

# 重鉱物分析の手引

佐藤良昭<sup>1)</sup>・鈴木泰輔<sup>2)</sup>

## 1. はじめに

私達はこれまで、30年以上にわたって、主として第三紀砂岩や海底堆積物中の砂粒径の重鉱物(比重=2.9以上の砕せつ副成分鉱物)を調べ、堆積物の起源、堆積環境、地層対比などの堆積岩岩石学的研究を行ってきた。重鉱物分析は、海底堆積物の堆積学的解析、砂鉱床の開発(特に希土類鉱物)、地質探査の分野において重要な役割を果す研究手法の1つであるが、日本語による分析・同定法の文献が殆ど無く、各方面から手軽なマニュアルの作成が要望されていた。

そこで今回、我々の持つ資・試料及びこれまでの経験をとりまとめて、砂粒径の重鉱物分離法について解説し、更に日本の砂岩中にみられる重鉱物、それに外国産の鉱物も一部混えた計43種について、岩石顕微鏡下での鑑定に有用な特徴を記載してみた。

分離法については、もっとも簡単な手法を、手順に従ってかなり詳しく記述した。鑑定については、読者がすでに岩石顕微鏡による薄片観察法を習得しているものとの前提に立ち、各鉱物の記載等はごく簡略にすませたので、鉱物の詳細については、岩石学・鉱物学の参考書を参照して頂きたい。

本手引を完成するにあたり、およそ40年前、筆者の1人(佐藤)を重鉱物の研究へと導いて下さった故市村毅先生(元東京大学教授)、その後、あらゆる分野で御指導、御教示、御協力を頂いた数えきれない程の方々、厚く御礼を申し上げる。

## 2. 重鉱物の分離法

重鉱物の分離は第1図の手順で行う。その詳細を以下に述べる。

### a) 必要な器具

鉄(ステンレス)乳鉢と乳棒

篩(60メッシュ≒0.25mm程度)と受皿

[注: このサイズは清掃が簡単で、試料間の混合を防げる]

ピーカー(2ℓ, 500, 300, 100ml)各1箇

メスシリンダー(1ℓ)

[注: 塩酸20%液を作るのに便利である]

ロート台とロート(径6cm位)2箇

蒸発皿(径6cm位)1箇

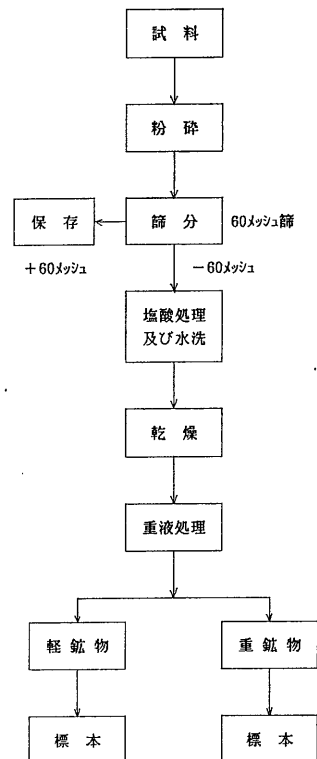
ピンチコック 2箇

ろ紙(5A)1箱

重液(四臭化エタン: 比重2.96)

アセトン(重液洗浄用)

塩酸(20%位, 酸化鉄の被膜除去用)



第1図 重鉱物分析の手順。

1) 元所員; 現在㈱ダイヤコンサルタント: 〒171

東京都豊島区池袋3-1-2 光文社ビル

2) 元所員; 現在㈱東京ソイルリサーチ技術センター

キーワード: 重鉱物, 砂岩, 重液, 分離法, 鑑定法

1991年8月号

- リゴラック (2004番, 硬化促進剤, 触媒付)
- 洗浄瓶 (500ml位)
- 分液ロート (重液回収用)
- 着色瓶 (使用した重液をいれる)
- ゴム管 (色も厚みも薄いもの)
- 攪拌用ガラス棒
- スライドガラス
- カバーガラス
- 棒磁石・薬包紙・ゴム手袋・JKワイパーなど

b) 試料の粉碎

試料が未固結堆積物の場合, 粉碎は不要である。固結した砂岩の時は, 小さな塊に砕いてから鉄乳鉢に入れ, 乳棒の上下運動で叩きつぶし, 粒子をばらばらにする。

篩に通し, 通過したものをビーカー (300ml) に移す。この時の量は100 gもあれば十分である。

[注: かなりの力でつぶしても, 重鉱物粒がさらに壊れることはない。固結度の低い時は, 大きめのゴム栓などで押しつぶす]

c) 塩酸処理

この試料にはシルト粒以下の細粒物質がかなり混っているのだから, これを除去する。このため, 試料の入ったビーカーに水を一杯入れ, よく攪拌してから, 約15秒間放置し, 上半分の水を流し捨てる。この作業を数回繰り返す。

[注: 20℃で粒径1/16mmの石英が5 cm 沈降するのに要する時間は15秒]

上澄みが少々濁っている段階で, 一度水を全部捨て, 20%塩酸をビーカーに半分程加え, ドラフト内で20~30分間煮沸する。発泡の有無や程度をノートに記載しておくこと。

この後, 前記水洗を7回以上行って塩酸分を完全に除去した上で, 試料を乾燥させる。

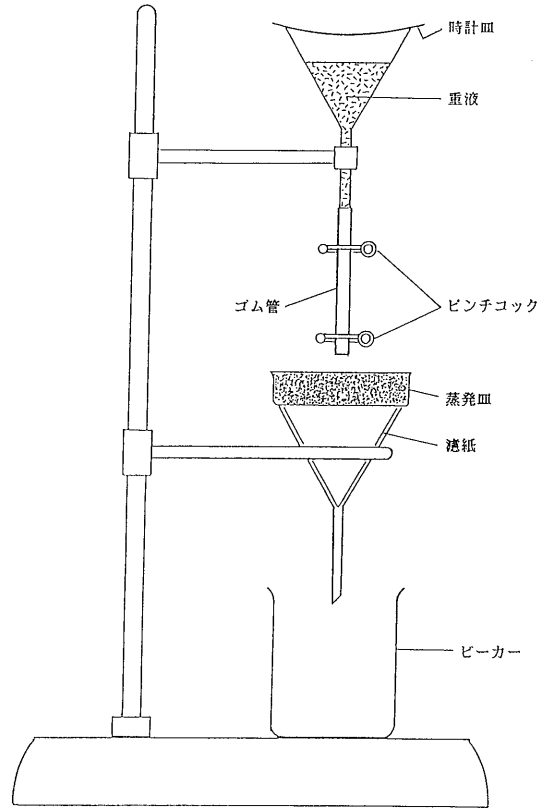
この操作により, 鉱物粒の表面についている酸化鉄の被膜が除かれ(塩酸は黄緑色となる), 顕微鏡下での観察がしやすくなるし, 重液の老化が防げる。したがって, 新鮮な試料では塩酸処理過程は不要である。

d) 重液分離

ロート受けを2段に使い, それぞれにロートをのせる。上のロートには5 cm 位の長さのゴム管をはめておき, ピンチコックをロートの下端(ガラス部)と, ゴム管下端にセットする。

下位のロートには先ずろ紙を入れ(軽鉱物受け), その上に蒸発皿(重鉱物受け)を置く。一番下に重液回収用のビーカー(100ml)を置く(第2図)。

上位のロートに重液を8分目程入れる。



第2図 重鉱物分離装置。

[注: 四臭化エタンやプロモフォルムなどの重液は毒性があるため, これに代わるものが求められているが, 最近, 無毒のポリタングステン酸ナトリウム(比重3.1)の使用例が紹介されている(河内, 1988)]

しばらく時間を置きロート内の重液の流れが静止した後, 10 g程度に秤量した試料を少しずつ注ぎ入れ, 重液を攪拌しながら全量を入れる。数分毎に攪拌を繰返し, 5~6回行ったら1時間位放置し, 全重鉱物の沈澱を待つ。

[注: 試料の量は, 予想される重鉱物の量, 種類により適宜変える。10 gは重鉱物量が0.1%以下の普通の砂岩の場合であり, 火山砕せつ物の多い砂や砂鉱床試料では, 1~2 gでも十分である]

重液の揮発を防ぐため, 放置している間は, 上のロートに時計皿をかぶせておくとよい。

e) 重鉱物の回収

重鉱物の回収にはちょっとした手際を要するが, 次の順序で行う。上のピンチコックでゴム管の上端は

さむ→下のピンチロックを開く→下を閉じて上を開く→上を閉じて下を開く。これを2～3回繰返すことにより、重鉍物と僅かの量の重液が蒸発皿に移る。

蒸発皿を外してから、上下のピンチロックを共に開き、軽鉍物と重液をろ紙で受ける。重液はろ紙を通して下のビーカーに溜る。この重液はこざされて鉍物粒を含まず、比重も変化していないので、着色瓶に移し、次回に使用できる。

〔注：ただしこの重液は未使用のものとは混ぜないこと〕

#### f) 洗浄

アセトンを入れた洗浄瓶を用意する。ロートの下には空のビーカー（100mℓ）を置くことを忘れないように注意する。

蒸発皿の縁から内側の方へと、アセトンを吹き付ける。一杯になったら薄められた重液は上のロートへ注ぎ、ロートに残った軽鉍物を洗い落とす。

5回程繰返すと、蒸発皿と重鉍物に付着していた重液は完全に洗い流される。

〔注：これを見極めるには、アセトンが蒸発した後の重鉍物が、蒸発皿を動かしてみた時さらさらしているかどうかを見ればよい。湿った感じがあり、粒子が動き難い時は、アセトンをさらに吹きつけて洗う〕

アセトンで上のロートや攪拌棒を洗い、最後に下の軽鉍物もろ紙ごと3～4回洗う。蒸発皿とろ紙中の鉍物は、そのまま自然乾燥させる。

下のビーカーに溜っているアセトンで薄められた重液は、2ℓビーカーに移して保存しておき、後で重液を回収する（後述）。

#### g) 秤量と磁鉄鉍の分離

重鉍物+蒸発皿の重量を測る。

棒磁石の先端を薬包紙で包み、磁鉄鉍を取り除く。

〔注：最初から重鉍物中に突っ込むと、磁鉄鉍が多い場合には、磁性の無い鉍物も巻き込まれて入ってくる。磁石を最初は遠くから、次いで徐々に近づけて行くこと〕

磁鉄鉍を除いた重鉍物+蒸発皿の重量を測定する。磁鉄鉍の重量が得られる。

重鉍物を薬包紙に移してから、蒸発皿の重量を測定する。

〔注：この時、きれいな筆を使うと移しやすい。各蒸発皿に番号をつけ、その重量をあらかじめ測定して記録しておくこと多数処理する時に便利〕

以上で、全重鉍物量・磁鉄鉍量が求められ、使用し

た試料の重量と併せて、試料に対する重鉍物量比、重鉍物中に占める磁鉄鉍の量比などを計算することができる。

重鉍物、磁鉄鉍、軽鉍物（ごく一部分でよい）は、薬包紙で包み、試料番号、種類を記入する。

#### h) プレパラートの作製

薬包紙上の重鉍物を十分混合してから、耳かきに一杯分程度をすくい取り、スライドガラスの中央部における。

リゴラック（商品名）数gに触媒を数滴入れよく攪拌し、さらに硬化促進剤数滴を加えて攪拌する。

〔注：触媒・硬化促進剤の場合は、多すぎると直ぐに固まり、少ないと中々固まらない。使用説明書を参考にした上で、試行錯誤を繰返す必要がある〕

このリゴラックを小さじで一杯すくい取り、重鉍物試料のまわりから中心部へと全体をおおうようにしてかけていく。

カバーガラスを静かにのせる。カバーガラスがやや斜めのままで軽く押しつけて行くと、鉍物の間に存在していた空気が気泡となって、上方へ逃げ出す。カバーガラスと鉍物粒が殆ど密着する位になった時、今度は指先で数回軽く回転運動を与えると、粒子は重なり合うこと無く一平面上に並び、鏡下での観察が容易となる。

〔注：リゴラックの量が多すぎると、鉍物粒と共にカバーガラスの周りにはみ出し、收拾がつかなくなる。カバーガラスの押しつけ方が足りず、リゴラックの層が厚いままだと、高倍率での検鏡の時、プレパラートが対物レンズに当たってしまう。最後の押しつけ方が強すぎると鉍物粒中の大きなものと当り、カバーガラスにひびが入ることがある〕

ある程度固ったら、はみ出したリゴラックを削り取り、カバーガラス、スライドガラスをアセトンで清掃し、ラベルを貼り、試料番号その他必要事項を記入する。

最近では種々の硬化剤が市販されているので、試料の固定に適したもの（屈折率が高く粘性の少ないものが多い）を適宜選択することができよう。

#### i) 重液の回収

アセトンで薄められた重液が2ℓビーカーに半分位溜ったら、この中へ水道水（蒸留水の方が好ましい）を勢いよく注ぎ込む。アセトンが水と混和し、液は白濁する。

しばらく放置した後、上部3分の1位を流し捨てる

(量が多すぎると、重液も流出してしまう)。これを数回繰返すと、水は少しずつ澄んできて、ビーカーの底にはころころとした重液が分離してくるのがみえるようになる。

この操作をさらに繰返し、上澄みが完全に透明になり、比重チェックの目安として入れておいた石英又は長石のかげらが勢いよく浮き上がるようになったら、上澄み水をできるだけ捨て、残った少量の水と重液の混合物を分液ロートに移す。

上部のロート台に分液ロートを、下部のロート台にろ紙をいれたロートを、さらにその下にはビーカー(100mℓ)または着色瓶を置く。コックを開いてろ紙から重液が溢れ出ないように注意しながら重液を注ぐ。

分液ロート中の重液が殆どなくなりかけたところでコックを閉じる。ろ過された重液は先の着色瓶中に保存する。分液ロートに残った重液と水は2ℓビーカーに戻し、次の希釈重液と一緒に処理する。

### 3. 重鉱物の鑑定法

重鉱物を正確に鑑定する為には、各鉱物の屈折率の測定、反射顕微鏡による不透明鉱物の観察、X線回折法の利用が必要となってくる。しかし、ここでは偏光顕微鏡下での鑑定のポイントとなる主な特徴のみを示した。各鉱物の基本的な性質は岩石学・鉱物学の教科書等を参照されたい。

重鉱物の場合、岩石薄片観察との大きな違いは、

1. 鉱物粒子をそのままの形で見ている。したがって、
2. 結晶形態がはっきり見られる場合が多い。しかし、
3. 同一鉱物種では、その形状からすべての粒子が同一方位をもって封じ込められている場合が多く、薄片のようにランダムな方位での観察は困難である(例：白雲母・黒雲母の粒子では、すべて底面に平行な面の観察しかできない)。また、
4. 粒子に厚みがあるため、多色性は明瞭となるが、干渉色は薄片に比べて高次の色を呈する。

などが挙げられる。

アクチノ角閃石 (actinolite) 写真 1

淡緑～黄緑色。繊維状～柱状。透角閃石との区別が難しく、両者は一括して扱う方がよい。

褐れん石 (allanite) グラビア 15

褐～黒色。多色性強。褐色角閃石に似ていることもあるが、弱いへき開が一方方向だけであり、b軸伸長結晶では直消光することで区別できる。

鋭錐石 (anatase) 写真 2

黄・褐・青・黒色。多色性が明瞭で屈折率は高い。板状又は錐状。錐状結晶では条線が発達。板状結晶では一軸性コンスコープ像が得られる。小結晶の集合体であることも多い。

紅柱石 (andalusite) 写真 3

無色、淡赤・淡桃・淡紫・淡緑色。柱状。多色性明瞭。紫蘇輝石と多色性が似るが方向が逆(結晶の伸長方向が下方ニールの振動方向と一致した時に淡赤色)。

燐灰石 (apatite) 写真 4

無色～淡褐色。短柱状。屈折率・複屈折共に小。直消光で伸長は負。

普通輝石 (augite) 写真 5・グラビア 1

淡緑・淡褐・緑色。短柱状。複屈折大、消光角大(45°前後)、多色性弱。透輝石との区別は難しい。

重晶石 (barite) 写真 6

無色。堆積物中には稀。光学的特色が少なく同定は困難。

玄武角閃石 (basaltic hornblende) グラビア 11

赤褐・褐・黒色。多色性強(黄～暗赤褐色)。普通角閃石よりも消光角がやや小さい。

黒雲母 (biotite) 写真 7・グラビア 2

黄・緑・褐・赤褐色。板状。本来は多色性の強い鉱物であるが、碎屑粒子ではほとんど底面に配向するため多色性は認め難い。複屈折が小さく、一軸性負に近いコンスコープ像が得られる。

錫石 (cassiterite) グラビア 16

無色、黄・褐・赤色。柱状～錐状。粒子が細かいと、金紅石・チタン石・ジルコンとの区別が難しい。

緑泥石 (chlorite) グラビア 17

通常緑色、稀に無色、黄～淡褐色。片状～板状。複屈折は非常に小さいが、分散が強いため消光時に異常干渉色を示すことがある。

クロリトイド (chloritoid) 写真 8

無色～緑色。屈折率は高いが複屈折は小さい。多色性が強く、異常干渉色を示すことがある。集片双晶がしばしば認められる。

クロム鉄鉱 (chromite) グラビア 23

不透明、反射光で灰黒色。通常は粒状不透明であるが、粒子の薄い部分は光を通し、暗赤褐色を呈する。

クリノゾイサイト (clinzoisite) グラビア 3

無色。短柱状。緑れん石に似るが、無色で複屈折が小さく光学性(+)。斜消光することでゾイサイトと区別できる。

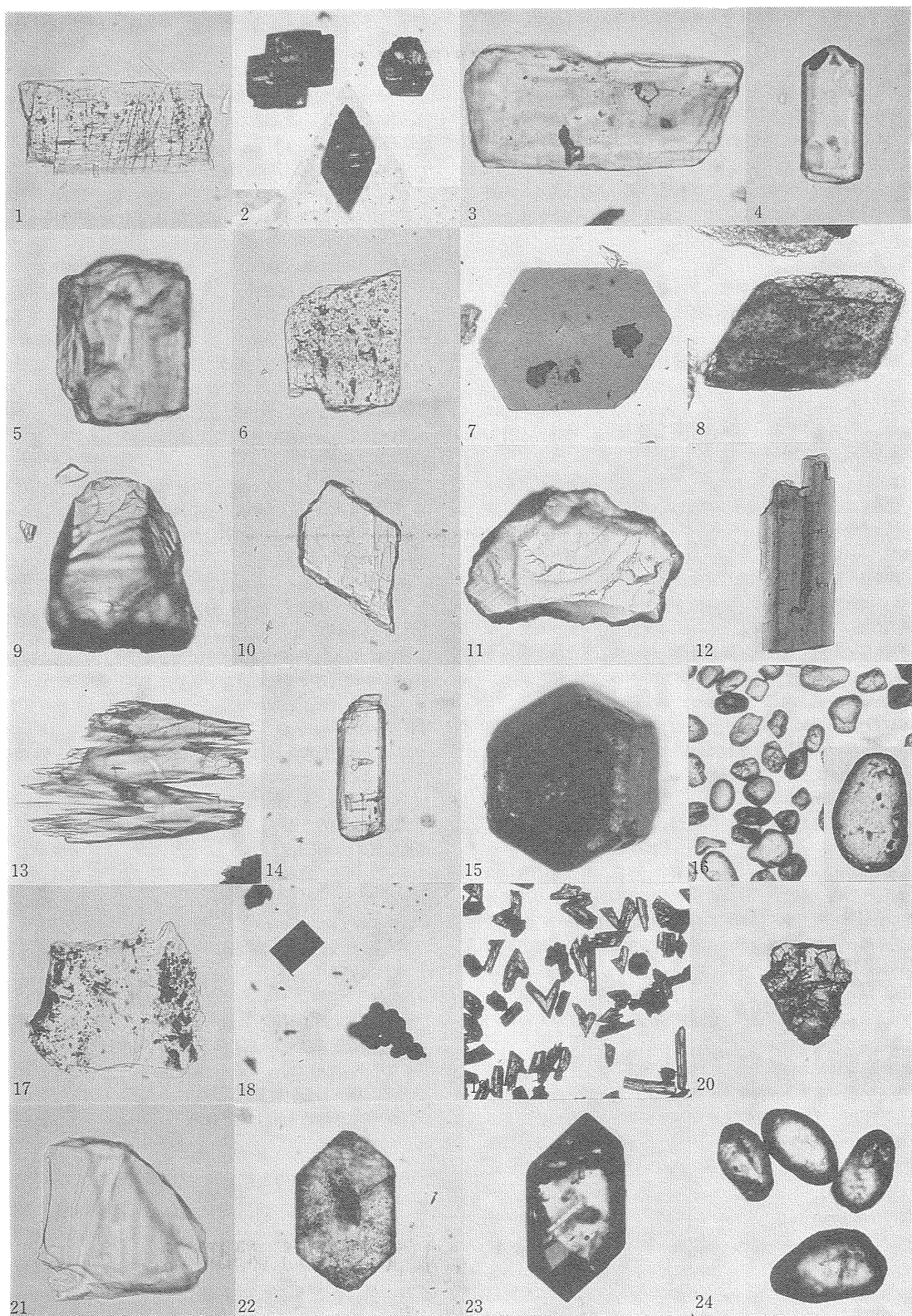
コランダム (corundum) 写真 9

無色、桃・青色。不規則破片状。屈折率が高く複屈折が小さい

ダイアスポア (diaspore) グラビア 4

無色(傷や濁りが多く白色に見える)。通常の堆積物中には

写真1(右頁) アクチノ角閃石 2. 鋭錐石 3. 紅柱石 4. 燐灰石 5. 普通輝石 6. 重晶石 7. 黒雲母 8. クロリトイド 9. コランダム 10. 螢石 11. ざくろ石 12. 普通角閃石 13. 紫蘇輝石 14. 藍晶石 15. 磁鉄鉱 16. モナズ石 17. 白雲母 18. 黄鉄鉱 19. 金紅石(結晶片岩中の結晶) 20. チタン石 21. トパズ 22. セノタイム 23・24. ジルコン(24は円磨粒子)



- 稀で、風化殻（ボーキサイトなど）やコランダムに富む堆積物中に出る。
- 透輝石 (diopside)** グラビア 5  
無色～淡緑色。短柱状。普通輝石に似るが、色がより淡く、屈折率がより高く複屈折がより大きい。しかし、光学性が連続的であるため区別は難しい。
- 緑れん石 (epidote)** グラビア 18  
淡緑～黄緑色、レモン黄色。黄緑色の弱い多色性を示し、屈折率はかなり高い。部分によって異なる鮮やかな干渉色を呈する。
- 蛍石 (fluorite)** 写真 10  
無色、淡緑・淡青・淡黄色。屈折率が著しく低く、へき開が顕著。この点でざくろ石とは区別できる。
- ざくろ石 (garnet)** 写真 11  
無色、淡桃・黄・褐・赤・橙・緑色。破片状または自形。等方体であるが異常消光を示すことがある。屈折率は高い。
- 藍閃石 (glaucophene)** グラビア 12  
青緑～青黒色。長柱状。多色性強（青一紫）。複屈折・消光角共に小。
- 金 (gold)** グラビア 25  
不透明、反射光で黄金色。黄鉄鉱・黄銅鉱より黄色味が濃く、光沢も強い。
- 赤鉄鉱 (hematite)** グラビア 24  
不透明、反射光で鋼鉄色（青味がかかった灰色）。板状。極く薄い部分では光を通し、血赤色を呈する。
- 普通角閃石 (hornblende)** 写真 12・グラビア 6  
緑・黒・褐色。長柱状。多色性強。普通輝石とは消光角が小さく、屈折率がやや低いことで区別できる。へき開のため、中央部で濃色、端部で淡色のことが多い。
- 紫蘇輝石 (hypersthene)** 写真 13・グラビア 13  
黄褐・褐・淡褐色。長柱状（結晶の角が摩耗していることが多い）。多色性強（淡褐一緑）く、直消光。
- チタン鉄鉱 (ilmenite)** グラビア 26  
不透明。反射光で灰黒色～黒褐色。磁鉄鉱に似るが、磁石には付かない。
- 藍晶石 (kyanite)** 写真 14  
無色～青色。長柱状。ほぼ直交するへき開が発達する。すべての方向で斜消光。(100)の粒子では、消光角約30°でXに垂直のコノスコープ像が得られる。へき開のため干渉色が階段状に変化する。
- 磁鉄鉱 (magnetite)** 写真 15  
不透明、反射光で青黒色。強磁性。三角・四角・菱形の輪郭を示すことが多い。
- モナズ石 (monazite)** 写真 16  
黄・黄褐・赤色。屈折率高く複屈折大。消光角・光軸角共に小。下方ニコルのみの時と直交ニコルにした時とで色調がほぼ同じ。(001)面で良好なコノスコープ像が得られる。円磨された粒子が多い。チタン石・ジルコン・ゼノタイムとの区別が難しい。
- 白雲母 (muscovite)** 写真 17  
無色、時に薄い茶～緑色。薄板状。屈折率低。ほとんどの粒子がへき開面に平行に封じられるため、複屈折が非常に小さく、鮮やかな二軸性負のコノスコープ像が得られる。
- かんらん石 (olivine)** グラビア 7  
無色～淡黄・緑・褐色。短柱状。普通輝石より複屈折・光軸角共に大。直消光。
- 黄鉄鉱 (pyrite)** 写真 18  
不透明、反射光で黄白色。自形性が強く、立方体・五角十二面体を呈すが、微細球の集合体のことも多い。
- 金紅石 (rutile)** 写真 19・グラビア 19  
黄褐・赤褐・褐・黒色。柱状。直消光。屈折率・複屈折共に大。下方ニコルのみの時と直交ニコルの時とで同じような色を呈する。写真19に見られる膝折双晶は結晶片岩中のもの、砂岩中でこの形を示すことはほとんどない。
- 珪線石 (sillimanite)** グラビア 8  
無色。長柱状～纖維状。直消光で伸長が正。光軸角は小さく、へき開が発達する。
- チタン石 (sphene)** 写真 20  
無色、淡黄褐・褐色。菱形。屈折率・複屈折が大きく、ギラギラした干渉色を示す。分散が強く、完全に消光しない場合があり、消光位で青っぽい色となる。この種の粒子では良好なコノスコープ像が得られる。
- スピネル (spinel)** グラビア 20  
無色、淡緑・赤・緑・褐色。コロコロした形の光学的等方体で屈折率は高い。ざくろ石との区別は困難であるが、より鮮やかな色を呈することが多い。
- 十字石 (staurolite)** グラビア 21  
黄・黄褐・黄金色。黄金色の多色性を呈し、直消光。亜貝殻状断口を示す粒子が多い。
- トパズ (topaz)** 写真 21  
無色、黄・青・赤・緑色。不規則な破片または短柱状。屈折率は角閃石程度で複屈折は小さい。(001)面粒子では良いコノスコープ像が得られる。
- 電気石 (tourmaline)** グラビア 14  
褐・黄褐・青緑・緑色。柱状。強い多色性を持ち、直消光で伸長は負。複屈折は割合小さく一軸性。紫蘇輝石・角閃石と間違い易い。多色性は、c軸が下方ニコルの振動方向に垂直な場合に濃色となり、黒雲母とは逆。
- 透角閃石 (tremolite)** グラビア 9  
無色、灰色。纖維状～柱状。アクチノ角閃石との区別が難しく、両者は一括した方がよい。
- ゼノタイム (xenotime)** 写真 22  
黄・褐色。屈折率・複屈折共に大。モナズ石・ジルコンとの区別は困難。
- ジルコン (zircon)** 写真 23・24・グラビア 22  
無色、黄・褐・紫色。特徴的な自形柱状結晶（角が円磨されていることも多い）。屈折率・複屈折共に大。
- ゾイサイト (zoisite)** グラビア 10  
無色、褐・桃色。複屈折が非常に小さく、しばしば青インク色の異常干渉色を示す。直消光。

光学的異方体鉱物を鑑定する際、対象鉱物の色の有無、多色性の有無、屈折率の高低、消光位（伸長の正負）、一軸性・二軸性の別と正負、光軸角の大きさなどの中で幾つかの特徴がつかめたならば、第1表を利用して類似の性質を持った鉱物を数種類選り出し、さらにそれぞれの鉱物の詳しい記載事項と観察結果を比較検討して行く。

こうして記載に合わないものを順次消去することによって最終的に鉱物を決めることができる。

しかしながら、無色透明で破片状の、あまり特徴がない鉱物や、産出の稀な鉱物の鑑定は非常に難しい。そこでふだんから標準サンプル（既知の鉱物標本からごく小さなかけらを分けて貰い、細～微細砂粒径に砕き、スライドガラスに封じ込んだもの）を少しづつ作っておき、必要に応じて顕微鏡下で両者を比較観察することをお勧めする。

重鉱物とその主な起源と考えられる岩石との関係を第2表に示した。

重鉱物組成百分率を求めるためには、メカニカルステージを使って標本を移動させ、十字線の交点に触れた透明重鉱物を鉱物種別にかぞえあげる。このために必要な総粒子数は、目的にもよるが、通常200～300粒で十分である。これ以上総数を増やしても、労力・時間の割合に、精度はそれほど上がらない(佐藤, 1971)。

なお、重鉱物の混合試料をX線回折法によって分析した経験によると、はっきりしたピークによって鉱物が識別できる限界は、その鉱物の含有量が約10%以上の時であり、数%以下の場合には、顕微鏡下でのみ識別が可能といえる。

#### 4. おわりに

この手引は、地質調査所研究資料集No.161の内容を「地質ニュース」向きに編集し直したものである。従って原著の記載や図表等はかなり省略したし、多数の顕微鏡写真(カラー)もごく一部だけしか引用できなかったことをお断りする。

鉱物の鑑定方法を文章だけで説明し、理解して貰うことは、たいへん難しい。顕微鏡下の鉱物を何度も繰り返し観察し、記載と比較検討することの積み重ねによって、ようやく身につくものである。しかし、この手引により、それらの苦労を僅かでも減らすことができ、重鉱物に関心を持つ人々にとって、何らかの

第1表 光学的異方体鉱物一覧表

		1.60	1.70	1.80<
無色	軸性	+	ジルコン(直・正) 錫石(直・正)	
		-	燐灰石(直・負)	コランダム(直・負)
	二軸性	+	珪線石(直・正) ソイサイト(直) 重晶石(直・正) クリノゾイサイト トバズ(直・正) 透輝石	チタン石
		±	かんらん石(直)	
一軸性	-	白雲母	藍晶石	
	-	透角閃石(正)		

有色・多色性無し	軸性	+	ゼノタイム(直・正)	錫石
		-	ジルコン	
	二軸性	+	コランダム	鉄錐石
		±	トバズ	透輝石
		-	かんらん石	
一軸性	-	アクチノ角閃石(正)		

有色・多色性有り	一軸性	+	ゼノタイム	金紅石(直・正)		
		-	電気石(直・負)	鉄錐石		
	二軸性	+	普通輝石	十字石(直・正) クロロイト	モナズ石	
		±	+	黒雲母	藍閃石(正)	褐れん石
			-	紫蘇輝石(直・正)	普通角閃石(正)	玄武角閃石(正)
一軸性	-	紅柱石(直・負)	アクチノ角閃石	緑れん石		

直：直消光、正：伸長正、負：伸長負

第2表 重鉱物と主な起源 (Pettijohn et al., 1972)

酸性火成岩	燐灰石, 黒雲母, 普通角閃石, モナズ石, 白雲母 金紅石, チタン石, 電気石, ジルコン, 錫石
ペグマタイト	錫石, 蛍石, ざくろ石, モナズ石, 白雲母, トバズ, 電気石, ゼノタイム
塩基性火成岩	普通輝石, クロム鉄鉱, 透輝石, 紫蘇輝石, チタン鉄鉱, 磁鉄鉱, かんらん石
接触変成岩	紅柱石, コランダム, ざくろ石, 十字石, トバズ, ゾイサイト
広域変成岩	紅柱石, クロロイト, 緑れん石, 電気石, ざくろ石, 藍閃石, 藍晶石, 珪線石, 十字石, チタン石, ゾイサイト, クリノゾイサイト
堆積岩	重晶石, 鉄鉱類, 金紅石, 電気石(円磨粒) ジルコン(円磨粒)

お役にたつならば、たいへん嬉しく思う。

最後になったが、私達が地質調査所を退職して以来、長期間にわたってこの原稿に手をいれ、体裁をととのえ、印刷公表できるまでにこぎつけて下さった遠藤祐二海外資源特別研究官に厚くお礼を申し上げる。

文 献

河内洋佑 (1988) : 新しい重液. Magma, no. 82, p.31  
 Krumbein, W. C. and Pettijohn, F. J. (1938) : Manual of Sedimentary Petrography. Appleton-Century-Crofts Inc., New York, 549p.  
 黒田吉益・諏訪兼位 (1983) : 偏光顕微鏡と岩石鉱物(第2版). 共立出版, 343p.  
 Milner, H. B. (1962) : Sedimentary Petrography. Vol. II, 4th Rev. Ed., George Allen and Unwin Ltd., London

715p.  
 都城秋穂・久城育夫 (1972) : 岩石学 I. 共立出版, 219p  
 Pettijohn, F. J., Potter, P. E. and Siever, R. (1972) : Sand and Sandstone. Springer-Verlag, Berlin, 618p.  
 佐藤良昭 (1971) : 重鉱物研究の現状と問題点. 地調月報, 22 487-499  
 Tanaka, K. and Katada, M. (1969) : Color Index. Bull. Geol. Surv. Japan, 20, 509-510, 16 pl.  
 Tickell, F. G. (1965) : The Techniques of Sedimentary Mineralogy. Elsevier Publish. Co., Amsterdam, 220p

SATO Yoshiaki and SUZUKI Taisuke (1991) : Heavy mineral analysis.

<受付: 1991年4月30日>

中国の鉱業情勢

大慶石油管理局

—中国鉱山企業の現況案内—

<中国経済新聞>1990. 12. 17より

大慶石油管理局は国営超大型企業で、全中国 100 大企業のトップに位置し、所管する油田は世界にも数少ない年産原油量 5,000 万 t の超特大油田の一つである。

大慶油田は黒竜江省西部の松嫩平原にあって、油田の面積は 5,470km<sup>2</sup>、原油の地質鉱量は 48 億 t である。現在の職員・工具数は 219,500 名、固定資産総額は 128 億元である。

1959年9月26日の松基3号井の噴油が大慶油田の誕生とされている。その後1960年3月に、国務院と中国共産党中央幹部会の承認を経て、石油工業部が全国の石油企業の力を結集して大慶での石油探査活動を組織し、大慶油田の全面的探鉱と開発の序幕が切って落とされたのである。

この30年来、政府と上部機関、国民と軍隊の支援、油田で働く人々の努力によって、生産と管理の上で次の様な成果を収めてきた。

1. 生産した原油は累計10億 t、生産・販売した天然ガスは累計 146 億m<sup>3</sup>である。

2. 石油の地質鉱量が全面的探鉱開始時の26億 t から 48 億 t に増加した。

3. 年間原油産出量が 5,000 万 t の水準を14年連続して維持し、生産が安定している。

4. 国家財政に累計 779 億元を納め、その額は同じ期間に国家が本油田に投資した総額の11.8倍に相当し、同時に輸出原油 2 億 t を国家に提供し、それが国家に外貨 280 億ドルをもたらした。

5. 石油と天然ガスの生産を主体とし、工業と農業の発展と比較的調和した、機能が比較的整った、新しいタイプの都市を建設した。

6. 生産の発展に努める中で、国策を堅持する、英雄的精神に学び鍛えられた油田技師・油田労働者の隊伍を生んだ。

(決意の項目は省略)

所在地: 黒竜江省大慶市

局長: 王志武

ファックス: 81050

電報略号: 2646

電話: 33684 33682

郵便番号: 163003

(岸本文男訳)