

雲仙岳噴火の溶岩噴出量の計測*

建設省国土地理院

はじめに

国土地理院では、1991年5月以降の雲仙岳噴火の活発化に対処して、測地測量のほか、実態把握のための空中写真の撮影と大縮尺地形図の修正・調製、溶岩噴出量の変動状況把握のための溶岩ドームとその直下の崖錐堆積物量の計測を進めている。また、土木研究所と共同で、大きな火砕流および土石流のつど、その堆積物の詳しい断面図を作成し、堆積土砂量を算出している。

一方、今回の噴火は、溶岩ドームの成長とそれにとまう諸現象について、写真測量で時系列的に図化・計測できた初めての事例ともなった。

ここでは、国土地理院測図部が実施している写真測量による溶岩ドームと堆積物量計測について説明するとともに、これらの計測結果によって判明した今回の噴火における溶岩噴出量の変化について述べる。

1. 時系列空中写真計測による溶岩・堆積物量の測定

1) 火砕流等堆積物量の計測

概ね1/10,000から1/20,000程度で撮影された空中写真を用いて、雲仙岳山頂部直下から平野部までの火砕流および土石流の堆積物分布域について、河川沿いに100mごとの地形断面図を作成し、それ以前の時期の断面図との比較計測により、地表高変化量を算出し、各断面間の距離を乗じて体積とした。

計測の結果は、次項に述べる溶岩・崖錐等堆積物量と併せて、表に示した。

うち、大規模なものとしては、1991年6月3日、同8日、9月15日の各火砕流堆積物量が、それぞれ250万 m^3 、350万 m^3 、400万 m^3 、6月30日の土石流堆積物量が38万 m^3 である。

2) 溶岩・崖錐等堆積物量の図化・計測

前述と同様の空中写真を用いて、雲仙岳山頂部の溶岩ドームおよびその直下の崖錐堆積物とその先の火砕流堆積物付近までの地形を1/5,000で図化し、それ以前の時期の図化図との50mメッシュでの比較計測により、地表高変化（体積変化）量を算出した。なお、ここで言う溶岩ドームの体積とは、新・旧の図化図において、新の図化図上の溶岩ドームの輪郭から下ろした鉛直線と、旧の図化図における地表面で囲まれる部分である。従って、この体積には、溶岩部分のほか、溶岩ドーム先端部下位の崖錐堆積物が含まれている。

2. 溶岩噴出量の変化

前項の方法により、空中写真撮影の時期ごとの溶岩ドームの精確な成長量（体積増加量）と、溶岩ド

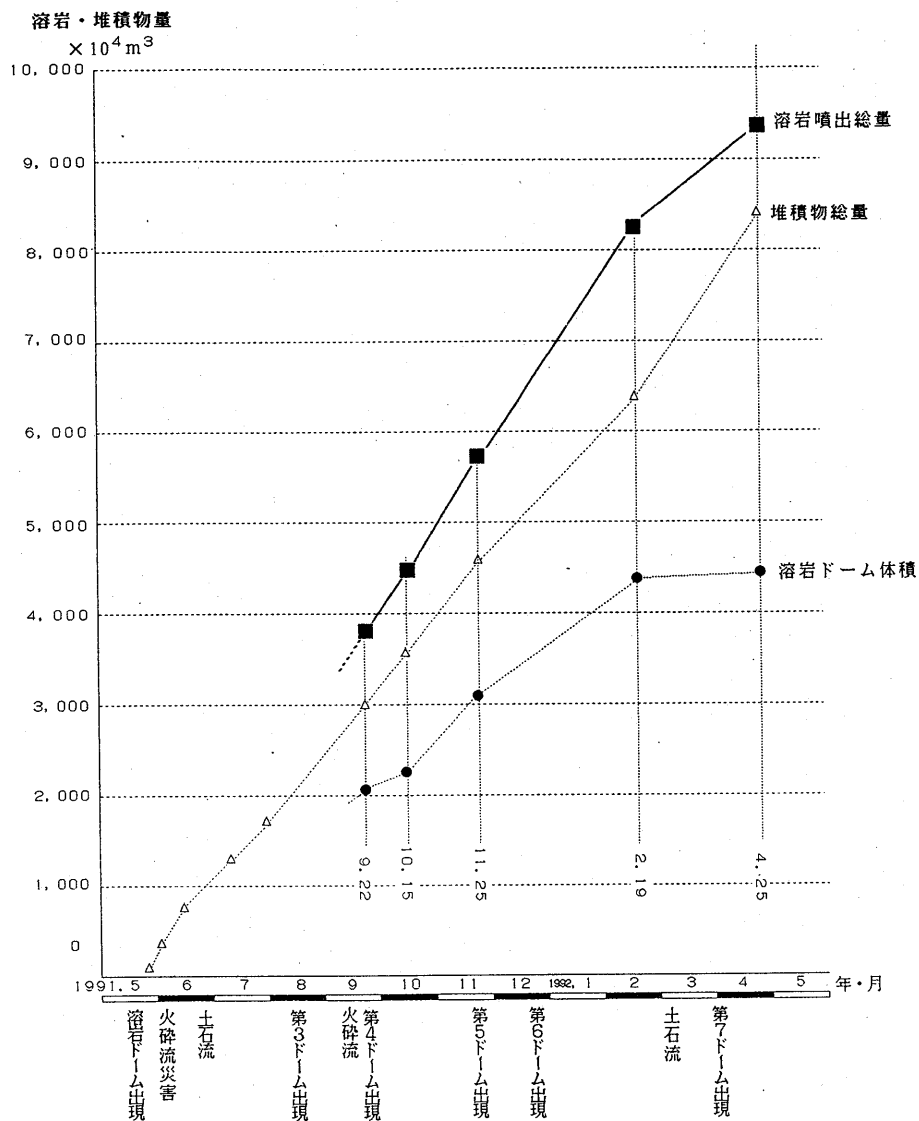
* Received 17 July, 1992

第 1 表 雲仙岳 1990～92 年噴火による溶岩と各種堆積物量の計測結果および溶岩
噴出量の変化（長岡・益田（1992）に一部加筆）

Table. 1 Volume measurement of effused lava and pyroclastic flow deposits
and changes in lava effusive rate.

使用空中写真	主 な 出 来 事	溶岩ドーム 体積 (A) *1 $\times 10^4 \text{ m}^3$	崖錐・火砕 流堆積物総 量(B) $\times 10^4 \text{ m}^3$	溶岩噴出 総 量 (C) (A)+(B) $\times 0.6$ $\times 10^4 \text{ m}^3$	溶岩噴出率**3 (C)の増量÷計測 期間 $\times 10^4$ m^3/day	備 考 量は $\times 10^4 \text{ m}^3$ 又は $\times 10^4 \text{ m}^3/\text{day}$
1990 1991 5. 16	7. 4 微動開始 11. 17 最初の噴火 2. 12 屏風岩火口開 口 4. 地獄跡火口活 発化					
(5. 28)	5. 20 溶岩ドーム出 現	— *4	約 50 *5	—	—	
6. 4	6. 3 火砕流災害	—	350	—	—	6. 3 火砕流時の堆積量 約 250
6. 14-16	6. 8 火砕流	—	750	—	—	6. 8 火砕流時の堆積量 約 350
7. 8	6. 30 土石流	—	1,250	—	(6. 16～7. 8) 32 以上 *6	6. 16～7. 8 の溶岩ドーム下端増加量 390 6. 30 土石流堆積量 38 火砕流堆積物上の侵蝕量 50 " 域内の堆積量 15 " 域外下流での堆積量 23
7. 28		—	1,600	—	—	
9. 22	8. 中旬第 3 ドーム出 現 9. 15 火砕流 9. 中旬第 4 ドーム出 現	約 2,000	3,000 *7	3,800	—	9. 15 火砕流時の堆積量 約 400 活動活発化以来の噴出率単純平均 (5. 18～9. 22) 32 短期間のデータ (9. 18～9. 22) 58 ±19 同 (9. 22～10. 2) 14 以上 ±7 同 (9. 22～10. 15) 25 以上 ±4
10. 15		2,230	3,560	4,400	(9. 18～10. 15) 30 ± 6	活動活発化以来の噴出率単純平均 (5. 18～10. 15) 29
11. 25	11. 下旬 第 5 ドーム 出現	3,070	4,530	5,800	(10. 15～11. 25) 35 ± 6	同 上 (5. 18～11. 25) 31
1992 2. 19	12. 下旬 第 6 ドーム 出現 2 前半 火砕流頻発	4,340	6,400	8,190 *8	(11. 25～2. 19) 28 ± 3	同 上 (5. 18～2. 19) 30 総量のうち標高 300m 以下での堆積量は 約 40
4. 25	3. 末 第 7 ドーム出 現	4,420	8,330	9,420	(2. 19～4. 25) 18 ± 7	同 上 (5. 18～4. 25) 28

- * 1 溶岩ドームの輪郭から下ろした鉛直線と、以前の地表で囲まれる部分。ドーム溶岩は崖錐を覆って急斜面上に伸張しているので、この量には、溶岩ドーム先端部分下位に分布する崖錐堆積物を一部含んでいる。また、ドームを構成する溶岩の空隙等を含む見かけ上の体積である。
- * 2 降下火山灰等の、計測域外に堆積した物質は含まない。なお、右欄ともに、地表での溶岩の見かけ上の体積であって、マグマ上昇量ではない。
- * 3 規模の大きな火砕流のない時期の噴出率については（精度が良いことから）、本欄に記載。計測期間に規模の大きな火砕流を含むもの、または計測期間が短いものは、備考欄に記載。
- * 4 一は、計測不能を示す。以下の各欄も同じ。
- * 5 手持ちカメラによる斜写真での推計値。
- * 6 溶岩ドーム下端部のみの計測による。
- * 7 ここまでの B 欄は、国土地理院・土木研究所の共同調査・公表資料による。



第 1 図 溶岩ドーム体積と崖錐・火砕流堆積物量および溶岩噴出量の変化
 図中の、「溶岩ドーム体積」と「堆積物総量」（崖錐と火砕流堆積物の総量）は、計測値そのまま。
 「溶岩噴出総量」は、（溶岩ドーム体積）+（堆積物総量）× 0.6 として算出した値。
 降下火山灰等の、計測域外に堆積した物質は含まない。

Fig.1 Cumulative volume of erupted lava (lava dome + 0.6 × pyroclastic flow deposits.)

ームから崩落した崖錐堆積物の量および平野部にまで達した火砕流堆積物の量を把握した。各種堆積物については、便宜上 0.6（六方最密充填 0.74 より空隙が多いと考えた）を乗じて溶岩量に換算し、それと溶岩ドームの体積の総和が溶岩噴出量にあたる。なお、言うまでもないが、計測域外に飛散・堆積した火山灰等と気体成分は除いており、さらに、溶岩には空隙が多いと思われるので、上記の量はマグマ噴出量とはならない。

計測の結果は、すべて第 1 表に示した。

第 1 表に見るとおり、雲仙岳の今回の噴火では、精確な計測が可能となった 1991 年 9 月半ばから 10 月半ばまでの溶岩噴出率が $30 \text{ 万 m}^3/\text{日}$ 、それ以降 11 月下旬までが $35 \text{ 万 m}^3/\text{日}$ とやや増加し、その後の 1992 年 2 月までが $28 \text{ 万 m}^3/\text{日}$ 、4 月下旬までが $18 \text{ 万 m}^3/\text{日}$ と、減少傾向となっている。長期的には、第 1 図に見るとおりの傾向となっている。

溶岩噴出総量で見れば、1991 年 8 月の時点で、200 年前の寛政年間の噴火の規模 $2,000 \text{ 万 m}^3$ を越え、1992 年 4 月 25 日時点で約 $9,400 \text{ 万 m}^3$ となり、6 月上旬には 1 億 m^3 を越えたものと見られる。

なお、この計測に関して、誤差の評価と航測用垂直空中写真以外による計測の可能性、並びに代表的な時期の山頂部の 1/5000 地形図（図化原図）と実体視可能の空中写真については、下記文献に掲載されているので参照されたい。

参 考 文 献

長岡正利・益田幸雄（1992）：雲仙岳 1990～92 年噴火の溶岩噴出量の計測，国土地理院時報，No. 75，19－25.