

スキャナーによる砂の観察 -試料の作成から観察・保存まで-

須藤 定久¹⁾・有田 正史²⁾・谷田部信郎³⁾

1. はじめに

私達は地質調査総合センターが開催する地学の普及を目的とする各種の行事に参加してきた。特にこの活動の中で砂の標本を展示したり、砂を観察したりすることを通じて、砂の世界の素晴らしさを紹介してきた。

今回、本誌の第574号で紹介したように、スキャナーを使って岩石を観察したり、容易に電子画像が作れたりするようになってきた。このような方法で、細かい砂の観察が可能なのか？検討してみた。

私達が行っている砂の標本の作製法から観察法、高品位の画像を得るコツ、試料の保存法など、教育や産業の現場でも役に立ちそうな点を中心に紹介してみる。

2. 砂ってなんだ

砂の観察を考える前に「砂」とは何かを思い出しておこう。砂といえば誰もが連想するのは、子供の頃に遊んだ公園や学校の「砂場」の砂、あるいは海水浴や水遊びをした海岸や川の砂ではないだろうか。

砂ってなんだろう？とあらためて聞かれるとなんて答えたらいいのだろうか。広辞苑(岩波書店)には次のように書かれている。

すな【砂・沙】細かい岩石の粒。主に各種鉱物の粒子よりなる。通常径2mm以下, 1/16mm以上のものをいう。まさご、いさご。

地質学的な定義そのものが書かれていた。地質学的には、砂は「極粗粒砂(粒径2-1mm)」、「粗粒砂(1-0.5mm)」、「中粒砂(0.5-0.25mm)」、「細粒

砂(0.25-0.125mm)」、「極細粒砂(0.125-0.0625mm)」に区分される。誰もがその感触を良く覚えている砂場の砂は径0.25mm前後の粒の良く揃った「細～中粒砂」が使われていることが多いようだ。

もう一つ、我々の生活に関係が深いのは建材としての砂である。コンクリートで固められたこの社会、砂と関係の無い生活は考えられない。建材の世界では粒径0.15～5mmの粒子が「砂」、5mm以上は「砂利」と呼ばれる。

誰もがさらさらとした「砂の感触」を知っている、しかし、本当の「砂の姿」・「砂の実像」は意外に知られていないのではないだろうか？見えそうで見えない「砂の実像」を、身近なものを使って覗いてみよう！

3. 試料を作る

砂の観察は、肉眼による方法・ルーペによる方法・顕微鏡による方法・電子顕微鏡による方法などがある。一般的な観察には肉眼やルーペを使った観察が最も簡単で便利な方法だろう。

私達が行ってきた砂の観察も、砂を肉眼やルーペなどを、時に双眼顕微鏡など身近な道具や機器を使って観察するものである。今回、新たに身近な機材となってきたスキャナーによる観察も試みる。

このような観察法を使う場合、どんな立場で観察を行うかということから考えていこう。

(1) 観察の立場と試料ホルダーの選択

砂を観察する場合、どんな立場で観察するのがよいのだろうか？

1) 産総研 地圏資源環境研究部門
2) 日鉄鉱コンサルタンツ, 元所員
3) 産総研 地質標本館

キーワード: パソコン スキャナー 砂試料 砂の観察 デジタル画像

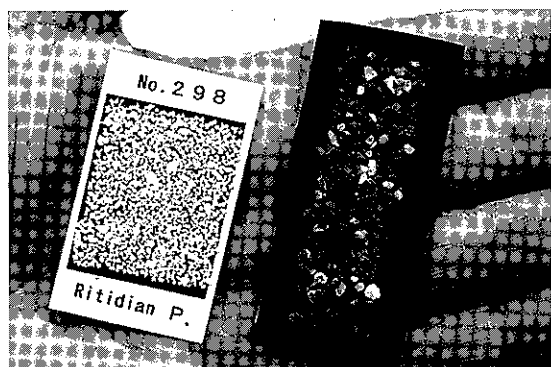


写真1 新旧2つの試料ホルダー。いずれも試料を貼り付けた状態である。

まず、砂粒子の集合体としてとらえる立場と個々の粒子を中心に観察する立場とがあらう。前者の場合には、沢山の砂の粒子を一つの視野の中で観察できるルーペや低倍率の顕微鏡を使う方法が便利である。一方、後者の場合には、顕微鏡や電子顕微鏡によるより高倍率での観察が適切であろう。ここではもちろん前者の立場で観察をしていく。

集合体としてとらえる場合でも砂を固定しないで見観察する場合と固定して観察する場合がある。前者には同一試料で繰り返し異なった粒子配列や粒子の異なった面を観察できるというメリットがある。後者には同じ粒子配列を繰り返し観察できるというメリットがある。後者でも固定した試料を複数作成することで前者と同様なメリットを得られること、後者の方が観察が容易である、などの点から、従来より固定試料を作成して観察を行ってきた。

今回、スキャナーによる観察を考えると、一層固定試料が有利と考えるので、基本的には従来使用してきた試料ホルダーを使用することとした。

(2) 試料ホルダーと試料の作成

従来私達が使用してきた試料ホルダーは50mm×50mmあるいは25mm、厚さ0.3mm程の黒色のプラスチック板(使用されなくなった黒色の下敷きの転用)の中央に、幅15mm×長さ40mmの両面テープを貼り付けた試料ホルダーを作成し、両面テープ面に砂を貼り付けて試料としていた(写真1)。試料ホルダーの大きさはスライドのホルダーあるいは生物顕微鏡用のスライドガラスのサイズを参考にし、これに最も簡単に入手できた15mm幅の両面テープを利

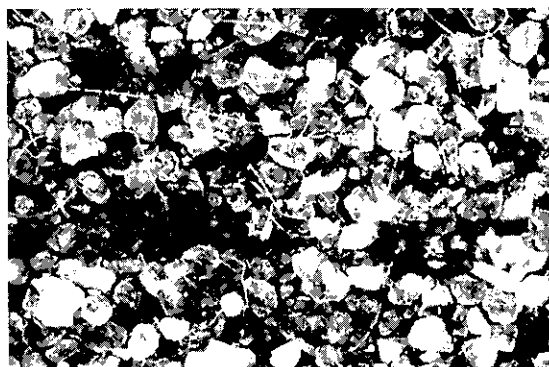


写真2 砂試料に付いたほこりの例。細い繊維が試料からみついている。ごく低倍率では気にならないが、高倍率では大きな障害となる。

用したものだった。

近年、黒色の下敷きは入手しにくくなる一方、幅広の両面テープが簡単に入手できるようになったなど材料の入手しやすさが変化してきたこと、かつて作成した試料に綿ぼこりなどが多数付着していること(写真2)、画像を得る場合にはより幅広の観察面が好ましいことなど、様々な点を考慮して新しい試料ホルダーを作成した。

新しい試料ホルダーは、岩石薄片用のスライドガラス板と同じ大きさの48mm×28mmのボール紙を台紙とした。まず台紙の中央に、32mm×24mmの黒色画用紙を貼り、その上に30mm×22mmの両面テープを貼って作成した。

このホルダーにより、30mm×22mmの観察面が確保され、薄片箱への収納・保管も可能となった。

台紙の中央に黒色の画用紙を貼るのは、砂粒を黒色の背景において観察するためである。背景は黒色である必要はないが、透明あるいは灰色～黒色の粒子が多い砂の観察においては、例えば黒色の砂鉄や赤や緑で透明な宝石類など特殊な場合を除いて、黒の背景で最も見やすい画像が得られること(写真3)から黒を使うこととしたが、別な色でもかまわない。

(3) 試料をつくる

砂の試料は、良く水洗いして微細な粒子を除去する。必要に応じて、粗い粒子を5mmあるいは2mm目の篩を通して除去する。一定サイズの粒子を観察する場合には、目の細かい篩で細かい粒子も除去する。

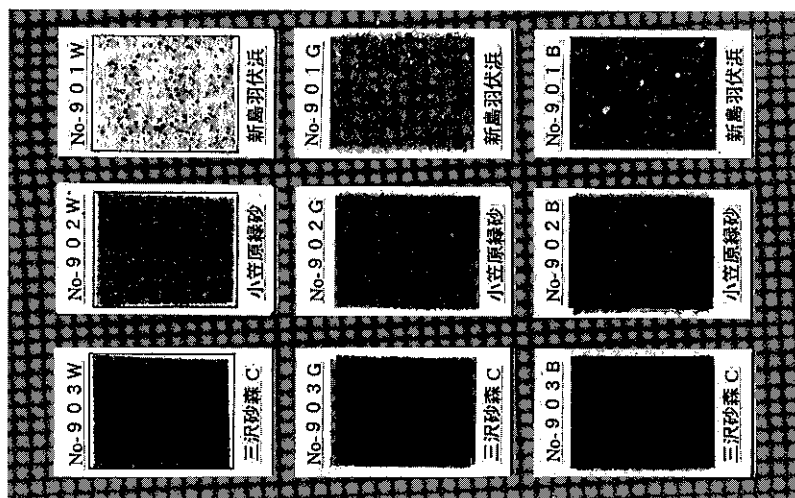


写真3 背景の色と砂画像。白・灰色・黒の台紙に、砂鉄の多い黒い砂・緑色の砂・透明な石英砂を貼り付けて比較した。一般に、黒色の台紙が最も良い画像が得られるようだ。

砂を篩い分ける場合、役立つのが調理用の網目ボールや茶こしである。どちらも100円程度で簡単に手に入る。一般にボールの網目の開きは1.5～2.0mm、茶こしは0.5mm程度のもが多い。ボールと茶こしを使えば、砂の中から粗粒砂・極粗粒砂を簡単に集めることができる。このサイズはスキャナーを使った観察にはもってこいの粒度である。

洗浄・整粒後、良く乾燥させる。試料ホルダーの両面テープの裏紙を剥がし、良く乾燥させた砂に押しつけて砂を付着させる。砂の付いた面を指先で軽く押さえてやればそれで試料のできあがりである。観察した後は、岩石薄片の保存箱に保存するか、小さなチャック付きポリ袋に入れて保管するとよい。

4. 砂を観察する

新しい試料ホルダーも、古いものと何ら本質的な差はないので、双眼顕微鏡の試料台において、また手に持ってルーペで観察すればよい。

試料面が幅広となり、スキャナーでの観察には有利となった。スキャナーによる観察方法について紹介しておこう。

(1) スキャナーによる読み込み

スキャナーによる観察法は前報(須藤, 2002)で紹介したように、観察倍率はdpi単位の読み込み精度を、一般的な印刷精度である360(dpi)で割った

数値が目安となる。細かい粒子の集合である砂の観察においては、できるだけ高い倍率がほしい。したがって、できるだけ読み込み精度の高いスキャナーを用意する必要がある。筆者らは2,400dpi×4,800dpiという精度のスキャナーを使用している。少なくとも1,000dpi以上の精度は必要であろう。

前報(須藤, 2002)に述べた方法で作成した試料を読み込むことになるが、試料の面はサンド・ペーパーと同じ状態となっており、スキャナーのガラス面にこれを強く押しつけると、ガラスをサンド・ペーパーで擦り付けるのと同じことになり、ガラス面を傷付けかねない。ガラス面の保護のために、試料は静かにガラス面に載せ、強く押しつけないなど十分な注意が必要である。

慎重に試料面を下に向けてスキャナーにセットし、読み込む。プレ・スキャンの画像上で、縦20mm、横28.2mmの範囲を指定し、たとえば、2,400dpiの精度でスキャンすると、約15Mbほどのデータが取得される。

(2) 画像処理

このデータを画像処理ソフト(筆者らはAdobe社の「フォト・ショップ」を使用)で扱いやすい形に加工して、使用したり保存したりすることになる。筆者らは画像サイズ20cm×28.2cm、画像の細かさ360dpi、データ量約32Mbの画像とし、JPEG方式の圧縮ファイル(10～15Mb)として保存している。

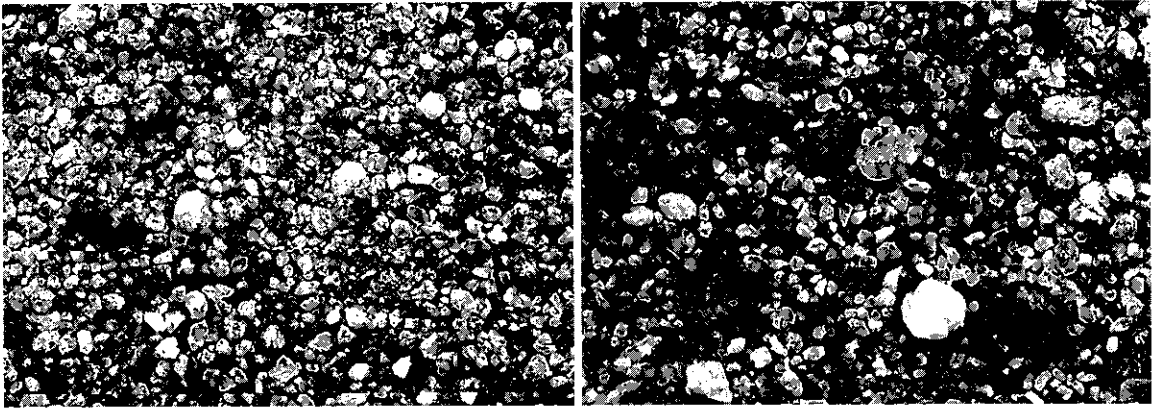


写真4 微粉が付着した試料の例。洗浄が不十分な左側では砂粒の表面に泥が付着するほか、画面全体にガラス板上に落ちた微粒子が見られる。右は同じ試料を良く洗浄したものの。

読み込み精度から、適切な拡大倍率は6.7倍程度であり、10倍の拡大には若干の無理がある。しかし、経験的に画像の荒れを感じない満足のいく画像が概ね得られるようなので、A4での印刷の利便性を考えこのサイズとした。ただし、さらに画像を拡大しようとすると画質は急激に劣化するようだ。モニターで画像全体を表示させるためであればより精度の低い画像で十分である。

試料が粒径0.2～0.3mm以下の細粒砂になると、粒形は確認できるものの、粒子の詳細は極端に観察しにくくなる。これは現在のスキャナーの読みとり精度の限界であり、このような試料については顕微鏡による観察が欠かせない。

(3) 精度を確認する—稲朶を覗く

実際どの程度精緻な画像が撮れているのだろうか？ そんなときにお奨めの試料が稲朶である。稲朶は、適度な大きさと丸みを持っており、ざらついた表面、細く尖ったとげなどがあり、これらは精度チェックのための標準試料としてお奨めである。

2,400dpiの精度で読み込んで画像処理した稲朶の画像を口絵写真1に示した。ざらついた殻の表面には、細かい格子模様が浮かび上がってくる。朶の表面のとげも鮮明に映し出されており、満足すべき精緻さではないだろうか。

(4) 砂観察のコツあれこれ

試料を作成してから観察するまで、作業を進めるときのコツを紹介しよう。

A. 砂は十分に洗浄しよう

砂に付着している微細な粒子は十分に洗い流しておくことが重要である。砂粒の付着が悪くなるとともに、微粉はスキャナーのガラス面にも付着し、画面の一部に霧がかかったような状態となったり、画面全体に汚れが付いた画面となってしまうので要注意である。洗浄が不十分であった場合とそれを十分に洗浄した場合の比較例を写真4に示した。

砕石用に採取された岩石を細かく破碎して作られる砕砂の場合には、微細な粒子の付着が天然砂に比べて多く、凹凸の多い表面に強く付着していることが多いので、天然の砂以上に丁寧な洗浄が必要である。

B. まず粗い粒子を固定

試料作成時には、まず粗い粒子を先に固定し、次に中粒のもの、そして最後に細粒なものを付着させると良い。細粒の粒子は比表面積が大きく接着力が強い。このため同時に付着させようとするすると細粒の粒子が付いてしまい、粗い粒子は付着しなくなってしまう。

C. 扁平な粒子を貼り付ける

粒子の形が扁平な場合、扁平な粒子が両面テープに突き刺さるような角度で付着してしまう場合も多い。この場合、試料の表面凹凸が非常に大きくなり、ピントの合った部分と合っていない部分とができ、あまり良い画像が得られない。この場合には、粒子を斜め方向から軽く押さえつけるようにして、粒子を寝かせるようにすると良好な結果が得られる。

5. 砂観察の応用例

スキャナーと画像処理ソフトで観察が可能なこの方法は、砂のような0.2～数mmのサイズの粒状物質の観察に用途は広いものと思われる。

顕微鏡と一体型になった写真撮影装置は市販されているが100万円以上と高価である。最近、デジタルカメラによる電子写真撮影装置が15万円程度と比較的安価に入手できるようにはなってきたが、別に顕微鏡や低倍率・広視野の特殊レンズなどが必要である。

さらに、これらのシステムを入手しても、視野はせいぜい直径10mm程度と狭いこと、単一の光学系では避けられない縁辺部のひずみが出ること、などの問題は避けられない。

スキャナーと画像処理ソフトでの観察例やこの方法の応用例について紹介しておこう。

(1) いろいろな砂の観察

砂の観察のための一般的な注意事項については既に述べたが、ここでは代表的あるいは特徴的な砂の観察時の注意点と観察例を紹介する。

A. 天然砂の場合

河川砂・海浜砂・砂丘砂・砂漠の砂・火山性の砂などがある。以下代表的なものについて紹介する。

河川砂：上流部では粒度が粗く、分級が悪いのが特徴である。採取試料を洗浄して泥を洗い流し、2.5mm前後の篩で粗粒のものを除去して観察試料を作るとよい。粒子の円磨度が低いものも多く、個々の砂粒の細かい観察は難しいことも多い。下流部では粒度が細かく分級が良い。観察に適した粗めの砂を採取するのがコツである(口絵写真2)。
海浜砂：場所により砂の粗さや構成粒子の比率が異なるので、観察目的にあった砂を選ぼう。砂粒子の分級がよく、粗い部分を除去するような必要はまずない。河川砂に比べ、泥分の付着は少ないが、塩分や微生物等の付着量は多いのでよく洗浄する方がよい。

河川砂に比べて円磨度が高く、きれいな砂粒が観察できることが多いが、砂の粒度が細かい場合には観察が難しい。海浜砂の特徴の一つに、貝殻や有孔虫の殻、珊瑚の破片などの生物遺骸を含む

ことがある。これらは観察には支障はなく、むしろ生物独特の組織がみられ砂の画像に良いアクセントを与えてくれる(口絵写真3, 4)。

砂漠砂：一般に粒径が細かく、分級がきわめて良好である。表面がよく磨かれたまん丸の砂粒であるが(口絵写真5)、粒度が細かく、詳細な観察には顕微鏡が必要である。

(2) 建材類の観察

現在、日本は深刻な砂不足に陥りつつあるようだ。河川砂が枯渇し、陸砂・山砂の増産も難しくなり、海砂も環境問題から採取が難しくなっている。このために、海外からの輸入や砕砂の増産などが緊急の課題となっている。これらの建材の評価や品質管理に役立つのかどうか試してみた。

陸砂・山砂：陸砂は流路沿いの田圃の下から採掘される砂、山砂は丘や山から採掘される砂である。陸砂の場合には川砂とほとんど差がない。山砂の場合には、その堆積環境によりさまざまである。形成年代の古い山砂では、砂粒がよく分離していないもの、堆積後に長石粒子が粘土化しているもの等があり注意を要する。採掘・洗浄・篩分けされた製品について、粒径や粒形、異質物混入のチェックに有効であろう。

輸入砂：一般に粗めの砂であることが多く、精緻な画像が得られる(口絵写真6)。砂の構成粒子がどんな岩石や鉱物からなっているのか、異様な粒子が入っていないか、砂の輸入に当たってはこの方法でチェックしておくのが有効であろう。

砕砂：安山岩・砂岩・石灰岩などからつくられることが多い。それぞれについて検討したが、石灰岩・砂岩・安山岩の順に良い結果を得た(口絵写真7, 8)。組織が不鮮明な安山岩では粒子の表面構造が見えにくい。生産される砕砂の粒径・粒形のチェック、異質物の混入の有無などのチェックに有効であろう。

6. 現場での利用の薦め

以上述べた砂の観察法は、高精度のスキャナーさえあれば、極めて容易な方法である。

教育現場における身近な砂の観察は、川の働きや砂の成因、後背地の地質へ、砂浜の美化や保全

へと子供達の興味や学習意欲を広げる役割を果たしていくのではないだろうか。

地域の教師やボランティアが協力すれば、その地域の川や浜の砂試料を集め、画像化することはそう難しいことではないだろう。そしてそれらの画像を使って、地方の博物館での展示や地学の副読本の作成など、画像を使った活動の場が大きく広がるのではないだろうか。

砂を扱うさまざまな産業でも活用可能であろう。砂の構成粒子の種類や円磨度のチェックには有効である。特に、より丸い粒子をつくることが求められている砕砂の生産工場などでは、製品の丸さを逐次チェックしながら、製造技術の向上、品質の管理を行っていくことが可能であろう。

さらに、全国各地で砂浜の消失ややせ細りが問題ともなっている。このような場所における砂の移動や砂浜の函養などを考える上でも貴重なデータを提供するものと思う。

砂以外にも、初のような植物の種子や貝殻などの画像化にも有効であろう。この方法が広く皆さんに利用されることを願いながら稿を閉じる。

文 献

須藤定久 (2002) : スキャナーによる岩石類の観察. 地質ニュース, no.574, 46-52.

SUDO Sadahisa, ARITA Masafumi and YATABE Nobuo (2002) : Observation of sand and granules with personal computer and scanner.

<受付: 2002年8月26日>

「スキャナーによる岩石類の観察について」後日談

須藤定久

当誌第574号に掲載した上記の記事について、何人かの方から連絡をいただきました。その中から、2点紹介させていただきます。

(1) ガラス面はOHPフィルムで保護を!

金沢大学教育学部地学教室の酒寄淳史先生からお便りとアドバイスをいただきました。「(一部省略・簡略化)… 実は、私も岩石試料のスキャナーによる取り込みを実践し、画像をモニターやスクリーンに投影し、授業で使用しています。以前は、カメラを使っていましたが、スキャナーを使うと簡単にきれいな画像が得られ、しかもデジタルデータであるためパソコンで処理がしやすいなど、非常に重宝しています。教育現場においても有用な手段であることは間違いありません。通常、大学や研究所で使う高価な機材は、小中高校などの教育現場では使えません。スキャナーのような比較的安価な装置を使ってできるアイデアを地質ニュースで今後も紹介して下さい。

私の場合、ガラス面に透明なPPC用OHPフィルムを敷きその上に岩石試料を載せてガラス面に傷が付くことを防いでいます。OHPフィルムを介しても特に画像が不鮮明になることはありません。…」

(須藤の失敗談: 薄いフィルムの方がよいのではと考え、調理用のラップフィルムを、結果はX。フィルムのしわがモアレを起こします。)

(2) 石材業界にも朗報-月刊「石材」誌から

石材の見本を詰めた重いカバンを持ってお客様の所をまわるのが石材屋さんの営業マンの仕事。見本1個の重さは小さいもので50g、大きなもので数kg。500g程度の見本を50種類持つと、25kg。これを持ち歩くのは大変な仕事。画像が石材の見本の代わりになれば石材業界には大きな朗報ということで、石文社の関根氏が見本を持って訪ねてこられた。

筆者も、石材画像の取り込みに協力。厚い板紙に強力な接着剤で貼り付けられたタイル状の見本、その厚さはまちまち。3枚の見本のうち、真ん中の見本は薄手で、両側の厚手の見本より約1cm窪んだようになっている。ものは試しで、これもスキャンしてみた。うまくいった。スキャナーのガラス面から約1cm離れておかれた試料もそこそこ対応してくれるようだ。

月刊「石材」誌の評価は「これは使える!」で、同誌2002年9月号に特集記事としてこの方法が紹介されました。