

豊肥地熱地域のボーリング・コアのフィッション・トラック年代(その1)^{*1)}玉生志郎^{*2)}・糟谷正雄^{*3)}

TAMANYU, Shiro and KASUYA, Masao (1983) Fission track ages of the boring core samples drilled in the Hōhi geothermal area. Part 1. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 34 (9), p.455-469.

Abstract: Fission track dating was performed on the nine core samples of Pre-Kusu Altered volcanocs (provisional name), Kusu Group, Hōhi Volcanics and Kujū Volcanics (Early stage) drilled in the Hōhi geothermal area.

It became clear that the zircon crystals of the core sample at 760.0 m depth of DW-2 have not yet been annealed through the geothermal history whose temperature reaches to 200°C so far at present. But, as a result of the correlation between the obtained ages and the published ages, all other dated samples except DW-2 (760.0 m) were assumed that geothermal fluid took about half or one-third off these original ages. The reworked crystals in three samples were excluded from the measurements as the anomalously high values of the grain by grain ages and the track densities.

The revised ages were obtained in terms of the correction of track-annealing and crystal-reworking effects, and these ages made it possible the following stratigraphical interpretations. The Pre-Kusu Altered Volcanics in DW-2, 3, 4 should be primarily deposited about 1-2 Ma ago and correlated to a little younger horizon than the Taio Group.

1. はじめに

昭和53年度以降通商産業省は電源開発株式会社に委託して豊肥地熱地帯の大規模深部地熱発電所環境保全実証調査を実施している。この調査においては既に500 m級10本, 1,500 m級5本, 2,500 m級3本の坑井が掘削された。これらの一部のコア試料についてフィッション・トラック年代測定を実施した結果9コの年代値を得た。この測定値をもとにフィッション・トラック年代の若返りおよび当地域の地質層序について考察を行ったのでここに報告する。この研究は地熱探査技術等検証調査の総合解析予測モデルの研究として行ったものである。この研究を行うにあたり地質調査所の豊肥地熱地域の研究に携わった方々からは種々の情報をいただいた。元角清愛地殻熱部長, 長谷紘和地殻熱探査課長, 地殻熱部高島勲博士には原稿を読んで貴重な御意見をいただいた。アメリカ地質調査所の Charles W. NAESER 博士には研究室の利用並びに熱中性子線量測定で便宜を計っていただいた。

*1) 豊肥地熱地域とは通商産業省によって大規模深部地熱発電所環境保全実証調査の実施されている地域(北緯33°2'30"-33°14'30"及び東経131°1'30"-131°16'30"によって囲まれた地域)を指すものとする。

*2) 地殻熱部

*3) 東北大学理学部地質学古生物学教室

電源開発株式会社技術開発部地熱開発室からは測年試料の提供を受けた。以上の方々に深謝の意を表する。

2. 地質概説

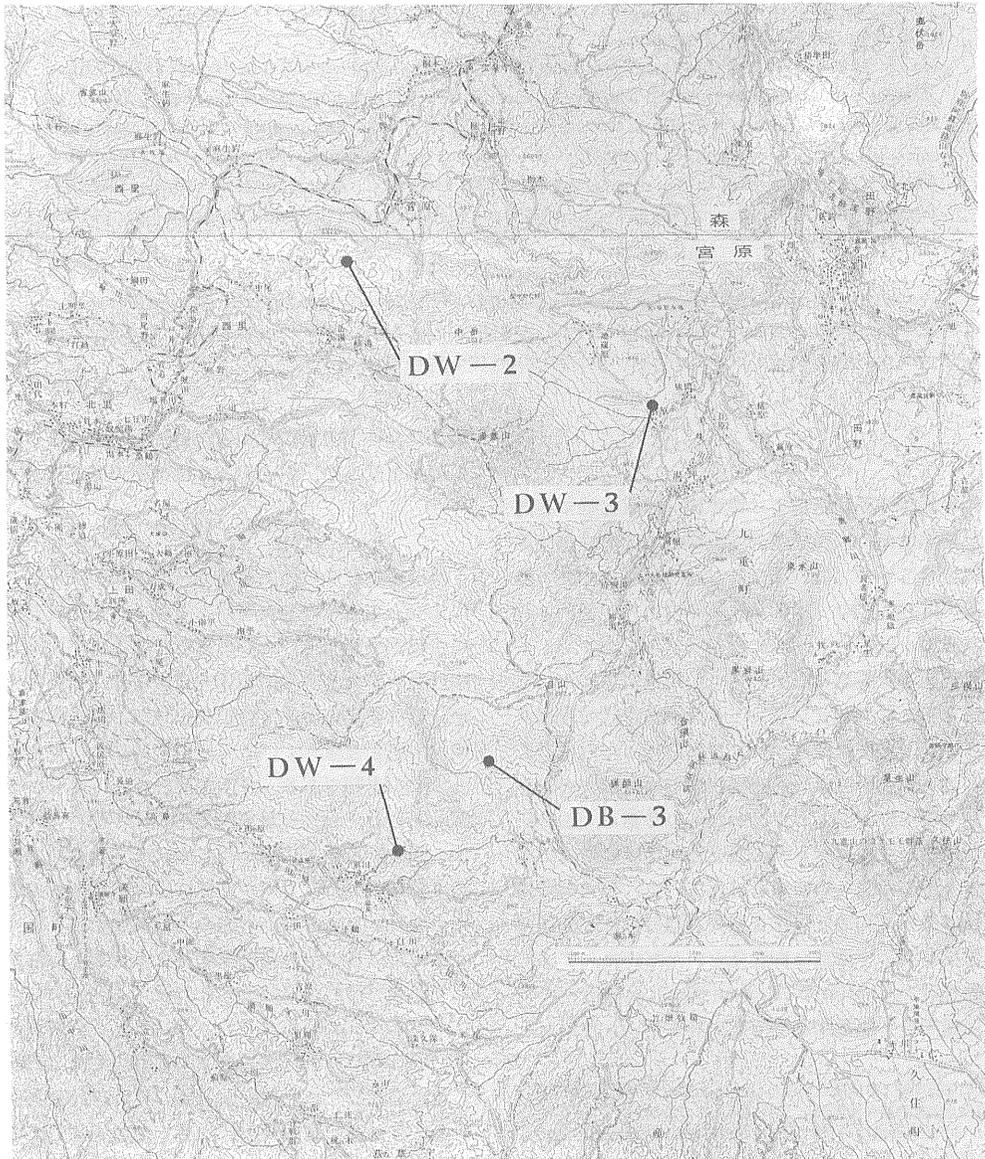
地質調査所豊肥地熱地域地質図編集グループ(1982)によると本地域の地質層序は下位より古生代変成岩類, 中生代花崗岩類及び大野川層群, 古第三系, 新第三紀碩南層群・宇佐層群・旧期黒色安山岩類, 新第三紀貫入岩類, 第四紀玖珠層群・豊肥火山岩類・豊後火山岩類・新期火山岩類とされている。当調査地域の新期火山岩類は九重火山岩類である。今回掘削された1,500 mボーリング(DW-2)では玖珠層群町田溶岩の下位に1,000 mに達する厚い緑色凝灰岩層が発見された。この層準が玖珠層群下部層にあたるものかまたは玖珠層群下位の宇佐層群相当層にあたるものか岩相のみで断定することは不可能であった。このため先玖珠変質火山岩類という仮称を用いて作業が行われている。その後DY-2(2,402 m深), DY-3(2,303 m深)のボーリングによりこの変質火山岩類(約900 m厚)の下位は先第三系基盤岩であることが判明した。それ故この変質火山岩類の地質時代を明らかにさせることは当地域の火山活動史・構造運動史を考える上で大変重要なこととなっている。

3. 試料及び測定方法

4本のボーリング・コア(DW-2, 3, 4, DB-3)から合計9個の試料を選びジルコンのフィッション・トラック年代測定を試みた。これらのボーリングの掘削地点は第1図に、また試料の採取深度(試料名のカッコ書きで示したもの)及びその岩相・層準は通商産業省(1980 a, b)に基づいて第1表に示した。

フィッション・トラック年代測定は玉生(1981 a)によ

り紹介されているNAESER(1976)の手法に基づいた。方法としてはgrain by grain法のexternal detector法である。すなわち自発核分裂トラック密度(ρ_s)をジルコンの研磨面(4π ジオメトリー)で、誘導核分裂トラック密度(ρ_i)を外部検出材の白雲母(2π ジオメトリー)で各々測定する方法である。エッチング条件はジルコンの場合NaOHとKOHの共融体で210°C, 39-74 hr., 白雲母の場合16% HFで20°C, 15 min, 熱中性子線量のモニター用標準ガラスに密着させた白雲母の場合48% HFで25



第1図 ボーリング掘削地点位置図

第1表 測定試料の採取箇所と岩質・層準

試料名	岩質	層準
DB-3 (98.5 m)	輝石角閃石安山岩溶岩	九重火山岩類(前期)一目山溶岩
DW-2 (495.0 m)	黒雲母角閃石石英安山岩	玖珠層群町田溶岩
" (760.0 m)	変質安山岩質火山礫凝灰岩	先玖珠変質火山岩類(仮称)
DW-3 (232.0 m)	輝石安山岩溶岩	豊肥火山岩類
" (487.5 m)	"	"
" (622.5 m)	"	"
" (1200.0 m)	安山岩質粗粒凝灰岩	先玖珠変質火山岩類(仮称)
DW-4 (635.0 m)	安山岩質軽石凝灰岩	豊肥火山岩類
" (1024.0 m)	安山岩質溶結凝灰岩	先玖珠変質火山岩類(仮称)

℃, 1 hr. で各々行った。トラック密度の測定はオリンパス光学 VANOX の落射用対物レンズ(乾燥系100倍)と日本光学 OPTIPHOT の対物レンズ(油浸系100倍)を用いてどちらも透過光で行った。測定試料はいずれも1コ以上の結晶粒で実測できる自発核分裂トラック数が少ないため、grain by grain法で測定したものの年代値は全測定結晶粒にわたる自発核分裂トラック総数(Ns)と誘導核分裂トラック総数(Ni)の比から求めた。いわば total area method(TAMANYU, 1981b)である。但し一部の試料においては自発核分裂トラックが極端に多く明らかに外来結晶と思われるものが混入していたため、これらを除外して年代値を算定した。

4. 測定結果

各試料について測定されたトラック数、トラック密度、年代値などは NAESER, et al. (1979) の表示方法に基づいて第2表に表示した。但し今回の試料では自発核分裂トラックのないジルコン結晶 (Zero-trackジルコン) が多いので自発核分裂トラック数と誘導核分裂トラック数の相関係数(r)は算定できなかった。今回の測定方法はいずれも total area 法で年代決定しているため、各結晶粒ごとの測定面積とウラン濃度との変動は年代誤差に関与しない。但しこの場合結晶粒はすべて本質結晶であることが前提となっている。そこで今回の試料について外来結晶を除外するため各試料について結晶粒ごとの年代値を算定してヒストグラムを作成した(第2図)。その結果三つの試料において外来結晶の混入が推定された。この事は結果の解釈上重要であるので以下に詳述する。

[DW-2 (760.0m)]

この試料中には極端に自発核分裂トラック密度の高い結晶粒が2コ存在する。各々の結晶粒のみで年代値を計算してみると各々79±24Ma, 114±52Ma(いずれも誤差

は2σとして)となることから、これらは先第三系基盤岩の白亜紀花崗岩に由来する外来結晶と思われる。

そしてまたこの事実は本試料が現在約200℃の地温条件下にありながらジルコン結晶の化石トラックのアニリングが起こらなかったことを実証している。

[DW-4 (635.0m)]

この試料は通商産業省(1980 a)により豊肥火山岩類とされているが、得られた年代値は下位の先玖珠変質火山岩類(仮称)の年代値と逆転している。本試料は水で洗われた軽石凝灰岩であることから外来結晶の混入が考えられる。第2図のヒストグラムを見るとDW-2のボーリング・コアの豊肥火山岩類では多数のZero-trackジルコンが存在するにもかかわらず本試料ではそれが全然存在していない。本試料中のジルコン結晶のウラン濃度が他の試料中のものとほぼ同程度であることより、これらの結晶はほとんどすべて下位の地層から由来した外来結晶であると判断される。

[DW-4 (1,024.0m)]

本試料中にウラン濃度の異常に高い結晶(約1000ppm)が1コ存在した。このような異質結晶でも火山岩噴出時に化石トラックが完全にフェーディングされていれば正しい年代値を得ることができる。しかし今回見いだされた異質結晶は他のジルコンより10倍もウラン濃度が高いため一応年代値の計算から除外した。しかしたとえこの異質結晶を入れて年代値を計算しても年代はほとんどかわらない。

5. 結果の考察

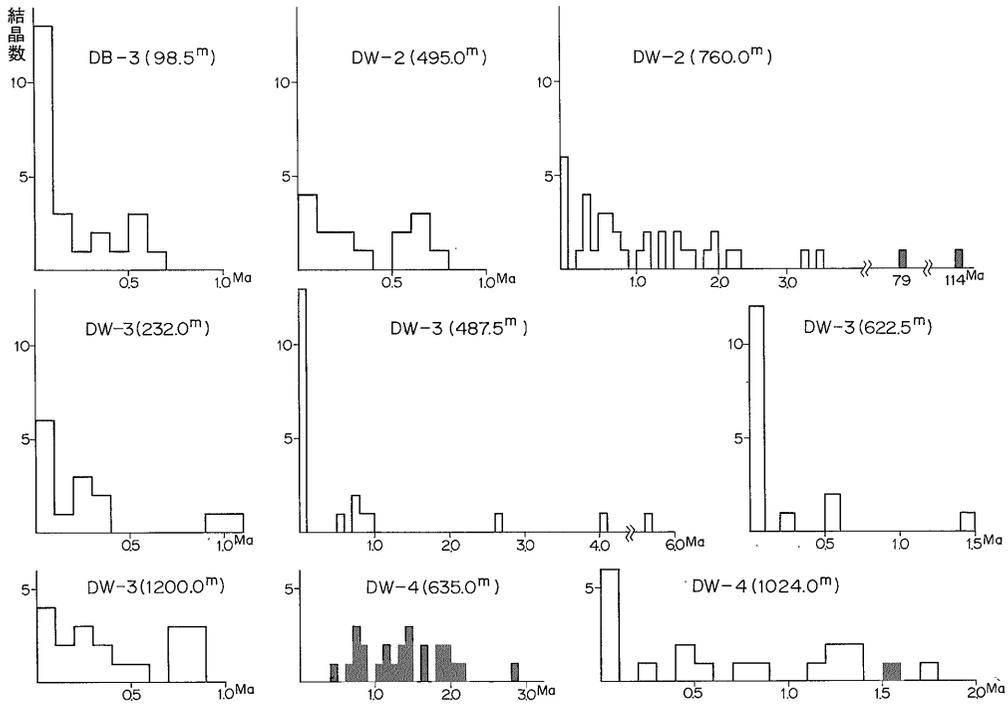
当地域の年代測定に関する研究は TAMANYU (1981 b), 渡辺ほか(1981), 鎌田・村岡(1982)がある。そのうち TAMANYU (1981 b) に関しては次のような理由で年代値を第3表のように修正する。TAMANYU (1981 b) ではジルコ

第2表 フィッション・トラック年代測定結果

Sample code	Mineral	ρ_s tracks/cm ² (tracks)	ρ_s^{*1} tracks/cm ² (tracks)	ϕ neutrons/cm ² (tracks)	T Ma	$\pm 2\sigma$ Ma	Number of grains (n)	U (ppm)
DB-3(98.5 m)	Zircon	8.50×10^8 (14)	1.24×10^8 (2089)	8.77×10^{14} (2014)	0.18	0.11	24	84
DW-2(495.0 m)	〃	1.72×10^8 (16)	1.51×10^8 (1406)	8.32×10^{14} (2191)	0.28	0.17	15	120
DW-2(760.0 m)	〃	5.98×10^8 (157)	1.43×10^8 (3741)	8.84×10^{14} (2014)	1.11	0.26	37	107
DW-3(232.0 m)	〃	1.53×10^8 (13)	1.69×10^8 (1433)	9.27×10^{14} (2014)	0.25	0.16	14	120
DW-3(487.5 m)	〃	1.56×10^8 (10)	1.65×10^8 (1052)	9.44×10^{14} (2014)	0.27	0.20	21	115
DW-3(622.5 m)	〃	1.05×10^8 (6)	1.26×10^8 (724)	8.77×10^{14} (2014)	0.22	0.20	16	95
DW-3(1200.0 m)	〃	2.33×10^8 (53)	1.61×10^8 (3665)	9.52×10^{14} (2014)	0.41	0.15	19	112
DW-4(635.0 m)	〃	9.09×10^8 (180)	1.70×10^8 (3371)	9.01×10^{14} (2014)	1.43	0.33	25	124
DW-4(1024.0 m)	〃	2.64×10^8 (25)	9.46×10^8 (895)	7.88×10^{14} (2075)	0.66	0.34	18	79

$\lambda_F = 7.03 \times 10^{-17} \text{ yr}^{-1}$; $^{235}\text{U}/^{238}\text{U} = 7.252 \times 10^{-8}$; $\sigma_F = 580 \times 10^{-24} \text{ cm}^2$; $T = 5.98 \times 10^{-8} \times (\rho_s/2\rho_i) \times \phi$
 $U = 3.3 \times 10^{10} \times (2\rho_i/\phi)$ (但し平均誘導核分裂トラック長を $6 \mu\text{m}$ として)

*1 ρ_i は外部検出材で実測した値である



第2図 各試料における結晶粒ごとの年代値のヒストグラム □:本質結晶 ■:外来結晶

ン結晶をテフロン・シートに埋め込んだ際、外部検出材とジルコン表面の密着度を良くさせるためジルコン表面を軽く研磨した。当時はこの研磨の度合はほんのわずかなものでジオメトリー効率^{*1)}には影響ないと考えていたが、その後カーボン・ファイバー(直径 $10 \mu\text{m}$)を埋め込んで実測したところ、場合によっては平均半トラック長($\approx 6 \mu\text{m}$)近く研磨されている事が明らかになった。厳密に何 μm 研磨したかは明らかにできないので、年代

値の最大値をジオメトリー効率1(研磨が零の場合)とした時の [(年代値)+(測定誤差)] と、最小値をジオメトリー効率2 ($6 \mu\text{m}$ 以上研磨されている場合)とした時の

*1) 天然結晶面の場合トラックはすべて内側より供給されるのでトラック密度は 2π ジオメトリーとして測定される。一方研磨面の場合トラックは内面以外に削り取られた部分からも供給されていたのでトラック密度は $2\pi \sim 4\pi$ ジオメトリーとなる。研磨深度が平均半トラック長 ($\approx 6 \mu\text{m}$) 以上であればたえず 4π ジオメトリーである。外部検出材はジオメトリーなのでジオメトリー効率は天然結晶面で1、 $6 \mu\text{m}$ 以上研磨した面では2となる。

豊肥地熱地域のボーリング・コアのフィッション・トラック年代 (その1) (玉生・糟谷)

第3表 TAMANYU (1981 b) の修正年代

Formation	Sample Code	Published age* ¹	Revised age* ²
Taio Group	1. 80022103 (Suginohira)	3.05±0.48	2.41±1.12
	2. 80022102 (Taio)	2.64±0.56	2.12±1.08
Kusu Group	3. 80022206 (Machida Rhy.)	1.71±0.48	1.40±0.79
	4. 80022204 (Narugo-gawa)	1.20±0.48	1.02±0.66
	5. 80022205 (Machida)	1.24±0.36	1.02±0.58
	6. 80022208 (Suginoo)	1.06±0.24	0.86±0.45
Hōhi Volcanics	7. A-9 (Takise)	0.88±0.50	0.79±0.60
	8. 80022203 (Jūsanmagari)	0.82±0.62	0.77±0.67
	9. 80022201 (Shishimuta)	0.81±0.52	0.74±0.59
	10. 80022202 (Shishimuta)	0.81±0.30	0.68±0.43
	11. A-12 (Ogura-dake)	0.41±0.20	0.36±0.25
Bungo Volcanics	12. A-39 (Shiroo)	0.75±0.22	0.62±0.35
	13. A-23 (Kameishi)	0.49±0.26	0.43±0.32
	14. A-25 (Aonoyama)	0.43±0.17	0.37±0.24
	15. A-26 (Yabakei)	0.38±0.13	0.32±0.19
Old Kujū Volcanics	16. A-34 (Ryōshisan)	0.44±0.18	0.38±0.25
	17. A-33 (Ichimokusan)	0.30±0.16	0.27±0.20
	18. A-30 (Nakadake)	0.12±0.10	0.12±0.11
	19. A-32 (Waitasan)	0.10±0.08	0.10±0.09
Young Kujū Volcanics	20. A-28 (Jūsanmagari)	0.08±0.06	0.08±0.07

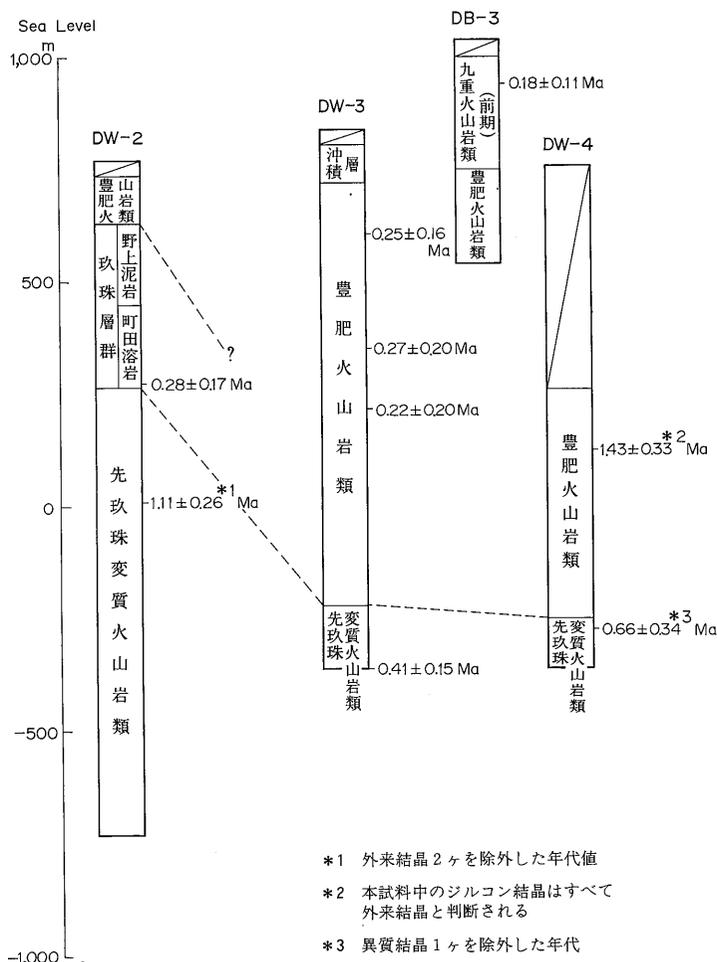
*¹ Zero-track ジルコンをも含めた測定面積全体の総トラック数から求めたフィッション・トラック年代 (TAMANYU (1981 b) の total area age)

*² 最大値 a は (published age+誤差), 最小値 b は 1/2(published age-誤差), 平均値は (a+b)/2 として計算して求めた

〔(年代値)-(測定誤差)〕と各々推定した。平均値は最大値, 最小値の算術平均値として求めた。

今回得られたフィッション・トラック年代値はボーリング・コア柱状図とともに第3図に示してある。そして今回の測定値をすでに公表されている年代測定結果と比較するため第4図を作成した。この結果, 今回の測定値, 特に豊肥火山岩類と玖珠層群町田溶岩では従来の測定結

果より 1/2-1/3 程度若い値となっていることが明らかとなった。これは地熱の影響でトラックのアニーリングが生じているためと考えられる。このことから先玖珠変質火山岩類でも同程度の年代の若返りが予想されるが, DW-2 (760.0m) の試料中の外来結晶は顕著な若返りを示していない。それ故DW-2 (760.0m) の 1.11±0.26Ma は真の堆積年代と考え, 他の DW-3 (1,200.0m) とDW-



第3図 ボーリング・コア柱状図とフィッション・トラック年代値

- *1 外来結晶2ヶを除外した年代値
- *2 本試料中のジルコン結晶はすべて外来結晶と判断される
- *3 異質結晶1ヶを除外した年代

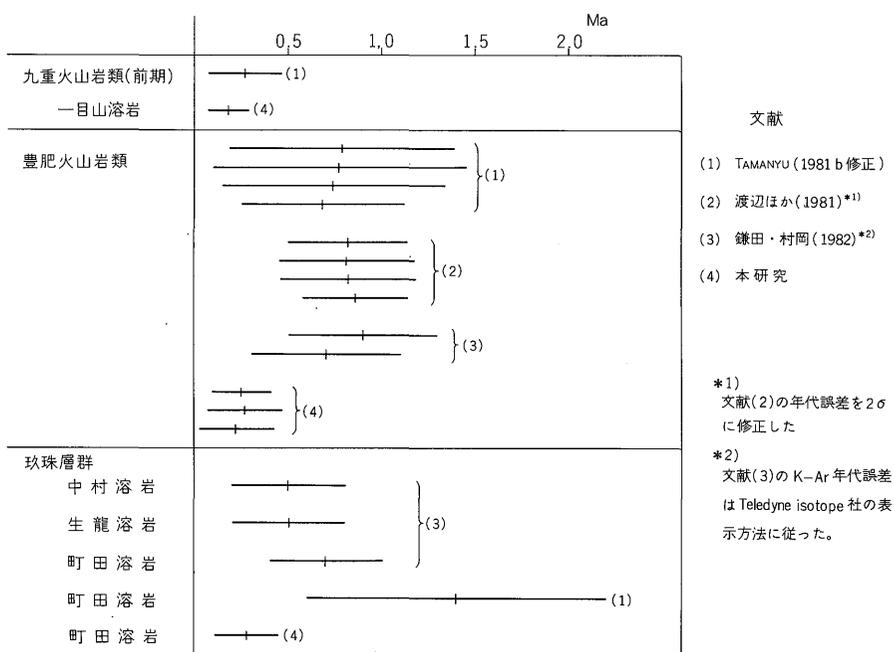
4 (1,024.0m) は1/2-1/3程度若返っていると考える。以上のことから先玖珠変質火山岩類上部は1-2 Maの頃堆積したものであろうと予想される。一方鯛生層群はTAMANYU (1981 b 修正) で1.5-3Ma 前後と測定されているので、先玖珠変質火山岩類より若干古そうである。今後先玖珠変質火山岩類の下部層の年代測定を行って、鯛生層群(宇佐層群相当層)と同程度古いものになるか否か検討する必要があるものの、現時点では先玖珠変質火山岩類上部は玖珠層群、豊肥火山岩類の下位で鯛生層群より若い地層と判断される。

文 献

地質調査所・豊肥地熱地域地質図編集グループ
(1982) 豊肥地熱地域地質図及び同説明書。
23 p.

鎌田浩毅・村岡洋文(1982) 大分県中部の火山岩類のK-Ar年代. 地調月報, vol. 33, p. 561-567.
NAESER, C. W. (1976) Fission track dating. *USGS Open-File Report*, no. 76-190, p. 1-17 and 1-28.
———, GLEADOW, A. J. W. and WAGNER, G. A. (1979) Standardization of fission-track data reports. *Nucl. Track Detection*, vol. 3, p. 133-136.
玉生志郎(1981 a) フィッション・トラック年代測定法—その原理と実験手法—. 地学雑誌, vol. 90, p. 22-33.
——— (1981 b) Evaluation of potential for geothermal energy by means of fission track

豊肥地熱地域のボーリング・コアのフィッション・トラック年代 (その1) (玉生・糟谷)



第4図 年代層序比較表

dating method at the Hohi geothermal area, Kyushu, Japan. *Nucl. Track Detection*, vol. 5, p. 215-222.

通商産業省(1980 a) 昭和54年度大規模深部地熱発電所環境保全実証調査報告書, 豊肥地域構造試錐・検層 (DW-2, DW-3, DW-4 孔). 179 p.

——(1980 b) 昭和54年度大規模深部地熱発電所環境保全実証調査報告書, 豊肥地域熱流

量調査. 230 p.

渡辺公一郎・林 正雄・石橋 澄(1981) 中部九州に分布する筑紫溶岩のフィッション・トラック年代と岩石学的性質(演旨). 三鉱学会昭和56年度秋期連合学術講演会演旨, p. 102.

(受付: 1983年1月31日; 受理: 1983年3月15日)

付表1 フィッション・トラック年代測定データシート

試験名: 豊肥地熱地域のボーリング・コア 対象鉱物: ジルコン
 試料名: DB-3 (98.5 m) 腐食条件: NaOH+KOH, 210°C, 72 hr
 採取箇所: 熊本県阿蘇郡南小国町大谷山 観察条件: 透過光, 油浸対物レンズ(×100)
 測定方法: grain by grain の total area 法 照射条件: USGS (デンバー), TRIGA II 回転試料棚
 ^{238}U の自発核分裂壊変定数 $\lambda = 7.03 \times 10^{-17} \text{ yr}^{-1}$
 年代計算式 $T = 5.98 \times 10^{-8} \times \Phi \times \rho_s / 2\rho_i$
 熱中性子線量 $\phi = 8.77 \times 10^{14}$ (実測トラック数2014)
 ウラン濃度 $U = 3.3 \times 10^{10} \times (2\rho_i / \phi)$

(測定年月日) 1982. 3. 10 (by TAMANYU)

粒子	自発核分裂片トラック		誘導核分裂片トラック		$\rho_s/2\rho_i$	年代 T ($\times 10^6$ yr.)	U (ppm)
	n/目*	ρ_s (cm ⁻²)	n/目*	ρ_i (cm ⁻²)			
1	1/96	1.15×10^4	171/96	1.97×10^6	2.92×10^{-8}	0.15	148
2	1/35	3.17×10^4	51/35	1.61×10^6	9.80×10^{-8}	0.51	121
3	3/100	3.32×10^4	157/100	1.74×10^6	9.55×10^{-8}	0.50	131
4	1/64	1.73×10^4	51/64	8.83×10^5	9.80×10^{-8}	0.51	66
5	0/50	0	69/50	1.53×10^6	0	0	115
6	1/80	1.39×10^4	160/80	2.22×10^6	3.13×10^{-8}	0.16	166
7	0/40	0	49/40	1.36×10^6	0	0	103
8	0/400	0	168/400	4.65×10^5	0	0	36
9	1/50	2.22×10^4	64/50	1.42×10^6	7.81×10^{-8}	0.41	107
10	0/40	0	63/40	1.75×10^6	0	0	132
11	0/40	0	38/40	1.05×10^6	0	0	79
12	0/30	0	25/30	9.23×10^5	0	0	70
13	1/130	8.52×10^3	249/130	2.12×10^6	2.01×10^{-8}	0.11	160
14	0/60	0	63/60	1.16×10^6	0	0	87
15	0/40	0	44/40	1.22×10^6	0	0	92
16	2/60	3.69×10^4	75/60	1.39×10^6	1.33×10^{-8}	0.69	104
17	1/50	2.22×10^4	71/50	1.57×10^6	7.04×10^{-8}	0.37	119
18	0/50	0	60/50	1.33×10^6	0	0	100
19	0/80	0	99/80	1.37×10^6	0	0	103
20	0/60	0	44/60	8.13×10^5	0	0	61
21	1/60	1.85×10^4	117/60	2.16×10^6	4.27×10^{-8}	0.22	162
22	0/60	0	74/60	1.37×10^6	0	0	103
23	0/50	0	49/50	1.09×10^6	0	0	82
24	1/100	1.1×10^4	78/100	8.64×10^5	6.41×10^{-8}	0.34	65
計	14/1825		2089/1825				

total area 法による年代値 $0.18 \pm 0.11 \text{ Ma} (2\sigma)$

* 1 目面積: $0.9025 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$

豊肥地熱地域のボーリング・コアのフィッション・トラック年代 (その1) (玉生・糟谷)

付表2 フィッション・トラック年代測定データシート

試験名：豊肥地熱地域のボーリング・コア 対象鉱物：ジルコン
 試料名：DW-2 (495.0 m) 腐食条件：NaOH+KOH, 58 hr.
 採取箇所：大分県玖珠郡九重町菅原 観察条件：透過光, 乾燥対物レンズ(×100)
 測定方法：grain by grain の total area 法 照射条件：USGS(デンバー) TRIGA II 回転試料棚
 ^{238}U の自発核分裂壊変定数 $\lambda=7.03 \times 10^{-17} \text{ yr}^{-1}$
 年代計算式 $T=5.98 \times 10^{-8} \times \Phi \times \rho_s / 2\rho_i$
 熱中性子線量 $\phi=8.32 \times 10^{14}$ (実測トラック数2191)
 ウラン濃度 $U=3.3 \times 10^{10} \times (2\rho_i/\phi)$

(測定年月日) 1982. 12. 17 (by KASUYA)

粒 子	自発核分裂片トラック		誘導核分裂片トラック		$\rho_s/2\rho_i$	年代 T ($\times 10^6$ yr.)	U (ppm)
	n/目*	ρ_s (cm $^{-2}$)	n/目*	ρ_i (cm $^{-2}$)			
1	1/80	1.25×10^4	99/80	1.24×10^6	5.05×10^{-3}	0.25	99
2	2/50	4.00×10^4	68/50	1.36×10^6	1.47×10^{-2}	0.73	108
3	1/60	1.67×10^4	91/60	1.52×10^6	5.49×10^{-3}	0.27	120
4	0/63	0	67/63	1.06×10^6	0	0	84
5	2/100	2.00×10^4	86/100	8.60×10^5	1.16×10^{-2}	0.57	69
6	0/40	0	54/40	1.35×10^6	0	0	107
7	0/70	0	200/70	2.86×10^6	0	0	227
8	1/50	2.00×10^4	151/50	3.02×10^6	3.31×10^{-3}	0.16	239
9	1/60	1.67×10^4	134/60	2.23×10^6	3.73×10^{-3}	0.19	177
10	2/90	2.22×10^4	83/90	9.22×10^5	1.20×10^{-2}	0.60	73
11	1/60	1.67×10^4	75/60	1.25×10^6	6.67×10^{-3}	0.33	99
12	1/70	1.43×10^4	39/70	5.57×10^5	1.28×10^{-2}	0.64	44
13	2/54	3.70×10^4	98/54	1.81×10^6	1.02×10^{-2}	0.51	144
14	2/45	4.44×10^4	81/45	1.80×10^6	1.23×10^{-2}	0.61	143
15	0/40	0	80/40	2.00×10^6	0	0	158
計	16/932		1406/932				

total area 法による年代値 $0.28 \pm 0.17 \text{ Ma} (2\sigma)$

* 1 目面積： 10^{-6} cm^2

付表3 フィッション・トラック年代測定データシート

試験名：豊肥地熱地域のボーリング・コア 対象鉱物：ジルコン
 試料名：DW-2 (760.0 m) 腐食条件：KOH+NaOH, 210°C, 68 hr.
 採取箇所：大分県玖珠郡九重町菅原 観察条件：透過光, 油浸対物レンズ(×100)
 測定方法：grain by grain の total area 法 照射条件：USGS(デンバー) TRIGA II 回転試料棚
 ^{238}U の自発核分裂壊変定数 $\lambda=7.03 \times 10^{-17} \text{ yr}^{-1}$
 年代計算式 $T=5.98 \times 10^{-8} \times \Phi \times \rho_s / 2\rho_i$
 熱中性子線量 $\phi=8.84 \times 10^{14}$ (実測トラック数2014)
 ウラン濃度 $U=3.3 \times 10^{10} \times (2\rho_i/\phi)$

(測定年月日) 1982. 12. 22 (by KASUYA)

粒 子	自発核分裂片トラック		誘導核分裂片トラック		$\rho_s/2\rho_i$	年代 T ($\times 10^6$ yr.)	U (ppm)	
	n/目*	ρ_s (cm $^{-2}$)	n/目*	ρ_i (cm $^{-2}$)				
除外	1	440/30	4.38 $\times 10^6$	148/30	1.47×10^6	1.49	79 ± 24	110
	2	219/17	3.84×10^6	51/17	8.96×10^5	2.15	114 ± 52	67
	3	1/24	1.24×10^4	90/24	1.12×10^6	5.56×10^{-3}	0.29	83

付表3 (つづき)

粒 子	自発核分裂片トラック		誘導核分裂片トラック		$\rho_s/2\rho_i$	年代T ($\times 10^6$ yr.)	U (ppm)
	n/目*	$\rho_s(\text{cm}^{-2})$	n/目*	$\rho_i(\text{cm}^{-2})$			
4	1/12	2.49×10^4	81/12	2.01×10^6	6.17×10^{-3}	0.33	150
5	2/12	4.98×10^4	95/12	2.36×10^6	1.05×10^{-2}	0.56	177
6	5/35	4.26×10^4	183/35	1.56×10^6	1.37×10^{-2}	0.72	116
7	0/10	0	58/10	1.73×10^6	0	0	129
8	8/30	7.96×10^4	103/30	1.02×10^6	3.88×10^{-2}	2.05	77
9	2/35	1.71×10^4	175/35	1.49×10^6	5.71×10^{-3}	0.30	111
10	0/18	0	75/18	1.24×10^6	0	0	92
11	1/10	2.99×10^4	49/10	1.46×10^6	1.02×10^{-2}	0.54	110
12	6/80	2.24×10^4	375/80	1.40×10^6	8.00×10^{-3}	0.42	104
13	0/16	0	117/16	2.18×10^6	0	0	164
14	6/20	8.96×10^4	82/20	1.22×10^6	3.66×10^{-2}	1.93	91
15	11/24	1.37×10^5	90/24	1.12×10^6	6.11×10^{-2}	3.23	83
16	24/27	2.65×10^5	184/27	2.03×10^6	6.52×10^{-2}	3.45	152
17	3/28	3.20×10^4	125/28	1.33×10^6	1.20×10^{-2}	0.63	99
18	1/12	2.49×10^4	43/12	1.07×10^6	1.16×10^{-2}	0.61	81
19	4/18	6.63×10^4	96/18	1.59×10^6	2.08×10^{-2}	1.10	119
20	0/9	0	28/9	9.29×10^5	0	0	70
21	8/27	8.84×10^4	123/27	1.36×10^6	3.25×10^{-2}	1.72	102
22	1/14	2.13×10^4	47/14	1.00×10^6	1.06×10^{-2}	0.56	75
23	1/8	3.73×10^4	33/8	1.23×10^6	1.52×10^{-2}	0.80	92
24	3/12	7.46×10^4	48/12	1.19×10^6	3.13×10^{-2}	1.65	90
25	4/28	4.26×10^4	89/28	9.49×10^5	2.25×10^{-2}	1.19	71
26	0/12	0	89/12	2.21×10^6	0	0	165
27	4/8	1.49×10^5	45/8	1.68×10^6	4.44×10^{-2}	2.35	125
28	1/9	3.32×10^4	39/9	1.29×10^6	1.28×10^{-2}	0.68	96
29	1/20	1.49×10^4	71/20	1.06×10^6	7.04×10^{-3}	0.37	79
30	14/40	1.04×10^5	243/40	1.81×10^6	2.88×10^{-2}	1.52	136
31	0/10	0	46/10	1.37×10^6	0	0	103
32	5/21	7.11×10^4	59/21	8.39×10^5	4.24×10^{-2}	2.24	62
33	4/24	4.98×10^4	78/24	9.70×10^5	2.56×10^{-2}	1.35	73
34	2/12	4.98×10^4	76/12	1.89×10^6	1.32×10^{-2}	0.70	141
35	2/12	4.98×10^4	51/12	1.27×10^6	1.96×10^{-2}	1.04	95
36	15/30	1.49×10^5	192/30	1.91×10^6	3.91×10^{-2}	2.07	143
37	8/30	7.96×10^4	152/30	1.51×10^6	2.63×10^{-2}	1.39	114
38	1/16	1.87×10^4	68/16	1.27×10^6	7.35×10^{-3}	0.39	95
39	8/30	7.96×10^4	139/30	1.38×10^6	2.88×10^{-2}	1.52	103
計	157/783		3741/783				

total area 法による年代値 $1.11 \pm 0.26 \text{ Ma} (2\sigma)$

* 1 目面積 : $3.35 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$

豊肥地熱地域のボーリング・コアのフィッション・トラック年代 (その1) (玉生・糟谷)

付表4 フィッション・トラック年代測定データシート

試験名：豊肥地熱地域のボーリング・コア 対象鉱物：ジルコン
 試料名：DW-3 (232.0 m) 腐食条件：KOH+NaOH, 210°C, 52 hr.
 採取箇所：大分県玖珠郡九重町石原 観察条件：透過光, 乾燥対物レンズ(×100)
 測定方法：grain by grain の total area 法 照射条件：USGS (デンバー) TRIGA II 回転試料棚
 ^{238}U の自発核分裂壊変定数 $\lambda=7.03 \times 10^{-17} \text{ yr}^{-1}$
 年代計算式 $T=5.98 \times 10^{-8} \times \Phi \times \rho_s/2\rho_i$
 熱中性子線量 $\phi=9.27 \times 10^{14}$ (実測トラック数2014)
 ウラン濃度 $U=3.3 \times 10^{10} \times (2\rho_i/\phi)$
 (測定年月日) 1982. 12. 16 (by KASUYA)

粒子	自発核分裂片トラック		誘導核分裂片トラック		$\rho_s/2\rho_i$	年代 T ($\times 10^6 \text{ yr.}$)	U (ppm)
	n/目*	$\rho_s \text{ (cm}^{-2}\text{)}$	n/目*	$\rho_i \text{ (cm}^{-2}\text{)}$			
1	2/60	3.33×10^4	57/60	9.50×10^5	1.75×10^{-2}	0.97	67
2	0/81	0	60/81	7.41×10^5	0	0	53
3	1/70	1.43×10^4	164/70	2.34×10^6	3.05×10^{-3}	0.17	166
4	1/50	2.00×10^4	91/50	1.82×10^6	5.49×10^{-3}	0.30	129
5	0/70	0	81/70	1.16×10^6	0	0	82
6	1/90	1.11×10^4	95/90	1.06×10^6	5.26×10^{-3}	0.29	75
7	2/100	2.00×10^4	237/100	2.37×10^6	4.22×10^{-3}	0.23	169
8	0/42	0	111/42	2.64×10^6	0	0	189
9	0/72	0	64/72	8.89×10^5	0	0	63
10	3/50	6.00×10^4	224/50	4.48×10^6	6.70×10^{-3}	0.37	319
11	2/70	2.86×10^4	54/70	7.71×10^5	1.85×10^{-2}	1.03	55
12	0/30	0	45/30	1.50×10^6	0	0	107
13	0/14	0	14/14	1.00×10^6	0	0	71
14	1/50	2.00×10^4	136/50	2.72×10^6	3.68×10^{-3}	0.20	194
計	13/849		1433/849				

total area 法による年代値 $0.25 \pm 0.16 \text{ Ma}$ (2σ)

* 1 目面積： 10^{-6} cm^2

付表5 フィッション・トラック年代測定データシート

試験名：豊肥地熱地域のボーリング・コア 対象鉱物：ジルコン
 試料名：DW-3 (487.5 m) 腐食条件：NaOH+KOH, 210°C 74 hr.
 採取箇所：大分県玖珠郡九重町石原 観察条件：透過光, 乾燥対物レンズ(×100)
 測定方法：grain by grain の total area 法 照射条件：USGS (デンバー) TRIGA II 回転試料棚
 ^{238}U の自発核分裂壊変定数 $\lambda=7.03 \times 10^{-17} \text{ yr}^{-1}$
 年代計算式 $T=5.98 \times 10^{-8} \times \Phi \times \rho_s/2\rho_i$
 熱中性子線量 $\phi=9.44 \times 10^{14}$ (実測トラック数2014)
 ウラン濃度 $U=3.3 \times 10^{10} \times (2\rho_i/\phi)$
 (測定年月日) 1982. 12. 1 (by TAMANYU)

粒子	自発核分裂片トラック		誘導核分裂片トラック		$\rho_s/2\rho_i$	年代 T ($\times 10^6 \text{ yr.}$)	U (ppm)
	n/目*	$\rho_s \text{ (cm}^{-2}\text{)}$	n/目*	$\rho_i \text{ (cm}^{-2}\text{)}$			
1	1/30	3.33×10^4	30/30	1.00×10^6	1.67×10^{-2}	0.94	70
2	0/36	0	37/36	1.03×10^6	0	0	71
3	0/35	0	70/35	2.00×10^6	0	0	140
4	1/6	1.67×10^5	7/6	1.17×10^6	7.14×10^{-2}	4.03	82
5	1/16	6.25×10^4	5/16	3.13×10^5	1.00×10^{-1}	5.65	22

付表5 (つづき)

粒子	自発核分裂片トラック		誘導核分裂片トラック		$\rho_s/2\rho_l$	年代 T (10^6 yr.)	U (ppm)
	n/目*	$\rho_s(\text{cm}^{-2})$	n/目*	$\rho_l(\text{cm}^{-2})$			
6	0/9	0	20/9	2.22×10^6	0	0	156
7	0/12	0	14/12	1.17×10^6	0	0	82
8	0/40	0	81/40	2.03×10^6	0	0	143
9	0/60	0	206/60	3.43×10^6	0	0	240
10	1/24	4.17×10^4	38/24	1.58×10^6	1.32×10^{-2}	0.75	111
11	0/42	0	45/42	1.07×10^6	0	0	75
12	0/40	0	43/40	1.08×10^6	0	0	75
13	1/30	3.33×10^4	40/30	1.33×10^6	1.25×10^{-2}	0.71	94
14	2/15	1.33×10^5	21/15	1.40×10^6	4.76×10^{-2}	2.69	98
15	0/75	0	88/75	1.17×10^6	0	0	82
16	0/16	0	46/16	2.88×10^6	0	0	201
17	0/35	0	55/35	1.57×10^6	0	0	110
18	0/16	0	33/16	2.06×10^6	0	0	144
19	0/36	0	39/36	1.08×10^6	0	0	75
20	1/30	3.33×10^4	34/30	1.13×10^6	1.47×10^{-2}	0.83	79
21	2/36	5.56×10^4	100/36	2.78×10^6	1.00×10^{-2}	0.56	194
計	10/639		1052/639				

total area 法による年代値 $0.27 \pm 0.20 \text{ Ma}(2\sigma)$

*1 目面積: 10^{-6} cm^2

付表6 フィッション・トラック年代測定データシート

試験名: 豊肥地熱地域のボーリング・コア	対象鉱物: ジルコン
試料名: DW-3 (622.5 m)	腐食条件: NaOH+KOH, 210°C, 72 hr.
採取箇所: 大分県玖珠郡九重町石原	観察条件: 透過光, 油浸対物レンズ($\times 100$)
測定方法: grain by grain の total area 法	照射条件: USGS (デンバー) TRIGA II 回転試料棚
^{238}U の自発核分裂壊変定数	$\lambda = 7.03 \times 10^{-17} \text{ yr}^{-1}$
年代計算式	$T = 5.98 \times 10^{-8} \times \Phi \times \rho_s / 2\rho_l$
熱中性子線量	$\phi = 8.77 \times 10^{14}$ (実測トラック数2014)
ウラン濃度	$U = 3.3 \times 10^{10} \times (2\rho_l/\phi)$

(測定年月日) 1982. 3 (by TAMANYU)

粒子	自発核分裂片トラック		誘導核分裂片トラック		$\rho_s/2\rho_l$	年代 T ($\times 10^6$ yr.)	U (ppm)
	n/目*	$\rho_s(\text{cm}^{-2})$	n/目*	$\rho_l(\text{cm}^{-2})$			
1	2/12	1.85×10^5	37/12	3.42×10^6	2.70×10^{-2}	1.42	257
2	0/14	0	22/14	1.74×10^6	0	0	131
3	0/13	0	14/13	1.19×10^6	0	0	90
4	0/20	0	33/20	1.83×10^6	0	0	137
5	0/15	0	18/15	1.33×10^6	0	0	100
6	0/15	0	24/15	1.77×10^6	0	0	133
7	0/30	0	24/30	8.86×10^5	0	0	67
8	0/60	0	49/60	9.05×10^5	0	0	69
9	0/27	0	13/27	5.33×10^5	0	0	40
10	0/40	0	21/40	5.82×10^5	0	0	44

豊肥地熱地域のボーリング・コアのフィッション・トラック年代 (その1) (玉生・糟谷)

付表6 (つづき)

11	0/40	0	45/40	1.25×10^6	0	0	94
12	1/100	1.11×10^4	48/100	5.32×10^5	1.04×10^{-2}	0.55	40
13	2/90	2.46×10^4	242/90	2.98×10^6	4.13×10^{-3}	0.22	224
14	0/60	0	46/60	8.49×10^5	0	0	63
15	0/40	0	38/40	1.05×10^6	0	0	79
16	1/60	1.85×10^4	50/60	9.23×10^5	1.00×10^{-2}	0.52	70
計	6/636		724/636				

total area 法による年代値 $0.22 \pm 0.20 \text{ Ma} (2\sigma)$

*1 目面積: $0.9025 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$

付表7 フィッション・トラック年代測定データシート

試験名: 豊肥地熱地域のボーリング・コア
 試料名: DW-3(1200.0 m)
 採取箇所: 大分県玖珠郡九重町石原
 測定方法: grain by grain の total area 法
 ^{238}U の自発核分裂壊変定数
 年代計算式
 熱中性子線量
 ウラン濃度
 (測定年月日) 1982. 3 (by TAMANYU)

対象鉱物: ジルコン
 腐食条件: NaOH+KOH, 210°C, 50 hr.
 観察条件: 透過光, 油浸対物レンズ($\times 100$)
 照射条件: USGS (デンバー) TRIGA II 回転試料棚
 $\lambda = 7.03 \times 10^{-17} \text{ yr}^{-1}$
 $T = 5.98 \times 10^{-8} \times \Phi \times \rho_s / 2\rho_i$
 $\phi = 9.52 \times 10^{14}$ (実測トラック数2014)
 $U = 3.3 \times 10^{10} \times (2\rho_i / \phi)$

粒子	自発核分裂片トラック		誘導核分裂片トラック		$\rho_s / 2\rho_i$	年代 T ($\times 10^6 \text{ yr.}$)	U (ppm)
	n/目*	$\rho_s \text{ (cm}^{-2}\text{)}$	n/目*	$\rho_i \text{ (cm}^{-2}\text{)}$			
1	8/160	5.54×10^4	280/160	1.94×10^6	1.43×10^{-2}	0.81	135
2	3/100	3.32×10^4	114/100	1.26×10^6	1.32×10^{-2}	0.75	87
3	3/200	1.66×10^4	407/200	2.25×10^6	3.69×10^{-3}	0.21	157
4	4/119	3.72×10^4	254/119	2.37×10^6	7.87×10^{-3}	0.45	163
5	0/80	0	120/80	1.66×10^6	0	0	116
6	1/42	2.64×10^4	37/42	9.76×10^5	1.35×10^{-2}	0.77	67
7	1/64	1.73×10^4	98/64	1.70×10^6	5.10×10^{-3}	0.29	117
8	1/50	2.22×10^4	151/50	3.35×10^6	3.31×10^{-3}	0.19	232
9	2/80	2.77×10^4	111/80	1.54×10^6	9.01×10^{-3}	0.51	107
10	0/70	0	86/70	1.36×10^6	0	0	95
11	4/70	6.33×10^4	382/70	6.05×10^6	5.24×10^{-3}	0.30	420
12	5/200	2.77×10^4	163/200	9.03×10^5	1.53×10^{-2}	0.87	62
13	8/300	2.95×10^4	602/300	2.22×10^6	6.64×10^{-3}	0.38	153
14	1/240	4.62×10^3	143/240	6.60×10^5	3.50×10^{-3}	0.20	46
15	3/100	3.32×10^4	105/100	1.16×10^6	1.43×10^{-2}	0.81	81
16	1/100	1.11×10^4	192/100	2.13×10^6	2.60×10^{-3}	0.15	148
17	8/400	2.22×10^4	310/400	8.59×10^5	1.29×10^{-2}	0.73	59
18	0/100	0	59/100	6.54×10^5	0	0	45
19	0/50	0	51/50	1.13×10^6	0	0	78
計	53/2525		3665/2525				

total area 法による年代値 $0.41 \pm 0.15 \text{ Ma} (2\sigma)$

*1 目面積: $(0.9025 \times 10^{-6} \text{ cm}^2)$

付表8 フィッション・トラック年代測定データシート

試験名: 豊肥地熱地域のボーリング・コア 対象鉱物: ジルコン
 試料名: DW-4 (635.0 m) 腐食条件: KOH+NaOH, 210°C, 39 hr.
 採取箇所: 熊本県阿蘇郡南小国町黒川 観察条件: 透過光, 乾燥対物レンズ(×100)
 測定方法: grain by grain の total area 法 照射条件: USGS (デンバー) TRIGA II 回転試料棚
²³⁸U の自発核分裂壊変定数 $\lambda = 7.03 \times 10^{-17} \text{ yr}^{-1}$
 年代計算式 $T = 5.98 \times 10^{-8} \times \Phi \times \rho_s / 2\rho_i$
 熱中性子線量 $\phi = 9.01 \times 10^{14}$ (実測トラック数2014)
 ウラン濃度 $U = 3.3 \times 10^{10} \times (2\rho_i / \phi)$

(測定年月日) 1982. 12. 25 (by KASUYA)

粒子	自発核分裂片トラック		誘導核分裂片トラック		$\rho_s/2\rho_i$	年代 T (×10 ⁶ yr.)	U (ppm)
	n/目*	ρ_s (cm ⁻²)	n/目*	ρ_i (cm ⁻²)			
1	4/49	8.16×10 ⁴	91/49	1.86×10 ⁶	2.20×10 ⁻²	1.19	136
2	6/80	7.50×10 ⁴	117/80	1.46×10 ⁶	2.56×10 ⁻²	1.38	107
3	8/80	1.00×10 ⁵	170/80	2.13×10 ⁶	2.35×10 ⁻²	1.27	156
4	15/100	1.50×10 ⁵	197/100	1.97×10 ⁶	3.81×10 ⁻²	2.05	144
5	5/80	6.25×10 ⁴	116/80	1.45×10 ⁶	2.16×10 ⁻²	1.16	106
6	2/48	4.17×10 ⁴	82/48	1.71×10 ⁶	1.22×10 ⁻²	0.66	125
7	4/80	5.00×10 ⁴	130/80	1.63×10 ⁶	1.54×10 ⁻²	0.83	119
8	5/100	5.00×10 ⁴	168/100	1.68×10 ⁶	1.49×10 ⁻²	0.80	123
9	3/100	3.00×10 ⁴	176/100	1.76×10 ⁶	8.52×10 ⁻³	0.46	129
10	4/36	1.11×10 ⁵	75/36	2.08×10 ⁶	2.67×10 ⁻²	1.44	153
11	12/100	1.20×10 ⁵	218/100	2.18×10 ⁶	2.75×10 ⁻²	1.48	160
12	2/49	4.08×10 ⁴	70/49	1.43×10 ⁶	1.43×10 ⁻²	0.77	104
13	3/60	5.00×10 ⁴	77/60	1.28×10 ⁶	1.95×10 ⁻²	1.05	94
14	2/49	4.08×10 ⁴	73/49	1.49×10 ⁶	1.37×10 ⁻²	0.74	110
15	4/100	4.00×10 ⁴	154/100	1.54×10 ⁶	1.30×10 ⁻²	0.70	112
16	19/100	1.90×10 ⁵	177/100	1.77×10 ⁶	5.37×10 ⁻²	2.89	129
17	9/90	1.00×10 ⁵	131/90	1.46×10 ⁶	3.44×10 ⁻²	1.85	107
18	9/100	9.00×10 ⁴	174/100	1.74×10 ⁶	2.59×10 ⁻²	1.40	128
19	8/100	8.00×10 ⁴	159/100	1.59×10 ⁶	2.52×10 ⁻²	1.36	116
20	9/80	1.13×10 ⁵	144/80	1.80×10 ⁶	3.13×10 ⁻²	1.69	132
21	6/60	1.00×10 ⁵	89/60	1.48×10 ⁶	3.37×10 ⁻²	1.82	108
22	10/100	1.00×10 ⁵	162/100	1.62×10 ⁶	3.09×10 ⁻²	1.66	119
23	12/100	1.20×10 ⁵	170/100	1.70×10 ⁶	3.53×10 ⁻²	1.90	124
24	9/60	1.50×10 ⁵	123/60	2.05×10 ⁶	3.66×10 ⁻²	1.97	150
25	10/80	1.25×10 ⁵	128/80	1.60×10 ⁶	3.91×10 ⁻²	2.11	117
計	180/1981		3371/1981				

total area 法による年代値 1.43±0.33 Ma(2σ)

*1 目面積: 10⁻⁶ cm²

豊肥地熱地域のボーリング・コアのフィッション・トラック年代 (その1) (玉生・糟谷)

付表9 フィッション・トラック年代測定データシート

試験名: 豊肥地熱地域のボーリング・コア 対象鉱物: ジルコン
 試料名: DW-4 (1024.0 m) 腐食条件: KOH+NaOH, 210°C, 48 hr.
 採取箇所: 熊本県阿蘇郡南小国町黒川 観察条件: 透過光, 油浸対物レンズ(×100)
 測定方法: grain by grain の total area 法 照射条件: USGS (デンバー) TRIGA II 回転試料棚
 ^{238}U の自発核分裂壊変定数 $\lambda = 7.03 \times 10^{-17} \text{ yr}^{-1}$
 年代計算式 $T = 5.98 \times 10^{-8} \times \Phi \times \rho_s / 2\rho_i$
 熱中性子線量 $\phi = 7.88 \times 10^{14}$ (実測トラック数2075)
 ウラン濃度 $U = 3.3 \times 10^{10} \times (2\rho_i / \phi)$

(測定年月日) 1982. 3 (by TAMANYU)

粒子	自発核分裂片トラック		誘導核分裂片トラック		$\rho_s/2\rho_i$	年代 T ($\times 10^6 \text{ yr.}$)	U (ppm)
	n/目*	$\rho_s \text{ (cm}^{-2}\text{)}$	n/目*	$\rho_i \text{ (cm}^{-2}\text{)}$			
除外 1	55/80	7.62×10^5	855/80	1.18×10^7	3.22×10^{-2}	1.52	988
2	2/50	4.43×10^4	39/50	8.64×10^5	2.56×10^{-2}	1.21	73
3	2/56	3.96×10^4	60/56	1.19×10^6	1.67×10^{-2}	0.79	99
4	0/28	0	25/28	9.89×10^5	0	0	83
5	2/40	5.54×10^4	27/40	7.48×10^5	3.70×10^{-2}	1.74	63
6	0/30	0	32/30	1.18×10^6	0	0	99
7	2/70	3.17×10^4	41/70	6.45×10^5	2.44×10^{-2}	1.15	54
8	0/60	0	24/60	4.43×10^5	0	0	37
9	1/56	1.98×10^4	49/56	9.70×10^5	1.02×10^{-2}	0.48	82
10	1/40	2.77×10^4	27/40	7.48×10^5	1.85×10^{-2}	0.87	62
11	2/50	4.43×10^4	39/50	8.64×10^5	2.56×10^{-2}	1.21	71
12	0/28	0	32/28	1.27×10^6	0	0	107
13	0/70	0	57/70	9.02×10^5	0	0	75
14	0/80	0	52/80	7.20×10^5	0	0	59
15	1/90	1.23×10^4	99/90	1.22×10^6	5.05×10^{-3}	0.24	102
16	5/70	7.91×10^4	88/70	1.39×10^6	2.84×10^{-2}	1.34	117
17	2/100	2.22×10^4	85/100	9.42×10^5	1.18×10^{-2}	0.56	78
18	1/50	2.22×10^4	50/50	1.11×10^6	1.00×10^{-2}	0.47	92
19	4/80	5.54×10^4	69/80	9.56×10^5	2.90×10^{-2}	1.37	81
計	25/1048		895/1048				

total area 法による年代値 $0.66 \pm 0.34 \text{ Ma} (2\sigma)$

*1 目面積: $0.9025 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$