

有珠山2000年噴火におけるマグマ水蒸気爆発^{*})

遠藤邦彦¹⁾・大野希一¹⁾・国方まり¹⁾・諸星真帆¹⁾・鈴木正章²⁾
西村裕一³⁾・長井大輔¹⁾・千葉達朗⁴⁾・陶野郁雄⁵⁾

Phreatomagmatic explosions of the 2000 Eruption of Usu Volcano

Kunihiko ENDO¹⁾, Marekazu OHNO¹⁾, Mari KUNIKATA¹⁾,
Maho MOROHOSHI¹⁾, Masaaki SUZUKI²⁾, Yuichi NISHIMURA³⁾,
Daisuke NAGAI¹⁾, Tatsuro CHIBA⁴⁾, Ikuo TOHNO⁵⁾

(Received October 31, 2000)

The 2000 Eruption of Usu Volcano began on 31st March from the several craters occurred on the western slope of Nishiyama, Usu Volcano. The March 31st Eruption was phreatomagmatic one, accompanying pyroclastic surge and aggregate ash fall. Around the craters, well-laminated fine ash of pyroclastic surge deposit distributes to the north, and fine ash was carried towards ENE by western wind from ash plume of 3500m high, falling out as ash aggregate on the snow cover. The total weight of the pyroclasts erupted on 31st March is estimated to be 2.1×10^5 tons. After April 1st, when craters of Kompira-yama opened, many phreatomagmatic and phreatic eruptions were occurred from both craters, but the plumes composed of mud, water and steam were not high and aggregates fell only in the vicinity of the craters. The total weight of this eruption is estimated to be 9.4×10^5 tons.

Keywords: Usu volcano, Usu 2000 Eruption, Phreatomagmatic eruption, Pyroclastic surge, Ash aggregate

1.はじめに

2000年3月27日より有珠山北西山麓部において地震活動が活発化し、同29日には噴火に近いことが予告され、住民が避難する中で2日後の3月31日13時07分に西麓で噴火活動が始まった。機器観測が整備され、また過去の噴火の経緯や火山活動の癖がよく研

究された中で、噴火予知に成功した。1910年の有珠山噴火でも事前予知がなされたが(岡田他、2000)、今回は近代化された観測体制の中での初めての成功例といえよう。さしあたり人的被害は避けられたが、様々な火山災害が発生した。

筆者らはこの噴火によってもたらされた火山灰を主とする噴出物の分布やその堆積物としての特性を検討

- 1) 日本大学文理学部地球システム科学科：
〒156-8550 世田谷区桜上水3-25-40
- 2) 道都大学短期大学部：
〒061-1101 北広島市中の沢149
- 3) 北海道大学大学院理学研究科地震火山研究観測センター：
〒052-0031 伊達市館山町29-1
- 4) アジア航測(株)：
〒243-0014 厚木市旭町5-42-32
- 5) 国立環境研究所地下環境研究室：
〒305-0053 つくば市小野川16-2

* 本研究の一部に平成12年度日本大学文理学部自然科学研究所共同研究費を用いた。

- 1) Department of Geosystem Sciences, College of Humanities and Sciences, Nihon University: 3-25-40, Sakurajousui, Setagaya-ku Tokyo 156-8550 Japan
- 2) Dohto University: Nakanosawa 149, Kitahiroshima Hokkaido 061-1101
- 3) Institute of Seismology and Volcanology, Graduate School of Sciences, Hokkaido University
- 4) Asia Air Survey Co.: 5-42-32, Asahi-cho, Atsugi-shi Kanagawa 243-0014
- 5) National Institute for Environmental Studies: 16-2, Onogawa, Tsukuba Ibaraki 305-0053

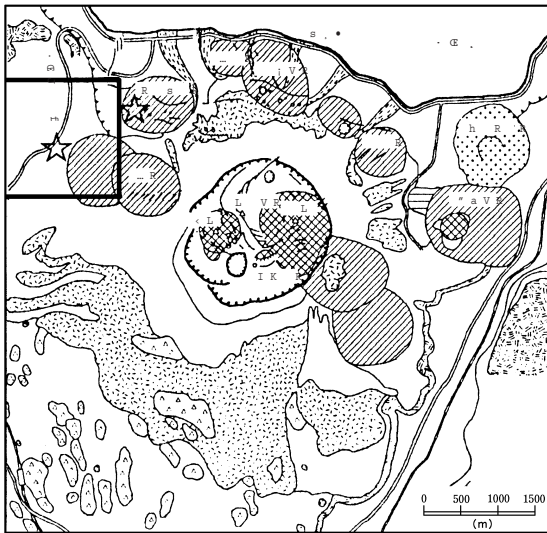


図1 有珠山2000年噴火の位置図(左上の枠内は図2の範囲)
Fig. 1 Locality map of Usu Volcano

するため、噴火直後の4月2日から現地調査を開始し、以後数次にわたる現地調査を重ねてきた。この噴火は未だ継続中であるが、2000年10月の段階でその影響は火口群の中で依然として活動を続ける2~3の火口のごく周辺に限定されるようになっており、活動のない火口の周辺の調査は可能となっている。本稿では、2000年3月31日の噴火開始から同10月初旬にかけての噴出物を対象として、現在までの調査結果を整理して、その主要な特徴について速報的に述べる。

日本大学文理学部地球システム科学科の荒牧重雄教授には本研究を含め日頃から様々な建設的なご意見と励ましを頂きました。同教授が御定年を迎えるにあたり、改めて深甚なる感謝の意を表するものです。

2. 2000年噴火の推移の概要

有珠山2000年噴火は3月31日13時07分に、有珠山西麓、西山の西方で始まった(図1)。火山性地震は3月27日に始まり、同日昼頃から活発化し28日には更に活発化したため、気象庁は臨時火山情報第1号を発表した。29日に地震活動はさらに活発化したため、緊急火山情報第1号が発表され、数日以内に噴火する可能性が大きいとされた。30日には西~北西部で地割れが確認され緊迫の度を増す中で、噴火が開始された。宇井他(2000)によると、西山西方に形成さ

れた火口は数時間の内に次々と数を増やした(以下N火口群と呼ぶ)。現在この範囲には12個の火口が存在するが、4月1日午前の写真(陸上自衛隊撮影)を見るとその内8~9つを確認できる(宇井・総合観測班地質グループの資料によるN1~3, N4, N5, N7, N10, N14, N12)。これらの火口から激しく噴煙が立ち上り(写真1)、噴煙の高度は3500mに達した。この噴火は当初水蒸気爆発と発表されたが、その後マグマ水蒸気爆発と訂正された。4月1日には洞爺湖温泉街の裏手の金毘羅山山麓で火口(以下K火口、K火口群と呼ぶ)が開き、噴火が発生した。4月2日以後、西山西方と金毘羅山山麓の二つの火口群から断続的に噴火(比較的小規模なマグマ水蒸気爆発・水蒸気爆発を主とする)を繰り返し、周囲に火山灰を降らせた(写真2, 3)。この間、2箇所¹⁾の火口群はそれぞれ火口の数を増やし、火口付近には亀裂や断層が生じ(写真4)、溶岩ドームの隆起を示す地殻変動が顕著となっていった。その地殻変動により、火口周辺の建造物には大きな被害が生じた(写真5, 6)。噴出物による植生の被害も主に火口周辺で目立った(写真7, 8)。噴火活動の主体をなすマグマ水蒸気爆発・水蒸気爆発は断続的に頻繁に発生したが、多くは噴煙の高度で500mに満たない小規模なものである。しかし何回かは噴煙の高

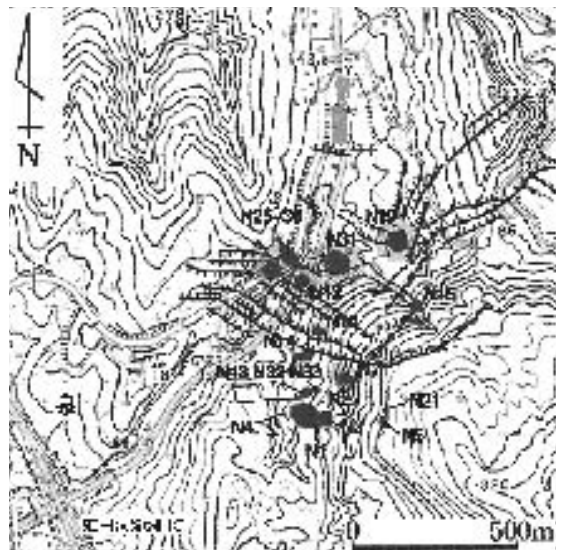


図2 西山西方火口群の火口位置
(火口の番号は宇井・総合観測班地質グループによる)
Fig. 2 Crater number and the location (Number of crater after Ui et al.)

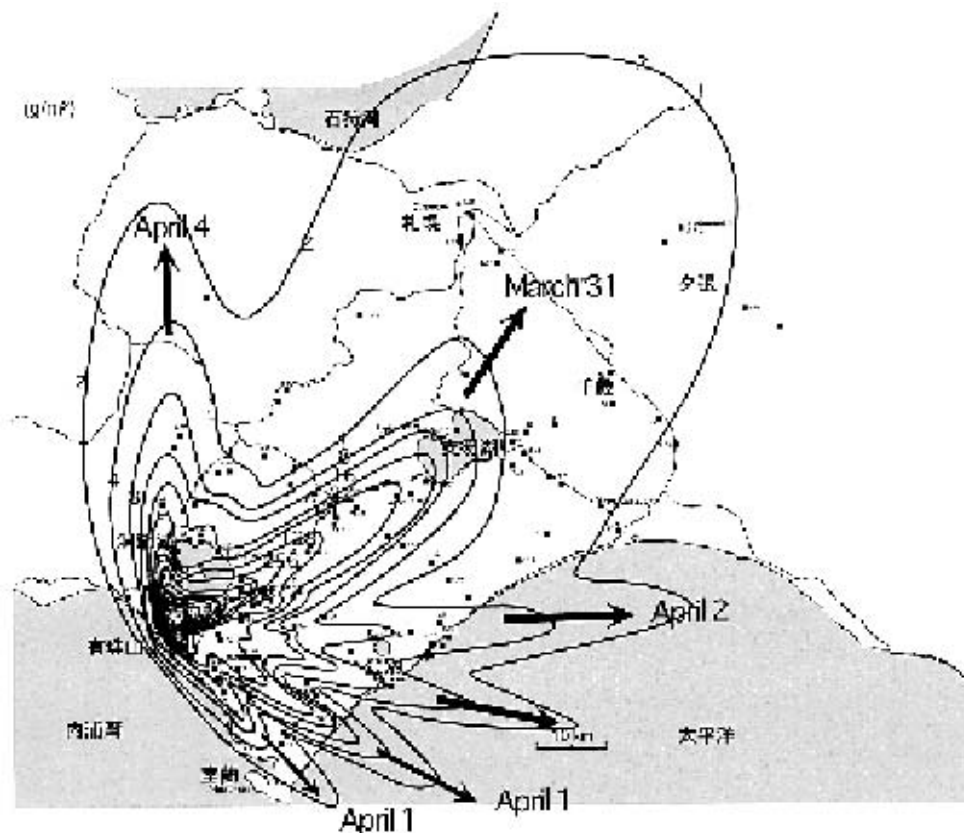


図3 有珠火山2000年噴火降灰の等重量線図
矢印の日付は噴火発生日を示す

Fig. 3 Isoleth map for the ash falls of Utsu 2000 Eruption
Arrows with dates show the main direction and the day of the eruption

度が1000m~2000mに達している。3月31日の噴煙はその中では最も激しいもので、高度は3500m、コックスティルジェットも目撃された。この噴火によって放出された大量の噴石は、火口近傍の家屋や路面に被害を与えた(宝田他, 2000)。N火口群の東方約2kmで発見された噴石(一部火山弾の可能性もある)もこの噴火による可能性がある。この噴煙の基部には地面を這うような北向きの噴煙が伴われ(写真1)、低温の火砕サージが発生していた可能性が強い。この点は後述する。

2000年噴火の噴出物にはこの噴火を引き起こしたマグマに由来する軽石や火山灰が含まれていた。こうした本質物質の存在は、鉍物や全岩の化学組成から議論された(東宮他, 2000; 中川他, 2000)。東宮他(2000)は、火山灰や軽石に含まれる磁鉄鉍の組成に基づいて、針状の微結晶を多量に含む火山ガラスを

2000年噴火の本質物質とした。またこのマグマは1977-78年噴火の出残りマグマに由来すると考えている。中川他(2000)によると、2000年噴火マグマはSiO₂ 69~70%の流紋岩質デイサイトで、1977-78年マグマとは異なる新たなマグマが関与したとされる。これら本質物質は3月31日と4月1日の噴出物から確認されている。筆者らの検討によると、火口の東方約10kmで採取した3月31日の火山灰(2~3φフラクション)には約60%に及ぶ本質火山ガラスが含まれていた。この値は星住他(2000)の約50%という見積り(洞爺湖東岸)とほぼ一致する。

また、4月3日以後の活動では、ふたつの火口群から泥を含んだ熱水が蒸気によって押し上げられ、火口から溢れ出して、泥流(熱泥流)となって流下した(写真9)。高田他(2000)は3月31日の後4月7日までにはマグマ水蒸気爆発から水蒸気爆発への移行期で、

やや湿った黒色火山灰を降下させる火山灰プリューム噴火にコックスティールジェットをまじえていたが、4月8日以降は泥水プリューム（ジェット）で特徴づけられる水蒸気爆発となり、重い泥水は下降して泥流となったと考えた。このような泥水は火口近辺に火砕丘を成長させるとともに、凝集火山灰を降下させた（写真10）。

3. 遠方での降灰調査とその結果

噴火の開始後直ぐに緊急調査を開始した。現地での降灰調査は実質4月2日から4月8日まで、洞爺湖周辺から札幌に至る約70地点で行った。

調査は有珠山2000年噴火火山灰合同調査班として、日本大学・国立環境研究所・道都大学・東京都立大学・上越教育大学・北海道地質研究所の共同で行われた。その内容は、降灰状況を長期的に観測するための火山灰トラップによるものと、雪面を主とした地表での降灰量調査よりなる。火山灰トラップは洞爺湖周囲から支笏湖周辺に至る約50地点に設置されたが、その結果は別にとりまとめられる予定である。3月31日噴火及びその後の噴火による火山灰降下状況を明らかにするため、降灰量調査を洞爺湖周辺から支笏湖、札幌に至る地域において約70地点で行った。

調査方法は以下の通りである。平坦な雪の上に火山灰が堆積している所で、50cm×50cm、場所によって

は20cm×20cm、あるいは1m×1mの範囲から火山灰を雪ごと採取し、実験室で乾燥させて火山灰を抽出し、乾燥重量を測定した後、1m²あたりの火山灰堆積量に換算した。3月31日の火山灰採取は主として4月2日～4日に行われた。遠方については4月8日まで地点を補充した。札幌周辺～山間部をはじめかなり多くの地点で、火山灰は31日夜から4月1日夜にかけての降雪によって覆われ、厚さ1～20cmほどの新雪の下に保存されていた。したがって、4月1日以降の火山灰とは明確に分けることができた。

3月31日噴火の降灰分布を図3の中に示す。分布軸は火口から東北東方向に伸び、堆積量は洞爺湖東岸の発電所付近では約700g/m²、大滝で80g/m²を示した。支笏湖周辺で北方向に曲がり、札幌付近でも2～3g/m²の値を示した。1g/m²の値は雪面に明瞭に降灰が認め得る程度の微量な量である。図3には2g/m²以上の範囲を示した。

図3には3月31日以後、4月8日までの降灰分布を示す。実測値から6つのロープが求められた。4月2日の北よりの分布軸は降灰時に確認された。4月4日の降灰の軸は現地降灰中に確認されたものである。その他の分布軸は噴火時の高層気象データから判断した。登別に向かうロープは4月2日のものである。これらの分布方向については北海道地質研究所（2000）の推定とほぼ一致している。

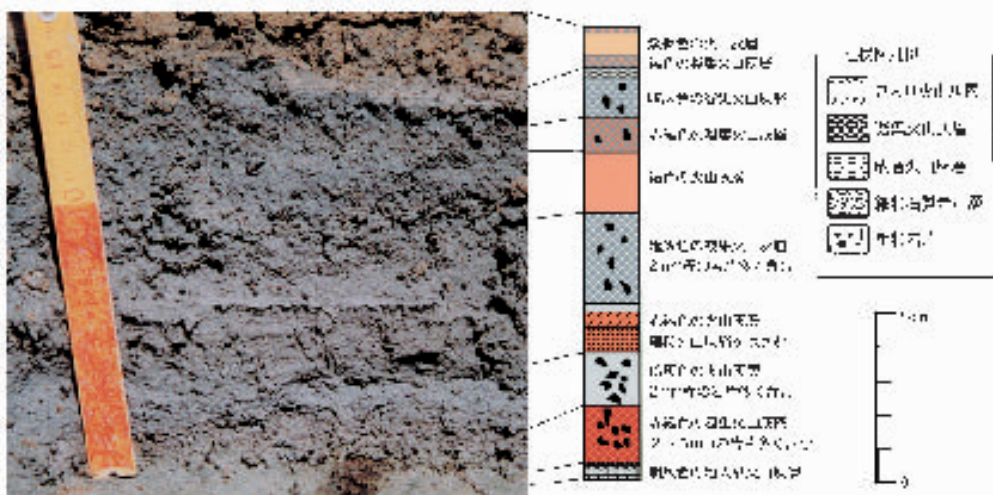


図4 有珠2000年噴火の降下火砕物の模式断面（洞爺湖温泉町KB火口北）
Fig. 4 Typical sequence of ash falls of the Usu 2000 Eruption, Toya-ko Town

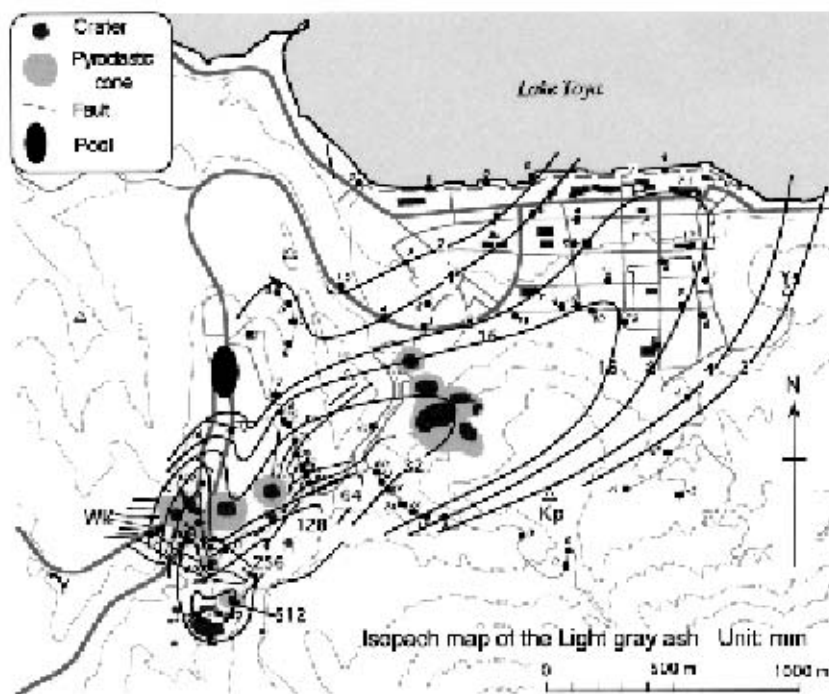


図5 有珠山2000年3月31日噴火における火口周辺の噴出物等厚層線図

Ys: 四十三山, Kp: 金毘羅山, Wk: 菓子工場, Y: 幼稚園

Fig. 5 Isopach map for the March 31 Eruption ash in the vicinity of the craters (within 2km)

4. 火口近傍における2000年噴火の噴出物

2000年7, 8月の調査では主に洞爺湖温泉地区からK火口群にかけての地域を, 10月の調査ではさらにN火口群の周辺部について噴出物の堆積状況を調査した。調査を行ったほとんどの地点において, 堆積物は淡灰色を呈する火山灰からなる下位層(明灰色火山灰)と, 褐灰~褐~暗灰色を呈し, 多孔質な上位層の2層構造が認められた。図4は模式的な降下火砕物の断面写真とその柱状図である。

下位の明灰色火山灰は最大3~5mm大の岩片を含み, 中~粗粒砂を含むことがあるが, 主体はシルト混じりの細粒砂である。N火口群に向かって厚さを増していくこと, 3月31日の遠方の降灰分布と分布軸を同じくすることから, 3月31日の噴出物と考えられる。N1火口やN2火口の火口壁やその近傍では同様の特徴を持った成層した火山灰層が厚さ30~80cmとなる(写真11および12)。

上位層は複数のユニットからなり, 場所による変化

が激しいが, 全体的には粒間の空隙の多い凝集火山灰層や泡入り火山灰層(vesiculated tuff)で特徴づけられる。これらは4月1日以降の噴出物と考えられる。この火山灰層の中には, 特徴的に赤褐色を呈する細粒火山灰層が複数枚認められることがある。

図5に火口周辺における明灰色火山灰, すなわち3月31日の噴火でもたらされた火山灰の等厚層線図を示す。この図から, 3月31日の噴出物は明らかに2つのローブを形成して堆積したことがわかる。一つのローブは3月31日に形成されたN1火口及びその周辺の火口群から北ないし北北西に約1km伸びて急速に厚さを減ずる。もう一つのローブは上記火口群から東北東に伸びるもので, 遠方の分布(図3)に連続するものである。

ここで2つのローブと3月31日噴火に伴う噴煙との関係が問題になってくる。この問題については改めて詳しい議論を行う予定であるが, 現段階では次のように考えている。

3月31日の西山西方火口群からの噴煙については,

報道各社の映像やアジア航測（株）による空撮写真（写真1など）がある。これらを検討すると、高く立ち上る噴煙の西側に比較的低い噴煙が見られ、北側に伸びていること、その基部からは地をはうような煙が広がっていることなどがわかる。この北側に伸びる噴煙と噴出物の示す北にのびるロープとが位置的に対応するように思われる。

西山西方火口群の内、N1火口周辺の数箇所の火口の壁には、旧地表を覆って成層構造の顕著な明灰色細粒火山砂～火山灰層が厚く認められるが（写真12）、一般的に火口近傍の降下堆積物に期待されるような直径数cmにおよぶ粗粒物はほとんど認められない。

以上の点から3月31日噴火の初期には、N火口群西よりから北側に走る火砕サージが存在していた可能性が強い。この場合、その火砕サージ堆積物が北側に約1km伸びるロープに相当することになり、実際の堆積物が示す成層構造は、一部降下火砕物層を挟むものの、主体は火砕サージによって形成されたこととなる。またこのように考えると、図5に示す3月31日の降灰分布がN火口群からやや北側へくびれた後に、東北東へ伸びていることが説明し易くなる。この堆積物に含まれる木片は炭化されていないことから低温であったと考えられる。さらに樹木を倒すような現象は見出されないことから高速のものではなかったと思われる。

なお、火砕サージの発生の有無については、堆積物の堆積構造、凝集粒子や粒度組成、水平方向に流走した証拠（mantle beddingの有無等）等を検討する必要があり、稿を改めて詳しく論じることとしたい。

5. 噴出量の推定

a. 3月31日噴火の遠方への降灰量

図3の中に示されている3月31日の降灰量分布から、3月31日の噴火によってもたらされた火山灰降下量を求めた。実測値に基づいて描かれた等値線のうち、2本の等値線によって囲まれる面積と、2本の等値線の平均値を掛け合わせた値を積算することによって火山灰の総堆積量を見積もると、約12万トンとなる。この数字は、少なくともこれだけは降ったという意味の数字である。

b. 3月31日噴火の火口近傍への降灰量

7月末からの地質調査に基づいて作成した火山灰の等層厚線図（図5）から、火口から洞爺湖温泉街にわたる範囲に堆積した火山灰の総量を求めた。本論では、同調査地域の22箇所の地点で得られた堆積物の堆積密度の平均値（900kg/m³）を用いて体積を重量に換算した。その結果、図5の範囲に堆積した明灰色火山灰の量は約9万トンと見積もることができる。以上から、遠方および火口近傍を含めた3月31日の降下火山灰の堆積量はおよそ21万トンと見積もることができる。

c. 総噴出量の推定

図3の測定値を用いて、3月31日の噴火から10月初旬までに堆積した火山灰の総量を見積もると、約47万トンとなる。これらの内、4月4日16時～17時頃を中心に断続した北方向への降灰は実測値として約3万トンであることから、単一のロープを形成するようなイベントに伴う降灰量は、およそ数万トンのオーダーであると推定される。

また、7月以降の地質調査によって得られた火口近傍域の火砕堆積物全体の等層厚線図と、前述の堆積物の平均堆積密度を用いて総堆積量を見積もると、およそ47万トンとなる。以上から、3月31日の噴火以降、10月初旬までに堆積した火山灰の総量は、火口近傍および遠方域を含めておよそ94万トンと見積もることができる。

d. 火山灰の分布特性に関する考察

上記の結果は、マグマ水蒸気爆発、及び水蒸気爆発に伴う火砕物が、火口近くに極めて大量に降下堆積したことを示唆する。3月31日の噴火でもたらされた火砕物の場合、総量21万トンのうち、およそ44%にあたる9万トンが火口から2km以内に堆積した。これに対し、4月1日以降の火砕物は、その総量73万トンの内、およそ53%にあたる39万トンが火口から2km以内に堆積した。このように、3月31日噴火の噴出物は相対的に薄く広く分布したことを示す。噴火当時の有珠山近傍のいくつかのアメダス観測データや高層気象データを見ると、噴火が頻発した3月31日～4月8日の期間には、4月6日を除くと地表・高層とも極端に風速の強い時間帯はない。上記の観測結果から判断すると、3月31日の火砕物に認められる分布特性は、

大局的には噴火に伴うマグマの関与の程度と、火砕物の堆積形態の違いに起因すると思われる。つまり、3月31日の噴火はマグマの関与の程度の高いマグマ水蒸気爆発であり、他のイベントに比べて噴煙の上昇高度が高かった（～3500m）ため、火砕物が相対的に薄く広く堆積したのに対し、3月31日以降の噴火はマグマの関与の程度の低い水蒸気爆発が主体であり、噴煙の上昇高度が相対的に低かった（ほとんど1000m以下）ことに加え、火砕物が主として凝集粒子として降下したために、火砕物が相対的に厚く狭く堆積したと考えられる。本稿では火口近傍を火口から2km圏とした。これを各火口群から1kmとすれば両者の差は鮮明となる。

6. おわりに

3月31日噴火の噴出物は一部を除き雪面に降下した。また、かなりの地点で降下直後に新雪に覆われた。このため、極めて微量な降下量を3月31日やその後の降灰と明確に区別して精度よく採取することができた。

3月31日の噴出物と4月1日以降のそれは極めて対照的な分布特性を見せる。すなわち後者の多くは火口周辺部に集積し、遠方には拡散していない。その結果、図3から求められた噴出量、94万トンに対し、火口近

傍（2km以内）に堆積した噴出物は47万トンで、その割合は全体の約50%に達する。

3月31日のマグマ水蒸気爆発は、堆積物の性質と分布及びその噴煙から火砕サージを発生させていた可能性が強い。今後さらに火砕サージの温度、速度、運搬過程等を含めた特性を解明していく必要がある。

有珠山2000年噴火で生じた様々なタイプのマグマ水蒸気爆発の諸特性を明らかにすることは過去に度々マグマ水蒸気爆発を経験してきた有珠火山の今後の火山防災のためにも重要であると考えられる。

謝辞

本研究において降灰調査にあたっては北海道大学有珠火山観測所岡田 弘所長、北海道大学大学院理学研究科宇井忠英教授、気象庁地震火山部火山課湯山弘明氏、札幌管区気象台宮村淳一氏、北海道地質研究所浜田誠一氏、合同観測班地質グループ、現地災害対策本部、および地盤工学会有珠山2000年噴火緊急調査団のお世話になった。ここに記して篤く御礼を申し上げる。

本研究の内、噴火直後の緊急調査にあたっては、降灰分布調査について以下の方々に加わって頂いた。上越教育大学の山縣耕太郎氏、都立大学大学院の小森次郎氏、日本大学文理学部地球システム科学科及び同大学院総合基礎科学研究科地球情報数理科学専攻の上野龍之氏、石田大輔氏、北沢稔彰氏、野口 聡氏、林下京子氏、中山聡子氏。以上の方々に心から御礼を申し上げる。

引用文献

- 北海道立地質研究所（2000）有珠山噴火。地質研究所ニュース、16増刊号、p.1-4.
- 星住英夫・宮城磯治・川辺禎久・山元孝広・東宮昭彦・宝田晋治（2000）有珠火山2000年3月31日降下火山灰及び漂着軽石の特徴とその起源。日本火山学会2000年度秋季大会講演予稿集、p.29.
- 地盤工学会・有珠山噴火緊急調査団（2000）有珠山噴火緊急調査報告—第1報—。地盤工学会誌（土と基礎）、48（6）、p.35-37.
- 国方まり・諸星真帆・長井大輔・大野希一・陶野郁雄・鈴木正章・遠藤邦彦（2000）有珠山2000年噴火による降灰の分布と粒度特性。日本火山学会2000年度秋季大会講演予稿集、p.186.
- 長井大輔・遠藤邦彦・陶野郁雄・鈴木正章・山縣耕太郎・千葉達朗・小森次郎・大野希一・石田大輔・国方まり・諸星真帆（2000）有珠山2000年噴火の降灰—その分布と粒度組成—。日本第四紀学会2000年大会予稿集、p.2-3.
- 中川光弘・和田恵治・石塚吉浩・工藤 崇・吉本充宏・北川淳一・平賀正人・清野寛子・外狩英紀（2000）有珠火山2000年噴火：噴出物の時間変化と本質マグマ。日本火山学会2000年度秋季大会講演予稿集、p.190.
- 岡田 弘・森 濟・大島弘光（2000）2000年有珠山噴火はどう予知されたか。日本火山学会2000年度秋季大会講演予稿集、p.22.
- 高田 亮・宝田晋治・山元孝広・西 祐司・松島喜雄・風早康平・宮城磯治・川辺禎久・東宮昭彦・篠原宏志・広瀬 亘・垣原康之・田近 淳・遠藤祐司・野呂田晋・和田恵治・桜井和彦（2000）有珠火山2000年噴火の噴火・噴煙の時間変化。日本火山学会2000年度秋季大会講演予稿集、p.177.
- 宝田晋治・羽板俊一（2000）北海道支所における有珠火山2000年噴火への対応（速報）。地質ニュース、551、p.11-19.
- 東宮昭彦・宮城磯治・星住英夫・川辺禎久・山元孝広（2000）有珠火山2000年噴火の本質物質。日本火山学会2000年度秋季大会講演予稿集、p.30.
- 宇井忠英・総合観測班地質グループ（2000）有珠山2000年噴火：噴火の推移と災害。日本火山学会2000年度秋季大会講演予稿集、p.23.



写真1 3月31日の噴煙 [アジア航測(株)による].
Photo1 Plume of the March 31 Explosion of 2000 Usu Eruption, viewed from WSW (after Asia Air Survey co.).



写真4 虻田町道公園線には沢山の断層が入った。
Photo4 Many faults cut the road near Route 230.



写真2 洞爺湖温泉町の降灰状況。屋根の上に多数のインパクトクレーターが認められる。
Photo2 Ash falls in Toya-ko Town. Many impact craters are observed on the roof.



写真5 火山灰・噴石と断層によって破壊された菓子工場。
Photo5 Damaged factory by ash, cinder and faults.



写真3 洞爺湖温泉町の降灰。
Photo3 Ash falls in Toya-ko Town.



写真6 断層によって傾いた焼却場。
Photo6 Damaged factory by fault.



写真7 火口付近の樹木は大きな被害を受けた（西山西方火口群，N31火口付近）。

Photo7 Damaged trees near N31 crater.



写真10 火砕丘斜面を覆う泥流状堆積物。コックステイルジェットから落下堆積したものと思われる。

Photo10 Mud flow-like deposit covers the slope of K crater, which would be deduced from cock's tail jets.



写真8 葉に付着した火山灰（金毘羅山火口群の北）。

Photo8 Ash-coated leaves (north of the Kompira craters).

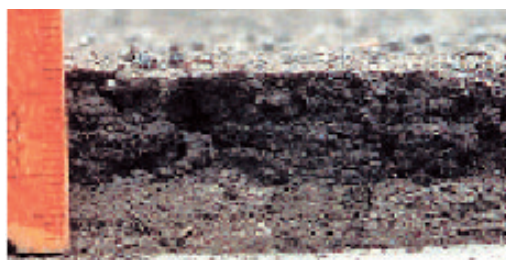


写真11 N1火口の北東約2kmの地点で認められる明灰色火山灰層と、これを覆う凝集火山灰層。

Photo11 Light gray ash of March 31 and overlying ash aggregates observed at 2km NE from N1 crater.



写真9 金毘羅山火口群から流下した泥流堆積物。

Photo9 Mud flow deposit from Kompira craters.



写真12 西山西方火口群，N33火口付近の成層する明灰色火山灰層（長さ1mのスケールの部分）。

Photo12 Laminated ash layer of March 31 deposits near the N33 crater.