

鹿児島県入来町山之口地域の変質鉱物

著者	前山 徳仁, 知識 正和, 富田 克利, 河野 元治
雑誌名	鹿児島大学理学部紀要. 地学・生物学
巻	27
ページ	79-89
別言語のタイトル	Alteration Minerals in the Yamanokuchi Area; Iriki Town, Kagoshima Prefecture
URL	http://hdl.handle.net/10232/00009991

鹿児島県入来町山之口地域の変質鉱物

前山徳仁¹⁾・知識正和²⁾・富田克利¹⁾・河野元治³⁾

(1994年9月12日受理)

Alteration Minerals in the Yamanokuchi Area; Iriki Town, Kagoshima Prefecture

Norihito MAEYAMA¹⁾, Masakazu CHISHIKI²⁾, Katsutoshi TOMITA¹⁾,
and Motoharu KAWANO³⁾

Abstract

The Yamanokuchi Formation in Iriki Town, Kagoshima Prefecture is composed of a tuffaceous lacustrine deposit, and was considered to be subjected to alteration. Clay minerals as altered minerals in the Yamanokuchi Formation were examined by using a X-ray diffractometer, a scanning electron microscope, a differential thermal analyser, and an infrared absorption spectrometer. Various clay minerals such as vermiculite, chlorite, kaolin minerals, smectite, and mixed layer minerals were present in the Yamanokuchi Formation.

The distribution of these minerals in this area was clarified.

Key Words: Tuffaceous lacustrine deposit, Alteration, Clay mineral, Mixed layer mineral.

1. はじめに

鹿児島県入来町山之口地域の地質は、火山岩類に湖沼性堆積物が挟在している。この湖沼性堆積物は凝灰質あるいは珪藻質で、風化作用および火山活動にともなう熱水変質作用により変質鉱物を生成している。

小論は、本地域における湖沼性堆積物が被った変質作用の性質を知るために、試料採取・分析

-
- 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⁾ 鹿児島県立鹿児島聾学校 〒890 鹿児島市草牟田2丁目53-54
Kagoshima Prefectural Kagoshima School for the Deaf, 2-53-54 Somuta, Kagoshima 890, 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

を行い、変質鉱物の分布および諸性質を明らかにした。

2. 地質の概要

南九州は、2 M. A. ~ 3 M. A. 以降活発な火山活動の場であり、本地域の地質においてもそのことが反映されている。本地域の位置図および地質図を Fig. 1 に示す。山之口 (Yamanokuchi) 地域には、下位に鮮新世~更新世の安山岩類、玄武岩類、および湖沼性の堆積岩類が存在し、これらを覆って更新世の火砕流堆積物が存在している。

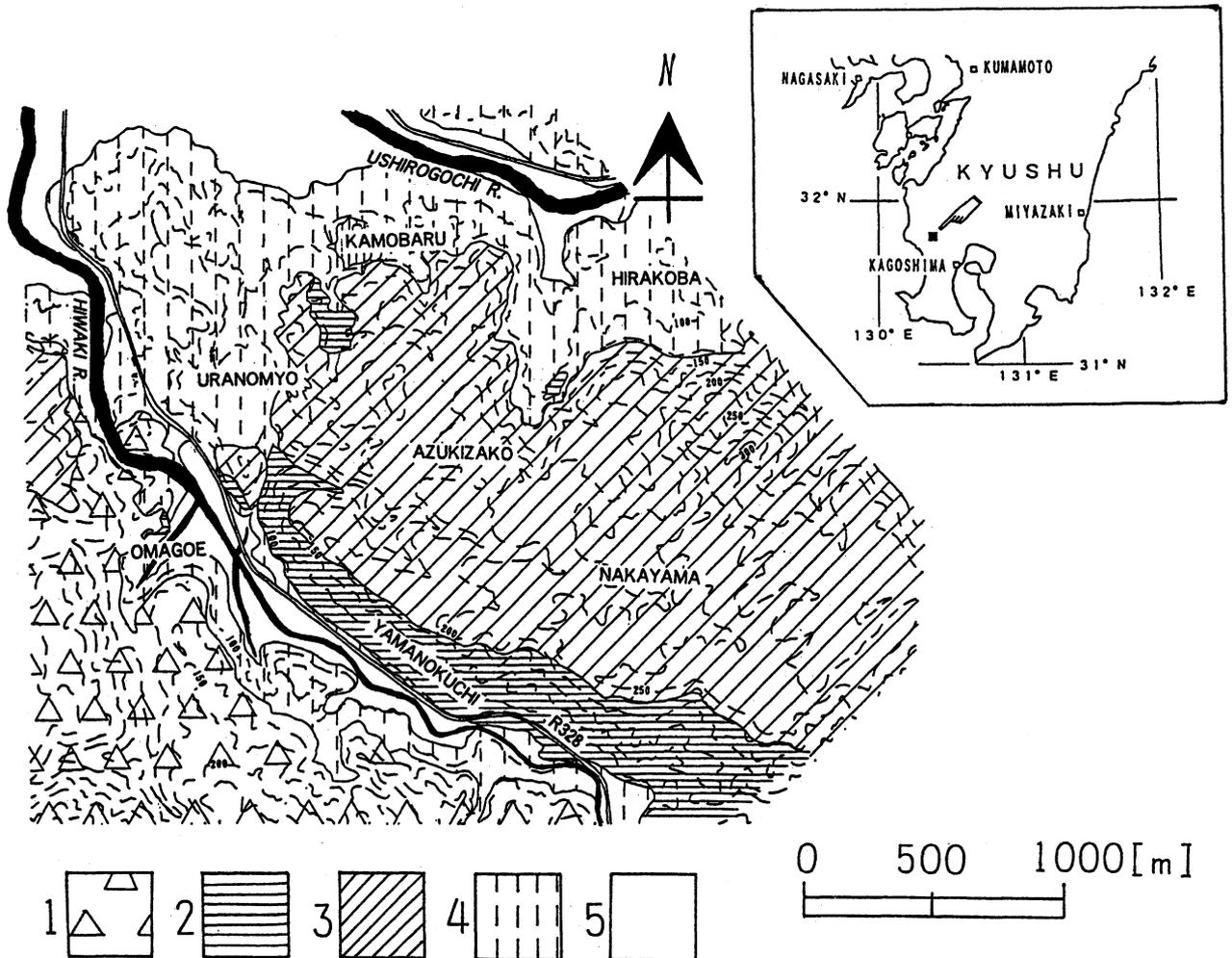


Fig. 1 Geological map of the surveyed area.

1. Iriki Andesite, 2. Yamanokuchi Formation, 3. Nakayama Basalt.
4. Ito Pyroclastic Flow Deposit, 5. Alluvium and Terrace Deposits.

調査地域内の湖沼性堆積物（以下、山之口層と称する）は、樋脇 (Hiwaki) 川の右岸側斜面に比較的連続して認められるほかは、小豆迫 (Azukizako) 北部および平木場 (Hirakoba) で小規模に認められる。山之口層は、湖沼性の凝灰質泥層および凝灰質シルト層を主とし、凝灰質砂層、安山岩質あるいは玄武岩質礫層、および珪藻質シルト層を挟在する。また本層は、全体的に北に数°~最大20°傾斜している。山之口層は、中山 (Nakayama) および小豆迫において橄欖石玄武岩に不整合に覆われている。

3. 試料および実験方法

本研究では、主として山之口層から試料を採取した。試料採取位置の分布を Fig. 2 に示す。試料は、現地でビニール袋に密閉して持ち帰った。試料番号は、概ね各ルートにおける高度の低い側から高い側へ順に付した。

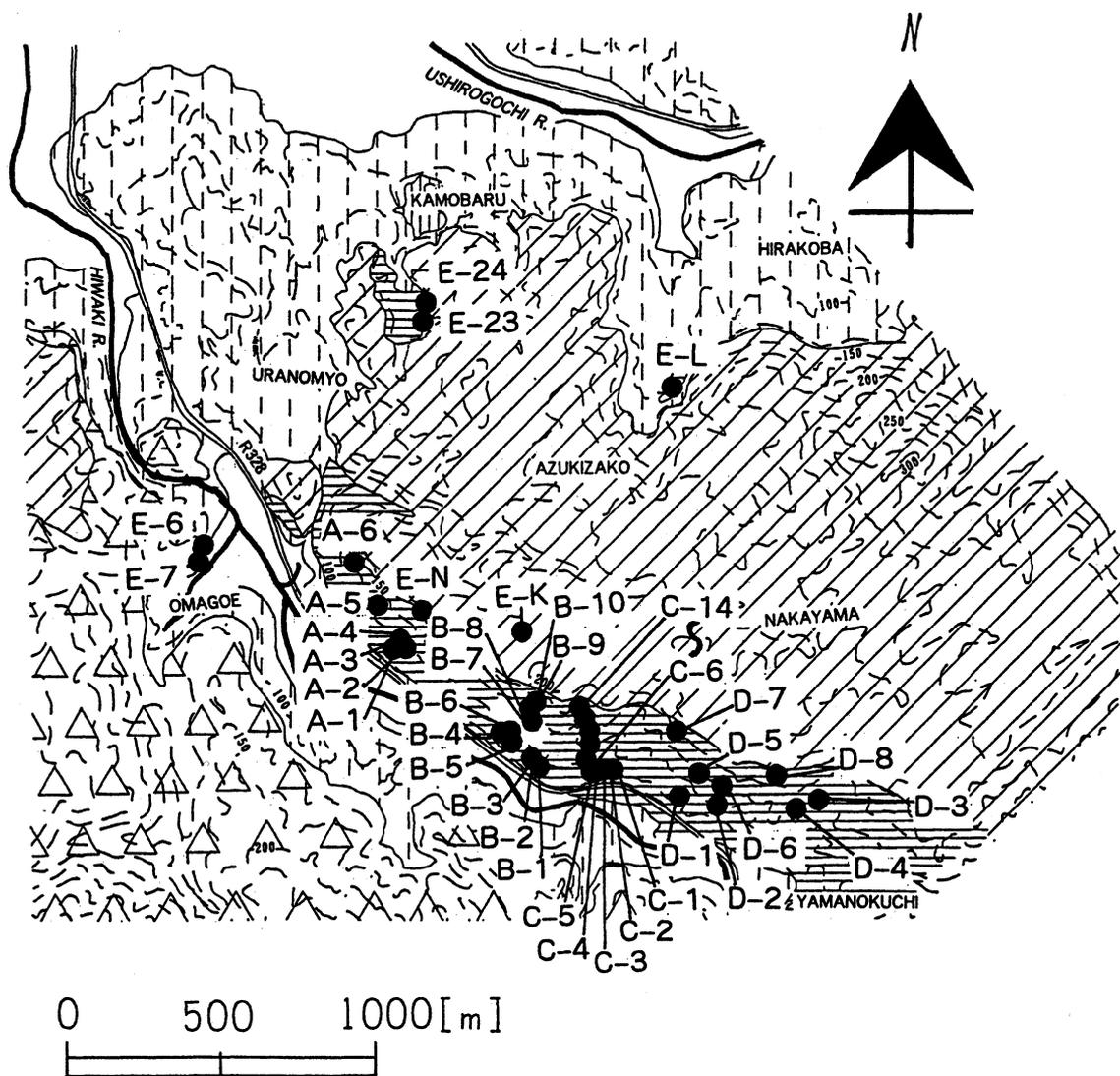


Fig. 2 Distribution map of the sampling points.

X線回折 (XRD) 分析用の試料は、原土から水簸により径 $2\ \mu\text{m}$ 以下の粒子を分離し、この懸濁液を自然乾燥によりガラス板あるいは石英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、 $\text{CuK}\alpha$ 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-25S II を加速電圧 15KV の条件で用いて行った。

示差熱分析 (DTA) は、標準試料として $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ を用いてマクロ法で行った。

赤外線吸収スペクトル (IR) 分析は、KBr 錠剤法により日本分光工業製 A-302 を用いて行った。

4. 結果および考察

XRD 分析で確認された鉱物は, smectite, illite, 10 Å halloysite, 7 Å halloysite, vermiculite, chlorite, mixed layer mineral, quartz, cristobalite, tridymite, および feldspars であった。各試料の各鉱物における X 線回折強度および試料採取位置の高度を Tables 1 および 2 に示す。

Table 1 Mineral assemblages of the samples collected in the surveyed area.

Sample number	Mineral											Level (m)	
	X	S	I	H	M	V	L	Q	C	T	F		
A-1	w	vs	s	m	m	m	m	s					120
A-2	m	s	m	m	s		s	m				w	120
A-3		vs	s	w	m	m	m	s	m	w	s		120
A-4		w	vw					m	m	m	s		130
A-5		s	m	w	s			m	s		m		130
A-6				m	w							m	140
B-1		vw		m	vw			vw	m	m			110
B-2	vs	vs	m	vw	s			s	s	m	m		110
B-3		vs	m		s			m	m	w	vw		110
B-4				vw				s	s	s	m		110
B-5				vw				s	s	s	s		110
B-6	m	vw	s		w	m	m	m	m	m	s		120
B-7				vw	vw			m	s	vs			130
B-8		w	m	m	w			m	m	vw	m		145
B-9	s	m	m	w	m		m	m	vw	w	s		145
B-10	m	w	w	w	m	m	m	w	m	m	vw		145
D-1	s	s	s	m	s		m	s	m		m		130
D-2			vw	vw				s	vs	vs	s		170
D-3		s	m	m	w			m			w		170
D-4	m	s	s	m	s			s	m		s		180
D-5		s	s	m	m	m		m			m		190
D-6		s	m	m	m	w		m	m	w	m		190
D-7		w		s	vw			s	vs	s	m		210
D-8		vw						m	m		m		220

X: mixed layer mineral, S: smectite, I: illite, H: 10 Å halloysite, M: 7 Å halloysite, V: vermiculite, L: chlorite, Q: quartz, C: cristobalite, T: tridymite, F: feldspars.

vs: very strong, s: strong, m: medium, w: weak, vw: very weak.

Table 2 Mineral assemblages of the samples collected in the surveyed area.

Sample number	Mineral											Level (m)	
	X	S	I	H	M	V	L	Q	C	T	F		
C-1	m	vs	s		s		m	s	m	m	m		125
C-2		vs						w	m	w	m		125
C-3	m	s	m	w	s			s	m	w	m		130
C-4		s	s		s			s	m	vw	w		125
C-5	m	m		w	w			s	s	m	m		125
C-6				vw	vw			m	s	vs			145
C-7	w			w				m	s	s	m		150
C-8		m	w	w	m	s		s	s	s	m		155
C-9		m	s	vw	m		m						150
C-10		m	m	m	w			m					160
C-11		w	m	m		w							160
C-12		m	m	m	m	m		w	vw	vw			165
C-13		m		m	w			w			w		170
C-14		m	vw	w	w			m	m	w	w		180
E-23	m		m	m	w		w	s	vs	s			80
E-24	m	m	s	m	s				s		m		80
E-K	m	m	s	m	m			s	w	m			190
E-L		s	m	m	m			s	m	m	s		110
E-6		vw											90
E-7		s		s	vw			s		m	s		90
E-N	m	vw					s	m	m	m	m		170

X: mixed layer mineral, S: smectite, I: illite, H: 10 Å halloysite, M: 7 Å halloysite, V: vermiculite, L: chlorite, Q: quartz, C: cristobalite, T: tridymite, F: feldspars.

vs: very strong, s: strong, m: medium, w: weak, vw: very weak.

Illite および smectite の IR スペクトルを Fig. 3 に, smectite, vermiculite, および illite の DTA 曲線を Fig. 4 に示す。薬品処理および加熱処理を施した vermiculite の XRD パターンを, それぞれ Figs. 5 および 6 に示し, IR スペクトルを Fig. 7 に示す。これらは Fig. 4 の DTA 曲線に対応した変化を示している。

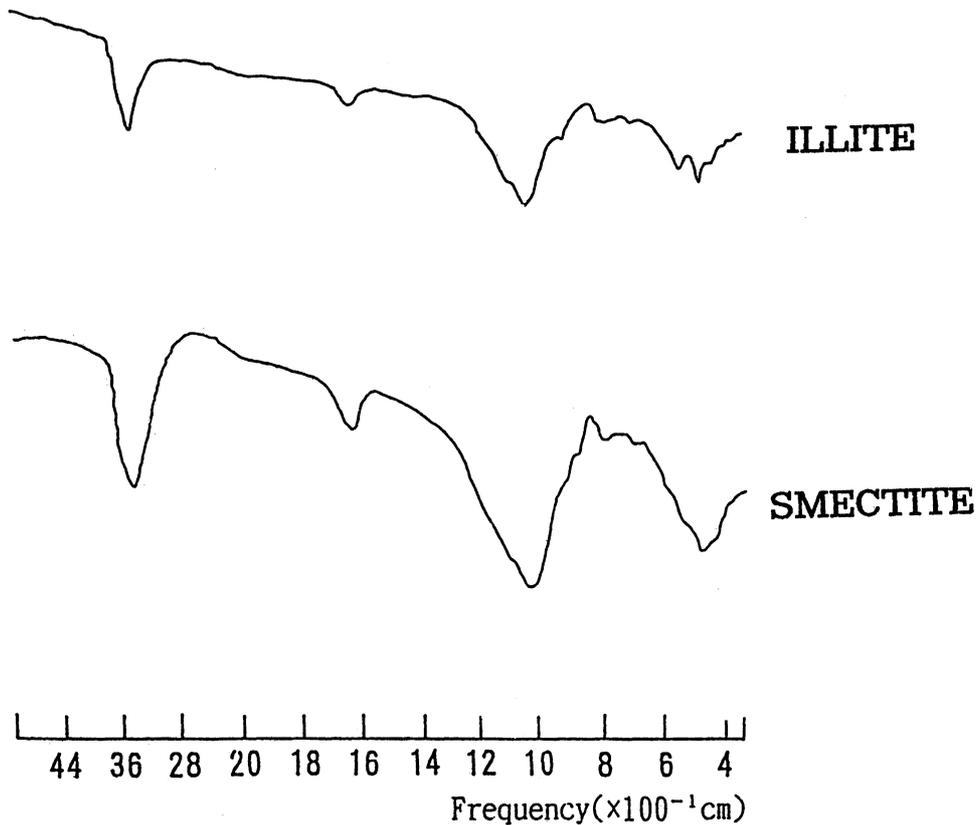


Fig. 3 Infrared absorption spectra of illite and smectite.

薬品処理および加熱処理を施した試料 D-1 の XRD パターンをそれぞれ Figs. 8 および 9 に示し, 各処理による $3 \sim 12.4^\circ 2\theta$ のピークの変化を Table 3 に示す。Ethylene glycol 処理および加熱処理を施した試料 E-N の XRD パターンを Fig. 10 に示し, これらから Tomita and Takahashi (1985) により mixed layer mineral における smectite および chlorite の存在確率を算出したものを Table 4 に示す。

試料番号に付した A~D は, 試料採取のルートを示している。

A ルートでは, 下位から上位へと smectite および illite が減少傾向を示す。また, 下位の A-1, A-2, および A-3 には, chlorite および vermiculite が含まれている。A-4 は, 白色シルトで, 変質鉱物は少なく, SEM 観察においては, 多量の珪藻化石が認められた。

B ルートでは, このルートの他の試料に比して B-2 および B-3 に多量の smectite が認められた。B-6 は, illite の含有が顕著であり, chlorite および vermiculite も含んでいた。B-7 は, 玄武岩質礫層からの試料であり, 風化は進んでいたが, XRD 分析による粘土鉱物の顕著な含有は認められなかった。また, B-4 および B-5 も粘土鉱物の含有が認められなかったが,

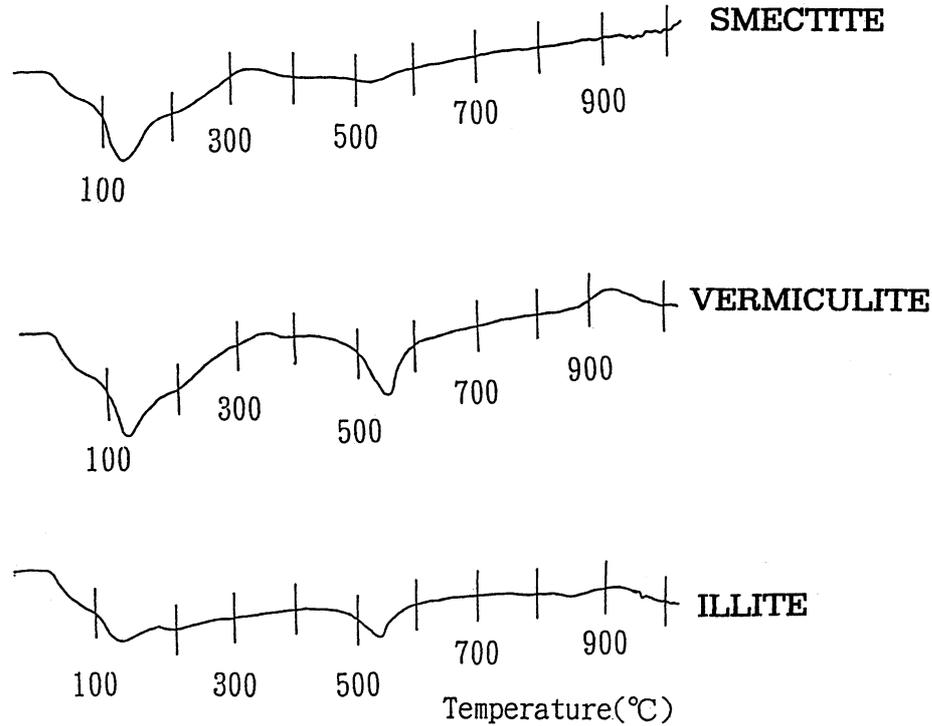


Fig. 4 DTA curves of smectite, vermiculite and illite.

SEM 観察では珪藻化石を多く含んでいた。

C ルートにおいては、下位の C-1 および C-2 に多量の smectite の顕著な含有が認められた。C-8 は、chlorite を含んでいるが、その上位の C-9 ~C-12 では、vermiculite の含有が優勢であった。C-6 および C-7 は XRD 分析による粘土鉱物の含有は劣勢であるが、前者は風化した玄武岩質礫層からの試料であり、後者は珪藻化石を多く含んだものであった。

D ルートは、多量の smectite を含む試料は存在しなかった。D-1 においては chlorite が含まれ、D-5 および D-6 には vermiculite が含まれていた。また、D-2 および D-8 は、粘土鉱物の含有は顕著でなかったが、珪藻化石を多量に含む白色シルトからの試料であった。

以上のことから、ルート A, B, および C の下位の試料は、いずれにおいても smectite の含有が顕著であった。これらの試料を採取した露頭は暗灰色を呈する成層したシルト層であり、山之口層内では比較的高い硬度を有していた。また、山之口層の上部からの試料と考えられる A-6, C-14, および D-8 には粘土鉱物の顕著な含有は認められなかった。

山之口層内では、chlorite および vermiculite の産出は限定されており、しかも両鉱物の産出は共生あるいは近接していることから、おそらく vermiculite は chlorite から生成したものであると考えられる。また、各ルートにおける vermiculite の産出高度の関係は、北方ほど低くなっており、その傾斜を計算すると、7~8°N が求まる。このことは、長谷・畑中 (1976) の記載と調和的であることから、vermiculite はほぼ同一時間面上に産出していると言える。今回この vermiculite の成因を特定することはできなかった。

今回採取した試料においては、多様な組合せの mixed layer mineral が認められたが、多くの場合、その詳細については解明できなかった。D-1 において、illite/chlorite mixed layer mineral が認められたが、この chlorite は塩酸処理によって分解しなかったことから、sudoite

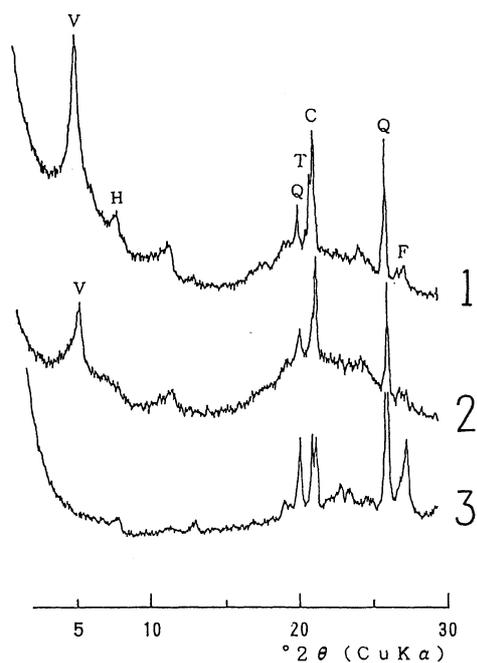


Fig. 5 XRD patterns of vermiculite after various treatments.
 1. untreated sample, 2. treated with ethylene glycol,
 3. treated with HCl.
 V: vermiculite, H: 10 Å halloysite, Q: quartz, T: tridymite,
 C: cristobalite, F: feldspars.

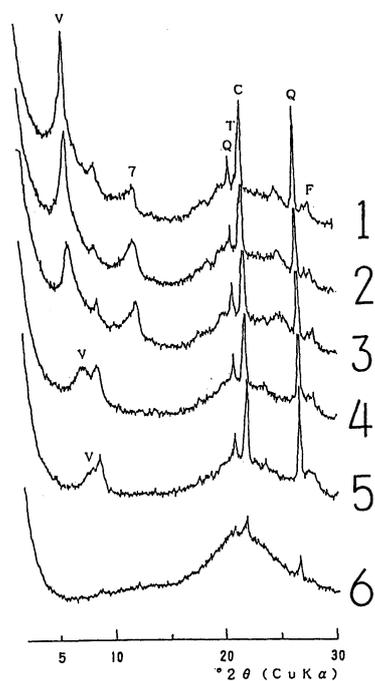


Fig. 6 XRD patterns of vermiculite after heating at various temperatures for 1 hr.
 1. unheated sample, 2. 120°C, 3. 300°C, 4. 500°C, 5. 700°C, 6. 800°C
 V: vermiculite, 7: 7 Å halloysite, Q: quartz, T: tridymite,
 C: cristobalite, F: feldspars.

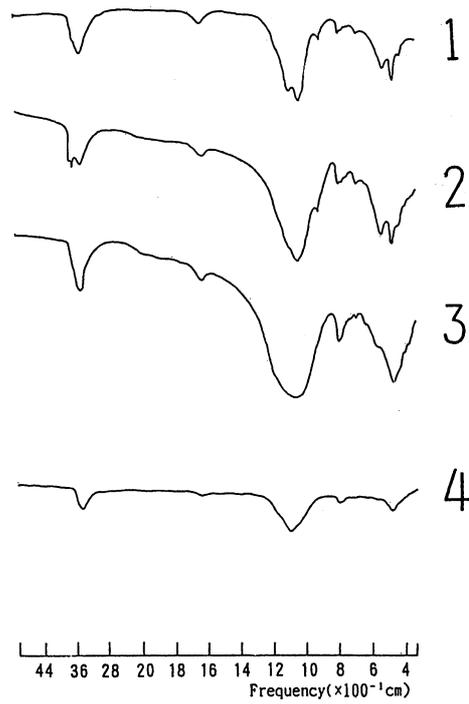


Fig. 7 IR spectra of vermiculite after heating at various temperatures for 1hr.
1. unheated sample, 2. 400°C, 3. 600°C, 4. 700°C.

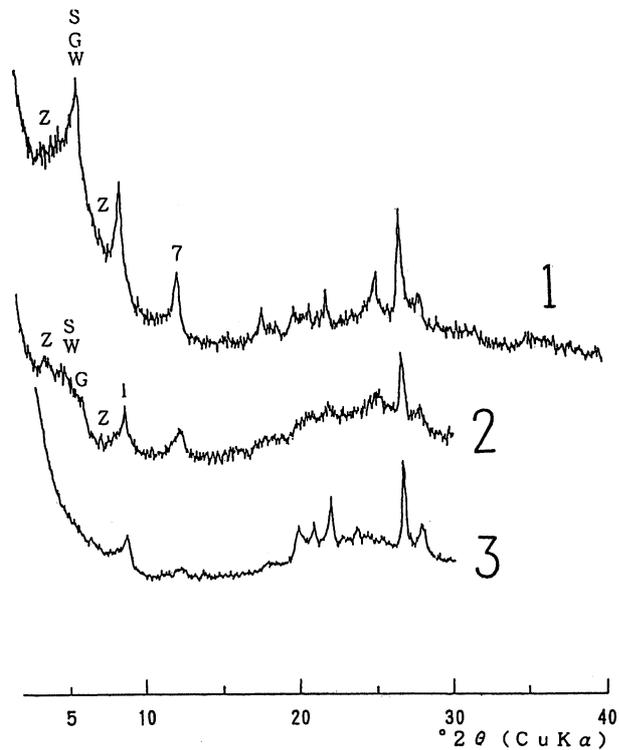


Fig. 8 XRD patterns of specimen D-1 after various treatments.
1. untreated, 2. treated with ethylene glycol, 3. treated with HCl.
I: illite, 7: 7 Å halloysite, G: chlorite, S: smectite,
W: chlorite/smectite mixed layer mineral, Z: illite/chlorite mixed layer mineral.

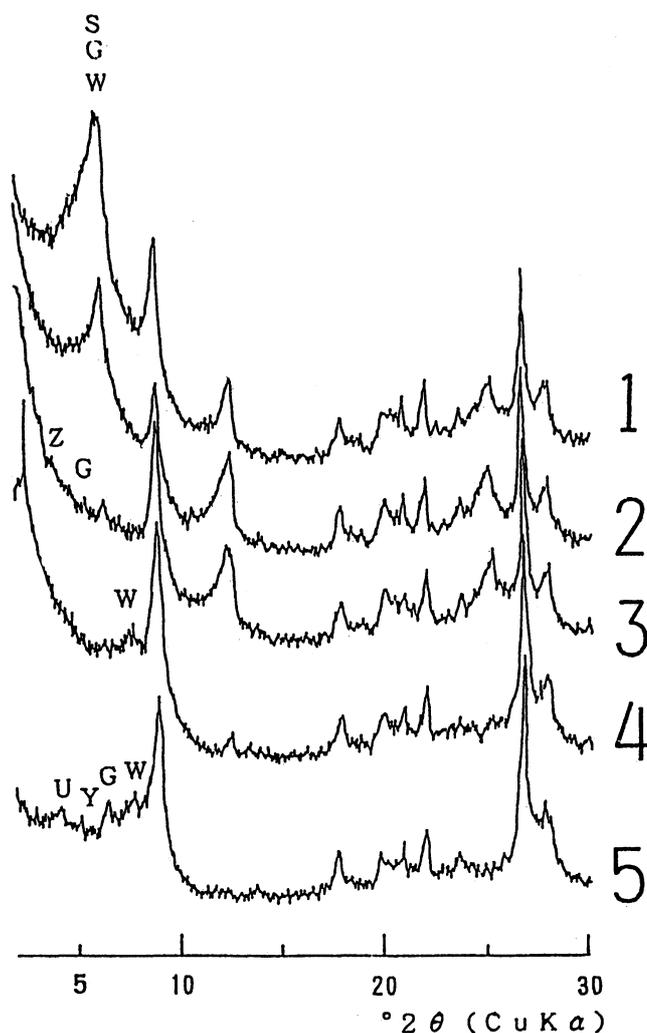


Fig. 9 XRD patterns of specimen D-1 after heating at various temperatures for 1 hr.

1. unheated sample, 2. 120°C, 3. 300°C, 4. 500°C, 5. 700°C.

G: chlorite, S: smectite, U: illite/smectite mixed layer mineral,

W: chlorite/smectite mixed layer mineral, Y: illite/10 Å halloysite mixed layer mineral, Z: illite/chlorite mixed layer mineral.

Table 3 Peak positions of X-ray diffraction analysis for the specimen D-1 after various treatments.

$^{\circ}2\theta$ (CuK α) Å	3.0 30	3.8 24	4.1 21.5	5.0 17	6.2 14	7.2 12	7.6 11.5	8.8 10	12.4 7
U.T.	++	++			+++	++		+++	+++
E.G.		+++		+++	+++	++		+++	+++
HCl					++			+++	++
120°C		+			+++	+		+++	+++
300°C	++	++			+++	+		+++	+++
500°C		+			++	+	++	+++	++
700°C		+	+++	++	+++	+	+++	+++	

U.T.: untreated, E.G.: treated with ethylene glycol, HCl: treated with HCl.

+++ : strong, ++ : medium, + : weak

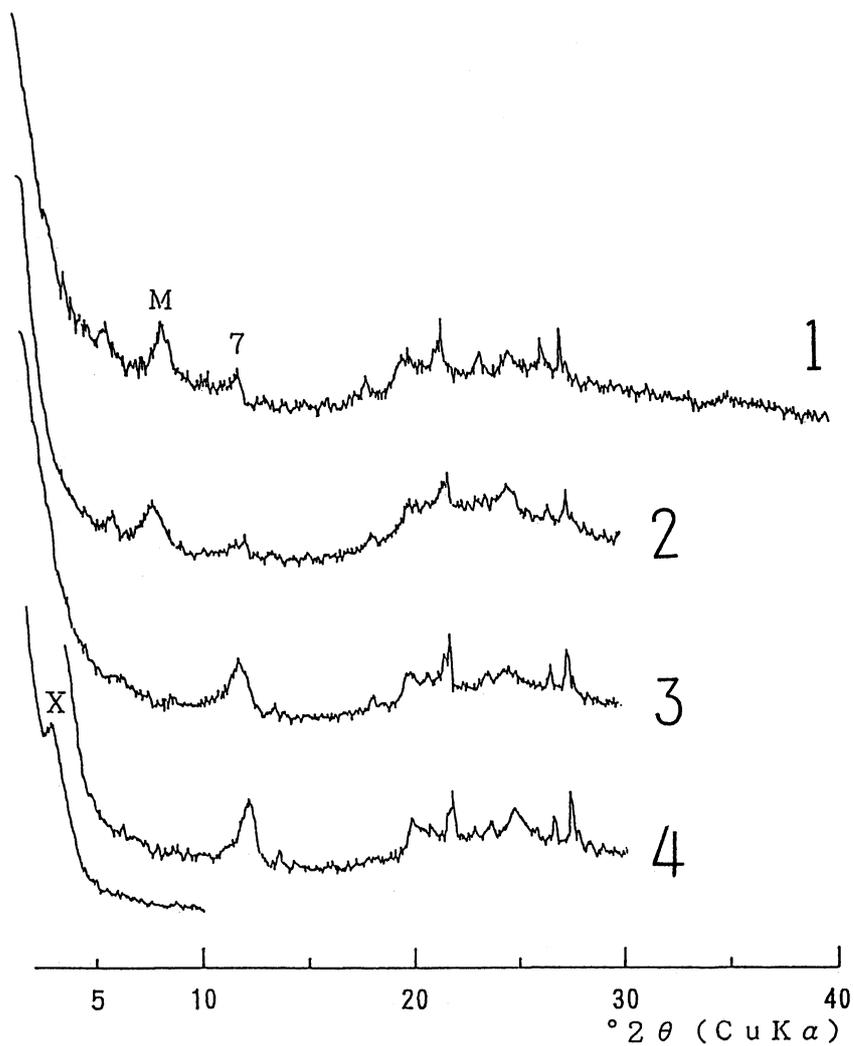


Fig. 10 XRD patterns of specimen E-N after various treatments.

1. untreated sample, 2. treated with ethylene glycol,
 3. heated at 120°C for 1 hr, 4. heated at 300°C for 1 hr.
 M: illite, 7: 7 Å halloysite, X: mixed layer mineral.

Table 4 Structure of mixed layer mineral (sample number. E-N).

$P_s=0.49$	$P_{cs}=0.95$	$P_{ss}=0.0$
$P_c=0.51$	$P_{cc}=0.05$	$P_{sc}=1.0$

P_s : frequency of occurrence of smectite, P_c : frequency of occurrence of chlorite.

P_{cs} : probability that chlorite succeeds smectite, given that the first layer is chlorite, P_{cc} , P_{ss} and P_{sc} are similarly defined.

であると考えられる。

山之口層中に多量に含まれる珪藻化石は、変質して smectite 等を生成している。また、玄武岩質礫の風化生成物は、XRD 分析では検出しがたいが、知識ら（1993）が報じたごとく、SEM 観察によって何等かの推論を得ることができる場合がある。しかし、今回 SEM 観察によっても解明にいたるような結果は得られなかったことから、玄武岩質礫の風化生成物は、非晶質あるいはそれに近い物質であると考えられる。

5. 謝 辞

本研究を進めるにあたり、鹿児島大学農学部附属農場入来牧場の職員の方々には、地質調査の際、宿泊場所を提供していただいた、また永山まどか氏には終始協力頂いた。鹿児島大学理学部地学教室および教養部地学教室の諸教官には、有益な御助言を頂くとともに激励いただいた。ここに深く謝意を表するものであります。

参考文献

- 知識正和・富田克利・廣橋正一・河野元治, 1993. 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. 鹿児島大理学部紀要 (地・生), **26**, 53-65.
- 長谷義隆・畑中憲一, 1976. 鹿児島県入来町山之口層の層序と花粉分析について, 熊本大学理学部紀要, **10**, 1-10.
- Tomita, K. and Takahashi, H., 1985. Curves for the quantification of mica/smectite and chlorite/smectite interstratifications by X-ray powder diffraction. *Clays & Clay Minerals*, **33**, 379-390.