

## 鉱物の単体分離

鉱物の同定およびその物理化学的性質を明らかにすることは種々の地質現象の解明にしばしば非常に重要な役割を果すのである。 鉱物の研究を行う場合個々の鉱物を他の鉱物から分離して純粋なものにすることがまず必要となる。 たとえば色々と不純物の混った鉱物を化学分析して見てもその結果は役に立たない事が多い。

鉱物が大きな結晶として産出し肉眼で十分判別できピンセット等で簡単に数グラムも採取できるような場合は分離に関して何ら問題は起きないのであるが実際にはそのような事はまれであってこの分離という作業は案外手間のかかるやっかいな仕事になる場合が少なくない。

以下実験室で多く用いられている鉱物分離の方法の概要を説明しよう。

鉱物を分離する場合に鉱物の化学的性質を用いる方法と物理的性質を用いる方法とがある。

**化学的方法** とはたとえば方解石のように酸に溶解する鉱物と輝石のように不溶性の鉱物が混っていて溶解性のものが不要な場合に稀塩酸の如き薬品で処理した後に残ったものを集める方法である。

これは必要な鉱物が完全に薬品に不溶性でなければならず一般的にはあまり好ましい方法ではない。

**物理的方法** で最も簡単な方法は双眼顕微鏡下で鉱物を色や形などで判別し針またはピンセットで不純物あるいは目的の鉱物をつまみ出す方法である。

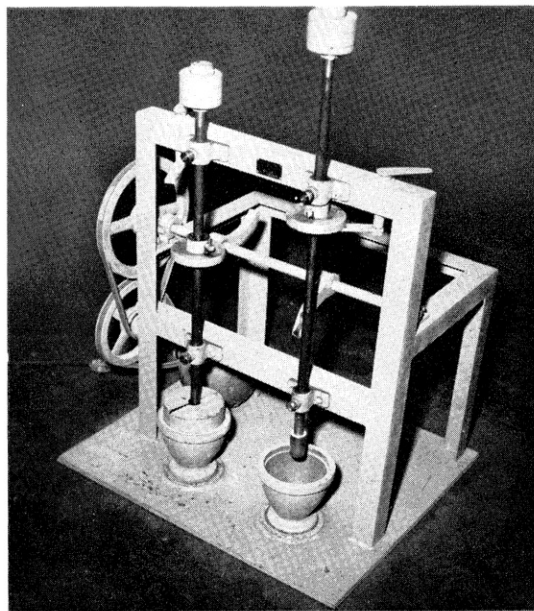
しかしこの方法では手間と時間が非常にかかり多くの場合不可能でもあるので種々の器械的方法を用いる。 普通に用いられている方法は鉱物間の比重の差を用いる方法と磁氣的性質を用いる方法に大別されるがまず比重による方法から説明しよう。

### 粉碎とふるいわけ

岩石または鉱石から目的の鉱物を単体分離する場合にまずその鉱物粒子と同じかもしくは多少小さい粒度にまで試料を粉碎しなければならない。次にふるいで粒度をそろえる必要がある。重液を用いる場合は粒子の大きさがそろわなくても良いが他の器械的方法による場合は粒度が一定でないといふ結果は期待できない。



双眼顕微鏡で鉱物を手選する



粉碎器

## 水 ひ

水ひとは 水中における試料の沈降の難易によって鉱物を分ける方法である。これを簡単に行うにはまず水を満したビーカーAに試料を入れ よく攪拌して一定時間経過後 浮遊中のものを水と共にビーカーBへうつしさらに一定時間経過後にビーカーCへという具合に 三・四回これを繰り返す 鉱物を分離する方法である。

この際 粒子の大きさが一定であれば 試料は比重の大小によって分かれ 一定でない場合は 粒子の大きさと比重の大小とによって分かれる。この操作を連続かつ自動的に行う方法が種々考案されている。この方法は粒子が非常に細かい場合には 極めて有効であるが 純粋な鉱物種をこの方法のみで集めることは困難である。

### 「椀かけ」とスーパー パンナー

この方法は 鉱物の比重の差を利用して分離するもので 昔から行われているものは いわゆる「椀かけ」という方法である。これは椀に砂などの試料を入れ 水を加えてゆり分けると 比重の大きいものと 小さいものが選別される。たとえば 砂金(比重19.3) 辰砂(比重8.1)等と 他の一般鉱物(比重2.6~4.5)のように比重の差が圧倒的に大きい場合には非常に有効であり 野外での簡便な方法として広く用いられている。

この椀かけを器械的に行い さらにもっと細かい比重

の差まで分離できるよう考案されたのが スーパー パンナーである。この装置はゆるやかな傾斜をもたせた細長い「椀」の上方から静かに水を流し 水の流れと同方向に鋭い衝撃を断続的に与えるのである。この操作を繰り返すと上方から比重の大きい順に鉱物がならぶ。

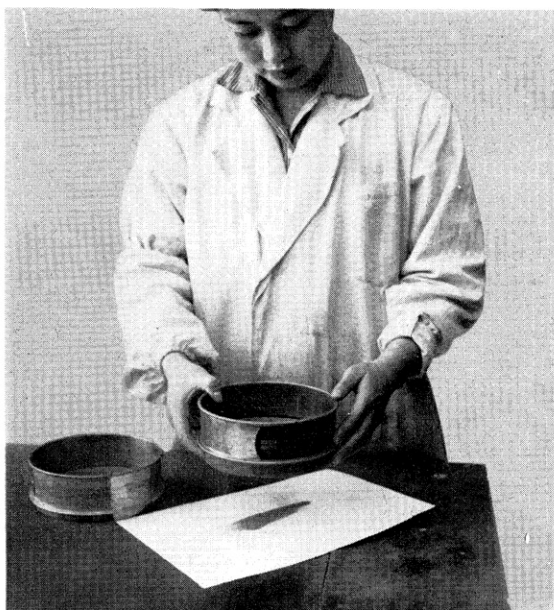
この場合衝撃の強さ・傾斜・水の流速は自由に調節できる。比重の差が1以上ある場合には 有効な方法ではあるが これのみでは化学分析用の試料を作ることはできない。

## 重 液 法

非常に有効な鉱物分離法に重液を用いる方法がある。これは比重の比較的大きい液中に試料を入れ 液より比重の大きいものを沈め 小さいものを浮かせて鉱物を分離する方法である。分液漏斗に液と試料を入れ よく攪拌してしばらく放置すれば分離できる。しかし試料が細粒の場合 または非常に少量しか含まれていない場合 試料と液の比重が近い場合には 遠心分離器を用いる。

毎分 3,000~4,000 回転程度の遠心分離器でも極めて特殊な場合以外は十分間に合う。遠心分離を行へば実際問題としては粒子の大小には影響されない。

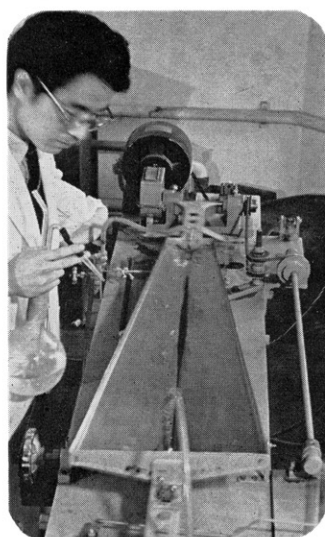
重液には数種類あり その種類と比重は 16頁の表の通りである。



鉱物をふるいわける



椀 かけ



スーパーパンナーで鉍物を選別

クレリチ液はマロン酸ナトリウムと蟻酸ナトリウムを同量混合して作る。右表の比重の値は温度20°Cの時のものであって温度変化による比重変化は相当大きいから使用の際注意を要する。またこれ等の液は種々の物理化学的性質を有しており各目的に適した液を選ぶことが重要である。

重液の種類と比重

重液の種類	比重
ブROMOFORM	2.85
四臭化アセチレン	2.95
ツーレ(またはゾンシュタット)液 $K_2HgI_4$	3.19
クライン液 $Cd(OH)_2 \cdot B_2O_3 \cdot 9WO_3$	3.28
沃化メチレン	3.30
マロン酸ナトリウム	3.35
蟻酸ナトリウム	3.35
クレリチ液	4.20

**クライン液**は粘性が高くまた酸性溶液であるので炭酸塩のごとく酸に侵される鉍物には用いられない。四臭化アセチレン・ツーレ液・クライン液は次に述べる沃化メチレンをアセトンで稀釈することにより簡単にこれらと同じ比重の液を作れることと以上述べたような欠点があるため最近では余り用いられていないのである。

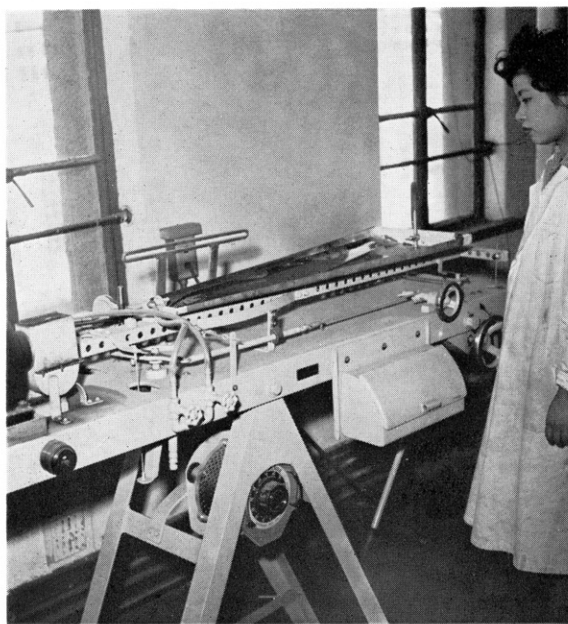
**沃化メチレン**は粘性も高くなく毒性もなくアセトンによる回収も容易であるため鉍物分離用重液としては優秀なものである。

**クレリチ液**は相当高価であり粘性も高く身体に付着すると有害であり洗滌・回収にも手間と時間がかかりその性質は余り好ましいものではないが一般に入手可能な比重3.3以上の重液はほかにないので使用されている。

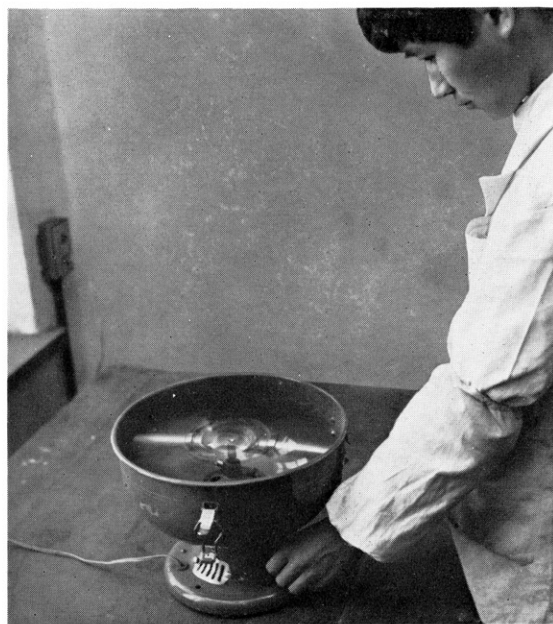
**ブROMOFORM**は比較的安価であり比重は石英・長石(2.75)より大きく他の多くの鉍物より小さい。また同液を使用した場合アルコールやアセトンによる洗滌・回収も容易であるので利用範囲が広く最も多く用いられる重液である。

**四臭化アセチレン**はブROMOFORMよりも粘性が大きくかつ比重3以下の重液はむしろ比重が石英・長石類のそれに近いほうが望ましいので実際に用いるにはブROMOFORMの方が便利な場合が多い。

**ツーレ液**は身体に付着すると有害でありまた洗滌に沃化カリ溶液と温湯を用いなければならず操作が面倒である。



スーパーパンナー



遠心分離器で重液分離する

クレリチ液は さらに結晶が層状格子からできているもの たとえば 雲母や粘土のような鉱物とは置換反応を起すゆえ使用できない。

以上のようにクレリチ液 沃化メチレンと重液中最も安価なブromofオルムが一般的に用いられている重液である。重液で最も比重の高いものは 4.2 であるのでそれ以上の比重の高い鉱物の分離は重液法ではできない。しかし 比重4.2以下の場合には 非常に精密な分離が可能で 遠心分離器を使用すれば 比重差0.1まで十分選別ができる。たとえば 比重2.57の正長石と比重2.65の石英を分離するには ブromofオルムをアセトンで稀釈して 比重2.60~2.62の液を作り 遠心分離すれば容易に分けられる。

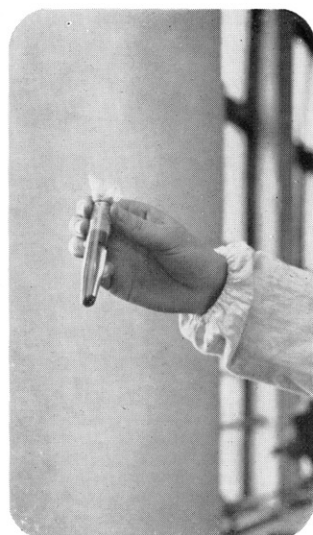
#### ハリモンド型磁気分離器

いままで比重の差を用いて鉱物を分離する方法を述べてきたが 磁氣的性質を用いる分離方法も非常に有効な手段である。その最も簡単な例は 普通の棒磁石または馬蹄形磁石を用いて磁鉄鉱 磁硫鉄鉱等を他の鉱物から分離する方法である。

しかし強い磁場を与えると 多くの鉱物は帯磁するので電磁石を用いて器械的に鉱物を分離する装置がある。

その代表的なものの1つがハリモンド型磁気分離器である。これは異なる強さの電磁石を数個 通常5個な

いし9個を強さの順に円形に排列したものである。試料を少量づつ皿の上に落し これを磁力の弱い方から順に磁石の下を通過させ電磁石の電流を皿の通過直後に切ると 磁石に誘引された試料は下にある受皿に落ちる。それぞれ異った強さの電磁石の下に 帯磁率のことなる鉱物が集るわけであつて この方法は 鉄 磁石等帯磁率の比較的高い鉱物の分離には非常に有効である。



重液分離した鉱物  
比重の大きなものは沈み軽いものは浮いている

#### アイソダイナミック セパレーター

アイソダイナミック セパレーターは高度に洗練された磁気分離器であつて 重液で分離不可能な高比重の鉱物 または比重の差のきわめて小さい鉱物や 帯磁率が比較的弱くハリモンド型分離器では分離不可能な鉱物等はこの器械を用いて分離できる場合が多い。

この装置は長く 非常に強力かつ調節可能な電磁石を横に置いたものであつて その磁極の間隙は一方が広くなっており 広い方が下になるように(横傾斜)傾いて



ハリモンド型磁選器



アイソダイナミック セパレーター



いる。さらにその間に途中から二つに分かれている「とい」が入れてあり その上に少量づつ試料を流す。帯磁率の弱い試料は下方の「とい」に落ち 帯磁率の強い試料は上方すなわち 磁極間の間隙がせまく磁場の強い方へ引き上げられる。

試料を流すには電磁石全体を「とい」の方向（縦の傾き）へ傾け 「とい」の一端にあるバイブレーターで振動を与えて試料をすべり落す。

この際粒子が 300 メッシュ以下であったり 試料が湿気を帯びていると その流れがうまく作動しない。

アイソダイナミック セパレーターの操作に当っては器械の横傾斜角度と 電磁石の強弱により分離の状態がきまる。つまり帯磁率の高い鉱物は 少い電流でも分離できるが 低い鉱物は電流を強く流さねばならない。横の傾きは通常  $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ で行うが 場合によっては  $40^{\circ}$ まで傾けることができる。電流は 1.5A まで流せるが 1.0A 以上では 長時間の連続使用は無理である。

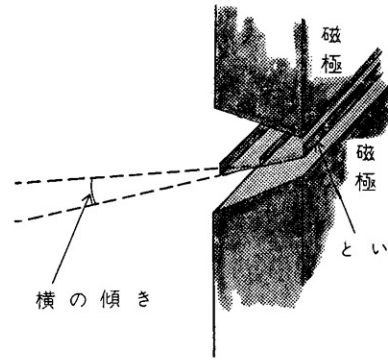
この装置では試料が磁極の間を通るため 極めて強い磁場に入り 高度の分離が可能である。したがって僅かに化学成分の異なる鉱物 たとえば普通輝石とピジョン輝石の分離なども可能である。

鉱物の種類と分離の際用いる傾斜角度 電流等の関係は非常に微妙であり 常に一定の値を用いるよりも 実験の度毎に調整する方が良い結果が得られるようである。

大部分の造岩鉱物は横の傾き  $15^{\circ}$  で電流 0.2A  $\sim$  0.7A



スーパー ソニック バイブレーター



アイソダイナミック セパレーターの様式図

で誘引されるが 石英や長石は全く引かれぬ。この装置の欠点は非常に時間のかかることと 粒度の余り細かいものには使用できない点である。普通 80 $\sim$ 150 メッシュ程度の粒度が 最も円滑に分離できるものである。

### その他の分離法

最近スーパー ソニック バイブレーターという水に超音波振動を与え 水中に入れた試料を振動によって分離する装置が実用化された。

これは粘土状のものと密接に共生している鉱物を分離するような場合にはきわめて有力な武器である。

以上のほかに 静電的方法 風ひ など種々の分離方法があるが 現在は余り一般的には使われていないようである。

上述した色々な鉱物の分離方法は 多くの研究室でも普通に用いられている方法であるが 皆一長一短があり分離しうる鉱物にも限度がある。従って一つの方法だけで能率よく目的の鉱物を単体分離しうることは むしろ稀である。

たとえば 目的の鉱物が試料中に少量しか含まれていない場合には スーパーパンナーもアイソダイナミック セパレーターも全く無力であり 比重が 4.2 をこえる鉱物間の分離には重液が使用できず また粒度 300 メッシュ以下で大量処理が必要な場合等はアイソダイナミック セパレーターは好ましくない。

従ってたとえば 花崗岩中の角閃石を分離する場合は 試料粉碎後 プロモフォルムで長石・石英を除去しその後アイソダイナミック セパレーターを用いれば最も迅速に良好な結果がえられる。

(鉱床部 鉱石課)