HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | 褐藻エゾヤハズの根様絲に就いて |
| Author(s) | 時田, 郁; 正置, 富太郎; 籔, 熙 |
| Citation | 北海道大學水産學部研究彙報, 4(2), 149-156 |
| Issue Date | 1953-08 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/22807 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 4(2)_P149-156.pdf |

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

# 褐藻エゾヤハズの根様絲に就いて

時田　郁・正置富太郎・籔　熙
（北海道大学水産学部水産植物学教室）

## On the rhizoids of *Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAMURA

Jun TOKIDA, Tomitaro MASAKI, and Hiroshi YABU

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

*Dictyopteris divaricata* was once reported to be very rich in the vitamin C content (KOIZUMI & KAKUKAWA, 1942), and the research on the chemical character of the cell contents in this alga has been studied in the late Prof. M. TAKAOKA's laboratory (TAKAOKA & al. 1948 ; TAKAOKA & ANDO, 1951 ; ANDO, 1951). The superficial cells of the leafy thallus of this brown alga are found, when observed from surface under a microscope, to contain one or two, or more, large refractive colorless globules. The cells of the rhizoids at the thallus base and on the midribs are also found to contain similar globules, 10-15$\mu$ in diam., together with many smaller ones, 1-3$\mu$ in diam. (Textfigs. 1&2). Because of their monosiphonous structure and capability to grow in a cultural dish, the rhizoids are good for the observation of these and other cell contents which probably have something to do with the peculiar chemical characters of this plant. A certain number of microchemical tests employed by the writers for the study of the cell contents of the rhizoids were not successful enough to give any conclusion. The rhizoids placed in cultural dishes containing filtered sea water or Schreiber's solution were proved to keep their vitality and growing capacity for a long period and to give rise at length to numerous young leafy thalli (Plate 1, Fig. 6; Textfigs. 6 & 9). In October, the rhizoids of decaying old thalli attached to the rocks in Oshoro Bay were also discovered to bear numerous young thalli (Plate 1, Fig. 2). This method of vegetative propagation, which was once reported in *Dictyopteris membranacea* (STACKH.) BATT. (HARVEY, 1846) and *D. delicatula* LAM. (REINKE, 1878), is considered to be the principal means of propagation in this alga, which has been known in nature to be always tetraspore-bearing in spite of our efforts to discover its sexual individuals. The tetraspores are believed with reasons to be haploid (INOH, 1936), but they probably fail to develop to a full grown gametophyte as in the case of many tetraspores of *Dictyota dichotoma* (SCHREIBER, 1935). The fact that this alga grows every year on the same reefs in similar abundance with no marked fluctuation can be explained by its possession of such ability to propagate vegetatively.

褐藻エゾヤハズ (*Dictyopteris divaricata* (OKAMURA) OKAMURA) は本州，四国，北海道に産するほか，千島(国後島)，樺太(海馬島)，朝鮮半島及び支那大陸沿岸に分布しているが，近年此の海藻はビタミンCに著しく富む事が知られ（小泉，角川，1942)[6]，又，北大の故高岡教授研究室に於て

ビタミンC其の他の細胞内還元性物質殊にフーコーサンに関する研究が行われていた興味ある海藻である。忍路湾では低潮線附近及び以深の岩礁上に密生して群落をなし，7月から8月にかけて成熟して四分胞子を形成し，その後葉体は次第に枯れて10月には殆ど消滅する。四分胞子の形成と発芽に関する研究によると(猪野1936)[5]，胞子嚢の成熟分裂の詳細は発表されていないがとにかく，その分裂の結果四分胞子が出来，胞子が発芽して生ずる仮根の細胞の核分裂像に半減した染色体数として16を算えている。此の数はアミヂグサの半数染色体数と同じである。此の四分胞子が発芽生長すれば半数性の有性体が出来る筈であるが，天然にはエゾヤハズの有性体はまだ発見されていない。筆者らは四分胞子の培養を試みたが成熟体を得る迄に成功しなかつた。エゾヤハズの葉体を表面から検鏡すると表皮細胞はいづれも通常1個又は2個の大きな無色屈光性の油滴状球形粒子を持つていて，これがこの海藻の特殊な化学的性質に関係があるのではなかろうかとの疑問が起こる。この粒子は，体の表面から生ずる単列細胞から成る根様絲の細胞内にも見られ，観察に頗る好都合である。そこでシヤーレの中に養つておいた所，根様絲の上に新しい幼体が形成されることを発見した。天然にも同様の事実がある事を知り，此の植物の生活史について一つの見解を得たので，こゝにそれらの観察及び実験の結果を報告する次第である。

## 1. 根様絲の性状

根様絲は葉体下方の中脈部表皮細胞から体外に向つて1本宛生じ，体表面にフエルトを形成し，体の基部では円錐状の茎部を作り，此の円錐状部の下端を以つて岩石上に密着している。根様絲は概ね1列の円柱状細胞より成り分岐する。太さは約35～40$\mu$。又，2列の細胞から成る部分もある。細胞の内面に沿つて多数の小楕円形又は球状扁平の褐色帯色体があり，内部には多数の無色粒状物を含有している。帯色体は時には細胞の内部に恰かも縦横の細胞膜が有つてそれに沿うて並んでいるかのような観を呈する事がある。或は細胞膜の内面に並ばず，細胞の内部に散在している事がある。帯色体は徐々に移動するものがあり，又中央が縊れて二分する途中と思われるものもある。細胞は通常，中央に径1～3$\mu$の無色小粒が密に集まり，其の両極に，1個づつ径15$\mu$位の大きな屈光性油滴が存在する。後者は無色又は幾分淡黄色を呈し，時に両極に2個以上，又は1極に1個又は2個以上存する事があり，或は細胞の中央にある場合，又は全然これを有しない場合もある。中央に密集する小粒は幾分屈光性を有し，或る者はゆるやかに移動するのが見られた。時々小粒同士融合して大形粒子になるものも観察された。細胞の或るものは上記の2種の粒子の区別のつかない中間の大きさの粒子を有することがある。これ等の粒子は一般に球状であるが，時に楕円形を呈するものも見られた。褐色帯色体のない細胞も観察される事があり，それには楕円形の粒子は認められず小粒状物は少なく，往々原形質絲が極めて明瞭に見られた。根様絲の先端細胞には常に径1～3$\mu$の小粒のみが見られる。

以上の大小粒子について検鏡化学的性質を調べた結果は次のようであつたが，まだ満足な結論を得る迄に至つていない。

1. *Vanillin* 塩酸では中心に密集する小粒のみが赤染してフーコーサンの反応を示す。

2. 2% *Osmic acid* では大小ともに黒染し，大形粒子は試薬滴下の瞬間淡桃色に染まり，直ちに黒色になる。

3. 中性赤では大小とも菫色に染まり，原形質は橙色に染まる。

4. 100%アルコールには直ちに溶け，エーテル，ベンゼンには不溶。

5. ピレノイドの染色に用いるエオシン，ZIMMERMANN氏液，及び濃硝酸では，いづれも染色を見ない。ピクリン酸1%海水溶液では24時間後まで何ら変化なく，3日間放置したものは粒子がこわ

れ，細胞の中央に不定形の塊がみられた。

6．沃度沃度加里では，大小粒子は染まらず，中間の大きさの楕円形の小体が帯色体と共に紫に染まつた。

7．暗室内に12時間及び24時間おいたものは大粒は変化なく，小粒は減少した。48時間では大粒に変化なく中央に密集していた小粒は消滅し，その部に不定形の塊がある。56時間では大粒は輝きを失い卵白色となつた。1週間後にも同様である。暗室中から出して明るい所におくと大小粒子ともに消滅する。これらの結果は HANSEN(1893)[1] 及び HUNGER(1902)[4] の *Dictyota dichotoma* を材料とする実験の報告と大体一致する。

## 2. 根様絲の培養

忍路湾に産する成熟したエゾヤハズの四分胞子体の下部に生ずる根様絲を9月8日札幌に持ち帰り観察のため濾過海水のみと，Schreiber 氏液とに入れておいた。ところが根様絲は健全に生長を続けることがわかつたので，そのまゝ培養を続け，生長の経過を観察してみた。

a．濾過海水単用による培養

培養開始1週間後の9月15日には，根様絲の先端の細胞から新しい細胞の形成されているのが見られた。又，途中の細胞の側面に新しい細胞が作られることがあり，その時には，細胞内の小粒が或る場所に集まり，その場所から細胞膜が外方に隆起し始める。その隆起が或程度の大きさに達すると，母細胞との間に隔膜を生ずる。かくして形成された新しい側枝の細胞にはまだ褐色帯色体は見られない。此の細胞は次第に伸長し，やがて横の隔膜を生じ，側枝は細胞数を増して伸長する。根様絲の先端が，はじめ途中で切断されている場合には，末端の細胞が相当の細胞内容物を有し，小粒の密に集まつたものを有する場合には，それ自身が分裂して伸長を行い得るものが多いが，少量の細胞内容物しかない場合にはその内容物が流れ去つた後，隣の細胞が分裂して先端に新しい細胞を作るのが見られた。又末端の細胞が縦の細胞膜で2細胞に分れている場合には，その各々が分裂を行つて，その結果先端から2本の枝が出た形になる。このようにして，絲状体の先端に新しい細胞を形成する場合には小粒は細胞の先端に集まる。出来た新らしい細胞にはまだ帯色体がない。

2日後の17日に見ると，新らしく生長した部分の細胞内に1個乃至2～3個の大形屈光性粒子が見られ，大きなものは径20$\mu$，平均10～15$\mu$であつた。時には小粒もふえていて，これら大小粒の細胞内に於ける配置状態は採集当初の細胞の多くに於ける如く，中央に小粒が密に集まり，其の両極又は1極に大きい粒子がある。

更に2日後には，新らしく生長した細胞列中の1部の細胞に褐色帯色体が見られた。細胞内の構造は培養当初のものと全く同じである。

その後5日を経た24日には奇妙な変化がこれら帯色体を有する細胞に起つているのを認めた。即ち細胞が盛んに分割した結果短かくなり，その或る細胞からは側面に隆起を生じ，その隆起した部分の上部左右から中心に向つて2隔膜を生じ始めているもの（Textfig. 6.a），又，小枝の頂端細胞に同様の2隔膜のほか，更に底部の中央から細胞の中心に向つて第3の隔膜が出来始めているもの（Textfig. 6.b）又隆起がすでに多数の小細胞から成つているもの（Textfig. 6.c）などが見られた。

その後更に8日経つた10月2日には，上記の隆起が成長して幼い葉状体となつているものが認められた。その大きなものはすでに高さ 700$\mu$に達し，数十個の小細胞から成り，基部からは数本の根様絲（仮根）を生じている（Textfig. 6.d）。此の根様絲の細胞には帯色体はなく，先端の細胞には多数の小粒子が見られた。即ち，上記の隆起は幼体の出来始めで，多くは，細胞分裂が縦横に行われて，

早くから膜状体となるが，又，初めは主に横の分裂が行われ其の結果細長い形となつているものも見られた(Textfig. 8.)。幼体の基部に生ずる根様絲の細胞は大きい屈光性粒子を有するものは稀で，小さい粒子は大概含有されているがその数は少ない。

培養後1ケ月を経過した10月7日には，根様絲の上に出来た幼体は大きなものは高さ900$\mu$に達し，肉眼で充分認められる。10月25日には1mmに達するものがあり，11月25日には先端の叉状に分岐しているものが見出された。これらの幼体の表皮細胞は細長い矩形を呈し，其の内部には何れも径2～4$\mu$の屈光性小粒が散在しているが，大形屈光性粒子を有するものは未だ見当らない。かゝる幼体の茎部根様絲には未だ帯色体も大きい屈光性粒子も無く，小粒は非常に小さい。

b. Schreiber 氏液による培養

根様絲の細胞の分裂によつて形成される新らしい細胞は初めのうちは前記培養よりは却つて数が少ない。然し，新らしい細胞に帯色体が早く現われる傾向が見られる。又その帯色体は色が一層濃く，内部の粒状物が観察しにくくなるものが多い。幼葉体の形成は一層盛んである。或る場合には，はじめ入れた根様絲それ自身の伸長は殆んど認められないかわりに，殆んど全部の細胞が分割して幼体形成の初期に当る隆起を生じているのが見られた（Textfig 9)。幼体の各時期の発育状況は濾過海水単用の場合とはやゝ異つている。幼体は高さ700$\mu$の大きさに達する頃になつて始めて漸くその茎部から根様絲を出すものが多い。此の頃には幼体の表皮細胞には径2～4$\mu$の小粒が散在している。茎部に生ずる根様絲には帯色体を有しない事と先端細胞には常に小粒が多い事は濾過海水単用の際と同じである。又，培養開始後50日で早くも幼体の先端が分岐しているものが見られた。

## 3. 天然の根様絲の上に於ける幼体の形成

上に述べた如く，培養中の根様絲の上に，幼体が形成される事実を発見したので，天然の海中に於いても恐らく同じ現象が起り，それがエゾヤハズの栄養繁殖の方法となつているのではあるまいかとの予想のもとに，10月8日，忍路湾内のエゾヤハズ生育地を注意して観察してみた。その結果は予想に違はぬ事がわかつた。エゾヤハズの古い葉体は既に枯れて，殆んど流失して了つているが，基部の円錐状を呈する根様絲の塊はそのまゝ岩盤上に残つていて，その周辺部の根様絲の上に，多数の小幼体が発生しているのを発見する事が出来た（Plate I. 2)。一方，円錐状を呈する部分の上には，幼体は極く少数を見出すのみで，然かもそれは，密集した根様絲の表面に，少数の根様絲が盛り上つているような場所に見出された。

幼体は高さ0.8～1.0mmに達し，卵円形，淡黄褐色を呈し，表皮細胞は表面から見ると，細長い矩形を呈し，内部に，1～6個の屈光性小粒（径2～4$\mu$）を有し，その数は体の周辺部に多い。体の基部から出ている根様絲の細胞は少数の小粒を有する。これら粒子は成体の根様絲細胞に於ける如き規則正しい配列を示しているものは未だ見られなかつた。

12月13日に再び忍路湾で採集した幼体は既に高さ2～3cmに達していた。中脈はすでに肉眼ではつきりと認められ，体の横断面を検鏡すると，内外2層の組織より成り，内層は大きな正方形，又は矩形の細胞が2列に並んだものから成り，此の細胞の内部には径2～4$\mu$の幾分黄色を呈する屈光性粒子が1～3個見られる。外層は1列の正方形の小細胞から成り，細胞内に帯色体，及び径5～7$\mu$の屈光性粒子1～5個を有する。成体の根様絲細胞に見られる多数の小粒は存在しなかつた。中脈の部分には，肉眼では根様絲を認め難いが，検鏡すると，短かい根様絲が各表皮細胞から1本づつ出ているのが見られた。

2月18日採集の幼体は平均高さ5cm，大きいものは9cmに達し，多くのものが叉状に分岐して

矢筈状を呈している。体の基部から1 cm位上の中脈部には多数の根様絲が生じている。体の最下部には，根様絲は相当に発達して居り，既に密集して小さい円錐状塊を作つている。これら根様絲の細胞には未だ帯色体は形成されて居らず，少数の径 1 μ位の粒子が散在するのみで成体の根様絲細胞に見る構造のものはなかつた。但し，根様絲の先端細胞は球状の小さい帯色体を多量に有し，細胞全体が黄色に見える程であつた。

## 4. 論　　議

エゾヤハズの属するアミヂグサ科(*Dictyotaceae*)には，根様絲上に幼体を形成するものが数種知られている。即ち，SAUVAGEAU(1904)[8]は，*Zonaria flava* で，HOYT[3](1907)は *Dictyota dichotoma* で，これを観察している。エゾヤハズの属するヤハズグサ属（*Dictyopteris*）では，既に約100年前，HARVEY(1846)[2]が英国に産する *Dictyopteris membranacea* (STACKH.) BATT.で，又，REINKE[7](1878) がナポリ湾に産する *D. delicatula* LAM. でこれを観察しているが，此の両氏は四分胞子を培養した発芽体の根様絲の上に生ずる幼体を見たもので老成体の根様絲の上に発生する幼体ではない。北海道日本海沿岸には12月にエゾヤハズの高さ 1～3cm の幼体が見られることが報告されたことがあるが，(時田，1944)[13]，これは 9 月中旬既に葉体の大部分が腐朽する老成体の基部に残存した根様絲の上に発生した幼体に外ならないことが，本研究の結果から推論できる。筆者らは 2 月中旬に，高さ 9 cm に達する幼体を採集したが，これら幼体は其の後盛んに生長して初夏に見られる繁茂した群落を作りやがて7～8月には成熟体となるものと考えられる。

エゾヤハズの四分胞子は多分減数分裂の結果作られ，その初期の発芽については研究があるが（猪野，1936)[5]，その後の発育は知られず，天然にも有性植物体は全く知られていない。SCHREIBER (1935)[9]は *Dictyota dichotoma* が自然界に四分胞子体の方が有性体より多く見出される理由として，四分胞子が色々な外界の障碍に対して弱いことを挙げている。四分胞子体は栄養繁殖を盛んに行うというわけである。これと似て，エゾヤハズに於いては四分胞子が発芽しても，其の後，殆んど正常な発育を遂げずに死滅してしまうために有性体は出来ず，専ら四分胞子体の根様絲の上に幼体を生ずるという栄養繁殖のみ行われるものと考えられる。かゝる繁殖方法は，エゾヤハズが年々同じ場所に繁茂する事実を良く説明するものであり，又，研究や，或は将来利用のために多量に採取するような場合，根を残せば年々大差のない繁茂を期待してよい根拠ともなるのである。

## 5. 摘　　要

1. 北海道忍路湾産エゾヤハズの根様絲の形態，細胞内容物の性質，及び培養液中に於ける発育過程に関する観察を記述し，本種の生活史に論及した。

2. 根様絲の細胞内には通常少数の大形の屈光性を有する径 10～15μ の粒子と，径 1～3μ の同じく屈光性の多数の小粒子が見られる。

3. 成長した根様絲細胞には，小粒子は細胞の中央に密に集まり，その両極或いは一方の極に大形粒子が 1 個乃至数個存在するのを常態とするが，若い細胞には大形粒子は無く，小粒子が散在する。

4. 根様絲を濾過海水，及び Schreiber 氏液で培養すると，伸長し，分岐し，やがて幼い葉体を形成し，殊に後者の場合に夥しかつた。幼体の下部から生ずる根様絲の細胞内には大形屈光性粒子はなく，小粒子が散在する。

5. 天然の海中にも，秋季腐朽した老成体の基部に残存する根様絲の上に幼体の形成が見られた。

6. 根様絲の上に幼体を形成する栄養繁殖に基き，エゾヤハズの生活史と生態に関して論及した。

## 文　　献


(1) HANSEN, A. (1893) : Über Stoffbildungen bei den Meeresalgen. Mitteil. Stat. Neapel. II. 12 : 267-309.

(2) HARVEY, W. (1846) : Phycologica britanica. London.

(3) HOYT, W. D. (1907) : Periodicity in the production of the sexual cells of Dictyota dichotoma. Bot. Gaz. 43 : 383-392.

(4) HUNGER, F. G. J. (1902) : Über das Assimilations Product der Dictotaceen. Thab. Wiss. Bot. 38: 80.

(5) INOH, S. (1936) : On the tetraspore formation and its germination in *Dictyopteris divaricata* OKAM. etc. Sci. Pap. Inst. Alg. Res., Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. 1 : 213-219.

(6) KOIZUMI, T. & Kakukawa, T. (1942) : Vitamin C content in Marine Algae from Onagawa Bay. Rep. Inst. Agri. Res. Tohoku Imp. Univ. No. 1 : 1-12.

(7) REINKE, J. (1887) : Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Dictyotaceen des Golf von Neapel. Nov. Act. Leop. Carol. Acad. 40. Vol. 1 : 9.

(8) SAUVAGEAU, C. (1905) : Observations sur quelques Dictyotaceae et sur un Aglaozonia nouveau. Null. Stat. Biol. Arcachon. 8 : 66-81.

(9) SCHREIBER, E. (1935) : Über Kultur und Geschlechtbestimmung von Dictyota dichotoma. Planta 24 : 266-275.

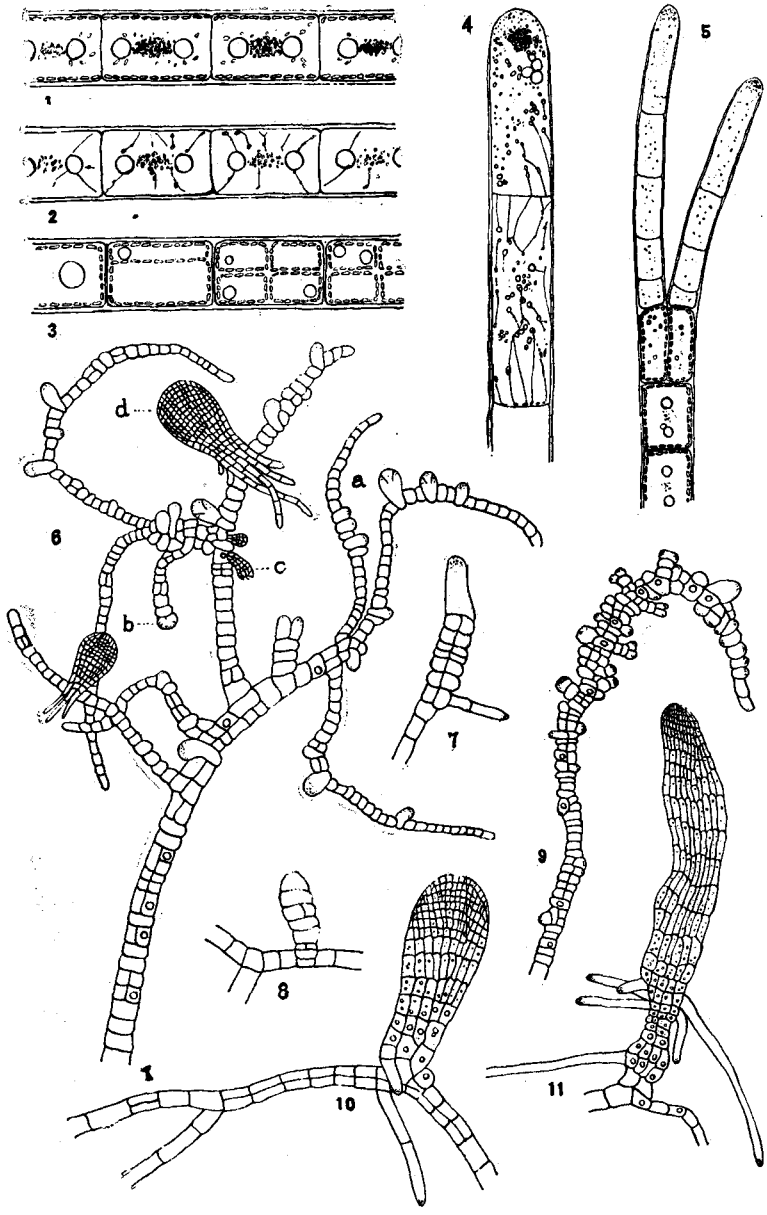
(10) 高岡道夫・石原義雄・松原良輔・角野浩一・安藤芳明，小野俊子(1948)：植物のヴイタミンC含有量．科学 18 (8) : 368-369.

(11) 高岡道夫・安藤芳明 (1951)：海藻類の精油に関する研究（第一報） エゾヤハズの成分．日本化学雑誌 72 (12) : 999-1003.

(12) 安藤芳明 (1952)：海藻のいわゆる Facosan に就いて．植物学雑誌 64 (759-760) : 192-195.

(13) TOKIDA, J. (1944) : The marine algae of Saghalien. (MS).


（水産科学研究所業績 第181号）




Textfigs. 1–11. *Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAM.
1–3. Part of rhizoidal filaments, showing large and small refractive globules, protoplasmic threads, and chromatophores.(×95); 4. Terminal two segments of a new rhizoid grown out from the end of an old rhizoid cultured in filtered sea water. (×95) ; 5. Two new rhizoids arising from the end of an old rhizoid cultured in sea water. (×95) ; 6. Part of a rhizoid cultured for 25 days in filtered sea water, showing various stages of the development of new leafy fronds. (×32) ; 7&8. Early stage of two leafy fronds composed of unusually arranged cells. (×32) ; 9. Part of a rhizoid cultured for 17 days in Schreiber's solution. (×32) ; 10&11. Young leafy fronds from a 30 days-old culture with filtered sea water. (×32).

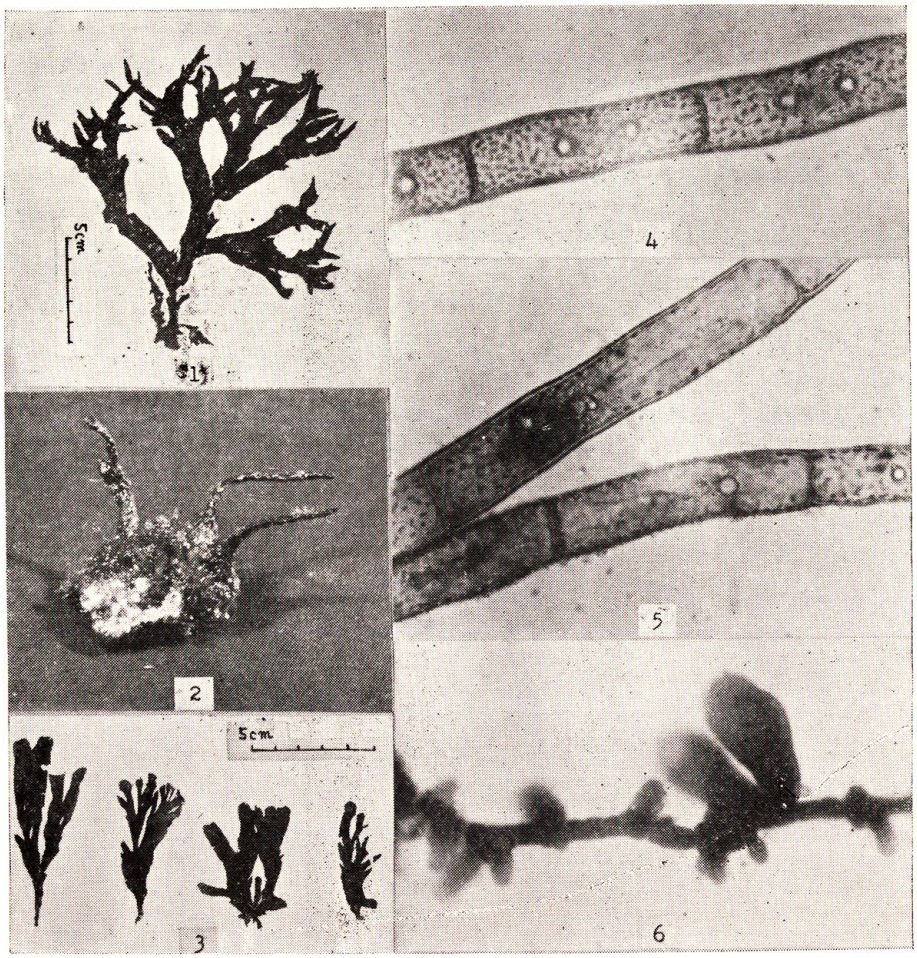



Plate I. *Dictyopteris divaricat* (C KAM.) C KAM.

1. Part of an adult plant bearing a mass of rhizoids at the base.
2. Basal parts of three old decaying fronds composed of a mass of rhizoids attached on a stone. Numerous young leafy fronds, 0.8-1.0 mm. in length, are found on the rhizoids. Collected in Oshoro Bay, on the 8th of October, 1950.
3. Young fronds collected in Oshoro Bay, on the 18th of February, 1951.
4. & 5. Microphotographs of rhizoidal filaments, showing the shape of the cells, chromatophores (dark spots), and refractive large globules. (×95).
6. Microphotograph of a rhizoidal filament cultured for 25 days in filtered sea water, showing that many of its short segments gave rise to a young leafy frond. (×32).