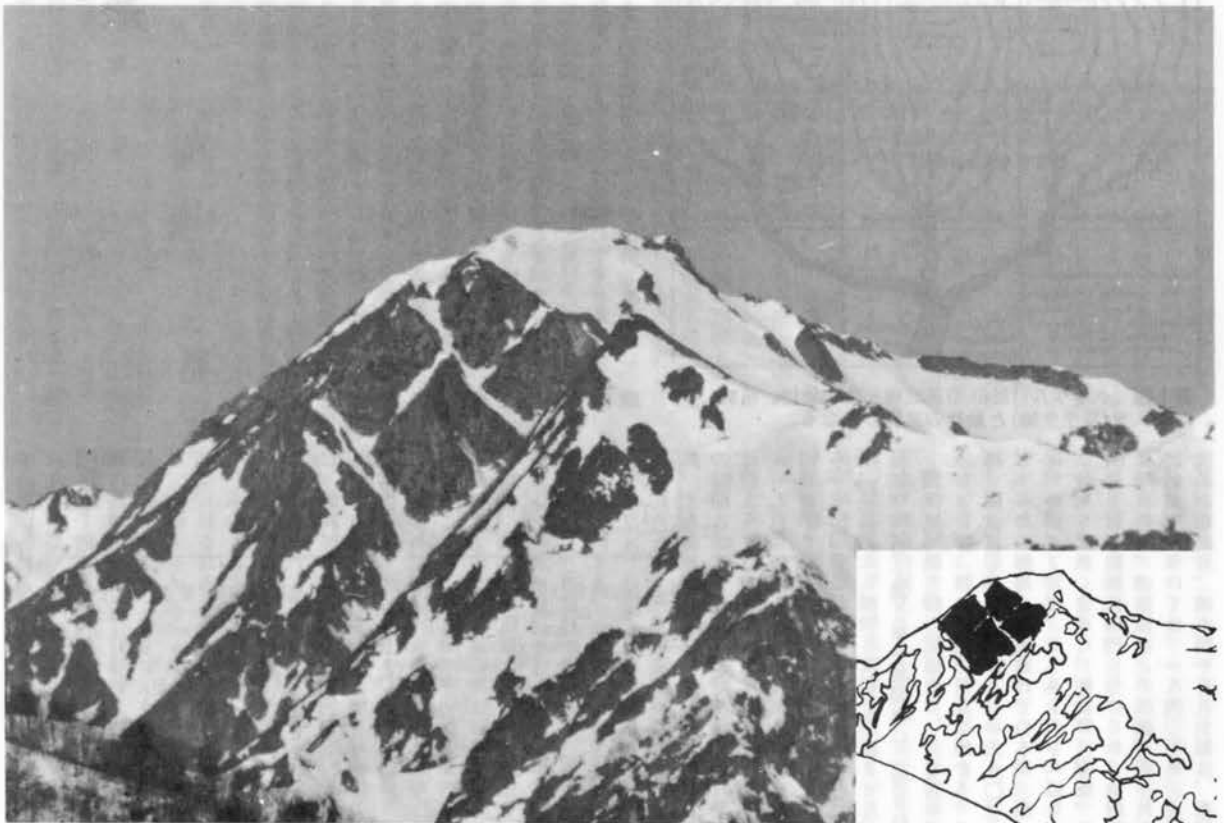


# 山と博物館

第29巻 第5号

1984年5月25日

大町山岳博物館



雪形 五竜岳の武田菱

## 新緑所感

厳しい冬だっただけに、より新緑のみずみずしさは、生命に躍動と、そよ吹く薫風とともに夢と希望を与えてくれる。

自然のリズムや、自然を満喫できる恵まれた環境に感謝の気持が一層わく。

太古の時代から人々も緑を求めて移動を繰り返して、農耕を知り大地に定着するようになってから緑とともに生きてきた。

こうした中で人と人との出会いや、ものとの出会いによっての生き方があった。

私達の暮しの中で、対話と理解とともに共存を痛感し、生活環境をよりよくするには、自らの責任と努力と感覚を失ってはならないと思う。

近年の農業面でも省力化、機械化が進み、利潤追求に走り殺虫剤や除草剤を大量に散布し、結局は短期的には人体に影響が少なくても子孫の世代に顕在化する可能性が秘められているといわれている時、除草剤は絶対に使わず、農業はできるだけ使わない等の「緑健農法」による契約栽培が各地で進められている。

また、都市化が進んだことによって緑が失われたことに気づき、現在緑化への見直しが進められている。

さらに思うことは、平和こそ私達の共通の願いであり、残酷で悲惨な戦争は、このかけがえない緑が失われるばかりでなく、尊い生命までも失うことの愚かさを思う時、今日宇宙への関心が高まる中で、私達にとって地球は国境のない唯一の故郷であることを改めて認識し、「世界不戦」の誓いを新たにしたい。

植物のもつ不思議な力や、北アルプスに咲く草花にも思いをいたし、自然の中に浩然の気を養うとともに、新緑の中に建つ市立大町山岳博物館が、親しまれ、愛され将来への使命と役割を果たすために、より充実され、みずみずしい明日へのエネルギーをさらに与えて頂くことを願ってやまない。

(山岳博物館協議会委員・北澤善一)

現状レポ

微生物の分類大系

丸山晃

北アルプスの高山や極地の氷雪が、赤、黄、緑色に、緑藻のコナミドリ、黄色鞭毛藻のニセヒカリモ、珪藻のオビケイソウなどで、彩られることがある。途方もなく長い間、毎夏繰り返されてきたのだらう。片田舎の池沼でも、水面に広がる藻の集団、藍藻のアオコなどが、「水の華」と呼ばれ、有史以来(?) 親しまれてきた。今、諏訪湖や霞ヶ浦を濃く染める高度成長の「仇花」も、このアオコである。湖や海洋にまで及んだのは、二十数年来の出来事である。

ばれる藻、味噌や酒を醸造する酵母などのカビと夜光虫などの原生動物からなる顕微鏡的な、微小生物群の総称である。局視的な、コンプなどの大型藻や高等動物植物に對立する人為的生物群である。プロチスタと呼ばれることもある。微生物は、古くから、人間生活と深いかわりをもつてきた。そして今、地球汚染の指標生物として警告を発し、また、遺伝子操作などの対象生物として工業や農業に大きく繰り返り込まれようとしている。

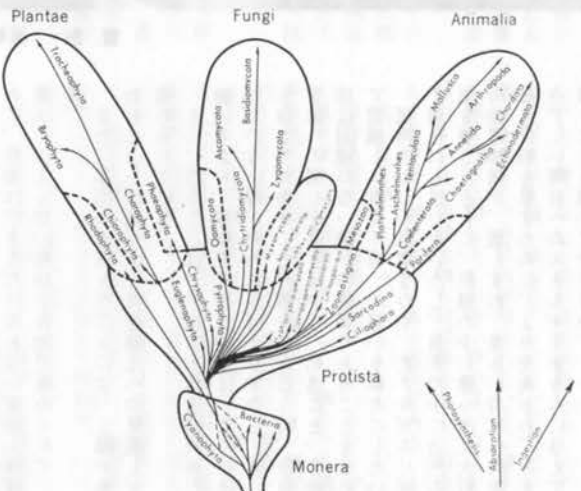
微生物は、かつて、ペストなど病原菌として恐れられた細菌、淡水魚が食む水垢とも呼

この微小な生物についても、二〇年来の生化学や電子顕微鏡の発達により、分子やその上位の微細構造レベルでの情報集積から、確

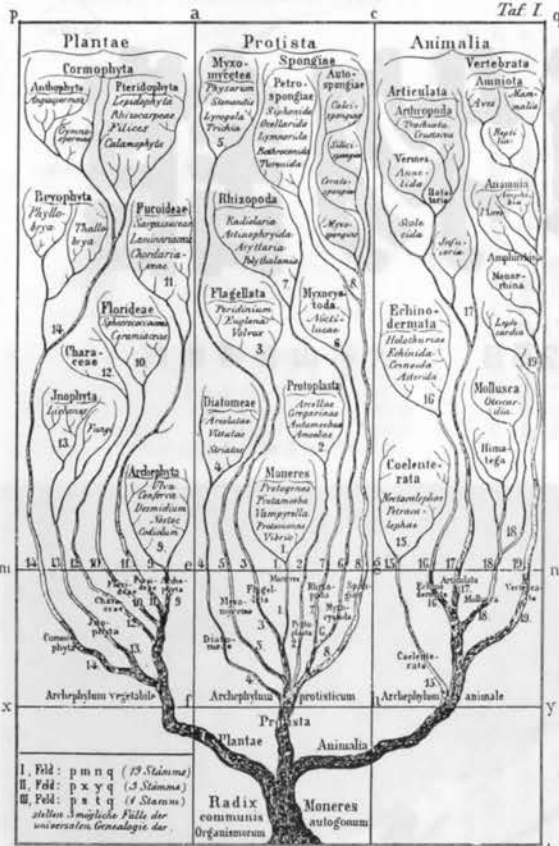
度の高い分類系が提供できるようになった。ここで述べられるように、数十年前経て創造された自然の体系が、生物の種の壁を破って行なわれる遺伝子操作などにより、壊されようとしている。技術アセスメントをして、果して超えられるだろうか。高度な人間の叡知が求められよう。

一、分類群設立の歴史

アリストテレス(384-322BC)は、動物界を有血と無血動物に二分した。それぞれ今日の脊椎と無脊椎動物に相当する。アリストテレスの植物界についての記述は、失われていて、今日知ることとはできない。テオフラストス(371-286BC)は、植物界を喬木、灌木、宿根草と草本の四群に分けた。一六世紀になると、針葉樹、腎形、菊などの諸科が認識され、古代に比べ一刷新する。ボーアン(1560-1624)は、これら顕花植物の諸科を認めたが、他方顕花植物の浮草科と鮮苔類、また海綿類と海藻類を一括していた。この時期には、まだ顕花と隠花植物の対立関係は捉えられていなかった。それは、ボーアンから二百年後ゲルトナーにより種子と胞子の相異が示され、明らかにされる。一六八六年から一七〇四年に、レーは、不完全植物群に羊歯類、鮮苔類、海生植物と菌類を帰属させた。顕花植物は、双子葉と単子葉植物に二分された。顕花植物の二つの群の記述は、一六七五年、レーウエンフックの滴虫の発見に始まる。この時、桿状菌も描かれて出る。一六八〇年には、ビールから酵母が見出されている。一八一二年、キュヴィエは、アリストテレス以来の動物分類を大きく進めた。動物界は脊椎、軟体、関節と放射動物の四門に分けられ、放射動物に棘皮動物、滴虫類などの四綱が置かれた。放射動物については、一八四〇年来、大きな変革が起きる。滴虫類や有孔虫類は、単細胞



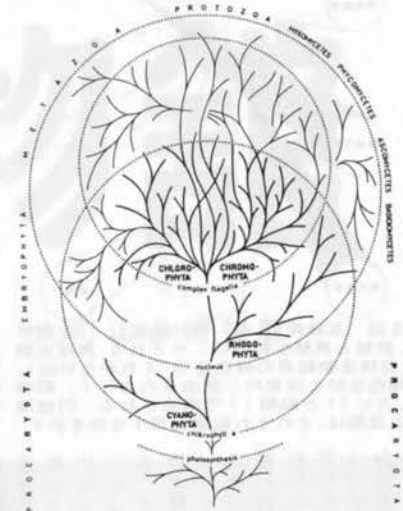
第2図 ホイタカ(1969)の系統樹。生物界は、モネラ、プロチスタ、植物、カビと動物の五界からなる。



第1図 ヘッケル(1866)の系統樹。生物界は、植物、プロチスタ(原生生物)と動物の三界からなる。

生物であることが認識され、原生動物門が設けられた。一八八〇年、アイヒラーは、隠花植物を羊歯、鮮苔と葉状植物に分けた。一八八六年、ヘッケルは、それまでの植物と動物からなる二界システムにプロチスタを加え、三界システムとした。植物界には、後生植物と一部の多細胞藻、動物界には、後生動物と一部の原生動物を所属させ、原始的な殆んど単細胞生物を、プロチスタ界に帰属させた。一九三八年、コプランドは、プロチスタ界をバクテリアと藍藻より上位の生物群に限定し、二群をモネラ界として独立させた。さらに、一九六九年、ホイタカは、モネラ、プロチスタ、カビ、植物と動物の五界システムを示し、多細胞で、多核の藻群と多くのカビをプロチスタ界から分離し、それぞれ植物界への追加とカビ界の独立にあてた。他方、一九〇〇年、ブラックマンは、主として、藻群が(一)緑藻と緑虫、これから非

生物であることが認識され、原生動物門が設けられた。一八八〇年、アイヒラーは、隠花植物を羊歯、鮮苔と葉状植物に分けた。一八八六年、ヘッケルは、それまでの植物と動物からなる二界システムにプロチスタを加え、三界システムとした。植物界には、後生植物と一部の多細胞藻、動物界には、後生動物と一部の原生動物を所属させ、原始的な殆んど単細胞生物を、プロチスタ界に帰属させた。一九三八年、コプランドは、プロチスタ界をバクテリアと藍藻より上位の生物群に限定し、二群をモネラ界として独立させた。さらに、一九六九年、ホイタカは、モネラ、プロチスタ、カビ、植物と動物の五界システムを示し、多細胞で、多核の藻群と多くのカビをプロチスタ界から分離し、それぞれ植物界への追加とカビ界の独立にあてた。他方、一九〇〇年、ブラックマンは、主として、藻群が(一)緑藻と緑虫、これから非



第3図は、クリステンセン(1964)の系統樹。生物界は、緑色植物と褐色植物とカビに区別され、後者は、藍藻、紅藻、緑藻の二群から派生した動物と植物と区別される。

藻群が生ずる、(二)不等毛藻と褐藻の二系列からなるとした。そして、一九六四年、クリステンセンは、クロロフィルa獲得の藍藻、核を獲得する紅藻、鞭毛をもち、クロロフィルbの有無により又状分岐する緑色と褐色植物の段階区分をした。他の真核生物は、後二者から由来するとした。

これより前、一八五四年、コーンが、始めてバクテリアと藍藻の類似を指摘してから、一〇〇年近く有核生物の単一性は示されなかつた。一九三七年、シャットンは、無核型と有核型の対立群に、始めて「前核的」と「真核的」の術語を用いた。一九六二年、スタニアとファン・ニールは、バクテリアと藍藻が、真核とは異なる前核と称される細胞構成であることを認め、以来、シャットンにより示された二つの生物界が受け入れられるようになった。

二、前、真核生物界

生物界は、前核と真核生物群に二大別される。大きな相異は、細胞体制にある。前核生物群では、遺伝物質領域と周囲の細胞質を分ける構造がない。これに対し、真核生物群では、両域は核膜で隔てられる。遺伝物質であるDNA(デオキシリボ核酸)は、前核生物

チンからなる。

前核生物群は、三〇数億年前に出現する。真核生物群は、ずっと遅れて一五億年前に登場する。太陽系の年齢が四六億年といわれるから、最初の生命、生物が生ずるのに一〇億年、それから真核生物群が生ずるのに二〇億年間要したことになる。真核生物群が登場するまでの三〇億年間に、生物がもつ多くの基本代謝系が出現する。最も簡単なエネルギー獲得手段である発酵系は、嫌気性バクテリアで獲得された。発酵系の中心部分をなすエムデン・マイエルホッフ・パルナス経路(EMP)は、嫌気的酸化系で、生物体の素材となる小さな炭素骨格を供給する。EMP経路から分岐するペントース燐酸回路(PP)は、核酸の素材などを供給する。これらの経路は、脂肪酸や蛋白質の分解経路とともに最も起源の古い代謝系とみられ、すべての生物に分布する。

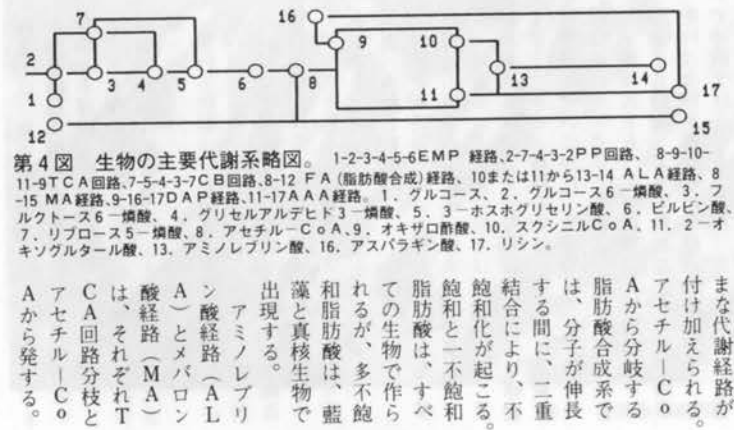
三、前核から真核生物群へ

前核生物群は、メタン生産菌、グラム陰生嫌気性菌、放線菌、スピロヘータ、グラム陽生菌、グラム陰生化学自栄養菌、グラム陰性好気性菌、光合成菌、藍藻、前緑藻などで構成される。これらは、新しい形質を獲得し、

では裸出、真核生物では蛋白質と結合し、核分裂時には染色体を形成する。細胞質域にはさらに呼吸や光合成が行なわれるミトコンドリアや色素体などの区画がある。前核と真核生物群では、細胞壁の構成でも異なる。前者が、ペプチド架橋された多糖であるペプチドグルカンからなるのに対して、後者は、多糖であるセルロースやキ

段階的に出現して行く。グルコース、脂質やアミノ酸由来のアセチルグルブの完全酸化系であるクエン酸回路(TCA)とPP回路から分岐する炭素固定を行なうカルビン・ベンソン回路(CB)は、EMP経路やPP回路に続いて登場したとみられている。TCA回路は、メタン生産菌とグラム陰生嫌気性菌を除く前核と真核生物に分布する。CB回路は、右記二群、放線菌とスピロヘータを除く前核と真核生物で出現する。化学自栄養菌では、無機物酸化エネルギー、光合成生物では、光エネルギーを用い、主として、このCB回路で炭素固定が行なわれる。ある群の自従属栄養生物では、TCA逆回路で行なわれ

二群の前核と真核生物では、さらにさまざま

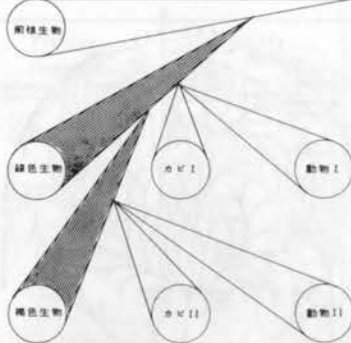


第4図 生物の主要代謝系略図。1-2-3-4-5-6EMP経路、2-7-4-3-2PP回路、8-9-10-11-9TCA回路、7-5-4-3-2CB回路、8-12FA(脂肪酸合成)経路、10または11から13-14ALA経路、3-ピルビン酸、4-グルコース、5-ホスホグリセリン酸、6-ピルビン酸、7-リポノース5-燐酸、8-アセチル-C、9-オキサロ酢酸、10-スクシニル-C、11-2-キソグルタル酸、13-アミノレブリン酸、16-アスパラギン酸、17-リシン

まな代謝経路が付け加えられる。アセチル-Cから分岐する脂肪酸合成系では、分子が伸長する間に、二重結合により、不飽和化が起こる。飽和と一不飽和脂肪酸は、すべての生物で作られるが、多不飽和脂肪酸は、藍藻と真核生物で出現する。アミノレブリン酸経路(ALA)とメバロン酸経路(MA)は、それぞれTCA回路分枝とアセチル-Cから発する。

光合成には、二型が認められる。光合成バクテリアでは、一つの反応中心(光化学系I)をもち、電子供与体が水素、硫化水素などで酸素を発生しない。藍藻と真核光合成生物では、二つの反応中心(光化学系IとII)をもち、電子供与体は水で、酸素発生を伴う。集光色素と反応中心色素は、光合成バクテリアでは、バクテリオクロロフィル、藍藻と真核光合成生物では、クロロフィルで、さらに藍藻と紅藻では、フィコビリタン蛋白質が関与する。両型とも、光エネルギー変換が行なわれる光化学系で生成されるATPと還元力(NADHまたはNADPH)を用い、先のCB回路で炭素固定が行なわれ、グルコースが産出される。

光合成装置は、光合成バクテリアでは、多数の細胞膜陥入か楕円形の色素胞膜、藍藻では、ストロマと呼ばれる間質をはさまみ、チラコイドと呼ばれる板状の胞膜が重層する。光合成系は、光合成バクテリアと藍藻で発展、成立した。そして、藍藻の出現による大気中の酸素の増大は、酸素呼吸をする生物群の登場とやがて爆発的な真核生物の出現をもたらす。



第5図 系統樹(丸山、1980改変)。生物界を動物界、植物界、菌界、原生動物界、真核生物界に二分される。前核生物は、前核生物と後核生物とを構成する。動物界は、動物Iと動物IIとを構成する。植物界は、緑色生物と褐色生物とを構成する。菌界は、カビIとカビIIとを構成する。原生動物界は、原生動物と原生動物とを構成する。真核生物界は、動物界、植物界、菌界、原生動物界を構成する。円頂は、動物界、植物界、菌界、原生動物界を示す。底面は、前核生物と後核生物を示す。

呼吸系は、EMP経路からTCA回路への好氣的過程と呼吸鎖が共役し成立する。TCA回路で生じたNADHなどが供給する電子は、呼吸鎖の一連のチトクロームを経て最終的に酸素に流れる。流れ落ちる間に大部分の電子を失い、ATPに保存される。呼吸系は後期に登場する好氣的な前核生物で形成された。

**四、緑色と褐色生物群**

真核光合成生物は、緑色と褐色生物群に二分される。前者には、紅藻、ブラシノ藻、緑藻、緑虫と高等植物、後者には、渦鞭藻、クリプト藻、黄金藻、黄色鞭毛藻、褐藻、珪藻などがいられる。これらは、クロロフィルaのほか、それぞれクロロフィルbとcをもつ。クロロフィルaとbは、それぞれ前核生物の藍藻と前緑藻です。クロロフィルcは、クロロフィルbをもたないが、欠失したとみられる。

緑色生物群の色素体膜は、緑虫を除いて二重で、褐色生物群では、渦鞭藻を除いて二重の色素体膜の外側に、二重の色素体小胞体膜(色素体ER)をもつ。都合、四重膜で包まれる。緑虫と渦鞭藻は、三重の色素体膜もち、緑色と褐色生物群のうちでは、特異である。

紅藻は、藍藻と同じ二重チラコイドをもつ

が、そのほかの緑色生物群、渦鞭藻とクリプト藻は、一から多重のチラコイドが密着した結合型チラコイド、その他の褐色生物群は、三重チラコイドが僅かに間隔をとる非結合型チラコイドをもつ。これら結合と非結合型チラコイドが、ストロマをささみ重層し、色素体内の大部分が埋められる。

色素体は、裸出DNAとチラコイド領域からなる藍藻類似の前核体制で、また前核生物と同一系列の蛋白質合成装置であるリボソームをもち、前核生物とのかかわりを示す。藍藻と紅藻では、チラコイド表面にフィコビリソームと呼ばれるフィコビルン蛋白質部分がある。クリプト藻でもフィコビルン蛋白質をもつが、チラコイド膜内にある。藍藻と紅藻のフィコビルン蛋白質は、血清学的にも類似する。

二重膜からなる呼吸器官であるミトコンドリアは、クリステと呼ばれる内膜陥入部をもつ。緑色生物群とクリプト藻では、板状型クリステ、クリプト藻を除く褐色生物群では、管状型クリステをもつ。

真核生物は、有糸核分裂をする。前核生物の無糸分裂と対比される。核分裂時に現われる紡錘糸は、微小管束でできている。また、中心子やそれが移動して形成される鞭毛の基底小体、鞭毛の基幹や鞭毛根系も微小管で構成される。微小管は、真核生物より細い前核微小管とは区別され、真核生物の登場に際し出現した。

紅藻を除く真核光合成生物では、二本の中央と九対の周辺微小管で構成される2+9構造と呼ばれる鞭毛をもつ。前核生物の鞭毛は、フラジエリン螺旋の中空構造で、真核鞭毛とは異質である。2+9構造鞭毛は、細胞膜で覆われるが、その表面が無構造の平滑鞭毛と非管状、管状の別がある毛状体を付着する。管状毛状体は、渦鞭藻を除く褐色生物群でもつ。平滑鞭毛と無管状毛状体は、広く真核光合成生物に分布する。

ブラシノ藻と緑藻綱、アオサ綱など一群の

緑藻では、鞭毛根系が十字状の微小管根、また緑藻の輪藻綱と後生植物では、側生の微小管根と多層構造根(MLS)をもつ。MLSは、ある種の緑虫でも知られ、輪藻綱と高等植物の起源は前者のブラシノ藻系列以外に求められる。

褐色生物群は、渦鞭藻、クリプト藻、その他の群の順序で派生したとみられる。後出群では、鞭毛基部隆起、基底小体と2+9構造移行部螺旋構造、色素体膜下の環状チラコイド層などをもち、渦鞭藻とクリプト藻から区別される。

緑色と褐色生物群は、特異な性質をもつ移行群ともみられる。紅藻、緑虫、渦鞭藻、クリプト藻をかかえ、均一群とはいえないが、真核光合成生物の二大分岐が起きたことは確かなようである。真核生物は、これら自栄養の光合成生物のほかに、他栄養のカビと動物で構成される。カビと動物は、新たに獲得された栄養様式をもつ生物群で、カビは細胞外に分泌する酵素で寄生物体などを分解し吸収、動物は食物を細胞内に取り込み消化することによって特徴づけられる。また、カビはキチン壁で形造られ、動物は細胞膜が裸出する。多くの真核光合成生物は、セルロース壁をもつが、裸細胞群も認められる。

カビは、(一)ツボカビ、接合菌、子囊菌と担子菌、(二)卵菌とサカゲツボカビ、動物は、(一)襟鞭毛虫、ボドニナ、トリパノソーマ、一部の根足虫と太陽虫の原生動物と後生動物、(二)右以外の放散虫、有孔虫、織毛虫などの原生動物からなる。ここでカビと動物をそれぞれ二分したのは、カビと動物の第一群は、緑色生物、第二群は、褐色生物群に類似するからである。第一と第二群は、それぞれ緑色と褐色生物群の派生群ともみられる。第一群は、板状型クリステ、第二群は、管状型クリステをもつミトコンドリアをもつ。カビの第二群とある種の動物群では、管状毛

状態をもつ鞭毛を所有する。

アミノ酸、リシンの生合成経路には、ジアミノピメリン酸(DAP)とアミノアジピン酸(AAA)の両経路が知られている。緑虫を除く緑色生物とカビの第一群では、DAP経路をとる。前核生物も同経路をとる。緑虫とカビの第二群では、AAA経路である。

**六、むすび**

DNA分子上の塩基配列は、メッセンジャーRNA(リボ核酸)を介して、構造や代謝系を支配する個々の蛋白質分子の塩基配列を決定する。DNA分子上の四つの塩基のうち三つの特定配列が、一つのアミノ酸を指定するが、進化の過程で、繰り返された塩基置換の痕跡が、DNAや蛋白質分子に刻まれる。これらの生きた化石といえる情報高分子の塩基置換とその結果起きるアミノ酸置換の度合から、さまざまな現生生物群が、いつ生じたか、その由来が推定できる。

また、データは限られているが、生物界に広く分布するチトクロームCやリボソームRNAなどで得られた結果は、ここで述べてきた分類大系に、部分的ではあるが一致する。このような方法を用いて、真核生物の起源を含め、より確かな進化の道筋が、明らかにされていくだろう。

(東京大学応用微生物研究所助手)

**博物館だより**

春の草花と山菜展

5月27日より6月3日まで講堂で開催されます。同展のみの入場は無料です。

山と博物館 第29巻 第5号

発行所 長野県大町市 TEL220-2111

印刷所 長野県大町市 大町山岳博物館

大糸タイムス印刷部

定価 年額1,100円(送料共)切手不可

郵便振替口座番号 長野四二二二九三