

アマノリ糸状体の “Plantlet” について

右 田 清 治

Studies on ‘Plantlet’ of *Conchocelis*-phase
of *Porphyra*

Seiji MIGITA

Drew³⁾ has demonstrated that when carpospores of *Porphyra umbilicalis* (L.) Kütz. germinate on shell matrices, they penetrate into shell and give rise to *Conchocelis*-phase, described by Batters¹⁾ and Rosenvinge²⁾ under the name of *Conchocelis rosea*. Drew^{4~6)} presented further details of *Conchocelis*-phase and described the development of ‘fertile cell-rows’, but she did not find the liberation of spores from them.

Recently, many investigators have observed that spores are formed in ‘fertile cell-row’ of *Conchocelis*-phase and they germinate into *Porphyra* thalli. In addition to ‘fertile cell-rows’, Drew⁵⁾ has shown ‘plantlets’ developed in the intestices of shells and on the surface of shell flakes in the cultures, but no spore formed on them.

The present writer studied on the ‘plantlets’ of *Porphyra* these several years in the laboratory. Six species of *Porphyra* were studied; *P. suborbiculata* Kjellm., *P. tenera* Kjellm., *P. kuniedai* Kurogi (round type of *P. tenera*), *P. seriata* Kjellm., *P. yezoensis* Ueda *prox.* and *P. pseudolinearis* Ueda.

Schreiber’s, Drew’s and Provassoli’s solutions were used, for the cultures and usually they were changed every two weeks. The culture glass vessels were placed at 300-500 lux in light intensity. The temperature of the culture water was shown in Table 1.

The results of observation are summarized as follows:

1. ‘Plantlets’ have developed on the surface of the shell, and they have been found to be in connexion with ‘fertile cell-rows’ inside the shell.
2. Although the ‘plantlets’ are observed all species of *Porphyra* used in this study, they are well developed especially in stenohaline species, such as *P. suborbiculata*, *P. seriata* and *P. pseudolinearis*.
3. In *P. tenera*, *P. kuniedai* and *P. yezoensis prox.*, ‘plantlets’ have arisen on the shell after ‘fertile cellrows’ discharged spores.
4. The cells of these ‘plantlets’ are varied in diameter and length under the different culture conditions. Each cell of them contains a stellate plastid with a pyrenoid, but some narrow cells have no pyrenoid.
5. Asexual spores are liberated from the ‘plantlets’ during the autumn months and they have developed into leafy thalli of *Porphyra*.
6. The ‘plantlets’ did not develop directly to leafy thalli in the same culture in which Conchospores have given rise to them.

7. During the period of late autumn and winter, immature branches of 'plantlets' become narrow in size. Finally they grow to normal *Conchocelis*-filaments which are able to penetrate again into the shell.
8. It seems that the 'plantlet' and 'fertile cell-row' are essentially the same which is the Conchosporangium in *Conchocelis*-phase of *Porphyra*.

緒 言

アマノリの果胞子が貝殻などの石灰基質内に穿孔発芽して糸状体になることは多くの種類で知られている。この糸状体にはやがて BUFFERS¹⁾ が "inflation" と称し, ROSENVINGE²⁾ や DREW³⁻⁶⁾ が "fertile cell-row" と呼んだ肥大細胞や肥大細胞列よりなる殻胞子嚢 Conchosporangium が形成される。

しかし, DREW⁵⁾ はこの貝殻の内部に形成される "fertile cell-row" のほかに, 殻の外面に形成される所謂 "Plantlet" について詳細な観察結果を報告しているが, "Plantlet" より葉状体になる経過は観察していない。

一方, 本邦でもアサクサノリ糸状体の培養中に "Plantlet" 状のものを見た研究者もあるようだが, 報告は行なわれていない。ただ, 三浦・伊藤⁸⁾ が天然ノリ糸状体について "Plantlet" との関連を考察しているにすぎない。

筆者は1957年より1960年まで, 機会あるごとに培養中の糸状体について "Plantlet" の形成を観察してきたが, 特に1959年と1960に実験的に "Plantlet" の形成およびその帰趨を観察した。その結果を報告する。

材料及び方法

材料のアマノリ類は 有明海島原沿岸産のアサクサノマリ・マルバアサクサノリ・イチマツノリ, 佐世保湾産のマルバアマノリとスサビノリ? (生殖細胞の分裂型式はスサビノリに一致するが葉体の厚さが薄い), 島根県産のウップルイノリを用いた。

果胞子付けは3月より4月上旬にかけて行ない, 基質にはカキ殻を使用した。なお, 珪藻等の雑藻の着生を防止するため果胞子付けの際の原藻は濾過海水でよく洗ったが, 一部珪藻の多く付着した殻は5月中旬に雑藻を一度洗い落した。培養は一般の糸状体培養の照度より暗い300~500 luxの照度下で行なった。

培養液はおもに Schreiber 液を用い, 一部 Drew 液 や Provasoli の液を使用した。換水は約半月毎に行ない, 培養期間中に殻表面を損傷しないよう留意した。培養期間の水温は第1表に示した。"Plantlet" よりの胞子の放出は殻表面より "Plantlet" を剝離してガラス板を敷いた小シャーレに移して観察した。この際, もとの糸状体殻や剝離した "Plantlet" は培養海水の換水期間を1日~7日おきに変えたり, 50~1,500

Table 1. Mean temperature of the culture sea-water(°C).

Decade		First	Second	Last	
Month					
1960	Mar.	8.5	8.9	10.5	
	Apr.	9.7	13.3	16.0	
	May	17.5	20.2	21.6	
	June	21.4	22.3	26.7	
	July	27.6	28.5	29.1	
	Aug.	29.0	28.1	28.2	
	Sept.	26.0	23.5	24.3	
	Oct.	19.7	15.4	16.0	
	Nov.	14.8	11.5	10.7	
	Dec.	9.0	8.7	7.3	
	1961	Jan.	6.7	4.8	5.3
		Feb.	5.7	4.9	6.6

lux の範囲で培養照度を異にしたりして、胞子放出の有無を実験的に観察した。なお、白色蛍光灯 1,000~4,000 *lux* 下で通気培養も試みた。

観 察

“Plantlet” の形成 培養初期の 4~5 月ほどの種類の糸状体でも殻の内層を普通の糸状体の枝が穿孔生長するものが多く、5~6 月になり多くの殻胞子嚢 (“fertile cell-row”) の形成が見られるようになったが、そのころでも殻の外面上に胞子嚢状のものは観察されなかった。

その後、7 月上旬中旬になりマルバアマノリで殻内部の殻胞子嚢が表面に突出しているのが見られるようになった (Fig. 1. a, b)。これらの殻内部より外部に出た肥大枝は短期間によく分枝し (Fig. 1. c)、また時には表面を匍匐して假盤状にも見えるが、側面観では遊離した分枝を示す場合が多い (Fig. 1. d)。

これと同様のものはマルバアマノリのほかにイチマツノリ・ウップルイノリでも夏期に観察された。

これらは殻内部の胞子嚢枝より色が紅く、また水中より取出すと芥が付着したように見えるので肉眼で容易に識別することができる。

DREW⁵⁾ はこの殻表面に形成される胞子嚢類似のものを “Plantlet” と呼んでいる。

“Plantlet” の形成初期の枝は内部の殻胞子嚢より太いものが多く、マルバアマノリで 15~25 μ 、平均 18 μ 、ウップルイノリで 13.5~21 μ 、平均 17.5 μ 、イチマツノリでは 16~28 μ 、平均 20 μ の太さを示した。

色素体は星状で、内容が充実して中央に位置する場合と淡く細胞壁に偏在する場合がある。しかし、これらの細胞の中や長さ、色素体の形態、また Pyrenoid の有無などは培養条件や培養の時期によってかなり変化するように観察された。

また “Plantlet” の生長はおもに頂細胞の分裂、伸長により行なわれるが、そのほかに介在的細胞分裂も行なわれるようである。

“Plantlet” の枝は 1 列の細胞列

よりなるものが多いが、ところどころ縦の隔膜で 2 分または 3 分され Parenchyma 状のような排列をする部分がある。しかし縦に 4 分された部分は見られず、両側に分枝を基部細胞とみなせば原則的には 1 列といえる。

なお本実験の観察の範囲では、“Plantlet” の細胞間の原形質連絡は methyl violet, aniline green に

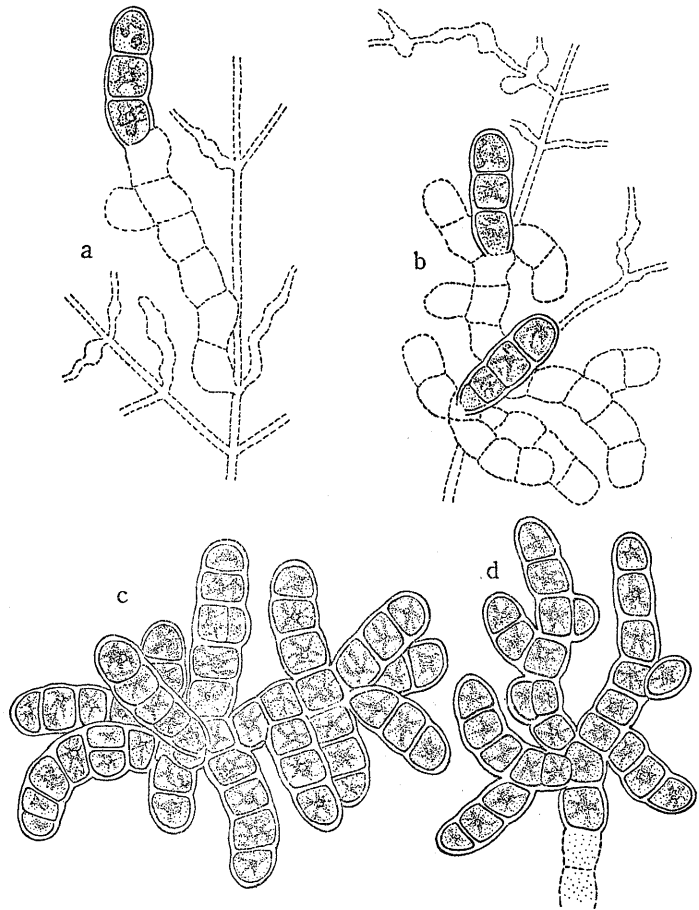


Fig. 1. *Porphyrta suborbiculata* Kjellm., 'plantlets' of the *Conchocelis*-phase. a, b. Early stages of 'plantlets' developed from 'fertile cell-rows'. c. Surface view of the 'plantlet'. d. Side view of branches of the 'plantlet'. ($\times 250$)

よる染色を試みたが確認できなかった。

一方、アサクサノリ・マルバアサクサノリ・スサビノリ?では7, 8月の夏期には“Plantlet”の形成は少なく、殻内部より殻孢子(Conchospore)の放出が行なわれ始めた9月中下旬より11月中旬にかけて貝殻全面に“Plantlet”の形成が見られるようになった(Pl. X VII. 1)。その形成過程や形態はマルバアマノリなどの場合と原則的にはほとんど同様であるが、密生するために分枝が少なく、また殻の表面を匍匐するものはまれである。

このアサクサノリなどの場合も“Plantlet”は内部の殻孢子嚢と連続しているものが多いが、まれに糸状体の表面近くの枝より直ちに表面上に肥大枝が伸びて“Plantlet”となるものもある。

秋になって形成される“Plantlet”は殻内部の殻孢子の放出が行なわれている期間によく生長する。これは夏期よりも短期間に繁茂し約1カ月で0.6~1mmの長さに伸長し、絨織状に殻の表面に密生する。

“Plantlet”の形態は培養条件でかなり変化するので種類による差は見出せなかった。換水期間を長くしたり、高照度で培養したり、また密生した場合は夏期でも“Plantlet”の枝の細胞はだんだん細長くなり色素体がうすくなる傾向が見られる(Fig. 2. b, c)。これは秋に“Plantlet”の形成が多かったアサクサノリ・スサビノリ?などで顕著であった(Pl. X VII 5, Pl. X XIII. 3)。

また、マルバアマノリ・ウップルイノリなどでは夏期に先端細胞が肥大するものしばしば観察された(Fig. 2. e)。

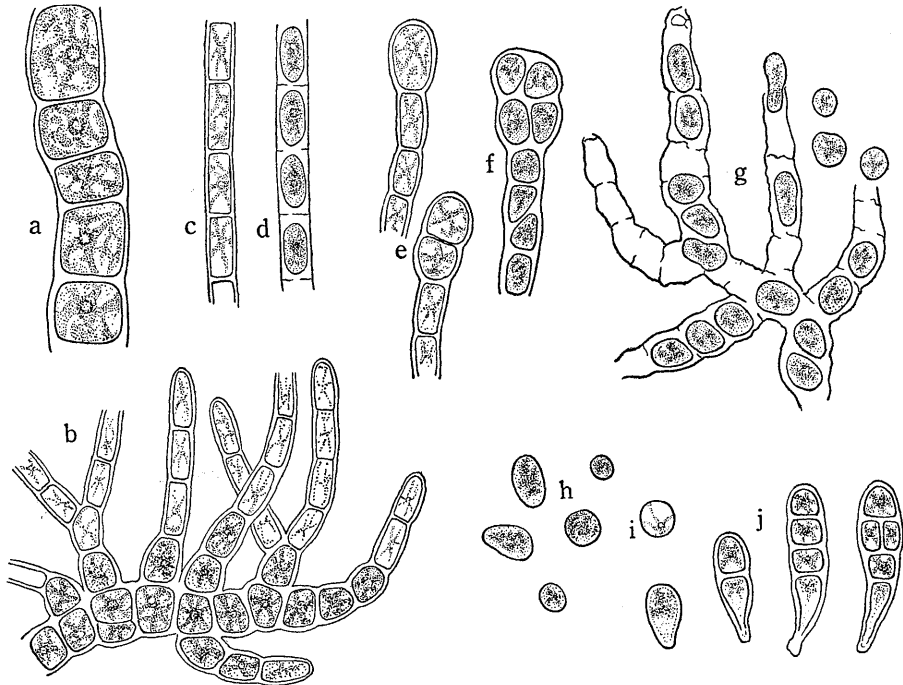


Fig. 2. Some parts of 'plantlets' and liberation of the spores. a, b. *Porphyras tenera* Kjellm.: a. A part of 'plantlet', showing stellate plastid and pyrenoid c-j. *Porphyras suborbiculata* Kjellm.: c, d. Narrow branch of 'plantlet' and its spore formation. e, f. Apical swollen cells and spore-formation. g. Liberation of spores from 'plantlet'. h, i. Liberated spores. j. Germination of the spores. (a, $\times 550$; b-j, $\times 250$.)

6月まで照度300~500 luxで培養した糸状体殻を7月から200, 500, 750, 1,000, 1,500 luxの各照度下に移し, “Plantlet”の形成を比較観察した。その結果ではこれらの照度の範囲ではどの培養でも形成されたが, 500 lux程度の照度で形成がやや良好であった。

また、殻を垂直に吊下げたり、下向きにして培養したものが水平の上向きの位置のものより早期に“Plantlet”の形成が行なわれるようであった。なお、“plantlet”の形成は殻を薄くした基質でも良好であり、殻に亀裂のある基質ではその裂け目に沿ってよく形成された。また多くの果胞子を付けたり、よく繁殖したりして、糸状体の枝の生育が多い殻は疎なものより“Plantlet”の形成が多いうように観察された。

“Plantlet”の胞子放出 “Plantlet”の培養を続けると9月末より一部の枝では色素体の色が濃く内容が充実した細胞が見られるようになる(Pl. XXIII. 2)。やがてこれらの細胞は方形のものからやや球状に変化し、“Plantlet”の枝の膜内で胞子化が行なわれる(Pl. XXIII. 4, 5)。このように胞子化した細胞は星状の色素体が不明瞭になり全体に色が濃くなる(Fig. 2. d, f)。“Plantlet”内で胞子の形になって2, 3日後に、胞子は殻胞子の場合と同様に枝端より放出される(Fig. 2. g, Pl. XXIV. 1~4)。放出のとき胞子は葉体の単胞子や果胞子の場合と同様にアメーバ状に変形しながら脱出する。

放出された胞子の大きさは殻内部の殻胞子にくらべてさらに大小まちまちであり、マルバアマノリでは直径8~22 μ である(Fig. 2. h)。

また“Plantlet”の枝が7, 8 μ 位に細くなった部分の細胞でも胞子になるのが観察された。小さい胞子はこういう細胞より形成されるようである。放出胞子の中にはきわめて内容に乏しいものも見られる(Fig. 2. i)。大量に胞子を放出した“Plantlet”は淡白色に退色する。

実験に供したアマノリの種類のうちで材料の糸状体殻が少なかったイチマツノリを除いて、どの種類でも胞子放出が見られた。

これらの“Plantlet”より出た胞子は観察の範囲内ではガラス板上で葉体になる発芽をする(Fig. 2. j)。

しかし、“Plantlet”の胞子放出は殻胞子の放出より季節的に遅れて行なわれるようである。すなわち、“Plantlet”の形成が早期にみられたマルバアマノリで殻内部より殻胞子が9月中旬より放出されたが、“Plantlet”の胞子放出は10月上旬より始まり、放出が多く見られるようになったのは10月中下旬であった。このことは“Plantlet”が貝殻内部の殻胞子嚢の形成より遅れることも原因と考えられるが、“Plantlet”の胞子放出の環境条件が殻胞子の場合よりさらに制約されるためと思われる。

“Plantlet”のよく形成されたマルバアマノリで糸状体殻を9月下旬より10月中旬まで50, 100, 250, 500, 1,000, 1,500 luxの6段階の照度下で培養し、また培養液をSchreiber, Drew, Provasoli 処方に変えたり、その換水期間を違えたりして胞子放出の状況を実験観察した。

その結果では明かな差は認められなかったが一般に換水をよく行い300~500 luxの照度で培養したものが胞子放出が良好であった。また、胞子化が行なわれるようになった“Plantlet”では50, 100 luxの低照度で

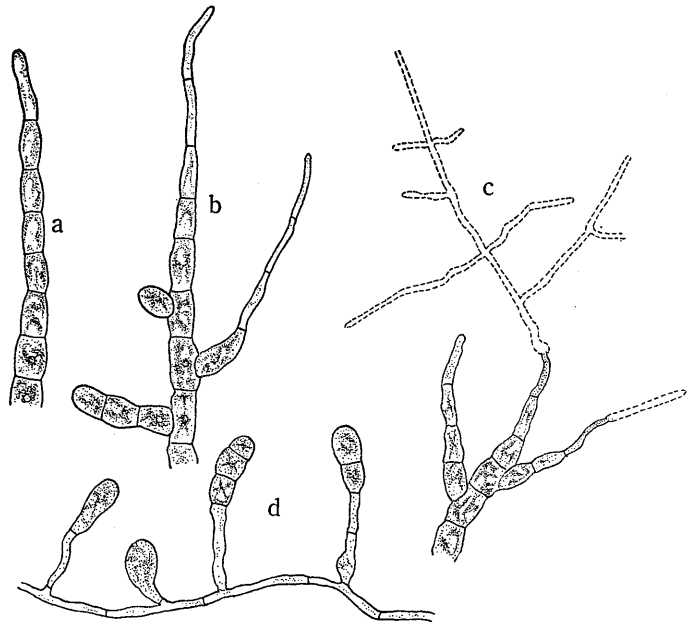


Fig. 3. *Porphyra suborbiculata* Kjellm., abnormal development of 'plantlets'. a. Attenuated branch. b. Transformation of 'plantlet' to *Conchocelis*-filaments. c. Perforating growth of narrow filament in shell. d. Sporangia formed on the reformed filament. (All $\times 250$.)

もよく胞子放出が見られた。しかし、これらの実験で内部の殻胞子の放出が行なわれる条件下で“Plantlet”よりの胞子放出が見られない場合も多かった。

糸状体枝への変化 前述のように“Plantlet”は培養条件によっては胞子放出を行なわない場合がある。そういう“Plantlet”を長期間培養すると頂端がしだいに細くなり、遂に糸状体の普通の枝になるものが多い (Fig. 3. a, b, Pl. XXV. 1~3)。これは11月より3月まで観察され、特に明るい所の培養でよく見られた。

この“Plantlet”より糸状体の枝に変化したものを貝殻上に静置すると再び貝殻の内層に穿孔する (Fig. 3. c, Pl. XXV. 4)。また、その穿孔生長の様子は普通の糸状体の枝と同様であった。

糸状体の殻の上で細くなった“Plantlet”の枝は、はじめは普通の“Plantlet”と混生しているがやがて細枝だけ伸長してからみあって繁茂する。こういう状態になった“Plantlet”はいろんな培養条件下においても胞子の放出は見られなかった。

一方、夏や初秋の時期でも長期間換水をしなかったり貧栄養の海水で培養したりすると、同様に“Plantlet”の枝が徐々に細くなることがあるが、糸状体の枝のように細くなるものは少ない。また、これらの細くなった細胞は7~8 μ 位の太さまでは胞子になるのが観察された。

“Plantlet”がノリの葉体に直接発育するか否かを観察するため、白色蛍光灯30W 2灯を連続照射し、照度4,000~5,000 lux 下で Provasoli 処方の海水を使い通気培養を試みた。その結果、同一容器に入れた殻胞子はよく生長してノリの葉体になったが、“Plantlet”が芽になる傾向は見られなかった。なお、“Plantlet”を形成した糸状体殻を海に吊したが短時日のうちに脱落するので、その経過を観察することはできなかった。

有明海湾奥部で野外人工採苗を行なう場合、海面下に吊り下げた糸状体貝殻にノリの幼芽が密生することが多い。これらの幼芽の多数は放出された胞子が殻の表面に着生発芽したものか、その単胞子によってふえたものであるが、幾らかのものは殻の内層より発生しているのが見られる。しかし、佐賀県鹿島地先で行なった実験では内部より発生している芽は空虚になった胞子嚢の内部で殻胞子が発芽したもののように観察された。

すなわち、このような2, 3の実験的観察では糸状体が胞子を形成することなく糸状体の枝や“Plantlet”より直接ノリの葉体になる栄養繁殖は確認できなかった。

考 察

アマノリの生活史についてDREW³⁾は果胞子が貝殻などに穿孔して糸状体になることを明らかにし、やがてそれに肥大細胞が形成されるのを報告している。

この肥大細胞にDREW³⁻⁵⁾は先にROSENVINGE²⁾が“fertile cell-row”と呼んだ同じ用語を使っているが、DREW and RICHARDS⁴⁾は、その細胞の内容が球状になっているのを観察し、胞子が形成、放出されるものと推察した。しかし、DREW⁵⁾はその後の培養でも“fertile cell-row”の胞子の放出は行なわれなかったと報告している。しかし、黒木¹⁰⁾、TSENG and CHANG¹¹⁾やそのほか多数の研究者によって“fertile cell-row”より胞子放出が観察され、その放出胞子が葉体になることが確かめられた。また TSENG and CHANGはこの胞子を殻胞子 Conchospore と呼んでいる。これらの報告では胞子の形成、放出の過程は明確に説明されていないが、産業的に人工採苗が行なわれている現在、ほとんど疑問の余地はないものと考えられる。

DREW⁵⁾は1954年に“fertile cell-row”のほかに“Plantlet”が糸状体に形成されるのを報告している。

DREWは“Plantlet”が内部の“fertile cell-row”に連続して形成されるか、または表面下の糸状体枝より直接表面に肥大枝が伸びて形成されると述べているが、本実験での形成過程とよく一致する。また DREWは“fertile cell-row”と“Plantlet”の色素体の違いを重要視しているが、“Plantlet”の色素体は培養条件でかなり変化するように色素体が両者の相違の本質的な根拠になるとは考えられない。

“Plantlet”の形成は実験に供したアマノリ類のすべてについて観察されたが、おそらくアマノリ属に限らずウシケノリ目で糸状体の時代を有する種類について見られるものと考えられる。しかし「岩ノリ」などの種類で“Plantlet”がよく形成される点や培養条件で出現が違う点は興味深い。一般に亀裂のある基質では

亀裂に沿ってよく形成されること、また糸状体が濃密に繁茂しているもので形成が多い点などから、内部の胞子嚢が殻内に穿孔形される余地がなく表面に出てくる場合もあると考えられる。

この“Plantlet”の胞子形成、放出の過程は殻内層の胞子嚢にくらべて遊離しているだけに生きてままで詳細に観察することができた。その結果では胞子の放出前にすでに枝の内部で細胞が球状になり胞子化が行なわれる。その際、縦の隔膜は破れている場合が多く、DREW and RICHARDSが生きているカメノテ (*Pollicipes Cornucopia*) の Peduncular Scale に生育している糸状体の“fertile cell-row”で観察しているのと同様の経過が見られる。これらの過程はカキ殻の内部に形成される胞子嚢でも同様と考えられる。一般の培養で胞子嚢の成熟が判定し難いとされているが、球状の胞子化はその一つの基準にもなるように思われる。

“Plantlet”からの胞子放出には殻胞子同様に大量放出の週期があるが、これは胞子が各枝より1, 2日の放出で大部分出てしまい、徐々に放出されないためと考えられる。また胞子放出は夜明けから午前中にかけて行なわれるのは殻胞子の場合とよく似ている。

本実験で“Plantlet”の胞子形成、放出および芽になる発芽を確認した。一方、黒木⁹⁾、GRAVES⁷⁾、HOLLENBERG¹¹⁾などはガラス上でアマノリの果胞子を培養し肥大した胞子嚢の形成を観察し、HOLLENBERGはさらに幼芽への発生を報告している。これらの事項を考え合わせるとDREWの“fertile cell-row”とPlantlet”とは本質的に同一のものであり、貝殻の内部と外部に形成されるため、いくら形態的に相違があるに過ぎず、両者とも Conchosporangium と考えられる。しかし、“Plantlet”の胞子放出は内部の“fertile cell-row”のそれと比較して明らかに放出の条件が制約されている。そのためDREWの培養では胞子放出が見られなかったものと思われる。

“Plantlet”は軟弱でやや強い水流で容易に脱離する。このため天然糸状体として貝殻上に繁茂するものは少ないと思われる。現在、日本では広く糸状体の室内培養が行なわれているが、これらの培養では珪藻などの雑藻を除くために貝の表面を掃除する。このため“Plantlet”の形成は物理的に阻止されるものと思われる。しかし、“Plantlet”が表面で繁茂した殻では内部の殻胞子の放出が促進されるとは考えられない。この意味でも、また前述のように“Plantlet”自体の胞子放出を行なわせることが困難な点でも、産業としての糸状体培養で“Plantlet”を形成させるのは得策ではないように考えられる。しかし研究面では“Plantlet”の胞子放出の条件が適確に把握されると、現在行なわれている糸状体の培養でより適切に胞子放出を行なわせることができ、また一部で試みられている糸状体の無基質培養でも胞子形成、放出を制御する上に役立つと考えられる。

DANGEARD¹²⁾は糸状体に側生的に形成された膨大細胞が数個に分裂したのを見て、それらをノリの葉体になる芽と考えた。また三浦・伊藤⁹⁾は天然に生育している糸状体で貝殻の表面に幼芽が叢生し、それらは内部の糸状体と連続しているように観察し、“Plantlet”との関連を考察している。

しかし本実験では“Plantlet”を殻胞子がノリの葉体まで生育する同一条件で培養したにもかかわらず、芽になる傾向は見られなかった。また海における人工採苗でノリの幼芽が直接糸状体の殻の内部より伸出するのが見られたが、これは殻内部の胞子嚢内で殻胞子が発芽したもののように観察された。これらの点を考えると、糸状体の枝から直接葉体に栄養繁殖することはさらに詳細な実験観察がなければ証明できないように思う。

現在、日本でも外国においてもアマノリ類の生活史に関連した生殖器官の名称はきわめてまちまちである、これは最近まで生活史が確立されていなかったためでもあるがDREWの一連の報告に左右されていることも否定できない。

DREWは貝殻の内部に形成される胞子嚢を“fertile cell-row”と俗称しているが、ROSENINGEの古い用語を踏襲したのと考えられる。またDREWの“Plantlet”もDANGEARD¹²⁾の“bourgon”と同様に芽になる性質を有するものとして採用したと思われるが、本研究の結果からも用語そのものの意味する性質からも適切ではない。

最近、内外の多くの研究者が糸状体に形成される胞子にTSENG and CHANGが用いた Conchospore なる用語を使用している。本研究でDREWの“fertile cell-row”と“Plantlet”とは本質的に同一のものであると考えられるので、両者とも Conchosporangium と見なすことができる。

摘 要

アマノリ類の糸状体に形成される所謂“Plantlet”について、その形成過程や胞子放出を観察した。

- 1) “Plantlet”は糸状体の繁茂した殻上で、内部の殻胞子嚢に連続して形成される。
- 2) “Plantlet”は実験に用いたアマノリの各種で観察されたが、「岩ノリ」系の種類で多く見られた。また培養条件でもその出現に差があった。
- 3) アサクサノリ、スサビノリ？、マルバアサクサノリでは殻の内部より殻胞子が放出された後でも“Plantlet”が形成された。
- 4) 培養の時期や条件によって“Plantlet”の形やその細胞の形態は変化する。
- 5) “Plantlet”は殻胞子と同様な胞子を放出するが、殻内部の殻胞子の場合よりその放出条件は制約されるようである。放出された胞子は葉状体になる発芽を行なった。
- 6) 殻胞子が葉体に生育する条件下で培養しても“Plantlet”が直接葉体の芽になる傾向は認められなかった。
- 7) “Plantlet”は培養条件により、特に秋から冬にかけて先端の枝が細くなり、遂には糸状体の枝に変化する。そういう枝は再び貝殻に穿孔する能力を有する。
- 8) “Plantlet”と殻胞子嚢“fertile cell-row”は本質的に同一のものと考える。

終りに、本研究実施に当り種々御指導を賜った故九大教授瀬川宗吉先生に厚く感謝の意を表する。

文 献

- 1) BATTERS, E. A. L. ; On *Conchocelis*, a New Genus of Perforating Algae. Phyc. Mem., 1, 25. (1892).
- 2) ROSENVINGE, L. K. ; The marine algae of Denmark, Pt. 1, Rhodophyceae 4. Dansk. Vid. Selsk. Skrift. VII, Mat.-nat. Afd., 7, 618 (1931).
- 3) DREW, K. M. ; *Conchocelis*-phase in the Life-History of *Porphyra umbilicalis* (L.) Kütz. Nature, 164, 748 (1949).
- 4) DREW, K. M. & RICHARDS, K. S. ; Studies in the Bangioideae. II. The *Conchocelis*-phase of *Porphyra* sp. in *Pollicipes cornucopia* at Roscoff. Jour. Linn. Soc., Bot. 55, 84 (1953).
- 5) DREW, K. M. ; Studies in the Bangioideae. III. The Life-history of *Porphyra umbilicalis* (L.) Kütz. var. *laciniata* (Lightf.) J. Ag. Ann. Bot., N. S., 18, 183 (1954).
- 6) ——— ; Reproduction in the Bangiophycidae. Bot. Rev., 22, 553 (1956).
- 7) GRAVES, J. M. ; Life-cycle of *Porphyra Capensis* Kütz. Nature. 175, 393 (1955).
- 8) 三浦昭雄・伊藤 茂 ; 天然における *Conchocelis* の探究. 藻類. 7, (1) 19 (1959).
- 9) 黒木宗尚 ; アマノリ類の生活史の研究. I. 果胞子の発芽と生長. 東北水研報告. 2, 67 (1953).
- 10) TSENG, C. K. & CHANG, T. J. ; studies on the Life History of *Porphyra tenera* Kjellm., Scientia Sinica. 4, 375 (1955).
- 11) HOLLENBERG, G. J. ; Culture studies of marine algae. III. *Porphyra perforata*. Amer. Jour. Bot., 45, 653 (1958).
- 12) DANGEARD, P. ; Sur le développement des spores chez quelques *Porphyra*. Trav. Cryptogam. déd. à L. Mangin. Paris, 85 (1931).

EXPLANATION OF PLATES

PLATE I

1. Outside view of the shell, on which 'plantlets' of *Conchocelis*-phase of *Porphyra tenera* Kjellm. have growing. (p. showing the area occupied by 'plantlets'.) ($\times 2$.)
2. *Porphyra suborbiculata* Kjellm., early stage in development of 'plantlet'. ($\times 750$.)
3. *P. seriata* Kjellm., 'plantlets' formed on the surface of shell. ($\times 300$.)
4. *P. pseudolinearis* Ueda, 'plantlets' formed on the surface of shell. ($\times 150$.)
5. *P. kuniiedai* Kurogi, 'plantlets' formed on the surface of shell. ($\times 300$.)

PLATE II

1. *Porphyra suborbiculata* Kjellm., mature 'plantlet' developed at the surface of shell. ($\times 700$.)
2. *P. yezoensis* Ueda prox., 'plantlets' formed on the surface of shell. ($\times 80$.)
3. *P. tenera* Kjellm., mature 'plantlet', showing the stellate plastid with a pyrenoid ($\times 700$.)
- 4, 5. *P. suborbiculata* Kjellm., spore-formation of 'plantlets'. (4, $\times 700$; 5, $\times 250$.)

PLATE III

1. *Porphyra tenera* Kjellm., liberation of spores from 'plantlets'. ($\times 300$.)
- 2-7. *P. suborbiculata* Kjellm.:
- 2, 3, 4. Liberation of spores from 'plantlets', ($\times 300$.)
5. Liberated spores. ($\times 120$.)
6. Apical swollen cell of the branch of 'plantlet'. ($\times 300$.)
7. Spore-formation in the swollen cell. ($\times 300$.)

PLATE IV

- 1, 2, 3. *Porphyra tenera* Kjellm., narrow branches of 'plantlets'. (1, 2, $\times 250$; 3, $\times 120$.)
4. *Porphyra yezoensis* Ueda prox. perforation of the filament of 'plantlet' in to shell. ($\times 250$.)

PLATE XXII

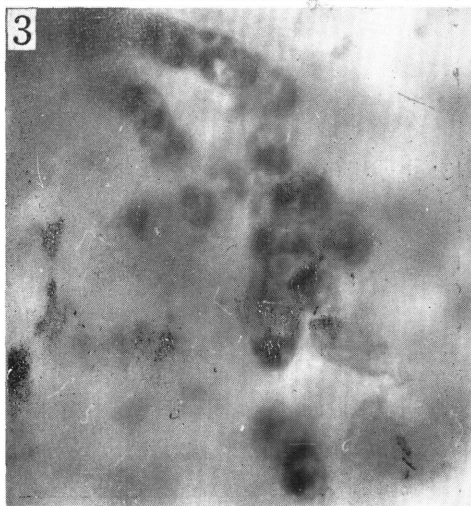
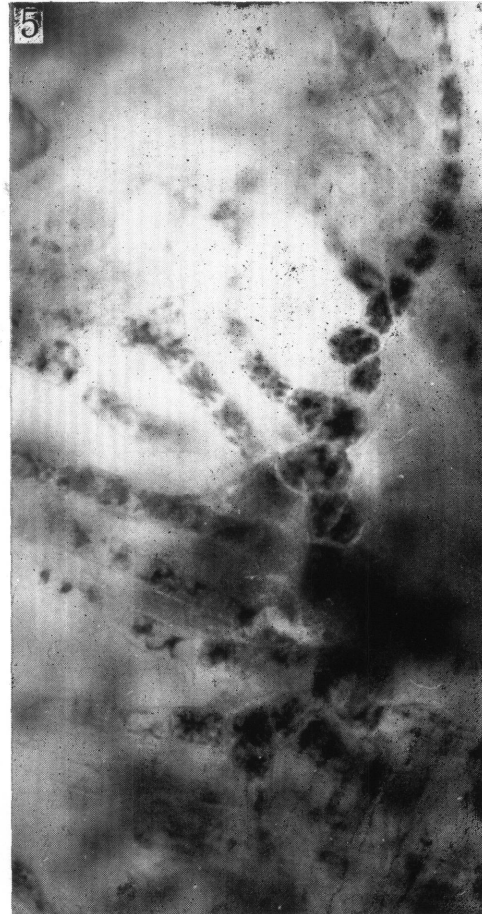
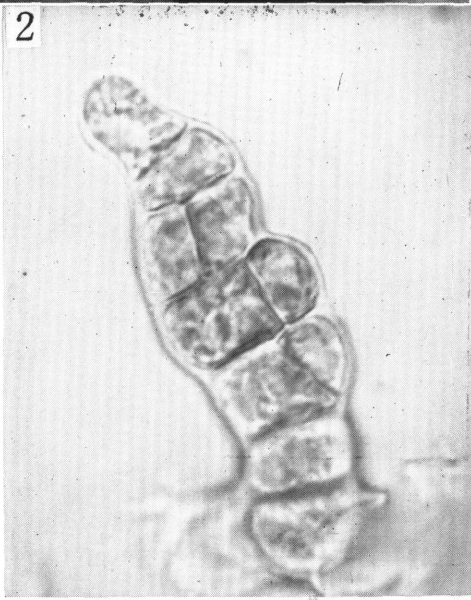
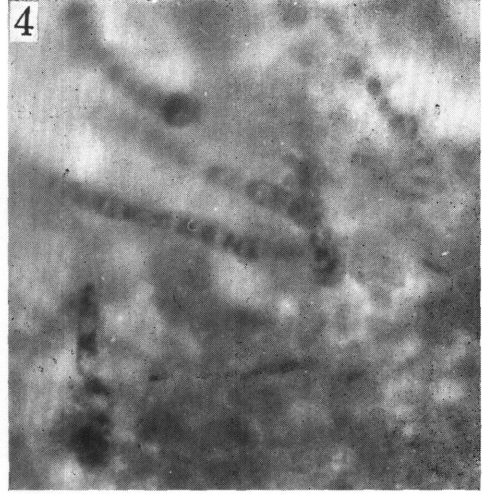
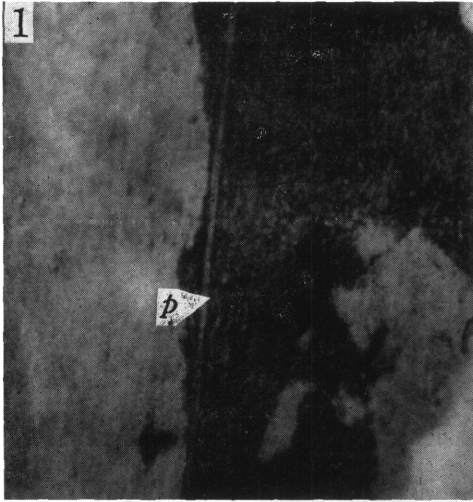


PLATE XXIII

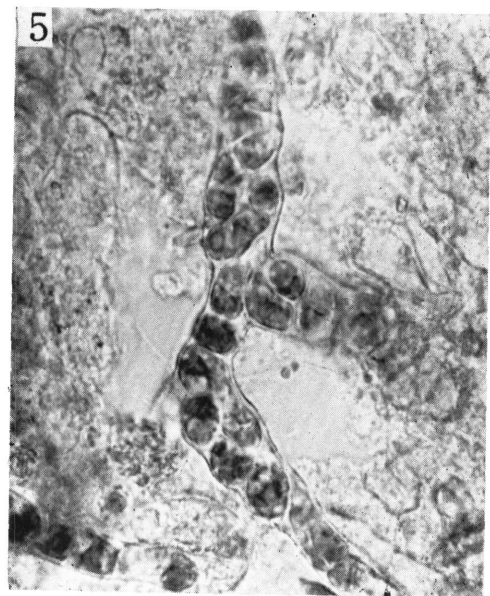
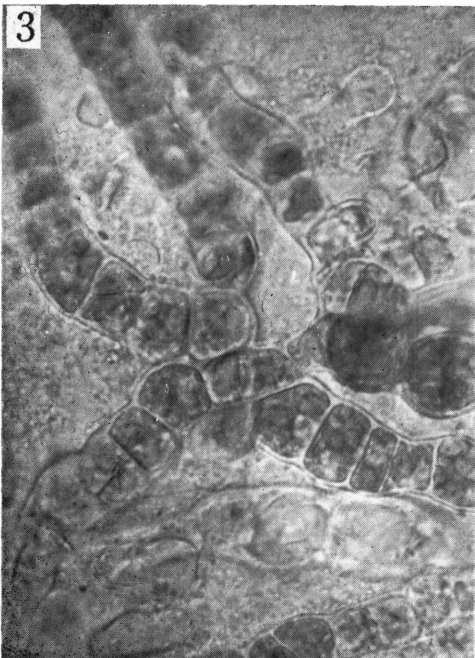
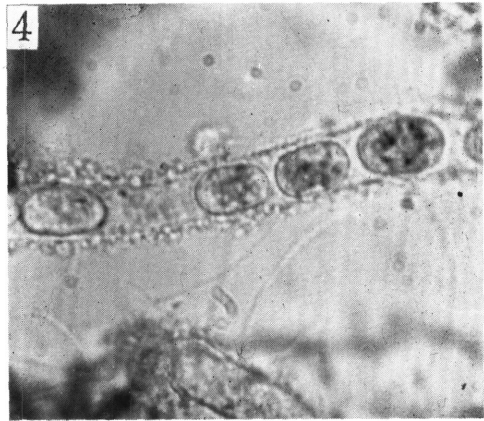
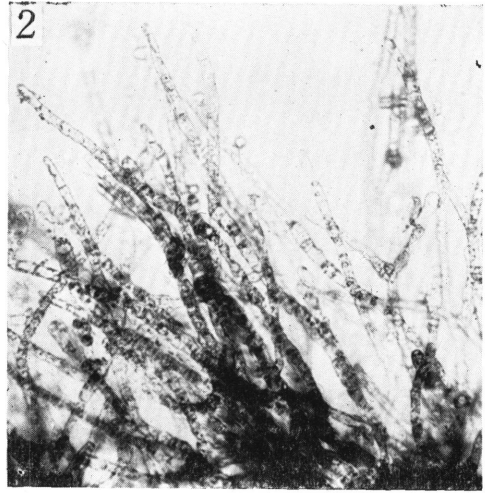
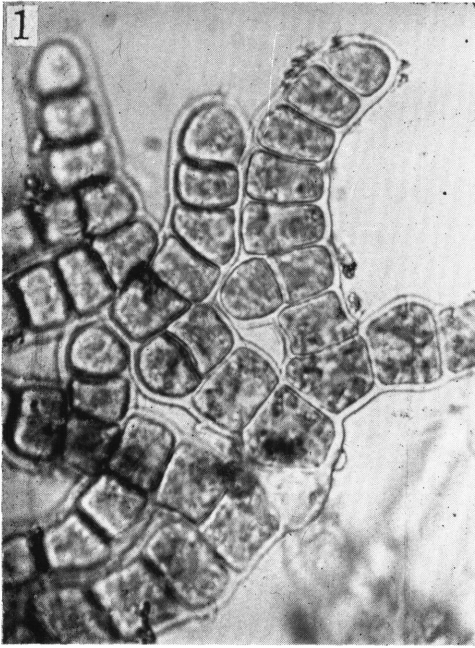


PLATE XXIV

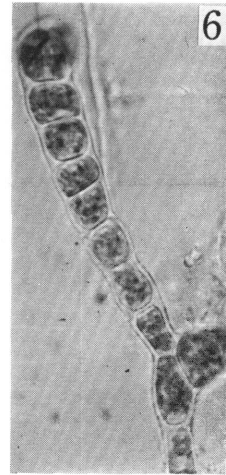
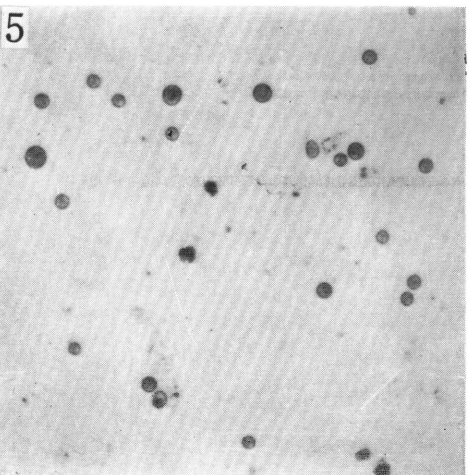
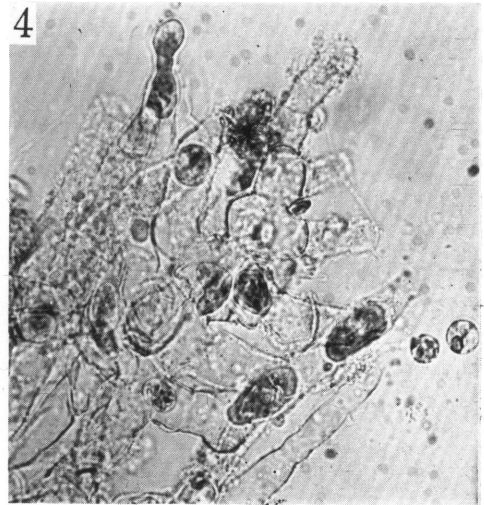
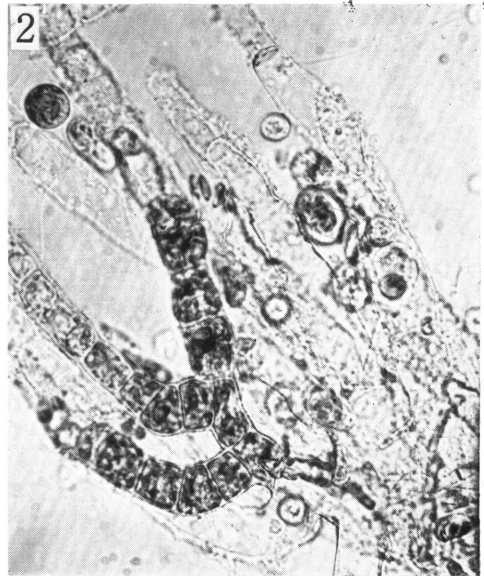
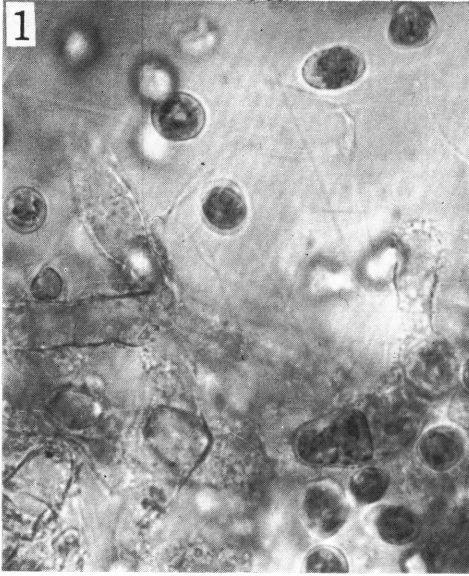
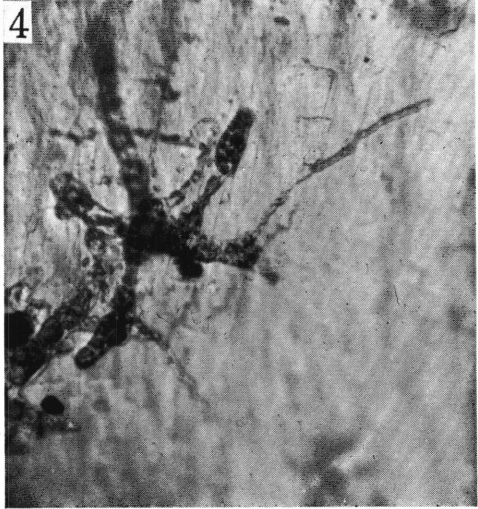
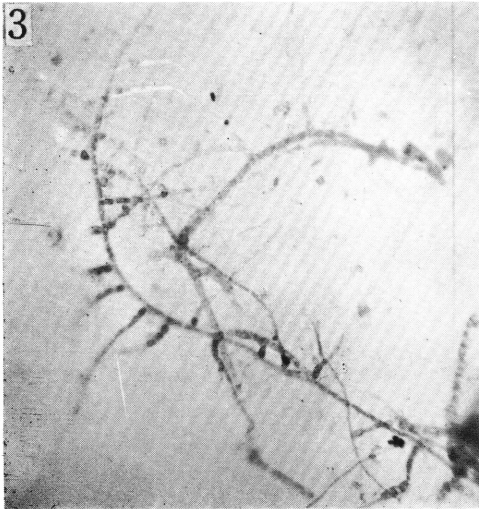
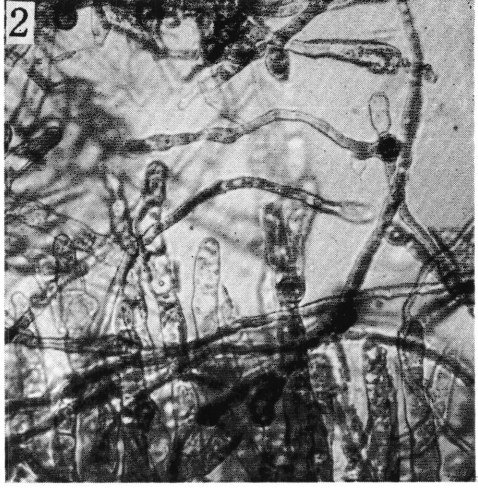
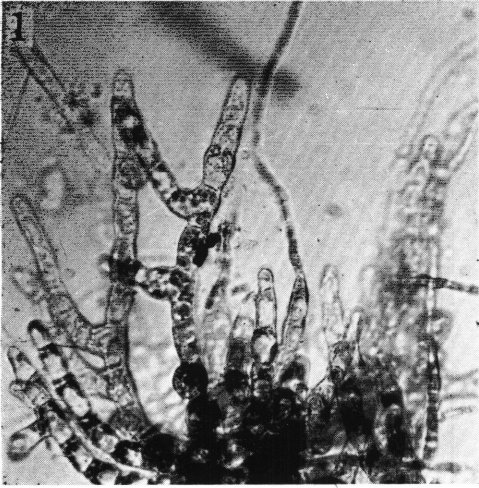


PLATE XXV



研究報告、第11号 正 誤 表

頁	行		誤	正
	上から	下から		
19	13		Squib	squid
29	1		IV	VI
"	6		IV	VI
49		11	suitaple	suitable
50	12		PLATE XVIII & XIX	PLATE XXII & XXIII
55		2	5mm層	5 m層
63			PLATE XVIII & XIX	PLATE XXII & XXIII
64			PLATE XVIII	PLATE XXII
			PLATE XIX	PLATE XXIII
83	12		tha n	than
"	31		vacume	vacuum
"	"		desic-cator	desiccator
84	39		Tad.I	Tab. 1
87	6		IuIy	July
"	12		Conseguently	Consequently
88			PLATE XX	PLATE XXIV
"			PLATE XXI	PLATE XXV
PLATE			PLATE XX	PPATE XXIV
"			PLATE XXI	PLATE XXV
90	Table 1		yellowfintuna	yellowfin tuna
"	"		latitude1959	latitude 1959
"	2		170°~170°w	17°E~170°w
"	25		期 徒	期 待
94	Fig. 5		compositifn	Composition
99	Table 1	} Area の項で例えば Table 2 で、15~20S の様に、 数学の右肩に「度」の記号 (°) を入れる		
"	Table 2			
101	Table 3			
103		12	acoording	according
"		18	tuna.	tuna,
107	9		占めて	示して
"	6		19595~8月	1959年5~8月
108	15		13°w	130°w
131	4		Pl. XX II . 1	Pl. XXVI. 1
"	14		Pl. XXII 5, Pl III XX. 3	Pl. XXVI. 5, Pl. XXVII. 3
132	6		Pl. XXIII. 2	Pl. XXVII. 2
"	7		Pl. XXIII. 4, 5	Pl. XXVII. 4, 5
"	9		Pl. XXIV. 1~4	Pl. XXVIII. 1~4
133	5		Pl. XXV. 1~3	Pl. XXIX. 1~3
"	8		Pl. XXV. 4	Pl. XXIX. 4
136	2		PLATE I	PLATE XXVI
"	8		PLATE II	PLATE XXVII
"	13		PLATE III	PLATE XXVIII
"	20		PLATE VI	PLATE XXIX