

珪藻化石のしらべかた

沢村孝之助

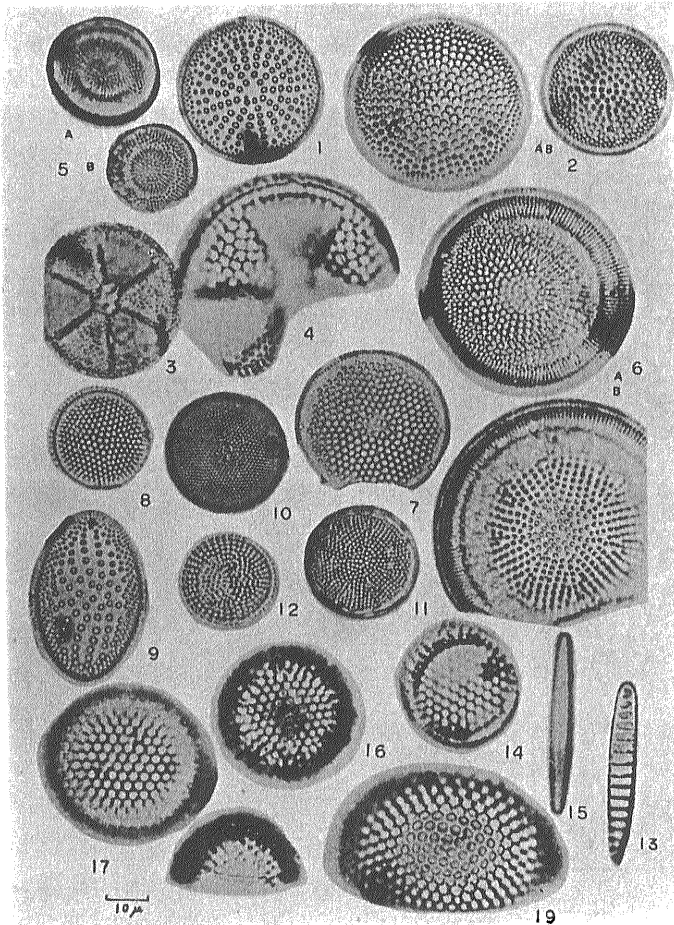
中学校かあるいはすでに小学校の理科の実験で顕微鏡を使って珪藻の殻にきざまれたみごとな模様を観察したことがあると思います。その美しさをヨーロッパの人々は古くから趣味として楽しんでおり、地層のなかにも珪藻が含まれていることが発見され、しかもそれに現棲のものにみられない珍奇な種が続々と見出され、珪藻学は著しく進展して、前世紀の中頃には Ehrenberg(1854年)の大著 *Microgeologie* が現われ、また発表された種をすべて示そうという試みも A. Schmidt の *Atlas der Diatomaceenkunde* として1873年にはじまり、以来現在もお続行されています。

前世紀末の開国早々の日本にも、珪藻の珍種を求めて来訪し、あるいは人づてに資料を入手して Brun と Tempère は1889年に Pantocsek は1903年にそれぞれ

美しい図譜を発表しています。しかし残念なことに後続があらわれず、日本の珪藻化石についての研究は近年に至るまでほとんど行なわれなかったといってもよい状態でした。それだけに成果は大きいうえ、顕微鏡さえあればほかの器具は簡単なものばかりなので、趣味としてでも珪藻に関心を持たれることを期待して紹介する次第です。なお本誌104号には珪藻のもつ地質学的意義を紹介してあります。参考にされれば幸いです。珪藻の名のつけ方はなかなかむずかしい点もあり、別の機会に述べることにします。

珪藻化石の分布

珪藻は単細胞の植物で、その大きさは 10μ ~ 数 100μ (1μ は千分の1 mm) の顕微鏡的存在です。化石とし



第1図 岐阜県瑞浪層群
生俵層産化石珪藻

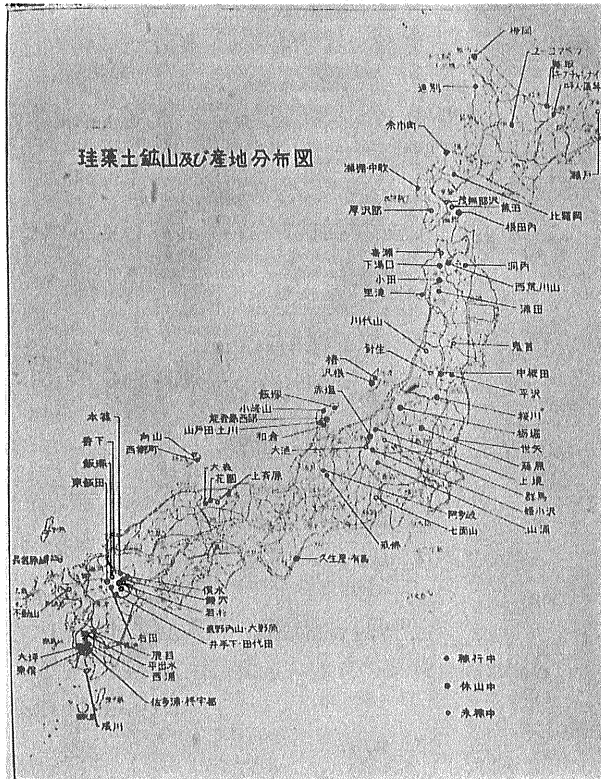
1. *Actinocyclus ingens* Ratt.
2. *A. tsugaruensis* Kanaya
3. *Actinoptychus bipunctatus* Lohman
4. *A. undulatus* (Bail) Ralfs
5. *Bacteriosira fragilis* Gran
6. *Cestodiscus marylandicus* Lohman
7. *Coscinodiscus endoi* Kanaya
8. *C. hirosakiensis* Kanaya
9. *C. lewisianus* Grev.
10. *C. stellaris* v. *symbolo phora*
(Grün.) Jorg.
11. *C. subtilis* Ehr.
12. *C. yabei* Kanaya
13. *Denticula lauta* Bail.
14. *Endictia robusta* (Grev.)
Hanna et Grant
15. *Tha lassionema nitzioides* Grün.
16. 19. *Stephanopyxis* cfr. *ferox*
(Grev.) Ralfs
17. *St. sp.*

ては ばらばらになっているのがふつうですが、生きていたときには上下2枚の殻が べんとう箱のように合されて そのなかに色素体(葉緑素と褐色の珪藻素)が入っています。水の存在するところでは日光のさし込む範囲内にほとんど常に住んでいます。ときには爆発的に増殖して いわゆる赤潮をつくり その死殻が海底をおおって底棲動物を全滅させるようなことも起こります。北極 南極に近い深海底には珪藻質軟泥が広範囲に堆積しており 北海道のユーコマベツの池などでは現在も珪藻土が繁殖しているとのことです。古い時代の地層のなかにも純度の高い珪藻土が含まれていることがあり 採掘され利用されています。その所在地を日本鉱産誌IV(1953年)から引用して示しました。ふつう 珪藻化石を探そうというときには まずこの珪藻土がとりあげられます。しかし そのほかにも珪藻を少なからず含有する珪藻質泥岩などが 意外に広く分布しており珍しい種類を多くもっています。

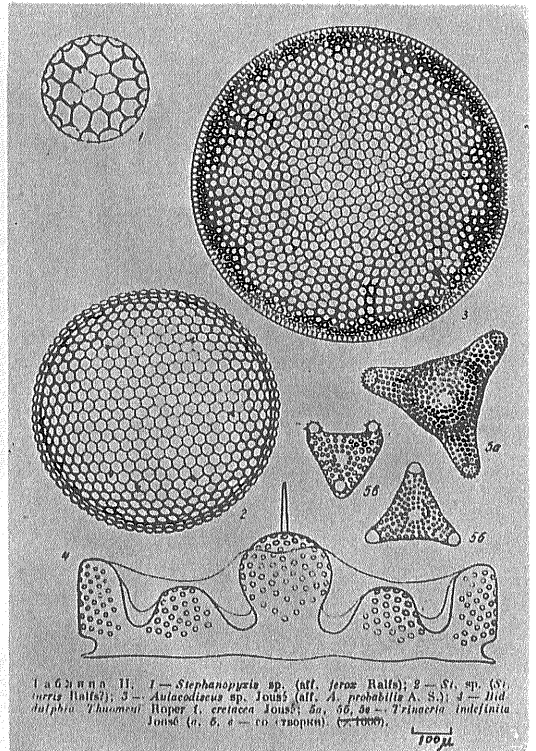
珪藻土は乾燥すると非常に軽く 柔らかで 手にもつと白い粉が指につくという特長をもっており 珪藻質泥岩も同じ傾向を示します。凝灰岩が似ることもありますが これは不規則なガラス破片からなっているので見かけが異なり 比重も大きいので 慣れれば区別することができます。珪藻質泥岩が崖にあらわれているときには 全体が均一で地層面もはっきりせず その表面は

畳ほどの大きさで はがれ落ち 崖下に板状の岩塊となつて積み重なっています。近づいてよくみると 湿気をおびては灰緑色を呈し その表面には硫黄が黄色の粉となつてしみ出しており また泥と細かな砂とが入りみだれて均質ではありません。ハンマーでたたくとポクポクと手応えがなく なかなか割れません。このような岩石には相当多量に珪藻が含まれています。

これと外観が全く異なっているものに 粗粒凝灰質砂岩があります。風化してざくざくの砂になるものにはときに珪藻が見出されます。また植物化石を含む湖成層 あるいは段丘砂礫層にはさまる泥炭質の泥層 温泉沈澱物やそれに関連する褐鉄鉱 硫黄などにも含まれています。地層が堆積するときは多量の珪藻をまきこんでいるはずなのですが その殻が薄弱なために波に洗われている間にこわれてしまつたり 強い圧力を受けて岩石が固結するときに溶けてしまつらしく 必ずしも常には見出されません。岩石のかどをナイフで削って 水にひたしかバーグラスをかけ 400倍の顕微鏡で約1cmの長さにとり観察して 破片がみつからぬようではまずその岩石には珪藻は含まれていないと考えてよいようです。珪藻は原始的な生物ですから 非常に古く発生したと考えられ 最近でもソ連のカンプリア系から報告されています。しかし その保存状態はよくなく は



第2図 [日本鉱山誌IV 1953から]



La Grinna II. 1—*Stephanopyxis* sp. (aff. *ferox* Ralfs); 2—*St.* sp. (*Sturria* Ralfs); 3—*Aulacodiscus* sp. Jousé (aff. *A. probabilla* A. S.); 4—*Didalphia* Thomson; 5—*Trinacria* Jousé; 6—*Trinacria* Jousé (aff. *Trinacria* Jousé).

第3図 ウラルの白亜紀珪藻

つきり珪藻と認められるのは中生代も末の白亜紀にはじめて産します。ドイツのウェストファーレン州 ソ連のウラル山地 アメリカのカリフォルニア州などが有名です。日本でも北海道の白亜系に存在するといわれたことがあります。古第三紀になると産地はぐっと増し常磐炭田の漸新統の白坂頁岩最上部にも見出されこれが確認される日本最古の珪藻です 第7図がそれです。

新第三紀に入るとさらに増しますが 中新世の前半ではごく狭い地域に限られ 釧路炭田西縁からその北方 苫前・天北炭田 津軽西縁 八戸南方門ノ沢地域 常磐炭田小名浜地域の一部に見出されます。なお以上の地域ではそれ以降鮮新世に至る各地層に珪藻が入っています。中新世中ない後半では日本海沿岸の海成層に産します。硬い薄板状の頁岩からなる女川層 八雲層 稚内層とよばれる地層の一部に珪藻質泥岩があり じゅず玉をちりばめた模様の美しい *Coscinodiscus elegans*, *Actinocyclus ingens* が最も繁栄して たいへんに形態の変化に富み 楽しめます。次の船川層 北浦層 黒松内層 遠別層などの時期は最も珪藻に富んでおりほとんど常に見出されて とくに六角の粗大な網目をもち幅広いつばを有する *Coscinodiscus marginatus* が多産します。この地層の上部から鮮新世にかけては 海が退いていった時期で多彩な種類をみることができます。

以上は海成層ですが 仙台南方の円田層など東北地方の一部 また中国地方から九州にかけては新第三紀から第四紀にかけて各所に淡水湖が生じており 古い淡水性珪藻をみるることができます。とくに保存のよい木葉化石を産するところに注意するとよいでしょう。

試料採集のしかた

必要な器具：ハンマー ビニール袋(紙袋) マジックインク 地形図 ノート リュックザック 折尺 写真機 クリノメーター 地質図

珪藻を含有すると思われる岩石は少量づつでもなるべく多くの個所で採集することが有利です。1回の処理に必要な量は 5gr 以下ですから たばこ二箱分ほどでじゅうぶんです。採集に際しては 他からの混入をさけるように注意して下さい。とくにハンマーおよび手指は採集の前にきれいにすること 海岸では 波しぶきに含まれた珪藻が岩石の表面に付着していますから 表層部は削りすてること 一度使用した用紙類はさけること 乾燥した資料はとびちりやすく 他とまじりやすいので慎重にとりあつかうこと ポーリングの試料(コア)では泥水にまじる珪藻に汚染されていることがあるのでその中心を採集すること などに気をつけて下さい。

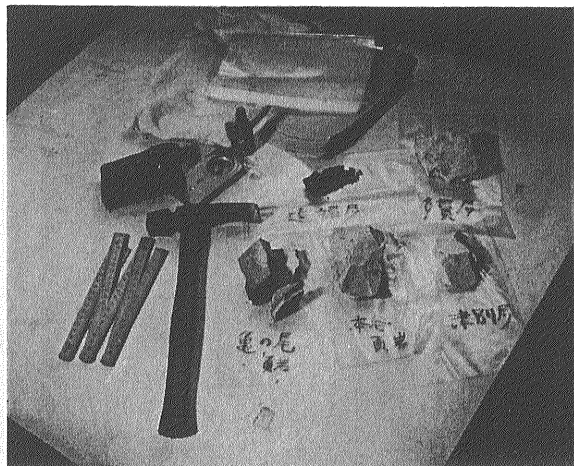
珪藻質泥岩はのっぺりした崖をつくることが多く その採取には案外時間がかかります。図に示したようなくわ形の先をもつ化石用ハンマーが便利です。崖に希望する形に線をえがき その外側を深く掘りこみます。最後に上の溝奥に斜め上方から強い打撃を加えれば 所望の試料が得られます。ハンマーの汚れをぬぐって表面を削り落し 四周すべて新鮮な面にしてからビニール袋におさめます。

袋には採取場所 地層名と採取番号をマジックインクで記し 同時に地形図上に位置を ノートには見取図 岩質 多数を採取した場合には それらの関係を加えて記します。写真を取ればさらによいでしょう。採取番号は年月日とその日の順番を連記する方法 たとえば 65070513 (65=年 07=7月 05=5日 13は試料番号)を用いれば 記憶ともむすびついて 整理しやすいと思います。なお もちかえて研究室で検討して珪藻が含まれていることが確認されたものには 改めてたとえば 青山珪藻研究室第7号の頭字をとってAD I7 番号を打ち 研究ノートには これと採集番号を併記されておくとよいでしょう。また これから作成したプレパラートが5枚ならば それぞれに AD I7 -1~5の番号をふり 単種プレパラートには AD I7 S1~10 とすれば混乱がさげられると思います。

珪藻を含む地層が見出されたときは さらにその上下の地層を 1km 以上にわたって調査してみてください。しばしば新産地が見出されるばかりでなく 均質な地層のなかで珪藻群に変化が起きていることもわかり 堆積当時の環境の変化 また珪藻の進化を研究するといぐちになります。

採集試料の処理

必要な器具と薬品：鉄製乳鉢または蒸発皿 ビーカー 時計皿 超音波洗浄器 ピロ燐酸ソーダ 塩酸 硫酸 硝酸 過マンガン酸カリ 硫酸 二硫化炭素 脂肪抽出器



第4図 採集用具と珪藻質泥岩

純度の高い珪藻土でも砂粒とか粘土がまじっており、そのために珪藻殻は汚れ、互いに密着しており、また破損した殻が多く含まれていて、研究に不便です。まずはばらばらにして汚れをとること、珪藻を濃集させること、完全なものを揃えることが処理の目的です。珪藻は細かなうえに、その大きさが10 μ から数100 μ と大きな変化をしますので、その処理はなかなかむずかしく、重液を使うなど、いろいろの工夫がされていますが、まだじゅうぶん効果のある方法は案出されていません。ここではごく一般的な処理方法をのべ、仕上げには工夫をこらしていただくことにします。注意すべきことは、使用する水に珪藻が含まれていないことを確かめることで、蒸留水を使うにこしたことはありません。また数個の試料を一時に処理するときには水滴がとびちって、他の試料にまぎれこまぬよう、またビーカーなどには番号をふっておき、作業の進行をノートして、混乱を起こさぬよう気をつけて下さい。まず手順を先にのべます。量的なことは次の定量的処理法を参考して下さい。

最初は試料の粉碎です。鉄製乳鉢か蒸発皿に少量の試料を入れ、鉄棒で軽くたたいてつぶします。すりつぶさぬようにして下さい。ふつうは乾いた状態で行ないますが、また少量の水を加えておかゆ状にすると作業が楽です。適宜つぶしてから1分ほど放置して、上水をビーカーに静かに流しとります。乳鉢に水を補充してつぶす、数回繰り返すと、乳鉢の底にはきれいに洗われた砂のみが残り、珪藻はビーカーに移ります。しかし、大型の珪藻が砂にまぎれていることがありますから、砂を顕微鏡で観察するとよいでしょう。

次は超音波または薬品による洗浄です。小型の超音波洗浄器が売り出されており、これを利用すると珪藻殻の汚れをとることが楽にできます。周波数の低いもの



第5図 珪藻試料の水洗い

で短時間かけるようにしないと殻がこわれてしまうのが欠点です。水をはった洗浄槽内に試料の入ったビーカーを浮き気味になるように入れます。ビーカー内の水の量を加減するわけで、粉碎を手際よく、水をあまり使わぬようにすれば、この段階が楽です。ビーカー内をかきまわし、試料を浮かせてから、1分ほど超音波をかけた上水を他の大型ビーカーにとります。この操作を数回くりかえすと、きれいな細砂が残るようになります。これも大型ビーカーに入れて、次の粘土の除去(水洗い)にうつります。定量的処理をみて下さい。

超音波を利用できないときは、ピロリン酸ソーダを使います(金谷 1959年)。一晚放置する必要がありますが、粘土はよく分散し、数回の水洗いで珪藻はきれいになります。

珪藻あるいは珪藻質泥岩の大部分は以上の処理で清浄になりますが、試料によってはなお薬品処理の必要があります。石灰質団塊のように炭酸カルシウムが多い場合には、超音波でもそれを除去することはできず、どうしても塩酸を使わねばなりません。蒸発皿の試料が少量の水でどろどろの状態となっていて、濃塩酸を泡がでなくなるまで加えます。10分ほど煮て放置冷却して、大量の水を加え水洗いして塩化物を流し去ります。硫化鉄、褐鉄鉱などの鉄分が多いときは、王水を使えばよいでしょう。有機物が多いときは手間がかかります。蒸発皿で乾燥試料のときには、倍量の水を加えます。過マンガン酸カリをとかしていき、インクほどの濃さの色にしてよくかきまぜます。濃硫酸を加えると発熱し発煙します。それが終わったところでよくかきまぜ、しばらく放置します。冷水を入れた大型ビーカーに流しこみかきまぜます。少量の蔞酸を加えかきまぜると、みるみる無色透明になります。数回の水洗いで塩類を流し去ります(津村 1960年)。

硫黄鉱石から珪藻をとり出すには、ガラス製の脂肪抽出器を使います。試料を紙に包み抽出器に入れ、下のフラスコに二硫化炭素を入れ、水蒸気で加熱すると、硫黄は二硫化炭素に2～3時間でとけてしまいます(市川 1957年)。

定量的処理法(金谷 1959年)

- 1) 蒸留水の入った200ccビーカーに粉碎した乾燥試料5grとピロリン酸ソーダ3grを入れ、24時間放置する。
- 2) かきまわして後、2時間放置。ビーカーを静かに傾け、底に沈んでいる珪藻試料が舞い上らぬよう注意しながら、上水を流しする。粘土を除去するわけです。

- 3) 1:1 の硝酸と硫酸の混合に これと等量の水および 2) の沈でんを加え 24時間放置します。
- 4) 20分ほど煮てから水を追加し 水の高さが7cmになるようにする。次いで水洗いをします。1.5 時間放置してのちピーカーを傾け 静かに上水を流しする。この操作を数回繰り返して 上水が澄むようになったところで終了します。
- 5) 次は粗い砂質の除去です。円錐ピーカーを使用します。頂部の直径は 3cm 底は 1cm でコックまたはゴム管をクリップで閉じ これに高さ 30cm まで水を加えております。4) のピーカーに 50cc の水が入っているようにして これをかきまわし円錐ピーカーに注ぎこみます。20秒で沈んだ砂質はコックを用いて流しすて 浮いている研究材料がすっかり沈むのをまって上澄みをすてます(ふつうのピーカーでもかまいませんが ただ手間がかかります)。

精製試料の保存

以上の過程で清浄となった試料は 小ビンに水を加えて保存します。試料が多量のとき また長年月保存するためには乾燥し粉とします。時計皿にとって自然乾燥させてよいのですが 他からまぎれこまぬよう注意が必要です。試料番号 精製年月日をはっきり書きこみ また保存ノートに記載しておきます。

プレパラートとその観察

必要な器具；カバーガラス(厚さ0,15mmのNo1)

スライドグラス カナダバルサムまたはスチラックス

(Styrax) アルコールランプまたは電熱ヒーター 鉄針

これまでの操作で清浄となった試料を顕微鏡で観察するためにプレパラートを作ります。珪藻の模様は光学顕微鏡の解像力を超えてはいますが それだけにガラス類は1級品を使って下さい。なお バルサムでは薄弱的な珪藻殻はうまく観察されぬことがあり 屈折率が高いのでコントラストが強くなるスチラックスをその場合には使うべきです。

定量的に個体数を算定し珪藻群の性格を明らかにし 他と比較するような場合には 金谷(1959年)の示した次の方法を参考にして 一定の規準でプレパラートを作して下さい。まず 0.1ccの試料に10ccの水を加えふりまぜます。その5ccをとり 5ccの水を加えて操作をくりかえして 試料の濃さを最初の1/4あるいは1/8にし その0.4ccをガラス管をさしこんで取り出し これを22mmのカバーガラスにのせ 一様にひろげます。

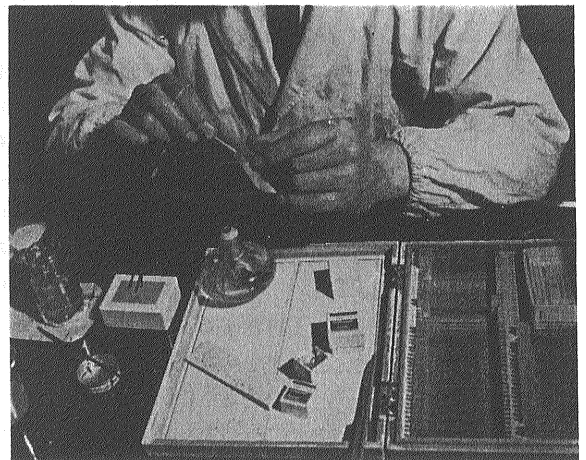
簡易法としては次があります(津村 1961年)。乾燥

した試料中に 鉄針の先1~2cm水にぬらして入れ粉を附着させ 10~20ccの水に移します。適宜薄めてその一滴をカバーガラスにとります。鏡下で重なりがないよう またあまりまばらでもないように 数回試してみして下さい。

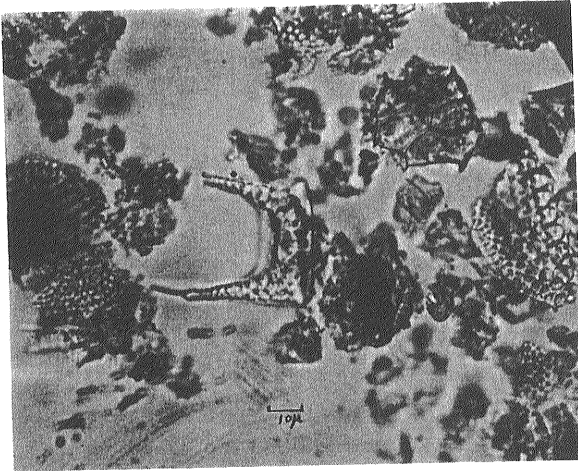
カバーガラスは自然乾燥させ 最後の段階で加熱します。はやいと珪藻はかたよってしまい 水分が残っていると気泡の原因になります。キシロールで流動性を高めたバルサムを数滴落し グラスを傾むけ全面にひろげ 同時に珪藻にしみこませます。バルサムが濃いとうまくひろがりません。次にスライドに密着させるにじゅうぶんな量のバルサムを補充します。これも数回ためせばわかり 珪藻が粗なら多くします。

カバーガラスをピンセットではさみ アルコールランプの上で 火が入って燃え出さぬよう5cmほど離して加熱します。傾むけてもバルサムが動かず 白煙を出しはじめたときに予熱したスライドにのせ マッチ棒などで押しつけてはりつけます。これは大分熟練を要しますから アルコールランプを使わず バルサムを滴下してすぐスライドにはりつけ 60°あるいは80°前後に熱した鉄板上にのせ数時間 ときには6時間かけて乾固する方法もためして下さい。バルサムの焼き工合は じゅうぶん冷却したとき鉄針を強くたてても バルサムがこわれず またほとんど傷がつかぬのがよいのです。スライドのはしに紙をはり 番号その他を記入して仕上りです。なお バルサムがはみでたときは 鉄針を焼いて押つけ冷やしてからナイフ またはアルコールで取ります。スチラックスはとかすのにトルオールを用いますからバルサムより乾固が遅く 60°で熱して12~48時間かかるのとことですが 他の操作は同じです。

種名の決定には1,000倍以上で観察しなければなりません。油浸液にアニゾールを使えばふき去るのが容易



第6図 バルサムによるプレパラートの作成



第7図 常磐炭田白坂頁岩のプレパラート *Stephanopyxis* spp. の破片の中央に *Hemiaulus* sp. がみられる

です。十字動載物台を用いて個体数を数えるときには400倍でみてゆきます。200個かぞえれば量比はほとんど確定します。このとき少なくとも1/4以上こわれているものは数に入れません。またまれな種はなおじゅうぶん探さねばなりません。200個かぞえるための距離から試料に含まれる珪藻の量が算定されます。

プレパラートのうちの必要な珪藻の位置を標示する方法は大切です。もう一枚のスライドをのせてスミで印をつける方法(津村 1961年) また方眼紙を区画し写真で縮少しそれをカバーガラスにのせノートする方法(金谷 1959年) などいろいろ考えられています。

単種プレパラートの作成

珪藻の精密な研究 また他との比較に欠かせぬもので横浜市大の津村先生の工夫をもとに述べます。

カバーガラスの中心にバルサムを一滴落し内径約1mmの銀紙の輪をのせ加熱固定します。他のカバーガラスに清浄試料をのせ水を落して またはそのままゆすりひろげ乾燥させます。

両ガラスをスライドにのせ400倍で所要の完全な珪藻を求め40あるいは100倍に切替えて心書筆の先をその珪藻につけ釣り上げます。筆先は水にぬらしてそろえれば釣り上げは楽ですが銀紙の輪の中に落すのに手間がかかります。スライドをずらして検鏡しながら落します。少なくとも3個体を釣り表裏側面がみえるように配置します。多くの個体を集めるときは輪の中に水滴を落しておけば楽です。

バルサムを加熱して珪藻を付着させてからバルサムを補充滴下しスライドに密着させ仕上げます。この操作は熟練を要しますがぜひ試みて下さい。写真をとるのもこの単種プレパラートが望ましいわけです。

なればさまさまの珪藻を花型に配置したりまた大型の珪藻に低倍率で生ずる干渉色を利用し美しく配置したりさらには1試料中の珪藻全種をびっしりとつめよせて並べることも可能です。

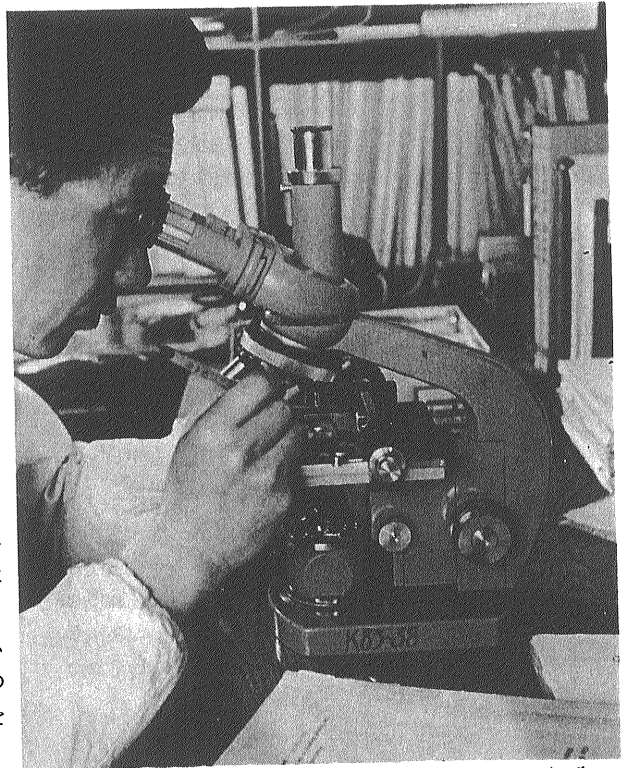
写真の撮影

珪藻の研究には顕微鏡写真が不可欠です。フィルムはポジフィルムまたは複写用フィルムを使います。光源の変圧器を6ボルトにして400倍で30秒1,000倍で50秒変圧器を一杯にあげてはその1/4を規準にして試写して下さい。珪藻殻の厚薄の考慮も必要です。現像は印画紙用コレクトールで5分。高倍率では焦点深度が浅く慎重にピントをあわせねばなりません。

(筆者は地質部)

参考になる文献

- Okuno, H. (1952): Atlas of Fossil Diatoms from Japanese Diatomite Deposit, 京都工織大学報告
 小久保 精治(1955): 浮遊珪藻類
 市川 渡(1957): 化石珪藻の採集・処理・観察および利用について 地球科学 no. 33
 金谷 太郎(1959): Miocene Diatom Assemblages from the Onnagawa Formation, Sci. Rep. Tohoku Univ. II. vol. 30
 津村 孝平(1960~62): 珪藻類研究の手びき(I~III) 植物趣味 vol. 21~23



第8図 単種プレパラートのための珪藻のつりあげ