

## 最近の藍藻類の分類の研究

梅崎 勇 (京都大学農学研究科熱帯農学専攻水産資源学研究室)

藍藻は藍色をした藻類です。英語ではblue-green algae (青緑色藻)、ドイツ語ではBlualgen (青色藻)と呼んでいます。学名ではCyanophyta (藍色植物門)、Cyanophyceae (藍藻綱、藍藻類)と言います。藍藻は我々の周辺には極く普通に生育してみられます。たとえば、下水の落ちる板塀やコンクリート壁面上に青緑色または暗青緑色の被膜となって生育しております。その他、学校の運動場の芝生の縁辺、路傍の草の間に青緑色または濃緑色の団子状または饅頭状をした藍藻があります。下水溝、コンクリート壁面、神社の檜皮葺の屋根の上に、晴天時には黒く見え、雨が降って湿気及び水分を吸収すると藍色になってみえるものもあります。我々の周辺に極く普通に存在しますが、その1個の植物体は数ミリミクロンの顕微鏡的大きさのものから、数センチメートルのものまであります。また群体を形成して大きくなります。以上のように、藍藻は我々の周辺に沢山みられますし、また地球上にも広く分布している藻類です。北極から南極に至る全地球上に分布します。また南極観測隊員によって採集されています。氷または雪が融けると石の下または間、岩の裂け目に沢山の藍藻、特に糸状藍藻が発見されています。また、北極、グリーンランドの雪上や氷上にも生育します。これらは日中雪や氷が融けた水を利用して光合成をします。熱帯地方は藍藻類の生育に適していて、東南アジア特にインド国では水田に藍藻を生育させて肥料としています。それは、藍藻類はある細菌類と同じく空中窒素を固定する能力をもっているからです。そして藍藻による窒素施肥を実際に行なっております。地上の他に、淡水(池、湖、川)、汽水(河口の泥、岸壁上)、海(海岸の岩上、大洋上)、または温泉(まれには90℃以上の温泉水中)中にも生育します。フィリッピンまたは台湾東方を源とする黒潮流は漁業上重要な海流ですが、その海流中に必ず藍藻トリコデスミウム (*Trichodesmium*) が生育していて、黒潮流の指標種となっています。本藻が大量に発生すると、特に日本沿岸に達しますと、赤潮 (red tide) となります。その他に、藍藻類は他の植物体(藻類体)上、またはその中に生育するものがあります。また、軟体動物 (アワビ、サザエ、アサリ) の貝殻に穿入して生活する種類もあります。以上のように、藍藻類は地球上の地理的分布からみても、生育場所 (habitat) からみても、広く環境に適応している植物であり、藻類中もっとも原始的で数億年も生存を続けてきた生物です。

藍藻類は細菌類と多くの類似の性質をもっています。細胞の中の核質 (nucleoplasm) を包む膜(限界膜または二重膜)が存在しません。また、光合成色素を入れるチラコイド (thylakoid) が細胞質内に散在していて、それを包む限界膜をもっていないので、葉緑体 (chloroplast) またはプラスチッド (plastid) をもっておりません。また、細胞内には呼吸酵素を入れる二重膜からできたミトコンドリア (mitochondria) やディクチオソーム (dictyosome) をもっておりません。その他、原形質膜の外側を包む細胞壁の主要構成成分はミュコペプチド (mucopolysaccharide) で、グラム陰性菌と

似た成分からできています。これは、 $\alpha$ ,  $\epsilon$ -ジアミノピメリン酸 (diaminopimelic acid) とムラミン酸 (muramic acid) を含んでいます。そのため、リゾチーム (lysozyme) によって阻害されます。このような性質は細菌類と共通しているので、これら2群を原核生物 (Procaryota) と呼んでいます。その他の生物では、核質は核膜で包まれており、細胞分裂の際には染色体ができて、遺伝因子が均等に二分されます。藍藻を除く植物では光合成色素を入れるチラコイドが限界膜で包まれて葉緑体となっております。このような生物を真核生物 (Eucaryota) と名付けて、分類系統学的に区別されています。

細菌類の形態は球形、桿状、ラセン状等で、主として単細胞であるが、ときには念珠状、糸状に連結したものであって、極めて簡単な体構造である。細菌類は外部形態によっても分類されますが、

表1. 藍藻類の分類表 (DROUET 1982より)

藍藻綱(類) (Myxophyceae, Cyanophyceae)

小球体目 (Chroococcales)

クロオコックス科 (Chroococcales)

<i>Coccochloris</i>	4 種
<i>Anacystis</i>	7 ♫
<i>Johannesbaptistia</i>	1 ♫
<i>Agmenellum</i>	2 ♫
<i>Microchloris</i>	1 ♫
<i>Gomphosphaeria</i>	3 ♫

カマエシフォン科 (Chamaesiphonaceae)

<i>Entophysalis</i>	5 ♫
---------------------	-----

クラスチジウム科 (Clastidiaceae)

<i>Clastidium</i>	1 ♫
<i>Stichosiphon</i>	1 ♫

連鎖体目 (Hormogonales)

ユレモ科 (Oscillatoriaceae)

<i>Spirulina</i>	1 種
<i>Schizothrix</i>	7 ♫
<i>Porphyrosiphon</i>	5 ♫
<i>Oscillatoria</i>	6 ♫
<i>Arthrospira</i>	2 ♫
<i>Microcoleus</i>	3 ♫

ネンジュモ科 (Nostocaceae)

<i>Scytonema</i>	1 ♫
<i>Loefgrenia</i>	1 ♫
<i>Calothrix</i>	2 ♫
<i>Nostoc</i>	2 ♫
<i>Anabaena</i>	2 ♫

スチゴネマ科 (Stigonemataceae)

<i>Stigonema</i>	2 ♫
<i>Brachytrichia</i>	1 ♫
<i>Mastigocoleus</i>	1 ♫
<i>Nostochopsis</i>	1 ♫

むしろ生化学的性質, 例えばある代謝物質の生成, 栄養塩または有機, 無機物質の摂取成分等によって種類が分類されております。その種類は数千にも及んでいます。藍藻類の植物体の形態も極めて簡単で, 球形, 卵円形, 円筒形などで, 単細胞から, それらが規則的または不規則に集合して粘質物に包まれ, 細胞相互の連絡のない群と, 細胞が連接して糸状体となり, 細胞相互が連絡のある群とがあります。それらの糸状体が1本のものから粘質物中に数本または多数存在するものがあります。しかし, 何れにしても体制は極めて簡単です。

ところが, 藍藻類の種の分類は, 細胞または糸状体の色, 形, 大きさ, 細胞または糸状体(トリコーム)を包む粘質物(鞘)の存在等によって行なわれ, 種の数が増加し, 現在では9,400種にも及んでいます。また, 現在でも新種が創られております。果たして, 藍藻類には, このように多くの種が存在するものかという疑問が出て来ました。そして, ある特定な性質のみが遺伝され, 環境の変化によって大きく変化しないものと思われる。今まで, 種または属の分類特性とされてきた性質, 例えばトリコーム(trichome)を取り巻く鞘(sheath)が水中では消失し, 乾燥度合が高くなると形成され, 厚くなったり, 層状になるというもののなので, 分類特性として使用すべきでないという意見を持ち, 藍藻類の分類の再検討をした学者は米国人のF.DROUETです。そして, 彼(DROUET & DAILY 1956; DROUET 1968, 1973, 1978, 1981, 1982)は藍藻類(綱)を2目6科24属62種に縮少分類しました(表1)。このように, 藍藻類には種が多く存在するという従来の説とDROUETのように少数の限られた種によって代表されており, 鞘の有無及び偽分岐(false branching)等の性質によってつくられた種はその生育環境によるエコヘーン(ecophene)であるという考えとがある。このような事情から藍藻類の分類を再検討しようとする研究が進みつつあるので, ここに紹介してみたいと思う。なお, 最初に数種の藍藻類をスライドによって紹介します。

日本の湖または池にはミクロキスチス属として3種がみられます(図1)。本属の藍藻は湖や池の富栄養化が進むに従い, 繁殖が旺盛となり, 水面に浮上して水の華(water blooms)または青粉と呼ばれる現象を呈します。諏訪湖や霞ヶ浦では大量発生して, 湖岸に打ち寄せて異臭を放ちますし, しばしば湖の魚を斃死せしめます。現在では, 琵琶湖特に南湖にしばしば大量発生をすることがあります。前述のように, 日本産のミクロキスチス属は群体の形, 粘質物の存在及び群体中での細胞の配列によって3種に区別されると思いますが, 3種とも細胞は球形で, その直径が4.0-7.5(9.0) $\mu\text{m}$ のものです。細胞の形と大きさだけでは区別できないものです。日本淡水藻図鑑(1977)によれば7種2変種が紹介され, 群体の形状, 細胞の大きさ, 偽空胞の有無によって区別されています。

*Microcystis wesenbergii* を温度条件を変えて室内培養しますと, 図2のようになります。15°, 20°, 25°Cでは群体の粘質体の外縁が明瞭な膜状であるが, 28°Cにすると, 粘質体が少なくなり, またはその外縁の膜が不明瞭になります。また, ある群体の細胞の直径が4 $\mu\text{m}$ 以下に小さくなり本種の特徴が失われてしまいます。

図3はスイゼンジノリ(水前寺のり)です。本種は熊本市の水前寺公園の湧水池の砂礫上に生育

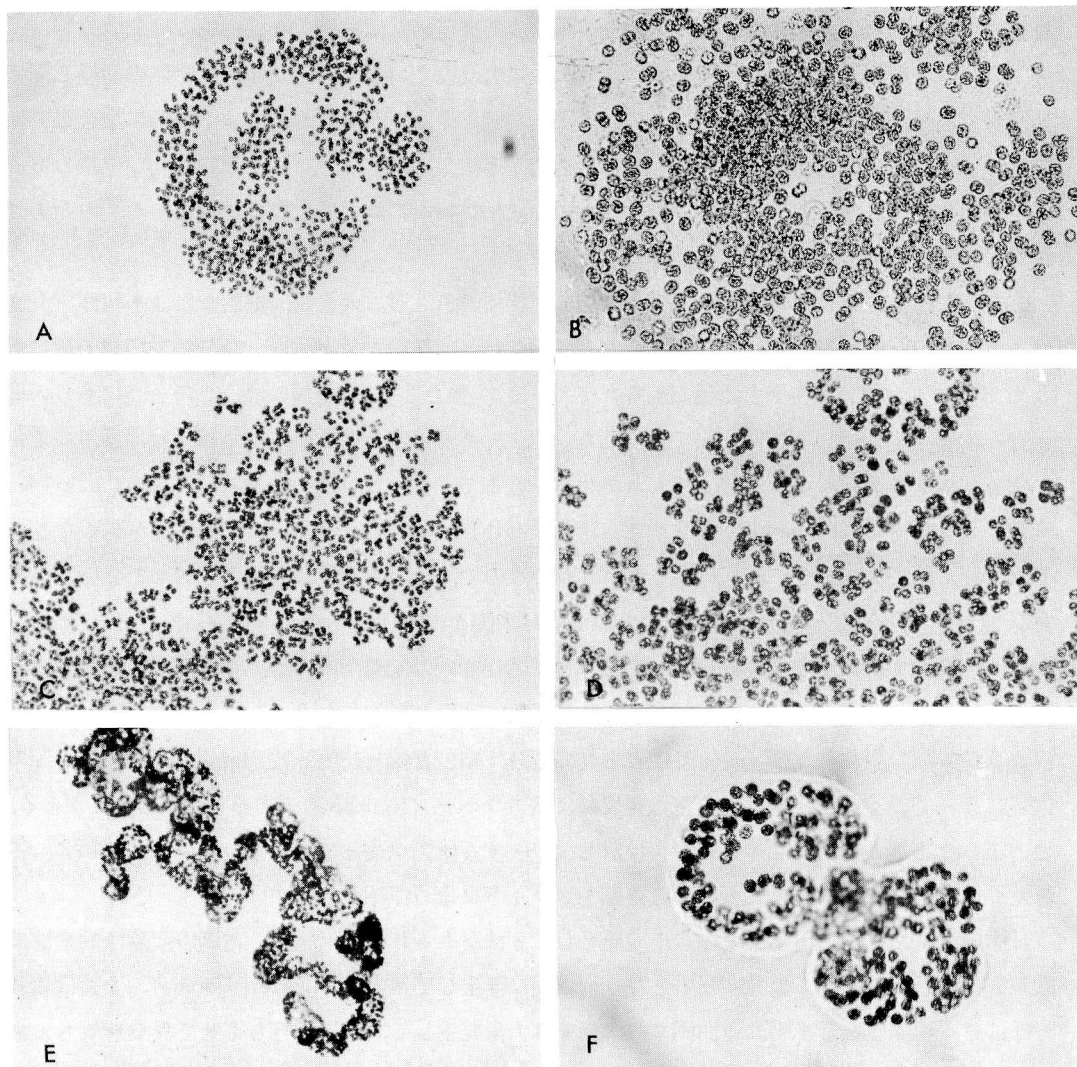


図1. ミクロキスチス属3種

A,B. *Microcystis aeruginosa*. C,D. *Microcystis viridis*.

E,F. *Microcystis wesenbergii*.

します。現在では、福岡県甘木市や久留米市で栽培して、寿泉苔または秋月苔として食用にしております。春先が採取の最盛期となっています。群体は数mmから2～3cmになり青緑色ないし暗紫色をしています。採取後夾雑物を除去し水洗して、砕いて、潰します。それを瓦の上にのせて乾燥しますと、黒い厚紙状になります。このものを一定の大きさに切って箱詰めとして市販されています。また、佃煮の瓶詰めとして市販されています。粘質体中に長円形または卵円形の細胞が不規則に配列しますが、環境条件（水中に浸漬するか、空中にさらされるか）によって群体の形状、大きさ及び細胞の配列、大きさが変化するか、どうかを研究する必要があります。



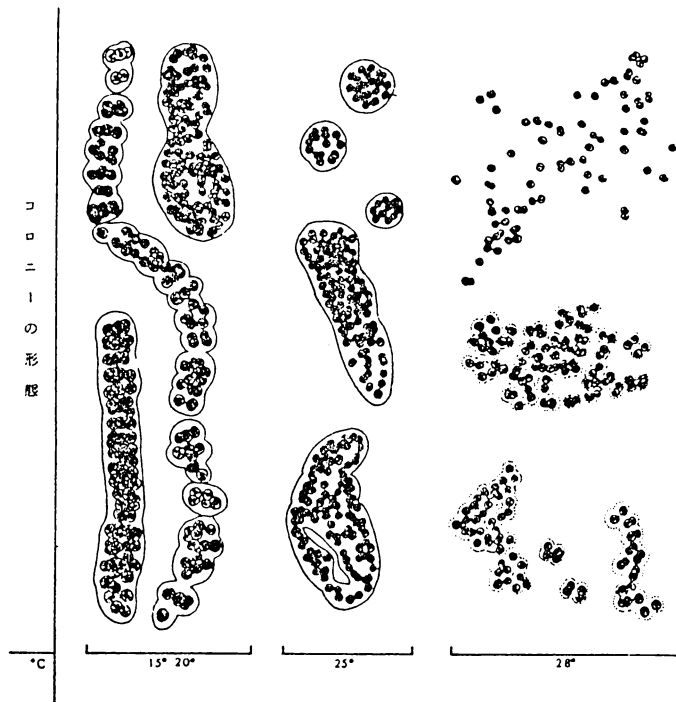


図2. *Microcystis wesenbergii* の群体の粘質体、細胞の大きさ及び配列と温度との関係をしめす。

図4のメリスモペディア属(*Merismopedia*) (和名：ゴノメノリ) の植物体は長円形または半円形の細胞が碁盤の目状に規則的に配列しています。この細胞は縦と横の2面で分割し、その後も互いに離れないために、平面的に広がった細胞列となります。DROUET & DAILY (1956) は細胞は互いに垂直な面で分裂するものを独立の属として *Agmenellum* 属 (= *Merismopedia*) を認めています。彼等は細胞の分割方向をクロオコックス科の属の分類の重要な特性と考えました。

しかし、GEITLER (1932) その他の多くの研究者は、クロオコックス科の属の検索は細胞の分割面も一つの特性と考えましたが、個々の細胞の周辺または群体の粘質物の有無及び細胞の形状を重要な特徴としております。

図5はタカラガイ(A)とその一部をとって貝殻を酸で溶解した時その中に穿入していた藍藻(*Hyella caespitosa*)です(B)。軟体動物の貝殻、サンゴ、石灰岩等に穿入する藍藻類が数種知られています。それらは1種または数種混生するかまたは緑藻(*Gomontia polyrhiza*, *Ostreobium quekettii*)と一緒に生育します。軟体動物の貝殻やサンゴ礁等は波浪によって物理的に破碎されることもあるが、このような藻類が穿入することによって、それらが壊れ易くなると思います。

図6はソテツの根の先端に出来たサンゴ根です(A)。このサンゴ根(根瘤)を横断すると皮層直下の細胞中に藍藻(*Nostoc*)が生育しています(B)。この藍藻が空中窒素を固定して、窒素分をソテ

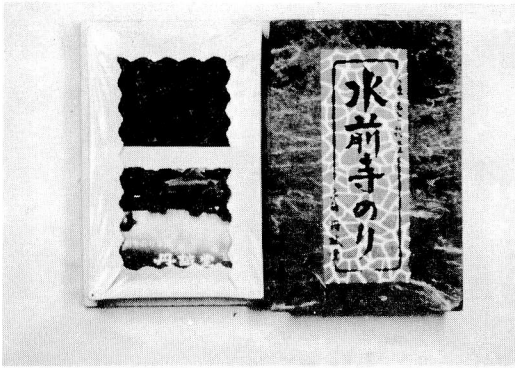


図3．スイゼンジノリ（水前寺のり）の市販製品。

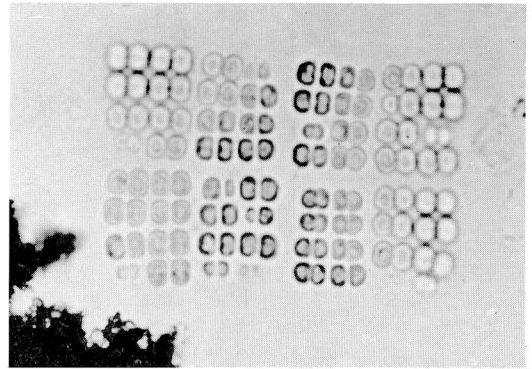
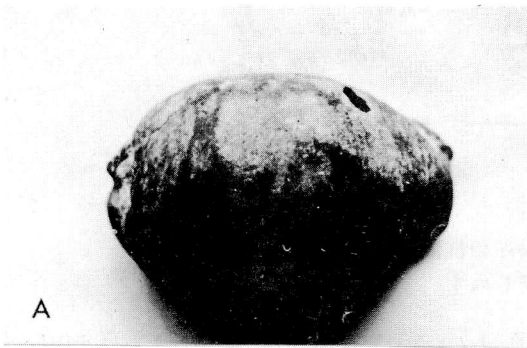
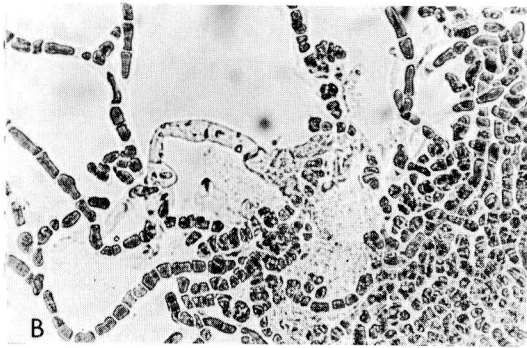


図4．湖及び池のプランクトン藍藻 *Merismopedia elegans*.



A

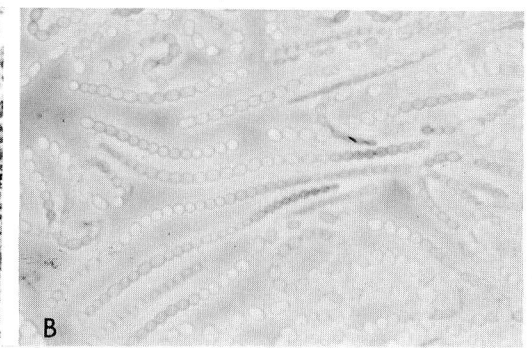


B

図5．貝殻に穿入する藍藻。A．藍藻が穿入しているタカラガイ。B．貝殻中に穿入している藍藻 *Hyella caespitosa* の糸状体。



A



B

図6．ソテツ（蘇鉄）の根瘤中に共生する藍藻。A．ソテツのサンゴ根。B．根瘤から分離して培養した藍藻 *Nostoc* の糸状体（和歌山大学・広瀬正紀撮影）。

ツに提供しているといわれています。この藍藻はネンジュモ属 (*Nostoc*) またはアナベナ属 (*Anabaena* = *Anabaena*) に入れられています。やや硬い粘質体中に糸状体があるものをネンジュモ属と

し、糸状体が単独または稀に束状に集まるものをアナベナ属としております。DROUET (1978) はトリコームの端部栄養細胞が球形、円筒形で、その外壁が膨大または丸いものをネンジュモ属とし、トリコームの端部栄養細胞が円錐形のものをアナベナ属として区別しており、群体の形成及び粘質物の存在を属の分類の特徴としておりません。

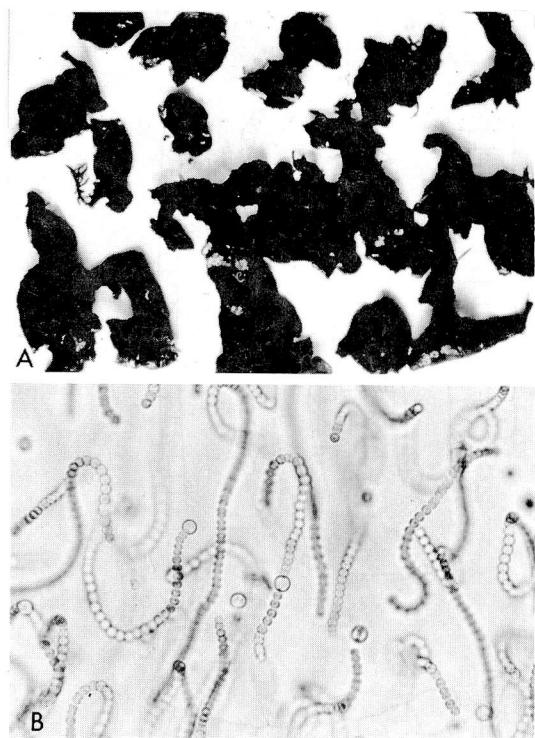


図 7 . 地上の藍藻。A.ネンジュモ(*Nostoc commune*)の藻体。B.藻体の縦断面で糸状体が錯綜している。

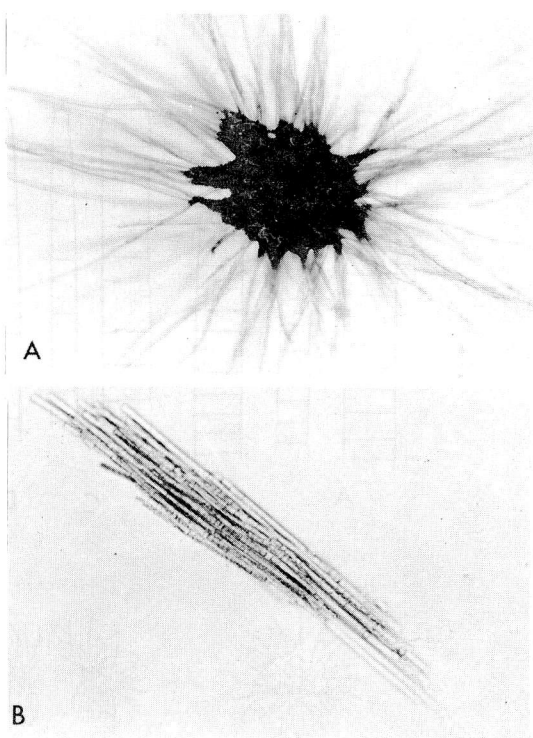


図 8 . 黒潮海流中の藍藻 (*Trichodesmium thiebautii*)。A. 糸状態が放射状に並んだ群体 (岡本恒美撮影)。B . 糸状体が筏状に並んだ群体。

図 7 は路傍の土上に生育しているネンジュモ(*Nostoc commune*)です。雨が降ると、特に梅雨期には数cmから10cm以上にも大きくなります (A)。この粘質体の内部は図 6 と同じような念珠状の糸状体が不規則に錯綜しております (B)。前述のように、この糸状体はアナベナ属の糸状体の形と異なることはありません。本種は昔から白川のり、加茂川のり、または貴船のりと呼んで、食用にしたこともあります。これは水前寺のりと同じく味もそっけもありませんが酢のものとして食べられます。

図 8 は、前述の黒潮海流中に常にみられる藍藻 *Trichodesmium thiebautii* です。糸状体は放射状に配列した群体をつくること (A) もあるし、平行に並んで筏状の群体を形成することもあり (B)、また糸状体がばらばらになることもあります。トリコームの形態はユレモ属 (*Oscillatoria*) の特徴と全く同じものです。そのため、GEITLER (1932) は *Trichodesmium* を *Oscillatoria* に組み合わ

せました。大洋中には、群体を形成するプランクトン性の藍藻が数種知られており、群体の形状と群体内の糸状体の数によって4属が区別されています（図9）。4属とも糸状体の形態はユレモ属と

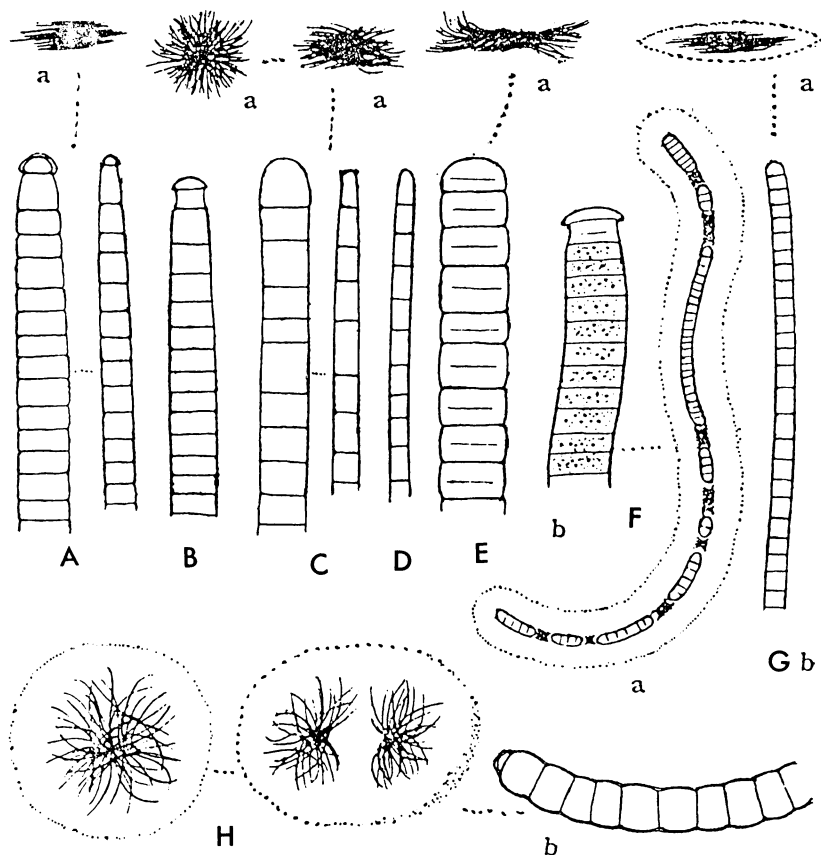


図9. 大洋上で赤潮を形成する藍藻

A-E. *Trichodesmium*. F. *Katagnymene*. G. *Pelagothrix*. H. *Haliarchne*. (赤塚孝三, 1951より)

同じです。このことから、DROUET (1968) がこれら4属をユレモ属 (*Oscillatoria*) に組み合わせ、それらの全種を *Oscillatoria erythraea* (EHRENB.) KUETZINGのもとに置きました。氏は大洋上で赤潮を形成する全種を1種と考え、群体の形状、トリコームの太さ、トリコームの節部のくびれのような性質を種を区別する特徴としていません。

図10は湖や池にプランクトンとしてみられるアナベナ属 (*Anabaina*=*Anabaena*) の3種です。アナベナ属の種の分類はアキネート (akinetes) (または孢子 spore ともいう) の形、大きさ、異質細胞に隣接するか、離れて形成されるか、トリコームの形状またはその直径などの特徴によって行なわれてきました。しかし、DROUET (1978) は今までネンジュモ科 (Nostocaceae) とされていた多数の属を2属 (*Nostoc*と*Anabaina*) としました。そして、アナベナ属にただの2種 (*Anabaina licheniformis*



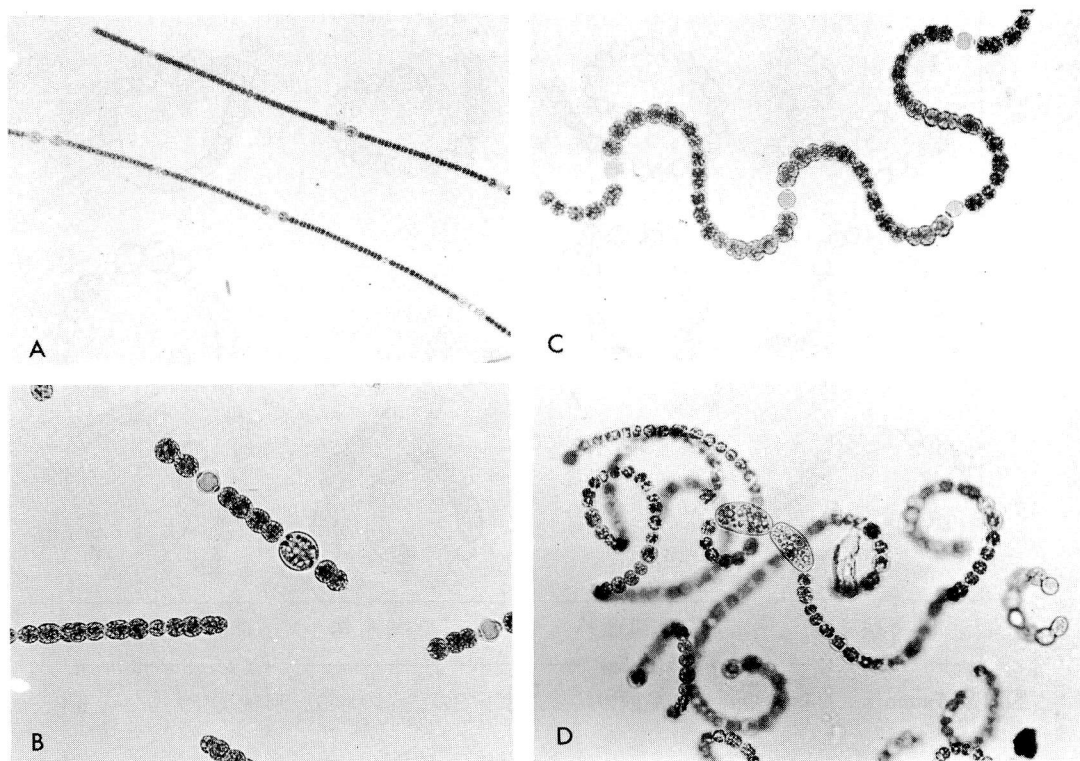


図10. 湖及び池のプランクトンとしてみられるアナベナ属

A-B. *Anabaina solitaria*. C. *Anabaina spiroides*. D. *Anabaina flos-aquae*.

isと*A. oscillarioides*)を認めました。その属の種の検索の特性は(1)トリコームの端部栄養細胞が卵形または鈍円錐形で、成熟すると異質細胞となる。介在異質細胞は稀である(*A. licheniformis*); (2)トリコームの端部栄養細胞が円錐形、しばしば尖った円錐形となる。異質細胞は介在する(*A. oscillarioides*)。私の研究室で*Anabaina flos-aquae*の2品種を温度条件を変えて培養すると諏訪湖産のものは15℃と20℃ではアキネートを形成するが、25℃では稀にのみ形成する。15℃ではアキネートは大きく、楕円形または腎臓形のものが多く形成される。15、20、25℃とも異質細胞を形成して介在する。25℃ではトリコームがよく成長し、長くなる。霞ヶ浦産のものもアキネートは25℃では形成されない。三方湖産のものも15℃ではアキネートは大きく腎臓形である(図11)。また*Anabaina aphanizomenoides*を同じく15、20、25℃の温度条件を変えて培養すると、トリコームの端部は15℃と20℃ではぜんぶ細くなるが、25℃では細くなることはない。また、トリコームの細胞の形は25℃でN及びPを100% (培養処方通り)にすると球形となるが、15℃でN及びPが100%区、20℃でN及びPが20%区では細胞は小さくなることが分かりました(図12)。図13は*Anabaina solitaria*のアキネートが発芽したものです。アナベナ属はトリコームが切断して、さらに伸長する場合と、アキネートを形成してそれが発芽する胞子による生殖とがあります。アキネートが糸状体から離れ

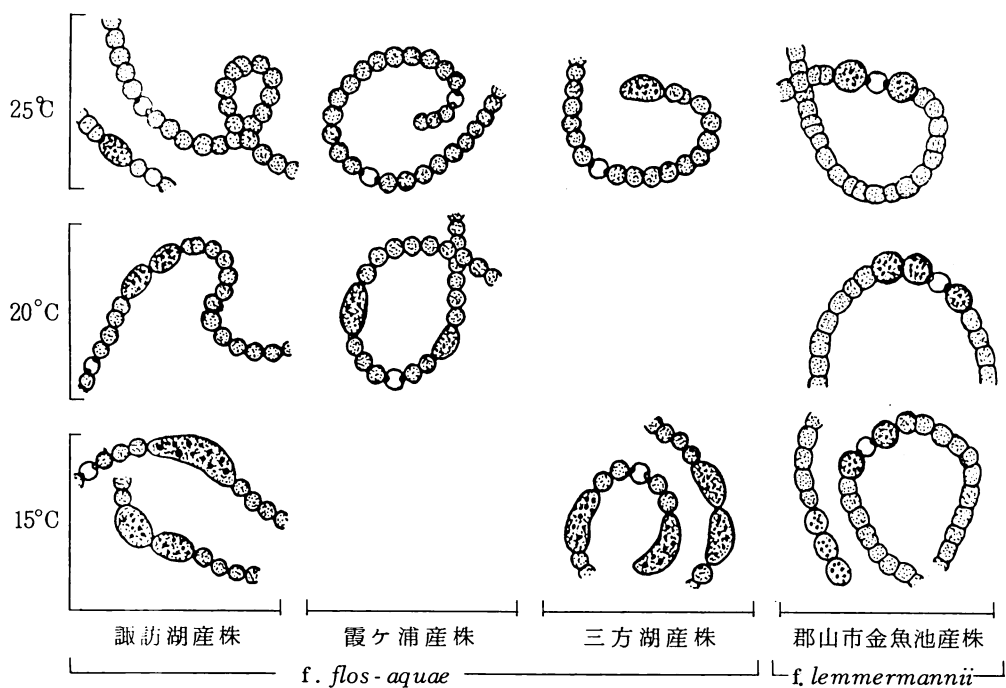


図11. *Anabaina flos-aquae*の2品種の培養条件下での胞子の形成，形状及び大きさの変化。

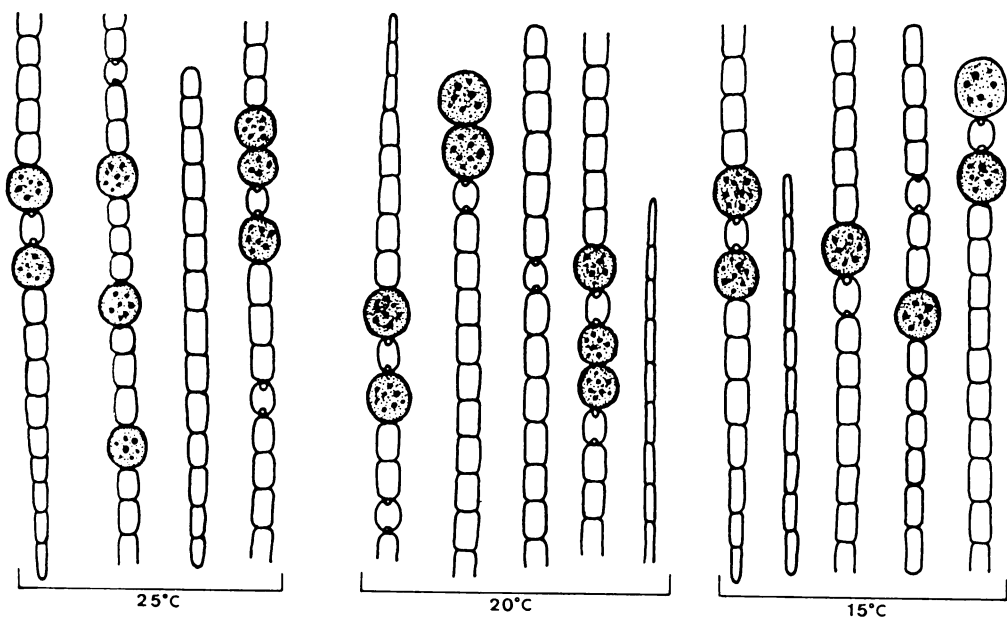


図12. *Anabaina aphanizomenoides*の培養条件下での糸状体の先端の形状及びアキネートの形成の変化。

て発芽する場合（図13A）とか，糸状体上で発芽する場合（図13B）があります。アナベナ属のアキ

ネートの発芽様式が6型に区別できるという研究があります(図14)。(STULP&STAM1982)。私の研究室で観察された図13の型は6型(図14—6)に入ると思います。アキネート内で数回分裂して扁平な細胞を形成し、一端に孔が出来て、その方向へ分裂して伸張するものです。

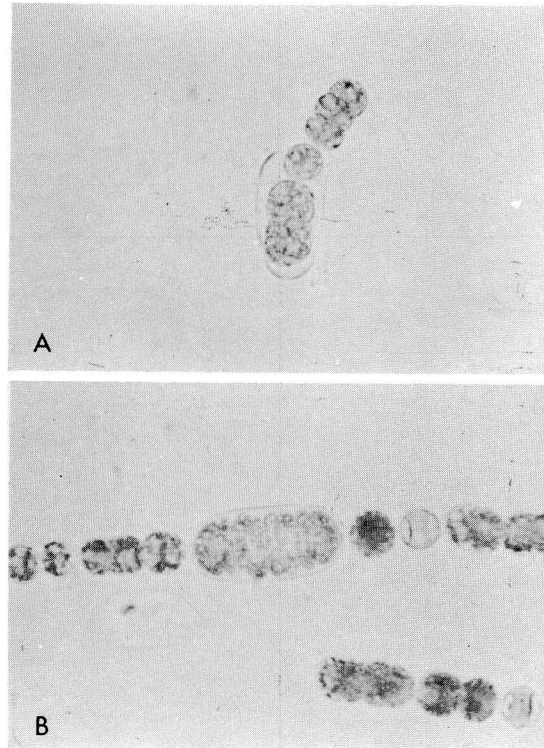


図13. *Anabaina solitaria*のアキネートの発芽。  
A. 糸状体から離れたアキネートの発芽。B. 糸状体上でのアキネートの発芽。(鶴嶋章子撮影)

STULP & STAM(1982) は多くのアナベナ属を室内培養をして、同属の種の分類形質を研究した。それによると、細胞の直径、トリコームナ内でのアキネートの位置、またある程度は端部細胞の形状(DROUET 1978が用いた重要な特徴)が分類基準として使用できると報告している。そして、それらの特性からアナベナ属を6群に分類しています(図15)。また、アキネートの発芽様式(図14)と分類群とはよく関連しているという。この研究から、アナベナ属はDROUET(1978)のいうようにトリコームの端部細胞の形状と異質細胞の位置(端部か介在か)のみで分類されるよりはよい分類ではないかと思う。なお、トリコームの色及び糸状体が集合した時の形状などは分類基準とはならないという。このように、室内培養によって形態の変異を研究することによって属または種の分類基準となる特性が明らかにされていくだろう。

先に、私の研究室で培養した*Anabaina flos-aquae*は、低温(15°, 20°C)の方がアキネートを多く形成するが、高温(25°C)の方は稀にしか形成しないと述べましたが、米国ミネソタ州ブッシ

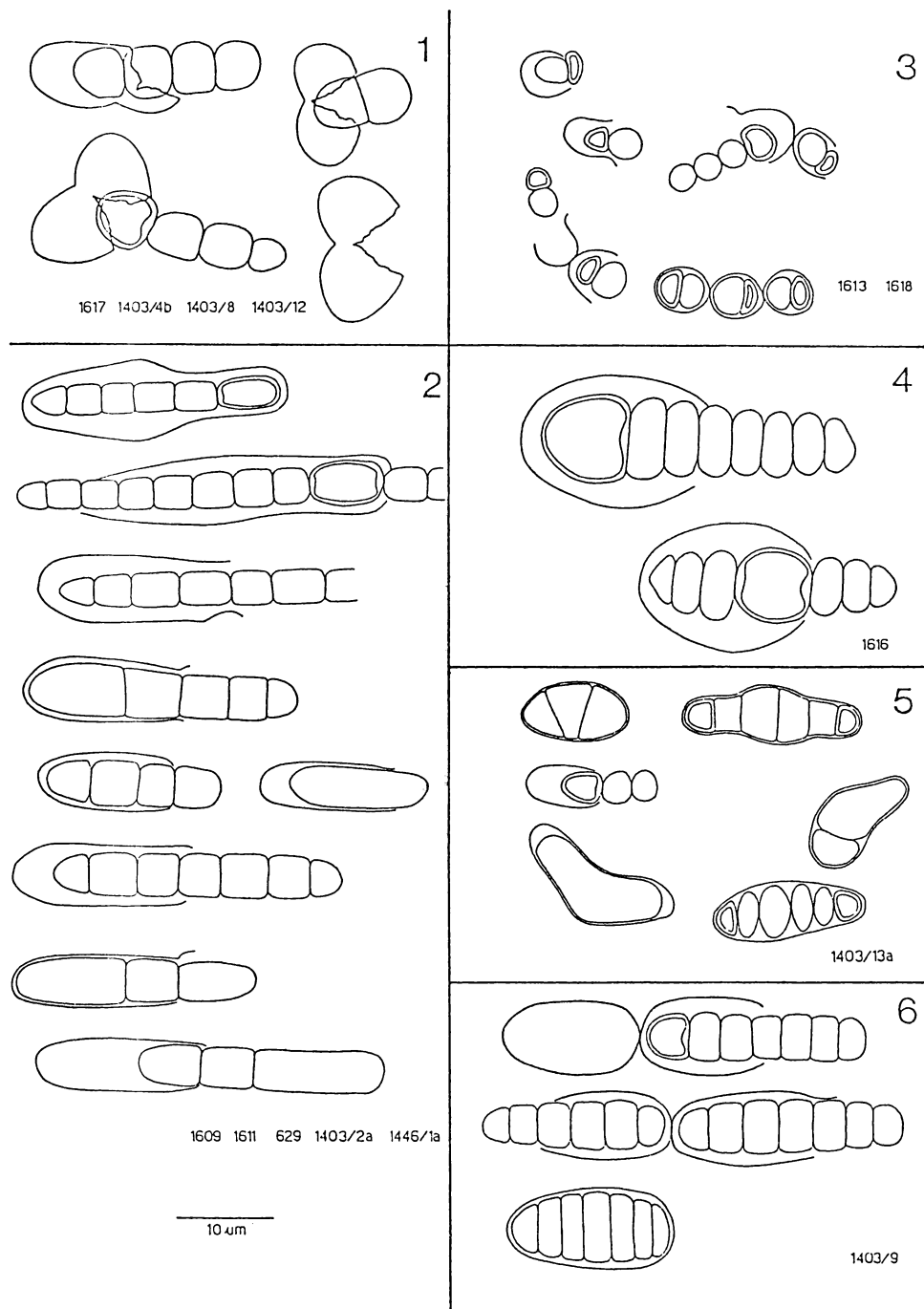


図14. アナベナ属16株の培養によってみられたアキネートの発芽様式の6型 (STULP and STAM 1982より)。



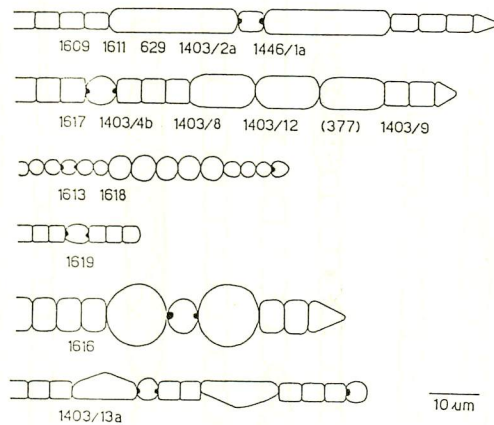


図15. アナベナ属16株の培養によって確められた分類性質（細胞の直径，トリコーム中でのアキネートの位置，トリコームの端部細胞の形状）から分類された6群（STULP and STAM 1982から）。

ユ湖の *Anabaena planctonica* も秋期(10月～11月) の水温低下の時にアキネートを多く形成する (BURGER 1974)。また, *Anabaena flos-aquae* のアキネートは低温 (15℃) で大きいと言いましたが, 米国アイオア州シルバー湖の *Aphanizomenon flos-aquae* のアキネートは夏期のものは小さい (長さ 35～80 μm) が, 冬期 (12月) のものは大きい (長さ 115 μm まで) という報告があります (ROSE 1934)。私の研究室でも島根大学構内で採集した *Aphanizomenon flos-aquae* を培養しますと, そのアキネートは15℃では71 μm までと長い, 20℃では31 μm まで, 25℃になると15 μm と短くなります。また, アキネートがトリコーム内に単独に形成されている場合は15℃でN 20%, P 100% の時に長さ90 μm まで, 同温度でN 20%, P 20% の時には, 長さ104 μm と長くなります (図16)。STULP & STAM (1982) も述べているように, トリコーム中でのアキネートの位置は環境条件で変わらないが, その大きさは大きく変わることが判明してきたと思います。野外から採集してきた標本によって行なった従来の種の同定作業は非常に用心が必要だと思います。培養による分類形質を再検討することによって, 分類方法が確立されていくでしょう。

ユレモ科 (Oscillatoriaceae) は円筒形または多少くびれたトリコームから出来た植物体である。このトリコームは粘質物 (鞘 sheath) をもつものや, もたないものがあり, 分岐することがなく, また異質 (形) 細胞 (heterocyst) をもたない。トリコームの細胞の長さは, その直径より短いものや, 直径より長いものがある。細胞間の節部でくびれるものや, くびれないものがある。トリコームの全細胞で細胞分裂が起こり, 端部細胞を除いて全ては同じ形で, 同じ機能をもつものである。

ユレモ科の多くの種のトリコームは滑走運動 (糸状体が左右へ振り子のように動くもの, その縦軸の方向に前後に動くもの) をする。トリコームが切断することにより, すなわち連鎖体 (hormogone) を形成して, それが離れて再びもとの糸状体に生長することにより増殖する。アキネート

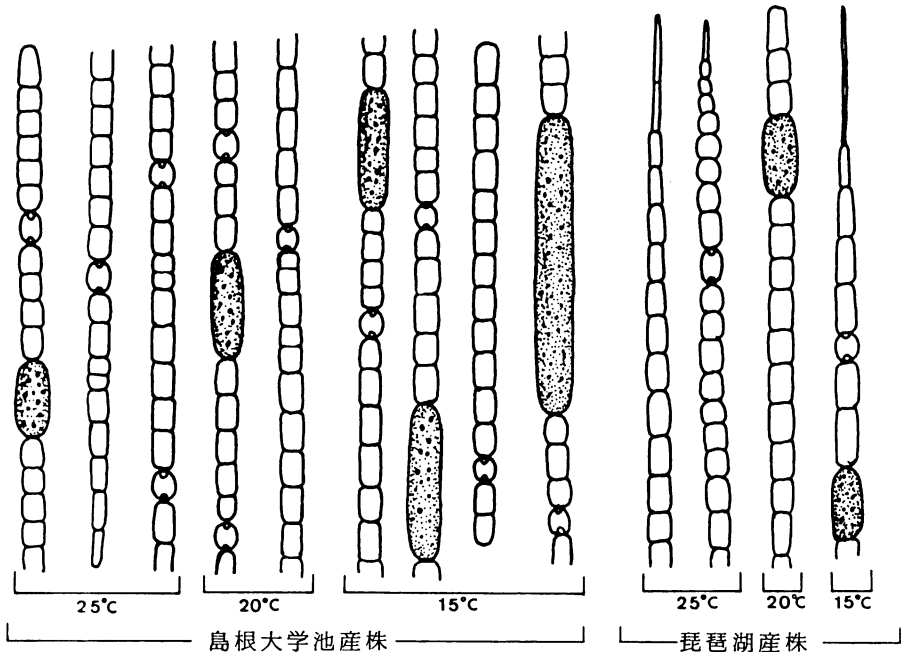


図16. *Aphanizomenon flos-aquae* の温度条件によるアキネート形成と大きさの変化。

(または孢子)を形成することがない。ユレモ属は連鎖体目 (Hormogonales または Oscillatoriales) のうちで、もっとも簡単な体制をしたものである。ユモレ科の分類については1892年にGOMONTによって、それまでの同科の分類の再検討が行なわれた。そして、ユレモ科を2亜科14属143種に分類整理しました。この時の属の検索の特性は、鞘の有無、鞘をもつものは鞘中のトリコームの数、糸状体の偽分岐 (*false branching*, *pseudobranching*) の有無、トリコームの先端で細くなるかならないか、トリコームの細胞の隔壁の有無等です。

種の分類の特性は属によって違いますが、植物体の形状、その色、トリコームの直径、トリコームの節部のくびれ、トリコームの細胞中 (原形質内) での顆粒の有無、細胞の隔壁に沿うて顆粒の存在、鞘の厚さ、その形、その端部細胞の外壁の肥厚 (カリプトラ *calyptra*) の有無等です。その後は、GOMONTによるユレモ科の分類法が採用されてきました。1932年にGEITLERがヨーロッパ産の藍藻類の総括を行ないましたが、ユレモ科は28属495種と膨れ上がりました。その後も、同科の属及び種数が増加してきました。そして最近では4,500種以上にもなりました。そこで、米国フィラデルフィア自然科学アカデミーのDROUETが全藍藻類の分類の再検討を行ないました。1968年にはユレモ科の分類を発表しました。そして、ユレモ科を6属24種に極端に縮小分類しました (表1参照)。前述のように、藍藻類には今まで考えていたように多くの種が存在するのではなく、これまで属または種とされていたもの、例えば植物体 (群体) の形、色、糸状体の偽分岐、鞘の厚さ、色、層状等は環境によって変わるもので、今までの多くの種は生育地によるエコヘーンと考えるとユレモ科を次の6属に検索している。

1. トリコームは単細胞にして, 容易に証明できる隔壁をもたない.....*Spirulina*  
トリコームは多細胞にして, その細胞は隔壁によって仕切られる ..... 2
2. 1層の顆粒が各隔壁に沿って存在する ..... 5  
隔壁に沿って顆粒が存在しないか, または大抵2顆粒をもつ ..... 3
3. 端部細胞の外壁が肥厚する ..... *Oscillatoria*  
端部細胞の外壁は薄い, 決して肥厚することがない ..... 4
4. トリコームは端部細胞を除いて頂部で細くなることはない.....*Schizothrix*  
トリコームは頂部で細くなるが, その細くなる部分は数細胞から多数細胞に及ぶ.....  
..... *Porphyrosiphon*
5. 端部細胞の外壁は薄くして, 決して厚くなることはない.....*Arthrospira*  
端部細胞の外壁が厚くなる ..... *Microcoleus*

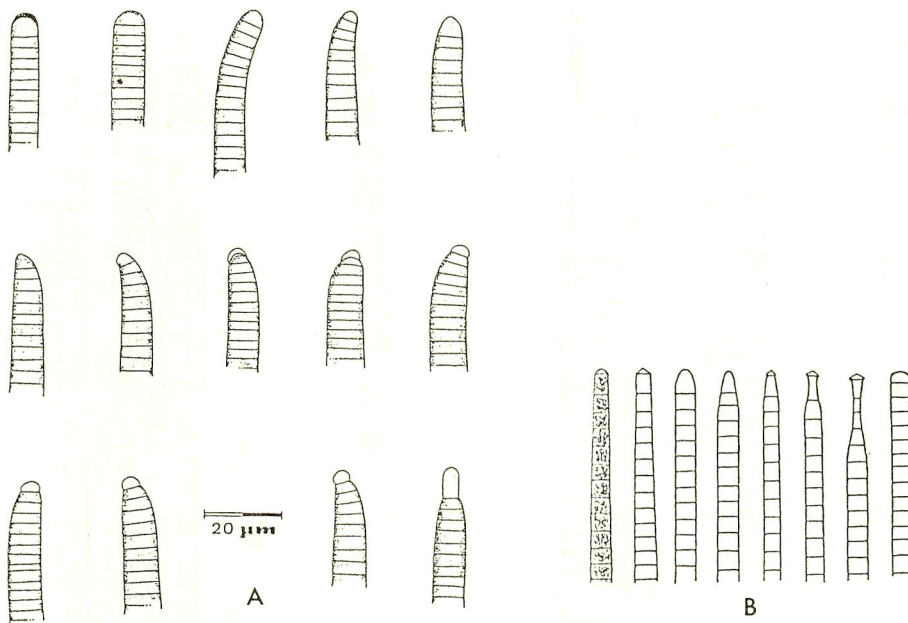


図17. ユレモ属のトリコームの端部及び端部細胞の形状及び端部細胞外壁の肥厚の変異をしめす。

A. *Oscillatoria subbrevis* (BICUDO and SENNA 1977より)。

B. *Oscillatoria agardhii* (GEITLER 1932より)。

ユレモ科の属の検索の特性はトリコームの端部の形態（細くなるかならないか）、トリコーム細胞の隔壁に沿って顆粒の有無及びトリコームの端部細胞の肥厚の有無となっている。このような特性が属の分類に適當だろうか。

図17Aは1ポピュレーションから採集した*Oscillatoria subbrevis*のトリコームの端部の形態、端部細胞の形状及び端部細胞の外壁の肥厚の有無をしめすものである。また、同図Bは*Oscillatoria agardhii*のトリコームの端部及びその端部細胞の形状をしめしたものである。前種の研究者BICUDO & SENNA (1977)も述べているように、トリコームの端部が細くなること及びトリコームの端部細胞の外壁の肥厚の状態が変化するので、これらは分類特性としては使用できないと考えられる。この事実から、DROUET (1968)のユレモ科の属の分類の基準とされたトリコームの端部が細くなるか、ならないか、トリコームの端部細胞外壁の肥厚の有無はよい特性とは考えられなく、今後さらに検討する必要がある。

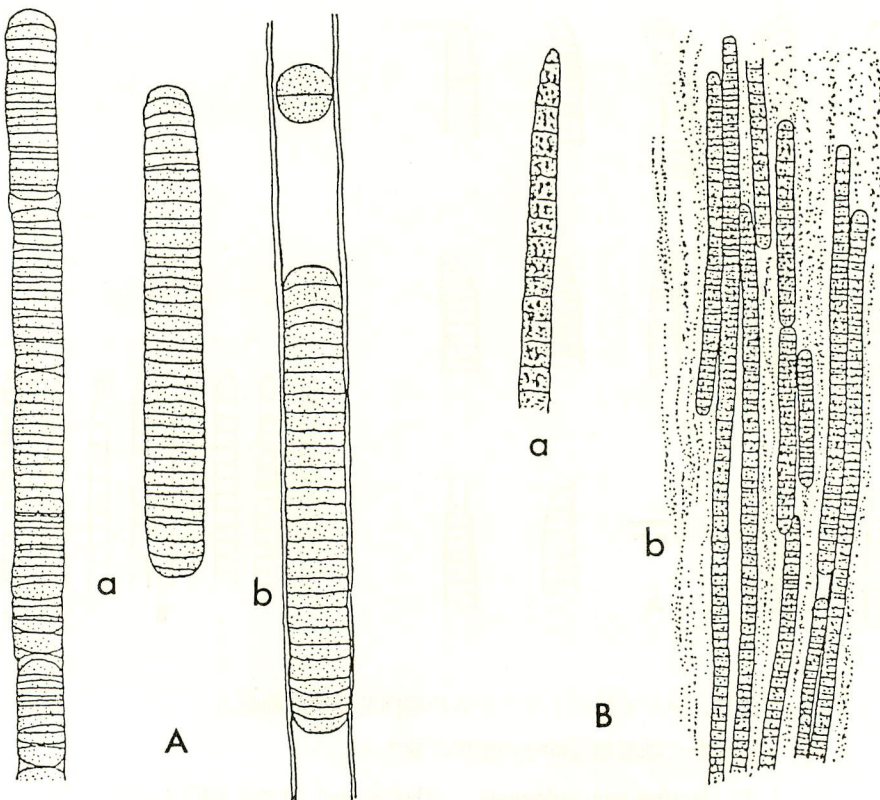


図18. ユレモ属のトリコームの鞘の形成。

A. *Oscillatoria limosa*. a. 鞘をもたないトリコーム。b. 鞘をもつトリコーム。

B. *Oscillatoria agardhii*. a. 鞘をもたないトリコーム。b. 鞘または共通の粘質物で包まれたトリコーム。



DROUET (1986) は, GOMONT (1892) 以来ユレモ科の属の分類に使用してきた鞘とは, トリコームの細胞から分泌されるもので, 環境によって, 水中に流れ去ったり, トリコームの直接の影響なしにゲル状になったり, または固くなるものと考え, そして, 鞘の特性をユレモ科の分類に使用しなかった。湖水に浮遊していた *Oscillatoria limosa* のトリコームは鞘をもたないが (図18A-a), 培養することにより試験管の壁面を登り, また培養液が減少すると試験管壁に付着して, 後にはトリコームの周囲に鞘を分泌して, クダモ属 (*Lyngbya*) のような糸状体になる (A-b) ことが知られた。また, 琵琶湖のプランクトンとしてみられる *Oscillatoria agardhii* は鞘をもたないが (図18B-a), 試験管中に長期培養すると, *Oscillatoria limosa* と同じく, 試験管内壁を登り, 付着して, 粘質物を出して団塊状になり (B-b), *Microcoleus* や *Phormidium* のような植物体をつくる。以上の2実験から, ユレモ科のトリコームを取り巻く鞘は, DROUET も指摘したように環境, 特に乾燥によって分泌が促進されゲル化するものと思われる。このことは, ユレモ属 (*Oscillatoria*), ナガレクダモ属 (*Phormidium*), およびクダモ属 (*Lyngbya*) の属間の区別が取り払われることになる。なお, DROUET はユレモ科のうち, エダウチクダモ属 (*Schizothrix*) 及びムラサキクダモ属 (*Porphyrosiphon*) の2属のトリコームは主として明瞭なる鞘をもつとしている。

DROUET (1968) によれば, ユレモ科のうちトリコーム細胞の隔壁に沿うて顆粒をもたないか, 2個の顆粒をもち, 端部細胞の外壁が肥厚したものを *Oscillatoria* と定義している。そして, 同属にただの6種のみを認めている。その1種は前述した大洋の赤潮を形成する *Oscillatoria erythra-*

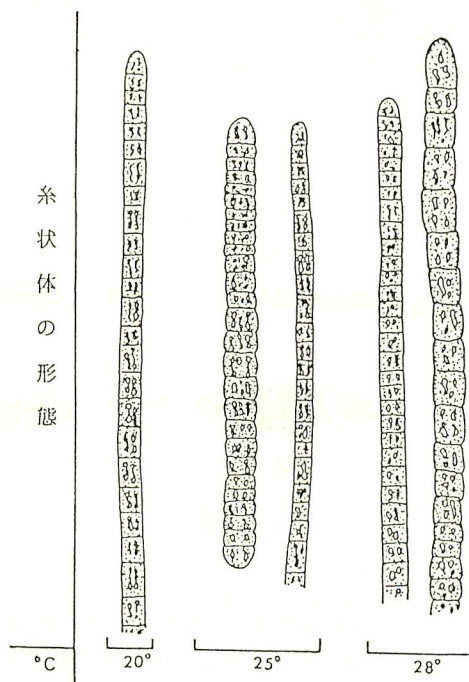


図19. *Oscillatoria agardhii* のトリコームの節部の縮れと温度との関係をしめす。

eaである。他の5種は、トリコームの細胞の長さ、トリコームの端部で細くなるか、そうではないか、トリコームの端部細胞壁の形状等によって区別されている。トリコーム細胞の節部のくびれは種の分類特性と考えなかった。琵琶湖のプランクトンとして生育する*Oscillatoria agardhii*のトリコームは普通、その細胞の節部でくびれることがない(図19)が、室内培養をすると、20℃では節部でくびれないが、25℃及び28℃ではくびれたものとくびれないものが現われ、28℃の方はいくびれが深くなった。この種のトリコーム細胞のくびれは温度によって支配されているといえる。

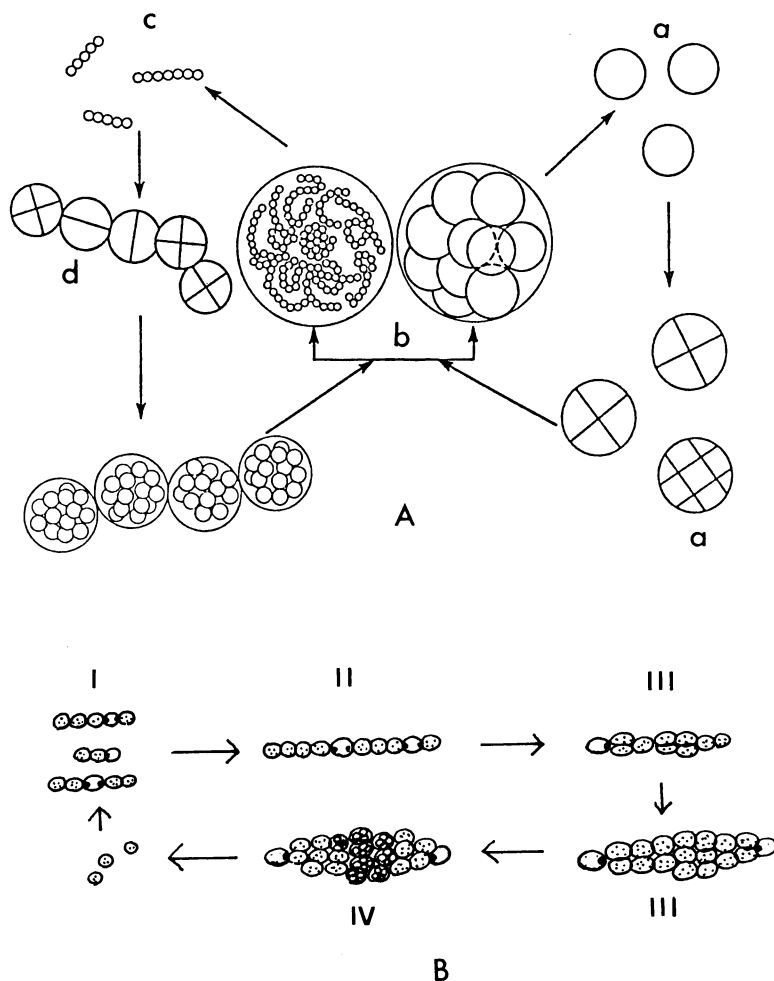


図20. *Chlorogloeopsis fritschii* の生活史。

A. 無糸状体の群体 (b型右側) に光と栄養 (サクロース) を与えると単細胞体 (a型) がつくられる。サクロース欠下に温度を上げ暗所で培養すると (b型左側) 長い糸状体となり、次いでそれが切れて短い糸状体 (c型) になる (EVANS et al. 1976より)。

B. 同種の生活史の模式図。

藍藻類の体構造は極めて簡単であるので、生活史のステージによって形態が変化するとは考えられていなかった。すなわち、藍藻の生活史の研究が行なわれなかった。*Chlorogloeopsis fritschii* は印度の土壌から発見された窒素固定藍藻であるが、以前は小球体目の中の *Chlorogloea* に入られていた。ところが、窒素化合物のない培養基中では糸状体となり、また異質細胞を形成したことから新属名 *Chlorogloeopsis* が創られて、ネンジュモ科に移された(MITRA & PANDEY 1966)。また同年に同じ理由から同種はネンジュモ属に組み合わされ *Nostoc fritschii* (MITRA) SCHWABE & AYOUBY (1966) とされた。本種は光と栄養条件によって単細胞から糸状体または縦の分裂が起って多列糸状体になることがあり、また前述のように異質細胞を形成することがある(図20)。

*Nostoc muscorm* A の糸状体は暗所では多列無糸状体であるが、光に当て、ぜんじ強光にすると、生長がよくなり、1列細胞のトリコームをつくり、異質細胞が形成されて長い糸状体になる(図21-A)。同種は光のもとで異質細胞期を、弱光または暗所で孢子期をくり返す生活史をもつ(図21-B)。

熱帯、亜熱帯および温帯の潮間帯の岩上に大きいものは3 cm、小さいものは0.5~0.3 cmの袋状植物体をもつアイミドリ(*Brachytrichia quoyi*) は、日本の海岸にもよくみられる。和歌山県白浜町にある京都大学理学部付属瀬戸臨海実験所の番所裏海岸で本種の生活史を観察した(梅崎 1955)。11月上旬には直径1 mm以下の半円形、暗黄緑色の微小体が上部潮間帯の岩上に、単独または互いに集合して出現する。その体の縦断面をみると(図22-B) 糸状体が互いに平行にやや緩く配列し、その基部は岩上に直立する。糸状体は分岐をしておらず単一、または稀に中部または上部でV一分岐をしている。糸状体の上部は短い毛状体になっている。まだ、異質細胞が形成されていないか、ある糸状体に1~2個形成されている。12月下旬には、体の中央部が急に生長して、糸状体上部の所々が切断して顕微鏡的空隙を生じ、中空化が始まる(図22-C)。糸状体はV一分岐(またはY一分岐ともいう)をして側方へ数を増加せしめるし、上方へも糸状体を増加して、体が大きくなる。翌年の2月中旬~下旬には体が完全に中空となり、囊状になる。4月中旬には体がさらに大きくなり、囊状体となり、その表面が僅かに皺状になるものと、平滑のものがある。体の縦断面では外層部のものはよく分岐し、平行に密に分岐する。糸状体の上部は毛状体となっている。ある糸状体に連鎖体が出来る(図22-D,E)。5月上旬~下旬には、体は1 cmまたはやや大きくなる。6月上旬から体がぜんじ枯死する。ただし、7~8月にも稀にみられることもある。その後は、恐らく連鎖体が発芽して顕微鏡的小体として、同場所の岩上に生育していると思われる。しかし、そのような微小体を採集することが出来なかった。すなわち、アイミドリは連鎖体によって繁殖し、夏期間は微小体であるが(?)、11月上旬には直径1 mm大となり、冬から春にかけて大きくなり、春に囊状体となり、連鎖体を形成する成体に生長する。

以上は土壌及び地上に生育する2種と海産の1種の生活史のステージによる形態の変化をみたものである。今後多くの種について生活史の研究を行ない、季節的な形態変化及び生殖時期及び生殖法などをみることにより、種の特性が明らかにされていくとともに、藍藻類の分類学が進められていくものと思う。最後に、藍藻類の系統進化について述べます。最初に述べたように、藍藻類の細胞内



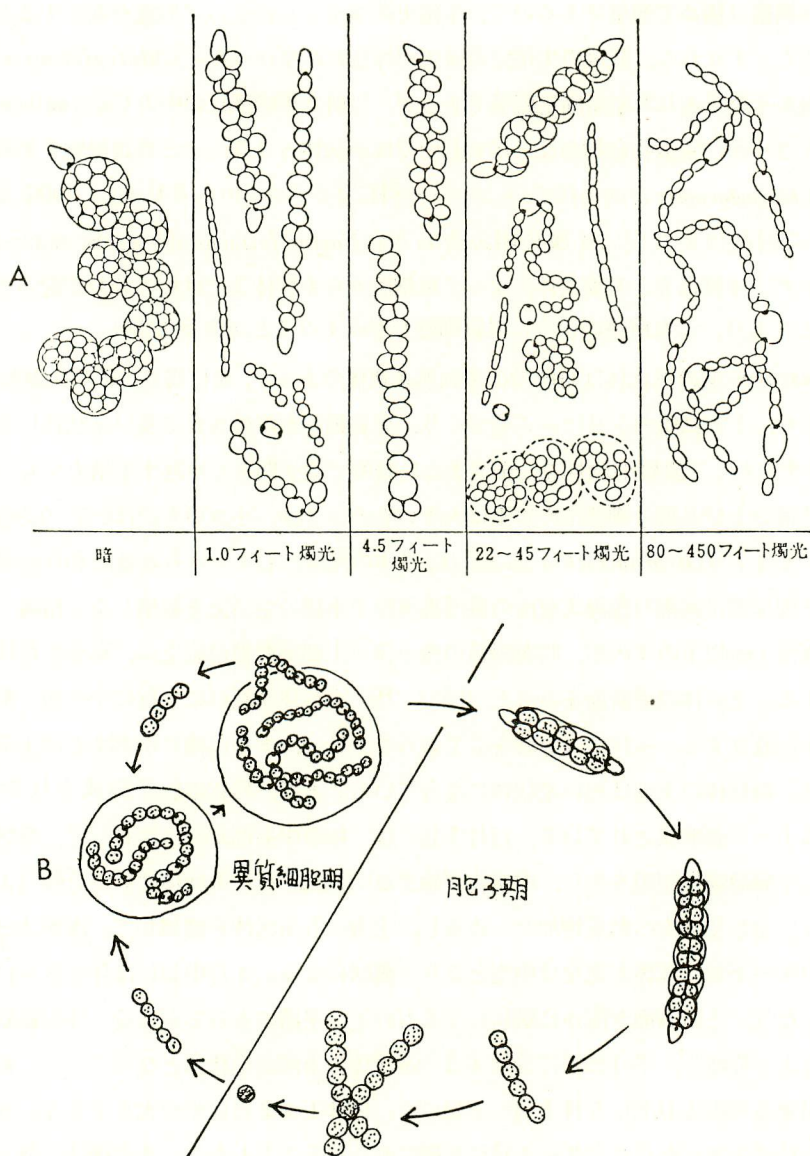


図21. *Nostoc muscorum* A の生活史。

A. 無糸状体 (左端) に光を照射し、光の強さに対する糸状体の形態変化をしめす (LAZAROFF and VISHNIAC 1961より)。

B. 同種の生活史の模式図 (異質細胞期と胞子期がある)。

部 (核質が核膜で包まれない, 光合成色素を入れるチラコイドが膜で包まれない, 呼吸酵素を入れるミトコンドリアをもたない, その他二重膜からなるデイクチオソーム dictyosome をもたない) および細胞壁成分 (ミューコペプチド) が細菌類の性質と似ていることから, これら 2 群は原核生物として, 他の真核生物から区別されています。その他, 原核生物には空中窒素を固定する能力を



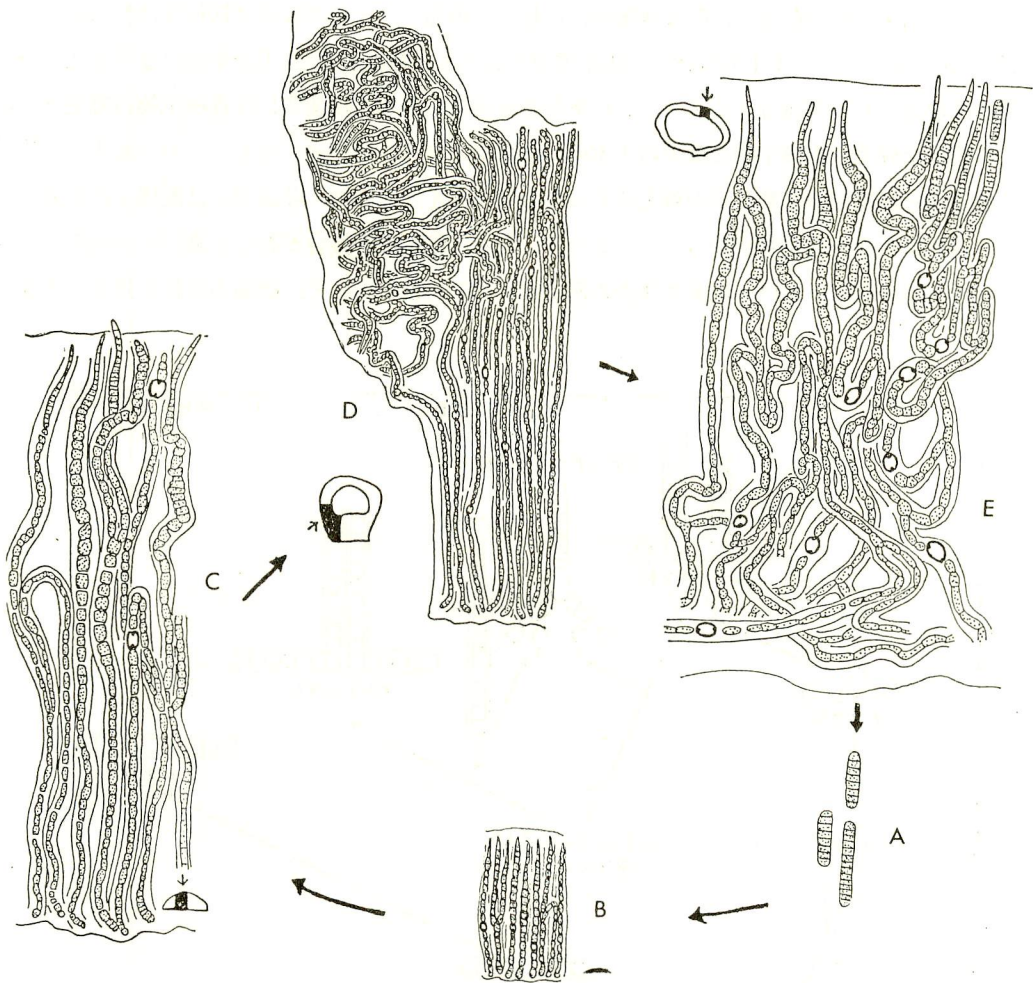


図22. アイミドリ (*Brachytrichia quoyi*) の生活史。

- A. 藻体から放出された連鎖体。B. 連鎖体が発芽し糸状体を増やし夏期を過す。  
 C. 11月上旬～中旬に岩上に半円形の藻体として認められる。糸状体は互いに平行に並ぶ。  
 D. 2月頃藻体が丸くなり、微小空隙ができる。E. 藻体が袋状となり1～2 cmに生長して、連鎖体を形成する。連鎖体を放出して5～6頃にぜんじ枯死消失する。

もっております。このことは、ソテツの根瘤中の藍藻のところで述べました。また、藍藻類の窒素固定能を利用して印度国では水田に藍藻を播いて繁殖させ窒素を固定させることにより肥料として使用しております。さらに、アカウキサ (*Azolla*) の体中にも藍藻類 (*Anabaina*) があって宿主と共生 (symbiosis) しております。この藍藻も空中窒素を固定することから東南アジア地方、特にベトナム国では古くからアカウキサを繁殖させて、水田肥料として使用していることは有名です。本邦においても、渡辺篤教授 (1956) が東南アジア各地から採集した藍藻類の数種が空中窒素を固定し、特に *Tolypothrix tenuis* が最高の窒素固定能をもっていました。そして、日本の各地で圃場

試験をした結果、粃の収量が、藍藻無接種区に比べて増加し、その増収率は初年度は2.7%、次年度8.4%、3年度19.7%、4年度21.8%と逐年増収することを確認しました。大分余談になりましたが、藍藻類は鞭毛をもって遊泳するステージがありません。しかし、細菌類には真核生物の鞭毛とは構造的に簡単な鞭毛（真核生物の鞭毛の1本のマイクロフィブリルに相当）をもっております。生物界では藍藻類と紅藻類の2群だけが鞭毛をもっておりません。その他、藍藻類には配偶子の形成およびその接合による有性生殖が知られていません。ただ、細胞間の接合が起って遺伝子の組み合わせ（gene recombination）という現象が僅かの例で知られています。さて、藍藻の系統と進化の本論に入ります。

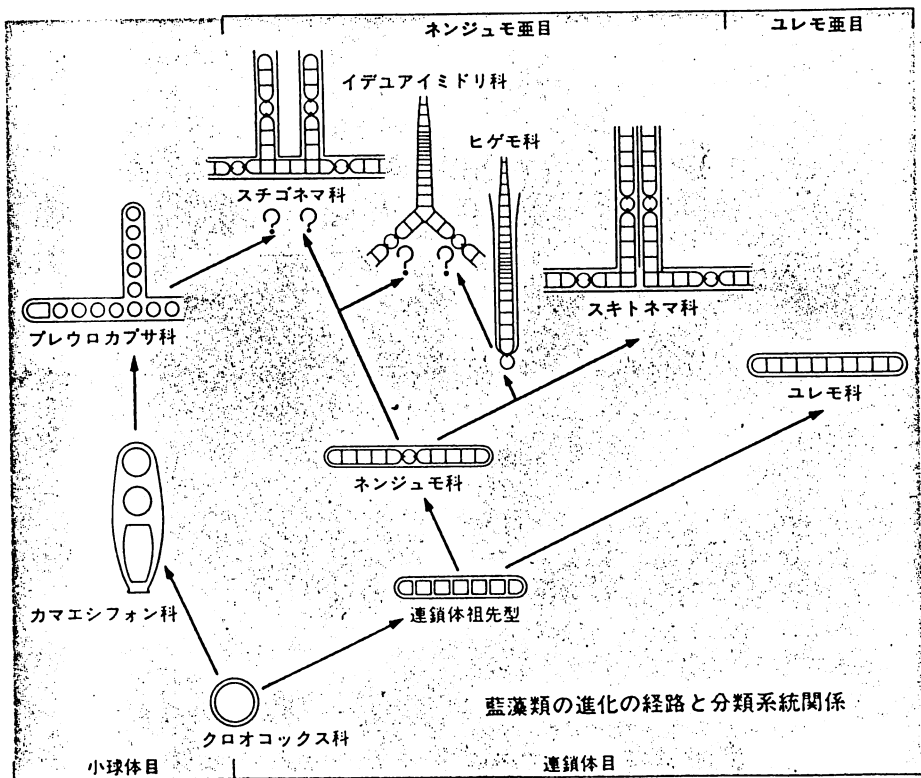


図23. 藍藻類の進化の経路と分類系統関係をしめす。

藍藻類の体制の最も簡単なものは球形、単細胞体からなるクロオコックス属 (*Chroococcus*) です (図23)。これから2方向の進化がありました。1方向は、細胞が分割すると2細胞が直ぐに離れるか、接合していてもしばらくすると離れます。離れた細胞はある場合は粘質物で包まれます。そのため、共通の粘質物中に規則的に、または不規則に配列した細胞からなる群体をつくります。分裂した細胞または細胞列に極性をもつものがカマエシフォン属 (*Chamaesiphon*) です。カマエシフォン科では栄養細胞が分裂して内生孢子 (endospore) を形成します。この科では細胞分裂の他に孢子による

繁殖があります。極性をもつ糸状体の細胞が横壁による分割のみでなく、縦壁による分割も行なって多列多細胞体に生長します。しかし、互いの細胞は粘質物によって離れています。このような糸状体を偽糸状体 (pseudofilament) といいます。基質の中 (貝殻, 他の植物体内) へ穿入する場合は長くなります。一方, 上部の細胞は丸く, ある細胞は内生孢子を形成する孢子嚢になります。このような糸状体を形成するものにプレウロカプサ属 (*Pleurocapsa*) またはヒエラ属 (*Hyella*) があります。

クロオコックス属から他の1方向の進化がありました。細胞が横壁面でのみ分裂をくり返して1列糸状体になり, 分裂後も各細胞が互いに接合して離れないものです。細胞間は膜孔連絡によって接合しています。これらはユレモ属 (*Oscillatoria*) です。ユレモ属は両端の細胞は半円形, 円錐形, その他の形をしめし, その外壁はときどき肥厚して頂冠 (calyptra) となっています。しかし, 両端細胞以外は同じ形状で, 同じ分裂機能をもっております。しかし, ある介在細胞または端部細胞の細胞壁が厚くなります。また, 細胞内の色素がぜんじ消失して, 黄緑色から淡黄色に変わって透明な状態になります。このような細胞を異質(形)細胞 (heterocyst) と呼んでいます。ネンジュモ属, アナベナ属などのネンジュモ科です。ネンジュモ科の糸状体は円筒形で, 上下または基部と頂部の分化がありません。この糸状体に極性が現われ, 基部と頂部に分化しました。頂部は細くなり, 細胞内容物が生産されなくて無色の毛状体 (hair) に分化しました。基部は大抵膨大して基質に固着しました。多くの場合, 糸状体の基部細胞は異質細胞に変成しています。このような糸状体をもつものをヒゲモ科 (Rivulariaceae) と呼んでいます。ユレモ科, ネンジュモ科およびヒゲモ科の糸状体は, ときどき切断されて, 糸状体から離れます。これを連鎖体 (hormogone) と呼んでいます。連鎖体が発芽してもとの糸状体に発達します。ネンジュモ科及びヒゲモ科では, 糸状体のある細胞が内容物を蓄積し, ときには大きくなってアキネート (akinete) [または単に孢子 (spore) ともいう] に変成します。孢子が糸状体から離れて発芽します。糸状体の細胞が斜め縦の面で分割して, それがさらに分裂して枝を形成するものがあります。この分岐をV一分岐またはY一分岐といいます。海産種のアイミドリ属 (*Brachytrichia*) および温泉産のイデユアイミドリ属 (*Mastigocladus*) にこのような糸状体の分岐がみられます。

これらの糸状体は連鎖体によって繁殖します。糸状体のある細胞に縦壁による分割が起こってもとの糸状体に対して直角な方向の枝を形成します。このような枝の形成を真分岐 (true branching) といいます。このような糸状体では匍匐糸状体 (prostrate filament または creeping filament) と, それより直立する直立糸状体 (erect filament) とからできています。そのような植物体の体制を heterotrichous habit といいます。スチゴネマ科 (Stigonemataceae) の植物体はこの体制をもっております。このような体制をもつものは藍藻類でもっとも進化したものとされています。スチゴネマ科の糸状体も連鎖体によって繁殖します (梅崎 1978)。

以上述べてきたように, 藍藻類の進化は, 細胞間が互いに離れた植物体をつくるプレウロカプサ型 (*Pleurocapsa* type) 体制をもつグループの小球体目 (Chroococcales) と, 細胞間は互いに密着し

ていて離れない連鎖体型 (hormogone type) 体制をもつグループの連鎖体目 (Hormogonales または Oscillatoriales) になりました。

藍藻類はリンネ (LINNE 1753) 以来多数の種が創設され、現在では9,400種にも及んでいます。これまでの分類は真核生物の種の分類と同様に形態の違いによる特性から行なわれました。体制が簡単であるにも拘らず、少しの違いで種が新設されました。ところが、最近になり、今まで属や種の分類特性と考えられていたあるものは環境によって変化するもので、それまでの種の多くはエコヘーンであるという考えを唱えたのが米国の藻類学者DROUETの説です。現在、藍藻分類学は従来の分類思想とDROUETの考えとの2つがあります。現在は、藍藻分類学の過渡期にあります。再々説明しましたように、従来の分類の再検討が必要であるし、DROUETの分類も必ずしも最適とは云えません。そのことは、前述の2、3の研究が証明してくれました。今後は、フィールド採集と同時に、室内培養による環境(温度、照度、日長、栄養塩)と形態との関係を見ること、種(株)の生活史を明らかにする形態、生態、生理の方面から研究を進める必要があります。また、細菌類の分類で使用されている生化学的特性(代謝産物の種類、栄養塩の取り込みの種類)を導入する必要があります。または、グループによる植物体成分(色素、脂肪酸、炭水化物等)の違い、DNA量の違いというような方面も取り入れられることと思います。このように多方面から研究が進むことによって、藍藻類の分類学の基礎が近い将来確立されることと思います。最近、細菌学者が藍藻類を藍色細菌類(cyanobacteria)と呼んで、細菌学者による藍藻類の研究が進められています。また、細菌学者による細菌学分類手法によって分類の検討も加えられつつあり、喜ばしいことです。しかし、藍藻及び藻類研究者が今までの知識の土台の上に立って藍藻類の分類を再検討することが、より大切ではないかと思います。

私の研究室でも、藍藻類の分類の再検討を行っており、前述しました淡水種の培養の実験は大学院生鶴嶋章子さんによるものです。資料を提供してくれた同嬢にお礼を申し上げます。

#### 参 考 文 献

- 赤塚孝三. 1951. プランクトンの検索と図説(1) 藍藻類, 水産学術資料第一号. 三重大学水産学部。
- BURGER, J. 1974. A study of two populations of *Anabaena planctonica* BRUNNTH. (Cyanophyceae) from Minnesota. *Phycologia* 13:125-129.
- DE BICUDO, C. E. and SENNA, P. A. C. 1977. Morphological variation in *Oscillatoria* (Cyanophyceae) in the field and its taxonomical implications. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 51:25-32.
- DROUET, F. 1968. Revision of the Oscillatoriaceae. Monograph 15. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, pp. 1-370, Philadelphia.
- DROUET, F. 1973. Revision of the Nostocaceae with cylindrical trichomes. pp. 1-292, Hafner Press, New York & London.



- DROUET, F. 1978. Revision of the Nostocaceae with constricted trichomes. Beih. Nova Hedwigia 57:1-258, Cramer.
- DROUET, F. 1981. Revision of the Stigonemataceae with a summary of the classification of the blue-green alage. Beih. Nova Hedwigia 61:1-221, Cramer.
- DROUET, F. and DAILY, W. A. 1956. Revision of the coccoid Myxophyceae. Butler Univ. Bot. Stud. 12:1-218.
- GEITLER, L. 1932. Cyanophyceae. In RABENHORST, Kryotogamenflora 14: 1-1196, Leipzig.
- GOMONT, M. 1982. Monographie des Oscillariées (Nostocacées Homocystées). Ann. Sci. Nat. VII. Bot. 15: 263-368, pls. 1-4; Ibid. 16: 9-264, pls. 1-7.
- 広瀬 弘幸・高岸 高旺(編) 1977. 日本淡水藻図鑑。内田老鶴圃・東京。
- LINNE, C. von 1753. Species plantarum. Ed. l. Holmiae.
- MITRA, A. K. and PANDEY D. C. 1966. On a new genus of the blue-green alga *Chlorogloeopsis* with remarks on the production of heterocysts in the algae. Phytos 5: 106-114
- ROSE, E. T. 1934. Notes on the life history of *Aphanizomenon flos-aquae*. Univ. Iowa Stud. Nat. Hist. 16:129-140.
- SCHWABE, G. H. and AYOUTY, E. El. 1965. Über drei hormogonale Blaualgen aus indischen Boden. Nova Hedwigia 10:527-536, pls. 157-161.
- STULP, B. K. and STAM, W. T. 1982. General morphology and akinete germination of a number of *Anabaena* strains (Cyanophyceae) in culture. Arch. Hydrobiol. Suppl. 63(1): 35-52.
- 梅崎 勇 1955. アイミドリの葉状体の発生学的研究。植物分類地理 16:56-62
- 梅崎 勇 1978. 藍藻類の系統と進化。週間朝日百科 115: 2711.
- 渡辺 篤 1956. 空中窒素固定能を有する藍藻の米の収穫に及ぼす影響。植物学雑誌 69:530-536.

## 質 疑 応 答

司会 どうも有難うございました。質問がありましたら1, 2お受けしたいと思いますけれど。

質問者Ⅰ 藍藻が有性生殖をしないというお話でしたんですけど、すごくびっくりするようなことなんです。ほとんどの動植物、バクテリアまで有性生殖が知られていますが。本当に藍藻類というのは有性生殖がないのか、それはただ見つかってないだけなのかということを先生がどうお考えなのかお聞きしたいんですけど。もし本当に有性生殖がないとすれば、種というものの概念をどうとらえていいのか。ぼくは分類学者じゃないんですけど、認識する限り、多くの動物の種という概念



は有性生殖を通して遺伝的な交流、同じ遺伝子プールを共有するものを種とらえています。もし有性生殖をしないとすれば、そういう概念は全然通用できないわけですね。そういう場合、種というものをいったいどう考えたらいいいの全然わからないんですけど、その点をどうお考えか。

**梅崎** 藍藻類の有性生殖といえるものは細菌類の有性生殖と同じようなものです。これも本当の有性生殖ではありません。細菌学者じゃないから分からないんですけど。有性生殖というのは配偶子をつくって、すなわちマイナス（－）とプラス（＋）の配偶子、すなわち同じ遺伝子のものが接合して次代に伝えていくものです。配偶子接合によって同じ遺伝子を伝えていくということを有性生殖といいます。しかし、細菌の有性生殖というものはそういう配偶子をつくって同じ遺伝子のものが接合するものではありません。藍藻での接合は非常に確率が少ないんですけど、細胞と細胞が接合して、一方の細胞のある遺伝子が他の細胞の中へ入り込むという遺伝子の組み換え（gene recombination）という現象が見つかっています。例えば、ペニシリン抵抗性株とストレプトマイシン抵抗性株を混合培養をして、両抵抗性株（ペニシリン＋ストレプトマイシン抵抗性）を得たという報告があります。

配偶子による有性生殖によって子孫へ同じ遺伝子を伝達する方法が行なわれていない藍藻類では、細胞分裂、糸状体の切断、または孢子生殖（アキネート、内生孢子）によって、果たして親の遺伝子が子へ伝えられているのか疑問です。細胞分裂の時に染色体が現われませんし、遺伝子の伝達方法が現在のところ分かっておりません。

種というものをどうとらえるかということとはとらえ方によって全然違うんです。さっき言いましたように、形が違えばそれを種とするというようなことです。しかしDROUETが主張している分類形質、例えば連鎖体目の糸状体の先端細胞の形（丸いとか、厚くなるかという性質）は環境によって変わらないといっています。そういう性質は遺伝されていくという考えです。そういう特性をもつものは1つの種として取り扱ったらいいいと言う考えです。藍藻の種の取り扱いというものとは真核生物の有性生殖をするものの種の取り扱いというものは違うんじゃないかなと思います。むずかしい問題です。

**司会** 他にありますでしょうか。もう1つぐらい。

**質問者Ⅱ** つたない知識ですけど、藍藻はよく粘質物を出すという話があります。粘質物は条件が悪い時に出すという話をよく聞くんですが、何か条件が悪い時によい出すというような藍藻自身のメタボリズムが変わるためにそうなるのでしょうか。それともただ単に現象的にそういうことが起こってくるだけだと今解釈されているのでしょうか。

**梅崎** それでは、ユレモ科を例にとりますと、細胞列すなわちトリコームのまわりに粘質物を持つものと持たないもの、非常に厚い粘質物を持つものと持たないもの、色が着いたもの、着かないもの、いろいろあるんです。それをみますと、今2、3研究も行なわれているんですけど、そういう糸状体またはトリコームが水の中にあるとこれらは鞘をもちませんが、乾燥の度合がだんだん高くなり、すなわち空気にさらされる度合が多くなると、粘質物ができて、その粘質物が厚くなるし、

また色が着きます。たまに水につかるものでは粘質物があるけれど、色が着かないか無色です。だんだん水から外へでている時間が長くなると海では潮間帯から上に生育するものは粘質物ができておるんです。海のものうち水の中につかっておるものは粘質物ができない。水の外へ出ているものは粘質物の色もだんだん着いてくる。そういうことから、糸状体の粘質物（鞘）はある環境（光、乾燥）への保護作用であるか、細胞の体を保護する為にあるのじゃないか。環境によって、水の中ではつくらなくて、だんだん水の外へ出ることによって乾燥を防ぎ、直射日光を遮るための、体の保護をする為にできるんじゃないかと解釈されております。