

北海道立水産試験場報告

第 8 号

SCIENTIFIC REPORTS
OF
HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 8

北海道立水産試験場

(昭和 42 年 10 月)

(October, 1967)

北海道立水産試験場報告

第 8 号

目 次

船野 隆・阪井与志雄

忍路湾における二年目ホソメコンブの生態…………… 1

中村全良・福見 徹

魚卵の発色に関する研究—Ⅲ

ガズノコの色調について……………38

(昭和42年10月)

SCIENTIFIC REPORTS
OF
HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 8

CONTENTS

FUNANO, Takashi and SAKAI, Yoshio

- Ecological studies on 2-year-old *Laminaria religiosa*
prox. growing on the coast of Oshoro Bay, Hokkaido,
Japan, ... 1

NAKAMURA, Masayoshi and FUKUMI, Toru

- Studies on the coloration of fish eggs—III
Observations on the color tone of herring roe. 38

(October, 1967)

忍路湾における二年目ホソメコンブ^{*}の生態

船 野 隆・阪井与志雄

(中央水産試験場)

Ecological Studies on 2-year-old *Laminaria religiosa* prox. Growing
on the Coast of Oshoro Bay, Hokkaido, Japan

Takashi FUNANO and Yoshio SAKAI

(Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)

Laminaria religiosa MIYABE growing on the Japan Sea coast of Hokkaido has been recognized an annual alga (KANDA, '46). But few authors described some fronds of *L. religiosa* as a perennial alga like other species of *Laminaria* from Hokkaido (OHNO, '32; HASEGAWA, '58; HASEGAWA et al., '63). According to TOKIDA et al. ('59) *L. religiosa* MIYABE and *L. cichorioides* MIYABE are growing on the coast of Oshoro Bay. On the other hand, some authors (MIYABE in OKAMURA, '34; KANDA, '46; HASEGAWA, '59) reported *L. religiosa* and *L. ochotensis* from Shiribeshi Prov. in which Oshoro Bay included. And the present authors studied not taxonomically but ecologically on 2-year-old *Laminaria*-fronds in this Bay, and they described the alga as *L. religiosa* prox. in this paper. An outline of the distribution of 2-year-old *Laminaria*-fronds on different beaches of the Bay was observed from 1961 to 1963. Growth of the *Laminaria*-fronds and algal composition of the *Laminaria*-bed were studied in the experimental area and its vicinity and other 6 stations from 1963 to 1965.

From these studies, the following results were obtained.

1. Two-year-old fronds of *L. religiosa* prox. were few, and they distributed on several beaches of the Bay, namely Nekodomari, Poromai, the vicinity of Oshoro Marine Biological Station of Hokkaido Univ., Tateiwa, Ebisuiwa, the vicinity of the former Station of Tidal Observation and Uchikabuto (Fig. 1). Generally, at the outside and the mouth of the Bay these *Laminaria*-fronds grew on an inclined portion of a flat rocky reef. On the other hand, at the middle and inner parts of the Bay these fronds grew on a flat rocky reef. Large number of 2-year-old *Laminaria*-fronds were observed at the mouth and inner parts of the Bay from 1963 to 1965 (St. 4 and A^{**}).

2. Growth of 2-year-old *Laminaria*-fronds were observed at the experimental area and its vicinity from 1963 to 1964.

Many 1-year-old *Laminaria*-fronds disappeared from late autumn and early winter. But, some 1-year-old *Laminaria*-fronds regenerated into 2-year-old ones from December 1963 to January

^{*} 宮部 ('34; 岡村の日本海藻誌による), 神田 ('46) および長谷川 ('59) によれば, 後志沿岸はホソメコンブのほかにはリシリコンブも分布生育する地域であり, また両種の形態も似ているため, 筆者らが調べたものは考察でものべたように, 種としての疑問が残る。それで, 種の疑問は今後の研究をまつて調べることにし, 本報告では, 時田ほか ('59) の忍路湾の海藻目録によつて, 一応, 二年目ホソメコンブとしてとりあつた。なお, 以下の記述では, 二年目ホソメコンブを単に二年目コンブとしてのべた。

^{**} Each station is shown in Fig. 1.

1964, and they fairly increased their blade length and width from January to February. In June 1964, the growth in length of the fronds was slow, and the increasing of the blade width was continuous (Fig. 2).

The blade weight of these fronds increased successively throughout the experimental term (Fig. 6).

The degree of thickness* of the fronds rose during December 1963 and January of the next year, and fell in February, and after the month it rose again. The degree of thickness of mature fronds were usually higher than that of non mature fronds in December 1963 (Fig. 8).

Most of the regenerated fronds had both first and second year blades in December 1963, and many of them cast off the first year blades in January of the next year (Fig. 12).

The new filamentous hapters descended from the lowermost portions of the stipes from December 1963 to February of the next year, and after these months the numbers of hapters were not so much increased as before (Fig. 11).

3. Growth of 2-year-old *Laminaria*-fronds at the 6 stations and the experimental area was observed in December 1964 and April of the next year.

The blade length of the fronds collected from the mouth and middle parts of the Bay (St. 4 and 5) was considerably longer than that of the other stations (Fig. 3).

The fronds collected from the middle and inner parts of the Bay (St. 5 and A) were wider than those of the other stations (Fig. 3).

The blade-form of the fronds collected from the mouth of the Bay (St. 3 and 4) was more linear-lanceolate, and the fronds collected from the inner part of the Bay (St. A) were more ovate than those of the other stations (Fig. 5). In each station, the blade-form of the fronds in December 1964 became more lanceolate in April of the next year.

The blade weight of the fronds collected from the middle part of the Bay (St. 5) was more heavy than those from the other stations (Fig. 7). On the other hand, the degree of thickness of the fronds collected from Uchikabuto (St. 6) and the mouth of the Bay (St. 4) was higher than that of the other stations (Fig. 9).

Number of new hapters of the fronds collected from the mouth and middle parts of the Bay (St. 3 and 5) was more numerous than those of the other stations in December 1964 (Tab. 2).

4. In the vicinity of the experimental area, 60 fronds of 2-year-old *Laminaria* were collected from 10 quadrats in December 1964. One-third of them (20 plants) were mature, and half of these mature fronds (10 plants) had the zoosporangial sori on one surface of the blades, and the others had them on both surfaces (Tab. 4).

5. Density of the 2-year-old *Laminaria*-fronds was measured in the experimental area and its vicinity and other 6 stations from 1963 to 1965.

In the first-year experimental area, the density of the *Laminaria*-fronds was about 12 per 1 m² in December 1963, about 10 in January of the next year, and about 9 in February. In the second-year experimental area, the density of the *Laminaria*-fronds was about 4 per 1 m² in December 1964, and a few of them (10% of all the number of fronds) disappeared in April of the next year.

In the vicinity of the experimental area (St. A), 2-year-old *Laminaria*-fronds were found abundantly in the middle parts of the reef in December 1964. And on this reef, the density of

* It was calculated by following expression: blade weight/blade area. And it was shown by numerical value (mg per 1 cm²).

these *Laminaria*-fronds was 4-48 per 1 m², and mean value of them was 24.

Except for the outside of the Bay (St. 2), at the other stations the density of *Laminaria*-fronds was about 40 per 1 m² in December 1964 (Tab. 2). In April of the next year, the density of the fronds was 1/5-1/3 of the value observed in last December with the exception of 2 stations (Tab. 3).

6. Fronds of *Sargassum confusum*, 2-year-old *Laminaria religiosa* prox., *Ulva pertusa*, *Rhodoglossum pulchrum* and *Corallina pilulifera* formed the *Laminaria*-bed in December 1963 at the experimental area (Fig. 14; Tab. 5). And the higher coverage of *C. pilulifera* brought the lower density of *Laminaria* at all observed stations.

ま え が き

ホソメコンブ *Laminaria religiosa* MIYABE は、北海道では日本海沿岸の渡島、檜山および後志沿岸に分布すると遠藤 ('11) はのべているが、その後、神田 ('46) と長谷川 ('59) は、南は松前白神岬より離島大島、奥尻島をふくみ日本海沿岸を北上し、利尻、礼文島にいたっているとのべている。一方、リシリコンブ *L. ochotensis* MIYABE とマコンブ *L. japonica* ARESCHOUG の分布は、長谷川 (l.c.) によると、前者は利尻、礼文島を主にしてオホーツク沿岸と日本海沿岸では留萌、石狩および後志地方の磯谷付近まで南下分布しており、後者は内浦湾（噴火湾）を主にして、津軽海峡をへて松前付近まで分布している。このようにリシリコンブとマコンブは、日本海沿岸の北と南でホソメコンブの分布と重なっている。

形態についてみると、ホソメコンブはリシリコンブとマコンブにきわめて類似しているが、特徴ある葉形、根枝が輪生すること、子嚢斑が葉の両面にできることによって、兩種と区別されている（宮部、'02）。しかし、長谷川 ('58) は、根に関しては生育している場所によって大きな変化があり、子嚢斑のつき方は本種だけの特性でないとして、岡村 ('36) や神田 (l.c.) の研究結果も検討したうえ、ホソメコンブはリシリコンブとマコンブの中間種として考えてもよいのではないかとしていた。しかし、その後、長谷川 (l.c.) はリシリコンブとマコンブが同一種であるとする岡村 (l.c.) の説は妥当であるが、ホソメコンブはいままでどおり独立種として、さらに今後の調査をまってこの種を検討したいとしている。

このように、ホソメコンブはリシリコンブとマコンブの分布と重なり、形態は兩種と似ているため、コンブ属植物の中で種としての独立に問題が残っているものの一つになっている。しかし、この種はリシリコンブとマコンブが二年生であるのに対し、ほとんど例外なしに一年生であるといわれている（神田、l.c.）。また、漁業の対象となるのも一年目のコンブである。このようにホソメコンブは一年生として知られているが、大野 ('32)、長谷川 ('58) および筆者ら ('63) などはホソメコンブでも持ち上げし、二年目にうつることを報告した。しかし、これらの報告では標本数が僅かで、内容も一時期の葉体各部位が調べられているのみで、継続した生態調査はおこなわれていない。

ところで、筆者らは1961年から忍路湾で、ホソメコンブの生態調査をおこなっているが、毎年11月ころから末枯れしたものの中に持ち上げたものをみとめ、標本採取をおこなってきた。1963年11月にも、湾内外に持ち上げたものをみとめ、場所によっては群生しているのをみとめた。それで、同年12月群生する湾奥部に試験区をもうけ、二年目コンブの生態を調査した。同時に、試験区周辺で標本採取もおこなった。1964年には、試験区とその周辺および湾内外に調査地点をもうけ、そこで二年目コンブの生態調査をした。これらの調査によって得られた幾つかの知見を取りまとめここに報告する。

なお、本報告は再生期以後のホソメコンブについて調べたものであり、再生期前の一年目のものについてはのべられていない。

本論に入るに先だち、本報告を書くにあたって種々有益なご助言をたまわり、本文のご校閲をいただいた北大理学部山田幸男名誉教授に衷心から感謝いたします。また、材料の採取に際して、北大水産学部忍路臨海実験所を使用させていただき、また同所山崎為蔵氏にご協力を得たので感謝いたします。さらに、実際に調査に加わっていただいた現北大水産学部大学院学生長浜嘉孝氏に感謝いたします。

調 査 の 方 法

忍路湾の二年目コンブの分布の概要を知るため、1961～'63年にかけて湾内外で標本採取し、その場所を地図に記入した。

1963年から翌年には、生育を知るため、湾奥部の平磯に $2.0 \times 2.8 \text{ m}^2$ の試験区をもうけ、区内のものに標識付けとパンチングをおこない、葉長、葉幅、再生したクビレの位置、子葉斑の長さなどについて自生状態のまま測定調査した。同時に、区周辺から約50本の標本を採取し、葉体の各部位について測定調査した。

1964年から翌年には、生育と群落を知るため、前年と同じ場所にある $2.0 \times 3.5 \text{ m}^2$ の試験区とその周辺および湾内外に6調査地点をとり、試験区では自生状態のまま葉体各部位について測定調査し、区周辺と調査地点では $50 \times 50 \text{ cm}^2$ 枠による枠法と幅 50 cm の帯状法によって調査した。

なお、調査日は Tab. 1, 調査場所は Fig. 1, Plate I に示した。標識とパンチングは Plate I に示した。

調 査 の 結 果

1. 分布と消長

a. 分 布

二年目コンブは蘭島側のネコドマリからボロマイ崎の左右、実験所前、立岩、恵比須岩、旧検潮儀前、ウチカブトの平磯と平磯が岸深くなるところにみられた。各年をとおしてみると、湾外と湾口では平磯が岸深くなるところに多く、湾中部と湾奥では平磯が多かった。生育水深は 50 cm 前後であった（おもに、12月下旬の干潮時）。また、毎年二年目コンブとして多く生き残るところは湾口近くと湾奥の平磯であった (Fig. 1 の St. 4 と St. A)。

b. 消 長

生き残った一年目ホソメコンブは11月から12月下旬にかけて、生長帯近くの葉面が鮮やかな褐色になり、再生部や新しい根枝がみられたが、この時期が再生期であった。その後、1月ごろに旧葉がかなり消失し、

1963-1964

Table 1 Date of researches

date	'63				'64		
locality	Dec. 23rd	Dec. 24th	Dec. 25th	Jan. 9th	Jan. 17th	Feb. 19th	June 3rd
the experimental area	setting the experimental area	punching, tagging and measuring the plants			measuring the plants	measuring the plants	
the vicinity of the experimental area			random collecting the plants	random collecting the plants		random collecting the plants	random collecting the plants

1964-1965

date	'64			'65	
locality	Dec. 17th	Dec. 18th	Dec. 23rd	April 1st	April 8th & 9th
the experimental area		measuring the plants		collecting all the plants	
the vicinity of the experimental area	collecting the plants (belt transect and quadrat method)				
stations 1-6			collecting the plants (quadrat method)		collecting the plants (quadrat method)

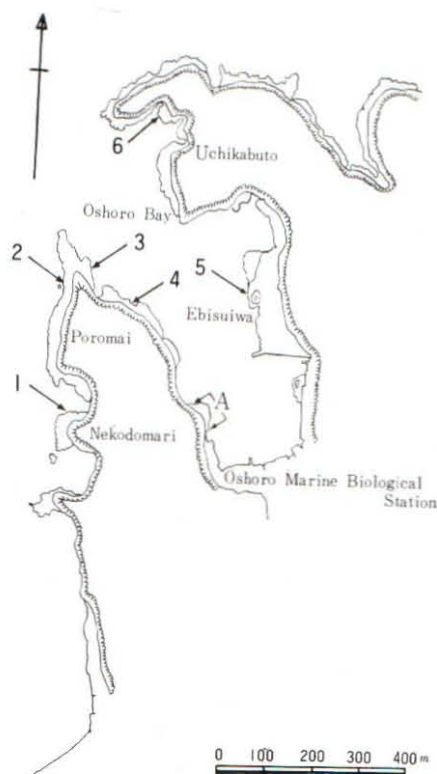


Fig. 1 A map of Oshoro Bay showing the places where the experiments were carried out.

A : the experimental area and its vicinity.

1-6 : 6 stations.

新葉の生長がさかんになり始めた。さらに、2月から4月にかけて葉長も伸び葉幅も広くなり、幅広い大形のものとなった。1月から4月ごろまでは生長期であり末枯れは少なく、一方流失も少なかった。6月に入ると末枯れもはげしくなり流失も多くなった。

2. 生 育

a. 葉 長

1963年から翌年にかけて、試験区では12月に平均葉長は 17.9 cm であった。1月には、平均 28.5 cm であり、12月から 10 cm ほどの伸びがみられた。2月には、13~110 cm の範囲で平均 46 cm であり、12月と1月に比べて個体間の葉長差はかなりめだった (Fig. 2)。

区周辺では、12月に平均葉長は 18.4 cm であり、1月には、8~55 cm の範囲で平均 33 cm であり、12月より 15 cm ほどの伸びがみられた。2月には、20~109 cm の範囲で平均 53 cm であり、1月より 20 cm の伸びがみられ、また試験区と比べて平均葉長は 7 cm 長かった。6月には、平均 72.2 cm であり、2月より 20 cm ほどの伸びがみられたが、81 cm 以上の長いものは少なく、40~80 cm のものが全体の75%ほどをしめていた (Fig. 2)。

1964年から翌年にかけて、St. 1~6 と試験区* のものは、12月には湾口の St. 3 と湾中部では葉長は約

* 1964年12月と翌年4月の St. 1~6 と試験区の調査結果は、湾外 (Sts. 1, 2), 湾口 (Sts. 3, 4), 湾中部 (St. 5), 湾奥 (試験区) としてまとめた。なお、St. 6 は湾口近くにあったが、ウチカブトの小湾の奥の波あたりが弱いところであったため、湾口から除いた。また12月の湾外の St. 2 のものは標本数が少ないので除いた。なお、考察と要約でも各調査地点を湾外、湾口、湾中部、湾奥という表わし方をしている。

Table 2 Two-year-old *Laminaria*-fronds collected from the

Station		1		2	
2-year-old <i>Laminaria</i> -frond	number of the fronds	22		3	
	mean area	230 cm ²		1660	
	stipe length	range 0.3~2.0 cm	mean 0.93	1.6~2.0	1.8
	blade length	9.0~23 cm	16.4	15~35	27
	blade width	2.4~5.8 cm	4.1	1.8~2.8	2.3
	blade weight	1~10 g	5.2	3~10	7.3
	number of the new hapters	5~10		6~8	
	blade-form (length/width)	2.3~7.2	3.5	6.2~19	11.8
	degree of thickness (mg/cm ²)	37~114	77	83~143	113
	number of the frond having constricted portion	6		1	
	number of the frond having sporangial sori	8		2	
	blade base (lanceolate/round)	number of both type 14/8		2/1	
associated algae		quadrat A	B	A	B
Ulva pertusa		●	●	●	●
Sargassum confusum		coverage 20%	10	●	●
Melobesioideae		10	10	5	30
Corallina pilulifera		10	5	40	10
Grateloupia divaricata		●(10%<)	●		
Rhodoglossum pulchrum			10		
Rhodymenia palmata				●	
Gymnogongrus flabelliformis		10	20		
Gelidium sp.		●	10		
Lomentaria catenata		●	●		
Symphyocladia latiuscula			●	●	●
non associated algae					
diatom		●(10%<)	●		
Ralfsia sp.		●			
Ectocarpus sp.					
Petalonia fascia					
Colpomenia sinuosa					
Laminaria religiosa (1-year-old)		number 4	7		
Cystophyllum hakodatense					
Sargassum thunbergii					
Porphyra pseudolinearis					●
Glacilaria sp.		●			
Acrosorium yendoi		●	●		
Lomentaria hakodatensis		●			
Laurencia sp.					
Ptilota pectinata			●		
Antithamnion sp.					

6 stations in December 1964 and April 1965.

(Dec. 23rd 1964)

[illegible]

Station		1		2	
2-year-old <i>Laminaria</i> -frond	number of the fronds	2		3	
	mean area	1250 cm ²		830	
	stipe length	2;1.5 cm	1.8	range	mean
	blade length	67;48 cm	58	65~66	65.3
	blade width	8.5;6.7 cm	7.6	12.2~13.7	12.7
	blade weight	38;25 g	34	38~64	47
	number of the new hapters				
	blade-form (length/width)	7.9;7.2	7.6	4.9~5.4	5.1
	degree of thickness (mg/cm ²)	67;78	77	43~80	57
	blade base (lanceolate/round)				
1-year-old <i>Laminaria religiosa</i>		number (20 cm>) 94		292	
other algae					
diatom		●			
<i>Monostroma angicava</i>		●			
<i>Monostroma pulchrum</i>		●			
<i>Ulva pertusa</i>		●			
<i>Costaria costata</i>		2		7	
<i>Undaria pinnatifida</i>				2	
<i>Sargassum thunbergii</i>		●			
<i>Sargassum confusum</i>				5	
<i>Porphyra pseudolinearis</i>		●			
<i>Porphyra yezoensis</i>		●			
<i>Porphyra onoi</i>		●			
<i>Melobesioideae</i>				●	
<i>Corallina pilulifera</i>		●		●	
<i>Rhodoglossum pulchrum</i>		●			
<i>Neodilsea yendoana</i>					
<i>Laurencia</i> sp.					
<i>Ceramium</i> sp.		●			
<i>Symphyocladia latiuscula</i>		●			
<i>Rhodymenia palmata</i>		●			

Number of the fronds of *Costaria costata*, *Undaria pinnatifida* and *Sargassum confusum* are

10~50 cm の範囲で、他の調査地点に比べて長いものが多く、個体間の葉長差もかなりめだった。4 月には、葉体の長いものが多かったのは、湾口と湾中部であり、平均葉長 110 cm 以上であった (Tabs. 2, 3; Fig. 3)。一般に、湾中部と湾口のは湾外と湾奥のものに比べて葉長は優っていた。

b. 葉 幅

1963年から翌年にかけて、試験区では、12月に平均葉幅は 4.95 cm、1月には 7.1 cm、2月には 10.5 cm であり、前月より 3.5 cm ほど幅広くなっていた (Fig. 2)。

区周辺では、12月に平均葉幅は 5.55 cm であり、1月には 6.21 cm、2月には 11.6 cm、6月には 9.6~20.6 cm の範囲で平均 14.7 cm であり、個体間の葉幅差もかなりはっきりしていた (Fig. 2)。

1964年から翌年にかけて、St. 1~6 と試験区のは、12月には湾中部では幅広いものが多く、他の調査地点でみられなかった 7 cm 以上のものが30%ほどをしめていた。一方、湾口の St. 4 では葉幅のせまいも

(April 8th and 9th 1965)

3		4		5		6	
2		14		4		3	
1250		180		625		830	
1.5;—	1.5	2.5~5.5	3.7	3~4	3.3	1.5~3.0	2.5
130;152	141	75~173	124	85~148	110.2	59~117	89
10.1;5.9	8.0	6.8~12.4	9.5	5.6~17.7	13.0	5.7~13.1	8.9
110;38	74	32~148	98	34~208	105.5	64~116	73
		3~9					
12.8;25.9	17.7	7.8~19.3	13.1	8.3~15.2	8.5	8.6~11.6	10
84;42	66	44~124	83	61~78	74	75~110	92
		14/0					
39		100		55		0	
							

shown in this table.

が多かった。4月には、湾奥と湾中部では他の調査地点に比べて幅広いものが多かった (Tabs. 2, 3; Fig. 3)。一般に、湾中部と湾奥のものは、湾外と湾口のものに比べて幅広いものが多かった。

c. 葉形*

1963年から翌年にかけて、試験区では、12月に 2.1~5 の各階級のものが多く全体の80%をしめ、モードは 3.1~4 にあった (Fig. 4)。1月には、12月と同じくモードは 3.1~4 にあったが、組成は値の高い方にずれ、細長い形のものが増えていた。2月にも、モードは 3.1~4 にあったが、前の月よりさらに細長い形のものが多くなった。

区周辺では、12月に 2.1~4 の階級のものが65%をしめ、幅広い形のものが多かった (Fig. 4)。1月に

* 葉長／葉幅の値でコンブの葉形を示す。すなわち、値の高いものは細長い形、低いものは幅広い形のものである。

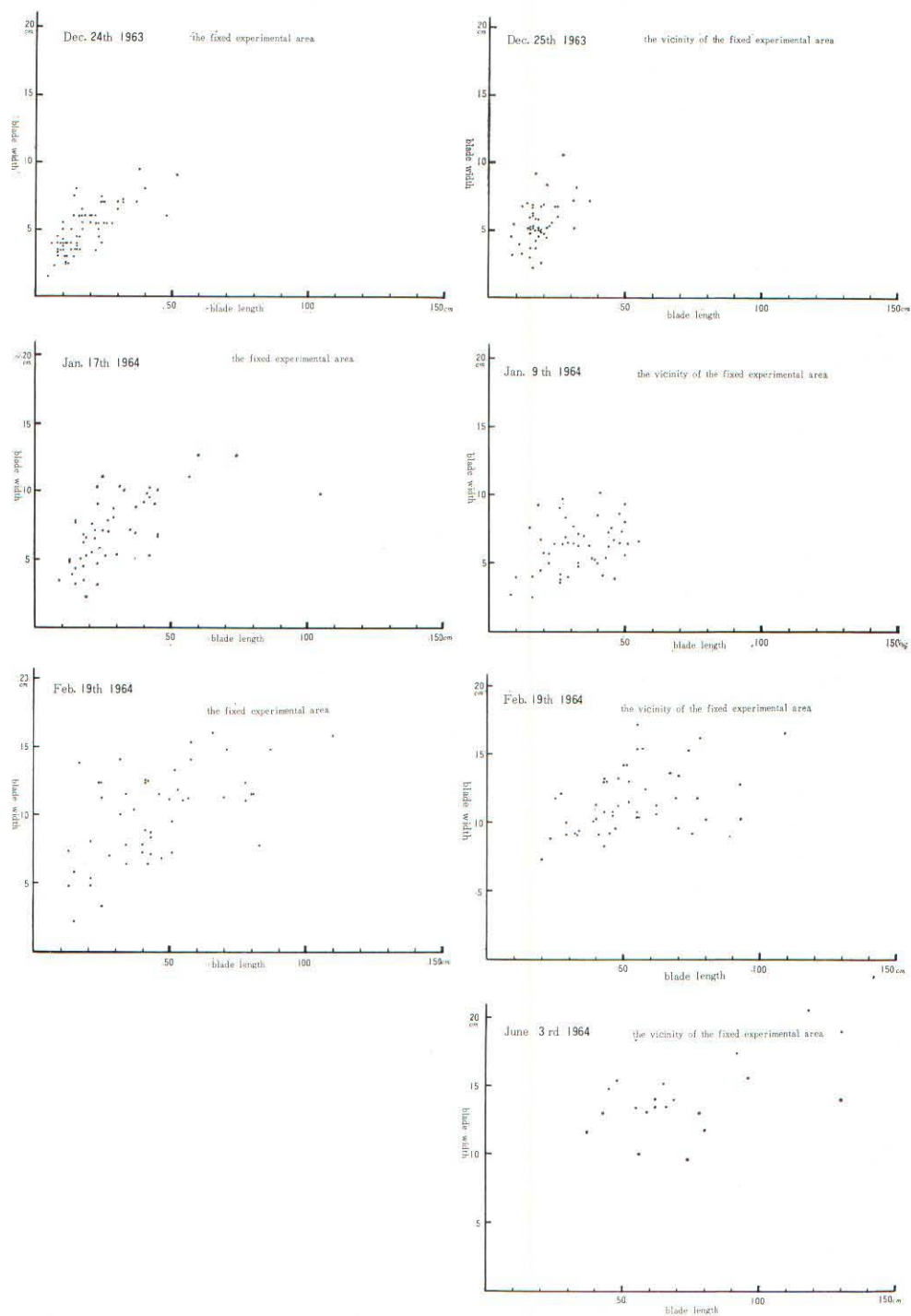


Fig. 2 Relation between blade length and blade width of 2-year-old *Laminaria*-fronds growing on the experimental area and its vicinity from December 1963 to June 1964.

Table 3 Two-year-old *Laminaria*-fronds growing on the experimental area in December 1964 and April 1965. (Dec. 18th 1964)

number	stipe length	blade length	blade width	blade-form (length/width)	sporangial sori	length of 2nd year blade
1	1.8 cm	11 cm	4.5 cm	1.7	one surface ●	12 cm
2	1.0	8	3.5	2.3		
3	1.8	6.8	4.7	1.4		
4	1.5	13.3	7.2	1.9		
5	1.7	13.5	3.3	4.1		
6	1.2	17	4.3	4.0		15
7	0.8	8.5	4.0	2.1		
8	0.8	8	4.7	1.7		
9	1.5	8	4.5	1.8		
10	2.0	10	6.0	1.7		
11	2.0	14	6.8	2.1	●	10
12	1.8	17	5.1	3.3		
13	2.4	16	5.2	3.1		
14	1.4	13	5.4	2.4		
15	0.5	7	3.2	2.2		
16	1.5	17	5.8	2.9		15
17	1.5	7	3.0	2.3		
18	1.0	8	6.2	1.3		
19	0.6	6	3.1	1.9		
20	1.8	14	3.8	3.7		
21	1.5	15	6.8	2.2	both surfaces ●	15
22	1.2	18	5.4	3.3		
23	1.0	14	4.2	3.3		
24	1.2	12	3.2	3.8		
25	1.2	13	3.5	3.7		
26	1.8	14	3.7	3.8		
27	1.2	9	7.0	1.3		
28	3.0	11	4.8	2.3		
29	1.0	12	6.5	1.8		
minimum	0.5	6	3	1.3	—	—
maximum	3.0	18	7	4.0	—	—
mean	1.44	11.8	4.8	2.45	—	—

(April 1st 1965)

number	stipe length	blade length	blade width	blade weight	number of the new hapters	blade-form (length/ width)	degree of thickness (mg/cm ²)
1	3.5 cm	68 cm	18.9 cm	88 g	6	3.6	69
2	4.0	117	16.5	130	6	7.1	66
3	3.5	81	12.2	82	4	6.6	83
4	3.5	70	15.6	61	6	4.5	55
5	4.0	65	10.4	34	5	6.2	50
6	3.5	95	16.8	112	4	5.7	70
7	2.5	99	16.5	101	6	6.0	62
8	3.5	63	10.3	44	4	6.1	68
9	4.0	104	17.5	122	7	5.9	66
10	4.5	83	14.2	61	5	5.8	52
11	6.5	79	17.2	94	8	4.5	69
12	3.5	118	20.2	134	12	5.7	56
13	3.5	102	16.8	123	4	6.1	72
14	3.0	69	13.3	59	4	5.2	64
15	2.0	45	9.3	26	6	4.8	62
16	3.5	103	19.8	141	5	5.2	69
17	3.5	82	16.3	108	8	5.0	81
18	4.0	98	14.6	83	7	6.7	58
19	2.0	52	11.3	44	6	4.6	75
20	4.0	96	10.3	68	4	9.3	88
21	3.5	111	15.3	109	7	7.3	64
22	3.5	87	14.8	101	7	6.1	56
23	3.0	65	12.3	43	4	5.3	54
minimum	2.0	45	9.3	26	4	3.6	50
maximum	6.5	118	20.2	141	12	9.3	88
mean	3.6	85	14.8	85.5	—	5.7	68

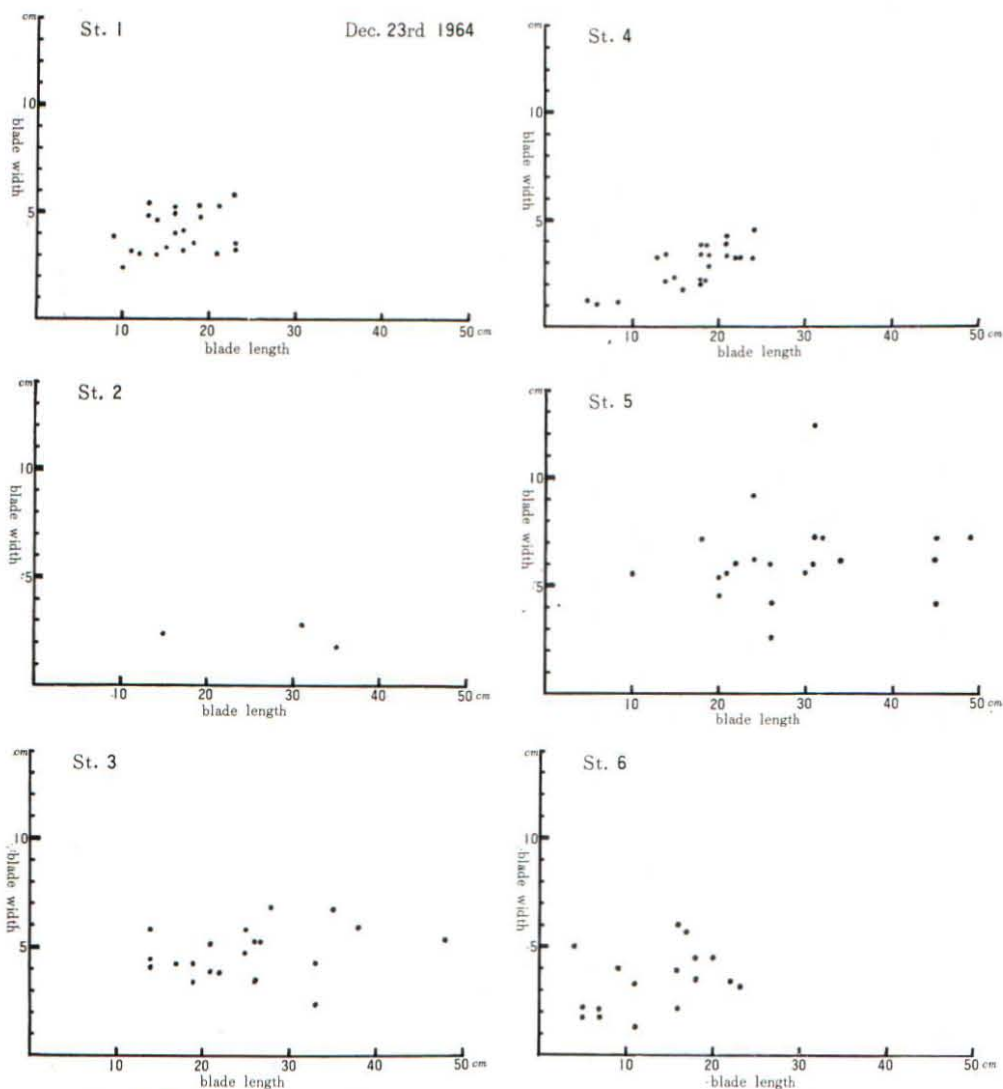


Fig. 3 Relation between blade length and blade width of 2-year-old *Laminaria*-fronds collected from the 6 stations in December 1964.

は、組成がかなり変化し、様々な葉形のものがみられた。2月には、モードは3.1~4にあり12月、1月に比べて細長いものが多かった。図には示さなかったが、6月には3.0~9.3の範囲で平均4.9であり、2月から葉形の変化は少なく、全体をとおしてみると幅広く大形のものが多かった。区周辺の12月、2月と6月のものはPlates II, III, IVに示した。12月のものは再生部のクビレのあるものがみられ、一方、2月のものはクビレがみられず6月のものは中帯部がかなりはっきりみられ、また葉部の先と周縁部が末枯れし、脱色していたのがめだった。

1964年から翌年にかけて、St. 1~6と試験区のものは、12月には湾奥で幅広い形のものが多く、湾口では細長い形のものが多かった。4月にも、葉形は12月と同じ傾向を示した(Tabs. 2, 3; Fig. 5)。なお、12月から4月にかけて葉形(葉長/葉幅)の値は各調査地点とも2~3倍ほどになり、より細長い形になっていた。なお、St. 1~6の12月に調査したものはPlate Vに示した。図版に示したものは、各調査地点のもの

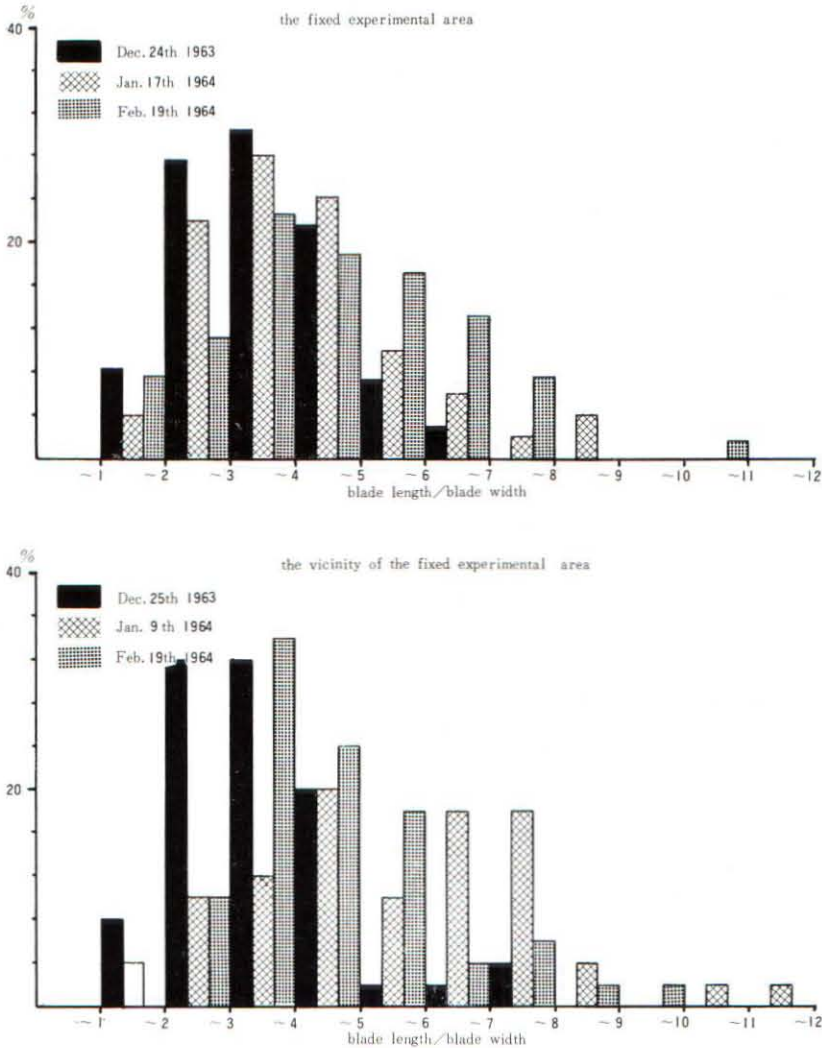


Fig. 4 Seasonal variations of the blade-form (length/width) of 2-year-old *Laminaria*-fronds growing on the experimental area and its vicinity from December 1963 to February 1964.

とも縮尺はほぼ同じである。また、区周辺の4月に調査したものはPlate VIに示した。この時期には中帯部がかなりはっきりしており、縁辺が波縮していた。

d. 葉 重

1963年から翌年にかけて、試験区周辺のものの葉重は、12月には平均6.7g、1月には16.4gであり、12月より10gほど増重していた。2月には平均33.6g、6月には31~184gの範囲で平均81.5gであり、2月のものに比べて2.5倍ほど増重していた (Fig. 6)。

1964年から翌年にかけて、St. 1~6と試験区のもの、12月には湾中部のものは他の調査地点のものに比べて重いものが多く、8g以上のものは全体の80%をしめていた。また、軽いものが多かったのは湾口のSt. 4であった。4月には、湾中部のものは重いものが多く、次いで湾口のSt. 4と湾奥のものであり、ここでは他の調査地点に比べて12月からかなり増重がみられた (Tabs. 2, 3; Fig. 7)。一般に、湾中部のもの

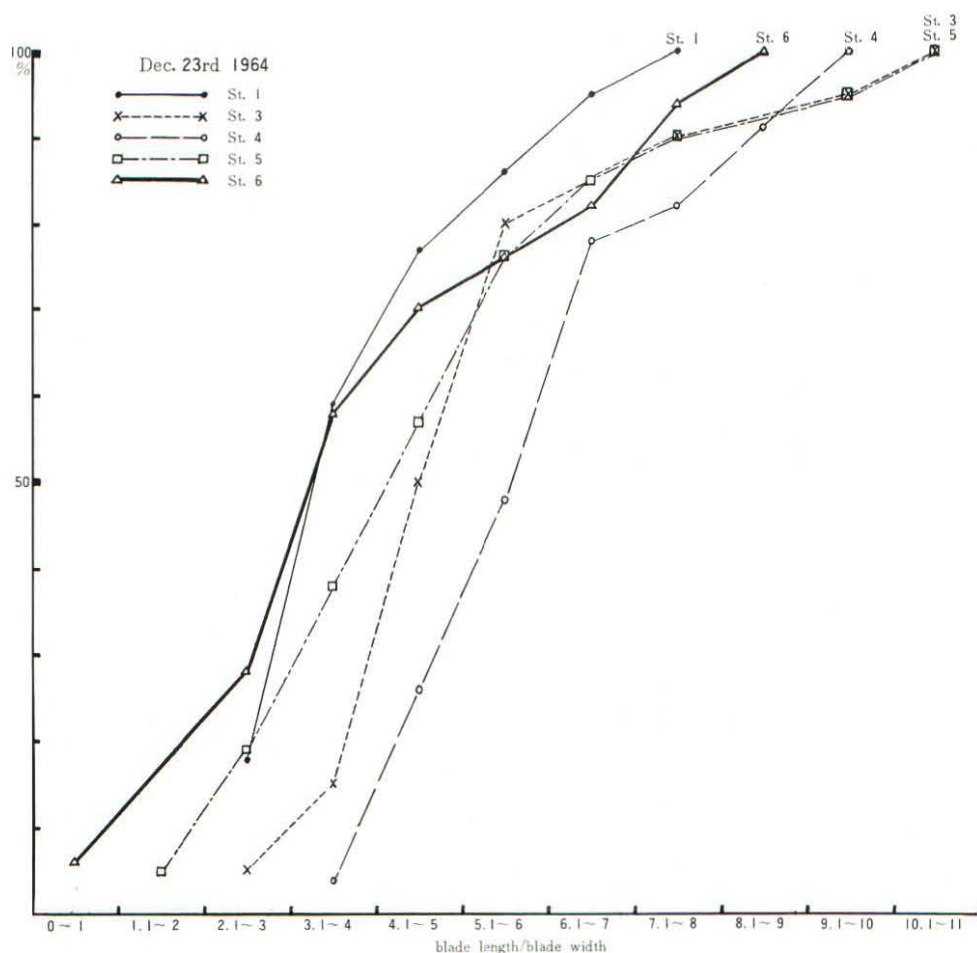


Fig. 5 Local variations of the blade-form (length/width) of 2-year-old *Laminaria*-fronds collected from the 5 stations in December 1964.

が他の調査地点に比べ重いものが多かった。

e. 肥 大 度*

1963年から翌年にかけて、試験区のものの肥大度は12月に平均65.5であり、1月には80であった (Figs. 6, 8)。12月、1月とも子囊斑がみられたものは、みられなかったものに比べて肥大度は高く71~110までのものが36%をしめていた。2月には、肥大度は低くなり平均で55となり、12月と1月に比べ組成の山もはっきりし、モードは41~50にあった。6月には平均77であり2月より20ほど増加し、モードは71~80にあり、この階級に全体の55%のものがふくまれていた。

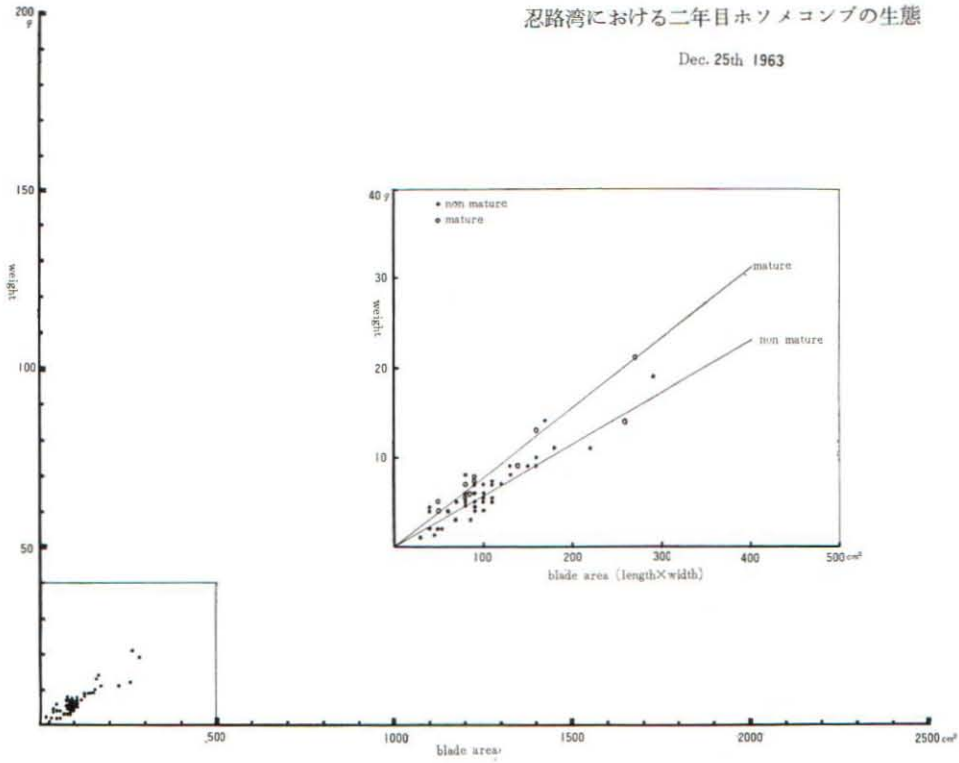
1964年から翌年にかけて、St. 1~6 と試験区のものは、12月にウチカブトと湾口の St. 4 のものは肥大度が高いものが多かった。4月にも12月と同じような傾向を示した (Tabs. 2, 3; Fig. 9)。

f. 成 熟

1963年から翌年にかけて、試験区では、12月に全体の37%のものに子囊斑がみられ、区周辺では24%であった。1月以後は区周辺のものだけしか調べなかったが、1月には38%のものに子囊斑がみられ、2月には4%であった。

* 肥大度は (葉重/葉長×葉幅) でコンブの実入りの状態を示し、1 cm² あたりの mg 数であらわす。

Dec. 25th 1963



Jan. 9th 1964

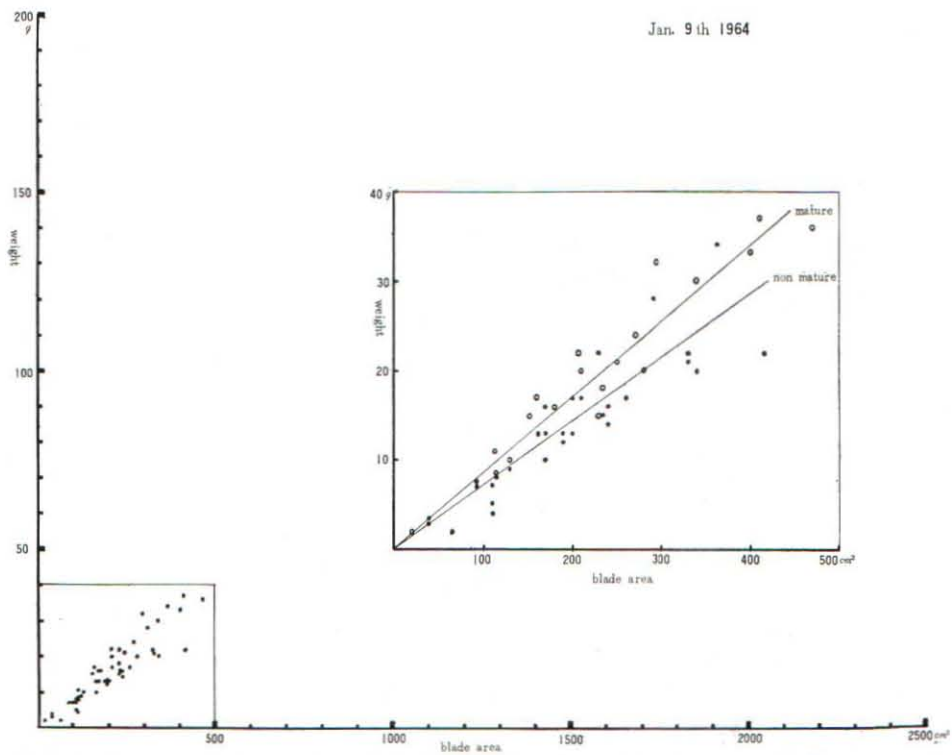
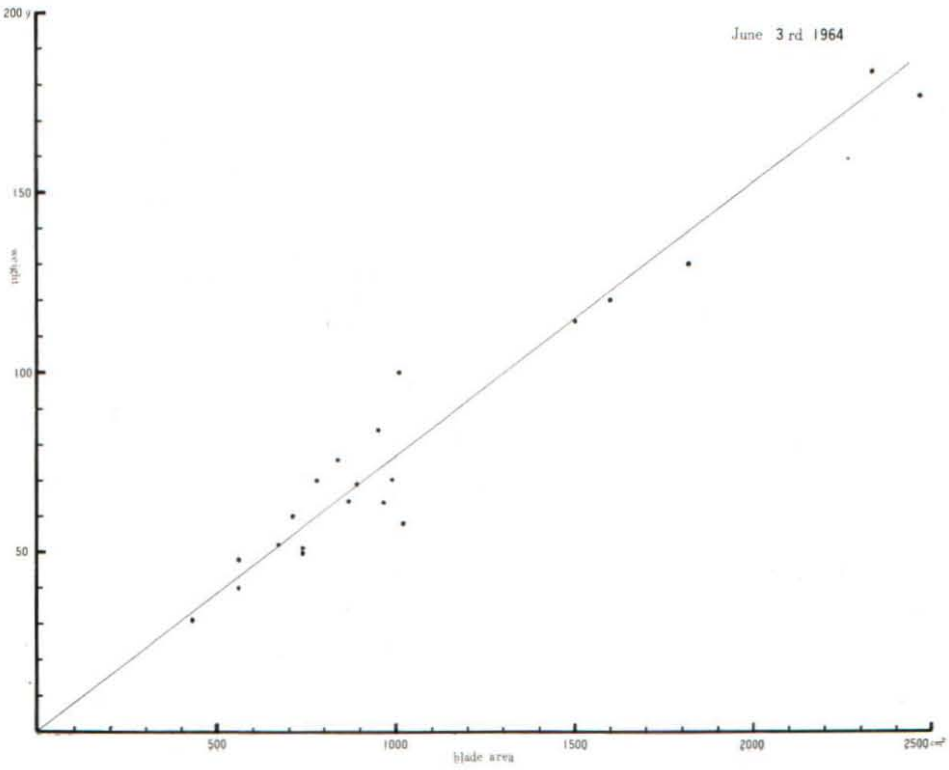
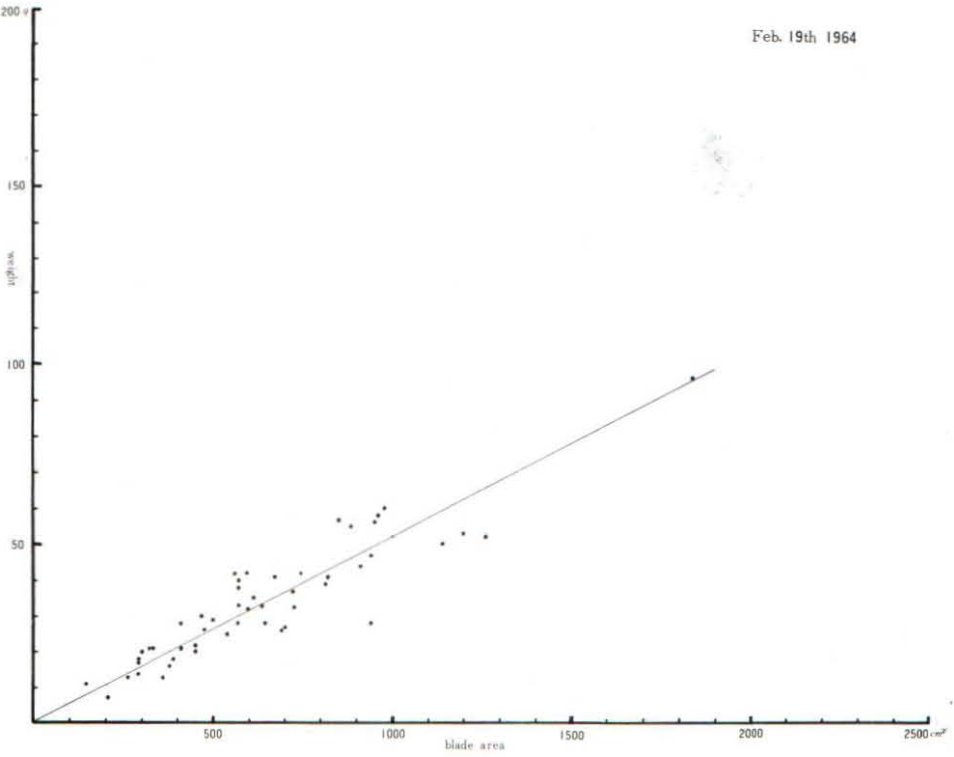


Fig. 6 Relation between blade weight and blade area (length×width) of 2-year-old *Laminaria*-fronds collected from the vicinity of the experimental area from December 1963 to June 1964.
(Continue to the next page)



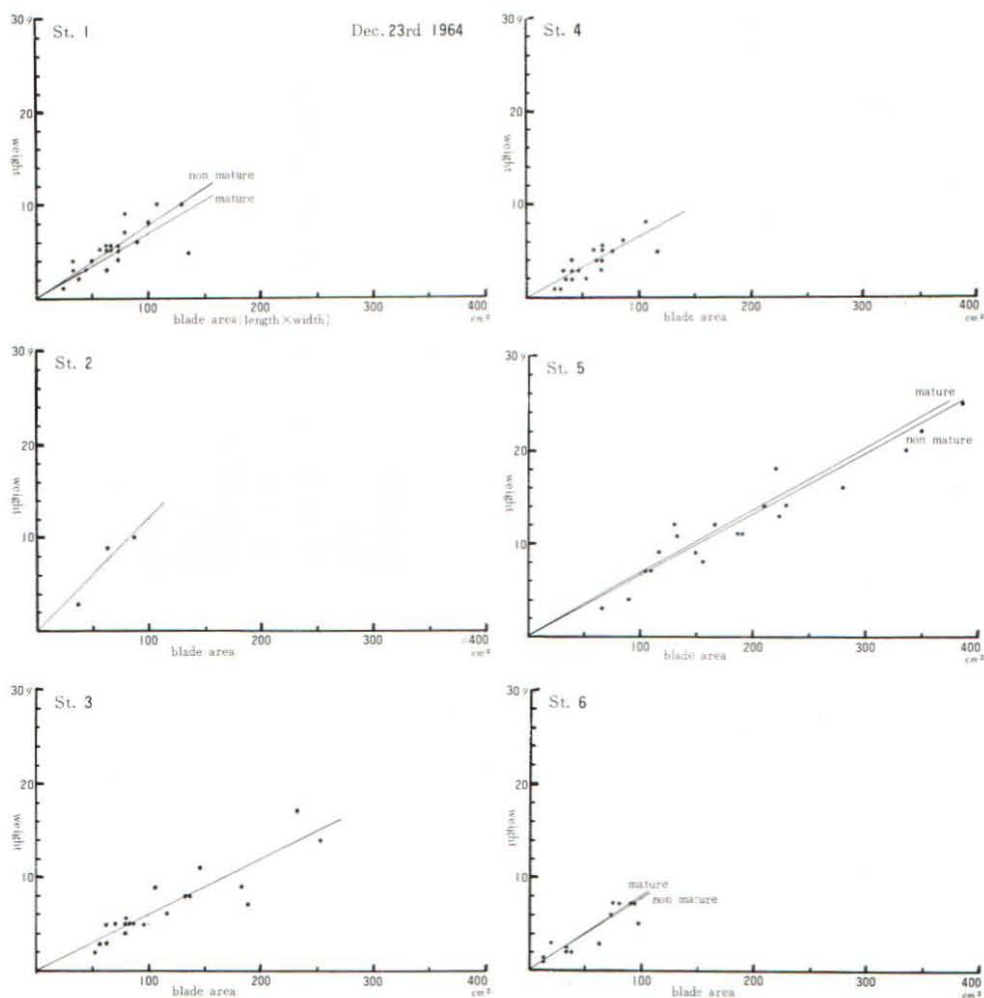


Fig. 7 Relation between blade weight and blade area (length $\times$ width) of 2-year-old *Laminaria*-fronds collected from the 6 stations in December 1964.

子嚢斑のみられたコンブの大きさ（葉面積^{*}）は、12月の試験区と区周辺では、葉面積が 60 cm^2 以下のものに成熟体が多く、成熟体全数の50%ほどであった（Fig. 10）。これらのものは、葉長にたいする子嚢斑の長さの割合（子嚢斑の長さ／葉長）が高く、0.3前後のものが多かった。また 100 cm^2 以上のものは成熟体全数の35%ほどをしめており、これらのものは葉長にたいする子嚢斑の長さの割合が低く、約0.2以下であった。一方、子嚢斑は葉面積が 60 cm^2 以下のものでは0.2～0.8（基部を0とした葉長の割合）の位置に多く、 61 cm^2 以上のものでは0.4～0.7の位置に多くみられた。

1964年12月に、St. 1～6と試験区のもの成熟状態をみると、湾口では成熟体はみられず、湾外、湾中部と湾奥で成熟体のみられた（Tab. 2）。同じ12月に、試験区をもうけた平磯で採法により標本を採取したが、その結果は総数60本のうち20本33%のものが成熟体であり、これらのうち葉の両面に子嚢斑のみられたのは10本であり、片面のものも10本でその比は1：1であった（Tab. 4）。

g. 根 枝

1963年から翌年にかけて、試験区周辺のもの新しい根枝の発出についてみると、12月には2～8本の範

* 葉面積は葉長 $\times$ 葉幅で示す。

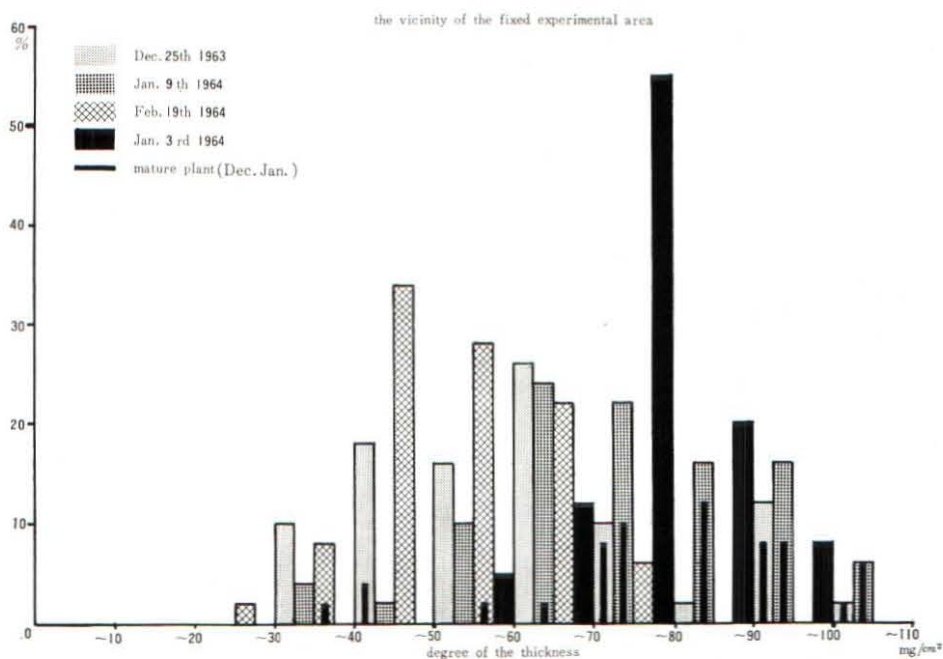


Fig. 8 Seasonal variations of the degree of thickness* (weight/length $\times$ width) of 2-year-old *Laminaria*-fronds collected from the vicinity of the experimental area from December 1963 to June 1964.

*: vide "summary".

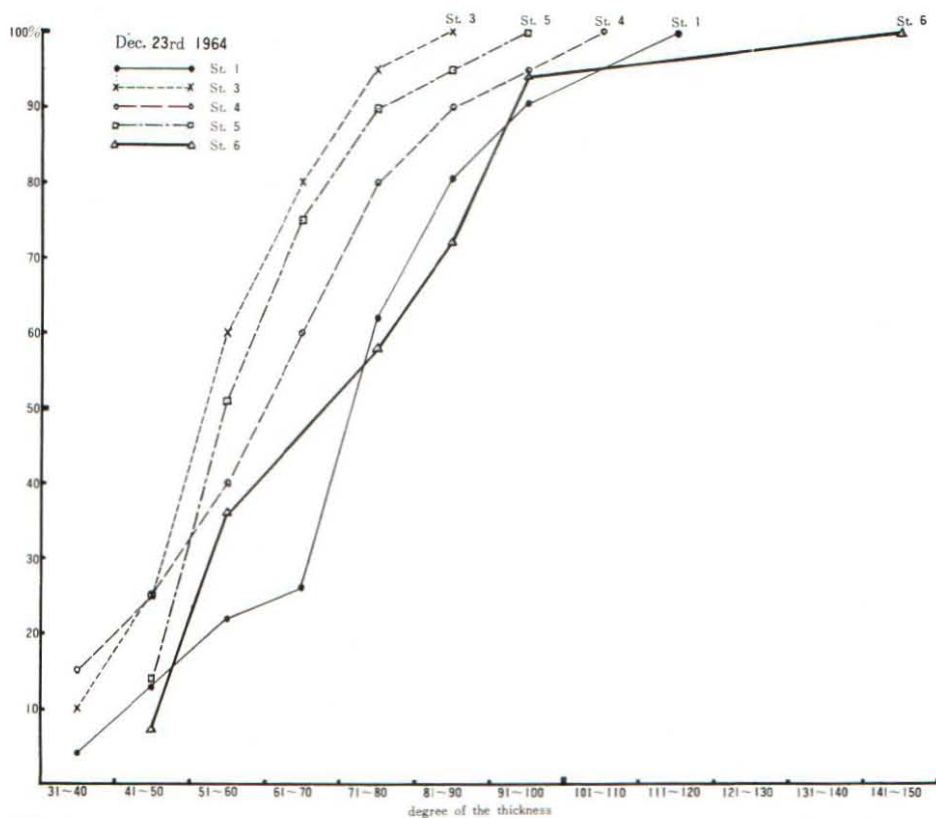


Fig. 9 Local variations of the degree of thickness* (weight/length $\times$ width) of 2-year-old *Laminaria*-fronds collected from the 5 stations in December 1964.

*: vide "summary".

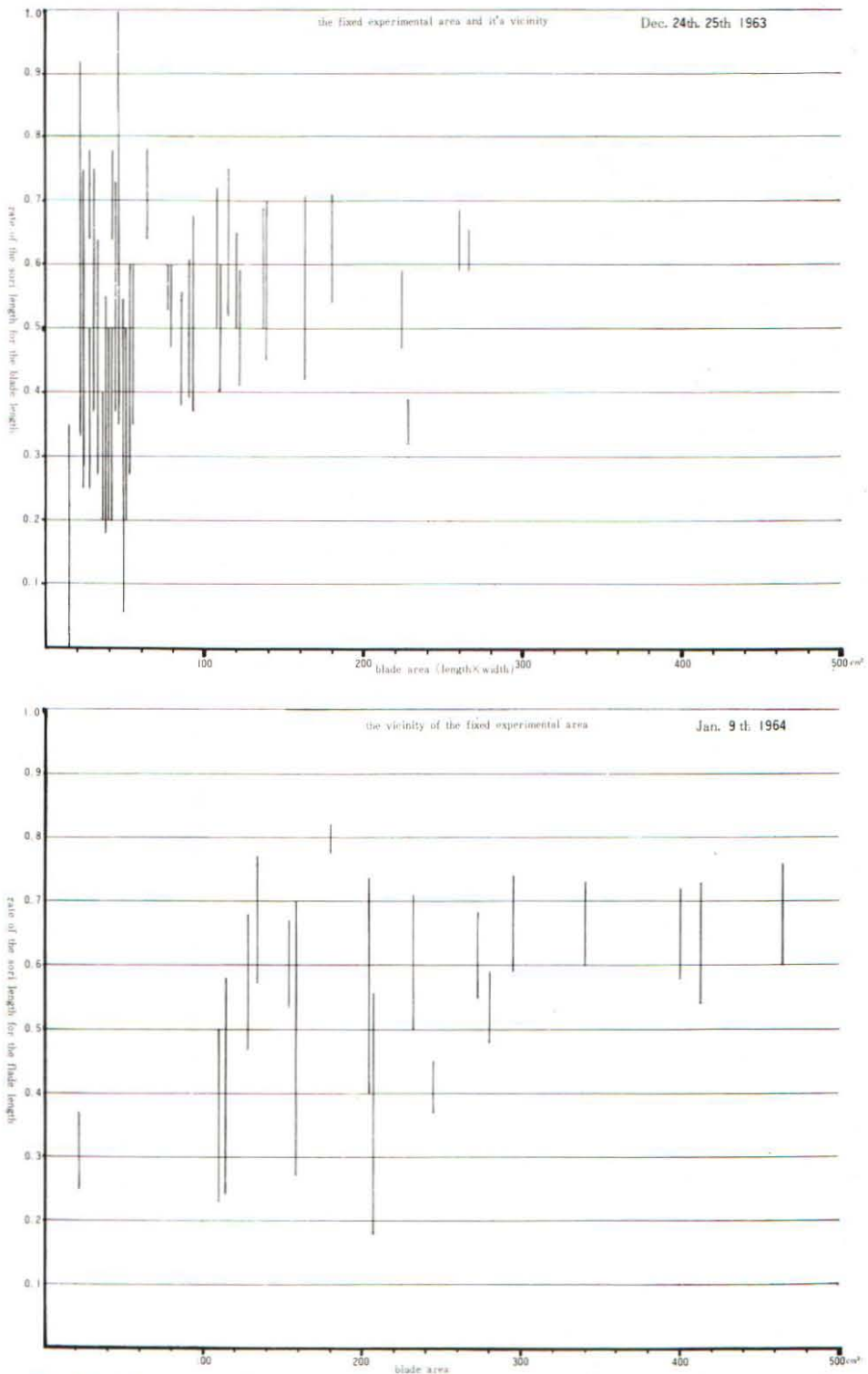


Fig. 10 Maturity of the 2-year-old *Laminaria*-fronds growing on the experimental area and its vicinity in December 1963 and January 1964. Maturity of the fronds are shown in this figure the rate of the sporangial sori length for the blade length (sporangial sori length/blade length).

Table 4 Two-year-old *Laminaria*-fronds collected from the

quadrat number		1		2		3	
2-year-old <i>Laminaria</i> -frond	number of the fronds	7		6		8	
	mean area	357 cm ²		415		312	
	stipe length	range 0.5~1.5 cm	mean 1.09	0.5~1.8	1.15	1~2.5	1.6
	blade length	5~29 cm	13.7	7~21	10.6	8~22	14.4
	blade width	3~11 cm	5.7	3.4~7	4.5	2.8~7	5.2
	blade-form (length/width)	1~3.6	2.4	1.1~5.2	2.35	1.6~4.2	2.76
	number of the fronds	both surfaces 2		1		1	
having sporangial sori		one surfaces		2		2	
Sargassum confusum		number 6		16		5	
associated algae		coverage					
Ulva pertusa		20%		20			
Colpomenia sinuosa		40					
Corallina pilulifera		10		20		20	
Neodilsea yendoana							
Rhodoglossum pulchrum		●(10%<)				20	
Gymnogongrus flabelliformis							
Symphyocladia latiuscula		●		20			
non associated algae							
diatom		●				●	
Cystophyllum hakodatense				●			
Sargassum thunbergii		●		●			
Laminaria religiosa (1-year-old)		number 13				7	
Costaria costata		●		●			
Melobesioideae		●		●		●	
Grateloupia divaricata				●			
Glacilaria sp.							
Rhodymenia palmata				●			
Lomentaria catenata		●		●			
Lomentaria hakodatensis		●					
Acrosorium yendoi		●		●		●	
Polysiphonia sp.							
Ceramium sp.				●			
Laurencia sp.		●		●			
Gelidium sp.							

囲で、4~5本のものが多かった。1月には、2~11本の範囲で6~7本のものが多く、2月には根枝がよく発出しており、全てのものが5本以上であり、10本以上のものもかなりみられ全体の20%ほどをしめていた。6月には、6~13本の範囲で2月から数カ月をへているにもかかわらず、根枝の増加は少なかった。なお、Plate III の Fig. 2 に示したように、2月のものは新しい根枝が輪生して出てきており、一方、Plate IV の Fig. 2 の6月のものは根は地物にたいし扁平に広がり、その付着面積も1月と2月のものに比べかなり広がっていた。葉長と根枝の発出数との関係についてみると、12月のものは葉長変化の幅は広いが、葉長が長いほど根枝発出数が多い傾向がみられ、1月にはさらにその傾向がはっきりしていた (Fig. 11)。全体をとおしてみると、12月から2月までは、根枝は一年目の古い根の上部の茎から発出し、輪生する傾向が

vicinity of the experimental area in December 1964.

(Dec. 17th 1964)

4	5	6	7	8	9	10	mean
1 2500	9 278	2 1250	6 415	8 312	12 208	1 2500	6 415
2	0.5~2.5 1.45	1:1.8 1.4	1~2 1.43	0.5~2.5 1.5	0.5~2 0.97	2.2	1.38
18	8~31 18.2	21:14 17.5	7~32 15.4	3.6~24 13.6	6~35 15.5	23	15.0
8	2.2~7.8 5.2	6.8:8.2 7.5	2.8~8.4 5.5	1.5~9.1 5.5	3.2~8.5 5.3	7.5	5.45
2.3	1.8~6.9 3.5	3.1:1.7 2.4	1.3~4.3 2.8	1.3~3.9 2.46	1.4~4.7 2.9	3.1	2.76
	1	1	3 1	2 2	1 1		1 1
2	4	3	5	4	7	5	6
● 40 60 ● ● ●	● 20 20 ● 20 ●	● 20 40 ●	20 20 20 ●	● 20 10 20	10 60 ● ●	● 10 80 ●	4 16 34 2 6 4 2
19 ● ● ● ●	● 12 ● ●	7 7	● ● ●	12	● ● ●	2 ● ● ●	

みられたが (Plate III の Fig. 2), 6 月には根枝の増加は少なく, 地物にたいし扁平に広がり, 附着面積を広げる傾向がみられた (Plate IV の Fig. 2)。

1964年12月の St. 1~6 の標本では, 葉長の長いところの湾口と湾中部のものは根枝の発出数が多い傾向がみられ, またこれらのものは他の調査地点のものに比べ根枝は輪生する傾向がみられた (Tab. 2)。

h. 再生

1963年12月と翌年1月の試験区と区周辺の調査で再生部のクビレがみられたものは, 12月に区内で28本48%, 区周辺で16本32%であった。1月には, 両区とも5本のものにみられた。なお, 再生部のクビレがはっきりしないで旧葉を残しているものもみられた。

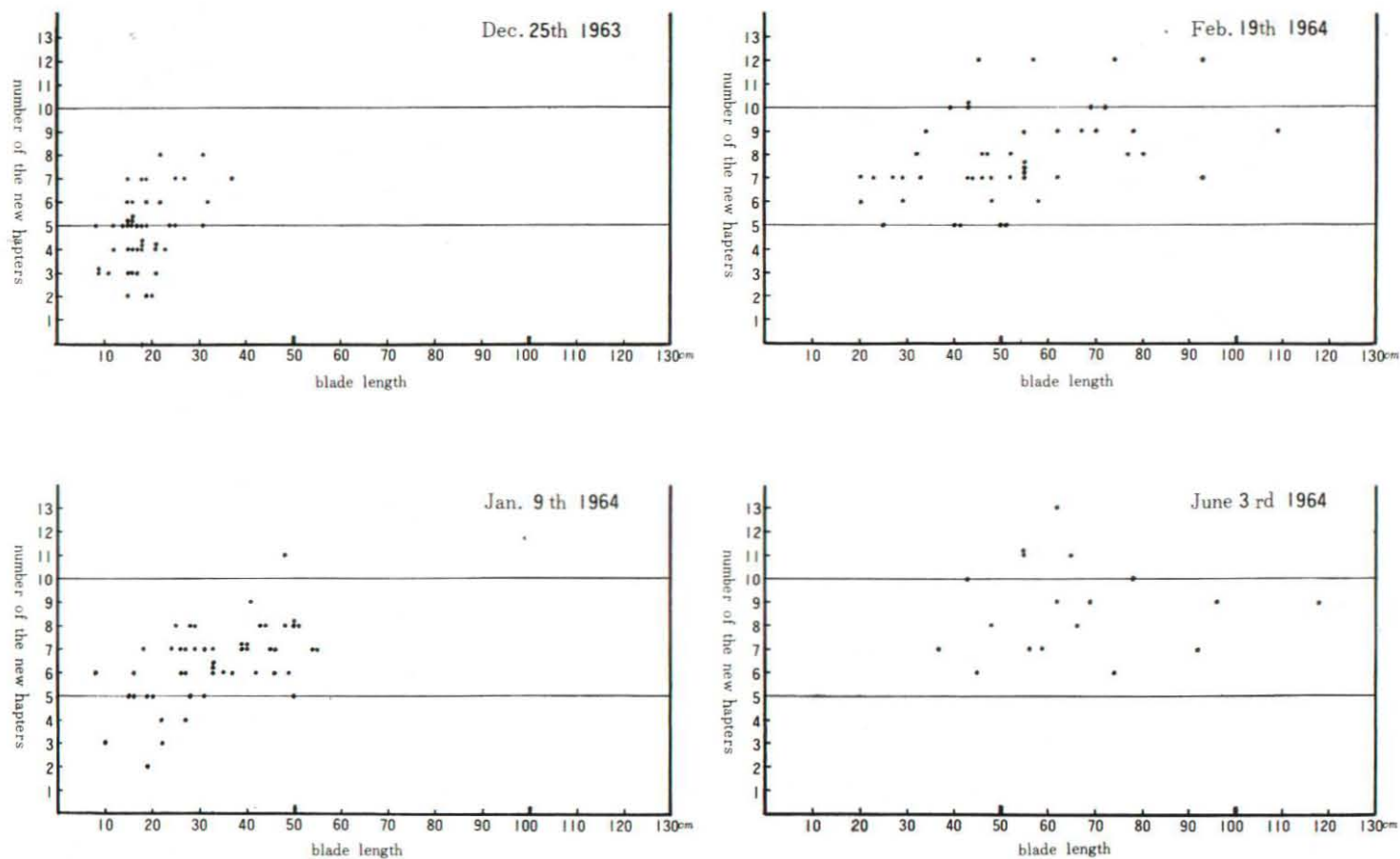


Fig. 11 Number of the new hapters of 2-year-old *Laminaria*-fronds collected from the vicinity of the experimental area from December 1963 to June 1964.

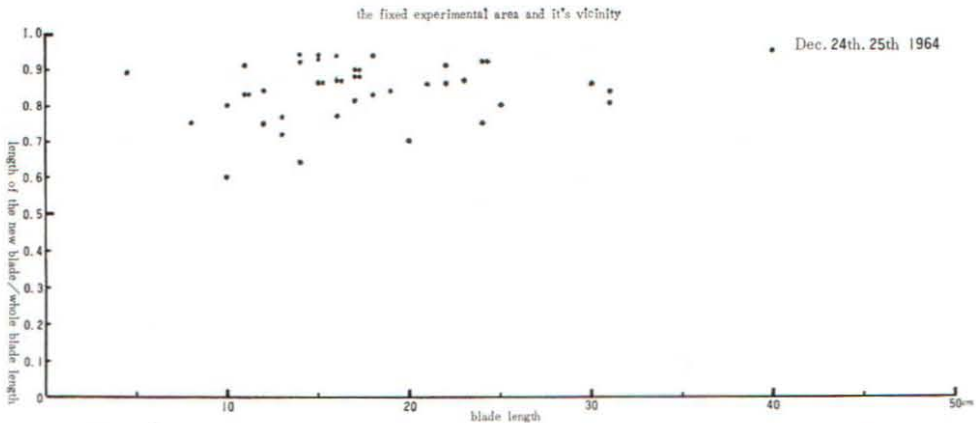


Fig. 12 Regeneration indicated by presence of the constricted portion of the 2-year-old *Laminaria*-fronds growing on the experimental area and its vicinity in December 1964. The constricted portion of the fronds are shown in this figure the rate of the new blade length for the whole blade length (new blade length/whole blade length).

再生部のクビレの位置を葉長の割合（葉基部からクビレまでの長さ／葉長）でみると、12月の多くのものは葉頂の近くにあり、基部から0.8以上の位置にあったものは39本90%であった (Fig. 12)。また、クビレは葉長の長いものほど頂部に移行している傾向がみられた。葉長別にみると、10 cm 以下のものは4本9%、11~20 cm のものは27本63%、21~30 cm のものは9本21%、31 cm 以上のものは3本7%であった。

1964年12月の St. 1~6 と試験区では、湾口の St. 4 では旧葉を残したものはみられず、他の調査地点では14~29%のものに旧葉がみられた (Tabs. 2, 3)。

i. 生長と末枯れ

1963年12月から翌年2月に試験区で、個体ごとに葉長と葉幅増加についてみたが、それは個体差がみられた (Fig. 13)。図には葉長の伸びのよいもの (Fig. 13 の下図) と少ないもの (同上図) に分けてしめた。葉長の変化についてみると、2月に 50 cm 以上になったものは、12月に 20 cm 以上のものが多く9本80%ほどであり、一方、2月に 50 cm 以下であったものは12月に 20 cm 以下であったものが多く8本80%であった。このように、12月の葉長の長短は一般にその後の伸びと関係が深い傾向を示した。葉幅の変化では、2月に葉長が 50 cm 以上になったものは一般に葉幅増加の傾向も高く、一方、50 cm 以下であったものは高いものと低いものがみられた。

つぎに、各個体の葉長の伸長率、末枯れ率および葉幅の増加率についてみると、伸長率は各個体とも1~2月の方が12~1月に比べて高く、12~1月には 8~67 mm/week、1~2月には 17~98 mm/week であった。末枯れ率は、12~1月には 3~17 mm/week、1~2月には 2~11 mm/week であり12~1月に末枯れがはげしかった。葉幅の増加率は12~1月に 0.2~8.4 mm/week、1~2月に 2.4~11.8 mm/week で1~2月に高かった。全体をとおしてみると、12~1月に伸長率が高いものは、1~2月にも高い傾向があり、またこれらのものは葉幅の増加率も高い傾向があった。

3. 群 落

a. 試 験 区

コブの着生密度についてみると、1963年から翌年では、12月に66本で密度は約12 (11.8) 本/m² であった (Fig. 14 の上図)。1月には57本で約10 (10.2) 本/m²、2月には53本で約9 (9.45) 本/m² であった。このように12月から2月にかけて約20%のものが流失した。1964年から翌年では、12月に29本で約4 (4.15) 本/m² (Fig. 14 の下図)、4月には26本で約4 (3.7) 本/m² であり、コブの流失は少なく、4月まで生き残ったものは90%ほどであった (Tab. 3)。

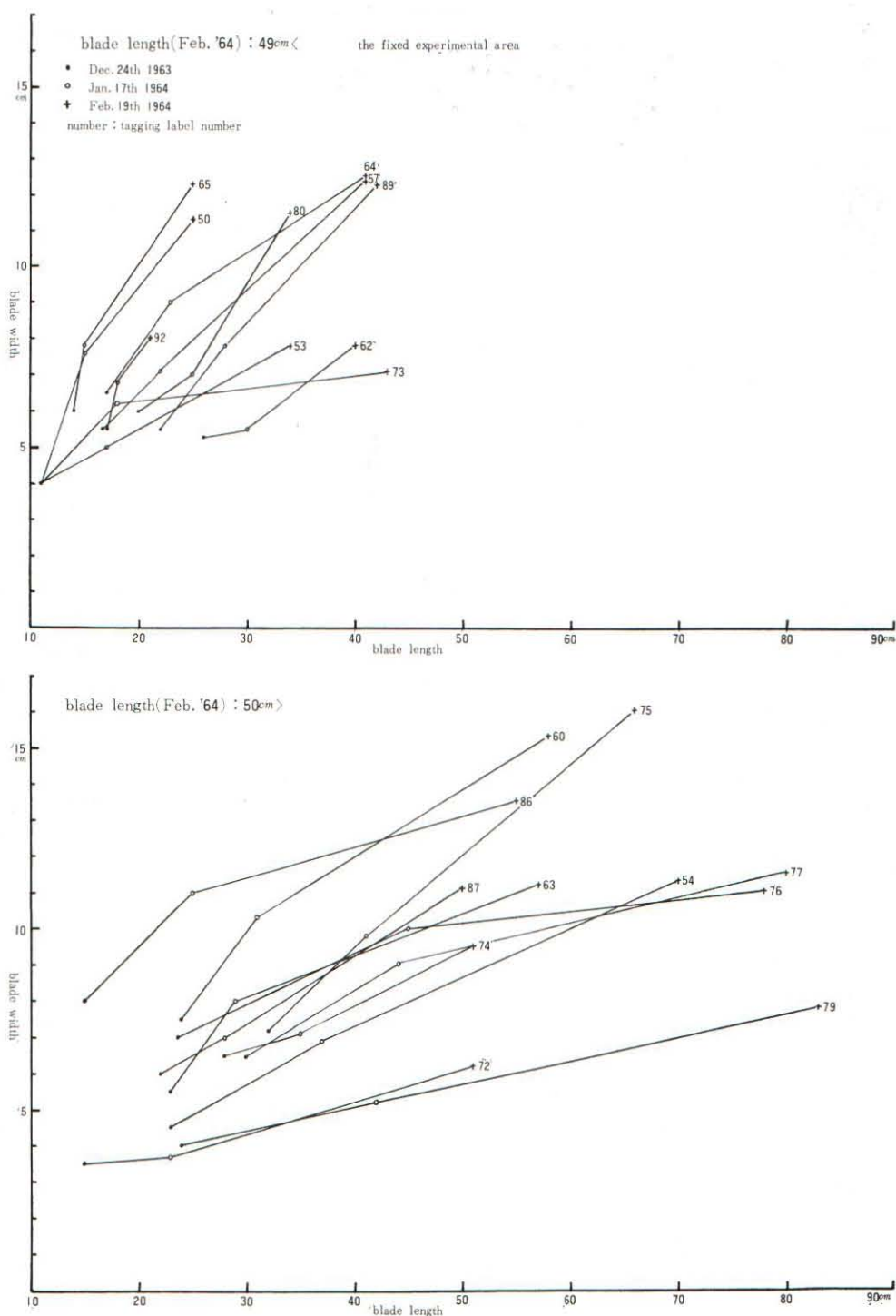


Fig. 13 Growth in blade length and width of 2-year-old *Laminaria*-fronds growing on the experimental area from December 1963 to February 1964.

つぎに群生の状態についてみると、1963年12月の区内の小枠 (Fig. 14 の上図のアルファベットで示した $50 \times 50 \text{ cm}^2$ 枠) にコンブがみられなかったのは3枠、1本のところは4枠、2～4本のところは3枠、5本のところは2枠、6本のところは1枠、15本のところが1枠あった。特にI～J枠では標識番号16～34のものが群生していた。1964年12月には、小枠にコンブがみられなかったのは18枠、1本のところは5枠、2～4、7、8本のところはそれぞれ1枠であった (Fig. 14 の下図)。この年ではR、S枠に群生していた。

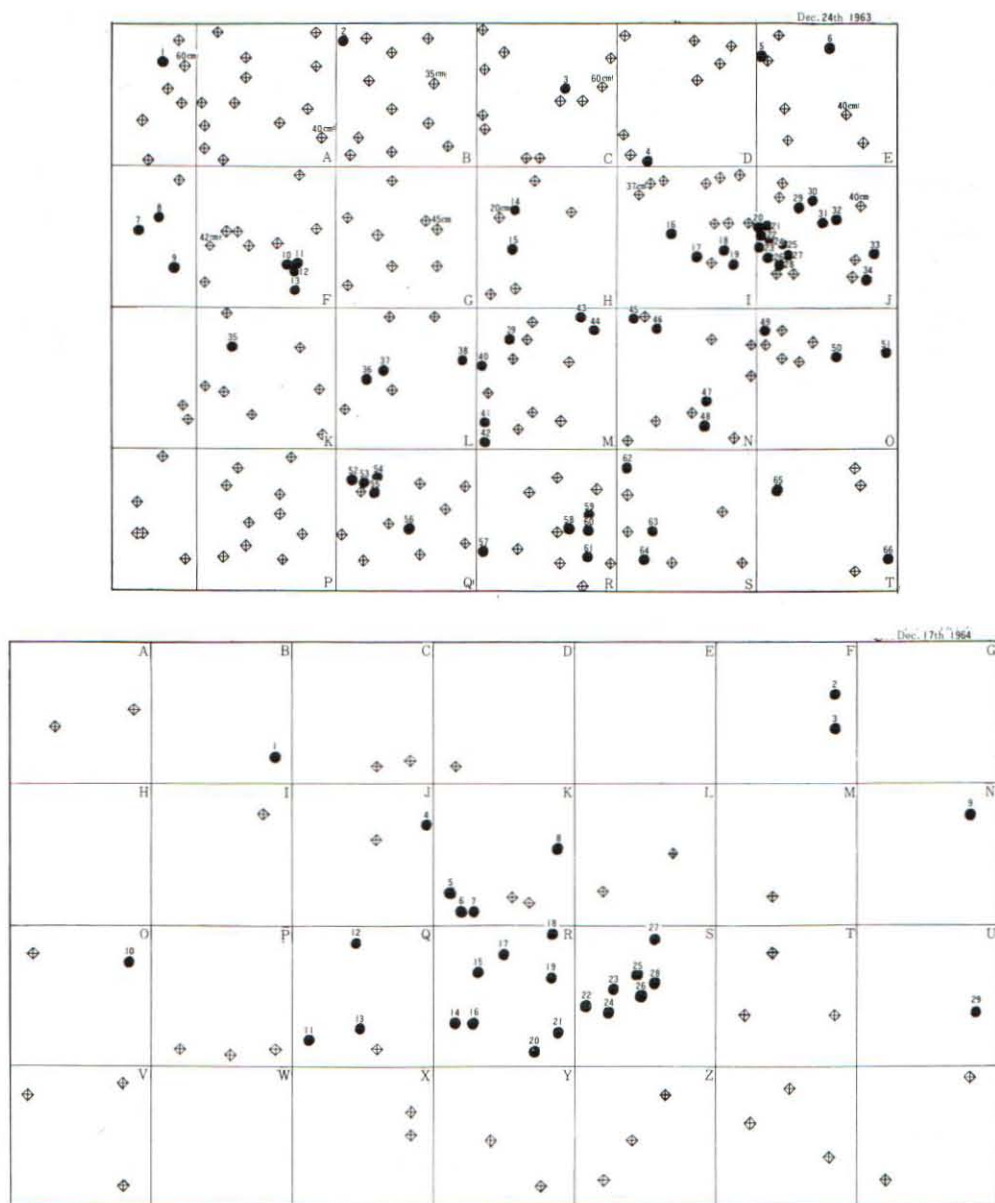


Fig. 14 Distribution of the fronds of 2-year-old *Laminaria* and *Sargassum* in the experimental area in December 1963 and 1964.

Number : 2-year-old *Laminaria*-frond.

⊕ : *Sargassum confusum*

a quadrat : $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$.

他海藻についてみると、1963年12月にはフシスジモク、アナアオサ、アカバ、ビリヒバ、オキツノリ、アカバギンナンソウ、ツノマタの1種、ダルス、エゴノリ、イソムラサキなどがみられた。このうち群落を形成していたのは大型海藻ではフシスジモクがあり区内のどの小枠にもみられ、1枠に3～13本で密度は平均約30 (29.8) 本/m² でコンブの約3倍であった (Fig. 14 の上図)。これらの葉体の長さは10～60 cm で根部は盤状に広がり、地物に密着していた。群落を形成していた小型海藻では、アナアオサが全ての枠にみられ、被度は10～50%で平均24%、次いでアカバギンナンソウがJ枠を除いてみられ、5～40%で平均17.5%、ビリヒバが6枠にみられ平均7%、オキツノリとイソムラサキは4枠にみられ平均4%ほどであった (Tab. 5)。1964年12月ではフシスジモクは1枠に0～3本で約5 (4.85) 本/m² であり、前年の1/2ほどに減少

Table 5 Associated small algae growing on A-J quadrat in the experimental area in December 1963. (Dec. 24th 1963)

species	quadrat	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	mean	
Ulva pertusa	coverage 50%		30	20	30	40	15	25	10	10	10	24	
Neodilsea yendoana									●				
Corallina pilulifera		10	5	10	20	10		15	●			7	
Gymnogongrus flabelliformis		15			10			10	10			4.5	
Rhodoglossum pulchrum		15	5	15	15	20	20	30	15	40		17.5	
Chondrus sp.									5			0.5	
Rhodymenia palmata											40	4	
Campylaephora hypnaeoides									5			0.5	
Symphyclocladia latiuscula						10			10	10	10		4

していた (Fig. 14 の下図)。

コンブとフシスジモクとの関係についてみると、1963年12月のJ枠ではコンブが密生していたが、この密生している中にはフシスジモクはみられず、外側周辺に生育していた (Fig. 14 の上図)。また、1964年12月にもコンブが密生していた R, S 枠にはフシスジモクはみられず、外側の K, L, J, Z, Y の各枠にみられた (Fig. 14 の下図)。コンブとビリヒバの関係についてみると、1963年12月の区内では、コンブが多かった F, I, J 枠にはビリヒバがみられず、一方、コンブがないところ、あるいは1～2本の少ないところではH枠を除いて、ビリヒバの被度は5～20%で高かった。

b. 試験区周辺

1964年12月の帯状法による調査では、コンブの密度はC区を除いて約3 (3.4)～6 (5.7) 本/m² でありかなりまばらに生育していたが、一部C区岸側のように密生しているところのみられた (Fig. 15)。A～C区では岸側に多く、D, E 区では沖側に多かった。一般に細長い平磯のほぼ中央部に帯状に多く生育していた。同じ平磯のコンブが多いところで、枠法で調査したものでは、着生密度は No. 1～10 の枠で 4～48本/m² で平均 24本/m² であった (Fig. 15)。これらの形態については Tab. 4 に示した。

他海藻の群落形成の状態を枠法でみると、1964年12月には、フシスジモクは全枠 (10コ) にみられ1枠に2～16本で平均6 (5.7) 本であり、コンブの密度とほぼ同じであった。小型海藻ではビリヒバが全枠にみられ、被度は10～80%で平均34%であった (Tab. 4)。特に、No. 10 枠では80%というかなり高い値を示していた。次いで、フクロノリは7枠にみられ、10～40%で平均16%、アカバギンナンソウは平均6%、アナアサとオキツノリが4%、アカバとイソムラサキが2%であった。その他、付着珪藻、ウガノモク、ウミアトラノオ、スジメ、無節石灰藻、カタノリ、オゴノリの1種、ダルス、フツツナギ、コスジフツツナギ、ハイウスバノリ、イトグサの1種、イギスの1種、ソゾの1種、テングサの1種および末枯れしたホソメコンブがあった。

コンブとフシスジモクの関係についてみると、コンブが1, 2本で少なかった Nos. 4, 6, 10 の枠では No. 10 枠を除いてフシスジモクは2, 3本で少ない傾向がみられた。また、コンブが多かった Nos. 2, 5,

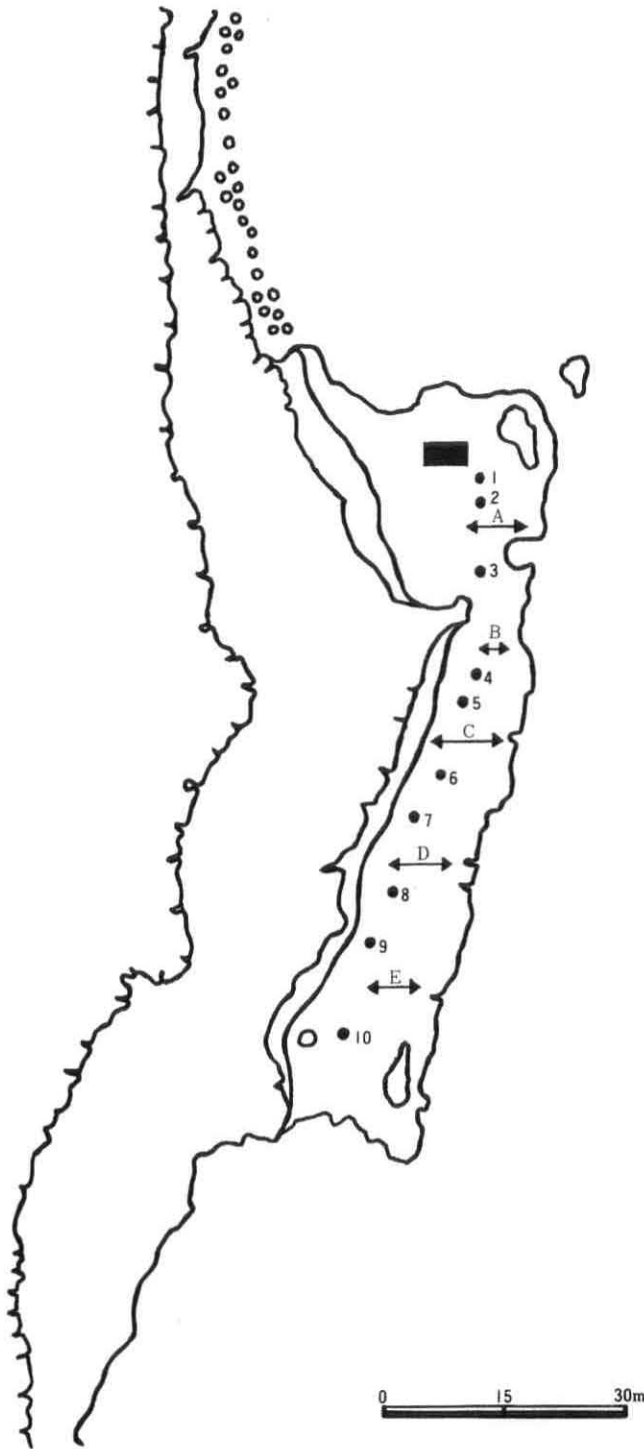


Fig. 15 Sketch map of the station A (shown in Fig. 1).

■ : the experimental area.

A-E : belt transects.

1-10 : quadrats (a quadrat : 50 cm×50 cm).

7, 9 の枠では、密生している中にはフシスジモクはみられず、外側周辺にみられた (Fig. 17)。コンブとビリヒバの関係では、コンブが少なかった Nos. 4, 6, 10 の枠ではビリヒバが40, 60, 80%の被度を示し、他の枠に比べてかなり高かった (Tab. 4)。一方、コンブが多かった枠では、No. 9 枠を除いてビリヒバは10~20%であり、かなり低かった。No. 9 枠の例外はあるが、一般にビリヒバの被度が高いところではコンブは少なく、低いところでは多い傾向がみられた。

c. 調査地点

二年コンブの着生密度は、1964年12月には湾外の St. 2 を除いて 34~46本/m² であり、各地点とも似た傾向を示した (Tab. 2)。翌年4月には、2 調査地点を除いて密度は $\frac{1}{5}$ ~ $\frac{1}{3}$ に減少していた。

他海藻では、1964年12月にフシスジモクは4 調査地点にみられ、被度は10~40%で平均15.8%で最も高かった (Tab. 2)。ビリヒバは全調査地点にみられ、5~40%で平均9.2%であった。無節石灰藻も全調査地点にみられ5~30%で平均8.8%であった。オキツノリは4 調査地点で5~20%でみられ平均6.3%、アナアオサは全調査地点にみられ平均4.2%であった。その他、枠内で5%以上であったものは、テングサの1種、アカバギンナンソウ、フツツナギ、カタノリがあり、4%以下のものは付着珪藻、褐藻類ではイソガララの1種、クロガシラの1種、セイヨウハバノリ、フクロノリ、ウガノモク、ウミトラノオ、紅藻類ではウツブリノリ、オゴノリの1種、ハイウスパノリ、コスジフツツナギ、ソゾの1種、クシベニヒバ、フタツガサネの1種があった。また、末枯れしたホソメコンブが湾外と湾口の一部を除いてみられた。翌年4月には、二年目ホソメコンブがウチカブトを除いた各調査地点にみられ、枠内に50~300本であった (Tab. 2)。スジメは St. 4 を除いた各調査地点で2~7本でみられた。フシスジモクは4 調査地点に4~6本、ワカメは2 調査地点に2本ずつみられた。その他、ウミトラノオが3 調査地点にあった。小型海藻ではビリヒバが全調査地点にみられ、また無節石灰藻、アナアオサ、アカバギンナンソウ、オキツノリが3~4 調査地点にみられた。付着珪藻、エゾヒトエグサ、シワヒトエグサ、ウツブリノリ、スサビノリ、アカバ、ソゾの1種、イギスの1種、イソムラサキ、ダルスが1~2 調査地点にみられた。

コンブとフシスジモクとの関係では、12月には湾外と湾口の一部を除いて、コンブの密度の高いところはかなり多く生育していたが、このことは試験区と区周辺で調査した結果と一致した。なお、湾口 St. 4 では他の調査地点と逆の傾向を示していた。コンブとビリヒバとの関係では、12月に湾外 St. 2 のコンブが少なかったところでは、ビリヒバの被度が高く、コンブが多いところでは低い傾向があった。このことは試験区と区周辺で調査した結果と一致した。

考 察

1. 分布と消長

二年目コンブが分布生育する場所は毎年ほぼ同じであったが、着生密度はかなり変化していた。このことから忍路湾でコンブが再生する場所はほぼ決まっているが、その数量は年変動があると考えられる。

毎年二年目コンブがみられるところは、湾口 St. 4 と湾奥の平磯であったが、この場所では休止期と流失期 (筆者ら, '63) に、生育が遅れていて葉体が短く末枯れの少ない矮小なものが生き残り、このうちの多くのものが二年目コンブへと再生した。このように矮小なものが再生することは、筆者ら ('66) がマコンブで調査した結果からもじゅうぶん考えられる。

消長についてみると、再生前の休止期は再生部のクビレの状態からみて、ミツイシコンブ (長谷川, '62) やナガコンブ (佐々木, '64) のようにははっきりしていないと考えられる。再生期は11月ごろから12月下旬まで続き、生長期は1月ごろから始まり4月ごろまで続いたが、4月の葉長の伸びと6月のものの末枯れの状態からみて、5月ごろまで続くのではないかと考えられる。また、6月に入ると末枯れしたものがかなり多くなり、また流失するものが多くなったことからみて、忍路湾の二年目コンブは生長期が終った後、成熟期にいたるものは極く僅かであるのではないかと考える。

2. 試験区と区周辺の二年目コンブ ('63~'64)

葉形についてみると、試験区では2月まで各月ともモードは 3.1~4 にあった。しかし、区周辺では各月

ともそのモードは変化していたが、これは区周辺では標本を任意採取したためと考えられる。

肥大度では、12月と1月には高く、2月には低くなり、6月には再び高くなった。このことは12、1月には旧葉部が多く残っていたために肥大度は高く、2月には新旧葉部が入れかわり新葉部が大部分をしめたため低くなり、その後、肥大生長を続けて6月には再び高くなったと考えられる。なお、ナガコンブでも肥大度は再生期から生長期にかけて同じような傾向をとることが知られている（佐々木, l.c.）。また、子囊斑がみられたものは肥大度は高かったが、これは肥大度が高い旧葉部に多く子囊斑が形成されていたためと考えられる。なお、ホソメコンブで子囊斑がみられたものは肥大度が120前後のかなり高いものであった（筆者ら, '63）。

再生状態についてみると、忍路湾の二年目コンブは再生部のクビレがあまりはっきりしていなかったが、このことは筆者ら（未発表）が伊達のマコンブで調査した結果と一致する。なお、佐々木（l.c.）はナガコンブで休止期をへないもの（？）は突き出し型をとらないのではないかと推察しているが、筆者らも忍路湾の二年目コンブは休止期をへないかあるいは短かったために、はっきりした再生部のクビレがみられなかったのではないかと考えている。

新しい根枝は、12月から2月までさかんに発出していたが、数カ月後の6月には根枝の増加が少なかったことからみて、根枝の発出はおもに生長期の初めにおこなわれ、その後、根枝はさらに細い根をだし地物にたいし扁平に広がるのではないかと考えられる。

成熟状態についてみると、葉の両面と片面に子囊斑のあるものがみられたが、宮部（l.c.）は両面にできるのはホソメコンブの特性の一つとしている。また、子囊斑がみられたものは葉面積が小さい小形のコンブが多かったが、このことは成熟期をへて再生期に入ったため、未成熟体より再生およびその後の生長が遅れたためと考えられる。なお、ホソメコンブ（筆者ら, l.c.）、ミツイシコンブ（長谷川, l.c.）およびナガコンブ（佐々木, l.c.）でも成熟期のものは伸長生長が止まるか非常に遅くなるかすることが知られている。

3. 調査地点と試験区の二年目コンブ（'64～'65）

葉長では、一般に湾口と湾中部のものは湾外と湾奥のものに比べて優れていたが、このことは湾口と湾中部では成熟体がないかあるいは少なく、そのためほとんどのものは成熟期をへないで再生期から生長期に早くうつり葉長の伸びがよかったのではないかと考えられる。そのうえ、湾口では波浪が強くコンブは葉幅が狭く葉長が長い外海型をとったことが考えられる。

葉幅では、湾中部と湾奥では幅広いものが多かったが、このことは両地点とも波あたりが穏やかなところにあったため、葉幅の広い湾内型をとったためと考えられる。

葉形では、湾口では細長い形のもの湾奥では幅広い形のものが多かったが、このことは前の葉長と葉幅の場合と同じように、湾口では外海型、湾奥では内海型をとったためと考えられる。

4. 種の問題

種についてみると、まえばきでものべたように、忍路湾の二年目コンブはホソメコンブであるカリシリコンブであるかという疑問が残る。宮部（l.c.）は三つの特性で両種を区別しているが、これらのうち二年目コンブの葉形と根枝の輪生は同じ忍路湾でも地域的な変化あるいは時期的な変化があった。また、子囊斑のでき方も葉の両面と片面にできるものがあった。このように、ホソメコンブとリシリコンブを区別するホソメコンブの特性の葉形と根枝の輪生は固定的なものでなく、子囊斑のでき方もホソメコンブの特性をもったものともたないものがあった。一方、長谷川（l.c.）のコンブの分布や形態からの考察、および簀（'64）のリシリコンブとホソメコンブのかけあわせによる研究では、前者はホソメコンブはリシリコンブとマコンブの間種、後者はホソメコンブはマコンブの一変種と考えている。筆者らも両者の考え方と同じように、ホソメコンブのおもな分布地域（後志沿岸の忍路湾）のその群生地内から一年目から二年目に再生したものがみられたこと、またこれら再生したものにはホソメコンブの特性をもつものともたないものがみられ、さらにその特性が時期的および地域的な変化があることから、ホソメコンブとリシリコンブははっきりと区別することができないのではないかと考える。

しかし、このような調査だけでは種についてさらに論議をくわえることは不充分であるので、今後の調査

は二年目に再生する一年目コンブの調査、また、リシリコンブをホソメコンブ地帯に、ホソメコンブをリシリコンブ地帯に移植・養殖をおこない、どのような形態変化をとるか観察したい。

要 約

忍路湾で1961〜'63年にかけて、二年目コンブの分布生育の概要を調査し、その後1963〜'65年にかけて、湾奥部の試験区と区周辺および湾内外の6調査地点で、二年目コンブの生育と群落を調査し次のような結果を得た。

1. 二年目コンブはネコマリからボロマイ崎の左右、実験所、立岩、恵比須岩、旧検潮儀、ウチカブトに分布生育していた。一般に、湾外と湾口の近くでは平磯が岸深くなるところに多く、湾中部と湾奥では平磯に多く、生育水深は50 cm前後であった。毎年群生するところは、湾口に近いボロマイ崎の右手の平磯と湾奥の実験所近くの平磯であった。

その消長は、再生期は11月ごろから12月下旬、生長期は1月から4、5月ごろまでであった。6月に入ると、実入は少なかったが末枯れはげしくなり、コンブの流失も多かった。

2. 試験区と区周辺では、葉長と葉幅は12月から1月まで変化は少なかったが、1月から2月にかけて増加し、個体間の差もめだった。6月には末枯れにより葉長の伸びは少なかったが、葉幅の増加はかなりみられた。葉形（葉長／葉幅）の値は、各月とも3.1〜4にモードはあったが、月をへるにしたがい細長いものの割合が多くなった。葉重は6月まではほぼ一様に増加していた。肥大度は1月まで高く、2月には低くなり、6月には再び高くなった。再生部のクビレは12月のものにかかり残っていたが、1月には全体の10%ほどに減少していた。なお、多くのものの再生部のクビレは葉頂に移っており、葉体の長いものほどその傾向が著しかった。新しい根枝の発出は2月まで増加の傾向があったが、その後の増加は少なかった。また、同時期のものでも葉体の長いものほど発出数が多い傾向があった。成熟体は12、1月に約20〜40%みられた。なお、成熟体は葉面積が小さいものが高かった。

個体ごとにみた葉長の伸長率は、12月に葉長が短かったものはその後の伸びが劣り、12月に長かったものはその後の伸びがよい傾向があった。また、葉長の伸びのよいものは葉幅増加も高かった。末枯れ率は、1〜2月よりも12〜1月の方が高かった。

3. 調査地点と試験区では、葉長は湾中部と湾口のものは湾外と湾奥のものに比較し優れていた。葉幅は、湾中部と湾奥のものは幅広かった。葉形は、湾口では細長い形のものが多く、湾奥では幅広い形のものが多かった。なお、湾外の St. 2を除いて、各地点とも葉形（葉長／葉幅）の値は12月から4月にかけて2〜3倍ほどになり、より細長い形になっていた。葉重は、湾中部のものは重いものが多く、肥大度では、ウチカブトと湾口 St. 4のものが高かった。新しい根枝の発出は、葉体の長いものが多かった湾中部と湾口のものは発出数が多かった。成熟体は湾口ではみられず、その他の地点でみられた。

また、湾奥部平磯の採法の調査では、全標本の $\frac{1}{3}$ 、20本のものが成熟体であり、葉の両面と片面に子葉斑がみられたものの比は1:1であった。

4. 試験区のものの着生密度は、1963年12月には12本/m²、翌年1月には10本/m²、2月には9本/m²で、2月には12月から80%のものが生き残っていた。1964年12月には4本/m²であったが、翌年4月には90%の生き残りがあった。群生していた大型海藻はフシスジモク、二年目コンブ、小型海藻はアナアオサ、アカバギンナンソウ、ピリヒバであった。なお、ピリヒバがみられないところあるいは他海藻の被度が低いところでは二年目コンブが多く、高いところでは二年目コンブが少ない傾向があった。
5. 二年目コンブが群生していた湾奥部平磯には、中央部帯状に多く生育していた。帯状法の調査では平磯に平均7本/m²、中央部岸よりのコンブの多いところの採法の調査では24本/m²であった。他海藻では、試験区と同じようにフシスジモクがかなりみられ、また試験区と同じ二年目コンブとピリヒバとの関係がみられた。
6. 調査地点の二年目コンブの着生密度は、1964年12月には湾外の1地点を除いて40本/m²前後であった。翌年4月には、任意採取のためか一部で高くなっているが、他の地点では $\frac{1}{3}$ 〜 $\frac{1}{2}$ に減少していた。

他海藻では、フシスジモクは湾外と湾口の2地点を除いてかなり多くみられた。また、試験区と区周辺と同じ二年目コンブとピリヒバとの関係がみられた。

文 献

- 遠藤吉三郎 (1911) : 海産植物学 東京 博文館 352~355
- 船野 隆・阪井与志雄・佐藤巳之吉 (1966) : コンクリートブロックによるコンブ礁造成調査—伊達地先—昭和37~39年度漁場改良造成事業効果調査報告書 北海道 1~56
- 長谷川由雄 (1958) : コンブに関する二・三の知見 北水試月報 15(5) 35~38
- (1959) : 北海道沿岸産有用コンブ族植物の分布 同上 16(6) 3~8
- HASEGAWA, Y. (1962) : An ecological study of *Laminaria angustata* Kjellman on the coast of Hidaka Prov., Hokkaido., *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, (24) 116-138
- 長谷川由雄・阪井与志雄・船野 隆 (1963) : ホソメコンブの生態 北水試月報 20(9) 11~19
- 神田千代一 (1946) : 北海道沿岸産昆布族植物の発生学的研究 函館水専水産科学研報 (1) 1~44
- MIYABE, K. (1902) : On the Laminariaceae of Hokkaido., *Jour. Sapporo Agr. Coll.*, 1 4-16
- 岡村金太郎 (1936) : 日本海藻誌 東京
- 大野磯吉 (1932) : 水産増殖講話 北海道水産会 81~84
- PARK, M. (1948) : Studies on British Laminariaceae I. Growth in *Laminaria saccharina* (L) Lam *Jour. Mar. Biol. Assoc.*, 22(3) 651-709
- 阪井与志雄・船野 隆 (1964) : 忍路湾におけるホソメコンブの雌性配偶体と胞子体 本誌 (2) 1~6
- ・——— (1965) : 北海道産コンブ族植物の幼体 I ホソメコンブおよびマコンブの幼体について 本誌 (3) 36~50
- 佐々木 茂・岩井 肇・中島静夫 (1964) : ナガコンブの生活について 北水試月報 21(2) 12~19
- TOKIDA, J. and T. MASAKI (1959) : A list of marine algae collected in the vicinity of Oshoro Marine Biological Station, at Oshoro, Hokkaido, Japan., *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 10 173-195
- YABU, H. (1964) : Early development of several species of Laminariales in Hokkaido, *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 12(1) 1-72
- 山田幸男 (1948) : コンブ 77 p. 札幌 北方出版社

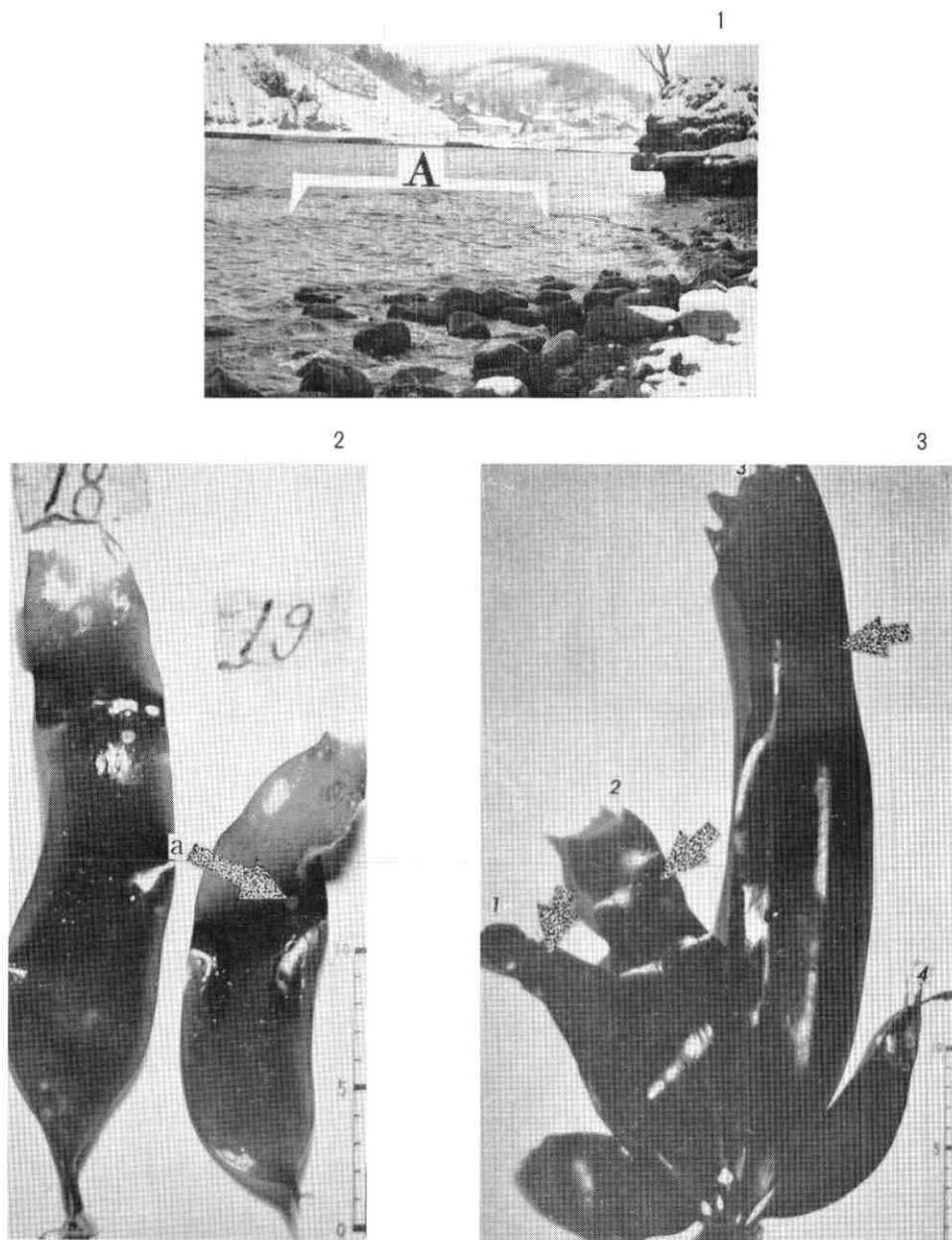


Plate I.

Fig. 1 The place where the experiments were carried out (St. A).
A : the experimental area.

Fig. 2 Marking method on 2-year-old *Laminaria*-frond by means of punching hole (a) at 5 cm above the blade base. These specimens were punched at the latter end of November, and the punched holes removed upwards.

Fig. 3 Fronds (1-4) are associated in a stub. The demarcation of the first and second year blade is indicated by an arrow.

The specimens shown in Figs. 2 and 3 were collected from the vicinity of the experimental area on December 25th, 1963.

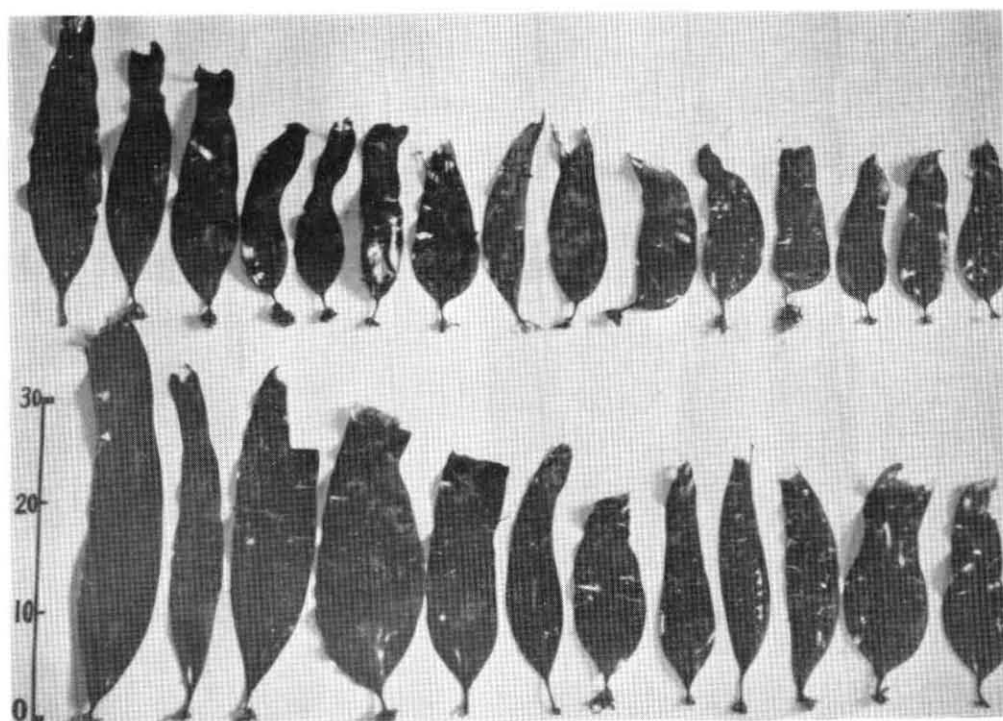


Plate II. The various forms of 2-year-old *Laminaria*-fronds collected from the vicinity of the experimental area on December 25th, 1963.

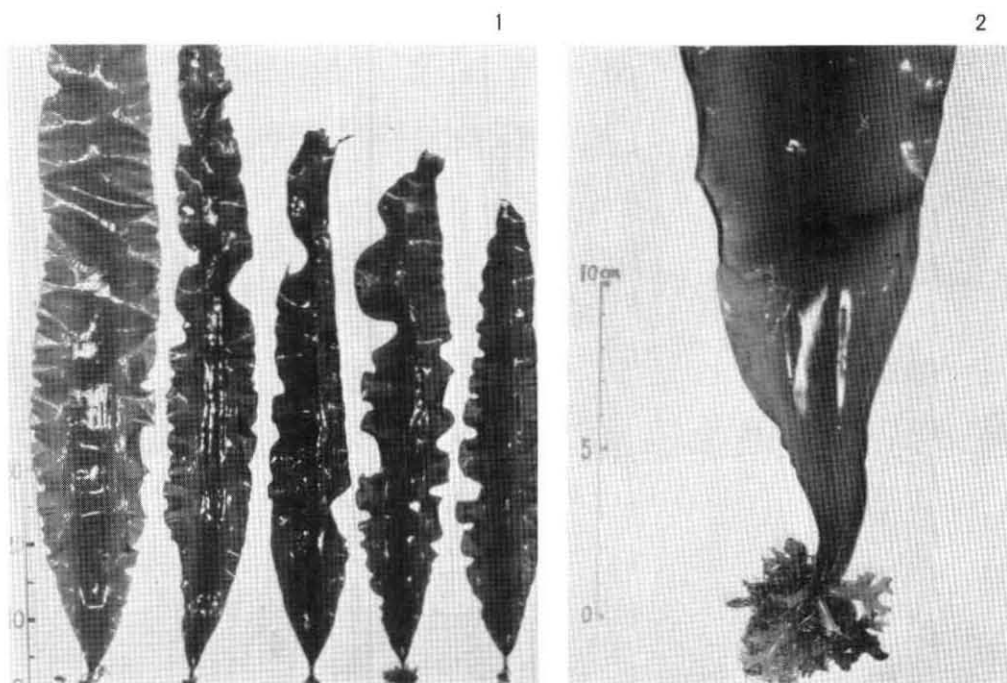


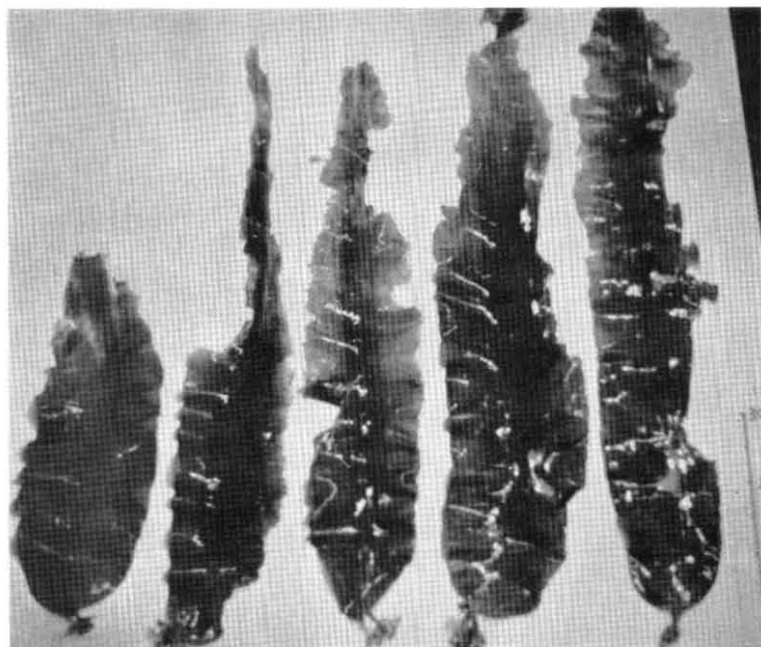
Plate III.

Fig. 1 Two-year-old *Laminaria*-fronds, the lapse of about 2 months after regeneration.
In these specimens old blades are not seen.

Fig. 2 New holdfasts issued from the stipes of 2-year-old *Laminaria*-frond.

The specimens shown in Figs. 1-2 were collected from the vicinity of the experimental area on February 19th, 1964.

1



2

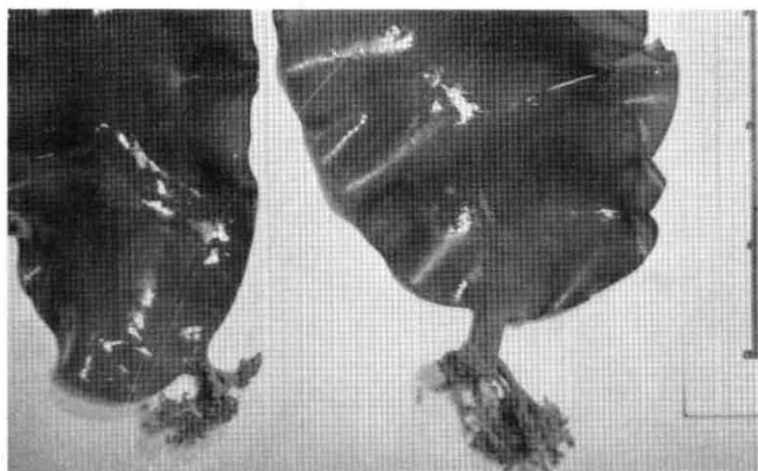


Plate IV.

Fig. 1 Tow-year-old *Laminaria*-fronds, the lapse of about 6 months after regeneration. Median fasciae and marginal undulations are seen in these specimens.

Fig. 2 The blade base and holdfast showing round base, elliptic shape in the cross-section of the stipe.

The specimens shown in Figs. 1-2 were collected from the vicinity of the experimental area on June 3rd, 1964.

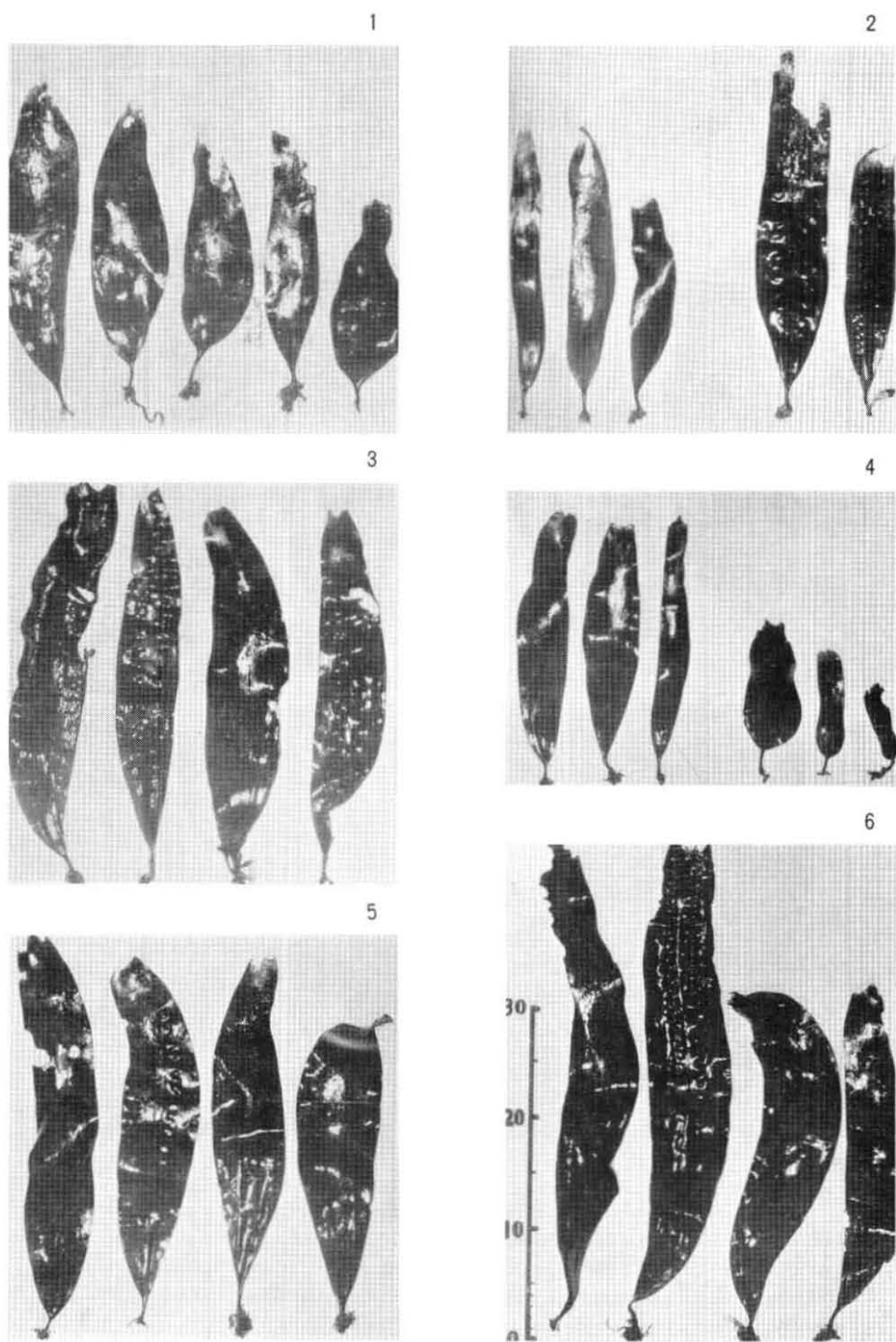


Plate V. Two-year-old *Laminaria*-fronds collected from the 6 stations on December 23rd, 1964.

Fig. 1: Fronds collected from St. 1.

Fig. 3: Fronds collected from St. 3.

Fig. 5: Fronds collected from St. 5.

Fig. 2: Fronds collected from St. 2.

Fig. 4: Fronds collected from St. 4.

Fig. 6: Fronds collected from St. 6.

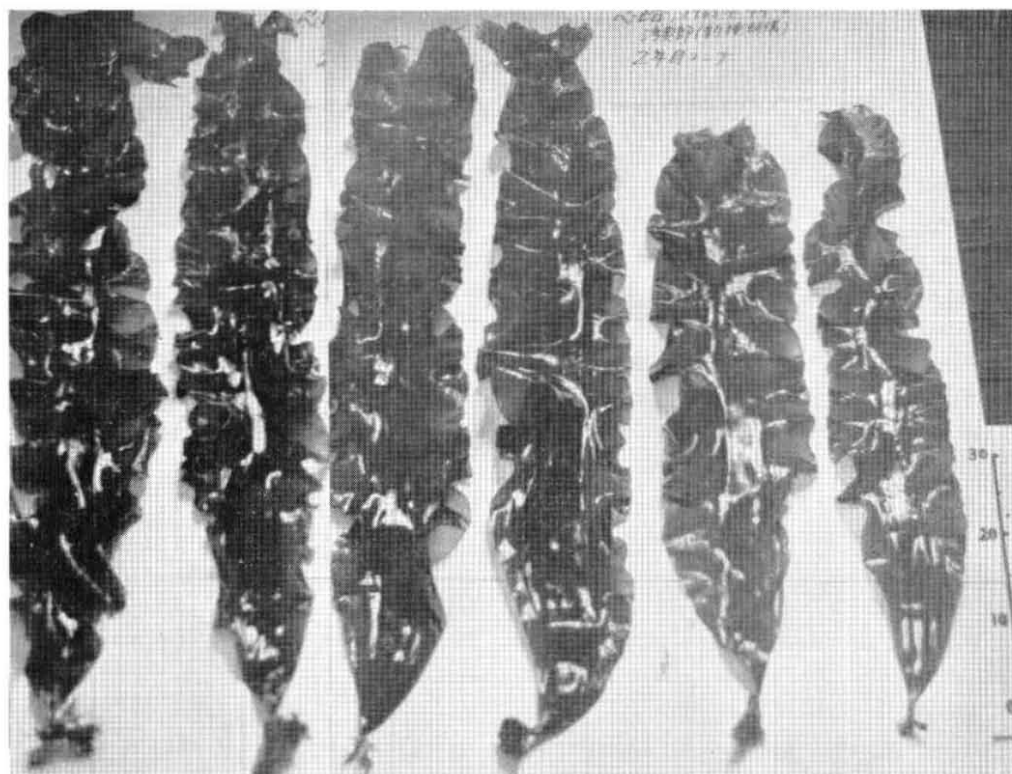


Plate VI. Two-year-old *Laminaria*-fronds, the lapse of about 4 months after regeneration.
 Median fasciae and marginal undulations are seen in these specimens.
 These specimens were collected from the vicinity of the experimental area on April 1st, 1965.

魚卵の発色に関する研究—III
カズノコの色調について

中村 全良・福見 徹
(中央水産試験場)

Studies on the Coloration of Fish Eggs—III
Observations on the color tone of herring-roe

Masayoshi NAKAMURA and Toru FUKUMI

(*Hokkaido Central Fisheries Experimental Station*)

For the purpose of manufacturing high quality salted roes (so-called "Shiokazunoko") from herring and browned salted herring-roes imported from Russia in recent years, various chemical treatments of these materials have been made. However, little information was available on the peculiar pigment of the salted herring-roes, the causes of its browning and the effects of chemical treatment on them except for a paper by K. Tamoto et al. in which they reported on the effects of residual blood in the roes. We assumed that the following four important factors affect the appearance of the color tone of herring-roes:

- (1) Natural pigment of herring-roe
- (2) Autolytic oxidation of lipids in the roe
- (3) Residual blood in the roe
- (4) Amino-carbonyl reaction.

We therefore investigated the influence of these factors on the color tone of the roes and the behavior of these factors under various chemical treatments.

The results obtained are as follows:

1. It was ascertained that the natural pigment found in herring-roes is lutein. The lutein remains stable under freezing storage, but is lost during salting storage.
2. As a result of trying to extract the hemoglobin derived to hemin with HCl-MeOH, the extracts from frozen herring-roes always contain hemin but the extracts from browned salted herring-roes contain no hemin.
3. The absorption spectral curves of lipids in the herring-roes show that the degree of the coloration of lipids gradually increases with autolytic oxidation.
4. Even after the removal of blood and lipids a yellowish brown pigment still remains in the herring-roe. It is assumed that the remaining pigment is formed by the amino-carbonyl reaction, which includes some combinations of aldehydes brought by the autolytic oxidation of lipids or reducing sugars with amino acids, peptides or proteins.
5. The color tone in frozen herring-roe is almost entirely dependent upon residual blood and scarcely on lutein. In browned salted roes or H_2O_2 -bleached roe the porphyrine ring as a prosthetic group of blood is subjected to oxidation, opened, and further led to strongly reduced derivatives in the constituent pyrrole rings. Corresponding with this, the porphyrine ring changes its color from yellow to a colorless state. It is considered, therefore, that the color tone in these

roes are not due to residual blood, but due both to autolytic oxidation and amino-carbonyl reaction.

ま え が き

最近ソ連から輸入されるニシンや塩蔵カズノコあるいは北洋ニシンなどが種々の処理により塩カズノコの良質な原料として利用されるようになっている。

褐色化したカズノコの脱色には、過酸化水素単独使用¹⁾、次亜硫酸ソーダとの併用¹⁾、アンモニアの添加による過酸化水素のアルカリ側での使用²⁾などが考えられ、また黄金色への発色には、イソアスコロビン酸ソーダの使用³⁾が考案され、実際にも行なわれている。

しかしながらカズノコ本来の色は何か、カズノコの色調の悪変が何故起こるか、また前述の薬剤処理が何故効果があるのか、などについてじゅうぶんな検討はなされていない。わずかに残存血液の影響について¹⁾²⁾の検討があるだけである。

筆者らはこれらの問題点をほり下げることににより、より効果的な薬剤処理法の確立や適用の基礎とすべく、検討したので報告する。

〔I〕 カズノコの色調について

カズノコの色調に関与すると思われるものに①カズノコ本来の色素、②脂質の酸化重合による着色、③残存する血液、④アミノ・カルボニル反応による着色などがある。そこで種々の溶剤を用いてこれら着色物質を抽出除去し、その時のカズノコの色調から、これら着色物がカズノコの色調に関与している度合いを検討した。

a) 着色物除去によるカズノコの色調

実 験

オリユートルニシン（約1カ月冷凍貯蔵）のカズノコ、これを過酸化水素処理により製品としたカズノコおよびソ連から輸入した塩蔵カズノコ（約1年経過して褐変したもの）の三種を試料とした。

それぞれを真空冷凍乾燥機で粉末とし、クロロホルム・メタノール（2：1）混液（以後 CM と略す）で繰返し抽出した。この時の抽出残渣をさらに塩酸・メタノール混液（以後 HCl-M と略す）で繰返し抽出した。

これらの溶剤抽出残渣を溶剤除去後、水で湿し、試料粉末とともに ND 5 型測色色差計を用いて測色した。

結 果

Table 1. Changes in color tone of herring-roe by removal of colored substances.

Sample		Lightness	Hue (mμ)	Saturation (%)
Frozen herring-roe	Before extraction	10.4	585.5	56.5
	CM. extracted residue	12.0	589.5	53.0
	HCl-MeOH extracted residue	28.7	576.0	22.0
Frozen herring-roe, bleached by H ₂ O ₂	Before extraction	22.9	578.0	59.0
	CM. extracted residue	27.5	579.0	39.5
	HCl-MeOH extracted residue	18.0	580.7	52.0
Browned salted herring-roe	Before extraction	15.8	570.8	77.0
	CM. extracted residue	28.5	580.0	37.5
	HCl-MeOH extracted residue	11.3	584.0	55.0

真空冷凍乾燥粉末, CM 抽出残渣および HCl-M 抽出残渣の測色結果は Table 1 に示すとおりである。

冷凍ニシン卵は抽出前にはもっとも明度は低いが, CM 抽出による脂質の除去により, 主波長は若干赤色側にずれる。しかし明度, 彩度の変化が少ないので, 冷凍ニシン卵の色調に対してはその脂質はあまり大きな影響をもっていないことがわかる。HCl-M 抽出すると, 残渣はほとんど白色の粉末となり, 主波長は赤から黄色側に移り, 明度は著しく上昇し, 彩度は小さくなり, 着色物が著しく除去されることを示している。したがって冷凍ニシン卵では HCl-M で抽出される赤褐色の着色物 ([Ⅲ] で血液であることを確認) さえ除けば, 良質の製品を得ることができる。

過酸化水素で脱色した冷凍ニシン卵は脱色しただけあってそのままで明度は最も高い。CM 抽出により明度はさらに高まり, 彩度は小さくなり, 着色物がかなり除去されることを示している。この残渣をさらに HCl-M 抽出すると, 着色物は若干抽出されるが, 残渣は逆に赤褐色に発色する。

褐変した塩蔵カズノコでは主波長が $570.8\text{ m}\mu$ とほとんど赤味を失っていることを示す。脂質の除去により $580\text{ m}\mu$ に移り, 明度は極めて上昇し, 彩度も著しく減少し, 脂質がかなり酸化重合しているものと推定される。この残渣を HCl-M で抽出すると, 血液と思われる着色物は抽出されず, 過酸化水素処理のニシン卵と同様, 残渣が著しく赤褐色に発色する。この原因はわからないが, 少なくとも褐変した塩蔵カズノコの色調には脂質, 血液以外に着色を与える因子が他にあることを示している。

b) CM 抽出液および HCl-M 抽出液の吸光曲線

実 験

a) で抽出した CM 溶液を合し, これに蒸留水を加えて, 分液漏斗でクロロホルム層(下層)と水メタノール層(上層)に分離する。後者は全く無色となる。クロロホルム溶液(黄色)を繰返し水洗し, 脱水芒硝で脱水し, 検液(1)とした。

また同じく a) で抽出された HCl-M 溶液をそのまま検液(2)とし, それぞれ日立分光光度計で測定し, 吸光曲線を得た。

結 果

脂質部の検液(1)の曲線は Fig. 1 に, 検液(2)は Fig. 2 のとおりである。

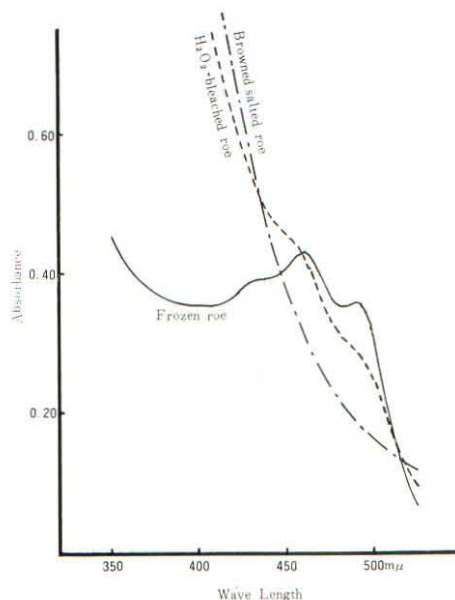


Fig. 1. Absorption spectral curves of chloroform-methanol extract from herring-roe.

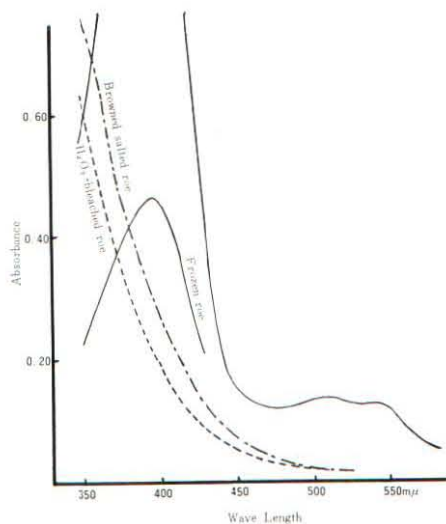


Fig. 2. Absorption spectral curves of HCl-MeOH extract from fatless herring-roe.

Fig. 1 から冷凍オリュートルニシン卵は430, 460, および 490 m μ 付近に極大吸収をもつ色素の存在を示す。これを過酸化水素処理したものはわずかに 460, 490 m μ 付近に極大吸収を示し、色素の減少を示す。褐変した塩蔵カズノコでは全く色素の存在を示めず、紫外部に近づくにしたがって急激に吸光度が増加し、脂質の酸化重合が進んでいるものと推察される。

脂質を除いた残渣の HCl-M 抽出液の吸光曲線は冷凍ニシン卵では、およそ 500~510 と 540 m μ に小さな吸収と 400 m μ 前後に著しく大きな吸収を示すが、過酸化水素脱色したものや塩蔵カズノコではこの 400 m μ 付近の吸収はもちろん、500 と 540 m μ の吸収も示さない。これらの吸収は極大吸収スペクトルからカズノコ中に残存する血液ヘモグロビンに由来すると考えられる。

〔II〕 カズノコの色素について

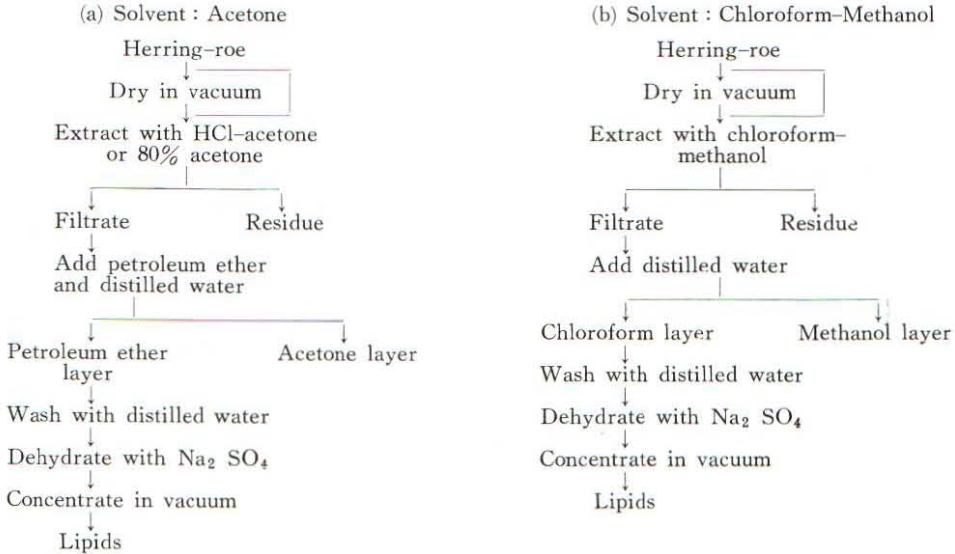
Fig. 1 から冷凍オリュートルニシン卵には黄色色素の存在を認めたので、その色素の同定およびその色素の貯蔵中の安定性について試験した。

a) 色素の本体について

実験および結果

オリュートルニシン（冷凍1カ月）のカズノコ、塩蔵カズノコ（1カ年貯蔵して褐変したもの）およびこれを過酸化水素処理したものをそのままあるいは真空冷凍乾燥して試料とした。脂質の抽出方法はアセトンを用いた場合は Scheme 1(a), CM を用いた場合は Scheme 1(b) に従った。冷凍オリュートルニシン卵は

Scheme 1. Method of isolation of lipids.



含水アセトンでよく抽出されたが、塩蔵カズノコは塩酸アセトンでなければ抽出されなかった。また CM を用いれば、いずれの試料も大体よく抽出された。

かくして得られた脂質を石油エーテルに溶解した時の吸光曲線は Fig. 3 のとおりで、褐変した塩蔵品とこれを過酸化水素処理したカズノコには色素の存在は認められない。

色素の存在を示したオリュートルニシン卵の脂質はさらに Scheme 2 により精製された。

Scheme 2 にしたがって、脂質を鹼化し、石油エーテルで不鹼化物を抽出した。この精製中の吸光曲線の変化は Fig. 4 のとおりで、極大吸収の山がだんだん Sharp になってくる。

さらにこの不鹼化物の石油エーテル溶液を活性アルミナカラムに通した。色素部分はカラム上層に吸着され、次いで色素部分は順次エーテルの濃度を高めた石油エーテル：エーテル混合溶媒で溶出分離された。石油エーテル：エーテル=1：10混液で Fig. 5 のように色素は Band 1 と Band 2 に分れた。

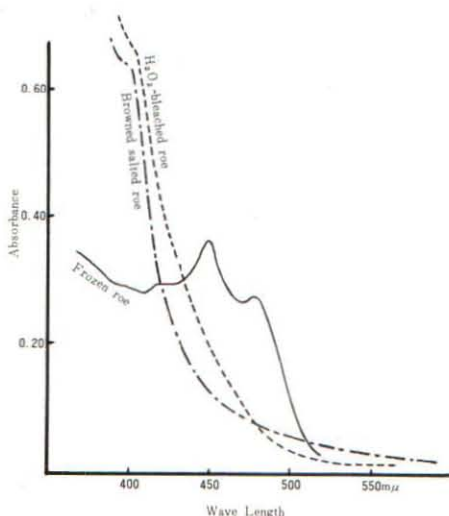


Fig. 3. Absorption spectral curves of acetone extract from browned salted herring-ro, H₂O₂-bleached roe and frozen herring-ro.

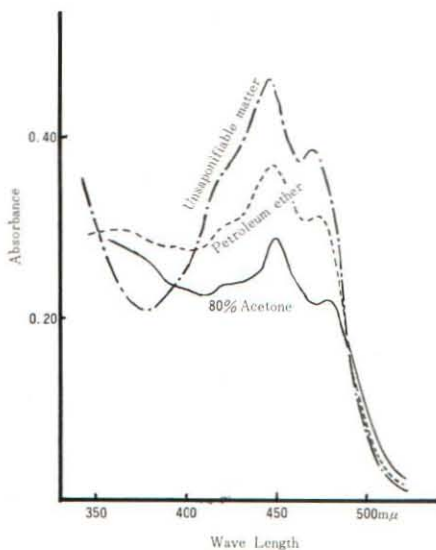


Fig. 4. Changes in absorption spectral curves by refining of yellow pigment.

Scheme 2. Purification of yellow pigment.

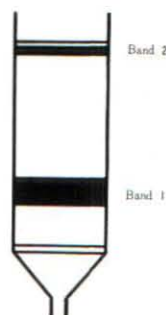
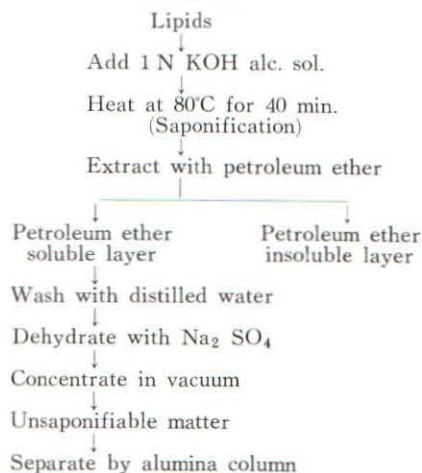


Fig. 5. Separation of the yellow pigment by column chromatography. Absorbent: activated alumina Developing solvent: petroleum ether: ethyl ether (1:10)

Band 1 を溶出させ、Band 2 の吸着部はカラムを切り、メタノールで溶出された。それぞれ溶媒を除去し、色素1と色素2とし、これを各種溶媒に溶解し、分光光電光度計で吸光曲線を得た。結果は Fig. 6 である。

色素1と2はその極大吸収スペクトルからともにカロチノイド系の Lutein C₄₀H₅₆O₂ と推定され、この色素と脂肪酸とのエステル化の度合いにより、二つに分かれたものと考えられる。平尾氏⁴⁾による金魚の

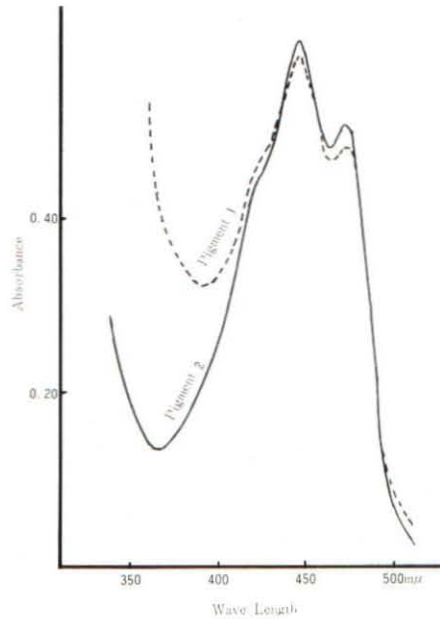


Fig. 6. Absorption spectral curves of pigment 1 and 2.

Table 2. Comparison of absorption maxima between the lutein isolated from herring-roe and those from goldfish skin. (Wave length in mμ.)

Sources	Solvent	Petroleum ether			Chloroform			Remark
Herring-roe		420	444-5	472-3	430	457	488	Data by the authors
Goldfish		420	444	473	432	457	487	Data by S. Hirao

皮から得た Lutein の極大吸収スペクトルと比較したのが Table 2 である。

b) 貯蔵中の色素の安定度について

実 験

〔II〕a) で得た精製した Lutein, これを含む脂質および Lutein を失っている脂質をそれぞれ室温に保持し、貯蔵中の酸化による変化を吸光曲線から検討した。

結 果

これらの結果は Fig. 7 と Fig. 8 である。

Lutein 色素は石油エーテル溶液として保持すると、2～3日後に白濁を生じ、石油エーテルに不溶となる。これをクロロホルムに溶解して吸光度を測定すると Fig. 7 のように Lutein は完全に喪失していた。Lutein を溶媒なしにそのまま保持すると、一夜にして Lutein を喪失した。

脂質中に含まれて存在する場合は Fig. 8 のように5日貯蔵では大きな変化はなく、20日貯蔵に至って明白であった極大値は著しく緩慢となる。

つまり色素を脂質とともに保持すれば、遊離の状態では保持するより、著しく安定であることを示している。

Lutein を含まない脂質の曲線にみられるように、紫外部に近い部分の吸光度が貯蔵中に極めて増大し、脂質の酸化重合が進行していることを示している。

〔III〕 カズノコ中の残存ヘモグロビンについて

Fig. 2 の冷凍ニシン卵から HCl-M で抽出される着色物が血液に由来するものであると推察したが、こ

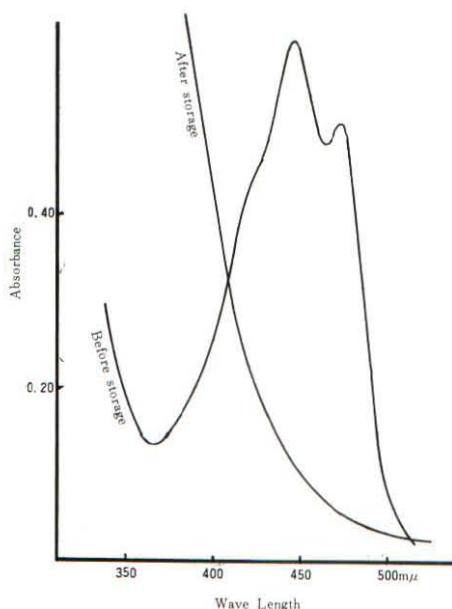


Fig. 7. Changes in absorption spectral curves of lutein during storage.

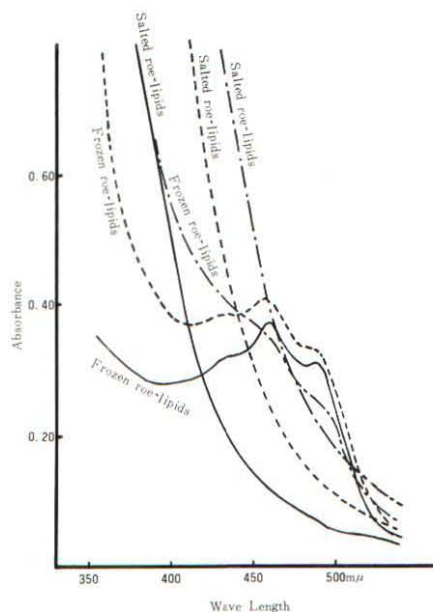


Fig. 8. Changes in absorption spectral curves of the lipids during storage.

Solid line : Before storage.

Dotted line : After 5 days storage.

Chain line : After 20 days storage.

の確認のために次の試験を行なった。

a) 血抜きの影響

実験

400 mμ 付近に大きな吸収をもつ冷凍ニシン卵を用い、一部は血抜きせず、他は換水しながらスターで2時間攪拌し、完全に血抜きを行なった。それぞれを CM で抽出して脂質を除き、残渣を HCl-M で抽出し、その吸光曲線を求めた。

結果

Fig. 9 のとおりである。

このように 400 mμ 付近の極大吸収は血抜きにより失われる。血抜きしないものは 400 mμ の他に小さいが 500 と 540 mμ 付近にも吸収を示すことは Fig. 2 の結果と同様である。

b) 馬ヘモグロビンの吸光曲線

実験および結果

試薬馬ヘモグロビンを HCl-M 抽出した吸光曲線は Fig. 10 に示した。

このように 400 mμ 付近に極大吸収をもつ曲線は残存している血液ヘモグロビンによることが確認された。すなわちこの 400 mμ のピークは porphyrine 環特有の Soret Band と呼ばれるもので、この Band のないものは血抜きが完全に行なわれているか、または porphyrine 環が開裂して、hemin が分解してしまったと考えることができる。参考までに行なった馬ヘモグロビンの過酸化水素処理区は Soret Band を完全に失い、その色調も灰白色になっていた。

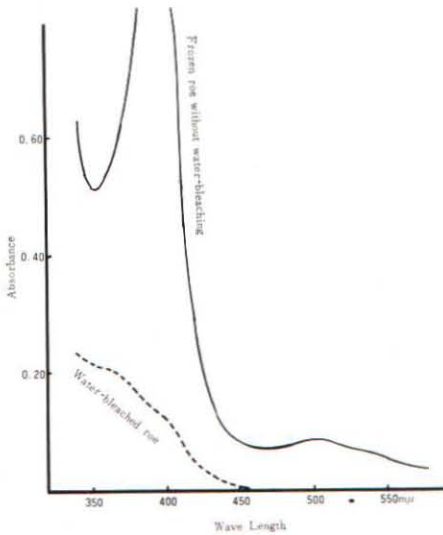


Fig. 9. Comparison of absorption spectral curves between HCl-MeOH extract from herring-roes and those from water-bleached herring-roes.

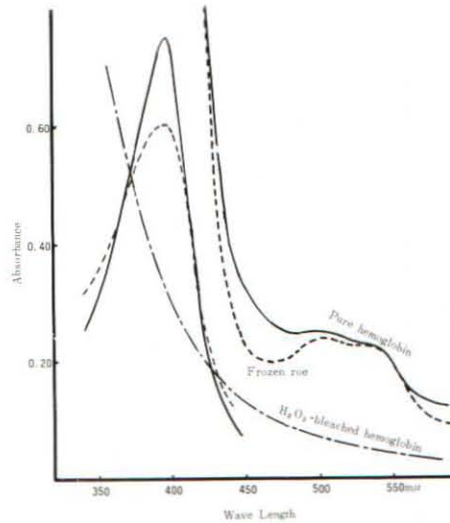


Fig. 10. Absorption spectral curves of HCl-MeOH extract from pure hemoglobin.

〔Ⅳ〕 カズノコの色調に対する凍結と塩蔵貯蔵中の影響

長期間貯蔵した塩蔵カズノコはその色調は黒ずんだ灰褐色になるが、塩蔵、凍結貯蔵中に Lutein, 血液などに何らかの変化を生じているものと考えられる。

実 験

冷凍ニシン卵はその半分をそのまま試料とし、他の半部分を3～4%食塩水を換水しながらスターラーで攪拌し、ほとんど完全に残存する血液を除去し、試料とした。これら二つの試料は凍結区(−5～−10℃)と塩蔵処理区(3割施塩)に分け、貯蔵10日後と80日後に、脂質と血液の変化の状態を吸光曲線から比較した。

結 果

その結果は Fig. 11～13 である。

貯蔵10日後では血抜きの影響は凍結、塩蔵区を問わず、Lutein 色素にはない。図示していないが、残存血液についても凍結区と塩蔵区との差はほとんどなく、血抜きしたものは400 $m\mu$ 吸収をもたず、血抜きしないものはこの吸収を示す。

貯蔵80日後では凍結区は血抜きの有無にかかわらず脂質、色素はほとんど変化なく保たれた。しかし塩蔵区では両者ともほとんど色素の存在を示めさず、特に血抜きしなかったものは、紫外部に近づくにしたがい、吸光度が急増し、明らかに血抜きしたものより脂質の酸化重合による着色が著しいことを示している。

Fig. 13 の HCl-M 溶出液の吸光曲線も、凍結区では凍結前とあまり変わっていないが、塩蔵区では血抜きしなかったものも400 $m\mu$ 付近の極大吸収を全く失い、塩蔵中に残存血液の porphyrine 環が開裂してしまったことを示している。

脂質、血液を抽出除去した残渣は10日貯蔵後では凍結区、塩蔵区ともほとんど白色となったが、80日貯蔵後では凍結区は白色となるが、塩蔵区、特に血抜きしなかったものは黄褐色が著しかった。これは〔Ⅰ〕a)でも指摘したように、色素、脂質、血液のほか、着色因子が存在することを示している。

なお Fig. 11, 12 にみられるように、血抜き区の吸光度が血抜きしないものに比べ、かなり低い、これ

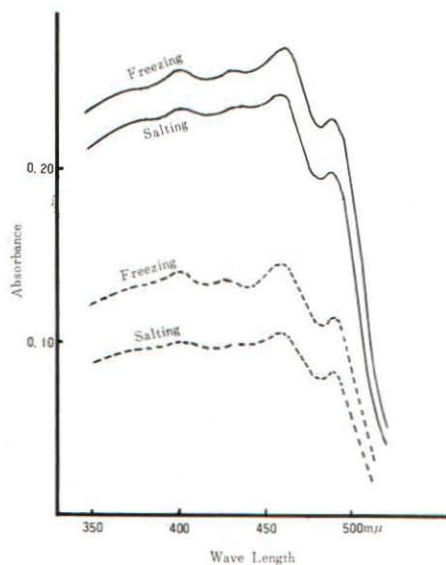


Fig. 11. Changes in absorption spectral curves of lipids from herring-roe during freezing or salting storage.
(After 10 days storage)
Solid line : Frozen herring-roe without water-bleaching.
Dotted line : Water-bleached herring-roe.

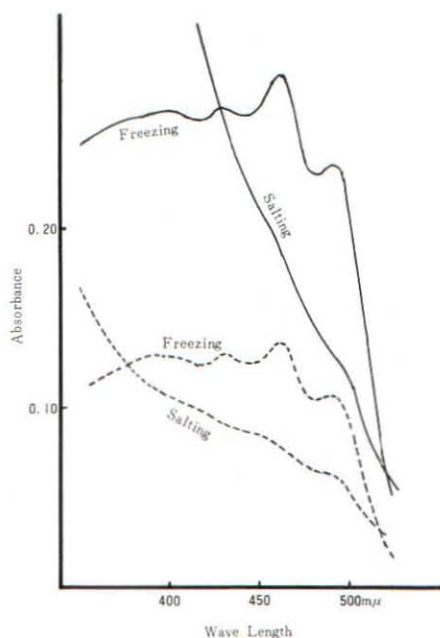


Fig. 12. Changes in absorption spectral curves of lipids from herring-roe during freezing or salting storage.
(After 80 days storage)
Solid line : Frozen roe without water-bleaching.
Dotted line : Water-bleached roe.

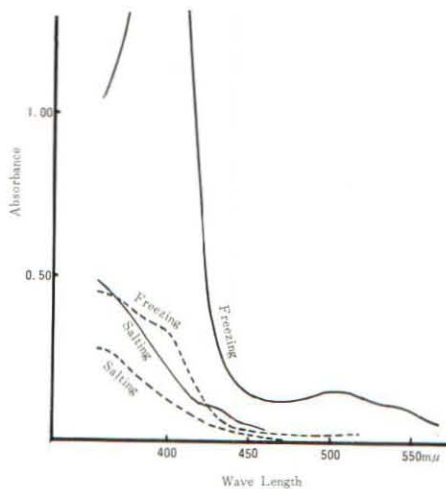


Fig. 13. Changes in absorption spectral curves of HCl-MeOH extract from fatless herring-roe during freezing or salting storage. (After 80 days storage)
Solid line : Frozen roe without water-bleaching.
Dotted line : Water-bleached roe.

は血抜き操作中の卵粒の膨潤が約2割に達したことを考慮しても、なお低すぎると考えられる。この原因は血抜きのさいある程度脂質が除去され、同時に色素も除去されるものと推察される。

〔V〕 各種着色物に対する薬剤の影響

カズノコの着色に関与する因子として、色素、脂質の酸化、残存血液のほかに、もう一つ容易に抽出されない黄褐色の物質のあることを指適してきた。この物質は酸化過程中生成されるアルデヒド類あるいはカズノコ中の遊離の糖類と遊離のアミノ酸や蛋白質側鎖などのアミノ基との反応によるアミノ・カルボニル反応によるものではないかと推察している。これについては今後検討しなければならないが、前記四つの着色因子について、カズノコの発色、脱色に関係あると考えられる薬剤処理の影響を検討した。

実 験

着色物の試料として次の五つを調整した。

- (1) ヘモグロビン溶液：試薬ヘモグロビンの水溶液。
- (2) グルコース：グリシン系着色液：グルコースとグリシン混液を微アルカリとし、100°で加熱し、着色液を得た。
- (3) Lutein を含む脂質アセトン溶液：冷凍ニシン卵から含水アセトンで抽出。
- (4) Lutein を含まない脂質アセトン溶液：塩蔵カズノコから塩酸アセトンで抽出。
- (5) 褐変した塩蔵カズノコ脱脂残渣：CM で繰返し脂質を抽出して除いた残渣で、これには血液が残っていないことを確認した。

以上五つの試料を HCl と NaOH を用いて、酸性、中性およびアルカリ性に調整し、これに過酸化水素、次亜硫酸ソーダ、イソアスコルビン酸ソーダおよび亜硝酸ソーダの四つの薬剤を各々1%添加し、薬剤処理による試料の色調の変化を24時間後 ND 5 型測色々差計で測定した。明度、主波長および彩度の値から、脱色、発色の度合いを+、-で表示した。ただし、試料(3)は分光光度計で吸光曲線を求め、この変化の度合いから+、-を判定した。また試料(1)(2)(4)は透過率、(5)は反射率を測定した。

結 果

この結果は Table 3 のとおりである。

このように着色物の種類により各種薬剤による安定性が非常に異なることがわかる。その上、pH の違い

Table 3. Effect of chemicals treatment on different colored substances.

Sample		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Chemicals treatment		Hemoglobin	Brown pigment	Lutein	Lipid	Fatless browned herring-roe
Hydrogen peroxide	in acid	■■■	++	+	■■■	++
	in neutral	■■■	+++	±	+	+++
	in alkali	■■■	■■■	±	+++	+++
Sodium hyposulfite	in acid	---	++	■■■	+++	+++
	in neutral	+++	+++	■■■	■■■	■■■
	in alkali	+	■■■	++	++	■■■
Sodium isoascorbate	in acid	±	-	±	-	+
	in neutral	---	-	+	-	±
	in alkali	++	---	■■■	-	-
Sodium nitrite	in acid	--	+++		-	+
	in neutral	-	++		+	±
	in alkali	±	±		±	-

+〜■■■：The degree of decoloration.

-〜---：The degree of coloration.

により薬剤作用に大きな特異性がみられる。つまりこれら薬剤に対する安定性からも、着色物の本体を推定する手がかりを得ることができる。イソアスコロビン酸ソーダおよび亜硝酸ソーダ処理区で若干異なっているが、試料(5)の着色物はほぼアミノ・カルボニル反応によるものと推定されよう。

考 察

以上のべてきた種々の着色因子がカズノコの色調に関与する度合いは L 、 a および b 値から次式によって求めることができる。

$$\Delta E = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2}$$

ここで ΔE は色差、 Δa 、 Δb 、 ΔL は各々 a 、 b 、 L における規準との差である。規準には冷凍ニシン卵を CM および HCl-M で抽出してほとんど白色になった残渣を用いた。

こうして得た結果は Fig. 14 である。

ただし、(1) CM によっては色素と脂質が抽出されること、(2) HCl-M によっては残存している血液が抽出されること、(3) 塩蔵カズノコや過酸化水素処理カズノコの場合、血液はすでに分解して存在しないが、HCl-M 抽出のさい発色してしまうので、CM 抽出のさいなお残っている色調は主としてアミノ・カルボニル反応による着色物であるとの三つの仮定のもとに図示している。なおこれらの仮定は本実験では推察さ

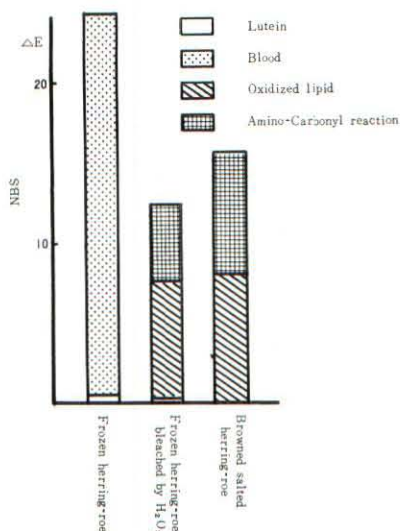


Fig. 14. Distribution of four factors concerning in color tone of herring-roe.

れるところである。

図からわかるように、冷凍ニシン卵では99%までが血液による色調で、僅かに1%が Lutein によるものである。過酸化水素処理カズノコや褐変した塩蔵カズノコでは血液色素の補欠分子族である porphyrine 環の破壊が貯蔵中や処理中に起こり、赤褐色が消失し、無色の状態となり、その間に脂質の酸化重合、アミノ・カルボニル反応による着色が進行して、カズノコの色調を与える主役となるものと考えられる。特に褐変した塩蔵カズノコではアミノ・カルボニル反応による着色物の増加が著しい。

なおこの図で注意しなければならないのは、黄色系の着色よりも赤色系の着色がその明度に極めて大きく影響するため、色差 ΔE を求める時も赤色系着色物（ここでは血液）の変化が大きく影響し、黄色系着色の変化は大きくは現われないことである。したがって、この図でみるより以上の黄色系着色（Lutein、脂質およびアミノ・カルボニル反応）の変化が起こっていると考えられよう。

冷凍ニシン卵を過酸化水素処理したカズノコが意外に脂質の酸化やアミノ・カルボニル反応が進んでいるが、これは真空冷凍乾燥後、粉末として $-5 \sim -10^\circ$ の冷蔵庫に長期間（約50日間）保管したことによるも

のと考えられる。

冷凍、塩蔵中に血液の存在が Lutein や脂質の酸化にどう影響するかをみることは、非常に興味がある。向井氏⁹⁾は鯨油の酸化がヘモグロビンによって促進され、着色し、この時 hemin 環の開裂があると述べているし、小泉氏¹⁰⁾は、かつお節シラタの研究で筋肉色素の消失は節の含有する油脂の酸化生成物である過酸化化物によって破壊されると述べている。本実験の結果では凍結区と塩蔵区で大きな差が現われるが、塩蔵80日後に血液の有無の影響をみると、血抜きしたものに比べ明らかに血液の存在は脂質の着色を促進し、Lutein を破壊し、血液自身も porphyrine 環の開裂を起こしていることがわかる。この点はほぼ上記の報告と一致することが確認された。

また北林氏はその私信²⁾において、アンモニア性アルカリで過酸化水素処理を行ない、過酸化水素単独使用の場合より極めて速やかに脱色を完了すると述べている。本実験の Table 3 をみると、過酸化水素処理は血液の脱色については pH による差はないが、アミノ・カルボニル反応着色物にはアルカリになるほど脂質に対しては脱色効果があるから、長期間の塩蔵で褐変したカズノコの脱色にはアルカリ側での処理が望ましいと考えられる。筆者らがこの点を追試したところ、アルカリ側での処理は確かに速やかに脱色するが中には、いったん黄金色になったものが貯蔵中に赤味を帯びてくるものが現われ、特に褐変していたカズノコにこの傾向が強かった。この理由は今後検討する必要があるが、アミノ・カルボニル反応がアルカリ側で促進されるためではないかと考えられる。

摘 要

カズノコの色調に関与する因子として(1)カズノコ中に含まれる色素、(2)カズノコに残存している血液、(3)脂質の酸化による着色、(4)アミノ・カルボニル反応による着色の四つを想定し、各因子の関与の確認およびその度合いについて検討し、次の結果を得た。

1. カズノコ色素の本体は Lutein であり、これは凍結貯蔵により安定に保たれるが、塩蔵貯蔵によって消失する。
2. 塩酸メタノールで脱脂カズノコから抽出される赤褐色の着色物は血液ヘモグロビンによるもので、凍結ニシン卵からは常に抽出されるが、褐変した塩蔵カズノコや過酸化水素処理したカズノコからは抽出されない。
3. 脂質の酸化重合による着色については、その吸光曲線より、貯蔵中に次第に着色の度合いが高まることから確認された。
4. 脂質と血液を除いた後も、なおカズノコに残っている黄褐色の着色物は、アミノ・カルボニル反応によるものと推定される。
5. 凍結ニシン卵の色調はほとんど残存している血液に起因し、Lutein の関与は少ない。褐変した塩蔵カズノコや過酸化水素処理したカズノコの色調は Lutein や血液によるものでなく、脂質の酸化重合とアミノ・カルボニル反応の進行によるものである。

文 献

- 1) 小野塚馨・田元馨・渡辺徹哉 (1966) : 北水試月報 23 (5) 48
- 2) 北林透 (1966) : 私信
- 3) 田元馨・小野塚馨 (1966) : 北水試月報 23 (6) 28
- 4) 平尾秀一・菊地嶺・田口脩子 (1963) : 日水誌 29 (4) 371
- 5) 向井克憲 (1956) : 日水誌 21 (8) 921
- 6) 小泉千秋・野中順三九 (1960) : 日水誌 26 (12) 1210

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)	余市町 (Yoichi, Hokkaido, Japan)
北海道立函館水産試験場 (Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)	函館市湯川町1の2 (Yunokawa, Hakodate, Hokkaido, Japan)
北海道立釧路水産試験場 (Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station)	釧路市浜町16 (Hamacho, Kushiro, Hokkaido, Japan)
北海道立網走水産試験場 (Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)	網走市字鱒浦31 (Masuura, Abashiri, Hokkaido, Japan)
北海道立稚内水産試験場 (Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station)	稚内市宝来通り5 (Hōrai-Dōri, Wakkanai, Hokkaido, Japan)

昭和42年10月10日印刷

昭和42年10月20日発行

北海道余市町
編集兼 北海道立中央水産試験場
発行者
札幌市南1条西5丁目
印刷者 山 藤 国 八
札幌市南1条西5丁目
印刷所 山藤印刷株式会社