

樽前火山 —噴火活動と災害—

曾屋 龍典
Tatsunori SOYA

小野 晃司
Koji Ono

松野 久也
Kyuya MATSUNO

はじめに

樽前火山では 昨年末頃から火山性地震の発生回数が増加し 本年2月には史上最高の1,121回を記録した。

また山頂溶岩円頂丘は 過去4ヶ月間に10cmの隆起を示し 2月末には小規模な爆発による降灰があったことなどから 関係機関では警戒体制を強めていることが報じられている(朝日新聞 北海道版 1981年3月7日 赤旗同)。

“予知・予測こそ災害防止の第一歩である”。この鉄則は 何れの災害にも当てはまるものであるが 原因が取除くことのできない自然現象であるときには とくにそうである。このような観点から 現在もっとも世の関心を受けているのは 地震予知技術および噴火予知技術である。

これら予知技術の当面の課題として

1) 前兆現象の検知あるいは検出のための観測技術

2) 観測データの解析および情報処理技術

の開発に 大きな努力が傾注されている。この分野における最近の進歩には著しいものがあり ある程度以上の規模の地震ならびに噴火活動の直前の予知が可能になるところまで到達しつつあるものと見られる。これを防災の立場から さらに完璧なものとするためには

3) 生ずる被害の程度およびその範囲の予測と異常事態の想定

にまで拡大されなければならない。

ここで 噴火予知における地質学的手法の役割を考えてみよう。地震では 群発型地震を別にすると 蓄積されたエネルギーは ほとんど1回の大地震(本震)で放出される。従って 地震予知では いっ どころで どの大きさの地震が起きるか が最重要課題で それによって被害の予測も また対策を予めたてることもできる。ところが 火山の噴火では エネルギーはある程度時間をかけて放出される。1回の噴火活動が数時間で終ることもあるが 数年間継続することもあり 当然その間 活動の様相も時とともに変化する。最大の被害をもたらす事件は最初に起きるかもしれないが 活動期の途中で起きるかもしれない。この場合 活動の始まりを予知するだけでなく 活動期を通じて 活動の経過 様相の変化についての正確な予測が継続的に必要とされるのである。

火山の年齢は 何回かの活動期間と休止期間との総和であり 長いものは数10万年というオーダーである。

これに対して 我々が種々の観測手法を駆使しても 観測できる範囲は その最後の一断面である。火山噴火予知としては

1) 長期的にみた活動の可能性、噴火間隔の評価(長期予測)

2) 噴火活動の時期・種類・場所の予知(短期予知)

3) 噴火開始後の経過予測の3段階構えが考えられる。

勿論 各段階ごとに 全ての地球科学的手法の動員・協力が必要であるが 1)の長期予測では 火山の長い成長史・活動史を扱う地質学的手法が 2)の短期予知とくに時期の問題につい

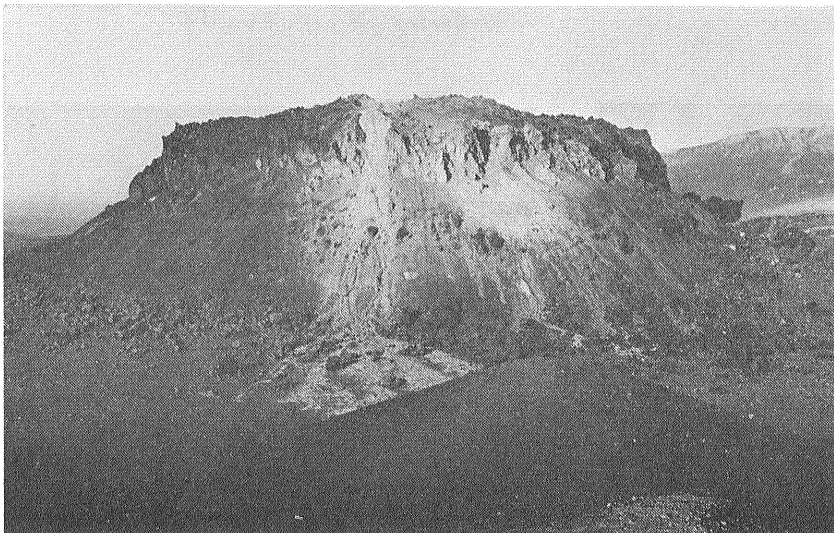
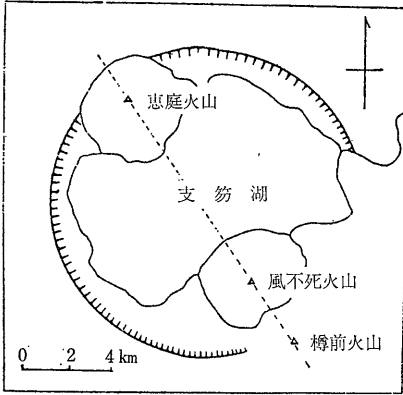


写真1 1909年に誕生した溶岩円頂丘 西山より



第1図 支笏カルデラと3つの後カルデラ火山 (鈴木・下斗米, 1933)

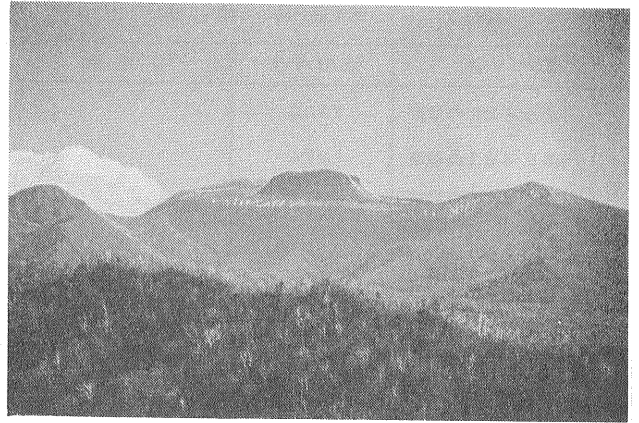


写真2 およそ15km西の美笛峠からの樽前山 左は 風不死岳に連なる北山 右は 西山 (支笏カルデラ縁の一部)

ては地球物理・地球化学的手法が重要な役割を担い3)では各分野の密接な協力がとくに必要であろう。

地質学的手法とは 具体的には 野外における地質調査と 噴出物の室内における実験研究とである。火山体を構成する噴出物の噴出順序の決定 その種類 および性質の解明 各噴出物の分布範囲のマッピングによる火山地質図の作成がその基本となる。野外での詳細な露頭観察は 単に火山噴出物を静的に記載するだけでなく 過去の噴火活動の様式・状況をダイナミックに復元することを可能にする。野外において採集された火山噴出物の室内における岩石学・地球化学的研究では その噴出物の噴火直前の温度・粘性 含まれる水の量 堆積時の温度 噴出の年代などについて 可能な限りの定量化が行われる。こうした詳細な研究を1火山ごとに行うことによって その火山の長いライフサイクルに亘る活動史を編むことができる。そこで明らかにされた

火山の個性—噴出物の性質と噴火様式—が次の噴火の様式・規模およびそれによる被害の予測の基本となるであろう。

樽前火山の過去と将来

冒頭に述べたように 火山性地震の頻発や山頂部の隆起などの検出によって 警戒を宣告された樽前山の過去を見てみよう。

樽前火山は 恵庭岳 風不死とともに 支笏カルデラの形成後に生じた火山である(第1図)。標高は 1,024 mで その山頂は ほぼ円形の直径1.5kmの外輪山(山頂カルデラ)にとりまかれ その火口原の中央にスコリアからなる低い中央火口丘がある(写真2)。中央火口丘の内側には 1909年に出現した溶岩円頂丘(直径450m 高さ130m)がある。火山体の外斜面は、外輪山から海拔およそ600mまで裸地の急斜面であるが 海拔120—160m付近の山麓までは緩傾斜で裾野を広げている。しかし西および北西斜面は カルデラ壁と風不死火山によって 発達が妨げられている。

樽前火山の山体部は 主に軽石 岩塊などの火砕岩から成り それらのかなりの部分は 溶結していると考えられる。また 新第三紀の火山岩や支笏カルデラの噴出物からなる樽前火山の基盤岩の高さは 海拔およそ500mと推定され 火山の山体部の比高は約500mにすぎない。

樽前火山の形成史は 山麓における 降下火砕物の層序をもとに編年された(第1表)。

Ta-d 層 およそ9,000年前の降下火砕物で 2つのフォールユニットからなり 下位のユニットは スコリ

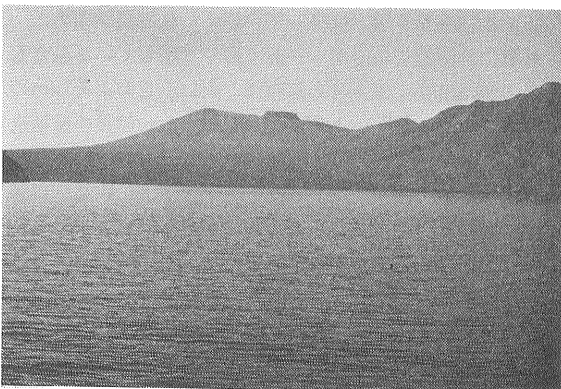


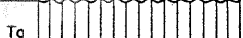





写真3 支笏湖畔から見た樽前山 右は風不死岳 対岸(モーラップ)から山体までの緩斜面は 軽石流の堆積面である

第1表 樽 前 火 山 形 成 史 総 括 表

層 序		活動時代	¹⁴ C 年代	測定資料	文献	人 類 遺 跡
最 新 期	円頂丘溶岩IIの形成	1909				
	円頂丘溶岩Iの破壊	1874				
	円頂丘溶岩Iの形成	1867				
						
	中央火口丘降下スコリア堆積物、一部スコリア流	1804-1817	0 ± 80 B.P. (Gak-3737)	⊙	(6)	
						
	Ta i a 期		Modern < 200 (Gak-732)	⊙	(1)	
	軽石流堆積物 降下軽石堆積物	1739	0 ± 80 B.P. (Gak-3738) 980 ± 80 B.P. (Gak-1596)	⊙	(6) (5)	
						
	Ta i b 期		210 ± 70 B.P. (Gak-3739)	⊙	(6)	千歳堅穴住居跡 < 200
軽石流堆積物 降下軽石堆積物	1667	590 ± 130 B.P. (Gak-1595) 580 ± 80 B.P. (Gak-2604)	⊙	(5) (7)		
						
Ta i c 期		1100 ± 160 B.P. (W-419) 1640 ± 90 B.P. (Gak-733)	⊙	(2) (1)	擦文式土器 擦文式初頭土器 縄文晩期初頭土器	
降下火砕堆積物	3,000年前					
						
Ta i d 期		3230 ± 160 B.P. (W-322) 3420 ± 90 B.P. (Gak-734) 3800 ± 140 B.P. (Gak-484) 4500 ± 140 B.P. (Gak-485)	⊙	(2) (1) (3) (3)	縄文後期土器 縄文中期土器 4600年水と層年令 (Katsui-Kondo 1965)	
降下火砕堆積物	9,000年前					
						
			8940 ± 160 (Gak-2208)	⊙	(4)	

測定試料 ⊙：炭化木片 ⊙：腐植土中の有機炭素 ⊙：カキ貝殻

文 献 (1)：KIGOSHI (1967) (2)：RUBIN and ALEXANDER (1958) (3)：松下ほか (1967) (4)：佐藤博之 (1971) (5)：曾屋 (1971) (6)：勝井・中村 (1973) (7)：大場 (1970)

ア 岩片からなり 上位は 赤褐色の軽石からなる。分布の軸はほぼ東で 150 km はなれた十勝平野にまで分布している。 Ta-d 層の上位には厚い腐植土層が発達し 休止期間の長さを示している。

Ta-c 層 Ta-c 層下位の人類遺跡などの年代決定から およそ 3,000 年前の降下火砕物で いくつかのフォールユニットからなる。 下位は少なくとも 5 フォールユニットの黄褐色の軽石・火山灰層で 上位に岩片・スコリアからなるユニット (C₂)がある。 分布の主軸は東北東-北東である。 Ta-c の上位にも厚く腐植土層が発達している。

Ta-b 層 Ta-b 降下軽石層は古記録および Ta-b 層下位から発掘された古銭をもとに 1667 (寛文7) 年の噴出物とされ 10 フォールユニットからなり軽石は 淡灰

白色で新鮮である(写真4)。 分布の主軸はほぼ東で Ta-d 層とともに十勝平野に分布している(第2図)。 山体近くでは 規模の大きいフォールユニットの直上に軽石流堆積物を 2層 挟在している。 軽石流堆積物は一般に非溶結であるが 一部で弱く溶結している場合もある(写真5)。 また分布範囲は 火口からおよそ 7km の範囲である。 Ta-b 層の上位には 1cm 前後の腐植土が集積している。

Ta-a 層 Ta-a 降下軽石層は 古記録から 1739 (元文4) 年の噴出物とされ 8 フォールユニットからなり 分布軸は東北方向である(第3図)。 また Ta-b 層と同様に厚いフォールユニットの上位に 2つの層序で軽石流が挟在する。 噴出量は Ta-a 層が 1.9 km³ Ta-b 層は 3.4 km³ で 軽石流は Ta-a 期と Ta-b 期のものを合わせて 1.8 km³ である。 有珠火山の1977年の軽石噴火の噴出量が 0.08 km³ あることを見ればこ



写真4 降下軽石堆積物 最上部およそ30cmがTa-a
以下Ta-b層 Ta-b層の厚さはおよそ190cm
苫小牧市北3km 火口から東南東約16kmの地点

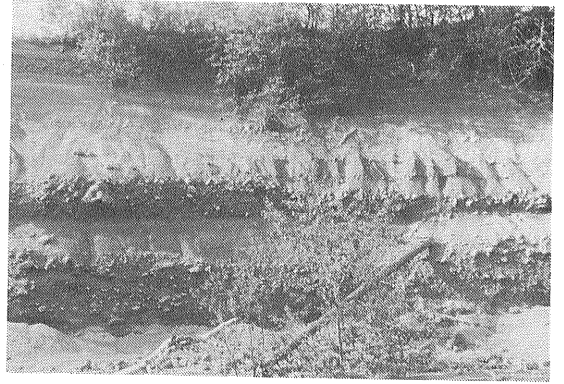


写真5 軽石流堆積物 薄いフローユニットが多数重っている。最上位にはTa-a層が覆う。

これらの数量は 降下火砕物としては 決して小さなものではないことを示している。

Ta-a層の噴出によって 頂部が円形に陥没し 外輪山(頂部カルデラ)ができた。

最新期の活動は 黒褐色のスコリア・軽石・火山弾などの噴出による低い中央火口丘の形成(1804-1817年 慶応年間の噴火) 溶岩円頂丘Ⅰの形成と破壊(1867年および1874年) および 1909年溶岩円頂丘Ⅱ(現溶岩円頂丘)の形成である。これらの活動を通じ火山周辺に小規模な降下火砕物(Ta-II ao層およびTa-III ao層)をもたらしている(第4図)。

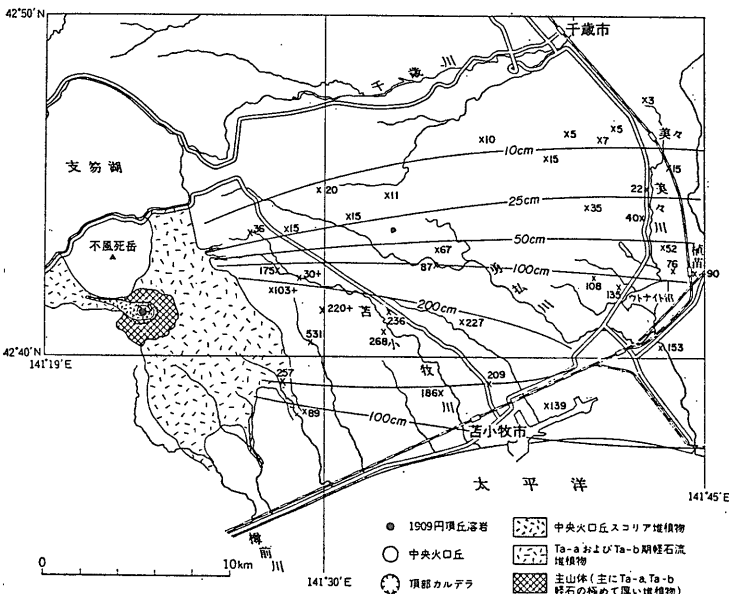
1909年以後もしばしば小活動を行っている。1917-1936年 1955年には現溶岩円頂丘を一部破壊しているが 本質物質の放出はない。

樽前火山の噴火の特徴

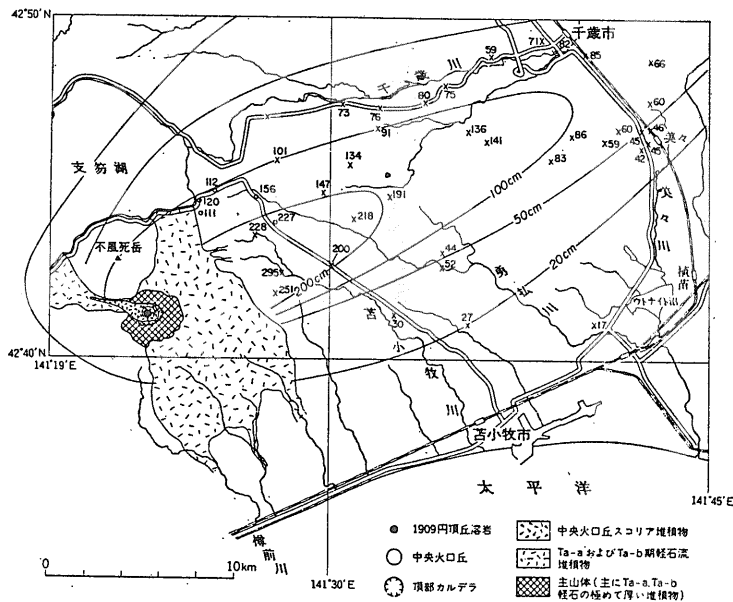
以上述べたように 樽前火山の主山体は4つの活動期の大量の火山弾・軽石・スコリア・火山灰の放出によって形成された。4つの活動期のうち有史以前のTa-d期とTa-c期についてはよくわからない。とくに 降下火砕物と火砕流の関係については まったく不明である。

歴史時代(Ta-b期以降)の活動の特徴は 規模の大きい火砕流を伴う降下火砕物をもたらす爆発的な噴火(Ta-b期およびTa-a期)と山頂部における活動とにわけられる。

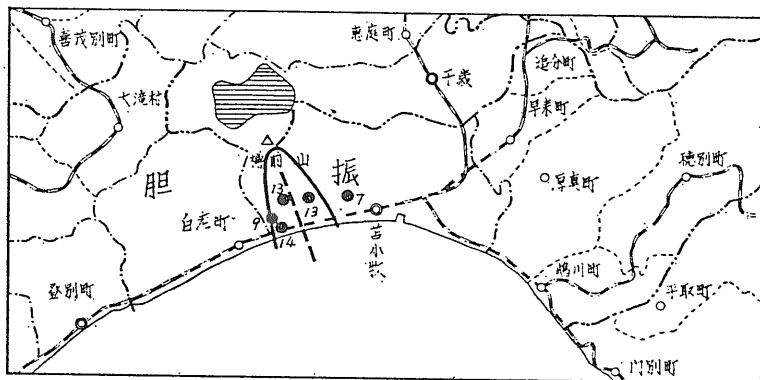
Ta-b期およびTa-a期の噴火



第2図 Ta-b 降下軽石堆積物の等層厚線図 ×: 測定点 数字: 層厚 (cm)



第3図 Ta-a 降下軽石堆積物の等層厚線図



第4図 Ta-IIIa 降下火山灰の分布図 数字：層厚 (cm) (瀬尾他 1968 による)

は おそらく成層圏に達する巨大な噴煙柱を形成するきわめて爆発的な噴火であった。またすでに述べたように Ta-b 層 Ta-a 層ともに 厚いフォールユニットの直上に軽石流をともなり。これは このフォールユニットをもたらした噴火 (噴煙柱) に引き続いて流下したものと考えられる。軽石流の規模は大きくはないが 火山口から 7 km の範囲に分布している。

最新期の活動は 山頂部における比較的静穏なストロンボリ式の噴火や 2 回の溶岩円頂丘の形成と破壊である。

形成史 (第1表) から明らかのように歴史時代の噴火活動は 50—70年の休止期においておこっている。

樽前火山の岩石

カルクアルカリ岩系に属する輝石安山岩で 全岩の化学組成は 歴史時代の軽石 SiO_2 60—62% 最も苦鉄質なスコリア SiO_2 55% である。しかし 軽石の石基ガラスの組成は SiO_2 75—76% 非常に分化の進んだ流紋岩質である。Ta-b 期及び Ta-a 期の爆発的な軽石噴火は ガラス組成 (マグマ液組成) が分化の進んだものであることが最大の要因である。中央火山口丘を成形したスコリアは全岩で SiO_2 55% 石基ガラス組成 67% であった。

樽前火山の将来

樽前火山に 近い将来噴火のおそれがあるか。樽前火山の噴火はすでに述べたように 50—70年の間隔でおこっている。最も新しい1909年の噴火からすでに70年以上が経過しており その意味では 近い将来に噴火のおそれは多分にある。

冒頭に述べた 2月の1,121回の地震の発生や溶岩円頂丘の隆起は 樽前火山の次の噴火の前駆的現象としてとらえるほうが正しいだろう。今後の地震活動の推移や 発生場所の変化などの地震観測とその解析の結果や測地学的な調査にまつところが大きい。

もし噴火がおこれば 歴史時代の活動から 上述した過去の火山地質から以下のような噴火が予測される。

1. 成層圏に達するような噴煙柱を伴う軽石噴火
2. 中央火山口丘を形成するようなストロンボリ式の比較的静穏な噴火
3. 1874年の噴火のように既存の溶岩の爆発・破壊 その後 に 再び溶岩円頂丘が形成される可能性もある。

一方歴史時代の噴出物の化学的性質は 全岩組成で SiO_2 55—58%の範囲の安山岩であり SiO_2 は 時間とともに減少する傾向を示す。この傾向は 約70年間の短時間で 急激に変化することは考えにくい。また Ta-b および Ta-a の軽石の石基ガラスの組成は SiO_2

75—76%の流紋岩質であり このことが 大規模な軽石噴火をもたらす主要な要素であるが このようなマグマ液の分化は 軽石噴火に先だつおよそ2,500—2,000年間という長い休止期が必要であったと考えられる。

以上のことから 予想される噴火の様式は 軽石噴火の可能性は極めて小さく 既存溶岩円頂丘の破壊の可能性が 大きいだろう。

噴火に伴う災害は 直接火山噴出物によるものと 地震 断層や2次的な土石流によるものなどがある。樽前火山の場合には 火山周辺に人家 公共施設が少なく発生する災害は 火山噴出物による直接的なものが主になるものと想定される。

軽石噴火の場合

可能性は極めて小さいが 発生した場合の被害は極めて大きい。Ta—a層で千歳空港付近に約100cm Ta—b層の場合 苫小牧市付近に150—200cmの厚さで堆積している(第2・3図)。このような軽石の堆積によって鉄道・道路が埋没し すべての交通手段が不能となる。また高温の降下軽石によって火災の発生も考えられる。このような場合 住民の避難方法の検討 及び避難手段の検討が必要であろう。また噴煙柱の形成があればそれに伴い火砕流の発生する可能性もある。過去の例では火口から7kmの範囲であり 火山周辺の立入りを規制する必要が生じる。

溶岩円頂丘の破壊

おそらく 数1,000mの噴煙柱の形成。降下火山灰の降下地域は 低層の風向によって決まる。火山体周辺で人頭大岩塊の落下が考えられる。

スコリア丘の形成 新溶岩円頂丘の形成

前二者に比べると静穏であり 降灰域は 低層の風向によって決まる。規模は Ta—Ⅲao層程度と考えられる(図—3)。

む す び

1980年5月18日 アメリカ合衆国ワシントン州のセント・ヘレンズ火山が爆発し 火山周辺では強い風を伴う岩なだれと火砕流 川の下流域では泥流 また火山から離れた広い地域への降灰などにより 数10名の人命と森林をはじめとする資産に大災害をもたらした。しかし その50日前 3月20日に地震活動が始まって以来 アメリカ合衆国地質調査所(USGS)は一部の大学と協力しつつ 強力な観測グループを同火山に集中して 同火

山の監視・観測に当たっていた。同所による噴火活動の予測にもとづいて 州知事から住民に退避が勧告され その実施によって人命の被害は最少限に抑えられたのである。犠牲者のうち USGSの火山学者と公式の記録写真家など2・3の殉職者を除いては 規制が守られていれば出なくてもよかった犠牲だったとのことである。

迅速な観測体制の整備および住民の安全対策には 1978年に出版されていた「セントヘレンズ火山の将来の噴火と災害の予測」(USGS Bull. 1383—C)が大変に役立ったのである。これは同所の長期間にわたる研究の成果として発表されたものであるが そこでは今世紀中に同火山の次の噴火があることを予測し 活動様式の予想が平易な言葉で述べられ その際の危険度が地図上に明示されている。火山近傍の被害は予想を上回ったが 住民の居住する地域についてのそれは極めて正確であってそれが結果として人命を救ったといえることができる。

さらに驚くべきことは 以上とは別に 3月の活動開始以来 随時発表されていた観測結果にもとづいて 山体崩壊と岩なだれの発生 その到達距離 さらにそれがマグマの爆発を誘発する可能性まで ほとんど5月18日に起きた事件の経過を予言した学者 (Penn. St. 大の B. Voight 教授 地測りの専門家)がいたことである。対策にこの“最悪”の可能性まで考慮されていたらと惜しまれる面もあるが いずれにせよ 活動前の綿密な地質調査と豊かな経験をふまえた洞察とが災害の軽減にいかん重要であるかを我々に教えてくれる。

現代の高度に組織化された情報社会では 僻遠の地にある火山噴火でも 電力・通信・交通網などへの直接災害から 都市における極細粒降下火山灰によるコンピュータの故障その他の情報系の混乱など 広範囲な影響を及ぼす可能性がある。1979年10月の御岳火山の噴火(地質ニュース No. 306 1980年)の例にみられるように 活動のポテンシャルをもちながら 科学的な監視・観測が全くなされてない火山が日本には多数ある。このような未監視火山についての対策も含めて 火山噴火予知の努力が今後とも必要である。

参 考 文 献

- 鈴木醇・下斗米(石川)俊夫(1933) 樽前火山 火山 ser. 1 vol. 1 no. 3 p. 8—43.
石川俊夫他(1972) 樽前山 北海道防災会議 124 p.
曾屋龍典・佐藤博之(1980) 千歳地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1図幅)。地質調査所 92 p.