

雲仙岳1991年5月28日の火砕流に伴って降下した火山豆石の分布について

三宅康幸*・藤井統邦*・Al Jailani Ashraf Saiyed*・福元和孝*・藤木淳司*

Distribution of accretionary lapilli fall accompanied with
the pyroclastic flow at Mt. Unzen, Japan, 28 May, 1991

Yasuyuki Miyake*, Motokuni Fujii*, Al Jailani Ashraf Saiyed*,
Kazutaka Fukumoto* and Junji Fujiki*

Abstract

Pyroclastic flow was formed at about am 9:40 28th May, 1991, when a part of growing lava dome near the peak of Mt. Fugendake, Unzen volcano, was gravitationally collapsed and fragments of broken lava fell down through the steep slope of the eastern flank of Mt. Unzen. Although the wind near the surface blew from north, the direction of wind at the height of more than about 600 meters was from south to north, therefore the ash cloud was blown northward. At am 11 28th, fall-out ash with abundant accretionary lapilli was found to have covered the downwind area. As it was cloudy and the base of the cloud was about 1,000 meters high, most of the ash moved through the cloud. The accretionary lapilli were dry and fragile being easily disintegrated on small impact, and all lapilli got out of the shape after the light rain in the morning on 29th May.

The accretionary lapilli were distributed within the fan-shaped area with 3km radius, the apex of which is located about 3km to the north of the crater. Accretionary lapilli ranged from 3-4mm to less than 0.5mm diameter, and the largest lapilli were found near the apex of the fan-shaped area, the maximum diameter of lapilli being gradually reduced outward.

The location of the apex of the accretionary lapilli distribution is not concordant with that of the generation of the pyroclastic flow. This discrepancy is probably attributed to that the accretionary lapilli had progressively grown during ash cloud was moving northward, and that accretionary lapilli could not start to fall until they grew so large that their terminal fall velocity exceeded the upward current of air caused by hot pyroclastic flow and by the upward wind along the slope of the north flank of Mt. Fugendake.

はじめに

雲仙岳は1991年5月下旬から少なくとも6月上旬現在に至るまで、活発に火砕流を出し続けた。この火砕流は普賢岳山頂東側約600m付近、標高約1,250mの地

獄跡火口から噴出した粘性の高い溶岩が東側の急傾斜の斜面を崩落する際に生じたもので、火砕流としては小規模のものであったが、それでも、下流の上木場地区から水無川流域にかけて人命、財産に極めて大きな被害を加え続けている。

我々は1991年5月28~29日にかけてこの火砕流に伴って降下した火山灰の採取を行った。その過程で、5月28日午前9時40分前後に発生した火砕流に伴って

* 島根大学理学部地質学教室 Department of Geology, Faculty of Science, Shimane University, Matsue, 690, Japan.

普賢岳北方の地域に火山豆石が降下していたことを確認し、その分布を調査し試料を採取した。

火山豆石 (accretionary lapilli) は Moore and Peck (1962) によると“火山灰の小球—pellet—であり、同心円状構造を示すことが多い”と一般化して記述されている。また、Cas and Wright (1987) や Fisher and Schmincke (1984) の教科書では、字句からして当然のことながら、火山灰の小球のうち lapillus 大の大きさ (2–64mm) のものとして定義している。今回我々が観察したものは火山灰の集合したほとんど球形に近い小球であるが、その大きさは lapillus 大のものもあるが、それより小さい ash-size のものもある。しかしながらあとで述べるように lapillus 大のものとは成因的に差異があるとは考えられないし、かつ他に良い名称も流布してはいないので、ここでは火山灰が球状に集合している小球のことをすべて火山豆石と呼ぶ。

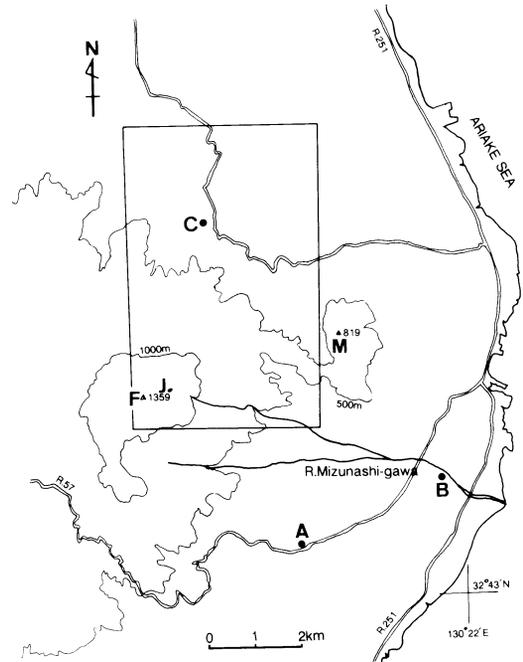
火山豆石の成因については、Moore and Peck (1962) が①地表の火山灰の上での核の転動、②小雨時の雨滴への火山灰の吸着、③噴煙中の湿った火山灰の集合による泥の雨の形成、などが観察されたとしている。また、加藤 (1986) は水かもしくは水を膠着剤とする2つの成因に分類した。さらに Reimer (1983) は火山豆石の形態と内部構造などから3つのタイプの火山豆石を区分して各々についての火山灰の集合の物理的要素と成因を論じている。

言うまでもなく、火山豆石の成因を考える上で重要なことは火山の活動で生成されたところを直接観察することである。しかしながら降下してきた火山豆石を鉱物学的に検討した研究はいくつかある (Tomita *et al.*, 1985 など) が、その降下範囲の分布や粒径分布の調査がなされた例は意外にない。今回は、雲仙岳周辺地域での火山豆石の分布と粒径について報告し、当日の気象条件と併せて考察する。

なお、この調査を行うにあたって九州地区国立大学島原共同研修センターの山田主事はじめ職員の方々には数々の便宜を計っていただいた。また、気象庁雲仙岳測候所からは当日の気象データについての御教示を得た。以上の方々・機関に厚く御礼申し上げます。

火砕流の発生と火山豆石降下の状況

5月28日午前9時40分、島原市国道57号線沿いの島原ゴルフ場 (第1図のA地点) において火砕流が北上木場町西方の谷を流下するところを観察した (図版 I



第1図 位置図

A, B, C: 観測地点. Cは九州地区島原共同研修センターの位置. F: 普賢岳. M: 眉山. J: 地獄跡火口
四角の枠内は第2図の範囲

ー1). 火砕流の発生した時刻はおそらくその1分程度以前であったろう。その日の天候は曇りで、普賢岳の山頂は雲に覆われていた。しかし眉山は雲には覆われなかったので雲底の高度は約1,000m前後であったとみられる。火砕流から立ち昇った噴煙の上部も雲に隠されていた。火砕流は高度600m前後のやや緩傾斜の谷あいで停止しその後9時43分頃には噴煙の密度は急激に薄れ、上空の風に運搬されて北方へとたなびいていくのが見えた (図版 I-2, 3)。その後9時53分にも前回のものに比べてごく小規模な火砕流が発生した。その後さらに午後2時ごろまでA地点からの観測を続けたがその地点から観測される大きさの火砕流は起こっていない。また28日は夜明け以降、山麓から観察される程度の火砕流は9時40分前後のものまでみられなかったとされている。

同日午前10時50分に第1図C地点にある九州地区国立大学島原共同研修センターに行き、同所の2階北向きベランダの上と同所玄関前の広場に積もっていた降下火山灰試料を採取した。同所山田主事の話によると

28日朝までは、同所付近には火山灰はうすすらと見られる程度であった。我々が観察した時には約2mmの厚さの火山灰が積もっており（図版Ⅰ-4）、この火山灰は同日9時40分前後の火砕流に伴ったものであることはまちがいない。

火山豆石（図版Ⅱ-1, 2）は火山灰の上に斑点のように散在して見えた。火山豆石を指で摘むと簡単に壊れて火山灰になってしまう。また、約1mの高さから火山灰の積もっていないコンクリートの上に落とすと砕けてしまう。火山豆石は火山灰と共に口紙ですくって試料管に保存した。その試料を16メッシュのふるいでふるい分けるとふるいを通らない火山豆石は全量の約8分の1程度である。28日夜から29日朝までの間に島原地方では少量の雨が降った。その後29日の朝には火山豆石は雨水に濡れて崩れていた。

雲仙岳測候所によると5月28日午前10時の風向風速は以下のようであった。

雲仙岳測候所（N32°44.1'，E130°15.9'，標高688.6m） 南西，1.3m/s

絹笠山アメダス（N32°44.1'，E130°15.2'，標高849m） 南東，4m/s

島原アメダス（N32°46.8'，E130°22.6'，標高17m） 北北西，6m/s

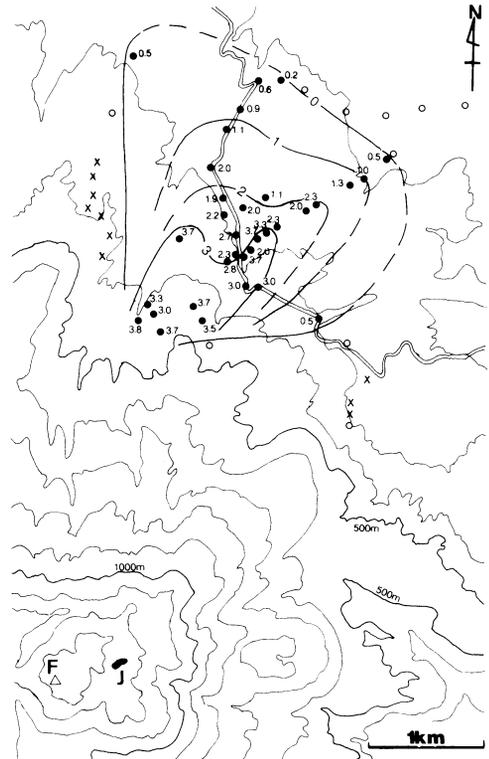
すなわち、島原アメダスの置かれた市街地を含む高度の低いところでは北寄りの風が卓越していたのに対し、雲仙岳測候所と絹笠山アメダスの置かれた高度680-850mの高度では南寄りの風であった。なお第1図のA，C地点で体感した風向は北寄りであった。

なお、この火山豆石が降下した際にはA，C地点付近には雨は降っていなかった。それに対して、翌29日午後3時30分前後にも火砕流が発生しこの際の噴煙も北へと流された（図版Ⅱ-3，4）が、その時には雲仙岳北側には雨がやや強く降っていた。そして29日午後3時40分から4時にかけて第1図C地点を中心に道路沿い約5kmの間を移動しつつ観察したところ上空を黒色の噴煙がたなびくのが見えたが火山豆石は降らず火山灰混じりの雨が降っていた。

火山豆石の分布と粒径

28日12時から午後6時までの間にこの火砕流に伴って降下した火山豆石の分布と粒径を調査した。各地点において口紙に豆石をすくいとり、その中の火山豆石の直径を大きいものから10個ほど測定した。火山豆石

Maximum diameter of accretionary lapilli (mm)



第2図 火山豆石およびその最大直径の分布。

- ×：火山灰の堆積も火山豆石もみられない地点
 - ：火山灰は堆積しているが火山豆石はみられない地点
 - ：火山灰が堆積した上に火山豆石のみられる地点
- 数字は最大3個の直径の平均値，単位はmm

F：普賢岳

J：地獄跡火口

はほとんど球形に近いものであったが、楕円体の形状のものについては長軸方向の長さを測定した。第2図中には最大のものから3個の平均値を示してある。

第2図には、火山灰の堆積も火山豆石もみられない地点、火山灰は堆積しているが火山豆石はみられない地点、火山灰が堆積した上に火山豆石のみられる地点の3種に分けて分布状況を示した。この場合注意を要することは、火山豆石は壊れやすく、直接道路上等に落下すると壊れてしまうことである。従って、火山灰の一部はそうした火山豆石の落下時に崩れたものである可能性があり、そうしてできた火山灰を緩衝材として続いて降下した火山豆石は壊れずに着地したものと考えられる。そのことから降りはじめの火山豆石や少

量しか降らなかった火山豆石は残っていない可能性もある。

以上のことを念頭において第2図から以下のことが判る。

- 1) 火山豆石の粒径の最大のもは地獄跡火口の真北3 kmのあたりに分布しており、火山豆石の分布範囲はその地点を頂点として北から東に約90°開いた扇形をなしている。この扇形の範囲を限定するにあたっては、火山豆石分布範囲南東端の約320m南東の地点および同分布範囲南西部の以南の高度460mの地点の2地点で火山灰はみられるものの火山豆石がみられないということが重要なポイントとなる。火山豆石は崩れやすいのでそれがないといっても落下時に壊れてしまった可能性を残しているが、上記2地点では火山灰は2-3mmと厚く堆積しており、他の火山豆石が多くみられる地点に比べて火山灰の厚さが薄いとはいえない。したがってこの2地点の火山豆石がすべて落下時に完全に壊れてしまったとは考えられない。また2地点とも特に念入りに探したが、火山豆石が壊れた破片のようなものも見いだしなかった。一方では、他の火山豆石分布域内ではしばしば火山豆石の破片が見い出した。
- 2) 火山豆石の最大3個の粒径平均値はこの扇形の頂点から外側に向かって漸次的に小さくなっている傾向が認められる。
- 3) 火山豆石の分布軸は明瞭ではない。しかしながら扇形の頂点から東南東の方向に弱い分布軸のようなものがみられる。

考 察

火山豆石の最大粒径は分布範囲内で扇形の頂点から外側にむけて漸次的に減じていく。このことから、ここでみられたすべての大きさの火山豆石は同じ成因ででき、同じ運搬機構で運ばれ降下したと考えられる。また、この火山豆石を降下させた火山活動としては28日午前9時40分ごろに発生した火砕流以外には考えられない。ところが、火山豆石の分布範囲、粒径分布をみると、火山豆石はあたかも、地獄跡火口北方3 kmの地点あたりから扇形に北〜東方に放出したかのようにみえる。しかし実際の噴煙の発生場所は地獄跡火口およびその東方約1 km以内の谷沿いである。つまり、火山豆石の分布、等粒径線図の示す放出の中心と噴煙の発生場所とはくいちがいをみせている。このようなくいちがいは地質時代の火山豆石の分布についてもみら

れており、早川(1983)は十和田火山八戸火山灰に見られる火山豆石の粒径は火口に近いほど大きくはなっていないことを示している。また鬼界カルデラから降下した co-ignimbrite 降下火山灰層中の火山豆石の最大粒径分布も決して鬼界カルデラを起点とする明瞭な分布軸は作らない(長岡, 1988)。火山豆石の粒径の分布は必ずしも他の放出物の場合のような単純な分布はしないということが一般に言えるのかもしれない。

今回の雲仙岳の火山豆石降下の際、火砕流から立ち昇った噴煙は高度約1,000m以上にある雲の中を北へと運ばれていった(図版1-2, 3)。このことはその時の雲仙岳測候所と絹笠山アメダスにおける風向が南寄りであったことと調和的である。雲の中を運ばれる途中の火山灰がある程度以上の濃度をもって、雲粒との相互作用により火山豆石が生じたのであろう。そして北へ3 kmほど運ばれたあたりで火山豆石が落下し始めたとするとそのあたりを中心として扇形の分布をなした理由は説明できる。そこまで落下しなかった理由としては、1つには火口近くでは高温の火山灰雲自身の浮力による上昇に加えて低高度の地表付近の北風が雲仙岳北斜面に沿って吹き上がる上昇気流があったであろうこと、そしてもう1つはそのために、火山豆石が十分に大きく成長しないと落下するに必要な終速度を得られなかったことが考えられる。落下し始めた火山豆石はある高度からは低高度を吹いていた北北西の風の影響を受けることとなって、上空の南風の影響と重複して北から東に開いた扇形の分布範囲をもつにいたったと考えられる。

一方、もしも何らかの理由によって火口から北3 kmの地点上空で急速に様々な大きさの火山豆石が生成されたとする、そこから扇形の分布を形成したこと理由はより簡単に理解される。ただ、そのような火山豆石の生成のしかたの理由が理解しがたい。

ま と め

- 1) 雲仙岳で1991年5月28日午前9時40分頃に発生した火砕流に伴って火山豆石が降下した。
- 2) 火山豆石の分布範囲は火口から3 kmあたりの地点を頂点として北から東へ扇形に広がっており、また火山豆石の最大粒径もその扇形の頂点から外側へと漸次的に小さくなっていく。このような分布がみかけ上示す放出中心は実際の火砕流発生場所とくいちがっている。
- 3) 火山豆石は噴煙が移動しながら成長したであろう

こと、山体の近くでは上昇気流の影響もあったであろうこと、当日の風向が上空と地表付近とでほとんど反対に向いていたこと等がこのような分布をなした原因として考えられる。

文 献

- Cas, R. A. F. and Wright, J. V., 1987 : *Volcanic Successions modern and ancient*. Allen and Unwin, London, 528p.
- Fisher, R. V. and Schmincke, H. -U., 1984, : *Pyroclastic Rocks*. Springer-Verlag, Berlin, 472p.
- 早川由紀夫, 1983 : 火山豆石として降下堆積した十和田火山八戸火山灰. 火山第2集, 28, 25-40.
- 加藤祐三, 1986 : ひょう起源の火山豆石. 地質雑, 92, 429-437.
- Moore, J. G. and Peck, D. L., 1962 : Accretionary lapilli in volcanic rocks of the western continental United States. *J. Geol.*, 70, 182-193.
- 長岡信治, 1988 : 最終間氷期末に起きた鬼界カルデラの珪長質火砕流噴火と火砕サージの形成. 地学雑誌, 97, 32-45.
- Reimer, T. O., 1983 : Accretionary lapilli in volcanic ash falls ; physical factors governing their formation. In Peryt, T. M. ed. "Coated grains", Springer Verlag, Berlin, 619-634.
- Tomita, K., Kanai, T., Kobayashi, T. and Oba N. 1985 : Accretionary lapilli formed by the eruption of Sakurajima volcano. *J. Jap. Assoc. Mineral. Petrol. and Economic Geol.*, 80, 49-54.

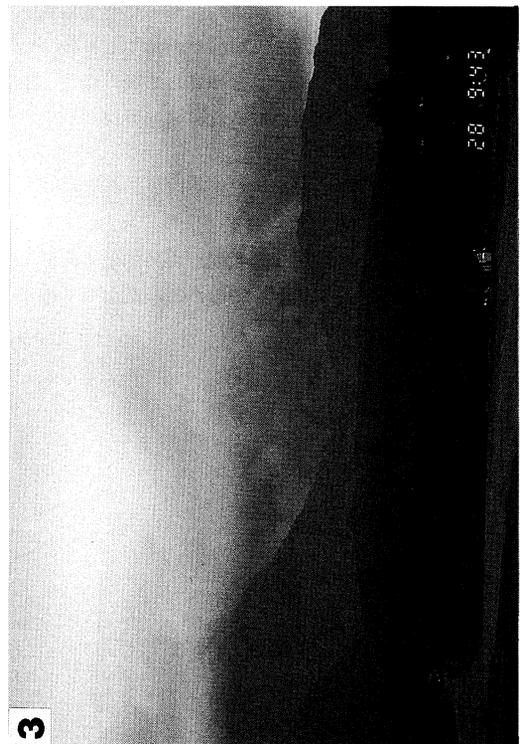
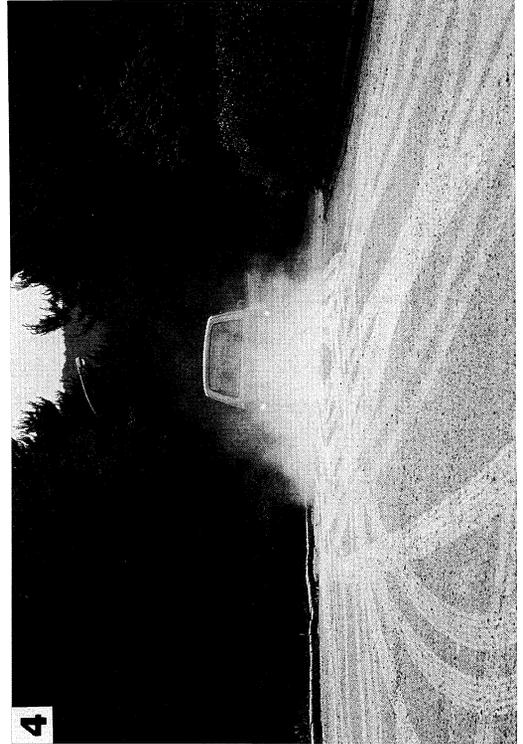
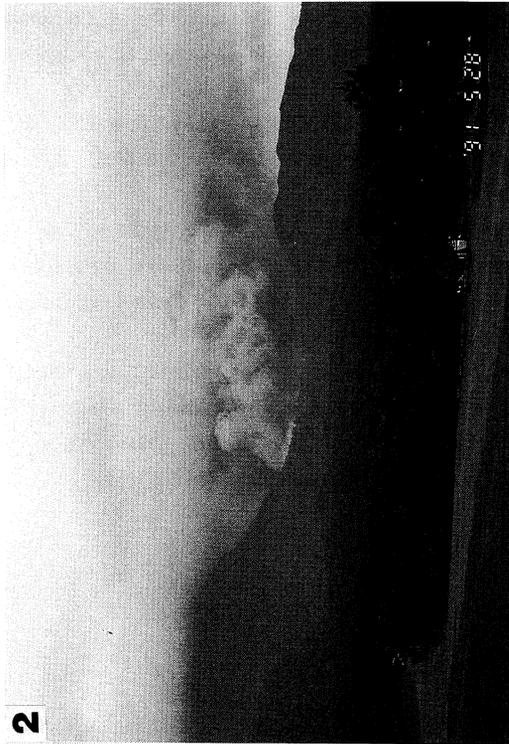
図 版 説 明

図版 I

- 1 : 第1図A地点から見た火砕流と立ち昇る噴煙. 28日午前9時42分
- 2 : 同上, 噴煙が希薄になり北にたなびく様子. 28日午前9時43分
- 3 : 同上, 2のさらに後の様子. 28日午前9時43分
- 4 : 九州地区島原共同研修センターにおける火山灰の堆積した様子. 28日午前11時30分

図版 II

- 1 : 第1図C地点(九州地区島原共同研修センター)で採集した火山豆石
- 2 : 同上
- 3 : 第1図B地点から見た火砕流とそれから生じた噴煙柱. 29日午後3時33分
- 4 : 同上, 噴煙が北にたなびく様子. 29日午後3時35分



雲仙岳1991年5月28日の火砕流に伴って降下した火山豆石の分布について

