

緑藻ヒビミドロ属一種の生活史について

大貝政治^{*}・藤山虎也^{**}・河辺博^{***}

^{*}水産大学校 (759-65下関市吉見永田本町1944)

^{**}琉球大学理学部 (901-24沖縄県中頭部中城村南上原)

^{***}熊本県のり研究所 (869-32熊本県宇土郡三角町大字三角浦1227)

OHGAI, M., FUJIYAMA, T. and KOBE, H. 1982. On the life history of *Ulothrix* sp. (Chlorophyceae). Jap. J. Phycol. 30: 219-224.

The life history of *Ulothrix* sp. collected at the mouth of the Isuzu River, Atsumi, Aichi-ken, was studied using laboratory culture. The species had only one generation, a filamentous thallus that produced asexual swimmers. These swimmers, which were observed under both short- and long-day conditions, were pear-shaped, with two flagella, one eyespot and one pyrenoid. Settled swimmers developed on germination into filamentous thalli. No sexual swimmers were observed in the culture conditions.

Chromosome number ranged from $n=12$ to $n=14$ in vegetative cells and reproductive cells. The results suggest that this species lacks an alternation of generations or of nuclear phases.

Key Index Words: Chlorophyceae; culture; life history; mitosis; *Ulothrix* sp. Masaharu Ohgai, Shimonoseki University of Fisheries, Yoshimi, Shimonoseki, 759-65 Japan; Toraya Fujiyama, Faculty of Science, University of Ryukyus, Nakashimomura, Okinawa, 901-24 Japan; Hiroshi Kobe, Kumamoto Prefectural Laver Research Laboratory, Misumi, Udo, Kumamoto, 869-32 Japan.

緑藻ヒビミドロ属の生活史については、これまで淡水産種で DODEL (1876), LIND (1932), 海産種で WILLE (1901), KORNMAN (1964), PERROT (1972) 大貝等 (1975, 1976, 1978) らによって研究され、その機構が次第に明らかになってきた。それらによれば淡水産種、海産種ともほとんどの種で有性と無性の遊走細胞を生じる糸状体と配偶子の接合によって形成される cyst 体の異型二世交代が行なわれている。今回筆者等が培養実験で調べた種は世代交代のない一相循環のものであった。種名はいまだ明らかでないが、その生活史と核相について報告する。

材料および方法

本研究に用いた母藻は、1975年3月24日および4月10日に愛知県渥美郡五鈴川河口の海岸に接する地点で採集した。採集後ろ紙で拭った状態で水産大学校実験室に持ち帰り、滅菌海水で十分洗浄し、さらにキャピラリーピペットを用いて数回洗ったのち、藻体を5～

6個体ずつ腰高シャーレ(径6.8cm, 高さ7cm)に入れて培養を開始した。培養は5, 10, 15, 20°Cの4恒温区で、各温度とも明期を1日9時間と14時間の2区を設けた。光源には白色蛍光灯を用い、照度を3500～4000luxに調整した。このほか越夏状態を調べるため、室内の北側の窓際(水温5～34°C, 照度1000～2000lux)での培養も行なった。培養液には PROVASOLI (1968)のESP強化海水を用い、5日ごとに換水した。染色体の観察は、15°Cで培養した藻体を Zenker 液で固定して脱昇汞を行ない、1Nの塩酸で16分間の加水分解を行なったのち、Schiff 試薬で染色する Feulgen 押しつぶし法によりプレパラートを作成して行なった。

観 察 結 果

1. 藻体の形態: 本種は単列の細胞からなる長さ1～5cmの淡緑色の糸状藻体で、普通1個の基部細胞によって基物に付着している。栄養細胞は円筒状で径

7.0~15.2 μm , 長さが径の3/4~2倍である (Fig. 1A)。細胞壁はうすく, 色素体は不完全な環状でピレノイドを通常1~3個もっている。頂端細胞は, 生長するにしたがって次第に膨潤して径および長さが他の栄養細胞の数倍に達する場合がある (Figs. 2A~D)。

本種の詳細な季節的消長は明らかでないが, 五鈴川

河口では1月から4月までよく繁茂している。

2. 遊走細胞の形成, 放出および発芽体の生長: 遊走細胞の形成は, 多くの場合藻体の上方から順次中央部へ, さらに下部に及び, 基部細胞を除くほとんどの細胞にみられた (Fig. 1B)。また数細胞の若い藻体でも先端部の細胞に遊走細胞の形成がしばしばみられた。

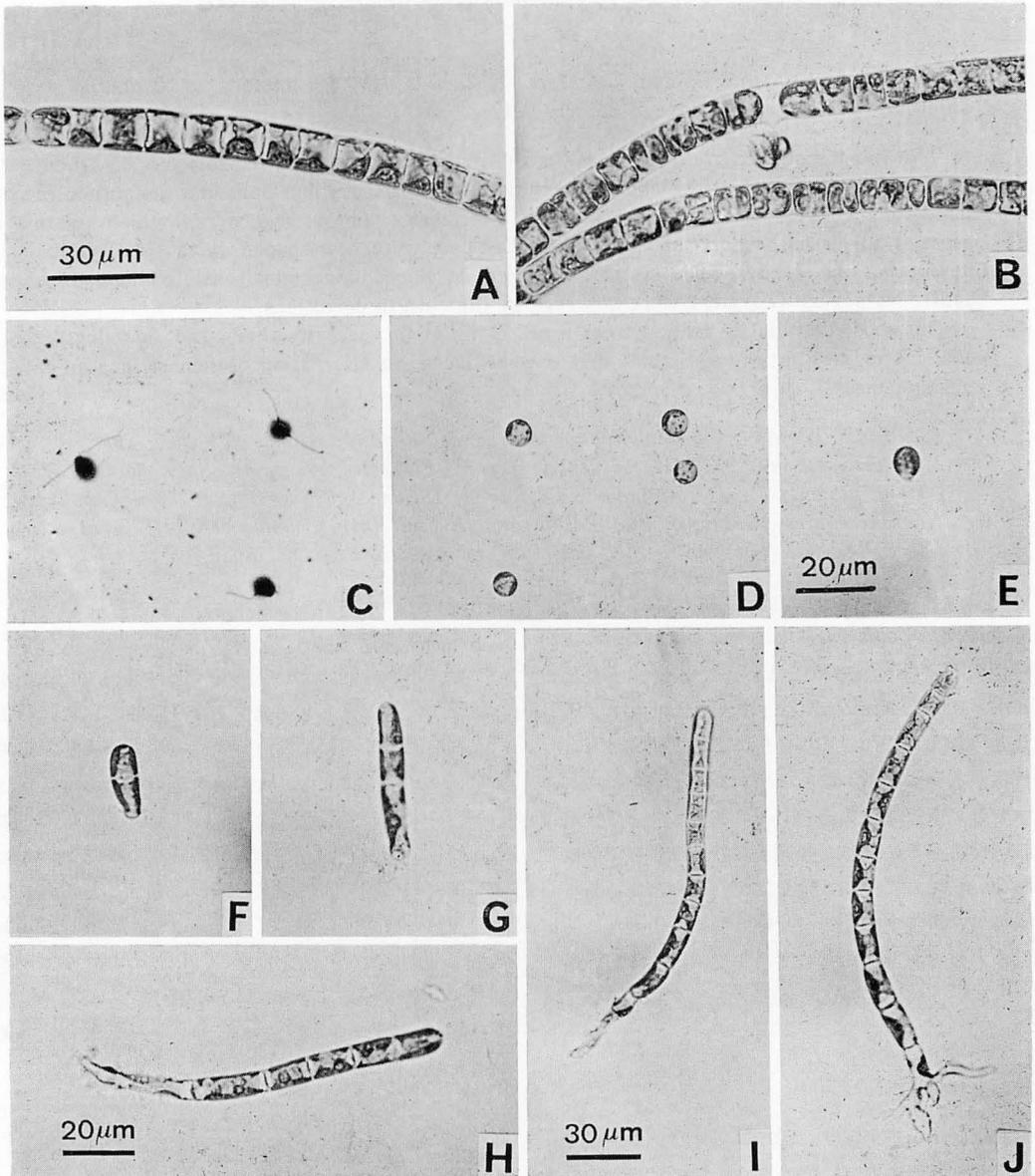


Fig. 1. *Ulothrix* sp. A. Vegetative cells of part of filament; B. Sporangia; C. Liberated swimmers stained by Noland's sol.; D. Settled swimmers; E. Germling after 1 day cultivation; F, G. After 2 to 3 days; H-J. After 4 to 5 days. A scale is true of B-D. E scale is true of F-G. I scale is true of J.

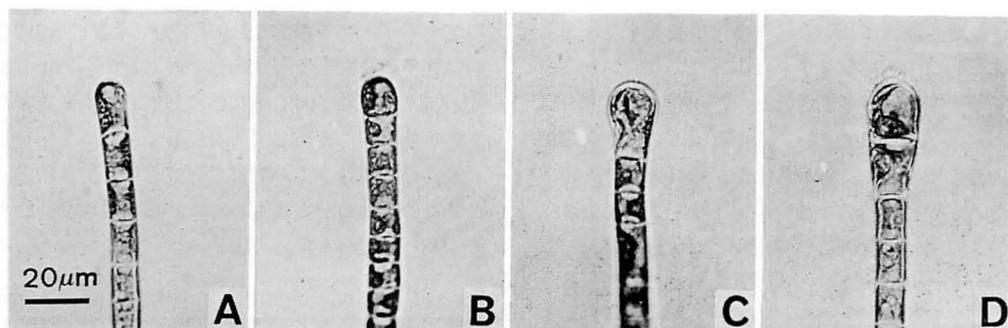


Fig. 2. *Ulothrix* sp. A. Apical cells after 5 days cultivation; B. After 7-8 days; C, D. After 10-15 days. A scale is true of B-D.

1細胞中に形成される遊走細胞の数は、2、4および8個で、とくに4個の場合が多かった。なお頂端細胞は、細胞が大きいため16個形成される場合もあった。遊走細胞の放出は、9時間および14時間照明の両培養条件下とも明期になって1~3時間後に多くみられた。遊走細胞は、弱い正の走光性を示し、幅が $3.8\sim 7.6\ \mu\text{m}$ 、長さが $6.8\sim 10.7\ \mu\text{m}$ の西洋梨型あるいは長卵型で長さが $11.5\sim 15.6\ \mu\text{m}$ の等長の2鞭毛と1個の眼点と1個のピレノイドをもつ葉緑体を有する (Fig. 1C)。放出後しばらく遊泳したのち頭部より基物に着生した。着生時の直径は $4.8\sim 8.2\ \mu\text{m}$ であった (Fig. 1D)。遊走細胞は着生すると発芽をはじめ (Fig. 1E)、 15°C の9時間明期では2~3日後に2~3細胞となった (Figs. 1F, G)。そして4~5日後に6~12細胞 (Figs. 1H~J)、10~15日後には数百細胞となり $0.5\sim 1\ \text{cm}$ に生長した。この大きさになると生殖細胞が多く形成されるようになった。明期14時間の条件下での生長は、上述の結果とほぼ同じであったが、生殖細胞の形成がやや早くなるようであった。 5°C と 10°C においては、両明期とも 15°C とくらべて生長が遅く、葉長が $0.5\sim$

$1\ \text{cm}$ になるのは 5°C では約20日後、 10°C では13~17日後であった。またそれぞれの栄養細胞は液胞が大きく、葉緑体が中央部に集まり、あまり好適状態とは思われなかった。 20°C では生長がはやく約10日間で $1\ \text{cm}$ 程度になった。しかし細胞内には多数の顆粒がみられたので、 20°C は 5°C と 10°C の場合と同じように本藻の生育に好適な温度とは思われなかった。長日と短日条件下での生長状態は、ほぼ同じであった。

3. 室内自然条件下での培養: 1976年3月から約3年間実験室の北側窓辺で培養を行ない、以下の結果を得た。

3月と4月 (水温 $5\sim 20^\circ\text{C}$) は、 15°C の恒温区における場合とほぼ同様に遊走細胞がさかんに形成、放出された。5月 (水温 $17\sim 26^\circ\text{C}$) になって水温が時々 25°C を超え、日長も14時間前後になると栄養細胞に顆粒が多くみられるようになった。さらに6月 (水温 $22\sim 29^\circ\text{C}$) に入り水温が高くなると細胞中の顆粒はますます増加し、また細胞壁もやや厚くなってきた。この時点でも藻体は死滅することなく、遊走細胞を形成するものもみられた。しかしこのような高温下で放

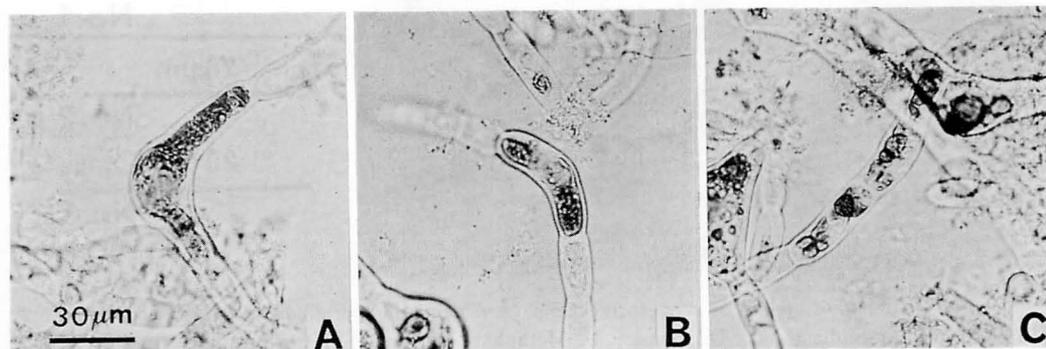


Fig. 3. *Ulothrix* sp. A. Akinete-like cells; B, C. Formation of swimmers in akinete-like cells. A scale is true of B, C.

出された遊走細胞は長い糸状体には生長せず、ほとんどが数細胞の体になるにすぎなかった。なおこれらの藻体にも遊走細胞が形成された。7~9月(水温26~34°C)でも水温が約30°C以下であればこのような数細胞の状態を経過した。しかし水温が連日30°Cを超えるようになると、僅かの細胞がアキネート状で生き残るほかは大部分が死滅してしまった(Fig. 3A)。こ

のアキネート状の細胞は、10月下旬(水温17~21°C)頃になると2鞭毛の遊走細胞を形成した(Figs. 3B, C)。この遊走細胞は、糸状体に形成される遊走細胞と形態が基本的には同じで、着生して糸状体に生長した。

室内自然条件下での培養で形成された生殖細胞は、2鞭毛の無性の遊走細胞のみで、接合現象を行なうものはみられなかった。

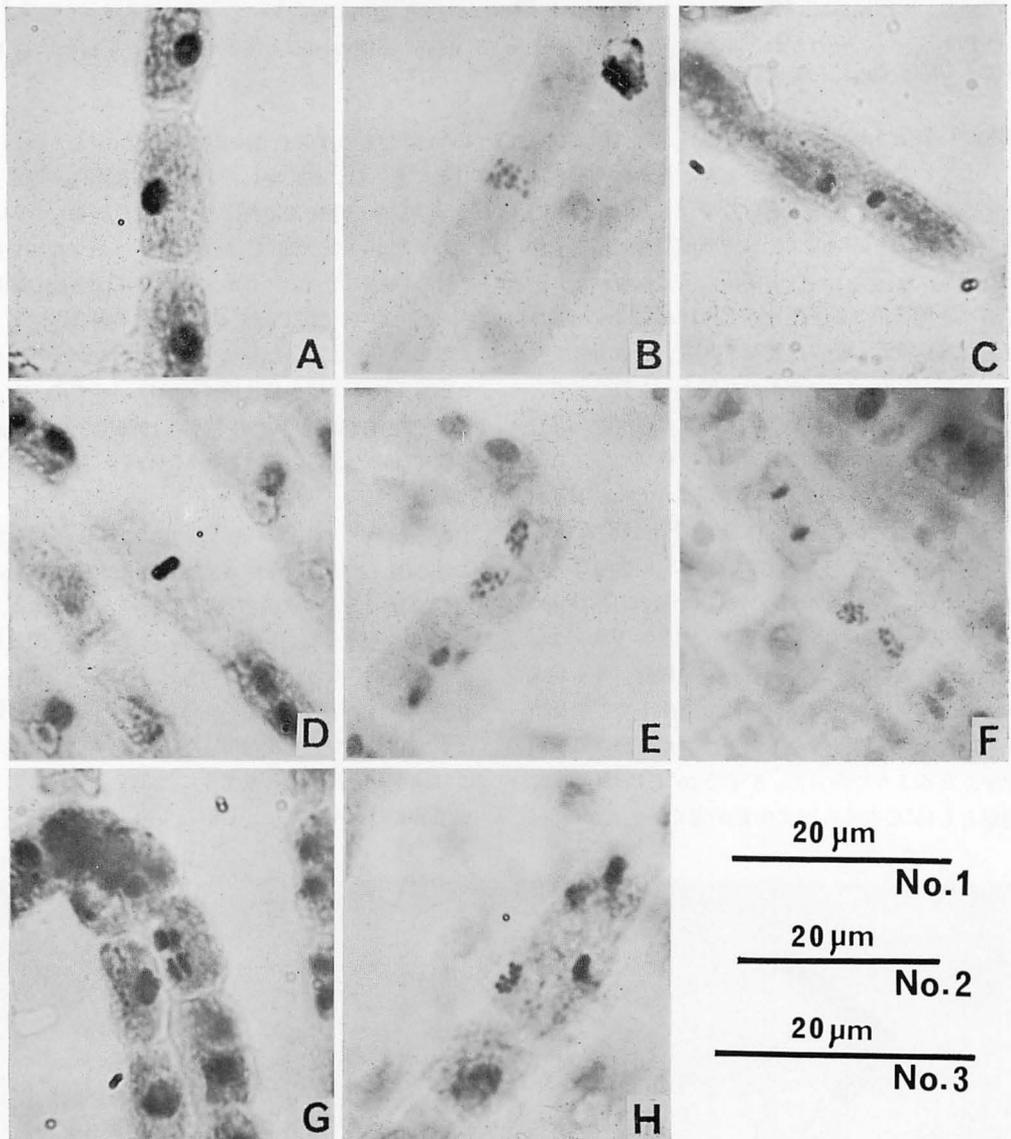


Fig. 4. Nuclear divisions in vegetative cells (A-C) and in reproductive cells (D-H). A. Early prophase; B. Metaphase; C. Telophase; D. Metaphase in the first; E. Metaphase in the second; F. Anaphase in the first (upper part) and metaphase in the second; G. Anaphase in the second; H. Telophase in the second. No. 1 scale is true of A, C, D. No. 2 scale is true of B, E-G. No. 3 scale is true of H.

4. 核相：栄養細胞および生殖細胞の分裂は明期に入る4～5時間前が多いようで、この時刻に固定したものに分裂中期の像が多く観察された。分裂期に入ると栄養細胞の核には、まず多くの染色顆粒がみられはじめ (Fig. 4A), やがてこの顆粒は次第に大きくなり、分裂前期の後半になると染色体として認められるようになった。分裂中期は染色体がさらに明瞭になるので、その数の決定が最も容易となる時期であった。この時期に10～15個、とくに12～14個の染色体が多く観察された (Fig. 4B)。分裂後期には赤道面にならんだ1本の帯状の染色体群が2本に分かれて互に細胞の相反する方向に移動した。分裂終期になると細胞は中央部に隔壁が形成されやがて2分された (Fig. 4C)。

生殖細胞形成時の核は、体細胞分裂の場合と同じように分裂の前期に染色顆粒があらわれ、中期には染色体が赤道面に1列にならび (Fig. 4D), 後期になると1本の染色体群は2本に分かれ、細胞の両端に移動して2個の娘細胞ができた (Figs. 4E, F)。この1回の分裂で生殖細胞の形成が終了するものもみられたが、多くは第2回目の分裂で4個の娘細胞を形成した (Figs. 4G, H)。また第3回目の分裂を行なって8個の生殖細胞を形成するものもあった。これらの分裂は、いずれも体細胞分裂と同じであり、減数分裂ではなかった。そしてこれらの生殖細胞形成時にも栄養細胞のそれと同じように9～14個の染色体が観察されたが、とくに12～14個のものが多くみられた。

考 察

今回の培養実験の観察結果から、本種は Fig. 5 に

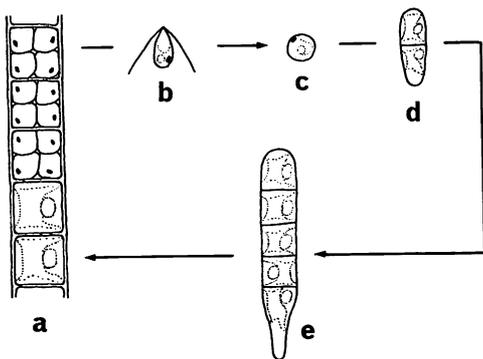


Fig. 5. Diagrammatic figures showing life history of *Ulothrix* sp. a. Filamentous thallus; b. Two-flagellate swarmer; c. Settled swarmer; d, e. Germlings.

示すように、単列細胞の糸状体に形成される2鞭毛の遊走細胞が無性的に発芽して再び同様な糸状体に生長することが明らかになった。また核相は単相で $n=12\sim14$ であった。すなわち本種は、世代交代のない一相植物であると考えられる。これまで報告されたヒビミドロ属の生活史をみると、海産種の *Ulothrix speciosa* (KORNMANN 1964), *U. flexuosa* (KORNMANN 1964), *U. acrorhiza* (OHGAI and FUJIYAMA 1978), *U. implexa* (大貝等 1975, 1976), *U. pseudoflacca* (WILLE 1901, PERROT 1972), 淡水産種の *Ulothrix rorida* (LIND 1921), *U. zonata* (DODEL 1876) などでは、糸状体と配偶子の接合によって生じる cyst 体との間に異型世代の交代がみられている。また *U. flacca* では、上述の異型世代交代型のほかに同型の配偶体と造胞体の糸状体との世代交代型の二つの型があることが報告されている (PERROT 1972)。このように本属のほとんどの種では異型あるいは同型の二世交代の生活史が知られており、本種のように一相世代のものは特異な型であると思われる。

本属の染色体数については、これまで LIMD (1932) が *U. rorida* で $n=5$, CHOLNOKY (1932) が *U. variabilis* で $n=7\sim8$, SARMA (1958) が *U. zonata* で $n=10$, *U. subtilissima* で $n=14$, 大貝・藤山 (1981) が *Ulothrix* sp. で $n=ca. 8$, $2n=ca. 16$ という報告があり、今回の本種の $n=12\sim14$ とを含めて考察すると、種によって違いのあることがわかる。ヒビミドロ属の種の分類は、これまでもおもに形態に基づいていたが、1964年に KORNMANN は培養実験から生活史を調べ、生活史のちがいにより種を同定する新しい試みを行なった。しかし *U. flacca* のように同一種でありながら二つの生活史をもつものがあるので (PERROT, 1972), 生活史が種によって固定したものと考える方がよいと思われる。今後の種の分類には、形態的な形質に加えるに、生活史の様式と染色体数を基準にするのがよいと思われる。

つぎに本種の越冬状態については、今回の培養結果から以下の二つが推察される。一つは遊走細胞から発芽した藻体が数細胞の状態越冬する方法、もう一つは栄養細胞がアキネート状の休眠細胞となる方法である。本種は水温が約 30°C 近くになっても死滅しなかったため、天然では数細胞のまま越冬するものが多いのではないと思われる。

以上の結果を、これまで報告されたヒビミドロ属数種のそれと比較してみると次のような点で違いがあることがわかる。第一に本種には世代交代がないこと、

第二に無性生殖を行なう胞子が他の種類では4鞭毛であるのに対して本種は2鞭毛であること、第三に頂端細胞が大きく膨潤することなどである。これらの三つの形質から、本種は新種と考えられる。今後微細構造などをさらに研究したいと考えている。

謝辞 本研究を行なうにあたり始終御指導いただいた水産大学校松井敏夫博士、また英文を見ていただいた琉球大学理学部 比嘉辰雄博士、ワシントン大学 KOHN 教授に心よりお礼申し上げます。

引用文献

- CHOLNOKY, B. 1932. Planogonidien- und Gametenbildung bei *Ulothrix variabilis* KÜTZING. Beih. Bot. Centralbl. 49: 221-238.
- DODEL, A. 1876. *Ulothrix zonata*. Ihre geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung. Jahrb. Wiss. Bot. 10: 417-550.
- KORNMANN, P. 1964. Die *Ulothrix*-Arten von Helgoland I. Helgol. Wiss. Meeresunters. 11: 27-38.
- LIND, E.M. 1932. A contribution to the life-history and cytology of two species of *Ulothrix*. Ann. Bot. 46: 711-725.
- 大貝政治・藤山虎也・松井敏夫 1975. 海産ヒビミドロ属の生活史に関する研究-I. *Ulothrix implexa* KÜTZING prox. の無性生殖について。水大校研報 23: 137-144.
- 大貝政治・藤山虎也 1976. ヒビミドロ属の生活史に関する研究-II. *Ulothrix implexa* KÜTZING prox. の有性生殖と生活史について。水大校研報 24: 337-342.
- OHGAI, M. and FUJIYAMA, T. 1978. Studies on the life history of *Ulothrix*-III. On the life history of *Ulothrix acrorhiza* KORNMANN. J. Shimonoseki Univ. Fish. 26: 325-332.
- 大貝政治・藤山虎也 1981. 日本藻類学会第5回春季大会講演要旨。No. 37.
- PERROT, Y. 1972. Les *Ulothrix* marins de Roscoff et le problème de leur cycle de reproduction. Soc. bot. Fr. Mémoires. 67-74.
- PROVASOLI, L. 1968. Cultures and collections of algae, Proc. U.S.-Japan Conf. Hakone, Sept. 1966, Japan Soc. Plant Physiol. 63-75.
- SARMA, Y.S.R.K. 1963. Contributions to the karyology of the Ulotrichales-I. *Ulothrix*, Phycologia 2: 171-183.
- WILLE, N. 1901. Studien über Chlorophyceen, I-VII. Vidensk. selsk. skr. I, Math. Natur. Klasse, No. 6, 1-46.

賛助会員

- 北海道栽培漁業振興公社 060 札幌市中央区北4西6 毎日杉峰会館内
阿寒観光汽船株式会社 085-04 北海道阿寒阿寒群町字阿寒湖畔
海藻資源開発株式会社 160 東京都新宿区新宿 1-29-8 財団法人公衆衛生ビル内
協和醗酵工業株式会社 バイオ事業本部 バイオ開発部 100 東京都千代田区大手町 1-6-1
大手町ビル
全国海苔貝類漁業協同組合連合会 108 東京都港区高輪 2-16-5
K. K. 白壽保健科学研究所・原 昭 邦 173 東京都板橋区大山東町 32-17
有限会社 浜野顕微鏡 113 東京都文京区本郷 5-25-18
株式会社ヤクルト本社研究所 189 東京都国立市谷保 1769
山本海苔研究所 143 東京都大田区大森東 5-2-12
秋山 茂商店 150 東京都渋谷区神宮前 1-21-9
弘学出版株式会社 森田悦郎 214 川崎市多摩区生田 8580-61
永田克己 410-21 静岡県田方郡菟山町四日町 227-1
全漁連海苔海藻類養殖研究センター 440 豊橋市吉田町 69-6
神協産業株式会社 742-15 山口県熊毛郡田布施町波野 962-1
有限会社 シロク商会 260 千葉県春日 1-12-9-103