

新潟県中越地域に分布する魚沼層～寺泊層中の凝灰岩に含まれる
ジルコンのU-Pb年代
村松敏雄*

U-Pb age of Zircon included tuff bed in Uonuma and Teradomari Formation
In Chuetu region of Niigata Prefecture
Toshio Muramatsu*

* 新潟大学, Niigata University

はじめに

新潟県下では新第三紀から第四紀にかけて沈降する堆積盆地に厚い海成堆積物が形成され、中越地域に広く分布している。地層の特徴から上位より魚沼層、灰爪層、西山層、椎谷層、寺泊層に区分されてきた。これらの地層の厚さは、全体で約4000mに及び各地層には凝灰岩層が多く含まれている。この中で最上部にある魚沼層は主に泥岩と砂岩からなる海成層で、連続性のある酸性質のパミス凝灰岩層が多く含まれている。とくに長岡市小国町の芝ノ又川では広域凝灰岩層が知られている。また、西山層、椎谷層、寺泊層にも多くの特徴的な凝灰岩が含まれており、各地域での地層の対比に役立っている。これらの地層の堆積年代については、含石油地層として以前から研究が進み、貝化石、有孔虫、ナンノ化石、古地磁気、フィッション・トラック法(以下、FT法)などにより詳しい地質層序区分が行われてきた。とくにFT法による放射年代測定により、標準層序の年代の位置づけが行われてきた。しかし、得られたFT年代と化石などのデータと必ずしも一致しない場合が多く、放射年代の問題が指摘されていた。FT法以外の年代測定法として最近ではU-Pb法による年代測定が多く報告されるようになったが、この地域での測定報告はほとんどない。そこで、各地層の代表的な凝灰岩を選び、新たに試料採取を行いジルコンによ

る U-Pb年代測定を行ない今までのデータとの比較から新潟県の新第三紀～第四紀の標準層序年代を検討した。

試料採取

試料は長岡市小国町芝の又川に発達している中部魚沼層からSK030, SK100, SK110の3試料を採取した。この凝灰岩は群馬県、長野県を供給源として新潟県内に広く分布し秋田県にまで分布する広域凝灰岩であり、共に層厚1m～2mに及ぶ典型的な酸性質パミス凝灰岩である。また長岡市出雲崎町常楽寺川には出雲崎向斜の東翼に当たる灰爪層～椎谷層迄の連続露頭があり、このルートから8試料を採取した。常楽寺川入り口の灰爪層からZr(常楽寺凝灰岩)、Iz(出雲崎凝灰岩)また西山層からNgm(西山凝灰岩)、Tsp(武石パミス凝灰岩)、Hap(八石山パミス凝灰岩)、Znp(善久院パミス凝灰岩)また椎谷層からHa凝灰岩、Ndp(夏戸パミス凝灰岩)の試料を採取した。更に長岡市寺泊町周辺ルートより寺泊層として上位よりNz(野積凝灰岩)、Yot(吉竹凝灰岩)、Ka(勝美凝灰岩)、Fa凝灰岩の4試料、合計15試料である。

実験手法

採取した試料のほとんどは柔らかい含パミスの砂、シルトよりなっているため、まず水洗

し細粒砂,シルトを除去し0.1mm以上の粒子は篩で取り除き,さらに碗かけして重鉍物を濃集させた.その後磁性分離,重液分離,フッ酸処理を行い,数100個のジルコン粒子を集めた.取り出されたジルコンの中で結晶が大きくインクルージョンの少ない結晶を選び,FT法で使用したPFAテフロン片(1.5cm²)に整然と並べ, Corning社製ホットプレート上約300°Cで埋め込み,さらに1μmのダイヤモンドペーストを使って表面から数μmまで研磨を行った.次にテフロン片を走査電子顕微鏡(JEOL-6610)によるカソードルミネッセンス画像(CL)処理を行いジルコンの内部組織を観察し照射点を決めた.その後新潟大学理学部所属のレーザーアブレーション(New Wave UP-213,Agilent 7500a)装置で実験測定を行なった.分析条件は,レーザー波長213μm:ビーム径 40μm:パルス周期10 Hz:出力10.0 J/cm²である.照射時間は30秒とし,最初の10秒を除く20秒間で同位体比を求めた.同位体分別の補正には,標準ガラスとしてNIST SRM612を使用し,スタンダード試料としてNancy 91500(1062Ma)と

OD3 (32.85Ma) 及び, FCT (27.8Ma) を同時に測定した.今回測定した試料数は15個あったため,先ず4試料ずつに分けて3回照射し更に3試料を1回照射し,合計4回の照射実験を行った.4回とも照射条件をすべて同じにして,4種類のスタンダード試料と共に10~20のジルコン粒子で,明らかな割れ目やインクルージョンが多い粒子を除きレーザー照射を行った.試料の中には照射の途中で破壊された細長いジルコンも見られたので除外した.実際に個々の試料で照射して得られた測定値のデータ処理には解析プログラム Isoplot/Ex4.15で行い,コンコーディア図,相対確率分布図及びヒストグラム図で解析し最終的なU-Pb年代を算出した.

測定結果

今回使用した試料の多くは酸性パミス質でジルコンを多く含む凝灰岩である.含まれているジルコンは鮮明な形状をしたPrimaryな粒子が多く,年代測定に適合している.今回の実験測定結果については,表1に示したと通りである.4回の照射実験を通して,各試

表1. 核試料の実験データ

Sample	91500-normalized						Age			
	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	err	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	err	²⁰⁸ Pb/ ²³² Th	err	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	err	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	err
91500	0.180034	0.0236	1.83955	0.0280	0.06160	0.0362	1067.13	23.25	1059.60	18.43
OD3	0.005208	0.0256	0.03305	0.0490	0.00163	0.0402	33.48	0.86	33.01	1.59
FCT	0.004393	0.0279	0.02799	0.0877	0.00143	0.0513	28.26	0.79	28.03	2.27
Fa	0.001610	0.0514	0.02324	0.2933	0.00098	0.1212	9.80	0.51	15.73	4.87
Ka	0.001320	0.0591	0.00950	0.3193	0.00051	0.1173	8.50	0.50	9.60	2.94
Nz	0.001070	0.0473	0.00986	0.3147	0.00047	0.0987	6.89	0.32	9.95	2.65
Yot	0.001177	0.0845	0.00948	0.8164	0.00045	0.2576	7.58	0.63	9.58	7.79
Ndp	0.001004	0.0578	0.00789	0.3652	0.00034	0.1142	6.47	0.38	7.98	3.08
Ha	0.000784	0.0647	0.00458	0.7296	0.00023	0.3015	5.05	0.32	4.64	3.34
ZnP	0.000582	0.0575	0.00578	0.2531	0.00031	0.1989	3.75	0.22	5.85	1.07
Hap	0.000361	0.0356	0.00225	0.2166	0.00012	0.0947	2.32	0.08	2.28	0.48
Tsp	0.000337	0.0837	0.00391	0.7270	0.00016	0.3429	2.18	0.18	3.96	2.54
Ngm	0.000274	0.5448	0.00385	1.3082	0.00010	1.4987	1.86	0.94	3.90	5.48
Iz	0.000241	0.2633	0.00479	0.8232	0.00016	0.5999	1.55	0.44	4.85	4.11
Zr	0.000171	0.0908	0.00099	0.8057	0.00005	1.2193	1.17	0.11	1.00	0.82
SK110	0.000235	0.0666	0.00182	0.5124	0.00009	0.2542	1.54	0.10	1.85	0.98
SK100	0.000236	0.0953	0.00136	1.0216	0.00008	0.5458	1.52	0.14	1.38	1.24
SK030	0.000171	0.0908	0.00099	0.8057	0.00005	1.2193	1.17	0.11	1.00	0.82

料のスタンダード試料である91500, OD3, 及びFCTは試料と共に載物台に載せて複数回の照射を行い, スタンダードの加重平均値として年代測定を算出した. これらの年代はスタンダードで示されている標準年代と誤差 (2σ) の範囲で一致している. 各試料の測定結果は次の通りである. 試料の中で最も下位にある寺泊層のFaには細長く小さい結晶が多くレーザー照射で破損するジルコンが多かったが, 残った10粒子による測定値をコンコーディア図及びヒストグラム図による加重平均年代として 9.80 ± 0.51 Ma を算出した. KaはFaより約30m上位にあり, 硬質凝灰岩であったがジルコンを多く含んでいた. その中から20粒子を選び, 照射を行って得られてデータ値の中でディスコンコーディア粒子やヒストグラム図から明らかに異質粒子とみなされた粒子を除外して得られた年代として 8.50 ± 0.5 Ma を算出した. Yotはシルト質凝灰岩で短柱状結晶が多くヒストグラムにより異質粒子を除去して20粒子による加重平均から 7.58 ± 0.63 Ma を算出した. Nzは寺泊層最上部にある砂質凝灰岩でジルコンの量が少なく色調, 形状をもとに明らかな異質粒子を外し, 残りの粒子の内コンコードナント粒子の加重平均により 6.89 ± 0.32 Ma を算出した. Ndpは椎谷層の最下部にあり, 寺泊層と椎谷層との境界に位置する砂質凝灰岩で短柱状のジルコンが多かったが, それと形状, 色調が違う異質粒子も含まれていた. そのうち一次的と思われるジルコン20粒子のデータ分析からディスコンコードナント粒子などの粒子を取り除き残りの粒子の加重平均の年代測定値として 6.47 ± 0.32 Ma を算出した. Haは椎谷層中部に含まれるパミス質酸性凝灰岩で鮮やかな濃桃色及び長柱状の特徴的なジルコンを多く含んでいる. その中から25粒子を処理したが, 年代のばらつきも少なくコンコードナントなデータがほとんどで精度の高い年代として

5.05 ± 0.31 Ma を算出した. Znpは西山層最下部にある最大10cmのパミスを含む酸性質凝灰岩で色調の違う二つのグループよりなるジルコンを含んでいる. 分析によるコンコーディア図及びヒストグラムからも二つのグループが見られ, 古い年代を示す粒子を二次的粒子と判断してデータから外し, 新しい年代を示す10粒子による 3.75 ± 0.22 Ma を算出した. Hapは西山層中部にある厚いパミス質凝灰岩で長柱状の形状で濃桃色を呈するジルコンを多く含む. このジルコンは今まで処理した試料の中で最も高いウランの含有量 (700 ppm) を示し, 他の凝灰岩との対比に役立っている. このジルコンから30粒子を処理した結果, ほとんどのジルコンはコンコードナントな年代を示している. この年代測定値が $2.2 \sim 2.5$ Ma の範囲内に入り, コンコーディア図, ヒストグラムからも精度の高い年代を示し加重平均年代として 2.32 ± 0.08 Ma が算出された. Tspは西山層上部にあるパミス質凝灰岩で淡桃色を呈するジルコンが多く含まれていた. 30粒子を照射処理したがその内10粒子がヒストグラムにより異質粒子と考えられ除去した. 残りのジルコンでコンコードナント粒子の加重平均値により 2.18 ± 0.22 Ma を産出した. Ngmは西山層の最上部のゴマシオ状凝灰岩で特徴的な淡濁オレンジ色のジルコンが多く含まれている. 長柱状の大きい結晶を30粒子処理したが, 半分近くがディスコンコーディア粒子と見なされ, 残り粒子の年代を加重平均値として 1.86 ± 0.94 Ma を算出した. Izは灰爪層の下部に含まれるパミス質凝灰岩で長柱状の無色に近い淡桃色ジルコンを多く含んでいた. 30粒子を処理したが年代値が大きくばらつき異質粒子半数近くあった. 残りの粒子の中にディスコンコードナント粒子が含まれ12粒子から 1.55 ± 0.044 Ma が算出された. Zrは灰爪層上部の厚いパミス質凝灰岩で長柱状無色透明

なジルコンと特異な形状をしている双晶ジルコンが見られた。これらジルコンを30粒子処理したが長柱状ジルコンはヒストグラムからみて明らかに古いディスコンコードント粒子が多く除外された。双晶ジルコンはほとんどが予想される年代を示しコンコードント粒子と見られジルコンの加重平均年代として $1.17\pm 0.11\text{Ma}$ を算出した。他に長岡市小国町芝又川ルートでの魚沼層の凝灰岩の年代測定結果については同じようにコンコードント図、相対確率分布図及びヒストグラムなどから加重平均値として算出した年代は次の通りである。SK110は $1.54\pm 0.10\text{Ma}$ 、SK100は $1.54\pm 0.10\text{Ma}$ 、SK030は $1.16\pm 0.11\text{Ma}$ である。

考察とまとめ

今回の実験で、魚沼層～寺泊層に含有する15枚の凝灰岩に含まれていたジルコンのU-Pb法による年代測定を行った(図1)。得られたU-Pb年代と今まで報告されてきたFT年代、有孔虫、ナンノ石や古地磁気などによる標準序層の寺泊層、椎谷層、西山層などの堆積時期及び各地層の境界年代についてそれまで考えられてきた年代との相違が明らかになった。西山・中央油帯地域では、今まで寺泊層と椎谷層との境界年代を 5.2Ma 、椎谷層と西山層との境界を 3.6Ma 、西山層と灰爪層との境界を 1.7Ma と考えられてきた。しかし寺泊層と椎谷層との境界近くにあるNdpの示す年代から両者の境界年代は 6.6Ma と推定される。また西山層の下部に含まれているZnpの年代から椎谷層と西山層の境界年代は 4.0Ma と考えられる。また西山層と灰爪層の境界年代はNgmの年代から 1.8Ma が境界年代と考えられる。これらの得られた年代から、今までより全体的に約 $1.4\sim 0.1\text{Ma}$ 古くなった事が分かった。この事より、西山・中央油帯地域での寺泊層の堆積時間は約500万年、椎

谷層は260万年、西山層は220万年と考えられる。なお、この地域での魚沼層は灰爪層とほぼ同時異相と考えられ、長岡市小国町地域での魚沼層の堆積年代は 1.1Ma と考えられる。なお、西山・中央油帯地域での灰爪層に含まれているIzとZrは長岡市小国町地域では魚沼層に含まれるSK100、SK030の測定値がほぼ一致している事と特異な鉱物を含有していることよりIzはSK100、ZrはSK030と同一の凝灰岩であることが推察される。ただし、Ngmは西山・中央油帯地域西山層中に含まれるが、長岡市小国町地域では魚沼層のSK110より少し下位にありSK130より上位にあると予想される。なお、西山層に含まれる凝灰岩から考えて新潟県内での鮮新世-更新世の境界は西山層中のHapの少し下位にあると

年代 Ma	地質 時代	地層名	西山・中央油帯	長岡市小国町	
			凝灰岩名 U-Pb 年代 (Ma)	凝灰岩名 U-Pb 年代 (Ma)	
1	第 四 紀	中期 前 期	魚 沼 層	Zr-----1.17	SK030----1.16 SK100----1.52 SK110----1.54
				Iz-----1.58	
2	第 四 紀	灰 爪 層	西山 層	Ngm----1.85	西山層上層は 1.8Maと推定され る
				Tsp----2.16	
				Hap----2.34	
3	第 三 紀	後 期	西山 層	Znp----3.75	西山層中に P-P 境界(2.6Ma)があ ると推定される
4	第 四 紀	前 期	西山 層	Znp----3.75	西山層と椎谷層と の境界は 4.0Ma と推定される
5	第 三 紀	中 期	西山 層	Ndp--6.57	椎谷層と寺泊層と の境界は 6.6Ma と推定される
6	第 四 紀	後 期	西山 層	Nz----6.89	椎谷層と寺泊層と の境界は 6.6Ma と推定される
7	第 三 紀	前 期	西山 層	Yot----7.58	椎谷層と寺泊層と の境界は 6.6Ma と推定される
8	第 四 紀	中 期	西山 層	Ka----8.42	椎谷層と寺泊層と の境界は 6.6Ma と推定される
9	第 三 紀	後 期	西山 層	Fa----9.80	椎谷層と寺泊層と の境界は 6.6Ma と推定される

図1. 新潟県地質層序図及び各凝灰岩のU-Pb年代。

推定される。今後の課題として寺泊層の下位にある七谷層との境界年代を調べるため七谷層に含有する凝灰岩の採取と分析を進めていきたい。

引用文献

宮下美智夫・三梨昂一(1974):寺泊地区の地質層序について。地質調査所報告,vol.

250-1,51-66

黒川勝己(1999b):新潟地域における七谷層～魚沼層群の火山灰序層。石油技術協会誌,vol.64,89-93

黒川勝己・坂井一(2001)新潟県小国町芝ノ又ルート of 魚沼層群の火山灰。新潟大学教育人間科学部研究紀要,3,73-119