山崎博史*・雁沢好博**：隠岐島後第三系，郡累層および油井累層の
フィッション・トラック年代***

Hirofumi YAMASAKI* and Yoshihiro GANZAWA** : Fission track ages of the Tertiary Kori
and Yui Formations in Dogo, Oki Islands, West Japan***

隠岐島^{とうき}後は，日本海南西部の島嶼の中で最も大きな島の一つであり，日本海域の地質を明らかにするうえで極めて重要な基礎資料を提供してきた。しかし，この島の第三系の地質層序を確立するための年代論に関するデータは，必ずしも十分には得られていない。このたび，筆者らは，生層序学的研究が困難な火山岩類を主体とする3層準についてフィッション・トラック年代(以下，FT年代)を測定した。その結果と本島の第三系の層序に関する再検討について報告する。

層序の概要

隠岐島後の地質は，TOMITA(1936)によって初めてその全体像が明らかにされたが，新生界の層序に関しては，最近，大久保・高安(1980)による*Miogypsina*の発見を契機として詳しい再検討がすすめられつつある(鳥居，1984；山崎，1984；石田，1985)。

それからの成果によると，新生界は，変成岩類・花崗岩類からなる基盤岩類を不整合に覆ってひろがり，上・下に大きく2分される(第1図)。下部はいわゆるグリーンタフの岩相を呈する火山岩類や砕屑岩類からなり，上部は主にアルカリ火山岩類からなる。これらのうち本論で再検討される下部は，さらに，下位より時張山^{ときばりやま}，郡^{くみ}，久見^{くみ}，油井^{あぶらい}および都万^{つむぎ}の5累層に区分され，それらの層位関係は，被覆層のため直接観察できない場合も多いが，すべて不整合と考えられている(山崎，1984；石田，1985)。

各累層の岩相および層位関係の概要は以下のとおりである。時張山累層は主として安山岩質～流紋岩質の火山岩・火山砕屑岩よりなり，砂岩泥岩互層を挟む。郡累層は，4部層からなり，小路凝灰岩層(砂質酸性凝灰岩を主体とし軽石凝灰岩，礫岩を挟む)，玄武岩層(溶岩およ

び火砕岩)，大津久礫岩層(円磨された中～大礫岩および砂岩)および平凝灰岩シルト岩互層(細粒凝灰岩・軽石凝灰岩・シルト岩の互層で，細礫岩および砂岩を伴う)とよばれている。久見累層は主に中粒砂岩からなる久見砂岩層，一般に均質な泥岩・珪藻質泥層からなる歌木泥岩層，および塊状の珪藻土を主体とする飯山珪藻土層よりなり，後者は同時異相と考えられている(山崎，1984)。油井累層は主としてアルカリ火山岩類により構成され，下位から，那久崎アルカリ玄武岩，油井礫岩，

第1図. 隠岐島後地質略図 [日本の地質『中国地方』編集委員会編(1987)を簡略化] および年代測定試料採取位置図。

試料採取位置図1および2・3は，それぞれ国土地理院発行1:25,000地形図「都万」および「西郷」の一部を使用した。

1989年5月11日受付。1989年6月26日受理。

* 広島大学理学部地質学鉱物学教室。Institute of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Hiroshima University, Hiroshima, 730 Japan.

** 北海道教育大学函館分校地学教室。Institute of Earth Science, Hakodate College, Hokkaido University of Education, Hakodate, 040 Japan.

*** 日本地質学会西日本支部第115回例会(1988, 山口)にて一部講演。

ながおだ 長尾田粗面安山岩およびみさき 御崎粗面岩の4部層に区分される。これらは整合一連の堆積物であるが、那久崎アルカリ玄武岩層と油井礫岩層、および油井礫岩層と長尾田粗面安山岩とは、それぞれ一部で指交する(石田, 1985)。那久崎アルカリ玄武岩層は、アルカリ玄武岩質溶岩および火砕岩、凝灰質砂岩により構成され、一部で軽石凝灰岩を挟在する。油井礫岩層は火山円礫岩や凝灰質砂岩よりなる。長尾田粗面安山岩層および御崎粗面岩層はそれぞれ、粗面安山岩質および粗面岩質の溶岩・火砕岩からなり、後者は一部に弱溶結した火砕岩を伴う。都万累層は、かまや 釜谷砂岩層および中里凝灰質砂岩層に区分され(角館, 1988)、主に、前者は塊状中粒砂岩、後者は成層した凝灰質中粒砂岩よりなる。

年代測定試料

本島に分布する新生界の下部は、上部のアルカリ火山岩類によって広く被覆されているためにその露出域は散在しており(第1図)、野外でそれらの層序関係や連続性を直接確認することは困難な場合が多い。このような地質状況下で編まれた層序をより確かにするためには、化石年代や放射年代に関するデータが有効な手がかりとなると考えられ、郡累層の下部および上部そして油井累層の最下部の3地点(第1図)で採取した試料についてFT年代測定を行った。これらの測定にあたって、2層準を選択した理由は、郡および油井累層がいずれも主に火山岩類からなるために生層序学的方法による年代決定が困難であること、しかも、これまで年代測定が行われていないことなどから、本島の新生界の層序および年代を決定する上で重要なデータが得られるであろうと考えたからである。

試料 SI-1 は郡累層下部、小路凝灰岩層中に挟在される塊状の流紋岩質火山礫凝灰岩であり、主に斜長石、石英、黒雲母の鉱物片および軽石片により構成され、異質あるいは類質岩片として安山岩や流紋岩の細礫をわずかに含むことがある。

試料 SH-1 は郡累層最上部、平凝灰岩シルト岩互層中の成層した未変質の細粒酸性凝灰岩軽石密集部であり、異質片をほとんど含まない。

試料 TN-1 は、油井累層最下部、那久崎アルカリ玄武岩中に挟在される塊状の安山岩～デイサイト質軽石凝灰岩である。斜長石、石英(希)およびごく少量の細粒の有色鉱物などの鉱物片のほかほとんど淡緑～灰色を呈する本質物質からなり、まれに径数 mm の玄武岩および片麻岩の岩片を含んでいる。また、本試料は、X線回折によれば、変質鉱物としてスメクタイト(モンモリロ

第1表. 郡累層と油井累層のフィッシュ・トラック年代。

Sample code	Ns ($\times 10^6 \text{cm}^{-2}$)	Ni ($\times 10^6 \text{cm}^{-2}$)	Φ ($\times 10^{14}$)	Ns/Ni	Age (Ma)	N	Ani.	r	U (ppm)
TN-1	0.96(1339)	0.56(747)	1.90	1.82	13.7 ± 0.7	15	0.81	0.85	147
SH-1	2.00(1490)	1.03(745)	1.91	2.04	14.6 ± 0.7	17	0.86	0.93	269
SI-1	2.48(2128)	0.83(698)	1.83	3.14	21.2 ± 1.0	20	0.81	0.70	225

Ns: 自発核分裂トラック密度(実測トラック数),
Ni: 誘発核分裂トラック密度(実測トラック数), Φ : 熱中性子フルエンス(neutrons/cm²), N: 測定粒子数, Ani.: 自発核分裂トラック検出効率, r: 相関係数, U: ウラン含有量(ppm).

ナイト), モルデン沸石および方沸石を生じている。

測定方法

FT年代測定は、岩石試料から分離したジルコンを利用し、外部ディテクター法(GLEADOW *et al.*, 1976)により行った。測定の手順は雁沢(1987)によった。ジルコンのエッチングは、NaOH+KOHの共融エッチャントにより、220°Cの条件で30～40時間行い、外部ディテクターには白雲母を用いた。熱中性子照射は、武蔵工業大学原子力研究所のTRIGA II型原子炉照射溝で行った。壊変定数(λf)として $\lambda f = 6.85 \times 10^{-17} \text{a}^{-1}$ (FLEISHER & PRICE, 1964)、熱中性子フルエンス決定係数Bは $B_{th} = 7.45 \times 10^9$ を採用した結果、 ζa 値(HURFORD & GREEN, 1983)として387.0が得られた(本多ほか, 1987)。この値を本論の年代計算に採用した。また年代誤差は、自発核分裂トラック数、誘発核分裂トラック数、標準ガラス外部ディテクター(白雲母)のトラック数の1 σ で示した。なお、雁沢ほか(1988)では、標準年代試料のFish Canyon Tuffから ζb として、385.5が得られている。

結果および考察

測定結果は、郡累層のSI-1およびSH-1がそれぞれNs/Ni=3.14(21.2 ± 1.0 Ma), Ns/Ni=2.04(14.6 ± 0.7 Ma)、および油井累層のTN-1がNs/Ni=1.82(13.7 ± 0.7 Ma)である(第1表)。SI-1の年代は、相関係数(Ns-Ni)が0.70とややばらつきがみられ(第2図)、また異質岩片由来のジルコンの存在も推定されるため、測定試料の噴出年代より古い可能性がある。SH-1の年代は、異質岩片由来のジルコンを含む可能性は少なく、Ns-Ni=0.93でよく集中しており、試料の噴出年代を示すと言える。TN-1の年代は、Ns-Ni=0.85と集中は良好で噴出年代を示していると考えられ

第2図. 年代測定試料のNs(自発核分裂トラック, ジルコン)—Ni(誘発核分裂トラック, 白雲母)の相関図.

る.

上記の FT 年代と既存の年代データをもとにして, 隠岐島後の第三系下部の層序・地質時代の試案を第3図に示した.

時張山累層および郡累層はいわゆるグリーンタフ相を示し, 前者から *Fagus*, *Hemitrapa* などの阿仁合型フローラ, 後者からは *Comptonia*, *Liquidamber* などの台島型フローラに相当する植物化石(梅原, 1983)や *Viviparus* などの淡水貝化石(大久保, 1981)を産出することなどから, 両層は合わせて山陰西部の波多累層に対比され, 下部中新統と考えられてきた(山崎, 1984). しかし, これらのうち時張山累層からは, 鹿野・中野(1985)によって 26.0 ± 4.2 Ma という FT 年代が報告され, 同累層の地質時代は漸新世とされるようになった. これに対して, このたび郡累層下部の小路凝灰岩層(SI-1)より得られた 21.2 ± 1.0 Ma という年代は, 上述したこの年代値に関する問題を考慮にいれても, 岩相・植物化石に基づいて推定された時代(前期中新世)と調和的であるといえる. また, この年代値は, 上記の時張山累層の時代に関する鹿野・中野(1985)の主張と矛盾しない.

次に郡累層と上位の久見累層との年代について考察する. 両累層の関係は被覆層のため不明であるが, 中村川左岸において平凝灰岩シルト岩互層が久見砂岩層を欠い

第3図. 隠岐島後新生界下部の層序.

フィッション・トラック(FT)年代のうち, *は鹿野・中野(1985), その他は本研究による. 岩相および化石の出典は本文中に説明されている.

φ: 植物化石(A: 阿仁合型フローラ, D: 台島型フローラ), ♂: 有孔虫化石(Mg: *Miogypsina*, Op: *Operculina*, N7-N9: 浮遊性有孔虫), ♀: 貝化石(K: 門ノ沢フォナ, S: 塩原フォナ, Y: 耶麻フォナ, OM: 大桑一万願寺フォナ).

て久見累層上部の歌木泥岩層に覆われると判断されることから, 不整合と推定されている(山崎, 1984). 郡累層の生層序学的データについてはすでに述べたとおりであるが, 筆者らによる FT 年代測定結果からはほぼ

21-15 Ma の年代範囲を考えることができる。一方、久見累層は、上限については不明な点もあるが、1)久見砂岩層から *Miogypsina* および *Operculina* (大久保・高安, 1980), N7~N9 の浮遊性有孔虫化石(多井・加藤, 1980)および門ノ沢フォーナに相当する東院内フォーナの貝化石(OKUBO & TAKAYASU, 1979)が産出し、2)飯山珪藻土層中には 15~14 Ma と考えられる *Denticulopsis hustedtii* の初産出層準(第3図の◀ *Denticulopsis hustedtii* B.) が認められる(谷村・斎藤, 1986)ことから、ほぼ 16-14 Ma の年代範囲が推定される。異なる手法によって得られた年代を比較することには多少問題はあろうが、上述した年代範囲から判断すると、郡累層と久見累層との間の不整合の示す時間間隙は大きくはなかったものと推定される。

油井累層に関しては、最下部の那久崎アルカリ玄武岩層より、 13.7 ± 0.7 Ma という FT 年代を得た。この測定結果に従えば、油井累層の火山岩類は、上述した 16-14 Ma の年代範囲を示す久見累層に連続して堆積した火山噴出物ということになる。油井累層は玄武岩類を主とする特有の岩相をもっていることやそのほとんどは独立して露出していることと関連して、これまでその層準を層序学的に確定することは困難であった。本論では、初めて得られた上述の年代データに依拠して、山陰西部との岩相対比から後期中新世と考えられてきた(石田, 1985)本累層の時代を、第3図に示すように中期中新世に対比した。本累層の時代に関しては、今後、上限の問題も含め測定値を増やすこと、さらに火山岩類の K-Ar 年代測定などによるクロスチェックを行うことが必要であろう。

久見累層を不整合に覆う都万累層の貝化石群集は、全体として、塩原一耶麻型から大桑一万願寺型への移行期の群集と判断され、その時代は後期中新世~鮮新世初期と考えられている(角館, 1988)。

本報告では、新たに得られた FT 年代測定結果に既存の年代データを加えて、隠岐島後の新生界下部の層序および地質年代に関する試案を示した。現在、隠岐島後に分布する新生界下部の岩相層序および地質構造の全般的な解析をすすめているが、今後は、それらとも総合して、隠岐島後および周辺海域における新生代地史を明らかにしていきたい。

謝辞 本研究を行うにあたり、広島大学の沖村雄二教授、島根大学の山内靖喜助教授には原稿の詳しい校閲を

含めて懇切な御教示をいただいた。また、島根大学の高安克己助教授には種々の御助言と御援助を賜り、武蔵工業大学原子力研究所の野崎徹也助教授、本多照幸氏には研究に対する御便宜をはかっていただいた。以上の方々には深く感謝いたします。

文 献

- FLEISHER, R. L. and PRICE, P. B., 1964: Decay constant for spontaneous fission of U-238. *Rhys. Rev.*, **133**, B 63-B64.
- 雁沢好博, 1987: 東北日本弧内帯の白亜紀—第三紀火山岩のフィッション・トラック年代—奥尻島・男鹿半島・朝日山地—。地質雑, **93**, 387-401.
- ・本多照幸・野崎徹也, 1988: フィッション・トラック年代測定における熱中性子フルエンスの絶対測定とその応用。地球科学, **42**, 137-146.
- GLEADOW, A. J., HURFORD, A. J. and QUARF, R. D., 1976: Fission track dating of zircon: improved techniques. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **33**, 273-276.
- 本多照幸・雁沢好博・野崎徹也, 1987: フィッション・トラック年代測定における熱中性子フルエンスの絶対測定。地球科学, **41**, 281-289.
- HURFORD, A. J. and GREEN, P. F., 1983: The zeta age calibration of fission-track dating. *Isotope Geoscience*, **1**, 285-317.
- 石田英明, 1985: 隠岐島後西部におけるアルカリ火山岩類の層序。島根大地質学研報, no. 4, 69-79.
- 角館正勝, 1988: 隠岐島後都万地域の新第三系貝化石群集。島根大地質学研報, no. 7, 99-112.
- 鹿野和彦・中野 俊, 1985: 山陰地方の新第三系の放射年代と対比について。地調月報, **36**, 427-438.
- 日本の地質『中国地方』編集委員会編, 1987: 日本の地質 7 中国地方。290 p., 共立出版, 東京。
- 大久保雅弘, 1981: 隠岐・島後の中新統化石層。島根大理紀要, **15**, 125-137.
- OKUBO, M. and TAKAYASU, K., 1979: Discovery of middle Miocene molluscs at Kumi, Dogo, Oki Islands. *Mem. Fac. Sci., Shimane Univ.*, **13**, 121-130.
- 大久保雅弘・高安克己, 1980: 隠岐より *Miogypsina* の発見。地質雑, **86**, 37-39.
- 多井義朗・加藤道雄, 1980: 隠岐島後産 *Miogypsina* とそれに伴う小型有孔虫化石群。日本地質学会第 87 年学術大会講演要旨, 79.
- 谷村好洋・斎藤誠二, 1986: 隠岐島後の中期中新世初期海成珪藻土。国立科博専報, no. 19, 43-54.
- TOMITA, T., 1936: Geology of Dogo, Oki Islands in the Japan Sea. *Jour. Shanghai Sci. Inst.*, Sect. II, **2**, 37-146.
- 鳥居直也, 1984: 隠岐島後下部中新統火砕岩類の変質。島根大地質学研報, no. 3, 99-109.
- 梅原正敏, 1983: 島根県中新世植物化石の研究—特に隠岐島後下部中新統植物化石について—。島根大卒論 (MS).
- 山崎博史, 1984: 隠岐島後の中新統。島根大地質学研報, no. 3, 87-97.