

群馬県東部金山地域に分布する溶結凝灰岩の K-Ar 年代

高橋雅紀* 大友育也** 齋藤和男***

TAKAHASHI, Masaki, OTOMO, Ikuya and SAITO, Kazuo (1991) K-Ar dating of welded tuffs in the Kanayama area, eastern Gunma Prefecture, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 42 (4), p. 167-173, 4 fig., 1 tab.

Abstract: K-Ar age determination of welded tuffs in the Kanayama area, eastern Gunma Prefecture, was carried out to provide basic data. Two biotite ages of 58.5 ± 3.2 Ma and 56.8 ± 3.4 Ma for the Kanayama Rhyolite (Ky-1 and Ky-2 respectively) and one glass age of 15.0 ± 1.6 Ma for the Yabutsuka Formation were determined. These data can be interpreted to be essential eruption ages because of freshness and very low air contamination for argon analysis of measured samples. The Kanayama Rhyolite is considered to have come from an eruption in the latest Palaeocene or in the earliest Eocene and to be correlated with the Futomiyama Group, the Ishizaka Rhyolite, the Chuzenji-type felsic rocks and the Tagawa felsic rocks. In the meanwhile, the age of the Yabutsuka Formation is early Middle Miocene, which is consistent with the paleontological data.

要 旨

群馬県東部の金山地域は、地質学的には足尾帯の南西縁部に位置し、溶結凝灰岩を含む各種火砕岩がわずかに分布する。これらは古第三系である太美山層群や石坂流紋岩に岩相上対比されている金山流紋岩類と、中部中新統と考えられている藪塚層である。今回、これらの地層の地質年代を明らかにするため、金山流紋岩類中の溶結凝灰岩より2試料、藪塚層中の溶結凝灰岩より1試料を採取し K-Ar 年代を測定した。金山流紋岩類の2試料は 58.5 ± 3.2 Ma および 56.8 ± 3.4 Ma の年代を示す。したがって、年代測定上から金山流紋岩類は中部地方に分布する太美山層群や石坂流紋岩、足尾山地北部に分布する中禅寺型酸性火成岩類、さらに羽越地域に分布する朝日流紋岩に対比される。一方、藪塚層より採取した溶結凝灰岩の K-Ar 年代は 15.0 ± 1.6 Ma であり、藪塚層の地質年代は中期中新世前期であることが判明した。

1. ま え が き

関東平野の北西部の群馬県桐生市から大間々市にかけて、渡良瀬川の扇状地が形成する平坦面上に丘陵地が点

在する (Fig. 1)。これらの丘陵地には、足尾帯の中・古生層を不整合におおう金山流紋岩類 (須藤ほか, 1976) と、さらにそれらを不整合におおう藪塚層 (須藤ほか, 1976) がわずかに分布する (Figs. 2, 3)。

金山流紋岩類は、従来石英粗面岩の貫入岩であると報告されていたが (河井・山田, 1960)、須藤ほか (1976) によってそれらは部分的に強溶結した流紋岩質火砕岩類であることが明らかになった。この金山流紋岩類は、岩相上の類似性から片品川流紋岩類 (河田, 1966; 須藤, 1971) に対比されている。さらに、片品川流紋岩類と対比される中部地方の石坂流紋岩類 (富沢・北原, 1967; 石井, 1972; 齋藤ほか, 1972) や太美山層群 (Matsumoto and Ikebe, 1958; 山田・阿部, 1968) と同岩相が類似していることから、金山流紋岩類の地質年代は古第三紀であると考えられている。

一方、金山流紋岩類を不整合におおう藪塚層は安山岩-流紋岩質火砕岩を主とし、わずかに凝灰質砂岩および泥岩が挟在する。また、強く溶結した安山岩質溶結凝灰岩も挟在する。藪塚層の地質年代は産出する軟体動物化石から中期中新世であると考えられている (河井・山田, 1960)。

Keywords: K-Ar age, Kanayama Rhyolite, Yabutsuka Formation, Gunma Prefecture, welded tuff, Palaeocene, Eocene, Miocene

* 燃料資源部 (科学技術特別研究員)
** ジャベックス地球科学研究所
*** 山形大学

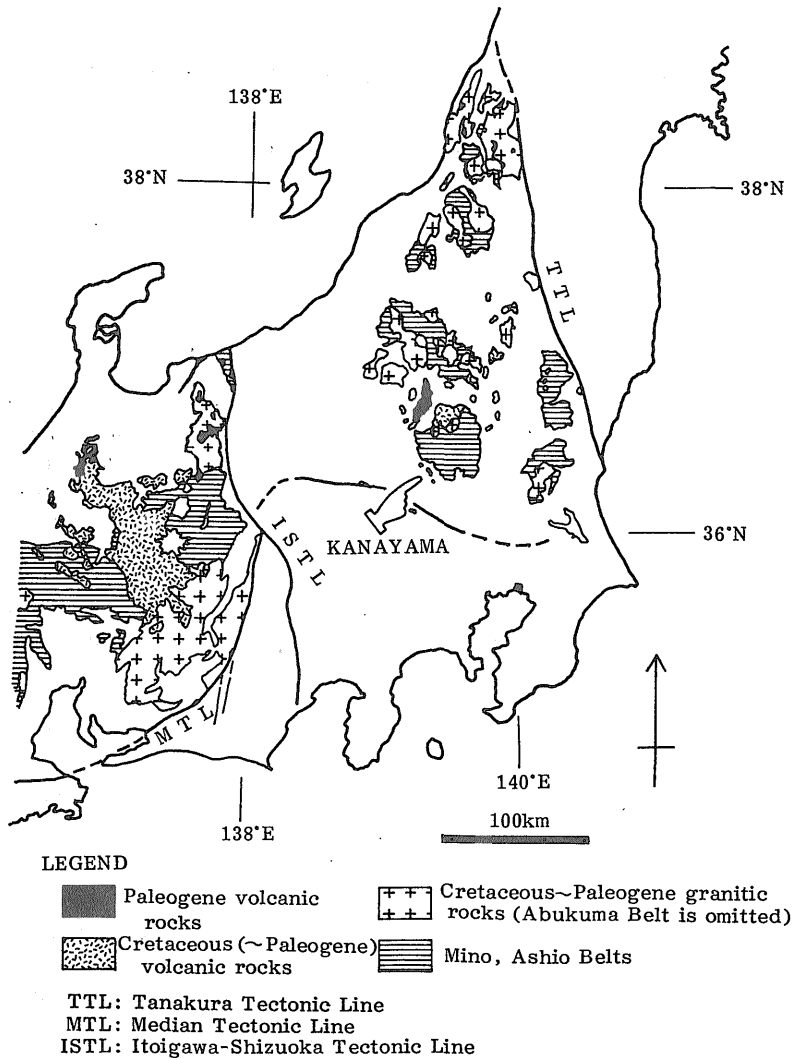


Fig. 1 Pre-Neogene geological map of the central Japan modified from Yamada *et al.* (1982).

今回これらの地層の年代をより明確にする目的で K-Ar 年代を測定した。測定試料は、金山流紋岩類より 2 試料、蘆塚層上部の大鷲軽石凝灰岩部層最下部に挟在する溶結凝灰岩より 1 試料採取した。ここでは、これら溶結凝灰岩類の年代測定結果を報告するとともに、周辺地域との対比について考察する。

2. 地質の概要

金山地域の地質学的研究は非常に少なく、層序および構造に関しては河井・山田 (1960) および須藤ほか

(1976) のみである。ここでは、須藤ほか (1976) にもとづき金山地域の地質の概略を述べる。

金山地域の先中新統は、基盤である足尾帯に属する中・古生層およびこれらを不整合におおう金山流紋岩類である。これらは NW-SE 方向に点在する丘陵地の北東縁部に露出する。足尾帯の中・古生層は金山地域から北に広がる足尾山地に分布し、砂岩、頁岩、チャート、石灰岩および緑色岩類からなる。これらの岩石の南西側に金山流紋岩類が重なる。金山流紋岩類は下部・中部・上部に区分され、それぞれ金山流紋岩類 I, II および III と

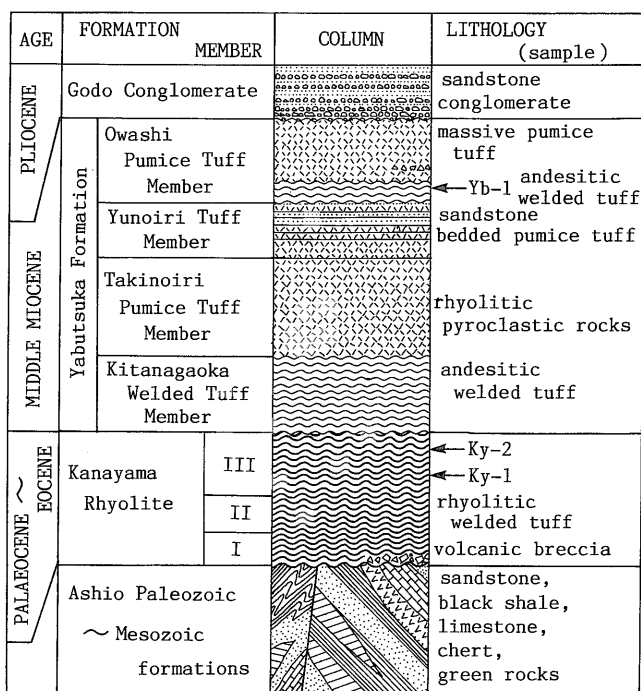
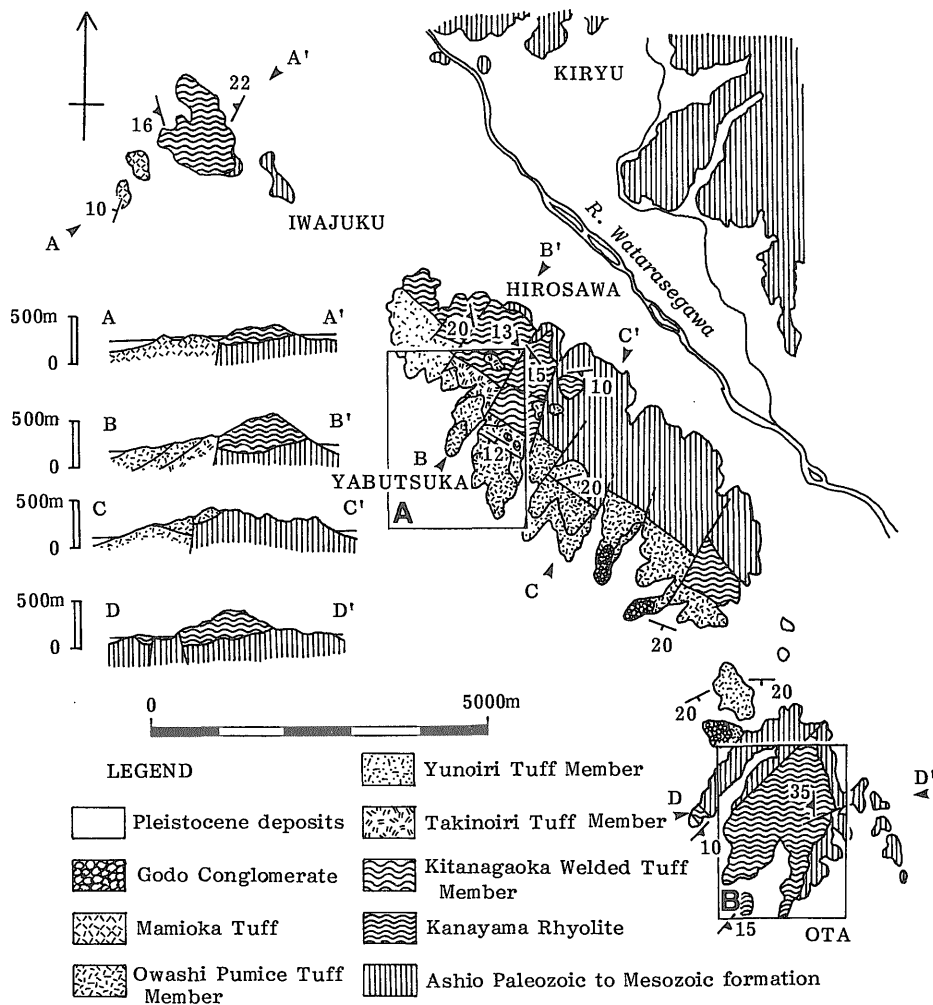


Fig. 2 Generalized stratigraphic column of the Kanayama area.

して記載されている。金山流紋岩類 I は厚さ 20 m ほどの流紋岩質火砕流堆積物で、基底部に火山角礫岩を伴うこともある。また、凝灰岩は灰褐色ないし灰白色を呈し、一部は黒色ガラス質溶結凝灰岩となっている。金山流紋岩類 II は比較的斑晶に乏しい流紋岩質溶結凝灰岩で、30 m の厚さを有する。よく偏平化した本質レンズ (最大長径 2 cm) に富み、野外で明瞭な溶結構造を示す。金山流紋岩類 III は金山流紋岩類の主体をなす堆積物で、厚さは 200 m 以上である。部分的に直接足尾帯の古生層を不整合におおっている。金山流紋岩類 III は多数の cooling unit (Smith, 1960) からなり、柱状節理の発達した大きな崖をなして露出している。各 cooling unit の厚さは 20-30 m で、部分的に偏平化した本質レンズ (最大長径 5 cm) に富む流紋岩質溶結凝灰岩である。有色鉱物として黒雲母および角閃石が認められるが、黒雲母が多いもの、角閃石が多いもの、両者がほぼ等量含まれるものなど、各 cooling unit 間で変化する。これらの金山流紋岩類は大局的には NW-SE 方向に点在し、南西に緩く傾斜する。

これらの先中新統を不整合におおう藪塚層は丘陵地の南西縁部に点在し、安山岩質火砕岩類を主とする堆積物

からなる。層厚は 400 m 以上と考えられ、下位より北長岡溶結凝灰岩部層、滝ノ入軽石凝灰岩部層、湯ノ入凝灰岩部層および大鷲軽石凝灰岩部層に細分されている (Fig. 2)。藪塚層最下部の北長岡溶結凝灰岩部層は、灰褐色ないし淡褐色を呈する安山岩質溶結凝灰岩で、部分的によく偏平化した本質レンズ (最大長径 10 cm) に富む。滝ノ入軽石凝灰岩部層は灰白色の塊状軽石凝灰岩で、陸上に堆積した火砕流堆積物であると考えられている。さらに上位に重なる湯ノ入凝灰岩部層は水底堆積の凝灰岩類を主とする。これらは白色の成層した軽石凝灰岩、灰白色細粒凝灰岩、凝灰質砂岩泥岩互層および淡緑色塊状凝灰質砂岩からなる。また、まれに中・古生層や金山流紋岩類由来の巨礫を多量に含む崖錐堆積物が挟在し、層厚はおよそ 100 m である。藪塚層最上部の大鷲軽石凝灰岩部層は厚さ 150 m 以上におよぶ陸上に堆積した火砕流堆積物である。これらは下部の溶結凝灰岩と上部の軽石凝灰岩に 2 分される。下部の溶結凝灰岩は厚さ 20 m ほどの安山岩質溶結凝灰岩で、黒色ないし灰褐色を呈する。ほとんど微細なガラス破片と本質レンズのみからなり、溶結の強い部分は黒曜石様を呈する。上部は滝ノ入軽石凝灰岩部層によく似た塊状の灰色軽石凝灰



Partly modified from Sudo et al. (1976)

Fig. 3 Geological map of the Kanayama area.

岩であるが、軽石の発砲は比較的不良である。

これらを不整合におおう強戸礫岩層 (Fig. 2) は固結度がやや低い砂岩および礫岩からなる。礫は金山流紋岩類および足尾帯の中・古生層由来のものが多く、また藪塚層起源の凝灰岩や安山岩礫も認められる。その他、金山地域北西部の岩宿西方には、淡黄色ないし灰白色の凝灰岩および凝灰角礫岩よりなる馬見岡凝灰岩がわずかに分布する (Fig. 3)。藪塚層との関係は不明であるが、産出する軟体動物化石から、馬見岡凝灰岩の年代は後期中新世であると考えられている (大森ほか, 1976)。

3. 年代測定

3.1 測定試料

K-Ar 年代測定用の試料は、金山流紋岩類より 2 試料 (Ky-1, Ky-2: Fig. 4 B), 藪塚層より 1 試料採取した (Yb-1: Fig. 4 A)。Ky-1 および Ky-2 はどちらも白色を呈する溶結凝灰岩で、須藤ほか (1976) の金山流紋岩類Ⅲに相当する。これらは野外では柱状節理が発達する非常に硬質な溶結凝灰岩で、新鮮な黒雲母の自形結晶が多く含まれる。斑晶鉱物は容量比で約 50% を占め、多い順に斜長石、石英、サニディン、有色鉱物、鉄鉱物である。有色鉱物は黒雲母が多く角閃石も認めら

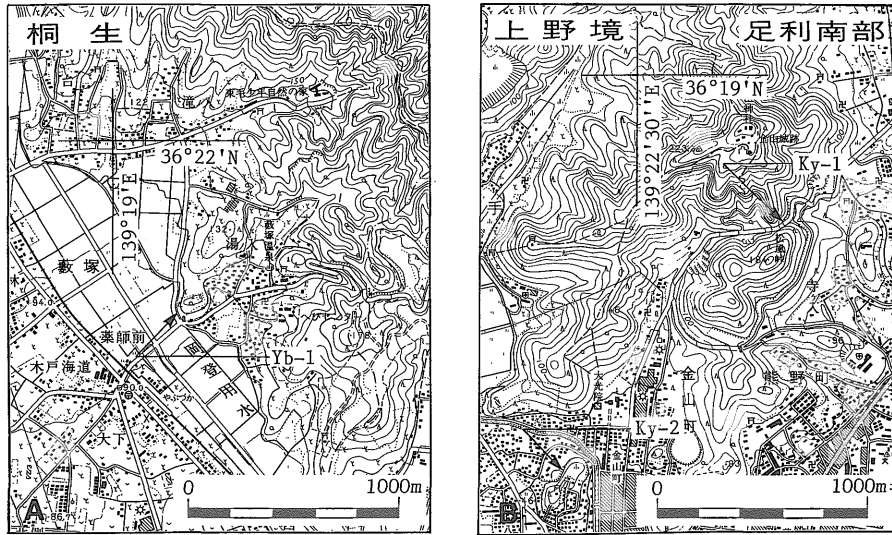


Fig. 4 Sample localities for K-Ar age determination (using the topographic maps "Kiryu", "Kozuke-Sakai" and "Ashikaga-Nanbu", scale 1:25,000 by the Geographical Survey Institute.

れ、それらは非常に新鮮である。石基は偏平化した微細なガラス片からなり、脱ガラス作用が著しく、溶結構造が不明瞭になっていることも多い。

一方、Yb-1 は藪塚層上部の大鷲軽石凝灰岩部層下部に挟在する安山岩質溶結凝灰岩より採取した。この溶結凝灰岩は、湯ノ入から北長岡付近にのみ分布する黒色の溶結凝灰岩で、20 m ほどの厚さを有する。須藤ほか(1976)によると、これらはほとんど微細なガラス片と本質レンズのみからなり、溶結の強い部分は黒曜岩様を呈する。斑晶鉱物は少なく、斜長石および少量の単斜輝石をとまない、ごくまれに斜方輝石も認められる。脱ガラス作用は本質レンズの一部を除いてごく弱い。また、黒色緻密な安山岩、中・古生層の頁岩、チャートの角礫を、石基岩片としてかなり有している。

3.2 測定鉱物の抽出

Ky-1 および Ky-2 は、表面が風化していない新鮮な部分をそれぞれおよそ 1 kg ずつ粉碎し、60-100 メッシュの粒度にそろえた。さらに、マグネティック・セパレータと重液を用いて黒雲母を濃集し、黒雲母の K-Ar 年代を測定した。一方、Yb-1 は板状に発達する強溶結した火山ガラスを数 g 取り出し、60-100 メッシュの粒度にそろえ K-Ar 年代を測定した。

3.3 K 分析

K 分析は炎光分光分析法を用いて行った。試料はメノウ乳鉢で粉末にし、Cs 2000 ppm を含む 0.12 N の

塩酸溶液として測定した。0.25-10 ppm までの 5 段階の検定溶液を用いて検定曲線を作り、補間法を用いて K の濃度を決定した。測定の信頼性は地質調査所の標準試料 (JGb-1 など) を同時に測定することにより確認した。この試料の K 含有量の文献値は 0.199 ± 0.010 (Ando *et al.*, 1989) であるが、山形大学での値は 0.197 ± 0.005 であり、よい一致をみせている。K の測定を各試料 1 回しか行わなかったため、安全を見込んで 5% の誤差をつけた。ただし、Yb-1 に関しては前後の測定の精度を勘案して 10% の誤差をつけている。なお、K 測定、Ar 測定および年代値につけられた誤差はすべて 2σ である。

3.4 Ar 分析

Ar の分析は山形大学理学部に設置した軌道半径 15 cm、屈折角 60° の金属性質質量分析計を用いて、 ^{38}Ar をスパイクとした同位体希釈法で行った。試料はアルミニウム・フォイルで包み、Mo クルーシブルの中で 1600°C まで熱して溶かした。抽出したガスのうち活性な成分を Ti ゲッター、Sorb ゲッターポンプで除去・精製したのち、質量分析計に導入して測定した。スパイク量は国際標準試料 Bern 4B を用いて随時補正している。スパイク量はおよそ $1.2 \times 10^{-6} \text{ cm}^3 \text{ STP}$ であり、誤差としては 2.2% を見込んだ。なお、Yb-1 に対しては 4.4% の誤差を見込んだ。

Table 1 K-Ar ages of the Kanayama Rhyolite (welded tuff) and andesitic welded tuff in the Yabutsuka Formation. K-Ar ages were calculated with the following decay constants (Steiger and Jäger, 1977), $\lambda_e = 0.58 \times 10^{-10}$ /yr, $\lambda_\beta = 4.962 \times 10^{-10}$ /yr.

sample	mineral	weight (g)	K content (%)	^{40}Ar rad ($\times 10^{-6}$ cm ³ STP/g)	Atm. ^{40}Ar (%)	Age (Ma)
Yb-1	glass	0.493	3.10	1.81±0.08	19.2	15.0±1.6
Ky-1	biotite	0.058	6.76	15.62±0.36	1.3	58.5±3.2
Ky-2	biotite	0.070	2.40	5.38±0.18	2.1	56.8±3.4

$$\text{Atm. } ^{40}\text{Ar} = (^{40}\text{Ar})_{\text{air}} / (^{40}\text{Ar})_{\text{total}}$$

5. 年代測定結果および考察

測定結果を Table 1 に示す。測定した3試料はすべて大気混入率が低く、K-Ar 年代測定には適した試料であるといえる。年代測定の誤差は、すべての測定誤差がガウス分布を示していると仮定して、誤差の伝播式(齋藤, 1989)を用いて求めた。年代値の誤差はおもにK含有量の不確かさに起因している。3試料のうち金山流紋岩の2試料は、大気混入率が非常に低く、また年代値も誤差範囲でよい一致をみせていることから、今回得られた年代値は非常に確度の高いものであると考えられる。一方、藪塚層の溶結凝灰岩試料(Yb-1)の年代は、1回の測定しか行っていないため信頼性についての議論は困難であるが、Kの含有量も高く大気混入も少ないので、信頼できる年代であると考えられる。

金山流紋岩類の年代として、58.5±3.2 Ma および 56.8±3.4 Ma の信頼性の高い K-Ar (biotite) 年代が得られた。したがって、金山流紋岩類は中部地域に広く分布する白亜紀-古第三紀火山岩類のうち太美山層群(50-55 Ma: 雁沢, 1983)、笹川溶結凝灰岩層(56-59 Ma: 山田・阿部, 1968; 雁沢, 1983; 石橋, 1986)、石坂流紋岩(58 Ma: 齋藤, 1968)に対比されると考えられる。また、足尾山地に分布する中禅寺型酸性岩類(46-67 Ma: 河野・植田 1966; 矢内, 1972, 1973)に、さらに、東北地方の朝日山地周辺に分布する田川酸性岩類(54-66 Ma: 河野・植田, 1966)や朝日流紋岩類の一部(48-54 Ma)に対比されると考えられる。一方、中新統藪塚層上部の溶結凝灰岩の年代は 15.0±1.6 Ma であり、藪塚層の地質年代は中期中新世初期であると判断される。この結果は、産出する軟体動物化石により推定された年代(河井・山田, 1960)と矛盾しない。

6. ま と め

(1) 金山流紋岩類の年代として、58.5±3.2 Ma および 56.8±3.4 Ma の信頼性の高い K-Ar (biotite) 年代が得られた。したがって、金山流紋岩類は太美山層群、石坂流紋岩、中禅寺型酸性岩類、田川酸性岩類などに対比されると考えられる。

(2) 藪塚層上部の溶結凝灰岩の年代は 15.0±1.6 Ma であり、藪塚層の地質年代は中期中新世初期であると判断される。

謝辞 燃料資源部の小玉喜三郎博士には粗稿を読んでいただいた。ここに深く感謝いたします。

文 献

- Ando, A., Mita, N. and Matsumoto, A. (1989) 1987 compilation of K₂O concentration in seventeen GSJ rock reference samples, "Igneous rock series". *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 40, p. 19-45.
- 雁沢好博(1983) フィッション・トラック法によるグリーン・タフ変動の年代区分, その2—富山県太美山地域一. *地質雑*, vol. 89, p. 271-286.
- 石橋英一(1986) 後期白亜紀-古第三紀火山岩類の層序及びフィッション・トラック年代—新潟県姫川下流域を例として—. *地球科学*, vol. 40, p. 1-17.
- 石井久夫(1972) 長野県北安曇郡小谷村姫川中流域の石坂流紋岩類と糸魚川-静岡線. *日本地質学会第79年学術大会講演要旨集*, p. 82.
- 河田清雄(1966) 奥日光流紋岩類—足尾山地北方における白亜紀火山活動—. *地球科学*, no.

- 84, p. 6-13.
- 河井興三・山田 博(1960) 群馬県太田・大間々地域の第三系と後期中新世における関東西北部の古地理について. 石油技誌, vol. 25, p. 10-18.
- 河野義礼・植田良人(1966) 本邦産火成岩の K-Ar dating (IV)—東北日本の花崗岩類—. 岩鉱, vol. 56, p. 41-55.
- Matsumoto, T. and Ikebe, N.(1958) Volcanostratigraphical studies of the Neogene Hokuriku province, North central Japan with special references to the volcanic rocks in the Toyama basin. *Jour. Inst. Polytechnics, Osaka City Univ.*, ser. G, vol. 3, p. 79-116.
- 大森昌衛・中島啓治・田中宏之(1976) 群馬県東南部の馬見岡凝灰岩層から新しく発見された軟体動物化石の古地理学的意義について. 地球科学, vol. 30, p. 251-256.
- 齋藤和男(1989) 限界に挑戦する年代測定技術—K-Ar 法を例にして—. 資源・素材学会誌, vol. 105, p. 1139-1146.
- 斎藤 豊(1968) 長野地域の第三系に関する 2, 3 の新事実. 日本地質学会第 75 年秋季学術大会総合討論会資料フォッサ・マグナ, p. 15-20.
- ・宮下 忠・堀内 義・堀内信雄・今井文明・赤羽貞幸・市野史明(1972) 糸魚川-静岡構造線にそう姫川中流域の地質概報. 岩井淳一教授記念論文集, p. 403-410.
- Smith, R.L.(1960) Ash flows. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. 71, p. 795-842.
- Steiger, R.H. and Jäger, E.(1977) Subcommittee on geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmo-chronology. *Earth Planet. Sci. Lett.*, vol. 36, p. 359-362.
- 須藤定久(1971) 群馬県片品村地域の地質. 地学関係 5 学会連合学術大会講演要旨集, p. 353.
- ・田島順子・木崎喜雄(1976) 群馬県太田-大間々地域の第三紀火砕岩類. 地質学論集, no. 13, p. 241-249.
- 富沢恒雄・北原 勇(1967) 長野県北安曇郡小谷村姫川中流域の地質. 地質雑, vol. 73, p. 163-170.
- 山田直利・阿部智彦(1968) 富山県東部の太美山層群の化学的性質. 地調月報, vol. 19, p. 69-79.
- ・須藤定久・河田清雄(1982) 濃飛流紋岩類の東方延長—北関東-羽越地方—. 月刊地球, vol. 4, p. 159-165.
- 矢内桂三(1972) 足尾山地北部の後期中生代酸性火成岩類, その 1, 地質, 岩鉱, vol. 67, p. 193-202.
- (1973) 足尾山地北部の後期中生代酸性火成岩類, その 2, 岩石並びに造岩鉱物の記載とその考察. 岩鉱, vol. 68, p. 6-29.

(受付: 1990 年 12 月 5 日; 受理; 1991 年 2 月 7 日)