

有珠火山2000年噴火の噴煙高度変化速報(4月6日-13日)

高田 亮¹ 宝田晋治² 山元孝広³ 松島喜雄¹ 西 祐司⁴ 廣瀬 亘⁵
垣原康之⁵ 田近 淳⁵ 遠藤祐司⁵ 野呂田 晋⁵ 北海道大学理学部

Akira TAKADA, Shinji TAKARADA, Takahiro YAMAMOTO, Nobuo MATSUSHIMA, Yuji NISHI, Wataru HIROSE, Yasuyuki KAKIHARA, Jun TAJIKA, Yuji ENDO, Susumu NOROTA and Hokkaido Univ. (2001) Preliminary report on evolution of volcanic plume height associated with the Usu 2000 eruption (April 6-13). Bull. Geol. Surv. Japan, vol. 52 (4/5), p.199-206, 12 figs.

Abstract: After the March 31 eruption of Usu Volcano, Japan, small-scale, various intermittent volcanic plumes due to phreatomagmatic and phreatic explosions have occurred at the western foot of Nishiyama volcano and the western foot of Konpira volcano. Heights, and intervals of volcanic plumes have been measured with the eye, or recorded using a video camera system, mainly at the station for observation 7-8km north of the vents. The evolutionary process of volcanic plumes in April divided into four stages. The first stage is the March 31 eruption. During the second stage (the period of April 1-7), new vents opened occasionally by explosions with cock's tail jet at the two foots. Ash plumes grew at an irregular interval. Some of them grew 1,000-2,700m high. Plume height decreased during the second stage. During the third stage (the period of April 8-10), the craters at the western foot of Konpira volcano developed cyclic muddy water plumes (jets) prominently at the interval of 15-40min., and increased them up to 700m high. During the fourth stage since April 11, continuous 500-1,000m high vapor plumes with oscillation have predominated at vents which had already opened. Some of them were accompanied by small explosions. Rhythmical activities of plumes were detected. During the third stage and the beginning of the fourth stage, the two vent systems show complementary activities: one vent has a high activity, while the other vent has a low activity generally. It suggests the existence of a multi-vent interaction through stress due to high hydrothermal pressure among craters at the shallow level.

要 旨

有珠火山2000年噴火で活動した西山西麓の火口群と金比羅山西麓の火口群の噴煙の様子について、火口群から7-8km離れたサイロ展望台から遠望観測を行った。本論では、このうち4月6日-13日の噴煙高度の時間変化を報告する。4月の噴煙の進化を記載すると次の4ステージに分けられる。(ステージ1)3月31日の噴火。(ステージ2)4月1日から4月7日まで、火山灰を遠方まで降下させる黒色火山灰プルーム噴火で特徴づけられる。この期間では、噴火の間隔や規模に関する規則性はない。各火山灰プルームの高度は、4月7日まで約3,000mから1,000mに減少していった。(ステージ3)4月8日から4月10日まで、金比羅山火口群での500m程度の高さの泥水ジェットの出現が特徴である。泥水ジェットは、15-40分間隔に間欠的に上昇し、停止高度で水蒸気と泥水に分離した。泥水ジェットの

活動にはパルス状のリズムがあり他の水蒸気プルームのリズムとの顕著な相補性がみられる。(ステージ4)4月11日以降、両火口群とも水蒸気プルームが卓越する。4月11日は、金比羅山火口群では、水蒸気プルームのみが、ステージ3と同規模の時間間隔でパルス状に上昇した。4月12日以降、時間とともに水蒸気プルームはより連続性が高くなった。この期間の初期では、水蒸気プルームのリズムの相補性もみられたが、時間が経つにつれ、連続性が高くほとんど変動が見られなくなる。噴煙の高度変化の相補性は、熱水の余剰圧などを媒介とした力学的相互作用が火口間に働いていることを暗示する。

1. はじめに

表面現象の時間変化から、噴火メカニズム、噴火のリズム、火山・熱水活動の進化を理解できるかという問いが投

¹ 地球科学情報研究部門 (Institute of Geoscience, GSJ)

² 北海道地質調査連携研究体 (Hokkaido Branch, GSJ)

³ 深部地質環境研究センター

(Research Center for Deep Geological Environments, GSJ)

⁴ 地圏資源環境研究部門

(Institute for Geo-Resources and Environment, GSJ)

⁵ 北海道立地質研究所 (Geological Survey of Hokkaido)

Keywords: Usu 2000 eruption, volcanic plume, plume height, explosion, phreatic eruption

げ掛けられている。プリニアン噴火などの規模の大きい噴煙のプリューム(噴煙柱)が成長する過程や、この噴煙柱の崩壊によって火砕流が発生する過程などの観測やモデルについてはすでに多くの研究が行われている(例えば Sparks *et al.*, 1997)。しかし、中規模または小規模な噴火の噴煙のプリュームの進化過程を記載し、噴火のリズムやそのメカニズムの変化を議論する研究は数が少ない。今回の有珠火山の噴火のように噴火が長期にわたり継続する場合、これらの研究、すなわち、噴火経緯を観察することは、火山・熱水活動が活発になっているのか、衰退しているのかを見極めるのに、地球物理観測と同様に重要である。噴火映像観測でも、マグマ噴火なのか、マグマ水蒸気爆発を主体とする噴火なのか、水蒸気爆発を主体とする噴火のかなど(山元, 2001)、噴火様式の議論にも貢献するところが大きい。特に、有珠火山2000年噴火のように立ち入り禁止区域が設定された場合、規模が大きい噴火で危険で近づけない場合、三宅島2000年噴火のように全島避難した孤島の場合、噴出物採取が困難となり、噴火経緯を記録するには遠望観測に頼らざるを得ないことになる。

有珠火山2000年噴火では、3月31日の噴火により形成された割れ目系を利用して西山西麓の火口群が、明治の

噴火でも使用された古い割れ目系を再利用して金比羅山の火口群がそれぞれ活動を続けている。有珠火山2000年噴火では、4月上旬に立ち入り禁止区域が設定され、遠望観測の重要性が認識された。そこで、著者らは、火山・熱水活動の進化の指標を読み取るべく、これらの火口群から7-8km離れたサイロ展望台からの噴煙遠望観測を行った。

本論は、事例研究として地質調査所が主体となって、2000年4月6日から4月13日まで、現地で行った噴火遠望観測の結果の速報を報告する。遠望観測により取得するデータは、噴煙によるプリュームの高度、形状、色などである。そのなかで、本論は、高度の時間変化に注目した。最も定量的に議論できるデータであるからである。その後、噴煙遠望観測は、監視カメラシステムを導入することにより遠隔操作できる噴煙映像観測として発展した。なお、噴煙観測装置の設置、画像の取得と蓄積、転送方法などは、宝田ほか(2001)に紹介してある。噴煙映像観測としての遠望観測の全貌は、改めて報告する予定である。

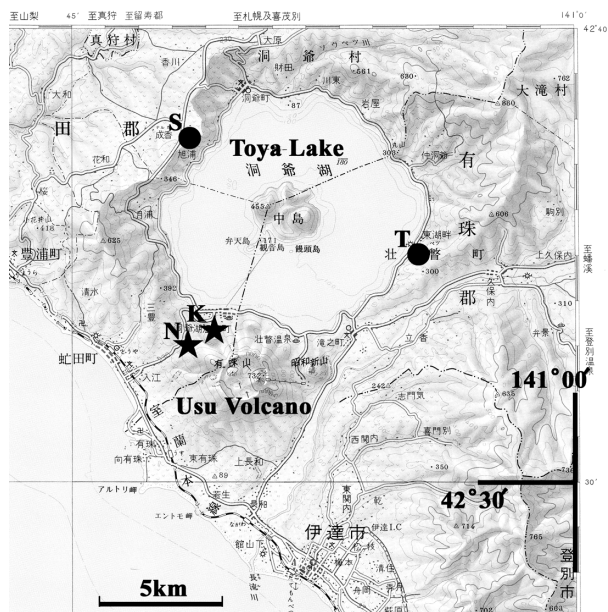
なお、本論では、噴煙プリュームの記載においては、色(黒色、灰色、白色)＋主構成物質(火山灰、泥水、水蒸気)をプリュームの前に並べて表現する。例えば、黒色火山灰プリューム。

2. 手法

有珠火山2000年噴火により活動した西山西麓の火口群と金比羅山の火口群から7-8km離れたサイロ展望台が、遠望観測点として選ばれた(第1図)。アクセスが容易で、安全を確保でき、2つの火口群が、重ならずに見える場所として最適であったからである。ただし、西山火口群のいくつかの火口は、重なって見えてしまっていた。なお、4月6日と4月7日の観測は、洞爺湖東岸の洞爺発電所で行われた(第1図)。ここでは、西山西麓の火口群と金比羅山の火口群の噴煙が重なってしまう問題があり、4月8日以降、サイロ展望台へ観測点を移動した。本論で紹介するのは、噴煙観測装置が設置される以前の緊急時に行った、目視遠望観測の手法である。基本的には、現地でのデータをもとにするが、北海道立地質研究所や地質調査所が現地で収録したビデオ画像を地質調査所で西祐司などが編集したものも補助的に使用された。

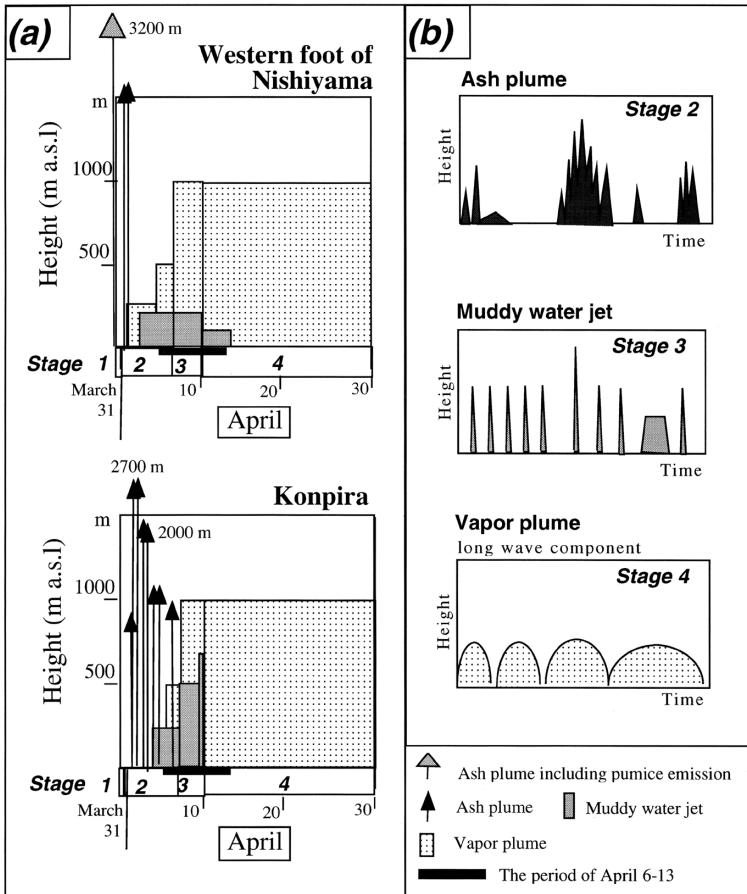
サイロ展望台2階のレストランに観測点を固定し、大有珠(732m)、有珠新山(668m)、小有珠(552m)、北屏風山(539m)、西山(537m)、大有珠北外輪(508m)、昭和新山(402m)、西山西麓の尾根(320m)、金比羅山(297m)を基準高度として、噴煙の海拔高度を測定した。±10mの精度はあると考えられる。1km以上の高度は、水平距離7-8kmを考慮すると高度補正を行う必要があるが本論では行っていない。

複数の火口群の噴煙高度を同時に観測するために、秒単位の観測では記録が間に合わないので、30秒間隔に



第1図 有珠2000年噴火の西山西麓火口群(N★)と金比羅山火口群(K★)、および観測点であるサイロ展望台(S●)と洞爺発電所(T●)。国土地理院発行の20万分の1地勢図を使用した。

Fig. 1 Locality map showing craters at the western foot of Nishiyama volcano (N★) and craters at the western foot of Konpira volcano (K★) of Usu 2000 eruption, and the main station (S●) and the substation (T●) for observation. 1:200,000 topographic map (Geographical Survey of Japan) is used.



第2図 (a)噴煙プリューム高度の時間変化のまとめ、4ステージに分けられる。3月31日の噴煙高度は、気象庁(2000)から。4月1日-4月5日の噴煙高度は、北海道立地質研究所(2000)から。(b)噴煙プリューム(火山灰プリューム、泥水ジェット、水蒸気プリューム)の基本パターン。

Fig. 2 (a)Summary of the evolution of volcanic plumes of Usu 2000 eruption. The evolution process is divided into four stage. Data on March 31 are from Meteorological Agency (2000) and those during April 1 to 5 are from Geological Survey of Hokkaido (2000). (b) the variation of volcanic plumes (ash plume, muddy water jet, and vapor plume).

おのおのの30秒間の最高高度を記録した。突発的な事件にそなえて、ビデオカメラを設置して補助的な観測手段とした。噴煙の大きさには飽和水蒸気量なども関係するため、サイロ展望台2階のレストランの野外バルコニーにおいて、温度と湿度も観測した。2000年4月6日から4月13日までは、測定条件に大きな差はなかった。

霧・雨・雪などの天候不良のときは観測を中止した。噴煙の高度の測定の誤差に最も影響する天候条件は、風である。風でプリュームが斜めに傾く場合、斜めから水平に上昇角度が変わるところをプリューム高度とした。強風でプリュームの上昇角度が変わるところが確認できないときは、観測を行わなかった。また、プリュームの先端を決定する際に人為的な測定誤差もあることは否定できない。

3. 噴煙遠望観測結果

3.1 活動の概略

第2図には、噴煙高度の時間変化の概略図を示した。3月31日の西山西麓火口での噴煙高度は約3,200mと推定された(気象庁, 2000)。4月1日に、金比羅山火口群が活動を始め、最高で2,700mの噴煙が観測された(北海道立地質研究所, 2000)。北海道立地質研究所(2000)によると、4月1日から4月5日にかけての西山西麓の噴煙は間欠性が高くなり、最高高度も約1,000mと下がった。同期間

に、金比羅山火口群では、突発的に噴煙が起こり、その高度は、2,000mに達していた。4月6日から4月13日までは、上記で説明した手法により、詳細な遠望観測が試みられた。

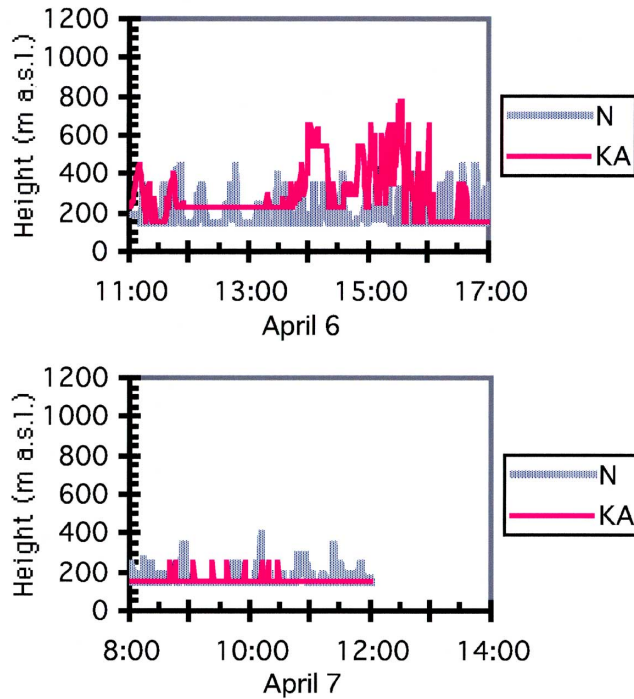
3.2 4月6日と4月7日の噴煙

本期間、小規模な黒色-灰色火山灰プリュームが不規則な間隔で発生した(第2図(b))。これは4月1日から5日



第3図 金比羅山K-A火口からの火山灰プリュームの写真。4月6日15:00頃ヘリコプターにて上空より撮影。

Fig. 3 Ash plume at K-A crater of Konpira volcano. A photograph taken from a helicopter at 15:00 on April 6.



第4図 西山西麓火口群と金比羅山火口群からの噴煙プリュームの高度変化の時系列図(4月6日と4月7日). 金比羅山火口群のK-A火口からの火山灰プリューム(KA), 西山西麓火口群の1火口からの火山灰プリューム(N), K-A火口の火山灰プリュームは, 不規則な間隔で発生. その中で累進的に800mまで成長するものがある.

Fig. 4 Time series diagrams of volcanic plume heights from the craters at the western foot of the Nishiyama volcano and from those at the western foot of Konpira volcano on April 6 and 7. Ash plume from K-A crater of Konpira volcano (KA) and ash plume from one of craters of the Nishiyama volcano (N). Ash plumes from K-A crater occurred at an irregular interval; some of them grew progressively 800m high.

の活動と同様の傾向である. 第3図に黒色-灰色火山灰プリュームの例を示す. また, 第4図には本期間における噴煙高度の時間変化を示す. 4月6日と4月7日のデータについては, 洞爺発電所からの遠望なので, 西山西麓の火口群と金比羅山の火口群の噴煙が重なってしまう問題があったため, のちに北海道立地質研究所のサイロ展望台からのビデオ映像をもとに, 火口位置を特定した.

金比羅山火口では, まれに中規模な黒色-灰色火山灰プリュームに成長するものもあった. 例えば, 4月6日14:00頃から, 突発的な黒色-灰色火山灰プリュームが観測された(第4図). プリューム高度は, はじめの約15分は徐々に約400mに上がり, 最後は急激に約600mに達した. その後の約20分間(14:10-14:30)は, 連続的にプリュームのコラムが立っていた. いったん, プリューム高度は下がり, 14:50からふたたび間欠的なパルス状の火山灰プリュームが立ち上った. 最高高度は約800mである. 火口から半径2kmより外に火山灰を降下させた火山灰プリュームはこれが最後であった. これらの活動に伴う白色水蒸気プリュームは, 強風で東に流されるものの1,200m前後の高度に達

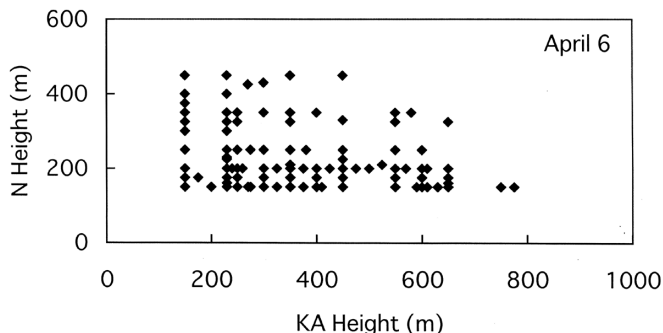
した. 4月7日は, 最大で約500mの高度まで火山灰プリュームが上昇し, それに伴い, 1,000mの高度まで白色水蒸気プリュームが上昇したが, これまでで最低の噴煙活動であった.

第5図には, 同時刻の金比羅山のK-A火口(KA)の噴煙高度に対する西山西麓の火口群(N)の噴煙高度をプロットした. 両者の相関はほとんど認められない. ただし, 金比羅山のK-A火口の噴煙高度が600m以上になると, 西山西麓の火口群の噴煙高度は下がる傾向がある.

一方, 西山西麓では, 新火口形成時には, コックステールジェットなどが頻繁に観察された(第6図). 西山西麓では短寿命の火口が多かった.

3.3 4月8日から4月10日の噴煙

本期間は, 金比羅山火口群のK-A火口で, 規模の大きい灰色泥水ジェットが出現したことが特徴である(第2図(b), 第7, 8図). これまでも, 西山西麓火口群で小規模な泥水ジェットが観察されていた. 金比羅山火口群の泥水ジェットは規模が大きく噴火間隔が規則的で, プリューム状



第5図 4月6日における金比羅山火口群のK-A火口(KA)と西山西麓火口群(N)に関する噴煙高度の相関関係. 各データは, 第4図の同時刻のもの. 相関が悪い例.

Fig. 5 Height correlation between plume height from K-A crater of Konpira volcano (KA), and that from craters at the western foot of Nishiyama volcano (N) on April 6. Data are from Fig. 4. This example represents not so good correlation in plume height.

というよりジェット状の形態を示した。この泥水ジェットは15-40分間隔に間欠的に上昇し、約500mの高度まで上昇し、水蒸気と泥水に分離した。軽い水蒸気はプルームとしてさらに1,000m程度まで上昇し、重い泥水は下降して泥流となった(第7図)。全体として時間とともに上昇高度は高くなり4月10日には最大で700m程度となった。火口が連

結拡大すると、高度約300m前後の連続的なジェットが数分間以上継続した。連続的なジェットは、4月9日16:00頃から2時間以上にわたり、また、4月10日14:00から約20分間にわたり観察された。泥水ジェットの休止間隔と休止終了後の泥水ジェットの上昇高度には、正の相関が認められる場合もある。特に、4月10日が顕著であった。上昇間隔が



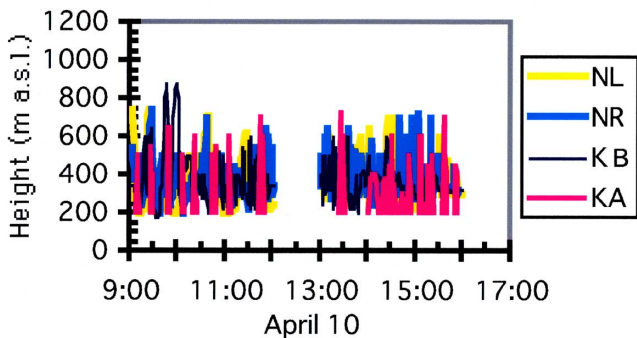
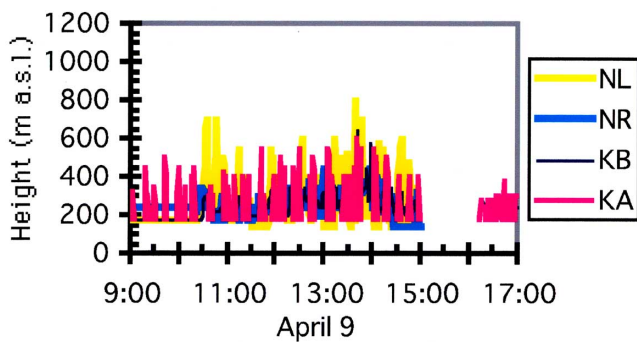
第6図 西山西麓火口群での新火口形成によるコックステールジェット、4月7日10:00頃ヘリコプターにて上空より撮影。

Fig.6 Cock's tail jet from a new vent at the western foot of the Nishiyama volcano. A photograph taken from a helicopter at 10:00 on April 7.



第7図 金比羅山火口群からの灰色泥水ジェットとそれに伴う白色水蒸気プルーム。4月8日17:00頃洞爺湖西岸の道路からの写真。

Fig.7 Gray muddy water jet with white vapor plume at K-A crater of Konpira volcano. A photograph taken from the road along the western coast of Toya Lake at 17:00 on April 8.

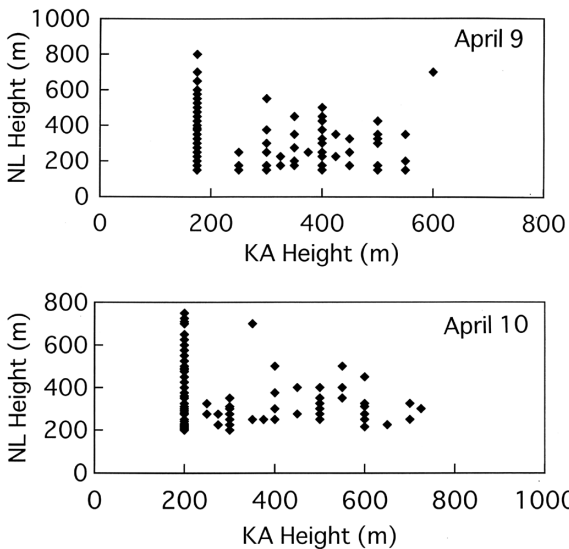


第8図 西山西麓火口群と金比羅山火口群からの噴煙プルームの高度変化の時系列図(4月9日と4月10日)。金比羅山火口群のK-A火口からの泥水ジェット(KA)とK-B火口からの水蒸気プルーム(KB)、西山西麓火口群の2火口からの水蒸気プルーム(NL, NR)。各火口からのプルームの高度変化には相補的な活動が認められる。

Fig.8 Time series diagrams of volcanic plume heights from the craters at the western foot of the Nishiyama volcano and from those at the western foot of Konpira volcano on April 9 and 10. Muddy water jet from K-A crater (KA) and vapor plume from K-B crater (KB) at the western foot of the Konpira volcano, and vapor plumes from two craters at the western foot of Nishiyama volcano (NL, NR). The craters tend to be ac

20分から40分に延びるとプリューム停止高度が500mから700mになった。一方、西山西麓では、新火口の出現は減少し、活動火口が限定されていった。コックステールジェットや小規模の泥水ジェットが活動した。

金比羅山の火口群の2火口と西山西麓の火口群の噴煙活動を比べると、相補性が目立つ。例えば、金比羅山K-A火口で泥水ジェット(第8図)のピークとピークの間、金比羅山の他のK-B火口の白色水蒸気プリューム(KB)や西山西麓の白色水蒸気プリュームのピーク(NL, NR)が現れることが多かった。K-A火口の泥水ジェットのピークと金比羅山のK-B火口の白色水蒸気プリュームや西山西麓の白色水蒸気プリュームの位相が重なると、鋭いのごぎり状の複数のピークが、互いに入れ違って現れることがあった(4月10日9:45頃; 11:00-12:00; 13:00-13:30)。第9図には、同時刻の金比羅山のK-A火口(KA)の噴煙高度に対する西山西麓の火口群の1火口(NL)の噴煙高度をプロットした。両者に相補的な相関が認められる。K-A火口で泥水ジェットが上昇しているとき、西山西麓の火口群の噴煙高度が400m以下に押さえられている場合が多い。泥水ジェットが上昇してない休止期間すなわちKA高度200m前後では、西山西麓の火口群の噴煙高度が800-200mの間で様々な値をとる。これは、泥水ジェットの休止期間は、西山西麓の火口群固有のリズムを維持していることを示す。



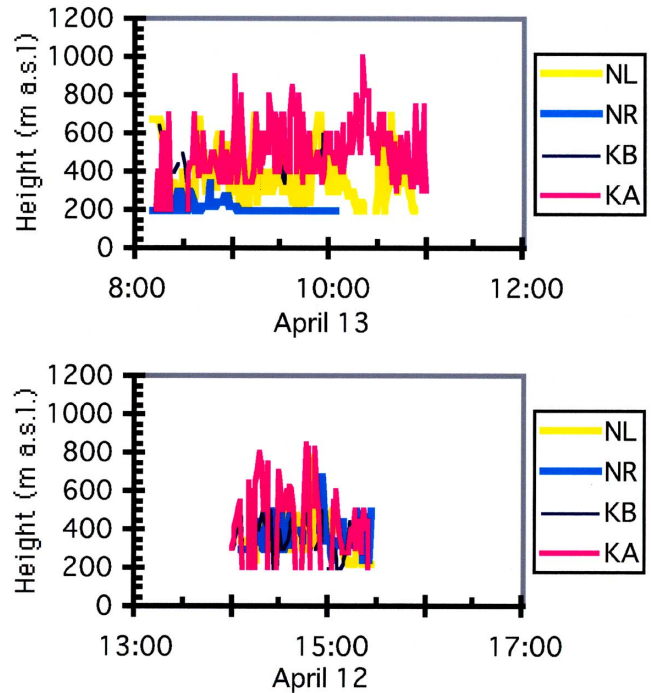
第9図 4月9日と10日における金比羅山火口群のK-A火口(KA)と西山西麓火口群の1火口(NL)に関する噴煙高度の相関関係。各データは、第8図の同時刻のもの。相関が比較的よい例。

Fig. 9 Height correlation between plume height from K-A crater at the western foot of the Konpira volcano (KA), and that from a crater at the western foot of Nishiyama volcano (NL) on April 9 and 10. Data are from Fig. 8. This example represents good correlation in plume height.

3.4 4月11日以降

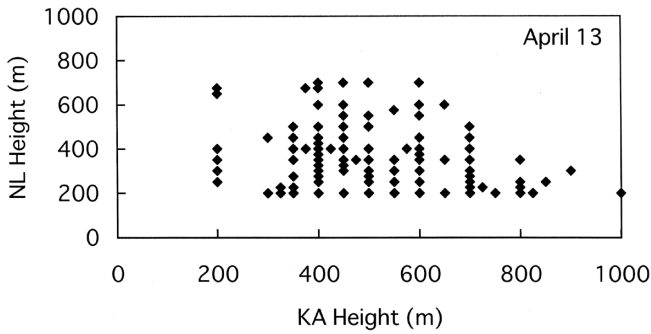
両火口群とも水蒸気プリュームが卓越してきた(第10図)。新火口の形成はほとんど無くなった。金比羅山火口内では、小規模な爆発がときどき観察された。4月11日は、金比羅山火口群では、泥水ジェットは出現せずに、水蒸気プリュームのみが、15-40分間隔に間欠的に上昇した。金比羅山の火口群の2火口と西山西麓の火口群の噴煙活動における相補性は保持されているように見える。

4月12日以降、時間とともに水蒸気噴煙はより連続性が



第10図 西山西麓火口群と金比羅山火口群からの噴煙プリュームの高度変化の時系列図(4月11日-13日)。金比羅山火口群のK-A火口からの水蒸気プリューム(KA), K-B火口からの水蒸気プリューム(KB)と西山西麓火口群の2火口からの水蒸気プリューム(NL, NR)。(4月11日)金比羅山火口群のK-A火口からは、水蒸気だけが、4月9日と4月10日と同様の時間間隔で上昇した。(4月13日)金比羅山火口群のK-A火口からは、水蒸気プリュームがパルスだけでなく、長波長成分の大きな波として出現した。噴煙プリュームの活動には、まだ、相補的な傾向がみられる。

Fig. 10 Time series diagrams of volcanic plume heights from the craters at the western foot of the Nishiyama volcano and from those at the western foot of Konpira volcano on April 11, 12 and 13. Vapor plume from K-A crater (KA), and vapor plume from K-B crater (KB) of Konpira volcano, and vapor plumes from two vents of Nishiyama volcano (NL, NR). On April 11, only vapor plumes appeared from K-A crater at the same interval as those during the period of April 8-10. During April 13, vapor plume with long wave components as well as pulse components were observed. There has been still a tendency of complementary plume activity.



第11図 4月12日における金比羅山火口群のK-A火口(KA)と西山西麓火口群の1火口(NL)に関する噴煙高度の相関関係。各データは、第10図の同時刻のもの。K-A火口の噴煙が高さ600mを越えるときのみ、西山西麓火口群の噴煙高度が下がるような相補的相関を示す例。

Fig. 11 Height correlation between plume height from K-A crater of Konpira volcano (KA), and that from a crater at the western foot of Nishiyama volcano (NL) on April 12. Data are from Fig. 10. Plumes height from K-A crater more than 600m high show complementary correlation to plume height at the western foot of Nishiyama volcano.

高くなった。4月12日と13日には、金比羅山火口群では、水蒸気プルームの高度時間変化が、パルス的というより、ピークとピークとの間の谷で連続性が高くなり、のこぎりの歯状になってきた。4月13日の観察では、全体として40-50分間隔の長波長成分に、5分程度のパルス的な短波長成分が重なっているように思われる(KAとNL)。金比羅山の火口群の2火口と西山西麓の火口群の噴煙活動における弱い相補性はまだ認められる。第11図には、同時刻の金比羅山のK-A火口(KA)の噴煙高度に対する西山西麓の火口群の1火口(NL)の噴煙高度をプロットした。K-A火口(KA)の噴煙高度が600mを超すと、西山西麓の火口の噴煙高度が急激に下がる。

この期間以降、4月では、水蒸気の噴煙高度の減少は確認できなかった。監視カメラ(宝田ほか, 2001)によれば、全体として、連続性が高くなり高度変動が少なくなってきた。第12図には4月下旬の例を示す。

4. 議論と今後の問題

4.1 噴煙活動の進化

4月の噴煙の高度変化を記載すると4ステージに分けられる(第2図)。(ステージ1)3月31日の噴火(川辺(2000); 東宮ほか(2001))。(ステージ2)4月1日から4月7日まで、やや湿った火山灰を遠方まで降下させる黒色火山灰プルームの噴火で特徴づけられる(第2図(b))。この期間では、噴火間隔や規模に関する規則性はない。金比羅山火口群では、黒色火山灰プルームが1,000m以上の高度まで成長するものも数回目撃された。各火山灰プルームの高度は、4月7日まで減少していった。(ステージ3)4月8日から4月10日まで、金比羅山火口群での500m程度の高さの泥水ジェット(ジェット)の出現が特徴である(第2図(b))。西山西麓火口群では、コックステールジェットや小規模の泥水ジェットが活動した。(ステージ4)4月11日以降、両火口群とも水蒸気プルームが卓越してきた。4月11日は、金比羅山火口群では、泥水ジェットは出現せずに水蒸気プルームのみが、ステージ3と同程度の時間間隔でパルス状に上昇した。4月12日以降、時間とともに水蒸気噴煙は

より連続性が高くなった(第2図(b))。

ステージ2の時期では、マグマ水蒸気爆発から水蒸気爆発へ移行している時期と考えられる。小規模な火山灰プルームは頻繁に発生するが、大半は規模が大きくならない。これは水蒸気爆発と考えられる。ただし、中には突発的に成長をはじめ、継続時間も長い火山灰プルームが発達することもある(第2図(b))。この現象は、正のフィードバックがかかり、累進的に火山灰が生産されるように見え、マグマ水蒸気爆発の可能性がある。ステージ3以降はほとんど水蒸気爆発と思われる。

4.2 各火口の噴煙活動の相補性

今回、複数の火口の活動度のリズムに相補性が見られることがあった(ステージ3およびステージ4初期)。これは、火口間で何らかの力学的相互作用が存在することを暗示する。そのような相互作用を媒介するものとして、ここでは熱水の余剰圧を考えると現象をうまく説明できる可能性がある。

ステージ2では複数の活動的火山口の噴火リズムの関連性は認められないが、これは熱水活動がまだ局所的にしか活発化していないので全体としての熱水の余剰圧が低く、プルームソースが固有の噴火リズムで活動を行っていたと解釈できる(第5図)。

ステージ3の時期では、噴煙の活動度の相補性が目立つ(第9図)。特に、泥水ジェットのパルス状リズムに対する他の水蒸気プルームのリズムの相補性が顕著である。広い範囲で熱水活動が活発なときは、地下での全体の余剰圧が高いので、ある火口でプルームが発生し始めると、その火道周辺の局所的な地殻応力変化が、他の火口群の火道に容易に伝わり、相補性が生まれると思われる。このように熱水活動により生じた余剰圧を媒介とした力学的相互作用が働き、それぞれの噴火噴煙のリズムが調整されていると考えることが可能である。

ステージ4の初期では、水蒸気プルームのリズムの相補性がめだつ。しかし、その後、連続性が高くほとんど変動が見られない(第2図(b)) (第11図)。広い範囲で熱水活動の活動度が下がったために、相互作用が無くなった可

能性がある。プリュームソースも固有の噴火リズムを作るだけの熱水ポテンシャルがなくなったと考えられる。

以上の考察は、定性的な推測の段階をでていない。今後、時系列解析により定量的に噴煙の高度変化のリズムを記載し、噴火メカニズムや火山活動の進化を議論することが必要である。相補性に関しても、火口が4箇所あるため、2つ以上の相互作用の解析が求められる。

5. まとめ

有珠火山2000年噴火で活動した西山西麓の火口群と金比羅山の火口群から7-8 km離れたサイロ展望台からの噴煙遠望観測を行い、4月6日-13日の噴煙高度の時間変化を記載した。これをもとに、4月の噴煙の進化を記載すると4ステージに分けられる。(ステージ1)3月31日の噴火。(ステージ2)4月1日から4月7日。黒色火山灰プリューム噴火で特徴づけられる。この期間では、噴火間隔や規模に関する規則性はない。各火山灰プリュームの高度は、4月7日まで約3,000mから1,000mに減少していった。(ステージ3)4月8日から4月10日まで。金比羅山火口群での500m程度の高さの泥水ジェットの出現が特徴である。泥水ジェットは、15-40分間隔に間欠的に上昇し、停止高度で水蒸気と泥水に分離した。軽い水蒸気はプリュームとしてさらに1,000m程度まで上昇し、重い泥水は下降して泥流となった。火口が連結拡大すると、高度約300m前後の連続的なプリュームが約数分間継続した。休止間隔とプリューム高度には正の相関が認められる。泥水ジェットのパルス状リズムに対する他の水蒸気プリュームのリズムの相補性が顕著である。(ステージ4)4月11日以降。両火口群とも水蒸気プリュームが卓越する。4月11日は、金比羅山火口群では、水蒸気プリュームのみが、ステージ3と同規模の時間間隔でパルス状に上昇した。4月12日以降、時間とともに水蒸気プリュームはより連続性が高くなった。4月13日の観察では、水蒸気プリュームのリズムは全体として40-50分間隔の長波長成分に、5分程度のパルスの短波長成分が重なっているように思われる。この期間の初期では、水蒸気プリュームのリズムの相補性もみられたが、時間が経つにつれ、連続性が高くほとんど変動が見られなくなる。

噴煙の高度変化は、噴火メカニズムや熱水の余剰圧などを反映している可能性があり、火山・熱水活動度の下降や累進の程度を見極めるのに重要な指標となり得る。

謝辞 北海道大学有珠火山観測所、気象庁、合同観測班、有珠噴火の防災対策関係者、サイロ展望台の職員の皆さんには現地で大変お世話になった。地質調査所の有珠対策チームの皆さんには、緊急観測で支援していただ



第12図 西山西麓火口群と金比羅山火口群からの連続的な白色水蒸気プリューム。4月25日12:00頃、蛇田トンネル上の道路から撮影。

Fig. 12 White vapour plumes from craters at the western foot of Nishiyama volcano and from those at the western foot of Konpira volcano. A photograph taken from the road above the Abuta tunnel at 12:00 on April 25.

いた。和田恵治(北海道教育大学)・櫻井和彦(穂別町立博物館)氏には、現地で協力いただいた。この場でお礼を申し上げたい。東宮昭彦氏には、論文の査読をしていただき、論文改善に有益なコメントをしていただいた。

文 献

- 北海道立地質研究所(2000) 2000年有珠山火山噴火観測速報。北海道立地質研究所, 53p.
- 川辺禎久(2000) 速報:2000年3月31日有珠山噴火(口絵)。地質学雑誌, 106, V11-VIII.
- 気象庁(2000) 有珠山噴煙高度。第85回火山噴火予知連絡会資料。
- Sparks, R.S.J., Bursik, M.I., Carey, S.N., Gilbert, J.S., Glaze, L.S., Sigurdsson, H. and Woods, A.W. (1997) Volcanic Plumes. John Wiley & Sons, Chichester, 574p.
- 宝田晋治・西 祐司・松島喜雄・高田 亮・風早康平(2001) 有珠火山2000年噴火の噴煙観測装置。地調研報, 52, 181-187. (本特集号)
- 東宮昭彦・宮城磯治・星住英夫・山元孝広・川辺禎久・佐藤久夫(2001) 有珠火山2000年3月31日噴火とその本質物。地調研報, 52, 215-229. (本特集号)
- 山元孝広(2001) 有珠火山2000年噴火でのマグマ水蒸気爆発と火砕流到達域予測。地調研報, 52, 231-239. (本特集号)

(受付:2001年1月10日; 受理:2001年1月10日)