

四国中央部柳野デイサイトの全岩化学組成

新正裕尚・角井朝昭

Whole rock composition of the Yanagino dacite in central part of Shikoku

Hironao SHINJOE, and Tomoaki SUMII

Abstract

Whole rock major and trace element compositions of the two samples from the Yanagino dacite in central part of Shikoku were determined by XRF and INAA. One sample have similar composition with those previously reported by Umehara et al. (1991). The other sample have more evolved composition with higher SiO₂ content. Both samples are peraluminous and show REE pattern with enriched-LREE, flat -HREE, and negative Eu anomaly. These characteristics are osculate with those of S-type granite of Outer zone granitic rocks of SW Japan. However their alkali content and some of the trace elements composition are clearly differ from those of granodiorites in the Uwajima pluton, a neighboring S-type granite of Outer zone granitic rocks. To correlate Yanagino dacite to other Middle Miocene igneous rock series in SW Japan, more precise radiometric dating is indispensable.

はじめに

西南日本弧では中新世中期に第四紀火山フロントよりも海溝寄りの地域で種々の火成活動が起こった。それらは一般的に海溝寄りから順に、玄武岩質岩を主とする貫入岩体、外帯花こう岩類、瀬戸内火山岩類に带状に区分される。外帯

花こう岩類の分布にはある程度まとまりがあり、紀伊半島と四国西部の間には少なくとも地表に現れた規模の大きな岩体の分布は見られない。しかしながら、四国中央部の上八川―池川構造線の周辺には断続的に小規模な珪長質火成岩の貫入が見られる。今回その小岩体の一つである柳野デイサイト岩体およびその周辺から採取された2試料について、全岩化学組成を測定した

ので報告する。

試料の概要

四国では西南日本の地体構造上の特徴である島弧延長方向に沿った地質体の帯状配列が明瞭である。その中で三波川変成帯と秩父累帯の間には御荷銕緑色岩類が分布する。しかし四国中央部の土佐町西石原から池川町の間は御荷銕緑色岩類が分布せず三波川変成帯と秩父累帯が直接接する。上八川—池川構造線は両者の境界をなす構造線として石井ほか（1957）により定義された。石井ほか（1957）は上八川—池川構造線に沿う珪長質火成岩の存在を報告し、簡単な岩石記載も行っている。これらの珪長質火成岩については沢村（1964）により、吾川郡吾北町高岩鉾山付近に産する岩体の記載と鉾床との関連について報告されて以降研究が途絶えていたが、梅原ほか（1991）はこれらの珪長質火成岩の中で比較的分布の大きい、吾川郡吾北町柳野周辺および吾北村高岩付近に分布する岩体をそれぞれ柳野デイサイト、高岩流紋岩と呼び、岩石記載と主成分元素および微量元素数元素の分析結果を報告した。Figure 1a に示すように柳野デイサイトの分布位置は外帯花こう岩類の分布域にある。

上八川—池川構造線に沿う珪長質火成岩の形成時期については既に石井（1957）により岩質の類似等から石鎚山の中新世火成岩と同時期のものという推定が行われていたが、梅原ほか（1991）により柳野デイサイトについて 15.2～16.9 Ma、高岩流紋岩について 15.0 Ma の K-Ar 年代が報告され、これらの珪長質火成岩の活動時期が中新世中期のものであることがほぼ

確実となった、

梅原ほか（1991）は東西 600 m、南北 300 m 程度の紡錘状の形状を持つ貫入岩体として柳野デイサイトを描いている。今回分析に供した試料の一つ YNG02 は柳野デイサイト岩体の北部から採取された。もう一つの試料 YNG01 は、梅原ほか（1991）による柳野デイサイト岩体の分布の西方およそ 300 m の位置から採取された（Fig. 1b）。両試料はともに細粒斑状完晶質で YNG01 は 2 mm 程度の石英、黒雲母、斜長石を、YNG02 は 1 mm 程度の石英、斜長石、黒雲母および少量のざくろ石を斑晶として含む。YNG02 はマトリクスおよび黒雲母斑晶の変質がやや進んでいる。YNG01 についても岩相は柳野デイサイトと類似しており、以下では一連の岩石として取り扱う。

分析方法

粗割した岩石片をジョークラッシャーで粉碎したものから数 mm 径以上の大きさのチップ約 40 グラムを分取し、水道水、脱イオン水、アセトンで洗浄した。洗浄後のチップを鉄乳鉢で粗粉碎したものをメノウ自動乳鉢で細粉化したものを分析用試料とした。

主成分元素およびいくつかの微量元素組成は試料／融剤比が 1:2 の低希釈率ビードを用いた蛍光 X 線分析により求めた。蛍光 X 線分析装置は東京大学地震研究所の蛍光 X 線分析装置（Phillips PW2400）を用い、分析方法は谷ほか（2002）に従った。

希土類元素を含むいくつかの微量元素組成は中性子放射化分析により測定した。約 200 mg の試料をポリエチレンバイアルに融封し、日本

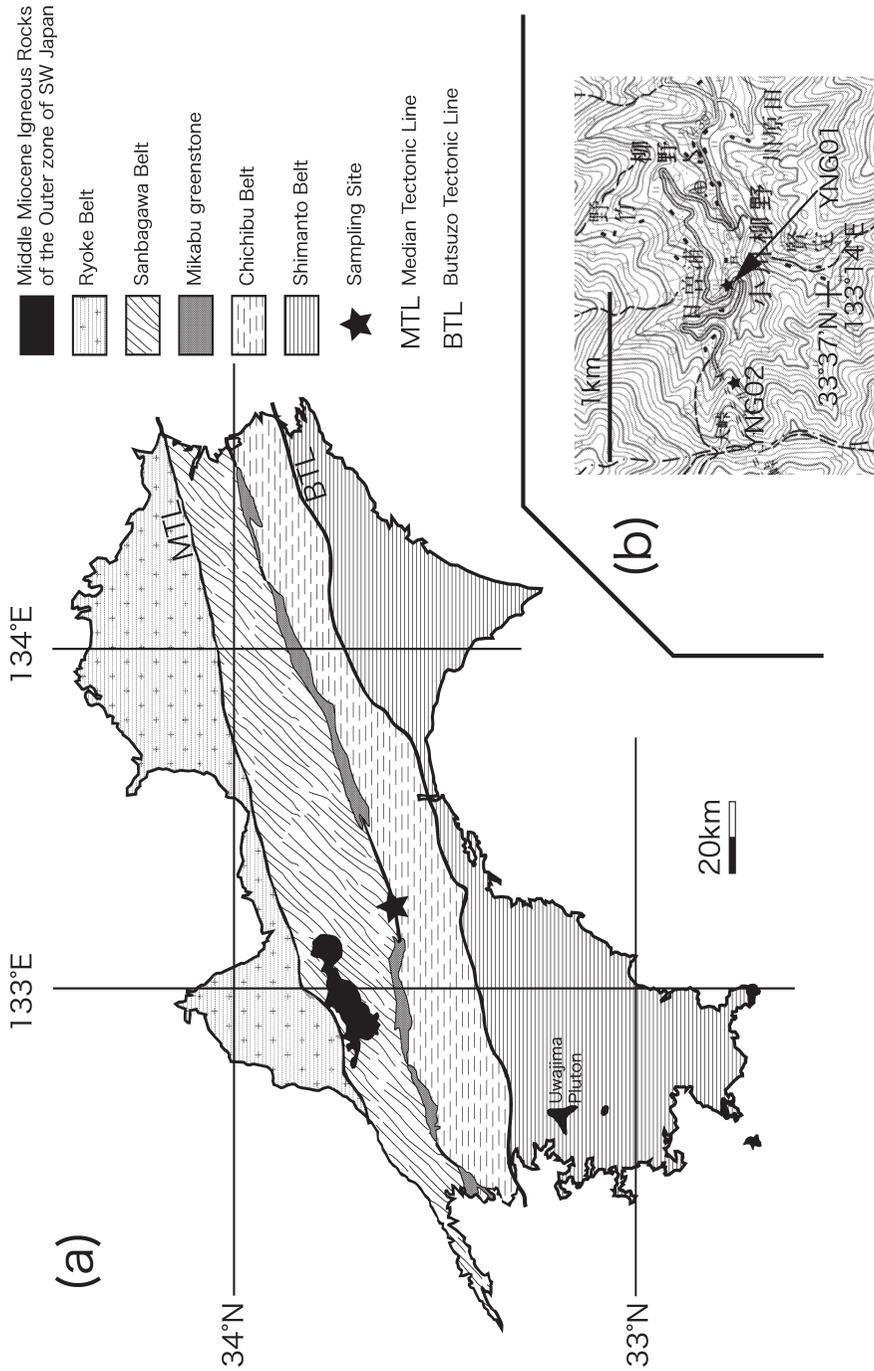


Figure 1 (a) Simplified geologic map of Shikoku modified from Suyari et al (1991). Location of the Yanagino dacite are shown by star. (b) Localities of the analyzed samples. Topographic map is from 1 : 50000 “Kamidoi” by Geographical Survey Institute of Japan.

Tabl 1 Whole rock chemical composition of the Yanagino dacites. Elements written in italic letters were analyzed by INAA. The other elements were analyzed by XRF.
*: Total Fe as Fe₂O₃. A/CNK: molar ratio of Al₂O₃/(CaO+Na₂O+K₂O).

(wt%)	YGN01	YGN02	(ppm)	YGN01	YGN02
SiO ₂	70.56	63.77	Sc	8.7	14.2
TiO ₂	0.39	0.70	V	14.1	44.8
Al ₂ O ₃	14.60	16.98	Cr	23.2	20.4
Fe ₂ O ₃ *	2.96	4.95	Co	6.3	9.3
MnO	0.05	0.09	Ni	11.0	9.8
MgO	1.03	1.82	Zn	48.9	69.4
CaO	2.64	4.04	Ga	14.6	17.9
Na ₂ O	3.23	3.69	Sb	0.68	0.47
K ₂ O	3.03	2.35	Cs	6.81	6.52
P ₂ O ₅	0.09	0.19	Rb	96	83
Total	98.58	98.58	Sr	157	242
A/CNK	1.09	1.06	Ba	570	519
(ppm)			Y	21.2	32.7
<i>La</i>	28.1	24.1	Zr	118	276
<i>Ce</i>	63.1	50.5	Nb	7.6	11.0
<i>Nd</i>	27.2	24.5	<i>Hf</i>	3.86	6.86
<i>Sm</i>	5.4	5.1	<i>Ta</i>	0.70	0.83
<i>Eu</i>	0.94	1.31	<i>As</i>	6.18	8.89
<i>Tb</i>	0.82	0.96	Pb	21.0	17.3
<i>Yb</i>	1.63	3.83	<i>Th</i>	13.4	9.2
<i>Lu</i>	0.25	0.56	<i>U</i>	2.89	2.98

原子力研究所の JRR-4 原子炉で照射を行った。照射から 1 週間および 1 ケ月冷却後に東京大学原子力研究総合センター大学開放研究室の γ 線スペクトロメーターで γ 線測定を行った。目的核種のスペクトルの面積計算は SAMPO90 を用い、定量は産業技術研究所岩石標準試料の JB-1 および JR-2、米国地質調査所の標準試料 G2 を標準試料として比較法で行った。

梅原ほか (1991) は柳野デイサイト 4 試料および、高岩流紋岩 1 試料について蛍光 X 線分析による全岩組成を与えているが、微量元素については 5 元素についての結果を報告しているのみである。今回は、主成分元素および 29 種の微量元素の分析結果を報告する。

結果と議論

全岩化学組成の分析結果を Table 1 に示した。表中において斜体で示した元素は中性子放射化分析により求めたもので、それ以外の元素は蛍光 X 線分析による。主成分元素およびいくつかの微量元素についてのハーカー図を Figure 2 に示した。なお比較のため、梅原ほか (1991) による柳野デイサイトの分析値および、四国西部に分布する中新世外帯花こう岩類である宇和島岩体の花こう閃緑岩の組成 (Shinjoe, 1997) も併せてプロットした。これらはすべて酸化物の総計を 100% に換算してプロットしている。

柳野デイサイトについては今回の分析値と梅原ほか (1991) の分析値をあわせて見ると。全体としてハーカー図上で多くの元素について一

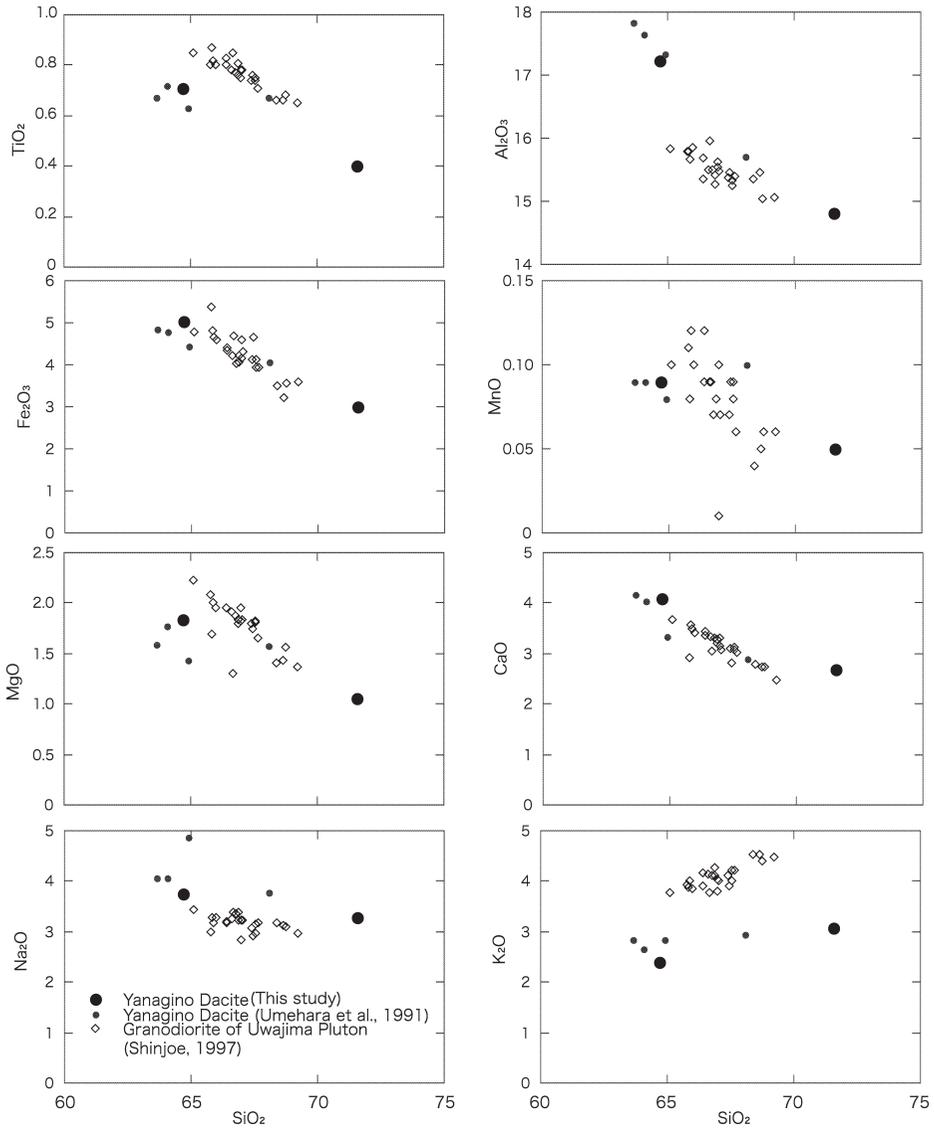
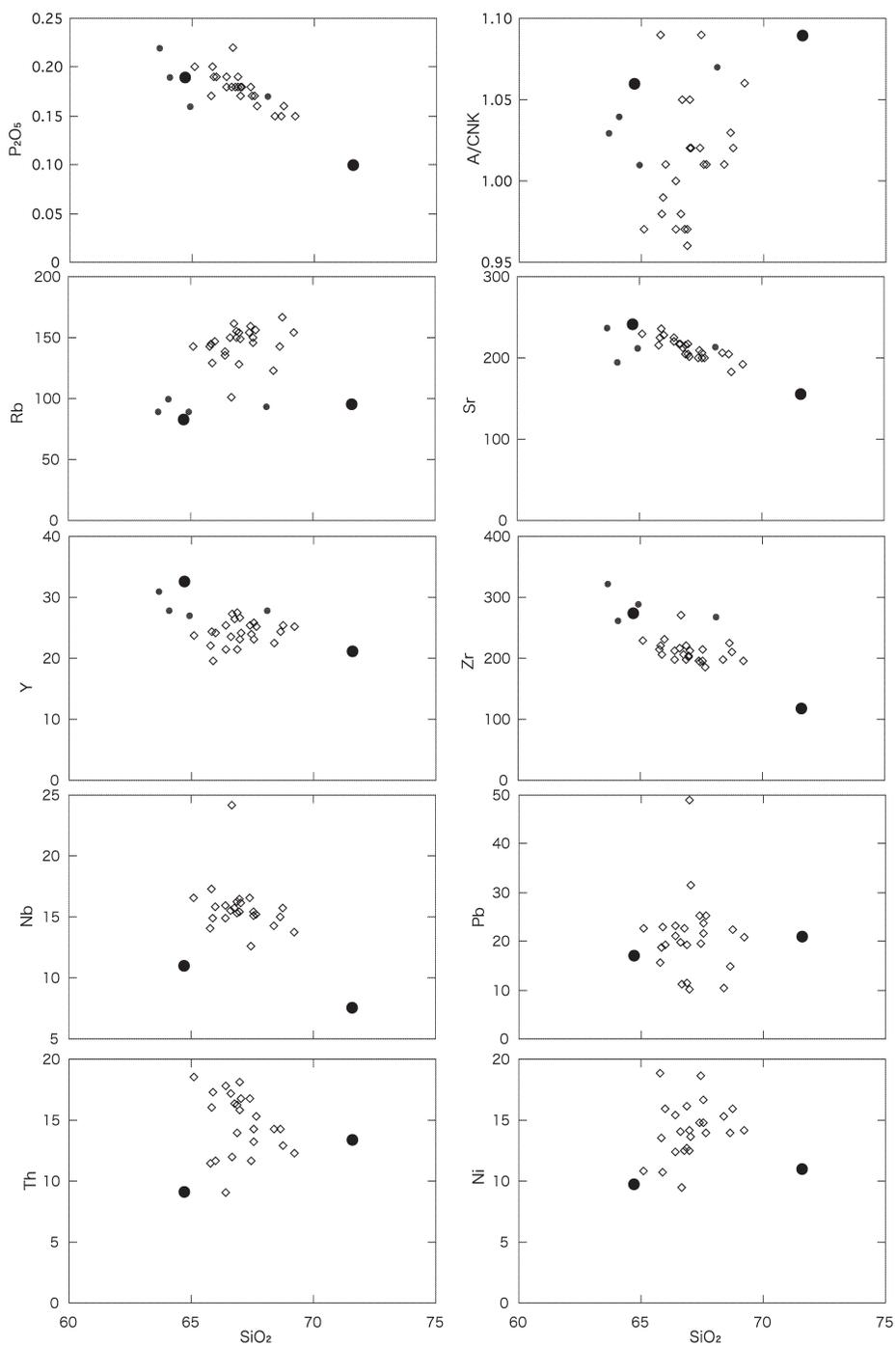


Figure 2 Harker diagrams for major elements, and some trace elements of the Yanagino dacites. Data of the Yanagino dacites reported by Umehara et al (1991) and granodiorites of the Uwajima pluton (Shinjoe 1997) are also plotted for comparison. Oxides are normalized to total oxides=100%.

四国中央部柳野デイサイトの全岩化学組成



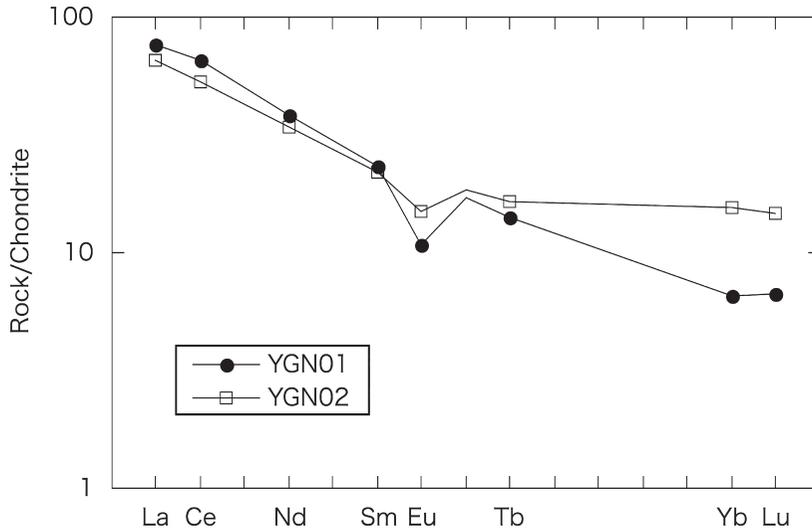


Figure 3 Plot of rare earth elements of the Yanagino dacites, normalized to CI chondrite composition (Taylor and McLennan 1985).

連のトレンドを形成する。すなわち SiO_2 の増加に対して、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 P_2O_5 、 Sr 、 Y 、 Zr が減少し、 Na_2O 、 K_2O 、 Rb は増減が見られない。今回の2個の分析値のうち YNG02 は梅原ほか (1991) による比較的 SiO_2 量の少ない3試料とほぼ重複する位置にプロットされ、YNG01 は全体のトレンドの中で最も SiO_2 に富む位置にプロットされる。今回分析した2試料の A/CNK ($\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ のモル比) は 1.09 および 1.06 であり両試料ともパーアルミナスである。これは両試料とも苦鉄質鉱物として黒雲母を含み、さらに前述したように YNG02 は斑晶としてざくろ石を含むことと整合的である。

コンドライトで規格化した希土類元素パターンを Figure 3 に示す。YNG02 は全体としては軽希土類元素に富む右下がりな、かつ重希土類元素についてはコンドライトの十数倍程度の濃度でフラットなパターンを示し、負の Eu 異常

を持つ。このような希土類元素パターンは外帯花こう岩類の S タイプ花こう岩の希土類元素パターン (代ほか, 1993; Shinjoe, 1997: 新正ほか, 2002 など) とよく類似する。YNG01 の希土類元素パターンもほぼ同様であるが、YNG02 と比べて、Eu 負異常が大きく重希土類元素にやや枯渇する。YNG01 は柳野デイサイト全体のなかでやや分化した組成を持つことから、斜長石およびざくろ石を含む結晶分別を示している可能性がある。

柳野デイサイトは中央構造線から約 30 km 海溝側に位置し、その分布位置からは外帯花こう岩類の一員と見ることができ。さらにここまで述べたようにいくつかの化学組成上の特徴が外帯花こう岩類の S タイプ花こう岩のそれと共通する。しかし外帯花こう岩類の S タイプ花こう岩のなかで柳野デイサイトに最も近接する宇和島岩体の花こう閃緑岩と比較すると (Fig. 2), 柳野デイサイトは明瞭に K_2O 、 Rb ,

四国中央部柳野デイサイトの全岩化学組成

Nb に乏しく、Na₂O にとみ、化学組成の面では単純に外帯花こう岩類の S タイプ花こう岩とは対比できない。

西南日本弧の中新世火成活動の中で柳野デイサイトの位置づけを明確にするには化学組成および岩相の対比のみならず、その形成時期も重要な鍵となる。先述したように梅原ほか (1991) で柳野デイサイトについて示された K-Ar 年代値は異質物質の影響の可能性を示唆した 1 試料 (23.6Ma) を排除しても 14.2~16.9 Ma とかなりばらつきがある。形成時期からの対比をすすめるためには、数十万年程度の誤差で議論できるような、より精密な放射年代値を今後求める必要がある。

謝 辞

蛍光 X 線分析装置の使用に際しては東京大学地震研究所の折橋裕二博士、中田節也教授のお世話になった。中性子放射化分析を行うにあたっては、東京大学原子力研究総合センター全国共同研究部門 (大学開放研究室) の川手稔氏、澤幡浩之氏のお世話になった。以上の方々に深く感謝します。なお蛍光 X 線分析については 2004 年度東京大学地震研究所共同利用プログラムからの援助を受けた。中性子放射化分析は東京大学原子力研究総合センターによる原研施設共同利用制度の援助を受けた。研究に要した費用の一部は東京経済大学個人研究助成費 A

(2003 年度) によるものである。

引用文献

- 代 開秋・津末昭生・本間弘次 (1993) 高知県南西部柏島-沖ノ島地域の花崗岩類の岩石学的研究. 岩鉱, 88, 247-264.
- 石井健一・市川浩一郎・甲藤次郎・吉田博直・小島丈児 (1957) 四国上八川-伊野間路線に沿う秩父累帯の地質 (予土路線に沿う地質 その II). 地質雑, 63, 449-454.
- 沢村武雄・鈴木堯士・青野千秋・鶴田一好 (1964) 高知県高岩鉱山の地質と磁鉄鉄鉱床. 高知大学学術研究報告, 13, 1-13.
- Shinjoe, H. (1997) Origin of the granodiorite in the forearc region of southwest Japan: Melting of the Shimanto accretionary prism. *Chem. Geol.*, 134, 237-255.
- 新正裕尚・折橋裕二・角井朝昭・中井俊一 (2002) 室生火砕流堆積物の全岩化学組成: その給源への手がかり 岩石鉱物科学. 31, 307-317.
- 須槍和巳・岩崎正夫・鈴木堯士 (1991) 『四国地方』日本の地質 8, 266 p. 共立出版, 東京.
- 谷健一郎, 折橋裕二, 中田節也 (2002) ガラスビードを用いた蛍光 X 線分析装置による珪酸塩岩石の主・微量成分分析: 3 倍・6 倍・11 倍希釈ガラスビード法の分析精度の評価, 地震研究所技術報告, 8, 26-36.
- Taylor, S.R. and McLennan, S.M. (1985) The continental crust: its composition and evolution. 312 p, Blackwell Science Pub., Boston.
- 梅原直道・板谷徹丸・吉倉紳一 (1991) 上八川-池川構造線に沿う珪長質火成岩の K-Ar 年代. 岩鉱, 86, 299-304.