

雲仙普賢岳噴火，1994年2～5月の地質観察記録*

Geological report of the Unzen eruption during February~May 1994

九州大学理学部地球惑星科学科

東京大学地震研究所

大学合同観測班地質グループ

Department of Earth and Planetary Sciences,

Kyushu University

Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Geological Party, Joint University Research Group

1. はじめに

雲仙普賢岳では1993年末から溶岩ドーム西側を中心とする内成的成長が続いている。第12ローブが1月中旬に出現したが、2月に入ると成長をやめ、その後、内成的成長がおこり北西～北側にかけてドームが成長した(第1図)。内成的成長は5月に入っても継続し、成長方向が再び南西側に移り変わった(第2図)。

火砕流は内成的成長する方向に発生し続けた。主に2月から3月中旬頃までは北西方向に崩落が集中し、普賢池や屏風岩が崖錐堆積物に飲み込まれた。3月の中旬以降は北側に火砕流が多く発生するようになり、普賢岳の北斜面を火砕流堆積物が覆い始めた。4月下旬にはやや到達距離の長い火砕流が発生し始めるようになった。4月25日に発生した火砕流は湯江川と三会川支流の両河川に入り込み、火砕サージ部だけがヒヨロヒヨロと谷底を流れた(第3図)。

2. 北西床面の変形

内成的成長は北西側床面にももたらした(第4図)。これは、1993年末から1994年始めにかけてドームの南西側床面で観察されたと同じような山体の局部的変形である。変形は崖錐の近くで最も著しく、スラスト断層、地形の波打ち、地表の畑化現象、無数の亀裂、くぼ地からの噴気などが観察された。これらの変形はすべてドームの隆起部を圧力源とする運動で説明できる。

変形の激しい部分の内、北斜面では100×200mのブロックが横擦れ断層に囲まれて北側へ移動した。これはドームの成長に伴う変形と地滑り的な現象が合わさった結果と見られる。

* Received 26 July., 1994

3. 溶岩ドームの成長様式

セオドライトによるドーム西側隆起部の変形を第5図に示した。西側隆起部の周囲に発達する崖錐は時間と共に前進した。その速度は方向によって異なった(第6図)。地質調査所が崖錐の近くにおいた光波測量のミラー(F10)はこの崖錐の前進と極めてよい対応の移動を記録した。

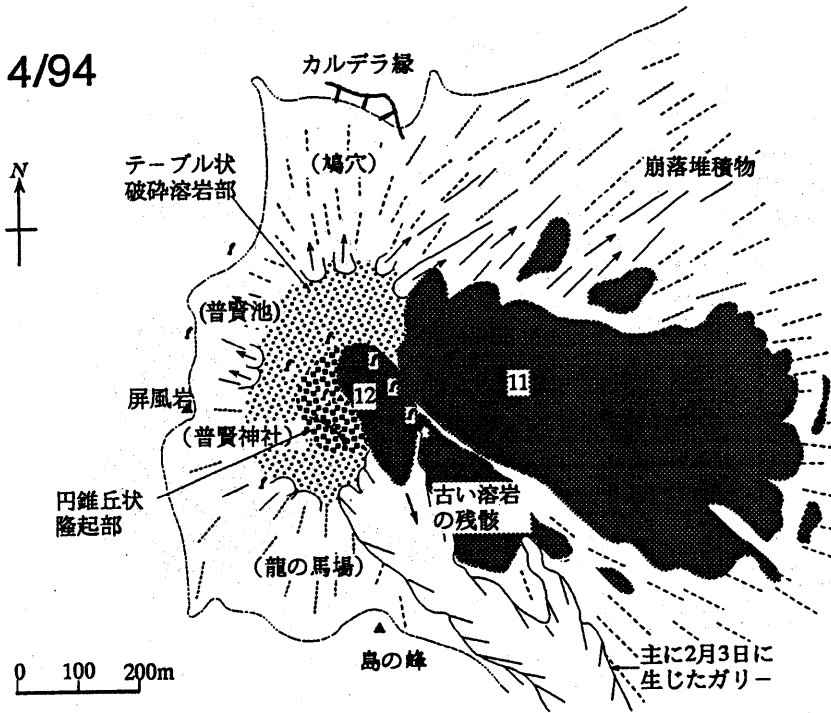
2月中旬頃からは円錐形の隆起部が出現し、北西方向、やや上方に移動した。これに伴って北西側の崖錐や山体も北西方向へ移動したがその前進速度は隆起部移動速度のほぼ半分であった(第7図)。また、移動のベクトルは隆起部表面とほぼ平行であった(第8図)。溶岩ドームは時間と共に高さを増した(第9図)。4月の中旬には約1,495mとこれまでの最高を記録した。外成的成長は1,415mを越えては起こっていない。

溶岩の噴出率は2~5月は日量5万立方メートル程度でおおきな変化を示さない(第10図)。これまでの溶岩供給は3つ程度の波が見られるが、1993年末の単期間に観測された供給率の低い時期を無視すれば600日単位程度の2つの波があったと見なすこともできる。

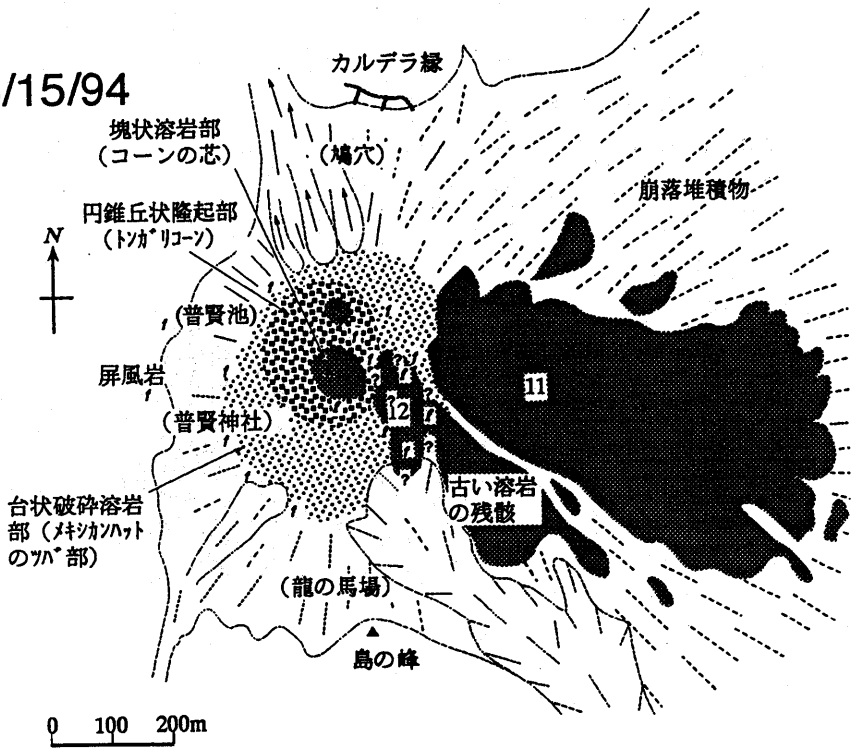
4. 溶岩中の造岩鉱物の化学組成変化

溶岩の全岩化学組成は3年間の間ほとんど変化が見られない。同様に、造岩鉱物にも大きな変化が認められない(第11図, 第12図)。すなわち、組成の幅(累帯構造の幅)や組成変化の方向は最近の試料でもほとんど変わっていない。温度やメルトの組成変化を最も敏感に(短時間に)反映する磁鉄鉱の累帯構造の様式にも時間による変化が認められない(第13図)。これらは、これまでの噴出期間を通して、常に、地下に均質なマグマが用意されており、似たような噴出機構が常におこっていることを示しているらしい。磁鉄鉱-チタン鉄鉱の縁部の化学組成から推定される温度と酸素分圧条件を第14図に示した。これは1991年のマグマ水蒸気爆発に含まれていた発泡した透明ガラス中の磁鉄鉱-チタン鉄鉱の組み合わせから推定される条件と同じ状態が継続していると思なせる。

2/14/94

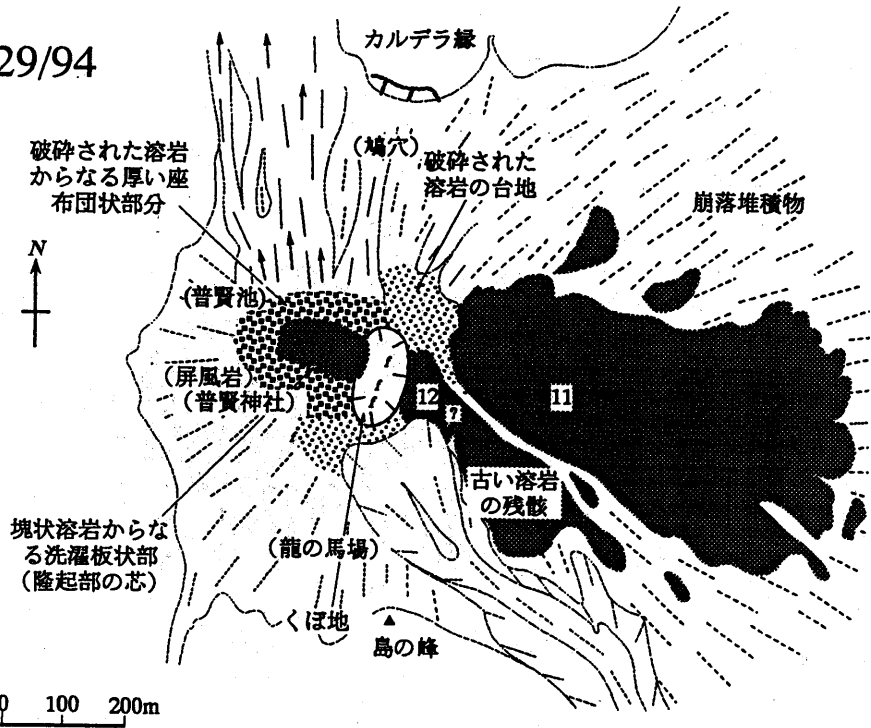


3/15/94

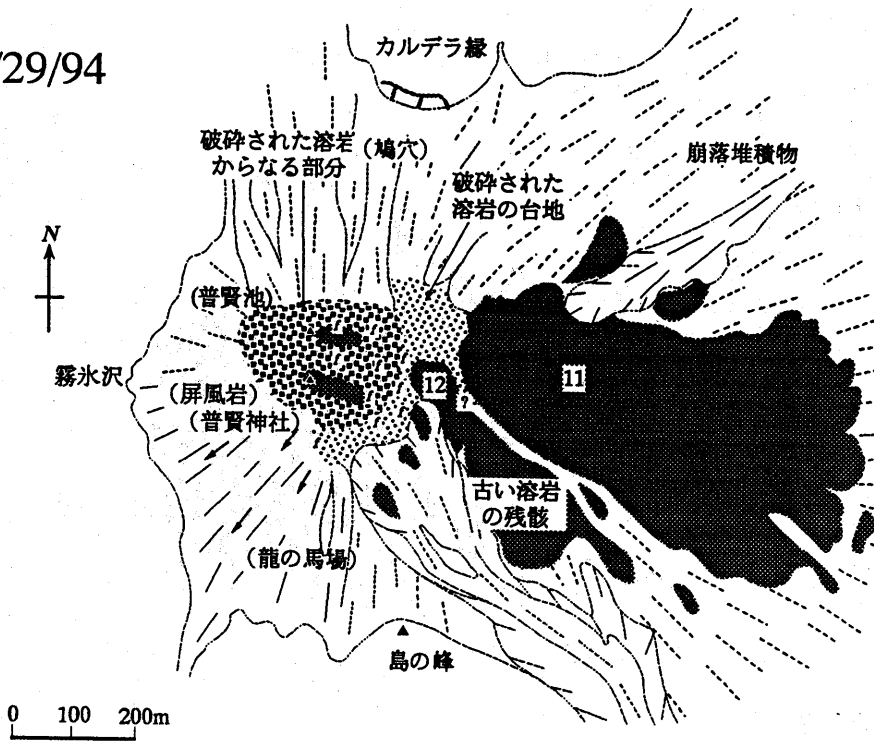


第1図 溶岩ドームの平面スケッチ(1994年2月と3月)。矢印は主な崩落方向を示す。fは噴気。
 Fig. 1 Horizontal sketches of lava dome (February and March 1994). Arrows show the direction of rockfalls. "f" means volcanic gas.

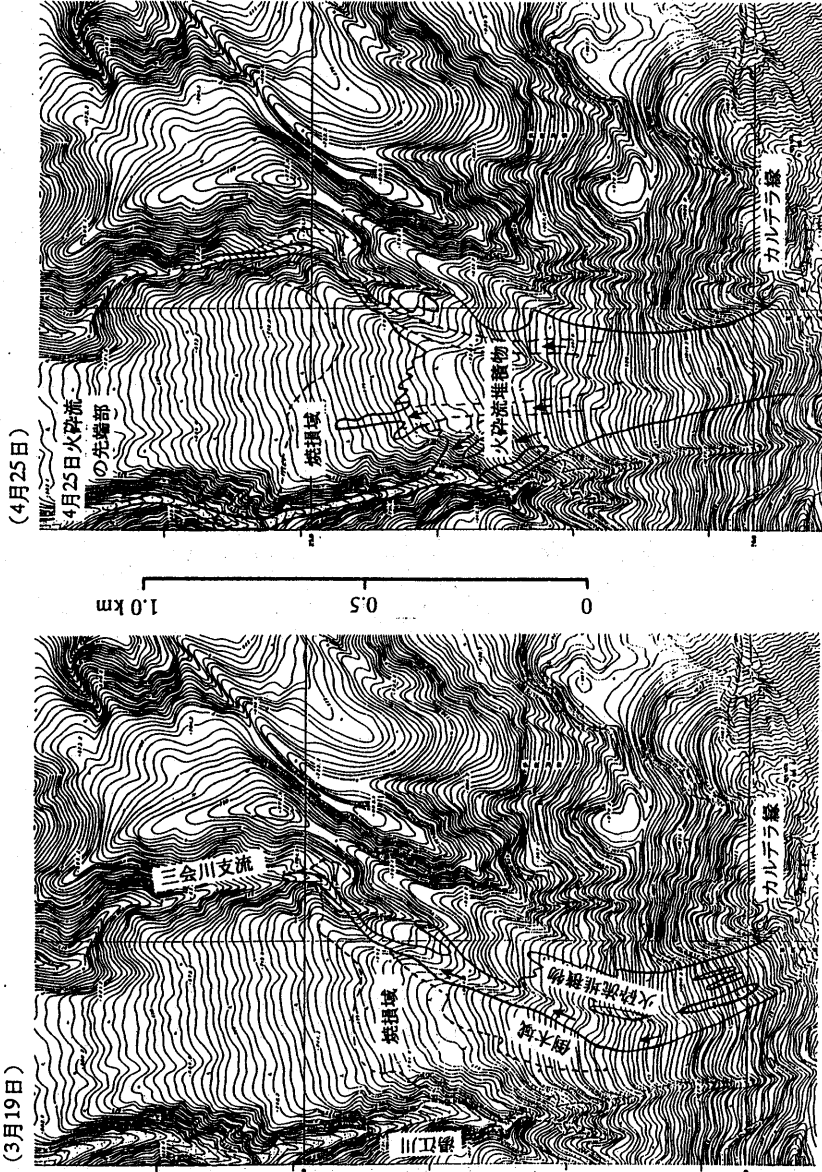
4/29/94



5/29/94

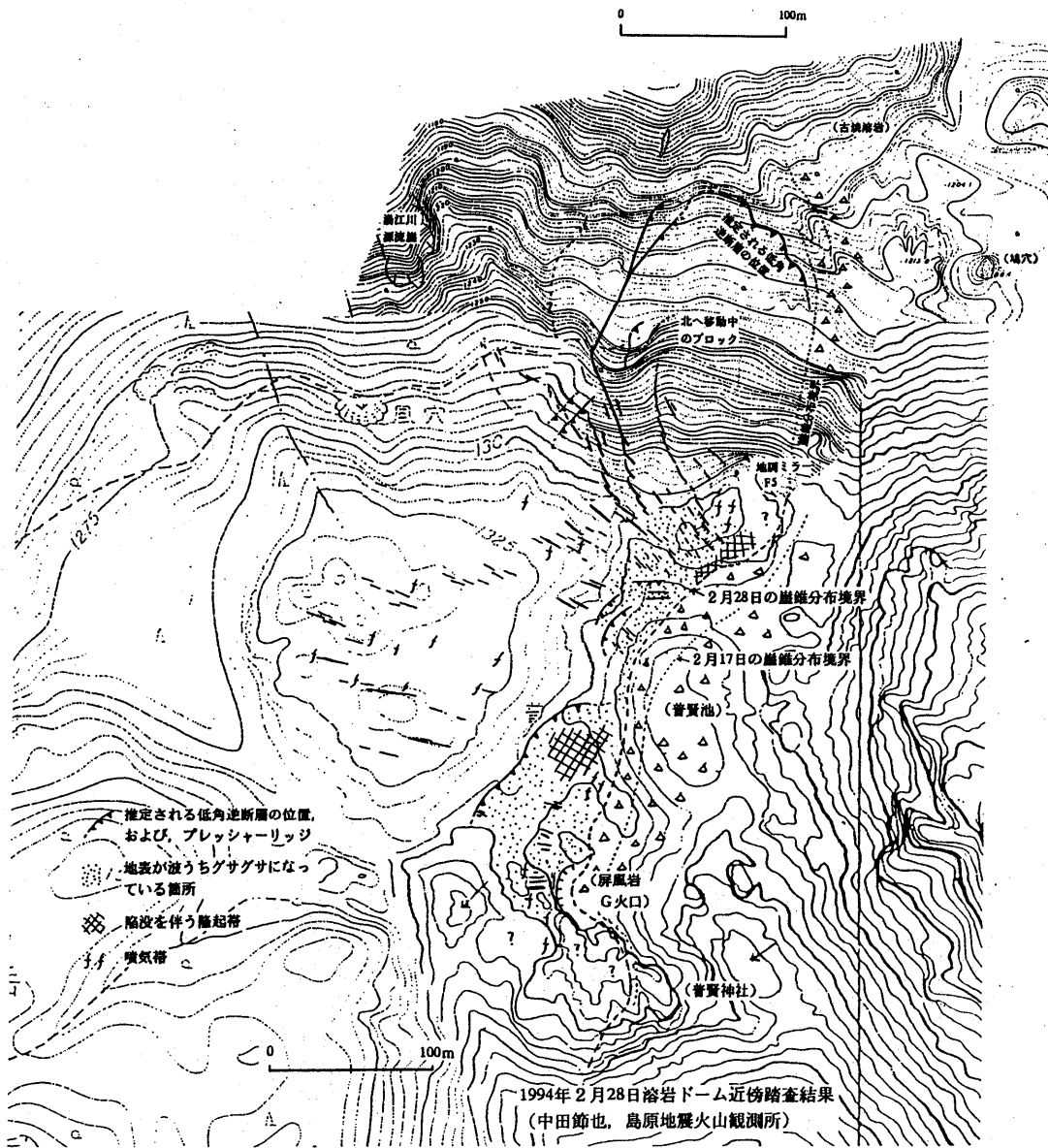


第 2 図 溶岩ドームの平面スケッチ (1994年4月と5月)
 Fig. 2 Horizontal sketches of lava dome (April and May 1994)



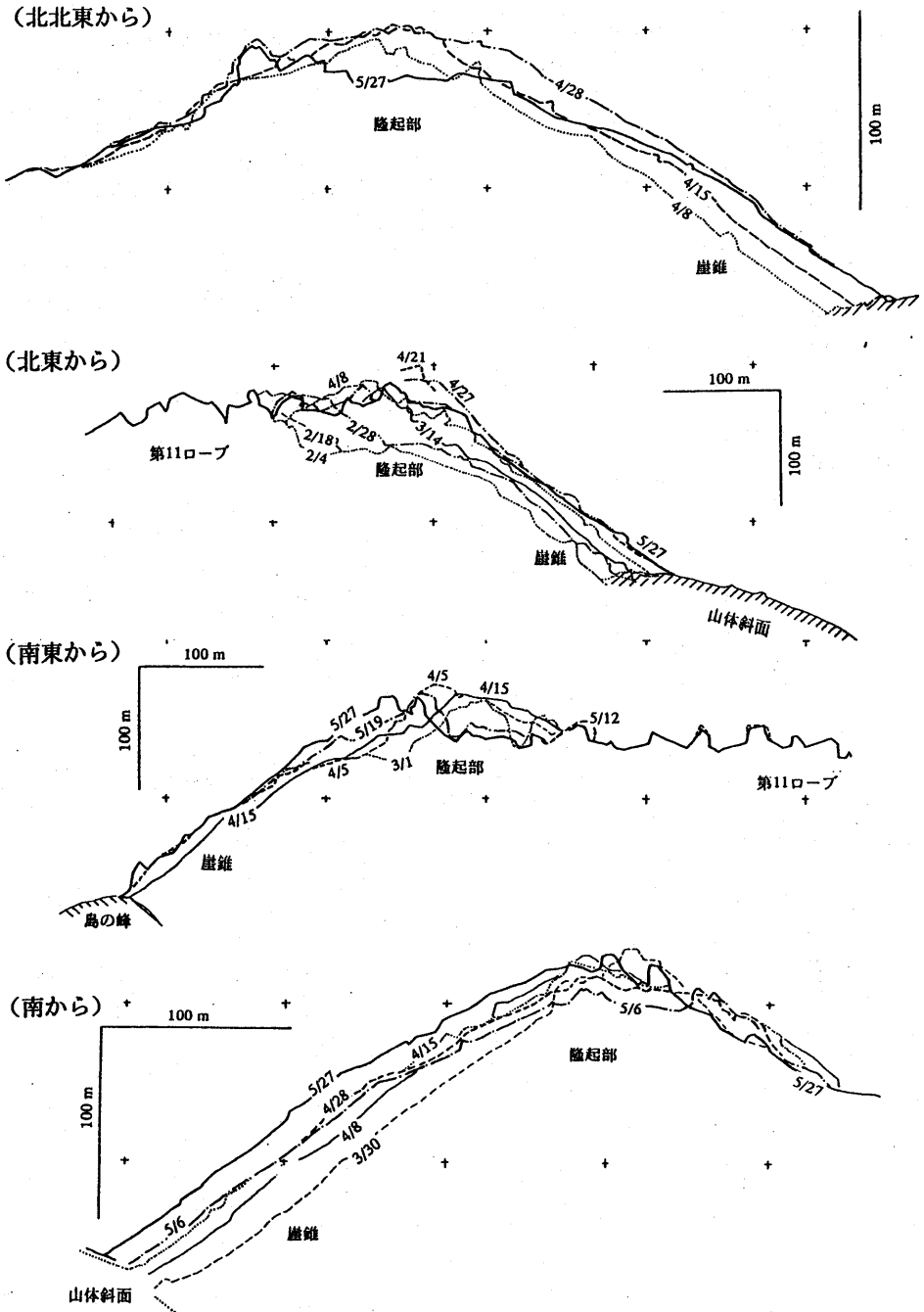
第 3 図 1994年3月と4月に普賢岳北斜面を流下した火砕流の堆積状況。4月25日火砕流で湯江川と三合川支流に入ったものは1993年6月、7月に水無川や中尾川で発生したヒョロヒョロ火砕流と同じ。松島健氏がヘリコプターから撮影した写真を使用した。

Fig. 3 Maps showing distributions of deposits of pyroclastic flows which occurred to the north in March and April 1994. Pyroclastic surges moved along the valley bottoms.



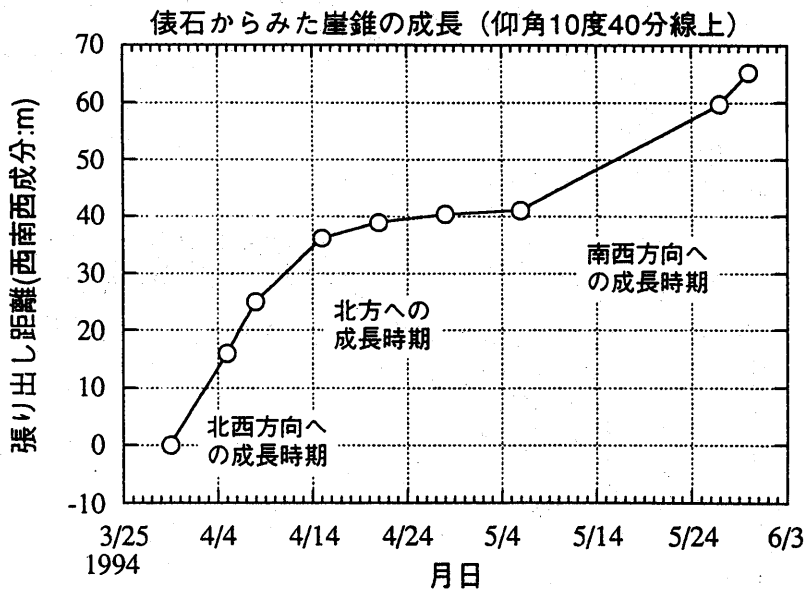
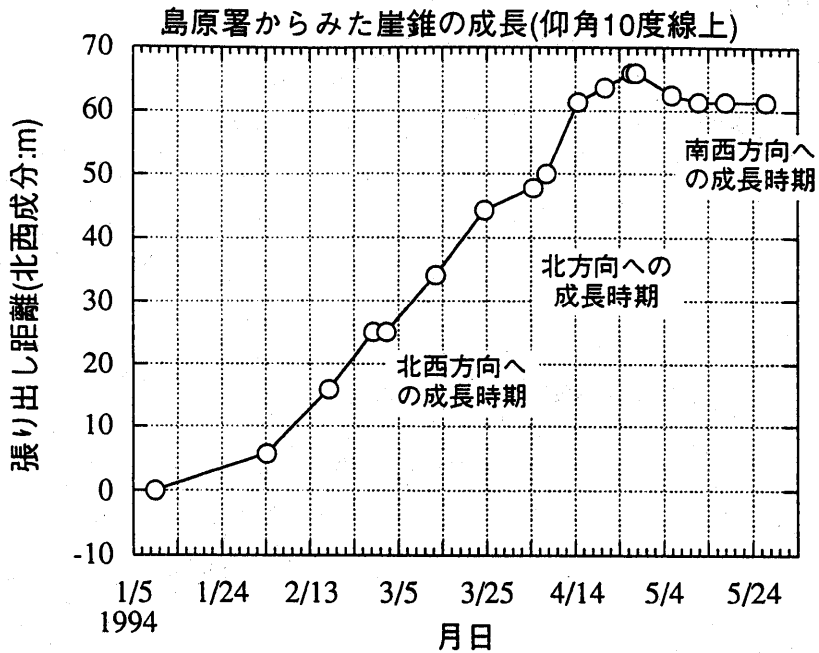
第 4 図 溶岩ドーム北西側の地上調査結果 (1994年2月28日)。溶岩ドームの北西方向への内成的成長に伴う地表の変形を示している。

Fig. 4 Map showing deformation on crater floor northwest of lava dome (February 28, 1994). These deformation was associated with northwestward-endogenous growth of lava dome.



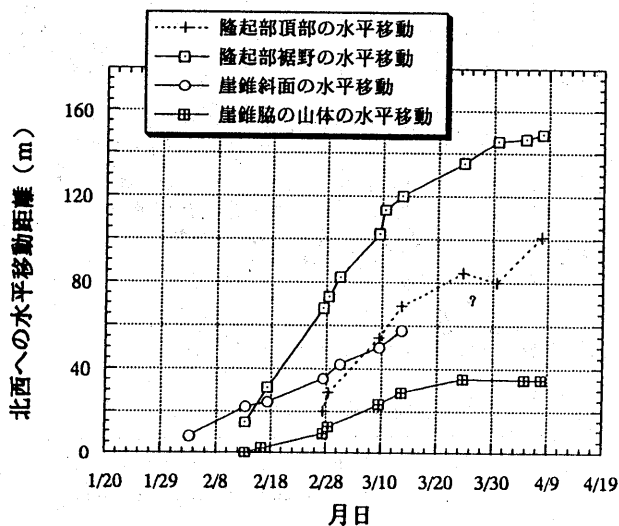
第 5 図 溶岩ドームの隆起部（西側）付近の変動を示すセオドライト測量結果。測定場所は上から、礫石原、島原警察署、深江・布津浄化施設組合、俵石展望台。

Fig. 5 Theodolite survey showing the temporal variations of silhouettes of endogenous dome (western part of the dome) from the north, northeast, southeast and south in order toward the bottom.



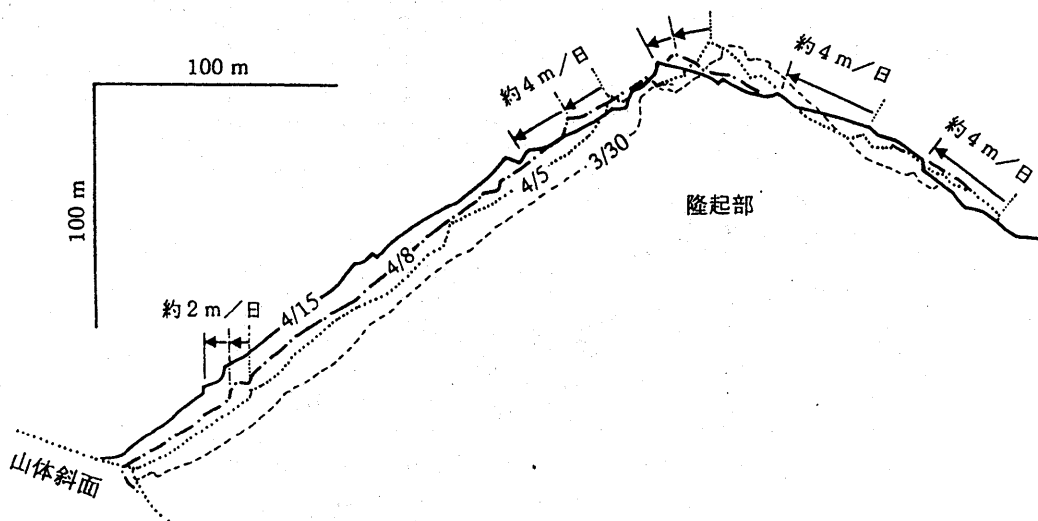
第 6 図 溶岩ドームの崖錐発達の時間変化。隆起部の西南西と北西斜面に発達する崖錐斜面の前進速度をセオドライト測量結果から示した。北西への崖錐の張り出し速度(上図)は地質調査所の光波測距(F10)結果ときれいな逆相関を示す。

Fig. 6 Time vs. distance of moving talus slopes based on the theodolite survey. The upper and lower represent the movements of fixed levels on the SWS and NE talus slopes, respectively.



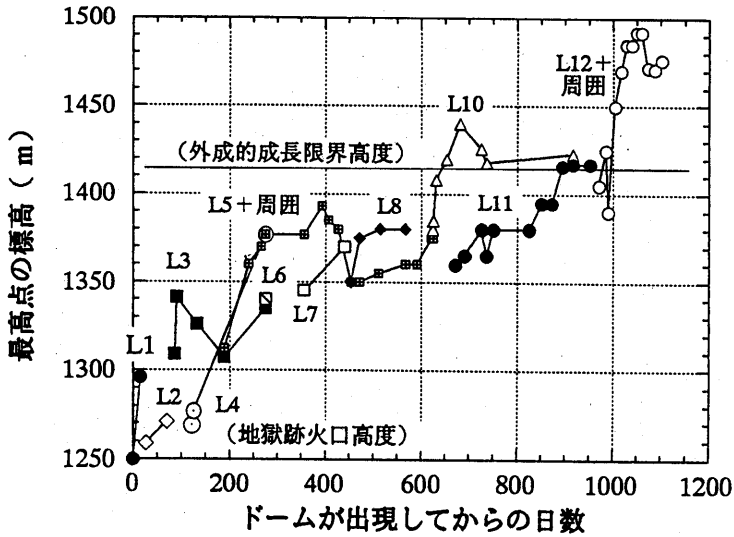
第 7 図 溶岩ドームの内成的成長（北西方向）に伴う水平変位量。島原警察署からのセオドライト測量結果に基づく。崖錐の裾野やすぐそばの山体の変動は隆起部の半分程度であった。

Fig. 7 Time vs. distances of the summit and foot of the moving cone, and the NE talus foot and a site on the crater floor nearby. The laterally-moving speeds of the talus and crater floor were about half of those of the cone.



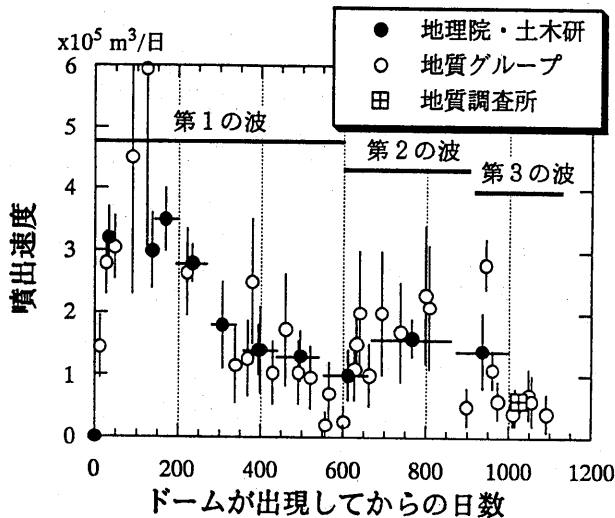
第 8 図 内成的成長に伴う溶岩ドーム表面の移動（1994年4月）。俵石展望台からのセオドライト測量結果に基づく。隆起部の表面の移動速度は崖錐裾野の倍の速度であり、隆起部の表面が進行方向に回転するように移動した。

Fig. 8 Theodolite survey result showing movement of carapace of the dome grown endogenously (April 1994). The survey was done from the south. The moving speed of the talus is about half of those of the carapace.



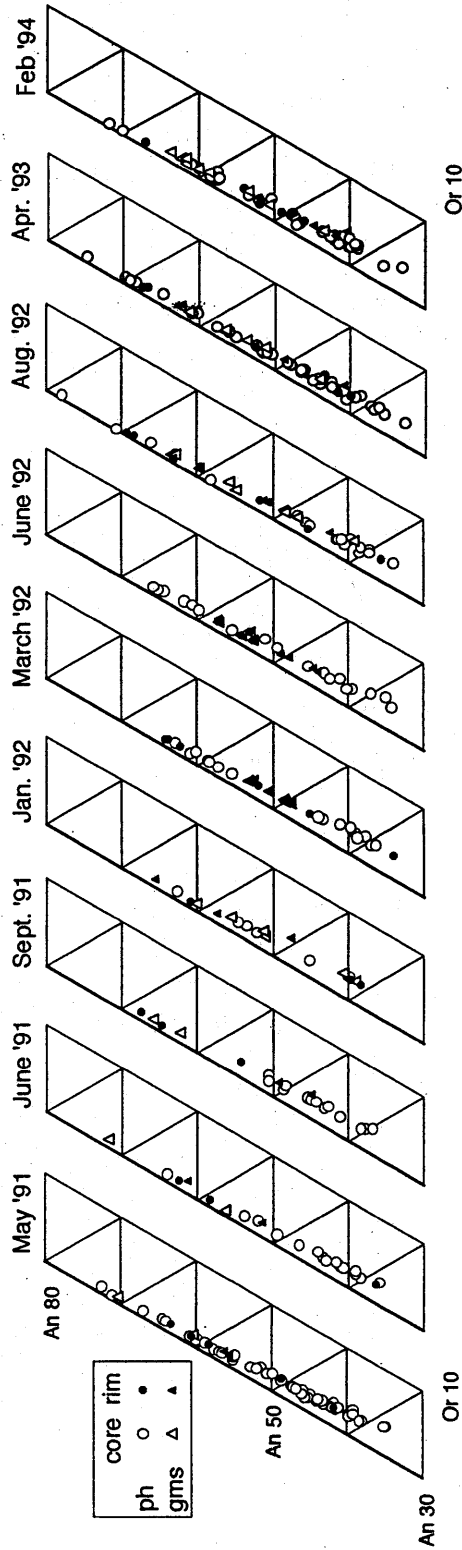
第 9 図 溶岩ドーム最高点高度の時間変化。約 1,415 m が外成的成長の湧きだし口の上限高度であった。

Fig. 9 Elevation of lava-dome peaks. The highest peak of April 1994 is the endogenous dome by lobe 12 (L12); base elevation shown (1,250m) is for the Jigokuato crater. Different lobes are indicated by symbols and lobe numbers. All measurements were made using a theodolite and mirror-less laser distance meter by geologists from the Joint University Research Group. Exogenous lobes appeared in the levels lower than 1,415m.



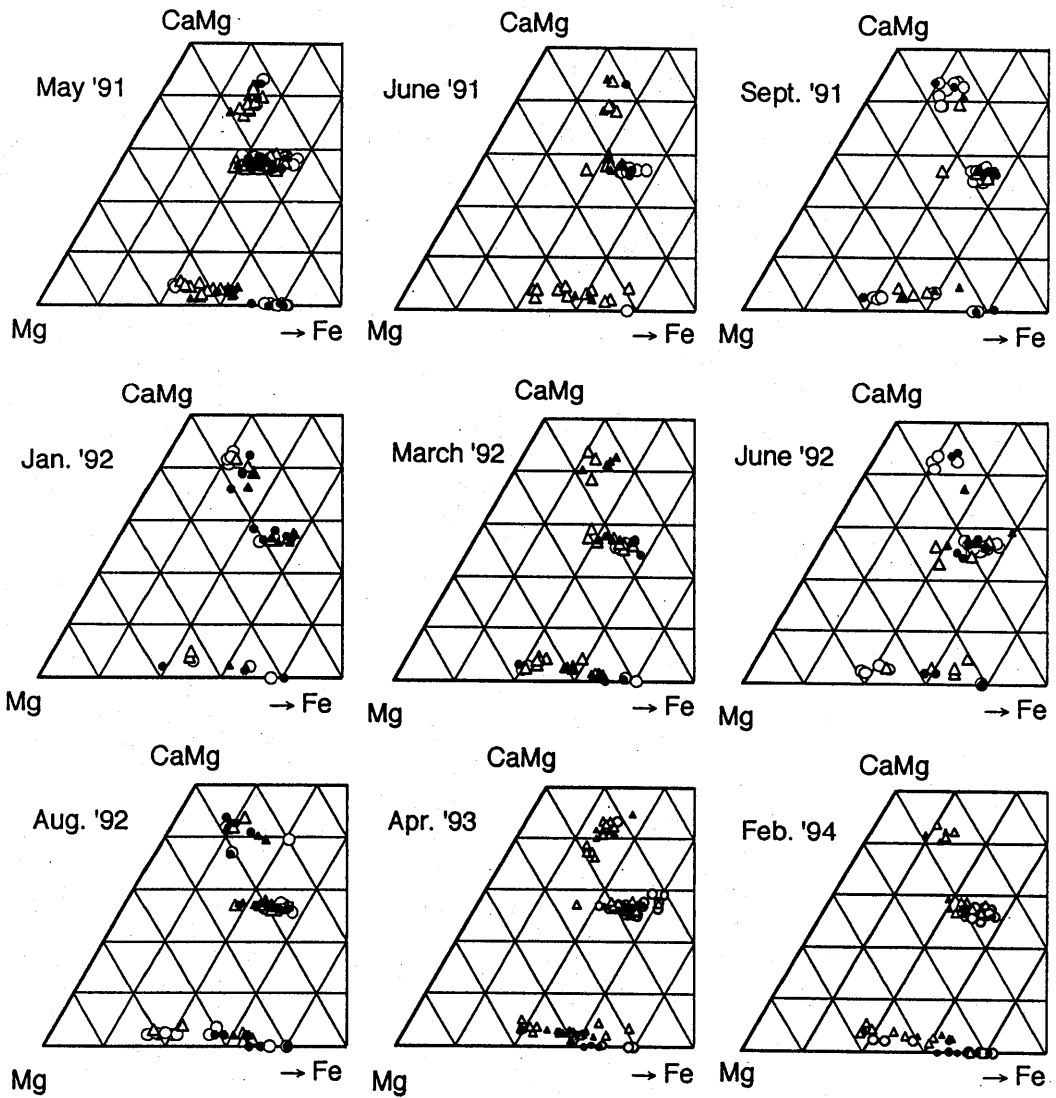
第 10 図 溶岩噴出速度の時間変化。地質グループの結果は、ヘリコプターから撮影した写真とセオドライト測量結果、航空測量結果(2時期)などに基づく。第2と第3の波は合わせて二つ目の波ともとれる。

Fig.10 Daily eruption rate showing three or two distinct pulses of magma-supply. Eruption rates were estimated by the Joint University Research Group(JURG) using photographs from daily helicopter inspections and theodolite surveys. Only aerial photographs were used by the Geographical Survey Institute (GSI), the Public Works Research Institute (PWRI), and the Geological Survey of Japan (GSJ) to calculate the volume changes of eruption products.



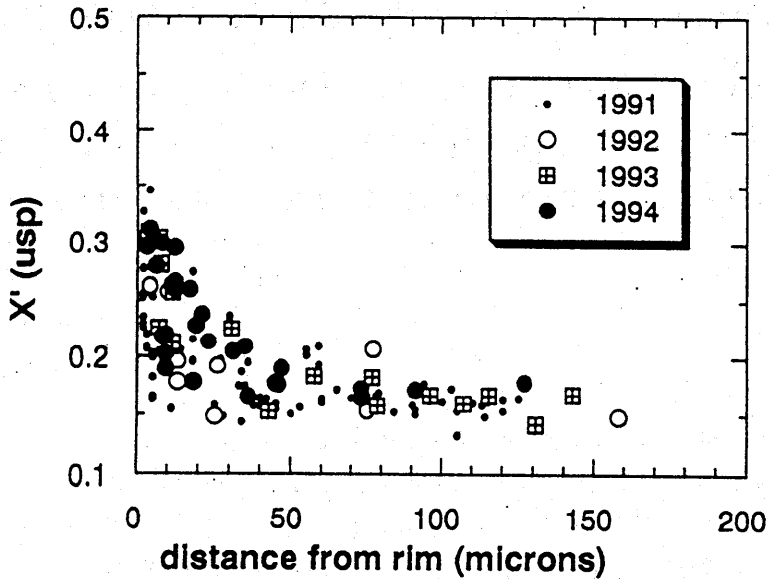
第 11 図 斜長石の化学組成時間変化。有意な変化が認められない。

Fig.11 Chemical composition of plagioclase phenocrysts and microphenocrysts in lava, plotted in the An - Ab - Or triangle. There are no critical variation during 3 years.

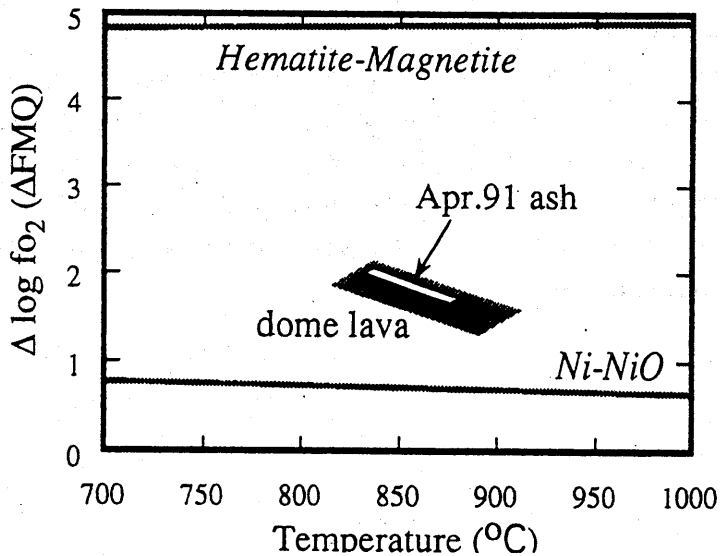


第 12 図 苦鉄質鉱物の化学組成時間変化。有意な変化が認められない。

Fig.12 Chemical composition of mafic minerals in lava, plotted in the Ca - Mg - Fe triangle. Mafic minerals include augite, amphiboles (hornblende and pargasite), orthopyroxene, and biotite. There are no critical variation during 3 years.



第 13 図 磁鉄鉱の化学組成。横軸は結晶の縁からの距離。結晶の急成長によると見られる組成勾配がみとめられるが、この組成パターンに時間の違いは明瞭でない。
 Fig.13 Chemical variations of magnetite microphenocrysts or microlites toward the margins. The variation may have been caused by rapid crystallization during eruption. There are no critical variation during 3 years.



第 14 図 溶岩中の鉱物から推定される温度と酸素分圧の関係。磁鉄鉱・チタン鉄鉱の縁（縁から10ミクロン以内）の組成の組み合わせを用いた。溶岩が結晶化を終了した頃の温度を示していると考えられる。溶岩ドーム出現前におきたマグマ水蒸気爆発の中の発泡した透明ガス（Apr. 91 ash）についても同様の温度・酸素分圧が求まっている。
 Fig.14 Temperature and oxygen fugacity relationship deduced from the magnetite-ilmenite pair. The marginal compositions were used for estimation. The range of temperature and oxygen fugacity hardly changed with time. The data for the juvenile materials of phreatomagmatic eruption in 1991 were shown for comparison.