

水田に発生する藻類とその生態

国立科学博物館植物研究部 渡辺真之

1. 藻類とはどのような生き物か

藻といえば我々日本人は誰でも、コンブ、ワカメ、ノリ、テングサ、ヒジキなどの名前をあげられるほど古くから、それらを身近な海産資源として利用してきた。しかしながら水田に生活する藻のほとんどは顕微鏡のたすけなしには見えないほど小さいもので、その実体を知る人は少ない。藻類という名称はコケ類、シダ類などと異なり分類学上のひとつの生物群に与えられたものではなく、主として水中に棲み、光合成をして生活する体制の簡単な生き物の総称として用いられている。藻類においては草や木にみられるような、栄養分を吸収するための根、栄養分を運びからだを支えるための茎、光合成をするための葉、種子をつくるための花などの分化がみられない。水田や湖など真水に生活する藻には、からだが唯ひとつの小さな細胞からできているものが多い。このように微小で簡単なつくりの生き物であるが、野外で採集して顕微鏡で観察してみると、色、形、生殖と生活の方法において異なる多数の種類が混って生活していることがわかる。それらの種類はどのような特徴によって分類されるのか、またそれぞれの種類の生活の様子はどのようなものか、以下に水田でみられる藻を例として、微小な藻の世界を紹介する。

2. 藻はどこから来るのか

田植え前、水田に水がはられて、1, 2週間もすると、水面は緑色、褐色、あるいは紅色のどろどろした物、または粉状の物におおわれてしまう。これは水中に微小な藻が無数に増殖し、水がそれら藻体の色に染ってしまった結果である。いったいこれらの藻はどこからやって来たのであろうか、またどのようにして増えたのであろうか。ここで微小な藻の散布に関する調査の例を紹介してみよう。テキサス大学の人達が空中を埃として舞っている藻について調べた結果である。淡水にすむ普通の藻の生長に必要な栄養と水分を含む寒天の板（寒天培地）を用意し、建物の屋上、自動車の上、飛行機の上などで一定の時間、空中に晒してから研究室に持ち帰って培養すると、やがて培地上にくっついた藻が増え、緑色、藍色、褐色の小さな点として見えるようになる。それをさらに分離・培養して調べたところ、緑藻類、ヒカリモ類、藍藻類に所属する62属もの藻を認めたという。ほとんどの藻は水中で生活していて、水に浸った状態でないと増殖できないのだが、かなりの乾燥状態におかれても増殖こそできないが枯死することはない藻が少なからずあることを上記の観察結果は示したといえる。秋の稲刈りがすんでから翌年の田植えまで、表日本では、水田の表面は空気に晒されて乾燥しているが、土壌の内

部は下からたえず上って来る水分で湿っていることが多く、夏の間に繁茂した藻が耐久生活をするのには十分な水分が保たれている。

つまり乾燥期の水田土壌中には種類数と量の両方において莫大な藻のたねが子孫繁栄の機をうかがっているわけで、水田に水がひかれるとすぐその時の条件に適した特性をもつ種類が次々に発芽し、それぞれのもつ生理的特性や自然界での役割に応じて、短い間に繁栄と衰退の歴史をくり返すのである。いうまでもなく先年に蓄積されたたねの他にも灌漑の水によって上流から運ばれて来たり、風、鳥、けものらによって新しく運ばれて来る種類も多数あるに違いない。

3. 微小藻の採集と観察の方法

個々の藻は小さくて目に見えないが、多量に集まるとそれぞれの藻に特有の色と集塊として肉眼で認められる。従って野外で微小藻の採集を行うにはお天気の良い日の明るいうちに行動しなければならない。採集の道具として管ピン、ルーペ、野帳、目的とする藻によってスポイト、ピンセット、プランクトンネットを用意する。観察は採集したらすぐ生きた状態で行うのがよい。旅行中で採集品の観察がすぐできない場合は標本の一部を採集後ただちにホルマリンなどで固定して保存しておく。この固定標本は後の観察や証拠として必要になることが多い。固定標本は管ピンにたっぷり入れて冷暗所に保存し、生きた材料は管ピンに少量入れ、管ピンに半分程度空間を残し、直射日光の当たらない明るい所に保存する。

微小藻の観察には当然顕微鏡が必要で、しかも常時40倍、100倍（油浸）の対物レンズを使って細胞内外の微細な構造を観察しなければな

らないので、できるだけ高性能の生物顕微鏡を用意し、十分に調整して使用することが肝要である。

4. 藻類の分類と同定

歴史的に蓄積された分類学的研究の成果をまとめた分類書や図鑑に照らして、生き物の名前（学名、和名）を知ること、または所属を明らかにすることを同定という。ここで学名と分類学上の階級名について若干の説明を加える。植物には種類ごとにラテン語による名前（学名）がつけられている。イネの学名は *Oryza sativa*。 *Oryza* はアラビア語の米という意味の言葉に由来する属名。 *sativa* は栽培されたの意味をもつ種小名。イネ属にはイネを含めて世界で25種（シュと読む）が認められており、 *Oryza sativa* でイネ属のひとつの種であるイネを表わす。イネ属にはマダケ属、ササ属、キビ属はじめ多くの近い親戚がありそれらはひとまとめにされて上位の階級イネ科となる。このように近縁の同位の階級がいくつかまとめられては上位の階級が作られるのである。種→属→科→目→綱→門。世の中が名→姓→町→市→県→国として整理されているのに似ている。県がいくつかまとめられて地方と称されることがあるように綱と門の間に亜門、目と綱の間に亜綱というように中間の階級を設けることもある。微小藻においては、生活史の特定の相（たとえば生殖の時期）を観察しないと科、属、種レベルの同定ができない群があるが、野外で採集された状態で、色と形の観察によって属レベルの同定ができるものも多い。

藻類という名称がいくつかの分類群の総称であると述べたが、実際どのような分類群が藻類と呼ばれるのであろうか。藻類の9つの門の名

第1表 藻類の分類群(門)と主な特徴

分類群 (門)	光合成(同化)色素			同化貯蔵物質	鞭毛の有無と位置	産地	よく知られた藻(属)	淡水藻の概数 属 種
	クロロフィル	フィコビリリン	主要なカロチノイド					
藍藻植物 Cyanophyta	a	C-フイコシアニン, ア ロフイコシアニン, C- フイコエリスリン	β -カロチン, 種々のキ サントフィル	藍藻顆粒(アラニン, ア スパラキン酸), ポリグ ルコース(グリコーゲン 類似)	なし	淡水, 汽 水, 海水, 上 地	ミクロスキスチス(アオコ), ユレモ, アナベナ, ネン ジュモ	111 1,300
緑藻植物 Chlorophyta	a, b		α -, β -, γ -カロチ ン, 種々のキサントフィ ル	デンプン(アミロース, ポリグルコース, アミロ ペクチン)(あるもので オイル)	1, 2-8本, 多数 等先端	淡水, 汽 海, 地	クロレラ, オオヒゲマワ リ, クンシヨウモ, チリ モ, アオミドロ, アオノ リ, アオサ	535 7,710
車軸藻植物 Charophyta	a, b		α -, β -, γ -カロチ ン, 種々のキサントフィ ル	陸上植物のものと類似の デンプン	2本 等先端近く	淡水, 汽	シャジクモ, フラスコモ	6 80
ミドリムシ植物 Euglenophyta	a, b		β -カロチン	パラミロン(= β -1, 3-グルコピラミニノシド), オイル	1-3(〜7)本 先端または先端の 近く	淡水, 汽 海, 地	ミドリムシ, ファクス, トラケロモナス	45 930
褐藻植物 Phaeophyta	a, c		β -カロチン, フコキサ ント, その他キサント フィル	ラミナラン(= β -1, 3-グルコピラミニノシド), マンニトール	2本 不等側	淡水(稀) 汽, 海	コンブ, ワカメ, モズク, ホンダワラ, マツモ, ア ラメ, カジメ	6 6
ヒカリモ植物 Chrysophyta	a, c cを持たない ものもある		α -, β -, ϵ -カロチ ン, 種々のキサントフィ ル, フコキサントチンをも つ分類群がある	クリソラミナラン(= β -1, 3-グルコピラミ ノシド), オイル	1-2本 不等または等最 先端	淡水, 汽 海, 地	ヒカリモ, ウログレナ, ミズオ, フシナシミドロ, フウセンモ, クチビルケ イソウ	312 3,350
渦鞭藻植物 Pyrrophyta	a, c		β -カロチン, 種々のキ サントフィル	デンプン(あるものでオ イル)	2本 1本は後方に 1本は横まき 側	淡水, 汽 海	ツノモ, ギムノジニウム, グレンノジニウム, ベリジ ニウム	30 230
クリプト藻植物 Cryptophyta	a, c	3種のフイコシアニン, 3種のフイコエリスリン	α -, β -, ϵ -カロチ ン, 特異なキサントフィ ル(アロキサントチン, ク ロコキサントチン, モナド キサントチン)	デンプン	2本 不等最 先端の近く	淡水, 汽 海	クリプトモナス	23 100
紅藻植物 Rhodophyta	a dをもつもの もある	R-, C-フイコシアニ ン, アロフイコシアニン, R-, B-フイコエリス リン	α -, β -カロチン, 種 々のキサントフィル	紅藻デンプン(グリコー ゲン類似)	なし	淡水(少) 汽, 海	チノリモ, アマノリ, カ ワモズク, テングサ, ウ ミソウメン, フノリ	32 190

前と主な特徴を第1表に示す。花の咲く草や木とシダ植物の全てを含むのが維管束植物門そして蘚類と苔類の全てがコケ植物門に所属しているのであるから、藻類と呼ばれる生物群の多様さがある程度理解されよう。また藻類の門の階級の名称の多くが色に関するものであることから、藻の分類において光合成色素の組成、つまり藻の示す色が大切な特徴であることがわかる。光合成を掌る器官である葉緑体の形態も、緑藻植物では属や種レベルの特徴として重要視されている。表にあげられた9つの門のうち褐藻植物と紅藻植物のほとんどは海産なので以下の項で扱わない。

5. 水田で見られる藻

水田といっても北海道から沖縄県まで気候条件、水質、土壌の性質など様々であるから、当然そこに生活する藻の種類も様々であるに相違ない。しかしながら本小文の執筆を引受けてから参考にした文献によれば、水田の藻を調べた例も少ないが、そこで扱われている分類群も少ない。過去の報告のほとんどは緑藻のチリモ(=鼓藻)と珪藻に片寄っている。従って以下に紹介する藻には水田から報告されていなくても存在がほとんど確実と思われるものも含まれている。

藍藻植物：藍藻の典型的な色は名前が示すように青緑色である。それが多数集って暗緑色の厚膜または集塊となる場合、または細胞をおおう膜(鞘ともいう)または粘質物が着色して集塊が黄褐色ないし赤褐色を示す場合がある。藍藻類は体のつくりが藻と呼ばれる生物のなかで最も単純で、有性生殖を欠き、鞭毛により遊泳する細胞をつくることもない。現在知られる最も古い化石のいくつかは藍藻類と考えられ、大

古の時代から体のつくりをあまり変化することなく様々な環境の変化に耐えて来た。そのためか現在でもその生育環境はじつに多様で、80°Cをこえる温泉から極地まで、あらゆる所で見出される。また藍藻は火山噴火後の植生のパイオニアとしても知られている。藍藻においてはその他の藻類と高等植物にみられる光合成器官の葉緑体としての構造がなく、葉緑体の構成要素であるチラコイドと呼ばれる部分が細胞内に分散して存在する。そのため藍藻は光学顕微鏡で見ると細胞の内部が均質にみえるのである。このように細胞内に顕著な構造が認められないため、後に述べるように細胞の並び方が属レベルでの主要な分類学的特徴とされている。もちろん細胞の形と大きさは他の分類群の場合と同様、種レベルの特徴として重要である。藍藻植物門には下位分類群として5つの目が認められている。その中でクロオコックス目とネンジュモ目には水田に現われる種類も多いので、それらの例について説明する。

クロオコックス目の藻は単細胞性で、細胞の2分裂によって増殖する。単独または数細胞の小さな群体をつくる藻としてクロオコックス属(図1a)とシネココックス属(図1d)をあげておく。球形をしたクロオコックス型の細胞が寒天質を分泌して不定形の群体を形成したものがアフエノカプサ属(図1b)、平面に規則的に並ぶものがメリスモベディア属(図1c)である。円筒形をしたシネココックス形の細胞が球形ないし不定形の群体を形成したものがアフエノテケ属(図1e)である。アフエノテケ属には数少ない食用藍藻のひとつで、熊本の江津湖の天然記念物、水前寺のり *Aphanotheresa sacrum* がある。クロオコックス目の藻のほとんどは顕微鏡の大きさで、水田の水底、稲や雑

草の茎に付着する多くの藻に混って生育している。

水田の底や道ばたの浅い水たまりの底が一面、暗緑色の膜状の藻におおわれることがある。時にその膜ははがれて水面に漂う。これはネンジュモ目のユレモ属(図1 f)やフォルミディウム属の藻が多量に発生した状態である。これらの藻は細胞系またはトリコームと呼ばれる一列に並ぶ細胞の糸からできている。細胞の直径は数 μm ~数10 μm と種によって様々である。ユレモのなかまは形態の特徴に乏しく、細胞の大きさとトリコームの先端の形の違いが種レベルの分類形質として用いられる。ユレモ型のトリコームが粘質物を分泌して集合したものがフォルミディウム属、明瞭な鞘におおわれる形のものガリングビア属(図1 g)、複数束になって鞘に収まった形がシゾトリックス属(図1 h)である。これらトリコームが普通の細胞のみから形成される藻はユレモ亜目にまとめられている。

ネンジュモ目のもうひとつの亜目であるネンジュモ亜目の藻のトリコームは藻体を形成する普通の細胞(栄養細胞)の他に栄養細胞から分化した異質細胞と呼ばれる特殊な細胞(図1 H)を所々に形成し、種によってはさらに休眠孢子と呼ばれる厚膜で大形の特殊細胞(図1 A)を形成する。異質細胞は顕微鏡で見ると藍藻特有の青緑色を失い、淡黄色のガラス玉のように見える。休眠孢子は栄養細胞よりかなり大きく、厚い膜におおわれ、内部を粒状の貯蔵物質に満たされている。トリコーム上に異質細胞の形成される位置は属レベルの分類形質として重視されている。アナベナ属ではトリコームの所々に異質細胞と休眠孢子が形成される(図1 i)。アナベナ型のトリコームが多数寒天質に収まっ

て肉眼的大きさの群体を形成するのがネンジュモ属である。ネンジュモ属には水前寺のりと同様、食用に供される種イシクラゲ、加茂川のりなどが知られる。ネンジュモのなかまは水中だけでなく、湿った岩上、土の上、芝生の間などにもごく普通に見られる。カロトリックス属(図1 j)のトリコームは基部に異質細胞をもち、先端に向って細くなる。トリボトリックス属(図1 k)においてトリコームは介在的に形成された異質細胞の下部で鞘をやぶって分枝する(図1 p)。この分枝において、細胞の分裂面はトリコームの軸の向きに対して変化しないので、この分枝は偽分枝と呼ばれる。一方、スチゴネマ目のハパロシフォン属(図1 l)に見られる分枝では細胞の分裂面がトリコームの主軸細胞のそれに対して90度変化しており、この分枝は真分枝(図1 B)と呼ばれる。(図1, 1頁参照)。

緑藻植物：緑藻は淡水域で最も繁栄している群で、属、種の数において全淡水藻の過半数を占めている。従ってこの分類群を構成する藻の形と生活史の型もそれだけ多様である。ここでは緑藻植物門の3つの大きな分類群、オオヒゲマワリ目、クロロコックム目、ホシミドロ目とその他の若干の分類群について説明する。

クラミドモナス属(図2 a)はオオヒゲマワリ目の1員で球形ないし楕円体形の単細胞性の藻である。藻は数 μm ~数10 μm の大きさで、ひとつの核、眼点、細胞壁の内側に沿った葉緑体、ピレノイド(澱粉合成の中心で、顕微鏡下で光って見える)、そして2本の鞭毛をもち遊泳する。無性生殖に先立って藻体は鞭毛を失い、2~4あるいはさらに分裂し、母細胞と同形で小さな娘細胞が形成され、やがて母細胞壁のやぶれ目から放出される。いくつかの種において

有性生殖が報告されている。クラミドモナス属は単細胞性の単純な外形を示す藻であるが、藍藻のクロオコックスなどと比べると複雑な内部構造を示し、外形の違いに加えて、葉緑体の形状、ピレノイドの数と位置などに注目して多数の種が認識されている。クラミドモナス型の細胞を基本として、その数と並び方、生殖様式の違いによってオオヒゲマワリ科の属のレベルの分類が行われている。細胞数 4, 8, 16~64個、平面状かつ規則的に並び、最も簡単な群体を形成するのがゴニウム属(図 2 b)である。ゴニウム属の無性生殖では、全ての細胞が分裂し、それぞれ親と同形の小さい群体を形成する。有性生殖において、全ての細胞が分裂することなく配偶子となり、異株間で接合し胞子をつくる。一方最大の群体を形成し、最も複雑な生殖の様式を示すのがオオヒゲマワリ属(図 2 c)である。同属において、数千ないし 1 万個余りのクラミドモナス型細胞が球形の群体の表面に一層で規則的に並び、群体の直径は数 mm に達する。同科の中で最も高等と考えられているオオヒゲマワリ属ではゴニウム属と異なり、娘群体をつくる細胞が初めから一部の細胞に限られている。有性生殖において大きさと形の明らかに異なる精子と卵が形成される。種によって雌雄同株、異株が知られる。配偶子の形成から接合胞子の形成、新群体の発生の過程は複雑で少ない紙面では説明できない。

クレブソルミディウム属(図 2 d)はヒビミドロ目に所属する藻で、多くは気生あるいは地上生の藻として知られる。畦道や水の抜かれた水田の土壌表面を好み、ビニールハウスの内側を緑色に染める藻のひとつでもある。クレブソルミディウムは一列に並ぶ直径 5 μ m 前後の円筒形の細胞よりなる。細胞はひとつの核、1 枚

の板状、側壁性の葉緑体、ひとつのピレノイドをもつ。増殖は主として細胞の 2 分裂と糸状体の切断によって行われる。

カエトフォラ属(図 2 e)はカエトフォラ目所属の藻で、水中の草の茎などの基物の表面に直径数 mm の、寒天質の美しい玉を形成する。藻体を顕微鏡で見るとヒビミドロ型の細胞の分枝する糸状体からなり、寒天質の中で放射状に配列しているのが見える。水の張られた水田や用水路の流れの中には寒天質の塊を作らないカエトフォラのなかまであるスティゲオクロニウム属の長さ数 mm ないし数 cm の房状の藻体や、やわらかい粘液におおわれた長さ数 cm のツルギミドロ属の藻がゆらめいているのが見られるかも知れない。(図 2, 2 頁参照)

サヤミドロ目の藻は円筒形の細胞が糸状体を形成する点でヒビミドロ目やカエトフォラ目の藻と似ているが、顕微鏡で詳しく見るとそれらの間には多くの異なった点が認められる。糸状体の直径が後 2 者ではなめらかに変化するのに対し、前者では細胞の連結部でそれが段階に変化する。葉緑体の形も後 2 者では板状あるいは帯状、前者では網目状と異なっている。また生殖の様式と遊走細胞の形にも独自のものがあるので、サヤミドロ属の場合を例として紹介しておく(図 3, 3 頁参照)。無性生殖は糸状体の切断と遊走細胞の放出によって行われる。遊走子は洋梨型で先端の少し下に輪生する多数の鞭毛をもっている。泳ぎ出した遊走子は基物に付着して分裂を開始し、糸状体を形成する。サヤミドロの有性生殖にはいくつかの型が知られているが、図 3 に示したのはその中でも複雑な例である。糸状体は雄(a)のものと雌(b)のものに分かれている。雄は成熟すると雄性胞子を放出し、胞子は雌の糸状体に着いて発芽し矮

雄体と呼ばれる小さな糸状体を形成する(b)。やがて精子が矮雄体中で造られ、泳ぎ出して卵にたどりついて受精が起る。受精卵は成熟すると表面に厚膜を形成する。厚膜の表面には種類によって独特な凹凸模様が知られ、同定に当たってのより所とされている。環境の条件が整うと卵子の内容が薄い袋をかぶって抜け出し、中味は4個に分裂し、多数の輪生する鞭毛をもった遊走細胞(d)となり、泳ぎ出して基物に付着し発芽し(e, f)再び雄または雌の糸状に発達する。サヤミドロ目はサヤミドロ科1科よりなり、サヤミドロ属、分枝する糸状体を形成するブルボカエテ属、地上生のエドクラディウム属3属で構成されている。(図3, 3頁参照)

クロロコックム目には単細胞性のクロレラ属(図2 f), アンキストロデスス属(図2 g), テトラエドロン属(図2 i)からコエラストルム属(図2 h), クンショウモ属(図2 j), イカダモ属(図2 k, 1)を初め美しい幾何学的な形の一定数の細胞からなる群体(定数群体)を形成するものまで多くの属が知られている。一時未来の食糧として期待され、現在は健康食品とのふれ込みで利用されているクロレラは直径数 μm ~10数 μm の、ほぼ球形をした単細胞性の藻である。クロレラは食品としてより光合成の研究材料として長い間貢献して来た。クロレラにおいてはそれぞれの細胞が分裂して、母細胞と同形の4~8~16個の小さな細胞(オート孢子)を形成することによって増殖する。定数群体を形成する藻における無性生殖の過程をイカダモの例で示す(図4, 3頁参照)。娘群体の数は母細胞の分裂回数によるが、それは種固有の性質と栄養状態によって決定される。近年藻類の培養技術が進歩し、多くの藻において生活史の全体が理解されている。イカダモにお

いても有性生殖が少数の例で知られた。コエラストルム(図2 h)の無性生殖の型はイカダモの場合とほぼ同じである。クンショウモの場合も全ての細胞が分裂して娘群体になる点でイカダモの場合と同じであるが、クンショウモにおいては分裂して生じた娘細胞が鞭毛を持ち、共通の薄膜の袋に入ったまま母細胞壁から抜け出し、定数群体が完成される前に鞭毛を失う点でイカダモの場合と異なる。

ホシミドロ目は緑藻植物の中で最大の種類数を擁する群で、遊走細胞を形成することがない、接合胞子を形成する、栄養細胞の2分裂によって増えるなどの共通点を持っている。アオミドロ属(図2 p)とホシミドロ属(図2 q)の藻は円筒形の細胞による分枝しない糸状体で、しばしば浅い水たまりで大量に発生し緑色ないし黄緑色の綿のように集まって浮いている。アオミドロは螺旋状の葉緑体によって、ホシミドロは細胞中軸上の2つのピレノイドから放射状に広がる葉緑体によって特徴づけられている。また時には栄養細胞の他に、並んだ2本の糸状体の間に形成された接合管(図2 T)や接合胞子(図2 Z)を見ることができる。これらの藻においても接合胞子の厚膜に刻まれた種々の模様が種レベルの分類の主要な特徴とされている。ホシミドロ目には上記の藻の他にチリモあるいは英語式にデスミッドと呼ばれる、ほとんどが単細胞の数1,000種におよぶ藻が含まれている。チリモのほとんどは単細胞ながら形は変化に富み、対称形の美しい姿は150年もの昔から多くの研究者や愛好家の注目を集めて来た。現在もチリモ学という言葉が生きており、チリモ学の国際学会が開催される。ミカヅキモ(図2 m)はその名のとおりの三日月形の細胞でできている。細胞の中央に1個の核をもち、中軸から放射状

にのびる葉緑体、中軸上に並ぶ数個のピレノイドが見える。細胞中央部の径は数 μm ~数10 μm 、細胞の長さは数10 μm から数100 μm である。ツヅミモ属(図2 n)の藻はチリモのなかまで最大の種類数(1,000~2,000)を誇る一群で、ツヅミモ(鼓藻)の名称は時にチリモと同義に用いられる。形の上の特徴は正面中央の明瞭なくびれと上方から見た時の形(頂面観ともいう)が楕円形であることで、頂面観が(3~6)方射相称を示すスタウラトルム属(図2 o)から区別される。いずれの藻も対称形の細胞の中央部のくびれの部分に1個の核をもち、その両側つまり細胞の半分の部分(半細胞と呼ぶ)に1ないし数個のピレノイドと、それを中心に広がる葉緑体をもつ。細胞の大きさは約10 μm ~数10 μm である。

車軸藻植物：フラスコモ属(図5 i)の藻はシャジクモ属の藻と共に淡水藻で最も大形(数cm~数10cm)で、形も独自なので他の藻から容易に区別できる。種レベルの分類において、雌雄の生殖器官が同じ藻体上にできるかどうか、それらが藻体上のどの位置にできるか、雌性器官である卵胞子の形態はどのようなものであるか、などの観察が必要である。

ミドリムシ植物：田植えの頃水田の水の表面が赤レンガの粉を浮かべたようになっているのに気づいた人は多いと思う。これはミドリムシ(図5 k)のなかまあるいは緑藻のクラミドモナスのなかまが大発生して、増えすぎたおかげで栄養不足など生理的に不都合が生じ、休眠胞子を形成している状態である。単細胞性の藻であるミドリムシ植物は緑藻と同様光合成色素としてクロロフィルaとbをもつので、多数集合した時の色によって互いにそれらを区別することはできない。しかしながら顕微鏡で調べると

一目瞭然、ミドリムシのなかまは特有の外形と体内に棒状、円盤状、環状のパラミロンと呼ばれる貯蔵物質をもっているため緑藻とまちがえられることはない。ミドリムシ属(図5 k)はほぼ紡錘形の体と1本の鞭毛、1個の眼点をもつ。藻体の外側の周皮と呼ばれる部分は柔らかく、観察中に刻々変形する。ファクス属(図5 j)の多くは変形した団扇形の扁平な体と1本の鞭毛をもつ。周皮は変形しない。レボキンクリス属(図5 m)はほぼ楕円体状の体と1本の鞭毛をもつ。周皮は変形しない。トラケロモナス属(図5 l)は球形ないし楕円体状の体と1本の鞭毛をもつ。このなかまの際立った特徴は細胞の外側にロリカと呼ばれるしっかりした殻をもつことである。ロリカは種類によって茶褐色を呈したり、多数の点紋やトゲをめぐらせている。(図5, 4頁参照)

ヒカリモ植物：ヒカリモ植物は淡水域で緑藻に次ぐ大きな分類群で、ヒカリモ綱、不等毛綱、珪藻綱などの大きな下位分類群を含んでいる。珪藻綱を除くとこの藻群の専門の研究者は我が国では少なく、2つの大きな綱の大半の分類群についての我々の知識は今のところ乏しく、水田でこの2つの綱に所属する藻がどのように生活しているか不明である。したがってここではヒカリモ綱の代表としてシヌラ属(図5 h)と珪藻綱のいくつかの属について紹介する。シヌラ属の藻は多数の卵形の細胞の放射状群体を形成する。各細胞は長さの異なる2本の鞭毛と1または2個の黄金色の葉緑体をもち、多数の珪質鱗片におおわれる。種レベルの分類はこの鱗片の電子顕微鏡的形態によって行われる。珪藻は地史の新しい時代に現われ、急速に発展した生物群で、現在は水気のあるあらゆる所どこにでも見出される。この群の際立った特徴は、細

胞壁が珪酸化合物を含む、珪殻と呼ばれるしっかりした殻を形成することである、ディアトマ（図5 a）、ピンヌラリア（図5 b）、ゴンフォネマ（図5 c）、キンベラ（図5 d）、アンフォラ（図5 e）、ナビキュラ（図5 f）、ディプロネイス（図5 g）。珪藻の属、種レベルの分類はこの珪殻の形によって行われるが、それによって緑藻類のチリモに匹敵する多数の種が認識されている。珪殻は弁当箱の外箱と内箱のような2つの部分からできている（図6 a～d）。細胞の2分裂によって新しい内箱（図6 b, cの点線部）が形成される。繰り返して分裂によって小さくなった細胞の大きさを回復するため、時々2つの栄養細胞の原形質の合体によって（図6 e～h）増大胞子が形成される。珪藻は多数集まると、葉緑体の色から黄褐色を示す。ヒカリモ植物の多くは寒冷な環境を好むので、湖沼では冬から春に優占する。（図6, 3頁参照）

渦鞭藻植物とクリプト藻植物の藻は水田でどのように出現するか不明であるから、単にそれらの典型的形を紹介するとどめる。渦鞭藻は外見上、黄褐色の葉緑体と藻体の側部にもつ互いに性質の異なる2本の鞭毛によって特徴づけられる。ギムノディニウム属（図5 n）の藻のように裸の細胞をもつ群とペリディニウム属（図5 o）の藻のように外側にしっかりした鎧のような構造をもつ群が知られている。クリプト藻は10～数10 μm の大きさの単細胞性藻で、葉緑体は茶褐色、赤褐色、黄褐色、青緑色など一定でないが、外形は精白した米のような独特な形をしている。白米の胚がはずれてきたくぼみに相当する部分は深く細胞内に陥没し、固形栄養物を摂取する食道となっており、そこから長さの異なる2本の鞭毛が出ている。クリプトモ

ナス属（図5 p）には約40種が記録されている。

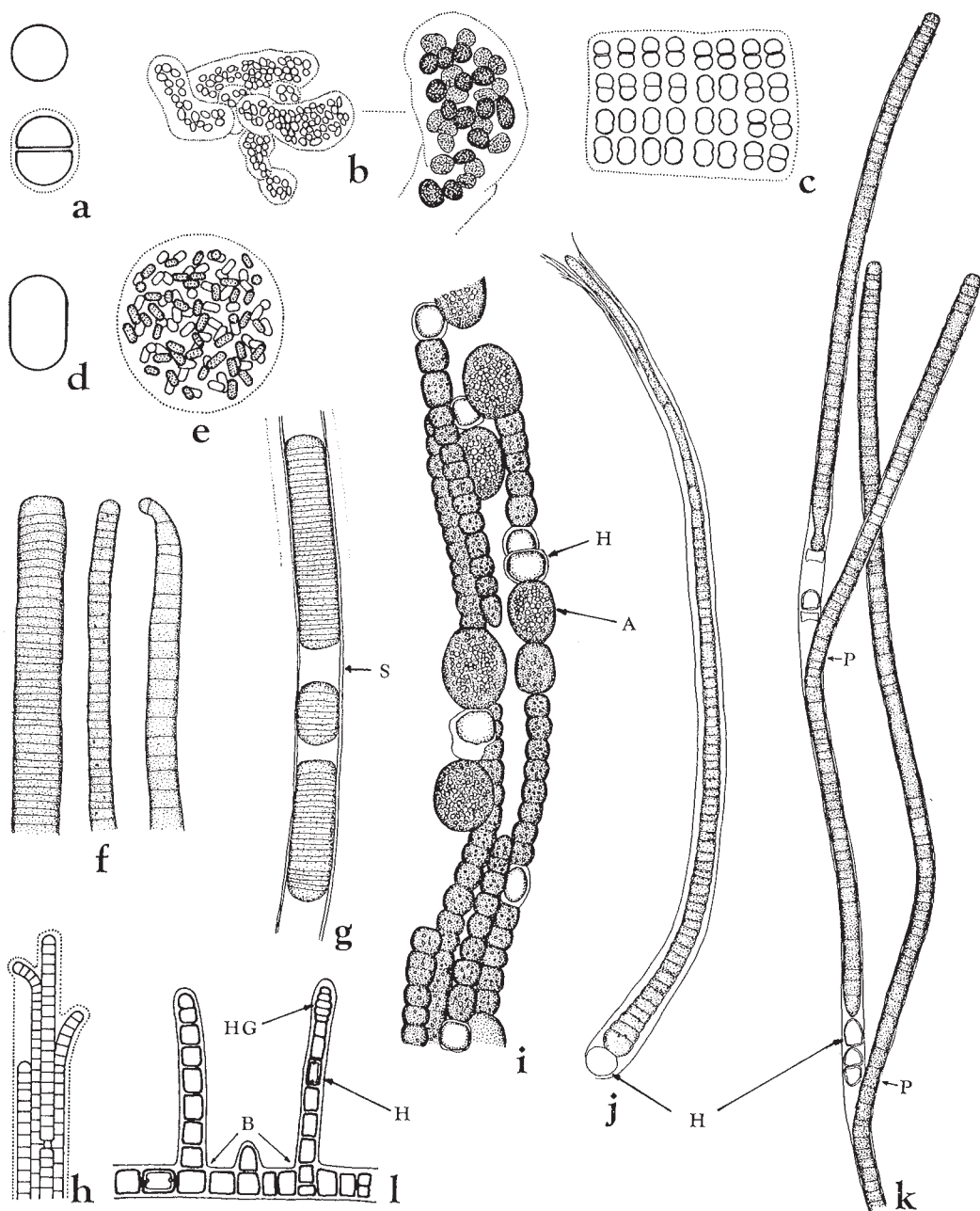
おわりに

以上水田にどのような藻がみられるかについて述べた。藻類は単に水田をすみかとしているだけの、いわば水田の居候かといえそうですがでもない。一例として、水田の地力維持のためレンゲ草を植えるように、藍藻のたねを水田にまいて窒素源の足しにしようという試みが行われていることをひとこと紹介しておく。1928年に藍藻が空気中の遊離状の窒素を固定することが確かめられ、約10年後には藍藻による窒素固定がインドの水田においては稲の窒素源として大きな役割をはたしていることが明らかにされた。その後一時期、日本はじめインド、ソ連などの国で藍藻を水田農業に利用するための研究が活発に行われた。その結果、異質細胞を持つ藍藻の多くの種とそれを持たない若干の種において窒素固定の能力があることが確かめられ、窒素固定能力の大きい種の選定、大量培養の方法、その他実際に水田農業で利用するための様々な技術が検討されるなど、多くの知識が蓄積された。しかしながらそれらの知識も世の中の急速な変化に伴って、いっそうの高効率化を追求しなければならぬ我が国の農業の現場には残念ながら不十分と思われる。さらに基礎的な研究が進められて、まず体制や価値観の異なる地域でそれらの知識や技術が活用される日を期待する。

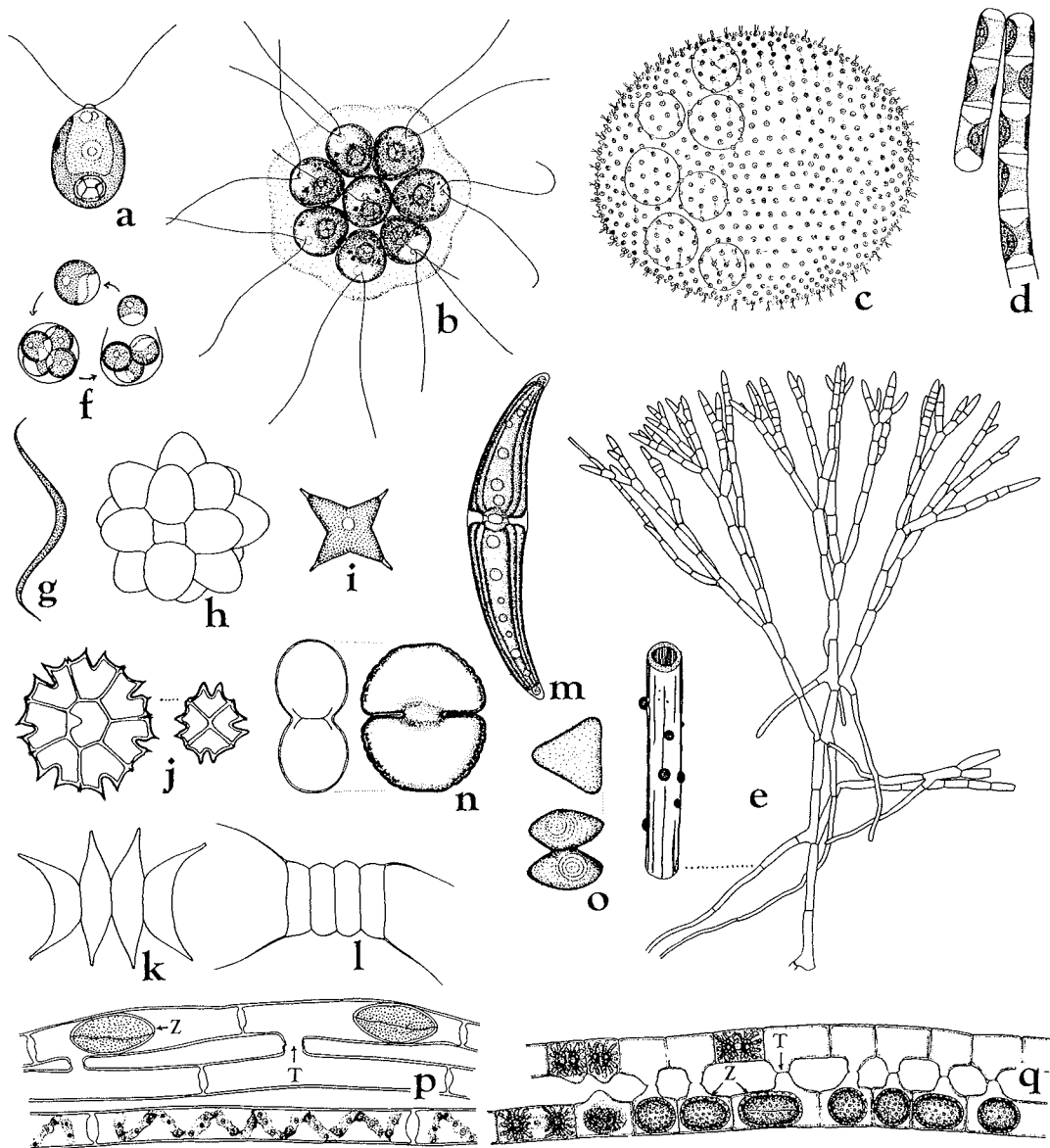
稿を終えるに当たって、土壌学関係の文献について御教示いただいた平山良治氏と有益な御助言をいただいた石川典子氏に御礼申し上げる。

水田に発生する藻類の生態の図

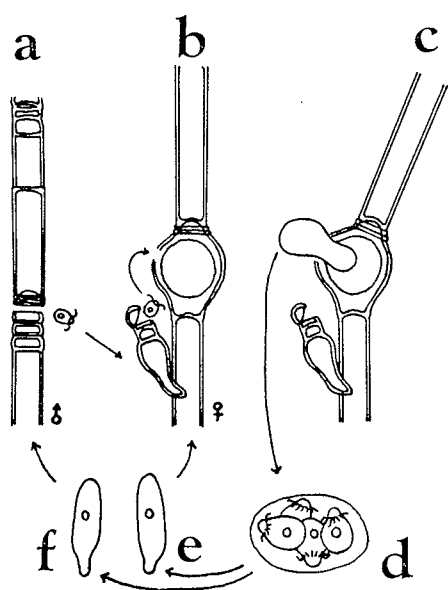
(本文 6 ～ 14 頁参照)



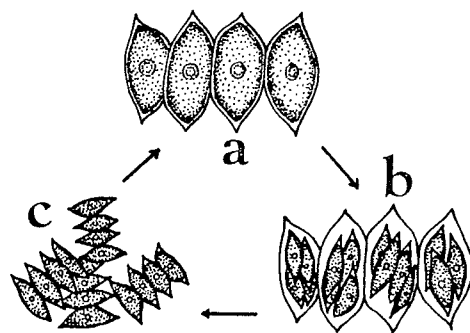
第1図 藍藻植物 a. クロオコックス, b. アファノカプサ, c. メリスモベディア, d. シネ
ココックス, e. アファノテケ, f. ユレモ, g. リングピア, h. シゾトリックス, i. アナ
ペナ, j. カロトリックス, k. トリポトリックス, l. ハパロシフォン, A. 休眠胞子,
B. 真分枝, H. 異質細胞, HG. 連鎖体, P. 偽分枝, S. 鞘



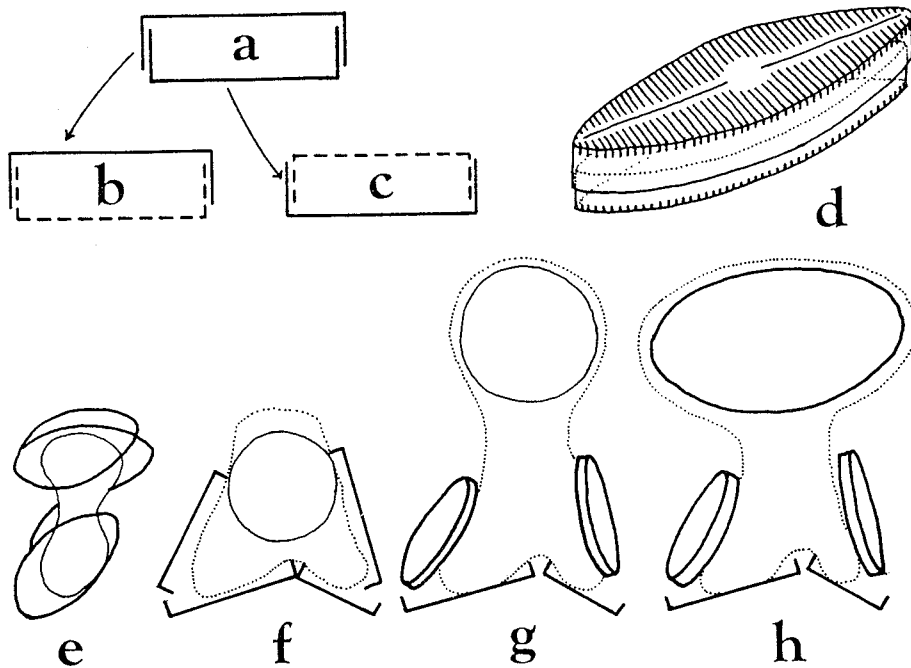
第2図 緑藻植物 a. クラミドモナス, b. ゴニウム, c. オオヒゲマワリ (Smith),
d. クレブソルミディウム, e. カエトフォラ, f. クロレラ, g. アンキストロデスミス,
h. コエラストルム, i. テトラエドロン, j. クンショウモ, k, l. イカダモ,
m. ミカヅキモ, n. ツヅミモ, o. スタウラストルム, p. アオミドロ (Rino),
q. ホシミドロ (Skuja), T. 接合管, Z. 接合胞子



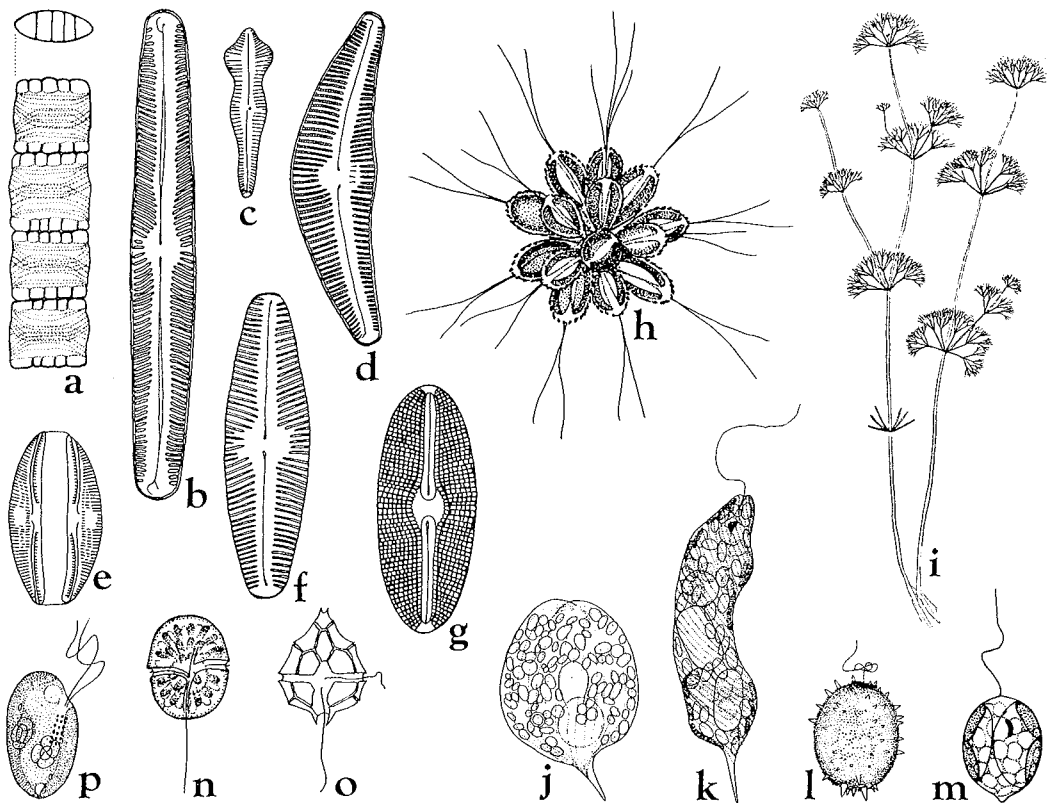
第3図 サヤミドロにみられる生活環の一例



第4図 イカダモにおける無性生殖



第6図 珪藻における珪殻の構造 (d) と細胞分裂 (a, b, c) による新しい珪殻 (点線) のでき方. 増大胞子の形成 (e ~ h).



第5図 ヒカリモ植物 a. ディアトマ, b. ピンヌラリア, c. ゴンフォネマ, d. キンベラ,
 e. アンフォラ, f. ナビキュラ, g. ディプロネイス, h. シヌラ
 車軸藻植物 i. フラスコモ (Dambaska)
 ミドリムシ植物 j. ファクス, k. ミドリムシ, l. トラケロモナス, m. レボキンクリス
 渦鞭藻植物 n. ギムノディニウム, o. ペリディニウム
 クリプト藻植物 p. クリプトモナス