

阿蘇火山中央火口丘群のテフラ層序と爆発的噴火史

長 岡 信 治* 奥 野 充**

Tephrostratigraphy and Explosive Eruptive History of Aso Central Cones in Southwestern Japan

Shinji NAGAOKA * and Mitsuru OKUNO **

I. はじめに

阿蘇中央火口丘群の地質については、小野・渡辺(1985)、渡辺(1992, 2001)などにより明らかにされている。しかし、ボーリング調査により、カルデラの地下に中央火口丘群初期の火山体が埋没しており(宇都ほか, 1994)、現在地表に露出している中央火口丘群は8万年前から現在までの活動の後半の部分にすぎないことがわかってきた。

一方、カルデラ周辺、特に東側の阿蘇-1, -2, -3, -4 火砕流(小野・渡辺, 1983)の台地は、阿蘇中央火口丘群のテフラ群に厚く覆われている(小野ほか, 1977; 酒井ほか, 1993)。完新世のテフラについては、渡辺・高田(1990)、渡辺(1991)、中村・渡辺(1995)、小野ほか(1995)、Ono *et al.*(1995)、渡辺・宮縁(1996)、宮縁・渡辺(1997, 2000)、馬場ほか(1999)、池辺・藤岡(2001)など数多くの研究があり、層序はもとより、中岳などの給源火山との関係や¹⁴C年代などが明らかとなっている。一方、阿蘇-4 火砕流から1万年前までのテフラについては、高田(1989)により予察的な調査が行われたが、露頭条件の悪さにより層序に混乱(早川・井村, 1991)が生じていた。しかし、近年、宮縁ほか(2003)は、精

力的な調査により、降下軽石を主体とする基本層序を確立した。

こうしたテフラは、中岳以前の火山体、特に阿蘇-4 火砕流直後の埋没した初期火山体の活動による噴出物を含んでいて、阿蘇中央火口丘群の噴火史を考える上できわめて重要である(渡辺, 2001)。つまり阿蘇中央火口丘群からのテフラは、給源火山そのものからは得られない爆発的な噴火の情報をもち、その調査は、埋没火山体を含めた中央火口丘群の総合的な活動史を考察する上できわめて意義が大きいと考えられる。

以上のような研究の現状と意義を踏まえて、本研究では、阿蘇-4 火砕流以降の過去8万間の阿蘇中央火口丘テフラグループ(ACCTと略称)の層序・分布・給源・年代を明らかにし、阿蘇中央火口丘群の活動史、特にテフラを生産するような爆発的噴火史を考察する。調査にあたっては、阿蘇カルデラ周辺で露頭調査を行い、さらに露頭の不足を補うために、テフラの厚いカルデラ東縁地域でのボーリングを実施した。なお、この研究は現在継続中であり、ここでは、その途中経過を報告する。

* 長崎大学教育学部

** 福岡大学理学部

* Faculty of Education, Nagasaki University

** Faculty of Science, Fukuoka University

II. 阿蘇火山中央火口丘テフラ群 ACCT の層序と分布

1) 概略

阿蘇カルデラ東方には、阿蘇-1 ~ -4 火砕流が厚く堆積し台地を形成している。台地の上部は阿蘇-4 火砕流からなり、さらにその上の最上部は ACCT に厚く覆われている。カルデラ東方の ACCT の厚さは全体として東に厚い。すなわち、カルデラ縁から東方 5 km の波野村で 70 ~ 80 m、10 km の荻町周辺で 30 m、20 km の竹田市街周辺で 10 m 前後である。北部では大観望周辺 15 m、西部では大津町から西原村で 10 m、南部の矢部町や蘇陽町では 15 ~ 5 m、南東部の高森町周辺では 60 ~ 40 m である。テフラは主に阿蘇-4 火砕流を土壌や侵食面を介して覆っている。層相は、東部で 200 枚以上、北部で 30 枚以上、西部で 10 枚程度、南部で 20 ~ 5 枚の、主として降下火山灰層・スコリア層・降下軽石層のユニットからなり、埋没土壌や斜交現象も見られる。

2) テフラの区分と特徴

ACCT には軽石層を主とする数多くの鍵テフラが知られている(渡辺, 2001; 宮縁ほか, 2002, 2003)。これらのうち、古いものから阿蘇-4 火砕流、山崎第 5 軽石を最下部に含む桜町テフラ(新称)、草千里降下軽石、山崎第 1 スコリア、N1 降下火山灰を層位基準として、層相、顕著な浸食を示す斜交層準、埋没土壌などの特徴により、ACCT 全体を、下位より高森、桜町、荻、波野、一の宮、の 5 つのテフラ・サブグループに区分した。高森サブグループは阿蘇-4 火砕流の上位から山崎第 5 降下軽石直下まで、桜町サブグループは山崎第 5 降下軽石を含む桜町テフラ全体、荻サブグループは桜町テフラの上位から草千里降下軽石まで、波野サブグループは草千里降下軽石の上位から山崎第 1 降下スコリアまで、一の宮サブグループは山崎第 1 降下スコリアの上位から N1 降下火山灰 現地表までである。各サブグループは、休止期間を示す土壌層や複数の噴火サイクルのテフラを含むが、類似した傾向の噴火様式による複数のユニットのテフラの集合体である。また、それぞれのサ

ブグループの境界は、比較的顕著な埋没土壌層や大きな斜交層準である。

3) 高森サブグループ

阿蘇-4 火砕流直上から山崎第 5 降下軽石直下の土壌までのテフラである。厚さはカルデラ東縁部で約 20 ~ 10 m、北縁部で 5 m、南縁部で 2 ~ 3 m、西縁部で 2 m 以下である。降下軽石層と降下スコリア層を主体とするが、降下火山灰層も含まれる。カルデラ北東 ~ 東 ~ 南東縁では、野尻、祭場第 3, 2, 1, 小柏、山崎第 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6 などの 10 ユニット以上の降下軽石(宮縁ほか, 2003)と降下スコリアが小規模な土壌をはさみながら互層している。下部にはマグマ水蒸気噴火に由来する降下火山灰・岩片の互層や、厚く広範に分布する野尻降下軽石が見られる。中部は降下軽石と降下スコリアの互層、上部になるにしたがい細粒になり、降下火山灰や土壌が発達する傾向があるが、最上部には数枚の発泡の悪い降下軽石や降下岩片が見られる。

年代については、下限直下の阿蘇-4 火砕流が 90-85 ka ということ(町田・新井, 2003)で、サブグループの下限の年代が与えられている。

4) 桜町サブグループ

山崎第 5 降下軽石を最下部に含む桜町テフラからなるサブグループである。厚さは、東縁部で最大約 10 m、それ以外では 3 m 以下である。模式地のカルデラ東縁部では、ほぼ連続的に厚さ数 cm ~ mm の成層した 30 枚以上の火山灰と山崎第 5, 4, 3, 2, 1 といった薄い降下軽石(宮縁ほか, 2003)が互層している。マグマ水蒸気噴火起源と考えられる気泡やたたき落とされた木の葉の印象化石を含んだ火山灰、白色に変質した粘土質火山灰、サージ堆積物と考えられる砂丘構造などがしばしば認められる。北縁では成層した降下火山灰のみから、南縁と西縁では均質な降下火山灰からなっている。これらは、中部に薄い土壌をはさむことがあるが、ほぼ一連の噴火によるものと考えられることから、全体を桜町テフラと定義する。したがって桜町テフラは桜町サブグループと一致している。カルデラ北東部や東部、南東部では、中部の土壌層により上部と下部に分けられることが多い。

年代は未詳であるが、荻サブグループの年代から 60 ka 前後であろう。

5) 荻サブグループ

桜町テフラの上位から草千里降下軽石までのテフラである。厚さは、カルデラ東縁部で 30 ~ 20 m, 北縁部で 5 m, 西 ~ 南縁部で 3 m 以下である。東縁部では降下軽石と降下スコリア, 降下火山灰, 降下岩片のリズミカルな互層である。12 枚以上の降下軽石が知られているが, 連続的に追跡できるのは, 下位より笹倉第 2, 笹倉第 1, 水之元第 4, 阿蘇中央火口丘第 6, 阿蘇中央火口丘第 5, 阿蘇中央火口丘第 4, 阿蘇中央火口丘第 3, 草千里 (宮縁ほか, 2003) である。降下軽石以外にも阿蘇中央火口丘第 6 軽石と阿蘇中央火口丘第 5 軽石の間, 阿蘇中央火口丘第 3 軽石と草千里軽石の間には厚い降下スコリアがあって, 良好な鍵層となっている。いずれの降下軽石・スコリアもカルデラの東方に広く分布するが, 西方に分布するユニットも存在する。九重火山起源の飯田火砕流の層位は水之元第 4 降下軽石の直下とされている (宮縁ほか, 2003)。笹倉第 1, 阿蘇中央火口丘第 6, 阿蘇中央火口丘第 4 軽石など比較的規模大きな降下軽石の直下には土壌の発達がよく, これらの降下軽石に引き続いてほぼ連続的または短い休止期間をはさんで降下スコリアや火山灰の互層が続くような層相変化のサイクルが 3 回ほどあるようにみえる。他の小規模な降下軽石もこうしたサイクルの前半に噴出している傾向がある。こうした中で ACCT 最大規模の分布を示す草千里降下軽石は, その後に顕著な火山灰や降下スコリアを伴わず, 前後が土壌が発達するという単独のユニットで, このサブグループの中では特異である。

年代は, 飯田火砕流と草千里降下軽石の年代 (宮縁ほか, 2003) から, 50 ~ 30 ka と推定される。

6) 波野サブグループ

草千里降下軽石の上位の土壌から山崎第 1 降下スコリアまでのテフラである。厚さはカルデラ東縁で 15 ~ 10 m, 南縁で 2 m, 西縁で 0.5 m 以下, 北縁で 2 ~ 1 m である。降下スコリアが卓越するのが特徴で, 山崎第 20 ~ 1 降下スコリア (宮縁ほ

か, 2002) など 25 枚以上のユニットが認められている。山崎第 1, 5 降下スコリアには, 木葉や枝の印象化石が含まれた降下火山灰が発達し, カルデラ縁では火砕サージによると見られる斜交層理も発達している。これらはマグマ水蒸気噴火の産物と考えられる。また, 分布は狭いが中久保第 2, 1 と呼ばれる降下軽石も含まれている (宮縁ほか, 2003)。始良 Tn 降下火山灰 (町田・新井, 1976) はこのサブグループの最下部に位置し, その前後には斜交層準が発達することが多い。

年代は始良 Tn 降下火山灰および山崎第 4 降下スコリアの年代 (宮縁ほか, 2003) から, 30 ~ 15 ka と推定される。

7) 一の宮サブグループ

山崎第 1 降下スコリアの上の土壌および斜交層準より上から, N1 降下火山灰, 現在の地表面までのテフラである。厚さはカルデラ東縁で 10 m, 南 ~ 西 ~ 北縁部で 1 ~ 2 m である。褐色・灰色の降下火山灰と暗褐色・黒色の黒ボク土壌の互層で, 降下火山灰は下位より N19 ~ N1 まで 19 枚以上のユニットが識別されている (渡辺, 1991; 小野ほか, 1995; 馬場ほか, 1999)。このほか, 下位より, 阿蘇中央火口丘第 1 降下軽石, 杵島岳降下スコリア, 往生岳降下スコリア, 米塚降下スコリア, 黒川降下スコリアが含まれる (小野ほか, 1995)。鬼界アカホヤ降下火山灰 (町田・新井, 1978) は N13 と N12 の間にある。

年代は 15 ~ 0 ka である (宮縁・渡辺, 1997)。

III. 阿蘇中央火口丘群の爆発的噴火史

途中経過ながら, これまでの調査結果に基づいて, 阿蘇中央火口丘の過去 8 万年間の噴火を簡単に考察する。以下, 各サブグループの活動をそれぞれステージと呼ぶことにする。

阿蘇中央火口丘群は阿蘇-4 火砕流噴出直後 8 万年前に高森ステージの活動をはじめ, プリニー式噴火を主体とする降下軽石や降下スコリアをもたらす噴火を繰り返した。一部ではマグマ水蒸気噴火が起き細粒火山灰や岩片が降下した。後半の噴火は比較的穏やかで, 火山灰を噴出するブルカノ式噴火やブルカノ噴火を繰り返したが, 時折プリ

ニ式噴火が起き降下軽石や降下スコリアが堆積した。最末期には山崎第13～6テフラに見られる発泡の悪い降下軽石噴火が散発的に起きた。これらは、カルデラ内に埋没している中央火口丘初期の山体（渡辺, 2001）が給源と考えられる。

桜町ステージは、マグマ水蒸気噴火が特徴である。桜町テフラは、気泡や木の葉の印象化石、変質した粘土を含む細かく成層した火山灰優勢の降下火山灰・軽石互層や一部火砕サージ堆積物からなり、マグマ水蒸気噴火が間欠的に繰り返したことを示している。この顕著なマグマ水蒸気噴火は、カルデラ内に湖が生じていたことを間接的に示していると考えられる。中央火口丘初期の古阿蘇湖や久木野湖（渡辺, 2001）がこれにあたるであろう。

5万～3万年前の荻ステージでは、降下軽石・スコリア・火山灰・岩片など変化に富んだ噴出物をもたらす噴火が繰り返した。プリニー式、サブプリニー式、ブルカノなどの各種の噴火が交互に起きた。特に降下軽石をもたらすプリニー式噴火が間欠的に起きたのが特徴である。笹倉第1, 阿蘇中央火口丘第6, 阿蘇中央火口丘第4などの比較的規模の大きい降下軽石の噴出後にはあまり顕著な休止期間がなく降下スコリアや火山灰が間欠的に噴出している。珪長質マグマの噴火で始まり、その後間欠的に比較的苦鉄質マグマによる噴火が引き続く傾向が認められる。草千里降下軽石は、降下軽石噴出後に顕著な降下スコリアや火山灰の噴出はなく、そのまま厚い土壌に覆われ、噴火が比較的長い休止期間に入ってしまう点で前の3降下軽石とは異なる。草千里降下軽石に関しては、規模も大きいことから別の位置づけが必要なかもしれない。草千里降下軽石は、草千里ヶ浜火山の軽石丘、阿蘇中央火口丘第3降下軽石は高野尾羽根火山が給源とされているが（宮縁ほか, 2003）、他のユニットについては不明である。このステージには、現在地表で見られる阿蘇中央火口丘群のうち2万5千年前より古い火山体、例えば鷲ヶ峰、檜尾岳、丸山、烏帽子岳、夜峰山、白水、松ノ木、御蔵門山など（渡辺, 2001）が活動していたと考えられるが、テフラとの関係は不明である。

3万年～1万5千年前の波野ステージは、山崎第20～1降下スコリアの噴火サイクルに代表されるサブプリニー～プリニー式噴火の活動が特徴である。少なくとも20回以上の降下スコリア噴火があった。山崎第1, 5降下スコリアのサイクルには、マグマ水蒸気噴火が伴ったと考えられる。年代からみて高岳や中岳火山古期山体（渡辺, 2001）が主な給源火山と考えられる。

1万5千年前以降の一の宮ステージは、中岳火山古期および新期山体（渡辺, 2001）で起きたブルカノ式噴火（灰噴火）による降下火山灰を主体とし（小野ほか, 1995; Ono *et al.*, 1995）、杵島・往生岳・米塚（渡辺, 2001）などからの降下スコリアなども堆積した。また、阿蘇中央火口丘第1降下軽石のほか、N1, 2, 7テフラなどに見られるようなマグマ水蒸気噴火も起きている。噴出物の粒度からみて、これらの活動は、他のステージより小規模である。

文 献

- 馬場正弘・渡辺一徳・宮縁育夫（1999）阿蘇中央火口丘南部における中岳の噴出物の層序。熊本大学教育学部紀要，自然科学，**48**，133-146。
- 早川由紀夫・井村隆介（1991）阿蘇火山の過去8万年の噴火史と1989年噴火。火山，**36**，25-35。
- 池辺伸一郎・藤岡美寿夫（2001）文化十三年（1816）の阿蘇「湯の谷大変」—古文書・絵図資料による水蒸気爆発記録—。火山，**46**，147-163。
- 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火山灰—アカホヤ火山灰。第四紀研究，**17**，134-163。
- 町田 洋・新井房夫（2003）新編火山灰アトラス—日本列島とその周辺—。東京大学出版会。
- 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。
- 宮縁育夫・渡辺一徳（2000）阿蘇火山地獄温泉付近における水蒸気爆発とその堆積物。火山，**45**，25-32。
- 宮縁育夫・星住英夫・渡辺一徳（2002）阿蘇火山における約2万～1万年前の降下スコリア堆積物。日本第四紀学会講演要旨集，**32**，34-35。
- 宮縁育夫・星住英夫・高田英樹・渡辺一徳・徐 勝（2003）阿蘇火山における過去約9万年間の降下軽石堆積物。火山，**48**，195-214。
- 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，**110**，2-5。

- 小野晃司・渡辺一徳 (1983) 阿蘇カルデラ．月刊地球，**44**，73-82．
- 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・松本徂夫・宮久三千年・寺岡易司・神戸信和 (1977) 竹田地域の地質．地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅)，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．
- Ono, K., Watabe, K., Hoshizumi, H. and Ikebe, S. (1995) Ash eruption of the Naka-dake crater, Aso volcano, southwestern Japan. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **66**, 137-148.
- 酒井 彰・寺岡易司・宮崎一博・星住英夫・坂巻幸雄 (1993) 三重町地域の地質．地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅)，地質調査所．
- 高田英樹 (1989) 阿蘇火山中央火口丘群のテフラ概報．熊本地学会誌，**90**，8-11．
- 宇都浩三・阪口圭一・渋谷明貴・吉岡 恒 (1994) 阿蘇カルデラ内の深部ボーリングコアの K-Ar 年代測定：カルデラ形成直後の火山活動史の解明．日本火山学会 1994 年度秋季大会講演予稿集，211．
- 渡辺一徳 (1991) 阿蘇火山中岳の火山活動．熊本地学会誌，**98**，2-13．
- 渡辺一徳 (1992) 阿蘇火山．日本地質学会第 99 年学術大会見学旅行案内書，13-32．
- 渡辺一徳 (2001) 阿蘇火山の生い立ち．一の宮町史，自然と文化，阿蘇選書 7，一宮町．
- 渡辺一徳・宮縁育夫 (1996) 熊本県阿蘇青年の家付近の阿蘇中央火口丘テフラ．第四紀露頭集—日本のテフラ，日本第四紀学会，302．
- 渡辺一徳・高田英樹 (1990) 阿蘇カルデラ周辺における火山灰土層と黒ボク土の斜交．熊本大学教育学部紀要，自然科学，**39**，21-27．