

原著論文

関東山地北西縁部の余地地域に分布する 熱水変質帯の形成時期

佐藤興平

産業技術総合研究所：〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2

要旨：関東山地北西縁部に位置する長野県南佐久郡の余地周辺地域には、中新世の火成活動でできた酸性熱水変質帯が拡がり、余地鉱山ではパイロフィライトに富む変質岩が蠟石として大量に採掘されてきた。鉱石として産した石英-絹雲母岩のK-Ar年代から、このパイロフィライト鉱床は中新世の11Ma頃に形成されたと考えられるので、この熱水変質活動の継続期間や貫入岩の活動との関係を探るため、変質帯全体をカバーするように、さらに4試料につきK-Ar年代を追加測定した。その結果、余地の変質帯主要部の年代は余地鉱床の年代と誤差の範囲で一致し、しかも南方に分布する流紋岩質の八千穂岩脈群にきわめて近い年代を与えることが分かった。この変質帯主要部は地質学的にはきわめて短期間に形成された可能性が考えられる。一方、変質帯南東端の1試料は $13.5 \pm 0.3\text{Ma}$ という茂来山花崗岩体(14-13Ma)に一致する年代を示した。この地域の熱水変質活動には貫入活動に対応して2つの時期があり、変質帯南東端で見出された古い変質岩は11Ma頃の変質活動を免れたものと推定される。

キーワード：余地, 長野県, 関東山地, 茂来山花崗岩体, 八千穂岩脈群, 珪長質火成活動, 酸性熱水変質, パイロフィライト鉱床, 蠟石, K-Ar年代, 中新世, 富岡層群

Age of hydrothermal alteration zone in the Yoji area of northwestern Kanto Mountains, central Japan

SATO Kohei

*National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
Umezono 1-1-1 Central 2, Tsukuba, Ibaraki 305-8568, Japan*

Abstract : Acid hydrothermal alteration occurred in the Yoji area in the northwestern Kanto Mountains in relation to felsic intrusive magmatism. K-Ar dating of the ore from the Yoji pyrophyllite mine suggested that the hydrothermal activity occurred at ca. 11 Ma in Miocene. For more understanding of the duration and genetic link to the intrusive activity, additional four samples from wide area of the alteration zone were dated by the K-Ar whole-rock method. The results indicate that major part of the alteration zone may have formed within a short time around 11Ma, probably in relation to rhyolitic magmatism, while a sample from southeastern margin of the Yoji alteration zone preserves an older age of $13.5 \pm 0.3\text{Ma}$ which is identical to the age of more mafic Moraisan granitoid complex (ca.14-13Ma). Magma-hydrothermal activity in this area could have occurred in two stages: at ca. 11Ma and 13.5Ma.

Key Words : Yoji, Nagano, Kanto Mountains, Moraisan granitoid complex, Yachiho dyke swarm, felsic magmatism, acid hydrothermal alteration, pyrophyllite deposit, K-Ar age, Miocene, Tomioka Group

1 はじめに

群馬県南西部から長野県佐久地域にかけた関東山地北西縁部には(図1), 中新世の15-10Ma頃と鮮新世の5-3Ma頃に生じた2期の火成活動が認められる(佐藤, 2004, 2005, 2007, 2009a, b). 佐藤・由井(2008)は, 代表的な貫入岩体や地層の名称を採って, それぞれを茂来山期および本宿期と名付けたが, ここで報告する余地の変質帯は茂来山期の火成活動の産物である. 余地の変質帯は, 長野県南佐久郡佐久町(現佐久穂町)の東部から群馬県南牧村の西端部や北隣の白田町にかけた山地に広がる東西7km南北4kmに及ぶ熱水変質帯で, 変質帯の西部に産する余地鉱床ではパイロフィライトや絹雲母に富む変質岩が蠟石として採掘されてきた(図2). この鉱石と似た変質岩は変質帯の各所に産し, ダイアスポアや明礬石など酸性熱水変質帯を特徴づける鉱物も含んでいて, 余地の変質帯は過去の地熱地帯の化石と位置づけることもできる(佐藤, 2009b).

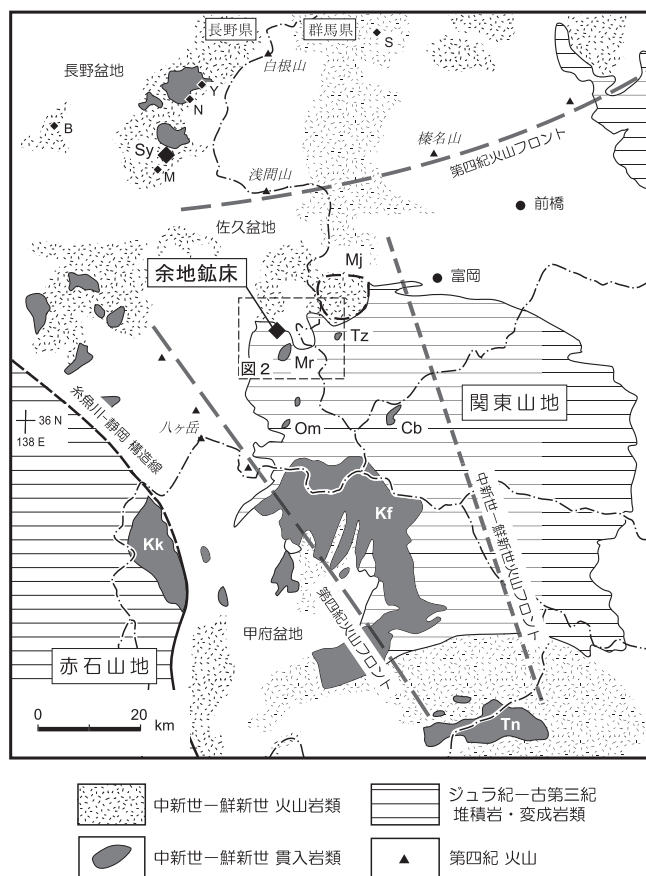


図1 関東山地-フォッサマグナ地域の地質の概略とパイロフィライト鉱床の分布

佐藤(2009b)の図2を改訂. 長野盆地周辺-群馬県北西部のパイロフィライト鉱床は, Sy: 信陽, B: 梵天山, M: 美山, N: 仁礼, Y: 米子, S: 四万. 貫入岩体は, Tz: 砥沢, Mr: 茂来山, Om: 大深山, Cb: 秩父, Kk: 甲斐駒ヶ岳, Kf: 甲府, Tn: 丹沢. 鮮新世の砥沢岩体以外は中新世. Mjは本宿カルデラ. 中新世-鮮新世の火成岩類はフォッサマグナ地域に広く分布するが, パイロフィライト鉱床の分布は上信国境地域に限られている.

余地鉱床の形成時期については, 鉱石として産した石英-絹雲母岩について得られたK-Ar年代から, この鉱床が後期中新世初頭の11Ma頃に形成されたと考えられた(佐藤, 2009b)(註1). この年代は, 余地の南西方の八千穂村(現佐久穂町)に産する八千穂岩脈群のK-Ar年代(12-11 Ma)にきわめて近く, 余地の変質帯からも同質の流紋岩質マグマの活動で余地の熱水変質帯が形成された可能性が高まってきた(佐藤・由井, 2008; 佐藤, 2009b). 一方, 図2に示したように, 余地周辺には茂来山岩体など流紋岩質より苦鉄質な貫入岩体の影響でできたと思われるチャート層の再結晶部を採掘した珪砂鉱床(片山ほか, 1955; 河内・井上, 1962)や秩父帯の石灰岩を交代したスカレン型磁鉄鉱床なども知られており(佐々木, 1960; 由井, 1996), 余地の変質帯の内部でも余地鉱床東方の芝目沢には小規模ながら硫砒銅鉱の鉱化が認められる(藤本, 1958; 由井・松枝, 1995). このように, 茂来山期として一括した火成活動も実際には多面的な鉱化作用をもたらしており, そのマグマ-熱水活動は時間的にも空間的にも変化に富んでいた可能性が考えられるので, パイロフィライト鉱床の鉱石1試料の年代測定だけでは, 活動の全体像を把握するにははなはだ心許ない. そこでこの研究では, 余地の変質帯から東西方向にほぼ等間隔になるように抽出した4試料についてK-Ar年代の追加測定を試みた. その結果, 3試料は測定誤差の範囲で余地鉱床に一致する年代を与え, 変質帯の大部分は11Ma頃の地質学的にはかなり短い時間で形成された可能性が高いと考えられた. しかし, 変質帯南東縁部の1試料は, より古い13.5Maの年代を与え, 余地地域のマグマ-熱水活動はそれほど単純ではなく, ある程度の時間的拡がりをもったものであることも分かってきた.

余地の変質帯の原岩は主に秩父帯ジュラ紀付加体の堆積岩類や中新世の内山層であるが, これらを石英閃緑岩質ポーフイリーの岩体や流紋岩質岩脈が縦横に貫き, 全体として熱水変質を被っていて, 原岩の判定が難しいことも稀ではない. そのうえ, おそらく火成活動の前にも後にも断層運動があって, 信頼度の高い地質図を作成することは容易ではない. そこで今回は, とりあえず余地の変質帯をひとつの地質体として捉えて年代の東西変化を報告するとともに, 地質や変質鉱物との関係については, 稿を改めて検討することとした.

2 年代測定試料

K-Ar年代の測定用に選んだ試料の採取地点を図3に示す. この地域の変質岩の全岩K-Ar年代の測定では, 熱水変質でできた絹雲母の年代を測定することになるので, 試料の選択にあたっては, 原岩が火成岩であることに注意を

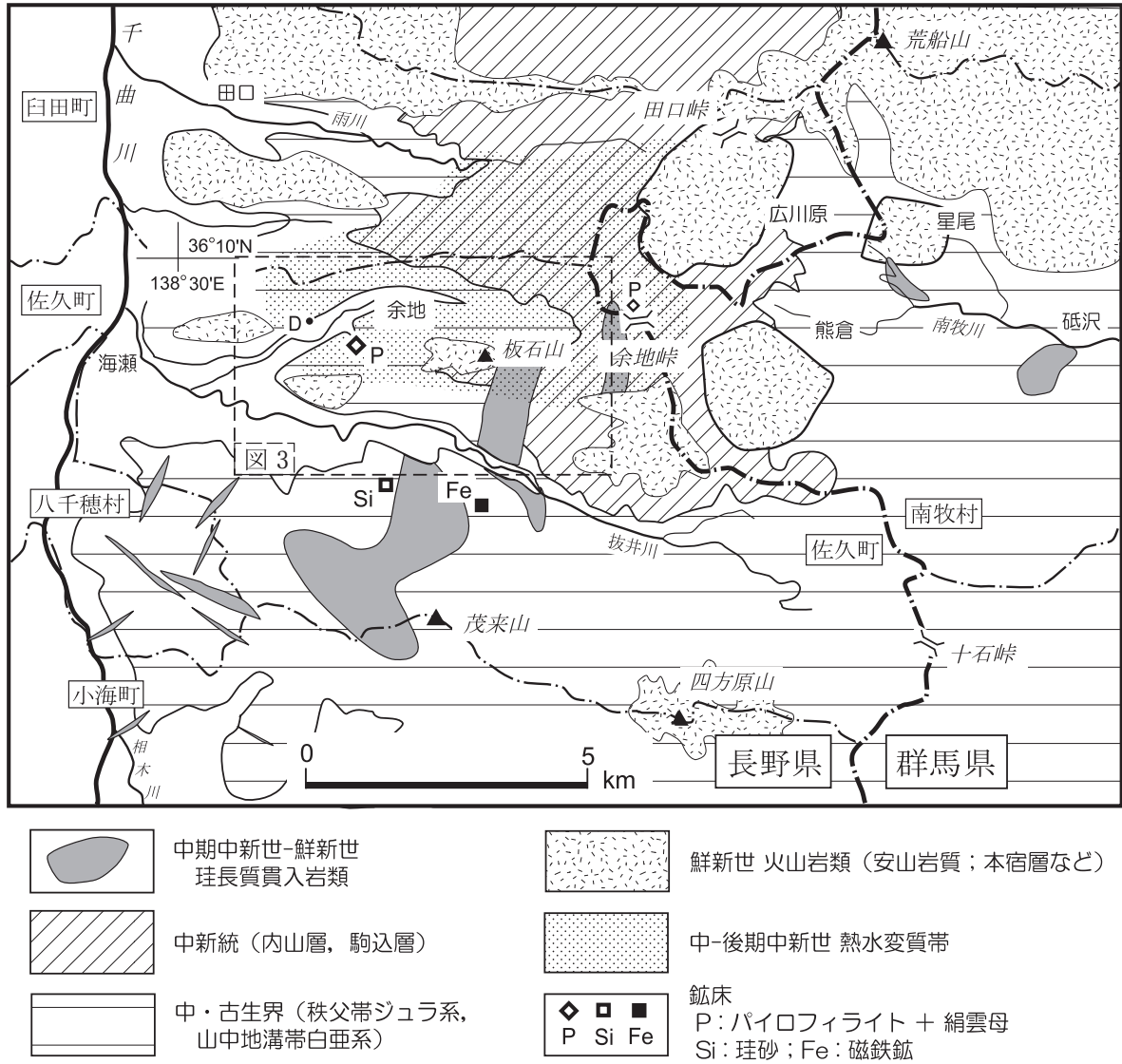


図2 長野県東部南佐久郡余地周辺の地質概略図

佐藤・由井 (2008) の図2を改訂。図の南西部に分布する流紋岩質岩脈が八千穂岩脈群。余地西部のD地点などでも同質の岩脈が見出されている。太線で輪郭を示した田口峠および南牧村の星尾と熊倉付近の火山岩体は、火道を埋めた火山岩とそれを貫く同源の貫入岩からなる鮮新世の火山深成複合岩体とみられ (地質調査所, 1969; 佐藤, 2002), 周囲の断層は余地の変質帯の東部を切る (田中・藤田, 1979)。板石山などの地形的高所に残る鮮新世の安山岩類は余地の変質帯を不整合に被い, 4Ma頃には変質帯が地表に露出していたことを物語る (佐藤, 2004)。余地のP地点の余地鉱床からは大量のパイロフィライト鉱石が採掘された (佐藤, 2009b)。Siは珪砂を採掘した浅間鉱山跡 (再結晶したチャート), Feは磁鉄鉱を採掘した大日向鉱山跡 (スカルン型鉱床)。この図の佐久町と八千穂村は2005年に合併して佐久穂町となった。

払った。原岩が堆積岩の場合は、碎屑性の白雲母が混入して見かけ上古い年代を与える可能性を排除しきれないので測定対象からは除外し、原岩が不明な試料も採用しなかった。該地点付近の代表的と見なされる試料で、鏡下観察とX線粉末回折で測定に足る絹雲母が含まれていると判定されれば、その他の鉱物組み合わせには余りこだわらないことにしたが、最終的には珪長質凝灰岩か岩脈とみられる流紋岩が選ばれることになった。珪長質凝灰岩は以前から帰属がよく分かっていない地質単位で (佐藤, 2009b), 今回の年代測定で何らかの手掛かりが得られることも期待し

た。以下に測定試料の特徴を西から東へと示す。

2.1 試料99072301

この試料は余地の野尻から曾原の湯へ抜ける工事中の林道の標高1030m付近で採取したもので、この付近には100m程にわたって軽石凝灰岩の連続露頭が見られた。その北側に分布する秩父帯の地層との境界は東西系で南落ちの正断層と判断されたが、境界部が崩落していて明瞭な境界面が観察されたわけではない。この軽石凝灰岩層は、調査時点ではその基底部が観察できず、下位の地層との関係

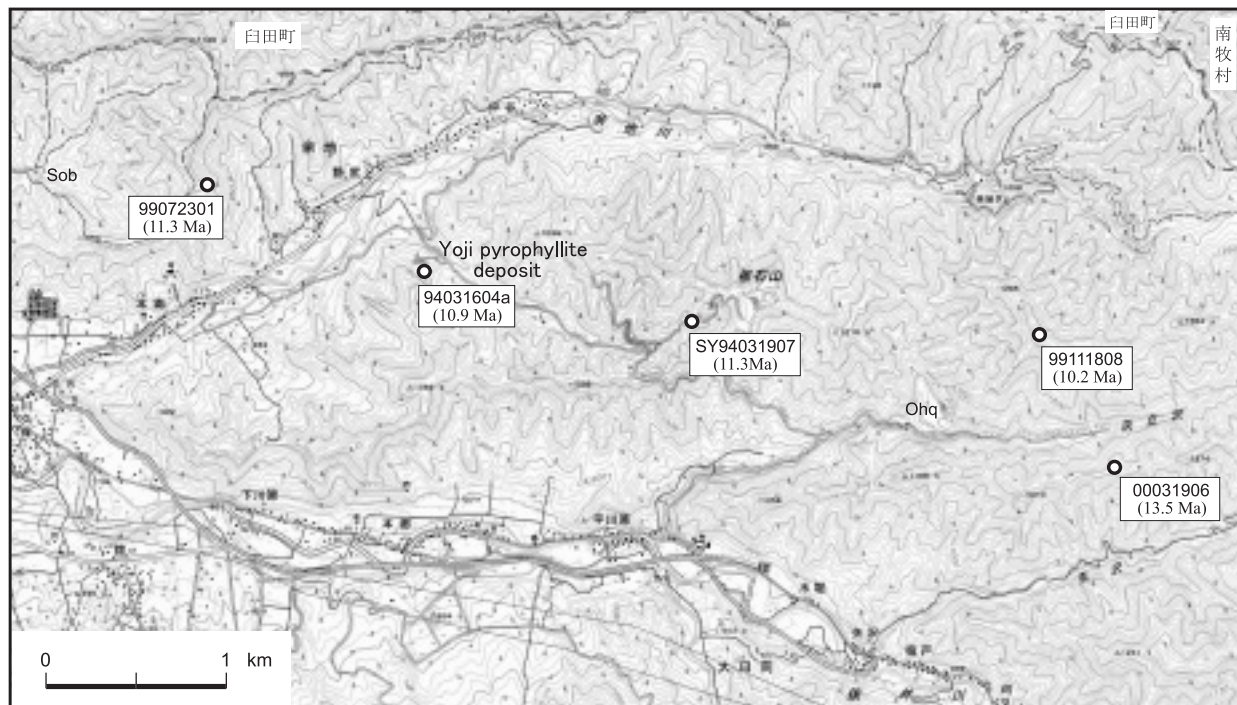


図3 余地地域の変質岩の年代測定試料の採取地点

国土地理院2万5千分の1地形図「海瀬」を活用。Sob：曾原の湯，Ohq：大日向採石場。

は不明であるが，周辺の地質状況からみて尾根付近の高所にだけ分布するものと思われる。

林道に露出した軽石凝灰岩は，褐色部と白色部がまだらになった若干の空隙がある変質岩で，一部はピンク色がかってスメクタイトやカオリン鉱物も認められたが，付近の採取試料からパイロフィライトは見出されなかった。野尻から採取地点に至る林道には変質を受けてパイロフィライトができたチャートも見られるのに対し，曾原の湯の北東方の尾根の秩父帯の岩石は未変質であることから，この試料採取地点は余地の変質帯の西端部にあたると解される（註2）。年代測定用に採取した試料は露頭の中では典型的な外観を示す軽石凝灰岩の比較的緻密な白色部である。鏡下では斑晶として破片状石英（0.1-1.5mm）と斜長石の仮像と思われる絹雲母の集合部（0.1-0.3mm）が見られた。絹雲母は10-20 μ m程度かそれ以下の微細粒として石基に散在し，あるいは仮像状に濃集するが，その粒度は石英粒や空隙の近くで比較的大きい傾向が認められた。X線粉末回折では石英と絹雲母のみが検出された。絹雲母のポリタ

イプは1M型と判断され，2M₁型は検出されなかった（表1）。測定試料の帯磁率は 0.05×10^{-3} SI以下で，磁鉄鉱を欠くと判断され，鏡下でも不透明鉱物は確認されなかった。

2.2 試料94031604a

この試料は初めて余地鉱床を訪れた1994年の3月に露天掘り採掘場の中段付近で採取した鉱石の一つである。これは石英斑晶の目立つ流紋岩を原岩とする白色の熱水変質岩で，岩脈が角礫化したとみられる礫状鉱として産した（佐藤，2009b）。鏡下では融食組織をもつ自形の石英（径0.5-3mm）が絹雲母化した細粒の（10-100 μ m）基質に散在している。絹雲母（5-30 μ m）は基質の石英の粒間を埋めるように産するが，輪郭の不明瞭な不規則な形に濃集していることもあって，薄片ではその中心が抜け落ちていることが多い。X線粉末回折では主に石英と絹雲母からなり，少量のパイロフィライトも確認された。絹雲母の回折パターンからポリタイプは2M₁型と判断された。

<註>

註1) 新生代の時代区分はGradstein et al. (2004)によった。

註2) 変質の有無は野外観察によった。秩父帯や内山層の泥質岩は含まれる炭質物により一般に黒-灰色を示すが，熱水変質を受けると脱色しFeの水酸化物により褐色を呈することが多い。熱変成だけではこのような脱色は起こらない。

ここでは，黒-灰色の泥質岩の分布域は未変質地帯とした。なお，試料の多くは地形的に高いところで採取したものだが，これは沢筋には良好な露頭が少ないことも関係している。余地付近の沢に露頭が少ないのは，八ヶ岳火山の活動によって千曲川やその支流の下刻作用が抑制されたためと推察される。

2.3 試料SY94031907

この試料は、余地から板石山に至る鉄平石採掘用道路の標高1090m付近の露頭から由井俊三博士が採取したもので、自形の石英斑晶 (0.5-1mm) を含む流紋岩を原岩とする白色の熱水変質岩である。この流紋岩も岩脈として産するものと思われるが、その規模や方位は未確認である。西に70-80m離れた露頭では内山層か駒込層に似た変質砂岩が見られたので、おそらくこの岩脈は秩父帯を不整合に被う中新統までも貫くのであろう。この道路の標高1170m付近より上の山頂部には、熱水変質を受けていない鮮新世の安山岩が分布し (佐藤, 2004), 板状節理を活かした石材が鉄平石の名称で採掘されている (佐藤・由井, 1994)。

この測定試料の鏡下の組織は、試料94031604aに似て絹雲母 (<10-30 μ m) が基質に散在するが、一部の絹雲母が斜長石斑晶の仮像とみられる濃集部 (1.5-2.5mm) をなす点がいくぶん異なる。X線粉末回折では石英と絹雲母が検出された。絹雲母のポリタイプは主に2M₁型で少量の1M型が共存しているとみられる。

2.4 試料99111808

この試料は灰立沢の碎石採掘場北東の尾根にある1335mのピークの北側で採取したもので、野外調査では変質により白色化した珪長質凝灰岩と判定した。採取地点から50m余り離れた尾根には、採石場の貫入岩に似た細粒・斑状の石英閃緑岩が見られ、採石場付近に広く露出する貫入岩体

の支脈のひとつと推定された。この岩体は、余地の変質帯の中では最も規模が大きい貫入岩体であり (図2), 測定試料にも何らかの熱的影響を与えた可能性が考えられる。

この試料は野外では軽石凝灰岩と言い切れるほど明瞭な外観を示さないが、鏡下観察で軽石凝灰岩に典型的な縞状組織が観察されたので軽石凝灰岩と判断した (表1)。鏡下では斑晶として破片状の石英斑晶 (0.2-2mm) の他に斜長石の仮像のような絹雲母濃集部 (0.2-0.5mm) が見られた。絹雲母は10-20 μ mのものが多いが、50 μ mに及ぶ粒子もある。X線粉末回折では主に石英と絹雲母からなり、少量のパイロフィライトが認められた。この絹雲母の回折パターンは2M₁型と判断されたが、1M型の存否は判断しなかった。

2.5 試料00031906

この試料は灰立沢と矢沢の間に東西に延びる尾根上の標高1220m付近で採取した珪長質凝灰岩起源と思われる白色の変質岩である。鏡下の組織は試料99111808に似るが、石英斑晶 (0.2-1mm) は破片状・丸みをおびた粒子・自形など様々であり、不規則形状の石英粒が集合している例もあった。斜長石の仮像らしい絹雲母濃集部 (0.2-0.5mm) も見られた。絹雲母は10-20 μ mかそれ以下のものが多いが、50 μ mに及ぶ粒子もある。X線粉末回折では石英と絹雲母からなり、パイロフィライトは見出されなかった。絹雲母の回折パターンは2M₁型と判断されたが、1M型の存否は

表1 余地の熱水変質帯の全岩K-Ar年代

Table 1 K-Ar whole-rock ages of hydrothermally altered rocks from the Yoji area in Minami-saku, eastern Nagano Prefecture

Sample No.	Locality	Rock [Major minerals**]	⁴⁰ Ar* (scc/g \times 10 ⁻⁵)	⁴⁰ Ar* (%)	K (%)	Age (Ma)	Source
SY94031907	West of Mt. Itaishi	Rhyolite	0.123	76.2	2.84	11.2 \pm 0.6	This study
		[Qz, Ser (2M ₁ , 1M)]	0.125	78.8	2.81	11.3 \pm 0.6 11.3 \pm 0.6 (av.)	
99072301	Forestry road Nojiri-hinata line to the north of Yoji	Pumice tuff	0.116	73.7	2.57	11.6 \pm 0.6	This study
		[Qz, Ser (1M)]	0.111	72.5	2.57	11.0 \pm 0.5 11.3 \pm 0.6 (av.)	
99111808	Near 1334.7 m peak to the northeast of Oohinata quarry	Pumice tuff	0.085	70.0	2.09	9.9 \pm 0.5	This study
		[Qz, Ser (2M ₁), Pyr]	0.081	67.2	2.09	10.4 \pm 0.5 10.2 \pm 0.5 (av.)	
00031906	1232.5 m peak on the ridge to the northeast of Yazawa	Pumice tuff	0.140	78.0	2.65	13.6 \pm 0.3	This study
		[Qz, Ser (2M ₁)]	0.061	57.4	1.47	13.4 \pm 0.3 13.5 \pm 0.3 (av.)	
94031604a	Yoji pyrophyllite deposit	Rhyolite	0.063	57.6	1.47	11.0 \pm 0.5	Sato (2009b)
		[Qz, Ser (2M ₁), Pyr]	0.061	57.4	1.47	10.6 \pm 0.5 10.9 \pm 0.5 (av.)	

λ_{β} =4.962 \times 10⁻¹⁰/y, λ_e =0.581 \times 10⁻¹⁰/y, ⁴⁰K/K=0.01167 atom % (Steiger and Jäger, 1977), ⁴⁰Ar*: radiogenic Ar
Analyst: K. Noyes, Allegeny Technologies (formerly Teledyne Isotopes)

** : Mineral abbreviations: Qz: quartz, Ser: sericite, Pyr: pyrophyllite. 2M₁ and 1M are polytypes of sericite.

判然としなかった。1M型は存在したとしてもわずかであろう。

以上のように、5試料とも基本的には石英と絹雲母からなり、一部にパイロフィライトが含まれる。原岩には存在したかも知れない斜長石や苦鉄質珪酸塩鉱物や磁鉄鉱は確認されず、それらは熱水変質により分解したものと考えられる。

3 K-Ar年代測定の結果と考察

3.1 試料調製と測定

全岩年代測定用試料の調製は、これまでの報告書に記述したのと同様である（例えば、佐藤・由井, 2008; 佐藤, 2009b）。すなわち、岩石試料を粉碎し、篩い分けにより40-60メッシュの粒度にそろえ、磁気分離装置で磁性鉱物や鉄粉を取り除いた。今回の試料に黄鉄鉱などは含まれていないので、重液などによる処理は行っていない。最後に脱イオン水で洗浄・乾燥した試料をAr抽出用とし、その一部を粉末にしてKの定量用とした。K-Ar年代の測定はTeledyne Isotopes社（後にAllegheny Technologies社）に依頼して行われた。年代計算に用いた定数は、 $\lambda_{\beta}=4.962 \times 10^{-10}/y$, $\lambda_e=0.581 \times 10^{-10}/y$, $^{40}K/K=0.01167 \text{atom}\%$ (Steiger and Jäger, 1977) である。

3.2 測定結果と考察

表1には新たに得られた4試料の結果を佐藤（2009b）で報告した余地鉱床の結果と合わせて示した。いずれも空気混入率が低く誤差が小さいので、これらの結果は比較的信頼度が高いとみてよい。灰立沢以北の4試料が互いに誤差範囲で一致する約11Ma（平均10.9Ma）の年代を与えたことが注目される。このことは余地の変質帯の大部分が11Ma頃の比較的短い期間に形成されたことを物語る。測定した試料の変質の程度も一様ではなく、余地鉱床の試料（94031604a）のようにパイロフィライトを伴う場合から林道野尻日向線の試料（99072301）のように変質帯縁辺部の弱変質岩にまでわたるが、それらの間に顕著な年代差は見出されなかった。したがって変質の程度は、単一の熱水系の場所による変質作用の強弱を反映していると考えて良いだろう。佐藤（2009b）でも述べたように、パイロフィライトにダイアスポアを伴うような強変質部は余地の変質帯のあちこちに不規則に散在する様に見える。変質の強弱の分布が何によって決まったのかは分かっておらず、今後の課題である。

試料99111808は、支脈とは言え灰立沢の貫入岩の近傍に位置し、その熱的影響を被った可能性が考えられた。ところが、灰立沢の貫入岩体は14-13Maの年代が得られている茂来山花崗岩体の一部とされ（佐藤, 2004）、今回得られ

た年代値は茂来山岩体の既知の年代よりも明らかに若い。この不一致については、いくつかの解釈が考えられよう。主なものを挙げると、(1) 灰立沢の岩体も茂来山と同時期に貫入して熱的影響を及ぼしたが、その後11Ma頃に起こった熱水活動で年代はリセットされた。貫入岩体は透水性が低いため、凝灰岩を変質させた熱水活動も岩体内部には及ばなかった。(2) 灰立沢の岩体は実は茂来山岩体のメンバーではなく、八千穂岩脈群が貫入した11Ma頃に貫入して熱水活動をもたらした独立の岩体である。(3) 灰立沢の岩体は自身も変質しているが、それは余地の変質帯のような酸性変質ではなく、しかも余地の変質帯を貫くようにも見えることから、11Maよりも若い岩体で、その支脈は試料99111808を若返らせるには至らなかった。筆者はこのうち(1)の可能性が高いとみているが、この問題の解決には灰立沢の岩体の年代測定が不可欠である。しかし、この岩体には角閃石や黒雲母が緑泥石などに交代されて残っておらず、K-Ar法では信頼度の高い年代が得られる保証がないので、まだ年代測定が行われていない。変質の影響を受けにくい手法による年代測定が待たれる。

この課題と関連して興味深いのが試料00031906の結果である。この年代13.5Maはまさに茂来山岩体の年代に一致し、灰立沢の採石場から矢沢の集落付近をへて茂来山岩体につながるとみられる岩体からそう遠くはないことも注目される。この尾根の調査は他の地域以上に不十分であるが、余地峠付近から南に延びてきた貫入岩体と灰立沢の岩体が一体となってこの尾根の下に伏在することが予想される。この試料は茂来山岩体の貫入時の変質は受けたが、11Ma頃に起こった熱水変質は免れたのではなかろうか。今後は変質作用の地域変化も詳しく調べつつ、この年代の意味を明らかにする必要がある。

ところで、今回年代値を報告した変質岩の原岩は、珪長質な岩脈もしくは凝灰岩である。年代測定の結果は、灰立沢以北の4試料が11Ma頃かそれ以前に貫入もしくは噴出したこと、そして試料00031906については13.5Ma頃かそれ以前に噴出したことを明らかにした。予察的な調査ではあったが、この試料の採取地点から比高にして100mほど下ったあたりから矢沢まで内山層とみられる未変質な泥岩が散点的に見られたので、この凝灰岩が内山層の上位に位置し、少なくとも地形的に低いところは余地付近のような強い変質を受けていないと考えられる。類似の凝灰岩はこの付近にかなり広く分布するが、内山層と見なされる地層との境界が貫入接触面であるかのような産状も見出され、単純に整合的に重なるというわけでもないらしい。この凝灰岩の位置づけは依然不明であるが、今回の年代測定によって、この凝灰岩が13.5Ma頃かそれ以前で内山層堆積期以降に形成されたことがほぼ確実となり、茂来山期の火成活動の産物と考えてもよいと思われる。

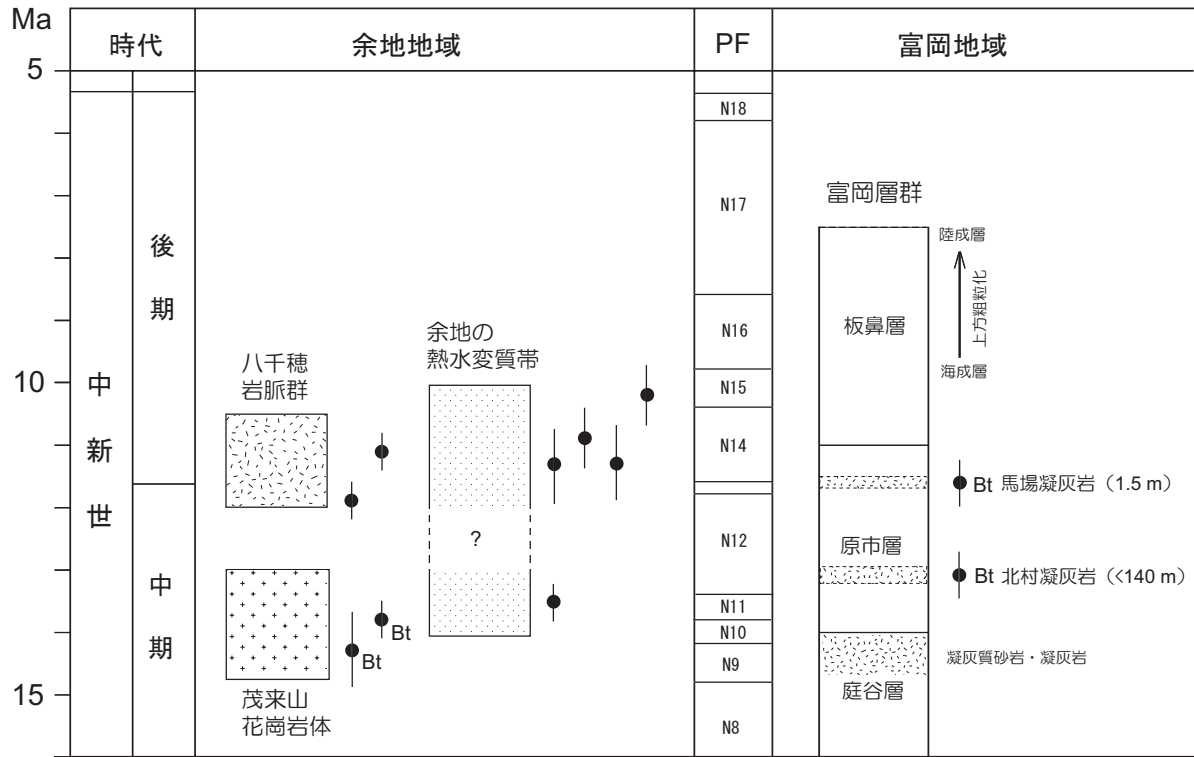


図4 余地地域の貫入岩および熱水変質岩類の年代と富岡層群に挟まれる凝灰岩層の年代の対比

富岡層群の層序と凝灰岩層の年代値は群馬県地質図作成委員会（1999）のまとめによる。時代区分とPF（Planktonic Foraminifera zone）はGradstein et al.（2004）による。黒丸とそれを貫く直線は、その左側に示した地質単位のK-Ar年代値と測定誤差を表し、Btは測定試料が黒雲母であることを示す。記号の付いていない年代データ点は全岩の測定結果である。貫入岩体や地層など地質単位の上限と下限は厳密に決められているわけではなく、今後の詳細な研究で精密化されるべきものであるが、余地地域の火成活動の時期と富岡層群に挟まれる凝灰岩層の年代が対応するように見える点が興味深い。

最後に、余地地域の火成活動の時期と東方の富岡地域の堆積物に記録された火山活動の時期が対応するようにみえる点を指摘しておきたい。これは前報（佐藤，2009b）でも指摘した点であるが、図4に富岡層群の層序の概略と凝灰岩層について得られているK-Ar年代データを示し、余地地域の年代データと比較した。データはまだ非常に限られているが、余地地域で火成活動が活発な時期に富岡地域の海域に堆積した庭谷層や原市層に凝灰岩層が多数認められるという対応関係は興味深い。これらの凝灰岩層が余地地域の火山活動に由来するという直接的な証拠は今のところないが、余地地域の火山灰が偏西風の影響で東方に流れ、30kmほど離れた富岡層群中に保存されている可能性は小さくないと思われる。いずれにしても、富岡層群に挟まれる凝灰岩層は、群馬県とその周辺部の中新世の火成活動史を解読する上で何らかの手掛かりを与えてくれると期待される。

謝 辞

本報告で取り上げた余地周辺は、佐久町在住の元北海道

大学理学部教授由井俊三博士と折にふれて歩いた地域である。断片的な調査ではあったが、いくつかの興味深い知見も得られた。いずれはそれらを記録に残したいと考えていたが、由井先生は2003年9月に南佐久郡白田町誌の原稿校閲を目的としたとみられる野外調査で田口峠付近に出かけたまま行方不明になっている。野外調査も中断してかなりの時間が経過してしまったため、不完全ではあってもこれまでの資料をとりまとめ、今後の課題について考えることにした。この報告も本来共著とすべきであるが、十分な打ち合わせは出来ていなかったため、筆者の責任でとりあえず年代値を公表しておくことにした。野外調査に同行された先生にお礼の気持ちを伝えられないのが残念である。元地質調査所の一色直記博士は分析試料の鏡下観察についてご助言くださり、産業技術総合研究所の巖谷敏光氏はX線粉末回折で便宜を図ってくださった。また、ネバダ大学のL. C. Hsu博士は今回も英文要旨をチェックしてくださった。東京大学地震研究所名誉教授の兼岡一郎博士による丁寧な査読は、原稿の改善にたいへん有益であった。以上の皆様に深謝します。

文 献

- 藤本治義 編(1958): 南佐久郡地質誌. 長野県南佐久教育会, 314pp.
- Gradstein, F., Ogg, J. and Smith, A. (2004): A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press, 589pp.
- 群馬県地質図作成委員会(1999): 群馬県10万分の1地質図, 内外地図株式会社, 東京.
- 片山信夫・高野幸男・佐藤良昭(1955): 長野県海瀬珪砂鉱床. 鉱山地質, 5: 64.
- 河内洋佑・井上秀雄(1962): 長野県南佐久郡下の鑄造用珪砂鉱床. 岩鉱, 47: 47-57.
- 佐々木昭(1960): 南佐久地域, 未利用鉄資源, 通商産業省 地下資源開発審議会鉱山部会, 8: 174-186.
- 佐藤興平(2002): 群馬県南牧村砥沢の金鉱山跡調査報告(続): 砥沢岩体のK-Ar年代と南牧村周辺地域の新生代火成活動史. 群馬県立自然史博物館研究報告, 6: 59-74.
- 佐藤興平(2004): 妙義-荒船-佐久地域の火山岩類のK-Ar年代と火山フロントの後退. 群馬県立自然史博物館研究報告, 8: 109-118.
- 佐藤興平(2005): 荒船山の火山岩のK-Ar年代と本宿カルデラ活動史における意義. 群馬県立自然史博物館研究報告, 9: 11-27.
- 佐藤興平(2006): 砥沢岩体の帯磁率と化学組成: 砥石鉱床の成因に関する予察的検討. 群馬県立自然史博物館研究報告, 10: 63-80.
- 佐藤興平(2007): 荒船溶岩のK-Ar年代と兜岩動植物化石群の時代. 群馬県立自然史博物館研究報告, 11: 53-61.
- 佐藤興平(2009a): 関東山地北西縁に産する大深山花崗岩質岩体のK-Ar年代. 群馬県立自然史博物館研究報告, 13: 69-76.
- 佐藤興平(2009b): 長野県東部のパイロフィライト鉱床: 余地および信陽鉱床の鉱化年代. 群馬県立自然史博物館研究報告, 13: 77-85.
- 佐藤興平・由井俊三(1994): 長野県佐久の鉄平石. 地質ニュース, 484: 2-3.
- 佐藤興平・由井俊三(2008): 関東山地北西縁に産する八千穂岩脈群のK-Ar年代. 群馬県立自然史博物館研究報告, 12: 45-54.
- Steiger, R. H. and Jäger, E. (1977): Subcommission on geochronology: convention on the use of decay constants on geo- and cosmochronology. *Earth and Planetary Science Letters*, 36: 359-362.
- 由井俊三(1996): 信州の鉄鉱資源-大日向鉱山(茂来山鉄山)の鉱床. 北野進編, 信州の人と鉄. 信濃毎日新聞社, p.253-275.
- 由井俊三・松枝大治(1995): 余地地域の鉱化作用. 火口-貫入岩頂部探訪, 三鉱学会巡検案内書, p.32-35.