

珪藻を示相化石教材として用いるための簡易な方法[†]

松居誠一郎*・小山 祐佳**・斎藤 絢音***

宇都宮大学教育学部*

星が丘中学校**

栗野中学校***

珪藻化石を示相化石の学習に用いるための簡易な方法と珪藻のみかたについて紹介した。

キーワード：珪藻 示相化石 高等学校地学 中学校理科 環境

はじめに

示相化石は中学校理科の第2分野と高等学校地学で扱われ、「地層が堆積した当時の環境が分かる化石」といった説明がされている。教科書では示相化石に関連した実験観察はあまり取り上げられていないが、これは容易に手に入る素材で化石試料を観察することが難しいことが原因の1つであろう。

ここでは身近な淡水環境の堆積物に含まれる珪藻化石を素材として、実際に化石を観察し、示相化石の考え方が理解できるような教材を紹介する。

珪藻は顕微鏡サイズの微小な単細胞生物で、淡水から海洋まで多様な水辺環境に生息し、生物の教材としてもなじみ深い。細胞壁がオパール質であり、化石として残りやすく、様々な地層中から産出する。珪藻の殻は透明で、美しい何学模様を顕微鏡で観察することができ、児童生徒の興味を引くことができる点でも望ましい理科教材と言える。

淡水珪藻は水質環境の指標としてしばしば用いられる。例えば、渡辺[1]は淡水域の水質汚濁の指標として珪藻を用いる定量的方法を示している。また、安藤[2]は河川沼など代表的な淡水環境に特徴的に表れる珪藻種を明らかにし、第四紀の地層中に含まれる珪藻から過去の環境を推定している。

こうした研究では種のレベルで珪藻を同定するこ

とを前提としており、示相化石の理科教材に適用する場合には困難な点となる。日本産の淡水珪藻は千種を超えており、種レベルの同定には高倍率の光学顕微鏡が必要で、場合によっては走査型電子顕微鏡による観察が必要な場合もある。また参照する文献も取りそろえる必要がでてくる。例えば *Nitzschia palea* という種類は有機汚濁環境の指標であるが[1]、この種を指標として汚濁を評価しようとする、種レベルで本種を同定する必要があり、また、本種のみが同定できたとしても、本種が含まれていなければ、「著しい汚濁環境ではない」という評価しか与えることしかできない。水質汚濁の段階を評価するためには少なくとも数十種類の珪藻を種のレベルで識別する必要が出てくる。

ここではそうした難点を回避するために、簡単な形態的な観察のみで環境の概要を知ることができる方法を提案する。また生徒自身が野外で化石や現生の試料を採取し、簡便な方法で試料処理をできる方法を紹介する。

「形態群」による環境推定の方法

珪藻は分類学的に中心目と羽状目に大きく分けられる。この2目は顕微鏡下で容易に識別でき、また生息環境や生態が異なっている。中心目のうち *Stephanodiscus* で代表されるグループは円盤型で、光学顕微鏡下では放射状の模様のある円形に見える(図1①)。このグループを「円盤状群」と呼ぶことにする。これらの種類は基本的に浮遊性で、比較的大きな池や湖に生息する。中心目のうち *Aulacoseira* で代表されるグループは円筒形の個体がひも状の群体を作り顕微鏡下では矩形か、それが連なった梯子

[†] Seiichiro MATSUI*, Yuka KOYAMA**, Ayane SAITO***: An application of paleoenvironmental reconstruction based on freshwater diatoms to science education

* School of Education, Utsunomiya University

** Hoshigaoka Junior High School

*** Awano Junior High School

(連絡先: matsui@cc.utsunomiya-u.ac.jp)

状に見える (図1②)。このグループを「梯子状群」と呼ぶことにする。これらも浮遊性であるが、物体に付着することもある。円盤群同様比較的大きな池や湖でよく見られるが、浅い沼にも出現することがある。

一方、羽状目は細長い形で、左右対称の模様を持っており、光学顕微鏡下で中心目から容易に識別できる (図1③)。これを「羽状群」とよぶことにする。基本的に水底の物体に付着して生活しており、まれにプランクトンのなかに見つかる。浅い沼や湿地などの物体表面で生活している。

ここでいう「円盤状群」、「梯子状群」、「羽状群」のように形態から容易に識別できるグループのことをここでは「形態群」と呼ぶことにする。ここで使う形態群は分類学観点で設定されたものではないが、分類群と一定の関連性がある (表1)。これら

の形態群は上述のようにそれぞれ異なる淡水環境と関連性があり、そのことに着目すると、示相化石としての利用価値がある。顕微鏡観察に習熟していなくても、いずれの形態群に属するかは簡単に判別ができる。その意味で示相化石の学習に用いることができそうである。

示相化石の教材として用いる場合、形態群と環境の関係を所与のものとし、化石試料の珪藻を形態群に当てはめて、所与の情報から環境を推定するというアプローチが明快であろう。ただ、化石試料にみられる形態群が現在のどのような水辺環境に生息するかを実際に観察しそのうえで、化石試料と比較すれば、示相化石の意味をより明確に理解できるようになると期待される。ここでは、両方のアプローチを考慮して、化石珪藻と現生珪藻の観察方法の方法を解説する。

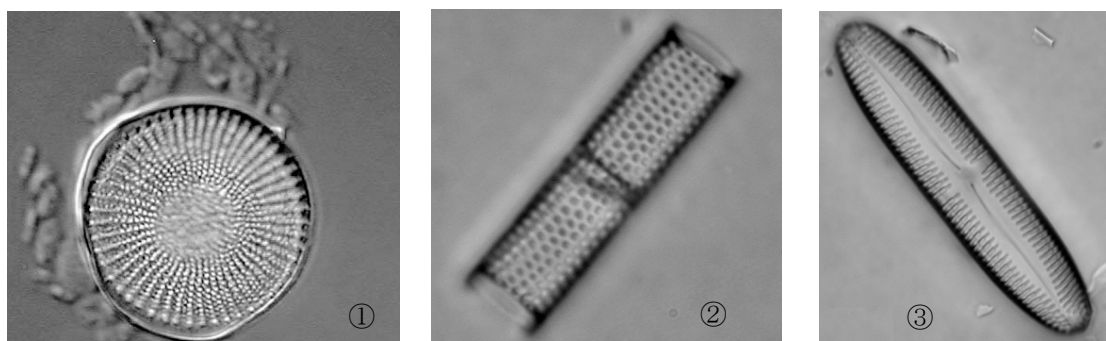


図1 珪藻の「形態群」かっこ内は写真の標本の属名。

①円盤状群、(Stephanodiscus)、②梯子状群 (Aulacoseira)、③羽状群 (Pinnularia)

表1 形態群と生態、生息環境の関係

形態群	大きさ	分類群	生態	環境
円盤状群	直径 5~50 μ m	中心目タラ シオシラ科	浮遊性	大きな深い湖や池
梯子状群	1個体の直径と高さはそれぞれ 5~30 μ m	中心目メロ シラ科	浮遊性主体で付着性もある	大きな深い湖や池、あまり深くない湖や沼
羽状群	長径は 5~100 μ m	羽状目	通常付着性で浮遊性もある	浅い湖や沼、湿地

化石試料の採取

化石というと固結した堆積岩中のものが想定されるが、身近なところで適当な試料を手に入れることはなかなか難しい。手に入れやすいのは身近な池や湿地などの堆積物中の化石珪藻である。水辺環境の堆積物には、過去にそこに生息していた珪藻の遺骸が含まれていることが多い。堆積物は未固結であるが次に示すような方法で採取すれば、地層の特徴である、土砂が下から上に積み重なるという累重性を実感することができる。

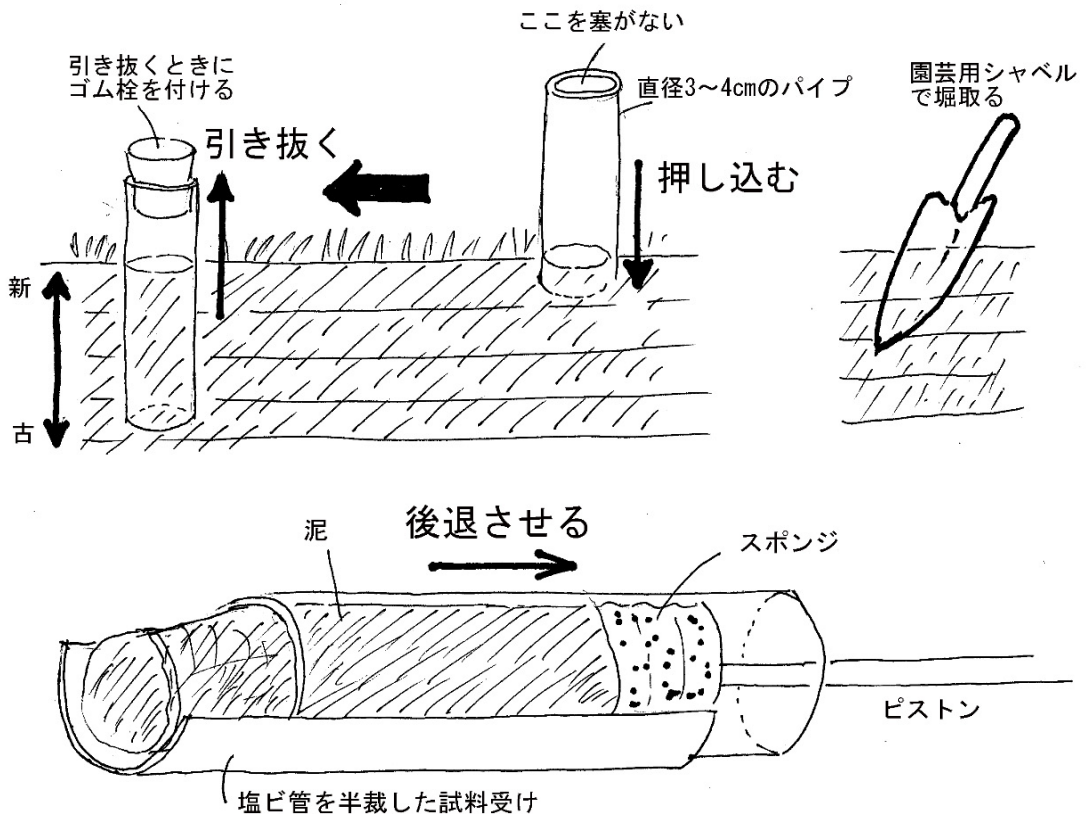
図2に採取方法を図示したが、湿地など堆積物が多少とも固結した場所では園芸用シャベルで掘り起こすのがよい(図2右上)。採取した試料は上下がわかるようにバットなどに入れて、乾燥しないようにビニール袋で覆い持ち帰る。固結度が低く、流動性がある池の水底などの堆積物は図2左上に示したようにパイプを差し込んだほうが採取しやすい。パイプは直径が数cmの金属製またはプラスチック

製が適当で、肉厚はやや薄いほうが差し込みやすい。差し込むときはパイプの上端を開放し、引き抜くときはパイプの上端まで水で満たし、ゴム栓などで上端を塞ぐとよい。パイプから堆積物を取り出すには、一方の端からスポンジなどを押し込んで、適当な容器に押し出す(図2下)。

採取した堆積物には砂、泥など異なる粒径の物質が層をつくっていることがあれば地層としての実感が強まるであろう。

このようにして採取した堆積物から試料をナイフやスプーンなどで取り出し、ピーカーなどの容器に移す。取り出す量は数十人の実習用として1グラムもあれば充分である。堆積物試料の上部と下部などから採取すれば異なる時期の試料になる。また砂や泥など異なる堆積物が層を作っている場合、別々に取り出せば、異なる環境を代表する場合もある。

身近な池や湿地の堆積物は、現在の環境と同じような浅い池や湿地の環境で堆積したことが多く、上



ピストンを押すのではなく、ピストンを動かないようにして、パイプを引いた方がうまく行く
図2 軟弱な砂泥の採取の方法

述の形態群のうち「羽状群」や「梯子状群」が優占することが多い。「円盤群」はあまり見られないであろう。多様な環境を比較するにはやや物足りないようであれば、塩原湖成層の試料を用いるとよい。この地層は栃木県那須塩原市の塩原温泉の上流にある要害公園などに露出しており、ほとんど珪藻のみから構成される珪藻土で、円盤状群の珪藻がおびただしく含まれている。崖の下に落ちている指先ほどの破片で千枚以上のプレパラートを作成できる。

現生の珪藻試料

上述のように円盤状群と梯子状群は浮遊性なので、湖水を採取する。採水量は1リットルもあれば十分で、飲料のペットボトルなどを湖水でよく共洗いしたうえで用いればよい。円盤状群は中禅寺湖などの大きな湖に多いが、季節変動が大きく4月5月以外では含まれないことが多い。採取した湖水にホルマリンなどの固定薬剤を数滴加えたのち半日程度放置するか、遠心分離して、上澄みを静かに捨てて沈殿物を回収する。

湖、池、沼や湿地などでは岸辺の石や水辺植物の水没部分の表面に羽状群の珪藻が多く生息してい

る。こうした付着珪藻は適当な布でこすり取りとる。後の処理を考えると流しのごみ回収に使うナイロンネットの袋が使いやすい。これを10cm四方程度に切って、使用する。試料が付着したメネットは小さなポリ袋に入れて持ち帰る。持ち帰ったネットはシャーレか小さいビーカーに入れて少量の水を加えて付着物を洗い落として、試料とする。

プレパラート作成

野外で採取した化石と現生の試料は図3の手順で処理する。

1. ふるい分け 試料に含まれている粗粒成分はプレパラート観察の邪魔になるため、フルイで除去する。分析フルイを用いても良いが、茶漉しが使いやすい。試料を茶こしの中に入れてほぐしながら、上から洗浄ピンか霧吹きで、水をかける。珪藻の大部分は茶こしの網目のサイズである0.5mmより小さいので、通過した成分に入る。
2. 薬品処理 試料中の有機物を除去する。この処理をすると珪藻の繊細な模様が浮き立ち、また観察の邪魔になる植物などの微細な破片が除かれるので、質の高いプレパラートが作成できる。ただ

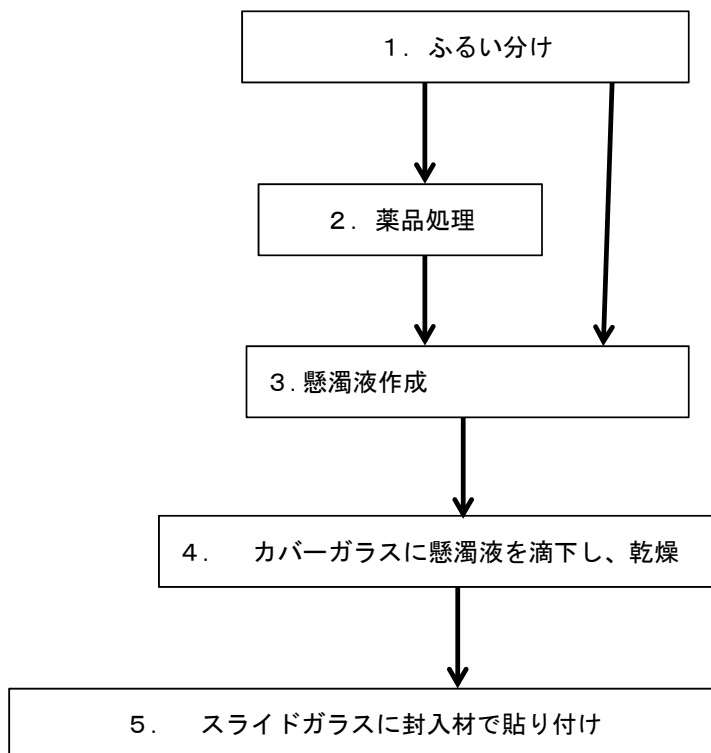
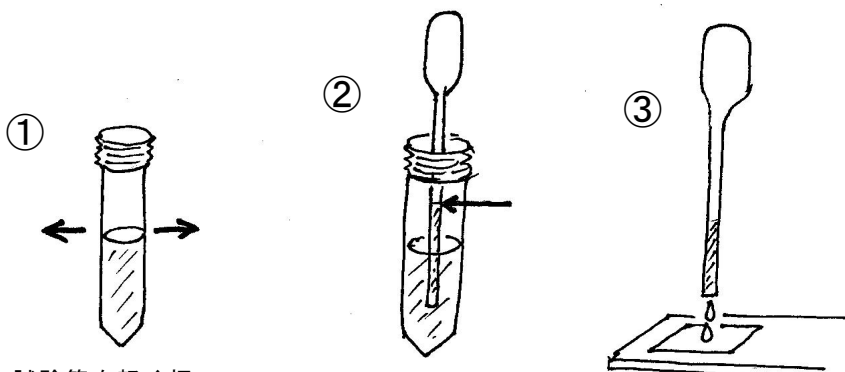


図3 化石および現生の珪藻試料の処理手順

し、時間と手数がかかるので省略しても観察は可能である。500ミリリットルガラスビーカーにふるい分けが終わった試料を入れ、10ミリリットル程度の35%過酸化水素液を加えて、ホットプレートなどでゆっくり加熱する。このとき、必ずゴーグルとビニール手袋を着用する。激しく沸騰する場合は水を加えて冷やす。発泡が完全に終わるまで加熱を続ける。これによって、有機物のうち分解しやすいものは消えるが、植物の破片などは白い破片として残るので、ピンセットなどで除去してもよい。次に1N塩酸を少量加え、1分程度弱く加熱する。過酸化水素水で試料中の鉄分が酸化されてできた水酸化鉄のコロイドを溶かす。過酸化水素が残っていると、塩素ガスが発生するので換気に注意が必要である。そのあと、遠心分

離か、ビーカーを水で満たして半日程度放置するかして、上澄みを静かに捨てる。

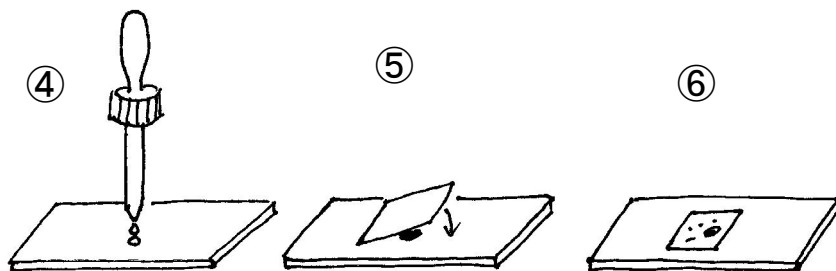
3. 懸濁液作成 薬品処理(省略可能)が終わった試料を試験管などに移し、水を加え、軽く搅拌する(図4①)。この操作で、粗粒の砂粒などは沈殿し、珪藻殻は浮き上がる。あまり時間をおかずにつぎの4の操作にうつる。
4. ホットプレートの上にカバーガラスを必要枚数並べる。このとき、ホットプレート上に直接置かず、アルミの細長い板の上に並べると、処理後のカバーガラスの扱いが楽である。試験管の中ほどまでピペット和差し込み、懸濁液を吸い上げて(図4②)、カバーガラスに1から2滴、滴下する(図4③)。このとき、試験管中の懸濁液を搅拌してからあまり時間をおかずに操作する必要がある。



① 試験管を軽く振って沈んでいる粒子を水に分散させる

② ピペットを試験管の中ほどまで差し込んで、矢印くらいまで吸い上げる

③ カバーガラスに滴下して、ホットプレートで乾燥させる



④ スライドガラスにプレューラックスを1~2滴たらし。

⑤ カバーガラスの珪藻が付着した面を下にしてスライドガラスに載せる

⑥ ホットプレートで加熱して発泡が収まったら冷やして完成

図4 プレパラートの作成

時間が長いと、大きめの珪藻が沈殿してしまう。またピペットを試験管の底まで差し込むとプレパラートづくりの邪魔になる粗粒の砂粒を吸い上げるので注意する。当然であるが、試料の混合を避けるために、試料ごとにピペットは替える必要がある。

すべての滴下が終わったら、ホットプレートで加熱して、水分を蒸発させる。2の薬品処理を省略した場合、この段階で、カバーガラスをセラミック付金網に並べ、ガスバーナーで10分程度加熱すると有機物がある程度除去できる。ただし、セラミックが赤熱するほど加熱するとカバーガラスが変形するので避ける。

5. スライドガラスを必要枚数、冷えたホットプレートの上に並べ、プリューラックスを1滴ずつ滴下する(図4④)。プリューラックスは封入材の1種であるが、カナダバルサムなどに比べると屈折率が高く、珪藻の模様が浮き立ち観察しやすくなる。合成可能であるが、和光純薬からマウントメディアの商品名で売られている。プリューラックスの上に、カバーガラスの珪藻懸濁液が付着した面が接するようにして載せる(図4⑤)。載せるだけで押し付ける必要はない。すべてのカバーガラスを載せ終わったら、ホットプレートで加熱する(図4⑥)。プリューラックスが沸騰したら、10秒程度そのままにして、やや発泡が弱くなったら、ホットプレートから下す。冷却したら完成である。完成したプレパラートの珪藻の密度が高すぎて、個体が重なってしまう場合は、3の懸濁液を希釈して作り直すと観察しやすくなる。

観察例

図5は栃木県内の水辺堆積物に含まれる珪藻化石群の例である。鶴田沼は宇都宮市内の溜池で水深は

40cmほどである。この表層から下50cmほどの堆積物からは羽状群の珪藻が多く見付き、また梯子状群も含まれている。一方、中禅寺湖の約千年前と推定される湖底堆積物では円盤状群と梯子状群が多く含まれ羽状群はほとんど見られない。このことから鶴田沼は過去においても浅い池の環境であり、中禅寺湖の堆積物は、やはり現在と同じような大きく深い湖の環境であったことが推定できる。また30万年ほど前の塩原湖成層中の珪藻群は円盤状群が優占し、大きく深い湖の環境であったことがわかる。

引用文献

- [1] 渡辺仁治編著(2005) 淡水珪藻生態図鑑 内田老鶴圃 666pp.
- [2] 安藤一男(1990) 淡水産珪藻による環境指標種群の設定と古環境復元への応用. 東北地理 Vol. 42 No. 2 pp. 73-88.

平成29年3月31日 受理

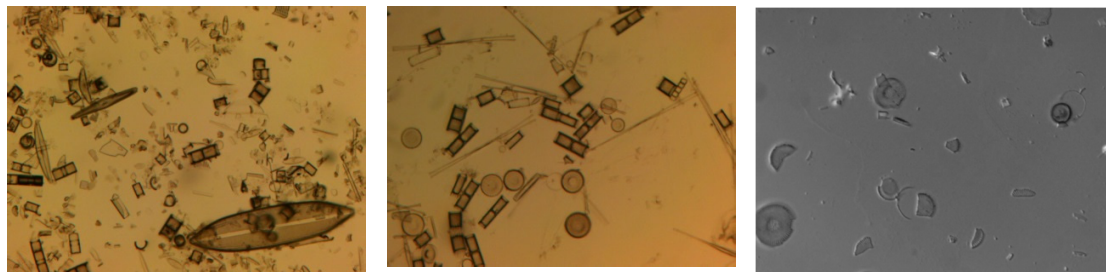


図5 珪藻化石群 左：鶴田沼堆積物 中央：中禅寺湖堆積物 右：塩原湖成層