャツカアワビとエゾアワビの遺伝的差異：池田　実(東北大)，千川　裕(栽培センター)，木島明博（東北大）水産育種　20　17－23　1994

ホタテガイの成長に関する一斉調査：宮園　章（網走水試）育てる漁業　254　2－11　1994

Some factors causing fluctuations in the collection of natural seed of the ezo giant scallop, Patinopecten yessoensis：丸　邦義（稚内水試）Proc. of the 9 th International Pectinid Workshop. Can. Tech. Rep. of Fish & Aquatic Sciences. 179－187　1994

北海道登別沖で卓越発生したウバガイ年級群の生息状況と成長：堀井貴司（函館水試室蘭），櫻井　泉（中央水試），村上　修（室蘭水指）　平成6年度日本水産学会春季大会講演要旨集　102　1994

浜中湾のウバガイ漁場環境に関する研究：吉田秀嗣（釧路水試），中村義治，田口　哲，飯泉　仁（北水研）日本水産工学会学術講演会論文集　133－136　1995

ホッキガイの初期生態に与える海岸環境の影響に関する研究：中村義治，田口　哲（北水研），城野草平（栽培センター）　海岸工学論文集　41　1994

北海道野付湾におけるアサリ増殖場の資源管理：中川義彦（釧路水試）水産工学　31(2)　127－132　1994

底棲性フクロエビ類の生物生産：北海道沿岸における生殖年周期と生活史：宇田川　徹（北水研），城野草平（栽培センター）・吉田秀嗣（釧路水試），町口裕二（北水研）　日本水産学会北海道支部例会講演要旨集　11　1994

短尾類の種群による精包の形態変異：古板博文（養殖研），帝釈　元（鳥羽水族館），佐々木　潤（栽培センター），小西光一（養殖研）　動物分類学会講演要旨集　平成6年4月2日～3日　土浦市　1994

北海道における磯焼けの現況と対策：吾妻行雄（中央水試）　地球環境シンポジウム　磯焼けの現況と課題　株式会社エコニクス　31－47　1995

ウニ摂食圧排除による藻場造成：吾妻行雄（中央水試）　平成7年度日本水産工学会　学術講演会講演論文集　春季シンポジウム講演要旨集　162－163　1995

北海道南西部沿岸に大量に出現したバフンウニについて：吾妻行雄，中多章文（中央水試），中尾博巳（函館水試），河村治夫（渡島中部水指）　平成6年度日本水産学会春季大会講演要旨集　123　1994

北海道津軽海峡沿岸におけるキタムラサキウニ個体群の変動とその要因：吾妻行雄（中央水試）　水産増殖　42(2)　207－213　1994

水槽飼育によるクロソイの成長と出産：草刈宗晴（稚内水試），森　泰雄（釧路水試）日本水産学会北海道支部例会講演要旨集　7　1994

マツカワの神経壊死症：石間正浩，吉水　守，絵面良男（北大水），西澤豊彦，室賀清邦（広島生物生産），渡邊研一（日栽協），川真田憲治（栽培センター）　平成6年度日本魚病学会春季大会講演要旨集　23p　1994

ヒラメとカレイの養殖最前線：川真田憲治（栽培センター）:平成6年度北海道大学水産学部公開講座－魚食文化と健康を支える－栽培漁業への招待　63－70　1994

News 北東西南　北海道立栽培漁業総合センター：城野草平（栽培センター）さいばい　71　38　1994

稚マナマコ（Stichopus japonicus）腸の発達と消化酵素（ペプチターゼとリバーゼ）の組織化学的発現：清水幹博，三上育子（北大水），高橋和寛（網走水試）　北大水産彙報　45(1)　1－8　1994

ホタテガイの養殖技術の現状と問題点：水島敏博（道水産部）北日本漁業　22　1－12　1994

北海道の栽培漁業の現状：水島敏博（道水産部）水産海洋研究　59(1)　37－42　1995

北海道苫小牧におけるバカガイ漁獲対象群の年級群構造と減耗について：櫻井　泉（中央水試），蔵田　護（網走水試），阿部英治（釧路水試）第8回日本ベントス学会要旨集　43　1994

北海道苫小牧におけるバカガイ若齢個体群の分布と減耗：櫻井　泉(中央水試)日本水産学会誌　60(5) 585－591 1994

Decrease in total proteins and increase in Calcium in the Spotted gonad of the sea urchin Strongylocentrotus intermedius：清水幹博（北大水），櫻井　泉（中央水試）Fisheries Science　60(6)　781－783　1994

加工・利用

ギンナンソウの有効利用試験：船岡輝幸，成田正直（釧路水試）食品加工関係試験研究機関合同成果発表会講演要旨集　平成6年度　29－30　1994

天然こんぶと養殖こんぶの品質比較試験：菅原　玲，佐々木政則（稚内水試）食品加工関係試験研究機関合同成果発表会講演要旨集　33－34　1994

膜分離技術による未利用海藻からのアルギン酸オリゴ糖の生産：蛯谷幸司，大堀忠志，高橋玄夫（釧路水試），絵面良男（北大水）　日本水産学会北海道支部例会講演要旨集　27　1994

未利用海藻からのアルギン酸オリゴ糖の生産について：蛯谷幸司，大堀忠志，高橋玄夫（釧路水試），絵面良男（北大水）　食品加工関係試験研究機関合同成果発表会講演要旨集　5－8　1994

ホタテ副産物のアワビ餌料への可能性：今村琢磨，麻生真悟（中央水試）日本水産学会北海道支部例会講演要旨集　24　1994

アメリカオオアカイカ利用加工技術開発試験：辻　浩司，信田茂春（函館水試）平成5年度水産加工新原料開発事業報告書　1994

水カスベの有効利用試験：菅原　玲，中島一也，佐々木政則（稚内水試）平成6年度水産利用加工研究推進全国会議資料　13－16　1994

調味液漬け魚卵製品の保蔵性における調味液の影響：河野陽子，阪本正博，高橋玄夫（釧路水試）平成6年度水産利用加工研究推進全国会議資料　117－120　1994

釧路沿岸で漁獲されるサケ筋肉の自己消化：錦織孝史，高橋玄夫（釧路水試）水産ねり製品技術研究会誌　20(9)　394－400　1995

超高圧処理装置を用いた鮭ハムの製造：木村　稔，金子博実（網走水試紋別）食品加工関係試験研究機関合同成果発表会講演要旨集　31－32　1994

ブナザケ・ブナマスの酵素抑制技術及び脱色技術の開発：高橋玄夫，錦織孝史，橋本健司（釧路水試）平成5年度水産加工新原料開発事業報告書　1994

エクストルージョン処理によるサケフレークの製造：北川雅彦，福士暁彦，大石岩樹（釧路水試）平成6年度水産利用加工研究推進全国会議資料　71－74　1994

キアンコウの成分組成と冷凍保蔵中の変化：加藤健仁（中央水試）食品加工関係試験研究機関合同成果発表会講演要旨集　27－28　1994

エクストルージョン処理による混合魚肉と脂質の組織化：北川雅彦，福士暁彦，大石岩樹，船岡輝幸，木田健治（釧路水試）平成5年度水産物健康性機能有効利用開発研究の成果の概要　27－40　1995

水産加工と膜分離技術：大堀忠志（釧路水試）食品と開発　29(10)　20－22　1994

NOUVEAUX PROCEDES DE TEXTURATION PROTEIQUE PAR CUISSON－EXTRUSION A TENEUR ELEVEE EN EAU：J. C. CHEFTEL (Universite de Montpellier；モンペリエ第2大学), M. KITAGAWA（北川雅彦（釧路水試)), C. QUEGUINER (Universite de Montpellier;モンペリエ第2大学)　LA CUISSON－EXTRUSION，45－84　1994, TECHNIQUE & DOCUMENTATION－LAVOISIER PARIS, FRANCE

水産工学

ウニの摂餌行動におよぼす物理環境要因について：谷野賢二，明田定満，佐藤　仁（開土研）　松山恵二（水産部），吾妻行雄，中多章文（中央水試）　テクノオーシャン94　国際シンポジウム論文集　1巻　195－198　1994

波浪による二枚貝の移動予測モデルの妥当性と移動機構に関する研究：桑原久実（網走水試），日向野純也（水工研），中村義治（北水研），三村信男（茨城大）　土木学会　海岸工学論文集　41　376－380　1994

On－offshore movement model of bivalves by waves.：H.Kuwahara（桑原久実（網走水試)), J. Higano (National Research Institute of Fisheries Engineering), 24th International Conference on Coastal Engineering (ICCE '94) in Kobe, Japan Volume 3 3086－3098　1994

波浪によるウバガイ及び模型稚貝の移動に関する実験的研究：桑原久実（網走水試），日向野純也（水工研），中村義治（北水研），三村信男（茨城大），佐藤孝次（東亜建設）　平成6年度日本水産工学会学術講演会講演論文集　55－56　1994

ホッキガイの潜砂行動に及ぼす水温，塩分および底質の影響について：櫻井　泉，瀬戸雅文（中央水試）平成７年度日本水産工学会学術講演会講演論文集　131－132　1995

ラセン繊條ポーラス材構造物の水理実験における相似律：召　仙玉，糸洌長敬，橋本　剛（東水大），瀬戸雅文（中央水試），大竹臣哉，中村　充（福井県立大）　土木学会　海岸工学論文集　41　826－830　1994

北海道立水産試験場研究報告
編集・発行方針

1．趣旨

水産技術，研究の向上を図り水産業の発展に資するため，北海道立水産試験場研究報告を発行する。

2．誌名

和名　北海道立水産試験場研究報告
（略称　「北水試研報」）

英名　Scientific Reports of Hokkaido Fisheries Experimental Station
（略称, Sci.Rep.Hokkaido Fish.Exp.Stn.）

3．発行

(1) 発行は，北海道立中央水産試験場（以下,「中央水試」という）が行う。

(2) 発行回数は，原則として年２回以上とする。

(3) 北海道立水産試験場図書出版委員長会議（以下,「図書出版委員長会議」という）が，特定の時期に，特定の主題に即した論文等を集め，これを整理統合することが適当と認めた場合は，特別号を発行することができる。

特別号は，北水試研報の誌名の下に，特別号である旨を付記し，北水試研報と一連の号数を与える。

4．編集

4．1　報文の内容

北水試研報の報文の内容を次のように分類する。

ア　原著論文：水産業の発展に資する研究成果としての論文で未発表のもの。

イ　短　　報：論文としてまとめ得ないが，新しい事実や価値あるデータを含む研究速報。

ウ　総　　説：水産業の発展に資するため，特定の題目について最近までの研究情勢の紹介を記載したもの。ただし，中央水試図書出版委員会が寄稿を依頼したものとする。

4．2　報文の登載順序

報文の登載順序は，総説，原著論文，短報の順とし，同一分類の報文は，次の順序とする。

ア　海洋系統
イ　資源管理系統
ウ　資源増殖系統
エ　加工・利用系統
オ　水産工学系統
カ　その他

登載原稿が同一の系統の場合は日本十進分類法の順とする。

4．3　報文の審査及び編集

報文の審査及び編集は，中央水試図書出版委員会が行う。

なお，総説の審査，特別号の編集などに当たり，図書出版委員長会議が必要と認めた場合は，中央水試図書出版委員会の下に特別編集委員会をおくことができる。

特別編集委員会は，都度組織し，配付終了と同時に解散する。

5．体裁

別に定める「北海道立水産試験場研究報告の体裁」による。

6．投稿

別に定める投稿規程による。

7．配付先

(1) 国公立試験研究機関，大学，海外相当機関，行政機関及び水産関係団体などの配付先とし，交換を原則とする。

(2) 民間団体等の機関及び個人については，必要に応じて別刷りを執筆者が配付する。

8．事務局

編集・発行に係る事務局は，中央水試企画情報室におく。

付．この方針は，平成４年３月９日から実施する。
北海道立水産試験場報告・北水試月報の編集・発行要領（昭和55年１月１日）は廃止する。

平成７年５月22日一部改訂

北海道立水産試験場研究報告の体裁

（編集・発行方針　5．関係）

1　版型　　A４判　２段組み

2　活字　　本文９ポイント

3　用紙　　写真入りページ：光沢コート紙を基本とする。
文字，図表ページ：つや消しアート紙を基本とする。

4　表紙　　略称，誌名，号，発行機関，発行地，発行年月（各々和英併記）及び識別記号を記載する。

5　表紙２　次のとおり記載すると共に，各研究機関名及び住所を和文及び英文で記載する。
「北海道立水産試験場は，次の機関をもって構成されており，北海道立水産試験場研究報告は，これらの機関における研究業績を登載したものである。」

6　背表紙　誌名，号及び発行年月を和文で，略誌名，号，発行月及び発行年を英文で記載する。

7　目次　　和文及び英文とする。それぞれの目次は１頁に納まる場合は改丁裏白とし，誌名，号，目次（報文の標題，著者名，初頁－終頁）及び発行年月を記載する。

8　各報文

8．1　第１頁
第１頁は，奇数頁から始まるよう改丁し，標題，著者名（和文の場合は各々和英併記）及び英文による抄録，キーワードを掲載した後，本文を掲載する。
柱には，略誌（和英併記），号，初頁－終頁及び発行年を記載する。
脚注には，報文の受理年月日及び著者の所属機関等を記載する。

8．2　各報文の第２頁以降
偶数頁の柱には頁及び著者名を，奇数頁の柱には頁及び標題を記載する。ただし，著者名又は標題が30字を超える場合には，その簡略形を記載する。

9　和文要旨
号末に一括掲載する。
１頁を縦横各２分割（計４分割）し，報文の掲載順に左上，左下，右上，右下の順に登載する。
記載する書誌事項は次のとおり。
標題（英文の場合は，その旨を付記），著者名，和文要旨，報文番号，略誌名，号，掲載頁，発行年

10　奥付　　和文誌名，号，発行年月日，編集兼発行者，住所，電話番号，ファクシミリ番号を記載する。

11　その他

11．1　試験研究業績の掲載
前年度４月から当該年度３月までに，外部刊行物（学術雑誌と見なされるものに限る）に発表された，北水試職員の著作物に係る書誌事項を掲載する。

11．2　総目次，索引
総目次はおおむね10号ごとに，索引はおおむね30号ごとに作成する。

北海道立水産試験場研究報告
投稿規程

（北海道立水産試験場研究報告編集・発行方針　6．関係）

1．投稿者の資格

投稿者の資格は，次のとおりとする。

(1) 北海道立水産試験場及び北海道立栽培漁業総合センター（以下,「北水試」という）の職員。共著の場合，北水試の職員以外の者を含むことは差し支えないが，筆頭者は北水試職員でなければならない。

(2) (1)以外の者で,中央水産試験場(以下,「中央水試」という）図書出版委員会が寄稿を依頼した者。

2．報文の種類及び内容

2．1　報文の種類

(1) 原著論文：水産業の発展に資する研究成果としての論文で未発表のもの。

(2) 短　　報：論文としてまとめ得ないが，新しい事実や価値あるデータを含む研究速報。

(3) 総　　説：水産業の発展に資するため，特定の題目についての最近までの研究情勢の紹介を記載したもの。ただし，中央水試図書出版委員会が寄稿を依頼したものとする。

2．2　使用言語

日本語又は英語とする。

英文について，中央水試図書出版委員会が必要と認めた場合は，英文校閲者に送付して校閲を受ける。修正の勧告を受けた場合は，原稿を一旦著者に返却するので著者は内容を検討し，修正した後，再提出する。

2．3　報文の長さ

短報は，原則として本文刷り上がり2ページ（図，表の占める面積も含め，4,400字）以内とする。

3．原稿の提出方法及び提出物

3．1　北水試職員の場合

原稿は，所属部長を経て著者が所属する北水試の出版委員会に提出する。

提出された原稿は，出版委員会で協議をし，所属場長の承認を得て委員長名で中央水試図書出版委員長に提出する。

なお，中央水試職員の原稿については，所属部長を経て中央水試図書出版委員長に提出する。

3．2　北水試職員以外の者の場合

原稿は，中央水試図書出版委員長に提出する。

3．3　提出物

原稿提出の際には必要事項を記載した投稿票（別記第1号様式）を添付する。

ワープロ原稿で提出する場合は，印字出力原稿とともに，テキストファイル形式で保存したフロッピーディスクも提出する。

4．登載の可否の決定方法

中央水試図書出版委員長に提出された原稿は，中央水試図書出版委員会による審査校閲を経て登載の可否を決定する。ただし，特別号への投稿論文，総説等については，あらかじめ特別編集委員会の審査・校閲を経ることがある。

5．原稿の受理年月日及び報文番号

原稿の受理年月日は，登載決定年月日とする。

登載が決定した報文には，報文番号を付す。

6．原稿の書き方

6．1　原稿用紙又はタイプ用紙の指定

(1) 和文原稿は，Ａ4判横書き400字詰め原稿用紙を使用する。(鉛筆書きは不可。)

句読点は「,」「。」を使う（科学技術情報流通技術基準 SIST 08　6.4.2　区切り符号）

「,」,「。」などは1画をあたえ改行の場合は書き出しを1行あける。

ただし，ワードプロセッサーの原稿はＡ4判の用紙に35字×20行（全角文字）を使用し，上下左右の余白を30㎜程度とる。

(2) 英文原稿はＡ4判上質紙に12ピッチ2段送りでタイプし，上下左右の余白を30㎜程度とる。

ただし，ワードプロセッサーの原稿は，70字×20行（半角文字）となるようにする。

なお，行の終わりで語のつづりを切らない。

6．2　用字，用語及び表記の方法

(1) かなづかいは，内閣告示「現代かなづかい」，送り仮名は，内閣告示「送り仮名の付け方」に従い，できるだけ常用漢字を用い，かい書で簡潔平易に記載すること。

(2) 動植物学名は，イタリック(sub sp.，var.，form などの文字はイタリックにしない)，命名

者名は首字をキャピタル，首字以外はスモールキャピタルとし，原語のまま書く。

(3) 動植物名の和名はカタカナ，外国の地名，化学名，その他特殊な語は慣例に従って，漢字またはカタカナで書く。

(4) 活字の指定は，次の記号を用いて原稿中の必要な箇所に朱書する。
ただし，ワープロ原稿の場合，印字した原稿が指定のフォント（字体）で記載されていれば，朱書きを省略してもよい。

キャピタル ═══　スモールキャピタル ═══

イタリック ———　ボールド(ゴシック) ～～～

6．3　報文の第1ページ目の形式

(1) 和文の報文の第1ページ目の形式は，別記第2号様式の1とする。

(2) 英文の報文の第1ページ目の形式は，別記第2号様式の2とする。

6．4　英語による抄録（Abstract）の添付

原著論文及び総説には，英文で200語程度（A4判用紙に2段送りで1枚以内）にまとめた抄録を別に添付する。図表及び文献などの引用はしない。なお，英文は十分な添削を経ること。

6．5　日本語による要旨等の添付

6．5．1　報文には，標題，著者名を含め300字以内にまとめた日本語による要旨（別記第3号様式）を別に添付する。

6．5．2　報文の内容に関連の深い用語(キーワード)3～8単語を和文要旨の下に1行あけて記載する。

キーワードの一つには対象生物の種（又は属，科）名を入れる（和名又は英名）。

日本水産学会編集の「水産学文献検索資料」(1982),「同　増補版1」(1986),「同　増補版2」(1991)，及び総目次事項索引（1991より）を参考とし，文献検索に適した用語を選ぶよう配慮すること。

キーワードは基本的に，和文報文には日本語，英文報文には英語で記載する。なお，日・英併記しても良い。

6．6　報文の構成要素に関する記載上の注意事項

6．6．1　標題

(1) 標題は，簡潔に報文の内容を表すようにする。

(2) 継続報文の場合は，標題の後にローマ数字でシリーズ番号を「－Ⅱ」のように付し，別行に副題をつけるとともに，前報の所在を脚注に記載する。

(3) 英語の標題は，最初の語は首字のみキャピタル，その他固有名詞以外はスモールとする。

(4) 総説と短報については，標題の最後に（総説，Review),（短報，Short Paper）と記載する。

6．6．2　著者名

(1) 標題の下に記載する。

(2) 英語及びローマ字書きの著者名は，姓の全てと名の首字をキャピタル，他はスモールとする。

(3) 日本語，外国語を問わず，連名の時は「,」で区切り，最後の名前は「and」で連ねる。

(4) 共著者の数は必要最小限にとどめ，研究の協力者は共著者とせず，謝辞に記載する。

例：① 2名の場合

北　斗　　一　郎，大　空　　二　郎

Ichiro HOKUTO and Jiro OOZORA

② 3名の場合

北　斗　　一　郎，大　空　　二　郎，

大　雪　　三　郎

Ichiro HOKUTO, Jiro OOZORA

and Saburo DAISETU

6．6．3　所属機関名等

著者名の右肩にアスタリスクを付し，脚注に所属機関名等（所属機関名及び所在地の英語表記を付記）を名称を省略せず記載する。著者が2名以上の場合には，＊1＊2等のように適宜番号を付す。

6．6．4　本文の記載

(1) 原著論文は原則として，まえがき，材料及び方法，結果，考察，要約，謝辞及び文献の順とする。

(2) 見出しが必要な場合は，ポイントシステムを基本とし，次のように記載する。見出しの活字はボールド指定する。

例　第1章・・・・・・・・・・　1．○○○

第1章第2節・・・・・・・　1．2　○○○

第1章第2節第3項・・・・　1．2．3　○○○

6．7　図（写真を含む）・表

(1) 図・表及びこれらの説明文は，本文原稿中に書き入れず，またこれらのための空白を本文中に残さないようにし，挿入位置を本文の欄外に明示する。

(2) 図・表はできるだけA4判の用紙を用いて作成し，

それぞれ番号と著者名を裏に朱書しておく。

(3) 図・表の表題と説明文は英語又は日本語で記載する。番号はボールド指定で,「Table　1」,「表1」のように表の上に，また,「Fig. 1」,「図1」のように図及び写真の下に記載する。

(4) 図は印刷される大きさの1.5～2倍を目安とする。

(5) 図は製図用黒インク等で明りょうに描き，トレーシングペーパーに描いた原図は厚紙に貼付する。

(6) 文字の印刷が必要な場合は，原図に直接記入せず，透明な紙でおおった上に必要な文字を所定の位置に記入する。

(7) 写真は，鮮明なものを選び，台紙に貼付すること。なお，印刷は原則としてモノクロームとする。

なお，フルカラー印刷は中央水試図書出版委員会の承認があれば印刷可能とする。また，単色カラー印刷については，著者の希望により可能とする。ただし，出版委員会で明らかに不要と判断された場合は，その指示に従う。

(8) 必要に応じて，図（写真），表の縮小率（刷り上がりの大きさ）も明示する。

6．8　文献の書き方

(1) 文献は，一括して末尾の文献の項に集める。

(2) 本文に引用するときは，関連箇所に引用の順に"うわつき"で「．．佐野[1,2]」，又は「．．Clarke[3-5]」，「・・・と言われている[6]。」,「西川ら[7,8]は，」のように一連の引用番号をつける。

(3) 書誌要素の記述は，次の順序による。

① 逐次刊行物の場合（科学技術情報流通技術基準 SIST 02 5.1.1 参照）

引用番号）著者名：論文名．誌名（略号を用いる。欧文はイタリック）．巻（Vol.など付けず数字のみ，通号も同様とする。），号数（数字のみ，括弧に入れる。），初頁－終頁（pp．などの文字は書かない。）発行年（（　）書き）の順に記載する。

①例

1）若生允，小島伊織：オホーツク海南西域の海況について(2)．北水試報．1,1－12（1963）

2）Lauren,D.J. and Mcdonald,D.G.：Acclimation to copper by rainbowtrout. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44(3), 99－104（1987）

② 単行本1冊を引用する場合（SIST 02 5.2.1）

引用番号）著者名：書名．版表示（第○版）．出版地，出版者，出版年，総頁数の順に記載する。

②例

3）吉村信吉：湖沼学．増補版．東京，生産技術センター，1976，439p.

4）Clarke, G.L.：Elements of ecology. New York, John Wiley, 1954, 533p.

5）Moore,W.J.（藤代亮一訳）：物理化学（上）．第4版．東京化学同人，1972，482p．

③ 単行本の中の1章又は一部を引用する場合（SIST 02 5.2.2）

引用番号）著者名：“論文名（章の見出し）”．書名．版表示（第○版）．出版地，出版者，出版年，引用頁（初頁－終頁）．

③例

6）酒井昭：“7．凍結障害の機序　”．植物の耐凍性と寒冷適応．東京，学会出版センター，1982，155－184.

7）Round,F．E.：“7 Phytoplankton ”．The ecology of algae. Cambridge, Cambridge University Press, 1981, 246－259.

7．図・表などの他からの引用について

他の印刷物から図・表などを引用又は転載する場合，著作権に関する事項は著者が事前に解決しておかなければならない。なお，その出典を明記すること。

8．校正

(1) 校正は日本工業規格で定められた記号を用いて行う。なお，校正は印刷のミスを正すものであるから，文章や字句，字体，図表などを変更（差し替え），加減すること等は，原則認めない。

(2) 校正責任者

初校は，著者が行う。

9．別刷り

別刷りは，各論文ごとに50部を作成し，著者に配布する。著者が50部以上の別刷りを希望する場合は，あらかじめ中央水産試験場企画情報室情報課に申し出ること。

付　この規程は，平成4年3月9日から実施する。

平成7年5月22日一部改訂

別記第１号様式（投稿規程　３．３　関係）

投　稿　票

Ａ４判

投稿年月日

標　　題

著　　者　　名

原稿枚数

1	和文要旨	1枚（概算字数　　字）
2	英文Abstract	1枚（概算字数　　字）
3	本文	枚（概算枚数　　字）
4	表	枚（表1～表　）
5	図（写真を含む）	枚（図1～図　）

別刷り希望部数

基本別冊部数	５０部
著者（所属）負担分	部
計	部

標題が３０字以上になる場合の簡略形

別記第２号様式の２　（投稿規程　6．3（3）　関係）
（報文の第１ページ目の形式）

英文報文の場合

誌名　号，掲載頁　発行年
誌名の英表記

英　文　標　題　＊1

著者名のローマ字表記　＊2

抄録（英文Abstract）

Key　words

本　　文

Accepted：月日英表記，　年　．Contribution A　　from the Hokkaido Fisheries Experimental station.
（報文番号　A　　（　年　月　日受理））

＊1　標題の日本語表記
＊2　所属機関の英語表記．所属機関の所在地の英語表記
　　（著者名の日本語表記．所属機関の日本語表記）

注　所属機関は著者の現時点での所属機関となる。
（点線で囲まれた部分は印刷時に記載される事項。）

別記第２号様式の１　（投稿規程　6．3（2）　関係）
（報文の第１ページ目の形式）

和文報文の場合

誌名　号，掲載頁　発行年
誌名の英表記

和　文　標　題

著者名の日本語表記　＊

英　文　標　題

著者名のローマ字表記　＊

抄録（英文Abstract）

キーワード

本　　文

報文番号　A　　（　年　月　日受理）

＊　所属機関の日本語表記（所属機関の英語表記．所属機関の所在地の英語表記）

注　所属機関は著者の現時点での所属機関となる。
（点線で囲まれた部分は印刷時に記載される事項。）

別記第３号様式　　和文要旨の書式（投稿規程　6．5　関係）

Ａ４判

注１　和　文　標　題

注２　　著　　者　　名

注３　和文要旨（３００字程度）

キーワード

注４

注１　左詰めで記載する。
　　副題は１字あけて続けて記載する。
　　英文の報文の場合は，標題の後に（英文）と記載する。
注２　右端を１字あけて右詰で記載する。
注３　書き出しを１字あける。
注４　下段に書誌情報を入れるので，スペースをあけておく。

死後硬直による魚体長収縮

夏　目　雅　史

標識放流において，再捕時の体長が放流時よりも小さい場合がある。この一要因として死後硬直を想定し，体長30cm前後のホッケを使用して，貯蔵温度別に死後硬直の進行と体長の変化を比較検討した。

ホッケは貯蔵温度によらず，死後約10時間で完全硬直し，20時間前後で解硬し始めた。

死亡を直接原因とする体長の変化はみられなかった。しかし，貯蔵中は死後硬直および解硬の変化に連動した体長の収縮および伸展がみられ，最大で11mm収縮した。

A248　北水試研報47　1－6　1995

北海道奥尻島のホッケの移動

夏　目　雅　史

北海道奥尻島に分布するホッケの移動を調べるため，1992年および1993年の10月に，奥尻島青苗南方でホッケの標識放流を行った。

1995年２月までにホッケは24個体再捕され，このうち奥尻島周辺で11個体，北海道本土側で11個体，青森県で２個体再捕され，北海道本土および青森県への多数の移動が確認された。その移動範囲から奥尻島のホッケは，従来考えられていた奥尻島独自の群れではなく，道南群の一部と考えられた。

また，奥尻島南部には主に１歳と推定される成熟した若齢のホッケが毎年分布し，これらのうち多くの個体が産卵後，北海道本土および本州北部にかけて広範囲に移動し，その後これらの奥尻島への産卵回帰は少ないものと推定された。

A249　北水試研報47　7－13　1995

北海道北東沿岸域において標識放流されたクロガシラガレイの移動

横　山　信　一，下　山　信　克

1963～1965年および1989～1992年に標識放流を行った。常呂沖と留斜沖のオホーツク海で漁獲し，常呂沖，留斜沖，サロマ湖内から放流した2,449個体のうち102個体が日本海で再捕された。これらはオホーツク海－北部日本海系群であり，知床半島北西側のオホーツク海から石狩湾以北の日本海までが主な移動の範囲と考えられた。能取湖内とサロマ湖内で漁獲し，能取湖内，サロマ湖内とその沖合から放流した2,678個体のうち305個体が再捕された。再捕の多くは放流地点周辺であり，オホーツク海－北部日本海系群の移動とは異なっていた。サロマ湖系群はサロマ湖沖から能取岬までのオホーツク海や能取湖も分布域としていることが考えられた。

A250　北水試研報47　15－24　1995

木古内湾のマダラ成魚の移動回遊

藤　沢　千　秋，夏　目　雅　史

北海道南部津軽海峡内の木古内湾のマダラ成魚の移動回遊経路を明らかにするため，1987年から1993年の１月中旬に標識放流を行った。

マダラは木古内湾から主に太平洋側に移動し，100日以上かけて道東まで移動する個体もあり，翌年の産卵期には再び木古内湾に回帰する個体もみられた。また，ごく一部は日本海にも回遊した。

再捕結果および漁獲物の抱卵状態から，木古内湾のマダラは陸奥湾への産卵回遊は少なく，１月下旬以降の短い期間に木古内湾の底建網漁場の沖合域で産卵している可能性が高いと考えられた。

A251　北水試研報47　25－31　1995

北海道北部海域のスケトウダラ仔稚魚の分布

夏目雅史，佐々木正義

1986～1989年の4月に北海道北部の日本海およびオホーツク海でスケトウダラ仔稚魚を採集し，両海域の仔稚魚の分布特性および日本海からオホーツク海への仔稚魚の移送について検討した。

日本海，オホーツク海ともに仔稚魚のほとんどは全長30㎜以下で，主として沿岸域に分布し，特に，オホーツク海では日本海から流入する宗谷暖流域に主に分布していた。仔稚魚の体長組成の形が両海域間で毎年類似し，オホーツク海ならびに隣接海域のサハリン西岸および東岸の産卵時期が3月中旬以降であることから，オホーツク海の仔稚魚は主に北海道西岸日本海から宗谷暖流により移送されるものと推定された。

A252　北水試研報47　33－40　1995

クロソイの種苗生産に関する生殖生物学的研究

草刈宗晴

1973～1985年に，北海道南部海域で採集した胎生魚のクロソイを用いて，種苗生産の技術開発に必要な生殖を中心とした生物学的課題－雌雄の外部生殖器の生殖時期に見られる変化，生殖周期，孕卵数，卵巣内胚発生過程，妊娠期，出産行動と出産誘発，仔稚魚の形態変化，成長・生残及び減耗，餌料系列－等を研究し，親魚の管理，産仔の飼育条件等に関する基礎的条件を解明した。これらの知見を基づき種苗生産の工程と量産手法を明らかにした。

親魚の出産行動と産仔の生態特性及び飼育管理の簡便性等を考慮して製作した種苗生産用水槽と生物餌量生産手法に基づいて一定量の種苗量産手法について検討した。

A253　北水試研報47　41－124　1995

低温サイレージ発酵における未利用海藻からのアルギン酸オリゴ糖の生産

蛯谷幸司，大堀忠志，高橋玄夫，絵面良男

未利用海藻から低温サイレージ発酵によりアルギン酸オリゴ糖を効率的に生産する条件を設定するために，5℃で低温貯蔵した生鮮スジメ試料中の生菌数，細菌相の変化とアルギン酸などの成分変化との関連性を調べた。また，膜分離法により5℃で14日間貯蔵したスジメの抽出液からアルギン酸オリゴ糖の精製を検討した。

生鮮スジメの低温貯蔵中の生菌数は，貯蔵3日目に最大となった。また，菌相においてはアルギン酸分解菌が増加し，その中でも*Vibrio*属が優勢種となった。アルギン酸オリゴ糖は7日目から生成されはじめ，その後14日目まで増加した。膜分離法を用いた多段濃縮精製により，抽出液のアルギン酸オリゴ糖の精製割合は，限外濾過液の17.3%から最終濃縮液の75.6%まで増加した。

A254　北水試研報47　125－137　1995

小樽堆周辺海域におけるホッコクアカエビの産卵期の分布（短報）

前田圭司，西内修一

産卵期におけるホッコクアカエビの分布特性を明らかにすることを目的に，1993年4月および5月に，日本海北部の小樽堆周辺海域において，えびかごによる漁獲調査を実施した。

その結果，雄個体と産卵前の非抱卵雌個体は水深350m付近に多く分布するのに対して，産卵後の抱卵雌個体は水深500m付近に多く，その分布密度には水深が深くなるにつれて高くなる傾向が認められた。さらに，4月における産卵率は水深が深いほど高かった。これらのことから，産卵前と産卵後で雌固定の分布水深が異なるのは，水深350m付近で交尾と産卵が行われた後，抱卵した雌個体が500m前後の水深帯へ移動することが原因と考えた。

A255　北水試研報47　139－142　1995

北海道立水産試験場研究報告　第47号

1995年12月28日　発行

編集兼　北海道立中央水産試験場

発行者　〒046　北海道余市郡余市町浜中町238
電　話　総合案内 0135(23)7451(総務課)
図書案内 0135(23)8705(企画情報室)
ＦＡＸ　0135(23)3141
Hamanaka-cho 238, Yoichi-cho, Hokkaido 046, Japan

印刷所　三陽印刷株式会社
札幌市西区西町北15丁目
電話 (011)661-2311番