

# 顕微鏡下の岩石

## 8

解説 小野晃司 撮影 正井義郎 薄片製作 佐藤芳治

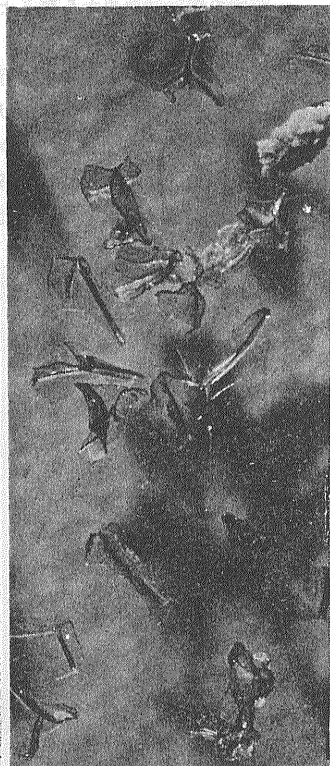
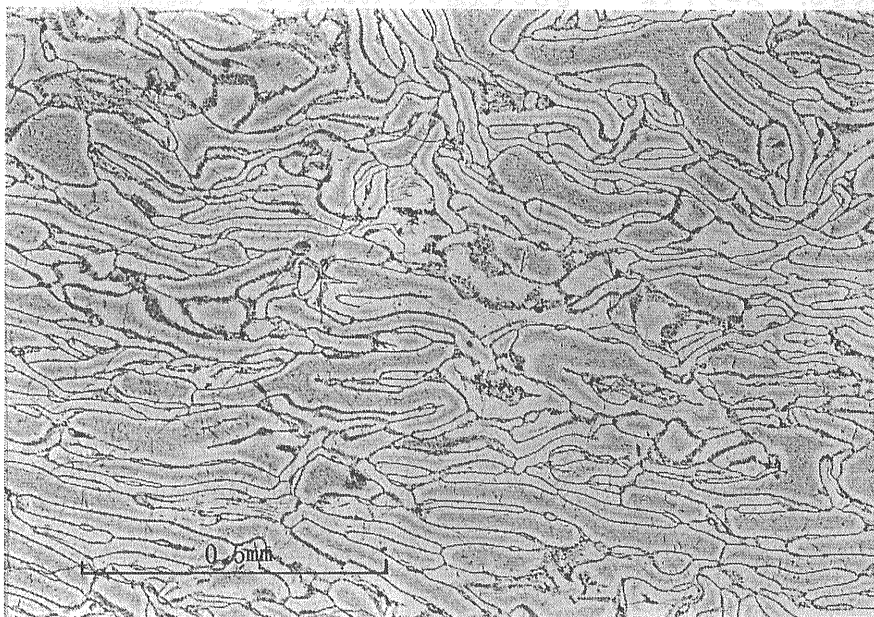
### 溶結凝灰岩 (その1)

この顕微鏡下の岩石のシリーズでは 3・4号前(187・188号)に 中生代の流紋岩 とくにその溶結凝灰岩 についての解説がのせられた。ここでは それの繰返しになる部分も多いことをはじめに許していただいて 溶結凝灰岩の鏡下の性質について書いてみたい。

最初の写真①は 溶結凝灰岩のもっとも本質的な特徴の ガラス破片が変形・接着している状態をよくみせている。この写真の説明はあとにまわすことにして このように溶結する前の1つ1つのガラス破片——ガラス火山灰——とはどんなものだろうか。写真②はステレオ撮影によるガラス火山灰の写真である。

地下の液体マグマ中には 揮発性成分(おもに水)がとけこんでいるが 結晶作用の進行 マグマの上昇などによって外圧よりも蒸気圧が高くなれば ガスの分離がおきて マグマの中に泡ができはじめる(これを発泡という)(第1図)。気泡が多量にできた状態で急冷すると 空隙を多く含んだまま周囲の液体は固まってガラスとなる。

軽石・スコリアなどはこうしてできた岩石である。よく発泡した軽石の薄片(写真③)をみると その容積のほとんどは気孔で 岩石の実質は わずかに気孔と気孔のあいだの壁の部分しかないのがわかる。もしさらにそれぞれの気泡が成長をつづければ 泡となりの泡とは連絡する。つまり 泡をへだてていた壁はそこで切断されて かけらとなる。第1図Cのように気泡が球形に近ければ 壁の厚いガラス破片となるだろう。ガラスの粘性が低くて 第1図Dのように 気泡が多面体形になるまで膨張すれば(水面にもり上げて作



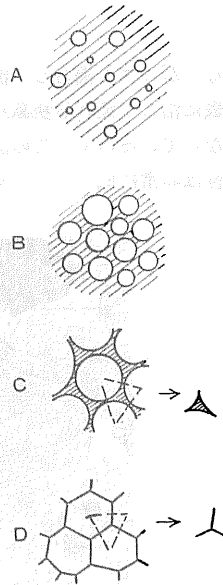
写真① 流紋岩溶結凝灰岩  
Walcott tuff アメリカ アイダホ州 アメリカンフォールス  
無疵晶で ガラス火山灰のみからなる

写真② ガラス火山灰(ステレオ写真)  
Aso-4 火砕流基底の非溶結  
大分県大野郡犬飼町戸上  
下端のガラス破片には

「この稿では 今後とくにことわらない限り 溶結凝灰岩の写真は 圧密による平行構造」

った石輪の泡を想像して下さい) 薄板を組立てたようなガラス破片ができるだろう。写真②はまさにこのようなものである。英語ではガラス破片のことを glass shard というが shard とは せと物のかけらのことだそうである。“壁”1枚の破片は板状のガラス火山灰となる。また 気泡ができてからマグマが流動すれば気泡が引きのばされて管状の泡をもったガラス片ができる。軽石の繊維状構造とか 絹糸光沢は この管状の気泡によるものである。

マグマが急激に発泡しはじめると 写真②のような1個の泡程度の寸法のかけらから 泡をたくさん含む もっと大きい液体のかたまり—軽石—まで いろいろの寸法の破片ができるだろう。液体マグマ中に結晶(斑晶)が晶出して浮いていたとすると その結晶も液体と一緒に地表に抛出される。また 爆発によって 周囲にあった既に固った岩石が破碎されれば それは岩石の角ばった破片となるだろう。このように 火山灰といっても ガラス破片・結晶片・岩石破片などがあるのだが もし火山灰のなかに 上に述べたような特徴的な凹形の外縁をもつもの あるいは管状・繊維状のガラス片が多量に含まれていれば それは この堆積物が液体マグマが主役だった活動の産物であることの証拠となる。反



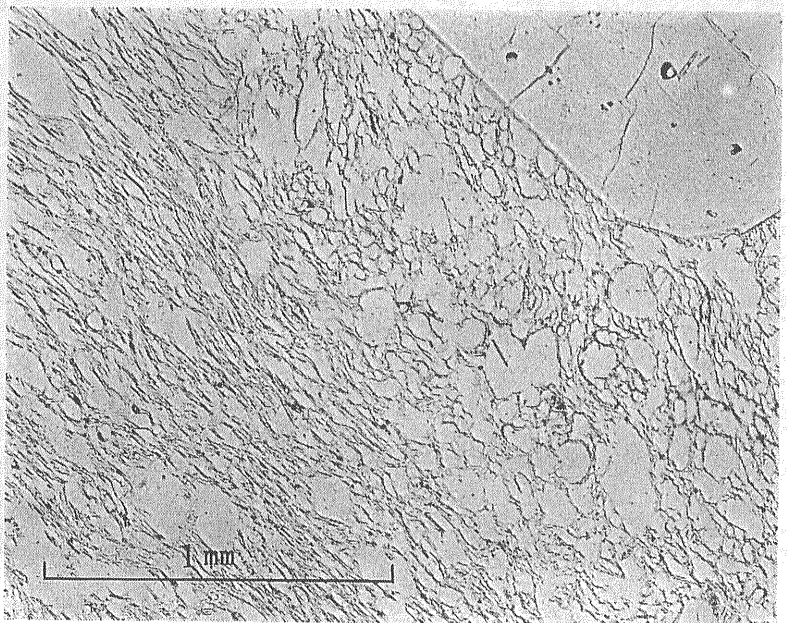
第1図 気泡の成長とガラス火山灰の生成

対にガラス片がなく 岩石の角礫状の破片ばかりしか入っていないものは ガス爆発の産物である可能性が多い。

写真④は軽石をかるく粉砕して その中の結晶を集めたものである。結晶のまわりに泡だったガラスの衣がついているのがよく見えている。中央・左下などには管状の気孔をもったガラス片もみえる。この写真は 軽石を粉砕した いわば人工の火山灰であるが 自然の



部 0.35~0.5mmの粒径部分



写真④ 軽石(空隙率 約80%)

Aso-4 火砕流

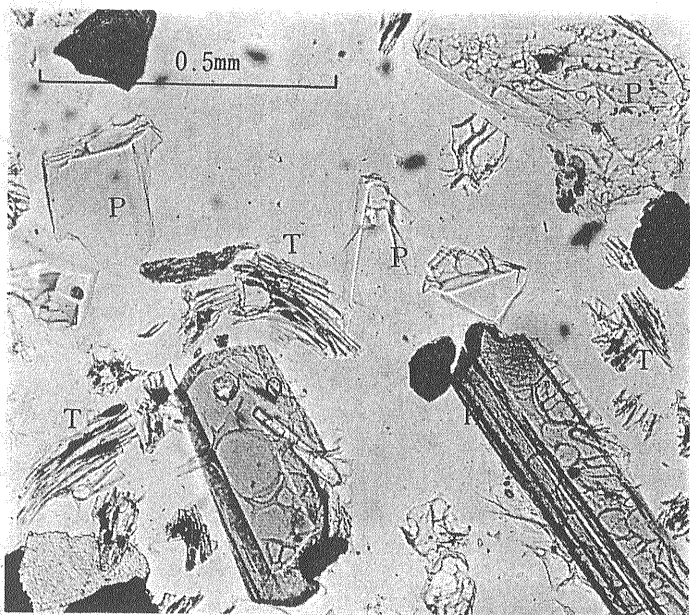
右上半は球形に近い気泡 左下半はやや繊維状にのびた気泡と それをきる大形の球形

破裂していない球形の気泡がついている

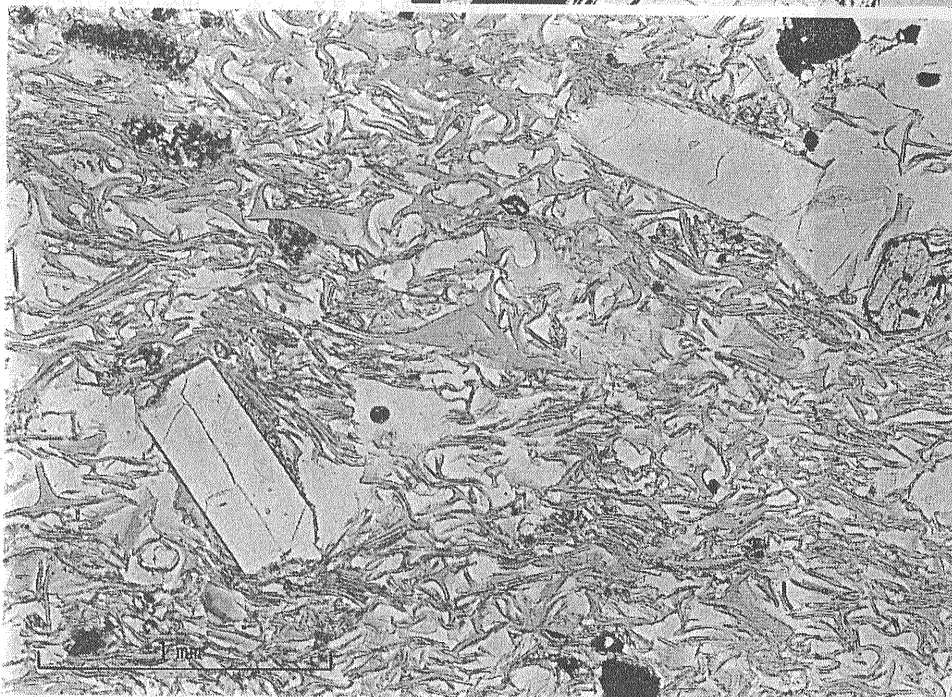
粉碎作用である爆発でも まったく同じようなものができている。

こうしてできた火山灰・軽石などがガスと混合し 混合物全体が一種の流体として地表に沿って流れる現象が火砕流である。 ガスが滑剤となっているので この流体（混合物）の全体としての粘性は非常に低い。 つま

り 流れる速度がはやいので 計算によると 運動している短時間のあいだに失われる熱量は 意外に少ないらしい。 そのため 火砕流のなかには 運動性を失って静止したときも まだかなりの高い温度を保持しているものがある。 化学の実験室でガラス細工で知っているように ガラスは高い温度では 力を加えると塑性変形をする。 火砕流が停止して それまで火山灰のそれ



写真④  
 軽石からの分離結晶  
 Aso-4 火砕流  
 結晶には ガラスの泡のあとが  
 みえる  
 大分県直入郡荻町湯目  
 P:斜長石 O:紫蘇輝石  
 H:角閃石 T:管状気孔を  
 もつガラス破片



写真⑤  
 弱溶結の溶結凝灰岩  
 Aso-4 火砕流  
 大分県竹田市七里石  
 切場

ぞれの粒子のあいだを離していたガスが上へ抜け出てしまうと 火山灰同士が接触するようになる。ここで各ガラス粒子が荷重を支えるだけの強さ（剛性）をもたなければ 変形してつぶれて行く。もとのガラス火山灰・軽石は空泡を含み 凹形の不規則な外形のものである。それらがはじめに累積したときは フカフカした大変に空隙の多いものだろう。それから出発してガラスの塑性変形によって空隙をへらし 上下方向に圧縮してゆく過程を溶結（welding）という。したがって この変形はふつつ圧縮方向に垂直な扁平化である。

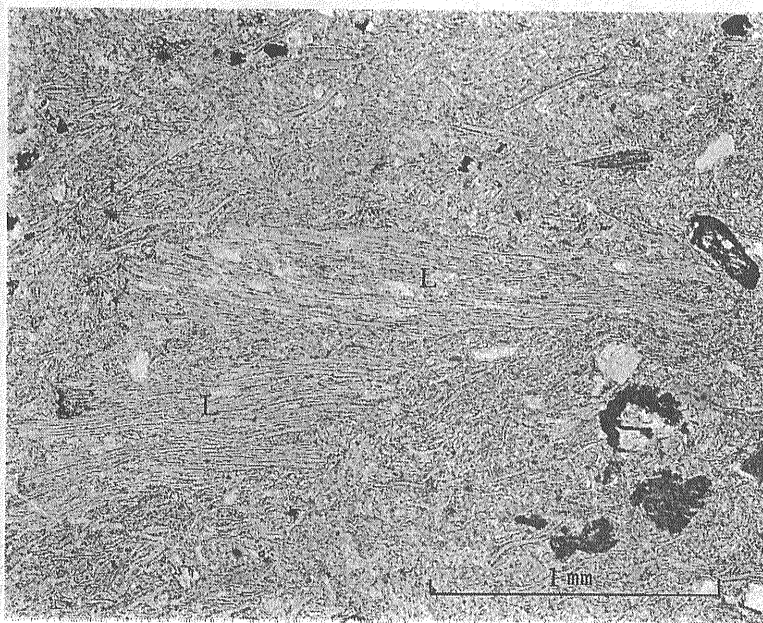
写真⑤ は溶結の初期の状態を示すもので 各ガラス破片はやや扁平化し 接触面も広がっているが ガラス片のあいだにはまだかなりの空隙が残されている（比重から計算した空隙率は約45%）。それに比べて 最初にあげた写真①では各ガラス破片は全く密着し 空隙は残されていないように見える。これは溶結の最終段階に近い。事実この岩石は 肉眼では全く均質・緻密な黒曜岩で 火砕岩らしい破片構造はどこにもみえず 薄片をみなければ溶結凝灰岩とは到底思えないものである。写真①では ガラス破片に Yの字を横にしたような あるいは 音叉を横にねかせたような形のものがある。これが写真②や第1図C・DのY形のガラス破片の変形したものであることはいうまでもない。このように 扁平化したガラス破片が多くみつかれば それは高温の塑性変形の産物 すなわち溶結凝灰岩としてよいだろう。ガラスの粘性は 同じ化学組成

では温度にもっとも強く支配されるので 火山灰が地表に堆積したときに高い温度でなければ溶結しない。これが ほとんどの溶結凝灰岩は陸上の火砕流起原であり 降下火砕物起原のものはきわめて稀 水中堆積の火砕物ではまだ確認されていないことの原因であろう。

写真⑥ は溶結の程度が写真①と⑤との中間の状態にあるもので ガラス破片の変形は著しくないが 平行構造は明瞭で 空隙率も少なくなっている。軽石片にはっきりした繊維構造がみられるが これは管状の気孔がまだ完全にはつぶれていないことを示している。

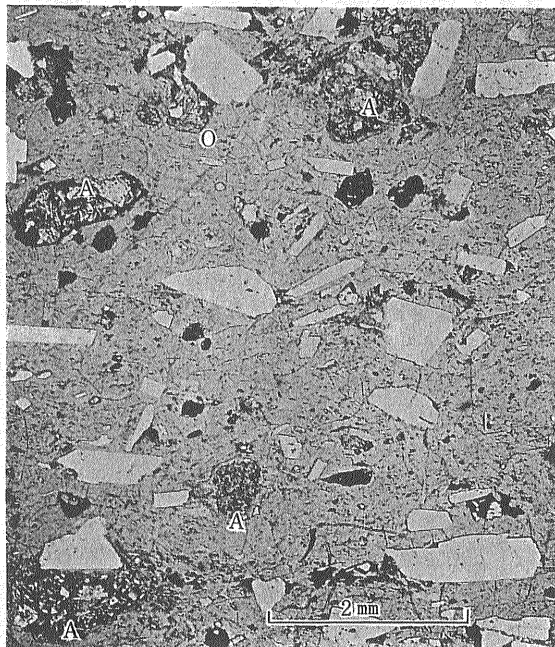
写真⑦ は溶結がもっとも進んだ状態の1例である。この写真だけでは 一見珪晶とゼノリスを含んだガラス質の溶岩かのように見える。しかしこれを拡大してみると（写真⑧）⑦では均質にみえた基質のガラスに著しく扁平化した破片構造が わずかに見えてくる。全体としては水平の平行構造が 右上や左下の岩片・結晶の近くでは それを取巻いて流れる流線のように屈曲している。とくに注意をひくことは 岩片・結晶の左右の部分だけ 基質が汚れたように濃色となり ここではガラス破片の形が他の部分よりもよく見えることである。岩片・結晶が変形しないで荷重をうけているために 左右の隣接部分では圧力が少なく変形が少ないことを示している。その部分だけが濁って見えるのは そこにガラスの結晶化（脱ガラス化）がおきているからである。ガラスの結晶化については次回に述べよう。

写真⑥  
弱溶結の溶結凝灰岩  
Aso-4 火砕流  
大分県大野郡大野町岡村  
L：完全にはつぶれていない  
V：軽石片



最後にここで使用した薄片について簡単にふれておく。ガラス質で亀裂の多い溶結凝灰岩や空隙の多い軽石などは薄片をつくるのに厄介なもの1つである。岩石中の空隙はカバーガラスをかけるときに気泡のもととなりやすいし、研磨中に塵が入って見苦しくなる。それで多孔質あるいは脆い岩石の場合には、岩石片を

スライドガラスに貼付ける前に、バルサムで焼固めて空隙を埋めておかねばならない。バルサムは焼過ぎると茶色に着色して、仕上り後に色が残るので注意を要する。焼固め前にはよく洗って空隙に入った粉塵を除く。超音波洗浄機があれば、それで数分洗うのがもっともよい。カバーをかける前にも、空隙の部分のバルサムにすりこまれている塵をブラシと石鹼水で洗い去る。



写真④の薄片は、軽石中の結晶の容量測定のために作ったものである。スライドガラスの上にバルサムをどかし、それに試料の結晶細片をふりかけ、針で練りあわせて均等に分布させた上で固着させる。したがって結晶のスライドガラスに向いた側は研磨していない自然表面のままなので、結晶面のレリーフやガラスの衣が見えているのである。

薄片の写真は、このシリーズの他の写真と同様に、ニコン万能投影機によっているが、写真②のみは、深い焦点深度と立体効果の強調のために、ニコンマルチフォト撮影機を使用した。ステレオ写真については、応用地質部松野久也技官にいろいろ教えていただいた。

(兼者は 地質部・研究企画官付・特殊技術課)

#### 写真⑦

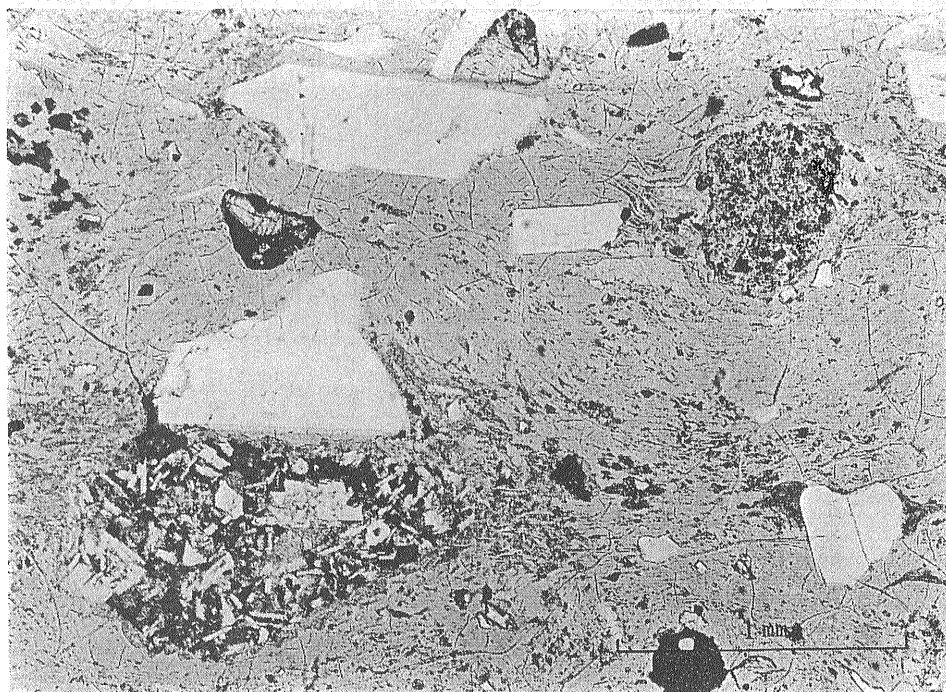
強く溶結した溶結凝灰岩

Aso-4 火砕流

大分県竹田市七里石切場

O: 紫燻輝石 A: 外来岩片

白: 結晶は斜長石



#### 写真⑧

写真⑦の左下部の拡大図