

## 鹿児島県串木野鉱山周辺のボーリングコアにおける変質鉱物について

巖谷敏光\*

IWAYA Toshimitsu (1993) Alteration minerals in cores from drill holes around the Kushikino mine, Kagoshima prefecture, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 44 (2/3/4), p. 179-192, 2 fig., 1 tab.

**Abstract:** Alteration minerals in cores from drill holes around the Kushikino mine, which is one of the epithermal gold-silver deposits of Neogene age in southwest Japan, were studied by means of X-ray diffraction examination. The wall rock alteration minerals are mica clay minerals, smectite, chlorite, kaoline minerals, interstratified mica/smectite, interstratified chlorite/smectite, diaspore, pyrophyllite, quartz, calcite, laumontite, pyrite, and other minerals. The mineral assemblage is variable in rock bodies. Smectite occurs widely, while chlorite and kaoline minerals are present in and around the Kushikino deposits.

### 要 旨

鹿児島県串木野鉱山周辺のボーリングコアの試料について、X線粉末回折分析法を用い変質鉱物の同定を行った。その結果、この地域の変質岩には雲母粘土鉱物、スメクタイト、緑泥石、カオリン鉱物、雲母/スメクタイト混合層鉱物、緑泥石/スメクタイト混合層鉱物、ダイアスポア、パイロフィライト、石英、方解石、濁沸石、黄鉄鉱などが認められた。変質の程度は岩石の種類によって異なる。スメクタイトは広範囲に分布し、緑泥石及びカオリン鉱物は鉱床周辺で認められる。

### 1. はじめに

九州において、北部九州や南部九州の新第三紀-第四紀の火山岩地帯には金銀鉱床が多く分布している。南部九州の串木野鉱山(第1図)は、日本の代表的な浅熱水性金銀鉱床の一つであり、これまで様々な研究が行われてきた。例えば鉱脈の粘土鉱物と流体包有物に関する研究については、長沢(1981)、Izawa *et. al.* (1981)や武内(1984, 1988)など多くの報告がある。また串木野地域周辺では金属鉱業事業団による広域調査も実施されており、串木野鉱床周辺の変質鉱物について詳細な検討がなされ、鉱化作用に関する具体的な解析が行なわれている(通商産業省資源エネルギー庁, 1979, 1980, 1986など)。しかし、串木野鉱山周辺の母岩の変質鉱物に関

する研究はまだ少ない。熱水鉱床の探査・開発を行う際には多方面からの総合的な検討が必要であり、その一つとして鉱床周辺の母岩の変質鉱物に関する基礎的データを増やすことは重要である。

筆者は、昭和58年度から「深部鉱物資源のポテンシャル評価に関する研究」において、串木野鉱山の周辺地域の地質調査を行い、広域調査ボーリングコアの試料を採取する機会が得られた。ボーリングコア試料を主体に鉱山周辺の地表の試料も用いて、X線粉末法により変質鉱物の同定を行った。また、一部の変質鉱物については熱分析を実施した。その結果、串木野鉱床地域の母岩の変質やそれに伴う鉱物の性質などが明らかになったので、その内容を報告する。

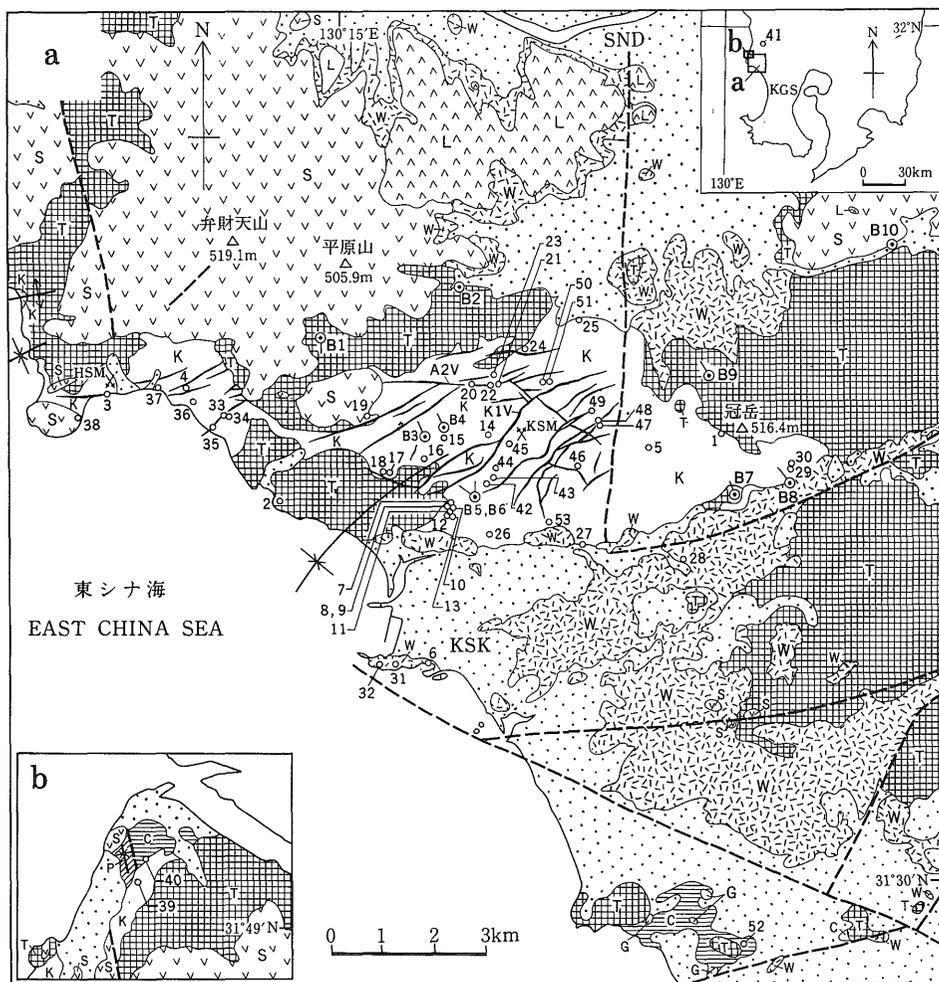
### 2. 地質及び鉱床の概要

串木野鉱床地域の地質及び鉱床について、通商産業省資源エネルギー庁(1979, 1986)をもとに、一部地表調査の結果を踏まえ、以下にそれらの概要を述べる(第1図)。

**地質の概要:** 串木野地域の地質は、火山岩類を主体とする新第三系ないし第四系よりなる。下位から、北薩古期安山岩類、北薩中期火山岩類、八重層、北薩新期火山岩類、川内溶結凝灰岩類、川内玄武岩類、シラスなど

**Keywords:** alteration, mineral, core, drill hole, Kushikino, Kagoshima, Japan, epithermal deposit, Neogene, clay mineral, smectite, chlorite, kaoline minerals

\* 地質部



- |   |  |                        |    |  |                     |
|---|--|------------------------|----|--|---------------------|
| 1 |  | シラス(火山噴出物), 砂丘堆積物及び沖積層 | 8  |  | 古生層                 |
| 2 |  | 川内玄武岩類                 | 9  |  | 花崗斑岩及び花崗閃緑斑岩        |
| 3 |  | 川内溶結凝灰岩類               | 10 |  | 主な鉱脈                |
| 4 |  | 北薩新期火山岩類               | 11 |  | 稼行鉱山, 休廃止鉱山         |
| 5 |  | 北薩中期火山岩類及び八重層          | 12 |  | ボーリング地点, 掘削方向及び地点番号 |
| 6 |  | 北薩古期安山岩類               | 13 |  | 試料採取地点及び地点番号        |
| 7 |  | 中生層<br>(四万十累層群及び久見崎累層) |    |  |                     |

第1図 串木野地域地質図。

通商産業省資源エネルギー庁(1979)および通商産業省資源エネルギー庁(1985)をもとに簡略化した。  
 K1V: 串木野1号鍾; A2V: 荒川2号鍾; KSM: 串木野鉱山; HSM: 羽島鉱山; KSK: 串木野市; SND: 川内市;  
 KGS: 鹿兒島市。

Fig. 1 Geological map of Kushikino area simplified from MITI(1979) and MITI(1985).

1: volcanic products, sand dune deposits and Alluvium; 2: Sendai Basalt; 3: Sendai Welded Tuff; 4: Hokusatsu Younger Volcanics; 5: Hokusatsu Middle-Stage Volcanics and Yae Formation; 6: Hokusatsu Older Andesites; 7: Mesozoic formation; 8: Palaeozoic formation; 9: granite porphyry and granodiorite porphyry; 10: vein; 11: active mine and closed mine; 12: drilling site, showing direction and locality number; 13: locality point and locality number; K1V: Kushikino No. 1 vein; A2V: Arakawa No. 2 vein; KSM: Kushikino mine; HSM: Hashima mine; KSK: Kushikino city; SND: Sendai city; KGS: Kagoshima city.

に分けられる。

串木野地域で最も古い地層は、古生層 (川内古生層) とされ、串木野鉾山北西方の久見崎町周辺に分布し、黒色粘板岩を主体とする。この古生層と断層関係で、秩父帯とされている中生層の久見崎累層が接する。串木野鉾山南方に分布する四万十累層群は、砂岩、頁岩及び砂岩頁岩互層を主体とする白亜紀の地層であり、ときに風化してもろくなっている。串木野鉾山付近に基盤岩は露出していないが、四万十累層群と推定されており、串木野鉾山西方の羽島地区の広域調査ボーリングで四万十累層群が確認されている (通商産業省資源エネルギー庁, 1987 など)。

北薩古期安山岩類は、串木野鉾床地域に広く分布する新第三紀中新世の岩石である。主に緑色を帯びた黒灰色から灰色の安山岩溶岩及び火山砕屑岩からなる。北薩古期安山岩類は、紫蘇輝石普通輝石角閃石安山岩類、礫岩層、紫蘇輝石普通輝石安山岩類で構成され、石英閃緑斑岩に貫かれている。特に紫蘇輝石普通輝石安山岩類は、串木野鉾山で串木野複輝石安山岩類と呼称されている。岩石は変質作用を受けており、緑泥石、方解石、カリ長石、絹雲母、緑簾石、スメクタイト、石英などの変質鉾物を伴う。ときに、幅数 mm 程度の石英、沸石、炭酸塩などの細脈が観察される。なお本地域のボーリング試料から  $8.7 \pm 1.6$  Ma の K-Ar 年代値が報告されている (通商産業省資源エネルギー庁, 1979)。

北薩中期火山岩類は、羽島や串木野東方に広く分布する新第三紀鮮新世の岩石とされ、北薩古期安山岩類を不整合に覆う。灰黒色ないし黒灰色の緻密で堅い岩石であり、火山角礫岩層を挟む。また荒川浜南東方 (第 1 図の地点番号 2) では、溶岩中の節理 (N 20° E, 40° E など) に沿う弱い鉾化が観察される。なお本地域のボーリング試料から  $3.7 \pm 0.6$  Ma 及び  $3.5 \pm 0.7$  Ma の K-Ar 年代値が報告されている (通商産業省資源エネルギー庁, 1984)。

北薩新期火山岩類は、串木野鉾山西方及び東方に広く分布する第四紀更新世の岩石である。灰色ないし黒灰色の緻密で堅い安山岩類である。平原山南東の新鮮な岩石中には水 (?) を含んだ孔隙が見られる。局所的に煉瓦色に風化変質しており、ハロイサイトを伴う。この地域の北薩新期火山岩類に著しい熱水変質は観察されない。

川内溶結凝灰岩類は、串木野港、その東方及び川内市周辺にかけて広く分布する第四紀更新世の岩石である。主として黒色のレンズを伴う赤色を帯びた淡灰色ないし灰色の基質を持つ溶結凝灰岩である。

川内玄武岩類は川内市街地南西方及び八重山周辺に分

布する第四紀更新世の岩石である。球状風化が見られるが、新鮮な岩石は緻密で堅い。溶岩を主とし、溶岩台地を作るとされる。

**鉾床の概要:** 串木野鉾床は鉾化作用を受けた北薩古期安山岩類の中に胚胎する。串木野鉾山周辺の鉾化作用の規模は東西 14 km, 南北 3-4 km にわたる。N 45° E 系, N 70° E 系, N 45° W 系などの鉾脈が分布するが、代表的なものは NE 系の串木野 1 号鍾である。脈幅は 0.1 m から最大 50 m (串木野 1 号鍾) に及ぶ。最大走向延長は串木野 1 号鍾の 2600 m である。

鉾脈は主として方解石と石英からなり、鉾石鉾物は、エレクトラム、輝銀鉾、ナウマン鉾、脆銀鉾、濃紅銀鉾、四面銅鉾、黄銅鉾、方鉛鉾、閃亜鉛鉾、黄鉄鉾、白鉄鉾などである。脈石鉾物として、石英、方解石、氷長石、絹雲母、カオリナイト、モンモリロナイトなどを産出する。富鉾体は方解石-石英脈であることが多く、石英は一般に乳白色玉随質であるとされる。串木野鉾床の生成時代に関して、北薩古期安山岩類中の串木野 1 号鍾の氷長石から K-Ar 法による  $4.0 \pm 0.3$  Ma の年代値が報告されており、串木野鉾床及び羽島鉾床の生成時代は 400 万年前後とされている (通商産業省資源エネルギー庁, 1979)。

### 3. 実験及び実験結果

#### 3.1 実験

串木野鉾床を胚胎する北薩古期安山岩類の変質した岩石を対象に試料採取し、実験を行ったが、一部北薩中期火山岩類や細脈部分の試料についても実験を行った。試料中の、節理及び脈や脈際部分を極力避け、そのボーリングコアの変質を最もよく代表する岩相を示すものを、間隔を定めずに採取した。測定にあたっては、試料を産状、組織や色などで分けて各試料の全岩の X 線粉末回折測定を行った。大部分の試料について定方位試料による X 線粉末回折測定も行った。また参考のために地表調査で得られた試料について全岩 X 線粉末回折測定を行った。場合によっては脈の部分についても測定を実施した。全岩 X 線粉末回折測定の場合は、一定の大きさのくぼみ (深さ 0.5 mm) を持つガラス試料板を使用した。定方位試料の場合は、水ひ法により、 $2 \mu\text{m}$  以下の粒径の粘土鉾物を抽出し、一定の面積に粘土鉾物を塗布した。

なお、スメクタイトとバーミキュライトの区別を行っていないが、約  $15 \text{ \AA}$  に幅広い (001) 反射を示し、エチレングリコール処理で約  $17 \text{ \AA}$  に底面間隔が大きくなるものをスメクタイトとして取り扱った。斜劈チロル沸石

と輝沸石の厳密な同定を行っていないが、便宜的に斜ブチロル沸石とした。緑泥石とカオリン鉱物の区別の際に塩酸処理や加熱処理を行っていない。

いくつかの試料については示差熱分析も併用した。X線測定に使用した全岩試料、水ひ試料または250メッシュ以下に調製した試料を使用した。測定機器は理学電気製のマイクロ示差熱分析装置とTAS100システムで、測定条件は、試料重量、30-50 mg、昇温速度、20°C/min、サンプリング間隔、1 secである。

### 3.2 実験結果

広域調査ボーリングコアと地表調査で得られた試料についてのX線粉末回折測定結果を第1表に示した。粘土鉱物として、スメクタイト、雲母/スメクタイト混合層鉱物、緑泥石/スメクタイト混合層鉱物、雲母粘土鉱物、カオリン鉱物、緑泥石が認められた。その他の鉱物として、石英、 $\alpha$ -クリストバル石、長石、濁沸石、方解石、黄鉄鉱などが認められた。このうち斜長石や角閃石は主に斑晶や石基鉱物の存在を示しているものと考えられる。

なお本報告でのボーリングの深度は、各広域調査報告書に基づく。

## 4. 変質鉱物について

### 4.1 串木野鉱床周辺地域の広域調査ボーリングコアの変質鉱物

#### 4.1.1 53 MAHT-2号ボーリングの試料

このボーリングは平原山南南西方(第1図のB1;串木野市荒川;方位176°,傾斜-50°,深度603.30 m)で行われたもので、地表から135.50 mまでが北薩中期火山岩類とされている(通商産業省資源エネルギー庁, 1979)ので、採取した試料はすべて北薩古期安山岩類のものに相当する。なお深度243 mの輝石安山岩から $8.7 \pm 1.6$  MaのK-Ar年代値が報告されている(通商産業省資源エネルギー庁, 1979)。

試料全体にわたりスメクタイト(約15 Åの反射の強いもので2八面体型と考えられるもの)が認められ、一部雲母粘土鉱物を伴う。緑色を帯びる深度446.4 mと460.35 mの試料には、スメクタイトの反射が見られるが、緑泥石は含まれない。なお、これらの試料には緑色細脈が見られ、石英のほかにオパールと考えられるX線回折パターンが認められ、若干の雲母粘土鉱物を伴う。深度438 mの試料(試料番号B3243810)の岩石中には $\alpha$ -クリストバル石と考えられる反射が見られる。岩石試料中には石英は認められず、存在しても微量と考えられる。斜長石の反射は、深度488.1 mの試料にお

いても認められ、このボーリングコアの変質程度は弱いと考えられる。

鏡下では、新鮮な岩石の場合、斑状組織が認められ、斑晶は斜長石、単斜輝石、斜方輝石からなり、一部斑晶鉱物の中には縁辺、劈開や割れ目に沿って粘土鉱物に変質しているのが観察される。また石基はガラス基流晶質ないし毛せん状の組織を示すが、石基の中の0.1-1 mmの大きさの孔隙状の部分には淡緑褐色の粘土鉱物が見られる。変質程度の強い岩石では(例えば試料番号B3243810)、有色鉱物は淡褐色の粘土鉱物に交代されており、石基鉱物の間に粘土鉱物が観察される。孔隙状の部分が多く、粘土鉱物の細脈も見られる。

#### 4.1.2 53 MAHT-3号ボーリングの試料

このボーリングは平原山東方(第1図のB2;川内市青山町乗越;傾斜90°,深度601.60 m)で行われたものである。353.40 mより上の岩石が北薩中期火山岩類とされている(通商産業省資源エネルギー庁, 1979)ので、測定した試料はすべて北薩古期安山岩類のものに相当する。

緑色の岩石が見られ、スメクタイトが認められる。また採取した岩石試料には、石英の反射は認められない。ほかに斜ブチロル沸石や $\alpha$ -クリストバル石と考えられる鉱物も見られる。

鏡下では、新鮮な試料(試料番号B3350340)の場合、斑状組織が認められ、0.1-2 mmの一部の斜長石斑晶には割れ目に沿って淡黄緑色ないし淡緑黄色の変質鉱物が認められる。単斜輝石は比較的新鮮である。石基はガラス基流晶質の組織を示し、径0.01-0.1 mmの斜長石などからなる。また杏仁状の組織を示す孔隙状の部分には淡黄緑色の変質鉱物が観察される。変質の強いもの(試料番号B3359640)の場合、斑晶の斜長石は割れ目や劈開に沿って変質鉱物が認められ、有色鉱物は淡褐色に変質している。また石基の鉱物も変質している。

#### 4.1.3 54 MAHT-3号ボーリングの試料

このボーリングは薩摩山西方の串木野1号鍾近く(第1図のB5;串木野市下名薩摩山;方位0°,傾斜-50°,深度504.60 m)で行われたものである。採取した試料はすべて北薩古期安山岩類に相当するとされる(通商産業省資源エネルギー庁, 1981)。

このボーリング試料には、広く緑泥石が分布し、スメクタイトや雲母成分層を含む割合の多い雲母/スメクタイト混合層鉱物も認められる。深度432.3 mと440.5 mでの試料には、未処理で約30 Å、エチレングリコール処理で約32 Åに長周期の反射を移す鉱物があり、緑泥

鹿児島県串木野鉾山周辺のボーリングコアの変質鉱物について（巖谷敏光）

第1表 串木野地域の変質岩の構成鉱物（ボーリングコア試料）

地点番号	深度(m)	試料番号	qz	pl	kf	mc	m/s	sm	c/s	ch	ka	cal	ze	cr	hm	py	その他の鉱物	岩石
<b>53MAHT-2</b>																		
B1	376.1	B3237610		○				.					·?					K-a
B1	412.3	B3241230		○				.										K-a
B1	413.3	B3241330		○				+										K-a
B1	438.1	B3243810		+		.		+					·?	·?			tr?	K-a
B1	446.4	B3244640		◎		.		+										K-a
B1	446.4	B3244640V	◎			·?							?				opal?+	K-v
B1	460.35	B3246035		○		.		△										K-a
B1	460.35	B3246035V	+			.								?		.	opal?○	K-v
B1	478.85	B3247885		◎				△										K-a
B1	488.1	B3248810		○		?		△										K-a
<b>53MAHT-3</b>																		
B2	482.3	B3348230		○				.										K-a
B2	503.4	B3350340		△				+										K-a
B2	504.1	B3350410		○				+							·?			K-a
B2	541.4	B3354140		△				+										K-a
B2	555.5	B3355550		+				+										K-b
B2	572.55	B3357255		○				+					·?	△?	?			K-b
B2	583.4	B3358340		△		?		△										K-a
B2	596.4	B3359640		+	·?			+					·cp?	?		·?	tr?+	K-a
<b>54MAHT-3</b>																		
B5	69.95	B4306995	○				.			△		+						K-b?
B5	71.9	B4307190	○				+			+		?						K-a
B5	432.3	B4343230	+	+	·?			△	.				·?				?	K-a
B5	440.5	B4344050	△	+			?	+	.	·?		+	·?		?			K-a
<b>54MAHT-4</b>																		
B6	85.4	B54404	+	+			·?	.		+		△						K-b-x
B6	85.4	B54404CG				.	·?	·?		.		+						K-b-l
B6	271.6	B54420	+	+				+		+		+	·?	·lm?				K-a
B6	315.0	B54423	+	+				△		+		△						K-a
B6	315.0	B54423V	·?					·?				◎						K-v
B6	422.8	B54427	+	△					+			·?	·lm?					K-a
B6	422.8	B54427V										◎	△lm					K-v
B6	476.2	B54429	+	.		·?		△	+	·?		+						K-a
<b>55MAHT-3</b>																		
B3	89.6	B5308960	○					○		+		△						K-a
B3	89.6	B5308960V										◎	△lm?					K-v
B3	176.25	B5317625	△		?			+		+		△	·?					K-a
B3	176.25	B5317625V						·?				◎	△lm					K-v
B3	177.85	B5317785	△		·?		+	+	?	+		+					·?	K-a
B3	255.95	B5325595	△	+			.	.		+		○	·?				?	K-a
B3	256.5	B5325650	△	○				+		+		+	?					K-a
B3	260.05	B5326005	△		·?		.	·?		+		+					·?	K-a
B3	267.4	B5326740	△		·?		.	+		+		+						K-a
B3	280.1	B5328010	△	△				+		.								K-a
<b>55MAHT-4</b>																		
B4	16.0	B55401	+	△				+										K-a
B4	62.0	B55405	+	○				△										K-a
B4	95.8	B55408	△	·?			.		?	+				·lm?				K-a
B4	95.8	B55408V	+										○lm					K-v
B4	132.6	B55413	◎		·?		.	+		·?								K-a
B4	200.6	B55415	△	+		.		.		+								K-a
B4	200.6	B55415A	+	+		.		.		.						+		K-a
B4	257.5	B55419	+	○					·?	·?		+						K-a
B4	257.5	B55419V	+									◎						K-v
B4	267.2	B55420	△	+		.	.	.		+		+						K-a
B4	282.4	B55424	△	△						+		+		·?				K-a
B4	282.4	B55424V	·?									◎	·lm					K-v
B4	284.8	B55425	△	△	+			·?	·?	·?		+						K-a
B4	298.95	B55427	△		+		.	.		+		·?						K-a
B4	315.3	B55433	+		·?		+	.		+		△					·?	K-b
B4	315.3	B55433V2	+		?		.	.		.		◎						K-v
B4	327.0	B55435	+	+			.	.		.		△					+	K-b
B4	327.0	B55435V	+				·?	.		.		△	·lm					K-v
<b>55MAHT-6</b>																		
B7	77.1	B5607710		△				.		○								T-a
B7	83.35	B5608335	+		·?			○				△						K-b
B7	97.5	B5609748	△	+		·?	·?	.		.		+				+		K-a
B7	103.5	B5610348	○			+		.		.		+				·?		K-b
B7	110.45	B5611045	△	△		.		.		.		+				·?		K-b-x
B7	110.45	B5611045B	+	○				.		.		+						K-b-l
B7	110.45	B5611045V					·?	·?		.		◎						K-v
B7	148.7	B5614870	△	△		.		.		+		△					·?	K-b
B7	150.6	B5615058	○			.	.	.		.		△?		?				K-b
B7	150.6	B5615058V	+					△?		.		◎						K-v
B7	189.7	B5618970	+	+		+		+		+		◎						K-b
B7	189.7	B5618970V	+		·?			.		·?		◎						K-v
B7	214.1	B5621410		○		+		+		+		?						K-b
B7	214.1	B5621410A	△	+		+		.		+		+					·?	K-b
B7	223.3	B5622330	○	+		+		.		+		·?						K-b-l
B7	223.3	B5622330B	△	○		.	·?	.		+		+				?		K-b

地質調査所月報(第44巻 第2/3/4号)

第1表 続き(ボーリングコア試料)

地点番号	深度(m)	試料番号	qz	pl	kf	mc	m/s	sm	c/s	ch	ka	cal	ze	cr	hm	py	その他の鉱物	岩石
B7	232.2	B5623220	○	+		+	·?	+		+		+						K-a
B7	258.6	B5625860	○	△		+				·?		+						K-b
B7	287.0	B5628698	△	△		·						·?						K-b
B7	298.9	B5629890	○	○		·				+		·?						K-b-x
B7	305.0	B5630500	△	○		·				+		·?						K-b
B7	327.3	B5632730	△	△		·				+			·?			?		K-b
B7	334.3	B5633430	△	△		·				+		△				·?		K-b-x
B7	352.0	B5635200	△	△		·				+		+				?		K-b-x
B7	352.0	B5635200V	+							⊙		+lm?						K-v
B7	364.2	B5636420	○	○		·		·?		+		△	·?			?		K-b
B7	389.4	B5638940	⊙	△		·		?		+		+						K-b-l
B7	389.4	B5638940V	⊙	△		·				⊙		Olm						K-v
B7	418.15	B5641815	△	+		+		·?		·?						△	gy?	K-b
B7	418.15	B5641815V	+									⊙	⊙mr?					K-v
B7	434.0	B5643400	△	+		+		·		+						·?		K-b-l
B7	442.0	B5644200	○	+		+		+		+		+				+		K-b-l
B7	442.0	B5644200V	+			·?				?		⊙				·?		K-v
B7	456.1	B5645610	○	+		+				+						+		K-b
B7	468.55	B5646855	○	△		+				·								K-b-l
B7	484.1	B5648410	△	△		·?		·		·		+	?			+	?	K-b-l
B7	498.15	B5649815	○	+		+				+		△						K-b-l
B7	501.55	B5650155	△	△		·				+			?					K-b
<b>56MAHT-3</b>																		
B8	19.9	B56301		△	?	·?		·					△?	△?				T-a
B8	40.7	B56304		+				·					⊙cp?	+			tr?△	T-a
B8	87.25	B56308		?	△?	?		·					·cp?	△				T-a
B8	105.8	B56310		·				·										T-a
B8	107.9	B56311		△				·										T-a
B8	110.1	B56313		△		·		·						+			hb?	T-b
B8	119.2	B56314		·?				○										T-b
B8	124.4	B56315		△				·					+					T-b
B8	127.7	B56316		△				+					+					T-b
B8	132.1	B56317		△	△	△		+					+cp?					T-b
B8	148.6	B56322		⊙		+				△						+		K-a
B8	154.4	B56323		○	+		·			△		+				+	+	K-a
B8	215.8	B56361		○	○			·	+	+		+				?		K-a
B8	313.3	B56365		⊙	△			·?		△?		+						K-a
B8	318.6	B56366		△	+	△?	·	·		+		○				·?		K-a
B8	324.8	B56367		⊙	△		·	·		△		+						K-a
B8	327.7	B56368		○	+		·	+		△		+						K-a
B8	368.7	B56372		⊙	⊙		·?	·?	·?	·?								K-a
B8	390.4	B56374		○	+	△		+	+	△		△						K-a
B8	404.3	B56376		⊙	⊙		·?	·?		△		·						K-a
B8	408.4	B56378		⊙	⊙	△	·?	·		·							·?	K-a
B8	453.8	B56380		○	○		?	+		+		+						K-a
B8	526.2	B56385		○	+	·?	·?	·	·?	·						·?		K-a
B8	546.1	B56388		⊙	△	△?	·?	·		·		+						K-a
B8	651.5	B56394		○	+	+	·?	+		+								K-a
B8	690.2	B56397		○	○	+	·?	·	?	+						·?		K-a
<b>57MAHT-2</b>																		
B10	17.5	B57202		△				·							?			T-a
B10	36.2	B57203		△		·?		·										T-a
B10	51.7	B57204		+				+			+							T-a
B10	92.9	B57206		○				·							?			T-b
B10	120.3	B57209		○				·										T-a
B10	162.2	B57210						·										T-b
B10	171.9	B57212		·				·										T-b
B10	180.6	B57213		△				·?										T-b
B10	182.7	B57214		·?				·										T-b
B10	193.3	B57215						·										T-c
B10	217.8	B57217		△				·										T-b-x
B10	365.4	B57220						·										T-b
B10	370.5	B57221		+				·?										T-b
B10	404.4	B57225		△				·										T-a
B10	420.6	B57226		○				·										T-a
B10	523.4	B57230		△				+										T-c
B10	562.5	B57231		+	·?			+				·?	○?					T-c
B10	563.8	B57232		⊙	△	?	·?	+		+			·?					T-a
B10	563.8	B57232V		○	△	·?	·?	·?				+	⊙?					T-v
<b>58MAHT-2</b>																		
B9	299.55	B8229957		△	△			·		+		△				·?		K-a
B9	313.8	B8231382		△	+			+		△		+				+		K-a
B9	314.15	B8231417		△			+	·		·		⊙				·?		K-a
B9	343.3	B8234332		·				·		·		·						K-a
B9	369.55	B8236957		△	○			·?	·	+		△				·?		K-a
B9	369.55	B8236957V		·				·		·		○				+		K-v
B9	394.35	B8239437		○			+			·		○				+		K-a
B9	411.95	B8241197		○	△		+			·		△				+		K-a
B9	698.05	B8269803		△	+		+			·		+	·?			+	gy?	K-a

鹿児島県串木野鉦山周辺のボーリングコアの変質鉱物について (巖谷敏光)

第1表 続き (地表試料)

地点番号	試料番号	qz	pl	kf	mc	m/s	sm	c/s	ch	ka	cal	ze	cr	hm	py	その他の鉱物	岩石
1	KS4	○				+				△		·?					K-a
1	KS4A	○				+				+					+		K-a
1	KS4B	○								+					+	al?△	K-a
1	KS4C	○								+					+	al?△	K-a
2	KS8	◎					+					+		·?			T-a
2	KS8A	+					△							·?			T-a
2	KS8B	·?	?				+							·?		mt?	T-a
3	KS10B	◎	+		·?		+		·?						?		K-b
3	KS10D	○	+	+	·?		+			·?							K-b
3	KS10E2X	◎	+	·?	·?					·?							K-b-x
3	KS10E2CG	?	·?	+	+					·?							K-b-1
4	KS11	◎			+		·?			+							K-a
5	KSKM11	◎														dp+,pp	K-a
6	KSA1	?	△?	·?		·?				·?			?			tr?○	W
7	KSA3L	○	·?			?	△	·?		·?					·?		K-a
8	KSA4	+	·?				+					△lm			·?		K-a
9	KSA5	+	○				+										K-a
10	KSA6A	?	+			·?			+								K-b-1
10	KSA6AX	+	△			?			+		+				·?		K-b-x
10	KSA6B	△	+			+								·?			K-a
11	KSA7	+	+	?				+				+	lm		?		K-a
11	KSA7C	△	△		·?			+									K-a
12	KSA8	△	△			·?	+	·?							?		K-a?
13	KSA9	△	△					+							?		K-b-1
13	KSA9X	+	△					·?			+	lm		·?			K-b-x
14	KSA10	+	△					+			+	△lm		·?			K-a
15	KSA11	+	○				+							·?			K-a
16	KSA12	+	○				+										K-a
16	KSA12A	+	△				+					·?					K-a
16	KSA12V	+			·?		·?						?			opal?△	K-v
17	KSA13A						+										K-a?
17	KSA13B	△					△			·?							K-a
17	KSA13C	△		·?			+								·?		K-a
18	KSA14A	◎				?	·?		+								K-b-1
18	KSA14B	◎	○		+				+								K-b-1
18	KSA14C	△	+		+				+								K-b-1
19	KSA15	◎															T-a
19	KSA15A	◎					+										T-a
19	KSA15C	○															T-a
19	KSA15V	△					·?		+			○cp?	○?			tr?	T-v
20	KSA16A	△	△	·?			·?		+		+						K-a
20	KSA16AA	○					·?		·?								K-a?
20	KSA16AB	○					·?		·?								K-a?
20	KSA16B	△	△				+		+		+				?		K-a
21	KSA17A	○		?		+	+		+								K-a
21	KSA17C	△	+			?		·?	·?								K-a
21	KSA17V	◎					·?			◎							K-v
22	KSA17W	◎					·?		·?								K-a?
23	KSA18	+	△				+		·?								K-a
23	KSA18A	△	△				·?		·?								K-a
23	KSA18B	△	△		·?		·?		·?			?		·?			K-a
23	KSA18U	+	○				+		+								K-a
24	KSA19	△	△				·?	?	+		+						K-a
25	KSA21	△	○				+					?					K-a
25	KSA21A	○			·?		△			·?							K-a
26	KSA22	+	○				△				?						K-a
26	KSA22A	+	○	?			△									hb△,gy?	K-a
26	KSA22B	+	○	?			△									hb·,gy?	K-a
26	KSA22C	+	◎	?			△									hb?,gy?	K-a
26	KSA22D	+	○				△									hb+,gy?	K-a
26	KSA22E	+	·?				△?				◎						K-v
26	KSA22F	+	○	?			△									hb?,gy?	K-a
27	KSA23	△	△	?				+	?			·?					K-b-x
27	KSA23A	○	○	?					+		+						K-b-1
27	KSA23B	○	○						+						?		K-b-1
27	KSA23C	△	△					+			?					hb·?	K-b-1
28	KSA24	○												○?			W
29	KSA25	◎		+											·?	gy?	K-b
29	KSA25A	◎			·?												K-b
29	KSA25R	◎			+				+								K-a
29	KSA25RA	◎			·?				+								K-a
29	KSA25RB	◎			+				·?								K-a
30	KSA25L	◎		+	?												K-a
30	KSA25LA	◎		·?	?												K-v
31	KSA26	?	△	·?										○?		tr?	W
32	KSA27	?	△											○?		tr?	W
33	KSA28	△	○	?				+	+		·?					hb·	K-a
34	KSA29	△	△					+	?	+	+					hb?	K-a
34	KSA29A	△	△					+	?	△	+						K-a
34	KSA29B	○			·?	+	·?										K-a

第1表 続き(地表試料)

地点番号	試料番号	qz	pl	kf	mc	m/s	sm	c/s	ch	ka	cal	ze	cr	hm	py	その他の鉱物	岩石
35	KSA30	○	○				+		+		+						K-a
35	KSA30A	◎					+		+		?	+lm					K-v
35	KSA30V											◎lm					K-v
36	KSA31A	○				+	·			+							K-b
36	KSA31AA	○				+	·			+							K-b
36	KSA31B	○				+	·?			·							K-b
36	KSA31BV	◎				·?				?							K-v
37	KSA32A	△	△				+		·	?	·					hb·?	K-a
37	KSA32B	△	+		?	+			+		+						K-a
37	KSA32BV	◎		?							◎						K-v
38	KSA33		+	○			·?						+	·?		tr?△	S-b-l
39	KSA34B	·					△			·?							K-b
39	KSA34C		?							·?			+			tr?◎	K-b
39	KSA34D		?	?			·			·			△?			tr?◎	K-b
39	KSA34E	+					+			·?			△?			tr?	K-b
40	KSA35	◎	△			·	·			?	·?						C-c
40	KSA35A	○	△			·	·	·?		+							C-c
40	KSA35B	◎	+			·	·	?		·							C-c
41	KSA37A	○	◎	?		·			+								C-c
41	KSA37B	+	+		+		·?	?									C-c
42	KSC5B	+	△			?	+		+		+	·lm?					K-a
42	KSC5BV	△	△								◎	◎lm					K-v
43	KSC7	△	○						·	+	·?	?			+		K-a
44	KSC9	+	○	?					+	+	·?	?					K-a
45	KSC12	△	○					?	+		+						K-a
46	KSC15A	+	△	?			+		+		·?						K-a
46	KSC15AV	○	◎				·?				◎	+lm					K-v
46	KSC15B	△	○	?			+		+		+			·?			K-a
47	KSC17	+	○					+	+							hb·?	K-a
48	KSC19	○	△		·	?	+	·?	·?					+			K-a
49	KSC21	△	△	?				+	+								K-a
49	KSC21B	○				·	+			+	+						K-a
50	KSC22	○				+	·			·?	·?						K-a
51	KSC22D	○	+	+	·?		·?	·?							·?		K-a
52	KSC27	○	○				?		+								C-c
53	KSC48	△	+		+				+		+						K-b-l
53	KSC48ZA	△	△				+		+		+	+lm			?		K-b-l
53	KSC48ZB	○	△				+		·		+						K-b-l
53	KSC48ZC	+	△		?		+	?	+		+	+lm					K-b-x
53	KSC48C	+	◎				·		+		+					?	K-b-l
53	KSC48D	+	+	?			+		+		+					?	K-b-l
53	KSC48E	+	△	?			+		+		+	△lm?		·?			K-b-l
53	KSC48EV										◎	+lm					K-v
53	KSC48F	○	○	+	?		·?		+		·?						K-b-l

第1表 串木野地域の変質岩の構成鉱物。

鉱物同定は主に理学電機製ガイガーフレックスを使用し、一部に理学電機製ロータ・フレックスも使用した。ガイガーフレックスでの測定条件は、Cu Kα, Ni フィルター、30 kv, 10 mA, シンチレーション・カウンター、スリット系; 1/2°-0.3 mm-1/2°, 走査速度; 2°/min ときに 1°/min で行った。但し、全岩 X 線粉末回折測定の際のスリット系は、1°-10.3 mm-1°とした。鉱物のおおよその定性的な量比関係は、一定の測定条件で全岩 X 線粉末測定した場合の各鉱物の最強の反射の強度(バックグラウンドの強度を引いたもの)を使って表した。

qz: 石英; pl: 斜長石; kf: カリ長石; mc: 雲母粘土鉱物; m/s: 雲母/スメクタイト混合層鉱物; sm: スメクタイト; c/s: 緑泥石/スメクタイト混合層鉱物; ch: 緑泥石; ka: カオリン鉱物; cal: 方解石; ze: 沸石; lm: 濁沸石; cp: 斜プチロル沸石; mr: モルデン沸石; cr: α-クリストバル石; hm: 赤鉄鉱; py: 黄鉄鉱; hb: 角閃石; al: 明礬石; dp: ダイアスポア; pp: 葉錳石; tr: 鱗珪石; mt: 磁鉄鉱; gyp: 石膏; C: 中生層; K: 北薩古期安山岩類; T: 北薩中期火山岩類; S: 北薩新期火山岩類; W: 川内溶結凝灰岩; a: 溶岩類; b: 火山碎屑岩類または角礫岩; c: 堆積岩類; l: 礫や火山岩塊部分; x: 基質または石基部分; v: 脈部分; ? : 強度や鉱物の有無などの不明なもの。(少量 ←) · < + < △ < ○ < ◎ (→ 多量)

Table 1. Mineral assemblages in Kushikino area identified by X-ray diffraction examination.

qz: quartz; pl: plagioclase; kf: potassium feldspar; mc: mica clay minerals; m/s: interstratified mica/smectite; sm: smectite; c/s: interstratified chlorite/smectite; ch: chlorite; ka: kaoline minerals; cal: calcite; ze: zeolite; lm: laumontite; cp: clinoptilolite; mr: mordenite; cr: α-cristobalite; hm: hematite; py: pyrite; hb: amphibole; al: alunite; dp: diaspore; pp: pyrophyllite; tr: tridymite; mt: magnetite; gyp: gypsum; C: Mesozoic formation; K: Hokusatsu Older Andesites; T: Hokusatsu Middle-Stage Volcanics; S: Hokusatsu Younger Volcanics; W: Sendai Welded Tuff; a: lavas; b: pyroclastic rocks or breccia; c: sedimentary rocks. l: fragment; x: matrix or grandmass; v: vein; ? : uncertainty. (trace ←) · < + < △ < ○ < ◎ (→ abundance)

石/スメクタイト混合層鉱物と考えられる。斜長石の反射が強くなれば、石英の反射は弱くなる傾向が見られる。方解石はほとんどの試料に見られる。

鏡下では、著しく変質して原岩の組織の識別が困難な試料が見られる。また孔隙状の部分には緑泥石や石英が観察される。

#### 4.1.4 54 MAHT-4号ボーリングの試料

54 MAHT-3号と同一の位置でのボーリング(第1図のB6;串木野市下名;方位306°,傾斜-20°,深度501.00m)であるが、掘削の方向を北西(串木野1号鑛に対しほぼ直角方向)に変えて行われたものである。試料はすべて北薩古期安山岩類に相当するとされる(通商産業省資源エネルギー庁,1981)。

主な粘土鉱物は、緑泥石、スメクタイト、雲母粘土鉱物および雲母/スメクタイト混合層鉱物である。石英と方解石はボーリング試料中に広く分布する。深さ422.8mの試料(試料番号B54427)と深さ476.2mでの試料(試料番号B54429)では、いくつかの鉱物とともに、未処理で30Åに長周期の反射を持つ緑泥石/スメクタイト混合層鉱物と考えられる鉱物が認められる。この鉱物の14Å,7Å,4.7ÅのX線回折強度比は武内(1984)で報告された荒川4号鑛の鉱脈中のものと類似する。細脈は、主に方解石と石英からなり、濁沸石を伴うことがある。また一部にスメクタイトと考えられる反射も見られる。

第1表に見られる変質程度は均質ではなく、ボーリングの深さや岩質などによって変質鉱物の量比に程度差が認められる。鏡下においても変質の程度の違いが観察できる。深度85.4mの試料(試料番号B54404)の斜長石は炭酸塩鉱物、石英や粘土鉱物に変質し、有色鉱物は緑泥石化しているが、それより深い位置にあたる深度315mの試料(試料番号B54423)の斑晶の斜長石や輝石は比較的原形をとどめている。

#### 4.1.5 55 MAHT-3号ボーリングの試料

このボーリングは、南子場北方(第1図のB3;串木野市下名堅子山;方位335°,傾斜-40°,深度350.95m)で行われたものあり、すべて北薩古期安山岩類からなる(通商産業省資源エネルギー庁,1981)。

緑泥石、スメクタイト、雲母/スメクタイト混合層鉱物が認められ、一部に緑泥石/スメクタイト混合層鉱物と考えられる鉱物が見られる。そのほか、方解石、石英、斜長石、カリ長石、濁沸石が認められる。細脈を構成する脈石鉱物は、方解石、濁沸石である。スメクタイトは深度176mの脈試料(試料番号B5317625V)にも伴われる。

鏡下で変質程度の相違が観察される。深度255.95mの試料では、斜長石はその縁辺や割れ目に沿って粘土化しており、有色鉱物は緑泥石などにより置き換えられ、石基の部分には緑泥石や石英が認められる。これよりやや深い深度280mの試料でも同様な変質が見られるが、未変質に見える輝石もある。

#### 4.1.6 55 MAHT-4号ボーリングの試料

南子場北方(第1図のB4;串木野市下名山下迫;方位335°,傾斜-40°,深度331.65m)のボーリングであり、すべて北薩古期安山岩類とされる(通商産業省資源エネルギー庁,1981)。

緑泥石、スメクタイト、雲母粘土鉱物、雲母/スメクタイト混合層鉱物が認められ、一部に緑泥石/スメクタイト混合層鉱物を含む。そのほか、石英、斜長石、カリ長石、方解石、濁沸石が見られる。深度16.0mと62mの試料には緑泥石が含まれず、深度16mから深度201mの試料には方解石の反射が認められない。細脈は、石英-濁沸石、方解石(-濁沸石)-石英、石英-混合層粘土鉱物?-方解石の組合せからなる。雲母成分層を多く含む雲母/スメクタイト混合層鉱物は、ボーリング最下部にあたる深度327.0mの脈試料(試料番号B55435V)の脈の部分及びその母岩中に認められる。

鏡下では、上部の深度62.0mの試料の場合、斑状組織が見られ、斑晶の斜長石や単斜輝石の中には劈開や割れ目に沿って、淡緑色の粘土鉱物が見られるものがある。また長柱状で褐緑ないし淡褐緑色に粘土鉱物化した斜方輝石の仮像と考えられる鉱物が見られる。石基はガラス基流晶質または毛せん状の組織が見られるが、径0.01-0.05mmの石基鉱物の間に淡褐緑色の粘土鉱物が見られる。深度257.5mの試料の場合も同様に、斑状組織が見られ、斑晶鉱物に変質が認められるが、石基の組織ははっきりしない。ボーリングコアの試料には、ほとんどの斑晶鉱物が著しく変質しているものも認められる。

#### 4.1.7 55 MAHT-6号ボーリングの試料

このボーリングは串木野ダム北岸近く(第1図のB7;串木野市大字上名7986番;方位342°,傾斜-75°,深度502.70m)でのものであり、深度81.00mまで北薩中期安山岩類で、それ以上は、北薩古期安山岩類とされる(通商産業省資源エネルギー庁,1982)。

北薩中期火山岩類に相当する深度77.1mの試料は、斜長石とスメクタイトが含まれる弱変質岩であり、北薩古期安山岩類の変質鉱物の組合せとは異なる。北薩古期安山岩類と北薩中期火山岩類の変質鉱物の組合せは数mの間で変化している。

北薩古期安山岩類の試料は、粘土鉱物として、緑泥石、スメクタイト、雲母粘土鉱物(約10 Åの反射の強いもので2八面体型と考えられるもの)が認められ、一部に雲母/スメクタイト混合層鉱物を伴う。その他、石英、斜長石、カリ長石(?), 方解石、濁沸石、モルデン沸石(?), 石膏(?)が見られる。いくつかの緑泥石の14 Å, 7 Å, 4.7 ÅのX線回折強度比は、武内(1984)で報告された荒川4号鍾の母岩のFe・Mg質の領域に分布される緑泥石と類似している。石英の反射の強いものはよく珪化している。方解石はボーリング試料中に広く分布するが、濁沸石は下部に認められる。細脈には、石英、方解石、濁沸石、モルデン沸石(?)などが認められ、深度110 m-190 mでの細脈では方解石を中心とし、沸石は見られないが、352-418 mの試料には沸石を伴う。ボーリング下部の深度442.0 mの細脈の試料(試料番号B 5644200 V)では、主に方解石が見られる。

深度77.1 mの北薩中期火山岩類の試料は斑晶の斜長石の割れ目に沿って変質が見られるが、ほとんど新鮮である。北薩古期安山岩類の試料は緑泥石や方解石が認められ、変質が進み原岩の組織が分からないものが観察される。

#### 4.1.8 56 MAHT-3号ボーリングの試料

このボーリングは串木野ダム東方(第1図のB8; 串木野市冠岳字俣場12112; 方位315°, 傾斜-30°, 深度715.20 m)で行われている。深度134.7 mまで北薩中期火山岩類で、それ以深は北薩古期安山岩類とされる(通商産業省資源エネルギー庁, 1982)。

北薩中期火山岩類に相当する試料では、主にスメクタイトからなり、一部に雲母粘土鉱物を伴う。α-クリストバル石、鱗珪石や斜プチロル沸石と考えられる反射も見られる。

北薩古期安山岩類に相当する試料では、主に緑泥石、スメクタイト、雲母粘土鉱物、雲母/スメクタイト混合層鉱物が認められ、一部に緑泥石/スメクタイト混合層鉱物と考えられる鉱物を伴う。

鏡下では変質程度が強く元の組織が不明瞭なものが観察され、緑簾石と思われる鉱物も見られる。

#### 4.1.9 57 MAHT-2号ボーリングの試料

このボーリングは川内市日笠山南麓(第1図のB10; 川内市山中平; 傾斜90°, 深度655.5 m)で行われたものであり、すべて北薩中期火山岩類とされる(通商産業省資源エネルギー庁, 1983)。

変質の主体はスメクタイトによる弱変質で、一部に雲母粘土鉱物と考えられる反射が認められる。そのほかには、ボーリング上部の試料ではカオリン鉱物と考えられ

る反射も見られる。

鏡下では、深度17.5 mの試料(試料番号B 57202)の場合、斑状組織が認められ、斑晶鉱物はほとんど未変質の状態に見えるが、縁辺、劈開や割れ目に沿って淡緑褐色の粘土鉱物の脈が見られる。また径0.02-0.05 mmの石基鉱物の間に淡褐色の粘土鉱物が認められる。

#### 4.1.10 58 MAHT-2号ボーリングの試料

このボーリングは芹ヶ野東方(第1図のB9; 川内市三ツ峰; 方位330°, 傾斜-60°, 深度701.68 m)で行われたものである。地表から124.24 mまでは北薩中期火山岩類で、それ以深は北薩古期火山岩類とされる(通商産業省資源エネルギー庁, 1984)。

緑泥石、スメクタイト、雲母粘土鉱物(反射の強いもので2八面体型と考えられる)、雲母/スメクタイト混合層鉱物の反射が認められ、その他に、斜長石、石英、黄鉄鉱および一部に石膏と考えられる鉱物の反射も認められる。また、今回の測定では分からないが、ボーリングの上部でカオリン鉱物の産出が報告されている(通商産業省資源エネルギー庁, 1984)。

鏡下では他の北薩古期安山岩類の試料と同様な変質が観察される。たとえば深度299.55 mや698 mの試料では、仮像の形で見られる斜長石は石英、炭酸塩鉱物や粘土鉱物化を受け、有色鉱物は緑泥石に変化している。また緑簾石と思われる鉱物が観察される。

#### 4.2 地表の試料の変質

ボーリングコアでは顕著ではないが、北薩古期安山岩類の地表試料では、酸性環境下で生成されたと考えられている変質帯が見られる。冠岳南西方の地点番号1(第1図)の地点では、局所的に安山岩が白色-肌色-灰色に変質している。この変質帯はカオリン変質を被っており、カオリン鉱物のほかに雲母/スメクタイト混合層鉱物、黄鉄鉱、石英を伴う。この地点の岩石の色の違いは構成鉱物に関係しており、肌色の部分(試料番号KS4)には黄鉄鉱の反射が見られず、ほかの灰色部分には黄鉄鉱が認められる。また黄色を帯びた粘土化部分(KS4C)には、明礬石と考えられる反射が見られる。このほか羽島(地点番号3, 4)及び柿田(地点番号25)の脈や弱線などのそばの局所的な赤褐色化した部分からもカオリン鉱物が認められる。平原山南東方(地点番号21)では、白色石英脈(50 cm幅, N 65° E, 60° S)中の脈試料(試料番号KSA 17 V)のカオリン鉱物の反射は強いが、その母岩の試料(試料番号KSA 17 A, KSA 17 C)やその近くの母岩試料(地点番号22)からのカオリン鉱物の反射は非常に弱いか認められない。なお、この脈試料のカオリン鉱物は、底面反射以外に、約4.5 Åに非

対称反射と幾つかの反射を持つのみであり、カオリン鉱物の積層不整が著しい。

冠岳西南西方の北薩古期安山岩類の試料(地点番号5)は、堅い岩石で灰白色を示し、主にダイアスポアとパイロフィライトの反射が見られる。この試料の示差熱分析では約500-600°Cにかけて、パイロフィライトのものと考えられる幅の広い吸熱ピークが見られる。この冠岳周辺に見られる変質帯は局所的であり、串木野鉾床の変質帯の中でも特に高温環境下で生成されたものとされている(例えば通商産業省資源エネルギー庁, 1981)。

薩摩山南方での試料(地点番号26)は北薩古期安山岩類の堅い溶岩であり、スメクタイトを伴う弱い変質である。この試料には、斜長石、石英、アルカリ長石(?), 角閃石の他に石膏と考えられる反射が認められる。馬込礫岩の試料(地点番号27, 53)には、緑泥石、スメクタイト、雲母粘土鉱物が含まれ、濁沸石と考えられる反射が見られる。また地点番号53の白色細脈部分(試料番号KSC 48 EV)は、方解石と濁沸石からなる。

串木野鉾山西方の火山角礫岩の試料(地点番号39)には、ハロイサイト及びスメクタイトや $\alpha$ -クリストバル石と考えられる反射が認められる。試料は弱線や脈の見られない露頭から採取しているので、ハロイサイトは風化生成物とも考えられる。ほとんどスメクタイトのみの反射を示す試料も見られることから、スメクタイトはカオリン鉱物より以前に生じていたかもしれない。この露頭の岩石は北薩古期安山岩類と考えられているが、ほかの北薩古期安山岩類に比べて固結度が低い。野外調査上では、スメクタイト変質した北薩古期安山岩類とスメクタイト変質した北薩中期火山岩類との明確な区別は困難と考えられる。

串木野鉾山北方の四万十層群の2試料(地点番号41)にも粘土鉱物が含まれる。緑灰色砂岩の試料(試料番号KSA 37 A)は緑泥石を伴い、他方の試料(試料番号KSA 37 B)にはスメクタイトを伴う。雲母粘土鉱物は共通して認められる。串木野鉾山南方の試料(地点番号52)は数cmないし数m幅の砂岩泥岩互層の中粒砂岩部分から採取したものである。緑泥石のほかスメクタイトと考えられる反射が見られる。これら基盤の堆積岩は、やや緑色を帯びているものの、一見して未変質に見える。

荒川浜南方の南国採石株式会社の採石場の試料(地点番号2)は北薩中期火山岩類の安山岩の試料であり、スメクタイトによる弱変質岩である。斜長石のほかに斜ブチロ沸石と考えられる反射も見られる。

川内玄武岩類は、赤褐色の球状風化を伴う緑色を帯び

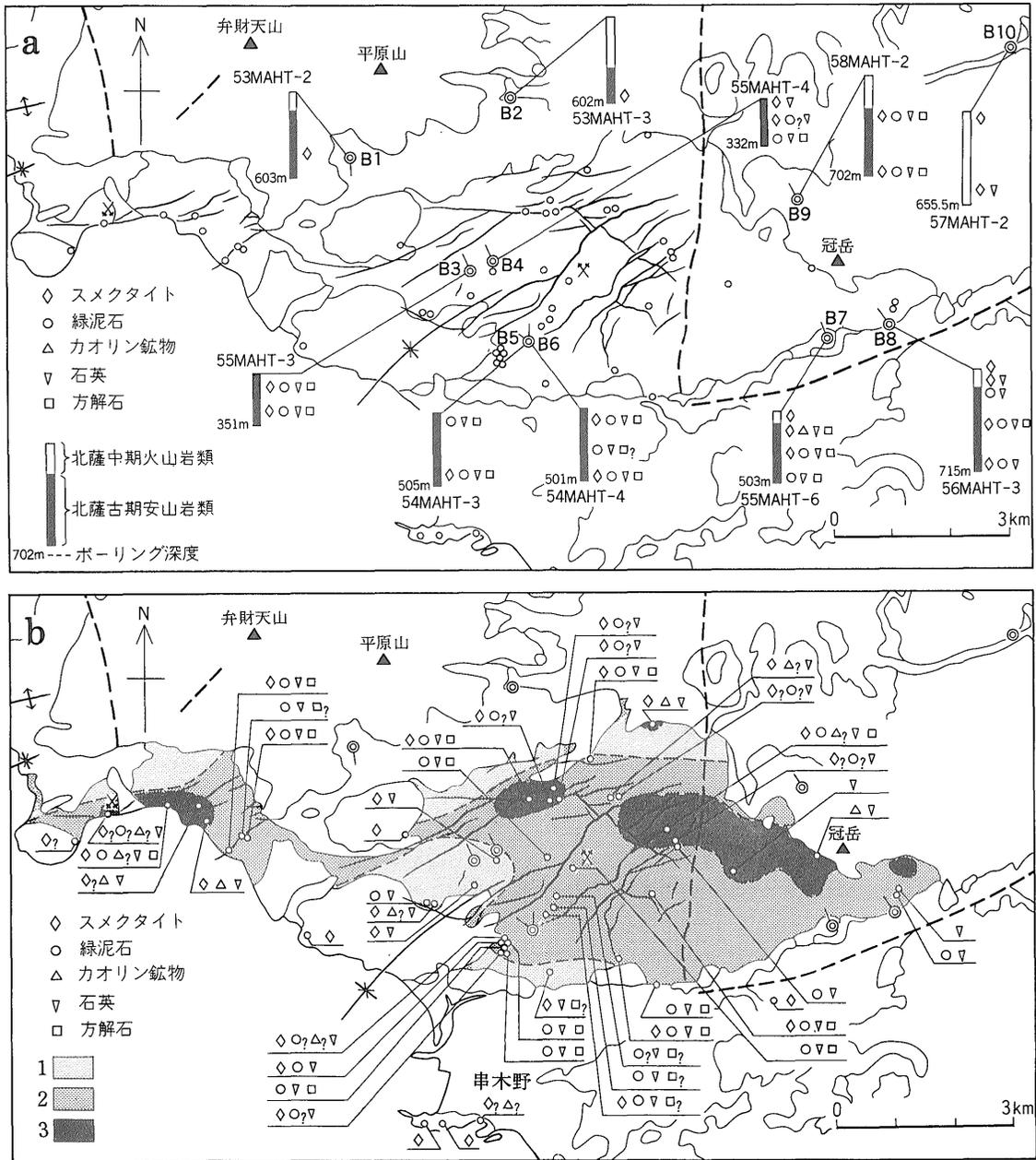
た黒色ないし黒灰色の玄武岩である。球状風化の中核部には緑色を帯びた部分が見られる。この部分を鏡下で観察すれば、斑状組織が認められ、径0.5-5mmの斜長石斑晶の割れ目に沿って淡緑ないし淡緑褐色の粘土鉱物が観察される。また径0.5-1.2mmのかんらん石斑晶の縁辺は淡褐色にイデイングス石化している。石基は間粒状組織を示し、約0.1-0.2mmの石基鉱物の間に淡緑褐色の変質鉱物が見られる。この緑色を帯びた部分の粘土鉱物はほぼ16Åの幅広いX線反射が見られる。この地域の川内玄武岩類は、局所的ながら、弱い変質作用を伴うものと考えられる。

## 5. 考 察

第1表の結果から、串木野地域に分布する岩石において、北薩古期火山岩類に見られる変質程度は強く、また北薩中期火山岩類にもスメクタイトが認められることが分かった。これらの変質鉱物の中で、特徴と見られることは、スメクタイトの産出が多いことであり、スメクタイトの分布は非常に広範囲でほとんどの北薩古期安山岩類の試料からスメクタイトを産出する。このことは、金銀鉾床でスメクタイトを伴うことが多いとの指摘(例えば長沢, 1981)と矛盾しない。また串木野鉾床周辺の母岩中には混合層鉱物が認められるが、混合層鉱物は一種からなることはなく、多くの場合はほかの粘土鉱物とともに産出する。串木野西方の広域調査ボーリング(53 MAHT-2号や53 MAHT-3号)に見られる弱い変質を示す北薩古期安山岩類中に石英は認められないことや変質した北薩古期安山岩類の石英は石基や孔隙状の部分に観察されることから、通商産業省資源エネルギー庁(1986)でも指摘しているように、北薩古期安山岩類中の多くの石英は変質によって生成した二次鉱物であることを示すものと考えられる。

第1表に示されるように、串木野地域の母岩の変質鉱物には深度による消長が見られ、部分的には礫種や岩質が異なる場合及び裂隙や脈の周辺では変質の程度が異なる。局所的には変質の程度の相違が認められ複雑になっているものの、多くの変質岩についてスメクタイトを伴う変質、緑泥石を伴う変質、カオリン鉱物を伴う変質に分けることができる。

ボーリングコアの主な変質鉱物の分布について第2図aに示す。串木野鉾山西方の2本のボーリング(B1, B2)は緑色を呈すが、粘土鉱物として、スメクタイトのみからなり、石英の反射は認められない。串木野鉾山の付近のボーリング(B3, B4, B5, B6)の試料は緑泥石、方解石や石英などを伴う。また串木野鉾山東方の



第2図 串木野地域の変質鉱物の分布。

a. 各広域調査ボーリングコアに見られる主な変質鉱物の分布。

b. 地表試料に見られる主な変質鉱物の分布。

変質帯の境界線は第1表の測定結果と通商産業省資源エネルギー庁(1986)の結果をとりまとめて記したものであり、変質帯の境界はおおよそその境界を示すものであり、断層による影響などは明らかではない。

1: I帯; 2: II帯; 3: III帯。

Fig. 2 Distribution of Alteration minerals from the Kushikino area.

a. Distribution of Alteration minerals in cores from drill holes.

b. Distribution of Alteration minerals from the surface, referred MITI (1986).

1: zone I; 2: zone II; 3: zone III.

ボーリング (B7, B8, B9) についても北薩古期安山岩類において緑泥石, 方解石や石英などを伴う。串木野鉾山北東方のボーリング (B10) に見られる岩石は, 北薩中期火山岩類であり, スメクタイトのみからなる。このボーリングの最下部は北薩古期安山岩類に相当するとの見方もあるが, その部分の粘土鉱物はスメクタイト (通商産業省資源エネルギー庁, 1983) であり, 串木野鉾山西方のボーリング同様に変質の程度は弱い。これらのことから, 串木野鉾床付近では緑泥石, 石英や方解石を伴う変質で, その周辺ではスメクタイトを伴う変質で特徴付けられることが推定される。また, 荒川の立岩付近ではボーリング (B4) の結果やその周辺のボーリングの結果 (通商産業省資源エネルギー庁, 1986) から, 上部にスメクタイトを伴う変質の部分が, その下では緑泥石を伴う変質が考えられる。

串木野地域の変質鉱物の水平的な広がりについては, 地表の試料の結果 (第2図b) 及びほかの報告の結果 (通商産業省資源エネルギー庁, 1986) を併せて更に詳しく推定することができる。北薩古期安山岩類の地表試料のほとんどの試料にはスメクタイト, 斜長石と石英が認められ, それらの分布は広範囲である。また鉾床付近では, 粘土鉱物としてスメクタイトのほかには緑泥石が見られ, 石英や方解石を伴う。ボーリング試料では分からないが, 局所的に串木野鉾床の北側地域や羽島鉾山付近の地表試料ではカオリン鉱物が認められる。

以上から, 串木野地域の北薩古期安山岩類の変質について, スメクタイトで特徴付けられ, 主としてスメクタイト, 斜長石と石英の組合せを持つ変質帯 (便宜上, 以後これをI帯とする), 緑泥石を伴い, 主に緑泥石, 石英, 方解石の組合せを持つ変質帯 (II帯), カオリン鉱物を伴う変質帯 (III帯) に大きく区分することができる (第2図b)。I帯は串木野鉾床の周辺に広範囲に南側と北側に分布しており, その中にはほぼ東西に長くII帯が分布し, また主にII帯の中にIII帯が東西方向に並んで分布するように見える。また串木野鉾山西方の2本のボーリング (B1, B2) の変質はスメクタイト変質であるが, 厳密には石英を伴わないのでI帯とは異なる。このスメクタイトのみからなる変質はI帯の更に北側 (外側) に存在するものと考えられる。また, 前述したように荒川の立岩付近ではボーリングコアの結果から, I帯の下にII帯があるので, I帯はII帯の上にあるような産状が推定される。具体的な構造や成因についてはまだ明らかではないが, スメクタイトで代表される変質は広域に生じた続成変質で, 熱水変質帯の外側の変質として考えることができる (通商産業省資源エネルギー庁, 1986)。特

に, スメクタイトについては, 久見崎町の北薩古期安山岩類とされる岩石 (地点番号49) にスメクタイトが認められることや北薩中期火山岩類にスメクタイトが含まれることから広く分布することが考えられる。II帯はいわゆるプロピライト変質に相当する変質帯と考えられる。III帯は鉾化帯の浅部に位置する酸性の環境を示す変質帯と考えられ, 鉾脈に関連して生成したものと見られる。串木野鉾床はII帯及びIII帯中に胚胎している。これらの中で, II帯については, 鉾脈のそばの脈際変質とは異なり, 鉾脈より先に生成したものと見られる。しかし, 鉾床の主な鉾脈はこの変質帯の中に賦存しており, 冠岳周辺のII帯の中には石英脈や珪化帯が賦存している。したがって第2図bに示されるII帯と鉾床の分布との関係は, プロピライト変質が鉾化作用と何らかの関連性をもっているとする指摘 (通商産業省資源エネルギー庁, 1986; 今井, 1986) をより明確に示すものと考えられる。

当地域の変質岩はスメクタイト, 緑泥石, カオリン鉱物によって分帯することができるが, その変質帯中の各変質鉱物の水平的, 垂直的な鉱物学的性質の特徴については今後の検討が必要である。また各変質帯の時期特に緑泥石で特徴付けられるプロピライト変質の時期についての詳細な研究及び鉾化作用との関連性については今後の問題である。

## 6. おわりに

串木野鉾床地域のボーリングコアの試料についてその変質鉱物を同定した。その結果は以下のようにまとめられる。

1. 串木野鉾床地域のボーリングコアに見られる粘土鉱物はスメクタイト, 雲母, 雲母/スメクタイト混合層鉱物, 緑泥石, 緑泥石/スメクタイト混合層鉱物, カオリン鉱物などである。またそのほかの鉱物には, 石英, 方解石, 濁沸石, クリストバライトなどが認められる。スメクタイトの分布は非常に広範囲であり, ほとんどの地域からスメクタイトを産出し, 北薩中期火山岩類の中にもスメクタイトは認められる。また, 混合層鉱物も認められるが, 多くの場合他の粘土鉱物と共に産出する。

2. 変質鉱物の組合せとその分布から, 串木野地域の北薩古期安山岩類の変質について, スメクタイトで特徴付けられる変質帯 (I帯), 緑泥石を伴う変質帯 (II帯), カオリン鉱物を伴う酸性の変質帯 (III帯) に区分できる。I帯はII帯の北側と南側に分布し, 串木野鉾床はII帯の中に胚胎する。またIII帯は鉾床付近に分布する。

謝辞: 本研究を行うにあたり, 多くの方々から配慮や便宜をはかっていただき, 助言をいただいた。金属鉱業

事業団より広域調査ボーリングコアの試料をいただき、本研究を行うことができた。また現地での試料採取及び地質調査において、三井串木野鉱山株式会社の方々には大変お世話になった。特に、高橋幹男氏\*、福迫宣弘氏及び植村一統氏からはいろいろと便宜をはかっていただいた。また、九州大学中牟田義博氏には X 線測定に関して有益な助言をしていただいた。地質調査所鉱物資源部富樫幸雄氏及び森下祐一氏には、野外調査、実験ならびに本報告作成にあたり、いろいろ助言していただいた。鉱物資源部須藤定久氏、同部丸茂克美氏および地殻化学部坂田将氏には、実験について多くの助言をいただき、便宜をはかっていただいた。また鉱物資源部中嶋輝允氏には、本報告作成にあたり、助言していただいた。お世話になった皆様方に、ここから御礼申し上げます。

### 文 献

- 今井秀喜(1986) 浅熱水成金銀鉱床地帯における変朽安山岩のカリ長石化作用(予報). 鉱山地質, vol. 36, p. 231-236.
- Izawa, E., Yoshida, T. and Sakai, T. (1981) Fluid inclusion studies on the gold-silver Quartz veins at Kushikino, Kagoshima, Japan. *Mining Geol. Spec. Issue*, 10, p. 25-34.
- 長沢敬之助(1981) 金銀鉱床に産する粘土鉱物の特徴. 鉱山地質特別号, 第10号, p. 227-233.

- 武内浩一(1984) 串木野鉱山荒川4号鍾より産出する粘土鉱物. 鉱山地質, vol. 34, p. 335-342.
- (1988) 串木野鉱山荒川5号鍾-テルルに富んだ鉱脈の産状について. 鉱山地質, vol. 38, p. 49-56.
- (1979) 昭和53年度広域調査報告書(北薩・串木野地域), 92 p.
- (1980) 昭和54年度広域調査報告書(北薩・串木野地域), 69 p.
- (1981) 昭和55年度広域調査報告書(北薩・串木野地域), 79 p.
- (1982) 昭和56年度広域調査報告書(北薩・串木野地域), 81 p.
- (1983) 昭和57年度広域調査報告書(北薩・串木野地域), 65 p.
- (1984) 昭和58年度広域調査報告書(北薩・串木野地域), 69 p.
- (1985) 昭和59年度広域調査報告書(南薩地域), 180 p.
- (1986) 昭和60年度広域調査報告書(構造解析総合調査), 641 p.
- (1987) 昭和61年度広域調査報告書(北薩・串木野地域), 137 p.

(受付: 1992年6月12日; 受理: 1993年1月7日)

\* 現 三井金属鉱業株式会社