

阿蘇火山，米塚の噴火年代

宮 縁 育 夫*

(2010年5月13日受付，2010年10月25日受理)

Eruption Age of Komezuka at Aso Volcano, Japan

Yasuo MIYABUCHI*

Komezuka Volcano, located in the northwestern part of the post-caldera central cones of Aso Volcano, SW Japan, is a basaltic monogenetic volcano comprising a scoria cone (370–380 m in basal diameter; 80 m in height) and lava flows (10.5 km²; 5 × 10⁷ m³). We obtained ¹⁴C ages of 3,070 ± 40 years BP from a buried soil below silty ash underlying Komezuka lava, which corresponds to 3,370–3,210 cal years BP, and 2,760 ± 40 years BP (2,950–2,770 cal years BP) from a soil above silty ash overlying Komezuka lava. The age of soil below the lava suggests that the eruption age of Komezuka Volcano is about 3,300 cal years BP. The eruption age is consistent with the age of Ojodake Volcano (3,600 cal years BP) whose lava underlies Komezuka lava. In the northwestern part of the post-caldera central cones, Late Holocene monogenetic volcanic activity commenced with sub-plinian eruptions and lava extrusion from Kishimadake Volcano at approximately 4,000 cal years BP, followed by sub-plinian eruptions and lava extrusion from Ojodake Volcano at 3,600 cal years BP, and ceased with strombolian eruptions and lava extrusion from Komezuka Volcano at 3,300 cal years BP.

Key words: Komezuka Volcano, scoria cone, lava flow, eruption age, Aso Volcano

1. はじめに

阿蘇火山中央火口丘群北西部に位置する米塚火山（標高 954.3 m）は、スコリア丘と溶岩流からなる玄武岩質（SiO₂ = 52 wt.%）の単成火山である（渡辺，2001）。米塚という名前は阿蘇創造の神である健甞龍命が米を積み上げてできた山であるという神話に由来しており、山頂の火口は米の一部をすくい取って貧しい人々に分け与えた名残であるらしい。この火山は草原に覆われる美しいスコリア丘の姿を有することから阿蘇火山を代表する景観となっているが、詳細な噴火年代はこれまで不明であった。その理由は、阿蘇火山中央火口丘群の噴火活動史は山体の形成順序（小野・渡辺，1985；渡辺，2001）や降下テフラの層序（宮縁・渡辺，1997；Miyabuchi，2009 など）をもとにして構築されてきたが、米塚火山のテフラはあまり遠方に達していないと考えられており、他の中央火口丘群テフラとの層序関係が見出せなかったためである。米塚火山の噴火は、阿蘇火山中央火口丘群北西部で完新世に起こった苦鉄質マグマ単成火山活動（渡

辺，2001）の最終時期にあたる（小野・渡辺，1985）ため、その噴火年代を明らかにすることは中央火口丘群の噴火活動史を検討する上でも重要である。

筆者は現地調査にもとづき米塚溶岩と他のテフラとの層序関係を確認した。また、溶岩上下の埋没黒ボク土層の¹⁴C年代測定を行った。本論では、それらの結果について報告するとともに、米塚火山を形成した噴火の特徴や隣接する単成火山である上米塚スコリア丘群の形成年代に関しても考察する。

2. 米塚火山の地形地質概要

阿蘇火山における完新世の噴火活動は中岳を中心に起こっているが、中央火口丘群の北西部には杵島岳（標高 1326 m）、往生岳（標高 1238.1 m）、米塚、上米塚といった単成火山群（渡辺，2001）が存在する（Fig. 1）。上米塚を除く3つの火山は玄武岩質～玄武岩質安山岩質のスコリア丘とその山麓に広がる溶岩流によって構成されている（小野・渡辺，1985）。

* 〒860-8555 熊本黒髪 2-40-1

熊本大学教育学部

Faculty of Education, Kumamoto University, Kurokami
2-40-1, Kumamoto 860-8555, Japan.

Corresponding author: Yasuo Miyabuchi

e-mail: miyabuchi@earth.email.ne.jp

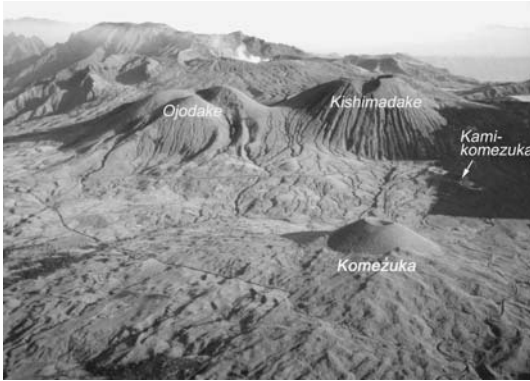


Fig. 1. Aerial view of Late Holocene scoria cones in the northwestern part of the post-caldera central cones of Aso Volcano from the northwest.

こうした単成火山群活動の最末期に形成されたと考えられているのが米塚火山である(小野・渡辺, 1985). 米塚火山のスコリア丘は底面の直径が370~380 m, 高さが80 m程度で, 山頂部に直径80 m, 深さ15 m程度の火口を有し, お椀を伏せたような形をしている. また, この火山はスコリア丘の基底部から多量の溶岩を流出している. その溶岩流は阿蘇谷のカルデラ床に近い国道57号線付近(スコリア丘から北北西へ約3.5 km)にまで達しており, 分布面積は10.5 km²に及ぶ(Fig. 2). 溶岩の平均的な厚さを5 mと仮定すると, その体積は 5×10^7 m³と概算される. 米塚スコリア丘の東側および西側基底部には高さ10数m程度の高まりがあり, その部分が溶岩の流出口と考えられる. 幅約3 km(東西方向)の米塚溶岩原には, 溶岩条溝や溶岩堤防などの表面地形を明瞭に認めることができる(渡辺, 1984). また, スコリア丘北

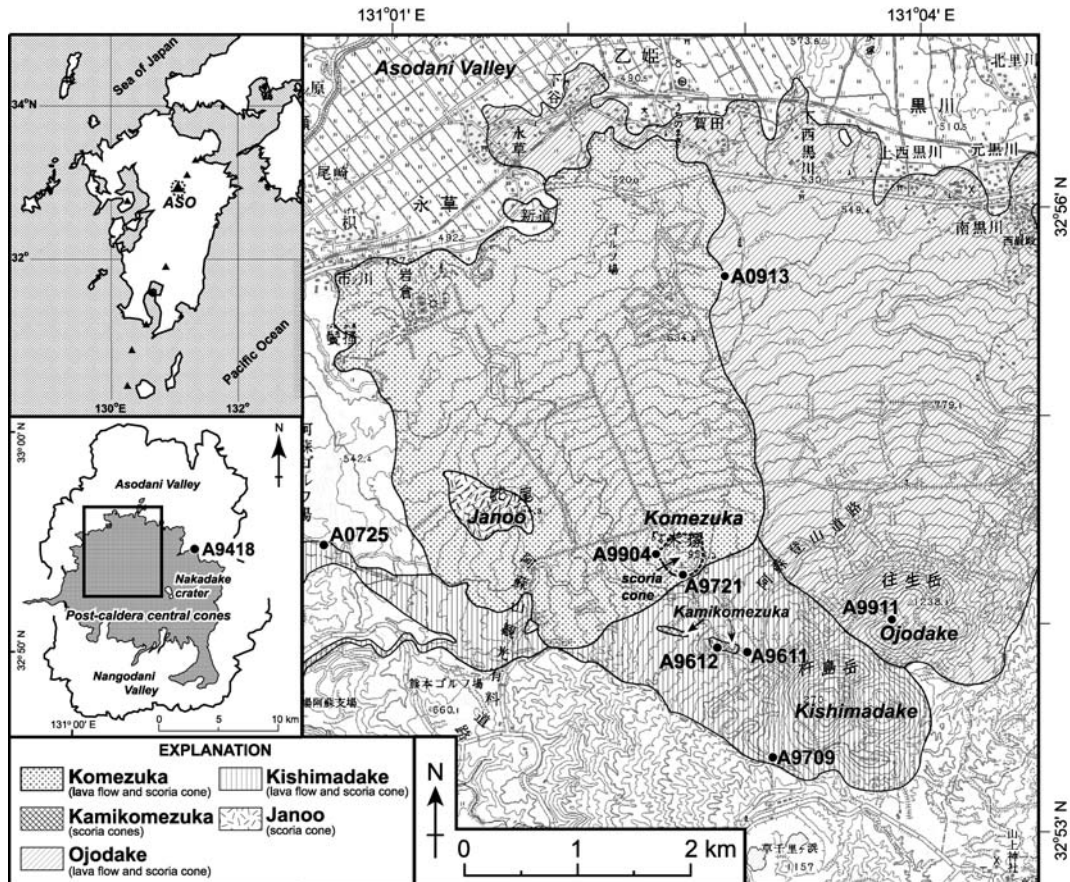


Fig. 2. Distribution map of products of Late Holocene monogenetic volcanic activity in the northwestern part of the post-caldera central cones of Aso Volcano; modified from 1:50,000 topographic map "Asosan" published by Geographical Survey Institute. Solid circles show localities of measured stratigraphic sections. The distribution of lava flows is taken from Ono and Watanabe (1985). Latitude and longitude are shown by WGS84.

方の溶岩流中には多数の溶岩トンネルが存在しており(小川, 1981), 表面構造とあわせて溶岩の粘性の低さがうかがえる。米塚火山で認められる溶岩トンネルの大きさはさまざまであるが, 大きなものは人が立って歩ける高さがあり, 長さは数10m程度である。溶岩トンネルの天井には, 流動性を保つ溶岩がしたり落ちてできた溶岩鍾乳石が多数観察できるほか, 溶岩が高温であったために天井がたわんでいる構造なども認められる(渡辺, 1974)。

米塚南方0.9km付近に位置する上米塚スコリア丘群は, 西北西-東南東に配列する複数のスコリア丘で構成されている(小野・渡辺, 1985)。最大のもは東端に存在し, 底面の大きさは250×100m, 高さ25m程度であり, 少なくとも2つの火口地形が認められる。このスコリア丘は阿蘇登山道路の建設によって西側部分が削り取られていて, スコリア丘の断面を観察することができる。その断面は暗赤褐色(2.5YR3/4; マンセル方式の標準土色帖による色調)~黒色(5Y2/1)を呈する玄武岩質($\text{SiO}_2=51$ wt.%)の発泡のよい非溶結スコリア(最大粒径110cm)からなっている。なお, 上米塚スコリア丘群の活動が溶岩流を伴っているかどうかについては露出がないため不明である。

3. 米塚噴出物とテフラとの層序関係

中岳火口の北北東約4kmに位置するテフラ断面(A

9418地点; Fig. 2)をもとに, 完新世における阿蘇火山テフラの層序が構築されている(渡辺, 1991; 宮縁・渡辺, 1997)。活動の休止期あるいは静穏期に形成された埋没黒ボク土層によって, 完新世の活動は上位よりN1期~N19期という19の活動期に区分されており, 杵島岳スコリア(KsS)はN6期に, 往生岳スコリアはN4期という活動期に噴出したことがわかっている(渡辺, 1991)。それらの下位にある黒ボク土層の ^{14}C 年代から, 杵島岳と往生岳の噴火年代はそれぞれ約4 cal kaと3.6 cal ka(いずれも較正暦年代)とされている(宮縁・渡辺, 1997; Miyabuchi, 2009)。米塚については遠方域にまで達する降下テフラが確認されておらず, 他の中央火口丘群噴出物との層序関係が不明であった。ただ, 米塚火山から噴出した溶岩は往生岳の溶岩を覆っているという地形的関係から, 米塚が往生岳よりも新しい火山であることは明らかである(渡辺, 2001)。また, 米塚南方にある上米塚スコリア丘群は杵島岳と同時期に活動したと考えられている(渡辺, 2001)。

筆者は, 米塚溶岩と往生岳溶岩の分布境界に形成されたガリーの右岸断面(A0913地点)において, 米塚溶岩とその上下のテフラ層や土壌層を確認することができた(Fig. 3)。その地点における米塚溶岩は黒色(5Y2/1)を呈し, その厚さは1.1~1.8m程度である。同溶岩はクリンカーをほとんど伴っておらず, 暗褐色(10YR3/3)~黒褐色(10YR2/3)のシルト質火山灰層中に挟んでいる

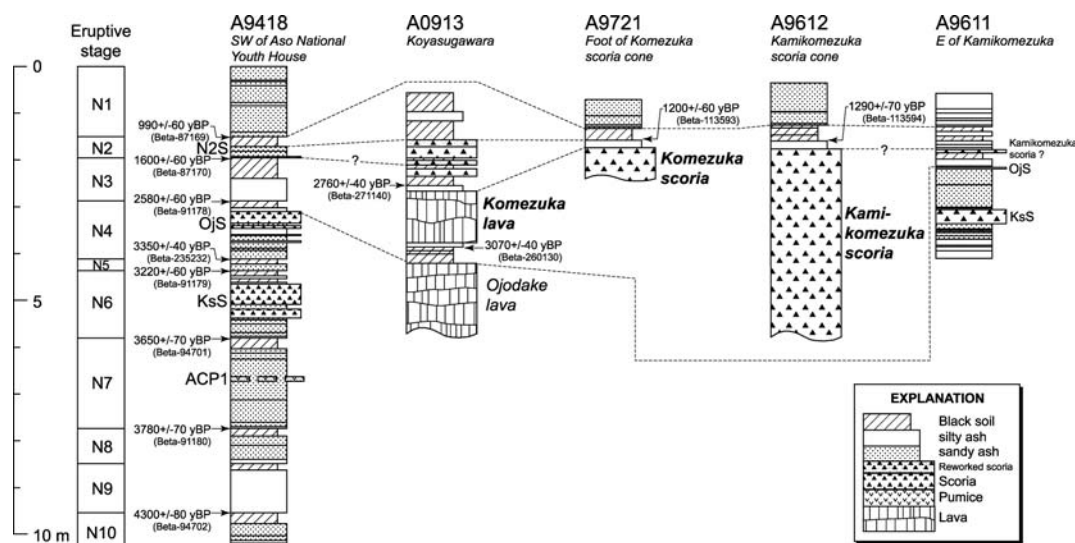


Fig. 3. Stratigraphic relations of Komezuka lava and tephra layers in and around Komezuka Volcano. See Fig. 2 for locations of the sites. ^{14}C ages at the A9418 section are from Miyabuchi and Watanabe (1997) and Miyabuchi (2009). ACP1: Aso central cone pumice 1, KsS: Kishimadake scoria, N2S: Nakadake N2 scoria, OjS: Ojodake scoria.

(露頭の一部にレンズ状に存在). このシルト質火山灰層が米塚火山の噴出物であるのか, あるいは中岳起源のものであるかは明らかにできていない. シルト質火山灰層の直上は厚さ 20 cm の黒褐色 (10YR2/2) の黒ボク土層であり, さらに上位には何層かの淘汰のよい褐色 (7.5 YR4/3) スコリア (粒径 1~2 mm 程度; 再堆積したものを含む) が存在している. これらのスコリア層は層序関係からみると中岳 N2 スコリア (N2S; 宮縁・渡辺, 1997) に対比できる可能性もあるが, 詳細は不明である. また, 米塚溶岩が挟在するシルト質火山灰層の直下には厚さ 15~26 cm の黒褐色 (10YR2/3) 黒ボク土層があり, その下位 20 cm 付近にはオリーブ黒色 (5Y3/1) を呈する往生岳溶岩 (厚さ 2 m 以上; クリンカーを伴う) が認められる.

米塚スコリア丘基底部に位置する A9721 地点では, そのスコリアと上位のテフラを観察することができる. 褐色 (10YR4/4)~黄褐色 (10YR5/6) を呈して発泡のよい米塚スコリア (最大粒径 3.2 cm; 成層構造が認められる) の直上は褐色のシルト質火山灰層 (層厚 16 cm) であり, その上位には厚さ 25 cm の黒褐色 (10YR2/2) 黒ボク土層 (N1 期のもと考えられる火山灰層に覆われる) が存在している. また, 上米塚スコリア丘の断面 (A9612 地点) においては, スコリアの直上は暗褐色のシルト質火山灰層 (層厚 17 cm) があり, その上位には厚さ 34 cm の黒褐色 (10YR2/2) の黒ボク土層 (色調の違いにより 3 層に分けられる) が認められた. その黒ボク土層は N1 期の火山灰層に覆われている (Fig. 3). さらに, 上米塚スコリア丘の東方 100 m 付近に位置する A9611 地点の

テフラ断面では, 3 層の降下スコリア堆積物が存在しており, 層序関係から, それらは上位より上米塚スコリア, 往生岳スコリア, 杵島岳スコリアと考えられる (Fig. 3).

4. 中央火口丘群北西部単成火山群の岩石学的特徴

阿蘇火山中央火口丘群北西部に位置する単成火山である杵島岳・往生岳・米塚火山 (渡辺, 2001) の噴出物 (溶岩) の岩石薄片を作成し, 偏光顕微鏡下で観察した. これらの噴出物に含まれる斑晶量はいずれも体積比で 40% 程度である. それらの溶岩の斑晶鉱物組合せは一致しており, 苦鉄質鉱物のおおよその量比は単斜輝石 > かんらん石 > 斜方輝石である. 石基部分は斑晶と同種の微晶とガラスからなるインターサータル組織をしている.

これらの火山の噴出物 (溶岩およびアグルチネート) に加え, 上米塚スコリアの全岩化学組成を測定した (Table 1). 試料はメノウ乳鉢で微粉砕後に電気炉を用いて 450°C で 1.5 時間灼熱し (Yoshida, 1987), 1:10 希釈のガラスビードを作成した. 全岩化学組成の測定は, 九州沖縄農業研究センター所有の蛍光 X 線分析装置 (理学電機工業株式会社システム 3070) で行った. その分析結果は Fig. 4 に示すとおりで, 中岳の完新世噴出物とともに, 比較的まとまったバリエーションに含まれる一定のトレンドが認められる. 杵島岳噴出物 (溶岩とアグルチネート) は SiO₂ 含有量が 53.4~53.7 wt.% の玄武岩質安山岩であった. 往生岳 (溶岩とアグルチネート) は SiO₂ = 51.7~52.3 wt.%, 米塚溶岩は SiO₂ = 51.7~52.5 wt.% といずれも玄武岩質であった. これらの分析値は, 小野・渡辺 (1985) や小野 (1989) に報告されている結果と

Table 1. Whole-rock chemical compositions of products of Late Holocene monogenetic activity in the northwestern part of the post-caldera central cones of Aso Volcano.

Source volcano	Kishimadake		Ojodake		Komezuka		Kamikomezuka	
Sample site	A0725	A9709	A0913	A9911	A0913	A9904	A9612	A9612
Rock type	Lava	Agglutinate	Lava	Agglutinate	Lava	Lava	Black scoria	Red scoria
SiO ₂	53.69	53.38	52.01	52.29	52.09	52.13	51.19	51.16
TiO ₂	1.03	0.97	0.93	0.89	0.94	0.90	0.94	0.91
Al ₂ O ₃	17.47	17.73	17.70	17.66	17.57	17.42	17.74	17.38
Fe ₂ O ₃	10.50	10.25	10.40	10.40	10.51	10.37	10.94	10.69
MnO	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
MgO	4.29	4.26	5.02	5.00	4.95	5.28	5.55	5.68
CaO	8.26	8.72	9.18	9.57	9.12	9.89	9.41	9.98
Na ₂ O	2.62	2.66	2.91	2.47	2.93	2.35	2.65	2.66
K ₂ O	1.83	1.67	1.48	1.40	1.53	1.34	1.20	1.18
P ₂ O ₅	0.15	0.19	0.21	0.16	0.21	0.16	0.22	0.21
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Values are normalized on the basis of total = 100 wt.%.

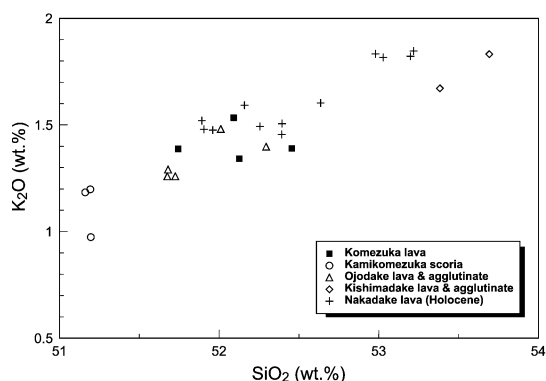


Fig. 4. K_2O - SiO_2 variation diagram of whole-rock chemistry for Holocene monogenetic volcanoes and Nakadake Volcano. Values are normalized on the basis of total = 100 wt. %.

ほぼ一致している。往生岳溶岩と米塚溶岩の鉱物組合せと化学組成は酷似しているが、肉眼では後者の方がやや気泡に富むように見える。また、上米塚スコリアの SiO_2 含有量は 51.2 wt. % であり、最も苦鉄質な組成を示した。

5. ^{14}C 年代測定結果

米塚火山の噴火年代を明らかにするため、同火山噴出物上下の埋没黒ボク土層から試料を採取し、 ^{14}C 年代測定を実施した。

米塚スコリア丘基底部の A9721 地点では、米塚スコリアを覆う褐色シルト質火山灰層（層厚 16 cm）上位にある厚さ 25 cm の黒ボク土層基底部から土壌試料を採取した。また、A0913 地点においては、米塚溶岩が挟在するシルト質火山灰層直下の黒ボク土層最上部と直上の黒ボク土層基底部から、それぞれ土壌試料を得た。さらに、上米塚スコリア丘の断面である A9612 地点では、上米塚スコリアを覆う暗褐色シルト質火山灰層直上の黒ボク

土層基底部から土壌試料を採取した (Fig. 3)。分析はすべて米国 Beta Analytic 社に依頼し、酸洗浄を行って炭酸塩を除去し、残存した全有機炭素を年代測定に使用した。年代測定は A9721 地点と A9612 地点の試料については β 線計数法によって、A0913 地点の 2 点の試料は加速器質量分析 (AMS) 法によって実施した。 ^{14}C 年代の算出には、Libby の半減期 5,568 年を使用し、 $\delta^{13}C$ ($^{13}C/^{12}C$) による同位体分別効果の補正が行われている。また、暦年代較正には Beta Analytic 社製のプログラムを用いた。そのプログラムはデータセットとして IntCal04 (Reimer *et al.*, 2004) を使用し、Talma and Vogel (1993) による数学的近似を行っている。

A0913 地点の米塚溶岩が挟在するシルト質火山灰層直下と直上の埋没黒ボク土層からは、それぞれ $3,070 \pm 40$ yrs BP (Beta-260130) と $2,760 \pm 40$ yrs BP (Beta-271140) という補正 ^{14}C 年代が得られた (Table 2)。これらの年代値を暦年代較正すると約 3.3 cal ka, 2.9 cal ka となる。また、米塚スコリア上位の黒ボク土層の補正 ^{14}C 年代は $1,200 \pm 60$ yrs BP (Beta-113593) で、約 1.1 cal ka に暦年代較正される。さらに、上米塚スコリア上位の土壌層の補正 ^{14}C 年代は $1,290 \pm 70$ yrs BP (Beta-113594) であった (較正暦年代約 1.3 cal ka)。

6. 議 論

6-1 米塚火山の噴火年代

テフラなどの火山噴出物直上の較正暦年代は、噴出物堆積後に土壌層が累積して新たな閉鎖系が成立した時の年代であるため、噴出年代と時間差が認められることが多い (奥野, 2005)。一方、噴出物直下の較正暦年代は噴出物が堆積して、直下の土壌層の閉鎖系が成立した年代、すなわち、噴出年代を示すと考えられている (Okuno *et al.*, 1997)。米塚溶岩下位および上位の土壌層の年代がそれぞれ約 3.3 cal ka と 2.9 cal ka であることから、同溶

Table 2. Results of ^{14}C age determinations for buried soils in and around Komezuka Volcano.

Stratigraphic position	Sampling site	^{14}C age* (yrs BP)	$\delta^{13}C$ (‰)	Conventional ^{14}C age** (yrs BP)	Lab code	Calibrated result*** (2 σ : 95% probability)
Soil above silty ash overlying Komezuka scoria	A9721	$1,100 \pm 60$	-18.7	$1,200 \pm 60$	Beta- 113593	1,280-970 cal BP
Soil above silty ash overlying Komezuka lava	A0913	$2,700 \pm 40$	-21.1	$2,760 \pm 40$	Beta- 271140	2,950-2,770 cal BP
Soil below Komezuka lava	A0913	$2,960 \pm 40$	-18.0	$3,070 \pm 40$	Beta- 260130	3,370-3,210 cal BP
Soil above silty ash overlying Kamikomezuka scoria	A9612	$1,230 \pm 70$	-21.5	$1,290 \pm 70$	Beta- 113594	1,320-1,060 cal BP

* ^{14}C ages were analyzed based on the Libby's ^{14}C half life of 5,568 years.

** Conventional ^{14}C ages were calculated using $\delta^{13}C$ values.

***Using the program (Talma and Vogel, 1993) based on the IntCal04 calibration database (Reimer *et al.*, 2004).

岩の噴出年代はそれらの間である 3.3~2.9 cal ka 頃と考えることができる。しかし、本論では米塚溶岩の噴出年代として、下位の土壌層の較正暦年代である約 3.3 cal ka を採用する。

一方、米塚スコリアについては下位の ^{14}C 年代が得られていないため、噴火年代は上位の黒ボク土層が示す 1.1 cal ka より古いとしかいうことができず、米塚火山における溶岩流出とスコリア噴出との間には 1000 年以上の時間差があることを完全に否定できない。しかし、1.1 cal ka という年代はこの黒ボク土層が N1 期の火山灰層に覆われて閉鎖系が成立した年代であるから、米塚スコリアの噴出年代と上位の黒ボク土層との間に大きな時間差があっても構わない。さらに、Parictin 火山の事例 (Luhr and Simkin, 1993 など) からみても、一つの単成火山の活動は比較的短時間に終了することがわかっている。したがって、筆者は米塚火山が溶岩流出とスコリア丘形成を行った時期は 3.3 cal ka 頃と推察した。この年代は層序的に古い往生岳火山の噴火年代 (3.6 cal ka) と矛盾しない。3.3 cal ka という年代は、阿蘇火山における完新世の活動期区分 (渡辺, 1991; 宮縁・渡辺, 1997) では N4 期 (約 3.6~2.7 cal ka) に相当する (Fig. 3)。N4 期には中岳の灰噴火 (小野・他, 1995) のほか、往生岳火山のスコリア噴出と溶岩流出も発生している。

6-2 上米塚スコリア丘群の形成年代

米塚南方に位置する上米塚スコリア丘群は杵島岳と同時期に活動したと考えられている (渡辺, 2001) が、その具体的根拠が示されているわけではない。そこで本論では、上米塚スコリア丘群の形成年代について考察する。筆者の調査では上米塚スコリア丘下位のテフラ層序を観察することができず、上米塚噴出物直下の ^{14}C 年代を得ることができなかった。上米塚スコリアと米塚スコリアはそれぞれ厚さ 17 cm, 16 cm の暗褐色~褐色のシルト質火山灰層に覆われ、その上位には埋没黒ボク土層 (ともに N1 期のものと考えられる火山灰累層に覆われる) が存在している。このように、上米塚スコリアを覆うテフラの層序 (A9612 地点) と米塚スコリアを覆うテフラの層序 (A9721 地点) は類似していることが確認された (Fig. 3)。また、上米塚スコリア上位 17 cm と米塚スコリア上位 16 cm に位置する埋没黒ボク土層基底の年代はそれぞれ 1.3 cal ka と 1.1 cal ka であり、これらは両テフラ噴出年代の上限を与えているに過ぎないが、非常に近いものであった。これらの事実から、上米塚スコリア丘群は米塚火山の活動時期とほぼ同じ 3.3 cal ka 頃に活動したのではないかと推察される。上米塚スコリア丘群は西西北-東南東に配列する複数のスコリア丘からなるが、それらがすべて同時期に活動したのかや米塚火山のよう

に溶岩流出を伴っているのかについては今後の課題として検討しなければならない。

6-3 阿蘇火山における完新世後期の単成火山群活動の特徴

完新世後期に阿蘇火山中央火口丘群北西部で起こった単成火山群の活動の中で杵島岳と往生岳の噴火ではカルデラ東方域まで追跡できる降下スコリアを噴出している (小野・渡辺, 1985)。これらの噴火はテフラの分布や粒径データから、準プリニー式噴火に分類されている (中村・渡辺, 1995)。一方、米塚火山の噴火ではスコリア丘の分布域よりも遠方まで飛散したテフラが確認されていないため、比較的穏やかなストロンボリ式噴火であったと考えられ、そのために美しいスコリア丘の山体を残しているであろう。スコリア丘の形成と溶岩流出のどちらが先であったかはよくわからないが、スコリア丘が崩壊して溶岩流によって山体の一部が運ばれたような形跡 (スコリアラフト) は認められない。また、上米塚スコリア丘群についても遠方まで飛散したテフラが認められないことから、穏やかなストロンボリ式噴火であったものと推察される。

本論で述べる噴出物の全岩化学組成の SiO_2 含有量は、時間的に減少していく傾向が認められる (Fig. 4)。最初に活動した杵島岳火山噴出物は 53.4~53.7 wt.% と最も高い SiO_2 含有量を有するが、次に活動した往生岳火山は $\text{SiO}_2 = 51.7 \sim 52.3$ wt.%、さらにそれに続く米塚火山は $\text{SiO}_2 = 51.7 \sim 52.5$ wt.% と、より苦鉄質の組成へと変化している。往生岳火山と米塚火山の全岩化学組成は酷似しているが、往生岳火山では準プリニー式噴火が発生しているのに対し、米塚火山では爆発的な噴火は起こっていない。また、米塚火山の方がスコリア丘山体の体積が小さく、溶岩流出量も少ない。このことは、類似した化学組成であっても、後に続く米塚火山の噴火ではより脱ガスが進んだマグマが噴出したと考えられる。

上米塚スコリア丘の SiO_2 含有量は 51.2 wt.% で最も苦鉄質の化学組成を有している。今回の研究では、米塚と上米塚噴出物の上下関係を決定できなかったが、阿蘇火山中央火口丘群北西部の単成火山群活動において、 SiO_2 含有量が時間とともに減少するという変化が成り立っているとすると、上米塚スコリア丘群は最後に活動した可能性があるかもしれない。筆者は米塚と上米塚の噴火年代が層序的に近いと考えているが、実際にどの程度の時間差があるのかは明らかにできていない。この問題については今後詳細な地質調査を行って噴出物の層序関係を明らかにして解決する必要がある。

以上をまとめると、完新世後期に阿蘇火山で起こった苦鉄質マグマによる単成火山活動は、約 4 cal ka の杵島

岳火山における玄武岩質安山岩質の噴火（準プリニー式噴火と溶岩流出）に始まり、約 3.6 cal ka の往生岳火山の玄武岩質噴火（準プリニー式噴火と溶岩流出）へと続いた。そして約 3.3 cal ka の米塚火山（ストロンボリ式噴火と溶岩流出）と上米塚スコリア丘群（ストロンボリ式噴火）の活動で終了した。阿蘇火山では、このように単成火山が集中する地域は他には見当たらず、同火山においてはやや特異な活動であったのかもしれない。

7. ま と め

阿蘇火山中央火口丘群北西部の米塚火山の噴火年代を明らかにするため、同火山噴出物（溶岩）上下の埋没黒ボク土層の¹⁴C年代測定を行った。米塚溶岩下位と上位の埋没黒ボク土層からは、それぞれ 3,070±40 yrs BP と 2,760±40 yrs BP という補正¹⁴C年代が得られた。これらの年代値を暦年代較正すると約 3.3 cal ka, 2.9 cal ka になり、噴出物下位の土壌層の年代が噴火年代により近いと考えると、米塚火山の噴火は 3.3 cal ka 頃に発生したことになる。完新世後期に阿蘇火山で起こった苦鉄質マグマによる単成火山活動は約 4 cal ka の杵島岳火山の形成（準プリニー式噴火と溶岩流出）に始まり、約 3.6 cal ka の往生岳火山（準プリニー式噴火と溶岩流出）へと続き、約 3.3 cal ka の米塚火山（ストロンボリ式噴火と溶岩流出）の活動で終了したことが明らかとなった。また、層序的にみて上米塚スコリア丘群（ストロンボリ式噴火）は米塚火山と近い時期に活動したと考えられたが、それらの活動の新旧関係については今後の課題である。

謝 辞

渡辺一徳先生には日頃より阿蘇火山の地質についてご教示いただくとともに、現地においても熱心に議論していただいた。阿蘇火山博物館の池辺伸一郎氏には上米塚スコリア丘の調査にご協力いただき、農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センターの久保寺秀夫氏には蛍光 X 線分析を行う際にお世話になった。また、査読者である長谷川健氏と星住英夫氏、担当編集委員の宮城磯治氏の意見により本論の内容は大きく改善された。これらの方々に心から感謝いたします。なお、本研究の一部は総合地球環境学研究所プロジェクト「日本列島における人間-自然相互関係の歴史的・文化的検討」（リーダー湯本貴和）の経費を使用して行った。

引用文献

Luhr, J.F. and Simkin, T. (1993) *Paríctin: the volcano*

- born in a Mexican cornfield. Geoscience Press, Inc., Phoenix, Arizona, 427 p.
- Miyabuchi, Y. (2009) A 90,000-year tephrostratigraphic framework of Aso Volcano, Japan. *Sediment. Geol.*, **220**, 169–189.
- 宮縁育夫・渡辺一徳 (1997) 埋没黒ボク土層の¹⁴C年代からみた完新世阿蘇火山テフラの噴出年代. *火山*, **42**, 403–408.
- 中村 武・渡辺一徳 (1995) 阿蘇火山杵島岳・往生岳の噴出物と黒ボク土に関する知見について. *熊本地学会誌*, no. **110**, 2–5.
- 小川孝徳 (1981) 阿蘇の溶岩洞窟を探る. *どっばあ*, no. **10**, 98–106.
- 奥野 充 (2005) 最近 10,000 年間の噴火史編年と¹⁴C年代測定. *火山*, **50**, S209–S217.
- Okuno, M., Nakamura, T., Moriwaki, H. and Kobayashi, T. (1997) AMS radiocarbon dating of the Sakurajima tephra group, southern Kyushu, Japan. *Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res.*, **B123**, 470–474.
- 小野晃司 (1989) 阿蘇火山の岩石. 日本火山学会 1989 年秋季大会火山学セミナー「阿蘇火山」テキスト, 8–14.
- 小野晃司・渡辺一徳 (1985) 阿蘇火山地質図 (5 万分の 1). 火山地質図 4, 地質調査所.
- 小野晃司・渡辺一徳・星住英夫・高田英樹・池辺伸一郎 (1995) 阿蘇火山中岳の灰噴火とその噴出物. *火山*, **40**, 133–151.
- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G.S., Cutler, K. B., Damon, P.E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Herring, C., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S.W., Ramsey, C.B., Reimer, R.W., Remmele, S., Southon, J. R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C.E. (2004) IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0–26 cal kyr BP. *Radiocarbon*, **46**, 1029–1058.
- Talma, A.S. and Vogel, J.C. (1993) A simplified approach to calibration ¹⁴C dates. *Radiocarbon*, **35**, 317–322.
- 渡辺一徳 (1974) 米塚付近に見られる溶岩トンネル. *熊本地学会誌*, no. **45**, 9–10.
- 渡辺一徳 (1984) 阿蘇火山の米塚スコリア丘. 日本火山学会編「空中写真による日本の火山地形」, 東京大学出版会, 96–97.
- 渡辺一徳 (1991) 阿蘇火山中岳の火山活動. *熊本地学会誌*, no. **98**, 2–13.
- 渡辺一徳 (2001) 阿蘇火山の生い立ち一地質が語る大地の鼓動一. 一の宮町史編纂委員会編「一の宮町史 自然と文化阿蘇選書 7」, 一の宮町, 241 p.
- Yoshida, M. (1987) Preheating method for the determination of total phosphorus content in Andosols. *Soil Science and Plant Nutrition*, **33**, 501–505.

(編集担当 宮城磯治)