

短 報

摘 文

雲仙温泉地域に噴出するガス成分の変化と
普賢岳の噴火

玉川大学*¹, 岡山大学理学部*², 東京工業大学理学部*³,
東京工業大学草津白根火山観測所*⁴

小坂 丈子*¹, 山本 雅弘*², 黒崎 誠*²,
吉田 稔*³, 野上 健治*³, 平林 順一*⁴

(平成9年2月22日受付, 平成9年4月3日受理)

Change of Chemical Compositions of Fumarolic gases
at Unzen Spa on the 1990-1995 Eruption of Fugen-dake

Joyo OSSAKA*¹, Masahiro YAMAMOTO*², Makoto KUROSAKI*²
Minoru YOSHIDA*³, Kenji NOGAMI*³ and Jun-ichi HIRABAYASHI*⁴
Tamagawa Univ.*¹, Faculty of Science, Okayama Univ.*²,
Faculty of Science, Tokyo Inst. Tech.*³,
Kusatsu-Shirane Volcano Observatory, Tokyo Inst. Tech.*⁴

Abstract

Unzen Fugen-dake volcano in Shimabara Peninsula in central Kyusyu erupted in Nov. 17, 1990 from Jigokuato and Kujukushima craters after dormancy for about 200 years. Unzen Spa which is located 3.5km southwest of the volcano is hydrothermally active area and fumarolic gases over 100°C are discharged. The gases from some fumaroles have been analyzed repeatedly since 1988 and the compositions changed drastically three months before the eruption. Volcanic gases from new magma ascending from magma reservoir to the summit crater affected the existing fumarolic gases. Chemical composition of volcanic gas is a good indicator for volcanic activity and it is very important for prediction of volcanic events to accumulate gas data steadily.

Key words : Unzen Spa, fumarolic gases, Unzen Fugen-dake, volcanic eruption

キーワード : 雲仙温泉, 噴気ガス, 雲仙普賢岳, 火山噴火

1. ま え が き

1990年から1995年にかけての長崎県雲仙普賢岳の大噴火では, 火砕流が頻発し, 人的・物的に大きな被害をもたらしたことは今なお多くの人々の記憶に残っている. 本論文では, この噴火の

* 現在 東京工業大学草津白根火山観測所

(present address: Kusatsu-Shirane Volcano Observatory, Tokyo Inst. Tech.)

発生の約3ヶ月前に雲仙温泉の源泉地域で観測された噴気ガス成分の変化と、普賢岳の火山活動の関連について述べる。

2. 雲仙普賢岳1990年～1995年噴火の概要^{1)~3)}

長崎県雲仙普賢岳は1792年以来198年ぶりの1990年11月17日に、山頂付近の地獄跡火口、九十九島火口より突然噴火を開始した。最初の噴火は人頭大の噴石を伴う水蒸気爆発であったが、火山灰の放出はごく初期のみで、噴煙活動は急速に衰えた。火山活動は早期に沈静化するであろうとの大方の予想を裏切り、翌1991年2月12日には新たに屏風岩火口が開いて噴火活動が再び活発化し、3月29日以降はマグマ性水蒸気爆発が発生するようになった。5月20日、地獄跡火口に石英安山岩質溶岩ドームが出現し、火山活動はますます活発化、長期化の様相を呈してきた。その後も山頂の溶岩ドームは成長を続け、同月末にはそのドームの崩落によって水無川沿いに火砕流が頻発した。とりわけ同年6月3日にはそれまでの最大規模の火砕流が発生し、死者・行方不明者43名を数える大惨事になった。

またこれと同時に急峻な斜面や水無川上流域に堆積していた膨大な量の火山灰や火砕流構成物が降雨の度毎に大規模な土石流と化し、島原市、深江町の道路、鉄道その他の建造物に甚大な被害を与えた。溶岩ドームの出現・成長とドームの崩落による火砕流の発生はその後も引き続き、1993年6月には普賢岳北東側の千本木地区方向へ流下した大規模な火砕流によって住民1名が死亡した。このように猛威を振るった普賢岳の活動も噴火開始から5年目にあたる1995年に入ってから急速に衰えを見せ始め、5月には新たな溶岩の流出もほぼ停止した。それに伴って火砕流の発生回数も急速に減少し、同月下旬には火山活動の休止が宣言されるに至った(図1、表1)。

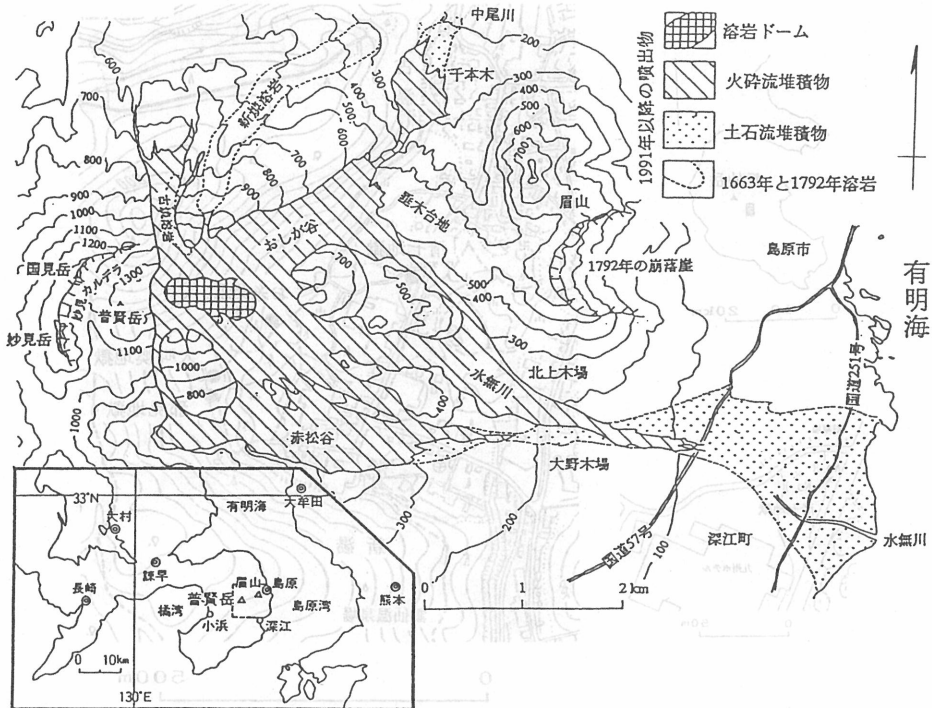


図1 雲仙普賢岳の近年の活動における噴出物の分布

表1 雲仙普賢岳1990～1995年噴火の概要⁷⁾ (一部省略)

1990年11月17日	雲仙普賢岳九十九島・地獄跡火口から噴火開始
1991年2月12日	屏風岩火口から新たな噴火加わり活動激化
5月20日	地獄跡火口から溶岩ドーム出現
5月24日	溶岩ドームの崩壊によって東側斜面に最初の火砕流発生
6月3日	発生した火砕流で死者・行方不明者43人
6月8・11日	山頂地獄跡火口に爆発発生, 島原市内に降灰, 軽石落下
8月下旬	火砕流北東側 おしが谷方面に多く発生
11月下旬	火砕流南東側 赤松谷方面に多く発生
1992年12月	溶岩流出 一時減少
1993年2月	溶岩流出量 再び増加
5月	溶岩流 北東側, 千本木方面に流下
6月23・24日	千本木方面に流出した火砕流で死者1名
1994年2月	火砕流が北斜面に流出
1995年2月上旬	山頂の地震活動止まる
1995年5月25日	普賢岳のマグマの供給と噴火活動がほぼ停止

3. 雲仙温泉源泉地域のガス成分の変化と普賢岳の活動

この雲仙普賢岳の一連の噴火活動の始まった1990年11月17日に約2年10ヶ月先立つ1988年1月から, 筆者らは同年行われた雲仙火山集中観測の機会に, 同火山の地球化学的活動監視の一環として普賢岳南西方約3.5 kmにある雲仙温泉の源泉の1つである清七地獄(噴気孔や温泉源のある荒廃地)において噴気ガスの化学成分の観測を開始した(図2). 清七地獄No. 1およびNo. 3の

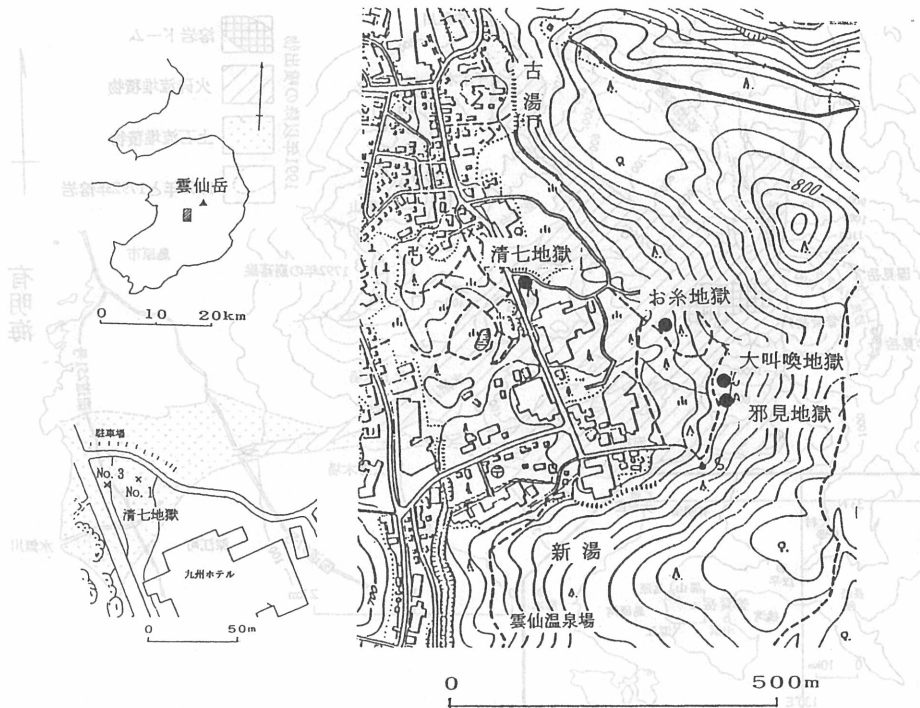


図2 雲仙温泉地の地獄の分布

表2 雲仙温泉清七地獄の噴気ガス組成の変化

No.	採取年月日	温度 ℃	H ₂ O Vol. %	水を除いたガス組成 (Vol. %)					Rガス (Vol. %)					SO ₂ H ₂ S
				SO ₂	H ₂ S	CO ₂	R	He	H ₂	N ₂	CH ₄	Ar		
1	1988- 1-13	123	96.3	0.2	2.9	94.5	2.4	0.065	11.6	43.4	39.7	0.2	0.067	
	1989-11-24	128.5	95.8	<0.1	3.7	93.3	2.9	—	—	—	—	—	—	
	1990- 8-14	120.3	96.3	6.3	23.4	68.2	2.1	0.054	7.95	54.7	37.3	—	0.27	
	1990-10-27	122	92.1	0.02	3.5	94.1	2.4	0.056	10.9	47.7	41.3	—	0.006	
	1990-11-18	127	96.4	<0.01	3.9	94.0	2.1	0.056	10.6	41.2	45.2	—	—	
3	1990- 8-14	105.9	94.7	15.7	31.8	50.9	1.6	0.054	10.4	49.1	40.4	—	0.49	
	1990-10-28	106	92.3	0.12	3.9	93.5	2.4	0.055	12.2	48.1	39.7	—	0.031	
	1990-12- 3	107.6	97.3	0.05	3.1	94.5	2.4	0.037	9.15	51.1	39.4	0.35	0.016	

噴気孔での観測結果を表2, 図3に示した. No. 1の噴気孔は1990年8月の観測後, その周囲の状況の変化により水没し, 噴気ガスの採取・測定が困難になった. このためやむを得ずそこから約20m離れたNo. 3の噴気孔で観測を続けた. 幸いにして1990年8月と10月にはNo. 1とNo. 3の両方の噴気孔で測定が行われており, これらのデータをもとに噴気ガスの化学組成の比較を続けることが出来た.

清七地獄No. 1およびNo. 3の噴気孔で採取した試料について, H₂Oを除いたガス成分の化学組成を比較すると, 1988年, 1989年の測定ではH₂SとSO₂の濃度が低かったが, 1990年8月には2成分ともに大幅に増加した. ところが, 1990年10月になると, これら両成分は8月以前の値に戻り, それ以降1992年まで多少の変動はあるものの, 1990年8月のような高い値に達するものはなかった. SO₂/H₂S比*もこの噴気ガスの化学組成変化を反映して1990年8月には著しく大きくなった⁴⁾.

今回の一連の火山活動は普賢岳の西南西約15 kmにある橘湾(千々石湾)で1989年11月に起こった群発地震が発端であり, 震源域はその深度を次第に浅くしながら東北東に移動し, 同年12月には島原半島内に達した(図4). 1990年7月になると, 普賢岳一帯で有感地震が発生し, 8月から9月にかけては火山性微動が激増した. 震源域は更にその深度を浅くしながら東進を続け, 11月17日に地獄跡火口, 九十九島火口で水蒸気爆発が発生した. 火山ガス組成が大きく変化した1990年8月は, 丁度震源域が雲仙温泉のやや北側の直下に達していた時期と一致することから, この時地下に存在していたマグマから分離したSO₂, H₂Sの割合の高い高温の火山ガスが太田⁵⁾の提

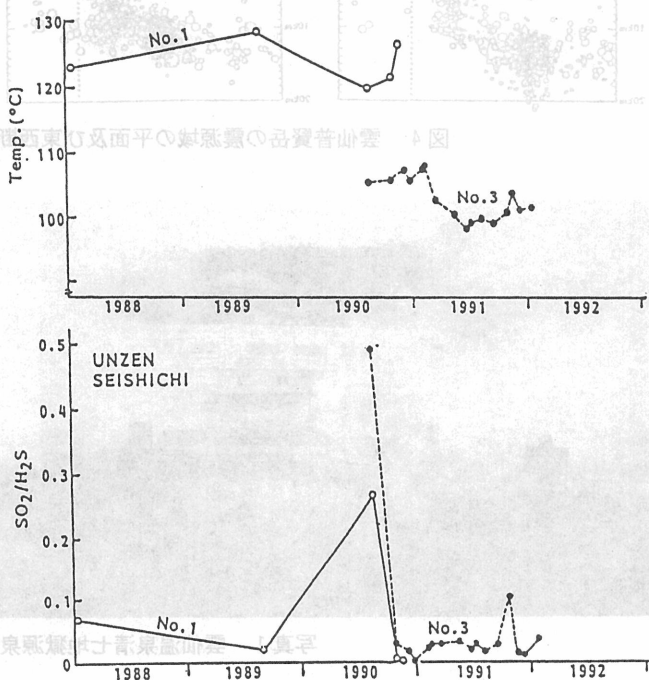


図3 雲仙温泉清七地獄源泉地の噴気ガスの温度とSO₂/H₂S比の変化⁴⁾

*高温の(活動的な)ガスほどこの値が大きいとされている⁸⁾.

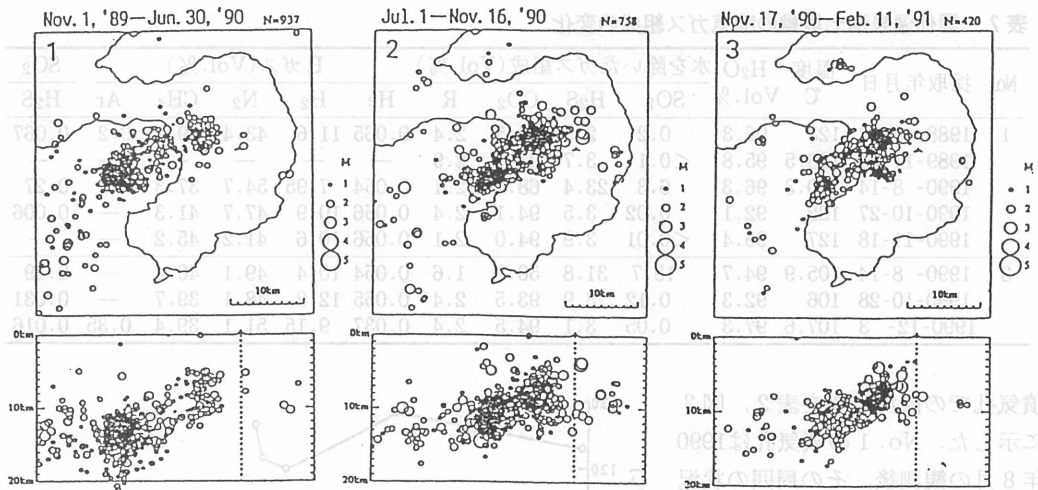


図4 雲仙普賢岳の震源域の平面及び東西断面の時空間分布¹⁾



写真1 雲仙温泉清七地獄源泉付近

唱したマグマ発散物の通路を経て急速に上昇し、既存の噴気ガスに影響を与えたものと考えられる(図5)。尚、この時期のマグマヘッドの深さは海面下約5 kmと推定されている⁶⁾。しかし、1990年10月には群発地震の震源域は雲仙温泉の下からすでにその東方に移動しており、マグマヘッドも海面下約2 kmまで上昇し⁶⁾、マグマから分離した火山ガスが雲仙温泉の噴気ガスに影響を及ぼさなくなったため、噴火直前の1990年10月27日のガス組成は1990年8月以前の値に戻ったものと考えられる。

この様に、普賢岳の噴火前の地震活動、特に震源域の移動、すなわちマグマの上昇過程と噴気ガスの化学組成変化との間には密接な因果関係が認められる。1990年8月に観測された雲仙温泉の噴気ガス組成の急変はその3ヶ月後の噴火の前駆現象であったと考えられ、この時点で普賢岳の噴火の開始を予見し、火山噴火予知連絡会に通告した。

⁶⁾ 雲仙温泉のマグマヘッドの深さは海面下約5 kmと推定されている(式内謙吾)の論文*

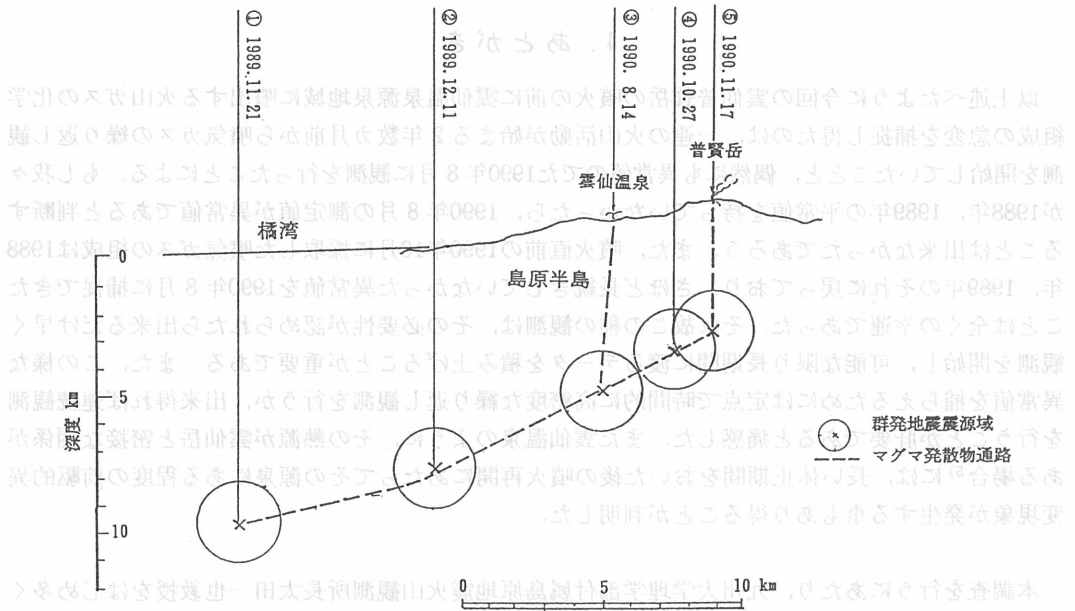


図5 雲仙温泉噴気ガスの異常値発生時期とこの地域における群発地震震源域の移動状況

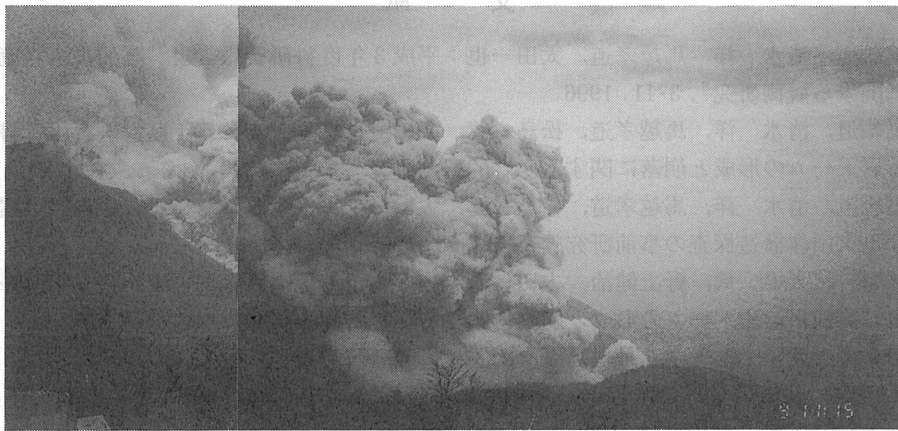


写真2 雲仙普賢岳1992年6月9日発生の火砕流

表3 普賢岳噴火開始前の関連現象⁶⁾(一部加筆)

1	1989年11月21日	橋湾で地震群発
2	1989年12月11日	島原半島内で地震群発
3	1990年8月14日	雲仙温泉源泉でガス成分異常値測定
4	1990年10月27日	雲仙温泉源泉ガス成分平常値に戻っている
5	1990年11月17日	普賢岳九十九島・地獄跡火口で噴火開始

4. あとがき

以上述べたように今回の雲仙普賢岳の噴火の前に雲仙温泉源泉地域に噴出する火山ガスの化学組成の急変を捕捉し得たのは、一連の火山活動が始まる2年数カ月前から噴気ガスの繰り返し観測を開始していたことと、偶然にも異常値であった1990年8月に観測を行ったことによる。もし我々が1988年、1989年の平常値を持っていなかったら、1990年8月の測定値が異常値であると判断することは出来なかったであろう。また、噴火直前の1990年10月に採取した噴気ガスの組成は1988年、1989年のそれに戻っており、さほど長続きしていなかった異常値を1990年8月に捕捉できたことは全くの幸運であった。それ故この種の観測は、その必要性が認められたら出来るだけ早く観測を開始し、可能な限り長期間に渡るデータを積み上げることが重要である。また、このような異常値を捕らえるためには定点で時間的に高密度な繰り返し観測を行うか、出来得れば連続観測を行うことが肝要であると痛感した。また雲仙温泉のように、その熱源が雲仙岳と密接な関係がある場合⁵⁾には、長い休止期間をおいた後の噴火再開にあたってその源泉にある程度の前駆的異変現象が発生する事もあり得ることが判明した。

本調査を行うにあたり、九州大学理学部付属島原地震火山観測所長太田一也教授をはじめ多くの方々のご協力があった事を記して厚く感謝の意を表する次第である。

文 献

- 1) 松尾紉道, 清水 洋, 馬越孝道, 太田一也: 平成3年度科研費報告書“雲仙岳溶岩流出の予知に関する観測研究”, 3-11, 1996.
- 2) 松尾紉道, 清水 洋, 馬越孝道, 松島 健, 太田一也: 平成4~5年度科研費報告書“雲仙岳溶岩ドームの形成と崩落に関する総合的観測研究”, 3-10, 1994.
- 3) 松尾紉道, 清水 洋, 馬越孝道, 松島 健, 太田一也: 平成6年度科研費報告書“雲仙岳における火山体構造探査の事前研究調査”, 3-13, 1995.
- 4) 平林順一, 大場 武, 野上健治, 吉田 稔, 小坂丈子, 鍵山恒臣: 平成4~5年度科研費報告書“雲仙岳溶岩ドームの形成と崩落に関する総合的観測研究”, 103-112, 1992.
- 5) 太田一也: 九州大学理学部付属島原火山温泉研究所研究報告, 8, 1-33, 1973.
- 6) 鍵山恒臣, 歌田久司, 山本哲也: 月刊地球 号外No.15 雲仙岳の噴火 - 新溶岩ドーム誕生と火砕流災害 -, 140-144, 1996.
- 7) 井田喜明: 月刊地球 号外 No.15 雲仙岳の噴火 - 新溶岩ドーム誕生と火砕流災害 -, 5-14, 1996.
- 8) 小坂丈子, 平林順一, 小沢竹二郎: 火山, 2集, 23, 33-40, 1978.

雲仙岳溶岩の予知	1996年11月27日	1
雲仙岳溶岩の予知	1994年12月11日	2
雲仙岳溶岩の予知	1990年8月14日	3
雲仙岳溶岩の予知	1990年10月27日	4
雲仙岳溶岩の予知	1990年11月17日	5