鹿児島大学理学部紀要（地学・生物学）
No. 25, 31-43, 1992.

鹿児島県樋脇町市比野地域の入戸火砕流堆積物中の変質鉱物

知識正和[1)]・富田克利[1)]・田中朋一[2)]・河野元治[3)]

(1992年9月8日受理)

Alteration Minerals in the Ito Pyroclastic Flow Deposit in the Ichihino Area, Hiwaki Town, Kagoshima Prefecture

Masakazu CHISHIKI[1)], Katsutoshi TOMITA[1)],
Tomokazu TANAKA[2)] and Motoharu KAWANO[3)]

Abstract

The Ito pyroclastic flow deposit is widely distributed in the Ichihino area, in south Kyushu. The most common alteration mineral in the non-welded part of the pyroclastic flow deposit is 10 Å-halloysite. The 10 Å-halloysite is a weathering product. Smectite and erionite are observed in the upper and lower parts of some cliffs. It is considered that the smectite was transported from the hinterlands and the erionite was formed by a reaction between the volcanic glass in the Ito pyroclastic flow deposit and agricultural chemicals.

Key Words: 10 Å-halloysite, Smectite, Erionite, Pyroclastic flow deposit

Ⅰ. はじめに

南九州には約22,000年前のものと言われる入戸火砕流堆積物（荒牧, 1969）が広い地域にわたって分布している．入戸火砕流堆積物の非溶結部のような岩相のものはシラスと呼ばれている．天然のシラスの崖は90°近い傾斜で安定であり（上田, 1984），そのごく表面にのみ粘土鉱物が含まれ，その内部には含まれないことが知られている（富田・大西, 1976）．富田・大西（1976）はシラス中に認められる主な粘土鉱物として，10Åハロイサイト，スメクタイト，イライト，およびカオリン／スメクタイト混合層鉱物を報告している．これらの粘土鉱物は風化生成物と考えられる．しかし，どのシラス崖の表面にも含まれるというわけではなく，また，場所によって粘土鉱物の種類も違うというように，まだ未解決なことが多い．

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) 興亜火災海上保険株式会社　〒100　東京都千代田区霞が関3丁目7-3
The Koa Fire & Marine Insurance Co., LTD., 7-3, 3-Chome, Kasumigaseki, Chiyoda-Ku, Tokyo 100, 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.

今回，鹿児島県樋脇町市比野地域に分布する入戸火砕流堆積物非溶結部中の変質鉱物を調べたところ，これまでに火砕流堆積物の風化生成物としては報告のないエリオナイトと考えられる沸石が認められたので，本地域における入戸火砕流堆積物中の変質鉱物と共に報告する．

Ⅱ．試料および実験方法

市比野地域では，鮮新統と考えられる凝灰質シルト～砂層，軽石層，火砕流堆積物よりなる八重層（通産省資源エネルギー庁，1979）を鮮新世から完新世にわたる火山活動に伴う，安山岩～玄武岩質の火山岩類や，火砕流堆積物などが覆っている．本地域は広く入戸火砕流堆積物非溶結部に覆われ，それが台地状の地形を形成している場合が多い．地形的には火砕流の末端部と考えられる個所もある．

調査地域の位置および地域内での入戸火砕流堆積物の分布を Fig. 1 に示す．地形の概略および，試料群採取位置の分布を，市比野東部地域にA，B，Cの文字，そして原（HARA）地区の露出の位置に黒丸の記号で，Fig. 2 に示す．原地区ではシラス採取のためできた切羽から試料を採取した．本露出は火砕流の末端部であると考えられる．Fig. 2 に示した市比野東部地域のA，B，C各地域における試料採取地点の分布，および原地区の露出での試料採取地点の分布を Fig. 3 に示す．原地区の露出では，入戸火砕流堆積物非溶結部の下位に阿多火砕流堆積物溶結

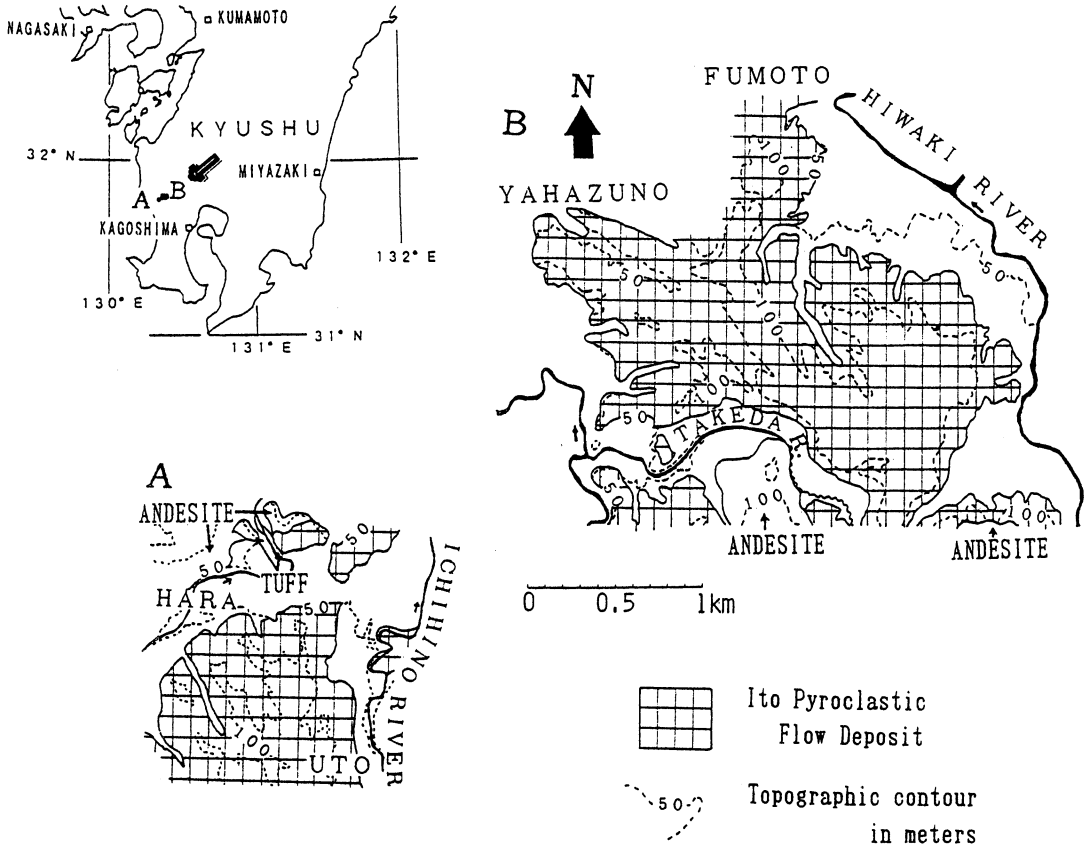

Fig. 1 Distribution map of the Ito pyroclastic flow deposit in the surveyed area.

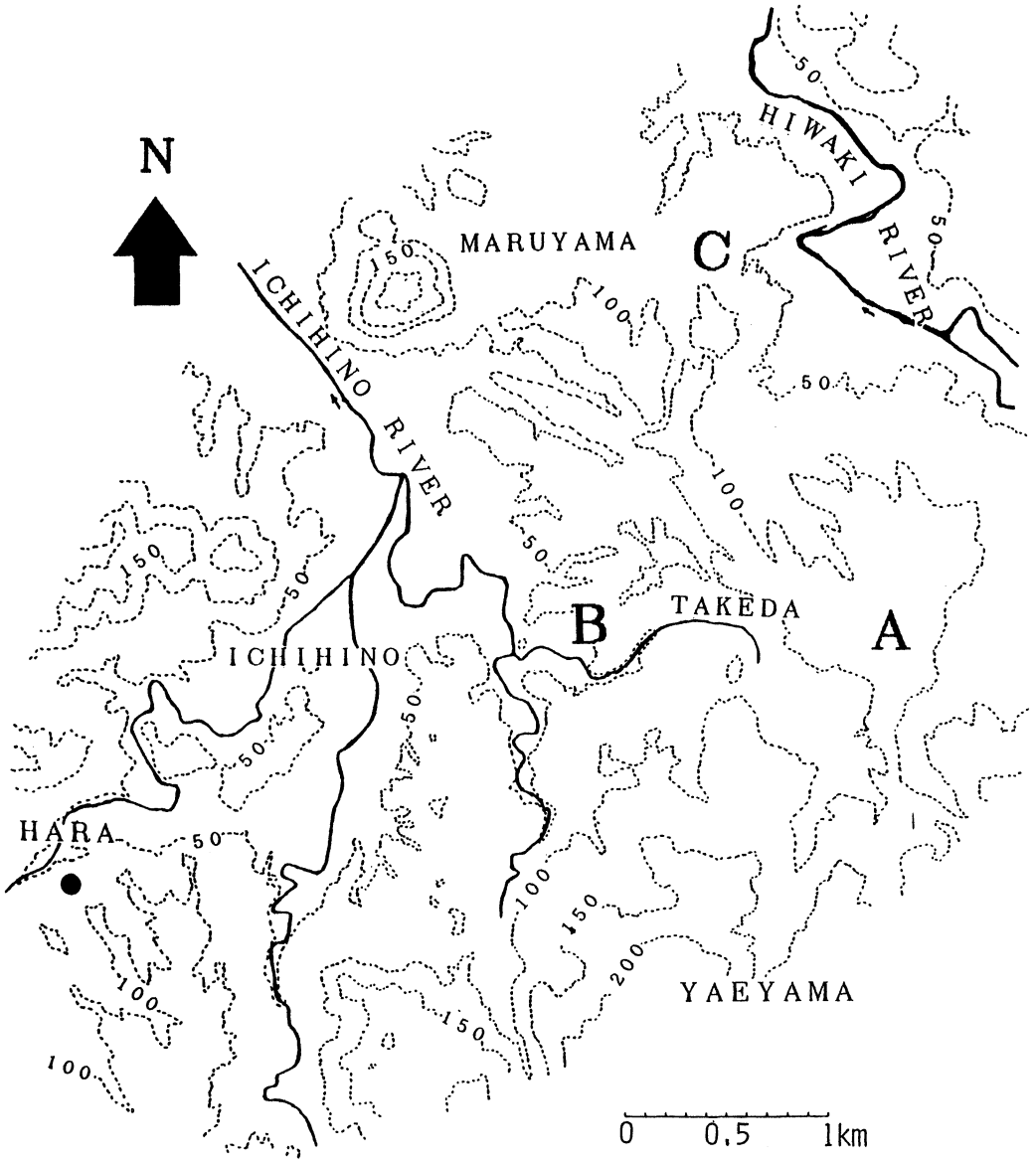

Fig. 2　Distribution map of the sampling areas (A, B, C, and HARA).

部が熱の影響を蒙ったと思われる古土壌をはさんで存在する.

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持ち帰ったものから水簸により径2 μm以下の粒子（粘土サイズとした）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．また一部の試料には，2 μm以上の径をもつ細粒砂以下の粒子（シルトサイズとした）に関してもXRD分析をおこなった．X線発生装置は，CuKα線，30KV，15mAで用いた.

走査型電子顕微鏡（SEM）観察はJOEL JSM-25S Ⅱを25KVで用いておこなった.

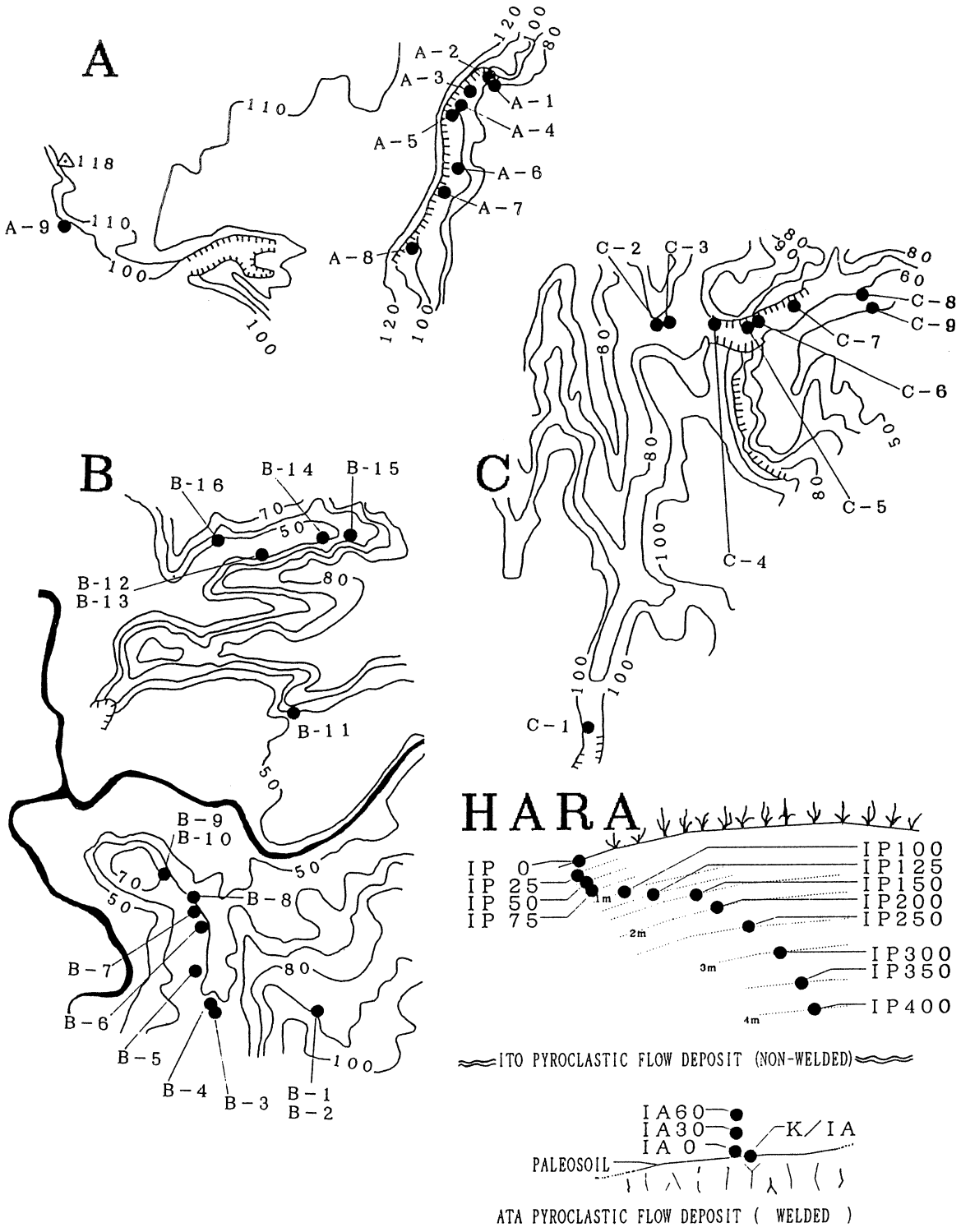

Fig. 3 Distribution map of the sampling points in the areas of A, B, and C, and the sampling points at an outcrop at Hara.

Ⅲ．実験結果

XRDにより入戸火砕流堆積物中に確認された鉱物は，長石，石英，クリストバライト，トリディマイト，10Åハロイサイト，7Åハロイサイト，スメクタイト，エリオナイトである．これらの内，とくに変質鉱物の各地点における分布をTables 1と2にまとめた．Table 1には市比野東部地域の台地の崖表面における10Åハロイサイト，スメクタイト，エリオナイトの分布を示し，Table 2には原地区の露出における変質鉱物の分布を示した．

風化変質の影響の少ないと考えられる入戸火砕流堆積物を磨砕し，不定方位試料を作成したもののXRDパターンでは，ガラス質，石英，クリストバライト，および長石が認められ，同様の試料から粘土サイズの粒子を水簸し，定方位したもののXRDパターンでは主にガラス質のものが顕著であった．

市比野東部地域の各試料採取地点の崖表面における10Åハロイサイト，スメクタイト，エリオナイトの分布（Table 1）からは，B-12以外の地点を除き10Åハロイサイトが普遍的である．B-12はシラス崖の表面が崩れた後表出した表面から採取した試料であり，B-13はその崖錐堆積物である．B-12には顕著な変質鉱物は認められない．

また，表面から内部への水平方向の変質鉱物の分布は，Fig. 4に示すように顕著な変化は認められない．また表面から内部に約50cmの深さでは堅い岩質を示し，変質鉱物を含まなくなる．

本地域の入戸火砕流堆積物中のエリオナイトの量は少なく，原土試料を単に攪拌・水簸し粘土サイズの粒子を定方位させたもののXRDパターンではエリオナイトのピークは小さく，SEM観察においては針状の粒子が少量確認されるのみである．原土を水中で超音波で分散させ，水簸により採取したものではXRDパターンにおけるエリオナイトのピークは顕著になり，SEM観察でも針状の形態を示す粒子が目立つようになる（Fig. 5-A）．このことからこの地域のシラス中に含まれるエリオナイトは大変粒子が細かいのが特徴である．

エリオナイトの含有地点は，市比野東部地域では34地点中11地点であった．分布は，顕著な傾向ではないが茶畑の付近に認められる．XRDパターンにおいて，特にエリオナイトのピークの顕著なものは，崖表面が若干赤褐色に変色している茶畑の縁辺の崖に多い（地点；A-8，XRDパターン；Fig. 6）．A-8においては，崖表面～内部への深さ50cmの範囲でエリオナイトが確認される（Fig. 4）．

スメクタイトの分布はエリオナイトの分布との相関は特に認められない．また近接した地点間でもスメクタイトが含まれる場合とそうでない場合とがあるが，これと現在の地形との相関も特に認められない．本地域のスメクタイトはフレーク状のものであった（Fig. 7）．

原地区における変質鉱物の分布（Table 2）では，10Åハロイサイトは普遍的に認められた．シルトサイズのもののXRDパターンでは，切羽の上部のものが下部よりも粘土鉱物に富む（Fig. 8）．下位の阿多火砕流堆積物溶結部との境界付近ではスメクタイトおよび7Åハロイサイトが認められる．クリストバライトは全体的に認められ，トリディマイトの分布は地表面付近および下位との境界付近に認められる．またXRDパターンに顕著なエリオナイトの含有は認められないが，SEM像においては針状のエリオナイトが認められる場合があった（Fig. 5-B）．

Table 1. Alteration mineral composition in the specimens obtained in the eastern area of Ichihino.

Sample No.	ALTERATION MINERAL		
	S	H	E
A-1	+	+	
A-2	+	+	
A-3	+	+	
A-4	+	+	
A-5	+	+	
A-6	+	+	+
A-7	+	+	+
A-8	+		+
A-9	+		+
B-1	+		
B-2	+		
B-3	+	+	
B-4	+	+	
B-5	+		
B-6	+	+	
B-7	+	+	
B-8	+	+	
B-9	+	+	
B-10	+	+	
B-11	+		
B-12			
B-13	+		
B-14	+	+	
B-15	+	+	
B-16	+	+	+
C-1	+	+	+
C-2	+	+	+
C-3	+	+	+
C-4	+	+	+
C-5	+	+	+
C-6	+	+	+
C-7	+	+	
C-8	+	+	
C-9	+	+	

S: smectite, H: 10 Å-halloysite,
E: erionite.

Table 2. Mineral composition in the specimens obtained from an outcrop at Hara.

Sample No.	MINERAL						
	S	H	M	T	C	Q	F
IP 0	+	++	+	+	++	+	
IP 25		++		+	++	+	
IP 50		+++		+	++	+	
IP 75		+++				+	+
IP 100		+++			+	+	
IP 125		+++			+	+	
IP 150		+++			+	+	+
IP 200		+++			+	+	
IP 250		+++				+	+
IP 300		+++				+	+
IP 350	+	++	+		+	+	+
IP 400	+	++	+		+	+	+
IA 60	+	+	+	+	+	+	+
IA 30	+	+	+	+		+	+
IA 0	+	+	+		+	+	+
K/IA	+	+	++		++	+	++

S: smectite, H: 10 Å-halloysite, M: 7 Å-halloysite, T: tridymite,
C: cristobalite, Q: quartz, F: feldspar.
+++: abundant, ++: common, +: rare.

Ⅳ. 考　察

エリオナイトは入戸火砕流堆積物の崖の表面から50cm以上の内部では確認されず，風化変質した崖の表面付近に，場所によっては含まれている．入戸火砕流堆積物中に風化によって生成する変質鉱物はハロイサイトであり，入戸火砕流堆積物の風化生成物としてこれまでにエリオナイトの報告はなく，後背地に生成あるいは分布していたものが運搬され滞ったものである可能性が考えられる．

市比野東部地域におけるシラス台地上面は，主に茶を栽培する畑地に利用されている．茶畑では多様な農薬が定期的に散布されている．調査地域のシラスの崖に対する現在の地形的な後背地は，台地の上面である．現在の茶畑付近のシラスの崖の表面はやや赤褐色を呈し，この部分では風化帯内部に到るまでエリオナイトが顕著に見られた（Fig. 4）．このことから入戸火砕流堆積物中のエリオナイトは，農薬とシラスとの反応で生成したという可能性が考えられるが，このことを解明するのは今後の研究課題である．

原地区においてもSEMによりエリオナイトが認められたが，後背地に畑が存在する．

入戸火砕流堆積物の崖の崩れの形態は，鉛直に近い面を形成するかたちのものであるが，Fig. 6のように水平方向の深さに対するXRDパターンの比較においても風化による変質帯内部にお

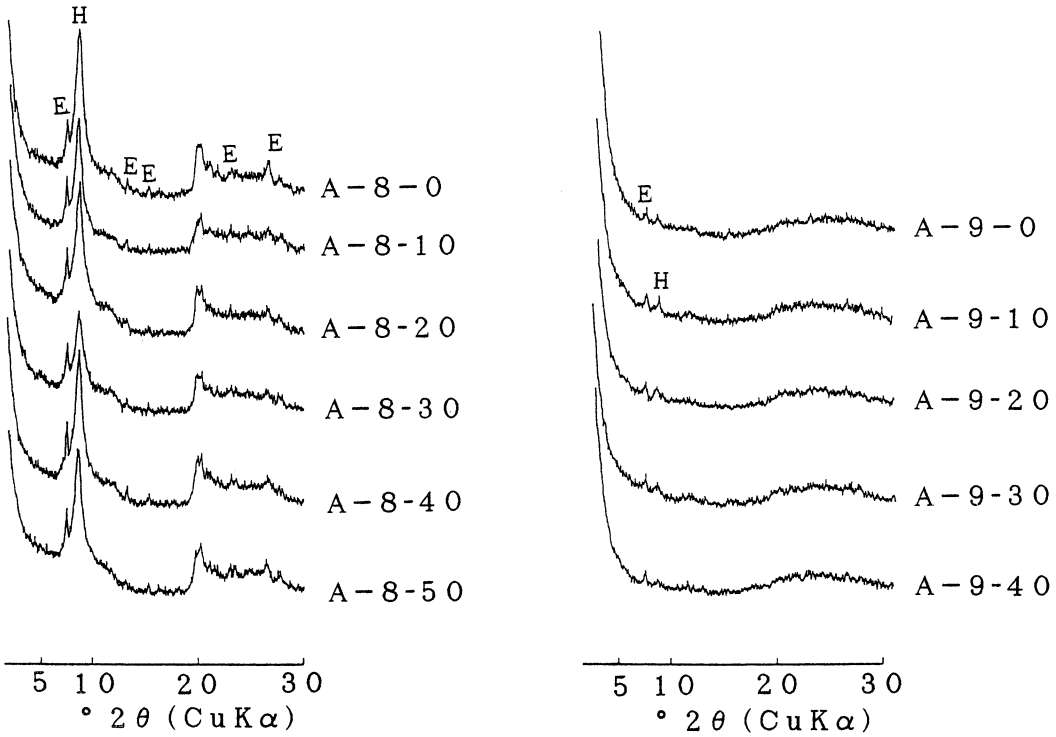

Fig. 4 X-ray diffraction patterns of the samples A-8 and A-9.
H: 10 Å-halloysite, E: erionite.

ける変化は特に認められず，変質作用においても崖表面から内部へ数10cmの範囲がほぼ均質に変質し10Åハロイサイトを生成しているものと考えられる．均質に風化変質しているということは,崖表面から内部に数10cmの範囲で透水性のよい部分が鉛直方向に連続して分布していることを示している．このことは富田・大西（1976）の研究結果と一致している．またエリオナイトの分布地点における水平方向の変質鉱物の均質性もこのことを示していると考えられる．

もし，エリオナイトが入戸火砕流堆積物の堆積した時期に生成したものであれば，もっと火砕流堆積物の内部に普遍的に存在しているはずであるが，そういうことはない．

すなわち後背地から雨水等により運搬された粘土サイズのエリオナイトが，入戸火砕流堆積物の崖の透水帯中に均質に浸透し，滞ったものと考えられる．

スメクタイトの含有も同様の因子によると考えられる．市比野東部地域においては，地形的な後背地が入戸火砕流により形成された台地の上面のみである地域が存在する．しかしそのような地域も，台地を形成する火砕流の堆積様式から，かつては現在の八重山などが後背地であったと考えられる．廣橋（1992）は，八重山を構成する火山岩類および火山砕屑物の変質部分中にスメクタイトの存在を報告しており，今回の試料採取地点の内，八重山の後背地としての影響が想定しうるような地点ではスメクタイトを含有しているという傾向にあった．

原地区においては，スメクタイトを含む凝灰質の湖成層（知識，1992）あるいは変質した火山岩類等が後背地に存在する．また本地域から，想定されている入戸火砕流の噴出源は東方であるが，原地区を通過して入戸火砕流の進行したと思われる西方は，間近に湖成層あるいは火山岩類よりなる山地形間の谷地形である．したがって原地区の入戸火砕流堆積物は火砕流の末端部の相

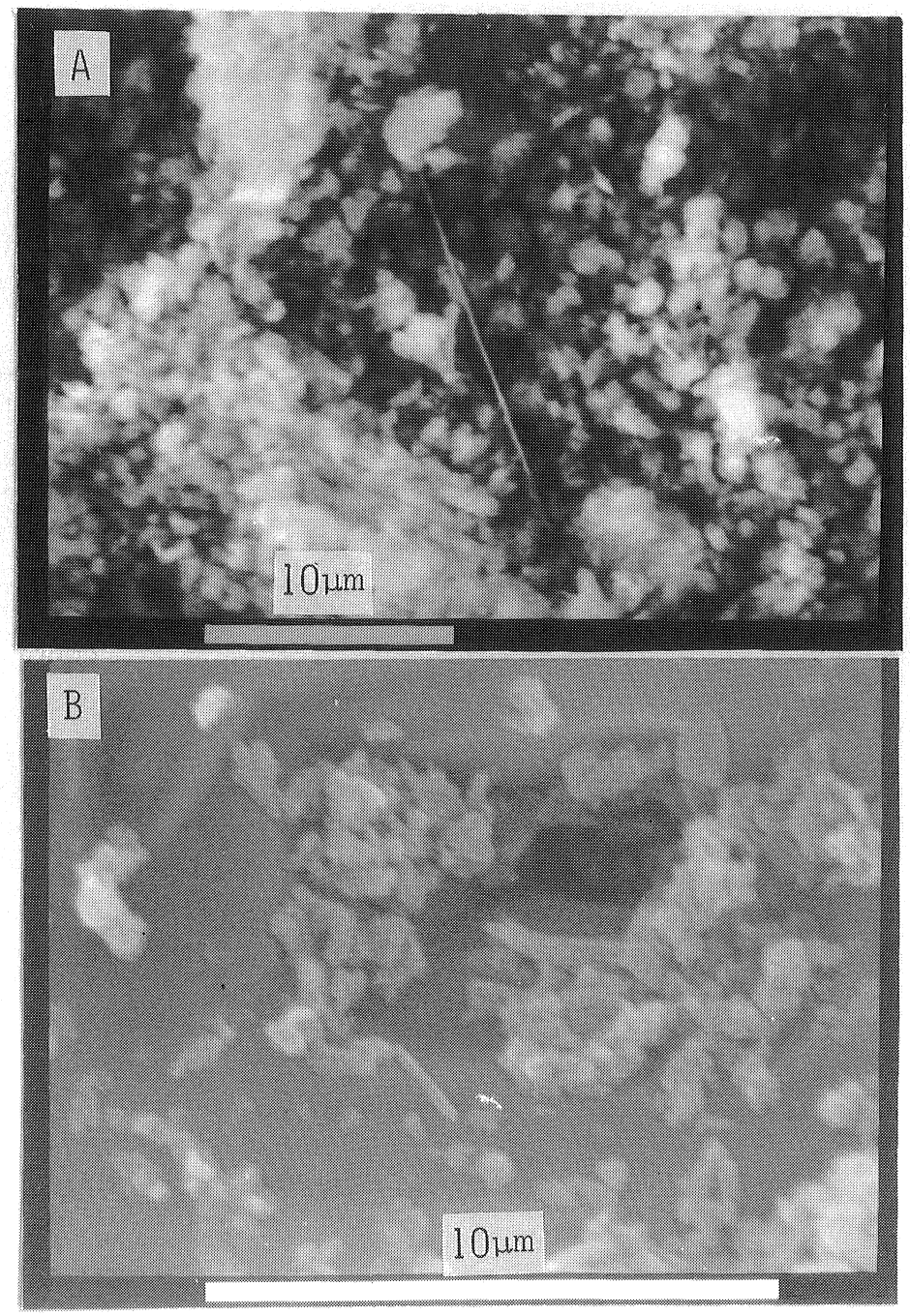

Fig. 5 Scanning electron micrographs of the erionites.
A: specimen A-9, B: specimen K/IA

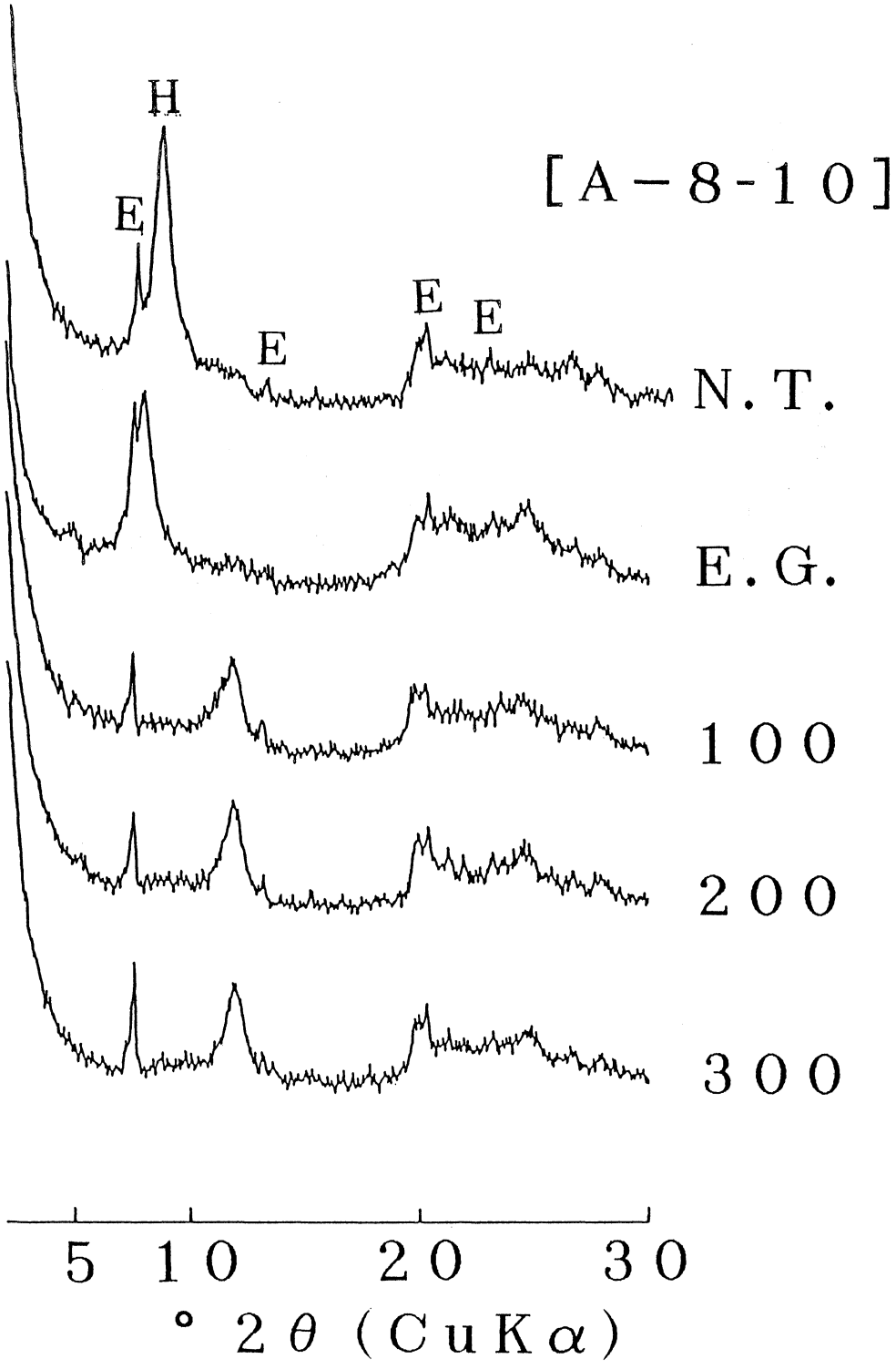

Fig. 6 X-ray diffraction patterns of the specimen A-8-10 after various treatments.
N.T.: untreated, E.G.: treated with ethylene glycol
100,200,300: heated to 100℃, 200℃, and 300℃ respectively.
H: 10 Å-halloysite, E: erionite.

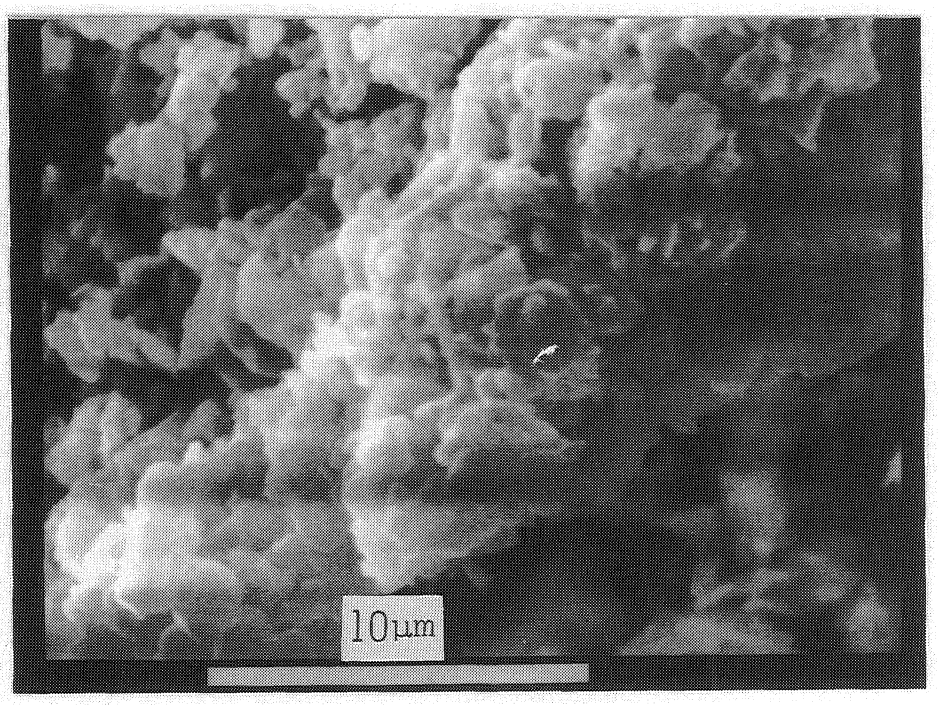

Fig. 7　Scanning electron micrograph of smectite.

を示していると考えられる．末端部の相を示す火砕流堆積物は一般に透水性がよく，したがって原地区の入戸火砕流堆積物中の風化変質の形態も先に述べた崖のものとは異なっている．

原地区の露出は，火砕流堆積物の末端部の断面であり，かつ古土壌が不透水層として露出している．10Åハロイサイトは試料の全てに含まれており，切羽の上部ではシルトサイズのものも存在していた．これは，天然シラス崖に見られたように水の浸透が原因で生成したものだと考えられる．また本露出のスメクタイトの分布は，不透水層付近および地表面であった．地表面のスメクタイトは後背地のものであると考えられる．不透水層付近のスメクタイトは，不透水層上数mの範囲にわたって分布しているので，粒子の細かいものが浸透して滞ったと考えられる．

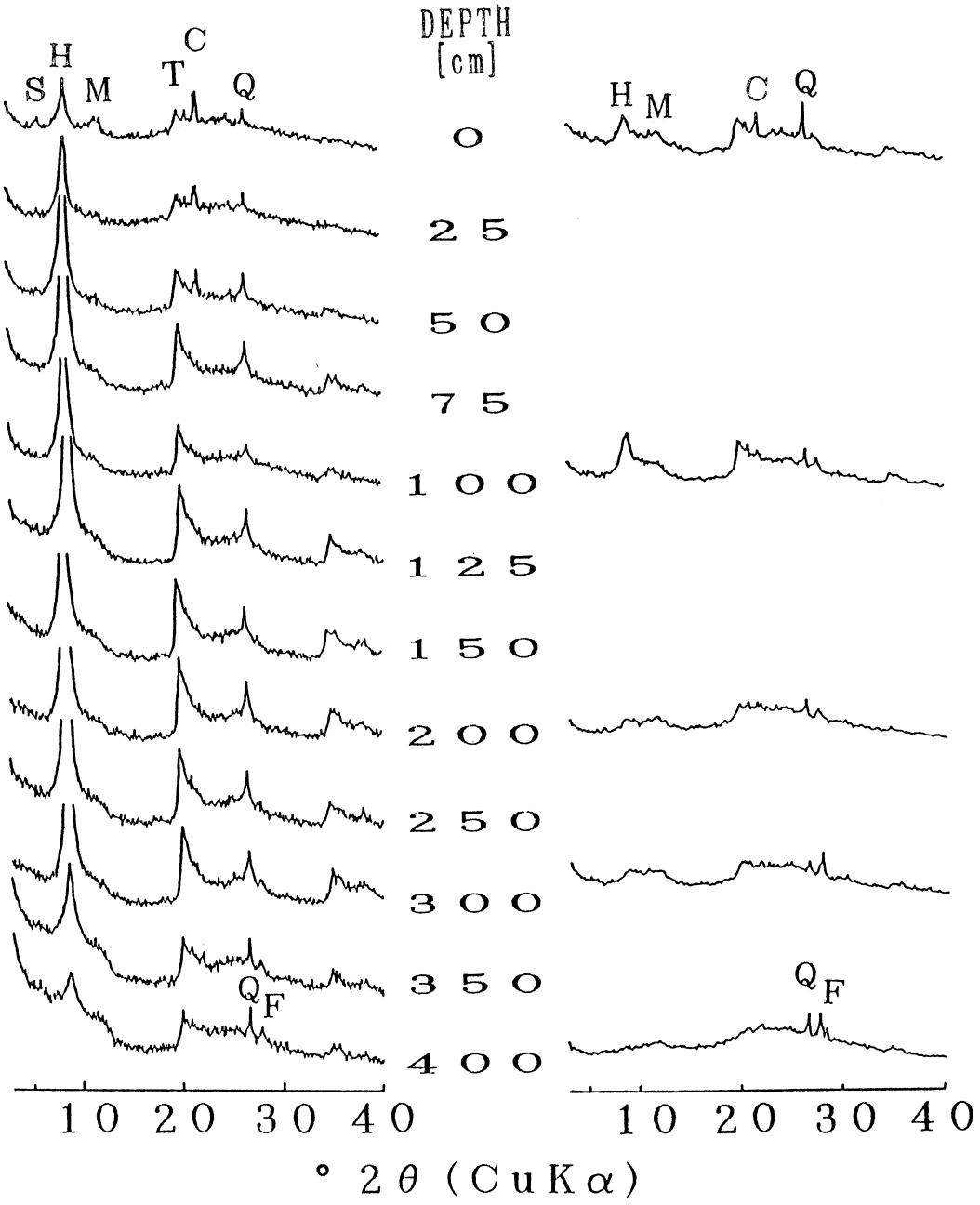

Fig. 8 X-ray diffraction patterns of the specimens from an outcrop at Hara.
Left: clay size samples, right: silt size samples.
S: smectite, H: 10 Å halloysite, M: 7 Å halloysite,
C: cristobalite, T: tridymite, Q: quartz, F: feldspar.

V. おわりに

今回の研究をまとめると，(1)天然のシラス崖の風化の特徴として，崖表面から数10cmの範囲は透水性がよく，均質に10Åハロイサイトを生成している．その内部は硬くなっており，粘土鉱物を生じていないか，あるいは含んでいてもごく僅かである．(2)市比野地域の入戸火砕流堆積物中に認められた細かい針状の，エリオナイトと考えられる沸石は，入戸火砕流堆積物と農薬との反応で生じたという可能性が考えられる．(3)入戸火砕流堆積物中のスメクタイトは，後背地から運搬されてきたものと考えられる．

問題点のエリオナイトのシラスからの生成に関しては，合成実験，野外調査などによりその可能性を解明する必要がある．

VI. 謝　辞

本研究を進めるに当たり，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いただいた．日高寛氏には折に触れ御討論頂いた．末筆ながらここに感謝の意を表するものであります．

文　献

荒牧重雄，1969．鹿児島県国分地域の地質と火砕流堆積物．地質雑，**75**，425-442.
知識正和，1992．鹿児島県樋脇町市比野地域の変質鉱物について．鹿児島大学理学部地学科卒論（手記）.
廣橋正一，1992．鹿児島県入来町八重地域の変質鉱物について．鹿児島大学理学部地学科卒論（手記）.
富田克利・大西一臣，1976．シラス中の粘土鉱物“特にシラス崖くずれ予知の見地から”．粘土科学，**16**，56-62.
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．92 pp.
上田通夫，1984．シラスの力学的性状の解明と防災技術の研究．302 pp.