

福井県池田町東俣南方に分布する 石灰質砂岩にみられる溶解現象について

梅田 美由紀*

Diagenetic dissolution of calcareous sandstones in the Higashimata area at
the south of Ikeda-Cho, Fukui Prefecture, central Japan

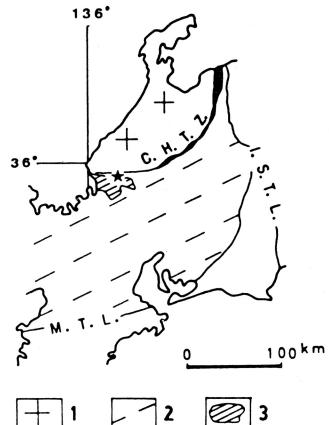
Miyuki UMEDA*

【要旨】 南条山地の北端に位置する福井県池田町東俣の南方に分布する砂岩は、非常に石灰質である。この砂岩を鏡下で観察すると、続成作用が主要原因と思われる著しい溶解現象がみられる。構成粒子のうち一般に石英と斜長石の粒子は、断面でみると周縁が溶けて不規則に入り込んでいる。溶解作用を受けた後の粒子の形態としては、石英はアーモンド状に、斜長石は双晶の接合面に沿って階段状になっているのが特徴である。そして、溶けてなくなった部分にはマトリックスと同じように緑泥石や絹雲母などの粘土鉱物が晶出し、マトリックスとは全く区別できなくなっている。そのため、本砂岩のマトリックスの割合は溶解作用以前に比べ増加している。また、斜長石の粒子はしばしばアルバイトに置換されているので、鉱物組成もまた堆積当時のそれを表わしてはいない。溶解現象が著しいことと砂岩が石灰質であるということとが関係しているのかもしれない。本調査により、東俣地域の石灰質砂岩のマトリックスの割合や鉱物組成は続成段階において変化したことがわかった。

はじめに

梅田(1987)は、福井県池田町東俣南方(第1図)に分布する石灰質砂岩の岩石学的記載をしたが、この中で砂岩中の碎屑粒子の溶解現象についてもふれた。これは、粒子の周縁部が溶脱し、外周部が湾状に入り込み不規則な外形になっている現象で、続成段階の溶解が主要原因と思われる(梅田, 1987)。今回この溶解現象について再度鏡下で観察・検討したのでその結果を報告する。

この報告にあたっては、福井大学教育学部服部 勇先生に終始適切な助言をいただき、また地学教室の写



第1図 南条山地の位置と調査地(★)
1：飛騨帶+宇奈月帶, 2：美濃・丹波帶 3：南条山地,
M.T.L.：中央構造線, L.S.T.L.：
：糸魚川-静岡構造線,
C.H.T.Z.：飛騨外縁帶

* 910 福井市足羽上町 147

福井市立郷土自然科学博物館

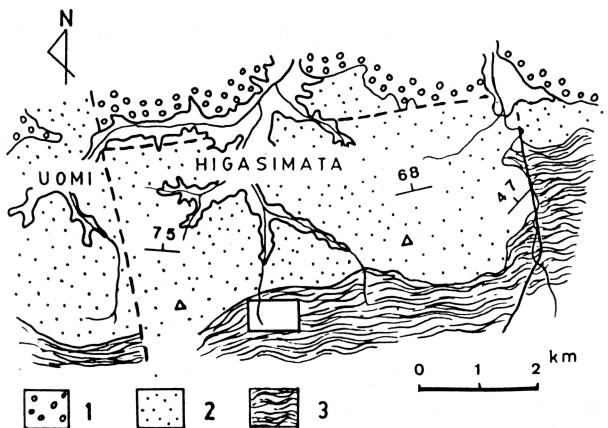
真撮影装置を借用させていただいた。心よりお礼申し上げる。

地質概説

調査地域は南条山地の最北端にあたり(第1図), ジュラ紀前期のオリストストロームを主体とするいわゆる春日野相(服部・吉村, 1982)に含まれる(中屋・斎藤, 1986; 梅田, 1983; 1987)。そして、すぐ北側には中粒から粗粒の塊状砂岩から成る東俣層が分布しており(第2図), 両者の関係は非整合に近い不整合的関係であるとされている(中屋・斎藤, 1986)。調査地域では、全体の走向

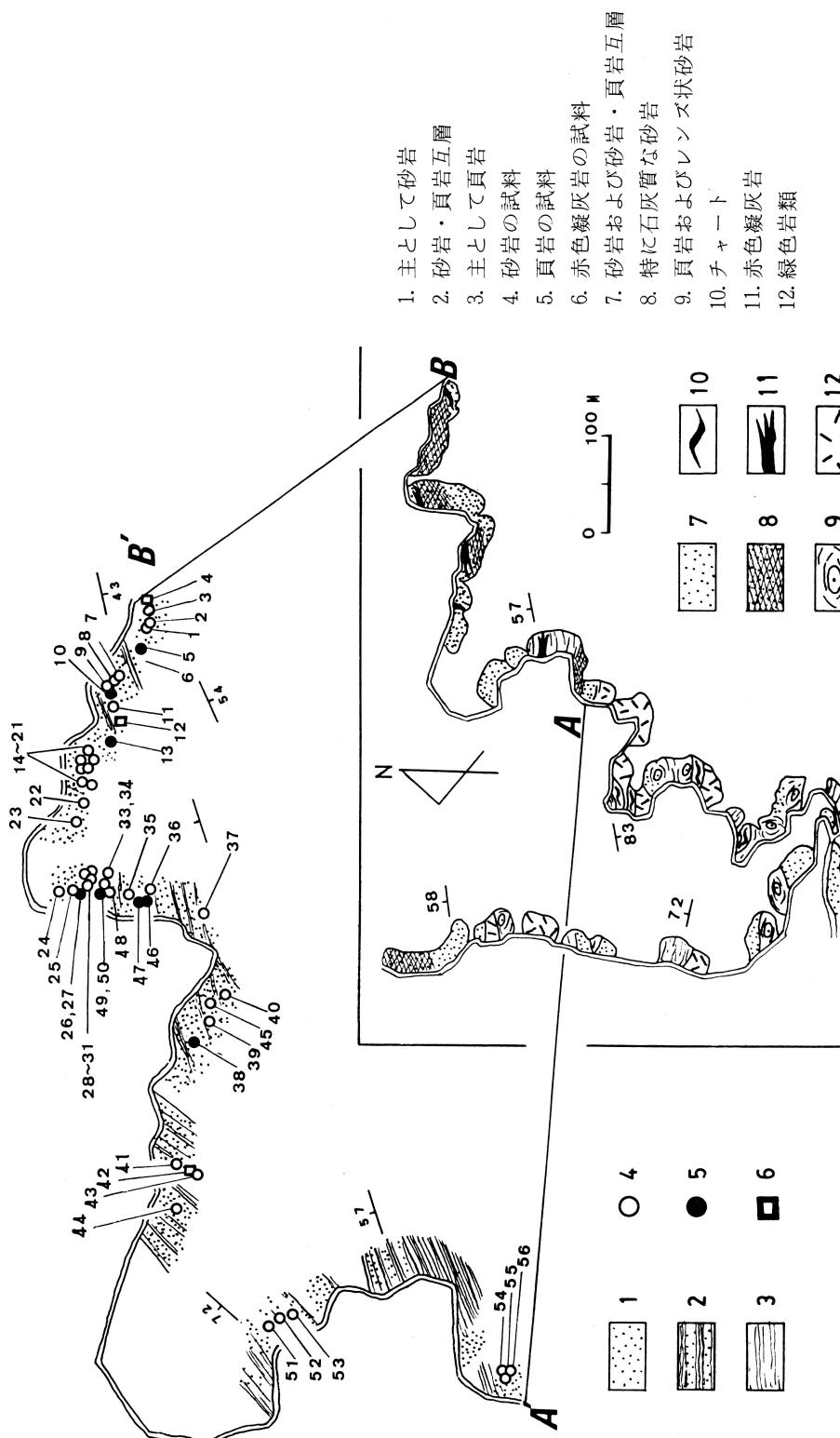
は東西、傾斜は北に60°ほど傾いており、これらの地層を切って南北方向に林道がつくられている。この林道に沿って新鮮な露頭が断続的に分布し、主に砂岩、頁岩、チャート、緑色岩類から成り、チャートや緑色岩類はオリリストリスと考えられる(第3図)。また、安山岩や流紋岩の岩脈がいたるところで春日野相に貫入している。石灰質砂岩が分布するのは、この林道の最も奥で、北側の東俣層に近い部分である。この付近は主に砂岩と頁岩との互層から成り、前者は全体的に石灰質で局部的に石灰岩と見まちがえる部分さえある。しばしばあざき色の赤色凝灰岩をはさむが、この凝灰岩は厚い部分では約30cm、薄い部分では数cmとなり、ついには消滅してしまい、鍵層としては利用できない。

石灰質砂岩は南条山地の他地域でみられる砂岩に比べ、黒っぽい灰色あるいはオリーブ色がかっており、塊状または単層の厚さが2~20cm程の砂岩層と1~2cmの頁岩層との互層であったりする。表面には無数の方解石の脈が網目状に発達していたり、それがしばしば風化により溶脱し、内部まで虫食い状になっていたりして、ハンマーで容易に傷がつく。第3図のように約1kmほどの範囲から、砂岩、頁岩、赤色凝灰岩の試料を採集し、薄片を作製して偏光顕微鏡下で観察、スケッチした。その結果、砂岩は全てグレイワッケに分類され、碎屑粒子の外形は角ばっている。主な構成粒子としては、石英、斜長石、アルカリ長石、緑レン石、火山岩の岩石片、チャート、変成岩起源と思われる石英、雲母(全体が緑泥石によって置換されている)、その他稀に電気石、ルチル、ジルコンの碎屑粒子や花コウ岩の岩石片を含んでいる。一方、マトリックスには絹雲母や緑泥石などの粘土鉱物が晶出している。また、脈鉱物としては主に方解石や石英が発達しているが、泥やシルトが脈状に発達することもある。方解石の脈は時々酸化鉄鉱物を伴ったり、方解石脈とマトリックスとの境界に線状に観察できることもある。この脈は肉眼でも鉄さび色にみえ、岩石全体も赤茶色を呈している。



第2図 池田町東俣付近の岩相分布と調査範囲(□内)
1:足羽層群(?), 2:東俣層, 3:春日野相
(中屋・斎藤, 1986より引用, 一部略)

福井県池田町東俣南方に分布する石灰質砂岩にみられる溶解現象について



第3図 石灰質砂岩分布地域のルートマップおよび試料採取地点

碎屑粒子の溶解現象について

鏡下において石灰質砂岩中の碎屑粒子は、緑レン石と火山岩の岩石片を除き、その周縁部はすべて不規則な凸凹で囲まれており（第Ⅰ図版-A），ノコギリの歯のようにギザギザになっていたり（第Ⅰ図版-B），深くえぐられ内湾のような外形（断面）を呈していたり（第Ⅰ図版-C）する。砂岩中の碎屑物が堆積時よりこのような凹凸の周縁をもった形であったとは考えられない。同じ南条山地の砂岩でも冠山や高倉を中心として分布するいわゆる高倉相（服部・吉村，1982）から産する砂岩の粒子は角ばっており、粒子の周縁も直線的である（第Ⅰ図版-D）。調査地域の石灰質砂岩も堆積時には高倉相の砂岩のように断面でみるとゆったりとした直・曲線で囲まれた粒子で構成されていたが、続成過程において周縁部が溶脱したと考えられる。

碎屑粒子の溶解の程度は、採取場所、また同一単層内においてもどの部分から採ったかにより異なる。一般に方解石の脈が発達した試料（あるいは溶脱後虫食い状になった試料）ほど溶解も激しく、また砂岩の色との関係でみると、黒味がかかった灰色を呈する試料やオリーブ色がかかった試料の方が、鉄さび色を帯びた試料より、若干ではあるが溶解の程度が著しい。次に1つ1つの粒子に関しても溶解の程度は様々で、最も著しく溶解している例としては粒子の半分が溶けてしまったと思われる斜長石がある（第Ⅰ図版-E, F）。溶解作用を受けた粒子ではもともとの外形は痕跡としても残っておらず、溶けてなくなっている部分にはマトリックスと同じように新たに粘土鉱物が晶出し、周囲のマトリックスとは区別できない。それで、堆積当時の粒子の外形（断面）を再現するには、残された外形の頂点を機械的に結ぶことにより推定されるだけで、実際には堆積時の粒子は直線で囲んだ外形よりも多分大きくなるであろう。粒子の大きさと溶解の程度との関係をみてみると、あまり小さな粒子、逆に大き過ぎる粒子には顕著な溶脱はみられない。0.15mmから0.2mmぐらいの大きさの粒子が最も溶解が著しい。また、粒子の種類によっても溶解の程度はちがう。石英の粒子や斜長石の粒子は強い溶解作用を受けているが、緑レン石や火山岩の岩片はあまり溶解していない。1つの粒子においても各辺の溶解の様子は異なる。例えば、溶解作用を強く受け湾状に溶脱している辺とあまり溶解作用を受けず直線的なもとの形が残っている辺とが、断面でみた時となり合っていたり、溶解された辺の外形（断面）がシャープに、言いかえるとマトリックスとの境がはっきり区別できる状態で溶解している辺と、マトリックスと粒子との境が不明瞭でモヤモヤしている辺がある。後者を高倍率でみると粘土鉱物の結晶が、溶けて変形した辺に垂直に晶出していることがある。

溶解作用を受けている粒子同士の関係をみると、となり合う二つ以上の粒子の外周の凸凹が互いに入り組みジグソーパズルのようになっていることがある。これは互いの粒子が外圧により押し合い、溶け易い部分から溶脱がすすみ相対的に溶けにくい向い合う部分がはまり込んでできたものと思われる。顕微鏡による岩石薄片の観察の場合には断面をみることになるが、いわゆる‘pressure-solution’のように粒子の一部が溶けてくつてしまつた例は少なく（第Ⅰ図版-G, H），一般には互いにかなり接近していても、粒子間には極薄くマトリックスをはさんでいる。

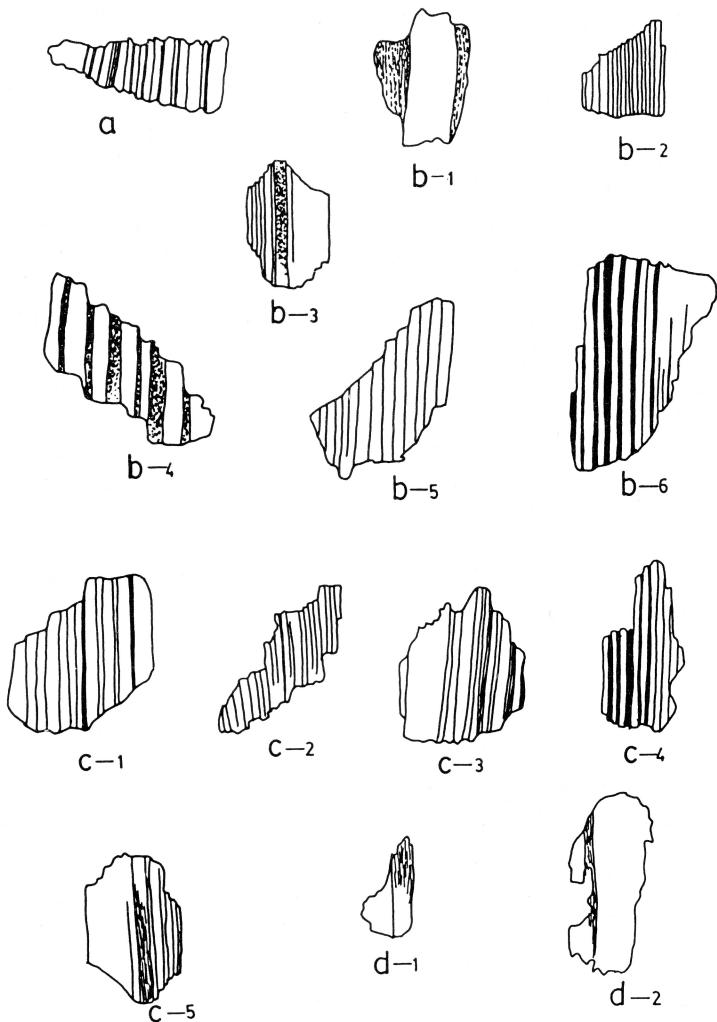
a. 斜長石粒子の溶解現象の特徴

斜長石の粒子の溶解現象の特徴

第1の特徴としては、直交ニコルで見た時、明暗の縞に沿って、言いかえると双晶の接合面に沿って溶解が進んでいるという点があげられる。一般に1つの斜長石粒子では断面でみた時、双晶の接合面に垂直な辺の方が、平行な辺よりも強い溶解作用を受けており、ノコギリの歯のようになっていたり(第4図-a)，階段のようになっていたりする。後者の場合、1段が1双晶片にあたる場合(第4図-b，第II図版-I)と1段が複数の双晶片に対応している場合(第4図-c，第II図版-J)とがある。また、単純双晶の粒子で片方の結晶にだけ二次的絹雲母が無数に散在していたり、片方の結晶だけが溶けてほとんどなくなっていたりすることもある(第4図-d)。

一般に斜長石の粒子は、無数の小さい針状の絹雲母の結晶によって汚れているが、この絹雲母は接合面に沿ってあるいはそれと平行に晶出して

いることが多い(第II図版-K, L)。また、アルバイトが二次的に成長していたり、もともと斜長石だった部分を置き換えていることがある。前者の具体的な例としては、斜長石の碎屑粒子が折れてすき間ができる、そのすき間を埋めるようにアルバイトが成長していたり(第5図-a-1, 第II図版-M)，溶解作用を受けて溶脱しマトリックスのようになった部分に、もとの斜長石から引き続きアルバイトが伸びていたり(第5図-a-2, 第II図版-N)，脈状に成長していたりする



第4図 斜長石の粒子の溶解の形態のいろいろ

- a：ノコギリの歯状
- b：階段状(1段-1双晶片)
- c：“(1段-複数の双晶片)
- d：片方の双晶片がなくなる

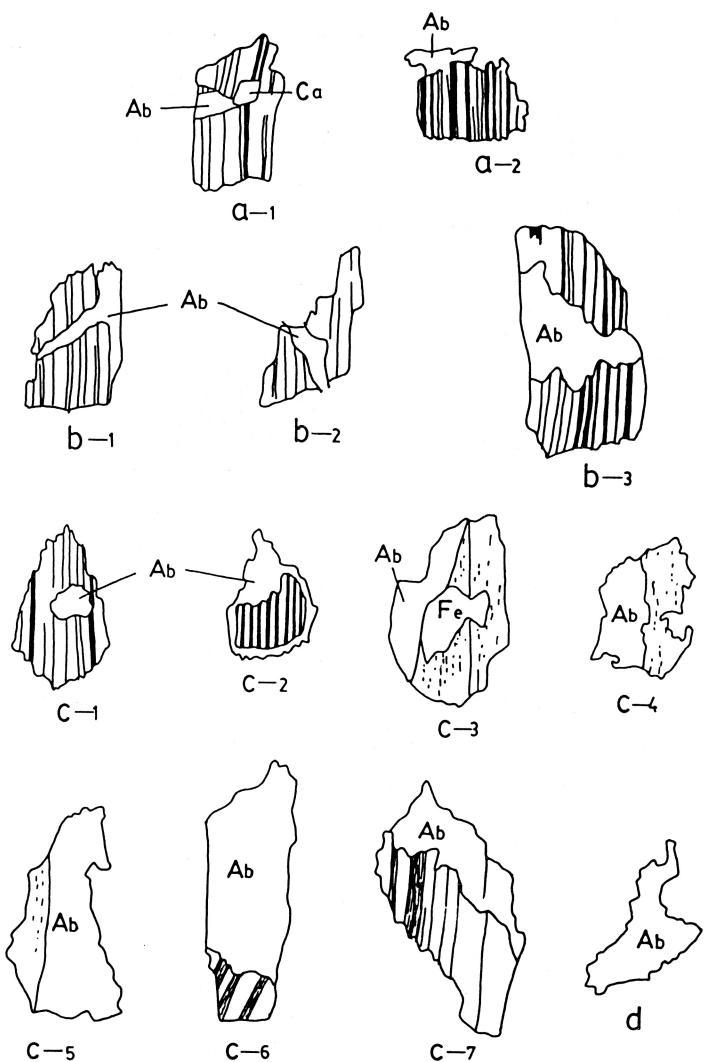
(第5図-b, 第II図版-O)。

後者の例としては、溶解作用を受け変形した粒子全体をアルバイトが置換したり(第5図-d), 粒子の内部を一部置換したり(第5図-c-1),あるいは逆に内部は斜長石が残っているが外側はアルバイトによって置換されている粒子もある(第5図-c-2, 第III図版-Q)。一般に溶けた部分にはマトリックスと同じ粘土鉱物(主に絹雲母や緑泥石)が発達し、本来のマトリックスと、もともとは斜長石だったが、新しくマトリックスのようになった部分とは区別できない。

ところで、調査地域の石灰質砂岩は構成粒子として安山岩や粗粒玄武岩などの火山岩の岩石片を含み、それらは単純双晶の短冊状の斜長石を多数含んでいる。周囲の斜長石の粒子が著しく溶解しているにもかかわらず、これらの岩石片粒子中の斜長石は全く変形しておらず(第III図版-R), 溶解作用は受けていないと思われる。このことは、ここで

みられる溶解作用が、完全に固結した状態では進行しないということを示している。

また、粒子が切れて双晶がずれている斜長石がしばしば観察されるが(第III図版-S, T), 時にはこの割れ目に沿って脈状にアルバイトが発達することがある。さらに、稀にではあるが、斜長石に生じたアルバイトの脈を切って方解石が成長していることがある。このことから二次的アルバイトと方解石の前後関係を推測すると、アルバイトの形成後に方解石が成長したといえる。



第5図 アルバイト(Ab)の成長・置換の形態

- a : 二次的に成長している。
- b : 斜長石粒子を脈状に切って成長している。
- c : 斜長石粒子の一部を置換している。
- d : 粒子全体を置換している。

b. 石英の粒子の溶解現象の特徴

石英の碎屑粒子は量的に最も多いが、全ての粒子の周縁部は溶解作用を受け、直線状の辺はみられない。石英の溶解現象には斜長石のような規則性はなく、周辺がアーベー状に入り組んでいることが多い(第Ⅲ図版-U, V)。そして、斜長石の粒子の場合と同様に溶けてなくなった部分には、絹雲母や緑泥石などの粒土鉱物が成長し、本来のマトリックスとは鏡下では区別不可能である。

石英の碎屑粒子は方解石により一部置換されていたり、粒子の周縁部が絹雲母などの粘土鉱物に取り囲まれていることはよくあるが(第Ⅲ図版-W)，粒子全体に絹雲母が散在することはない。例えば、花崗岩の岩片だと思われるが、1つの粒子で半分は石英、もう半分は斜長石から成る粒子で、斜長石の部分には無数の絹雲母の結晶が散在し、脈状のアルバイトも発達しているが、石英の部分には絹雲母もアルバイトも全く晶出していない例がある(第Ⅲ図版-X)。

考 察

南条山地において砂岩は一般に溶解作用を受けている。しかし、今回報告した東俣南方に産する石灰質砂岩では特にその効果が顕著に現われている。この石灰質砂岩は今のところ春日野相に含まれると考えられる。春日野相はオリストストロームで全体的に泥が多く、また産する砂岩も一般に非常にマトリックスの量が多いのが特徴の1つである(服部・吉村, 1979)。

溶解作用を受けた程度は、場所的なちがい、母岩の岩質が石灰質かどうか、粒子の大きさ、粒子の種類などによって異なる。例えば、石英と斜長石とはよく溶解作用が進行し粒子の周縁部は断面でみると不規則に入り込んでいるが、緑レン石や火山岩の岩片や雲母などは堆積当時の外形を示しており、前者は統成段階における溶解に対しては不安定であり、後者はどちらかというと安定であるといえる。また、石英と斜長石の粒子を比べてみると、石英粒子の方が溶けん凹んでいる場合もあれば、逆に斜長石の粒子が凹んでいることもあります。統成段階における溶解のしやすさは同程度といえる。

本報告で記載してきたように、調査地域の石灰質砂岩のマトリックスの割合や鉱物組成は溶解作用によって変わってきている。例えば、マトリックスの割合についてみると、粒子の一部が溶解したあとにはもともとのマトリックスと同じように緑泥石や絹雲母などの粘土鉱物が晶出し、新しい“二次的”マトリックスに変わってしまっている。したがって、マトリックスの割合は溶解作用以前に比べ増加している。また、斜長石の粒子では一部がアルバイトに置換されていることがしばしばあり、粒子1個体全部がアルバイトに置き換えられていることさえもある。したがって、この砂岩の鉱物組成は堆積時に比べアルバイトの量が多くなっている。

また、火山岩の岩片に含まれる斜長石は溶解作用を全く受けておらず、このことは溶解作用が完全に固結した状態では進行しないことを示唆しており、この溶解作用は堆積後、この砂岩が固結する以前に終了したと考えられる。

ま と め

今回の調査および鏡下での観察により次のことがわかった。

- ① 福井県池田町東俣南方に産する石灰質砂岩には溶解現象がみられるが、その程度は産出地点、粒子の大きさ、粒子の種類などによって異なる。また、一般に二次的方解石が発達している試料ほど溶解の程度も著しい傾向がみられる。
- ② 斜長石の粒子は一般に双晶の接合面に沿って溶解作用が進み、階段状の外形（断面でみて）になり、石英の粒子はアメーバ状の外形（断面でみて）になるのが特徴である。
- ③ 溶解作用により粒子の一部が“二次的”マトリックスに変わり、溶解作用以前に比べてマトリックスの割合は増加している。
- ④ 斜長石の粒子はしばしばアルバイトに置換され、アルバイトの量は堆積当時に比べ増加している。

文 献

- 服部 勇・吉村美由紀(1979)：美濃帯北西部南条山地における古生代緑色岩・石灰岩塊を含む地層の産状と分布. 福井大教育紀要, II, 29, 1-16.
- 服部 勇・吉村美由紀(1982)：福井県南条山地における主要岩相分布と放散虫化石. 大阪微化石研究会誌, 特別号 5, 103-273.
- 中屋義雄・斎藤正直(1986)：福井県池田町に分布する東俣層について. 福井郷土自然科学博研報. 33, 11-18.
- 梅田美由紀(1983)：福井県池田町東俣南方の中生界にみられる海洋性堆積物. 同上, 30, 19-33.
- 梅田美由紀(1987)：福井県池田町東俣南方に分布する石灰質砂岩の岩石学的記載. 同上, 34, 19-28.

図版説明

写真の横幅はAとDが0.77mm, その他は全て0.45mm; ()内は第3図中の試料番号を示す。

第I図版

- A : 東俣の南方に分布する石灰質砂岩(11). オープンニコル
- B : ノコギリ状に溶解した斜長石の粒子(11). クロスニコル
- C : 湾状に深くえぐられた石英の粒子(44). オープンニコル
- D : 高倉相の砂岩. オープンニコル
- E : 粒子の半分が溶けてマトリックスになった斜長石. (53). オープンニコル
- F : 同 上. クロスニコル
- G : 2つの粒子の一部がくっついている P1: 斜長石, Q : 石英(33). オープンニコル
- H : 同 上. クロスニコル

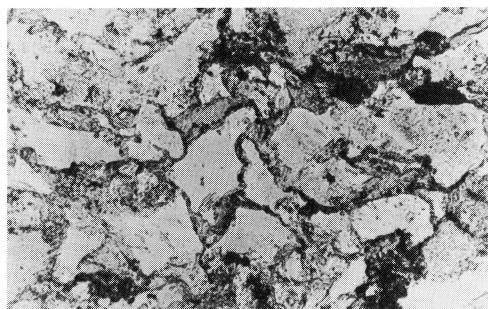
第II図版

- I : 双晶の接合面に沿って溶解が進んでいる斜長石の粒子(53). クロスニコル
- J : 双晶の接合面に沿って溶解が進んでいる斜長石の粒子(53). クロスニコル
- K : 斜長石粒子の双晶の接合面に沿って晶出した絹雲母(53). クロスニコル
- L : 斜長石粒子の双晶の接合面に沿って晶出した絹雲母(53). クロスニコル
- M : 斜長石粒子が折れて, そこに成長したアルバイト Ab : アルバイト(28). クロスニコル
- N : 斜長石粒子の外側に二次的に成長したアルバイト 矢印 : アルバイト(3). クロスニコル
- O : 斜長石粒子を脈状に置換したアルバイト Ab : アルバイト(24). クロスニコル
- P : 一部(右上)を残し, ほとんどアルバイトに置換された斜長石の粒子 Ab : アルバイト(43). クロスニコル

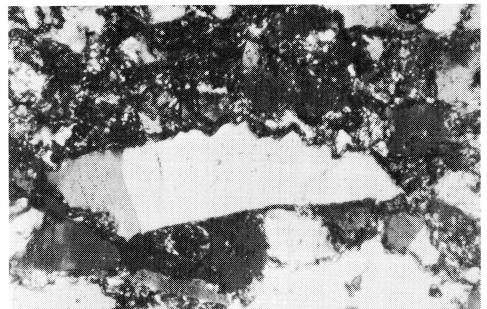
第III図版

- Q : 周囲がアルバイトに置換された斜長石粒子(43). クロスニコル
- R : 火山岩の岩石片(3). オープンニコル
- S : 切れて双晶がずれた斜長石の粒子(56). クロスニコル
- T : 切れて双晶がずれた斜長石の粒子(44). クロスニコル
- U : アメーバ状に溶けた石英の粒子(33). オープンニコル
- V : 同 上. クロスニコル
- W : 絹雲母にとりまかれた石英の粒子(44). クロスニコル
- X : 花コウ岩の岩片. 斜長石の部分にはアルバイトや絹雲母が晶出している P1 : 斜長石, Q : 石英(53). クロスニコル

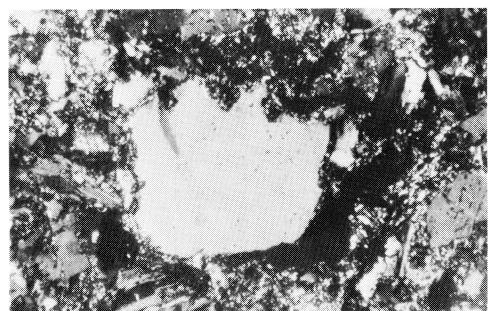
第 I 図版



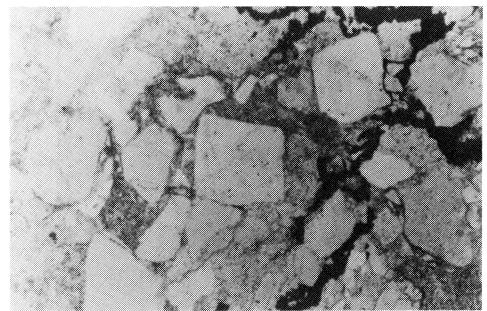
A



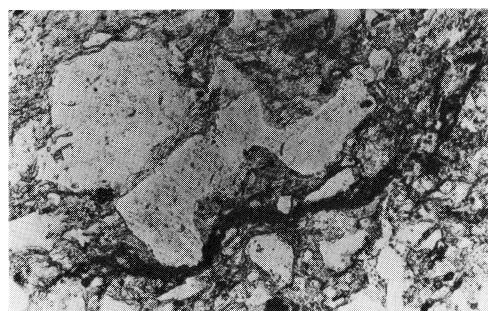
B



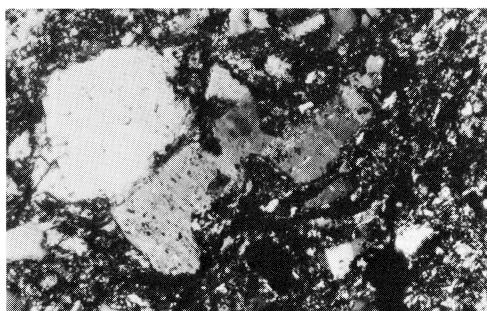
C



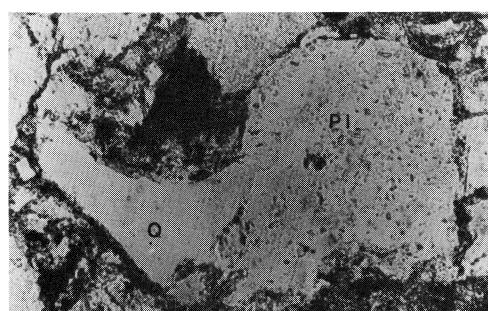
D



E



F

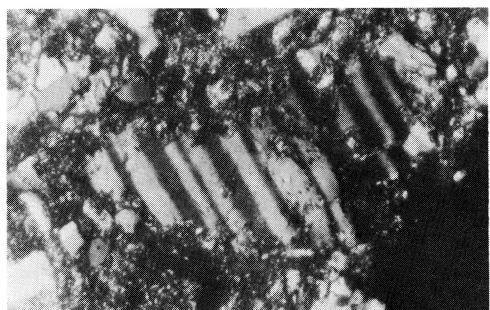


G

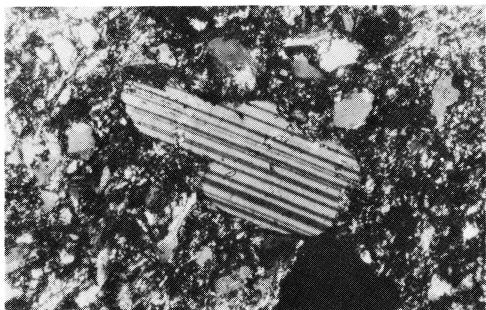


H

第 II 図版



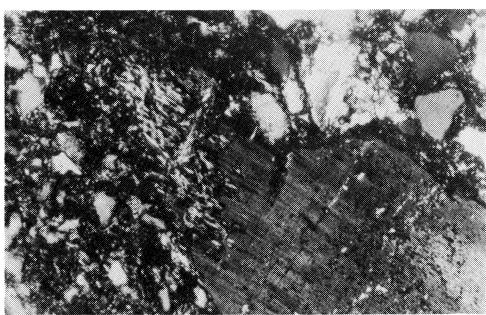
I



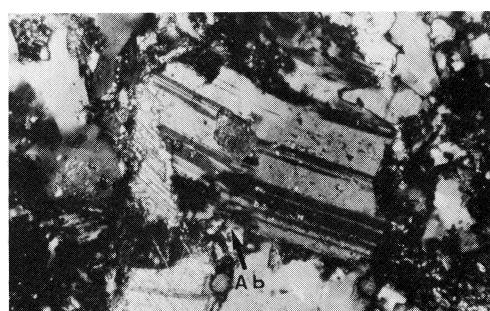
J



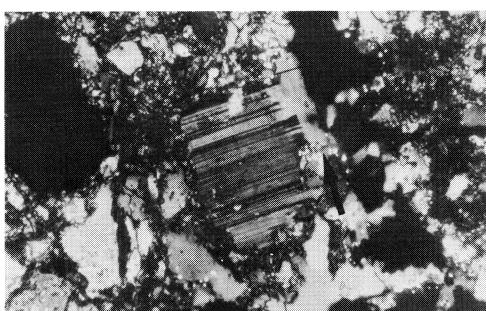
K



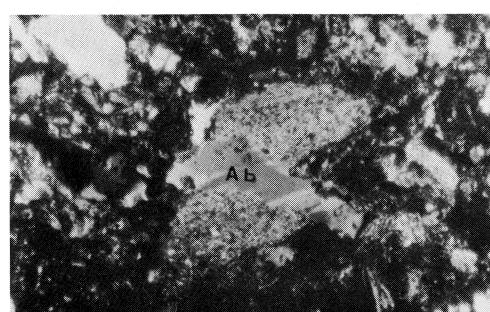
L



M



N



O

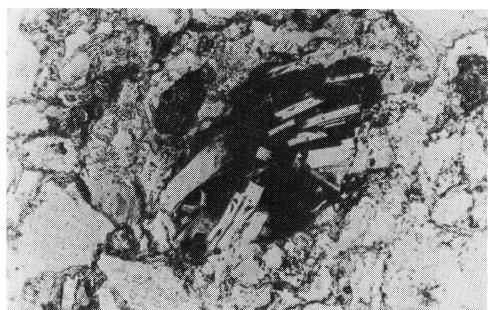


P

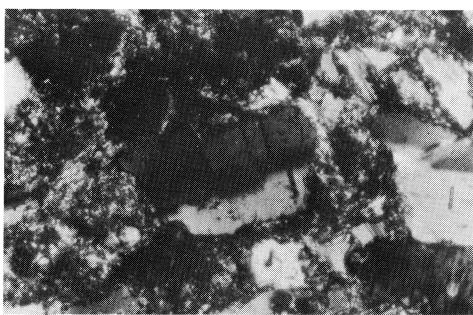
第 III 図版



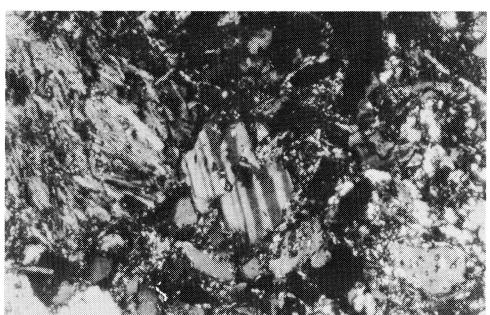
Q



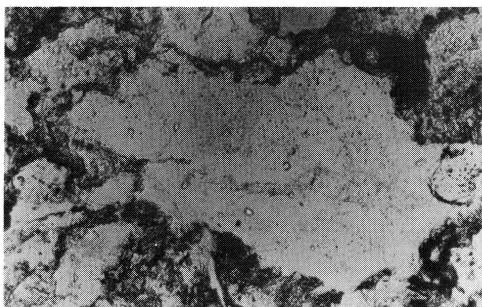
R



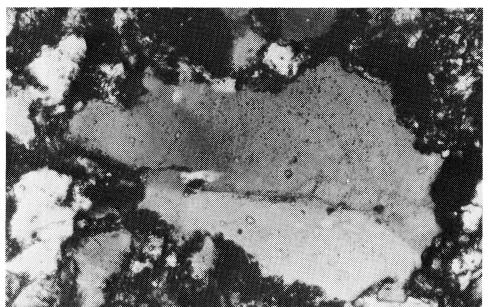
S



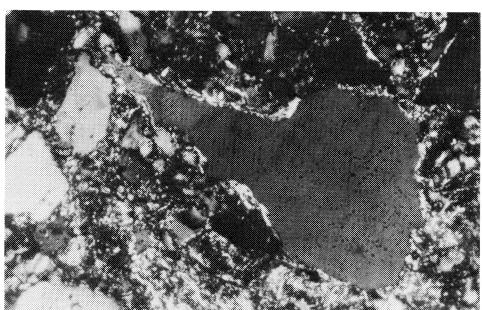
T



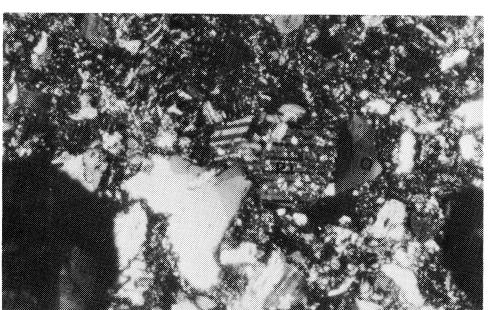
U



V



W



X