

## 鳥取県三朝・倉吉地方の花崗岩質岩石中の長石および黒雲母の放射能

早瀬 一 一\*

Radioactivities of Granitic Feldspar and Biotite of  
Misasa and Kurayoshi Districts, Tottori Prefectureby  
Kazuichi Hayase

## Abstract

The order of radioactivity of the feldspar and biotite constituting granitic rocks of Misasa and Kurayoshi districts, Tottori prefecture, Japan, was studied by means of photo plate method and it was found that the granitic feldspar of these districts is more intense in radioactivity than those of other parts of Japan. In the same granitic rock, however, the activity distinctly differs in its different constituents. Fresh albite is feebler than altered plagioclase, but stronger than potash feldspar. Its biotite has often fairly radioactivity although it tends rather to be enfeebled in radioactivity by including radioactive minute crystals.

## 要 旨

三朝・倉吉地方の花崗岩中の放射性物質は、微粒放射性鉱物に由来するものばかりでなく、造岩鉱物およびそれらの間隙に分布しており、岩石中の放射性物質の大部分を占めている。このような花崗岩の放射能的特徴は、日本の他地方の花崗岩と異なつたものである。

こゝではとくにこの傾向の著しい若干の花崗岩標本について、長石および黒雲母の放射能を研究した。とくにこれらの造岩鉱物中にみられる顕微鏡的微粒鉱物以外に造岩鉱物全体から広く射出された $\alpha$ 線について研究した。測定は長期間露出したオートラジオグラフの結果から得たもので、長石および黒雲母中の放射性物質の微細分布を求めた。

同一岩石標本中の長石について、放射能強度を比較測定した結果、常にカリ長石・新鮮曹長石質斜長石・変化斜長石の順に放射能が強くなつていくことがわかつた。新鮮な長石中にも放射性物質が含まれていること、黒雲母中の不明鉱物に伴う放射能と多色性ハロの関係などから、花崗岩中の微粒鉱物以外の放射性物質が風化その他による比較的新しい沈殿物でなくて、花崗岩生成時の起源のものか、ないしはそれに近い古さをもつたものであることが判明した。

これらの造岩鉱物中の放射性物質は、一部分は二次的に新しく沈殿した水酸化鉄様の部分に由来するが、大部分は本来、黒雲母または長石中に含まれていたものとみられ、とくに広瀬の花崗岩では黒雲母中に2種類の不明の鉱物があり、これに放射性物質が集中している。この2種類の鉱物は、黒雲母の緑泥石化に関係が深い。

一般に当地方の花崗岩は以上のような放射性物質を多く含み、これが温泉または地下水によつて他へ移動するとか沈殿する機会が多い。

## 1. 緒 言

一般に花崗岩中の放射性物質は、ジルコン・モナズ石その他の微粒放射性鉱物(A)として副成分鉱物に含まれるほかに、花崗岩の主成分鉱物およびそれらの結晶間隙中(B)に存在する。後者に属する放射性物質(B)の重要性については、すでに筆者<sup>3)4)</sup>が強調したところである。とくに三朝地方が放射能の強い温泉があり、また倉吉附近にはウランを伴う金属鉱脈が存在し、これらはすべて花崗岩中の放射性物質に関連があるようにみえる。すでに上記の(B)に属する放射性物質が、三朝地方の花崗岩中に多く、とくに日本の他地方の花崗岩に較べて著しく多いことを述べた<sup>4)</sup>。これらの放射性物質は、いわゆる“leachable radioactive elements”として花崗岩中に存在するもので、主として熱水作用により沈殿したものであろう。

\* 地質調査所調査員、京大大学助教授

2. 長石の放射能

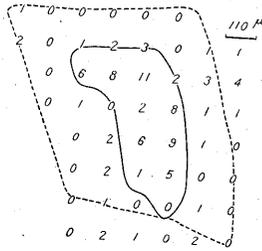
当地方花崗岩中の放射能は第1表に示す通りである。これらの花崗岩薄片で105日、116日および311日の露出によるコンタクト・オートラジオグラフを試みた。長期間の露出であるので、 $\alpha$ トラックのフェージングおよび目的の岩石以外から生じた $\alpha$ トラックの累積についてとくに注意を払った。表の値は花崗岩中の長石でとくに放射能異常を認めるものに限られ、同一薄片中で同様の顕微鏡の形状を示せばほぼ同じ程度の放射能を示すことが明らかになった。表中の斜長石はすべて黒雲母花崗岩中の自形斜長石で、多くの場合結晶の中心部が絹雲母化を著しくうけるか、またはその他の変化をうけ、各斜長石の成分を決定しえない部分である。周辺部はいずれも、曹長石質の新鮮透明な斜長石である。放射能は変化した

中心部にのみ集中する。周辺部の新鮮な曹長石質部分の放射能は、同一薄片において少なくともカリ長石よりは放射能が高く、中心部の変質斜長石よりは低い。カリ長石はいずれの場合でも放射能が弱く変質斜長石の $1/10$ 程度である。この関係は他地方の花崗岩においても認められることである。

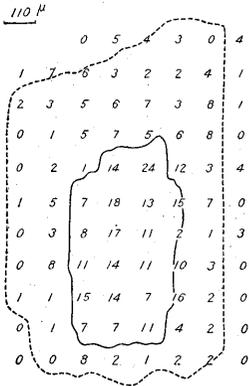
小鴨ヨコロ谷の優白質花崗岩では、このなかに多量の赤色褐鉄鉱質の沈殿物を含み、これらの放射能は $T\alpha=0.192, 0.194, 0.224, 0.226$ で、このために著しく岩石放射能が高い。この岩石に含まれるカリ長石はパーサイト構造を示し、このパーサイトの曹長石部分は新鮮であるにもかかわらず放射能が高い( $T\alpha=0.0245$ )。しかしこの岩石中の長石間の放射能を比較すると他の花崗岩と同じく、変化斜長石>新鮮曹長石>カリ長石の順になっている。

第1表 長石の放射能

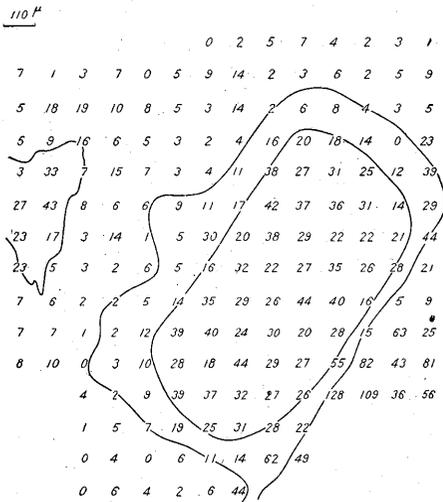
標	本	斜長石の放射能 ( $T\alpha$ )	斜長石の変化	カリ長石の放射能 ( $T\alpha$ )
268	(関 金)	0.0031	新 鮮	} 0.0003
		0.0019	"	
		0.0015	" (逆パーサイト)	
242	(本 泉)	0.0050	斜長石中心部 絹雲母化	} 0.0001
235	(円 谷)	0.0039	"	
274	(矢 送 村)	0.0045	" 褐色汚染	
255	(鉛 山)	0.0025	" "	} 0.0002
210	(三朝山田)	0.0011	絹雲母化	} 0.0003
252	(鉛山一柿谷中間)	0.0004	絹雲母化 { たゞし多くの斜長石はこの程度の放射能	
広 瀬	2	0.0055 第1図	煙った絹雲母化	} 0.0003
		0.0116 中心	"	
		0.0033 周辺	"	
		0.0029~0.0039 (4例)	"	
広 瀬	3	0.0030	"	} 0.0001 以下
		0.0055	"	
		0.0136	" (とくに褐色)	
広 瀬	4	0.0027~0.0062 (5例)	"	} 0.0003
広 瀬	6	0.0105 第3図	" 褐色	
広 瀬	9	0.1020	褐色汚染	} 0.0003
広 瀬	10	0.0048 第4図	"	
ヨコロ谷優白質花崗岩		0.0523	絹雲母化	} 0.0032
		0.0316	"	
		0.0245 (パーサイト)	"	
		0.0280 (曹長石)	"	
		0.0232	"	



第1図 実線内は変化斜長石 (105, 25日露出)

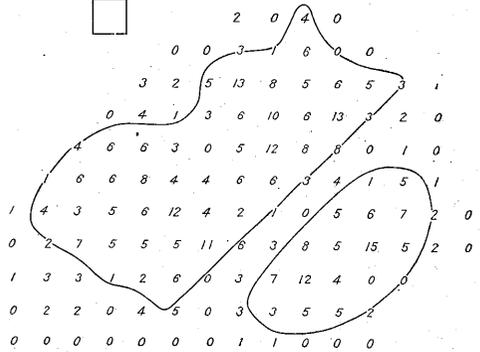
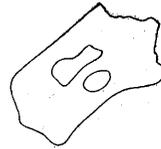


第2図 実線内は黄褐色変質斜長石 (105, 25日露出)

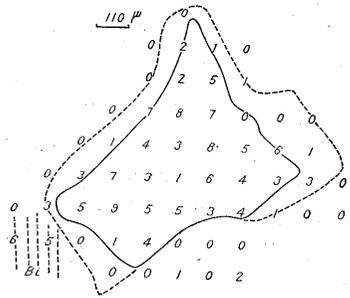


第3図 (105, 25日露出)

曹長石質斜長石が新鮮で透明であるからといって、必ずしも放射能が弱くはない。例えば第1表の関金の花崗岩など、この例である。しかし多くの場合、斜長石の変化した中心部に放射能が集中する。第1~5図は、広瀬の捕獲岩質細粒黒雲母花崗岩およびヨコロ谷優白質花



第4図 (311日露出)



第5図 Bi: 黒雲母 (105, 25日露出)

崗岩の例で、これらの斜長石中心部に現われた放射能分布を示す。図中の数字は110μまたは55μ平方内に現われたαトラックの数であり、この増減が斜長石の変化部を境としてはつきりみられる。同一斜長石の変化部内でも不均質はみられ、とくに第4図のように黄色のモヤモヤの著しい部分は明らかに放射能が高い。

広瀬の捕獲岩質細粒花崗岩中の変化斜長石が強い放射能を示すのに対して、広瀬西方の粗粒黒雲母花崗岩(放射能異常のまったくない花崗岩)中の絹雲母化斜長石では放射能は  $T\alpha=0.0002$  である。この値は放射能的に普通の花崗岩にみられる程度の値である。

小鴨ヨコロ谷産の優白質花崗岩は、放射能異常が著しく、一部分には二次ウラン鉱物の認められた岩石である。この岩石中の斜長石は第1表に示すように著しく放射能が強い。この放射能は第3図のようになんかなり不均一なものである。同一の岩石中でパーサイト質曹長石については表にあげた値のほか、 $T\alpha=0.0126\sim0.0070$  と

第2表 黒雲母の放射能

標本	黒雲母の放射能 ( $T\alpha$ )	色
268 関 金	0.0199	}
	0.0232	
	0.0309	
	0.0332	
235 円 谷	0.0183	} 赤褐色
	0.0315	
274 矢 送 村	0.0100	}
	0.0343	
239 円谷東尾根	0.0633	} 赤褐色 (微粒放射能 鉱物を含む)
	0.0421	
	0.0136	
272 矢 送 村	0.0171	} 淡 色 カオリン化
	0.0085	
	0.0028	
	0.0039	
249 田郎田屋敷	0.0039	}
	0.0089	
252 柿谷一鉛山間	0.0011	緑泥石縞のある普通の黒雲母
270 関 金 温 泉	0.0510	} 赤 色
	0.0232	
	0.0223	
	0.0111	
285 関 金 北 方	0.0364	}
	0.0312	

変化が多い。一方パーサイトのカリ長石部では  $T\alpha=0.0044, 0.0041, 0.0020$  の値を示す。斜長石の周辺部(新鮮透明曹長石部分)では  $T\alpha=0.0054$  である。上記のようにパーサイト中の曹長石は変化斜長石より放射能が弱い、煙つた部分 ( $T\alpha=0.0098$ )、新鮮で透明な部分 ( $T\alpha=0.0025$ ) と変化している。このように放射能の程度は異なつても上記の、変化斜長石>新鮮曹長石>カリ長石の順は変わらない。

これらの変化斜長石の放射能は、あるいは鏡下で認められない程度の微細な結晶の集まりであるかも知れないが、かなり均一な放射能分布を示し、あたかもこれらが捕獲結晶の残晶であるかのような外観を示す。

このほか長石の劈開面に沈積した赤色の褐鉄鈦質物質に著しい放射能をみることがある。このような放射性物質は明らかに後から移動してきたもので、ヨコロ谷花崗岩(表中の優白質花崗岩でなく、褐色黒雲母をもつ表土中の花崗岩である)では、カリ長石の放射能が他の一般の花崗岩に比べ高く、 $T\alpha=0.0008$  に及んでいる。またときどき変化斜長石中に黒褐色の鉄鈦様沈殿物があり、微細なもの ( $0.1 \times 0.06 \text{ mm}$ ,  $0.1 \times 0.03 \text{ mm}$ ) であるが、 $T\alpha=0.0366$  および  $0.0256$  である(広瀬2)。

岩石の平均よりも、斜長石とくに変化斜長石中に放射性物質が集中し、このような放射性物質は容易に移動する性質のものである。三朝・倉吉花崗岩にはこの種の斜長石が多いことが特徴である。

### 3. 黒雲母の放射能

すでに筆者は田ノ上山花崗岩中の黒雲母にかなりの放射能があることを報告した<sup>2)</sup>。これらの例は多少変化した黒雲母であつたが、新鮮な黒雲母でも放射能が認められる場合がある。例えば山口県産のある石英粗面岩では、結晶間隙にできた緑色黒雲母は新鮮で  $T\alpha=0.1$  程度の放射能をもっている。

三朝・倉吉附近の花崗岩では、変化した黒雲母に放射能がみられ、第2表に示す通りである。この放射能の強さは同一の黒雲母片中でも変化が著しく、赤褐色の土状物質の多いときは放射能が強い。この点は田ノ上山花崗岩と同様であるが、田ノ上山では接触部やペグマタイトに近い部分にのみかゝる黒雲母がみられるのに、当地方では広くしばしばみられる。第2表のNo. 239 標本にみられるように、微粒放射性鉱物を含む黒雲母片は、これを含まない黒雲母片に比べ著しく放射能が弱い。この傾向はすでに田ノ上山の黒雲母でもみられたことで、花崗岩中の放射性黒雲母に共通した性質である。表中のNo. 272 標本では、淡色の黒雲母が濃褐色のものに比べて放

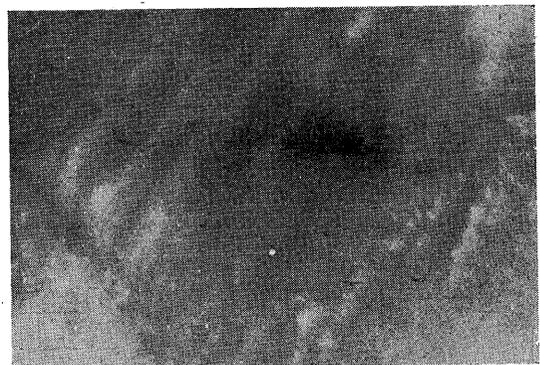
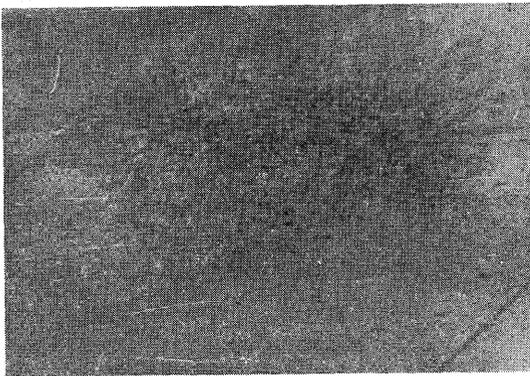
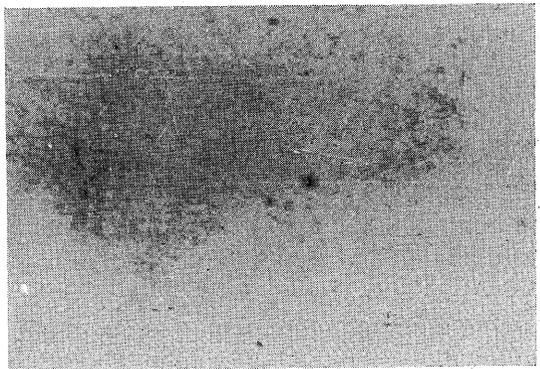
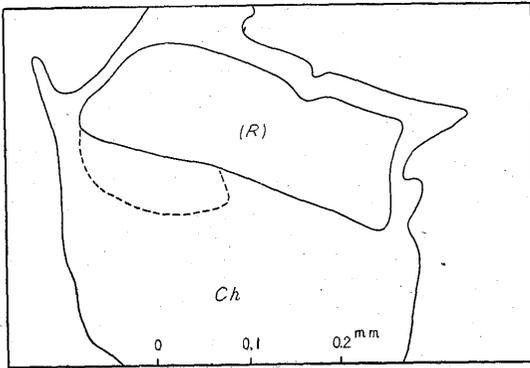
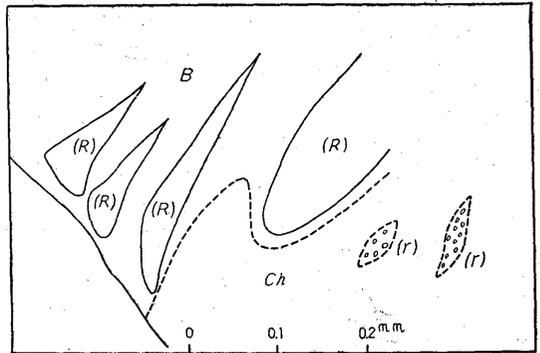
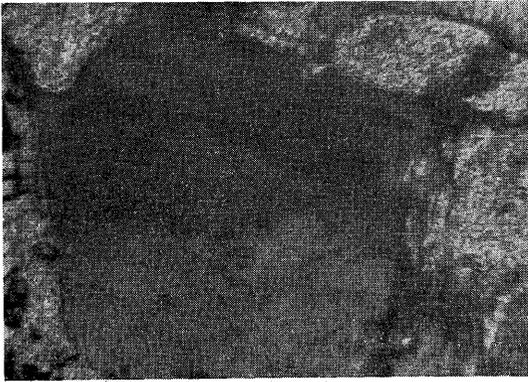
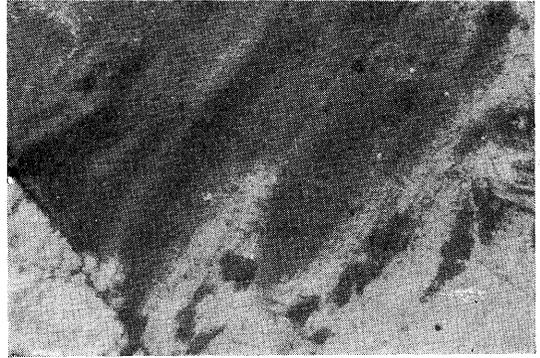
射能が弱く、完全にカオリン化したものはさらに低い。このことは滋賀県三雲信楽長石にもみられる現象で、熱水作用をうけた黒雲母が鉄とともに放射性物質を失う結果である。また黒雲母が緑泥石化した場合には表中のNo. 252 にみられるように放射能が弱い。とくに緑泥石化の部分が褐色黒雲母の部分よりもさらに弱い。このことは他の地方の花崗岩でもみられるが、次に述べる広瀬の花崗岩ではとくに著しい。

広瀬産捕獲岩様細粒黒雲母花崗岩で最も放射能に富む部分は、黒雲母およびこれに伴う微粒放射能鉱物(普通に花崗岩中にみられるジルコンとかモナズ石と産状を異にし、写真にみるように二次的に鈦染状にはいる)、および褐鉄鈦質黒色鉱物に放射性物質が多い。

第6図に示すように約  $0.5 \text{ mm}$  の褐色黒雲母の一部に著しい放射能がある。以下この部分を(R)と略記する。この(R)は局部的に不均一な放射能を示すが、これは以下述べる理由によるもので、およそは  $T\alpha=6.8$  程度の放射能である。第6図のCに示すように、褐色黒雲母は一部分が緑泥石化をうけ、この緑泥石化の影響が及んでいる部分に暗灰色の微粒放射能鉱物(以下これを(r)と略記する)が集合して沈殿している。緑泥石化部分に(R)は存在しないし、また濃褐色黒雲母中には(r)は存在しない。褐色黒雲母の一部に透過光では区

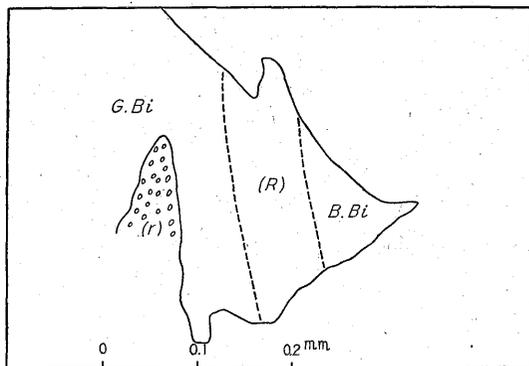
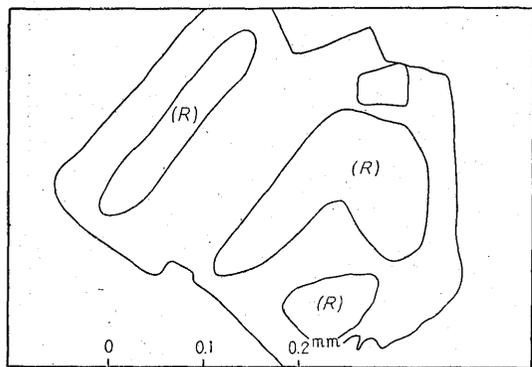
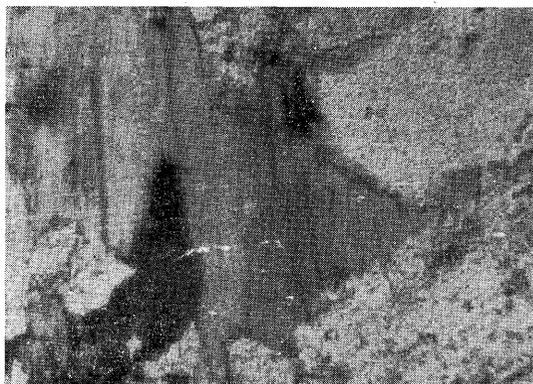
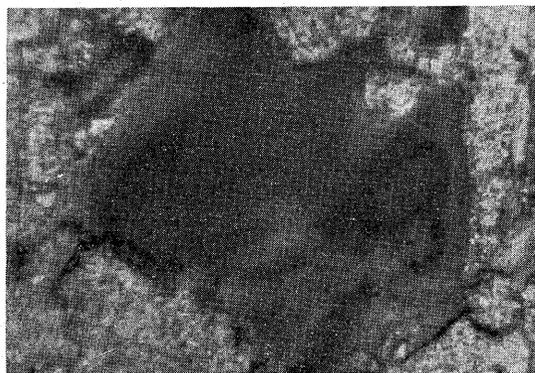
別できないが、反射光が黒雲母と異なる部分があり、これが (R) で強放射能物質である。これらの放射能の数値の値はそれぞれ  $T\alpha=6.82, 6.42, 5.75, 5.21, 2.81, 2.41$  と著しい変化がある。

第7図に示すように、黒雲母中の (R) は黒雲母の葉片に挟まって存在している。図は黒雲母を斜に切ったものである。またこの (R) は必ず黒雲母の外形より内側に存在している。非常に薄いものが黒雲母の葉片と交互に重なりあっているらしく、このため黒雲母部の多い部分 (薄片上で) は放射能が弱い。一般に (R) はやゝ濃

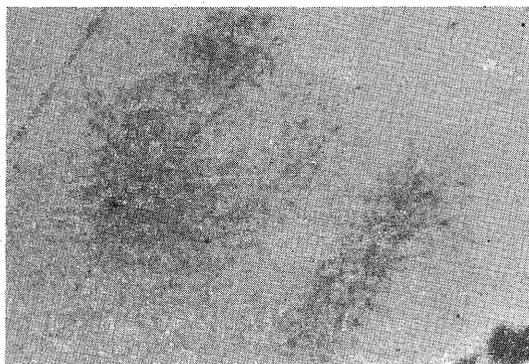


第6図 Ch: 緑泥石

第7図 B: 黒雲母 Ch: 緑泥石



第9図 G. Bi : 緑黄色黒雲母 B. Bi : 褐色黒雲母



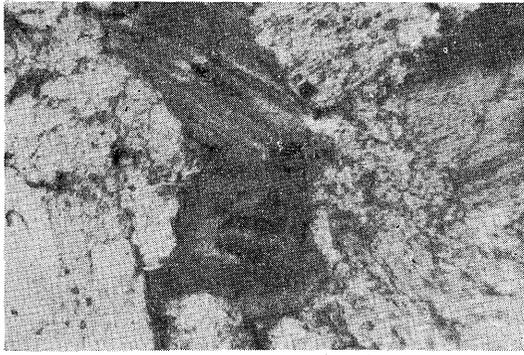
第 8 図

褐色部に多いが、放射能分布と濃褐色部とは必ずしも完全に一致しない。第8図、第9図も同様のもので、黒雲母中に見掛け上縞状に(R)のあることを示す。第6～10図の $\alpha$ トラック・オートラジオグラフは28日露出した結果である。

第10図の写真中にみえる黒雲母中の包有物は、黒雲母の葉片には $\Delta$ 平行な(R)で、屈折率は黒雲母より低い無色透明の光学的等方体である。岩石薄片の表裏両者の検鏡結果から、これが黒雲母に挟まれた薄いものであることがわかる。

黒雲母の緑泥石化した部分には、常に微細な暗灰色の微粒鉱物(r)が集中して点在する。粒は微細で約 $7 \times 10 \mu$ 程度のもので黒雲母の緑泥石化に伴なつてできたものである。薄片上の形、分布から前記の褐色黒雲母中の(R)が緑泥石化に伴なつて変化してできたものようである。この(r)の放射能は $T\alpha=0.831, 0.655, 0.678, 0.496$ 等と(R)の放射能の約 $1/10$ で弱い。しかし微粒な鉱物の集まりであるため鉱物の実質的な放射能はこれよりやゝ高いであろう。(r)は緑泥石に多色性ハロを伴ない、その幅はおよそ $17 \mu$ である。筆者のこれまでの研究によれば、少なくとも第三紀中新世程度の年令を必要とする<sup>註1)</sup>。見掛けは赤褐色の褐鉄鉱質物に包まれ、二次的鉱物にみえるが、(r)はその古さから一次鉱物らしい。また(R)は褐色黒雲母中にハロを認めないが、これは透過光が認め難いだけであつて、反射光ではつきりハロの存在がわかる。第7図では(r)は緑泥石中に、また第9図では(r)は赤褐色に染り、

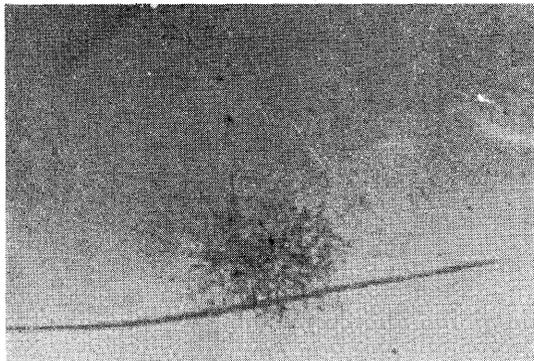
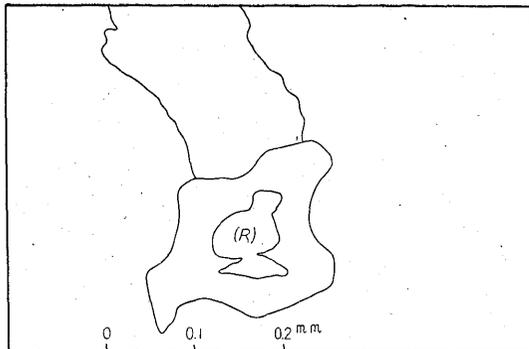
註 1) 二次的沈殿その他できわめて短時間にできたものでない証拠であつて必ずしも厳密な年令ではない。(34. 7. 3)



緑黄色の後期黒雲母中にレンズ状に沈積している。(r)の屈折率は褐色黒雲母よりやゝ高い。以上のように(R), (r)の鉱物決定が残された問題である。非常に微細で僅少であるため目的を果すことができなかつた。

#### 4. 総 括

当地方の花崗岩、なかでも広瀬の花崗岩の放射能は、他の普通の花崗岩とは異なつた放射能特性を示す。これは花崗岩の放射能異常にみられる例であり、この放射性物質を一次的な長石、雲母またはそのなかの鉱物にもつ点を注目すべきである。すなわちこのような放射性物質は、温泉または地下水で容易に他へ移動されうる性質をもつものである。（昭和33年9月稿）



第 10 図

#### 文 献

- 1) Hayase, I. : Relative Geologic Age Measurements on Granites by Pleochroic Haloes and the Radioactivity of the Minerals in their Nuclei, *Amer. Mineral*, Vol. 39, p. 761~772, 1954
- 2) Hayase, I. : The Radioactivity of Rocks and Minerals Studied with Nuclear Emulsion, III, Radioactivity of Biotite of the Tanakamiyama Granite, *Shiga Pref. Japan, Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto, Series B*, Vol. 22, p. 177~184, 1955
- 3) Hayase, I. : The Radioactivity of Rocks and Minerals Studied with Nuclear Emulsion, V, Radioactive Behavior of Granites, *Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto, Series B*, Vol. 24, p. 121~154, 1957
- 4) 早瀬一一 : 三朝附近の花崗岩の放射能的特徴と三朝温泉沈殿物の放射能, *岡山大学温泉研究所報告*, No. 18, p. 3~10, 1957