

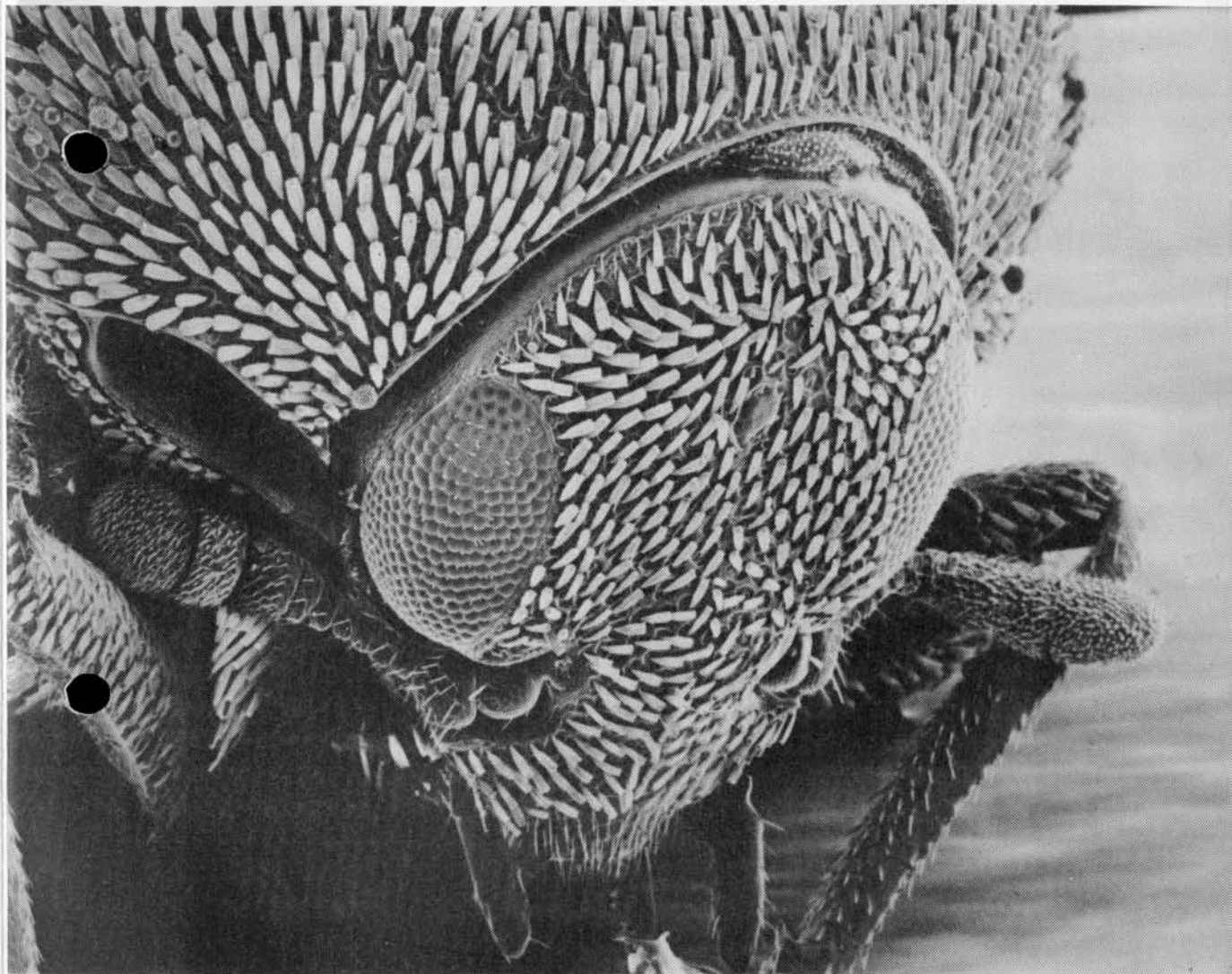
普及雑誌

第10巻 春の号

1987年

とやまと自然

昭和62年4月1日発行 通巻37号 年4回発行



【目 次】

走査電子顕微鏡でみたカツオブシムシ

小宇宙への旅	藤 田 恒 夫	2
初夏の美女平を歩く	太田道人・根来 尚	6
化石は語る—その3—	後 藤 道 治	10
お知らせ		12

富山市科学文化センター

小宇宙への旅—体の微細構造を探る—

特別展記念講演会要旨

藤田恒夫

ヨーロッパでは古くから、星のきらめく大宇宙マクロコスモス macrocosmos に対して、地球上に住む人間の体の小さいけれども精巧で不思議な世界を小宇宙ミクロコスモス microcosmos と呼びました。望遠鏡は大宇宙の姿を我々に近づけ、ロケットは人間の目を、あるいは人間そのものを大宇宙の奥深くに運んでくれました。小宇宙への探索には、虫めがねや顕微鏡が大きな役割を果たし、さらに電子顕微鏡が人間の目を細胞や分子のすぐそばまで近づけてくれました。

光学顕微鏡の発達

顕微鏡で初めて小宇宙の探索にのり出したのはレーウエンフック Leeuwenhoek (1632-1723) でした(図1)。科学好きのこのオランダ人は、衣服商をいとなむかたわら、自作の顕微鏡で体の中のさまざまな組織や細胞、そして水の中の生物や雑多な身のまわりのものを観察しました。赤血球も精子も、筋肉の横紋も、さらには細菌すらも、このアマチュア科学者によって発見されたものでした。

レーウエンフックの作った顕微鏡が今日も残っていますが、これは実に単純な構造で、レンズは直径2ミリメートルほどのガラス玉(水玉レンズ)にすぎません(図1)。レンズの向うに試料をつける針があって、これを移動させながら反対側に近寄せた目で観察するのです。よくこんなもので精子のシッポや細菌まで見えたものだと驚かされます。

今日の顕微鏡は何枚かのレンズを組合せた複合顕微鏡です。この方式の顕微鏡は17世紀から作られていましたが、面白いことに、その性能はレーウエンフックの水玉レンズに及びませんでした。イギリスのロバート・フック Robert Hooke (弾性のフックの法則で有名) は1665年に複合顕微鏡を使って細胞を発見し、セル cell と名づけたとたたえられますが、その「細胞」たるや、コルクの断面に見える蜂の巣構造にすぎませんでした。

複合顕微鏡は、しかし、いろいろな収差をとり除くなどの工夫で次第に進歩し、1ミクロンより小さい距離の2点を見分けられるようになりました。

光から電子へ

レンズが精巧になり、収差が除かれて、顕微鏡の性能が上がれば、どこまでも細かいものが見えるだろうという希望は、アッペの理論によって否定されました。エルンスト・アッペ Ernst Abbe はイェナ Jena (今は東ドイツ) の大学の工学部の講師でしたが、当時まだ中小企業だった顕微鏡メーカー、ツァイスの社長カール・ツァイス Karl Zeiss にくどかれて、同社の研究員になりました。ここでアッペは皮肉にも、光学顕微鏡をいくら改良しても、解像力(識別できる2点間の距離、つまり、どこまで細かく見えるかという能力)は光の波長に依存するので限度があることを示したのでした。普通の光を用いれば解像力は350ナノメートル、紫外線を用いても、せいぜい200ナノメートルというところです。(1ナノメートルは千

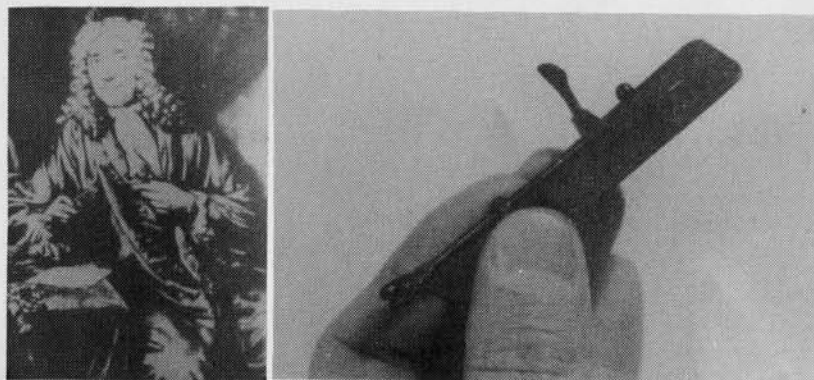
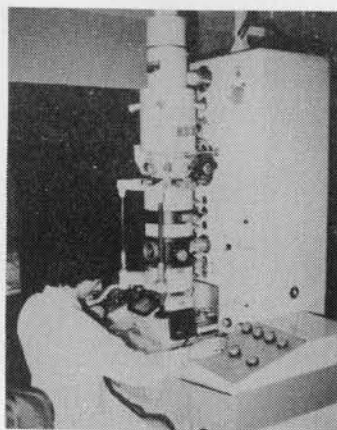
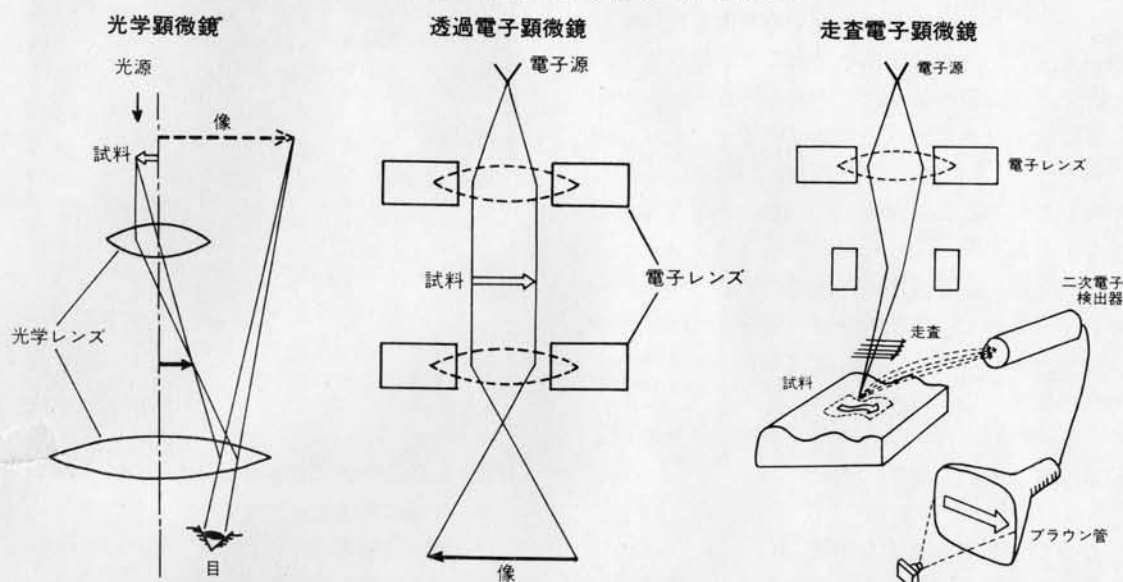


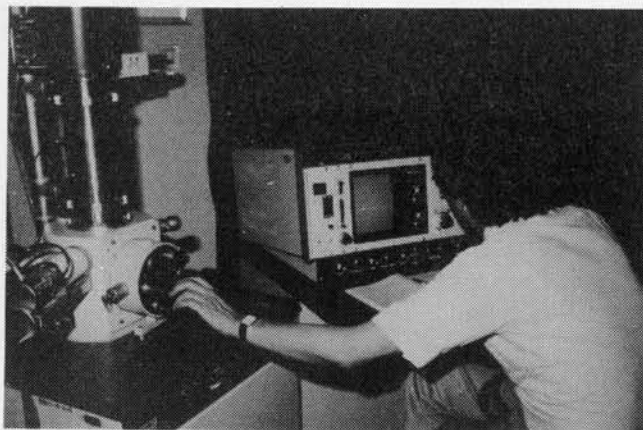
図1 自作の顕微鏡で小宇宙のバイオニアとなったレーウエンフック(左)。左手に顕微鏡をもっているが、あまり小さくてよく見えないほどです。

右はレーウエンフックが作った顕微鏡(模造品)。ねじを動かして針(右上の方)の位置を調節します。レンズ(小さいガラス玉)が針の先に近いところに見えます。

図2 いろいろな顕微鏡の原理の比較



透過電子顕微鏡



走査電子顕微鏡

分の1ミクロン)。

解像力の壁を破るために、光線よりずっと波長の短い電子線に期待が集まったのでした。

電子顕微鏡の誕生

電子顕微鏡(電顕)の理論は1930年代にベルリン工科大学のルスカ Ruska (1986年のノーベル医学生理学賞受賞者)のグループが完成し、基礎的な実験も成功しています。電顕には二つのタイプ、透過電顕と走査電顕がありますが(図2)、すでに初めから両タイプが机の上では完成していました。実用になる機械が製造されるまで長い年月を要し、透過電顕は1940年代、走査電顕は60年代に実用化されました。

透過電顕は試料(標本)に電子線を透過させ、これを光学顕微鏡と同じようにレンズ(磁場)で収斂させて像を結ばせる方式です。電子線は光線よりも物質を透過しにくいので、試料を非常に薄くする必要があり、そのため生物組織は複雑な手技によって超薄切片にして観察されます。そこに得られる二次元的な断面像から三次元の実体を推測しなければならないわけです。

これに対して走査電顕では電子線束をまずレンズで細く絞り、これを振って試料の表面を走査していき、そして試料から発する二次電子(ときには反射電子やその他の情報)をとり出して電気信号に変え、ブラウン管の上に振って試料の一定面積の像を再現するのです。こうして走査電顕によ

って、色こそつかないが、虫めがねで見たと同じように、しかも、その何倍も上の解像力と抜群の焦点深度で、物の立体像を見ることができます。ただし透過電顕のように物の内部構造をしらべることには不向きです。最近では細胞や、もっと細かいものも、割ったり、まわりの邪魔物を溶かしたりして見る方法が発達したので、走査電顕が必ずしも表面を見るだけのものではありませんが、

透過電顕と走査電顕の解像力は0.2~0.5ナノメートルとされています。最近、鳥取大学医学部の田中敬一教授は日立製作所と協力して、世界一の解像力をもつ走査電顕を作り、エイズのウイルスや、抗体やホルモンなどの分子の構造を見ることに成功しつつあります。

体をつくるさまざまな細胞

今回の特別展では、走査電顕を使って人体という小宇宙を構成するさまざまな器官や細胞を展示いたしました。20年も前にアメリカで作られたSF映画「ミクロの決死圏」さながらに、私たちがウルトラ小人になり、数ミクロンの潜水艇に乗りこんで、細胞の間をすり抜けながら、ミクロの風景を眺めているような感じがします。走査電顕の観察には人体の組織を使うこともありますが、映画のように簡単には人体を使うことが出来ませんから、ネズミやウサギのような動物の所見から人体の様子を推測することもあります。

ここに一例として腎臓の糸球体を見てみましょう。不完全な複合顕微鏡を使ってイタリーのマルピギー Marcello Malpighi という学者が17世紀に発見したもので、直径0.5ミリメートルほどのピンポン玉のような小体です。片方の腎臓に約100万個あるこの小体が、血液から尿をこし出す装置なのです。

糸球体を走査電顕で見ると、複雑な突起をのびた細胞がからみついでいて(図3)、これをクローズアップすると、突起の先にさらに櫛の歯のような突起が生えています(図4)。タコ足細胞と呼ばれるこの細胞の突起の隙間から尿がこし出されてくるのです。

糸球体の断面を見ると(図5)、尿をこし出す濾紙にあたる基底膜という板が見え(矢印)、その外がわにタコ足細胞の突起がのり、内がわに

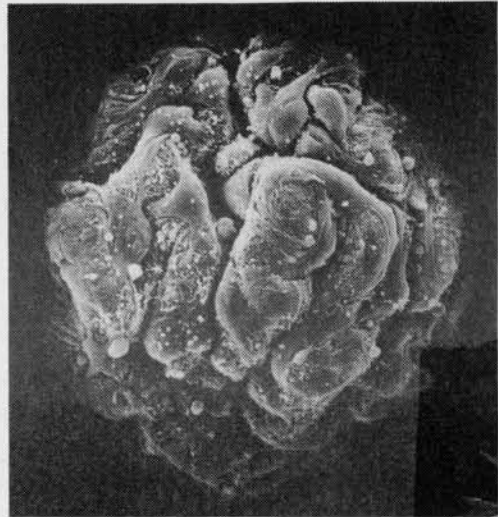


図3 腎臓の糸球体

毛細血管がうねりながら糸だまになっています。(モルモット、×960)

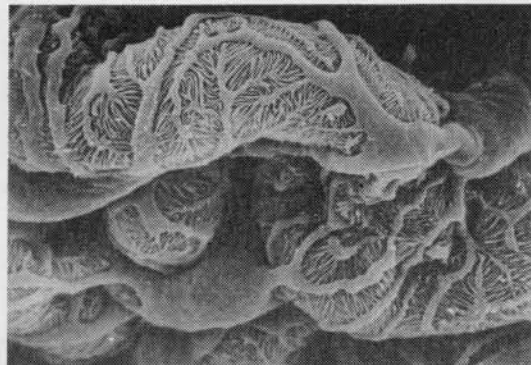


図4 糸球体のクローズアップ

糸球体の毛細血管からみついているタコ足細胞。(ラット、×1,800)

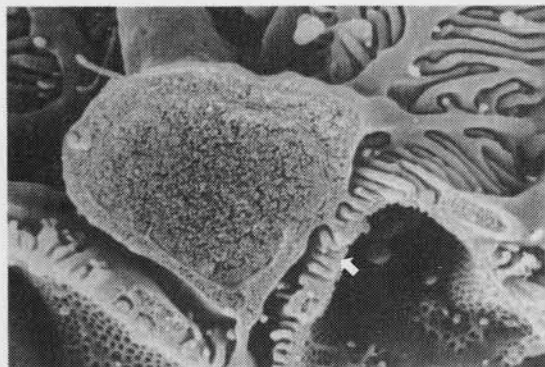


図5 糸球体の断面 タコ足細胞の核の部分と、毛細血管のうすい壁が断面されています。

(ラット、×6,500)

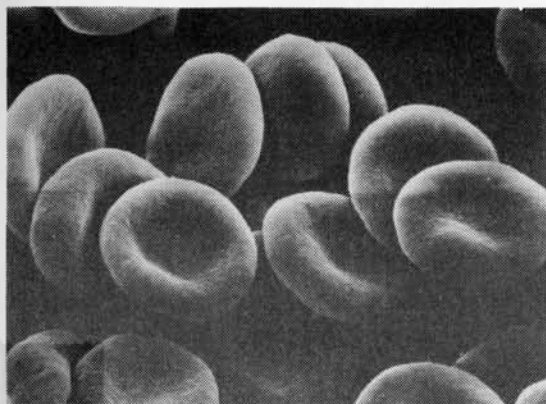


図6 レーウェンフックが発見した赤血球

赤血球は酸素と炭酸ガスを運んでからだ中を駆けめぐっている細胞です。ごらんのようにまん中のくぼんだ円盤のような形をしていますので、どんな細い血管のなかをも、からだをまげたり折りたたんだりして通りぬけることができます。(ヒト、×3,700)

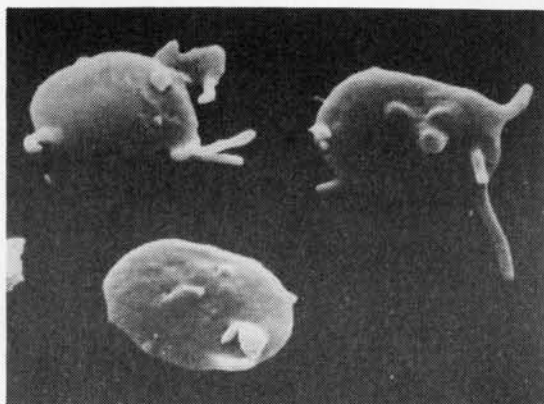


図7 血小板 血液の中にたくさんふくまれる血小板は、大きな細胞が分解してできた、いわば細胞の破片にすぎませんが、けがや出血のとき血液がかたまるためになくしてはならない大切なものです。普通は碁石のような円盤ですが刺激すると写真のようにつっを出してきます。

(ヒト、×8,700)

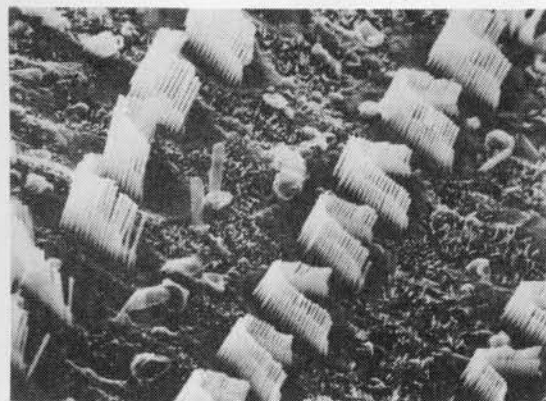


図8 音を感じる細胞 内耳のカタツムリ管の中には整然とした毛を持つ細胞(有毛細胞)が並んでいます。音の振動は鼓膜と耳小骨を伝わって内耳の中のリンパ(液体)の振動になり、この中に頭を出している有毛細胞の突起を動かすのです。この細胞にきている神経が、音による細胞の興奮を脳へ伝えます。

(モルモット、×1,900)

血管の内面をおおう細胞(内皮細胞)がついています。内皮細胞には無数のまるい窓があいていて、血液の通りをよくしています。特別展では他にいろいろな写真を展示致しましたが、二、三ご覧下さい(図6~8)。

身のまわりのミクロのオブジェ

レーウェンフックは、その旺盛な知的好奇心から、身のまわりのさまざまなものを水玉顕微鏡で観察しましたが、同じような気持で現代の走査電顕でさまざまな生物や無生物を見てみました(表紙写真)。今回展示したのは、そのごく一部ですが、今さらながら、自然はまことに多彩で、しかもそれぞれ精巧に作られていることに驚きます。そればかりでなく、これらの写真の中には、私たちがまだ知らない法則やメカニズムが隠れていて、科学者やアマチュアの研究を待っているのです。

(ふじた つねお：新潟大学医学部教授)

表紙によせて

走査電子顕微鏡でみたカツオブシムシ

触角をしまう穴があり、体じゅうに鱗片がはえています。鱗片の間にあるクリのイガのようなものは、たまたまくっついた花粉です。(×160)

〈付記〉 特別展「ミクロの世界、電子の虫めがねでみた生命の神秘」は昭和61年9月28日から62年2月1日まで新潟大学医学部解剖学教室と共催で開催いたしました。

初夏の美女平を歩く

太田 道人・根来 尚

初夏の美女平は、みずみずしく、いきいきとしています。ブナの新緑を通してふりそそぐ太陽光線は、まさにグリーンシャワーです。

今回は、立山の玄関といわれる美女平の自然とそこに生きる生き物たちをご紹介します。(図1)

◆花が美しい

冬の間に積もった4mもの雪が解けて、美女平に春が来るのは5月の下旬です。今まで雪に押しつぶされていた木がはねあがり、雪が消えた所から順に草が芽を出し花を咲かせていきます。ブナ林の中にはたくさんの木や草が生えていて、そのほとんどの植物は、春に花を咲かせます。低木で白い花をつけているのはオオカメノキ(図2)、赤柴の花をつけたツツジはムラサキヤシオです。白い花をつける草にはユキザサ、マイヅルソウ(図3)、ミヤマカタバミ、ツボスミレなどがあり、ピンクの花の草にはイワウチワ(図4)やオオイ

ワカガミなどがあります。

◆ブナの芽生えは…

まだら模様の灰色の幹。ブナは美女平にたくさん生えていて、よく目につきます(図5)。しかし、不思議なことに、ブナ林の中ではなかなか小さなブナの木を見つけることができません。

去年の秋に親の木から落ちたたくさんの種は、雪の下で冬をこし、春になるといっせいに芽を出します。たくさんの芽生え(図6)は、このあとどうなるのでしょうか。全部大きな木になるわけにはいきませんね。実は、ほとんど全部死んでしまうのです。

ブナの林の写真(図7)を見ると、どの木の間もだいたい等しい間隔があいています。これは、ブナが大きく生長してくるうちに、木が生えすぎて混雑しているところで、太陽の光や土の栄養分、枝や根を広げる空間などが不足するために、木ど

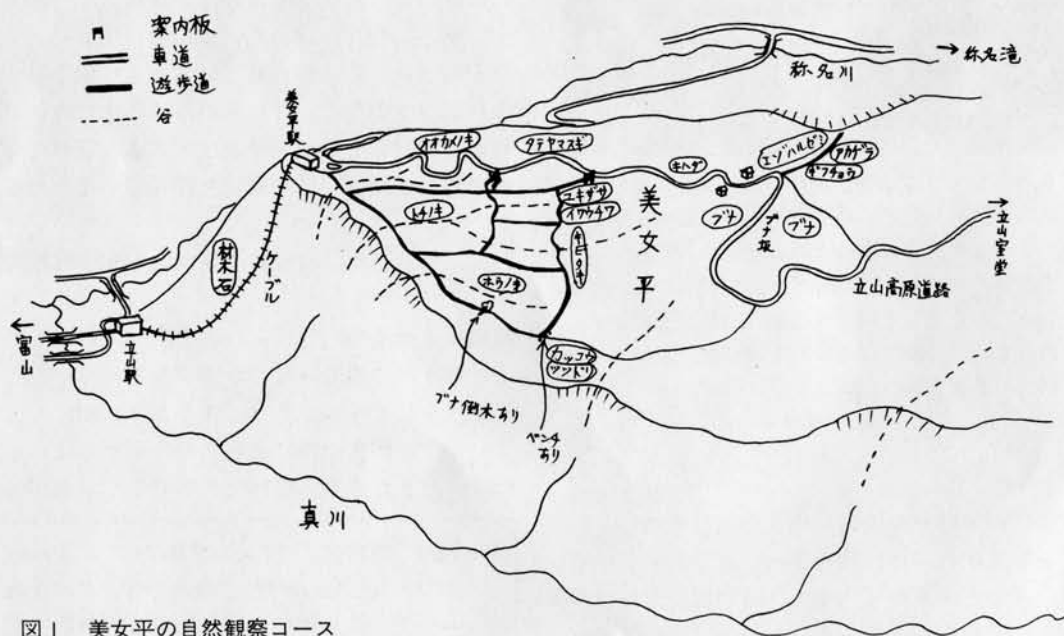


図1 美女平の自然観察コース

うしの競争がおこって、弱いものが倒れていった結果なのです。

図6のように、たくさん生えた芽生えの間にも、すでにこのような競争がはじまっています。それに加えて、芽生えの上では親の木が枝や葉を広げていて、芽生えが生きるために必要な光をさえぎっています。このために芽生えは、栄養不足で全滅してしまうのです。しかし、もし親の木やその近くの木が冬の間に倒れてしまって、春に光がたくさん地面にとどく場合には、芽生えの間でのきびしい競争が続き、最後には悪条件に耐えて速く生長したわずか1本か2本のブナだけが、親の木にかわって生育できるようになります。

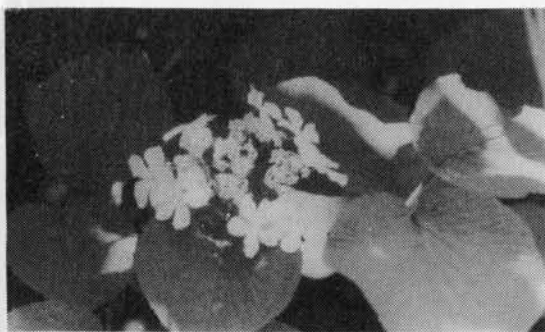


図2



図3



図4

◆タテヤマスギの樹齢は千年

美女平にはブナに混じってタテヤマスギ(図8)がたくさんはえています。中でもひととき大きく幹の直径が2mもあるものの年輪は1000以上もあるといわれています。

◆初夏のブナの林はにぎやかだ

5、6月のブナ林では、鳥のさえずりが絶えません。キビタキ、ウグイス、カッコウなど多くの鳥はこの時期が繁殖の季節で、オスはメスの気を引いたり、なわばりを守るためにたいへんよくさえずります。耳をすまして、鳴き声の方向に目をこらすと、小枝で小さなもの



図5



図6



図7

がかさこそと動いているのがみえます。双眼鏡で観察すると、鳥が大きな口をあけてさえずっていたり、虫をくわえていたりするのがわかります。ジジュウカラ(図9)、ヤマガラ(図10)、イカル、サンショウクイ、ヒヨドリ、ホオジロ(図11)などがよく見られます。ときおり、タタタタ…と木をたたくような音が聞こえます。キツツキです。美女平にはアカゲラ、オオアカゲラ、コゲラ



図8

などのキツツキが住んでいます。タタタタ…の音は、木に穴をあけるためではなく、さえずりのかわりです。キツツキ類は、ケッ、ケッ、と短い鳴き声を出しますが、木をくちばしで連続してたたいた方が大きな音が出て、自分の存在を示す効果が大きいのです。木に穴



図9



図10

をあけて中に隠れている虫を探しだすときには、あまり大きな音を出しません。

ボンボンと変わった音が聞こえてきます。運動会で使うバトンの端を手のひらでたたいたときに出る音ににています。ツツドリというカッコウによく似た鳥の鳴き声です。この鳥の声はたいへんよく聞こえるのですが、なかなかその姿を見るのはむずかしいようです。

◆陽があたると虫が飛ぶ

林の陽がさしこんでいる所や、広場の林縁では、ひらひらと飛んでいるチョウを観察できるでしょう。大型の黒っぽい羽に緑をちらしたカラスアゲハやミヤマカラスアゲハは、林縁にそってけっこう速いスピードで飛んでいます。一頭が見えなくなると、また一頭がというふうに、たくさんチョウがほとんど同じコースを飛び、まるでそこにチョウのハイウェイがあるようです。モンシロチョウそっくりのスジグロシロチョウもたくさん飛んでいます。

足元にアゲハチョウに似ていて、ちょっと小さなチョウが飛んでいます。黒と黄のダンガラがあざやかなギフチョウ(図12)です。平地では4月



図11



図12



図13



図14

に見られますが、このあたりでは、雪解けがおそいので、5月から6月に見られます。

小枝の先に羽をとじて茶色の裏を見せているコツバメ(図13)にも注目してください。片一方の面を太陽の方向に向けて日光浴をしています。近くを他のコツバメやチョウなどが通りかかると、すばやく追いかけ、またもとの場所へもどってきます。

林の中からブーンという大きな羽音が聞こえてきます。音の主を探してみると、むくむくとしたオレンジ色の毛のトラマルハナバチ(図14)や黒と白とオレンジ色のオオマルハナバチが、地面近くを飛び、地面のくぼみや落ち葉のすきまなどに



図15

頭をつっこんでいます。彼女達は、巣を作るためのよい場所を探しているのです。

マイヅルソウやチゴユリを見ると、葉にかじられた跡がたくさんついています。これは、ルイスクビナガハムシという赤っぽい体に黒いすじのある甲虫(こうちゅう)のかじった

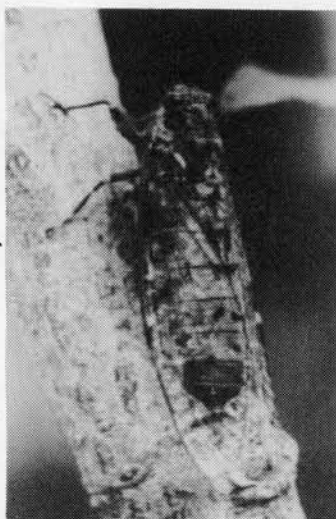


図16

跡です。オオイトドリの葉をイトドリハムシ(図15)がかじっています。オトシブミの仲間がブナの葉を巻いています。日あたりのよい所のオオカメノキの白い花には、ハナカミキリや小型のコメツクムシ、小さなハナバチやハナアブの仲間がたくさん集まってきて蜜を吸い花粉を食べています。

ブナの林でミョーキンミョーキン(ヒョーキンヒョーキンと聞こえる人もいるらしい)とエゾハルゼミ(図16)が鳴き出すと、梅雨入りももうすぐです。

◆最後に

ブナの林は標高1000mぐらいのゆるやかな山の斜面に発達しますが、最近はおちこちで伐採されてしまい、広い面積で残っている林は少なくなってきました。美女平は、国立公園の自然林としてこれからもずっと残されていくでしょう。

初夏の一日、生物に満ちあふれる美女平を、森林浴をかねてゆっくり散策したいものです。きっと新しい感動が見つけれられると思いますよ。

(おた みちひと 植物担当)

(ねごろ ひさし 昆虫担当)

化石は語る—その3—

デスモスチルス

後藤道治

“デスモスチルス”この聞き慣れない名前は2つの意味の言葉を組み合わせて造った合成語で、ギリシャ語の ^{デスモス}desmos (束とか鎖とかの意味) と ^{スチロス}stylos (杭とか柱とかの意味) の2つの単語をくっつけて造ったものです。ではこの“束ねた柱の化石”とはいったいどのような動物の化石なのでしょうか。

奇妙な動物

この動物の化石は1871年に初めてアメリカのカリフォルニアで歯の化石が発見されました。それはちょうど図1のような、のり巻きをいくつか束ねたような形をしていました。ここにその名前の由来があります。その後、日本や樺太(サハリン)で体の骨がみつかりました。それらを組み立ててみるとほぼ図2のようになり、そのがっしりとした足や指の骨からこの動物は四本足で歩く陸上の動物であることがわかりました。しかし、この動物の奇妙なことは第一に現在生きている動物の中に、このような歯、もしくは似たような歯を持つ動物がないことです。このことは私たちがこの動物がどのような動物だったのかを知る上でたいへんやっかいな問題です。なぜならば、私たちがはじめ多くの歯を持っている動物の場合、歯の形

を比較することでその動物が何を食べていたのか、どのような生活をしていたのかをある程度知ることが出来るからです。今のところデスモスチルスは、植物のほかに貝殻を割ってその中身を食べていたのではないかと考えられています。第二に骨を組み立てて、肉付けをして復元をしてみるとその姿が復元する人によって様々なのです。それは化石の量が少なかったり、いくつかの骨が他の動物と異なって奇妙な形をしているので、復元がしづらいのだと思われます。例えば前足の橈骨と尺骨が互いに平行になっていくつついてしまっていることや頭骨の形などから、初めはジュゴンやマナティのような水生の動物と考えられました(図3の1、2)。しかし、化石の量も増えて、全身の骨格がそろってみると、デスモスチルスは陸上の歩行動物であることがわかりました(図3の3、4、5)。デスモスチルスにはまだその他にも胸の骨や後足の骨などに奇怪な部分がたくさんあります。さて、どの復元図が正しいかは人によって主張があるので専門家の人達の今後の研究にゆだねることにしますが、現在のところ図3の5のような姿が最新のものです。

デスモスチルスの産地

デスモスチルスの仲間は富山県内でもいくつか

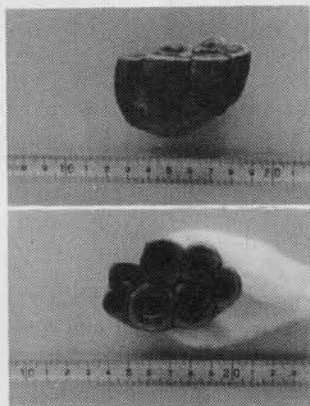


図1 デスモスチルスの臼歯

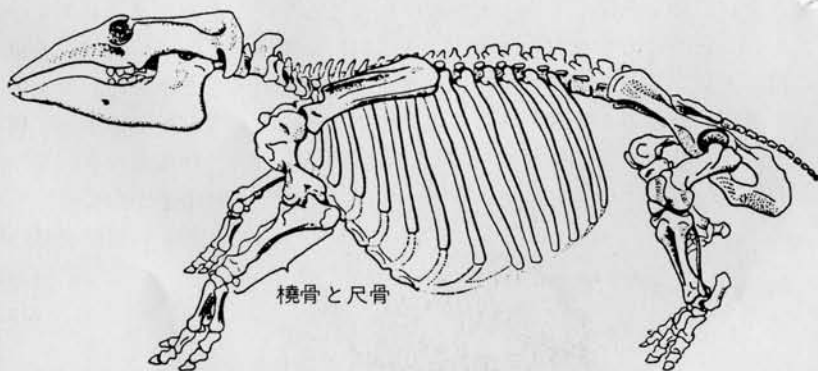


図2 デスモスチルスの骨格 犬塚(1984)より



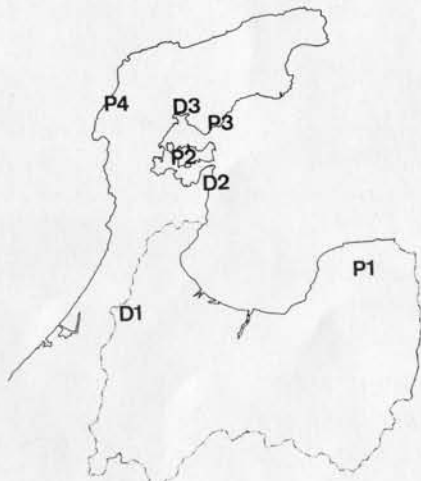
図3 デスモステルスの復元図

みつっていますが、石川県のものも合わせると図4のようになります。そして、全国のものを合わせると、実にたくさんの化石がみついています。しかし、その産地は日本のほかにアメリカやソ連の太平洋沿岸に限られています。図5を見ると、デスモステルスの仲間にはデスモステルスとパレオパラドキシアの二種類がありますが、両者は歯の束の数やその形、また頭の骨の形が少し違う程度で全体的にはあまり違いはありません。



日本化石集 No.34より

図4 デスモステルスとパレオパラドキシアの産地



D…デスモステルス
P…パレオパラドキシア

デスモステルスの生きていた頃

デスモステルスの化石は今から約1500万年ほど昔にたまった砂や泥の中からみつっています。すこし難しい言葉で言うと新生代新第三紀中新世の中期と呼ばれている時代です。気の遠くなるような大昔のことですね。その当時の日本、特に富山の付近はどのような様子だったのでしょうか。そのことを知るには、デスモステルスの出た地層と同時代の地層から出てきたセンニンガイやその仲間のピカリヤと呼ばれる巻貝、また、オヒルギなどの植物の花粉などを調べてみるとわかります。それによると、当時は熱帯や亜熱帯の海岸地帯に広がる“マングローブ”と呼ばれる植物がおい繁っていました。もっとくわしく知りたい方は『とやまと自然』の第4巻春の号の“富山が熱帯であったころ—約1500万年前の話—”をご覧ください。デスモステルスが生きていた頃の富山の様子がよくわかりますよ。

(ごとう みちはる 古生物担当)

文 献

犬塚則久, 1984. デスモステルスの復元. 146pp. 海鳴社, 東京.
 亀井節夫, 岡崎美彦, 1975. 新第三紀のデスモステルス類および長鼻類化石. 日本化石集, 34.
 津田禾粒, 1981. 富山が熱帯であったころ—約1500万年前の話—. とやまと自然, 13, 2-7.

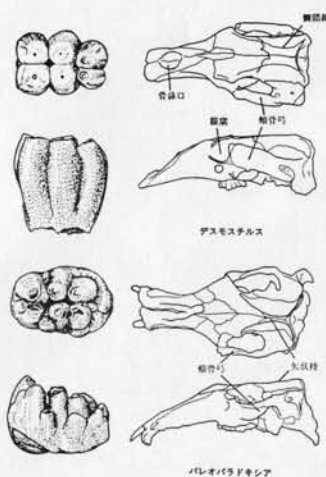


図5 デスモステルスとパレオパラドキシアの歯と頭骨の比較。犬塚(1984)より

お 知 ら せ

☞ プラネタリウム

「ファンタスティック・スターリィ・ナイト」

昭和62年3月17日～昭和62年6月7日

こぐま座からやってきた、こぐま君と少年が天馬ベガスに乗って春の星座を訪れる話。

☆ 天文台公開観測会

4月7日～11日・6月2日～6日

呉羽山天文台 午後 7時～9時

申し込み不要 雨天曇天中止

👉 自然教室

富山の自然をたずねるシリーズ 雨天中止

「頼成の森の自然」4月26日(日) 砺波市頼成山
小4以上一般 〆切4月20日 定員なし

丘陵の春の自然(春の草花、野鳥、昆虫等)に親しむ。

「初夏の浜黒崎を歩く」5月17日(日)

富山市浜黒崎 小1以上一般 〆切5月10日

定員なし 浜辺を歩き、砂浜の動植物を観察する。

「化石採集会」5月31日(日) 高岡市頭川

小4以上一般 〆切5月23日 定員なし

自然に親しみながら、化石を採集し、同定と整理の方法を学ぶと共に大昔の富山の様子を考える。

「初夏の美女平を歩く」6月14日(日)

立山町美女平 小1以上一般 〆切6月8日

定員100名 野鳥観察のコースを歩きながら、春のブナ林の鳥や植物に親しむ。

👉 やさしい科学の話

「春の星座と銀河の話」4月29日(水)

当館ホール 午後2時30分～3時20分まで

春の星座をギリシャ神話を交えて紹介する。

👉 自然科学への招待

「身近な葉草」5月20日(水)～5月22日(金)

当館 一般成人 〆切5月11日 定員40名

野外観察と講義によって、葉草に関する基礎知識を身につける。

「植物の名前の調べかた」6月7日(日)

当館 一般成人 〆切6月1日 定員20名

採集した野生植物の名前の調べ方を学習して、植物に関する知識を深める。

👉 科学教室

「石けん作り」5月31日(日) 当館

中学生以上一般 〆切5月23日 定員20名

ヤシ油を使って石けんを作る。

「石をみがく」6月28日(日) 当館

小4以上一般 〆切6月20日 定員15名

ふだんみかけている石をみがいて、タイピンやペンダントを作る。

「しゃぼん玉の観察」6月21日(日) 当館

小4以上一般 〆切6月10日 定員20名

しゃぼん玉について科学する。

☆ 天文教室

「天体望遠鏡セミナー」5月9日(日) 当館

小6以上一般 〆切4月29日 定員15名

天体望遠鏡の取り扱い方を実際の望遠鏡で練習する。

教室に参加ご希望の方は、各締切日までに往復ハガキに住所、氏名、年令、電話番号、教室名をご記入の上、〒939 富山市西中野町3-1-19 富山市科学文化センターまでお申し込み下さい。定員を超えた場合は抽選させていただきます。

第14回

特別展 — 草木染の科学 —

期間 昭和62年3月17日～5月31日

内容 草木染めの原理を紹介すると共に、藍や紅花などの主要な染色材料、スキなどの身近な染色材料で染めた色見本、および草木染めサークルのメンバーによる作品を展示する。

