

ミツイシコンブの子嚢斑形成¹⁾

川 嶋 昭 二

北海道立網走水産試験場 (099-31 北海道網走市鱒浦 31)

KAWASHIMA, S. 1983. Sporangial sorus formation of *Laminaria angustata* KJELLMAN. Jap. J. Phycol. 31: 208-216.

The occurrence and subsequent development of sporangial sori of *Laminaria angustata* collected from Erimo and some other points of Hidaka Province, Hokkaido, were studied.

The sori were recognized on the first year blades from August to April of the next year, and on the renewed second year blades from June to December. They were formed first on under surface of the blades, the median fascia on that surface being projected, but from two or three months after formed on upper surface, too.

The sori on each surface extended their outlines successively in a fixed mode with their development, representing very distinctive features. Consequently, they were divided into three types on the under surface and into seven on the upper one. Development of the sori on the upper surface showed a tendency to accelerate on the blades bearing the superior sorus type on the under surface.

Key Index Words: blade surface forming sorus; combination of sorus type; *Laminaria angustata*; sporangial sorus; sorus formation period; sorus type.

Shoji Kawashima, Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station, Masu-ura 31, Abashiri, Hokkaido 099-31, Japan.

ミツイシコンブを新種 *Laminaria angustata* とした KJELLMAN (in KJELLMAN och PETERSEN 1885) はその原記載中で遊走子嚢斑 (以下単に子嚢斑と称する) について「葉状部の一面にのみ、縁辺に沿って断続した細帯状に形成する」と述べている。しかしこの子嚢斑の形成面について、その後のわが国の多くの研究者による記述は必ずしも KJELLMAN のそれと一致せず、また斑紋の形や形成の様子などの記録にも混乱が認められる (川嶋 1979)。

著者はミツイシコンブの子嚢斑を季節を追って調査し、その出現時期、形成面、斑紋形成の特徴などをほぼ明らかにし、既往の二、三の知見とも比較検討したのでここにその結果を報告する。

材料と方法

この報告に用いたミツイシコンブは主として北海道日高支庁管内えりも町歌別の水深約 3 m の海底に設置されたコンクリート礁およびその附近の天然岩礁に

着生した葉体で、1977年5月から12月までは毎月1回、1978年は2月と4月に1回ずつ、計10回採集したものである。また1977年中に同支庁管内浦河町(2月)、様似町(4月、7月)および三石町(10月)の各漁場(いずれも水深約3m)から採集したものも用いた。さらに1977年11月から1983年2月までの間にえりも町と様似町で計5回にわたり漁業者により採取された流れコンブについても記録し参考とした。

上記の各材料のうち各地のコンクリート礁と天然岩礁から直接採集したものは年齢別に30-60本の範囲内で葉長、葉幅などの一般測定を行ったほか、子嚢斑についてはその形成面(うら、おもて面の別)、形成範囲(葉状部下端から斑紋の上限および下限までの距離)、斑紋の形(類型は後述)および葉面上の位置(中帯部、両縁部の区別)などを記録した。また流れコンブについては毎回50本を抽出し形成面と斑紋の形のみを記録した。

コンブの年齢については直接採集した葉体は事前に発芽期が調査されたものであったため1年目、2年目に明確に区別された。他方、流れコンブは11月から4

¹⁾ 黒木宗尚教授退官記念論文

月にかけてのもので新旧両葉を持つ再生葉体が多かったが、その年齢査定は困難であり、ここでは旧葉部は1年目、新葉部は2年目として扱った。したがって本論中では HASEGAWA (1962) の報告した3年目、または4年目葉体や佐々木ら (1973) の言う若2年目葉体は含まないものとする。

なお、以下の記述中に用いる葉状部の「うら面」とは遠藤 (1910, 1911) の規定した中帯部のふくらんだ側、「おもて面」とはくぼんだ側を指す。また「片面」と呼ぶ場合はすべてうら面を指すように統一した。

結 果

(1) 子嚢斑の形成時期と葉状部の各面への形成割合の季節的变化

1年目葉体には8月末に、片面にのみ子嚢斑を形成したものが16%出現し、10月中旬には66%に増加した。次いで11月初めに14%の葉体に両面形成が認められた。その後は片面形成の葉体は次第に減少し、反対に両面形成葉体の比率が高まって翌年4月下旬には92%に達した。また、いずれの面にも子嚢斑を形成しない葉体も8月末以後順次減少したが12月から2月の間に15~20%ほどは残っており、4月下旬に至ってなくなった (Fig. 1A)。

2年目葉体には5月中旬に全く子嚢斑が認められな

かったが、6月下旬に35%の葉体に片面形成が現れ、その後7~8月にほぼ55%に増加した。しかし9月中旬に両面形成葉体が6%出現してからは両者の比率は急速に逆転し、12月上旬には片面形成が3%、両面形成が97%になった。子嚢斑を全く形成しない葉体は8月末に45%も残っていたが、11月初めに至って全くなかった (Fig. 1B)。

(2) 子嚢斑の形成範囲と長さ

1年目、2年目葉体ごとに子嚢斑が葉状部のどの位置に、どれだけの長さで形成されたか、これらの季節的变化を Fig. 2 に示した。子嚢斑の長さは、それが連続するか否かにかかわらず斑紋の最下端から最上端までの距離とした。なお、1年目葉体は10月から再生期に入ったので葉長も新旧両葉部を区別して画いた (Fig. 2A)。

1年目葉体：うら面では8月下旬に基部から葉長の5分の1ほどの部分に長さ 28 cm (葉長の 11%) にわたって子嚢斑が形成されていた。この時期の葉体は末枯れ期に入って11月まで葉長は短くなったが、10月から始まった新葉部のつき出しによって1年目部分はその上部におし上げられながら翌年4月下旬まで末枯れを続けた。この間、子嚢斑の範囲は次第に上下に拡大し、2月には長さ 86 cm になった。しかし、この時すでにその上端は末枯れしていたので実際の子嚢斑の最大長は不明である。

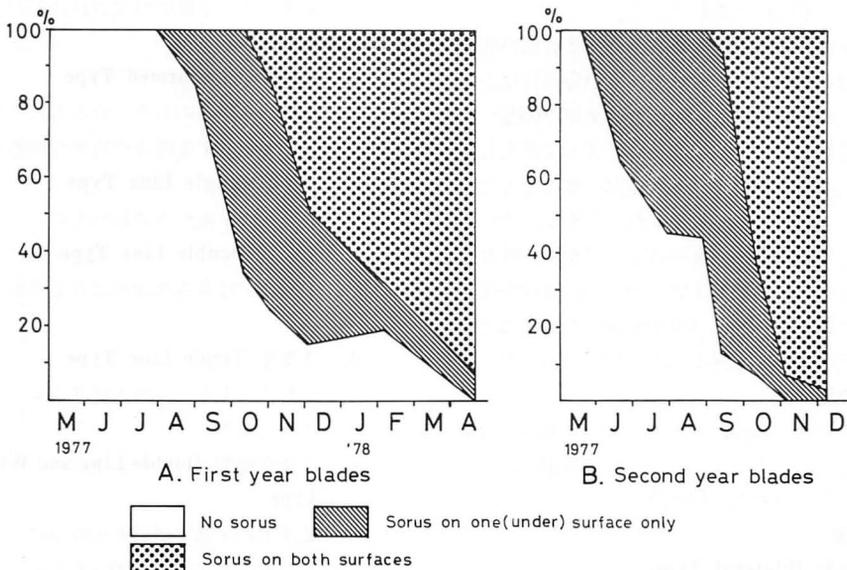


Fig. 1. Seasonal change of the formation of sporangial sorus on each surface of the blades of *Laminaria angustata*.

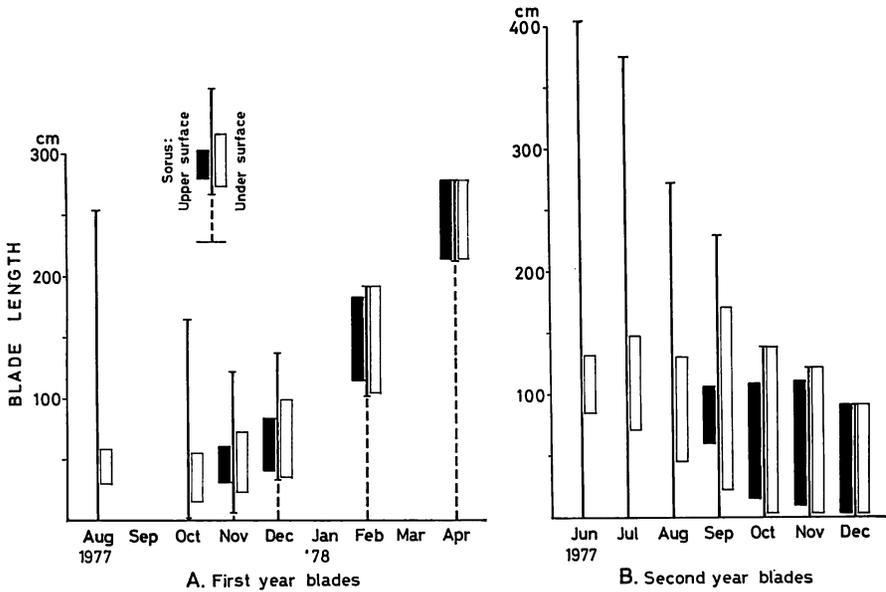


Fig. 2. Seasonal change of the blade length and relationship between the positions of the sporangial sorus formed on upper and under surfaces of the blades. Broken lines in A show the renewed blade length.

おもて面の子嚢斑は常にうら面のそれより短く、うら面の形成範囲内のやや下寄りの位置を占めていた。両面の子嚢斑ともに末枯れ部分にかかっていない12月のおもて面の斑長は、うら面のその68%であった。

2年目葉体：子嚢斑が形成されているのは葉長が最大に達した後の末枯れの期間である。

うら面の6月下旬における形成部分は葉状部の基部から葉長の約4分の1ほどの所で、その後斑紋は上下に向って拡大し、9月には148cm（葉長の65%）に達した。10月以後その上端は末枯れによって流失しているが、下端はほとんど葉状部の基部にまで達しており、子嚢斑がこの頃に良く成熟したことを示している。

おもて面での子嚢斑形成範囲は1年目葉体の場合と同様にうら面のそのやや下寄りを占め、斑紋が完全に残っていた11月で長さは101cmあった。またその下端が葉状部の基部まで達したのは12月であった。

(3) 子嚢斑の型

子嚢斑の斑紋はうら面、おもて面ごとに非常に特徴的な形として現れ、次のようにうら面で3型、おもて面で7型に類型化された (Fig. 3)。

I. うら面

A. 両縁型 Bilateral Type

中帯部を除き、両縁部に各1条、幅広い帯状に形成されたもの。

B. 両縁全幅型 Bilateral and Whole Width Type

両縁型の下部で斑紋が中帯部にも形成され、全幅を被ったもの。

C. 全幅型 Whole Width Type

斑紋全体が全幅に形成されたもの。

II. おもて面

a. 未形成型 Unformed Type

斑紋が未形成のもの（ただし、うら面に必ず子嚢斑を有する場合の特別な類型）。

b. 1条型 Single Line Type

中帯部に1条形成されたもの。

c. 2条型 Double Line Type

中帯部をはさみ両縁部に各1条形成されたもの。

d. 3条型 Triple Line Type

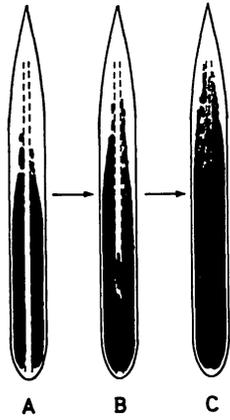
中帯部に1条、両縁部に各1条、計3条形成されたもの。

e. 2条全幅型 Double Line and Whole Width Type

2条型の下部で斑紋が中帯部にも形成され、互に融合して全幅を被ったもの。

f. 3条全幅型 Triple Line and Whole Width Type

I. UNDER SURFACE



II. UPPER SURFACE

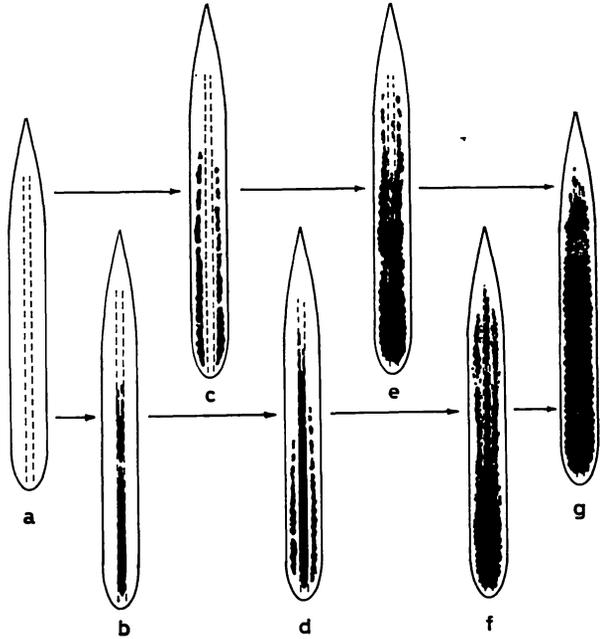


Fig. 3. Diagrammatic representation of the sporangial sorus types and their developmental processes in *Laminaria angustata*. I. UNDER SURFACE. A. Bilateral Type; B. Bilateral and Whole Width Type; C. Whole Width Type; II. UPPER SURFACE. a. Unformed Type; b. Single Line Type; c. Double Line Type; d. Triple Line Type; e. Double Line and Whole Width Type; f. Triple Line and Whole Width Type; g. Whole Width Type.

3条型の下部で各斑紋の間にも斑紋が形成され、互に融合して全幅を被ったもの。

g. 全幅型 Whole Width Type

斑紋全体が全幅に形成されたもの。

(4) 各斑紋型の形成順序と特徴

葉状部のうら面とおもて面での斑紋形成には Fig. 3 に矢印で示したようにそれぞれ一定の順序が認められた。

うら面：斑紋の形成は両縁型から始まる。その始源は中帯部に沿った両縁部に幅のせまい不規則な線状や断続した大小の点として現れるが次第に明らかな直線状の輪郭をもった幅広い帯状に発達し、遂には中帯部と両縁辺 2~3 mm ほどの極くわずかな部分を除く全面を被うようになる。そして斑紋が葉状部の基部まで広がり完成するとその下端は縁辺に沿った鮮明な曲線状を呈する (Fig. 4A)。

両縁型はやがて両縁全幅型に移行する。すなわち下部の方から両側の斑紋同志の接触、融合が起こり、その部分は結果として斑紋が全幅にわたって形成される (Fig. 4B)。この場合、両者が中帯部内にせり出して

接触、融合することもあるが、これとは別に全く新しい小斑が中帯部の各所に現れ、それらが拡大し両側の旧斑とのつなぎの役割りを演ずることもある。融合は順次に下部から上部に向って進むので両縁全幅型の期間は比較的長く、上端に達して全幅型となる。すなわち両縁全幅型は両縁型と全幅型をつなぐ移行型である。

おもて面：おもて面にはすでに述べたようにうら面への子嚢斑形成後も暫くは斑紋が現れない。ここではこのような状態を特別に未形成型と呼んだ。

未形成型の葉面に最初に現れる子嚢斑は1条型または2条型であるが、そのいずれがより早いかわきの調査では明らかにできなかった。しかし形成状況から見ると両者はほとんど同時期に生ずるように思われる。1条型も2条型も最初は小斑の連なりとして現れるが、前者はほぼ中帯部の幅に沿ったリボン状になり (Fig. 4C)、後者は両縁部上で不規則な形の線状、帯状を呈して、互の間には形成位置だけでなくその形状に著しい差異が認められる。

3条型は必ず1条型から生じ、2条型から生ずるものは発見されなかった。1条型の両側に新しく生ずる

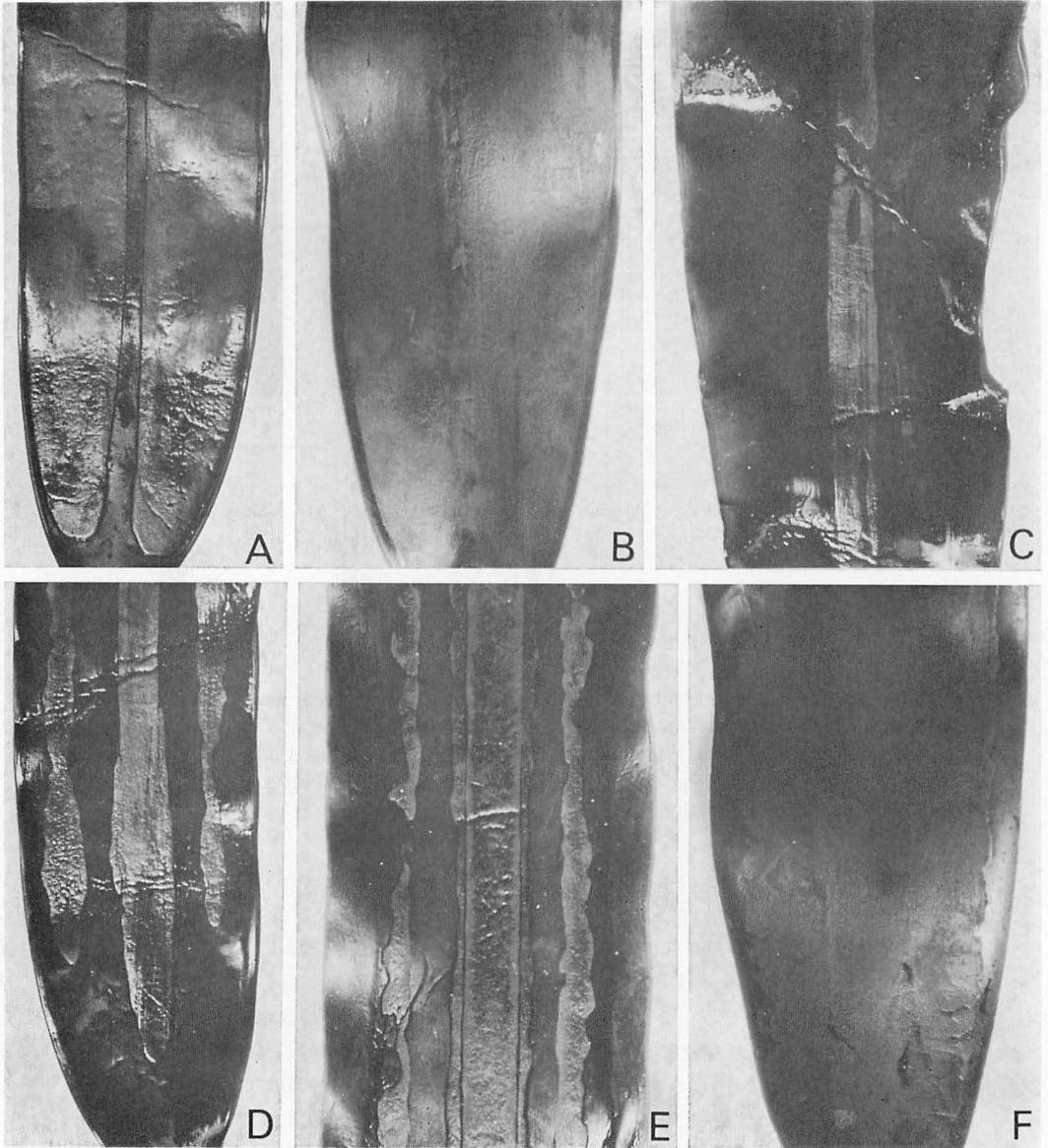


Fig. 4. Detail of five types of the sporangial sorus. A. Bilateral Type; B. Whole Width Type; (A and B are of the under surface.) C. Single Line Type; D-E. Triple Line Type; F. Basal portion of Double Line and Whole Width Type; (C-F are of the upper surface.) A and D, as well as B and F, are shown the opposite locations each other of the same blade.

2条の斑紋は葉状部の基部に近い部分に小斑となって現れ上下に伸長するが、2月末頃の良く発達した時期でもその長さは中央の1条の3分の2くらいにしかない。また、その斑紋は2条型と同様に不規則な形を呈する (Fig. 4 D, E)。

2(3)条型から2(3)条全幅型を経て全幅型に達した葉体は3、4月頃の流れコブの旧葉上に見られ

るだけで、うら面の全幅型の出現よりはかなり少ない。3条型が3条全幅型に移行する前に中帯部上の斑紋の両側に接して細線状の新しい斑紋が生ずるが、これは他には見られない特徴である (Fig. 4E)。また、1条型が3条型を経ずに全幅型に発達することはないようである。

おもて面の斑紋の共通的特徴は中帯部の1条が直線

的なりボン状であるのに対し、両縁部に生ずる斑紋はすべて不整形で輪郭が凹凸を呈することである (Fig. 4D, E, F)。このことはまた、うら面のそれが常に直線的であることも著しく対照的な性質である (c. f. Fig. 4A, B)。

(5) 斑紋型の季節的出現傾向

うら、おもて両面における各斑紋型の季節的出現傾向をえりも町歌別から得られた着生コンブにより各葉面別、年齢別に整理し Figs. 5~7 に示した。

うら面: Fig. 5 に示したように1年目葉体では各月とも両縁型が主体を占め、両縁全幅型は10月から見られたが、11月から2月まで約30%を限度に出現したに過ぎなかった。また、全幅型まで発達したものはなかった。

2年目葉体でも6月から10月までの5か月間は両縁型が多かった。両縁全幅型は8月から出現したが10月までは30%未満に止まった。しかし11月になって75%に急増し、さらに全幅型に進んだものも12%あった。12月には全幅型は32%まで増加した。その後の資料は得られなかったが、このような推移から見ておそらく最後には両縁型はほとんどなくなったものと推測される。

おもて面: Fig. 6 と Fig. 7 にはそれぞれうら面に両縁型または両縁全幅型をもつ葉体の、おもて面における斑紋型の季節的变化を示した。

うら面が両縁型の葉体 (Fig. 6) は1, 2年目ともにほぼ同様の傾向が見られ、いずれも未形成型100%が3か月ほど続いた後に1条型と2条型が同時に現れた。3条型の形成はこれよりさらに1か月ほど遅く、

1年目で12月から、2年目で10月から始まった。これらの各斑紋は未形成型の減少に伴ってその後月ごとに多くなったが、全体として3条型は1年目で30% (4月)、2年目で22% (12月) に止まり、1条型と2条型の占める割合が大きかった。

うら面が両縁全幅型に発達した葉体 (Fig. 7) は1年目、2年目とも初めの1か月ほど未形成型100%を保ったが、その後はいずれも急速に1条型、2条型が現れ、短期間に全葉体の両面に子嚢斑が形成されたことが判る。さらに3条型や2 (3) 条全幅型などの出現は、1年目では1月と3月の資料が欠けるので不確かであるけれども、少なくとも年を越してからと見られるのに対して、2年目では10月から始まっている。総体的におもて面の斑紋の発達速度はうら面が両縁型の葉体群よりも、両縁全幅型に進んだ葉体群の方がより促進される傾向が現れていた。

最後に、うら面が全幅型になった2年目葉体では11月、12月ともにおもて面はすべて2 (3) 条全幅型を示した。

考 察

(1) 子嚢斑の形成期

HASEGAWA (1962) は三石町の平磯地帯のミツイシコンブの子嚢斑形成期について、1年目葉体は10月初旬から翌年3月末まで、2年目葉体は7月から翌年2月まで、また3年目葉体では6月から翌年1月までと報告している。

著者の調査したえりも町歌別の1年目葉体では8月

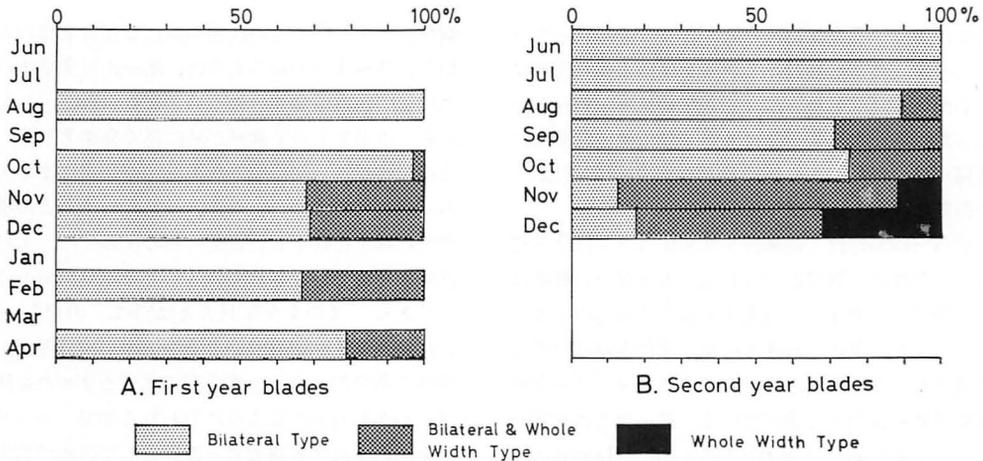


Fig. 5. Seasonal appearance of the sporangial sorus types on under surface of the blades.

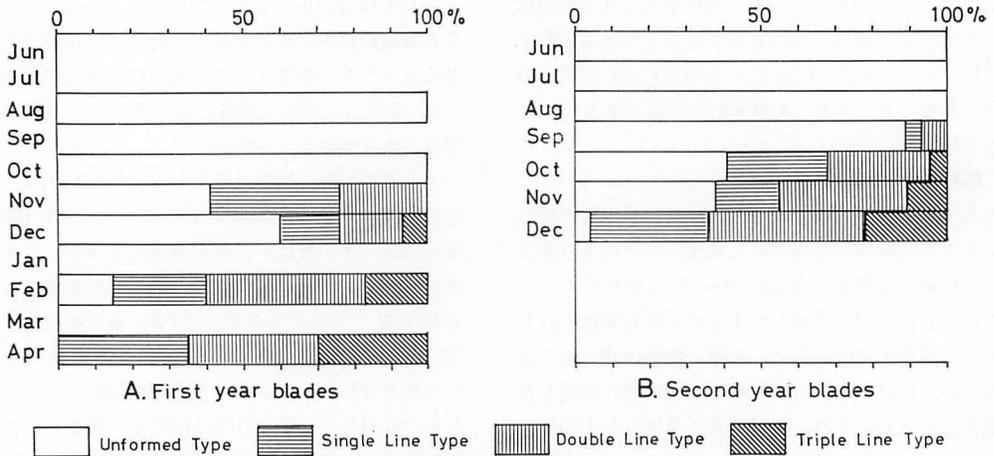


Fig. 6. Seasonal appearance of the sporangial sorus types on upper surface of the blades bearing the sorus of Bilateral Type on under surface.

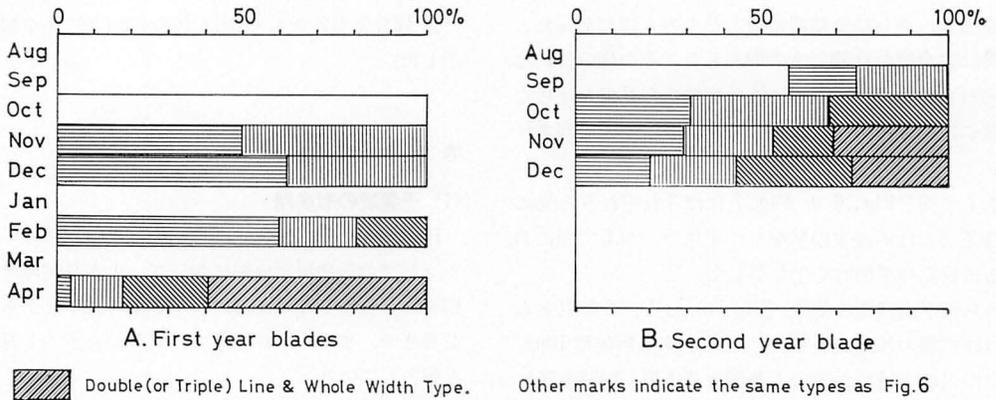


Fig. 7. Seasonal appearance of the sporangial sorus types on upper surface of the blades bearing the sorus of Bilateral and Whole Width Type on under surface.

下旬に15%に子嚢斑が認められ翌年4月まで残っていた。この間、葉体は10月から再生を始め1年目部分は新生した2年目部分の先端にあって次第に末枯れし短くなった。また2年目葉体は6月下旬にすでに35%に子嚢斑が形成されており、12月上旬まで確認したが、その終期は調査できなかった。

中村ら (1955) は「従来、ミツイシコンブは7月初旬頃から葉体に子嚢斑ができ初め、8~9月に最高に達し、10月下旬頃までに遊走子を放出するものと考えられていたが、既に3~4月の候、葉体先端部附近に子嚢斑をもったものがあり、このようなコンブが各地で多数認められた」と述べている。彼らはこの記述の中でコンブの年齢には触れていないが、HASEGAWA (l.c.) や著者の結果から判断すると、7月初旬頃に子

嚢斑を形成し始めるのは明らかに2年目葉体のことを指し、3~4月の候のものは、第一に再生葉体の頂部に残っている旧葉部分のものが考えられる。しかしながらこの旧葉上の子嚢斑が特に良く発達すると、時々その下端が再生部の境界を越えて新葉部にまで入りこみ、次第に拡大していることがあるので、この季節にすでに再生を終了した新葉のみの葉体では、その先端部に子嚢斑が形成されていることは充分に有り得ることである。このような見方とは別に、中村ら (l.c.) の指摘した子嚢斑形成期と葉面上の形成位置は、その葉体の発芽期または子嚢斑形成に至るまでの生活とも深いかかわりがあるように思われるので、コンブの生活を明らかにする研究の一課題として改めて取り上げる必要がある。

ミツイシコンブは他のコンブと同様に年齢によって子嚢斑形成期がやや異なり、齢期の高いものほどその始期、終期とも早い。すなわち上に述べたことから、まず2(3)年目葉体には6~7月頃から、次いで1年目葉体には8~10月頃から形成されて、いずれの年齢でも斑紋が認められるようになるが、3月以降は原則として再生中の葉体の旧葉部にしか見られないと言うことができる。そしてこれらの形成期間はいずれも9か月前後の長期に及ぶ。また冬期間、葉状部の先端に子嚢斑が形成されていても、その多くはやがて末枯れによって流失し、形成期間は短いものと考えられる。

(2) 子嚢斑の形成面

本種の子嚢斑の形成面に関する既往の報告は、まず片面とするものはKJELLMAN (l. c.)のほかKANDA (1941), NAGAI (1941), 山田・木下 (1949) があり、片面のほか、時々または稀れに両面とするものに宮部 (1902), 遠藤 (1910, 1911), 岡村 (1916), OKAMURA and UYEDA (1925), 川嶋 (1965, 1972) が、そして両面とするものに岡村 (1902), 佐々木ら (1973) などがある。

しかしこのことについて著者は Fig. 1 に示したように1年目、2年目いずれの葉体も必ずうら面から形成が始まり、ある期間を経て順次におもて面にも形成され、遂には両面形成が圧倒的多数を占めることを明らかにした。また特定の生育地や流れコンブで観察すると全葉体が両面形成に達する場合もある。

KJELLMAN (l. c.) が記載した標本の採取時期や場所は其の記述からは特定できないが、これらは函館で J. WILSON¹⁾ から贈られたもので、輸出用集荷品の中で特に良く保存された品であったという。そしてそれらの多くのものに子嚢斑が形成されていたことから、彼はこのコンブは多分収穫の後期に採られたものらしいと記している。また産地として十勝 (Tokatsu), 様似 (Shamani) および浦河 (Uragiva) をあげているが、明治中期における日高地方の採取期は、通例夏の土用入り後1週間以内に始まり、その後数日または十数日以内に最も多量に採取した (和田・野沢 1892) ことから推定すれば KJELLMAN の記載した標本はおそらく7月下旬からおそくとも8月下旬までの候のもの

であったと考えられる。

著者の歌別での調査によれば収穫の対象となる2年目葉体は8月末まで子嚢斑はうら面形成のみに限られ、1年目葉体でも両面形成に入るのは10月以降であるから、KJELLMAN の観察した標本の採取期が上述の時期とすれば子嚢斑は当然うら面にのみ形成されていたと考えることができる。

しかし一方、遠藤 (1910) は静内郡捫別村 (現静内町東静内) と井寒台 (浦河町) において7月下旬にすでに両面形成のコンブがあったことを述べている。彼の記録によりその比率を計算すると両地平均9%で高い割合とは言えないが、このことは子嚢斑の形成始期やその後の発達が年や場所などの生育環境の変動によって相当に遅速を生ずることを示している。多くの報告に見られる形成面に関する記述の違いはこのような観察時期や生育場所の相異なるなどの事情によるほか、観察の頻度にも起因するのではないかと思われる。

(3) 子嚢斑の型

KJELLMAN (l. c.) は子嚢斑について「中帯部よりも縁辺に近い部分に広がり、断続した帯状に形成され、連なる斑紋は時に小さく、また時に大きな面積を占める」と述べている。また宮部 (1902), 遠藤 (1903) ら多くの日本人研究者も中帯部を除く両縁部に帯状に生ずると述べ、かつ縁辺のごくせまい部分には決して生じないことを特徴にあげている。このことは著者の提案した類型にあてはめるならば、うら面の両縁型を指すものであるが、さらに岡村 (1916), KANDA (1941), 佐々木ら (1973) はこの型はやがて両縁全幅型や全幅型になることを認めている。他方、おもて面の斑紋については宮部 (l. c.) が初めて1条型があることを記載し、川嶋 (1972) は1条型と2条型について、また佐々木ら (l. c.) は1条型は3条型になることを述べている。しかしこれらはいずれも断片的な観察記録である。

斑紋型について上に掲げた既往の報告以外に今日まで最も詳細な記録を残したのは遠藤 (1910) である。彼は著者の提案した型に従えば本種はうら面の両縁型に対し、おもて面には未形成型、1条型、2条型および3条型の4型があることを認め、しかも7月と10月におけるそれぞれの型の出現数を示している。すなわち7月の斑紋はうら面の両縁型に対し、おもて面は未形成型、1条型および2条型の3型だけであったが、10月には3条型が加わり、かつ未形成型の比率が減少して1, 2および3条型が増加したことがうかがわれる。このことは著者の示した各斑紋型の季節的出現状

1) John Andrew WILSON 英国人、1866年(慶応2年)頃、上海より来函し貿易商ハウル社に入社。1902年(明治35年)頃まで硫黄、昆布を輸出し、砂糖、石油を輸入する事業に従事。1916年(大正5年)函館で死去、74歳。(函館市立図書館、千代肇氏私信による)

況と多少のずれはあるものの傾向としては同一の結果と見られる。

著者は今回、これらの斑紋型をさらに詳細に観察し、うら面の3型に対しても面を7型に類形化し、これらの型の発達の経路についても明らかにした。さらにこれらの季節的な出現傾向を調査し、特に先行して出現するうら面の斑紋の発達に応じておもて面に現れる型の組み合わせと各型の比率の変化について検討を加えた。その結果、うら面では1年目葉体が両縁型から両縁全幅型までしか発達しなかったのにくらべて2年目葉体ではさらに全幅型にまで進んだものが32%に達した。またおもて面では暫時、未形成型を保った後に1条型と2条型が現れるが、1条型はやがて3条型に移行し、2条型とは別の経路を経てそれぞれが全幅型に移行することが明らかにされた。しかし、おもて面で完全に全幅型に発達した葉体は春先頃の流れコンブだけで見られたことから、多くの着生葉体はそれまでに枯れたり流失するのではないかと考えられる。またおもて面への季節的な出現傾向はうら面の斑紋型の発達に対応してその進行が加速されると言え、コンブの年齢による違いはむしろ少ない。

うら面の両縁型とおもて面の2条型は共に葉面の縁辺部に形成される点では似ているが、前者の斑紋がより幅広く、その輪郭が葉の縁に沿った非常にきれいな直線を描くのに対し、後者では複雑な凹凸状の輪郭をもった斑紋となる点で著しく異なっている。また、このことは両面における全幅型についても同様に認められる性質である。

この調査には北海道日高東部地区水産技術普及指導所の元所長坂本富蔵氏、現所長岩岸清志氏、えりも町水産課三戸 充氏らの協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表す。

引用文献

- 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.
- KANDA, T. 1941. On the Gametophytes of Some Japanese Species of Laminariales IV. Sci. Pap. Inst. Alg. Res., Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ. II (2) : 293-299.
- 川嶋昭二 1965. 釧路・根室地方のコンブ (1). 釧路市立郷土博物館々報 (157-158) : 98-97.
- 川嶋昭二 1972. 釧路の海藻, p. 223-322. 釧路叢書 13, 釧路のさかなと漁業. 釧路市.
- 川嶋昭二 1979. ミツシコンブとナガコンブの子嚢斑について. 日本藻類学会第3回春期大会講演要旨, 藻類 27 : 54.
- KJELLMAN, F. R. och PETERSEN, J. V. 1885. Om Japans Laminariaceer, Stockholm.
- 宮部金吾 1902. 分類, p. 18-60. 北海道水産調査報告, 巻之三, 昆布採取業. 北海道庁殖民部水産課.
- NAGAI, M. 1941. Marine Algae of the Kurile Islands II. Jour. Fac. Agr., Hokkaido Imp. Univ. 46 : 1-137.
- 中村義輝・広部武男・工藤敬司 1955. 日高沿岸のコンブ礁調査報告. 北水試月報 12 : 13-19.
- 岡村金太郎 1902. 日本藻類名彙, 初版. 成美堂.
- 岡村金太郎 1916. 日本藻類名彙, 第二版. 成美堂.
- OKAMURA, K. and UYEDA, S. 1925. On *Laminaria angustata* Kjellm. and *L. longissima* Miyabe. Jour. Imp. Fish. Inst. 21 : 20-25.
- 佐々木茂・川嶋昭二・黒滝茂ほか 1973. 爆薬による岩礁爆破について, 第2報コンブ類の効果調査. 北水試月報 30 : 5-21.
- 和田健三・野沢俊次郎 1892. 北海道水産予察調査報告. 北海道内務部水産課.
- 山田幸男・木下虎一郎 1949. 北海道海産動植物図譜, 海藻編, 第2輯. 北海道水産試験場.
- 遠藤吉三郎 1903. 日本有用海産植物. 博文館.
- 遠藤吉三郎 1910. 水産調査報文, 第四, 浦河支庁管内ニ於ケル有用海藻. 北海道庁.
- 遠藤吉三郎 1911. 海産植物学. 博文館.