

北海道小平地域白亜系凝灰岩の同位体年代

柴田 賢* 宮田雄一郎**

Isotopic ages of the Cretaceous tuff
from the Obira area, Hokkaido

Ken SHIBATA and Yuichiro MIYATA

Abstract

In an attempt to obtain useful data for the calibration of the Cretaceous time scale, K-Ar and Rb-Sr age determinations were carried out on biotite separated from the tuff in the Obira area, northwestern Hokkaido. The stratigraphic age of the tuff is supposed to be Upper Turonian based on fossils collected from nodules derived from the neighboring strata. Biotite gives K-Ar and Rb-Sr ages of 91.4 ± 2.4 m.y. and 90.1 ± 3.6 m.y. respectively, and both are concordant. In view of the errors in ages and the uncertainty in the stratigraphic position of the tuff, these isotopic ages are thought to be generally in agreement with the available Cretaceous time scales.

要 旨

白亜紀の地質年代尺度検定に利用できる年代データを得る目的で、北海道小平地域の上部 Turonian と推定される凝灰岩について、同位体年代測定を実施した。凝灰岩から分離した黒雲母の K-Ar年代は 91.4 ± 2.4 m. y., Rb-Sr 年代は 90.1 ± 3.6 m. y. であり、両者はほぼ一致する。年代測定の誤差および凝灰岩の層位の不確かさを考慮すると、この年代は最新の白亜紀尺度にほぼ調和するものと考えられる。

1. ま え が き

地質年代学の重要なテーマの一つに、地質年代尺度 (Geological time scale) の作成ということがある。そのためには、化石によって層位が確立された堆積岩、あるいはそれとの時間的關係がはっきりわかっている岩石・鉱物試料について、同位体年代測定を行えばよい。この条件にかなう試料として第一に海緑石などの堆積岩中の自生鉱物があげられるが、残念ながら海緑石についてはいまだに信頼のおける年代値が得られない場合が多い。そこで次に重要な試料としてとりあげられるのが、堆積岩中に挟在する火山岩類である。

わが国においては、新生代の火山岩類について最近かなり多くの年代測定が行われ、その結果は年代尺度の作成に役立っている。しかし中生代・古生代の火山岩類については、層位の確かめられた試料が少なくなるとも

に、多少なりとも変質、風化作用をこうむっていて年代測定にたえがたく、尺度作成に利用しうる測定結果は皆無に等しかった。しかし、最近北海道小平地域の白亜系凝灰岩から分離した良質の黒雲母について、K-Ar 法および Rb-Sr 法により年代測定を行い、ほぼ満足すべき結果を得たので以下に報告する。

この研究にあたり、九州大学松本達郎教授、平野弘道氏、棚部一成氏には野外調査から室内作業にわたり適切な御指導と、有益な御助言をたまわった。地質調査所田中啓策技官には原稿を校閲していただき、K-Ar 年代測定実験には内海茂技官の援助をいただいた。これらの方々に厚くお礼申し上げる。

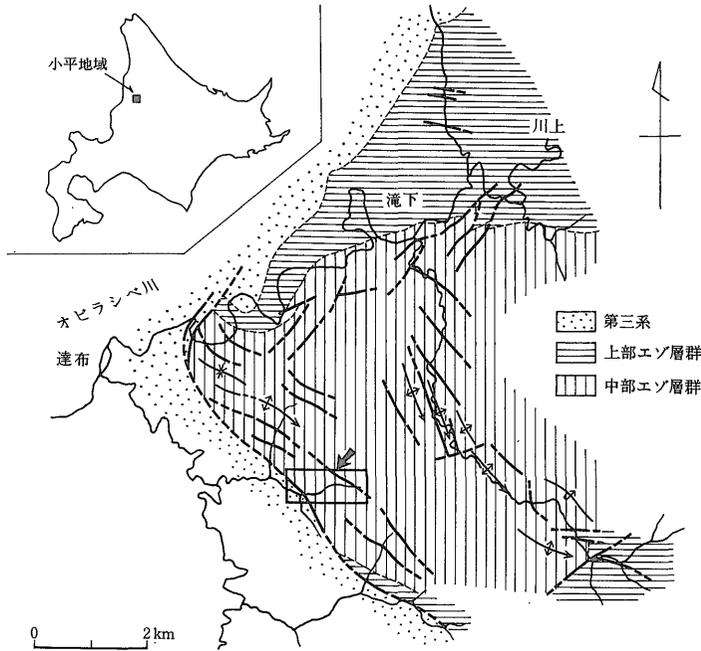
2. 地 質 概 要

北海道留萌郡小平町のオビラシベ川上流域には、アンモナイトなど保存良好の軟体動物化石を多産する白亜系エゾ層群が広く分布する(第1図)。この地域については、すでに対馬ほか(1958)、猪木ほか(1958)、TANAKA(1963)によって詳しく研究されているが、最近棚部ほか(1977)によって化石層序、地質構造、堆積相に関する詳しい報告がなされた。

小平地域の中で、オビラシベ川支流である中記念別川を中心とする地域は、大部分が中部エゾ層群のうち化石によりギリヤーク世後期(K4b, Turonian)の時代を示す泥岩主体の厚い海成層で占められるが、粗粒相の部分もある。層厚は Turonianの部分だけで1,000m以上におよび、北海道各地のエゾ層群分布地域のうち、最も厚い地域の一つである。層序は第1表のようにまとめられる

* 技術部

** 九州大学理学部



第1図 小平地域の地質概略図

Generalized geological map of the Obira area.

矢印で示した四角は第2図の範囲を表わす

(区分名は対馬ほか, 1958によった).

小平地域のエゾ層群中には, 多くの層準に酸性凝灰岩が挟在している。これらの多くは細粒, 薄層(数mm-数10cm)で, ベントナイト化しているものである。時に粗粒のものがあって白色を呈するが, これらは斜長石の自形結晶が多く, また累帯構造がよく発達している。石英・黒雲母も含まれるが, カリ長石は一般にほとんど含まれていない。灰白色中一細粒の凝灰岩の中には, 火山ガラスを多量に含むものもある。

堆積相の水平的変化がいくつかの部層で認められており (TANAKA, 1963; 棚部ほか, 1977), とくに粗粒相で特徴づけられる Turonian 中・上部の佐久層については, 水平的変化から相対的に西側ほど沿岸・浅海相であるといわれている。この変化に対応するように, 凝灰岩層も粗粒なものは西側の佐久層には認められている。年代測定に用いた凝灰岩は白亜系の分布の最も西側に位置する石炭内沢南側支流からのものである。ただ露頭が小規模で地質構造の解明, 岩相の観察や化石の採取は十分にはできない。第2図に石炭内沢南側支流のルートマップを, 第3図に試料採取地点(第2図の R 6248, 44°01.8'N, 141°54.4'E)の柱状図を示した。このルートの凝灰岩層は R6248のほか, R6251に塊状中粒白色のも

の, および R7103に板状成層した厚さ1mのものが認められた。その上流側はほとんど暗灰色泥岩のみからなる。

年代測定に用いた試料 (Sp. No. KU 680) はちみつな塊状粗粒白色凝灰岩で, 露頭で観察できる厚さは約1mである。鏡下では, ガラス・斜長石・石英・黒雲母・岩片を主なものとする。黒雲母は径0.5-2mm, 褐色, 新鮮であり, 量的には1%以下である。

第2図で Mi, Mjとした部層からは化石が得られており, *Inoceramus* aff. *teshioensis* で特徴づけられ, Lower Turonian であるとみられる (棚部ほか, 1977, p. 192-194)。しかし問題の凝灰岩を含む地層中からは化石が得られておらず, 時代が正確に決定できない。ただ, このルートで転石から得られた化石には次のものがある。

R 6243 p (p は転石を示す): *Inoceramus teshioensis*,
Neophylloceras subramosum, *Gaudryceras denseplicatum*,
Scaphites planus, *Mesopuzosia* sp.

R 6246 p: *I. teshioensis*

R 6249 p: *I. sp.*, *Mesopuzosia pacifica*, *Tetragonites epigonus*, *Gaudryceras denseplicatum*

R 7101 p: *Scaphites* sp., *I. sp.*

R 7102 p: *Mesopuzosia* sp., *I. sp.*, *Gaudryceras* sp.

第1表 小平地域上部白亜系の層序表
Stratigraphic sequence of the Upper Cretaceous System in the Obira area.

第三系		層厚 (m)	岩 相	
上 部 部 群	U1 } Ue			
	エ ゾ 層	Uc, d	70~400	塊状細粒泥岩、含海緑石砂岩の薄層が時おり挟在する。 西側で薄いが、東進すれば著しく層厚を増す。
Ub		30~110	西側で礫・砂岩ブロックを含む泥岩、東側で帯緑色砂質シルト岩。 ともに乱堆積を示す。	
Ua	80	わずかに青灰色砂岩層を挟在する暗灰色泥岩。		
白 亜 系	佐 久 層	Mm, no } 200 350+	暗灰色泥岩中に青灰色砂岩がしばしば挟在する。 東側ほど全体的に細粒となっている。	チ ュ ー ロ ニ ア ン
		Ml	130~35~	
	Mj, k	300+	暗灰色塊状泥岩。	
	Mi	120	塊状泥岩で、3層準に帯緑色シルト岩を含む。	
	Mh	120 (下限不明)	暗灰色塊状泥岩。	

* Mh 下部以下は当地域に露出していない。また Ue-U1 については記述を省略した。

R 7105 p: *Mesopuzosia* sp., *I.* sp.

これらは、Upper Turonian の *I. teshioensis* NAGAO & MATSUMOTO で特徴づけられる *I. teshioensis* 帯に由来するものである。また上記の転石の化石のほかに、青灰色砂岩がしばしば挟在する岩相からみて、この凝灰岩層を含む地層は Upper Turonian の Mo に対比できる可能性が高い。

3. 測定方法

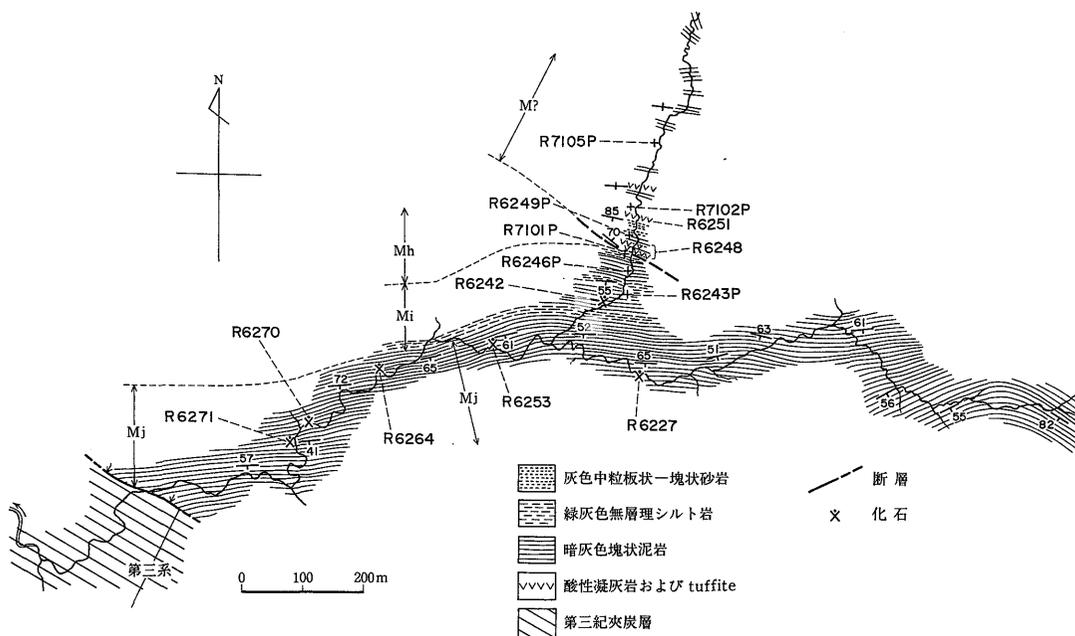
K-Ar 年代測定は凝灰岩から分離した黒雲母について行った。黒雲母からのアルゴンの抽出・精製は石英-パイレックスガラス製の高真空装置内で行い、試料を約 1300°C で 20 分間加熱、チタンスポンジと酸化銅でガスを精製した。アルゴン同位体比は Reynolds 型質量分析計にて測定した。カリウムの定量は原子吸光分析法によった。年代計算に用いた定数は、 $\lambda_\beta = 4.72 \times 10^{-10}/y$, $\lambda_\alpha = 0.584 \times 10^{-10}/y$, $^{40}K/K = 0.0119$ atom % である。

Rb-Sr 法による年代測定においては、黒雲母および凝灰岩の全岩試料について、同位体希釈法により Rb, Sr 含有量と $^{87}Sr/^{86}Sr$ 比を求めた。さらにスパイクを加えない全岩試料について $^{87}Sr/^{86}Sr$ 比を求めた。同位体比

の測定は JEOL-05RB 型固体用質量分析計を用いて行い、トリプルフィラメントを使用して Rb_2SO_4 あるいは $Sr(NO_3)_2$ としてサイドフィラメントにぬった。イオン電流の測定には 2 次電子増倍管およびデジタル電圧計を使用した。期間中合せて行った Eimer and Amend $SrCO_3$ 標準試料の測定結果は $^{87}Sr/^{86}Sr = 0.7081 \pm 0.0003$ (1σ) であった。年代計算に用いた壊変定数 λ は $1.47 \times 10^{-11}/y$ である。年代値に伴う誤差は両法とも 1σ の値で示した。

4. 結果と考察

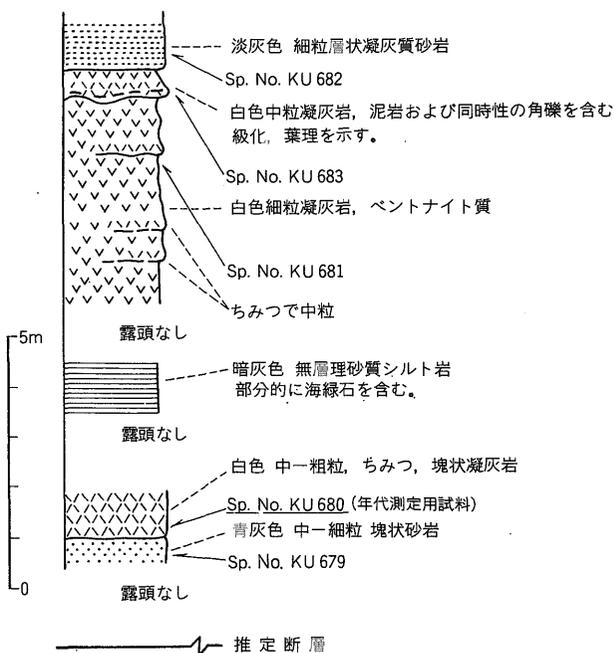
小平地域のエゾ層群中の凝灰岩の K-Ar および Rb-Sr 年代測定結果をそれぞれ第 2 表および第 3 表に示した。黒雲母の K-Ar 年代は 91.4 ± 2.4 m. y. であり、また同じ黒雲母と凝灰岩の全岩試料による Rb-Sr アイソクロン年代は 90.1 ± 3.6 m. y. であって、両者はほぼ一致する。このことは、黒雲母の形成された年代が約 91 m. y. であることを強く裏づけるものである。ところで、年代測定に用いた凝灰岩の時代については、前述したように凝灰岩を含む地層中から化石が得られていないので、正確にはわからない。しかし付近で採取されたいくつかの転石の



第2図 石炭内沢南側支流のルートマップ

Route map of the southern tributary of the Sekitannaizawa River.

R6248が年代測定用試料の採取地点。×は露頭からの化石採取地点，+は転石の採取地点を示す。



第3図 試料採取地点の柱状図

Columnar section of the sample locality.

KU 680 が年代測定用試料

化石は明らかに Upper Turonian の時代を示し、凝灰岩の時代も同様に Upper Turonian である可能性が高い。

白亜紀(系)を細分する期(階)と同位体年代とを対応させて年代尺度を作ることは、古くから多くの人により試みられてきた。第4図に白亜紀後期の年代尺度のいくつかを示した。これで見られるように、最近でも尺度に

ついて人により少しずつ見解が異なっている。OBRADOVICH and COBBAN (1975) の尺度は北米西部内陸地域の、層位が正確にわかっている凝灰岩(ベントナイト)中の黒雲母とハリ長石について、K-Ar 年代を測定して作られたもので、試料・年代値に関してはきわめて信頼性の高いものといえる。一方、VAN HINTE (1976) の尺

第2表 小平地域の凝灰岩の K-Ar 年代測定結果
K-Ar analytical results of tuff from the Obira area.

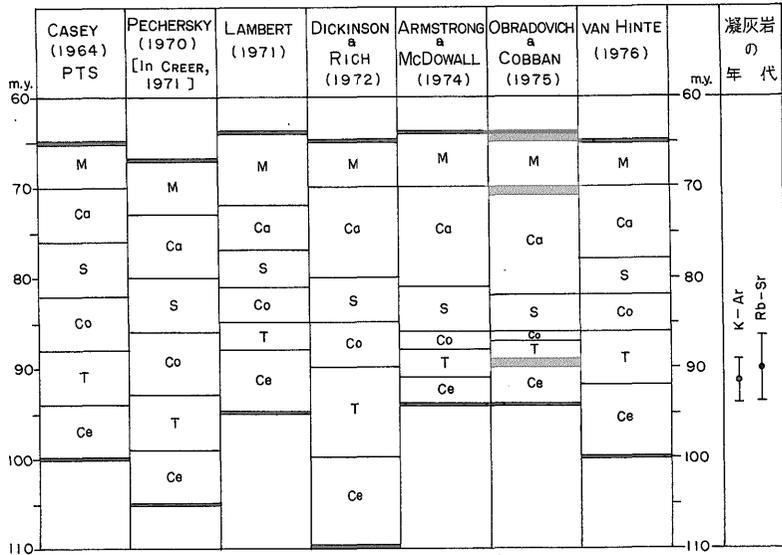
Sample No.	Mineral	K ₂ O (%)	⁴⁰ Ar rad (10 ⁻⁶ ccSTP/g)	Atmospheric ⁴⁰ Ar (%)	Age (m.y.)
KU-680	Biotite	7.30, 7.27	22.4	16.8	91.0±2.8
		7.26	22.6	51.6	91.8±3.8
					av. 91.4±2.4

$\lambda_{\beta} = 4.72 \times 10^{-10}/y$, $\lambda_{\alpha} = 0.584 \times 10^{-10}/y$, $^{40}\text{K}/\text{K} = 0.0119 \text{ atom } \%$

第3表 小平地域の凝灰岩の Rb-Sr 年代測定結果
Rb-Sr analytical results of tuff from the Obira area.

Sample No.	Mineral	Rb (ppm)	Sr (ppm)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	Age (m.y.)	Initial ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr
KU-680	Biotite	289.3	13.20	63.47	0.7891	90.1±3.6	0.7050 ±0.0004
	Whole rock	25.27	287.0	0.2550	0.7055 0.7052*		

* Unspiked run $\lambda = 1.47 \times 10^{-11}/y$



第4図 白亜紀後期の地質年代尺度

Geological time scale of the Late Cretaceous.

右端に凝灰岩の年代を示す。

Ce: Cenomanian, T: Turonian, Co: Coniacian, S: Santonian, Ca: Campanian, M: Maestrichtian

度は既存の年代値と大型化石・有孔虫など種々の化石層序ならびに古地磁気の資料を総合して作られたものである。問題の Turonian の年代であるが、最近の尺度では上限が86-88 m. y., 下限が89-92 m. y. におかれているが、長さにはかなりの相違がある(第4図)。OBRADOVICH and COBBAN (1975) は Turonian 最下部 *Inoceramus labiatus* 帯からのベントナイトについて、88.9 m. y. という黒雲母年代を得、この結果にもとづき Turonian-Cenomanian 境界の年代を89-90 m. y. とした。

小平地域の凝灰岩について求められた約91 m. y. という年代を、最近の尺度にあてはめてみると、凝灰岩の時代は化石層序から予想される Upper Turonian ではなくて、むしろ Lower Turonian に対比されることになる(第4図)。しかし、ここで問題となるのは年代値に伴う誤差である。±2-4 m. y. という誤差は Turonian 全体の長さにはほぼ匹敵し、Upper か Lower かをあまり詳しく議論しても意味がないといえる。さらに凝灰岩の時代についても、問題が全くない訳ではないことは、すでにのべたとおりである。これらの点を考慮に入れて、今回求められた年代は、大体において最近の尺度と矛盾するものではないと考えた方がよい。今後は凝灰岩を含む地層の時代をはっきりさせることとともに、同層準の凝灰岩の別の試料についても年代測定を実施して、年代値の精度を高めることが必要である。

文 献

- ARMSTRONG, R. L. and McDOWALL, W. G. (1974) Proposed refinement of the Phanerozoic time scale. Abstract, Int. Mtg. Geochron. Cosmochron. Isotope Geol., Paris.
- CASEY, R. (1964) The Cretaceous Period, in HARLAND, W. B., SMITH, A. G. and WILCOCK, B. eds., *The Phanerozoic time-scale*, Geol. Soc. London Quart. Jour., vol. 120s, p.193-202.
- CREER, K. M. (1971) Mesozoic palaeomagnetic reversal column. *Nature*, vol. 233, p. 545-546.
- DICKINSON, W. R. and RICH, F. I. (1972) Petrologic intervals and petrofacies in the Great Valley sequence, Sacramento Valley, California. *Geol. Soc. America Bull.*, vol. 83, p. 3007-3024.
- 猪木幸男・田中啓策・秦 光雄・佐藤博之 (1958) 5万分の1地質図幅「幌加内」および同説明書. 64p., 地質調査所.
- LAMBERT, R. St. (1971) The pre-Pleistocene Phanerozoic time-scale—a review, in HARLAND, W.B. and FRANCIS, E. H. eds., *The Phanerozoic time-scale—a supplement*, Geol. Soc. London Sp. Pub. 5, p. 9-31.
- OBRADOVICH, J. D. and COBBAN, W. A. (1975) A time-scale for the Late Cretaceous of the Western Interior of North America. *Geol. Assoc. Canada Sp. Paper* 13, p. 31-54.
- 棚部一成・平野弘道・松本達郎・宮田雄一郎 (1977) 北海道小平地域の上部白亜系層序. 九大理研報 (地質), vol. 12, p. 181-202.
- TANAKA, K. (1963) A study of the Cretaceous sedimentation in Hokkaido, Japan. *Rept. Geol. Surv. J.*, no. 197, 122p.
- 対馬坤六・田中啓策・松野久也・山口昇一 (1958) 5万分の1地質図幅「達布」および同説明書. 74p., 地質調査所.
- VAN HINTE, J. E. (1976) A Cretaceous time scale. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, vol. 60, p. 498-516.

(受付: 1977年7月1日; 受理: 1977年7月20日)