

北海道立水産試験場報告

第 22 号

SCIENTIFIC REPORTS

OF

HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 22



北海道立水産試験場

(昭和 55 年 3 月)

(March, 1980)

北海道立水産試験場報告

第 22 号

目 次

田嶋健一郎・富田恭司

雌雄同体のエゾバフンウニ..... 1

新原義昭・名畑進一・松谷 実・武井文雄

リシリコンブの成熟と胞子体発芽数の周年変動及び日周変動..... 7

船野 隆

噴火湾沿岸伊達市におけるマコンブの生態，およびコンクリートブロック，
割石によるコンブ礁造成

第1報 マコンブの生態..... 17

(昭和55年 3 月)

SCIENTIFIC REPORTS
OF
HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 22

CONTENTS

TAJIMA, Ken-ichiro and Kyoji TOMITA

Hermaphroditism in a Sea Urchin, *Strongylocentrotus intermedius* 1

NIIHARA, Yoshiaki, Shinichi NABATA, Minoru MATSUYA and Fumio TAKEI

Maturity, seasonal and diurnal variation of occurrence of sprouting
sporophytes in *Laminaria japonica* var. *ochotensis* 7

FUNANO, Takashi

Ecological and maricultural studies on *Laminaria japonica* growing on
the shores of Date City, Hokkaido

1. Ecology of *L. Japonica* 17

(March, 1980)

雌雄同体のエゾバフンウニ*

田嶋健一郎・富田恭司

(北海道立稚内水産試験場)

Hermaphroditism in a Sea Urchin, *Strongylocentrotus intermedius*

Ken-ichiro TAJIMA and Kyoji TOMITA

(Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station)

Only two hermaphroditic individuals of a sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius*, were found among 1,352 specimens collected to determine the seasonal reproductive cycle of the animal in northern Hokkaido. One was found among 1,069 specimens at Rebun Island. The other was found among 283 specimens at Soya, Wakkanai City. Standard histological techniques were used to prepare stained section of gonads for detailed microscopic examination. Each gonad contained female and male fractions, being mainly female.

ウニ類は本来雌雄異体であり、まれではあるがこれまでに雌雄同体現象は種々報告されている。しかし、*Strongylocentrotus* でこの現象は *S. droebachiensis*¹⁾, *S. franciscanus*²⁾, *S. purpuratus*²⁾³⁾ で報告があるもののエゾバフンウニ *S. intermedius* については報告がない。

著者らは1973年以降、北海道北部沿岸に生息するエゾバフンウニの生殖周期について組織学的研究を行ってきたが⁴⁾、その過程において雌雄同体現象を観察したのでここに報告する。

方 法

雌雄同体のエゾバフンウニを採集した場所を Fig. 1 に示した。材料はスキューバ潜水によって採集し、殻径、全重量、生殖巣重量を測定後、ただちに生殖巣をブアンの液で固定した。切片は通常のパラフィン法により厚さ5~9 μ に作り、ハイデンハインの鉄ヘマトキシリンとライトグリーンの二重染色をほどこし、組織学的観察を行った。生殖巣の成熟度区分はFUJI⁵⁾によった。

結 果

採集した雌雄同体のエゾバフンウニの殻径、全重量、生殖巣重量を Table 1 に示した。

札文島で雌雄同体のエゾバフンウニが採集されたのは8月であり、この個体は解剖時に同一の生殖巣より同時に成熟卵と精子とがふれ出て、肉眼的に雌雄同体であることが明らかであった。組織学的観察によると雌性部分が大半を占め、雄性部分をとりこんでいた (Plate 1-A)。雌性部分の小のうちでは中心付近に多数の成熟卵が、小のう壁付近には卵母細胞が見られ、同一小のう内に精子等は観察されなかった (Plate 1

* 報文番号 A97 (1980年1月19日受理)

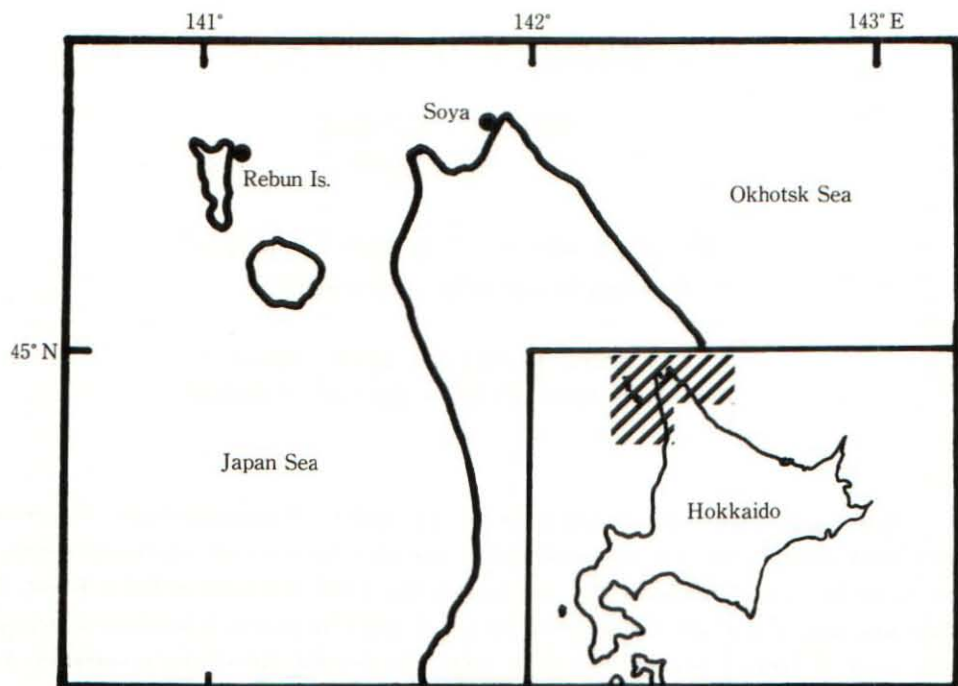


Fig. 1. Map of northern Hokkaido showing positions of localities at which hermaphroditic sea urchins were taken.

Table 1. *Strongylocentrotus intermedius*. Measurements of two hermaphroditic sea urchins.

Locality	Date of collection	Test diameter (cm)	Total weight (g)	Gonad weight (g)
Rebun Is.	Aug. 11, 1973	5.8	76.1	16.4
Soya	Aug. 13, 1975	5.0	56.8	5.4

—B)。また雄性部分では小のう内に精子，精細胞，精母細胞が観察されたものの，成熟卵および卵母細胞は観察されなかった（Plate 1—C）。この個体の生殖巣の成熟段階は雌性部分，雄性部分とも成熟後期であった。

宗谷で雌雄同体のエゾバフンウニが採集されたのも8月であり，この個体は解剖時に若干の精子がにじみ出てきて肉眼的に雄と判断された。しかし組織学的観察によると雄性部分の一部に見られるだけで，大半は雌性部分で占められていた（Plate 1—D）。雌性部分は回復期（Plate 1—E），雄性部分は成熟前期（Plate 1—F）であった。

考 察

BOOLOOTIAN & MOORE²⁾ はウニ類の雌雄同体現象を1個体のウニのそれぞれの生殖巣が卵巣と精巣と

に分かれているタイプと、1個の生殖巣に雌と雄の部分が混在する卵精巣タイプとに大別している。著者らが今回観察した個体はいずれも後者に属していた。礼文島で採集した個体は雌性部分、雄性部分とも成熟後期であり、8月に同地で見られるエゾバフンウニ⁴⁾としてはほぼ正常な成熟段階にあるものと思われる。一方宗谷で採集した個体の雌性部分は回復期であり、卵母細胞は小さくその数も少なかった。また雄性部分は成熟前期であり、小のう壁付近での成熟分裂は活発であるが、小のうの中心付近には精子が少なかった。宗谷でこのような成熟段階にある個体は主に2~3月頃観察され⁴⁾、8月に同地で見られるエゾバフンウニとしてはやや異常であった。

ウニ類の雌雄同体現象はまれなことである。たとえば *Echinus esculentus* では約3,000個体のうち1個体⁶⁾、*Arbacia punctulata* では2,359個体のうち1個体⁷⁾、あるいは数千個体のうち1個体⁸⁾、*S. purpuratus* では1,354個体のうち2個体³⁾の雌雄同体のウニが見出されていることが報告されている。一方 MOORE *et al.*⁹⁾ は *Lytechinus variegatus* では稚ウニの時期に異常低温下にあった群で1,735個体のうち131個体と数多くの雌雄同体のウニが観察されたことを報告している。さらに MOORE *et al.*¹⁰⁾ は *Tripneustes esculentus* でも異常低温の冬に未成熟期であった年級群で雌雄同体現象は一般的であると報告しており、雌雄同体現象の出現は低水温に関係があるとしている。FUJI⁵⁾ はエゾバフンウニとキタムラサキウニ *S. nudus* の生殖巣の成熟過程の研究を行い、両種あわせて約1,500個体を観察したが雌雄同体現象は観察されなかったと報告している。著者らの場合礼文島では1973年6月から1978年7月までに観察した1,069個体のうち1個体、また宗谷では1974年10月から1975年11月までに観察した283個体のうち1個体の雌雄同体のエゾバフンウニが見出された。著者らはその後さらに礼文島、稚内市で数百個体のエゾバフンウニの生殖巣を観察しているが、この2個体以外に雌雄同体の個体は見出されていない。

今回観察した雌雄同体現象がどのようなことに起因したのか明らかにできなかったが、エゾバフンウニでは雌雄同体現象が非常にまれであることが推察された。

要 約

礼文島と稚内市宗谷とで1個体ずつ雌雄同体のエゾバフンウニを採集し組織学的観察を行った。これらは2個体とも1個の生殖巣に雌性部分と雄性部分とが混在するが、前者が大半を占め後者をとりかこんでいた。これらの雌雄同体のエゾバフンウニは礼文島で1,069個体観察したうち1個体、宗谷で283個体観察したうち1個体見出された。

文 献

- 1) GADD, G. (1907): Ein Fall von Hermaphroditismus bei dem *Strongylocentrotus droebachiensis* O. F. Müll. *Zool. Anz.* 31 635
- 2) BOOLOOTIAN, R. A. and MOORE, A. R. (1956): Hermaphroditism in echinoids. *Biol. Bull.* 111 (3) 328-335
- 3) GONOR, J. J. (1973): Sex ratio and hermaphroditism in Oregon intertidal populations of the echinoid *Strongylocentrotus purpuratus*. *Mar. Biol.* 19 (4) 278-280
- 4) 田嶋健一郎・富田恭司・工藤敬吾・松谷 実・吉田孝夫 (1978): 宗谷・礼文島両地におけるエゾバフンウニの生殖巣成熟の比較 北水試月報 35 (2) 1-9
- 5) FUJI, A. (1960): Studies on the biology of the sea urchin. I. Superficial and histological gonadal changes in gametogenic process of two sea urchins, *Strongylocentrotus nudus* and *S. intermedius*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 11 (1) 1-14
- 6) MOORE, H. B. (1932): A hermaphrodite sea-urchin. *Nature* 130 59

- 7) SHAPIRO, H. (1935) : A case of functional hermaphroditism in the sea-urchin, *Arbacia punctulata*, and an estimate of the sex-ratio. *Amer. Nat.* 69 286-288
- 8) HARVEY, E. B. (1939) : An hermaphrodite *Arbacia*. *Biol. Bull.* 77(1) 74-78
- 9) MOORE, H. B., JUTARE, Thelma, BAUER, J. C. and JONES, J. A. (1963) : The biology of *Lytechinus variegatus*. *Bull. Mar. Sci. Gulf & Carib.* 13(1) 23-53
- 10) MOORE, H. B., JUTARE, Thelma, JONES, J. A. and McPHERSON, B. F. (1963) : A contribution to the biology of *Tripneustes esculentus*. *Ibid* 13(2) 267-281

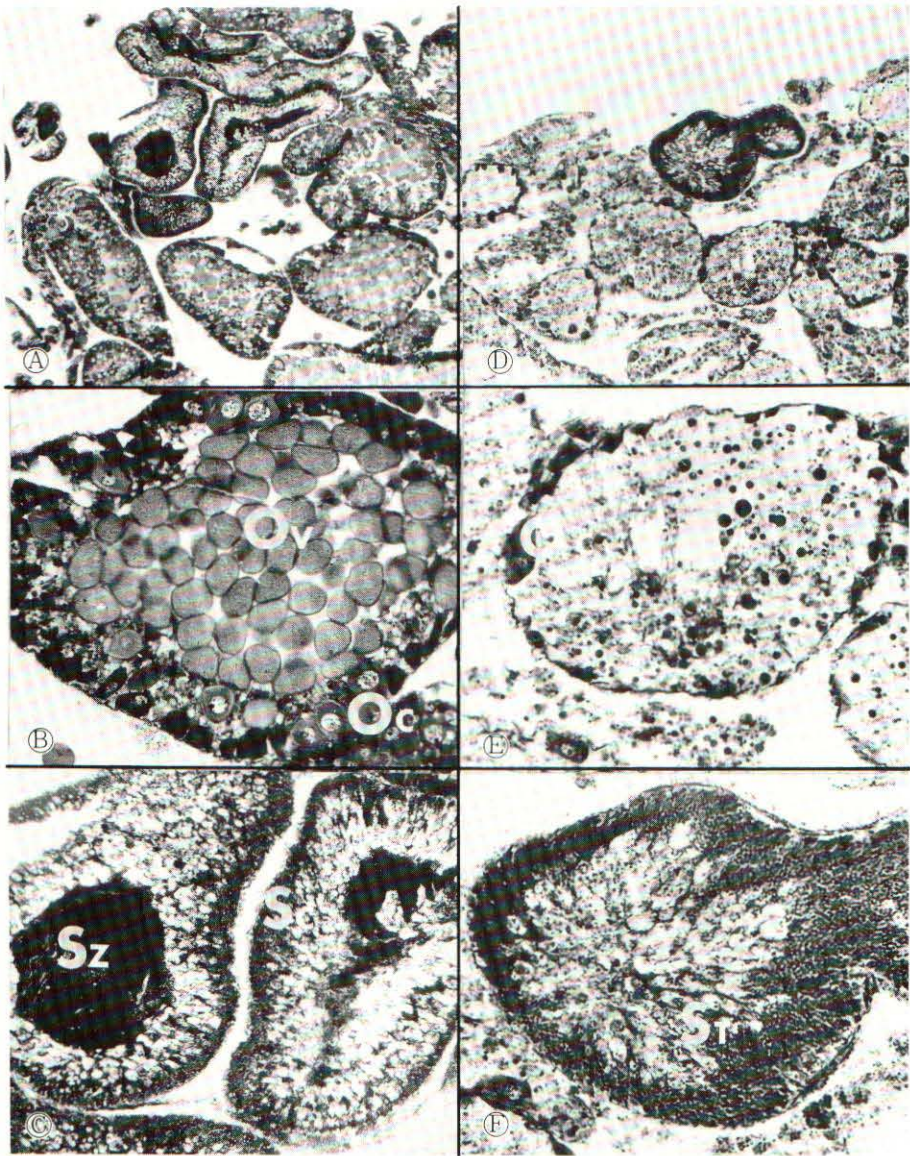


Plate 1. *Strongylocentrotus intermedius*. (A) Photomicrograph of the section showing two areas of ovarian and testicular lobules, from Rebun Island. $\times 20$. (B) Ovarian lobules in the same section as above. $\times 65$. (C) Testicular lobules in the same section as above. $\times 65$. (D) Photomicrograph of the section showing two areas of ovarian and testicular lobules, from Soya. $\times 40$. (E) Ovarian lobules in the same section as above. $\times 150$. (F) Testicular lobule in the same section as above. $\times 150$. OC=ooocyte; OV=ovum; SC=spermatocyte; ST=spermatid; SZ=spermatozoon.

リシリコンブの成熟と胞子体発芽数の 周年変動及び日周変動*

新原義昭・名畑進一・松谷 実**・武井文雄
(北海道立稚内水産試験場)¹(利尻地区水産技術普及指導所)

Maturity, seasonal and diurnal variation of occurrence sprouting sporophytes in *Laminaria japonica* var. *ochotensis* OKAMURA

Yoshiaki NIIHARA, Shin-ichi NABATA, Minoru MATSUYA** and Fumio TAKEI
(Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station) (Rishiri Fishery Extension Office)

To find a way to overcome an irregular annual yield, which has been the largest fault in *Laminaria japonica* var. *ochotensis* in northern Hokkaido, we studied the fertile season of sporangial sori, seasonal and the diurnal variation of sprouting sporophytes of the species at Misaki, Rishiri Island, during the period from September 1976 through April 1979. The results obtained are summarized as follows:

1. On 1-year-old plants in shallow areas, the sporangial sori appeared from early September through the following April with a peak in mid-October or in November. They appeared between late July through late November on a 2-year-old plant. The plants in the deeper areas matured once a year in autumn.
2. Two seasonal peaks could be found in the sprouting sporophytes. The first peak was found during the mature period of both 1-year and 2-year-old plants, between October and December. The second peak was seen between March through May, however, the amount of this occurrence seemed to be small, about 10 % of the former. The period of these peaks were usually changeable for the year.
3. The zoospores were understood to be shedding during night, after sunset and before sunrise, on the basis of two observations in the autumn.
4. *Acrochaetium* sp. abundantly occurred during sprouting season of the *Laminaria*.

ま え が き

北海道の日本海沿岸北部からオホーツク海沿岸にかけて分布するリシリコンブ (*Laminaria japonica* var. *ochotensis* OKAMURA)は、北海道南部におけるマコンブ (*L. japonica* ARESCHOUG) に次ぐ重要な産業種である。年間生産量は過去10年の平均で約2,500トンであって、変動率は約40%の1,000トンと計算される。さらに、その主要生産地に当たる利尻島、礼文島などでは60%から65%という変動率となるので、従来、この高い生産変動が本種に関する最大の問題として注目されてきた。この豊凶の原因を解明し、安定

* 報文番号 A 98 (1980年1月19日受理)

** 現留萌北部地区水産技術普及指導所

した生産をはかるための研究は多数みられるが、中でもコンブノネクイムシ (*Ceinina japonica* STEPH-ENSEN) によるリシリコンブの減耗を指摘した木下 (1947)、蒲原 (1962)、リシリコンブの生活史の概要を明らかにして生産変動の大きさを知るとの問題点を提起した阪井ほか (1967)、リシリコンブを生育段階別に分け、各段階に及ぼす水温と日照条件の影響から豊凶の予測を試みた田沢 (1970)、あるいはリシリコンブの凍結による被害、水深別の出現量、海藻との競争等について述べた金子・新原 (1977) などがある。

筆者らはリシリコンブの胞子体の出現についての観察を発芽の初期から行うことにより、その日周期性や季節性との関連から本種の品質に関する問題や生産の年変動について推定出来ると考え、人工基質を用いて調査を実施した。また、野外の胞子体の子のう斑の形成状況を季節別、深度別に記録してきた。現在までの調査から、野外の浅所に生育する胞子体はほとんど1年中、子のう斑を有し、春季の短期間にそれが失せること、遊走子の着生、発芽は柳田ほか (1971) が紋別のリシリコンブで推察したのと同様に秋から初冬と春との2群があること、日周期性についてみると、遊走子は夜間に放出される傾向がある、等が明確になったので報告する。

ここに本稿の校閲をいただいた北海道大学水産学部の齊藤譲博士に感謝の意を表すとともに、調査にご協力を賜った日高西部地区水産技術普及指導所の渡辺喬氏、仙法志漁業協同組合職員各位、また同組合の組合員田原陽一氏等に厚く御礼を申し上げる。

方 法

試験地は利尻島の最南端に位置する利尻町仙法志字御崎である (Fig. 1)。子のう斑形成調査の材料はスキューバ潜水で0.25m²の方形枠を用いて採集した。養殖コンブの子のう斑形成調査は距岸約300m、水深30mの所で行っていた延縄式養殖 (養殖水深約5m) のものを使用した。コンブの胞子体の採集は水深0.5mの地点から数個の玉石を採集し、25cm²の方形枠を用いて行なった。放出された遊走子等を採集するに当っては厚さ2mmの透明なアクリル樹脂板をスライドガラスの大きさ (75×25mm) に切り、ラワン材 (100×90×15mm) に2枚か3枚を真ちゅうくぎで固定したものを採集器として用いた (Fig. 2-a)。胞子体発芽数の周年変動を知るためには、水深約1.5mの岩礁地帯の湾入部において、上記採集器を平均水深0.3m、0.5m及び1mに設置した。この採集器は1976年10月から1979年4月まで適宜交換した。また、胞子体発芽数の日周変動を知るために、1978年10月17-18日と11月14-15日に同地点で、日出時にあたる6時を基準に、6時間間隔で4回、採集器の交換を行なった (Fig. 2-b)。

これら採集器のアクリル樹脂板は容量300mlの腰高シャーレに入れ、ESI 培養液 (TATEWAKI, 1966) を含む滅菌海水で水温10°C、照度2,500-3,000Lux、明期14時間の白色蛍光灯照明の条件下で培養を行なった。培養開始1か月及び3か月後にコンブの胞子体を数えてそれを発芽数とし、さらにコンブ以外の海藻の被度はガラス目盛板 (5×5mm目盛) を使用して測った。なお、コンブの同定には阪井・中津 (1966) の方法でメチルブルーのアルコール溶液で粘液腔道を染色して行なった。表面水温は毎日1回、同地先で測った。日出・日没時刻、潮汐等は稚内地方気象台の資料を用いた。

結 果 と 考 察

1. 子のう斑の形成.

深さ0.5mの1年目コンブは9月上旬から子のう斑をつけはじめ、10月中旬になれば大多数の個体に形成される (Table 1)。このコンブは秋の再生期以後には、体上部の旧葉部に子のう斑を残して生長する。この旧葉部に子のう斑が認められなくなるのは翌春の3-4月である。一方、2年目コンブでは、7月下旬

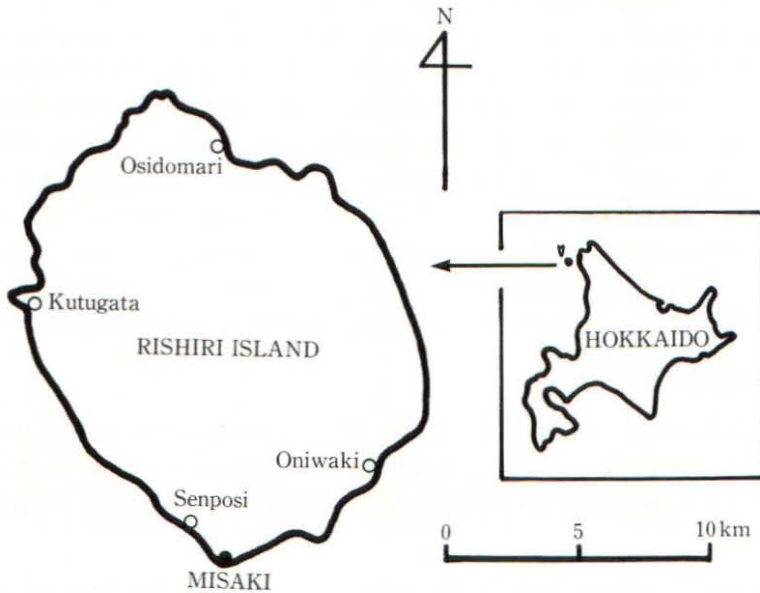


Fig. 1. A map showing the location of Misaki, Rishiri Island.

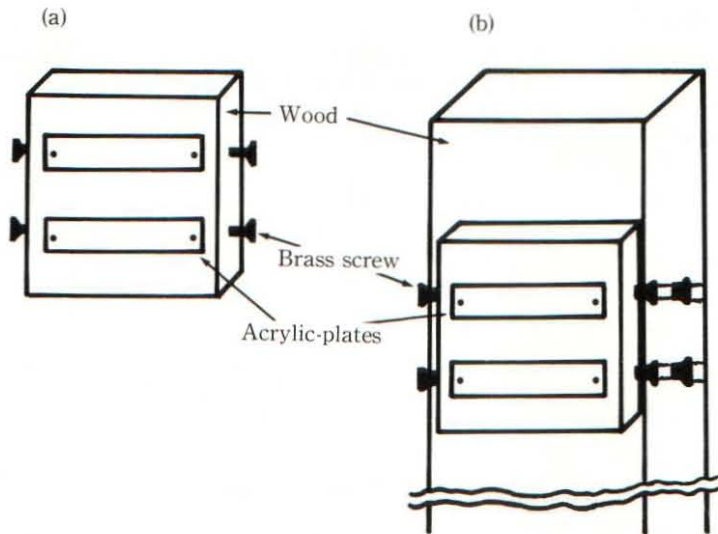


Fig. 2. The collector with acrylic-plates used for examination.

- (a) A collector with two acrylic-plates.
- (b) A collector set up for the study.

から子のう斑の形成が始まり、個体の流失する11月下旬までその存在が認められる。また、Table 1によれば、養殖コンブの子のう斑は天然コンブより約1か月遅くまで存在する。さらに深所の天然コンブは、年によって若干の相違はあるものの、浅所のものより遅れて子のう斑を形成する傾向が明らかである。

本邦産の各種コンブの成熟に関する報告は Table 2 に示す通りである。それから明らかなように日高地方の三石産のミツイシコンブ (*L. angustata* KJELLMAN) では1年目から3年目コンブまで観察すれば4

月と5月以外のすべての季節に子のう斑の形成が認められている (HASEGAWA, 1962)。また、柳田ほか (1971) によれば、紋別産リシリコンブでは7月下旬から翌春3月まで子のう斑の存在が報告されている。阪井ほか (1967) は1年目リシリコンブは一般に9月から、2年目リシリコンブでは7月中旬から子のう斑の形成されることをみており、さらに、流水による外傷のある個体では4月に6%, 5月に17%, 6月に35%の体に子のう斑の形成を認めている。また、長谷川・福原 (1958) は外海のミツシコンブの1年目、2年目個体が共存している場合、子のう斑を有する個体さえあれば遊走子の放出が行なわれ、それに伴って配偶体の生産のあることを述べている。筆者らは、2年目になった4月の天然コンブと5月の養殖コンブから遊走子を放出させることができ、葉長5 cmの胞子体に育てることができた。また、6月には、動物の食害をうけたコンブや波浪による傷害を受けたコンブに子のう斑が形成されているのをみた。結局、従来

2. 胞子体発芽数の周年変動

- 遊走子等が採集器に付着し、培養操作によって発芽したコンブは1976年10月から1979年4月にかけて観察された (Fig. 3)。それから明らかなように、発芽数の多い時期は秋から冬 (第Ⅰ群) と、春 (第Ⅱ群) の2回認められた。まず、秋から冬の大きい値の月をみると、1976年では11—12月でピークは11月下旬、1977

Table 1. Seasonal and vertical changes in the rate of fertile fronds (%), on 1-year-old and 2-year-old plants (Most 2-year-old plants consist of 1-year-old and 2-year-old parts after autumn).

Habitat Depth	Natural rocky bed							Culture facility
Date (m)	0.5	1	2	3	5	7	10	5
Sep. 29, 1976	90	—	—	—	—	—	—	—
Nov. 24, 1976	100	—	—	—	—	—	—	72
Feb. 8, 1977	95	—	—	—	—	—	—	80
Mar. 15, 1977	27	—	—	—	—	—	—	43
Mar. 31, 1977	0	—	—	—	—	—	—	—
May. 20, 1977	0	—	—	—	—	—	—	2
Sep. 8, 1977	8	—	—	—	—	—	—	—
Sep. 30, 1977	100	—	—	—	—	—	—	—
Oct. 22, 1977	100	—	—	72	68	—	—	70
Nov. 14, 1977	100	—	—	—	—	—	—	92
Jan. 8, 1978	24	—	—	—	—	—	—	55
Feb. 14, 1978	36	—	—	—	—	—	—	49
Mar. 25, 1978	0	—	—	—	—	—	—	37
Sep. 11, 1978	88	—	40	—	8	—	—	—
Oct. 17, 1978	100	94	90	85	80	—	—	—
Nov. 14, 1978	100	100	100	100	94	100	68	—
Feb. 15, 1979	48	—	—	—	—	—	—	—
Apr. 3, 1979	9	—	—	—	—	—	—	—

Table 2. Mature seasons of *Laminaria* species found in the previous reports from Hokkaido.

Species	Locality	Age of <i>Laminaria</i>	Abundant period from to		Observer
<i>Laminaria angustata</i>	Mithuishi	1	Early in October	Late in March	HASEGAWA, 1962
		2	July	February	
		3	June	March	
<i>L. religiosa</i>	Oshoro bay Outside	1	Early in July	Late in December	HASEGAWA <i>et al.</i> , 1963
	Inside		Early in September	Late in November	
<i>L. angustata</i> var. <i>longissima</i>	Kushiro	1	September	March	SASAKI, 1969, '73, '77
		2	Middle in June	December	
<i>L. japonica</i> var. <i>ochotensis</i>	Wakkanai Oniwaki	1	September	February	SAKAI <i>et al.</i> , 1967
		2	Middle in July		
	Monbetsu	1	Middle in August	March	YANAGIDA <i>et al.</i> , 1971
		2	Late in July	December	
	Misaki (Rishiri Island)	1	September		KANEKO & NIIHARA, 1977
	Misaki	1	Early in September	April	Present paper
		2	Late in July	Late in November	

年は10—12月でピークは同様に11月下旬であり、1978年は10—12月でピークは10月上旬であった。各ピーク時の発芽個体数は1cm²当り1976年は32.8個体、1977年が9.5個体、続く1978年が33.7個体であった。その値を採集器が海中にあった日数で除し、1日当りの値に換算すれば、1976年が4.7個体、1977年0.6個体、1978年が1.8個体となり、1976年のピークは1977年の値の7.8倍、1978年の2.6倍であった。

次いで、1977年3—6月、1978年2—4月及び1979年3—4月に発芽数の多い時期が現われており、それぞれ1cm²当り9.6個体、1.3個体及び4.2個体という数値が得られた。例年、1月下旬から2月中旬にかけての発芽数はほぼ0.2個体前後に落ち込むことからみれば、これは2回目の発芽盛期と認めることができよう。

同地の水温を Fig. 3 に旬別に示した。それから明らかなように、最高水温は8月下旬にみられ、1977年は20.0℃、翌1978年は21.9℃であった。また最低水温は2月下旬から3月上旬の3.0℃前後であるが、1978年だけはオホーツク海からの流水の接岸で1.7℃（日最低水温は0.2℃）と極めて低かった。この水温のカーブとコンブ発芽数のヒストグラフを対比すると、水温が約15℃から約5℃へ下降する時期に第1回の発芽数のピークが現われ、春先の水温上昇期に第2回のピークが来る。そしてその頃、4—6℃の水温が長期間にわたって続く方が発芽数の多い傾向が認められた。

Fig. 4 にみるように天然漁場におけるコンブ胞子体の出現数は早い時期に出現した群のコンブで、100 cm²当り1977年2月に37個体で、葉長のモードは50—60cm、1978年2月に12個体で、モードは30—40cm、1979年

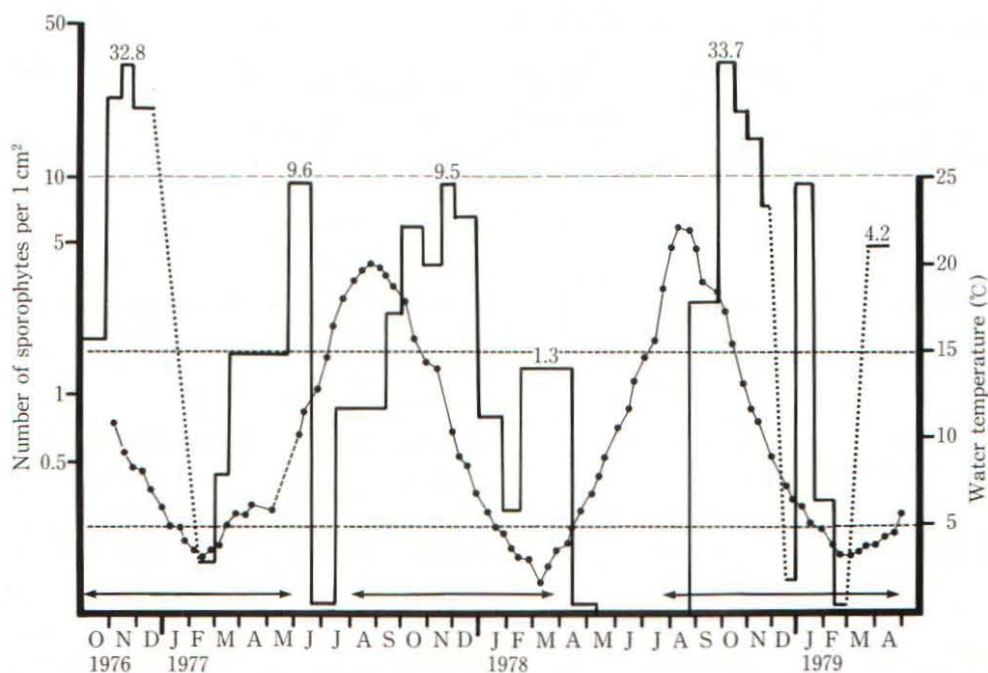


Fig. 3. Seasonal change of sprouting sporophyte on the acrylic-plates set up at the inlet site between October 1976 and April 1979, with seasonal change of surface sea-water temperature at Misaki, Rishiri Island (•-•: sea-water temperature, ... : Unknown period as collectors were washed away). Arrows indicate a range of the developmental period of the sporangial sori.

2月に44個体でモードは70—80cmであった。遅い時期に出現した群の出現数は25cm²当り1977年3月には278個体、1978年3月は168個体、1979年4月は196個体であった。各年の葉長10cm未満の出現率はそれぞれ、80.9%、35.4%、71.7%と1978年が極端に少なく、10—20cmにモードがみられた。

コンブの各年の葉長組成 (Fig. 4) から初期の生長速度を推算すれば、1日当り約1cmとなり、このことから早い群の出現の始期は、1977及び1979の両年で前年の12月上旬、1978年の場合は前年の12月中旬となり、遅い群は3—4月に40—50cmであったが、これらの出現の始期は2月上旬ということになる。これらの出現始期はアクリル樹脂板上での発芽数が大きい値を示した10—12月のそれぞれ約2ヵ月後となり、漁獲の対象となる主群は第Ⅰ群に由来するものと考えられる。佐々木 (1969) は、ナガコンブ (*L. angustata* var. *longissima* MIYABE) について遊走子の付着から胞子体の出現までにそれと同じ位の日数を要することを述べている。このように出現時期と密度は主に第Ⅰ群の発芽が始まる時期、発芽数、期間等の差異によりきまるものと考えられる。しかし、天然漁場のコンブの出現時期と密度は他海藻との競争や他の環境要因も考慮する必要がある。

第Ⅱ群は第Ⅰ群の補充添加群と胞子体にならない配偶体として存在するものと推定される。この主な理由は、1) 第Ⅰ群に由来する出現群に場を占有されている、2) 1977年3月に設置し、5月末に回収した採集器に葉長約1cmのコンブの胞子体がみられたことから補充・添加の役割を演じている、3) 4月、5月に放出された遊走子は胞子体になるまでの発芽日数が約2ヵ月を要することから、夏期の高水温、強照度の条件下で胞子体になるまで生長できずに配偶体の段階で止まる、4) 第Ⅰ群に比べて発芽数が約10分の1であり

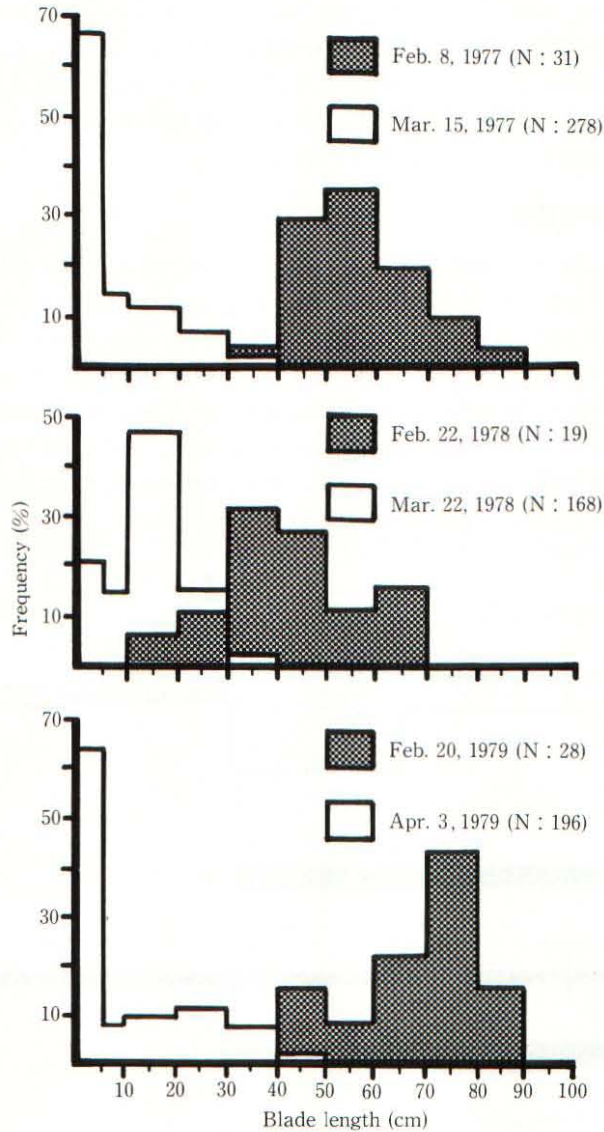


Fig. 4. Blade length composition of 1-year-old fronds in each year at the natural *Laminaria* bed. : Early group. : Late group. N: Number of plants per 25 cm² at a depth of about 0.5 m.

主群にはなり得ない、等をあげることができよう。

3. 発芽数の日周変動

Fig. 5にアクリル樹脂板上に発芽した1cm²当りのコンブ個体数の変化を、Table 3には調査日の気温、水温、日出・日没の時刻、満潮・干潮の時刻と水位の高さを示した。それによると、10月17-18日の発芽数は18時から0時までが0.5個体、0時から6時が2.5個体と増加し、6時から12時が0.1個体と最少で、12時から18時には0.3個体であった。また、11月14-15日では12時から18時が1.2個体、18時から0時が36.9個体、0時

から6時が最大で49.6個体, 6時から12時には2.1個体であった。以上の結果から明らかなように, 日没時から日出時にかけての夜間に遊走子は多数放出され, 付着するものと思われる。なお, 金子(1972)は, リシリコンブの遊走子形成を観察するのに夜間に材料の固定を行っており, 遊走子形成は主に夜間に行われるようである。この発芽数は周年変動の知見を求めてなされた実験の場合より多いが, その理由としては, 珪藻類や他海藻類の胞子の付着等が少なかったためと考えられる。

4. コンブ以外の海藻の発芽

1977年と1978年の2年間について観察を行ない, 3ヵ月ごとの4期に分け, 発芽した主な海藻の被度を Table 4 に示した。それによるとコンブの発芽数の多い10-12月には *Ulva pertusa* アナアオサ, *Enteromorpha* sp. アオノリ属の1種, *Punctaria latifolia* ハバモドキ, *Acrochaetium* sp. アクロケチウム属の1種の各被度は50%以上を示した。特にコンブの多く発芽した1976年と1978年には *Acrochaetium* sp. の被度は80%に達していた。なお, Table 4 に示した以外の海藻で多かった種は *Monostroma* sp. ヒトエグサ属の1種, *Cladophora* sp. シオグサ属の1種, *Chaetomorpha* sp. ジュズモ属の1種, *Rhodoglossum japonicum* アカバギナンソウ, *Ptilota* sp. クシベニヒバ属の1種等であった。しかし, これらは培養で

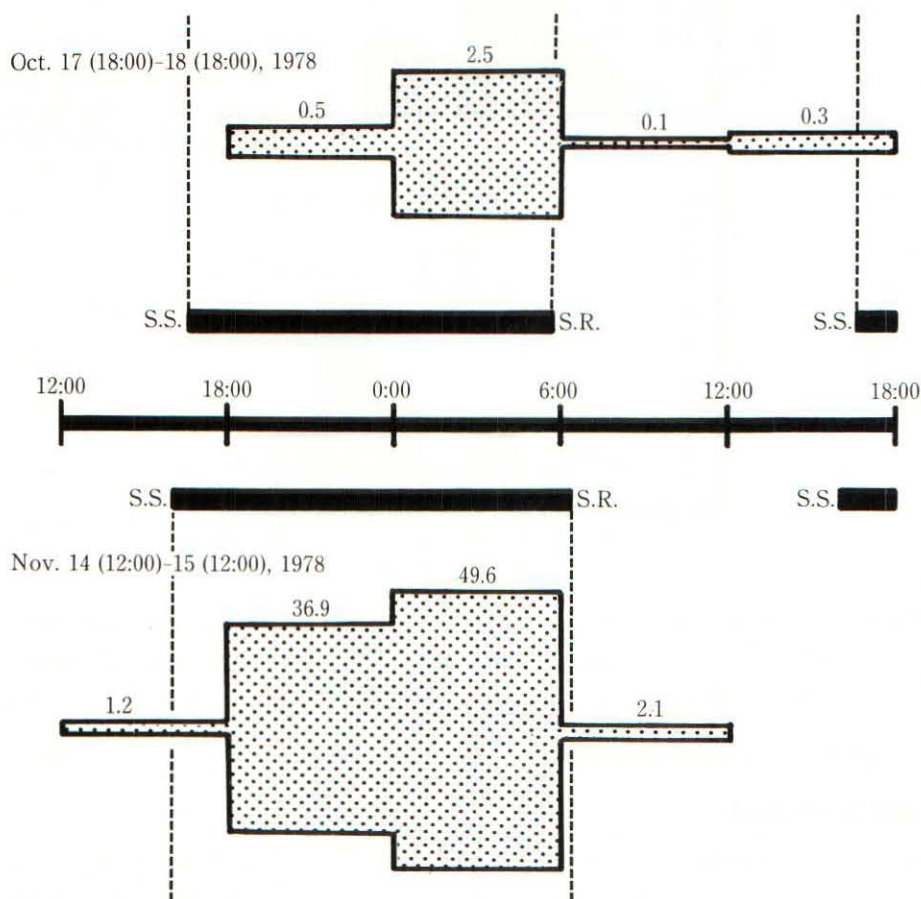


Fig. 5. Daily changes of sprouting sporophytes per 1 cm². Black belts indicate the period from sunset (S.S.) to sunrise (S.R.).

Table 3. Environmental conditions during two diurnal variation studies on zoospore shedding in *Laminaria japonica* var. *ochotensis*. The datum level is close to the lowest low water.

Date	Air temperature (°C)	Water temperature (°C)	Sunrise time	Sunset time	Tide condition	
					Time	Height from the datum (cm)
Oct. 17-18, 1978	8.3-15.1	14.3-15.4	5:52	16:47	22:45	15
					3:45	4
					17:47	25
Nov. 14-15, 1978	4.5-7.5	10.7-10.8	6:29	16:06	16:32	21
					10:00	0
					17:19	22

発芽を促がして観察したのであるが、その培養条件は当然コンブに合わせた。結果的に褐藻類の配偶体、糸状の紅藻類が多く、さらに成体に育ったものはなかった。コンブ以外の海藻で、特に多い被度で出現したのは *Acrochaetium* sp. であるが、*Aorochaetium* sp. はアクリル樹脂板の縁に多くみられ、コンブと同じ着生個所に付着するようである。なお、その平面部には *Ulva pertusa*, *Monostroma* sp., *Enteromorpha* sp., *Colpomenia sinuosa* フクロノリ, *Chorda filum* ツルモ, *Punctaria latifolia* 等が多く着生していた。

Table 4. The dominant algae found on the acrylic-plates in 1977 and 1978, shown by average percent cover. 1: 1-25 %, 2: 25-50 %, 3: 50-75 %, 4: 75-100 %.

Species \ Month	Jan. — Mar.	Apr. — Jun.	Jul. — Sep.	Oct. — Dec.
<i>Ulva pertusa</i>	2	3	2	3
<i>Enteromorpha</i> sp.	2	3	2	3
<i>Spongomorpha</i> sp.	1	0	0	2
<i>Ectocarpus</i> sp.	2	1	3	2
<i>Colpomenia sinuosa</i>	2	1	1	2
<i>Petalonia fascia</i>	1	1	3	2
<i>Punctaria latifolia</i>	2	1	1	3
<i>Chorda filum</i>	1	0	0	2
<i>Laminaria japonica</i> var. <i>ochotensis</i>	2	1	2	4
<i>Sargassum</i> sp.	0	1	1	0
<i>Bangia fusco-purpurea</i>	3	0	0	2
<i>Acrochaetium</i> sp.	3	3	1	4
<i>Porphyra</i> sp.	2	0	0	2
<i>Ceramium</i> sp.	1	0	1	1
<i>Polysiphonia</i> sp.	1	0	1	2

要 約

利尻町仙法志字御崎において、1976年10月から1979年4月までリシリコンブの生産主群の由来を知るため、子のう斑の形成、発芽数の周年変動及び日周変動を調査し、次の結果を得た。

1. 子のう斑は年、生育場所により若干変化はあるが、1年目コンブでは9月上旬から観察され、翌年の3-4月まで認められ、2年目コンブになってからは先端の旧葉部に観察され、成熟の最盛期は10月中旬である。2年目コンブでは7月下旬から11月下旬まで認められる。また、垂直的には浅所のコンブほど早く子のう斑を形成する。

2. 胞子体の発芽数の盛期から次の2群がある。

第Ⅰ群：1・2年目コンブとも子のう斑をつける10-12月の秋から初冬に生じ、そのピークは年により前後する。

第Ⅱ群：3-5月の春にあり、ピークは第Ⅰ群と同様、年により変動がある。この発芽数は第Ⅰ群の約10%とみなされる。

3. 胞子体の発芽数は日没から日出時までに多く、遊走子の放出、着生は主にこの間に行われる。

4. コンブの発芽数の多い年、月には *Acrochaetium* sp. の出現量が多く、コンブの発芽数と関係があると考えられる。

文 献

- 長谷川由雄・福原英司 (1958) : コンブの増殖に関する調査 (Ⅱ) 北水試月報 15 (2) 19-26
- HASEGAWA, Y. (1962) : An ecological study of *Laminaria angustata* KJELLMAN on the coast of Hidaka Prov. Hokkaido. *Bull. Hokk. 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
- 蒲原八郎 (1962) : コンブの流失と虫害について 北水試月報 19 (9) 27-35
- 金子 孝 (1972) : リシリコンブの遊走子形成 本誌 (14) 45-53
- 金子 孝・新原義昭 (1977) : リシリコンブの生態 日本藻類学会 21-38
- 木下虎一郎 (1947) : コンブとワカメの増殖に関する研究 北方出版社 1-57
- 阪井与志雄・中津俊行 (1966) : 北海道産コンブ属植物の幼体 Ⅱ, リシリコンブの幼体について 本誌 (5) 31-35
- 阪井与志雄・石川政雄・蒲原八郎・金子 孝・渋谷賢仁・中津俊行 (1967) : リシリコンブの生態 北水試月報 24 (11) 1-15
- 佐々木 茂 (1969) : 釧路地方におけるナガコンブ *Laminaria angustata* var. *longissima* (MIYABE) MIYABE の生態学的研究 1. 冬期発芽群の生活様式 本誌 (10) 1-42
- (1973) : ナガコンブ *Laminaria angustata* var. *longissima* (MIYABE) MIYABE の生活様式に関する研究 北海道釧路水試 1-141
- (1977) : ナガコンブの生活様式と漁獲 日本藻類学会 39-59
- TATEWAKI, M. (1966) : Formation of a Crustaceous Sporophyte with Unilocular Sporangia in *Scytosiphon lomentaria*. *Phycologia*, 6 (1) 62-66
- 田沢伸雄 (1970) : 利尻・礼文両島におけるコンブ凶漁についての一考察 北水試月報 27 (2) 56-64
- 柳田克彦・垣内政宏・辻 寧昭 (1971) : オホーツク沿岸紋別付近におけるリシリコンブ *Laminaria japonica* var. *ochotensis* (MIYABE) OKAMURA の生態学的研究 本誌 (13) 1-18

噴火湾沿岸伊達市におけるマコンブの生態および
コンクリートブロック、割石によるコンブ礁造成

第I報 マコンブの生態*

船 野 隆

(北海道立栽培漁業総合センター)

Ecological and maricultural studies on *Laminaria japonica*
growing on the shores of Date City, Hokkaido

I. Ecology of *L. japonica*

Takashi FUNANO

(Hokkaido Institute of Mariculture)

This study is designed to obtain data on ecological characteristics of *Laminaria japonica* Areschoug (Ma-Konbu), and on factors controlling laminarian* stock, numbers of plants and biomass, and to effectively create laminarian forests growing on concrete blocks and cut stones. The experiments and observations were carried out from 1962 to 1970 at the following localities: Kita-Kogane, Funaoka, Nagawa and Usu (at stations Ponusu-hana, Toshiraru and the laminarian culture apparatus offshore), all localities being near Date City, Hokkaido, Japan.

Locality and station:

1. Substratum composition at each locality and station: Kita-Kogane - shallow ($\leq 2-4$ meters) and sandy; Funaoka - sandy with scattered boulders and gravel; Nagawa - sandy; Ponusu-hana - sandy and flat reef covered with sand, blocks and rocks; Toshiraru - islet composed of rock and isolated blocks, and the place of the culture apparatus - 1300 m. off-shore to the west of Noyanoma at a depth of 10 m.
2. The algal communities at the sites changed from complex (at Ponusu-hana) to simpler (at Toshiraru) to simplest (at Funaoka). The dominant species of the algal association in these sites were *L. japonica*, *Costaria costata*, *Chondrus* spp., *Gigartina japonica* and *Ulva pertusa*.

Sporophyte phase:

1. The sporophyte phase of *Laminaria japonica* includes the developmental stages of the embryo, juvenile stages and the adult plants. The longevity of this species is one or two years.
2. The embryonal stages include the monostromatic phases of development (YENDO, 1911) and the histogenesis phases of development (FUNANO, unpublished). The juvenile stages* include phases of rapid growth and minimum growth in annual plants, and periods of rapid and slow growing in perennial plants. An annual laminarian plant, having matured in the first autumn season, is detached by strong waves. A perennial laminarian plant grows through the sorus developing period in the first year and persists into a second-year growing period in which the blade is renewed. The perennial plant goes through periods of rapid and minimum growth in development of the second year blade. These thalli erode away in the second autumn.

* 報文番号 A 99 (1980年1月19日受理)

3. At Kita-Kogane the earliest developing populations became annual ones, and the populations developing later became perennial.
4. At Usu embryonal development was earlier than at Kita-Kogane, and all of the plants seemed to be annual.

Growth and maturity:

1. The earlier a population developed, the more rapid it grew and matured.
2. At Kita-Kogane the population developed late because undergrowth showed slow growth and maturity. The survivors through the first autumn matured earlier than newly grown one year old plants, and were harvested as well thickened Konbu.
3. The growth and maturity of laminarian plants were influenced by internal factors including age (different times of sporophyte initiation), intraspecific competition (related in density) and environmental factors differing in site, year and substratum. The environmental factors include depth, water movement (velocity of flow), water temperature, competing algae, illumination and nutrients.
4. At Kita-Kogane the laminarians grew into lanceolate shapes in regions of the open sea, whereas at Toshiraru the plants in calm seas grew into ovate shapes. Their growth patterns seem to be influenced not only by the factors mentioned above (3), but also by the ecological characteristics of the particular site.
5. External factors that seem to influence growth of embryos are water temperature, illumination, water movement and competing algae (including attached diatoms and algae forming a gelatinous adhesive layer at the substratum surface including myrionemoid species, *Rivularia*, etc.). Growth of juveniles and maturation into adult plants seemed to be influenced mainly by water temperature and illumination (accumulated hours of sunshine).
6. The frond length of the embryonal sporophyte that is necessary for it to grow in order to compete with the small algae seemed to be more than 0.5-1.0 mm.

Production, depopulation, recruitment, density, standing crop, attaching area and competing algae:

1. Swarmer liberation from parental laminarians, which induced the development of embryos, was limited to 4 (-5) months from autumn to early winter (Sept.-Dec.).
2. The maximum number of developing embryo sporophytes occurred in one month between December to January (February). After that time gradually decreasing embryonal sporophyte development continued for 4 to 5 months.
3. The laminarians originating at or about the time of the maximum development period for embryonal sporophytes became the main components of the annual population. The embryo sporophytes developing after that time became recruits of the annual population or components of a perennial population. (At Usu the populations behaved differently.)
4. The period of optimum settling and germination of swarmers, which is directly related to the maximum number of developing embryos, seemed to coincide with optimum periods for growth and maturity of gametophytes and development of embryos. During this time depopulation and recruitment of embryos were comparatively high, but most of the survivors lived to be adults.
5. Swarmers settled on new surfaces of a concrete substratum within a month. Judging from the growth of fronds, the settling of swarmers may have been within 2-3 weeks after the new substratum was laid.
6. Despite relatively short periods of time required for settling of some swarmers on new surfaces, development of embryos from these gametophytes required 2 to 6 months.

7. The main factors influencing the biomass and numbers of individuals in a perennial laminarian population are numbers of embryos (related to the limits of the attaching area) and the early or late start of embryo development.
8. Both of the factors influencing the embryonal stage seemed to be further influenced by time of swarmer liberation and environmental factors including water temperature, water movement, illumination (with ultraviolet irradiation from sunshine) and competing algae (diatoms and other algae in the gelatinous layer).

緒 言

コンブの増殖に関する歴史は古く、18世紀初めには青森県で投石がおこなわれたという。国によって増殖事業がおこなわれたのは、1929年の駒ヶ岳噴火を契機とする。これに対して木下(1947)は、砂地でも埋没しないイズコ式コンブ礁を提唱した。国、道費の事業として、継続して岩礁爆破と共に、投石が広く北海道沿岸でおこなわれる様になったのは、第二次大戦後であり、時を同じくして効果調査が始まった(北海道、1962)。一方、噴火湾の虹田漁業協同組合が、全く新しい試みとして、コンクリートブロック(以下、ブロックと略称す)でコンブ礁の造成を始めた。これは砂地でも埋没せず、イズコ礁のような効果があり、中村(北海道、1958—1960)が今迄の石材による経験を生かして、意欲的な調査をおこなった。その仕事を、道の水産試験場が各種のコンブ地帯で引継ぎ、岩爆、投石(割石投入)とともに、コンブ増殖研究の主要テーマの一つとして続けられてきた(北海道、1966—1971)。これによって各種コンブの基礎的な生態も、次第に明らかになってきているのを見逃すことができない。

ブロックの利点は、1) 砂浜でも移動、埋没せず、2) 地場で製作、投入が容易で、3) コンブの付着密度が高く現存量も多く、4) 形態を変形できることである。欠点は1) コンブ付着基物としての耐用年数が短かく、2) コンブが傷つき易く(Plate 2のH)、3) コケムシの適環境と一致するために付着被害が著しいことである。これに対して割石の利点は、二年コンブでは天然礁と変わらぬ良質なものができるが、欠点は砂地で埋没し易く、密度、現存量が低いことである。

ブロックの利点が生かされるのは、外海に面した遠浅の砂浜、外海に面した岩礁周縁で、ブロック礁の周りが波浪や潮汐によって海水流動が著しく、漸深帯上部(最大干潮から2m迄)にある時である。これは割石に比べて大きいというばかりでなく、形状によっても生起する。その口径面や側窓によって生ずる激しい微渦流によって、配偶体の生長や成熟が早く、障害となる泥、珪藻などの付着が少なくて、幼胚体により多くより早く生長し、一方、砂地へのブロックの沈降が、側窓を通る激流によって止められるからである。

本報告ではマコンブ地帯の伊達市沿岸の砂、砂礫、岩礁地帯で、ブロックと割石を用いて、1962—1970年までコンブ礁造成の効果調査をおこなったものを総括した。目的はマコンブの生態と個体群の量的変動に関わる要因を明らかにし、コンブ礁の有効な造成方法を見出すことにある。本報では孢子体の生育段階に用語を改めて適用し、これらに応じて出現期、調査地、年度、基材の異なる個体群の生長と成熟、出現、減耗、補充、密度、現存量、着生面積、競合海藻について明らかにし、さらに資源量の変動要因を生育段階に応じて、個体群内とそれを取り巻く環境に分けて考察した。

これらの知見について、第1報としてここに報告したい。

本論に入る前に、研究に多大のご援助をいただいた北海道大学理学部海藻研究施設阪井典志雄教授、実験に多くのご協力をいただいた北海道立中央水産試験場増殖部(故)佐藤己之吉氏、同試験場有珠分場石川政雄氏、道立栽培漁業総合センター開発部長工藤敬司氏、ならびに伊達市役所商工水産課、伊達漁業協同組合

*Laminarian : Plant of *Laminaria japonica* in this report.

*Juvenile stage : From this stage the shedding in the upper part of a blade begins and has continued till its wearing.

の職員各位, 同青年部佐々木弘氏他の方々, 有珠漁業協同組合の職員各位, 同漁村青年研究会鳴海元了氏他の方々から感謝いたします。また, 本論文の英文要約について, 親切なるご校閲をいただいた, ワシントン大学 Richard E. Norris 教授に心から感謝します。

調査地と基材

調査地は伊達漁業協同組合の管内に入る北黄金, 舟岡, 長和で, 舟岡のみが砂浜に礫, 玉石地帯で, 残る両地は砂浜 ($\leq 2-5$ m) であり, いずれも遠浅となっている (Fig. 1)。有珠漁業協同組合の管内では砂浜と岩礁地帯があり, そのために調査地の中に更に調査地点を, 砂浜と砂覆りの岩盤, 転石のボンウスハナ, 岩礁, 転石のトシラル, 沖の島に設けた (Fig. 2)。その他に外海の沖合い養殖施設も調査地点とした。

北黄金ではブロック礁造成以前には, 付近に天然礁, 投石礁もなく, 1961年に魚礁用の10・10型ブロック (直径, 高さ100cm, 厚さ20cmで底がある円筒型, 一辺30cmの方形の側窓3ヶ) が入れられてから, 初めて海藻群落が生息された。その後, 9・8型ブロック (直径90cm, 高さ80cm, 厚さ15cmで底のある円筒型, 直径30cmの側窓3, 底窓1ヶ) と6・6型ブロック (直径, 高さ60cm, 厚さ12cmで底のある円筒型, 一辺20cmの方形の側窓3ヶ) が牛車川から北黄金川までの沿岸に, 沖出し20-200mの間の水深2-4mの所に投入された。

舟岡では投石による古いコンブ礁が岸近くで密であり, 距岸10-30mを過ぎると25m²中に10-20個であった。海藻の群落は優占順にマコンブ, スジメ, ホンダワラの類で, 一部にケウルシグサ, ウルシグサ, スガモ, ワカメがあり, 下生い藻はアカバギンナンソウ, エゾツノマタ, ダルス, アナアオサ, アカバが群生し, この中にモロイトグサ, ムツイトグサ, イギス, カヤモノリ, セイヨウハバノリ, ネバリモ, ボウアオノリなどがあつた。種類, 現存量も毎年ほぼ同じであり, 有珠より少なく単調であつた。舟岡のブロック礁の種類, 造成経過は北黄金と似ており, 沖出し範囲や水深もほぼ同じであつた。

長和はブロック礁造成以前に海藻の生育はみられず, 9・8型と6・6型が1965, 1967年に, 水深4-5m, 距岸100-300mの範囲に投入された (Tab. 1)。

ブロックの埋没では, 長和は長流川の流砂のためか, 投入1年目にも関わらず, 上部 $\frac{1}{4}-\frac{1}{3}$ しか出ていないものが多かった。しかし北黄金, 舟岡のものは, 経過年数に関わらず直立では側窓の下部, 横転でも直径の $\frac{1}{2}$ までで埋没は止まっていた (Plate 4のB-E)。

有珠のボンウスハナでは9・8型と6・6型が1961年から, 割石 (天然石で陸上の岩盤から一稜が30-50cm, 重さ30-50kgに割りとったもの) はそれ以前から投入されてきた。水深2mまでは海藻の出現種が多く, 良く繁茂しているが, 深くなるにつれ単調となり, 薄い砂覆りの岩盤ではスガモ, ホンダワラの類, アナアオサ, オキツノリ, ダルスなどに限られ生育量も少なくなる。水深2mまではコンブ, ワカメ, アカバギンナンソウ, エゾツノマタ, ダルス, アナアオサが群落の主要構成種であり, スジメ, ホンダワラの類, スガモ, アカバ, ナンブグサ, ヨレクサ, イソムラサキ, フクロノリ, オキツノリが部分的に群生し, その他にウルシグサ, ケウルシグサ, チガイソ, セイヨウハバノリ, ボウアオノリ, エゾヒトエグサ, ウスバアオノリ, シワヒトエグサ, キヌシオグサ, イギス, エゴノリ, ハケサキノコギリヒバ, ヌメハノリ, カヤモノリ, ネバリモ, モロイトグサ, ムツイトグサ, コスジフツツナギなどがみられた。

トシラルは距岸300mにある小島で, 岩礁, 転石, 玉石からなり, 島から25-40m離れると4-5mの深さとなって, 海中での島の裾が切れて, 砂地あるいは砂覆りの岩盤となる。ここでも古くから投石がなされ, ブロックは1961年から9・8型と6・6型が投入されてきた。海藻の群落はボンウスハナと似ているが, 種数は少なく, 島であるため方位や水深によって多様に変化する。距岸15-25m, 水深3m前後までは出現種も多く繁茂しているが, 深くなるにつれ単調になる (Tab. 2, 3)。

収量調査のみをおこなった沖の島は暗礁に近く, 9・8型と6・6型ブロックが1961年から入れられた。

コンブコレクターのコンクリート製の垂下板によって, コンブ養殖施設で実験した所は, 野矢の瀬の西方で距岸1,300m, 水深10mの, 沖合いの外海であつた。垂下板は30×20cm², 厚さ4cmであつた。

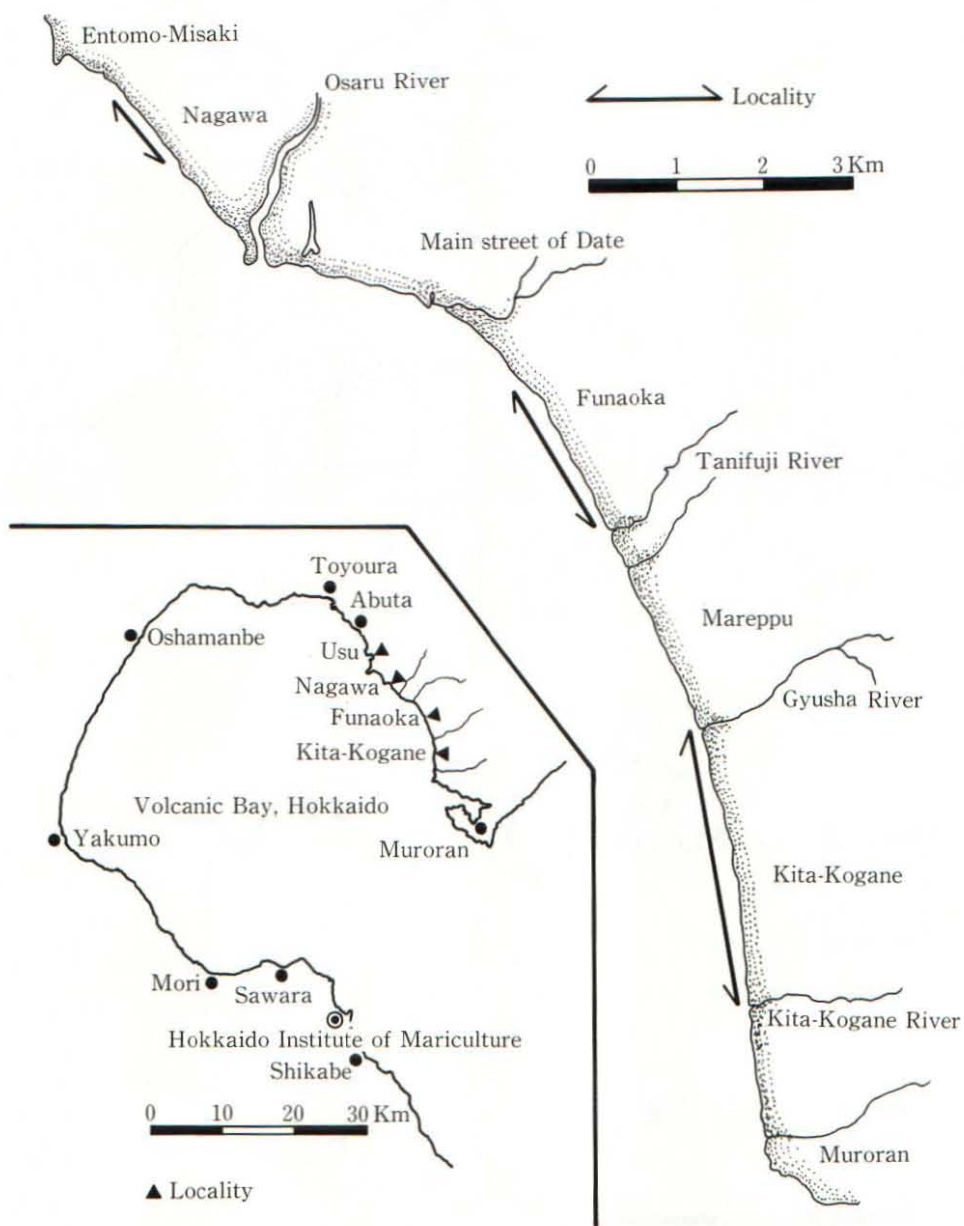


Fig. 1. Localities of Kita-Kogane, Funaoka, Nagawa and Usu along the coast of Volcanic Bay, Hokkaido, and the magnified map of the coastal district of Date Fisheries Co-Operative Association.

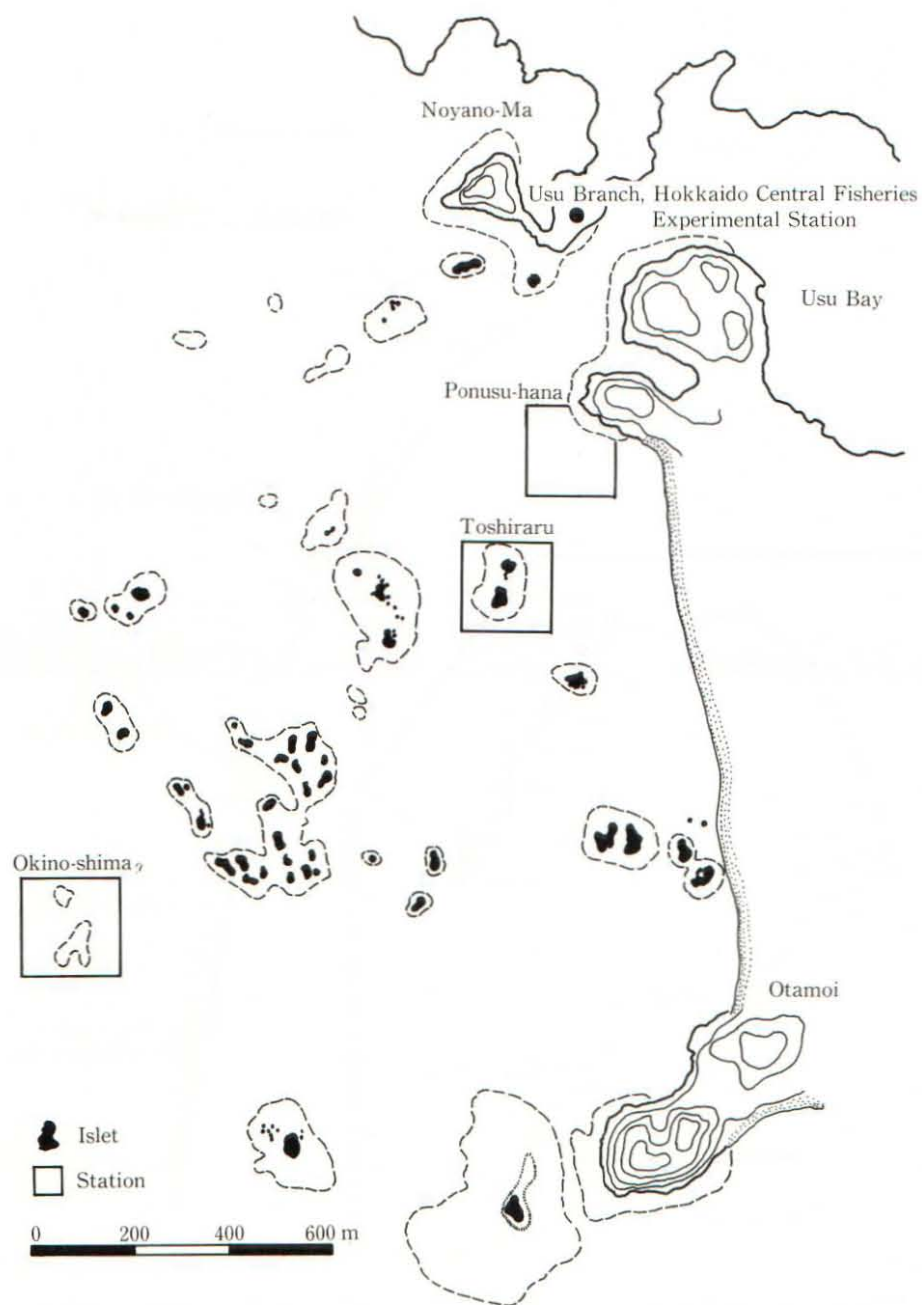


Fig.2. Stations of the coastal district of Usu Fisheries Co-Operative Association.

Table 1. Settling number of blocks on the sandy shores of Kita-Kogane, Funaoka and Nagawa, the district of Date Fisheries Co-Operative Association, between 1962 and 1967.

Settling date	Locality	Settling number of blocks			Total	Number of fishermen
		Kita-Kogane	Funaoka	Nagawa		
Mid-Sept ~ mid-Oct, 1962		930	900		1,830	171
Late-Aug ~ late-Sept, 1963		875	875		1,750	188
Early Sept ~ late-Oct, 1964		860	850		1,710	188
Mid-Sept ~ late-Sept, 1965		1,380		300	1,680	171
Late-Aug ~ late-Sept, 1966		1,524			1,524	145
Late-Aug ~ late-Oct, 1967				762	762	140
Total		5,569	2,625	1,062	9,256	

マコンブの生態

胞子体生育段階の用語の新しい適用と、それに伴う討議

北海道のコンブ研究者（長谷川ら，1963；佐々木ら，1964；阪井・船野，1965；阪井・中津，1966a；阪井ら，1967；佐々木，1969，1977；船野・石川，1970；柳田ら，1971など）がホソメコンブ，ナガコンブ，リシリコンブ，マコンブの胞子体の生育段階を，幼体期，生長期，成熟期，末枯終期（流失期），再生期に分けた。この内，本報では幼体期を幼胚期，（第一次伸長）生長期を幼形期，成熟期以降を成体期とした。

幼胚期はSETCHELL(1905b)に基本的に従い，YENDO (1911)，KILLIAN(1911)，SAUVAGEAU(1918)や，それまでの知見を総括したOLTMANN(1922)やFRITSCH(1945)の考えも含めた。SETCHELL(l.c.)は，この期間は全てのコンブ科植物が，細長い単葉の*Laminaria*形をとる迄とし，その後，属の特徴が現れ始めると，動物のlarval stageに対応させてpost-embryonal stageとしている。幼胚期はさらに単層細胞期(YENDO, l.c.)と組織分化期（筆者，未発表）に分けられる。この期の終りには単層細胞部が葉先端に残るが，これはSETCHELL(1891)，YENDO(l.c.)，SAUVAGEAU(l.c.)，DREW(1930)も指摘している。

幼形期は幼胚期と成体期の間の期間である。この中で一年生コンブでは，葉の伸長生長が停止する期間を（遅生長期の中の）最低生長期とした。多年生のもものでは，葉の伸長が僅かでもみられるので遅生長期としたが，寿命を全うする年には最低生長期となる。また遅生長期（最低生長期も含む）の前の期間を，幼形期あるいは成体期に関わらず，速生長期とした。したがって多年生の再生期は，速生長期にあたる。

遅生長期は成熟直前の期間で，一般的には夏の高温期にあたり，一つは（伸長）生長が停止するとする説(SETCHELL, 1905a)と他方は僅かでも継続するとする説(FALLIS, 1916)がある。両説は見方によってはいずれも正しく，種によって異なり，同一種の年齢によっても異なり，同一種，同年齢であっても出現期や着生場所によって異なる。本邦でも，一年生のホソメコンブでは伸長生長が停止するのが知られており（長谷川ら，1963），多年生の種では伸長生長が最も遅くなるのが報じられている（HASEGAWA, 1962；佐々木，1969；柳田ら，1971）。PARKE(1948)もこの遅生長期を認めperiod of slow growthとし，生長と成熟が拮抗するとしている。

幼形期の後は成体期で，個体発生の完成期に達した生殖可能な時期である。一年生コンブでは幼形期の最低生長期をへて，成体期の子のう斑形成期を終り，寿命を全うして流失する。二年生コンブでは1年目の子

Table 2. Vertical distribution of algae in accordance with depth, on the rocky shore of Toshiraru Islet, in June and October of 1964.

Algal arrangement: dominant to inferior algae. Substrata: R, rock; S, sand; B, block.

Distance from shore	Depth Substratum	Large algae (upper) and small ones (lower)
	(June) 1m	<i>Laminaria japonica</i>
	Rock	<i>Gigartina japonica</i> - <i>Dyctyopteris divaricata</i> - <i>Neodilsea yendoana</i> - <i>Gelidium subfastigiatum</i> - <i>Ulva pertusa</i> - <i>Symphyclocladia latiuscula</i> - <i>Colpomenia sinuosa</i> .
1 m	(Oct) 1 m	<i>L. japonica</i>
	R	<i>U. pertusa</i> - <i>N. yendoana</i> - <i>G. subfastigiatum</i> - <i>Chondrus armatus</i> - <i>Dasya sessilis</i> .
	1.8	<i>L. japonica</i> - <i>Undaria pinnatifida</i> - <i>Costaria costata</i>
5	R	<i>U. pertusa</i> - <i>N. yendoana</i> - <i>C. sinuosa</i> - <i>Polysiphonia</i> sp.- <i>Rhodomela larix</i> - <i>Chondrus yezoensis</i>
	1.5 m	<i>L. japonica</i>
	R	<i>U. pertusa</i> - <i>N. yendoana</i> - <i>Polysiphonia</i> sp.
	2.3	<i>L. japonica</i> - <i>U. pinnatifida</i> - <i>C. costata</i> - <i>Sargassum</i> sp.
10	R	<i>U. pertusa</i> - <i>N. yendoana</i> - <i>C. yezoensis</i> - <i>R. larix</i>
	2.5	<i>L. japonica</i>
	R	<i>G. subfastigiatum</i> - <i>U. pertusa</i> - <i>C. armatus</i> - <i>R. larix</i> .
	3.0	<i>L. japonica</i> - <i>Phyllospadix japonica</i>
15	R & sand	<i>U. pertusa</i> - <i>Gelidium</i> sp.- <i>C. yezoensis</i> - <i>C. armatus</i> - <i>N. yendoana</i>
	3.0	<i>P. japonica</i> (sand)
	S & block	<i>U. pertusa</i> - <i>Gelidium</i> sp.- <i>C. armatus</i> (block)
	4.0	<i>P. japonica</i> (sand)
20	S & B	<i>U. pertusa</i> - <i>Gelidium</i> sp. (block)
	3.8	<i>P. japonica</i> (sand)
	S & B	<i>Gelidium</i> sp.- <i>U. pertusa</i> - <i>N. yendoana</i> (block)
	4.5	<i>P. japonica</i> (sand)
25	S & B	<i>U. pertusa</i> - <i>Gelidium</i> sp. (block)
	4.5	<i>P. japonica</i> (sand)
	S & B	<i>U. pertusa</i> - <i>Gelidium</i> sp. (block)

Table 3. Ecology of laminarians and competing algae on the rocky reef of Toshiraru Islet, in August of 1964 and 1965.

Upper, late-August of 1964; lower, late-August of 1965.

Mean area	Standing crop	Blade length	Blade width	Blade weight	Competing algae	Distance from shore	Depth	Sampling area
133 cm	6.23 kg/m ²	78 cm	12.6 cm	83 g	<i>Ulva pertusa</i> , <i>Ceramium kondoi</i> ,	5 m	1.5 m	4000 cm ²
136	6.91	78	13.1	94	<i>Polysiphonia morrowii</i> , <i>Cladophora</i>	7	1.5	4760
49	15.44	83	11.3	76	<i>stimpsonii</i> , <i>Gigartina japonica</i>	5	1.5	3990
250	2.38	70	11.3	60	<i>Costaria acutata</i> , <i>Gelidium subfastigiatum</i>	5	1.5	2500
192	3.32	59	11.9	64	<i>N. yendoana</i> , <i>U. pertusa</i> , <i>P. morrowii</i>	18	2.5	2500
147	10.12	105	15.6	149		5	2	2500
114	14.56	134	16.0	165		5	2	2500

のう斑形成期の終りから、付着器、茎、葉基部での生長が再び始まるが、この時期は今迄通りに再生期とした。旧葉（1年目）では子のう斑がみられても、葉基部で再生する新葉には、一般的にはみられない。旧葉を流失して生長はより著しくなるが、この後、最低生長期をへて2年目の子のう斑形成期を終え、寿命を全うし流失する。

北黄金のマコンブ孢子体の生育段階

方法

北黄金のマコンブの孢子体の生育段階は、最も幼胚体出現が早い1969年から翌年の資料に、他の年のも加えて総括した。各月の出現群は“個体群の出現、……”と同方法で求め、2—4月出現群の平均肥大度を求めた。次に8、9月の個体群を肥大度組成によって、同数の6群に分け、最低階級群の平均値を求めた。これと出現時の4月出現群の値との間に、Fig. 11の曲線に相応させて推定曲線を描き、この群の値とした。両線の間に2、3月出現群の曲線を、出現時の値を基にして描いた。

1—4月出現群の肥大度曲線を基準にし、各月標本の個体群を群分けし、1—4月出現群のおおよその孢子体の生育段階を明らかにした。

結果

出現時期の異なる個体群

最も早くみられた1月出現群は、1—2月までが幼胚期、3—8月が幼形期で、5、6月に最も生長が著しく、7—8月の間に1ヵ月ほど葉の伸長が停止して、成体期に入る。子のう斑形成期は11月まで続いた。これらは一年生コンブの主群となった。

2月出現群は、一年生コンブの補充群となる。補充群には、3、4月出現群も僅かであるが添加する。したがって一年生の全群の幼胚期は1—5月、幼形期は3—9月、成体期は8—12月である。

二年生コンブは3（4）月出現群が主体となるが、一部に2、5月出現群がある。幼胚期が3—5月、幼形期が5—9月で、8—9月に生長が低下する。10月から子のう斑形成期に入り、この期間は短かく11—12月の間に再生期に入る。2月には旧葉も流失して、6月には最も生長が盛んとなり、その後、半月ほど葉の伸長が止まり、8月には子のう斑形成期に入り、11月まで続く（Fig. 3）。

考察

1月出現群は幼胚体出現の盛期に当るもので、生長が早く生残りが高い。2月出現群は一年生の形質を3月出現群より強く持ち、1月群が脱落した時には、ほぼ変わらぬ生長をみせるので、一年生の補充群といえよう。3（4）月出現群は現われるのが遅い分だけ、二年生の形質を強く持ち、1、2月群の被覆によって生長は抑制され、更にその分だけ二年生の形質を強めるとみられる。その後の（4）5月群は2年目へ生残るの

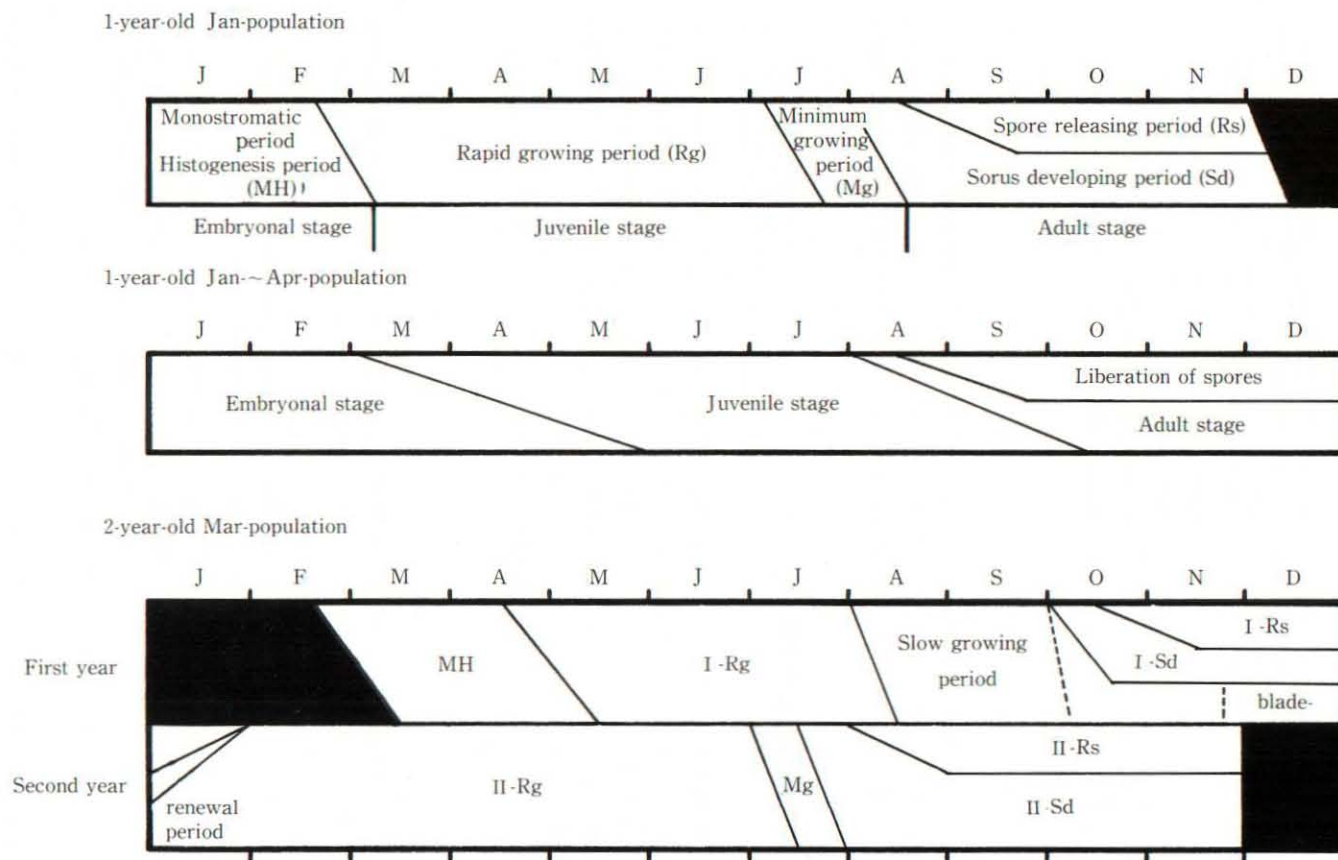


Fig. 3. Life span of a 1-year-old Jan-population, a 2-year-old Mar-population and 1-year-old Jan~Apr-populations of *Laminaria japonica* at Kita-Kogane in an ordinary year.
Jan-population, laminarians produced during January; Mar-population, ones produced during March (and early April).

が少なくとみられるが、これは年齢が若すぎる上に、1—3(4)月群の下生いとなって、より矮小化し、種内競合で脱落するためとみられる。したがって3(4)月出現群は、二年生コンブの主群といえよう。なお4(5)月群でも、大形群の外縁に現われたものは(Plate 3のB)、2年目へ生残るものがみられる。

個体群の生長と成熟

方法

調査は1963—1965, 1969—1970年に、調査地長和と有珠の調査地点沖の島を除く、調査地(点)でおこなった。基材は全て設置1年目の、6・6型と9・8型のブロック、割石、垂下板であった。調査地(点)、基材、年度の関係は、北黄金と舟岡の1963—1965年は6・6型と9・8型のブロック、北黄金の1969—1970年は9・8型のものであった。有珠の、ボンスハナの1963年は割石、トシラルの1964年は6・6型ブロック、沖合いの養殖施設の1969—1970年は垂下板であった。

標本採取は、稀に、舟上からのネジリ採取と潜水によるものもあったが、多くは基材を直接引揚げて、陸上で無作為抽出、大形のものからの作為抽出、全数採取および粋採取があった。

粋採取の面積は、幼胚期のものでは2—3ヶ所の、100—200cm²とし、幼形期から成体期には、その面積を1000cm²前後まで増大させた。なお垂下板では、幼胚期のものは25—50cm²で採取し、幼形期のものでも100—200cm²で採った。

コンブは葉長、葉幅、葉重量、葉体(葉+莖)重量、莖長、根枝数などを測り、葉基部の形、莖の型を判断し、さらに葉(体)重量/葉長×葉幅によって肥大度、葉長/葉幅によって葉形を明らかにした。成熟は子のう斑部の範囲を、葉基部から葉の表裏に分けて測った。

粋採取で測定対象とした標本は、北黄金のブロックの1969—1970年群と有珠養殖施設の1969—1970年のものは、葉長か葉体重量で第1—20位のもので、他は全標本であった。

結果でのべた値は、断りの無い限り、平均値か、平均値と標準偏差である。

結果

北黄金と舟岡の一年生マコンブ

a. 胞子体の生育段階

北黄金の1963, 1964年群では、後群で半月ほど出現が遅れ、かつ成体期に入るのも遅れた。1963年群の幼胚期は2—4(5)月、幼形期5—8(9)月、成体期9—11月であった。

舟岡の1963, 1964年群では、生育段階は基本的に北黄金と似ていた。しかし両群とも幼胚体の出現が遅く、かつ生長でも劣る傾向がみられた。これにも関わらず、両群とも北黄金より早く成体期に入った。

北黄金の1969年群の胞子体の生育段階については、既にのべた。

b. 葉長

北黄金の1963, 1964年群の葉長の伸びは似ていたが、末枯れは後群で目立った(Fig. 4)。

舟岡の1963, 1964年群は、5月まで後群の伸びが良かった。しかし7月には前群の伸びが著しく、両群の差は40cmとなった。9月までの末枯れは前群で目立った。

北黄金の1969年群は、7月に最長となり4.5mであり、その後は末枯れのみによって9月採取期には2.6mとなった。葉長の目に見える増加は、伸長生長と末枯れの差によって、プラスにもマイナスにもなる。5, 6月の見かけの伸長率は6cm/dayであった(Fig. 5)。

c. 葉幅

北黄金の1963, 1964年群の葉幅の増加の傾向は似ていた。しかし前群での増加が、4—8月にかけて優っていた(Fig. 6)。

舟岡の1963, 1964年群では、7月までは前群の増加が著しかったが、その後、減少する傾向がみられた。

* 年群は、遊走子付着から配偶体成熟、幼胚体発生(?)の年を基準とせず、実際に(幼胚体)幼形期の体がみられる年を基準とした。

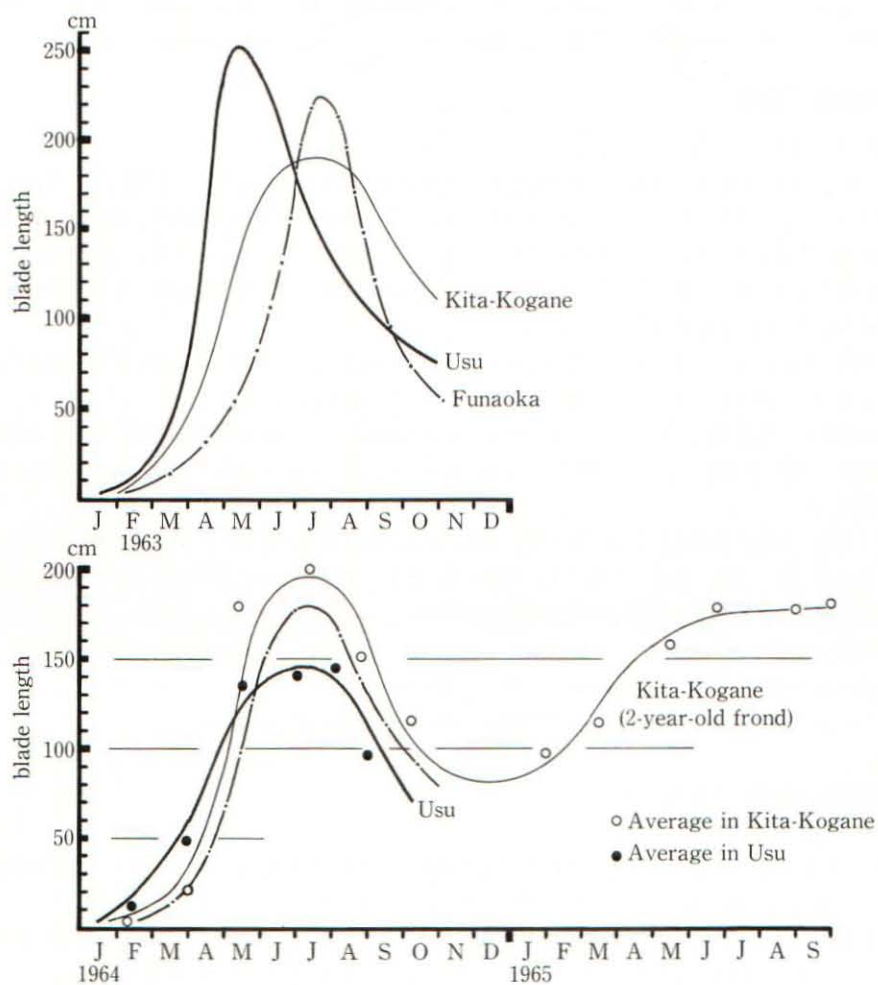


Fig. 4. Growth in blade length of the laminarians at Kita-Kogane, Funaoka, and Usu in 1963, 1964 and 1965.

The growth curve at Kita-Kogane in the under figure shows that of 2-year-old plants. Substrata: cut stones, at Usu in 1963; 6×6 concrete blocks, at the other localities in 1963, 1964 and 1965. This detail explanation is the same as that in Figs. 6 and 9.

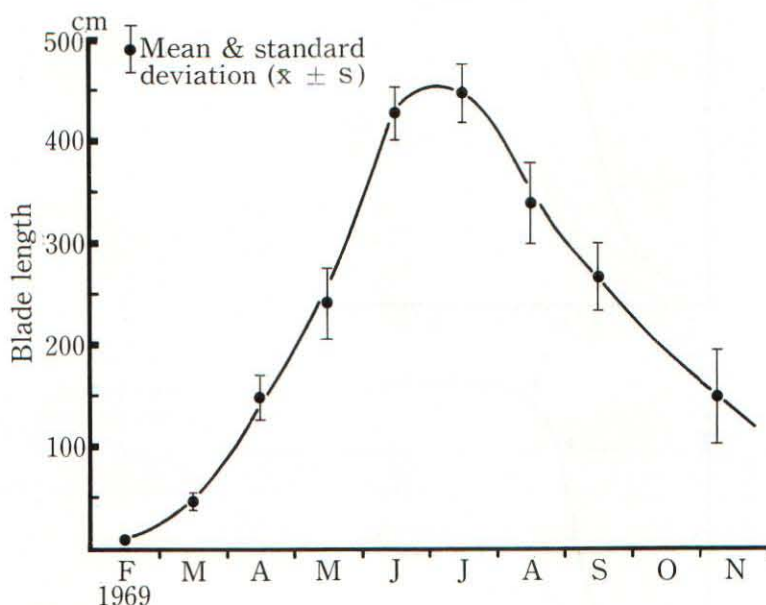


Fig. 5. Growth in blade length of the laminarians at Kita-Kogane between February and November of 1969.

The growth curve was described with the 20 samples from the first to the 20th in the rank of blade length or frond (blade+stipe) weight. The samples were collected by quadrat method with the areas of 100, 200, and 1050cm². This explanation is the same as that in Figs. 7, 8 and 10-13.

後群では、9月まで穏やかに増え続けた。

北黄金の1969年群の葉幅の増加は、葉長と同様に幼胚期の増えは少ないが、次第に増加傾向が強まり、6月には最も幅広く16cmとなった。この時には中帯部とともに縁辺部も拡がり波縮も顕著となる。7月以降は波縮も徐々に目立たなくなつて、葉上部や縁辺部の末枯れがはっきりしてきた (Fig. 7; Plate 1)。

d. 葉形

北黄金の1963, 1964年群の葉形の変化の傾向は似ていたが、後群でよりホソバ型をとった。葉長が最長となった7月の値は、前群で18.1, 後群で21.8であった。

舟岡の1963, 1964年群の葉形の変化は北黄金のものに似ていた。舟岡でも後群でよりホソバ型をとり、葉長が最高値を示した7月での値は、前群で20.4, 後群で22.5であった。

北黄金の1969年群の葉形は、幼胚期と成体期に幅広い形になった。4月と7月に細長い形となる山があったが、4月のは写真でもみられるように、中帯部と縁辺部とが明瞭に分かれる前のものである。この後は両部とも良く発達して、幅広い形に変わっていった。やがて縁辺の波縮も目立たなくなり、狭くなって、再び細長い形になった。7月には葉形値が38で最高となった。最低生長期から成体期には、葉長での変化は末枯れのみによって短くなり、幅広い形になっていった (Fig. 8)。

e. 葉 (体) 重量

北黄金の1963, 1964年群の葉重量は、前群では5—7月に増加が著しく、その後は緩やかに増え、9月

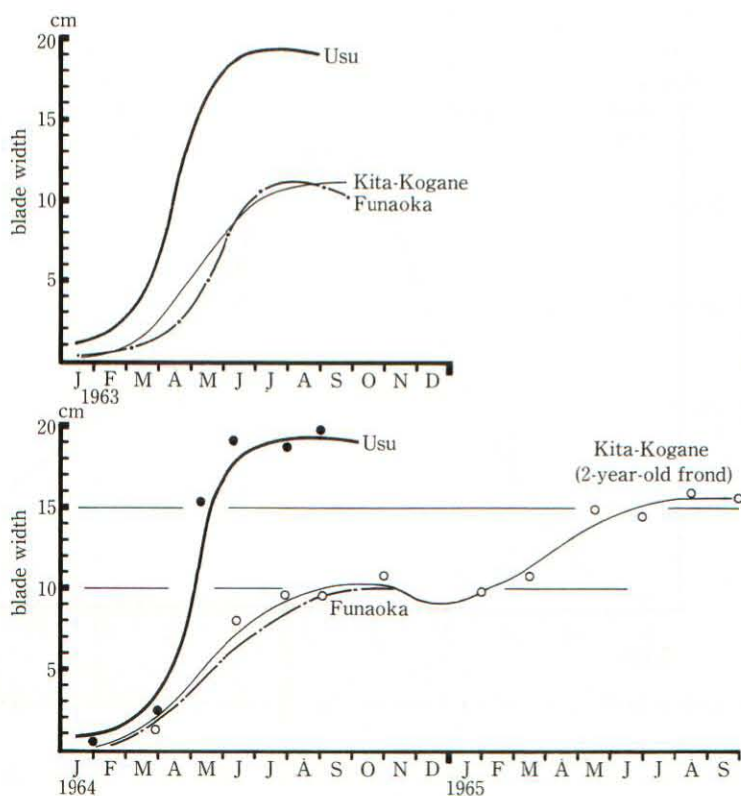


Fig. 6. Growth in blade width of the laminarians at Kita-Kogane, Funaoka, and Usu in 1963, 1964 and 1965.

初めに150gに達した。後群では6—8月に一様に増加しているが、その後も同じ様に減少し、9月初めに160gに達した。

舟岡の1963, 1964年群の葉重量は、前群では5—7月に急増し、その後、9月にかけて急減している。7月の最高値は210gであった。後群では、同じ年の北黄金群の葉重量の変化に似ていたが、全期間とも20g前後劣っていた。8月の最高値は150gを越えた (Fig. 9)。

北黄金の1969年群では、幼胚期に葉体重量は極めて軽いが、その後は次第に増加していった。生長の最も目立った5, 6月には、末枯れの減量も含めた、見かけ上の増重率でも10g/dayであった。その後、8月まで葉体の重さは増え続けて600g近くになり、その後は減少し続け11月に200gとなった (Fig. 10)。

f. 肥大度

北黄金の1963, 1964年群の葉の実入りを示す肥大度の変化は、似ていたが前群で低い傾向がみられた。ほぼ最高値に達した9月初めに、前群で90mg/cm²、後群で115mg/cm²であった。

舟岡の1963, 1964年群の肥大度は、北黄金と同じ様に後群で増加傾向が早く現われ、9月初めには前群で100mg/cm²を僅かに上まわり、後群で110mg/cm²に近かった。

北黄金の1969年群では、5月までほぼ一様に1ヵ月当り12—15mg/cm²で増加し、その後は8月まで30mg/cm²前後で増加した。8月には最高となり135mg/cm²であり、その後は一定する傾向がみられた (Fig. 11)。

g. 葉基部

葉基部は種内競合と海水流動の強弱によって、楔形から円形へと変った。

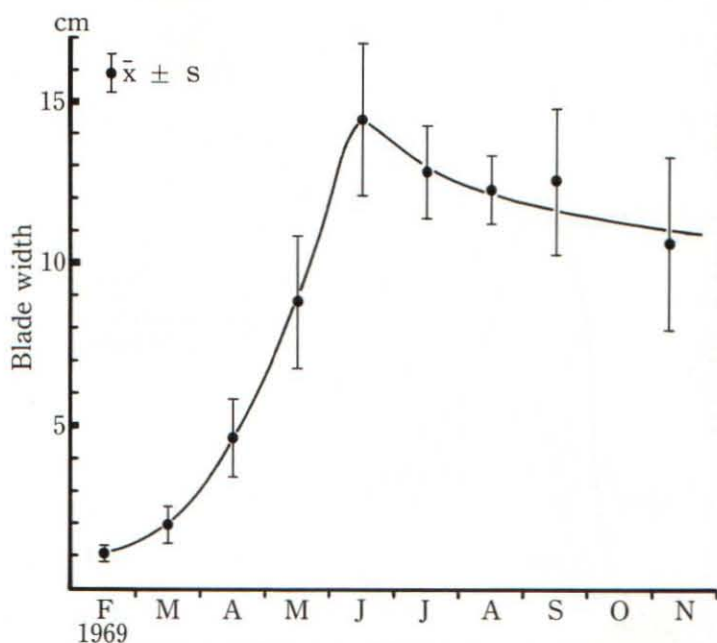


Fig. 7. Growth in blade width of the laminarians at Kita-Kogane between February and November of 1969.

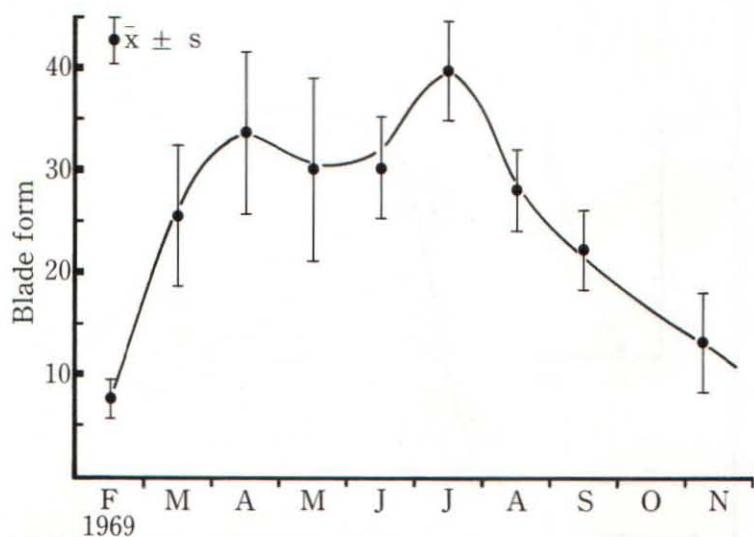


Fig. 8. Seasonal variation in blade form of the laminarians at Kita-Kogane between February and November of 1969.

Blade form is shown by the ratio of blade length/blade width.

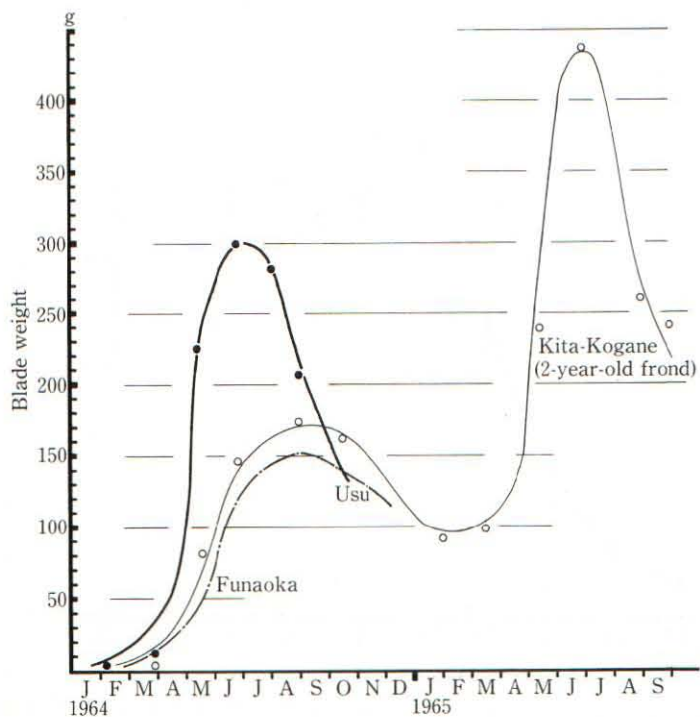


Fig. 9. Growth in blade weight of the laminarians at Kita-Kogane and Usu in 1964 and 1965.

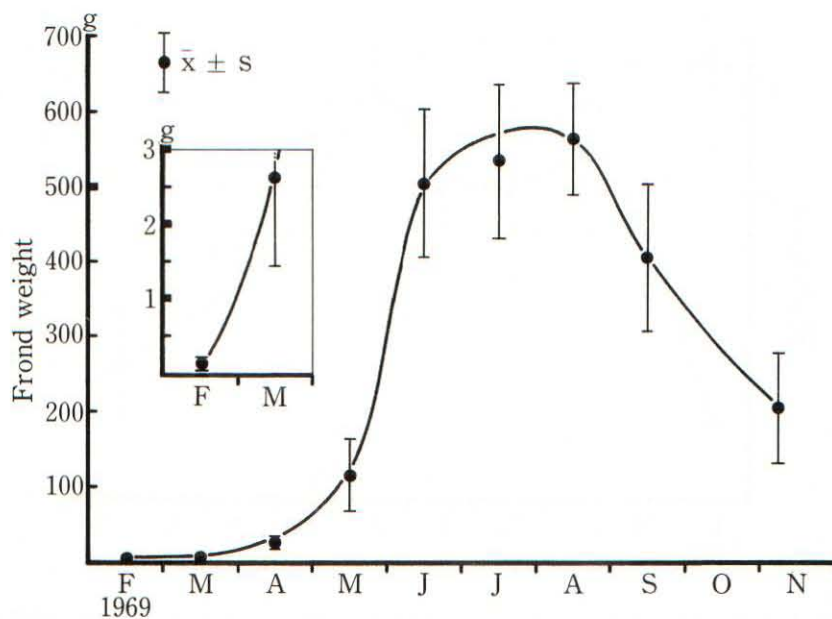


Fig. 10. Growth in frond weight of the laminarians at Kita-Kogane between February and November of 1969.

The upper left figure is the magnified one.

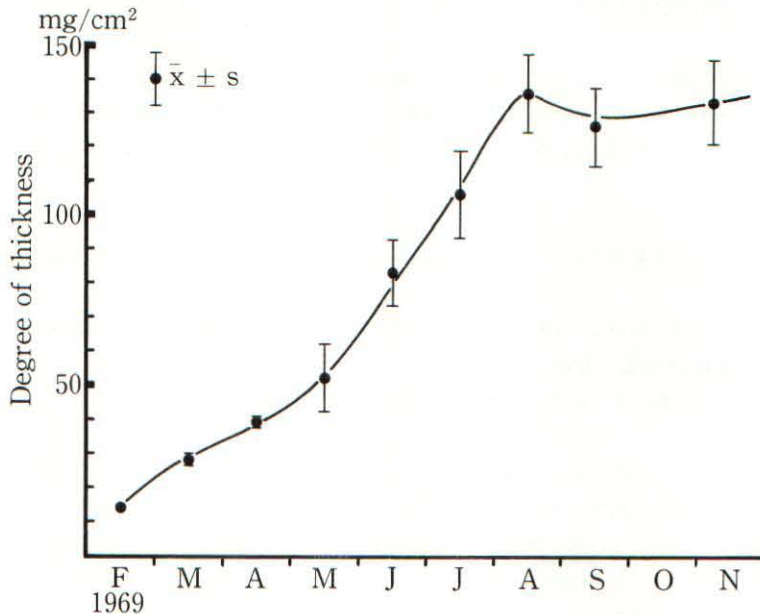


Fig. 11. Growth in degree of thickness of the laminarians at Kita-Kogane between February and November of 1969.

Degree of thickness is shown by the ratio of blade weight/blade length $\times$ blade width (mg/cm^2).

北黄金の1963, 1964年群の8月のものは、両群とも円形の葉基部を形成したのが1—2%であった。舟岡の1963, 1964年群は、8月の両群のほぼ同数の200標本中に円形の葉基部のものは無かった。北黄金の1969年群の8月の約360標本中に、円形の葉基部のものは無く、9月の330標本中の僅か1%のものが円形であった。

また、葉基部に傷害のあるものがみられた (Plate 2のG)。

h. 茎

葉基部の形の変化と呼応して、競合と海水流動の強弱によって、茎が長く断面で円形の茎から、茎が短かく断面で葉面に扁平された楕円形になった。

北黄金の1963, 1964年群の8月のもので、コンブの密度が低いブロックだけに、茎が比較的短かく横断面で扁平されたものがみられた。その割合は3—4%であった。茎の長さは、6—10月の間に、1964年群で4.4—5.1cmと伸びた。

舟岡の1963, 1964年群の8月のものは、両群とも20—40%の標本が、茎が比較的短かく横断面で楕円形であった。後群の茎の伸びは6—10月に4.6—5.1cmとなった。

茎は最低生長期まで生長し続けるが、北黄金の1969年群のこの時期のものは、茎長で5—6cm、茎中央の横断面の長軸で8—9mm、短軸で6—8mmであった。

i. 付着器

標本採取時点で、基材に対して葉体維持の、付着能を十分に果している主根枝を主体にしてみる。

北黄金の1963, 1964年群の8月のものは似た数の主根枝を持ち、後群でみると5—10本の範囲であり、8, 9本のものが最も多かった。

舟岡の1963, 1964年群でも両群の差は殆んど認められず, 後群でみると7—8月に, 主根枝は8—10本であった。

付着器も最低生長期まで生長し続け, 北黄金の1969年群のこの期のものの主根枝は, 8—9本であった。付着器の高さは3—4 cm, 根枝が広がっている付着面のおおよその直径は4—5 cmであった。

北黄金, 舟岡のコンブ密度が高い場所に, 10—30%の範囲で根枝の生長が劣ったものがみられた (Plate 2のF)。

j. 成熟

子のう斑は, 葉裏面の基部近くから形成され始め, 次第に下方と上方へ伸展し, この間に表面にも前者と同様式でつくられた。

北黄金の1963, 1964年群では, 前群で成体期に入るのが早かった。子のう斑を持つ個体がみられた8月には前群で5%, 後群で0.8%であった。

舟岡の1963, 1964年群でも, 前群で成体期に入るのが早く, 8月で比べると前群で9%, 後群で1.6%の個体に子のう斑がみられた。

北黄金の1969年群は, 1963—1970年の調査の中で, 最も成体期に早く入った。8月には35%の個体の葉裏面にのみ, 子のう斑がみられた。この場合, 葉長を1として子のう斑部の長さをみると, 葉基部から0.18のところまで伸展していた。この時には側糸の保護膜が破れているものが少なく, 遊走子放出をしている母藻が少なかった。9月には79%の個体が成体となり, この内, 裏面には全個体に子のう斑がみられ, その長さは葉基部から葉長の0.24であった。表面にあったのは, 標本の31%の個体で, その長さは葉基部から, 葉長の0.13であった。11月には全個体が成体となり, かつ葉の表裏両面に子のう斑がみられた。その長さは, 葉基部から葉長の, 裏面で0.45, 表面で0.25であった (Fig. 12, 13)。

北黄金の1969年群の成体の大きさは, 8月で葉長282cm, 葉体重量437g, 肥大度131mg/cm², 9月では211cm, 301g, 123mg/cm²であった。

有珠の一年生マコンブ

a. 胞子体の生育段階

ボンウスハナ (割石) の1963年群は, 12 (1) 月に幼胚体が始めて現われ, 幼形期は3—8月, 成体期は8 (9) 月から11月初めまでであった。

トシラル (6・6型ブロック) の1964年群は, ボンウスハナと似た消長をしめしたが, 出現期が半月ほど遅れ, 成体期に入るのも遅れた。

沖合の養殖施設 (垂下板) の1970年群の, 9, 10, 11, 12月板の各群の消長は異なった。各群の中で, 最も幼胚体出現の早かったもので比較しても, 10月板では1969年12月に肉眼的な幼胚体がみられ, 1970年6月に最も早く成体期に近ずいた。9月板では1970年1月に幼胚体がみられ, 11月板では2月, 12月板では3月であった。肉眼的幼胚体がみられた順に, 成体期に早く近ずいた。

b. 葉長

ボンウスハナの1963年群は, 3—4月にかけて葉長の伸びが著しく, 最長となった5月には250cmに達していた。その後は末枯れも顕著で, 9月には90cm強であった。

トシラルの1964年群では, 前年に比べて葉長の伸びがかなり劣った。出現も遅かったが, 最長となったのは7月下旬で145cmとなった。9月初めには, 前年のと似た葉長になった (Fig. 4)。

養殖施設の1970年群の, 10月板のものでは2ヵ月後に肉眼的幼胚体が現われ, その後も順調に伸びて, 採取期 (7月下旬) に近い6月に, 葉長は310cmになった。次いで9月板のものの生長が良く, 4ヵ月たって幼

* 沖合の養殖施設で1969年9, 10, 11, 12月, 1970年1, 2月に垂下板を設置したが, 9—12月板にコンブが現われた。いずれも1970年群であったが, それぞれの個体群の生態が異なったので, 9—12月 (垂下) 板群とした。

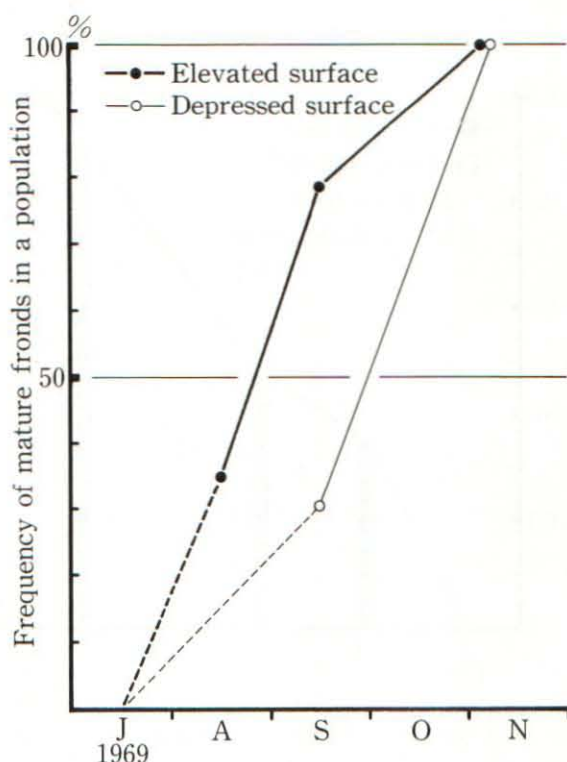


Fig. 12. Increase in the percentage of mature laminarians in the populations of a block between July and November of 1969, at Kita-Kogane.

Number of samples: 124, in August; 98, in September; 135, in November.

胚体がみられ、6月には10月板のものに近い葉長になっていた。11月板では3ヵ月後に幼胚体の出現があり、4月までは9月板のものと似た伸びを示したが、その後は遅れて6月に130cmに達した。12月板でも3ヵ月後に幼胚体がみられたが、その伸長は極めて遅く、6月になっても僅か15cmであった。

各月の垂下板での、生長が著しかった時期の見かけ上の伸長は、10月板で3cm/day、12月板では僅か1.2 mm/dayと大きな開きがみられた (Fig. 14)。

c. 葉幅

ポンウスハナの1963年群では、3—5月に際立った葉幅の増加をみせた。7月には最も幅広くなり、20cm近くに達した。

トシラルの1964年群でも、前年と似た様な葉幅増加の傾向をみせ、8月下旬に最も幅広くなって、ほぼ20cmとなった (Fig. 6)。

養殖施設の1970年群の、10月板の群では4月までは他の板より葉幅での生長は良かった。しかしその後は9月板のものに追越され、6月に22cmとなった。9、11月板の2群では、3月まで似た葉幅増加を示したが、その後は9月板の群で極めて良く、6月に24cmとなり、一方、11月板のは19cmとなった。12月板では、葉幅での生長も極めて悪く、6月でも3cmに達しなかった (Fig. 15)。

d. 葉形

ポンウスハナの1963年群の葉形の変化は、マルバ型をとりながらも、かなり細長い形を示し、葉長が最長となった5月には、葉形値15.6となった。

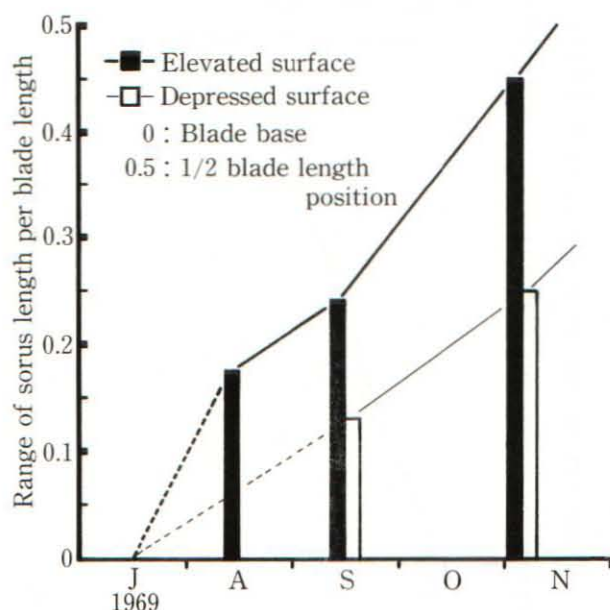


Fig. 13. Sorus development of the laminarians at Kita-Kogane between July and November of 1969.

Sorus range was obtained by the ratio of its length/blade length.

トシラルの1964年群では、前年よりもよりマルバ型の形態を保って変化し、葉長が最長となった8月に、葉形は10.5となった。

養殖施設の1970年群では、10月板を除いて3月に最も細長い形となった。しかし10月板では、1月に値が22に達した後、2、3月も似た葉形値を保って、6月に13となった。9、11月板の群では、3月まで同じような変化様式を示したが、その後は9月板で変化が少なく、6月に10月板の群と似た葉形となった。一方、11月板の群は6月までの、葉長での末枯れが著しかったため、マルバ型に変わっていき、6月の値は7であった。12月板のは、初めから幅広いマルバ型の、いわゆる矮小形をとり、6月の葉形は5であった (Fig. 16)。

e. 葉重量

ボンウスハナの1963年群では、3—5月に葉重量は著しく増加し、その後、8月まで徐々に増えた。8月の葉重量は350gほどであった。

トシラルの1964年群では、3月までの増加は目立たないが、4、5月に急増し、その後も6月まで増えた。最高値を示した6月下旬のものは300gであった。この後は末枯れのみがみられて、9月初めに206gになっていた (Fig. 9)。

養殖施設の1970年群では、葉重量の増加は10、9、11月板の順に良かった。9、11月板は似た増重様式をみせ、一方、12月板では他の月のものに比べて、その様式が極めて劣った。6月の葉重量をみると、10月板637g、9月板527g、11月板141g、12月板0.86gであった。

9—12月垂下板の速生長期の生長の著しい時期の、見かけ上の増重率をみると、10月板6g/day、9月板5g/day、11月板1.2g/day、12月板13mg/dayであった (Fig. 17)。

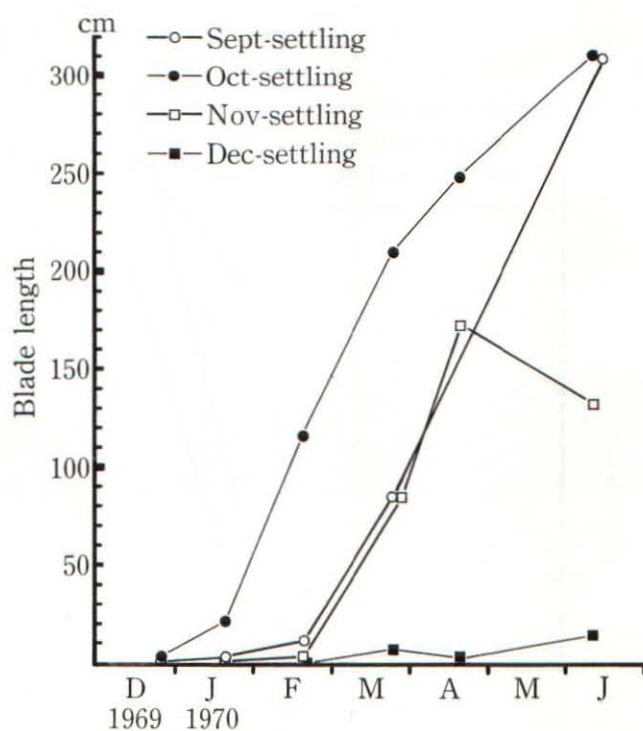


Fig. 14. Growth in blade length of the laminarians appeared on the monthly concrete collectors (Sept-Dec, 1969), at the cultivation apparatus, Usu offshore, between December of 1969 and June of 1970.

This detail explanation is the same as that in Figs. 15-18.

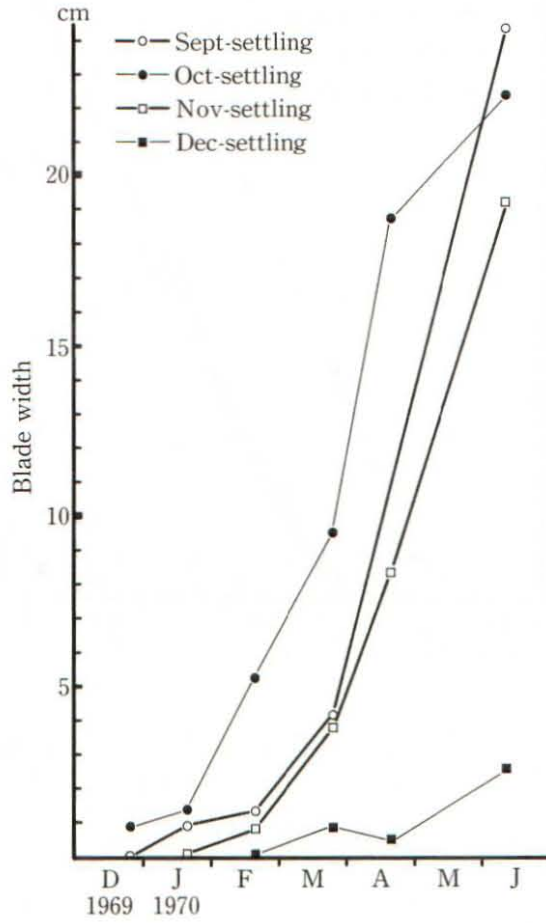


Fig.15. Growth in blade width of the laminarians at Usu between December of 1969 and June of 1970.

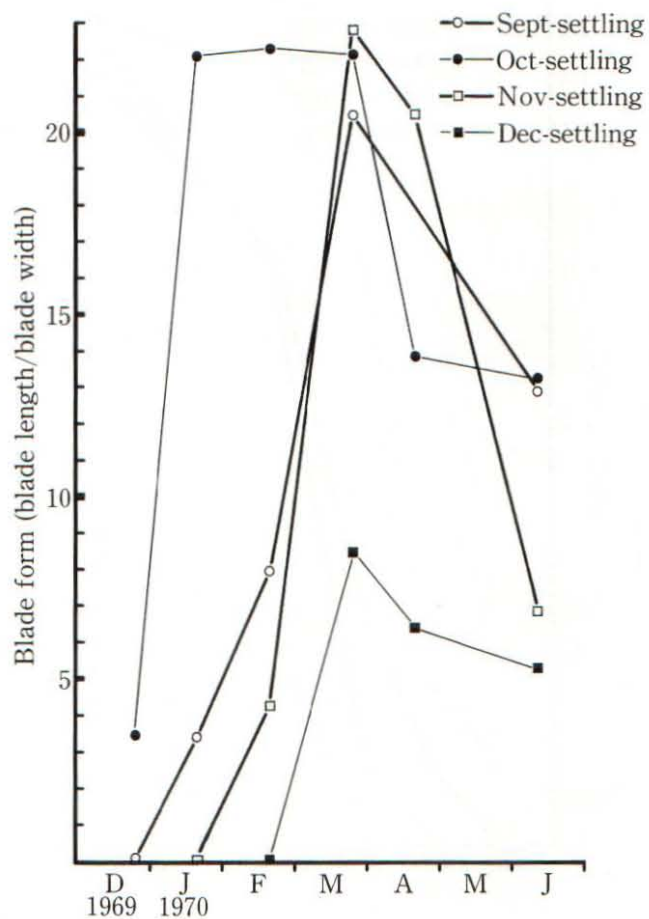


Fig. 16. Seasonal variation in blade form of the laminarians at Usu between December of 1969 and June of 1970.

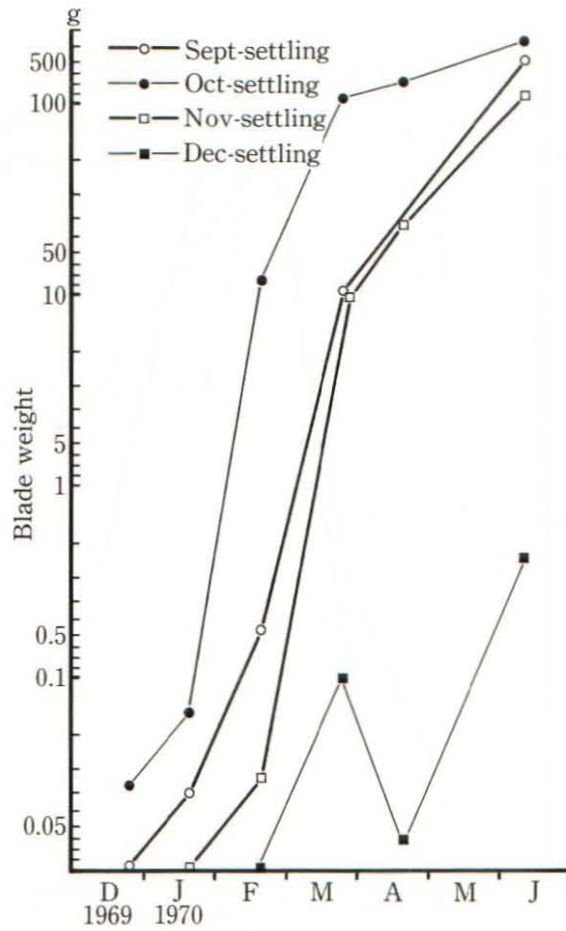


Fig. 17. Growth in blade weight of the laminarians at Usu between December of 1969 and June of 1970.

f. 肥大度

ボンウスハナの1963年群の肥大度の変化は、3—7月にかけてほぼ一様に増加し続けた。8月に最高となったが、その値は $130\text{mg}/\text{cm}^2$ であった。

トシラルの1964年群では、4—7月までほぼ一様に増加し続けたが、葉重量のものと同様に、前年に比べて増加様式は低かった。最高値を示した8月の値は $120\text{mg}/\text{cm}^2$ であった。

養殖施設の1970年群では、各月の垂下板とも、肥大度はほぼ一様に増加し続けた。この中でも10月板のものが最も顕著で、1ヵ月当たり $13\text{mg}/\text{cm}^2$ ずつ増え、6月に $91\text{mg}/\text{cm}^2$ となった。これに次ぐのは9月板で、2月以降は1ヵ月当たり $9\text{mg}/\text{cm}^2$ で増え続け、6月に $71\text{mg}/\text{cm}^2$ に達した。11月板のものは、月をへるにしたがって増加傾向は衰え、6月に $55\text{mg}/\text{cm}^2$ となった。12月板では増加傾向が最も低く、6月でも $25\text{mg}/\text{cm}^2$ になつたに過ぎない (Fig. 18)。

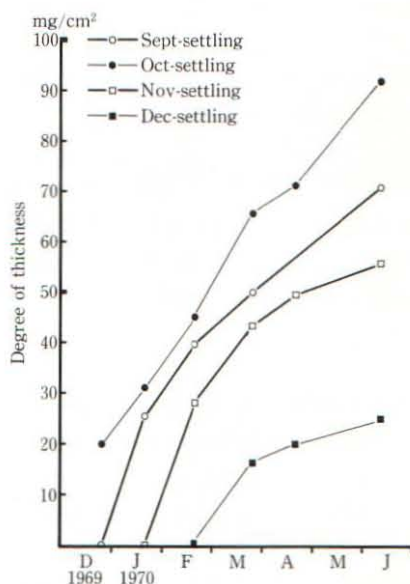


Fig. 18. Growth in degree of thickness of the laminarians at Usu between December of 1969 and June of 1970.

g. 葉基部

ボンウスハナの1963年群、およびトシラルの1964年群とも、速成長期の終り頃から最低生長期にかけて、葉基部が円形で、いわゆるマルパ型の葉体が増えてきた。その変遷をトシラルの1964年群でみると、円形のもの全標本中、6月で6—8%、7月30—36%、8月30—40%であった (Plate 2のD, E)。

養殖施設の1970年群では、6月時点で最低生長期に入る直前であったが、10、9月板で5%以下で葉基部の円形の葉体がみられた。11、12月板でも、円形のもの6月に2—1%でみられた。これらは葉形も幅広く、基部も円形で、いわゆるマルパ型をなしていた。

h. 茎

ボンウスハナの1963年群、およびトシラルの1964年群とも、6月頃から茎は葉面に扁平された、横断面で楕円形のものが増えてきた。トシラル1964年群でみると、6月で10%弱、7月70%、8月は90%に近かった。また茎の伸長は6—8月に3.5—4 cmであった。

養殖施設の1970年群では、6月時点であるが、10、9月板のものに8、4%の個体で、茎が扁平されていた。茎長は10、9月板では4.5、4 cm、11月板3 cm強、12月板で6 mmであった。

i. 付着器

ポノウスハナの1963年群、およびトシラルの1964年群とも、年度は異なるが根枝の伸長数の傾向は似ていた。トシラル1964年群でみると、6—9月に、付着能を充分に果している主根枝は7—13本と増加した。

養殖施設の1970年群では、6月時点ではあるが主根枝は、10、9月板は10本、11月板7本、12月板は5本であった。

j. 成熟

ポノウスハナの1963年群では、7月に成体がみられ、標本中の2%、8月には50%となった。

トシラルの1964年群では、7月に子のう斑を持つ葉体はみられず、8月に31%の個体が成体となった。

養殖施設の1970年群では、6月時点で成体はみられなかった。

北黄金の二年生マコンブ

a. 胞子体の生育段階

生育段階については、既に総括してのべた。ただ、1964—1965年の二年生コンブでは、起源となった幼胚体は4(5)月に出現した群が、二年生へ再生した主群となった。

b. 葉長

1964年北黄金のもので、1年目の子のう斑形成期で、葉体が小形で子のう斑の広がりが少ないものの中に、11月に再生期に入った個体が現われた。これは新葉と新しい根枝を伸長させながら、旧葉を流失し5月までゆっくりと葉を伸ばし、6月に230cmとなった。その後は9月までほぼ似た葉長を保った。2年目の速成長期でも、1年目に比べて伸長率は低く、生長の著しい時期でも、見かけ上のものは7mm/dayであった (Fig. 4: Plate 2のA—C)。

c. 葉幅

葉幅は再生期に一時的に僅かであるが減幅して、その後は緩やかに増加した。葉幅は2年目の1月に10cm弱、5月15cm、8—9月に16cmとなり、同じ時期の一年生のものの1.5倍に達した。二年葉は初めの再生期から厚みがあって中帯部が広く、6月に入ると一年葉と比べてこの部位は目立たなくなった。1年目の5月の増幅率は0.8mm/day、2年目の4—5月には0.5mm/dayであった (Fig. 6)。

d. 葉形

1年目の8月に、葉形値が19前後のものが多かったが、2年目には葉幅の広がり割には、葉長が伸びなかったため、7月のものの値いで10—12と、幅広い形に達した。

e. 葉重量

二年生コンブの2年目の特徴は、葉重量の顕著な増加であった。1年目の遅生長期から再生期の初めにかけて、葉重量は減少していくが、旧葉を流失する頃から急増し始め、5、6月に著しく7月に最高となった。1月の再生期の終りで90gであったのが、7月に440gに達した。

生長の著しい時の見かけ上の増重率は、1年目で1.8g/day、2年目では7.5g/dayとなった (Fig. 9)。

f. 肥大度

肥大度は、1年目の子のう斑形成期の初めまで高く、再生期に入って僅かに低下し、2年目の最低生長期にかけて増加していった。1年目の7月下旬に肥大度は105mg/cm²、10月130mg/cm²、1月の再生期の終り(旧葉流失時)には100mg/cm²、その後は一様に増加し続け7月160mg/cm²、8月170mg/cm²を越え、実入りの良いコンブとなった。

g. 成熟

子のう斑の形成様式は、一年葉と同じで、初め葉裏面の基部近くに現われ、下方・上方へ伸展し、この途中に表面でも同じ様式で形成された。子のう斑がみられるのは、一年生のものより二年葉は早く、1965年7月には無かったが、8月9%、9月中旬では25%の個体が成体となっていた。

考察

移植、交雑によって、今まで同一種の品種あるいは別種とされていたコンブが、同一種の地方型、生活型とされた例がある (SUNDENE, 1962; SVENDSEN・KAIN, 1971)。ところで、北黄金と有珠の一年生マコンブ、北黄金の二年生マコンブを比べてみると、外部形態および生長様式もかなり異なる。かつて、北黄金に近い室蘭港内の一年生コンブをヤヤンコンブ (MIYABE, 1902) と別種に扱ったが、マコンブの地方型 (遠藤, 1911) との指摘があつて、同一種となった (岡村, 1936)。噴火湾の同じ入口に生育する、これら四つの地方型の成体の形態を、統計学的に比べてみても充分な有意差が出るものとみられる。

北黄金と有珠の一年生マコンブが、隣接する地域にありながらも、形態や生長、成熟において差が生じる要因となるものを、個体群内と環境に分けて論議する。前者では、1) (主群の)出現期が異なり、2) 着生密度が異なつて、生長と種内競合の度合いが異なる。後者では、外海と岩礁が点在する閉鎖環境に近い海況の差で生ずる、1) 海水流動の異なり、2) 水温の異なり、3) 栄養塩の異なり、がある。噴火湾全体では、コンブの幼形期の初めから栄養塩が低下してくる (駒木, 1965; 西浜ら, 1976; 築田ら, 1977a・b; 西浜, 1977) が、有珠ではこの時期に生物生産されたものが腐敗し、流失しないで、再び栄養塩として添加される可能性があり、この為か夏でも北黄金より海藻の繁茂が著しい。

この他に、SANBONSUGA・TORII (1973) が報じている。稔性とは関係のない、種内分化した形質が、両者で存在していると思われる。両者は地理的、環境的、生殖的にも隔離されていないので、種の分化 (福田, 1974; JAMESON ed., 1977) は起きないであろうが、外部環境の差で生じた生態型 (地方型) としての分化は存在するであろう。

このように北黄金と有珠の一年生マコンブは、個体群内と外部環境の要因、および種内分化した形質の相違によって、形態や生長、成熟に異なりが生じたものと推論する。

北黄金の一年生と二年生マコンブの相違は、生態形質での異なりはなからう。マコンブは形質的に一年生と二年生の中間の寿命を持ち、そのため、二年生となるのは生長が内的・外的な要因によって抑制され、1年目では成体として十分に生育せず、かつ生殖能が低かった個体が、2年目へ再生して成体を完成させるといふ、個体・種族維持に基づいていると言えよう。ただ、ここで注目しなければならないのは、遅生いで未熟な矮小体ほど、年齢的にいっても再生能は強いとみられるが、極端な矮小体では、種間・種内競合によって、脱落するのが多いと思われる。したがって天然で実際に再生する個体は、最も遅く現われたものではなく、一年生の主群、補充群の後に現われたもので、一年目の幼形期に外的・内的環境に耐えうる活力を持つものといえよう。

再生の要因で、個体群内のものは、1) 出現期の遅れ、2) 先生い群との種内競合で生ずる生長の遅れ、がある。外部環境のものは、1) 水深差による生長の遅れ、2) 低照度、低水温による生長の遅れ、3) 種間競合による生長の遅れ、がある。これらの要因が組合わさつて、生残りうる能力を持ちながらも、より0年齢に近づいた個体で、再生能が高くなるのであろう。

深みのもので生長が遅れたり、形態変化するのは、すでに報じられている (PARKE, 1948; SVENDSEN・KAIN, 1971; KAIN, 1976)。出現期の遅れで、再生体が多くなるのも報じられている (PARKE, l.c.)。

北黄金の深みの古いブロックで、大形の二年コンブと竜紋のある矮小な一年コンブが、他海藻によって良好な着生部位を奪われて、場を分けて外周の中央部に着生しているのがみられた。なお、竜紋は生長の極めて遅いものにみられる特徴である。

有珠では、全調査期間にわたって全く二年コンブを見出ししていない。その要因として、1) 出現期が常に北黄金より1ヵ月以上早く、2) 種内・種間競合が少なく、3) 深みでのコンブが少なく、4) 水温が高く、5) 富栄養であること、が1年目で完成した成体に到らしめ、再生する個体がみられなかったと推論する。

同じ北黄金の一年生マコンブの、1969年群と1963、1964年の両群とでは、異なった標本によって生長をみている。ブロックでコンブの最も生長の良い部分から、粋取りするまでは同じである。しかし1969年群では、

葉長か葉体重量で第1—20位の生長卓越群を選んでおり、一方、1963、1964年群では棒取り全標本を用いている。両者とも平均値であるが、前者の値を100とし、後者の値を全期間にわたってみると、葉長 77.7 ± 9.8 、葉幅 82.1 ± 10.9 、葉体重量 66.1 ± 14.3 、葉形 88.2 ± 10.5 、肥大度 99.4 ± 8 であった。

一方、前者の棒取り全標本の平均値と、後者のものを比較してみても、後者より葉体各部位などの生長がかなり良かった。

成熟の状態でも、1969年群は他の年のものより、かなり早かった (Tab. 4)。

表によって、二年生コンブが一年生のものより成熟が早く、一方、調査地でみると有珠、長和、舟岡の順序で成熟が早いといえよう。

北黄金の1969、1963、1964年群では、この順に出現期が早く、生長も良く、成熟も早かった。この年度による生長、成熟の差は幼胚体の出現の遅速によっても理解ができる。

その他、田沢 (1970) ものべている様に、幼形期での生長は水温と日照量が影響しているとみられ、その後の成熟も、幼形期での生長が関わっていると思われる。

マコンブのクローン配偶体で、同時に交配し、水温や照度に差をつけて流水培養すると、低温あるいは低照度で、生長と成熟が遅れる (船野, 1978, 及び未発表)。

実際に有珠湾口の1963—1970年の (2) 3—8月の水温の推移様式をみると、1964年の不漁の場合では、幼胚期から幼形期初めに当る時期に例年より高く、その後は低く、夏期にその傾向が著しかった (北海道立中央水産試験場有珠分場, 1969, 及び未発表; Fig. 19, 北海道, 1964—1979)。同じ不漁年であった1966年の同じ期間にも、1964年と似た水温の推移がみられた。また1970年の不漁の時にも、幼胚期から幼形期の初めに当る時期に、水温は例年よりも高く、しかし夏期では例年とほぼ同じであった。一方、豊漁であった1963、1965、1967—1969年の水温は、幼胚期から幼形期の初めに当る時期に低温であり、その後は順調に昇温して、夏期には高水温となっていた。

日照 (観測地、室蘭、日本気象協会北海道本部, 1963—1971) についてみると、幼胚体出現の始めに当る、前年の12月から当年2月までの積算日照時間は、1966、1970年の不漁の時には例年よりも低くなっている。

Table 4. Annual and local variation of the percentage of the adult laminarians in the different populations of blocks, at Kita-Kogane, Nagawa and Usu between 1965 and 1970.

Upper row in Kita-Kogane, 1-year-old plants; lower, 2-year-old. Sign in parenthesis: e, early part of the month; m, middle; l, late. The number in a parenthesis: number of samples.

AD	Locality	July	Aug	Sept	Oct
1965	Kita-Kogane	0%(m, 91)	2.6(l, 190)	6.3(m, 63)	
		0 (m, 69)	8.9(l, 67)	25.0(m, 46)	
	Usu	0 (m, 281)	6.7(l, 72)	43.3(m, 68)	
1966	Kita-Kogane		1.8(m, 220)	37.0(l, 216)	
			12.5(m, 32)	38.3(l, 60)	
	Usu		0.4(l, 266)	49.4(l, 85)	
1967	Kita-Kogane	1.5(l, 66)	1.0(e, 150)	42.0(l, 50)	100(l, 50)
	Usu	6.4(l, 39)	57.0(e, 62)	91.0(l, 34)	
1968	Kita-Kogane	1.6(l, 89)	2.0(e, 79)		
	Nagawa		50.0(e, 50)		
1970	Kita-Kogane		1.5(e, 50)	21.0(m, 50)	100(e, 50)

しかし1964年の不漁の時には、豊漁の年の平均値を僅かに下回っているに過ぎない。また豊漁年でも、5例中1例であるが、この期間の積算日照時間はかなり低いものがあった。3—8月の積算日照では、1964、1966年でかなり例年より低い1970年ではあまり変らない。1970年はコケムシ被害による減産も影響している。前年12月から当年8月までの積算照度でみると、不漁年では豊漁年の最低のものより、約50—100時間少なかった。

以上を総括すると、一年生コンブの生長や成熟に最も強く関わるのは、幼胚体出現の遅速とみられ、次いで幼胚期から幼形期の水温、日照とみられる。出現が遅れ、かつ生育段階に相応しない水温や日照によって、生長が極めて遅れるのは、有珠養殖施設の12月垂下板のものでも充分にうかがわれる。

1970年は極端な不漁年であり、幼胚体の出現も遅く、生長も極めて悪く、成体期に入るのも遅かった (Fig. 19; Tab. 4)。この年の北黄金のコンブの成熟のし方は、例年であると裏面から表面へと徐々に子のう斑が形成されていくのに、1970年のは葉の表裏で差が少なく、かつ急激に子のう斑が広がった (Fig. 20)。これは、個体群が成熟の遅れを取戻し、遊走子放出量を多くし、放出の盛期を幼胚体出現の適期に合わせようとする、種族維持の、一つの補償作用といえよう。

根枝の生長で、正常なものの中に劣ったものが、北黄金、舟岡でみられた (Plate. 2のF)。これらは葉体の生長でも、一年生主群より僅かであるが劣っていた。これは一年生主群の、典型的な補充群とみられ、葉体の生長とともに、根枝の伸長でも先生い群に場を奪われて、十分に生長できなかった個体とみられる。

有珠養殖施設の1970年群の垂下板のもので、9月板の群が10月板のものより生長が劣ったのは、遊走子は早く着床しながらも、高水温、高照度、珪藻などの競合による障害によって、配偶体の生長や成熟、幼胚体の生長が遅れたことに起因すると思われる。

9月板で注目する必要があるのは、板は引揚げず継続して垂下されているので、もし遊走子の着床面があるとするならば、12月(板)まで遊走子着床・幼胚体発生が有るので、1) 9月板の群の生長が10月板の群の生長に劣らぬ、2) 9月板の幼胚体出現数が10—12月板の群が累積されている、はずである。また、3) 11月板の群でも12月板の群より出現数は多いはずである。

しかし実際には1) — 3) の状態は無い。9月板の群は、密度や生長から判断して、垂下時点から10月板

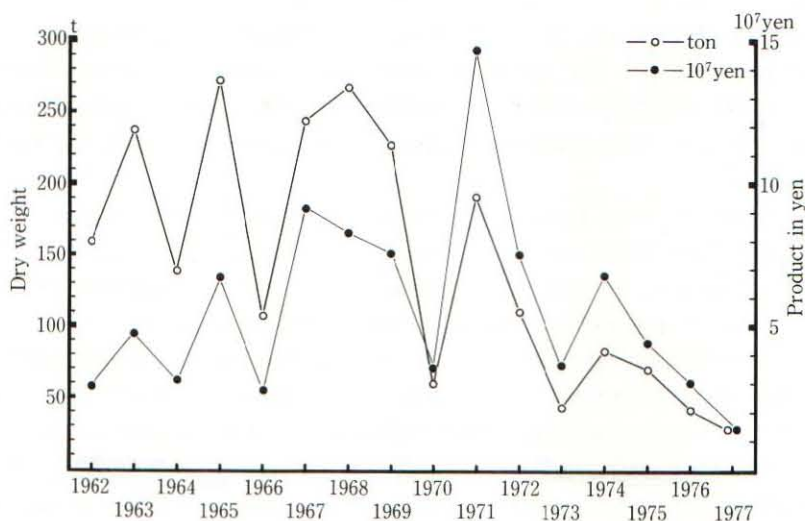


Fig. 19. Annual variation of *Laminaria* (Konbu) product in ton and yen, on the coast of Date City, Hokkaido, between 1962 and 1977.

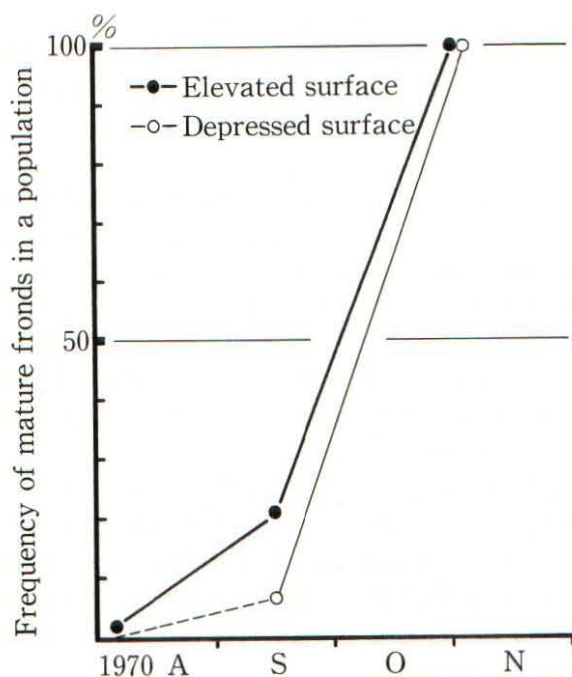


Fig. 20. Increase in the percentage of mature laminarians in the population of a block between August and November of 1970 at Kita-Kogane.
Number of samples: 50 in each month.

垂下板の前の、1ヵ月より短い期間に遊走子着床したものが幼胚体出現に結びついたとみられる。3)のことも同様なことが言える。

10月板の群では出現数も多くて、11-12月板の群が、一見、累積されている様にみえる。しかし10月板のみの累積出現数(64個体/cm²)と11, 12月板の群の累積出現数(26+44個体/cm²)を比べると後者が多く、10月板でも、9, 11月板と同様な判断が可能である。10月板で出現数が多かったのは、遊走子放出の盛期に当り、かつ配偶体の生長、成熟、幼胚体生長の適環境に当って、より多くより早く、幼胚体の出現と生長に結びついたものと思われる。

ここで一つの疑問、1)何が、継続する遊走子の着床・発芽を妨げているのか、が問われ、2)では、実際の遊走子の着床・発芽可能期間はどうか、が問題となる。1)は *Rivularia* sp. や付着珪藻群などの藻、および沈着する砂泥である。2)は垂下板の設置時期を重複させたものの葉長組成で分析しないと、正しい期間は求められないが、本報の資料では1ヵ月以内の2-3週間ほどと推論される。

垂下板の11, 12月板の群は、順に生長が悪かった。コンブは手触りで硬く、明るい黄色を帯び、中帯部の竜紋が若い時からみられる個体が多かった。12月板のは6月に葉長10cm前後であっても竜紋の凹凸が目立ち、皮革状でゴワゴワとしていた。葉頂部は多層細胞で根枝も輪生し、小形であっても幼形期に入っている矮小型とみられた。この生活型は、遅い出現によって、生育段階に適さぬ高水温(高照度)の洗礼を受けたため、それに適応した型とみられ、ナガコンブでも似た夏型の個体が報じられている(佐々木, 1977)。

葉長10cmというと、一般的にはマコンブ、ホソメコンブ、リシリコンブの幼胚期の終り頃に当り(船野・石川, 1970; 阪井・船野, 1965; 阪井・中津, 1966a), 北黄金の出現の早い個体では、盤状根からの根枝の伸長はあるが、真の根枝の伸長は無く、葉頂は単層細胞で、中帯部の凹凸がかすかに認められるに過ぎない。

有珠の割石、ブロック、垂下板の基物としての役割りでは、割石とコンクリート面とでの化学的な性質は問題なからう(FELDMANN, 1951)。ただ後者ではpHが安定するのに、幾分時間がかかると思われる。3つの基材は設置年度は異なるが、それを越えた、個体群の出現や生長などの差がみられた。これらの差は、一つは基材の形態、他方は調査地点の海水流動、水深、底質の差によって生じたものと推論する。海水流動の強弱が密度、生長に関わり、水深は生長に、底質(割石)は漂砂の移動でコンブの脱落に関わる。これらの中の主要因は、基材の形態とも関連するが、海水流動と思われる。

海水流動が強く生長や密度に作用することは、1) 有珠の、周囲に岩礁の無い砂地のブロックと岩礁周縁のもの、2) 同一ブロックの、渦流の強い所と弱い所の、コンブの生態を比較すると明らかになろう。

個体群の出現、減耗、補充、密度、現存量、着生面積および競合海藻

方法

実験観察の時期、調査地(点)、基材、標本採取および測定の方法は、個体群の生長と成熟でのべたのと同じである。ただ個体群の葉長や葉重量などの組成を知るため、枠採取の標本の全数や基材当りの標本の全数についても、時に応じて測定した。

これらの方法とともに、引揚げた基材の数カ所で枠採取し、密度、平均面積(1本の占有面積)、現存量を知った。その後、茎から葉を切り取れる時には、全てを刈り取って、基材1ヶ当りの個体数(総本数)と現存量(総重量)を求めた。刈り取れぬ様な小形のコンブでは、枠取り数を多くして、個体数と現存量を、着生密度、現存量の積で推定した。また基材におけるコンブと他海藻の着生を、 $\frac{1}{10}$ の展開図に描いて、これらの着生部位や面積や砂地への埋没の深さを知った。他海藻についても、枠取りで種類と現存量などを明らかにし大型の藻では基材当りの個体数と現存量を求めた。

幼胚体の出現は、葉長組成で1 cm以下の最小群が有るか否かによって決定した。

最初の幼胚体出現数は、北黄金の1969年群では、2月に葉長5.1 cm以上の群が7%あったので、1月出現があったと判断した。1月群は2-4月出現数の回帰(Fig. 22)によってえた。有珠の垂下板1970年群では、最初の幼胚体出現の群が各板とも、ほぼ5 cm以下であったので、そのまま出現数とした。

2カ月目からは、前述の資料で、幼胚体の1カ月間の最大成長を5 cm以下と判断して、5 cm以下の群を現時点までの1カ月間の出現数とし、5.1 cm以上の群を前月まで出現した群の生残りとした。これは北黄金も同様であったので、同じ適用をした。

結果

北黄金の一年生マコンブ*

a. 出現

肉眼的幼胚体の出現は、2月に葉長5.1(最長、16) cm以上の個体が、すでに7%みられた。これは出現開始が1月であることを示している。

幼胚体の出現は、1 cm以下の群が2月に55%、3月40%、4月55%であり、幼胚体は1-4月まで出現した(Fig. 21)。

幼胚体出現数は、1月に1 cm²当り38.35個体、2月9.94個体、3月5.56個体、4月2.66個体、5月0.04個体であった(Fig. 22)。

累積出現数は2月に1 cm²当り48.29個体、最終の5月は56.55個体であった。これは全出現数であり、これに対する1月の出現数の割合は67.8%、2月17.6%、3月9.8%、4月4.7%、5月0.07%であった。

葉長組成の変遷は、2-4月までは5 cm以下の群が70-90%を占め、全て1 cm以下の階級に最頻度値を持

* この項目では、殆ど北黄金の1969年群を主体にして述べている。ただ、密度とブロック当りの個体数、現存量については、北黄金の1963、1964年群、舟岡の1963、1964年群の結果を付け加えている。この場合だけ調査地と年度群を明記した。

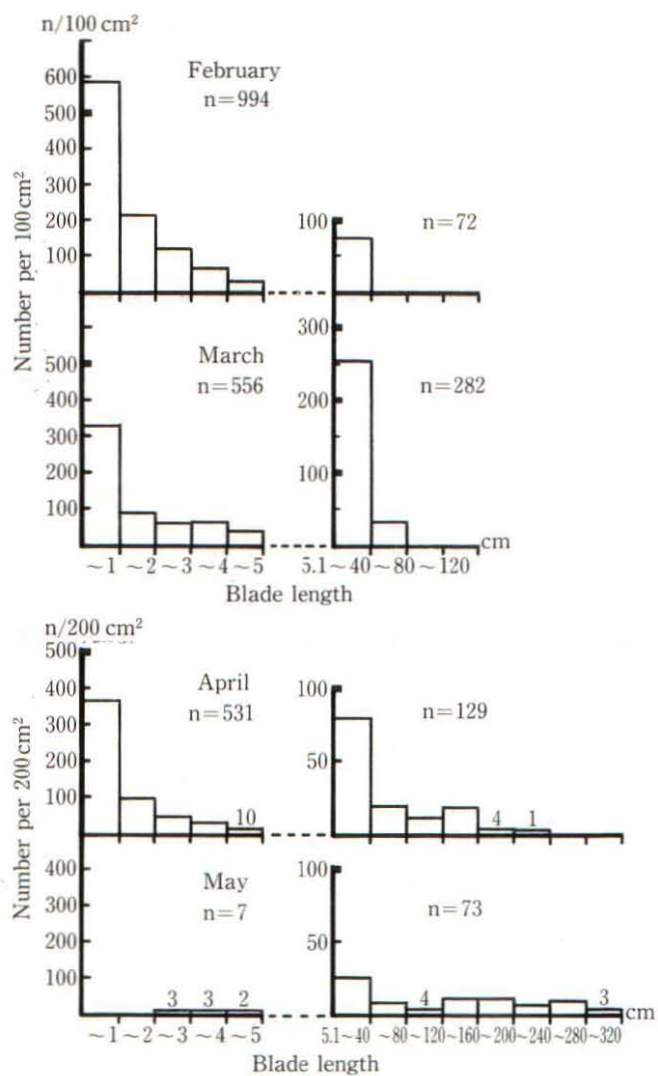


Fig. 21. Production of the embryonal laminarians per the areas of 100-200 cm² of a block between February and May of 1969 at Kita-Kogane.
Block: 9×8 type, in Figs. 22, 23, 25, 26, 28, 29 and 31.

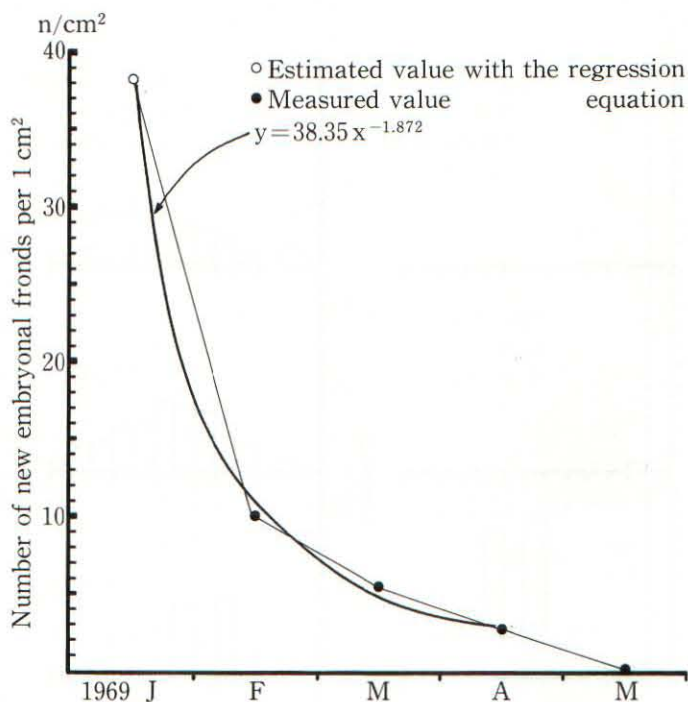


Fig. 22. Monthly production of embryonal laminarians ($\leq 5\text{cm}$) per 1 cm^2 of a block between January and May of 1969 at Kita-Kogane.

っていた。しかし月を経過するにしたがって出現の早い群が目立ち始め、4月に121—160cmに小さなみ数がみられ(Fig. 21)、5月には40cm以下にモードと121—200cm、241—280cmにみ数がみられた(Fig. 23)。この3群の傾向は6月にもみられ、次第に最小の群が減少し、その前群に組成として組み込まれて、8月には2群となった(Fig. 24)。これは9月に1群となった。

葉長組成と肥大度組成を対応させると、3群となっていた最長の群は1月出現群、次の群は2月群と3月群の混成で、第3の群は3月群、4月群の混成とみられた。

図版に北黄金の1964年群と1969年群の、幼胚体の出現の様子を示した(Plate 3のA, B)。

b. 減耗

減耗は幼胚期に最も著しく、幼形期では次第に安定してきて、成体期の遊走子放出が終りに近づくと、流失によって再び多くなった。また出現の早いほど生残りが多く、遅くて小形であるほど、幼胚期から幼形期の初めにかけて流失が多かった。

調査時点までの累積出現数と葉長5.1cm以上の生残り群の数とによって、生残率をみると、2月には1.88%、3月5.84%、4月1.20%、5月0.65%であった(Fig. 21, 22)。その後は幼胚体の出現が無いので、5月までの累積出現数と密度の商で、生残率をみたが、6月0.37%、7月0.34%、8月0.22%、採取期の9月には0.17%で、極く僅かの個体しか生残らなかった(Fig. 25)。

c. 補充

全て後生い群は補充群となりうる。補充は幼胚期で付着器が強固でない時に、最も顕著であり、次いで3、

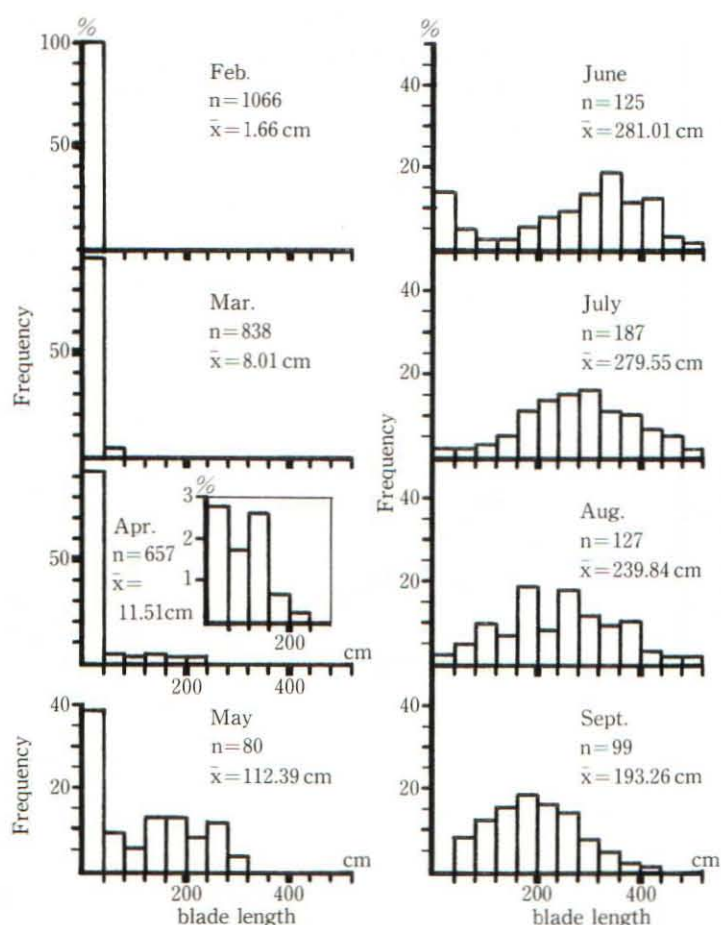


Fig. 23. Seasonal variation in composition of laminarian blade length in the population of a block between February and September of 1969 at Kita-Kogane. Sampling area: 100cm², in Feb-Mar; 200cm², in Apr-May; 1050cm², in June-Sept.

2 群化していく幼形期であった。補充群の割合を 1 月出現群に対する各月の出現群の割合としてみると、2 月群 26%、3 月群 14%、4 月群 7%、5 月群 0.1% であった。

d. 密度とブロック当りの個体数

密度は出現、減耗、補充が相殺された、生態現象の一断面である。1 月の値は 1 cm 当り 38 個体、2 月 11 個体、5 月では 0.8 個体、9 月では 0.1 個体で、1 個体が占める面積は 10 cm² であった (Fig. 25)。

ブロック (9・8 型) 当りの個体数も密度と似た傾向を示した。9 月の採取期には 350 本ほど生残ったが、これは 2 月の個体数の僅か 1.3% に過ぎない (Fig. 26)。

北黄金の 1963, 1964 年群の密度は、前群では 7—9 月に 1 cm 当り 0.33—0.23 個体となり、後群では 7—8 月下旬に 0.26—0.22 個体と減少した。ブロック (6・6 型) 当りの個体数は、両群とも 8 月、9 月下旬に 400 本前後であった (Fig. 27, Plate 4 の A—E)。

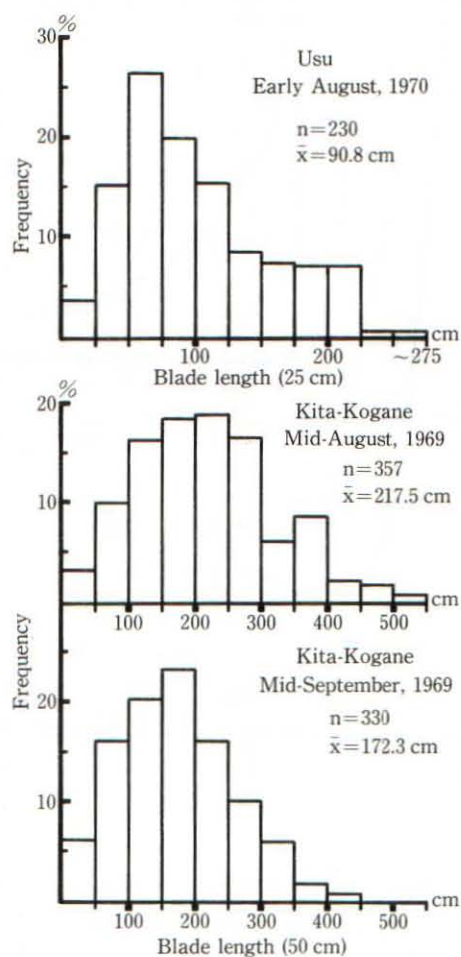


Fig. 24. Comparison in composition of laminarian blade length in the different populations of the blocks on the sandy shores of Kita-Kogane and Usu during harvesting season 1969 and 1970.

Block; 9×8 block, in Kita-Kogane; 6×6 block, in Usu.

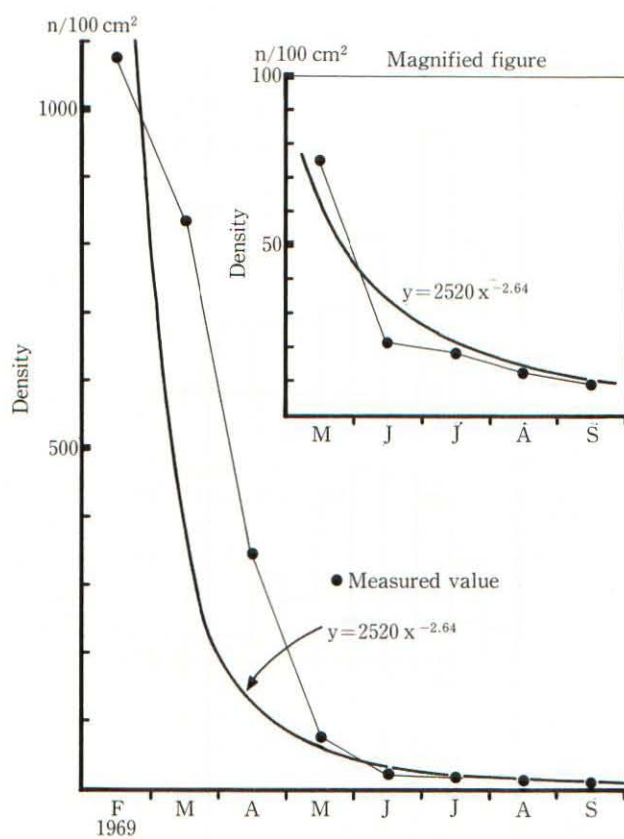


Fig. 25. Decrease in density of the laminarians at the sampling part of a block, at Kita-Kogane between February and September of 1969.

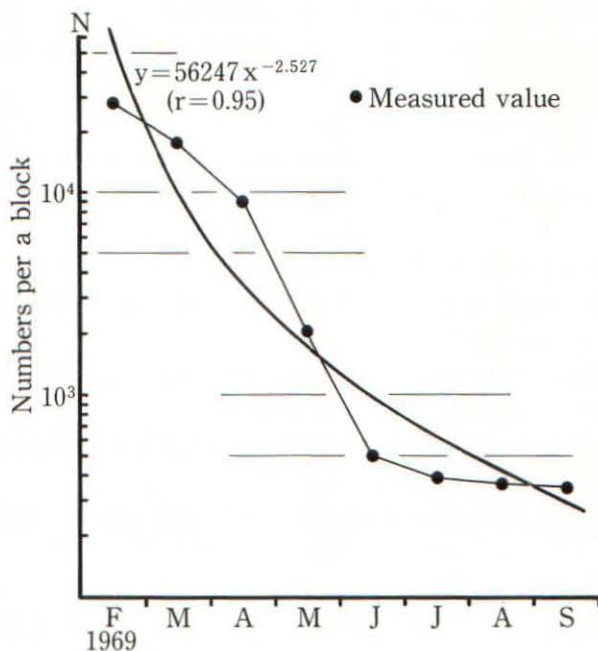


Fig. 26. Decrease in number of laminarians per a block at Kita-Kogane between February and September of 1969.

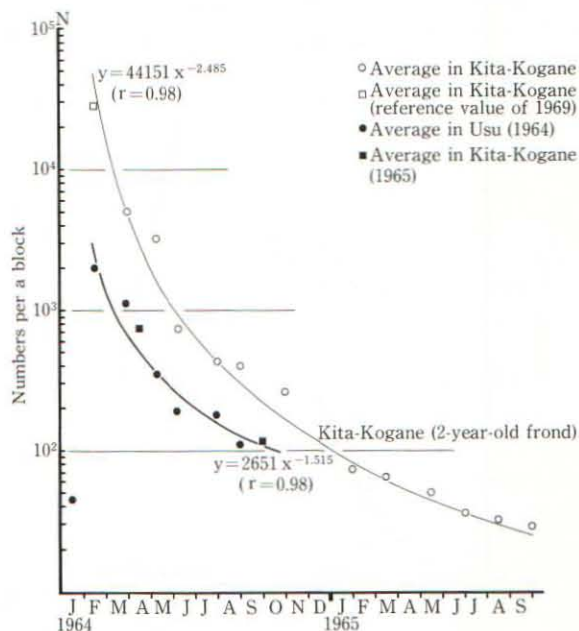


Fig. 27. Decrease in number of laminarians per a 6×6 block at Kita-Kogane and Usu between 1964 and 1965.

Block settling: during autumn of 1963 in both the localities.

舟岡の1963, 1964年群の密度は, 前群では7—9月に1cm²当り0.25—0.18個体, 後群では7—8月下旬に0.26—0.20個体と減少した。ブロック(6・6型)当りの個体数は, 前群では9月に280本, 後群では8月下旬に380本であった。

e. 現存量とブロック当りの現存量

現存量は, 幼形期までは, 個体群の葉重量の増加に, 個体数の減耗が幾分マイナス面で影響しながらも, 増加していき, 最低生長期の終りからは未枯れのみによる葉重量減少と個体数減耗とが合わさって, 減少していった。

幼胚期の2月には100cm²当り12g, その後は徐々に増えていき, 5—7月に急増して, 7月に5.9kgとなった。採取期の9月には2.5kg/100cm²で, 幼胚期の200倍以上に増加していた。5—7月の見かけ上の生産量は, 1日当り90g/100cm²であった(Fig. 28)。

ブロック当りの現存量は, 2月に0.32kgであったのが, 6月までほぼ等比級数的に増加して120kgとなり, その後は次第に減少して, 9月に80kgになった(Fig. 29)。

北黄金の1964年群のブロック当りの現存量は, 8月下旬で55kg, 10月初旬で40kgであった(Fig. 30)。舟岡の1964年群では, 8月下旬に42kgであった。

なお, 同じ北黄金の1964, 1969年群の7月の現存量をみると, 前群で37g/cm², 後群で58g/cm²であり, 1.6倍近くになっていた。また, 前群と後群では6・6型, 9・8型とブロックは異なる。両型のものともコンブの有効着生面を, 口径面と側窓上端までの上部外周面とすると, その面積は前者で0.75m², 後者は0.95m²であり, 比は1:1.23である。一方, 1964, 1969年群のブロック当りの現存量の最高値は85, 120kg, その比は1:1.41であった。したがって, 1969年群の生産量が高いといえる。

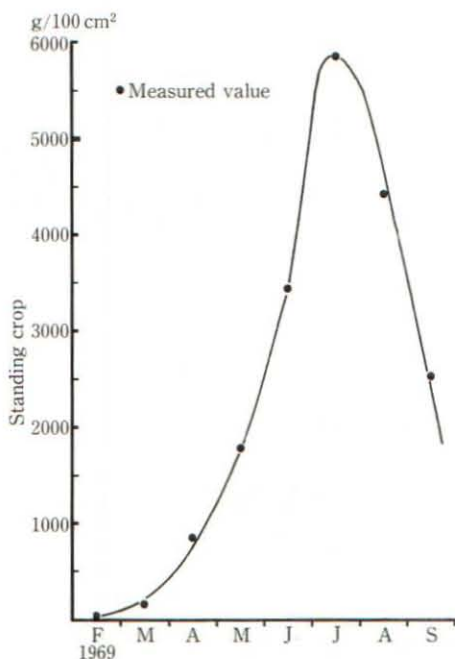


Fig. 28. Variation in standing crop of the laminarians at the sampling part of a block, at Kita-Kogane between February and September of 1969.
Sampling area: 100-1050cm²

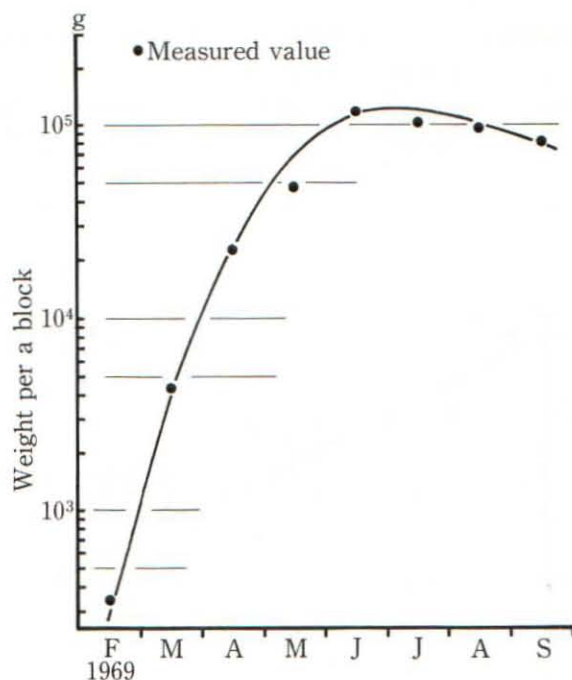


Fig. 29. Variation in weight of laminarians per a block at Kita-Kogane between February and September of 1969.

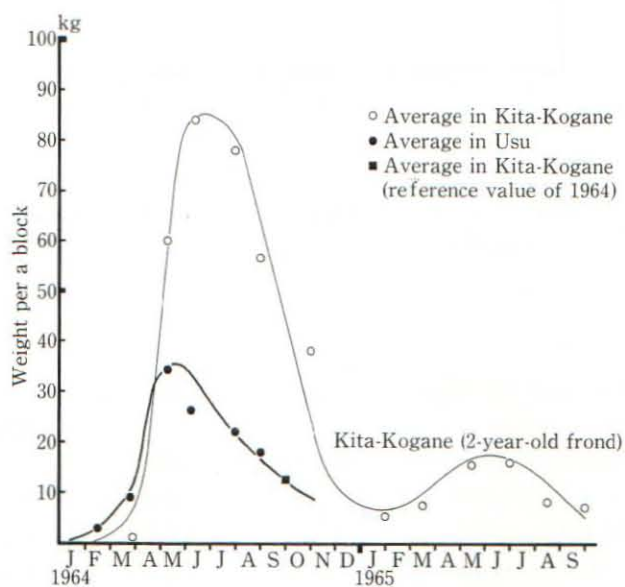


Fig. 30. Variation in weight of laminarians per a 6x6 block at Kita-Kogane and Usu between 1964 and 1965.

f. 着生面積

コンブは、幼胚期で出現数が最も多くなった時期に、ブロックの砂地への埋没部を除いて、一面に着生し、その後は、漂砂や競合によって下部から徐々に減少していった。

着生面積は2月に1.75m²(ブロック底面から27cm埋没したとして、口径面および露出した外周面の面積に相当す)、その後は1カ月に0.1m²前後減少していった、9月に1.00m²となり、2月の60%となっていた(Fig. 31)。

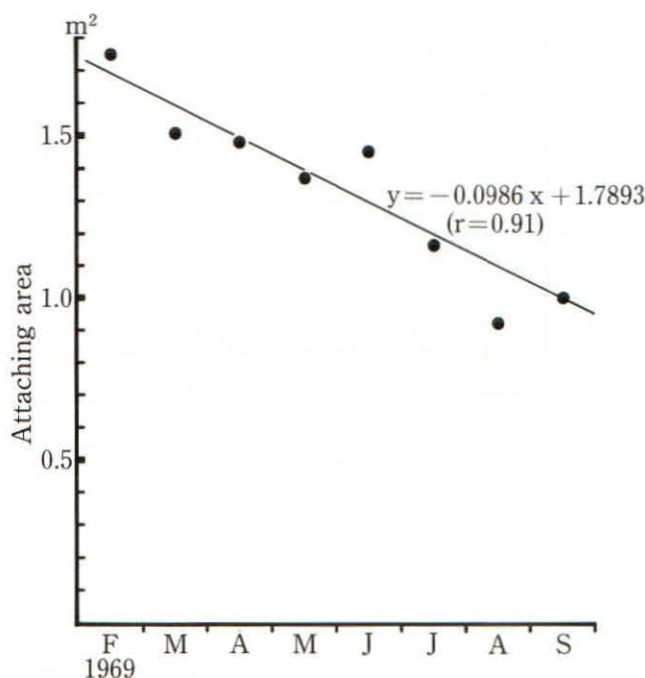


Fig. 31. Decrease in attaching area of laminarian per a block at Kita-Kogane between February and September of 1969.

g. 競合海藻

コンブの出現の前と幼胚期には、付着性の珪藻などがブロックの全面に着生した。次いでアオサ目の藻や小型の褐藻類が現われ、これらはコンブの繁茂とともに徐々に脱落してコンブの純群落となった。他海藻の脱落は、コンブ付着器の生長に伴う場の占有と葉体の生長による被覆によって生じた。したがって他海藻で生残ったものは、コンブが密生する口径面や上部外周面にはみられず、群落の周縁であった。

付着する種は、珪藻の外に、幼胚期にはアナアオサ、エゾヒトエグサ、ボウアオノリ、セイヨウハバノリ、カヤモノリ、幼形期では、先住種で生残るアナアオサの他にシオグサの類とダルスであり、9月まで生残ったのはアナアオサとダルスであった。付着の場と被覆の度合いから、コンブと競合するのは幼胚期の珪藻類だけとみられた。

有珠の一年生マコンブ*

a. 出現

〔遊走子の付着〕

垂下板は1969年9月から1970年2月まで毎月設置したが、コンブが出現したのは9—12月板で、1—2月板は全くみられなかった。すなわち遊走子が着床し、幼胚体が出現するのは9月から12月であった。

9—12月板のものは、1カ月以内の短かい期間(推定; 2—3週間)に遊走子が着床した後は、珪藻などや砂泥によって覆われ、継続する累積的な増加は無かった。

〔幼胚体の出現期間〕

垂下板設置後、最初に肉眼的幼胚体が見られるまでの期間は、10月板で最も短かく2カ月であった。11、12月板では3カ月であり、9月板では4カ月であった。なお検鏡で葉長0.5mm以下の葉体は、11、12月板で2カ月後、9月板では3カ月後にみている(Fig. 32)。

幼胚体の出現継続期間を、葉長組成の1cm以下の群の有無によってみると、9月板では1970年1—3月、4月は欠測であるが6月の組成からみて、4月も出現するようである。10月板は1969年12月—1970年3月、11月板は1970年(1)2—4月、12月板は(2)3—6月初旬までであった。

各垂下板の出現継続期間は3—4カ月で似ていたが、これは遊走子着床の時期が異なっている、出現期間の長さは同じであることを示している(Fig. 32)。

〔幼胚体出現数の季節的变化〕

各月垂下板の出現数の季節的变化は、密度の変化と似ているが、異なる所は値が僅かずつ低くなっている。また10月板を除いて、出現数の最高値の直後の値が比較的高くて、減少傾向に膨らみを持っている。しかし10月板では急増して、急減している。ここで注目されるのは、9月板の出現様式が極めて低く、逆に10月板では高いことと、11月板より12月板のものが高かった事である(Fig. 33)。

各垂下板の累積出現数は、9月板で1cm²当り8.2個体、10月板64.2個体、11月板25.8個体、12月板43.7個体であった(Fig. 33)。

累積出現数に対する、最初の月の最高値の割合は、10月板で71%、11月板61%、9月板51%、12月板47%であり、9月板を除いて、設置する時期が遅いほど最初の出現数の割合が少なくなっている(Fig. 34)。

葉長組成によって個体群の変遷をみると、北黄金の1969年群と同様に、最小の1cm葉長以下の群にモードを持って始まり、次第に、大形と小形群が分化して、さらに幼形期に入ると小形群のなみ数が崩れて、大形群に組み入れられ、最低生長期に向かって1群化の傾向をとった。この変遷の傾向は各月垂下板によって時的なずれがみられた(Fig. 32)。

〔剥離採取後の幼胚体出現〕

各月垂下板で、出現数の最高値を示した月の、棒取り剥離面から幼胚体が再び出現した、この群は、一定棒の中にありかつ葉長組成でも小形群からなるので、容易に区別できた。幼胚体出現に要した期間は、9月板で3カ月、10月板2カ月、11、12月板で1カ月であった。これは垂下板設置後に最初に幼胚体が出る期間に比べて、11、12月板で2カ月、9月板で1カ月早く、10月板では同じであった(Fig. 35)。

葉長組成でみると、9月板では3カ月後に5.1cm以上のもあって、2カ月後に現われていたのを見逃していた可能性もある。10月板では最長のものが4cm、11月板では剥離後40日経過していたが207本中18cmのものが1

*この項目では、殆ど養殖施設の1970年群の垂下板のものを主体にして述べている。ただ、密度と基材当りの個体数、現存量については、ボンウスハナ(割石)の1963年群、トシラル(6・6型ブロック)の1964年群の結果を付け加えた。この場合だけ調査地と年度群を明記した。

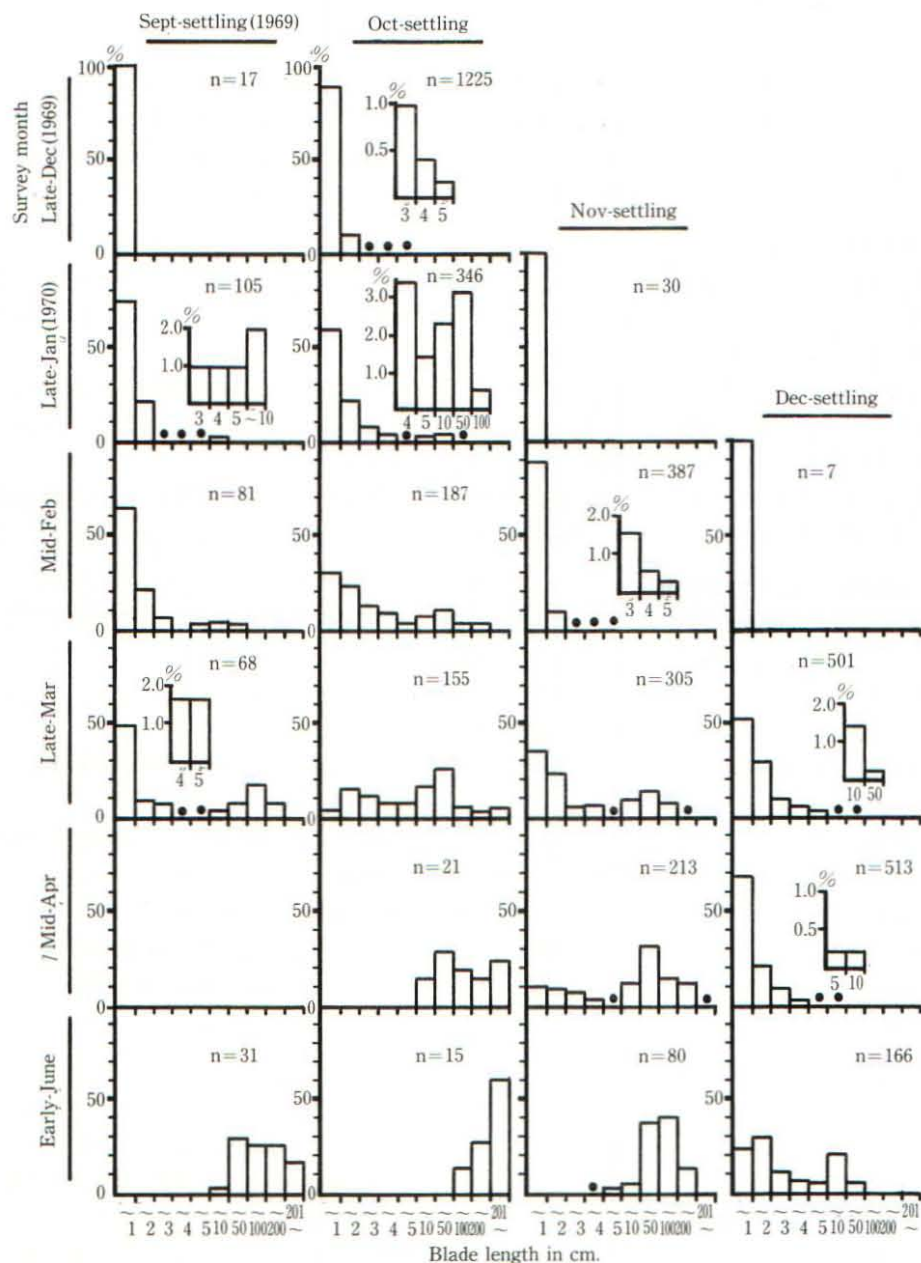


Fig. 32. Comparison in seasonal variation of the composition of laminarian blade length in the monthly concrete collectors (settling Sept-Dec, 1969), between December of 1969 and June of 1970 at the cultivation apparatus, Usu offshore. Solid circle: below 2%. This detail explanation is the same as that in Figs. 33-36, 38 and 39.

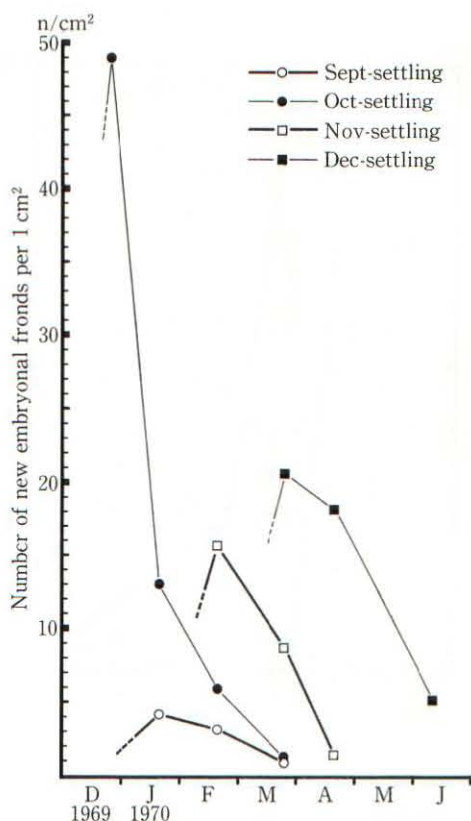


Fig. 33. Monthly production of embryonal laminarians ($\leq 5\text{cm}$) per 1cm^2 in the collectors, between December of 1969 and June of 1970 at Usu.

個体含まれ、12月板では1カ月弱後に4cmの個体がみられた(Fig. 35)。総じて11, 12月板の群の生長が良かった。

密度では、9月板のが極めて低く、 1cm^2 当り1個体以下、10月板12個体、11, 12月板はそれぞれ3個体であった(Fig. 36)。

b. 減耗

累積出現数と葉長5.1cm以上の前月までに出現したものの生残り群によって、生残率をみると、減耗によって目減りした群に補充群が添加し、密度の様に最高値の後でも常に減少する傾向をみせない。

各垂下板の生残率は、11月板では初め80%近く減った後は、緩やかに減っていった。9, 10月板では初めに95%以上が急減しながらも、一時、補充群によって生残率が上昇し、その後、再び僅かに減っていった。12月板では初めに100%近くも激減しながら、その後は補充群によってかなり上昇した(Fig. 34)。

6月時点の生残率は、12月板のが最も高く、葉長5.1cm以上の群で4%, 新たに6月までに現われた群も含めると15%であった。11月板では4.4%, 9月板2.9%, 10月板では0.22%であった。このことは、個体の生長と個体群の生産量で卓越していた垂下板で、最も生残りの争いが厳しいことを示していた。

c. 補充

後生い群は全て補充群となりうる。したがって、最初の幼胚体出現の後に現われた5cm以下の群は、全て

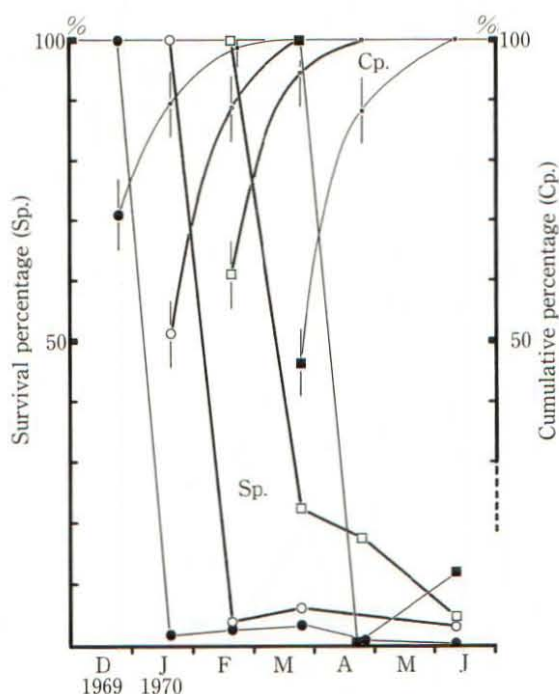


Fig. 34. Seasonal variation in survival percentage of laminarians and cumulative percentage of monthly new sprouting embryonal plants ($\leq 5\text{cm}$) in the collectors, between December of 1969 and June of 1970 at Usu.

補充群である。

補充群の割合は、出現が最も著しかった10月板で最も少なく、次いで11、9月板であり、12月板で最も多かった(Fig. 34)。なを補充群は、ほぼ同時に遊走子着床したものが、競合などによって後生いとなった群である。

d. 密度と基材当りの個体数

各月垂下板とも基本的な変化様式は変わらない。10月板を除いて、幼胚体が現われ始めて1カ月目に最高値があり、10月板では初めの月が最高でその後、一挙に激減するが、他の月の板では緩やかに減少した。この中で9月板が、最も穏やかな傾向を保った。11、12月板では同じ様な変化様式であったが、注目されるのは、12月板の最高値と次の値とも、11月板の最高値に優っていたことである。最終的な6月の密度は、9月板で1cm当り0.24個体、10月板0.15個体、11月板1.14個体、12月板で6.68個体であった(Fig. 36)。

各月垂下板の出現の盛期で、枠採取した剝離面に再び出現した群の密度は、各盛期の後の累積出現数を下回り、その値の8—82%であった。

ボンスハナの1963年群の割石での密度は、極めて低い変化を示し、6月で1cm当り0.025個体、平均面積で40cm²であった。割石当りの個体数は、3月以降ほぼ等比級数的に減少し、8月の値は20本弱であった(Fig. 37, Plate 3のC. D)。

トシラルの1964年群の6・6型ブロックでの密度は、7—8月下旬に1cm当り0.14—0.06個体と減少した。一方、ブロック当りの個体数は、前年の等比級数的な減少に対して、等差級数的な傾向がみられ、8月に100

本強であった(Fig. 27)。

トシラルの1964—1966年の1年目ブロックでのコンブの着生の仕方は図に示した(Plate 5のA-H)。

e. 現存量と基材当りの現存量

増加様式が、初めの2カ月間に著しいのは10, 11月板であり、特に後者では3カ月目に達する時期に急増し、その後の変化は少なかった。また10月板でも3月以降の増加は比較的少なかった。9, 10月板では他の月のものに比べて、ほぼ等比級数的に増加していく傾向がみられた。

6月の現存量をみると、9月板では1cm当り29.4g, 10月板60.1g, 11月板23.5g, 12月板のは極めて少ない0.67gであった(Fig. 38)。

ボンウスハナの1963年群の割石での現存量は、低い変化を示し、6月で1cm当り10gであった。割石当りの現存量は、6月下旬に最高に達し10kg弱であった(Fig. 37)。

トシラルの1964年群の6・6型ブロックでの現存量は、割石のものより幾分著しく増加し、6—7月に1cm当り20—10gと減少した。ブロック当りの現存量では、5月まで増加した後は穏やかに減少した(Fig. 30)。その値は5月で35kg, 7月で20kg強であった。

f. 競合海藻

各月垂下板で共通する海藻は、付着珪藻、セイヨウハバノリ、アナアオサ、モロイトグサ、シオミドロの1種であった。共通でない種はウスバアオノリ、ボウアオノリ、シオグサの1種、*Myrionema*の1種、クロガシラの1種、アマノリの1種、ヒビミドロ、カヤモノリ、チガイソ、スジメ、ワカメであった。

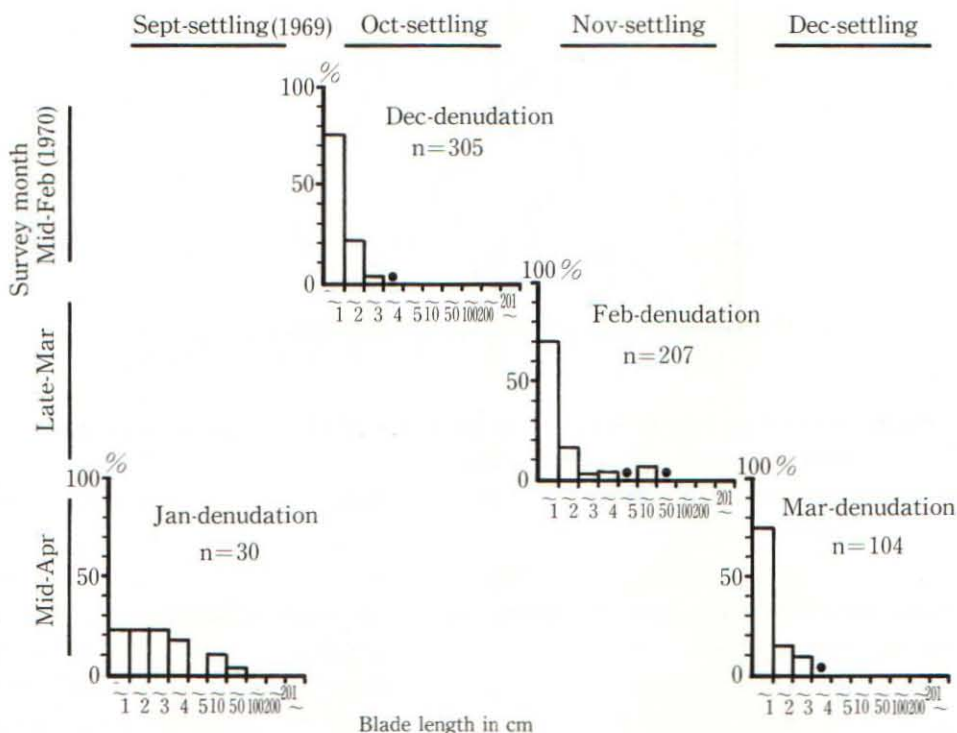


Fig. 35. Comparison in composition of laminarian blade length at the denuded part of the first sampling in the collectors, between February and April of 1970 at Usu. Solid circle: below 2%.

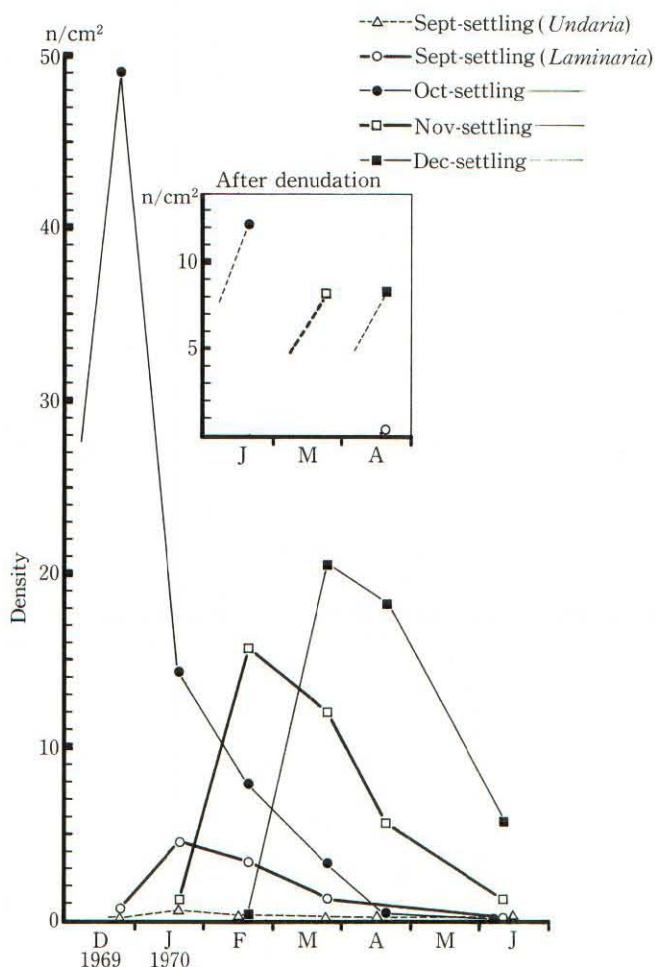


Fig. 36. Seasonal variation in density of the laminarians in the collectors, between December of 1969 and June of 1970 at Usu.

Upper small figure: the laminarian density at the part of the first sampling denudation in the collector.

優占種の消長についてみると、珪藻は9-12月板では似ているが、1月板では現存量の増加の傾向が強く、2月板はそれに次いでいた。セイヨウハバノリは9月板で強い増加の傾向を示し、その他の板では月を追って着生量が少なくなっていた。ウスバアオノリは、9月、10月板に主に着生し、11月板でも僅かにみられた。アナアオサ、モロイトグサは各垂下板で共通していたが、9月板で最も目立ち、他の板では、垂下の月を追って減少していく傾向があった(Fig. 39)。ワカメは9月板にのみみられ、コンブの密度よりかなり低かったが、現存量では12月に上回って、1-4月は似た増加傾向をとって、4月に8.2g/cm²、6月6.7g/cm²であった(Fig. 36, 38)。大型海藻のチガイソ、スジメは10月板の2月にのみみられた。

他海藻が最も繁茂し、かつ種数も多かったのは9月板、次いで10月板であった。これらに比べて12月板は

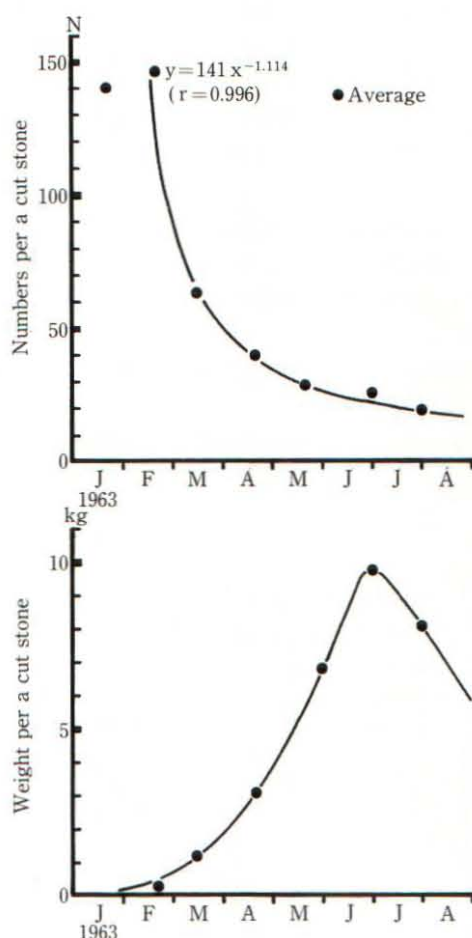


Fig. 37. Variation in numbers and total weight of laminarians per a cut stone, between January and August of 1963 at Ponusu-hana, Usu.

種数も現存量も極めて少なく、11月板でも同様なことが言えた。

北黄金の二年生マコンブ

a. 密度とブロック当りの個体数

密度は1964年2月から1965年9月にかけて、連続して減少していった。1年目では幼胚期に、2年目では1年目の子のう斑形成期の終り頃から再生期にかけて、流失が多くなり密度は下がった。1年目8月の値は1 cm当り 0.22個体、2年目8月には1/6以下になっていた。

ブロック (6・6型) 当りの個体数も、密度と似た変化様式を示した (Fig. 27)。幼胚期には最も著しく減少し、幼形期に安定し、子のう斑形成期の終りから再生期にかけて流失する個体が多く、その後は減耗が少なかった。1年目8月に400本強、2年目8月には30本強であった。

b. 現存量とブロック当りの現存量

現存量は1年目の7月まで増加し、その後、再生期の終り頃まで減少し続けて、2年目で旧葉を流失した頃から、再び増加し始めた。1年目8月の値は37g/cm²、2年目8月には前者の1/3ほどになっていた。

ブロック当りの現存量は、1年目では6月下旬に最高値になり84kg、その後は、1月下旬まで減少して5kg、2年目に入って穏やかに増えて7月初旬に16kgとなった (Fig. 30)。2年目にかけたの現存量の減少は、二年葉の増重が著しい (Fig. 9) ので、逆に減耗の著しさを示していた。

考察

ここではコンブ資源量の把握と変動要因について論議する。

漁場のコンブが質量の面で均質に分布していたとすると、資源は次式でえられる。

資源重量＝着生面積×現存量 (密度×平均葉体重量)

資源本数＝着生面積×密度

前者は、北海道沿岸の各漁業協同組合と道水産業改良普及指導所が、採取期直前に漁場調査し、その年のおおよその漁獲量を推定するのに似ている。

最近、北海道のコンブ研究者によって、解禁直前の漁場の群落解析と資源量の推定がなされている (鳥居

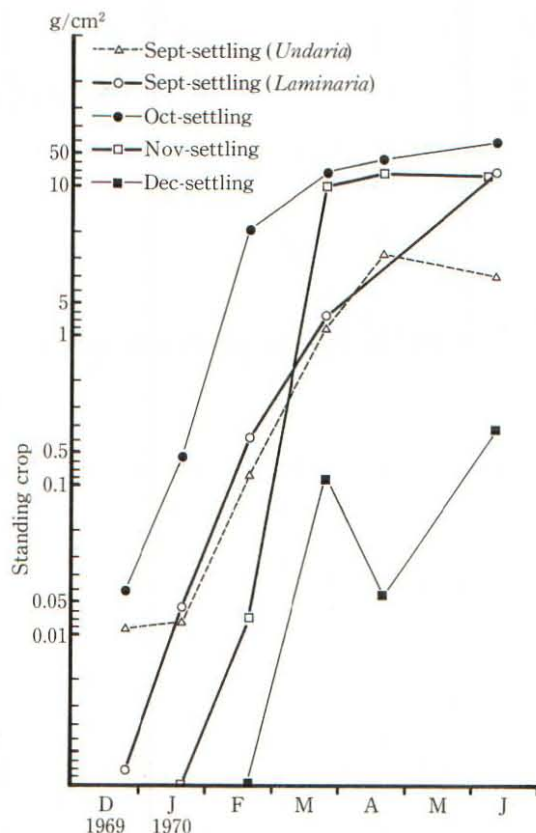


Fig. 38. Increase in standing crop of the laminarians in the collectors, between December of 1969 and June of 1970 at Usu.

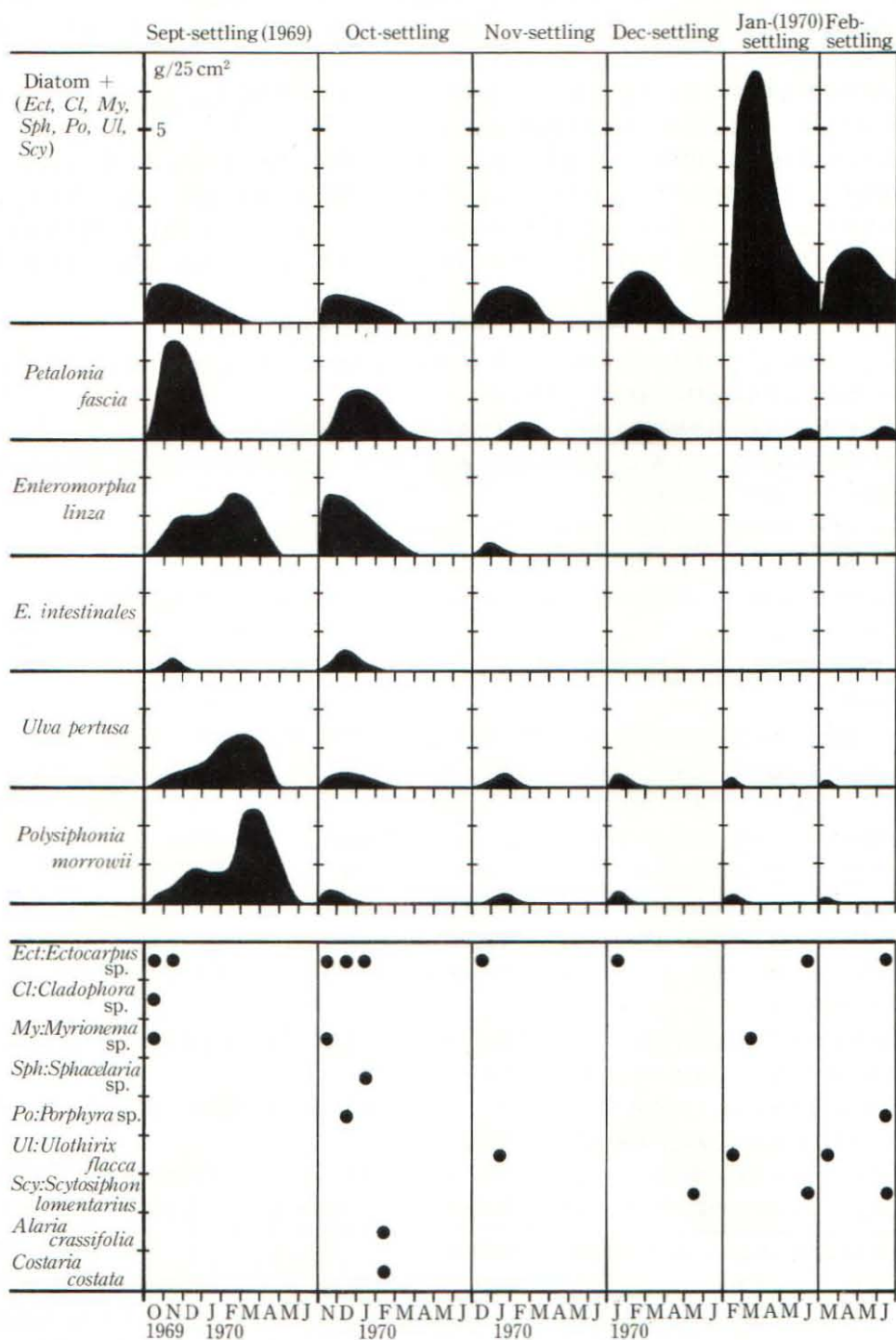


Fig. 39. Comparison in life span of the competing algae at the monthly collectors (settling Sept-Dec, 1969 to Jan-Feb, 1970), between October of 1969 and June of 1970.

ら, 1972; 船野・阿部, 1973; SAKAI, 1977)。ここで注目されるのは層分けが植物生態学に則って行われていることである。したがって、前者に比べて、方法が技能から技術の段階にまで高められていて、この意義は極めて高い。

資源推定の方法はそれが異なっても値は近似となる。したがって精度を高めるためには、層分けが資源量を正確に反映して行われていなければならない。

資源の変動要因は、個体群内とそれを取巻く環境とにある。生育段階で概観すると、幼胚期では出現の差と種内競合、一方、出現に作用する環境も極めて重要である。幼形期では競合、減耗、末枯れがあるが、いずれも値は低い。しかし、水温、照度、栄養塩は影響期間も長く、かつコンブの生産量もこの期には大きいので、強い作用因子となる。成体期では、生長と末枯れ、減耗があり、これらに水温、照度、栄養塩などが作用する。

幼胚期で資源変動に関わってくるものとして、次の5つが総括できよう。

- 1) (母藻群からの) 遊走子放出の期間は一定し、極めて高い盛期が、ほぼ1ヵ月後に存在し、その後、徐々に減少しながら2ヵ月ほど続く、と推論される。
- 2) 普通は、遊走子放出盛期のものが、幼胚体出現の盛期の群に結びつくと、みられる。
- 3) 普通は、遊走子放出盛期は、配偶体の生長と成熟、幼胚体の発生で最適環境とみられ、その前後は栄養塩を除いて不適環境とみられる。
- 4) 幼胚体出現盛期のコンブが一年生主群となる。後生い群は、有珠では全て補充群となり、北黄金ではその中で早いのは補充群、遅いのは二年生群となる。
- 5) ブロック、垂下板の新基物面でも、遊走子着床は1ヵ月以内である。この中でも、幼胚体出現に数ヵ月の差を生じる。

これらの総括を、以下に述べる筆者の未発表の知見^{*}によって明らかにし、これらを総合して資源変動について論議する。

1) 遊走子は1—2日運動能を持ち、20—40m 遊泳するが、低照度、低温では遊泳時間が長い。胚胞子では1週間ほど浮遊する。着床は、海水流動が少なく、底層ほど良い。高温、高照度では着床しづらくなる。

したがって遊走子は、海流、潮流、風波によって広く拡散し、着床はナギの時に多く、浅みより深みで多いと推論される。また秋期よりも初冬に近づくにつれて、拡散範囲は広がるとみられる。

2) 温度、照度、太陽直射光の紫外線の知見によって、8—9月に遊走子がいかに放出されようとも、着床後の配偶体の生存が難条件にあるとみられる。たとえ生存可能な温度・照度において生残ったにしても、配偶体では高照度より高温によって成熟が極めて遅れるとみられ、幼胚体では高温より高照度によって生長が遅れるとみられる (Tab. 5)。また高温時で、低照度の条件下に遊走子着床した場合でも、成熟に遅れを生ずるであろう。

適温期を過ぎると、遊走子着床後の生存には問題は無い。しかし、より低温、より低照度になることによって配偶体の成熟が遅れ、幼胚体の生長も極めて遅れよう。

3) 遊走子着床には、早い流速は障害となるが、一旦、着床すると配偶体の成熟から幼胚体の発生まで適条件となり、珪藻などとの競合も極めて少なくなる。

したがって海水流動の強い調査地 (点) ほどコンブの密度が高く、直立ブロックでは口径面、外周面が接する稜でかつ海水流動の最も著しい方向で、密度が最も高く生長が良い (阪井・中津, 1966b; 川嶋・佐々木,

* 実験は1972—1975年に室内、一部室外で、鹿部産のマコンブを用いておこなった。照明は蛍光灯、太陽光などで、ガラス容器などによるESI (TATEWAKI, 1966) 培養、大型水槽による天然海水の流水・止水培養によった。日長の明期は断りのない限り12hである。適温、適照度としたのは10℃・5000 luxであり、配偶体の生長と成熟、幼胚体の発生に最も良かった。3) の流速の実験は、適照度、10—7℃自然降温、流速16, 8 m/secによる流水培養。4) の競合海藻では、9—12月に毎月遊走子付けしたのを、適照度、自然降温、流速5 m/secで流水培養した。

			Gametophyte			Sporophyte		Swarmer	
			Culture term	Survival rate %	Fertility %	Culture term	Frond length		
Temperature	Constant	22 °C	2 months	low	0 %				
		20	2 months	c. 90 %	10	1 month	0.2 mm		
		0.5	40 days	100	98	1 month	0.7		
	Reduced*1	20 → 15	1 months	100					
		15 → 10	20 days	100					
		10 → 5	20 days	100					
Temperature & illumination	10°C	6×10 ⁴ lux	15 days	10	c. 90	15 days	0.2		
		4 × 10 ⁴	15 days	60	c. 90	15 days	0.4		
		2 × 10 ⁴	15 days	c. 90	c. 90				
		5 × 10 ³	15 days	100	100	15 days (1 month)	0.9 (5.0)		
		3 × 10 ³				15 days	0.45		
		10 ³	25 days	100	100	15 days	0.2		
	15	5 × 10 ³				15 days	0.8		
		3 × 10 ³				15 days	0.5		
		100 ³	1 month	c. 100	30	15 days	0.08		
		50	1 year	c. 100	0				
	50 → 100*2	12 → 1 months*2		c. 0.5					
	5	2 × 10 ⁴				15 days	0.2		
		5 × 10 ³	15 days	c. 100	100	15 days	0.15		
		3 × 10 ³				15 days	0.09		
		10 ³	27 days	c. 100	100				
			Exposed term	Survival rate %		Exposed term	Survival rate %	Exposed term	Survival rate %
Solar rays 6×10 ⁴ lux · 12°C			30 minutes*3	100 %		30 minutes*4	0 %	30 minutes	0 %
Ultraviolet rays 10W · 40cm			10 minutes*3	0		10 minutes*4	0	10 minutes	0

Table 5. Effects of temperature, illumination, solar rays and ultraviolet rays on the fertility in female gametophytes, the growth in sporophytes, and the survival in swarms, gametophytes and sporophytes.

※1: Temperature gradient = -5°C/1 month.

※2: The same samples of the upper row which were changed into 100 lux after the cultivation of a year at 50 lux.

※3: Five-day cultured gametophytes at 10°C and 5000 lux of 12 h photoperiod daily.

※4: Sporophytes of 30μ in frond length cultured at 10°C and 5000 lux of 12 h photoperiod daily.

Culture condition: medium, filtered seawater or ESI (TATEWAKI, 1966); light, white fluor-lamp (≤20,000 lux) or flood lamp (=20,000 - 60,000 lux); photoperiod, 12 hours daily.

Parental sporophytes: *L. japonica* collected from Shikabe, Oshima Prov..

1973) ことと、流速の差による密度や生長の違いは結びつこう (Plate 5 の G, H)。

4) 遊走子着床の時期によって、配偶体の生長と成熟、幼胚体の発生および両者の生残率に大きな差を生ずる。一旦、珪藻が付着した基物、それを刷毛で除いた基物 (擦系) に遊走子付けしても、幼胚体の発生はみられぬか極く稀である。これらは、競合海藻によって生じたとみられる。

競合藻では、9 (10) 月に基物に密着する粘質層を形成する、*Myrionema* spp., 球状の緑藻などと粘質を含んだ *Rivularia* sp. があり、層の上部の付着性の珪藻群がある。11, 12 月では殆んど珪藻群である。

9 月では、数 10 細胞 (最長 0.4 mm) の葉体ですら、粘質層に埋って枯死し、生残ったのは 1 % 弱とみられた。なお粘質層の藻と競合して生残れる大きさは、層の厚さと葉体の生長点によって、0.5—1 mm 以上とみられる。

3), 4) によって、毎年良好な天然のコンブ礁は、時化や漁獲などによって遊走子着床期に大型海藻が無く、海水流動が極めて強い所、例えば海面近くに突出する暗礁の上部、海崖が平磯に接する縁、平磯の溝の上部、一方、海水流動に伴う漂砂によって、他藻が効果的に除かれる砂地の転石、玉石などと砂覆りの岩盤地帯があると推論する。

では北黄金のブロック、有珠の垂下板はどうかというと、良好なコンブ礁には匹敵しえない。それは両者とも、時化によって着生面が更新されて、連続的な遊走子着床があり、累積的な幼胚体の出現があったと考えられぬし、あったとしても極めて低い値と思われることによる。

有珠の垂下板に現われた幼胚体の出現の注目される現象を論議する。

各月の垂下板とも、設置後、1 ヶ月以内に遊走子着床したものしか幼胚体出現に結びつかなかったのは、海水流動が弱く着生面の更新がなくかつ珪藻群などによって面が被覆されていたためと推論する。

9 月板では、初めの幼胚体出現が最も遅く、設置して 4 ヶ月後であり、かつ累積出現数も最も少なかった。その原因は、遊走子放出の盛期の前に設置された上に、配偶体の生育が高温、高照度、太陽紫外線によって阻害され、生残ったものでも成熟が遅れ、さらに珪藻や粘質層の藻によって、一層、遅れが著しくなったためと推論する。幼胚体でも同じ要因によって、生存が脅かされ、生長が遅れて 10 月板より出現が遅かったとみられる。

10 月板では、初めの幼胚体出現が最も早く、設置して 2 ヶ月後であり、かつ累積出現数も最も多かった。これは、遊走子放出の盛期に設置された上に、配偶体の生長、成熟および幼胚体の発生で適環境 (水温、照度など) にあり、早い受精と幼胚体発生によって珪藻などとの競合が少なかったためと推論する。

9, 10 月板では、幼胚体出現の盛期に剝離採取後に再び幼胚体が現われたのは、3, 2 ヶ月後であり、11, 12 月板の 1 ヶ月後に比べて遅かった。これは、9 月板では高温などによる配偶体成熟の阻害が考えられ、10 月板では繁茂した先生い群の被覆による種内競合が大きく作用しているとみられる。11, 12 月板では 9, 10 月板のような障害がなく、先生い群や珪藻が取除かれて、一挙に出現したとみられる。なお採取後でも幼胚体が再出現したのは、鋭利なナイフで剝離しても、コンクリート面の微小な凹みに、配偶体や受精直後の幼胚体が残っていたためであろう。

12 月板で 11 月板より累積出現数が多く、1.7 倍であったが、有珠で遊走子放出の盛期が 2 回あったとは考えられぬし、10℃ を切ると殆どが 1 雌・1 卵となるので、細胞分裂で卵が増えたとも考えられぬ。これは母藻の成熟様式が遅れている (Tab. 4, 生長と成熟で考察)、外来 (伊達か虹田) の遊走子に由来するものと考えられる。有珠と北黄金では、初めの幼胚体の出現が、1—1 ヶ月半の差がみられ、かつ年度によって異なるが、これは母藻群の成熟が両地で差があるためとみられる。遊走子放出の盛期の遅れが 1 ヶ月以内であると、外来遊走子は 11 月板に添加され、1 ヶ月以上あると 12 月板に添加される。1970 年では、北黄金の初めの幼胚体の出現は、(2 月下旬—) 3 月初旬であり、出現に有珠と 2 ヶ月ほどの差がみられた。また北黄金の 3 月出現の幼胚体は、有珠の 12 月板の初めの幼胚体出現とも結びつく。なお 12 月の海水の富栄養化 (西浜ら, 1976 築田ら, 1977b; 西浜, 1977) も遊走子の着床・発芽率、および配偶体の受精率を高めたと思われる。

幼胚体の累積出現数に対する、出現盛期の出現数の割合は、9 月板を除いて、10—12 月板の順に減ってき

ている (Fig. 34)。これは10—12月の順に適水温から低水温に推移して、受精も短期間から長期間にわたっておこなわれたためと推論する。また9月板で盛期のものの割合が少なかったのは、配偶体の成熟障害によるう。

各月の垂下板とも、設置してから1ヵ月以内に遊走子が着床しながら、初めと終りの幼胚体出現に、3—4ヵ月の差が生じたが、これは付着珪藻と先生いコンブの被覆によるものと推論する。

伊達沿岸全域の1963—1970年のコンブ (特に一年生コンブ) の豊凶について、水温と日照時間の資料を加えて論議する (Fig. 19; 水温、有珠湾口、北海道立中央水産試験場有珠分場, 1969, 未発表; 日照、室蘭、日本気象協会北海道本部, 1963—1971)。不漁年は1964, 1966, 1970年で、一年生の長切りコンブは40—81^ト、平均64^ト、他の年では122—176^ト、平均147^トであった。

特に一年生コンブに該当するが、不漁になる条件として二つのことが考えられた。一つは成熟様式が例年より早くなった年の翌年と、他方はこれが例年より遅れた年の翌年とは不漁になっている。前者では9—10月の水温降下は例年よりも早く始まり、かつ9—11月の積算日照時間も例年より多かった。後者では不順な水温降下をしめし、日照時間も比較的多かった。

一方、成熟体が例年より早く現われた年には豊漁になっている。

不漁年の前年についてみると、1963年(8)9—10月の水温は、その降下が例年に比べて最も早く始まり、かつ9—11月の積算日照は546時間であり最も多かった。したがって母藻群は、例年より早く遊走子放出を始めたと思われる。早過ぎたために高照度、太陽紫外線、珪藻などによる障害を強く受けたと思われる。この様に遊走子放出の盛期が、例年よりも不適条件にあり、幼胚体出現の盛期へ強く結びつかず、かつ幼胚体出現も遅れて不漁年につながったと推論する。1969年の水温推移でも同じ降下様式を示し、かつ9—11月の積算日照は1963年に次いだ。なお、1964年を除いた、他の年の日照は、範囲442—472時間、平均457時間であった。

母藻群の成熟でも、1969年が最も早く子の斑形成期に入っており、次いで1963年であった。北黄金の8月の成体の割合は、1963年5%, 1964年0.8%, 1965年2.6%, 1966年1.8%, 1967年1.0%, 1968年2.0%, 1969年35.0%, 1970年1.5%であった。幼胚体の出現でも、1964, 1970年では例年よりも遅れ、前者で2月下旬、後者で3月上旬とみられた。

1965年9—10月の水温降下の様式は、9月中旬までは最も高水温を維持し、その後は、急下降と停滞の様相を2回繰返して、後は順調に下降していった。9—11月の積算日照は、豊漁年の上限に近い471時間であり、比較的多かった。この年は、例年に比べて不順な水温のため、成熟も不順となりかつ遅れて、遊走子放出も不順で遅れ、さらに日照による障害も加わって、これらが幼胚体出現に影響して不漁になったと推論する。なお北黄金の1965年の成熟状況は、8月に2.6%の成体がみられたにも関わらず、9月には例年に比べて極めて少ない6.3%であり、秋期の成熟様式が遅れたことをうかがわせる (Tab. 4)。

今まで述べてきた幼胚体の個体群の出現変動を総括すると、幼胚体出現数の多寡 (これに伴う場への広がり) と出現期の遅速にある。

資源変動に関わる幼形期の要因としては、場をめぐる種内競争がある。しかし、これについては減耗率が低いので、特に考慮する必要がなかろう。種間競争でも、コンブの付着能が強く、葉体の生長は旺盛であるので、無視することができよう。この時期の要因としては、水温と日照量が主要なものとみられるが、これらについては生長と成熟の項目で考察した。

成体期で資源変動に関わってくる要因としては、一年生では人為的漁獲、付着器の生長停止による根枝の緩みからくる流失、末枯れによる葉部の脱落が考えられる。二年生では、これらに加えて、再生を左右する個体の生理条件、個体群の再生率を左右する環境条件が考えられる。また2年目の連生長期、生長停止期では、1年目の幼形期と同じようなことが言え、かつ2年目の子の斑形成期では1年目のものと同じようなことが言えよう。

成体期で次の世代に関わってくる要因としては、遊走子とそれが着床する場がある。遊走子では、その多寡と放出の遅速がある。場については、既に天然の良好なコンブ礁でのべた。

摘 要

マコンブの生態と個体群の量的変動に関わる要因を明らかにし、ブロック、割石によるコンブ礁の有効な造成方法を見出すために、1962—1970年まで伊達市北黄金、舟岡、長和、有珠（調査地点：ボンウスハナ、トシラル、沖合のコンブ養殖施設）の調査地において実験観察をおこなった。

調査地と調査地点

1. 北黄金、長和は砂浜（ $\leq 2-5$ m）である。舟岡は岸近くから砂地に玉石、礫となっている。ボンウスハナは砂地に岩盤、転石であり、トシラルは岩礁、転石の小島である。養殖施設は野矢の澗の西方、距岸1,300m、水深10mの所であった。

2. 海藻の群落はボンウスハナ、トシラル、舟岡の順序に単純になった。マコンブ、スジメ、ツノマタの数種、アカバギナンソウ、アナアオサは各地で共通し、群落の優占種であった。

胞子体の生育段階

1. 今までのコンブの胞子体の生育段階の、幼体期を幼胚期、（第一次伸長）生長期を幼形期、成熟期以降に成体期の用語を新しく適用した。

2. 幼胚期は単層細胞期と組織分化期に分けた。幼形期は速生長期と遅生長期に分け、一年生コンブでは後者を最低生長期とした。一年生では子の子の斑形成期をへて寿命を全うする。二年生では1年目の子の子の斑形成期をへて再生期にいたり、最低生長期をへて2年目の子の子の斑形成期に入り、流失する。

3. 北黄金では幼胚体の出現が早くて、生長の速い群が一年生コンブとなった。一方、前群より出現が遅い群が二年生コンブとなった。

4. 有珠では北黄金より出現が早くて、全てが一年生コンブとなった。

生長と成熟

1. 出現の早いコンブほど生長が速く、生長が速いものほど成熟が早かった。

2. 北黄金の出現の遅れたコンブは遅く成熟し、再生し、一年生のものより早く成熟し、かつ実入りが良かった。

3. コンブの生長と成熟は、年齢（出現の差）、種内競合（密度）、調査地（点）、年度、基材によって異なった。生長と成熟におよぼす環境要因としては、水深、海水流動、水温、競合海藻、照度（積算照度）、栄養塩が考えられる。

4. 北黄金のコンブはホンバ型、有珠の岩礁周縁のものはマルバ型の形態をとりながら生長した。これは（3）でのべた要因と関わり、かつ種内分化した生態形質も関わっていると推論する。

5. 幼胚期のコンブの生長は、水温、照度（日長）、流速、付着珪藻と粘質層の *Rivularia* sp., *Myrionema* sp. などが作用するとみられた。幼形期と成体期の生長、および成体期の成熟に関与する主なものは水温、照度とみられた。

6. 幼胚期に他海藻と競合して生残れる大きさを、葉体長0.5—1 mm以上と推定した。

出現、減耗、補充、密度、現存量、着生面積および競合海藻

1. 幼胚体出現に結びつく遊走子放出の期間は、9月から12月までであった。

2. 幼胚体出現の盛期は12—1（2）月であり、その後、減少しながら数ヵ月続いた。

3. 出現の盛期のコンブが一年生の主群となった。

4. 出現の盛期に結びつく遊走子着床の時期は、配偶体の生長と成熟、幼胚体の発生において最適環境とみられた。

5. 遊走子着床は基材設置後、1ヵ月以内であった。

6. 同一基材における遊走子着床時期の僅かの差でも、幼胚体の出現に数ヵ月の差を生じた。

7. コンブ資源の変動要因で、最も主要なものは幼胚期にあり、それは個体群の出現の多寡と遅速であっ

た。

文 献

- DREW, G. H. (1930): The reproduction and early development of *Laminaria digitata* and *L. saccharina*. *Ann. Bot.*, 24, 177-190. cited by FRITSCH, F. E. (1945)
- FALLIS, A. L. (1916): Growth in some Laminariaceae. *Publ. Puget Sound Biol. Stat.*, 1, 137-155
- FELDMANN, J. (1951): Ecology of marine algae. SMITH, M. (editor): *Manual of phycology*, 313-334.
- FRITSCH, F. E. (1945): The structure and reproduction of the algae. II. *Cambridge Univ. Press*, 192-260
- 福田一郎 (1974): 種の本質と進化 [井上 浩編: 植物系統進化学, 東京] 258-293.
- 船野 隆・石川政雄 (1970): コンクリートブロック礁におけるマコンブの生態 北水試月報 27 (3) 6-22
- 船野 隆・阿部英治 (1973): 忍路湾におけるホソメコンブ漁場の群落解析 同上 30 (12) 1-16
- 船野 隆 (1978): 北海道沿岸に産するコンブの交配実験 同上 35 (6) 23-42
- 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
- 北海道 (1958-1960): 昭和32-34年度浅海増殖事業効果調査報告書
- (1962): 浅海増殖補助事業総括報告書
- (1966-1970): 昭和37-44年度漁場改良造成事業効果調査報告書
- (1971): 漁場改良造成事業・大型魚礁設置事業効果調査結果要約
- (1964-1979): 昭和37-52年北海道漁業現勢
- 北海道立中央水産試験場有珠分場 (1969): 昭和38-43年度有珠地先の海況 1-32
- JAMESON, D. L. editor (1977): Genetics of speciation. in *Benchmark papers in genetic. Pennsylvania*, Dowden, Hutchinson & Ross. Inc. 1-336
- KAIN, J. M. (1976): The biology of *Laminaria hyperborea*. IX. Growth pattern of fronds. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 56, 603-628
- 川嶋昭二・佐々木 茂 (1973): コンクリートブロックへのコンブ着生様式 第1報 円筒形ブロックの場合 北水試月報 30 (4) 15-26
- KILLIAN, C. (1911): Beiträge zur Kenntnis der Laminarien. *Zietschr. Bot.* 3, 433-494
- 木下虎一郎 (1947): コンブとワカメの増殖に関する研究 札幌
- 駒木 成 (1965): 浅海漁場における水質の問題点 日本海洋学会誌 21 (1) 18-22
- MIYABE, K. (1902): On the Laminariaceae of Hokkaido. *J. Sapporo Agr. Coll.* 1, 1-50
- 西浜雄二・岩崎良教・金子 実・広海十郎 (1976): 噴火湾鹿部沖における海洋条件および動植物プランクトンの季節的变化一特に栄養塩類と植物プランクトンの増殖との関係 北水試月報 33 (2) 1-22
- 西浜雄二 (1977): 噴火湾尾白内沖のホタテガイ養殖漁場における水質環境の周年変化 同上 34 (12) 1-8
- 日本気象協会北海道本部 (1963-1971): 北海道の気象 (昭和37-45年度)
- 岡村金太郎 (1936): 日本海藻誌 東京
- OLTMANN, F. (1922): Morphologie und Biologie der Algen. II. 2nd edit. *Jena*
- PARKE, M. (1948): Studies on British Laminariaceae. I. Growth in *Laminaria saccharina* (L.) LAMOUR. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 27 (3) 651-709

- 阪井与志雄・船野 隆 (1965): 北海道産コンブ属植物の幼体. I. ホソメコンブおよびマコンブの幼体について 本誌 (3) 39—50
- 阪井与志雄・中津俊行 (1966a): ———. II. リシリコンブの幼体について 本誌 (5) 31—35
- (1966b): 稚内市におけるコンクリート・ブロック礁のリシリコンブについて 本誌 (5) 36—44
- 阪井与志雄・石川政雄・蒲原八郎・金子 孝・渋谷賢仁・中津俊行 (1967): リシリコンブの生態 北水試月報 24 (11) 2—15
- SAKAI, Y. (1977): Vegetation structure and standing crop of the marine algae in the *Laminaria*-bed of Otaru City, Hokkaido, Japan. *Jap. J. Ecol.*, 27, 45—51
- SANBONSUGA, Y., and TORII, S. (1973): On the morphological characteristics of *Laminaria japonica* var. *japonica* studied by transplant experiments. I. On local forms of *Laminaria japonica* var. *japonica*. *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, 39, 61—82
- 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—29
- 佐々木 茂 (1969): 釧路地方におけるナガコンブ *Laminaria angustata* var. *longissima* (MIYABE) MIYABE の生態学的研究. 1. 冬季発芽群の生活様式 本誌 (10) 1—42
- (1977): ナガコンブの生活様式と漁獲 [日本藻類学会編: 北海道周辺のコンブ類と最近の増殖学的研究] 39—59
- SAUVAGEAU, C. (1918): Recherches sur les Laminaires des côtes de France. *Mem. Acad. Sci. Paris*, 56
- SETCHELL, W. A. (1891): Concerning the life-history of *Saccorhiza dermatodea* (De la pyl.) J. Ag. *Proc. Amer. Acad. Arts and Sci.* 26, 177—217
- (1905a): Regeneration among kelps. *Univ. California Publ. Bot.*, 2, 139—168
- (1905b): Post-embryonal stages of Laminariaceae. *Ibid.* 2, 115—138
- SUNDENE, O. (1962): Growth in the sea of *Laminaria digitata* sporophytes from culture. *Nytt Mag. Bot.*, 9, 5—24
- SVENDSEN, P., and KAIN, J. M. (1971): The taxonomic status, distribution and morphology of *Laminaria cucullata* sensu Jorde and Klavestad. *Sarsia*, 46, 1—22
- TATEWAKI, M. (1966): Formation of a crustaceous sporophyte with unilocular sporangia in *Scytosiphon lomentaria*. *Phycologia*, 6 (1), 62—66
- 田沢伸雄 (1970): 利尻・礼文両島におけるコンブ凶漁についての一考察 北水試月報 27 (2) 2—10
- 鳥居茂樹・三本菅善昭・阿部英治・船野 隆・石川政雄・工藤敬司・佐々木 茂・垣内政宏・金子 孝 (1972): コンブの現存量推定法および群落構造解析法に関する二、三の知見 本誌 (14) 31—44
- 築田 満・米田義昭 (1976a): 噴火湾における粒状有機物質の鉛垂分布と周年変化 北大水産彙報 27(3・4) 152—159
- 築田 満・米田義昭・深瀬 茂 (1976b): 噴火湾における無機リンの周年変化とその変化に影響を与える要因 同上 同上 160—171
- 柳田克彦・垣内政宏・辻 寧昭 (1971): オホーツク海沿岸紋別付近におけるリシリコンブ *Laminaria japonica* var. *ochotensis* (MIYABE) OKAM. の生態学的研究 本誌 (13) 1—18
- YENDO, K. (1911): The development of *Costaria*, *Undaria*, and *Laminaria*. *Ann. Bot.*, 25, 691—715
- 遠藤吉三郎 (1911): 海産植物学 東京

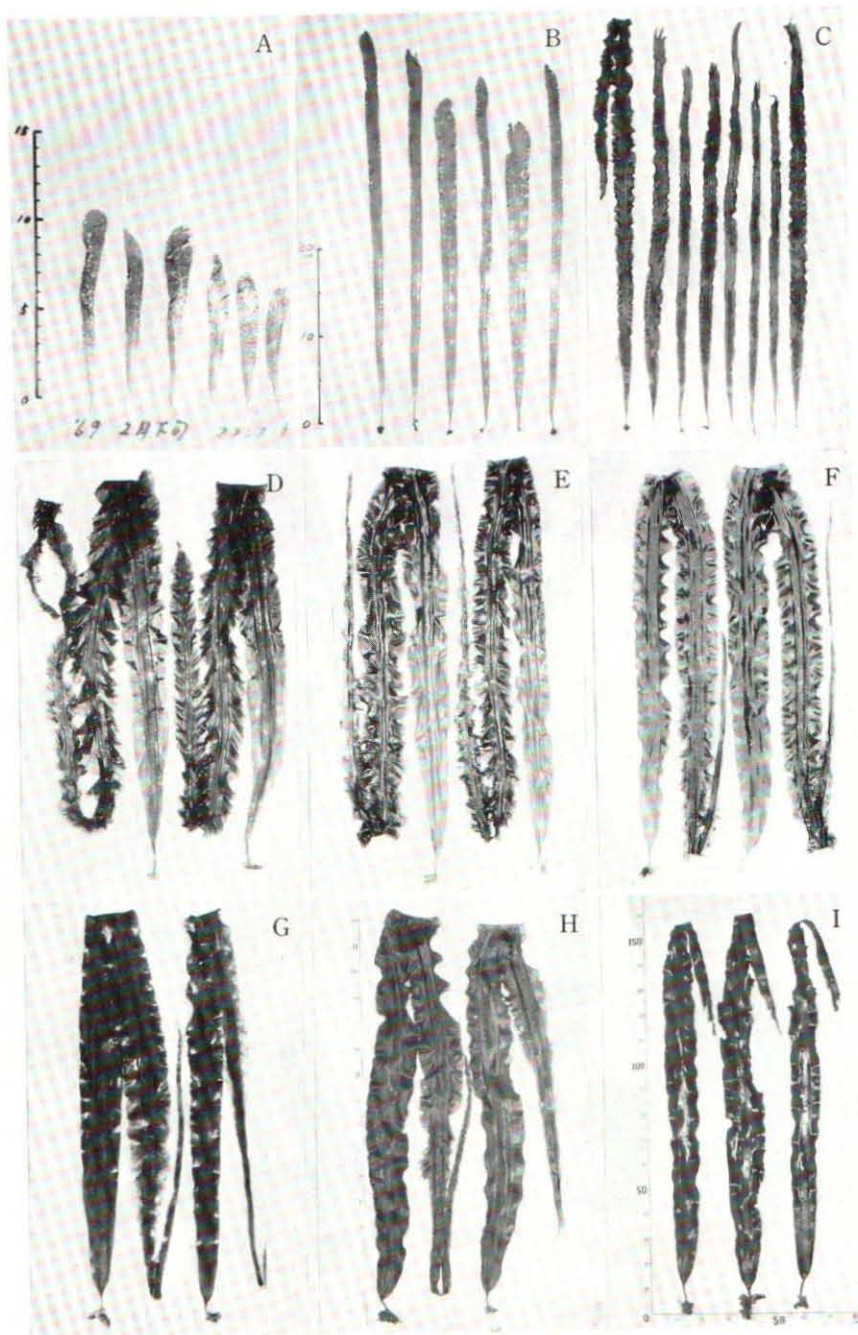


Plate 1. Growth of 1-year-old *L. japonica* attaching on the blocks at Kita-Kogane between February and November of 1969.

A, February; B, March; C, April; D, May; E, June; F, July; G, August; H, September; I, November. The ruler of D-H is the same as that of I.

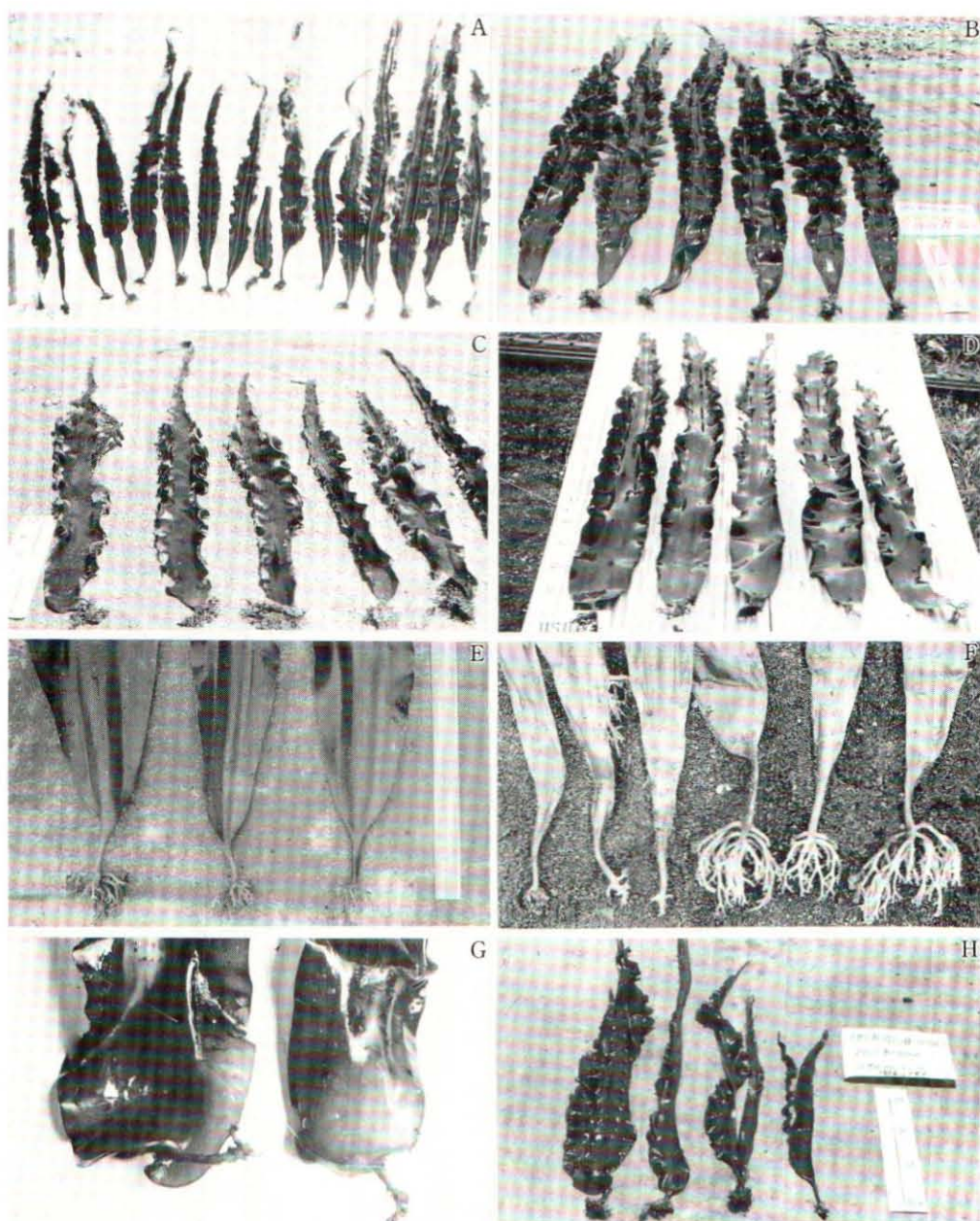


Plate 2. Second-year-old *L. japonica* at Kita-Kogane, 1-year-old plants at Usu, 1-year-old plants with undeveloped haptera, and injured plants.

A-C and H. Second-year-old plants: A, February 1965; B, May; C, August; H, injured ones in May. D-E. Plants at Usu: D, round type in blade base; E, wedge type. F. Plants with undeveloped haptera: three in left, abnormal holdfast; three in right, normal holdfast with well developed haptera. G. First-year-old injured plants: blade base injured.

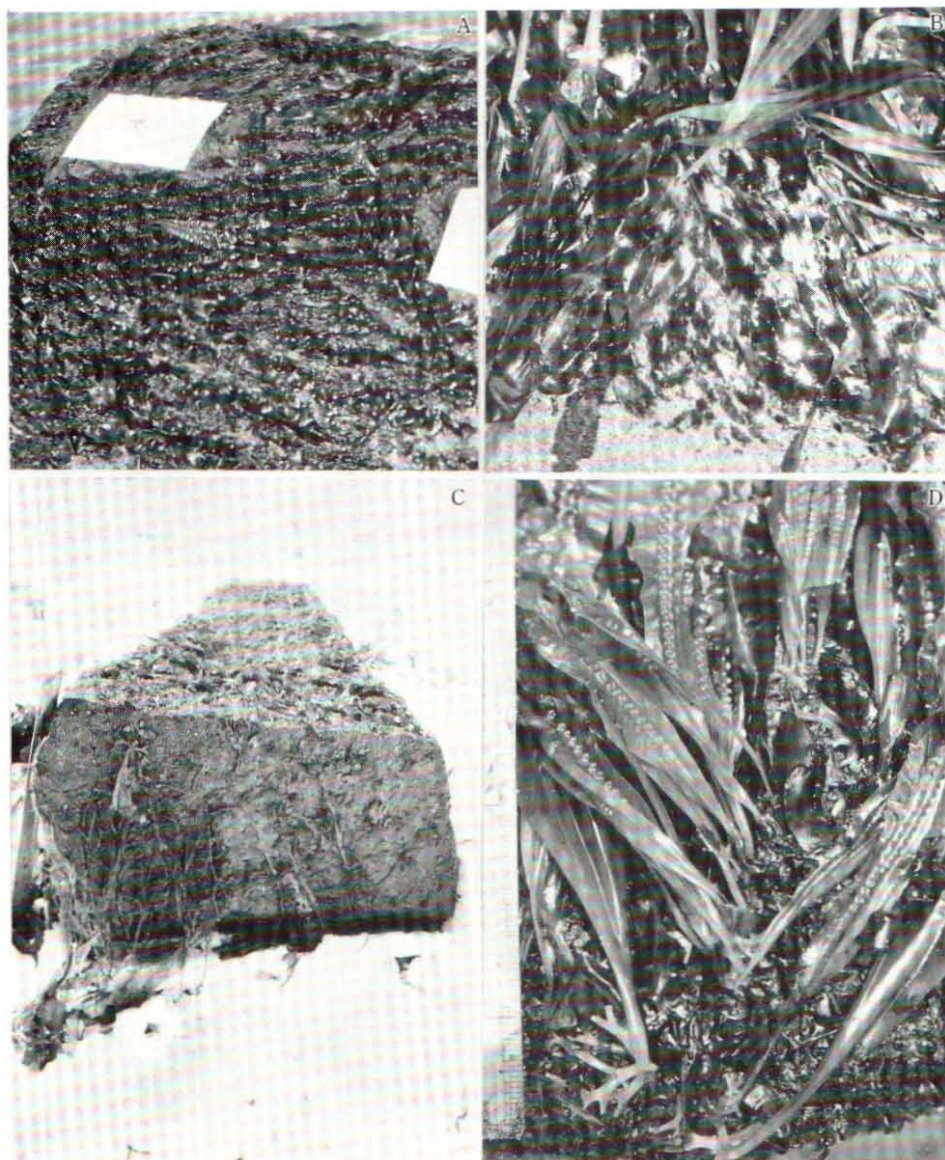


Plate 3-A & B. Production of the embryonal plants of *L. japonica* on the different parts of two 9×8 blocks, at Kita-Kogane in 1964 and 1969.

Plate 3-C & D. Cut stones and laminarians at Ponusu-hana in 1963.

A. Plants on the outer side (reclining posture) of a erect block in early March of 1964. B Embryonal plants (<1cm) at the marginal portion of large ones (>1m) in late April of 1969. C. A cut stone and small embryonal laminarians in late January. D. Young juvenile laminarians and embryonal ones in March.

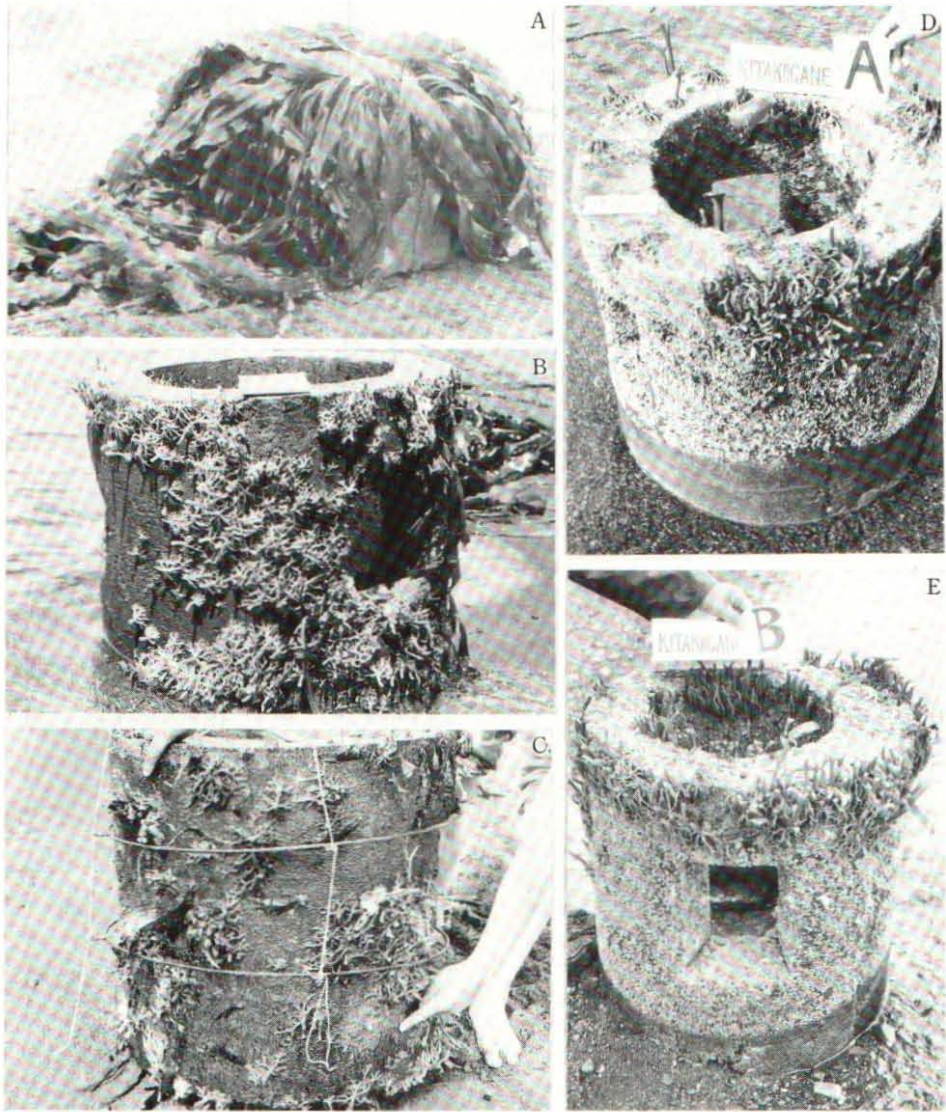


Plate 4. Laminarians and their attaching parts of some 1-year-old blocks, at Kita-Kogane in July and August of 1964.

A. The erect 6×6 block covered with laminarians. B. The reclining 9×8 block after cutting blades. C. The reclining 6×6 block with lower density of laminarians. D. The erect 6×6 block with lower density of laminarians. E. The erect 6×6 block with higher density of laminarians. Figs. B and C, in July; the others, in August. The dark part of the block bottom, without organisms in Figs. D and E, is in sand.

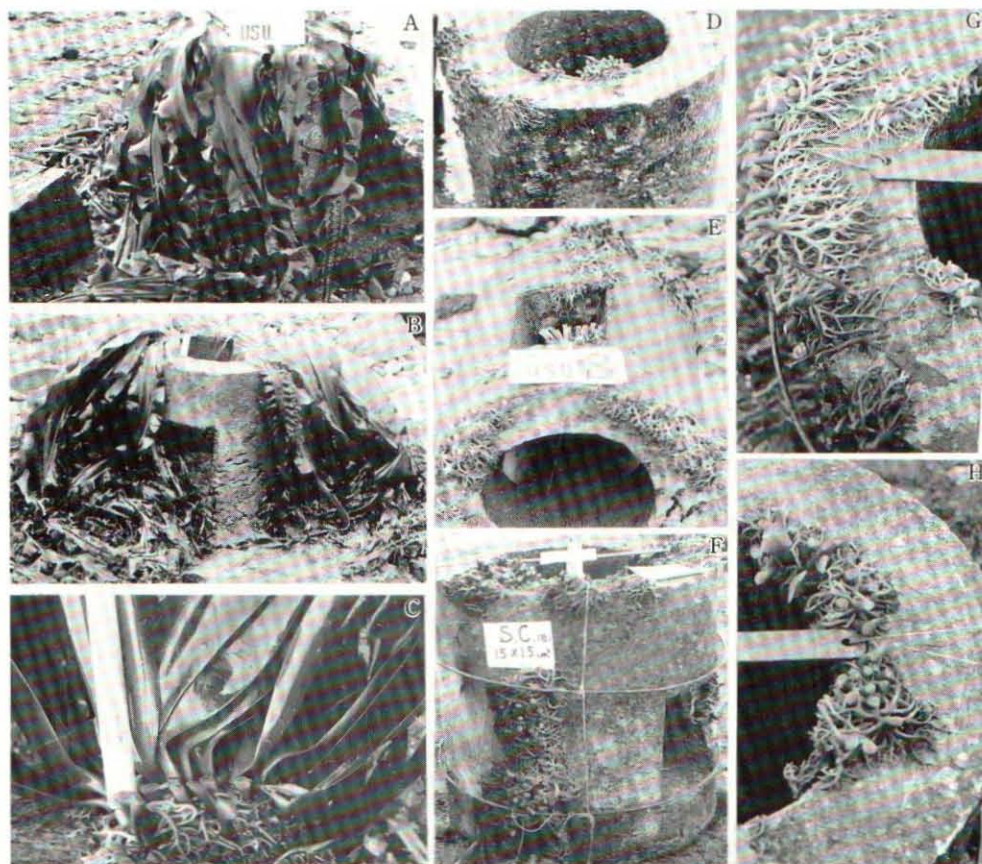


Plate 5. Laminarians and their attaching parts of some 1-year-old 6×6 blocks, at Toshi-raru in July of 1964-1966.

A. The erect block covered with laminarians, 1966. B. The erect block covered with laminarians at the two parts of its mouth, 1964. C. The laminarian growing part of the same block in Fig. B. D. The erect block with low density of laminarians, 1965. E. The reclining block with comparatively high density of laminarians, 1965. F. The reclining block, in erect posture, showing the dispersion of laminarian attaching parts, 1964. G. Laminarians at the outer edge of a block mouth, 1964. H. Laminarians at the inner edge of block mouth, the opposite side shown in Fig. G.

雌雄同体のエゾバフンウニ

田嶋健一郎・富田恭司

礼文島と稚内市宗谷で雌雄同体のエゾバフンウニを1個体ずつ採集することができ、これらについて組織学的観察を行った。これらは2個体とも1個の生殖巣に雌性部分と雄性部分とが混在するが、前者が大半を占め後者をとりかこんでいた。礼文島で採集された個体の生殖巣は雌性部分、雄性部分とも成熟後期であったが、宗谷で採集された個体の雌性部分は回復期、雄性部分は成熟前期であった。これらは礼文島で1,069個体のうち1個体、宗谷で283個体のうち1個体見出された。

A 97 北水試報 22 1-5 1980

リシリコンブの成熟と胞子体発芽数の周年変動及び日周変動

新原義昭・名畑進一・松谷実・武井文雄

リシリコンブの生産量は年変動・地域変動が大きいので、その生産変動を解明する一環として、生産主群の由来を知るために利尻島御崎で子のう斑の形成、採集器を用いて発芽数の周年変動および日周変動を調査した。その結果、浅所に生育する胞子体はほとんど1年中、子のう斑を有すること、遊走子等の着生、発芽に秋から初冬と春との2群があること、日周期性についてみると遊走子は夜間に放出される傾向がある、等が明らかになった。

A 98 北水試報 22 7-16 1980

噴火湾沿岸伊達市におけるマコンブの生態、およびコンクリートブロック、割石によるコンブ礁造成 第I報 マコンブの生態

船野 隆

マコンブの生態と個体群の量的変動に関わる要因を明らかにし、コンクリートブロック、割石によるコンブ礁の有効な造成方法を見出すために、1962—1970年まで伊達市北黄金、舟岡、長和、有珠（ボンウスハナ、トシラル、沖合の養殖施設）において実験研究をおこなった。第I報では胞子体の生育段階に、用語を改ためて適用し、これらに応じて出現期調査地、年度、基材の異なる個体群の生長と成熟、出現、減耗、補充、密度、現存量、着生面積、競合海藻について明らかにした。さらに資源量の変動要因を、生育段階に応じて個体群内とそれを取巻く環境に分けて考察した。

A 99 北水試報 22 17-77 1980

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 (Yoichi, Hokkaido, Japan)
北海道立中央水産試験場有珠分場 (Usu Branch, Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)	059-01 伊達市有珠町 (Usu, Date, Hokkaido, Japan)
北海道立函館水産試験場 (Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)	042 函館市湯ノ川 1-2 (Yunokawa, Hakodate, Hokkaido, Japan)
北海道立函館水産試験場室蘭分場 (Muroran Branch, Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)	051 室蘭市舟見町 1-10 (Funamicho, Muroran, Hokkaido, Japan)
北海道立釧路水産試験場 (Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station)	085 釧路市浜町 2-6 (Hamacho, Kushiro, Hokkaido, Japan)
北海道立網走水産試験場 (Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)	099-31 網走市鱚浦 31 (Masuura, Abashiri, Hokkaido, Japan)
北海道立網走水産試験場紋別分場 (Monbetsu Branch, Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)	094 紋別市港町 5 (Minatomachi, Monbetsu, Hokkaido, Japan)
北海道立網走水産試験場サロマ分場 (Saroma Branch, Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)	093-02 常呂郡常呂町栄浦 (Sakaeura, Tokoro, Hokkaido, 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, Japan)
北海道立栽培漁業総合センター (Hokkaido Institute of Mariculture)	041-14 茅部郡鹿部村 (Shikabe, Hokkaido, Japan)

昭和55年 3 月25日印刷

昭和55年 3 月31日発行

編集兼
発行者 北海道立中央水産試験場
北海道余市郡余市町

印刷者 石 川 正

印刷所 三陽印刷株式会社
札幌市西区手稲東3北2丁目