

# 島根半島に分布する中新世火砕岩のジルコンとFT年代 大平寛人\*

## Zircon crystals and fission track ages from Miocene pyroclastic rocks in Shimane Peninsula, SW Japan Hiroto Ohira\*

\* 島根大学総合理工学研究科地球資源環境学領域 Department of Geoscience, Shimane University.

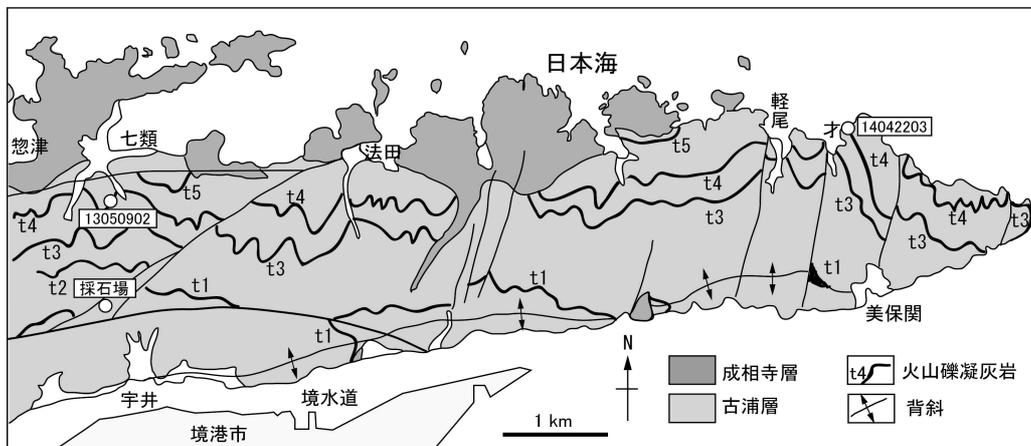
### はじめに

島根半島に分布する中新統は、下位から古浦層、成相寺層、牛切層、古江層、松江層に分けられる(鹿野・吉田, 1985)。古浦層はその直上に黒色泥岩などを含む海成の成相寺層が堆積することから、日本海形成に関連する重要な地層とされ、これまで挟在する火砕岩を含めた堆積環境の復元が試みられている(Kano, 1990; Sakai et al., 2013)。しかし古浦層の堆積年代については完全には解明されていない部分もある。そこで今回古浦層の上部に胚胎する火砕岩に含まれるジルコンの特徴およびFT年代について検討したので報告する。

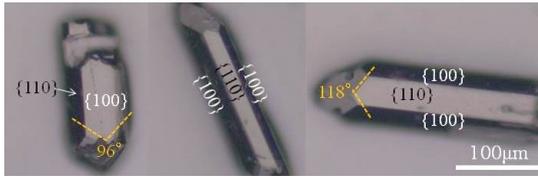
### 研究背景

古浦層の堆積年代は、阿仁合型植物群の産出や挟在する火砕岩のFT年代などから

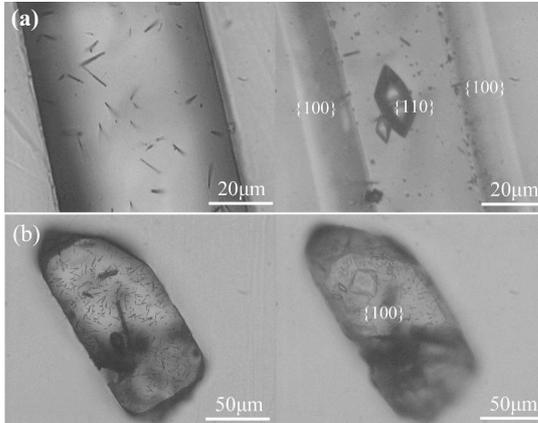
20Ma前後と推定されている(鹿野ほか, 1991)。また、古浦層の上位の成相寺層の堆積開始年代については、植物化石や花粉の既往研究をもとに20~18Maまたはそれ以降とするのが妥当とされている(鹿野ほか, 1994)。一方古浦層の上位の成相寺層から牛切層の浮遊性有孔虫化石年代がBlowのN8~N9を示すことや(野村, 1986)、全体的な層厚の検討などから、古浦層と成相寺層との境界を便宜的に16.5Maとする見解もある(高安ほか, 1992)。このように島根半島の古浦~成相寺層の堆積年代については一部検討の余地が残されている。近年の古浦層の詳細な堆積層解析によれば、古浦層の下部は主に河川~淡水湖の堆積環境を示すのに対し、上部は浅い汽水湖の堆積環境を示し、リフト盆地形成初期の海の浸入に起因して形成された可能性が高いと



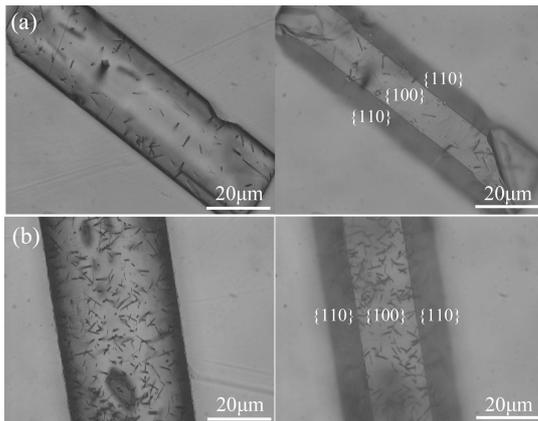
第1図 試料採取地点 (地質図は鹿野・中野, 1985による)



第2図 七類地域の試料に含まれるジルコンの形態



第3図 七類地域のジルコン（表面と裏側の様子）．年代測定された粒子（a）と碎屑粒子（b）



第4図 才地域のジルコン（表面と裏側の様子）．年代測定された粒子（a）と碎屑粒子（b）

される (Sakai et al., 2013)．古浦層に挟在する5つの火砕岩 (t1～t5) の岩石学的特徴や連続性については詳細な検討がなされている (鹿野ほか, 1991)．一方それらの分布や一部相互関係については異なる見解も報告されている (Sakai et al., 2013)．

### 試料およびジルコン

島根半島の七類地域および才地域に分布する火砕岩のうち古浦層の上部に挟在する火山礫凝灰岩を対象とした．試料採取に際

しては鹿野・中野 (1985) による地質図を参考とした (第1図)．

七類地域の火砕岩 (試料番号13050902) は七類-宇井間の旧道沿いのt4火砕岩から採取した．なお, この試料はSakai et al. (2013)ではt5に対比される．層厚は約20mで径約5mmの安山岩礫を豊富に含む火山礫凝灰岩である．下部では塊状で上部ではラミナが発達する傾向がある．試料は凝灰岩の上部から採取した．変質が進んでおり, 安山岩片のほか斑晶として石英, 斜長石および粘土化した矩形の有色鉱物 (黒雲母) を含む．基質は細粒で, 一部に石英に交代したグラスシャードが認められ, 炭酸塩鉱物へ交代した部分もある．

才地域の火砕岩 (試料番号14042203) は才地域海岸部のt4火砕岩上部から採取した．この試料はSakai et al.(2013)においてもt4として対比されている．層厚は9m以上で野外では全体に淡緑色を呈する．径約1cmの白色流紋岩片や微細な泥岩片を含み, まれに下位の砂岩を取り込んでいる．鏡下では火山岩片, 砂岩片のほか石英, 斜長石, および変質した黒雲母を斑晶として含む．基質は細粒で弱いラミナを呈する．

碎屑岩片由来のジルコンの混入を避けるため, ジョークラッシャーの刃の間隔を約1cmに調整し粉碎した後, 重液分離によってジルコンを抽出した．はり光沢を有する粒子の多くは柱面に{100}と{110}が発達するタイプで (第2図), 才地域のジルコンでは粒径が小さくより長柱状である．ジルコン結晶形態は主に錐の角度を基準に判別した (例えば, Pupin, 1985; Hayashi and Shinno, 1990)．なお才地域t4 (14042203) の下位に位置するt3火砕岩はジルコン含有量が極めて少なく, さらに破片状または円磨された粒子も含まれ年代測定に適さないと判断された．

第1表 年代測定結果

Sample Name	No. crys.	$\rho_s$ (Ns) ( $\times 10^6/\text{cm}^2$ )	$\rho_i$ (Ni) ( $\times 10^6/\text{cm}^2$ )	$P(\chi^2)$ %	$\rho_d$ (Nd) ( $\times 10^5/\text{cm}^2$ )	r	U ppm	Age(Ma) ( $\pm 1\sigma$ )
13050902 七類 t4	26	1.0913(723)	2.6083(1893)	99.8	2.1741(7150)	0.98	161.9	16.6 $\pm$ 0.8
14042203 才 t4	32	1.0993(974)	2.4357(2158)	50.5	2.0743(8220)	0.94	154	17.4 $\pm$ 0.7

Dating was carried out by the external detector method and internal crystal surface was used. Ages were calculated using dosimeter glass NIST-SRM612 and samples were irradiated at pneumatic tube of graphite facility (Tc-pn) of Kyoto University Reactor (KUR). Zeta value 367.1 $\pm$ 4.1 (Ohira, 2004) was used.  $\rho$ =track density; N=total number of tracks counted; s for spontaneous, i for induced and d for dosimeter;  $P(\chi^2)$ =probability of obtaining  $\chi^2$  value for  $\nu$  degrees of freedom (where  $\nu$ =number of crystals-1) (Galbraith 1981); r=correlation coefficient between  $\rho_s$  and  $\rho_i$ ; U=average uranium content.

### 年代測定実験と結果

実体鏡下ではり光沢を有し結晶面が清浄な粒子について年代測定を行った。実験は大平 (2004) および大平寛人・永井淳也 (2004) に従った。エッチングはNaOH-KOH共融体 (225°C) (Gleadow et al., 1976) で約43時間行った。中性子照射は京都大学原子炉実験所の原子炉 (KUR) の黒鉛設備圧気輸送管 (Tc-pn) にて行った。年代値の計算にはTrakkey (Dunkle, 2002) を使用した。

エッチング後のジルコン研磨面が清浄でFTが明瞭な粒子は凝灰岩の噴出に伴う本質ジルコンと考えられる (第3図(a)および第4図(a))。それらはFT密度が高いために計測できない碎屑粒子 (第3図(b)および第4図(b)) とは明瞭に区分される。計測された粒子は柱面に{110}と{110}が出現するタイプである。

得られた年代値を第1表に示した。七類地域の t4 (13050902) から16.6 $\pm$ 0.8Ma, 才地域 t4 (14042203) から17.4 $\pm$ 0.7Maが得られた。両者の年代中央値には0.8Maの開きがあるが誤差範囲は重なる。なお当初はり光沢の顕著なジルコンのみを取り出して実験に供したが、エッチングによるFTの出現状況、FT密度および自発・誘発FT密度比から、碎屑ジルコンと判断される粒子は多い。前者では94粒子中14粒子が、後者では

153粒子中52粒子が計測に適さない碎屑粒子であった。

### 考察

#### 1. FT年代値の意味

古浦層上部に胚胎する火砕岩のFT年代値、16.6 $\pm$ 0.8Ma (七類地域) および17.4 $\pm$ 0.7Ma (才地域) は、概ね火砕岩の堆積年代を示すと考えられる。はり光沢を有し一様な形態を示すジルコン粒子群を計測に用いており、またカイ二乗検定に合格していることによる (第1表)。まとまりのよい年代粒子群からなることは各種粒子プロットからも確認している。既報の古浦層のFT年代値 (鹿野・吉田, 1984) は手法標準化以前のデータではあるが、ヒストグラムにおける個々の粒子の年代幅が約10Ma~40Maと幅広いこと、一部バイモーダルな分布を示すことなどから、碎屑ジルコンの混入の影響を含む見かけ年代である可能性を示唆する。

前述したように、今回はり光沢を有する自形結晶のみを実験対象としたが、才地域の試料では約1/3の粒子がFT密度が高い (古い時代の) 碎屑ジルコンであった。七類地域の碎屑ジルコンは柱面が{110}からなり、柱面が{110}と{100}からなる本質ジルコンとは明らかに区分される (第3図)。しかしながら才地域の試料では柱面が{110}と

{100}からなるジルコンも碎屑粒子として含まれる(第4図(b))。このような試料の場合、実体鏡下で認められるはり光沢などのジルコン表面の特徴に加えて、エッチング後のFT密度やジルコンの結晶形態を考慮するなどして碎屑ジルコンの影響を最小限に抑える工夫が必要である。

## 2. 産出化石との関連

才地域のt4 (17.4±0.7Ma) よりも上位に位置する地層から、Liquidamber sp (フウの木) などの台島型植物群や Spirematospermum (ショウガ科の植物) などが産出し、暖温帯～亜熱帯の温暖な気候が示唆されている(西村ほか, 2015)。一般に台島型植物群は18Maよりも若い地層に産する 경우가多いとされ(植村, 1989)、これら産出化石とFT年代とは調和的ともいえる。一方、七類地域のt4 (16.6±0.8Ma) の下位に位置する採石場(第1図)からは *Metasequoia occidentalis* (メタセコイヤ) などの阿仁合型植物群に相当する化石が産出する(西村ほか, 2015)。阿仁合型植物群は一般に20Maよりも古い地層に産出する 경우가多いとされる(植村, 1989)。両地点の直交層厚が350m程度あることを考慮すると、堆積速度によっては必ずしも矛盾するとは言いつれないが、FT年代値と産出化石から予想される年代との開きは大きい。Ogasawara et al. (2003) は、主に東北日本の中新統に産する軟体動物や海洋脊椎動物化石の特徴から、前期中新世の気候変動を検討した。それによれば22Ma以前の温帯期から15-16Maの熱帯-亜熱帯に至る気候変化の過程で、18.5Ma頃に短い期間ではあるが、北方からの海の進入による冷温帯～温帯の要素が広範囲に存在したと述べている。メタセコイヤなどの植物化石がそのような時代にも生息していた可能性を示唆するのもかも

しれない。これら植物化石と古浦層中～下部の年代との関連については今後明らかにする必要がある。

## まとめ

島根半島の中新統古浦層上部に胚胎する火砕岩のFT年代値として16.6±0.8Maおよび17.4±0.7Maが得られた。ジルコンの結晶形態などの特徴から碎屑粒子の混入による影響は少なく、火砕岩の堆積年代を示しているものと考えられる。産出する植物化石とも大きくは矛盾するものでない。

## 参考文献

- Dunkle, I. (2002) Trackkey: a windows program for calculation and graphical presentation of fission track data. *Computer & Geosciences*, 28: 3-12.
- Galbraith, R.F. (1981) On statistical models for fission track count. *Math. Geol.*, 13: 471-478.
- Gleadow, A.J.W., Hurford, A.J. and Quaife, R.D. (1976) Fission track dating of zircon: improved etching techniques. *Earth. Planet. Sci. Lett.*, 33: 273-276.
- Hayashi M. and Shinno I. (1990) Morphology of synthetic zircon crystals doped with various elements. *Mineral. J.*, 15, 119-128.
- Kano K. (1990) An ash-flow tuff emplaced in shallow water, Early Miocene Koura Formation, southwest Japan. *Jour. Volcanol. Geotherm Res.*, 40, 1-9.
- 鹿野和彦・山内靖喜・高安克己・松浦浩久・豊 遙秋 (1994) 松江地域の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 126p.
- 鹿野和彦・武内圭史・松浦浩久 (1991) 今市地域の地質。地域地質研究報告 (5万分

- の1地質図幅), 地質調査所, 79p.
- 鹿野和彦・中野 俊 (1985) 美保関地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 28p.
- 鹿野和彦・吉田史郎 (1985) 境港地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 57p.
- 鹿野和彦・吉田史郎 (1984) 島根半島中・東部新第三系の放射年代とその意義. 地調月報, 35, 159-170.
- 西村友志・矢部 淳・入月俊明・河野重範・松原尚志 (2015) 松江市美保関町の下部中新統古浦層上部から産出した化石群集. 日本古生物学会年会・総会プログラム要旨集 (P41), 56p.
- 野村律夫 (1986) 島根半島中央部中新統の地質-その1 層序について-. 地質学雑誌, 92, 405-420.
- 大平寛人 (2004) 埼玉県比企丘陵および荒川河岸に分布する第三紀中新世凝灰岩のFT年代, 関東山地北東縁部の中新統一層序・構造・年代・動物群・鍵層・変質一. 地団研専報, 52: 51-65.
- 大平寛人・永井淳也 (2004) 放射年代学 (FT法) 入門, 地球科学, 58: 185-189.
- Pupin J.P. (1985) Zircon and granite petrology. *Contrib. mineral. petrol.*, 73, 207-220.
- Sakai T., Furukawa A. and Kawano S. (2013) Stepwise environmental changes in the lower Miocene Koura Formation, southwest Japan, associated with Japan Sea evolution. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 119, 285-299.
- 高安克己・山崎博史・上田哲郎・赤木三郎・松本俊雄・野村律夫・岡田昭明・澤田順弘・山内靖喜・吉谷昭彦 (1992) 山陰地方の中新統層序と古地理. 地質学論集, 37, 97-116.
- 植村和彦 (1989) 環日本海地域のグリンタフ下部層の比較層序. 古植物と古地理学的意味. 昭和63年度科研費補助金 (一般(C)) 成果報告書, 41p.
- Ogasawara K., Ugai H. and Kurihara Y. (2003) Short-term early Miocene climatic fluctuation in the Japanese Islands. RCPNS 46 -8th International Congress on Pacific Neogene Stratigraphy, Chiang Mai 2003, 181-190.