

# 阿蘇火山地質図

## GEOLOGICAL MAP OF ASO VOLCANO

1:50,000

小野晃司\*・渡辺一徳\*\*  
K.ONO K.WATANABE

地質調査所  
GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN  
1985



\* 地質調査所環境地質部

\*\* 熊本大学教育学部

南東方から見た阿蘇火山中央部。中央に白煙を上げる中岳第1火口。後にカルデラ縁北西部。

(1969年2月9日撮影, 水産航空株式会社提供)

Central part of Aso Volcano viewed from the southeast. Naka-Dake active crater is seen at the center, to the right are Naka-Dake summit and Taka-Dake, above it to the left are Ōjō Dake, Kishima Dake, Kusasenri-ga-hama and Eboshi Dake. Beyond Aso Dani valley is the northwest rim of the caldera in the background.

**造岩鉱物:** 岩石をつくる鉱物。火山岩の主要な造岩鉱物は斜長石・斜方輝石(主に紫蘇輝石)・単斜輝石(主に普通輝石)・かんらん石・角閃石・黒雲母・石英・磁鉄鉱などである。石英以外のほとんどの鉱物は、固溶体(いくつかの化学成分が任意の割合で混り合った単一結晶)である。

**デイサイト:** 火山岩の1種。火山岩の分類をみよ。

**斑晶:** 火成岩、とくに火山岩、において細粒の結晶・ガラスなどの基底(石基)中に散在している大形(肉眼で見える程度)の結晶。斜長石の斑晶は白、かんらん石は黄色、輝石・角閃石・黒雲母は黒色の斑点状に見える。

**ブーゲー異常:** ある地点での標準重力値と測定重力値との差で、高さによる影響をのぞいたもの、地下の物質の密度分布異常を示すもので、負の異常を示す場合は地下に密度の小さい物質があることを示す。

**噴煙柱:** 爆発の際火口から上空に柱状に上昇する噴煙。有色の場合はガスと火山灰との混合物。

**噴石:** 火口から放出される岩石片の総称。

**マグマ:** 地下にある岩石物質の溶融体。

**溶岩:** マグマが地表にあられたもの(溶融状態にある岩石物質)及びその固結したもの。

**溶岩円頂丘(溶岩ドーム):** 溶岩が広く拡がらず、噴出口の上にもり上がってできた火山。一般に小形。

**溶結火砕岩:** 火砕岩の1種で、構成する火砕物が堆積当時高温を保っていたために互に溶結したもの。溶結前の構成物質の大部分が火山灰からなるものは溶結凝灰岩とよばれ、阿蘇の灰石はその好例。

**リニアメント:** 線状の特徴的地形。この地質図に表現されているものは、通常の谷地形を切って線状にのびる細い谷地形。

**流紋岩:** 火山岩の1種。火山岩の分類をみよ。

#### 本図の内容に関する問合せ先

地質調査所環境地質部火山地質研究室 TEL (0298)54 - 3659

須藤 茂

熊本大学教育学部地学教室 渡辺一徳

#### 取扱先

(社)東京地学協会

〒102-0084 東京都千代田区二番町12-2

TEL (03)3261 - 0809/FAX (03)3263 - 0257

(財)日本産業技術振興協会

事務代行 地学情報サービス

〒305-0045 茨城県つくば市梅園2-32-6

TEL (0298)56 - 0561/FAX (0298)56 - 0568 その他各地主要書店

著作権所有・発行者

許可無く複製を禁ずる

昭和60年8月30日発行

平成10年3月27日第3刷発行

通商産業省工業技術院 地質調査所

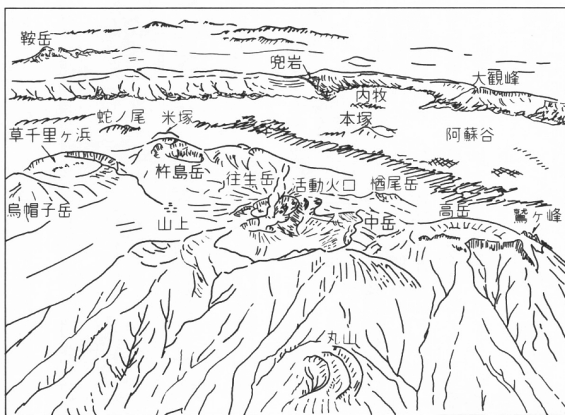
所長 小玉喜三郎

〒305-8567 茨城県つくば市東1丁目1-3

TEL (0298)54 - 3601(情報管理普及室)

GEOLOGICAL SURVEY  
OF JAPAN © 1985

内外地図株式会社印刷(表7色,裏2色刷)



#### 主な用語

**安山岩:** 日本など造山帯の火山に最も普通な火山岩、火山岩の分類をみよ。

**火砕丘:** 爆発によって放出された火砕物が火口周辺に累積して生じた山、一般に小形で頂上に火口がある。米塚はその好例。

**火砕物(火山砕屑物):** 火口から放出される固形あるいは半固形の岩石の破片の総称。大きさを細分すると径64mm以上は火山岩塊、64-2mmは火山礫、2mm以下は火山灰、固結して岩石になっているときは火砕岩(火山砕屑岩)という。

**火砕流:** 火山灰・軽石・岩塊などがガスと混合して、地表に沿って高速で流れる現象。小規模なものの中岳の1958年、1979年の噴火でも発生し、山上付近に被害を与えた。大規模なものは阿蘇火砕流のように大量に噴出して周辺を埋めつくす。

**軽石:** 気泡を多量に含む軽い火山岩で、一般に淡色のもの。

**火山岩の分類:** 火山岩は化学組成・鉱物組成等によって区分される。化学組成で区分すれば、SiO<sub>2</sub>53%以下を玄武岩、53-62%を安山岩、63-69%をデイサイト、70%以上を流紋岩。この分類とは別にマグマ・溶岩・軽石等物理的状態に関して分類できる。従って実際にはその双方によって、玄武岩質マグマ、安山岩質溶岩、デイサイトの軽石などとよばれる。

**火山灰:** 火口から放出される火砕物のうち径2mm以下のもの。ガラス(火山): 普通には珪酸塩溶融体が急冷して結晶せずに固化した状態をいう。黒曜石がその好例。

**カルデラ:** 火山地域にある大形(普通径2km以上)の凹み地形。火口が崩壊や侵食で拡大されたもの(侵食カルデラ)もあるが、大形のもの、大噴火のあと、火山体の上部が地下に陥没してできる(陥没カルデラ)。

**岩脈:** 鉛直に近い板状の火成岩の貫入岩体。

**玄武岩:** 火山岩の1種。火山岩の分類をみよ。

**後カルデラ火山:** カルデラができたあとに新しく成長する火山。阿蘇カルデラでは中央火口丘群。

**サージ:** 気体と火砕物との混合物(噴煙)が、火口から地表に沿って砂嵐状に急速に広がる現象。水蒸気爆発・マグマ水蒸気爆発に伴って発生することが多い。ベースサージ・グラウンドサージ・パイロクラスチックサージなどの近縁語がある。

**水蒸気爆発:** 高圧の水蒸気でおこる爆発的噴火で、噴出物は火山ガスと既存の岩石の破片からなる。マグマの熱によって地下水があたためられて水蒸気になる場合と、マグマと地下水が接触する場合がある。既存の岩石片のほかに本質物質も放出されるときはマグマ水蒸気爆発という。

**スコリア(岩滓):** 気泡を含む軽い火山岩。普通は暗〜黒色のものをいう。

**成層火山:** 中心火口から噴出した火砕物と溶岩との累積によって生じた火山。小形のものから富士山のように大形のものまである。

**石基:** 火山岩の基地をつくる細粒の結晶および、またはガラスの集合。



まえがき

阿蘇火山は日本有数の活火山である。中岳火口から絶えず噴煙を上げ、時には噴火して人命・施設や農林業に被害をもたらす。この火山は南北 25 km、東西 18kmの大きい凹地（カルデラ）とその中にある中央火口丘群からなり、30万年にわたる複雑な活動・成長の歴史を経て今日に至ったものである。阿蘇国立公園に含まれるこの地域は火山を中心とした美しく雄大な景観に恵まれ、訪れる観光客は年間 500 万人に上る。一方、面積 380km<sup>2</sup>のカルデラは 3町 3村を含み、人口 50,000 人、国鉄 2 線と国道数本が通過する生活の場であり、この火山の噴火予知と防災はきわめて重要である。この火山地質図は阿蘇火山の地質についてのこれまでの研究結果をまとめたもので、今後の研究、噴火予知・防災や観光・地域開発の資料として利用されることを願っている。

カルデラの地形

カルデラは急崖に囲まれた大きい凹地である。南北に長いカルデラ内の、やや南よりに中央火口丘群が密集しているのので、カルデラ内の低地も南北に 2 分される。北の広く平坦な谷を阿蘇谷、南の谷を南郷谷という。南郷谷を西に流れる白川は、カルデラの西縁で阿蘇谷の水を集めた黒川を合わせ、立野を通過して西方熊本平野へ流下する。逆に、熊本から阿蘇へ向かう国鉄や国道などの交通路も、この峡谷沿いにカルデラ内に入る。

阿蘇谷の北側、カルデラの北壁は高度差 300 m 程度で、その上面は平坦である。一方、南郷谷の南側、カルデラ南壁は高度差 300—700 m、深い谷と尾根が交互し、北壁とは対照的な彫りの深い地形を作っている。

カルデラの外側の地形は、東と北側は火砕流によって作られたきわめて緩傾斜（1—2°）の台地がひろがる。また、南と西側は古い火山の山腹で 10°前後の斜面からなり、その外側に阿蘇火砕流の台地が接している。

阿蘇火山の生い立ち

カルデラができるまで 阿蘇火山の活動は約 30 万年前に始まった。現在の阿蘇カルデラが作られたのは 7—8 万年前であるが、30 万年から 7、8 万年までの間に 4 回の大噴火があった。これらの噴火と噴出物を古い方から Aso-1、Aso-2、Aso-3、Aso-4 と呼んでいる。それぞれの噴火の時期には大量の火山灰・軽石が放出されて、はじめは高空に吹き上げられて東方に降り積もり（降下火砕物）、次いで火砕流とし

て四方に流れひろがった（第 1 図）。これらの噴火は現在行われている火山活動の尺度からは想像を絶するもので、たとえば Aso-4 火砕流は阿蘇火山の周囲に広い台地を作り、さらに谷沿いに九州島の東・北・西の海岸に達し、一部は海を越えて天草下島や山口県の秋吉台にまで分布している。

カルデラの現在の形ができたのは 7、8 万年前の Aso-4 噴火の直後だが、この 1 回の噴火だけでカルデラが出来たのではなく、Aso-1 直後にカルデラが生じ、その後の大噴火ごとにそれが次第に拡大されたものと思われる。4 回の大噴火の間にはより小規模の火山灰・軽石の放出が繰り返された。Aso-1 と Aso-2 の中間には溶岩も流出した。

中央火口丘群の形成—後カルデラ火山活動— Aso-4 火砕流の流出によって生じたカルデラの中に、あまり時間をおかずに次の火山活動が始まり、中央火口丘が次々に作られた。中央火口丘は独立の山体として 17 数えられるが、初期のものは後期の噴出物に覆われて見えなくなっていると思われるので、総数はもっと多かったであろう、これらの中で、中岳火山だけが現在も活動を続けている。

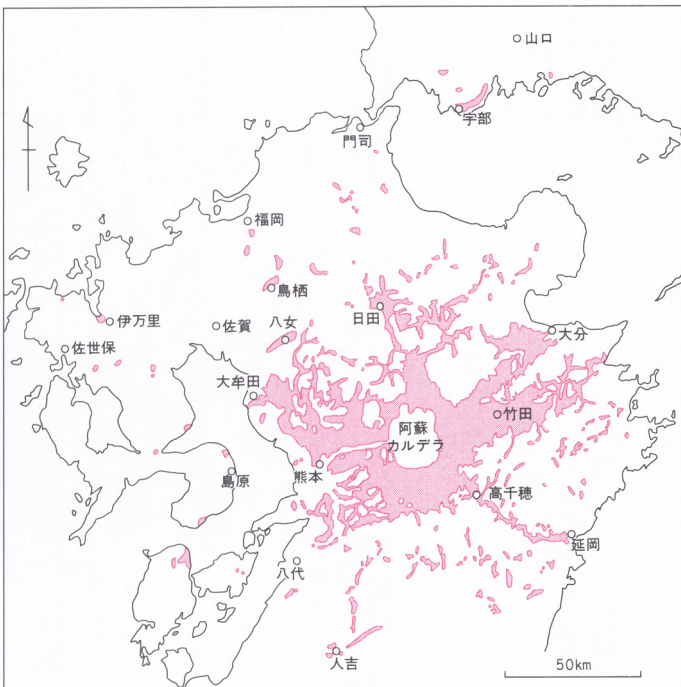
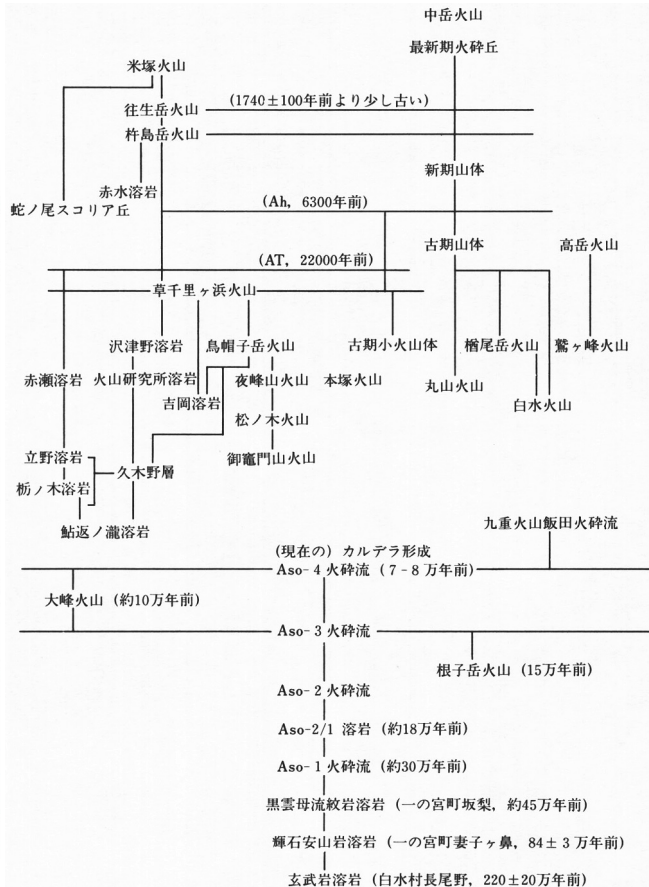
後カルデラ火山活動では玄武岩から流紋岩までの各種のマグマが噴出し、その結果、岩質によって火山の構造・形体もさまざまである。1 火山群の中での岩質と火山形態の多様さはまことに特徴的である。現在わかっている各火山の形成の順序を第 1 表に示す。

火山活動が続く一方で、水がたたえられてカルデラ内に湖があった時期が少くも 2 回ある。古い方は南郷谷西部の久木野層を堆積させた湖であり、新しい方は阿蘇谷を埋積して、現在の平坦面を作った湖である。

カルデラ内の火山と地層

中岳 中岳火山は複雑な構成をもつ玄武岩質安山岩・安山岩の成層火山である。活動火口の東方に南北に延びる絶壁を連

第 1 表 主な岩体の形成順序 線で結ばれたものは前後関係が確認されている。  
Table 1. Succession of major units in the geologic map.



第1図 阿蘇火砕流の分布 Fig.1 Distribution of Aso Pyroclastic Flow.

ねる頂上部は主山体（古期山体とよぶ）の大きい火砕丘の東半分であり、西半分は破壊されて、その位置に新期山体・最新期火砕丘がある。中岳頂上部の稜線は南北両端で西に曲り、旧火口縁を示す低い稜線に続き、それと最新期火砕丘との間の低地が砂千里ヶ浜である。

古期山体の中央部は成層凝灰岩、溶結した凝灰集塊岩、中腹は非固結の黒色成層火山灰の厚い累層を主とし、溶岩流は山腹から山麓に多い。砂千里ヶ浜東方の絶壁は、いくつかの不整合で境された厚い火砕岩の累層からなる。砂千里ヶ浜南部付近の岩石は熱水変質を受け、白・緑・赤等に変色し、登山道の稜線近くでは変質した火砕岩を上位の新鮮な火砕岩が不整合に覆っている。

活動火口を含む最新期火砕丘をとりまく様に新期山体の凝灰岩丘があり、第1火口の北東側に、その火口縁がよく現れている。この凝灰岩丘は中一細粒の成層凝灰岩からなる。この凝灰岩はマグマ水蒸気爆発によって砂嵐状に地表近くを横に移動したサージの繰返しによる堆積物である。この時期の溶岩流は、古期山体の西側を南北に流下している。

最新期火砕丘は、南北に連なる火口群（第5図）を囲む複合した火砕丘である。凝灰岩（黒色、細かく成層）・溶結凝灰集塊岩（とくに第4火口周辺）・爆発角礫岩（第2・3火口縁上部などの灰白色の地層）の累層からなり、それぞれ噴煙型活動、ストロンボリ型の本質火山弾の投出、水蒸気爆発の産物である。

中岳南東側には玄武岩の火砕丘・溶岩流からなる丸山火山がある。中岳火山と楯尾岳火山の下位には、それらと構造・組成が全く異なる別の火山体が伏在して、とくに南の白水村側に露出が多いので白水火山と命名した。デイサイトの溶岩流（黒曜岩や灰色緻密な溶岩）と少量の同質降下軽石、安山岩溶岩からなる。また、中岳西側、山上の北と南とに、おそらく独立した古い安山岩の火山体が露出しており、それらを地質図上では古期小火山体としてある。

高岳・鷲ヶ峰 高岳は中央火口丘中の最高峰である。高岳火山は鷲ヶ峰火山がやや侵食された後、その頂上部南西側に噴出した、玄武岩・玄武岩質安山岩の小形の成層火山。頂上部には東西約700mの火口があり、頂上付近は鷲ヶ峰火山の上を覆う溶結火砕岩を主とし、南東側の斜面は溶岩・火砕岩からなる。鷲ヶ峰火山は、高岳北東の険しい岩峰群である鷲ヶ峰付近を中心とした、開析された玄武岩・玄武岩質安山岩の成層火山。中心部付近は溶結した火砕岩・貫入岩などからなり、それをとりまくように、成層した粗粒の火砕岩と少量の薄い溶岩とが分布している。高岳から北へ延びる仙酔尾根には整然と成層する火砕岩の累層が分布するが、この成層構造は高岳ではなく、鷲ヶ峰を噴出中心とした方向を示している。楯尾岳 やや開析された玄武岩・玄武岩質安山岩の成層火山。山頂から北西に開いた馬蹄形の火口地形がある。頂上付近は主に溶結火砕岩、中腹以下は成層した火砕岩と溶岩とで構成されている。仙酔峡有料道路終点西側、標高900m付近に露出する厚い溶岩は、前述の白水火山のデイサイト溶岩であり、



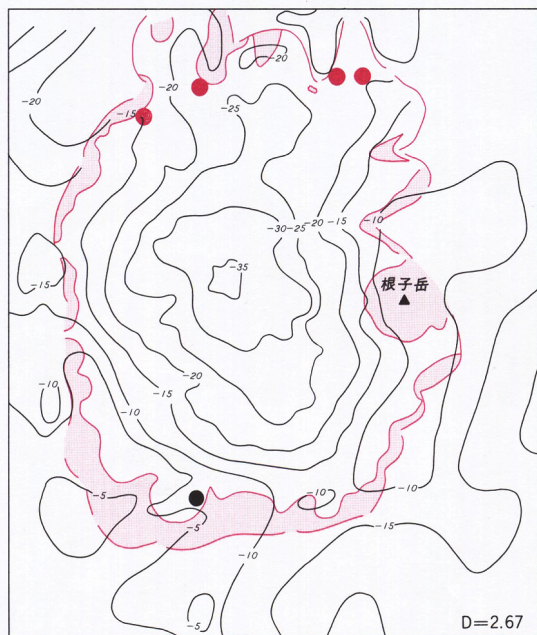
第2図 東から見た烏帽子岳 北斜面は頂上まで草千里ヶ浜火山の降下軽石に覆われている。  
Fig.2 Eboshi Dake viewed from the east. The summit and the northern slope are covered by air-fall pumice of Kusasenrigahama Volcano.

楯尾岳火山の溶岩はその上を薄く覆い、北に流下している。杵島岳・往生岳・米塚・蛇ノ尾 玄武岩の火山群で、噴出口付近のスコリア丘と、そこから北・北西方に流下した溶岩流からなる（蛇ノ尾火山は米塚火山の溶岩流にとりまかれたスコリア丘が露出しているのみで、溶岩流を伴ったかどうかは不明）。蛇ノ尾火山はやや古く、他の3火山は、杵島岳・往生岳・米塚の順に噴出した。杵島岳・往生岳両スコリア丘が形成された活動では高い噴煙柱が生じたらしく、カルデラ縁より東方まで2層の降下スコリア層として分布し、火山灰層中のよい鍵層となっている。杵島岳と米塚の間には上米塚の小スコリア丘・噴出口群があり、県営有料道路沿いで、1つのスコリア丘の断面が観察できる。

草千里ヶ浜 草千里ヶ浜火山は直径500mと1kmの二重の火口をもつ大きい軽石丘である。草千里ヶ浜の草原は内側火口から外側火口の西縁までの部分を新しい火山灰が埋積したもので、草原中央の南北にのびる丘陵が内側火口の西縁、その南端が破壊された溶岩円頂丘の残存部である。主軽石丘は大規模な軽石噴火の産物で、この降下軽石は南の烏帽子岳の頂上を含む北斜面をすべて覆っている（第3図）。この軽石層は2つの層準で強く溶結し（溶結凝灰岩は草千里ヶ浜の火山科学館入口の壁の石材に使用されている）、山腹斜面に沿う二次流動も起した。この降下軽石層は、橙黄色の特徴的な軽石層であり、その上位のAT火山灰層とともによい鍵層として、カルデラ外側、とくに南方に広く分布する。

沢津野溶岩は草千里ヶ浜火山の軽石層の下位にある黒色ガラス質のデイサイト溶岩で、湯の谷温泉北方の斜面を西に流下し、数鹿流ヶ滝上流側と柄ノ木温泉側とに向う2つの流れに分岐している。この溶岩の噴出口は確定できないが、草千里ヶ浜火山の軽石と鉱物・化学組成ともよく似ているので、同一噴出源かも知れない。

烏帽子岳火山は草千里ヶ浜南方の、やや開析された、安山岩の成層火山、前述のように頂上部は草千里ヶ浜火山噴出物に覆われているので、烏帽子岳山体にみられる成層構造の上部は草千里ヶ浜火山、下部が烏帽子岳火山の噴出物である（第2図）。烏帽子岳山体を作る火山の中心部は粗粒の火砕岩と溶岩流からなり、溶岩流は西に流下して地獄・垂玉温泉付近で

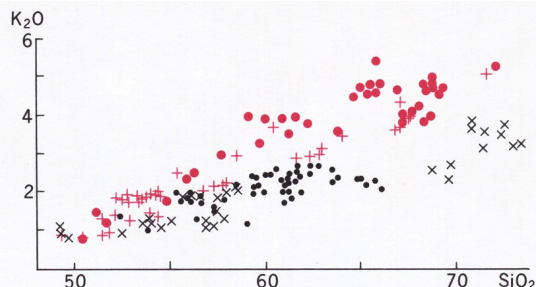


第3図 阿蘇カルデラのプーゲー重力異常 白亜系基盤に達した試錐は赤丸（花崗岩）と黒丸（堆積岩） アミは阿蘇火山より古い火山岩類の露出 根子岳はカルデラの大きい負の重力異常の外にある。数字はミリガル。  
Fig.3 Bouguer gravity anomaly. Solid circle: drill-hole site reached to Cretaceous basement (red: granite black: sedimentary rocks). Stippled area: volcanic rocks older than Aso Volcano. Nekodake Volcano is situated outside the large negative Bouguer anomaly. Figures in mgal.



は数枚の溶岩流があり、その先端は国鉄高森線の線路傍にまで達している。

御籠門山 鳥帽子岳南方の、やや開析された安山岩の成層火山で、頂部に長径 800 m、東北東に開く馬蹄形火口がある。山腹には斜面に沿って流下する溶岩流の崖が連なっている。夜峰山 地獄温泉南側に頂上があり、南に凸な弧状の稜線が急斜面の山腹に続いている。山体を構成しているのは玄武岩の溶結火砕岩である。現在の山体は火砕丘の南半部にあたり、火砕丘の北半は破壊された後、火砕丘の南縁を残して後の堆積物によって埋積されたのであろう。夜峰山火山の南東側下位、御籠門山火山の上位に、玄武岩の火砕岩・溶岩流からなる小火山があり、これを松ノ木火山とした。夜峰山南西麓東下田集落の北には下位の安山岩溶岩があり、古期小火山体として示した。



第4図 阿蘇火山産岩石と周辺火山岩の SiO<sub>2</sub> - K<sub>2</sub>O 図  
 + 阿蘇火山中央火口丘 ● 阿蘇火砕流 (Aso-1 - Aso-4)  
 ● 九重・金峰・雲仙火山 × 阿蘇カルデラの古い火山岩類 (根子岳火山を含む)

Fig.4 SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O diagram of rocks of Aso Volcano, Quaternary volcanoes of surrounding area and older volcanoes in the Aso area

- + : Central cones of Aso volcano
- : Aso Pyroclastic Flow (Aso-1 to Aso-4)
- : Kujū, Kimpō and Unzen Volcanoes
- × : Older volcanoes around the Aso caldera, including Nekodake Volcano

本塚・灰塚・北塚 国鉄豊肥本線内牧駅の北東、阿蘇谷の平坦面から突出するこの3小丘は、独立した1火山の残骸であり、この火山を本塚火山とよぶ。岩石は角閃石デイサイトであり、中央火口丘群中では特異な鉱物組成をもつ。各塚の基部には、細かい節理が発達した多孔質岩塊の累積からなる水中溶岩が露出し、一方、本塚・北塚の上部には、通常の陸上溶岩らしい緻密な溶岩が露出する。これは水面がこの両者の中間にあったことを示し、阿蘇谷が一時期、湖であったことの強い証拠である。

カルデラ西縁付近の溶岩類 赤水溶岩は赤水付近に露出する輝石安山岩の溶岩流。吉岡溶岩は湯の谷温泉とその南方吉岡集落付近に分布する玄武岩の溶岩類。多量のかんらん石と大形の普通輝石との斑晶を特徴とする。軽微な熱水変質によって暗緑色を呈することが多い。赤瀬溶岩は黒川下流赤瀬付近から数鹿流ヶ滝まで黒川の河床を作り、滝の下流は段丘状に立野駅西方まで連続する玄武岩の溶岩流である。AT 火山灰より少し下位にあり、この時期の立野の白川峡谷の下刻の深さを示している。立野溶岩は黒川数鹿流ヶ滝から立野までの峡谷の谷壁を作る、柱状節理の発達した、黒色の細粒安山岩溶岩。柄ノ木溶岩は柄ノ木温泉裏の崖に露出する板状節理の発達した無斑晶の安山岩溶岩である。東方の長野北方の道路傍には同質の溶結火砕岩が露出する。鮎返ノ滝溶岩は白川峡谷の鮎返ノ滝を作る溶岩とその下位との2枚の玄武岩溶岩である。

山麓部・平坦地の堆積物 久木野層は南郷谷西部に標高 370 m 前後の平坦面を作る、水平に成層したシルト・砂・火山灰等で、淡水産の珪藻化石を含む。柄ノ木・立野溶岩頃の時期に存在した湖の堆積物である。カルデラ埋積層は阿蘇谷の平坦面を構成するもので、阿蘇谷にたたえられた湖水による堆積物である。扇状地堆積物は火山体の山麓扇状地を構成する堆積物。崖錐は急斜面下の堆積物。カルデラ埋積層・扇状地堆積物・崖錐の間は漸移的で境界は必ずしも確定できないところがある。南郷谷西部の白川沿いには小規模な河岸段丘があり堆積物をのせている。降下火山灰は急斜面を除き事実上すべての岩層の上であり、古い岩層の上ほど、また東方にあるほど厚く堆積している。地質図には降下火山灰が厚く分布

第2表 阿蘇火山産岩石の代表的化学組成。 Table 2. Major element chemistry of representative rocks of Aso Volcano.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	56.17	60.35	66.85	68.79	51.52	51.75	54.16	55.60	56.95	62.42	66.96	71.76
TiO <sub>2</sub>	0.95	1.08	0.77	0.54	0.89	0.96	0.88	0.94	0.96	0.84	0.76	0.41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.84	16.78	16.16	16.24	18.13	17.85	18.42	17.01	17.76	17.18	16.02	14.41
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.31	2.82	1.51	1.11	1.93	2.06	1.70	1.75	1.49	1.08	0.74	0.70
FeO	4.49	4.39	2.42	1.47	7.72	8.24	6.81	7.00	5.94	4.32	2.95	1.28
MnO	0.13	0.15	0.11	0.11	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13	0.13	0.06
MgO	2.96	2.00	0.85	0.77	5.08	5.19	3.48	3.95	3.61	2.00	0.94	0.64
CaO	7.24	4.61	2.42	1.90	10.05	9.83	8.74	8.02	7.28	4.65	2.65	0.89
Na <sub>2</sub> O	3.32	3.90	4.01	4.52	2.96	2.78	3.38	2.83	3.55	4.17	4.98	4.68
K <sub>2</sub> O	2.29	3.52	4.72	4.40	1.31	0.95	2.01	2.51	2.10	3.00	3.65	5.09
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.30	0.40	0.18	0.15	0.23	0.22	0.29	0.24	0.22	0.21	0.22	0.08

分析者 Nos. 5-11 曾屋龍典 (X線蛍光) Analyst Nos.5-11: T. Soya (XRF) No. 12: K. Aoki (wet)  
 No. 12 青木謙一郎 (湿式) Recalculated on the basis:  
 再計算 水を除き 合計を100 (Nos. 1-12) H<sub>2</sub>O-free and total=100 (all analyses)  
 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0.2 (Nos. 5-11) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0.2 (nos. 5-11)

- Aso-1 から Aso-3 まで
1. 安山岩 ya (苦鉄質 9コノ平均)
  2. 安山岩 ya (珪長質 13コノ平均)
  3. デイサイト ya (15コノ平均)
- Aso-4 火砕流
4. デイサイト yh (20コノ平均)  
中央火口丘の岩石
  5. 玄武岩 ao 往生岳 溶岩
  6. 玄武岩 ao 中岳 古期 岩脈
  7. 安山岩 oa 中岳 1979年11月のスコリア
  8. 安山岩 ya 中岳 新期 溶岩
  9. 安山岩 ya 鳥帽子岳 溶岩
  10. 安山岩 ya 御籠門山 溶岩
  11. デイサイト ay 草千里ヶ浜 溶結軽石塊
  12. 流紋岩 ab 火山研究所溶岩

- From Aso-1 to Aso-3
1. Andesite (mafic, average of 9 analyses) 斑晶 Phenocryst
  2. Andesite (felsic, average of 13 analyses) a: かんらん石, Olivine
  3. Dacite (average of 15 analyses) a: 普通輝石, Augite
- Aso-4 Pyroclastic Flow
4. Dacite (average of 20 analyses) y: 紫蘇輝石, Hypersthene
  5. Basalt, ao, Ōjō Dake, lava h: 角閃石, Hornblende
  6. Basalt, ao, Naka Dake, old edifice, dike b: 黒雲母, Biotite
  7. Andesite, ao, Naka-Dake scoria of Sept. 1974 複数のときは、後の方が多量 (ao のとき a<o)
  8. Andesite, ya, Naka-Dake, young edifice, lava ao means a<o
  9. Andesite, ya, Eboshi Dake, lava
  10. Andesite, ya, Okamado Yama, lava
  11. Dacite, ay, Kusasenri-ga-hama, welded lump pumice
  12. Rhyolite, ab, Volcanological Laboratory Lava

し、その下にある岩層が全く露出してない場合のみに塗色してある。

阿蘇カルデラ カルデラ壁には、カルデラの形成に導いた火砕流群と阿蘇火山以前の古い火山岩類との双方が露出し、古い火山の部分の方が大きい。カルデラ壁直下には基盤の白亜紀花崗岩と堆積岩(田中伸廣, 1985, 私信)に150-500mで達する5本の試錐があり、基盤の陥没部分は地形としてのカルデラの輪郭よりも小さいことを示している(第3図)。

根子岳 東の裾野を除き、ほとんど全容がカルデラの凹地内にあるので、中央火口丘の1火山と考えられていたが、Aso-3火砕流よりも下位にあり、後カルデラ火山ではない。15万年前頃に形成された安山岩の成層火山。深い放射谷に開析され、中心から対称的に外に傾く溶岩・火砕岩の成層構造が南北側からはよく見える。東西両側は火山斜面が保存されている。頂上部の稜線は硬い溶岩層の突出によって鋸歯状をなしている。その中央の岩峰、天狗岩は中央火道部の岩脈で、周囲には数本の放射状岩脈があって、いずれも板状の岩峰として周囲から突出している。この火山の岩石は玄武岩質安山岩・安山岩で、輝石の他に角閃石斑晶を伴うものもあり、化学組成も他の阿蘇火山の岩石と異なる(第4図)、重力(プーゲー)異常からも、カルデラ縁として自然な位置にある(第3図)。

### 阿蘇火山の岩石

阿蘇火山産の岩石は、SiO<sub>2</sub> 49%の玄武岩から72%の流紋岩まで、化学組成の範囲が広い。Aso-1からAso-4にいたるカルデラ以前の岩石と後カルデラ火山の岩石とを通じ、これらの岩石は化学的に特徴のある一群をつくる。この岩石群は九重・雲仙など付近の同時代火山や、阿蘇地域のやや古い(200万-50万年前)火山の岩石に比べ、アルカリ、特にKが多く、それらと明瞭に区別できる(第4図)。Aso-1からAso-4までの火砕噴火の時期の岩石はSiO<sub>2</sub>の多い珪長質岩石が最も多量で、安山岩がこれに次ぎ、後カルデラ火山の岩石では玄武岩質安山岩が最も量が多く、次に産出頻度が高いのはデイサイトである。代表的岩石の化学組成を第2表に示す。

鉱物組成では、すべての岩石を通じて斑晶珪長質鉱物は斜長石1種である。斑晶Fe-Mg珪酸塩鉱物では、大部分の岩石は単斜・斜方両輝石かんらん石であり、苦鉄質の岩石では斜方輝石が減って、かんらん石が増加する。角閃石はカルデラ前の岩石ではAso-4火砕流のみ、中央火口丘では本家火山のみに、また黒雲母は火山研究所溶岩のみに含まれる。このことも九重・雲仙火山などの岩石が多量の角閃石斑晶と、しばしば黒雲母斑晶を含むことと対照的である。

### 温泉と地下水

温泉はカルデラ内の西・北部にある。中央火口丘西側山腹の湯の谷・垂玉・地獄は、高温の噴気に伴う単純(硫黄)泉である。白川峡谷底の栃ノ木、カルデラ底北西部の内牧・赤水は硫酸塩泉、北東部の手野・片隅は単純泉である。

この地域の年間降水量は3,400mmに達する。火山体上部は

透水性がよいので表流水は極めて少く、地下に滲透して山麓部に良質、豊富な湧水として現れる。その中でも、阿蘇谷の一の宮町宮地から阿蘇町役犬原にかけての自噴帯は規模が大きく、随所に豊富な自噴井を見ることができる。宮地の阿蘇

第3表 1901年以降の主な噴火

Table 3. Remarkable eruptions since 1901.

- 1906年(明治39年)6月7日第4火口の南外側斜面で噴火。現在の第5火口か?
- 1923年(大正12年)第4火口爆発、活動盛、1・2火口も活動。
- 1928-30年(昭和3-5年)たびたび噴火爆発。
- 1932年(昭和7年)12月赤熱噴石・降灰、火口付近で負傷13名。
- 1933年(昭和8年)近年の大活動。2-3月第2・1火口活動、多量の赤熱噴石と降灰。
- 1940年(昭和15年)4月負傷1名、8月農作物に被害。
- 1953年(昭和28年)4月27日爆発、死者6名負傷約90名。
- 1958年(昭和33年)6月24日夜、発、山上方向に噴石と低温火砕流、死者12名、負傷28名、建物に被害。
- 1965年(昭和40年)10月31日未明爆発、建物に被害、翌年5月まで活動続く。
- 1974年(昭和49年)4-8月噴火、降灰、農作物に被害。
- 1979年(昭和54年)6-12月噴火、降灰950万トン、9月6日爆発、北東方向に噴石と低温火砕流、火口東隅付近で死者3名負傷11名。

神社などこの付近が阿蘇地域の中でも古くから開発されたのは、この自噴帯のためであろう。南郷谷にも多くの湧泉があり、白水村の白水水源は1985年1月、環境庁により日本の名水百選の1つに選定された。

### 噴火活動

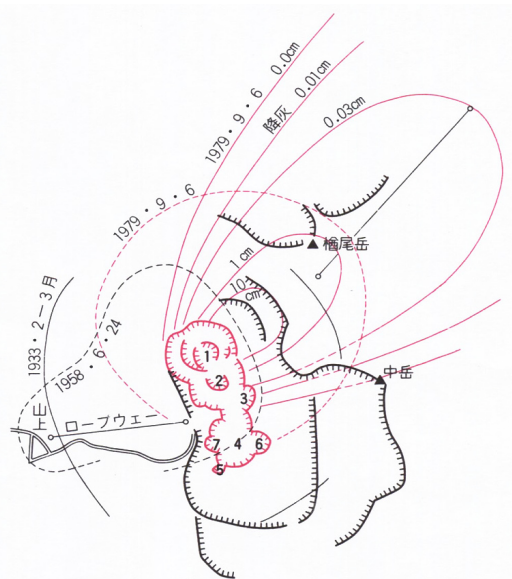
阿蘇火山の西歴553年の活動が筑紫風土記に記述されている。これは日本の火山活動に関する最も古い記録である。13世紀から19世紀末までには100回以上の活動の記録があり、また1901年から1980年までの80年間に噴石・降灰などがあった年は51年ある。古い時代の活動の内容は明らかでないが、少なくとも最近数世紀は現在と同様にほぼ継続的に活動していたものと思われる。溶岩の流出を示す記録はない。歴史記録では、後述する第1・2, 3, 4火口がそれぞれ北, 中, 南ノ池とされており、しばしば噴火に伴う溢水の記述がある。現在よりも池の水位が高かったのであろう。今世紀の主な噴火活動を第3表に示す。

中岳火口は第1火口から第7火口まで命名されている(第5図)が、主なものは北から南に並ぶ第1-4火口である。観測所が開設された1931年当時は第1・2・4火口が噴煙活動をしており、1929年までは第4火口が活発であったという。しかし、1930年以降第4火口、1934年以降は第2火口の活動が衰え、その後現在まで第1火口のみが活動している。非活動期には火口内に水をたたえ(湯溜りという)、周辺から噴気を上げていた(第4表)。1980年以来続いていた湯溜りの状態は1984年末でほとんど乾燥し、1985年1月には5年ぶりに本質火山灰を放出した。

### 噴煙型活動

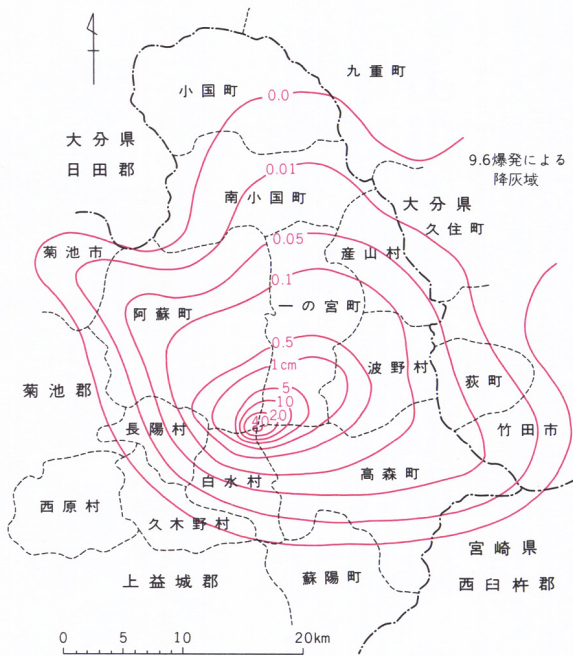
阿蘇火山で特徴的な活動は黒色細粒火山灰(地元でヨナと呼ばれる)の放出である。活動期の火山灰の大部分は玄武岩質安山岩のマグマが急冷したガラスと斑晶とからなる。火山灰は連続的な灰褐色の噴煙として放出されることも、1, 2分-数10分ごとの小爆発に伴う噴煙として放出されることもある。噴煙柱の高さは一般に1,000m以下であり、その時の風向に従って風下側に降下する。第6図は1979年6-8月の降灰量を示すもので、この3カ月の累計では風向の偏りが比較的少ないことを示している。1979年6月から1980年1月にかけての活動中には総計950万トンに達する火山灰が放出された。

細粒火山灰は広域に分布し、農林・水産業に大きい被害をもたらす。活動が長期にわたるときは、保健・衛生上にも問題が起るであろう。とくに、火口周辺に大量に堆積した非固結の火山灰は谷に流入し、泥石流・土石流などの二次災害をひ

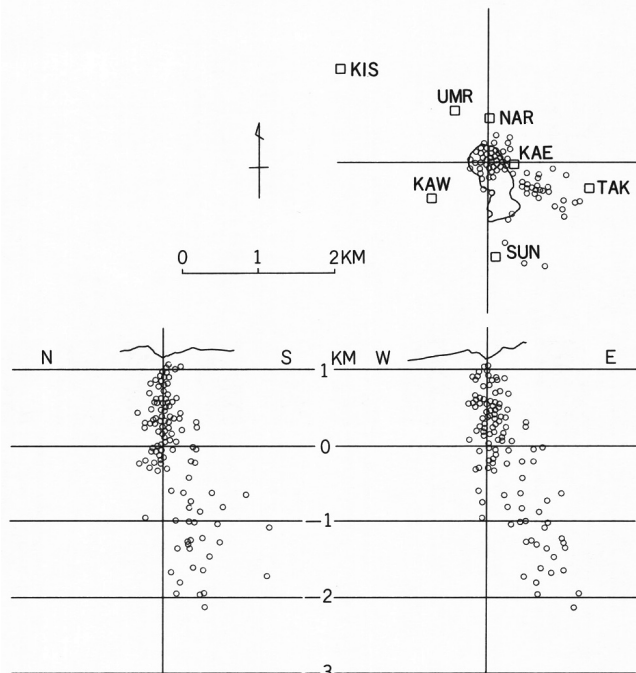


第5図 中岳火口の命名と顕著な噴火の噴石分布(気象庁, 1984)  
Fig.5 Craterlets of the Naka-Dake crater and the distribution of ejecta of major recent eruptions.





第6図 1979年6-8月の降灰量分布(気象庁, 1984)  
Fig.6 Thickness contour of fallen ash discharged during the activity of June to August, 1979.



第7図 火口付近の地震の震源(1979年)(小野・外, 1984)  
右上は平面図 下左は南北 下右は東西断面  
Fig.7 Earthquake foci under crater area (Ono and HOKA, 1984).

き起す可能性がある。

活動の活発な時期にはストロンボリ型噴火に特徴的な、半固結の赤熱溶岩片の弾道投出が起る。近年のこの型の活動では火口の外まで火山弾が投出されることは少ないが、1933年の活動では径数mの溶岩片が火口の外に落下している。最新期火砕丘の西面や第4火口の火口壁には溶結火山餅層が露出し、また歴史には新山生成が記録されているので、歴史時代には大規模なストロンボリ型活動が行われたものと思われる。

**爆発型活動**

やや大規模な爆発によって粗粒岩塊を放出する活動で、近年の活動で人身に災害を及ぼしたものはすべて爆発の噴石によるものである(第5図)。1958年6月24日や1979年9月6日の爆発では岩塊の弾道投出とともに、小型の低温火砕流が発生して建造物に被害を与えた。放出される岩塊は火道周辺の固結した岩石が破碎された類質噴出物が主で、マグマに直接由来する本質噴出物を伴うときもある。1958年6月の爆発の前には、本質火山灰を放出する噴煙型活動はなかったし、逆に1933年の大活動や1974年の活動期のように本質物質を大量に噴出する噴煙型の活動期にこの型の爆発が起きていない例もある。必ずしもマグマ放出の活動度の高い時期だけに爆発が起るわけではないので、防災上の注意が必要である。

**活動の監視・観測**

阿蘇火山の継続的観測は1928年京都大学理学部火山研究所(現火山研究施設)の創立に始まり、続いて1931年熊本測候所支所阿蘇火山観測所(現阿蘇山測候所)が開設された。昭和49年度に始まる国の火山噴火予知計画では、阿蘇山は噴火予知のための観測・研究の最重点火山の1つにあげられ、上

記2機関をはじめ、国の諸機関・大学によって観測・研究が行われている。この火山地質図も噴火予知計画の一環として作成されたものである。

現在京都大学と気象庁をあわせて火口を中心とした17地点の地震計、7地点の傾斜計や地磁気の連続観測の他、水準・辺長・重力等の測地測量、電気抵抗、熱、ガス・温泉等多くの項目についての観測が行われている。火山性微動や地震(第7図)の観測によって活動状況はよく把握され、その結果にもとづいて火口付近への立入り規制も行われている。しかし、このような多面的で詳細な観測・研究の歴史が浅いためもあって、火口周辺に被害を与える可能性のある爆発型噴火については、その前兆現象が十分に把握されていないので、まだ爆発を的確に予知できるとはいえない現状にある。

阿蘇中岳火口は活動火口の近くまで一般客が接近できる世界でも数少ない場所の1つである。雄大な自然に接する、また科学教育の場としても貴重な体験の場であり、その安全確保のために、噴火予知の進展と、科学的監視・観測と防災とのより一層の連携へ、今後とも努力が必要である。

**文 献**

阿蘇火山に関する文献は極めて多いので、ここでは主に地質に関する最近の文献で、本書の内容に関係の深いものをあげるにとどめる。

平塚勝一(1981) 阿蘇カルデラ南西部の地質学的研究。熊本大学教育学部昭和55年度科学教育研究生研究報告。20p.

第4表 中岳火口内噴気ガスの組成(小坂ほか, 1984)

Table 4. Chemical composition of fumarolic gas from the Naka-Dake crater (OSSAKA et al, 1984)

採取日	温度 ℃	H <sub>2</sub> O vol%	H <sub>2</sub> O以外のガス組成 vol%					Rガスの組成 vol%					Cl/S (モル比)	
			HCl	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	R	He	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>		
1958. 7. 26	134	95.4	4.5	8.7	7.2	78.9	0.6						0.52	
1980. 11. 9	97	97.1	<0.01	<0.01	2.1	97.6	0.3		13.4			86.5	0.06	<0.005
1980. 11. 11	96	96.3	<0.01	<0.01	3.0	96.7	0.3		19.9			80.0	0.06	<0.003
1982. 3. 30	92.7	92.3	<0.01	<0.01	2.2	97.3	0.5	0.094	3.11	2.65		94.12	0.020	<0.005

ITAYA, T., NAGAO, K., NISHIDO, H. and OGATA, K. (1984) K-Ar age determination of Pleistocene volcanic rocks. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol. 90, p.899-909.

気象庁 (1984) 日本活火山総覧. 気象庁, 482p.

国土地理院地殻調査部(羽田野誠一) (1976) 九州中部の変動地形. 地震予知連絡会報, vol. 15, p.165-167.

MATSUMOTO, H. (1978) The 1974 activity of the Aso volcano. *Kumamoto Jour. Sci., Geol.*, vol. 11, no. 1, p.1-4.

松本隼夫・松本幡郎(編) (1981) 阿蘇火山—世界一のカルデラ. 東海大学出版会, 東京, 248p.

榎倉克幹・稲本 暁 (1979) 阿蘇カルデラ北麓および東麓の地質図, 農業用地下水調査託麻台地阿蘇東麓地区成果地区. 九州農政局.

村上邦男 (1979) 阿蘇カルデラ北西部の地質学的研究. 熊本大学教育学部昭和53年度科学教育研究生研究報告, 26p.

小野博尉・外 輝明 (1984) 阿蘇火山中岳周辺の地震活動 (1981). 阿蘇火山の集中総合観測 (第2回) 報告 (1981年8~12月), p.7-16.

ONO, K., KUBOTERA, A. and OTA, K. (1981) Aso volcano, in *Field Excursion Guide to Sakurajima, Kirishima and Aso volcanoes*. *Volc. Soc. Japan*, p.33-52.

小野晃司・松本隼夫・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図幅), 地質調査所, 145p.

小野晃司・渡辺一徳 (1983) 阿蘇カルデラ. 月刊地球, vol.5, p.73-82.

小坂丈予・平林順一・小沢竹二郎 (1984) 阿蘇火山の地球化学的観測. 阿蘇火山の集中総合観測 (第2回) 報告 (1981年8~12月), p.82-84.

須藤靖明 (1984) 火山性微動の消長 (1978~1982年). 阿蘇火山の集中総合観測 (第2回) 報告 (1981年8~12月), p.1-6.

高橋 綱・永井 茂 (1970) 熊本県白川および黒川流域水理地質図. 日本水理地質図 19, 地質調査所.

田村 実・渡辺一徳 (1982) 「菊池」表層地質図及び同説明書. 土地分類基本調査, 熊本県, p.22-27.

田村 実・渡辺一徳・谷村洋征 (1983) 「御船」表層地質図及び同説明書. 土地分類基本調査, 熊本県, p.25-34.

渡辺一徳 (1972) 阿蘇カルデラ西部の地質. 熊本大学教育学部紀要, no.21, Sect.1, p.75-85.

WATANABE, K. (1978, 1979) Studies on the Aso pyroclastic flow deposits in the region to the west of Aso caldera, southwest Japan, I : *Geology*, II : *Petrology of the Aso-4 pyroclastic flow deposits*. *Mem. Fac. Educ., Kumamoto Univ.*, no.27, *Nat.Sci.*, p.97-120, no.28, *Nat. Sci.*, p.75-112.

WATANABE, K., and KATSUI, Y. (1976) Pseudo-pillow lavas in the Aso caldera, Kyushu, Japan. *Jour. Japan Assoc. Min. Pet. Econ. Geol.*, vol.71, p.44-49.

火山一般については次の参考書がある.

守屋以智雄 (1983) 日本の火山地形. 東大出版会, 東京, 135p.

日本火山学会(編) (1984) 空中写真による日本の火山地形. 東大出版会, 東京, 192p.

横山 泉・荒牧重雄・中村一明(編) (1979) 岩波講座, 地球科学7, 火山. 岩波書店, 東京, 294p.

### Geology of Aso Volcano

Aso Volcano, located in central Kyūshū, western Japan, is one of the most active volcanoes in Japan. The eruption of 553 A.D. is the oldest recorded volcanic eruption in Japanese history and it seems active throughout since then. It erupts at the crater of Naka-Dake, one of a number of central cones of the Aso caldera.

Activity of the Aso volcanic center started about 300,000 years ago in the central Kyūshū volcanic field which extruded large volume of volcanic rocks since about 2 million years ago. Four times of large-scale

eruption of pyroclastic flows, Aso-1 to Aso-4 in the order of time sequence, caused a large caldera measuring 25 km north to south and 18 km east to west.

Pyroclastic flows covered wide areas to form plateaus of very gentle slope, 1-2°, around the caldera and were distributed along valleys in central to northern Kyūshū and even in Amakusa Islands and western Honshū across the sea (Fig. 1).

Central cones, more than seventeen in numbers, are clustered near the center of the caldera, dividing the caldera floor into two valleys. The northern valley, Aso Dani, is wider than the southern one, Nangō Dani. These valleys are joined and drained to the west through a gorge at the west rim of the caldera.

The earliest part of the post-caldera history has not been clarified. Lavas and pyroclastic rocks erupted from early vents crop out below the rocks of younger, wellformed cones. The outlet of valleys at the west rim was formed in an earlier stage probably by tectonic movements and, thereafter, was dammed up by lava flows to deposit lake beds at least twice. Kugino Formation, exposed in Nangō Dani, is the older lake deposit and the sediments in Aso Dani is the younger one.

The shape and structure of cones are variable due to chemistry of rocks which is wide in range from basalt to rhyolite. A hill near the west rim, on which the Volcanological Laboratory of Kyoto University is located, is a lava dome of biotite rhyolite and a lava flowed down to the west. Kusasenri-ga-hama is a large pumice cone made of alternation of welded and non-welded pumice-fall deposit of pyroxene dacite. Eboshi Dake and Okamado Yama are stratovolcanoes of pyroxene andesite. Many cones of olivine-pyroxene basic andesite to basalt as Yomine, Washi-ga-Mine, Narao Dake, Taka-Dake are stratovolcanoes which are composed of piles of agglutinate or welded driblets near the summit and lava flows near the foot. Jano-o, Kishima Dake, Ōjō Dake and Kometsuka are scoria cones, of pyroxene-olivine basalt, from them extensive lavas flowed down. Naka-Dake is a composite volcano of basic andesite to basalt. The active crater of Naka-Dake is at the top of the youngest pyroclastic cone consisting of agglutinate and layers of ash and accessory ejecta. This cone and the Young volcanic edifice were formed to the west of half-destroyed large Old volcanic edifice of Naka-Dake.

The rocks of Aso volcano, both of pre-caldera and post-caldera rocks, range from basalt to rhyolite and constitute a single rock suite which is chemically and mineralogically distinct from rocks of either older volcanoes exposed at the caldera rim or coeval nearby volcanoes. Aso rocks are characteristically high in content of alkalis, especially in K<sub>2</sub>O (Table 2 and Fig.4).

The active crater of Naka-Dake emits only volcanic gas or steam in a quiescent period. An eruption during the active period is characterized by discharge of black, fine essential ash of basaltic andesite accompanied with ejection of red hot scoriae or driblets. Occasional phreatic explosion ejects lithic coarse blocks which may cause damages to human lives or buildings around the crater.

The activity is observed and monitored in many ways by Japan Meteorological Agency and Kyoto University. The prediction of eruption of this volcano, especially phreatic one, however, is not an easy task and effort for prediction of volcanic eruption and mitigation of disaster is going on.



## No.4 阿蘇火山地質図 正誤表

(2013.10 現在)

		誤	正
凡例	3 列目, Aso-3 火砕流	ガラス火山灰及び軽石またはスコリア (A, D) Vitric ash and pumice or scoria	ガラス火山灰, 軽石またはスコリア及び溶結凝灰岩 (A, D) Vitric ash, pumice or scoria and welded tuff(A, D) [第 3, 4 刷は修正済み]
本文 p. 3	右列下から 6 行目	少くも	少なくとも [第 4 刷は修正済み]
本文 p. 6	左列上から 20 行目	岩石と異なる	岩石と異なる [第 4 刷は修正済み]
	左列下から 4 行目	少く	少なく [第 4 刷は修正済み]
	右列上から 6 行目	西歴 553 年	西暦 553 年 [第 4 刷は修正済み]
本文 p. 7	左列上から 4 行目	少いが,	少ないが, [第 4 刷は修正済み]
本文 p. 8	右列英文, 下から 8 行目	buidings	buildings [第 4 刷は修正済み]
地質図	地質図左端の経度表示 (左上隅, 左下隅の 2 か所)	130° 57' 12"	130° 57' 08"