

短 報

四国南西部, 松田川流域における九重第一 テフラの対比と低位段丘の年代

熊原 康博*¹・長岡 信治*²



本稿では四国南西部, 松田川流域で見いだされた小川テフラ (新称) を記載し, 本テフラと中部九州・九重火山から噴出した九重第一テフラとの対比を試みた。小川テフラは層厚 20~40 cm, 中~細粒砂サイズの結晶質降下軽石層で, その鉱物組成は多量の普通角閃石と少量の斜方輝石・黒雲母・石英・磁鉄鉱からなる。小川テフラの層位は, 鬼界アカホヤテフラ・始良 Tn テフラの下位に位置する。鉱物組成・重鉱物比・含有鉱物の屈折率の一致から, 小川テフラは九重第一テフラに対比できる。また, 広域テフラとの層位から推定した小川テフラの降下年代は, 70~80 ka に降下した九重第一テフラの年代と矛盾しない。

小川テフラとの層位関係をもとに, 松田川中~下流に分布する低位段丘構成層が, 70~80 ka 前後に堆積したと推定された。

キーワード: 後期更新世, 四国南西部, 九重第一テフラ, 小川テフラ, 河成段丘

I. はじめに

九重第一テフラは, 後期更新世に中部九州の九重火山から噴出したプリニー式降下軽石である (町田, 1980) (図 1)。九重第一テフラは従来, 中部九州における後期旧石器時代の遺跡のローカルな指標テフラとして記載されていたが (町田, 1980), 規模が大きいことから降下分布の広域的な広がりが予想されていた (町田・新井, 1992)。

本稿では, 四国南西部, 松田川流域において見いだされた小川テフラ¹⁾ (Og) の層位および岩石学的記載, 小川テフラと九重第一テフラとの対比について述べる。さらに, 小川テフラの年代に基づき, 松田川中~下流に分布する低位段丘の形成年代について検討する。今回の九重第一テフラの対比は, ほとんど明らかにされていない四国南西部における後期更新世の河成段丘編年に貢献すると考えられる。

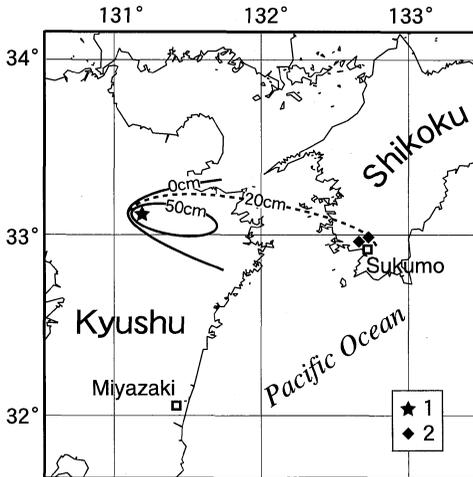
町田 (1980) は, 九重第一テフラの降下年代を, 上下の始良 Tn テフラ (AT: 町田・新井, 1976) と阿蘇 4 テフラ (Aso-4: 町田ほか, 1985) の年代と, 両者間の火山灰土壌の堆積速度が一定であるという仮定を用いて決定している。その当時, 始良 Tn テフラの降下年代は 21 ka, 阿蘇 4 テフラの降下年代は 44~55 ka とされていたため, 九重第一テフラは約 30 ka とされていた。最近では, 海底堆積物の酸素同位体比層序における位置などから, 始良 Tn テフラが 21~25 ka (町田・新井, 1992) もしくは 25.4~26.0 ka (青木・新井, 2000), 阿蘇 4 テフラが 85~90 ka (町田・新井, 1992) もしくは 88 ka (大場, 1991) と考えられている。奥野ほか (1998) は, これらのテフラの新しい年代をもとに, 九重第一テフラの降下年代を 49~51 ka と求めた。また, 奥野ほか (1998) は, 九重第一テフラを含む一連の噴火ステージの堆積物である飯田火砕流堆積物の下部に含まれる炭化木片と堆積物直下の腐植土壌の ¹⁴C 年代を求めて >40 ka を得た結果,

2001年3月16日受付。2002年3月16日受理。1999年度日本地理学会春季学術大会において一部発表。

*1 日本学術振興会特別研究員・広島大学大学院文学研究科 〒739-8522 東広島市鏡山 1-2-3. E-mail: [REDACTED]

*2 長崎大学教育学部 〒851-0241 長崎市文教町 1-14.

1) このテフラは, 熊原 (1999) の神有テフラである。



1 Crater of Kuju-Daiichi tephra
2 Observation points of Ogawa tephra

図 1 九重第一テフラの降下分布と小川テフラの確認地点
九州地域の等層厚線は町田・新井(1992)をもとに作成。

Fig. 1 Distribution of Kuju-Daiichi tephra and observation points of Ogawa tephra
Thickness of the Kuju-Daiichi tephra inside Kyushu is modified from Machida and Arai (1992).

飯田火砕流堆積物の噴出年代を4万年よりもやや古いと推定している。さらに、鎌田ほか(1998)では、飯田火砕流堆積物中のジルコン粒子からフィッシュン・トラック年代を計測し、70~80 kaの噴出年代を求めた。本稿では、飯田火砕流堆積物の噴出年代を直接求めた鎌田ほか(1998)の信頼性が高いと判断し、70~80 kaを九重第一テフラの噴出年代とみなした。

II. 小川テフラの層位と記載

本テフラは、松田川支流篠川沿いの宿毛市小川²⁾(Loc. 1)を模式地とし、松田川本流の宿毛市神有(Loc. 2)でも確認された(図2)。なお、小川テフラは、満塩・鹿島(1996)が報告した低位段丘堆積物(神有層)中のテフラと、採取地点が近接していること、鉱物組成が一致することから、同一テフラと思われる。ただし、満塩・鹿島(1996)は、含有鉱物の屈折率の測定や広域対比の検討は行っていない。

2) Loc. 1は、町田(1996)で紹介された露頭である。町田(1996)ではその地点を篠川左岸に図示しているが、実際にはその露頭は篠川右岸にある(図2参照)。

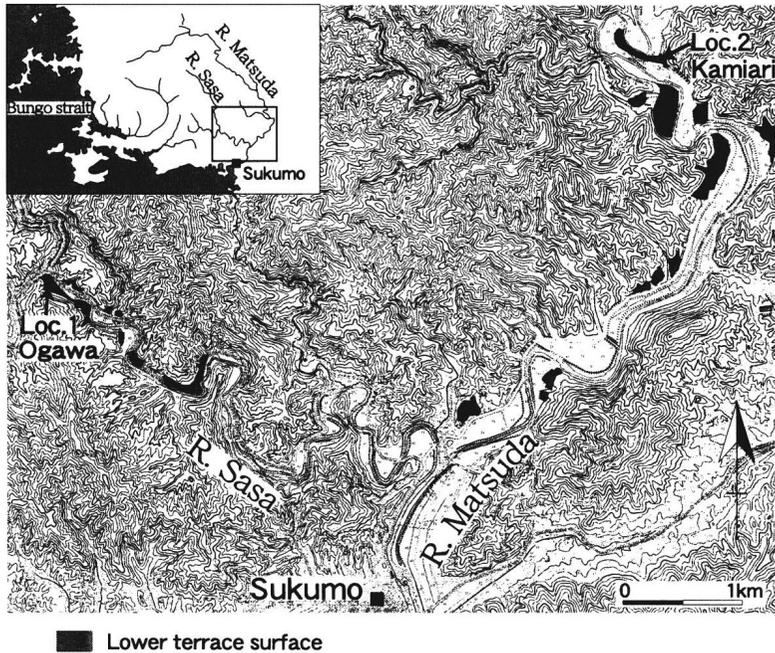
模式地の Loc. 1 は、町田・新井(1978)によって鬼界アカホヤテフラ(K-Ah)と始良 Tn テフラが記載された露頭である。Loc. 1 における小川テフラは、現河床との比高約 8m の低位段丘を覆う崖堆積物中に挟まれる。この崖堆積物は層厚 5m 以上、粒径 10~20 cm 程度の角礫層からなり、上位から鬼界アカホヤテフラ、始良 Tn テフラ、小川テフラを挟む(図3, 図4)。鬼界アカホヤテフラと始良 Tn テフラ間の崖堆積物の層厚は 100 cm で、始良 Tn テフラと小川テフラ間の崖堆積物の層厚は 180 cm である(図3)。小川テフラの下位では層厚 60 cm の崖堆積物が低位段丘面を覆っている。崖堆積物中には明瞭な不整合面は認められない。Loc. 1 では、低位段丘の構成層は観察できないが、約 100 m 下流の地点では、低位段丘の構成層は層厚 3m 以上の 20~40 cm の垂円礫からなる。

ここでの小川テフラは、層厚 20 cm、中~細粒砂サイズの結晶質降下軽石層である。色調は黄褐色を呈し、降下ユニットは認められない。火山灰層中には非火山性の細粒砂が混入する。

Loc. 2 では、小川テフラは現河床との比高 20 m の低位段丘構成層中に挟在する(図3, 図5)。低位段丘の構成層は、厚さ 7m 以上、平均粒径 5~10 cm の垂角礫層からなる。Loc. 2 における小川テフラは層厚 40 cm であり、2層の青白色ごま塩状のユニットとそれらに挟まれたクリーム色のユニットから構成される。テフラ中には四万十帯起源の砂粒が混入していることから、ユニットは水流によって二次的に形成された可能性が高い。

Loc. 1, Loc. 2 における小川テフラは、普通角閃石・磁鉄鉱・斜方輝石・黒雲母・石英を含む結晶質降下軽石層である(表1)。重鉱物組成の分析方法については、テフラを洗浄後、1/4 mm および 1/8 mm の篩で区分し、1/4~1/8 mm の粒径のものについて、2分法によって分けた試料を実体鏡下で約 200 個検鏡し、結果を粒度%で表した。その結果、80% 以上普通角閃石が占め、磁鉄鉱・斜方輝石・黒雲母が少量含まれる。普通角閃石の屈折率は、Loc. 1 では $n_2 = 1.670\text{--}1.679$ (モード: 1.670~1.675)、Loc. 2 では 1.668~1.681 (モード: 1.672~1.674) である。Loc. 2 における斜方輝石の屈折率は、 $\gamma = 1.702\text{--}1.710$ (モード: 1.706~1.707) である。火山ガラスは両地点とも風化して消滅している。

III. 小川テフラと九重第一テフラとの対比



■ Lower terrace surface

図2 小川テフラの露頭地点と低位段丘の分布

基図は、国土地理院発行 1:50,000 地形図「宿毛」,「土佐中村」を使用。

Fig. 2 Outcrops of Ogawa tephra layer and distribution of the lower terrace surface
The base map is the topographic map "Sukumo" and "Tosanakamura" at the scale of 1:50,000 of the Geographical Survey Institute.

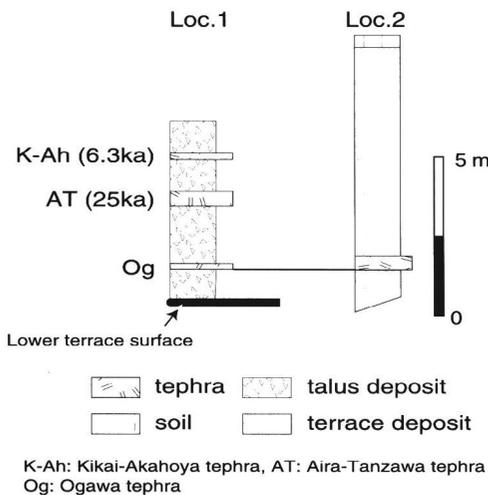


図3 小川テフラの層位

Fig. 3 Stratigraphic position of Ogawa tephra layer

給源から離れたテフラを給源の火山噴出物と対比するにあたって、岩石記載学的に同一であること、両者の降下年代が調和的であることが必要である。加えて、新たにテフラを見いだした地点が、対比するテフラの降下範囲として妥当であることも考慮する必要がある。本研究では、九重第一テフラの試料を、鎌田・星住(1996)で記載された給源付近の大分県久住町境川の露頭にて採取し、小川テフラと同様の測定を行った。

境川で採取された九重第一テフラは、普通角閃石・磁鉄鉱・斜方輝石・黒雲母・石英を含む点で小川テフラのそれとよく一致する(表1)。重鉱物組成については、70%以上普通角閃石が占め、2%しか黒雲母を含まないという点は、小川テフラと調和的である。ただし、斜方輝石の組成比に注目すると、Loc. 2の小川テフラは同じ割合(10%)であるのに対し、Loc. 1のそれは極微量(2%)である点で若干異なるが、誤差の範囲と考えられる。九重第一テフラに含まれる普通角閃石の屈折率の値 $n_2=1.672-1.680$ (1.674)、および斜方輝石の屈折率の値 $\gamma=1.703-1.709$ は、小川テフラのそれらとよく一致す

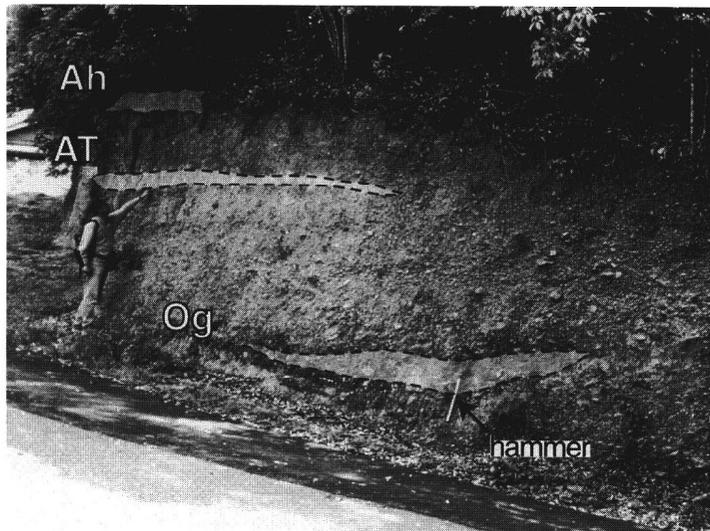


図 4 Loc. 1 の露頭写真

写真右下にあるハンマーの柄の長さは 40 cm である。

Og : 小川テフラ, AT : 始良 Tn テフラ, Ah : 鬼界アカホヤテフラ

Fig. 4 Photograph of the outcrop at Loc. 1

The length of the grip of the hammer is 40 cm as scale on right bottom of the photo.

Og : Ogawa tephra, AT : Aira-Tanzawa tephra, and Ah : Kikai-Akahoya tephra



図 5 Loc. 2 の露頭写真

Og : 小川テフラ

Fig. 5 Photograph of the outcrop at Loc. 2

Og : Ogawa tephra

表 1 小川テフラと九重第一テフラの岩石学的特徴

Table 1 Petrographic properties of Ogawa tephra and Kuju-Daiichi tephra

Location name of sampling	Composition of mineral (): percentage among heavy minerals	Refractive index (): mode	
		ho	opx
Ogawa, Sukumo	ho(87), mg(9), opx(2), bi(2), qt	1.670-1.679 (1.670-1.675)	n.d
Kamiari, Sukumo	ho(84), opx(10), mg(4), bi(2), qt	1.668-1.681 (1.672-1.674)	1.702-1.710 (1.706-1.707)
Sakaigawa, Kuju, Oita	ho(71), mg(17), opx(10), bi(2), qt	1.672-1.680 (1.674)	1.703-1.709

ho: hornblende, mg: magnetite, opx: orthopyroxene, bi: biotite, qt: quartz

る。

本稿では、小川テフラ中の火山ガラスは風化して消滅しているため、火山ガラスの屈折率や化学組成を分析することはできなかった。

ところで、約 110 ka に噴出した九重下坂田テフラ (小野ほか, 1977; 鎌田ほか, 1998)、約 140~150 ka に噴出した九重宮城テフラ (小野ほか, 1977; 鎌田ほか, 1998) は、豊富な普通角閃石と若干の斜方輝石・黒雲母・石英で特徴づけられ (町田・新井, 1992)、九重第一テフラと鉱物学的に区別することは困難である。しかし、以下の3点から、小川テフラは両テフラと区別できる。第1に、小川テフラと九重第一テフラは粗粒な降下軽石層であるが、それに対し九重下坂田テフラ、九重宮城テフラは細粒な co-ignimbrite ash である。第2に、九重第一テフラは大規模なプリニー式降下軽石であり、九重下坂田テフラ、九重宮城テフラを生じた火砕流の規模は小さく、四国南西部まで到達した可能性が低い。第3に、後述するように小川テフラは後期更新世中頃に噴出した可能性が高く、九重第一テフラの噴出年代 (70~80 ka) に近い。

Loc. 1 では、崖錐堆積物中に上位から鬼界アカホヤテフラ、始良 Tn テフラ、小川テフラの順に堆積している。崖錐中の礫の風化度は、層位によってほとんど変化が認められないことから、これらのテフラ間の地層に時代の著しいギャップはないと判断した。小川テフラのおおまかな降下年代を推定するため、便宜的に外挿を行った。

鬼界アカホヤテフラ (降下年代 6.3 ka: 町田・新井, 1992) と始良 Tn テフラ間の崖錐堆積物の厚さは 100 cm で、始良 Tn テフラと小川テフラ間の崖錐堆積物の層厚は 180 cm である。層厚の比をもとに始良 Tn テフラと九重第一テフラ間の堆積期間は、およそ 35 kyrs と見積もることができる。小川テフラの降下年代は、始良 Tn テフラの降下年代である 25 ka (町田・新井, 1992) に 35 kyrs を加えた 60 ka と見積もることができる。この年代

は、鎌田ほか (1998) が求めた九重第一テフラの年代 70~80 ka より若干若いのが、後期更新世前半に降下した点で調和的であり、時代的に整合性が認められる。

小川テフラが見いだされた四国南西部、松田川流域は、九重第一テフラの給源である九重火山の東一東南東の方角に当たる。この方角は、町田・新井 (1992) で図示された九重第一テフラの降下範囲の主軸の方角とほぼ一致する (図 1)。また、給源より 50 km 離れた地点においても、九重第一テフラの層厚が 50 cm であることから、約 140 km 離れた宿毛周辺にも、九重第一テフラが飛来する可能性は十分にある。

以上のように、小川テフラと九重第一テフラの広域対比は、岩石記載学的・時代的・地域的な整合性が認められることから、両者は対比される。

IV. 松田川流域における低位段丘の年代

小川テフラと低位段丘面の層位関係から、低位段丘の離水年代について推定できる。Loc. 1 では小川テフラが低位段丘面を覆うことから、低位段丘は小川テフラ降下以前に離水している。しかし、小川テフラは低位段丘堆積物の直上に位置することから、低位段丘の離水年代は小川テフラの降下年代に近い。一方、松田川本流沿いの Loc. 2 では低位段丘構成層中に小川テフラが挟在していることから、低位段丘の離水は小川テフラ降下よりも新しい。したがって、低位段丘の離水時期には流域内で差が認められる。ただし、松田川本流における低位段丘構成層の堆積は 70~80 ka 前後の間、継続していたといえる。松田川流域の低位段丘は、中流から下流にかけて連続的に分布すること、松田川や篠川に流入する支谷の奥まで連続すること、低位段丘構成層が比較的厚いことから、堆積段丘としての性格をもつ。

このような低位段丘の特徴は、堆積段丘的な性格である宮崎平野の新田原段丘群 (長岡, 1986) とよく似ている。宮崎平野は西南日本外帯の山地が背後にあり、太平

洋に面し、四国南西部と距離も比較的近いことから、当時の両地域の気候条件、地形条件もほぼ同様であったと推定される。長岡(1986)は、新田原段丘群が形成された6~9万年頃を、最終間氷期から最終氷期にいたる緩やかな海退と山地からの砂礫供給が増大した時期と推定している。松田川流域の低位段丘構成層も、同様な環境下のもとで形成されたものと推定される。

V. ま と め

本稿では、四国南西部、松田川流域で見いだされた小川テフラが九重第一テフラに対比されることを明らかにした。この対比から70~80 ka 前後に、松田川中~下流域における低位段丘構成層が堆積したと考えられる。

小川テフラは、模式地において層厚20 cmであることから、さらに遠方に降下していることが予想される。このテフラは、四国南西部における後期更新世前半の地形面編年を行う上での重要な鍵テフラの一つといえる。

謝辞 独立行政法人産業技術総合研究所活断層研究センター水野清秀氏には、鉱物の屈折率を計測していただきました。広島大学大学院教育学研究科前李英明先生、東京都立大学大学院生植木岳雪氏には現地にて有益な議論していただきました。広島大学大学院文学研究科地理学教室の中田 高先生、奥村晃史先生には終始ご指導をいただきました。広島大学大学院生杉下一郎氏には九重第一テフラの試料を模式地から採取していただきました。以上の方々にお礼申し上げます。

引 用 文 献

- 青木かおり・新井房夫(2000)三陸沖海底コア KH94-3, LM-8の後期更新世テフラ層序. 第四紀研究, 39, 107-120.
- 鎌田浩毅・星住英夫(1996)九重火山起源の降下火砕物と広域テフラ. 日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会編「第四紀露頭集—日本のテフラ」: 299, 日本第四紀学会.
- 鎌田浩毅・檀原 徹・伊藤順一・星住英夫・川辺禎久(1998)九重火山起源の宮城・下坂田・飯田火砕流堆積物のジルコンのフィッシュン・トラック年代. 火山, 43, 69-73.
- 熊原康博(1999)四国西部における中期更新世の段丘形成史. 日本地理学会発表要旨集, 55, 104-105.
- 町田 洋(1980)岩戸遺跡のテフラ(火山灰). 坂田邦洋編「大分県岩戸遺跡」: 443-453, 広雅堂.
- 町田 洋(1996)四国南西部における始良 Tn テフラと鬼界アカホヤテフラ. 日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会編「第四紀露頭集—日本のテフラ」: 20, 日本第四紀学会.
- 町田 洋・新井房夫(1976)広域に分布する火山灰—始良 Tn 火山灰の発見とその意義. 科学, 46, 339-347.
- 町田 洋・新井房夫(1978)南九州鬼界カルデラから噴出した広域テフラ—アカホヤ火山灰. 第四紀研究, 17, 143-163.
- 町田 洋・新井房夫・百瀬 貢(1985)阿蘇4火山灰—分布の広域性と後期更新世示標層としての意義—. 火山, 30, 49-70.
- 町田 洋・新井房夫(1992)火山灰アトラス〔日本列島とその周辺〕. 276 p, 東京大学出版会.
- 満塩大洗・鹿島愛彦(1996)四国西部の環境地質学的研究, その14—四国西南部, 松田川流域の第四系—. 高知大学学術研究報告(自然科学), 45, 59-68.
- 長岡信治(1986)後期更新世における宮崎平野の地形発達. 第四紀研究, 25, 139-163.
- 大場忠道(1991)酸素同位体層序から見た阿蘇4テフラおよび阿多テフラ. 月刊地球, 13, 224-227.
- 奥野 充・中村俊夫・鎌田浩毅・小野晃司・星住英夫(1998)九重火山, 飯田火砕流堆積物の加速器 ^{14}C 年代. 火山, 43, 75-79.
- 小野晃司・松本徭夫・宮久三千年・寺岡易司・神戸信和(1977)竹田地域の地質. 145 p, 地質調査所.

Identification of the Kuju-Daiichi Tephra Layer, and the Age of the Late Pleistocene Fluvial Terrace along the Matsuda River in Southwestern Shikoku, Japan

Yasuhiro Kumahara*¹ and Shinji Nagaoka*²

We carried out the first identification of the Kuju-Daiichi tephra from central Kyushu in the lower reach of Matsuda River in southwest Shikoku. The tephra in the study area, named locally the Ogawa tephra, is 20 to 40 cm thick, a fine- to medium-sand size pumice fall layer. The phenocrysts consist of hornblende, orthopyroxene, biotite, magnetite, and quartz. The age of the Ogawa tephra is estimated to be older than 50 ka in Late Pleistocene based on its stratigraphic position among other widespread tephtras of known ages. In terms of the similarities of mineral composition, refractive indices

of hornblende and orthopyroxene, and age of both tephtras, the Ogawa tephra is identified with the Kuju-Daiichi tephra that erupted 70 to 80 ka.

The fill-top Late Pleistocene terrace developed extensively along the lower to middle reach of the Matsuda River. The Ogawa tephra is interbedded with the terrace deposit at Kamiari along the main stream of Matsuda River, suggesting that the terrace gravels were deposited around 70–80 ka, when the regression occurred.

*1 JSPS Research Fellow, Department of Geography, Graduate School of Letters, Hiroshima University. 1-2-3 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, 739-8522, Japan. E-mail : XXXXXXXXXX

*2 Department of Education, Nagasaki University. 1-14 Bunkyocho, Nagasaki, 851-0241, Japan.