粘土科学 第15巻 第1号 3～8 (1975)

イモゴライトの微形態の一例について

——大山および三瓶山降下堆積物中の粘土鉱物，その7——

田 崎 和 江*

(昭和50年2月7日 受理)

Micromorphology of imogolite by the scanning elecron microscope

Kazue TAZAKI

(Institute for Thermal Spring Reseach Okayama University)

Abstract

Imogolite was studied by the scanning electron microscope. Imogolite which examined was separated from Kurayoshi pumice beds. The samples were dried successively in the sealed vessel at critical point of CO2. This drying method exceeds in preservation of natural surface of imogolite than that of air-drying.

The form of imogolite was observed as fibres-like threads. The threads were curled and entangled forming nets which were piled up one above the other. The diameter of these threads ranged from 0. 03 to 0. 06 μm.

1. はじめに

透過型電子顕微鏡によるイモゴライトの形態は，WADA, YOSHINAGA, YOTSUMOTO, IBE and AIDA (1970)[1] や WADA, HENMI, YOSHINAGA and PATTERSON (1972)[2] により，すぐれた写真が発表されている。それによると，イモゴライトは，幅が比較的均一 (100～200Å) の糸状粒子で，その内部に繊維状単位が5～10本平行に並んでおり，各単位間の平均距離は，約20Åである。

一般に，透過型電子顕微鏡の試料は，懸濁液を用いるが，この分散過程で，自然状態より細かく分離している状態を見ていることが多い。その点，走査型電子顕微鏡は，自然の表面状態をみるので，この差異をなくすことができる。また，走査型電子顕微鏡試料は，懸濁する必要がないので，自然の形や凹凸，集合状態，集合体の大きさ，変化過程などみることができる。

走査電子顕微鏡によるイモゴライトの観察は，ESWARAN (1972)[3] の報告があるが，筆者が走査型電子顕微鏡によって観察したイモゴライトの形態とかなり差があるので，一例として報告する。

2. 実験方法

試料は，鳥取県倉吉市秋喜(しゅうき)における倉吉浮石層中のイモゴライトを用いた。イモゴライトは，肉眼では，透明ないしうすい黄色のゲル状被膜である。軽石粒の隙間をうめるように発達しており，時には管状を呈す。

試料は，28 kHz 以下のごく弱い超音波で，蒸留水を交換しながら1～2分洗浄する。超音波洗浄により網目をうめているアロフェン等の不純物が除かれ，イモ

* 岡山大学温泉研究所

ゴライトのみの形態がよく観察できる。しかし，試料によっては，破壊されるものもあるので，この処理をはぶく場合もある。次に OsO_4 液に一晩浸したのち，低濃度から高濃度のエチルアルコールで順次脱水する。その後，CO_2 臨界点乾燥法により乾燥させ，カーボンおよび金パラジウムで蒸着する。臨界点乾燥と自然乾燥との結果の差異については，野一色・田崎（1975）[4] に報告されている。

上述の処理の後，走査型電子顕微鏡（日本電子K. K. 製 JSM—50A，加速電圧 15 kV または 25 kV）で観察した。

3. 結果と考察

イモゴライトの観察結果を，図版1～3にしめす。スケールはいずれも1μ である。約3,000倍から松葉状が見えはじめる（A)。それ以下では，なめらかな平面としてしか見えない。約1万倍で，イモゴライトの一本一本の曲線的な繊維が，網目状に連結しあっている状態が観察される。網目は，一重ではなしに，幾重にもかさなり（E)，その上下もお互いに連結している。Bは，網目が写真の左下から右上にかけて3～4段になっているところをしめした。場所によっては，7段ぐらいにみえるところもある。Cは，網状構造を，真上から見たもので，一本の繊維が四方八方にからみあっている。場所によっては，一方向に流れるような構造をしめすところもある。Dは，網状構造を横から見たものである。網目が立ち，上下でも連結していることがわかる。以上の繊維の太さは，ほぼ均一で，0.03～0.06μ である（E)。なお蒸着の厚さによって，最大±0.01μの差異がある。繊維の表面は，なめらかで，透過型電子顕微鏡でみとめられるような平行な条痕はみとめられない。

WADA et al.（1970）[1,2] によれば，400 kHz，15分で超音波洗浄した試料の繊維状単位は，開裂するが，これを透過型電子顕微鏡で観察すると，外径 17—21Å，内径 7—10Å の一本の繊維がみとめられると報告されている。そして，この繊維状単位は，5～10 本平行にならんでいるのがみとめられる（吉永，1970）[5]。筆者の試料における透過型電子顕微鏡結果も，WADA et al.（1970）[1,2]，吉永（1970）[5] と同様であった。今回の走査型での観察結果と，これらの透過型での結果を考えあわせると，イモゴライトは「網状構造をなす一本の繊維（直径 300～600Å）の中に，さらに細い繊維（約20Å の径をもつ）が数百本平行に束ねられた」ような状態で自然界に存在すると推定される。使用した電子顕微鏡の最高倍率（10万倍）においても，繊維の束の表面に条痕がみとめられずなめらかなのは，繊維の束の表面をおおうものが存在するのか，または，細い繊維の一本一本の凹凸が弱く，蒸着により，そのみぞがうまったとも考えられる。

イモゴライトは，しばしばアロフェンをともなうが，表面が無数のこぶ状をなした不定形の小塊がアロフェンであり，イモゴライトの網目の上や中にみとめられる（F)。

ESWARAN（1972）[3] は，イモゴライトの小枝状形態や火山ガラスから直接晶出した芽のような形態を報告しているが，筆者の試料において，風乾した場合には，このような形態がみとめられるが，臨界点乾燥をおこなうと，これらは，曲線的な網目構造として観察された（野一色・田崎，1975）[4]。イモゴライトは，自然界において水分を多量に含んでおり，風乾すると，試料表面は表面張力の影響と急激な気化によって変形を生じる。故に，ESWARAN（1972）[3] の報告している形態は，かならずしも自然の状態をしめしているとはいえない。CO_2 の臨界点を利用して液相から気相へ連続転換させる乾燥は試料変形を防ぐことができる。水分を多く含んだ粘土鉱物を走査型電子顕微鏡で観察する場合，いかに自然の状態を保ったまま検鏡試料を作成するかという問題は重要である。なお，ESWARAN(1972) [3] の報告している球状形態は，今回の筆者の試料中には，まったくみとめられなかった。

4. 謝　　辞

この研究を遂行するにあたり，岡山大学温泉研究所リハビリテーション医学部門の走査型電子顕微鏡を使用させていただき，同研究室の野一色泰晴氏には，終始ご指導いただいた。厚くお礼申し上げる。なお，この研究に要した費用の一部に，文部省科学研究費をあてた。

文　献

1) WADA, K., YOSHINAGA, N., YOTSUMOTO, H., IBE, K. and AIDA, S. (1970) : clay miner., 8, 487-489.

2) WADA, K., HENMI, T., YOSHINAGA, N. and PATTERSON, S. H. (1972) : clay and clay miner., 20, 375-380.

3) ESWARAN, H. (1972) : clay miner., 9, 281-285.

4) 野一色泰晴・田崎和江 (1975)：岡大温研報, 44, 1-6.

5) 吉永長則 (1970)：粘土科学, 9, 1-11.

図 版 の 説 明

図版 1, イモゴライトの走査型電子顕微鏡写真

A. 約 4000 倍 (線長 1 μ)

B. 約 10000 倍 (線長 1 μ) 数段に重なっている。

図版 2, イモゴライトの走査型電子顕微鏡写真

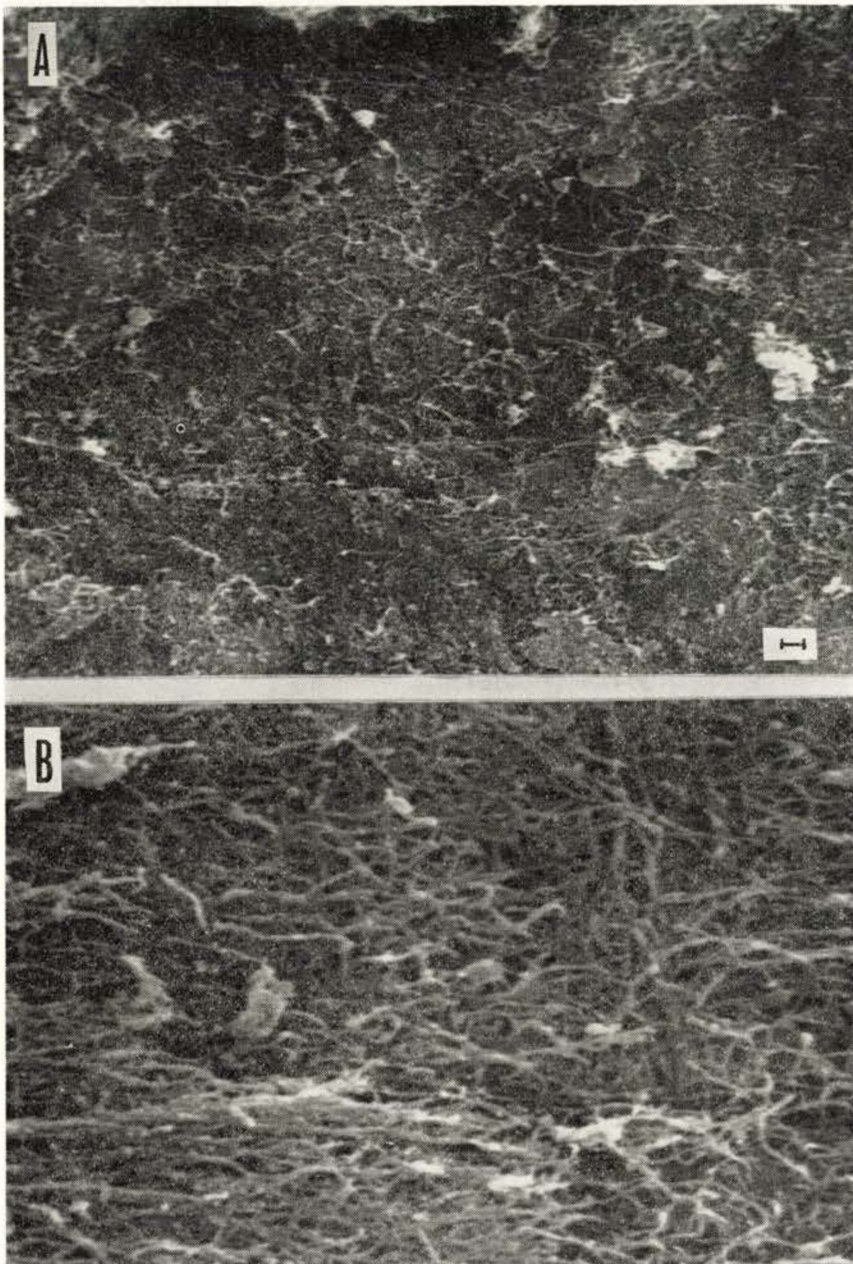
C. 約 10000 倍 (線長 1 μ) 網状構造を真上から見たところ。

D. 約 10000 倍 (線長 1 μ) 網状構造を横から見たところ。

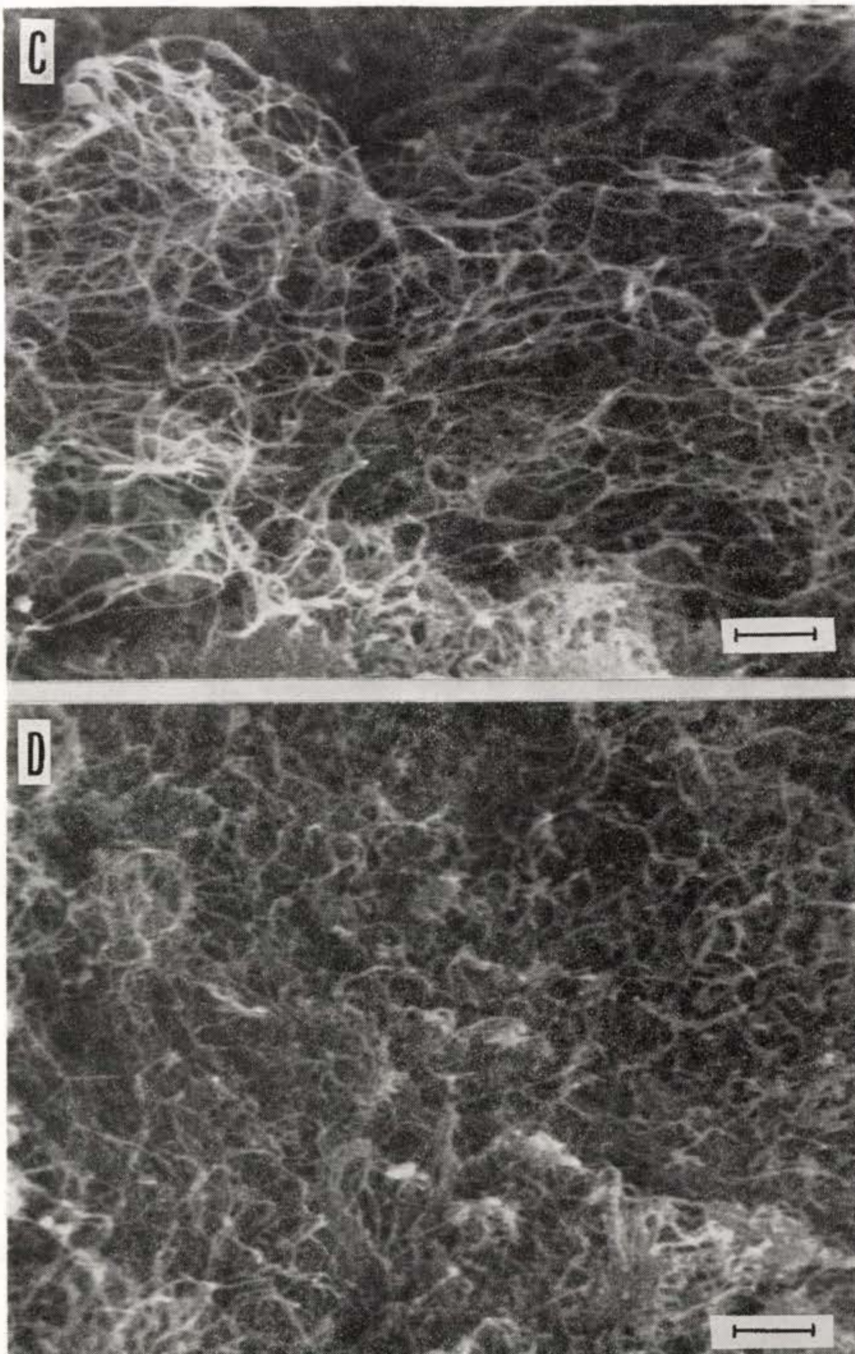
図版 3, E. イモゴライトの走査型電子顕微鏡写真。約 40000 倍 (線長 1 μ) 網目状繊維。

図版 3, F. イモゴライトと共存するアロフェンの走査型電子顕微鏡写真。約 40000 倍 (線長 1 μ)。

図版1　田　崎



図版2　田 崎



図版3　田 崎