

北部フォッサマグナ大峰帯火山岩のK-Ar年代と大峰帯の堆積・変形

三村弘二¹・原山 智²

Koji Mimura and Satoru Harayama (2002) K-Ar age of the volcanic rocks, the sedimentation and the deformation in the Omine Belt, Northern Fossa Magna, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 53(4) p. 439-444, 3 figs., 2 tables.

Abstract: K-Ar ages for four volcanic units were measured in the Omine Belt, Northern Fossa Magna, central Japan. Two samples of ash flow tuffs for the measurement were taken from the lower Miasa Formation, one sample of a lava from the middle Taroyama Andesite and one of an ash flow tuff from the upper Omine Formation. The K-Ar ages all resulted around 2 Ma. It means that the Omine Belt which built up more than 3,000m thick fans formed in relatively short time span in a pull-apart basin around 2 Ma.

keywords: K-Ar age, volcanic rock, palaeo-stress field, Omine Belt, Fossa Magna.

要旨

北部フォッサマグナに位置する大町北方の大峰帯の火山岩から4個の、即ち下部の美麻累層の火山灰流堆積物から2個、中部の太郎山安山岩から1個、上部の大峰累層の火山灰流堆積物から1個のK-Ar年代測定を実施した。測定年代は全て2Ma前後を示し、厚さ3,000mに達する扇状地を生じた大峰帯が、地質年代からは2Ma前後のプルアパート・ベイスン中で比較的短期間に形成されたことがわかった。

1. はじめに

大峰帯(小坂, 1980)は、フォッサマグナ北部に位置し、東西の幅5~7km、南北の延長65kmで、大峰累層や美麻累層(姫川団体研究グループ, 1958)をはじめとする鮮新世~更新世前期の火山岩と碎屑岩の一連の地層からなる(小坂, 1991)。そのうち、5万分の1地質図幅大町地域(加藤ほか, 1989)の大町東方から白馬南東の南北約20kmにかけての大峰帯主部(Fig. 1)には、全層準にわたって火山岩が最もよく発達している。加藤ほか(1989)は、ここを安山岩溶岩を挟んで上下二つの地層、大峰累層と美麻累層に大別し、少なくとも10層におよぶ火砕流堆積物を認めた(Table 1)。長橋(1998)は、本地域の火砕流堆積物のうち9層に名称を与え、層相と岩石の記載を行った。長橋ほか(2000)は、美麻累層(社部層)中の2枚のテフラと大峰累層の主体

をなす火砕流堆積物に関して広域火山灰との対比を試み、1.76-1.65 Ma前後の年代範囲を推定している。

火砕流堆積物自身の年代測定は山田ほか(1985)と町田ほか(1997)により行われ、大峰帯最上部の火砕流堆積物について前者は 2.4 ± 0.2 Maと 2.0 ± 0.2 Ma(2地点)を、後者は 1.67 ± 0.08 Ma(2回の測定平均値)のK-Ar全岩年代値を報告している。しかし測定試料の層準が最上部に限定されているため、大峰帯全体の火山岩の年代は詳らかではない。本稿では、本地域の全4層準から火山岩のK-Ar年代を報告し、大峰帯の堆積時期と変形運動を論ずる。

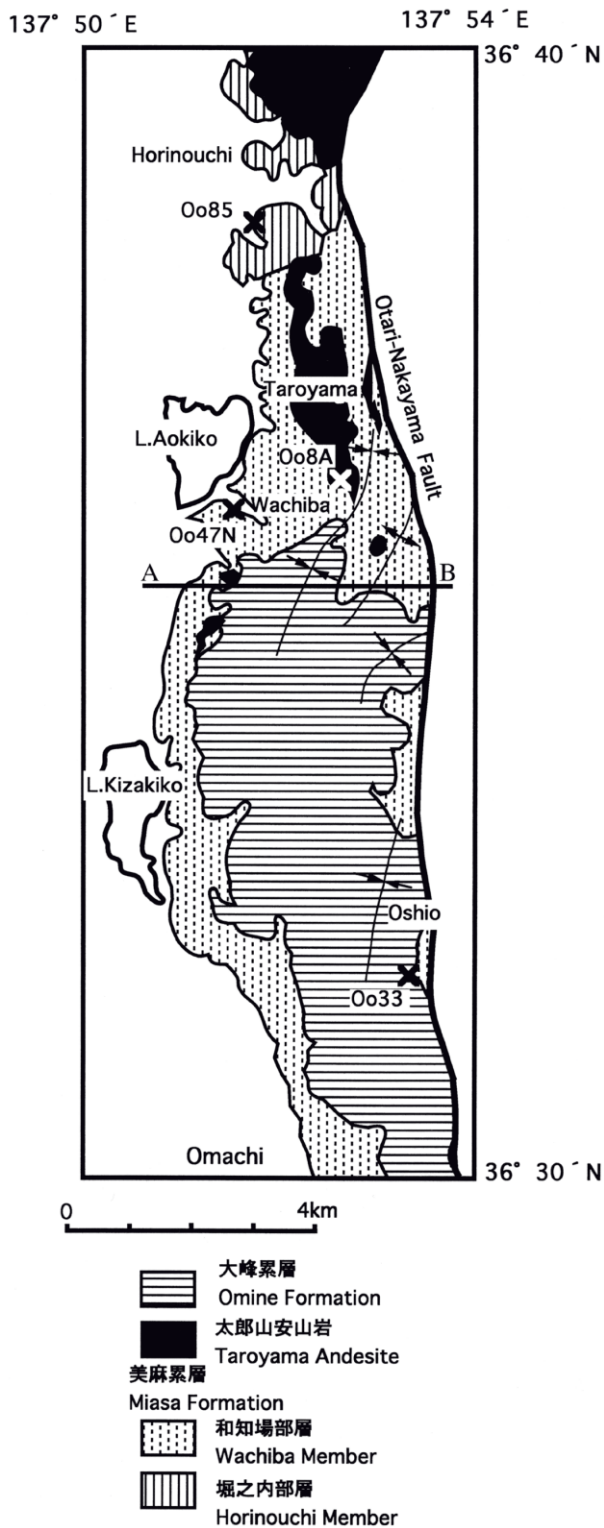
2. 地質概要

大峰帯の東縁には^{おたり}小谷-中山断層が走り、これにより東側の中新-鮮新統と境されている。また西側は糸魚川-静岡構造線により先新第三系と境されている。大町地域の大峰帯は、不整合を挟んで大きく3つの地層からなる(加藤ほか, 1989)。それらは、下位から美麻累層、太郎山安山岩、大峰累層で、美麻累層はさらに下部の堀之内内部層と上部の和知場部層から、大峰累層は同じく大塩火砕流堆積物と日野部層からなる(Table 1)。

堀之内内部層は層厚1000m+で、扇状地に堆積した砂質礫岩と火砕流堆積物とからなる。火砕流堆積物は、一部強溶結した黒雲母流紋岩の火山灰と軽石からなり、Smith(1960)の火山灰流(ash flow)から生じた堆積物(岡本ほか, 1975)である。

¹ 地球科学情報研究部門 (Institute of Geoscience, GSJ)

² 信州大学理学部 (Faculty of Science, Shinshu University)



第1図 大峰帯の分布略図とK-Ar年代測定試料採取地点。×印は採取地点を示す。A-Bの断面図を第2図に示す。(加藤ほか, 1989を改変)。

Fig. 1 General distribution map of Omine Belt and the sampling localities for K-Ar age. × marks the sampling localities. A-B locates cross section in the Fig. 2. (modified from Kato *et al.*, 1989).

太郎山安山岩は層厚150m+で、輝石安山岩と玄武岩質安山岩の塊状溶岩を主とし、南北方向の岩脈としても産する。

大塩火砕流堆積物は層厚200m+で、強く溶結した黒雲母流紋岩の火山灰流堆積物である。日野部層は中粒-細粒砂岩と礫質砂岩からなり、本地域にはその北端部が分布するのみである。

これらの地層は、北北東-南南西性の向斜軸および背斜軸をもつ褶曲を受けている(Fig. 1)。下位の美麻累層と上位の大峰累層との間には褶曲の程度に差が認められ、美麻累層では最大78°傾斜しているのに対し、大峰累層はより緩く最大48°の傾斜を示す(加藤ほか, 1989)。両累層間での褶曲軸の不連続は見出されていないが、下位の美麻累層の方が明らかに上位の大峰累層より褶曲による強い変形構造を示す(Fig. 2)。

なお小坂(1991)は、大峰帯を不整合関係にある下位の小谷累層と上位の大峰累層に再区分しており、小谷累層は中新世末から鮮新世にかけて、大峰累層は更新世前期の堆積物と推定している。その区分によれば加藤ほか(1989)の堀之内部層のみが小谷累層上部に属し、和知場部層と大塩火砕流堆積物はそれぞれ大峰累層中・下部層と上部層に対応する(Table 1)。

3. K-Ar年代測定

前記4層準、即ち堀之内部層と和知場部層の各火砕流堆積物、太郎山安山岩及び大塩火砕流堆積物から、最も新鮮な採取地点を選択した。堀之内部層の火砕流堆積物(Oo85: 36° 38.47' N, 137° 51.80' E)は長橋(1998)の三日市場溶結凝灰岩層に相当し、和知場部層の火砕流堆積物(Oo47N: 36° 35.90' N, 137° 51.56' E)は同じく霊松寺溶結凝灰岩層に相当する(Table 1)。採取地点の各火砕流堆積物は、灰色ないし一部赤紫色の溶結凝灰岩で、軽石中の斑晶として少量の斜長石と黒雲母、和知場部層では他に微量の石英、紫蘇輝石を含む。太郎山安山岩(Oo8A: 36° 36.04' N, 137° 52.76' E)はかんらん石玄武岩質安山岩で、斑晶として径2mm以下の斜長石、かんらん石を含む。かんらん石は周縁部がイデイングス石化し、内部は炭酸塩

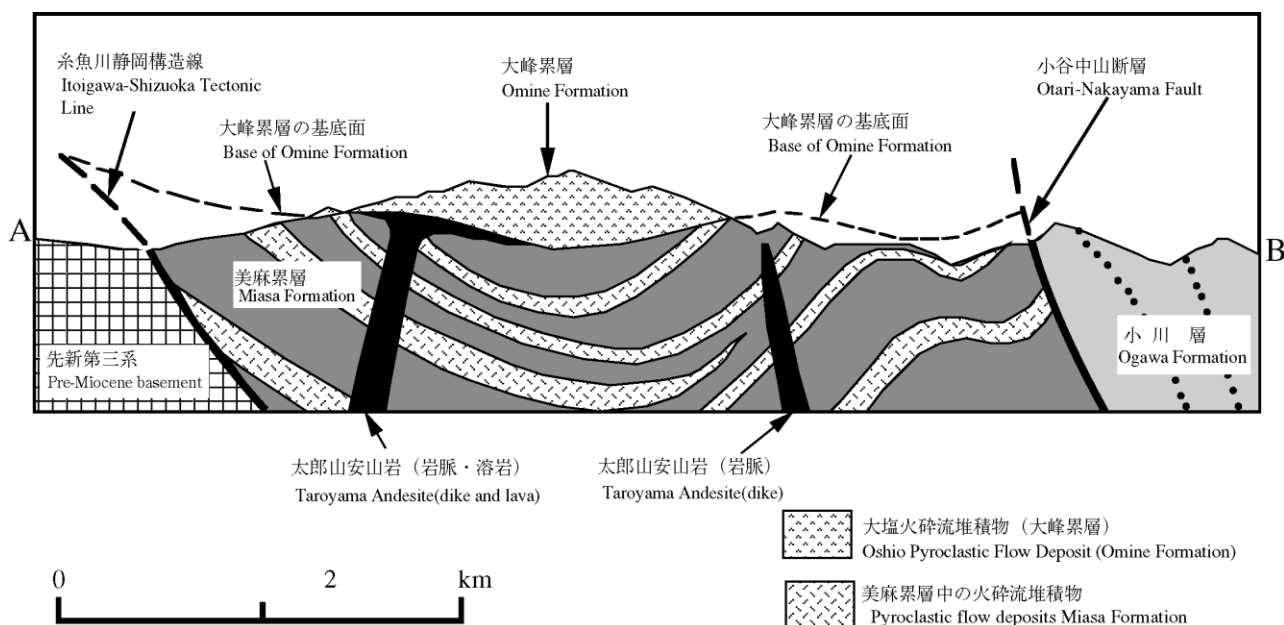
和知場部層は層厚2000m+で砂質礫岩と火砕流堆積物の互層を主とし砂質泥岩を伴う。火砕流堆積物は堀之内部層と同様、一部溶結した黒雲母流紋岩の火山灰流堆積物である。

北部フォッサマグナ大峰帯火山岩のK-Ar年代 (三村 ほか)

第1表 大峰帯南部の層序区分と対比表

Table 1 Stratigraphic division of the southern part of Omine Belt and correlations with previous works.

		小坂(1980) Kosaka(1980)	加藤・佐藤(1983) Kato and Sato(1983)	加藤ほか (1989) Kato et al.(1989)	本論文の年代測定層準 と年代値(Ma) Sampling units and K-Ar ages (Ma) of this work	小坂 (1991) Kosaka(1991)	長橋 (1998) Nagahashi(1998)
大峰累層	Omine Formation		大穴山部層 Oanayama Member				
		大穴山部層 Oanayama Member	日野部層 Hino Member	日野部層 Hino Member			
		大峰部層 Omine Member	社部層 Yashiro Member	大塩火砕流堆積物 Oshio Pyroclastic Flow Deposit	Oo33(1.95±0.22)	大峰層 Omine Member	大峰溶結凝灰岩層 Omine Welded Tuff
		新引沢部層 Shinhikizawa Member				新引沢層 Shinhikizawa Member	
			太郎山安山岩 Taroyama Andesite	Oo8A(2.1±0.5)		太郎山安山岩 Taroyama Andesite	
美麻累層	Miasa Formation	新行部層 Shingyo Member		和知場部層 Wachiba Member	Oo47N(1.89±0.20)	新行層 Shingyo Member	曾根原溶結凝灰岩層 Sonehara Welded Tuff
		峠部層 Toge Member				峠層 Toge Member	霊松寺溶結凝灰岩層 Reishoji Welded Tuff
		幸田部層 Kota Member				幸田層 Kota Member	
				堀之内部層 Horinouchi Member	Oo85 (1.88±0.13)		
						小谷累層 Otari Formation	三日市場溶結凝灰岩 Mikkaichiba Welded Tuff
						大穴山層 Oanayama Member	
						日野層 Hino Member	



第2図 大峰帯の模式断面図

Fig.2 Schematic cross section of the Omine Belt.

鉱物に置換されている。大塩火砕流堆積物(Oo33: 36° 31.79'N, 137° 53.50'E)は帯紫灰色の溶結凝灰岩で、軽石の斑晶として少量の斜長石、黒雲母と微量の紫蘇輝石を含む。

測定試料は、溶結凝灰岩から分離した黒雲母3試料と安山岩の全岩1試料である。黒雲母の分離は以下の手順による。試料岩石をジョークラッシャーで粉碎し、60-120メッシュでふるい分けされたものを超音波洗浄する。洗浄した試料から電磁分離と風選の繰り返しにより黒雲母を濃集する。以上の手順でも、基質との分離は完全ではないため、最終的にはペーパータッピングとハンドピッキングを併用して黒雲母を選別し、2g前後の測定試料を確保した。全岩試料についてはジョークラッシャーによる粉碎後、20-40メッシュにふるいわけし、細粒付着物を除去するために超音波洗浄を繰り返した。さらに電磁分離により長石と苦鉄質鉱物を除き、石基部分を濃集したものを測定試料とした。

K-Ar年代測定はテレダインアイソトープ社に依頼した。測定結果は Table 2 の通りである。

4. 考察

4.1 大峰帯の堆積時期

大峰帯最上部の大塩火砕流堆積物については平均値で1.95±0.22Maとなり、山田ほか(1985)の平均値2.2±0.2Maと町田ほか(1997)の平均値1.67±0.08Maのほぼ

中間の値を示している。今回の測定値と山田ほか(1985)の測定はテレダインアイソトープ社で行われており、町田ほか(1997)の測定は蒜山地質年代研究所で行われている。同一層準の大峰累層についての全岩K-Ar年代測定値を較べると、テレダインアイソトープ社の測定は3試料6回の測定で2.57-1.91 Maの範囲の測定値を得ているのに対し、蒜山地質年代研究所では1試料2回の測定が1.65と1.69 Maを示している。今回の黒雲母K-Ar年代値1.95±0.22 Maは、町田ほか(1997)の測定値(平均)1.67±0.08Maと誤差の範囲でかろうじて重複するが、0.28m.y.にも及ぶ両者の隔たりは、測定機関の間の系統的な差を示している可能性がある。また、長橋ほか(2000)によれば、大塩火砕流堆積物(大峰溶結凝灰岩層)の下位に位置する鷹狩山凝灰岩I・IIは、広域テフラとの対比からオールドバイサブクロン直後の1.76-1.75Maの噴出と推定されているので、大塩火砕流堆積物についての今回の測定値はやや古く出ている可能性が指摘できる。和知場部層と堀之内部層中の火砕流堆積物の黒雲母年代は層準に関係なく1.9 Ma前後である。これに対し太郎山安山岩の全岩年代では約2.1 Maであり、安山岩の全岩年代の方が火砕流堆積物の黒雲母年代よりやや古く出た。全岩試料のK含有量が1.30%に対し、黒雲母試料のK含有量は5.48%-6.20%であり、前者の方が約5分の1と少なく、さらに放射壊変起源の⁴⁰Arは約半分である。このため全岩試料は黒雲母試料の2倍以上の誤差を含んでおり、黒雲母年代より有意に古いとは言い難い。従って

第2表 大峰帯の火山岩のK-Ar年代。

Table 2 K-Ar ages of the volcanic rocks in the Omine Belt.

Horizon	Locality Number	Sample Number	Mineral	Isotopic Age (Ma)	⁴⁰ Ar (scc/gm x 10 ⁻⁵)	% ⁴⁰ Ar	%K	Note
Oshio Pyroclastic Flow Deposit	Oo33	KA88-1977	Biotite	1.95±.22 average				1
				1.92±.36	.046	14.0	6.11	
				1.96±.23	.047	20.5	6.20	
Taroyama Andesite	Oo8A	KA88-1980	Andesite	2.1±.5 average				
				2.2±.7	.011	8.2	1.30	
				2.0±.6	.010	8.9	1.30	
Wachiba Member	Oo47N	KA88-1978	Biotite	1.89±.20 average				1
				1.91±.26	.041	18.1	5.54	
				1.87±.29	.040	16.4	5.48	
Horinouchi Member	Oo85	KA88-1979	Biotite	1.88±.13 average				1
				1.83±.18	.044	23.3	6.15	
				1.92±.18	.046	24.8	6.20	

Note 1. For this sample, we have shown the ⁴⁰Ar concentration to four places past the decimal. Although we maintain that the ⁴⁰Ar concentration measurement is significant to only 1 x 10⁻⁸ scc/gm, we have included the fourth digit in brackets for two reasons. First, at these low values, the rounding off error can be a significant fraction of the total ⁴⁰Ar concentration, and second, for ⁴⁰Ar values of less than 1 x 10⁻⁷ scc/gm we use four digits in the age calculation. (from the Teledyne Isotope report)

今回測定を試みた火山岩の年代そのものについては今後さらに検討を要するものの、層準の異なる4ユニット間で有意な年代差は見いだせない。

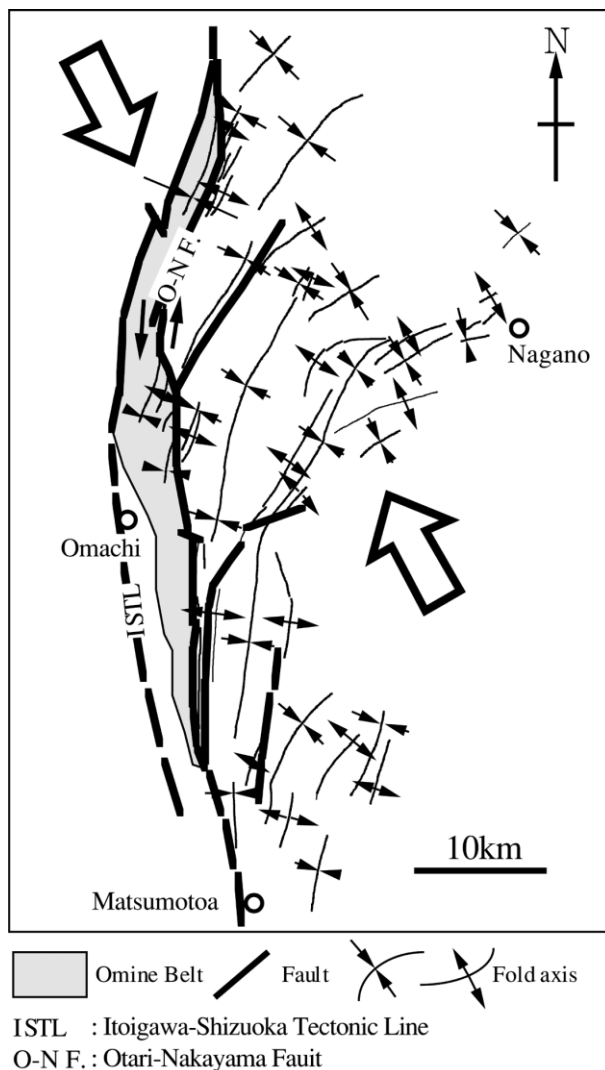
今回の測定値は、大峰帯の火山岩が2Ma前後の比較的短期間に噴出したことを示し、同時に大峰帯での碎屑岩の堆積期間が比較的短かったであろうことを物語る。秋山ほか(2000)は、小谷累層中部層に挟まれるHt3凝灰岩層について2.01±0.2 Maのフィッシュトラック年代値を報告しているが、このデータも今回のK-Ar年代値と近接しており、大峰帯全域で堆積期間が短かったことを示唆している。

大峰帯が、かつての扇状地であることは広く知られており(山下,1995)、火山岩以外の大峰帯の主な構成要素がこの扇状地起源の礫岩であることも、測定結果とは矛盾しない。礫岩はその礫種(小坂,1980)から西側の北アルプス地域のほか東側の第三系に起源があり、その堆積は厚い扇状地の発達とともに、この時期の周辺地域の隆起を示唆している。そして、この扇状地上を火山灰流が繰り返し流下・堆積していた。これら火山灰流は、一部が北アルプス穂高岳付近に由来するほかは、大部分当時の北アルプス稜線の東側に噴出源があったと推定されている(長橋,1998)。

4.2 大峰帯の変形運動

大峰帯の堆積は、その2Ma前後の堆積期間中に中断をしている。このことは美麻累層と大峰累層間の明瞭な不整合として認められる(加藤ほか,1989)。両累層はともに褶曲作用を受けており、小谷-中山断層にやや斜行する北北東-南南西の軸を共有する(Fig. 1)にもかかわらず、下位の美麻累層と上位の大峰累層の間には褶曲変形の程度に明瞭な差が認められる。また小谷-中山断層の東側に位置する水内地域の褶曲第三系も同じく北北東-南南西の褶曲軸をもち(小坂,1984の信越方向)、小谷-中山断層に対し斜行もしくは漸近している(Fig.3)。このことは、大峰帯一帯(東方の第三系も)では、基本的には同一の応力場のもとでの変形が進行しており、美麻累層と大峰累層の変形の程度の差は変形を受けた時間の差を示している。一方、大峰帯には東方の水内地域からの礫が供給されており、大峰帯での堆積時には東方の中新統は地形的な高まりを成していた(小坂,1980)。小谷-中山断層は大峰帯の堆積盆東縁を境する断層(小坂,1991)であるが、美麻累層堆積以降は東上りの逆断層成分を有する左横ずれ断層として変位してきたと解釈すると、上述した褶曲は北西-南東の圧縮応力場で生じた変形構造として説明することができる(Fig.3)。これに加え、狭小で南北に細長い大峰帯に3000mを超える厚い地層が堆積していることを考慮すると、大峰帯は小坂(1991)の図20に示されたような正断層に境された陥没性の堆積盆ではなく、むしろ横ずれ断層群(糸魚川-静岡構造線と小谷-中山断層)に囲まれた2Ma前後のプリアートバインズととらえた方が合理的であろう。

竹内(1991,1995)は大峰帯をリフト状陥没盆地(大峰リフ



第3図 北部フォッサマグナ地域新生界の褶曲と断層(小坂,1991から改作した)

Fig.3 Folds and faults of the Cenozoic strata in the Northern Fossa Magna Region(adapted from Kosaka,1991)

ト)ととらえ、太郎山安山岩を伸長テクトニクス期(2.7-1.4Ma)を示す証拠としている。しかし、上述したように、2Ma前後の美麻累層堆積以降の褶曲変形はいずれも圧縮応力場のもとで進行しており、大峰帯内では正断層など引張場を示す証拠に乏しい。太郎山安山岩は南北方向の岩脈としての産状を示すが、これは必ずしも広域的な東西引張場であったことを示すわけではなく、横ずれ変位による局所的な断裂としてでも説明可能である。さらに、太郎山安山岩の噴出は美麻および大峰累層の不整合で示される期間に限定され、しかも今回のK-Ar年代測定によりその期間は2Ma前後の極めて短期間であったことが判明している。こうした短期間の間だけ広域応力場が変化し東西方向の

引張応力場が支配していたとする解釈はいかにも不自然である。なお大峰帯の堆積盆形成史の詳細な議論については今後の課題としたい。

5. まとめ

(1) 大峰帯の火山岩は2Ma前後の比較的短期間に噴出したことを示し、大峰帯全体の堆積も従来の見解よりも短期間に行われた。

(2) 大峰帯は、その褶曲変形構造から、北西-南東方向の圧縮場において左横ずれ変位を生じた断層群による2Ma前後のプリアパートベイスンであった可能性がある。

謝辞 大峰帯における変形運動の議論については、編集幹事の中江 訓氏による指摘により改善することができた。同じく、査読者の川邊禎久氏には本文や図表の不備を多数指摘していただき、本論文の改善に有益であった。地質図の製図には酒井キミ子嬢の、K-Ar年代表には田中ひとみ嬢の助力を得た。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

文献

秋山雅子・輿水達司・小坂共栄(2000) 北部フォッサマグナ西縁部、大峰帯に分布する火砕流堆積物の放射年代および層序。日本地質学会第107年学術大会講演要旨, 69.

姫川団体研究グループ(1958) 糸魚川-静岡線北部にそう地帯の第三紀層。地質雑, **64**, 431-444.

加藤碩一・佐藤岱生(1983) 信濃池田地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 93p.

加藤碩一・佐藤岱生・三村弘二・滝沢文教(1989) 大町地域の

の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 111p.

小坂共栄(1980) 大峰帯の礫岩。信州大理学部紀要, **15**, 31-45.

小坂共栄(1984) 信越方向、大峰方向ならびに津南-松本線。信州大理学部紀要, **19**, 121-141.

小坂共栄(1991) 大峰帯の地質とそのフォッサマグナ発達史における意義。信州大理学部紀要, **26**, 75-140.

町田 洋・山崎晴雄・新井房夫・藤原 治(1997) 大峰火砕流堆積物: 北アルプス形成史研究のための一指標テフラ。地学雑, **106**, 432-439.

長橋良隆(1998) 中部日本、大峰地域の鮮新世火砕流堆積物一層序・記載岩石学的特徴一。地質雑, **104**, 184-198.

長橋良隆・里口保文・吉川周作(2000) 本州中央部における鮮新-更新世の火砕流堆積物と広域火山灰層との対比および層位噴出年代。地質雑, **106**, 51-69.

岡本一男・三村弘二・小林国夫(1975) 長野県大町市付近の大峰火砕流。火山, **19**, 164-165.

Smith, R. L. (1960) Ash flows. *Bull. Geol. Soc. Am.*, **71**, 795-842.

竹内 章(1991) 中央日本のネオテクトニクスと伊豆小笠原弧。地学雑誌, **100**, 540-551.

竹内 章(1995) 応力場の変化と火山活動一中部山岳形成史一。月刊地球, **18**, 92-96

山田直利・加藤碩一・小野晃司・岩田 修(1985) 北アルプス周辺地域の鮮新世-更新世珪長質火山岩類のK-Ar年代。地調月報, **36**, 539-549.

山下 昇編著(1995) フォッサマグナ。東海大出版会, 310p.

(受付: 2002年1月23日; 受理: 2002年3月20日)