

対馬の火成岩類のフィッション・ トラック年代（I）

高橋 清・林 正雄*

（昭和59年10月31日受理）

Fission track ages of igneous rocks from Tsushima Islands (I)

Kiyoshi TAKAHASHI and Masao HAYASHI*

Abstract

The plagiophyre, granite, quartz porphyry, and "tuff" from Tsushima Islands were examined geochronologically by fission track method.

Their geochronological ages are as follows.

Plagiophyre	(18.70 ± 1.03) Ma
Granite	(14.90 ± 0.77) Ma
Quartz porphyry	(14.20 ± 0.74) Ma
"Tuff"	(20.30 ± 1.50) Ma

I. ま え が き

対州層群に関係している火成岩類中、今回は、対州層群堆積時における海底火山活動の産物と考えられる火山碎屑岩と対州層群堆積後の火成岩類中、斜長斑岩、斑状花崗岩および石英斑岩の四種類につきフィッション・トラック年代測定を行ったので、その結果について報告する。

II. 地 質 概 要

対州層群：最上位層準は東海岸塩浜付近にみられ、最下位層準は西海岸コッテ崎の南方に露出している。上限および下限は海に没して不明である。厚さは全体で5,400m+である。泥岩、砂岩・泥岩互層を主とし、一部塊状砂岩、含石英粒礫質砂岩～礫岩および火山碎屑岩（斜長石火山礫層灰岩～層灰岩）よりなる。対州層群を火山碎屑岩および顕著な砂岩・泥岩互層により下部層、中部層および上部層の3層に区分する。下部層と中部層は中部層の基底部に比較的良好に連続する（上島中部より以南～下島北東部）火山碎屑岩層をもって区分し、中部層と上部層は上部層の基底の顕著な砂岩・泥岩互層をもって区分する。対州層群の上部層、

* 九州大学生産科学研究所

中部層および下部層の特徴，分布地域などについては高橋（1969，1976）および対馬上県地域広域調査報告書（昭和46年度～昭和48年度）を参照されたい。

火成岩類：対州層群を貫く火成岩類は斜長斑岩，花崗岩類，石英斑岩，流紋岩および粗粒玄武岩類（微閃緑岩・玢岩）があり，斜長斑岩のみが対州層群褶曲前の貫入であり，他は褶曲後の貫入である。斜長斑岩は地層におおむね整合的に貫入するが，花崗岩類は岩株状をなし，石英斑岩および粗粒玄武岩類は両方の産状を呈する。流紋岩は進入岩床である。火成岩類の詳細については高橋（1976）および対馬上県地域広域調査報告書（昭和46年度～昭和48年度）を参照されたい。

対州層群の地質時代：これまで対州層群から産出した若干の貝類化石，植物化石などにより，対州層群の時代論が論ぜられている。それらの中で，高橋（1958）は若田産 *Sabalites taishuensis* Takahashi を記載した際，九州北部における *Sabalites* の産状を考慮し（*Sabalites* の最上部産出層準は遠賀層である），時代は多分漸新世であるとした。また高橋・西田（1974）は峰村の吉田より賀佐に至る県道の峠付近で産出した貝化石について報告した。この産出層準は対州層群下部層上限より約 130 m 下位の層準であり，化石床として産し，構成は殆んどが *Glycymeris cisshuensis* である。その他 *Dosinia (Phacoma) chikuzenensis*, *Pitar*, *Callista*, *Lucinoma*, *Tellina*, *Ostrea*, *Turritella infralirata*, *Phyllonotus ashiyaensis*, *Molopophorus denselineatus* がみられる。構成種から芦屋化石動物群との密接な関連が推測される。九州北部および北西部の間瀬階および西彼杵階などの化石を総括的に考察すれば，対州層群の下部層の大部分が間瀬階相当層で，下部層上位より上位の全層が西彼杵階すなわち芦屋層群相当層になる可能性が強いと考えられる。

Ⅲ. 試料採集地点

フィッシュン・トラック年代測定用の試料の採集地点は次の通りである（第1図）。

- a) 斜長斑岩（試料番号 H-169）：美津島町洲藻西方約 1 km。
- b) 斑状花崗岩（試料番号 H-170）：厳原町内山。
- c) 石英斑岩（試料番号 H-171）：美津島町洲藻一箕形間，城戸。
- d) 斜長石火山礫層灰岩（T₃）*（試料番号 H-172）：豊玉村糸瀬北北東約 1.1 km。

Ⅳ. 年代測定

フィッシュン・トラック年代測定は，ジルコンの外部面を用いて，再エッチング個体識別法により行った。エッチングは，NaOH + KOH の共融液（Gleadow et al., 1976）を使用し，220℃で30～40時間行った。以下に実験方法を簡単に記す。

(1) ジルコンの埋込

スライドガラス上に，ジルコン約40粒子を1列に配列し，310℃に加熱したホットプレート上で，テフロンシートに埋込む。

(2) 自発トラックのエッチング

温度を厳密にコントロールした電気炉中で，上記のエッチング剤を用い，220℃でエッチングを行った。エッチング時間は，H-169とH-172は35時間，H-170とH-171は40時間である。

* 対馬上県地域広域調査報告書（昭和47年度）の中の記号と同じ。

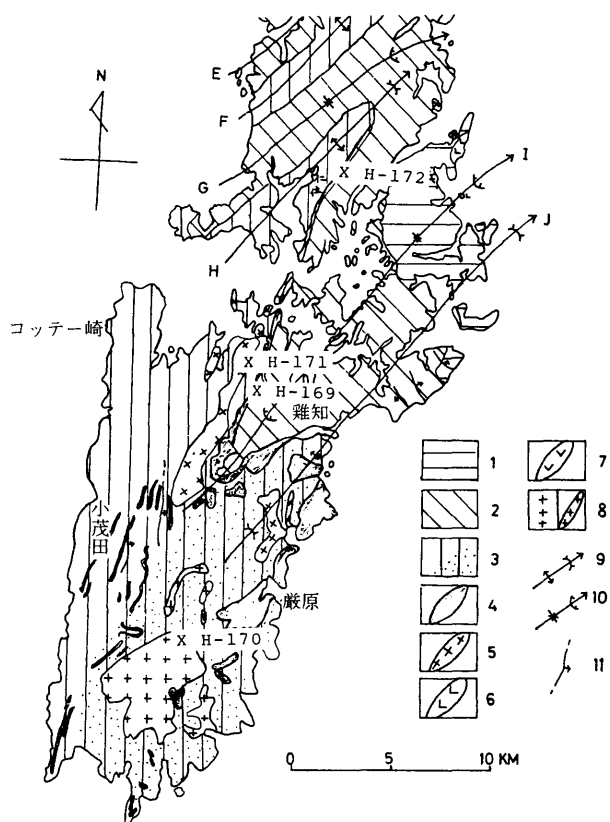


Fig. 1. Geological outline map and sampling localities (X) in the southern area of Tsushima.

- 1: Upper formation of the Taishu Group
- 2: Middle formation of the Taishu Group
- 3: Lower formation of the Taishu Group and hornfels area
- 4: Plagiophyre
- 5: Quartz porphyry
- 6: Rhyolite
- 7: Doleritic rocks
- 8: Granitic rocks
- 9: Axis of anticlinorium
- 10: Axis of synclinorium
- 11: fault
- E: Mine synclinorium
- F: Goneo—Oboshiyama anticlinorium
- G: Kushi—Saho synclinorium
- H: Nii anticline
- I: Kofunagoshi—Wakata synclinorium
- J: Ofunagoshi—Izuhara anticlinorium

(3) 自発トラックの計数

データを保存するため、トラックの同定を確実にするため、自発トラックを×1000倍下でカラー写真撮影し、計数を行った。

(4) 熱中性子照射

標準ガラス (SRM961) を上下に添え、立教大学原子炉 TRIGA Mark II の回転試料棚で、15分間の熱中性子照射を行った。標準ガラスは15% HF 溶液 (25℃) で30秒間エッチングしたのち、自発トラックと同様に写真撮影し、トラックを計数した。NBS において一定量の熱中性子を照射されている標準ガラスは、5秒毎にエッチングを行い、同様に処理して、各エッチング時間ごとのトラック密度とトラック径を求めた。熱中性子線量は、立教炉で照射を行った標準ガラス上のトラック径から密度を補正したのち、求めた。熱中性子線量の相対標準誤差は、両者の総トラック数の逆数の和の平方である。なお、NBS における照射線量は、Au と Cu の値の平均値とした。

(5) 誘発トラックのエッチング

誘発トラックは、自発トラックと同じエッチング剤を用い、30時間エッチングした。

(6) 誘発トラックの計数

自発トラックの場合と同様に、誘発トラックもカラー写真撮影を行い、自発トラックをチェックしたのち、計数を行った。計数領域は、ジルコン結晶の表面から10μm 以内を除いた部分とした。

(7) 精密度係数

得られた計数データを、藤井・林 (1984) のプログラムによって、各粒子組合せの精密度係数を求め、最高値を有する粒子組合せを見出した。

(8) 年代式と誤差

フィックション・トラック年代は、次式で求められる。

$$T = 6.45 \times 10^9 \ln \left(1 + 9.32 \times 10^{-18} \frac{\sum N_s}{\sum N_i} \Phi \right)$$

ただし、 $\sum N_s$ および $\sum N_i$ は総自発トラック数および総誘発トラック数、 Φ は熱中性子線量である。年代の標準誤差は、conventional 法 (Lindsey et al., 1975) によって計算した。

測定結果は、粒子年代と精密度係数を第1～4表に、自発および誘発トラック密度と年代を第5表に、年代ヒストグラムを第2～5図に示した。

斜長斑岩 (H-169) は、すべての測定粒子データを含めた精密度係数が最も大きい値81を示し、その年代は18.70±1.03 Ma である。第2図の年代ヒストグラムでは、18-21 Ma 間は予測値が多く、21-24 Ma 間は観測値が大きいものの、全体的には両者はほぼ一致しているといえる。

花崗岩 (H-170) は No. 1-27 の粒子組合せの精密度係数が91と最も大きいので、No. 28-30 の3粒子を除いて計算を行い、14.90±0.77 Ma の年代を得た。第3図の年代ヒストグラムは、予測値と観測値とが非常によく一致している。

石英斑岩 (H-171) は、すべての測定粒子データを含めた精密度係数が最高の値67を有し、その年代は14.20±0.74 Ma である。第4図の年代ヒストグラムは、予測値と観測値との間にかなりの差が認められるものの、全体として両者はほぼ一致しているといえる。

斜長石火山礫層灰岩 (H-172) は、すべての測定粒子データを含めた精密度係数が非常に大きい値91を有し、その年代は20.30±1.50 Ma である。本試料のように、異質粒子を含む恐れがある場合でも、精密度係数が50より大きければ、それらを含む可能性は小さく、得られた年代はある1つの意味ある値を示していると考えられる。第5図の年代ヒストグラムは、24-28 Ma 間で観測値がやや多いものの、その他の年代区間では予測値と観測値がよく一致している。

Table 1. Fission track dating data of plagiophyre from Tsushima.

Grain No.	Ns	Ni	Grid	Age(Ma)	PI
1	25	45	10	12.64	---
2	28	48	10	13.27	---
3	17	28	10	13.81	---
4	19	31	10	13.95	---
5	30	42	9	16.25	---
6	30	42	12	16.25	---
7	29	40	10	16.49	---
8	44	60	15	16.49	---
9	14	19	8	16.76	---
10	45	61	12	16.78	---
11	43	58	12	16.86	---
12	43	57	15	17.16	---
13	28	37	10	17.21	---
14	29	37	12	17.83	---
15	34	42	15	18.41	---
16	39	48	9	18.48	---
17	35	43	15	18.51	---
18	27	33	10	18.61	---
19	29	35	8	18.81	---
20	20	22	10	20.68	10
21	65	68	20	21.74	27
22	23	24	8	21.79	39
23	25	26	10	21.87	43
24	73	75	15	22.14	46
25	21	21	10	22.74	38
26	79	78	24	23.03	34
27	28	27	15	23.58	24
28	25	23	10	24.71	46
29	30	27	10	25.26	63
30	23	19	10	27.52	80

Age and standard error (18.70 ± 1.03) Ma
 Spontaneous track density (1.67 ± 0.05)e+06
 Induced track density (2.03 ± 0.06)e+06
 Neutron dose (3.79 ± 0.13)e+14
 One grid 1.69e-06 square centimeter

Table 2. Fission track dating data of granite from Tsushima.

Grain No.	Ns	Ni	Grid	Age(Ma)	PI
1	31	65	15	10.85	---
2	36	73	30	11.22	---
3	46	90	20	11.63	---
4	32	61	15	11.94	---
5	46	85	24	12.32	---
6	36	65	15	12.60	---
7	65	115	24	12.86	---
8	34	60	20	12.89	---
9	41	70	21	13.33	---
10	36	61	20	13.43	---
11	40	67	25	13.59	---
12	33	54	24	13.91	---
13	45	72	20	14.22	---
14	42	65	25	14.70	---
15	24	37	15	14.76	---
16	41	62	20	15.05	---
17	46	69	25	15.17	---
18	20	29	20	15.69	---
19	47	68	25	15.73	---
20	57	82	20	15.81	50
21	22	31	14	16.15	45
22	50	65	30	17.50	41
23	31	40	14	17.63	34
24	44	52	20	19.25	69
25	26	30	15	19.72	80
26	44	48	15	20.85	87
27	77	76	21	23.04	91
28	49	46	15	24.22	80
29	54	50	20	24.56	9
30	65	50	24	29.55	2

Age and standard error (14.90 ± 0.77) Ma
 Spontaneous track density (1.17 ± 0.04)e+06
 Induced track density (1.81 ± 0.04)e+06
 Neutron dose (3.79 ± 0.13)e+14
 One grid 1.69e-06 square centimeter

Table 3. Fission track dating data of quartz porphyry from Tsushima.

Grain No.	Ns	Ni	Grid	Age(Ma)	PI
1	28	73	15	8.73	---
2	30	71	15	9.62	---
3	47	94	15	11.83	---
4	30	56	10	12.19	---
5	24	42	10	13.00	---
6	38	66	15	13.10	---
7	68	115	20	13.46	---
8	85	143	16	13.52	---
9	25	42	12	13.54	---
10	31	52	15	13.57	---
11	34	56	15	13.81	---
12	28	46	15	13.85	---
13	25	41	12	13.87	---
14	28	45	9	14.16	---
15	35	55	20	14.48	---
16	14	22	10	14.48	---
17	45	70	20	14.63	---
18	33	51	10	14.72	---
19	17	26	10	14.87	---
20	80	122	20	14.92	17
21	36	54	15	15.17	15
22	41	61	15	15.29	12
23	30	42	10	16.25	9
24	29	40	15	16.49	7
25	35	48	15	16.59	5
26	17	23	10	16.81	11
27	35	46	15	17.31	22
28	42	55	18	17.35	35
29	32	35	18	20.79	57
30	38	38	6	22.74	67

Age and standard error (14.20 ± 0.74) Ma
 Spontaneous track density (1.52 ± 0.05)e+06
 Induced track density (2.43 ± 0.06)e+06
 Neutron dose (3.79 ± 0.13)e+14
 One grid 1.69e-06 square centimeter

Table 4. Fission track dating data of "tuff" from Tsushima.

Grain No.	Ns	Ni	Grid	Age(Ma)	PI
1	3	6	15	11.56	---
2	5	10	20	11.56	---
3	11	20	10	12.71	---
4	10	17	25	13.60	---
5	13	21	10	14.31	---
6	4	6	13	15.41	---
7	11	16	30	15.89	---
8	7	10	24	16.18	---
9	10	14	12	16.51	---
10	21	29	30	16.73	---
11	20	27	20	17.12	---
12	10	13	20	17.78	---
13	15	18	20	19.26	---
14	22	26	20	19.55	---
15	12	14	20	19.80	---
16	9	10	20	20.79	---
17	30	33	35	21.00	---
18	22	24	35	21.17	---
19	35	38	40	21.28	---
20	13	14	20	21.45	28
21	13	13	12	23.10	24
22	14	13	20	24.87	44
23	20	27	27	25.66	59
24	10	9	10	25.66	62
25	18	16	25	25.58	58
26	15	13	20	26.65	47
27	14	12	15	26.94	33
28	10	8	15	28.86	58
29	18	14	20	29.68	76
30	19	13	20	33.74	91

Age and standard error (20.30 ± 1.50) Ma
 Spontaneous track density (4.21 ± 0.20)e+06
 Induced track density (4.70 ± 0.21)e+06
 Neutron dose (4.12 ± 0.14)e+14
 One grid 1.69e-06 square centimeter

Table 5. Fission track ages of igneous rocks from Tsushima.

No.	spontaneous track density	induced track density	thermal neutron dose	Age and standard error
H-169	$(1.67 \pm 0.05) \times 10^6$	$(2.03 \pm 0.05) \times 10^6$	$(3.79 \pm 0.13) \times 10^{14}$	$(18.70 \pm 1.03) \times 10^6$
H-170	$(1.17 \pm 0.04) \times 10^6$	$(1.81 \pm 0.04) \times 10^6$	$(3.79 \pm 0.13) \times 10^{14}$	$(14.90 \pm 0.77) \times 10^6$
H-171	$(1.52 \pm 0.05) \times 10^6$	$(2.43 \pm 0.06) \times 10^6$	$(3.79 \pm 0.13) \times 10^{14}$	$(14.20 \pm 0.74) \times 10^6$
H-172	$(4.21 \pm 0.20) \times 10^6$	$(4.70 \pm 0.21) \times 10^6$	$(4.12 \pm 0.14) \times 10^{14}$	$(20.30 \pm 1.50) \times 10^6$

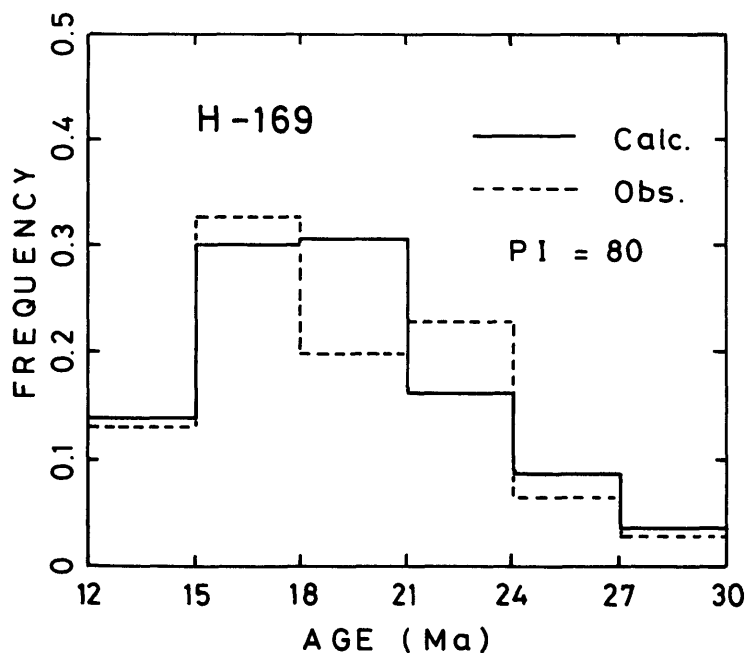


Fig. 2. Expected and actual age histograms for zircon grains of plagiophyre from Tsushima.

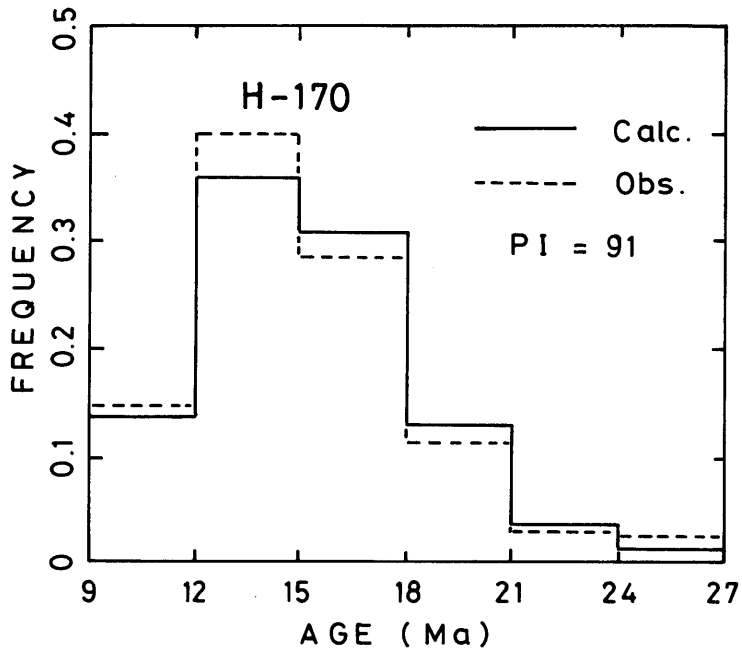


Fig. 3. Expected and actual age histograms for zircon grains of granite from Tsushima.

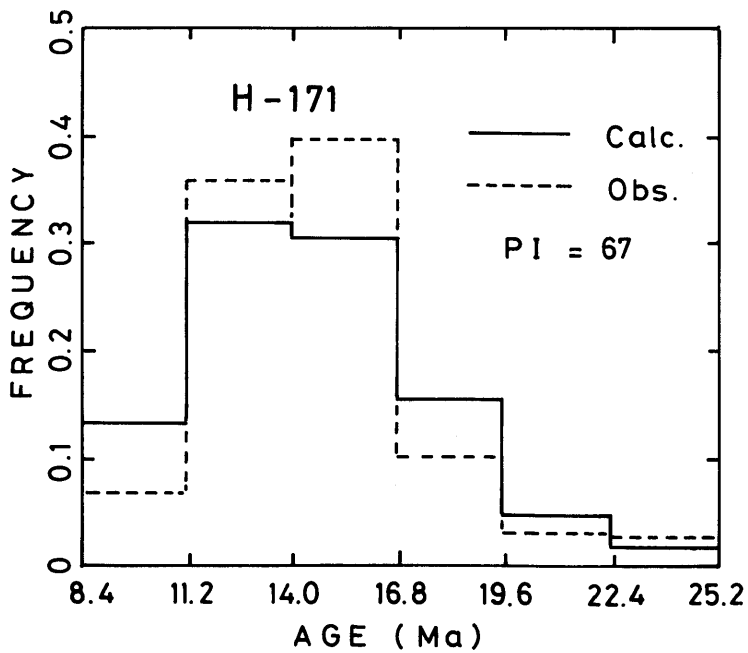


Fig. 4. Expected and actual age histograms for zircon grains of quartz porphyry from Tsushima.

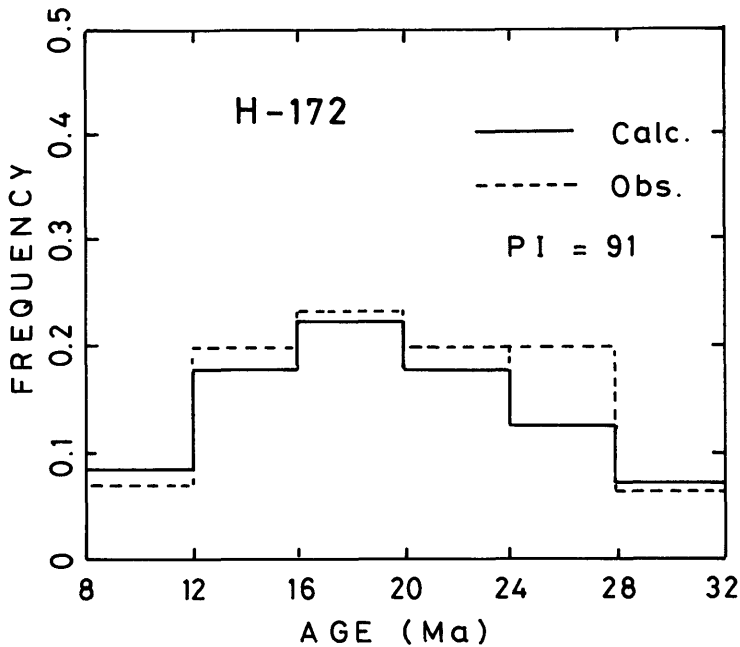


Fig. 5. Expected and actual age histograms for zircon grains of "tuff" from Tsushima.

文 献

- Bigazzi, G., Bonadonna, F. and Hadler Neto, J. C. (1983) : Contribution to statistics in fission track counts. Privately circulated manuscript. Instituto di Geocronologia e Geochimica Isotopica, CNR, Pisa, Italy.
- 藤井誠・林正雄(1984) : Grain by grain 法による年代測定データの統計的検定プログラム. 情報地質 (9), 1~12.
- Gleadow, A. J. W., Hurford, A. J. and Quaife, R. D. (1976) : Fission track dating of zircon : improved etching techniques. Earth Planet. Sci. Letters, 33, 273-276.
- Green, P. F. (1981) : A new look at statistics in fission track dating. Nucl. Tracks, 5, 77-86.
- Laslett, G. M., Gleadow, A. J. W. and Duddy, I. R. (1983) : The interpretation of the isotopic ratio U_{235}/U_{238} in fission track dating. Math. Geol., 15, 493-495.
- Lindsey, D. A., Naeser, C. W. and Shawe, D. R. (1975) : Age of volcanism, intrusion and mineralization in the Thomas Range, Key Mountain and Desert Mountain, Western Utah. J. Res. US Geol. Surv., 3, 597-604.
- Takahashi, K. (1958) : *Sabalites* aus den Wakata Schichten von Tsushima, Nordkyushu. Trans. Palaeont. Soc. Japan, N. S., No. 30, 185-188, pl. 27 a.
- 高橋清(1969) : 対州層群の研究. 長崎大学教養部紀要, 自然科学, 10, 67-82.
- (1976) : 対馬の地質. 対馬の生物, 11-19.
- ・西田民雄(1975) : 対馬上県地域の対州層群下部層の軟体動物化石について. 長崎大学教養部紀要, 自然科学, 15, 15-20, 1 図版.
- 通産省(1972-1974) : 広域調査報告書対馬上県地域. (昭和46年度~48年度).