

鹿児島県入来町八重山北東部地域に分布する火砕岩中の変質鉱物

| | |
|----------|---|
| 著者 | 知識 正和, 富田 克利, 廣橋 正一, 河野 元治 |
| 雑誌名 | 鹿児島大学理学部紀要. 地学・生物学 |
| 巻 | 26 |
| ページ | 53-65 |
| 別言語のタイトル | Alteration Minerals in the Pyroclastic Rocks of the North-eastern Area of Yaeyama, Iriki Town, Kagoshima Prefecture |
| URL | http://hdl.handle.net/10232/00006953 |

鹿児島県入来町八重山北東部地域に分布する火砕岩中の変質鉱物

知識正和¹⁾・富田克利¹⁾・廣橋正一²⁾・河野元治³⁾

(1993年9月10日受理)

Alteration Minerals in the Pyroclastic Rocks of the North-eastern
Area of Yaeyama, Iriki Town, Kagoshima Prefecture

Masakazu CHISHIKI, Katsutoshi TOMITA, Masakazu HIROHASHI, and Motoharu KAWANO

Abstract

Various pyroclastic rocks are widely distributed in the Yaeyama area, Kagoshima Prefecture. They are hydrothermally altered and some of them are highly weathered.

Smectite and halloysite are observed in some parts of the surveyed area. Halloysite crystals found on the surface of volcanic glass and some other halloysite aggregates that does not occur on the surface of the volcanic glass were observed by scanning electron microscope. The former halloysite is considered to be weathering product of the volcanic glass and the latter one is weathered from smectite. The sizes of both types of halloysite are smaller than $1 \mu\text{m}$.

Weathering of the pyroclastic rocks in the Yaeyama area is characterized by the formation of small particles of halloysite.

Key words: Halloysite, Smectite, Volcanic glass, Weathering.

はじめに

鹿児島県八重山周囲には、温泉やカオリン鉱山など熱水による地質学的諸現象を認めることができる。八重山自体における過去の熱水変質作用の遍歴は、現地でこれを認識することはできる

¹⁾ 鹿児島大学理学部地学教室 〒890 鹿児島市郡元1丁目21-35
Institute of Earth Sciences, Faculty of Science, Kagoshima University, 1-21-35 Korimoto, Kagoshima 890, Japan

²⁾ 京セラ株式会社鹿児島国分工場 〒899-43 鹿児島県国分市山下町1-1
Kyocera Corporation, Kokubu Plant, 1-1 Yamashita-cho, Kokubu, Kagoshima 899-43, Japan

³⁾ 鹿児島大学農学部生物環境学教室 〒890 鹿児島市郡元1丁目21-24
Department of Environmental Sciences and Technology, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, 1-21-24 Korimoto, Kagoshima 890, Japan

が、地表踏査によっては、風化変質が著しいため詳細を明らかにすることは困難である。

小論は、八重山北東部地域における風化変質の性質を明らかにするため、地質調査により地質図を作成し、地域内の複数の火山岩類及びそれらの中に複雑に挟在する火砕岩類および堆積岩類から試料を採取し、変質鉱物についてX線回折分析及び走査電子顕微鏡観察を行い、八重山周辺の変質鉱物の分布と性質を調べた。

地質の概要

八重山を中心とする地域は、中新世から更新世にかけての複数回の火山活動により、複数の火山岩類に火砕岩類及び凝灰質湖成堆積岩類が挟在する複雑な地質構造を呈する。

本地域の地質図を Fig. 1 に示す。地質の命名は通産省資源エネルギー庁 (1979) によった。

本地域の北薩中期火山岩類 (Fig. 1 では Hokusatsu Older Volcanic rocks とした) は、主に紫蘇輝石普通輝石安山岩であり、同質の火砕岩を挟在する。北薩新期火山岩類Ⅰは、主に紫蘇輝石普通輝石安山岩であり、同質の火砕岩を挟在する。北薩新期火山岩類Ⅱは、主に(紫蘇輝石)普通輝石角閃石安山岩であり、同質の火砕岩を挟在する。北薩新期火山岩類Ⅲは、北薩新期火山岩類Ⅱと同質の火砕岩である。川内玄武岩類は、主に(橄欖石)輝石玄武岩～輝石(橄欖石)安山岩であり、同質の火砕岩を挟在する。また、本地域及び周辺地域には、小規模に複数の火砕流堆積物及び入戸火砕流堆積物が分布している。

試料および実験方法

本研究では、八重山北東部地域において試料採取を行った。本研究での試料採取地点の分布と試料番号を Fig. 2 に示す。試料採取地点は、A～I の領域に分け下位から上位へと番号を付けた。試料は、火山岩に挟在する火砕岩の露頭から凝灰質の部分を選択した。試料採取時において、火砕岩の露頭周辺では、流水あるいは水のしみ出しを確認することができた。

X線回折 (XRD) 分析の試料は、原土を現地でビニール袋に密閉して持ち帰ったものから水簸により径 $2\mu\text{m}$ 以下の粒子を取り出し、この懸濁液を自然乾燥によりガラス板上に定方位させて作成した。この試料に対して様々な処理を施し粘土鉱物の同定を行った。X線発生装置は、CuK α 線、30kV、15mAの条件で用いた。

走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察は、採取した原土を試料とし、JEOL JSM-25SⅡを加速電圧15kVで行った。

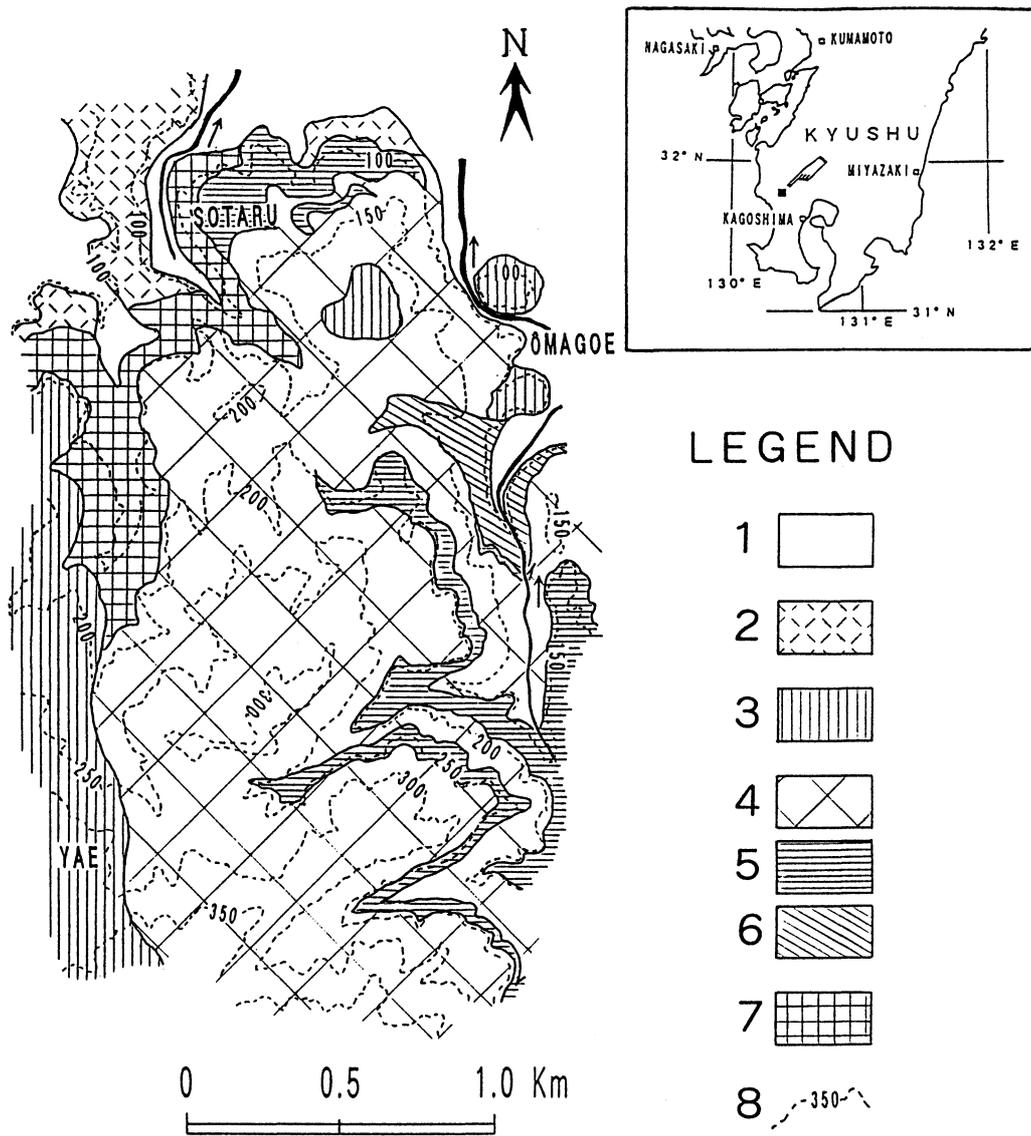


Fig. 1 Geological map of the surveyed area.

- 1: Alluvium and Terrace Deposits, 2: Ito Pyroclastic Flow Deposit, 3: Sendai Basaltic Rocks, 4: Hokusatsu Shinki (Younger) Volcanic Rocks (I), 5: Hokusatsu Shinki (Younger) Volcanic Rocks (II), 6: Hokusatsu Shinki (Younger) Volcanic rocks (III), 7: Hokusatsu Chuki (Older) Volcanic Rocks, 8: topographic contour in meters.

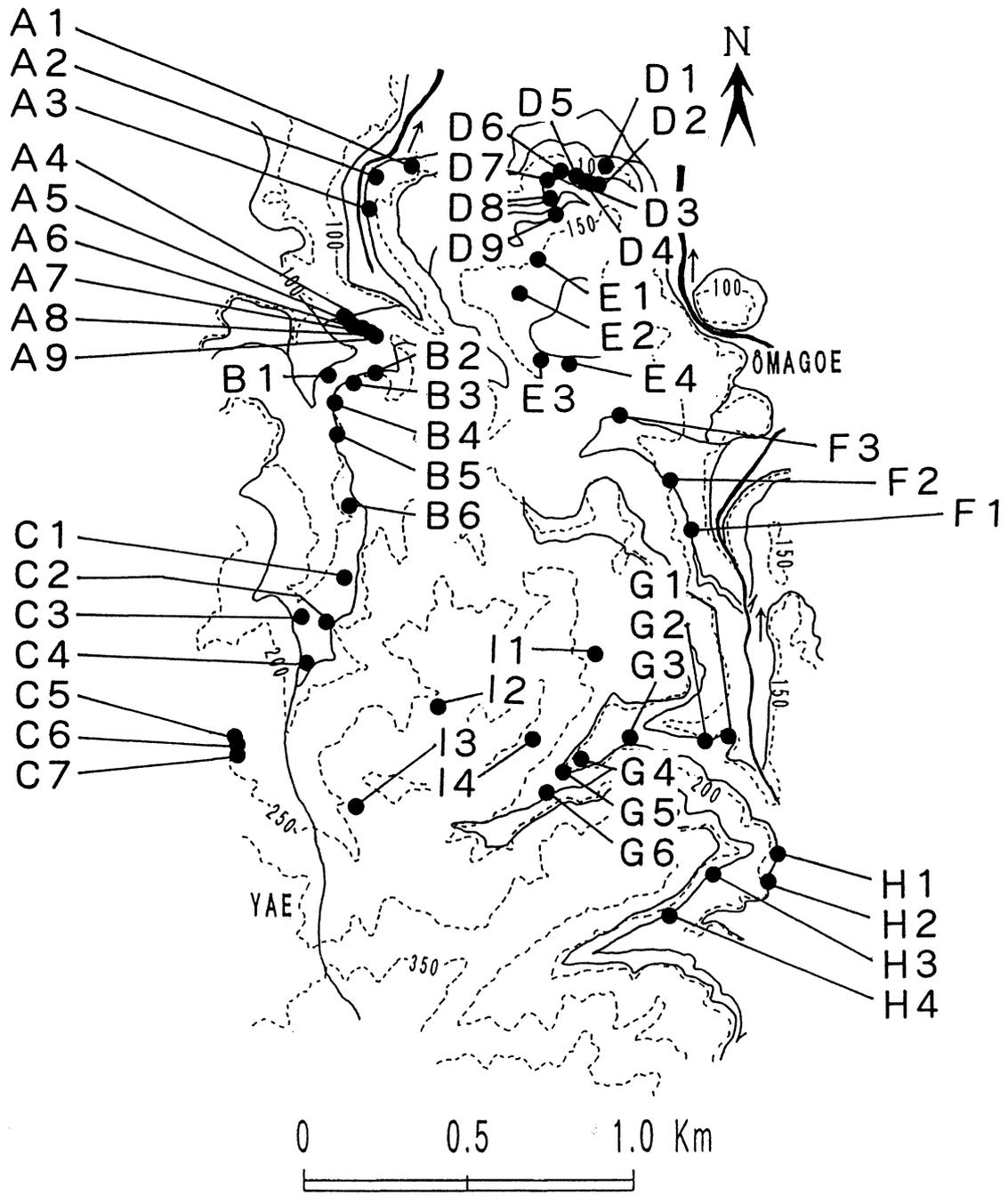


Fig. 2 Distribution map of the sampling points.

実験結果

XRD により各試料採取地点で確認された鉱物を Tables 1, 2, 及び 3 に示す。Table 中の鉱物の量の評価は、代表的なピークの相対強度について任意の基準を設定して行った。Cristobalite 及び tridymite は、XRD パターンのピークの形状から opaline silica から生成したものと考えられる。Kaolin-smectite の mixed layer mineral と思われるものの XRD パターンは、smectite の約 15 Å のピークよりも底角側にピークが出るものであるが、顕著ではなかった。

八重山北東部地域の試料採取地点全般にわたり、10 Å-halloysite が認められる。XRD パターンにおける 10 Å のピークが弱く出る試料は、一般に他の鉱物のピークも小さく、非晶質物質を多く含むものと考えられる。10 Å-halloysite の HK 反射の強度は、おおよそ halloysite のピークに相関を示しているが、tridymite のピークが顕著なものでは、これが弱くなる傾向がある。

シリカ鉱物の内 quartz の分布は、同一の地質単位内にも必ずしも共通ではないので、複数回の活動に際して火山灰の組成の変化があったと考えられる。

Gypsum の分布は少なく、これといった規則性は認められない。

試料採取領域 A~I (Fig. 2) について個別に見て行くと、領域 A では、smectite と cristobalite の分布する地点と、10 Å-halloysite の分布する地点が対照を成している。A2 地点の試料の XRD パターン及び SEM 写真を Fig. 3 に示す。この試料の SEM 写真では、火山ガラスが変質している様子が分かる。その表面に粒状の変質鉱物の粒子が認められる。

領域 B では、10 Å-halloysite の存在が顕著である。Fig. 4 に B2 地点の試料の XRD パターンと SEM 写真を示す。SEM 写真には、微細な halloysite と考えられる粒子を認めることができ、写真左の火山ガラスの表面も風化して halloysite に変質している。

領域 C では、北薩中期火山岩類の分布する C2~C4 地点以外で smectite の分布が認められる。

領域 D では、cristobalite の分布が特徴的である。D2 地点の試料の SEM 写真には、火山ガラス表面に多くの気孔を認めることができる (Fig. 5)。気孔の存在は、揮発物質に富む火山活動によるものであることを示している。

領域 E 及び F では、高度が高い方に cristobalite の増加が認められる。特に領域 F では、tridymite の増加及び smectite から halloysite への変化も認められる。

領域 G では、母岩の変化のため変質鉱物の変化が顕著である。

領域 H では、H1 及び H3 で smectite 及び halloysite を顕著に含んでいる。H2 では、XRD パターンでは認められなかった gypsum を SEM 観察により認めることができた (Fig. 6)。Fig. 7 は H3 地点の試料の XRD パターンと SEM 写真である。SEM 写真は opal-CT, smectite, 及び halloysite の粒子の集合であると考えられる。

領域 I は、地形的に高いところであり、halloysite と tridymite の分布が顕著である。

考 察

八重山北東部地域の火砕岩は、広範囲に渡り 10 Å-halloysite を含んでいる。また halloysite は、SEM 観察によると径 1 μm 以下の粒状の形態を有し、火山ガラスの表面に付着した産状を呈している (Figs. 3, 4, 及び 7)。本地域において、殆どの火砕岩の露頭が水分を顕著に含んでいることから、今回認められた halloysite は、地下水の胚胎媒体としての火砕岩が地表条件におかれたために豊富に生成したと考えられる。

Table 1 Mineral composition of the specimens collected from the areas A, B, and C.

| Sample No. | S | ML | H | M | T | C | Q | G |
|------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|---|
| A1 | + | | + | ++ | ++ | ++ | | |
| A2 | + | + | + | + | + | + | + | |
| A3 | + | | + | ++ | ++ | ++ | + | + |
| A4 | | | +++ | | | | | |
| A5 | | | +++ | | | | | |
| A6 | | | +++ | | | | + | + |
| A7 | | | +++ | | | | | |
| A8 | | | +++ | | | +++ | | |
| A9 | + | | ++ | + | | +++ | + | |
| B1 | | | ++ | | | +++ | | + |
| B2 | | | +++ | | | ++ | ++ | |
| B3 | | | +++ | | ++ | ++ | + | |
| B4 | | | +++ | | | | | |
| B5 | ++ | | ++ | ++ | +++ | ++ | ++ | |
| B6 | | | +++ | ++ | ++ | + | ++ | |
| C1 | ++ | + | ++ | ++ | + | + | ++ | |
| C2 | | | ++ | | ++ | +++ | | |
| C3 | | | +++ | ++ | +++ | ++ | ++ | + |
| C4 | | | +++ | + | | +++ | | |
| C5 | ++ | | +++ | +++ | ++ | ++ | | |
| C6 | ++ | | ++ | ++ | | ++ | ++ | + |
| C7 | +++ | | +++ | +++ | ++ | ++ | ++ | |

S: smectite, ML: mixed layer mineral, H: 10 Å-halloysite, M: 7 Å-halloysite,
T: tridymite, C: cristobalite, Q: quartz, G: gypsum.
+++ : abundant, ++ : common, + : rare.

Table 2 Mineral composition of the specimens collected from the areas D and E.

| Sample No. | S | ML | H | M | T | C | Q | G |
|------------|---|----|----|----|----|-----|---|---|
| D1 | + | | + | ++ | | | | |
| D2 | + | | ++ | + | | | | |
| D3 | | | ++ | ++ | | ++ | | |
| D4 | | | + | + | ++ | ++ | | |
| D5 | + | + | + | + | ++ | ++ | | |
| D6 | | | | + | | ++ | | |
| D7 | | | | | ++ | ++ | | |
| D8 | | | + | | | ++ | | |
| D9 | | | + | | ++ | ++ | + | |
| E1 | | | + | + | + | + | | |
| E2 | | | ++ | | | + | | |
| E3 | + | | ++ | | | ++ | + | |
| E4 | | | ++ | | | +++ | | |

S: smectite, ML: mixed layer mineral, H: 10 Å-halloysite, M: 7 Å-halloysite,
 T: tridymite, C: cristobalite, Q: quartz, G: gypsum.
 +++: abundant, ++: common, +: rare.

Table 3. Mineral composition of the specimens collected from the areas F, G, H, and I.

| Sample No. | S | ML | H | M | T | C | Q | G |
|------------|-----|----|-----|----|-----|-----|----|---|
| F1 | + | + | + | | | ++ | | |
| F2 | ++ | + | ++ | + | ++ | ++ | + | |
| F3 | | | ++ | + | +++ | +++ | + | |
| G1 | | | | + | + | + | | + |
| G2 | + | | + | + | +++ | +++ | + | |
| G3 | + | | + | | +++ | +++ | + | |
| G4 | ++ | | ++ | ++ | + | + | + | |
| G5 | ++ | | | | | | | |
| G6 | ++ | + | ++ | ++ | +++ | +++ | + | |
| H1 | +++ | + | ++ | ++ | | | | |
| H2 | + | | ++ | | +++ | ++ | ++ | |
| H3 | +++ | + | +++ | ++ | +++ | +++ | ++ | |
| H4 | | | +++ | | | + | | |
| I1 | ++ | | +++ | ++ | +++ | ++ | ++ | |
| I2 | | | ++ | | ++ | | | |
| I3 | | | +++ | | +++ | +++ | | |
| I4 | | | +++ | | +++ | | | |

S: smectite, ML: mixed layer mineral, H: 10 Å-halloysite, M: 7 Å-halloysite, T:
 tridymite, C: cristobalite, Q: quartz, G: gypsum.
 +++: abundant, ++: common, +: rare.

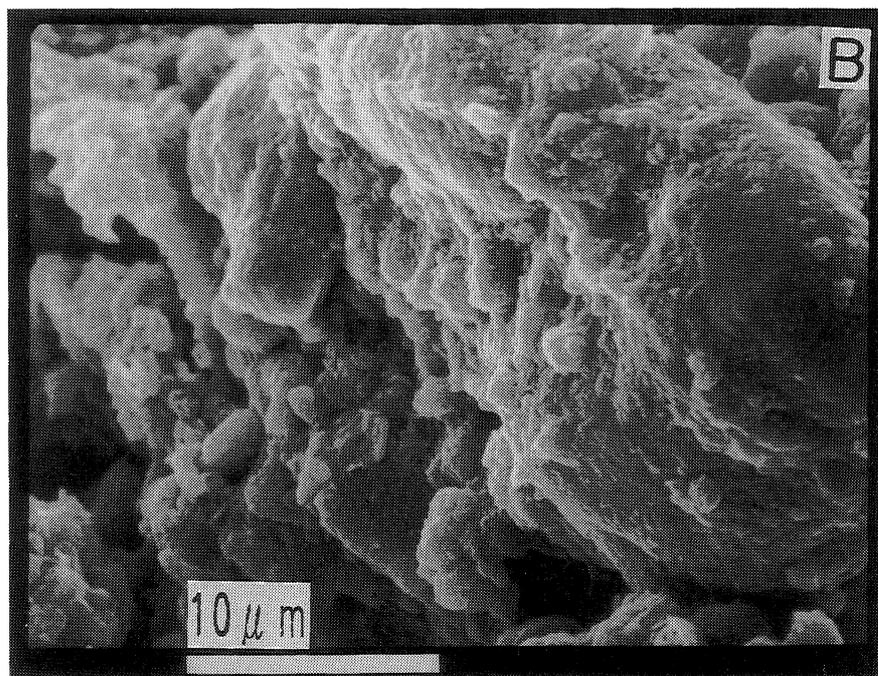
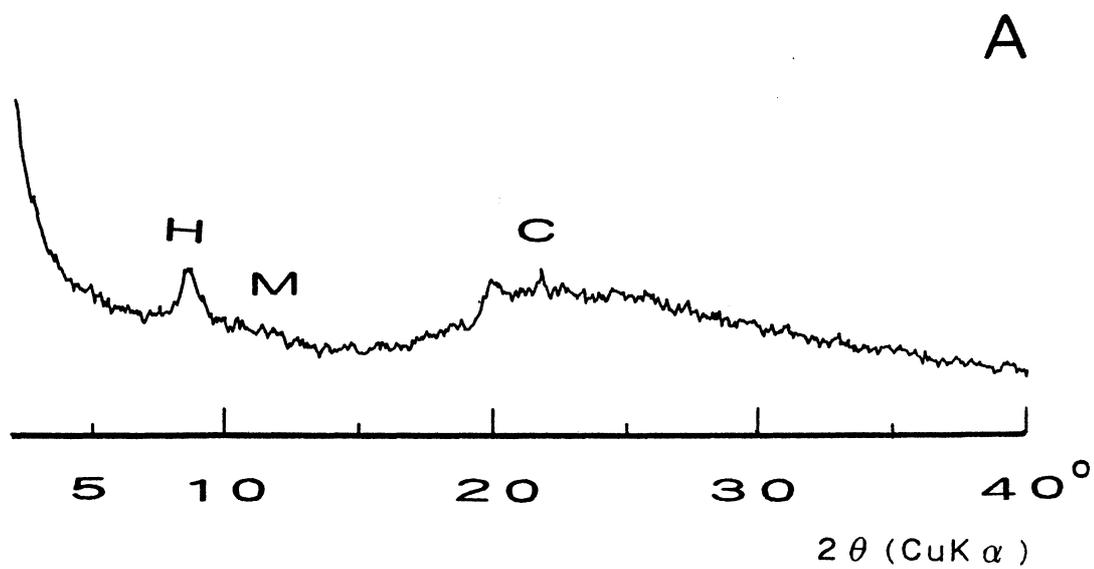


Fig. 3 X-ray diffraction pattern (A) and scanning electron micrograph (B) of the specimen A2.
H: 10 Å-halloysite, M: 7 Å-halloysite, C: cristobalite.

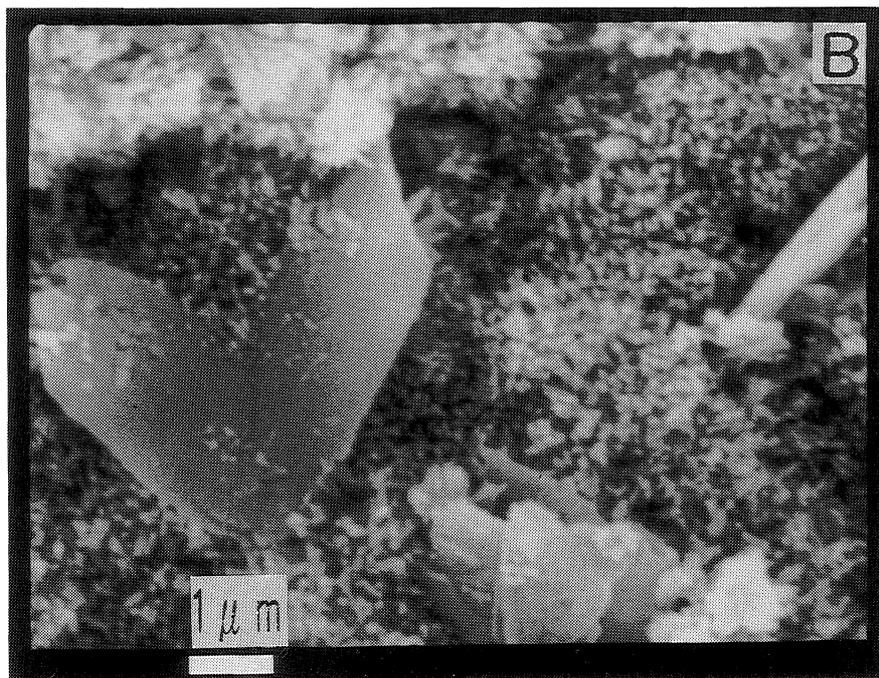
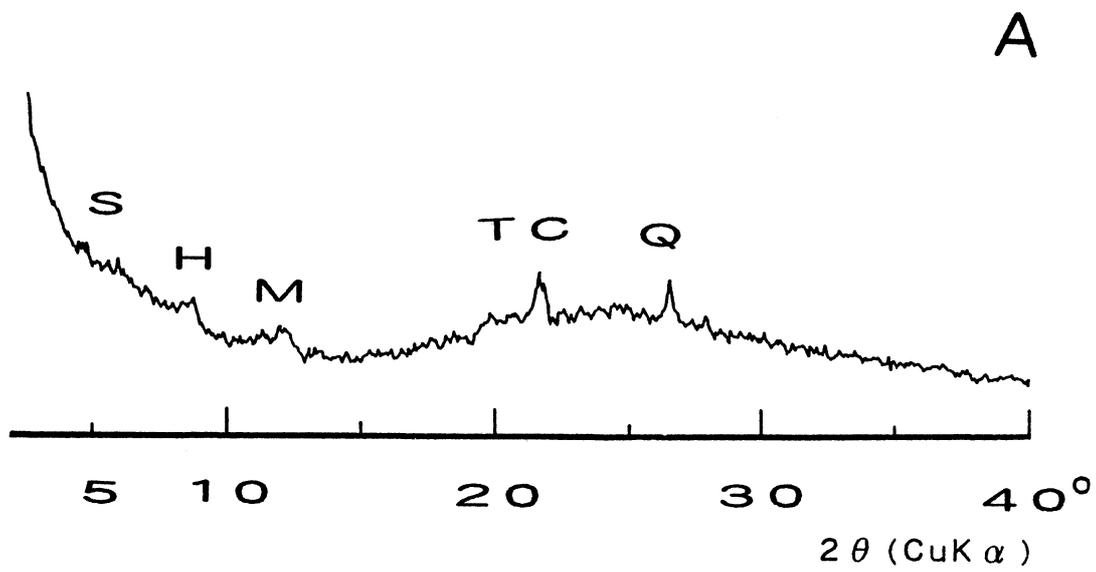


Fig. 4 X-ray diffraction pattern (A) and scanning electron micrograph (B) of the specimen B2.
S: smectite, H: 10 Å-halloysite, M: 7 Å-halloysite, T: tridymite, C: cristobalite, Q: quartz.

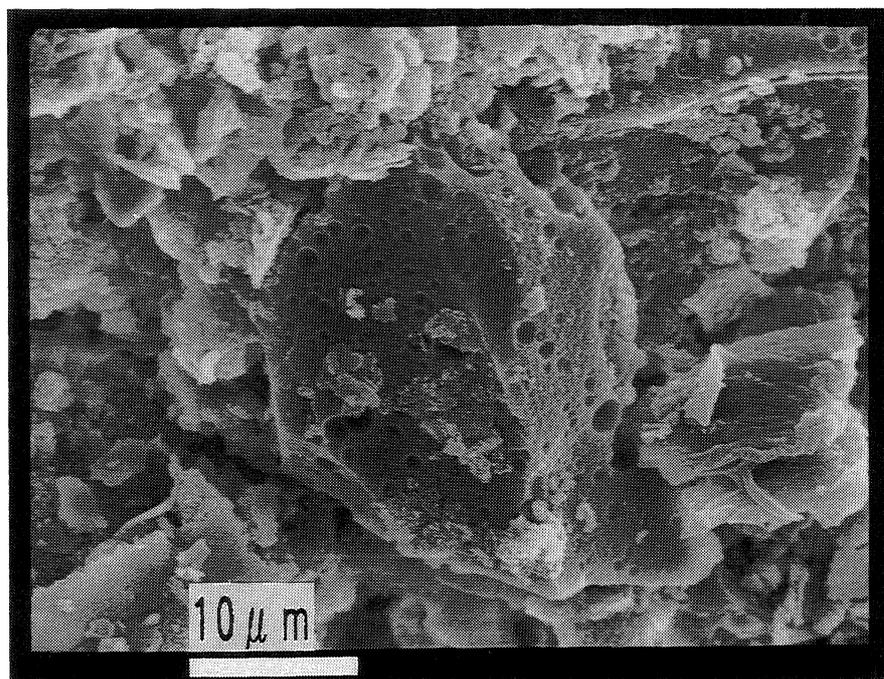


Fig. 5 Scanning electron micrograph of the specimen D2.

場所によって smectite → smectite + mixed layer mineral + halloysite → halloysite というシーケンスが認められることから、かつての smectite が halloysite へと変質していることが分かる。

火山性の gypsum は、火山噴出物と水との反応で生じる場合 (Tomita *et al.*, 1985, Tomita *et al.*, 1993 など) と、温泉地帯の硫黄臭を伴う噴気孔周辺に生じる場合 (例えば鹿児島県指宿市周辺) などがある。本地域では、現在噴気が存在しない。しかし、熱水変質を被った地域であるので、かつては噴気が存在し、それにより gypsum を生成した可能性も高い。故に成因については特定できなかったが、XRD 分析で認められる gypsum の分布は、広域的なものでもなく、また地形的相関もないが、Fig. 6 の H2 地点のように gypsum が存在しても、それが必ずしも XRD パターンに現れないことから、テフラ起源の可能性が高いと考えられる。

八重山を構成する凝灰質な部分は、変質によって smectite を生成していた。それらは、風化によって halloysite へと変化することが分かった。本地域の halloysite は、微細な粒子であり、SEM 観察では形態が認めがたいが、火山ガラスの表面に存在しているものと火山ガラスから離れて集合して存在しているものが認められた。前者は火山ガラス起源のものであり、後者の一部は smectite 起源のものである。

八重山地域は広く熱水変質を被っているが、地表からの試料採取では、露頭の風化が著しく、熱水変質の性質を正確に理解するのは困難である。八重山北東部地域での風化変質は、火砕岩が地下水を胚胎し、地表条件で微細な halloysite を生成するという性質のものであることが分かった。

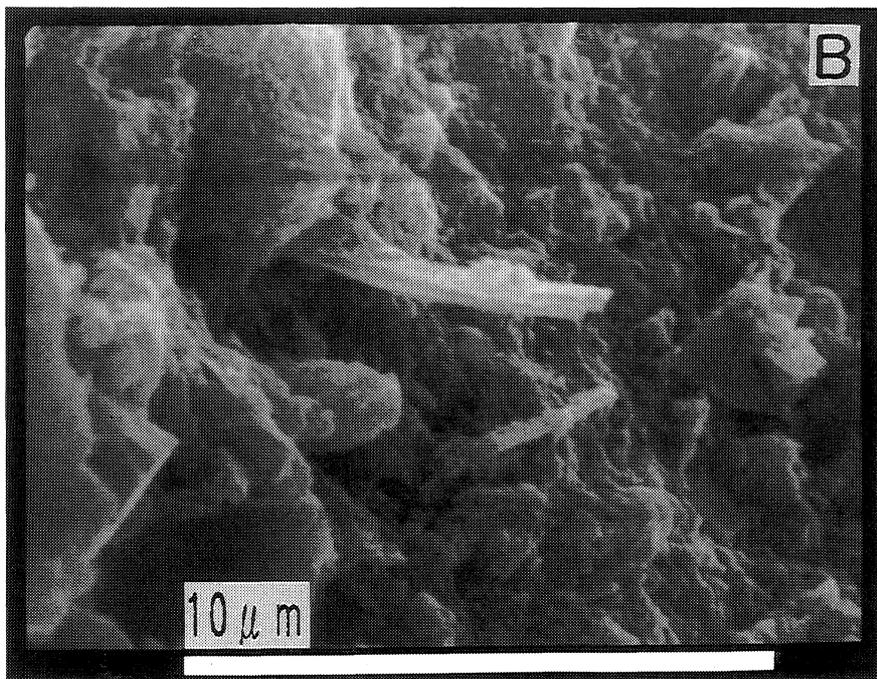
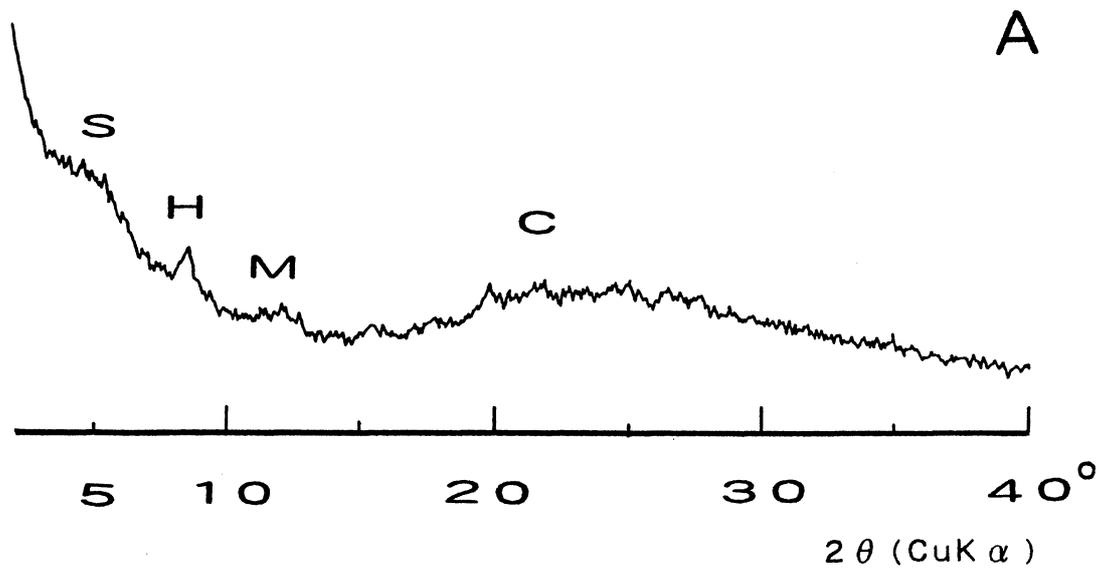


Fig. 6 X-ray diffraction pattern (A) and scanning electron micrograph (B) of the specimen H2.
S: smectite, H: 10Å-halloysite, M: 7Å-halloysite, C: cristobalite.

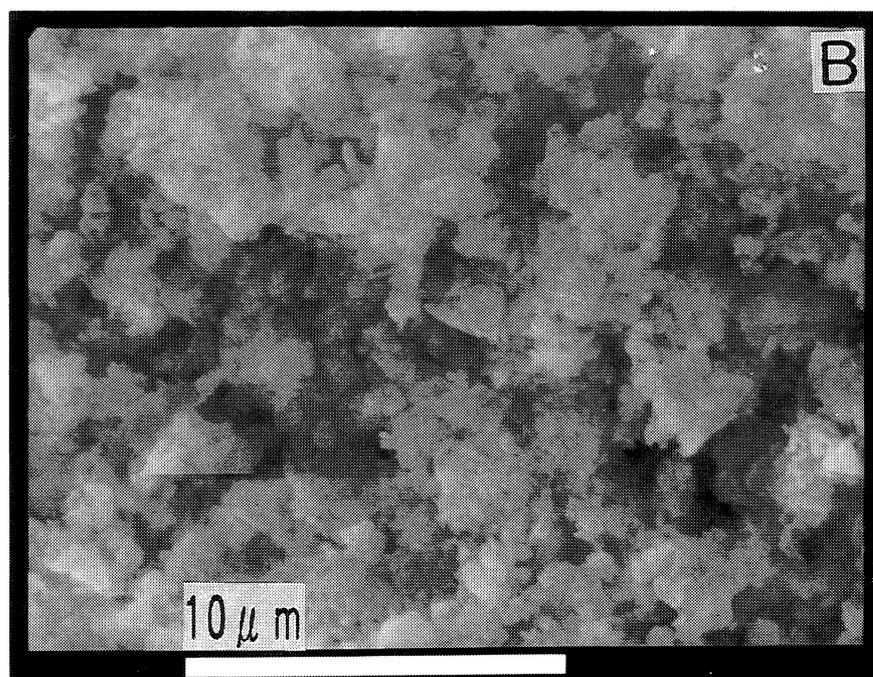
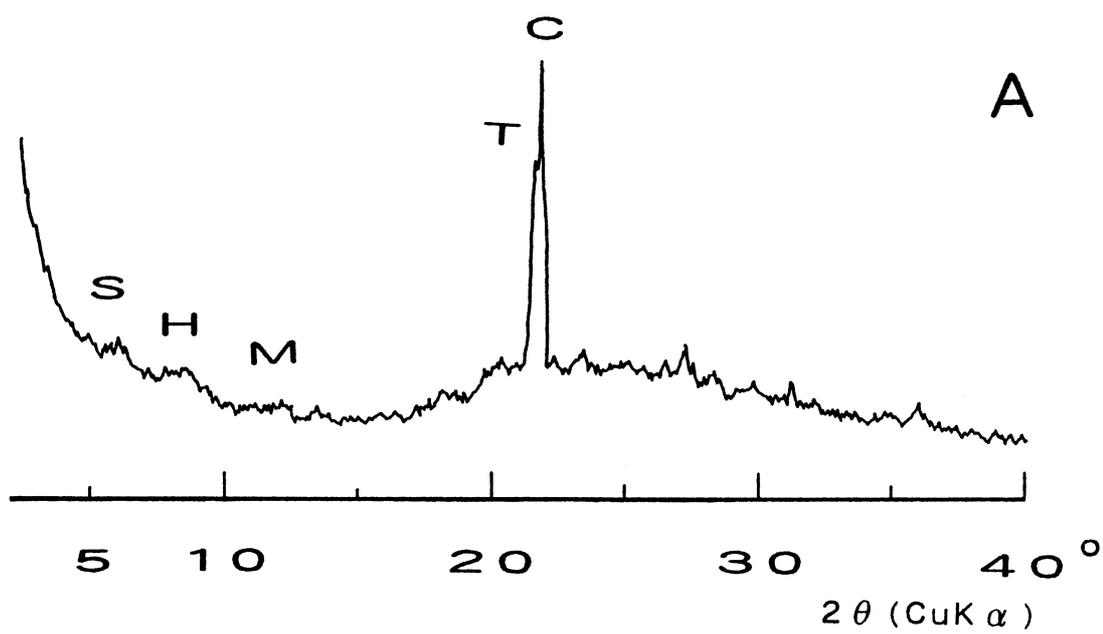


Fig. 7 X-ray diffraction pattern (A) and scanning electron micrograph (B) of the specimen H3. S: smectite, H: 10 Å-halloysite, M: 7 Å-halloysite, T: tridymite, C: cristobalite.

謝 辞

本研究を進めるにあたり、鹿児島大学理学部地学教室ならびに教養部地学教室の諸先生方には有益な御助言を頂いた。また試料採取に際しては、西山賢一氏と村岡慶子嬢に御助力頂いた。末筆乍らここに謝意を表すものであります。

文 献

- Tomita K., Kanai T., Kobayashi T. and Ôba N., 1985. Accretionary lapilli formed by the eruption of Sakurajima volcano. *J. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, 80, 49-54.
- Tomita K., Kawano M., Kobayashi T. and Kamino Y., 1993. Clay mineral in the volcanic ash erupted from Shinmoe-dake, Kirishima volcanoes in 1992. *J. Min. Petr. Econ. Geol.*, 88, 114-120.
- 通産省資源エネルギー庁, 1979. 「北薩・串木野地域」広域調査報告書. 92pp.