

Wed. Sep 13, 2017

Room Q

Planning Lecture (Free Entry) | Special Lecture | Special Lecture

[1Q_PL01] Prediction of volcano eruption at Mt. Usu and its disaster prevention measures

Chair: Michihiro Furusaka (Hokkaido Univ.)

10:30 AM - 12:00 PM Room Q (Lecture Hall - Frontier Research in Applied Sciences Building)

[1Q_PL0101] The 2000 eruption of Mt. Usu and operation for mitigation of its disaster

*Hiromitsu Ohshima¹ (1. Hokkaido Univ.)

[1Q_PL0102] Disaster medical system in volcano eruption at Mt. Usu

*Eichi Narimatsu¹ (1. Sapporo Medical Univ.)

Planning Lecture (Free Entry) | Special Lecture | Special Lecture

[1Q_PL01] Prediction of volcano eruption at Mt. Usu and its disaster prevention measures

Chair: Michihiro Furusaka (Hokkaido Univ.)

Wed. Sep 13, 2017 10:30 AM - 12:00 PM Room Q (Lecture Hall - Frontier Research in Applied Sciences Building)

[1Q_PL0101] The 2000 eruption of Mt. Usu and operation for mitigation of its disaster

*Hiromitsu Ohshima¹ (1. Hokkaido Univ.)

[1Q_PL0102] Disaster medical system in volcano eruption at Mt. Usu

*Eichi Narimatsu¹ (1. Sapporo Medical Univ.)

特別講演

有珠山における火山噴火予知とその防災対策

A Prediction of volcano eruption at Mt. Usu and its disaster prevention measures

有珠山の 2000 年噴火と減災対策の概要

The 2000 eruption of Mt. Usu and operation for mitigation of its disaster

*大島弘光¹¹北海道大学

1. はじめに

有珠山は洞爺湖の南岸に位置し、玄武岩質外輪山とその寄生火山、及び北西-南東方向に2列に並ぶ十数体のドームからなる国内でも活動的な火山の一つである。

噴火記録は1663年の活動を初めとして現在までに8回を数え、このうちの4回は20世紀に起こった。

なかでも1910年の噴火活動は火山性微動や火山性地殻変動の発見やマグマ貫入モデルの提唱がなされたほか、1、5000人の事前避難に成功し、火山学や噴火予知科学の誕生にとどまらず、避難・警戒や避難解除を含む噴火災害対策の原点といえる活動であった。

これに続く1943-45年の噴火活動では、戦時中にもかかわらず多点地震観測を始めとして多項目観測が行われた。また科学者の助言を受け、昭和新山生成日記として知られている詳細な昭和新山の成長記録も残された。

1977-82年の噴火活動は第一次火山噴火予知計画に基づき北海道大学有珠火山観測所が設立された年に起こり、稠密な観測網が展開されて地震を伴ってドームが隆起することや隆起域を取り囲む震源域が描き出された。また現地観測班が組織され、科学者による組織的な行政対応が行われたほか、火山砂防が芽生える契機となった。その一方、北麓の三恵病院では入院患者の事前避難がなされたものの、4回の噴火のなかで最も規模の大きな噴火であったにもかかわらず、前例に拘泥した多くの住民が避難せずに噴火を迎え、噴火への備えを住民の心に刻み込ませた噴火でもあった。

このように20世紀初頭から噴火予知や災害対策が生まれ育ってきた背景があるなかで、2000年噴火は起こった。ここでは2000年噴火の概要と、減災対策の中核をなす噴火予測に基づく事前避難と解除の概要を紹介する。



図1.有珠山を構成する外輪山とドーム群

2. 記録に残る噴火活動の特徴と2000年噴火

2-1. 噴火の特徴

歴史時代の9回の噴火活動はいずれも粘性の高いデイサイト質マグマが活動し、前兆地震を伴い、多量に軽石や火山灰を噴出する軽石噴火や水蒸気・マグマ水蒸気爆発を繰り返えし、火砕サージや火砕流も流下した。また上昇してきたマグマは、地表を押し上げて潜在ドームを創り、時には溶岩ドームとなって地表に現れている。

20世紀中におこった4回の噴火活動も多数の有感地震を含む激しい前兆地震活動で始まり、水蒸気爆発、マグマ水蒸気爆発が頻発し、火口の開口した地域では地盤が隆起して新山が生じ、新山の隆起が沈降に転じて活動が終息するという共通した特徴がある。一方、活動域は移動し、前兆地震活動や噴火活動の継続期間

表 1.有珠山の歴史噴火

噴火年代	噴出物			火山活動			
1.5～ 2 万年前	有珠山外輪山溶岩 ドンコロ山スコリア			成層火山形成 ドンコロ山側火山（スコリア丘）形成			
7000～ 8000 年前	善光寺岩屑流れ堆積物			山体崩壊、外輪山形成			
休止期							
噴火年代	休止期	前兆地震 活動期間	噴火 地点	噴火様式	火砕物 体積	生じた新山 (隆起量 / 期間)	その他
1663 年		3 日		軽石噴火	0.25km ³		多量の降灰により家屋被害、犠 牲者 5 名
17 世紀末		？	？		？	？	詳細不明
1769 年	～52 年～	？	山頂	軽石噴火（明和火砕流）	0.11km ³	小有珠	火砕流により家屋火災
1822 年	～31 年～	3 日	山頂	軽石噴火（文政火砕流）	0.28km ³	オガリ山	火砕流により 1 村全焼、犠牲者 82 名
1853 年	～57 年～	10 日	山頂	軽石噴火（嘉永火砕流）	0.35km ³	大有珠	住民避難
1910 年	～34 年～	6 日	北麓	水蒸気爆発（約 5 ヶ月）	0.003km ³	明治新山 (170m / 5 ヶ月)	事前避難 、降灰・地殻変動による被害、泥流により犠牲者 1 名
1943-45 年	～32 年～	半年	東麓	水蒸気-マグマ水蒸気爆発（約 5 ヶ月）	0.001km ³	昭和新山 ^(注) (200m・310m / 22 ヶ月)	降灰・地殻変動による被害、幼 児 1 名窒息死
1977-82 年	～23 年～	32 時間	山頂	軽石噴火（1 週間） 水蒸気-マグマ水蒸気爆発（約 5 ヶ月）	0.09km ³	1977 新山 (190m / 55 ヶ月)	降灰・地殻変動による被害、二 次泥流により犠牲者 3 名
2000 年		5 日	西麓	マグマ水蒸気-水蒸気爆発（約 1 年）	0.001km ³	2000 新山 (80m / 5 ヶ月)	事前避難 、降灰・泥流・地殻変 動による被害

注) 200mおよび310mは屋根山と溶岩ドームの隆起量。屋根山に溶岩ドームが出現してから屋根山隆起は継続し、溶岩ドームは11ヶ月間で屋根山から110m隆起。

が異なるほか、軽石噴火は 1977 年のみ、マグマが地表に達して溶岩ドームが生じたのは 1943-45 の活動に限られるなど相違点もある。

2-2. 2000 年噴火

2000 年の噴火活動は 1910 年の噴火活動に類似した推移をたどった。

前兆地震は 2000 年 3 月 27 日の夜半前から始まり、28 日 01 時過ぎには洞爺湖温泉から有感地震の報告も届いた。その後、地震活動はやや衰えを見せたが、28 日夕刻には再び活発化し、全山規模の山体膨張も明瞭になった。29 日夕刻には地震回数が劇的に急増し、同時に地震の規模も大きくなり、地震活動は 3 月 30 日にピークに達し、それが急速に衰退した 3 月 31 日に有珠山西麓で最初のマグマ-水蒸気爆発が発生した。

翌 4 月 1 日には有珠山の北西麓にある金比羅山山腹でも水蒸気爆発が始まった。その後、この 2 つ火口域には多数の火口が開き、夥しい数の水蒸気爆発が繰り返えされた。金比羅山火口群では 4 月 7 日から 10 日をピークに火口から熱水が熱泥流となって温泉街に流下した。

最初のマグマ-水蒸気爆発の後、全山規模の膨張は衰退し始め、西麓地域で地盤の隆起が顕著になった。この隆起も 4 月中旬ころから衰えを見せ始めると同時に局在化が進み、最期まで隆起を続けていた 2000 年新山頂部も 8 月中旬には隆起を停止し、9 月上旬には沈降が明瞭になった。約 5 ヶ月間にわたる地殻変動によって地盤は 80m ほど隆起して、標高 200 m の 2000 年新山が形成された。

水蒸気爆発も新山の隆起の衰えとともに次第に頻度・規模を減じ、あわせて火口の拡大

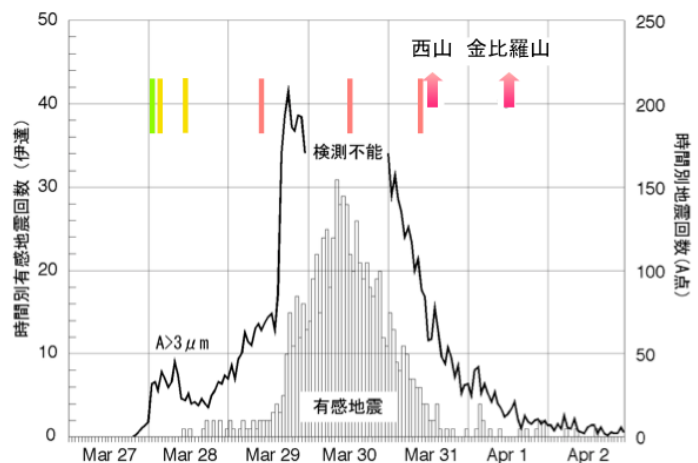


図 2. 伊達で観測された有感地震および気象庁 A 点の地震回数。緑線は火山観測情報、黄線は臨時火山情報、赤線は緊急火山情報が発表時間を示す。

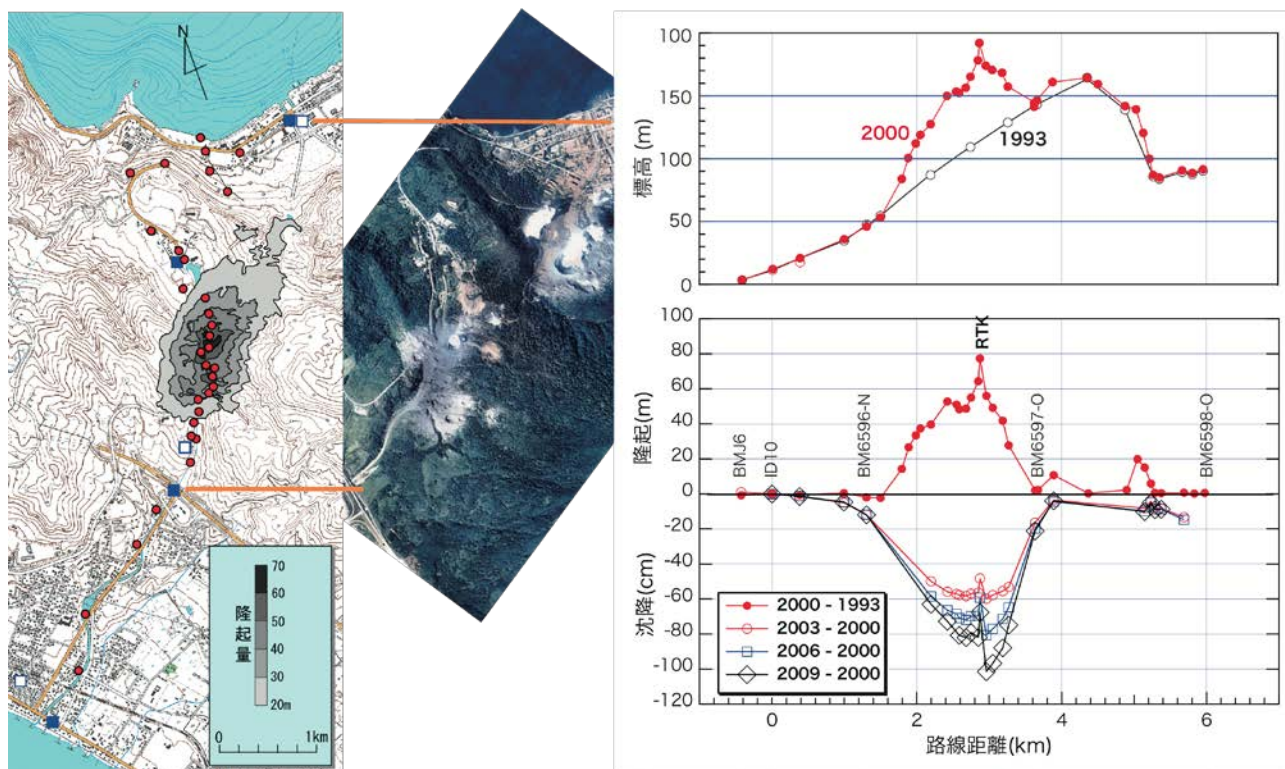


図 3. 2000 新山の隆起と沈降。左図はレーザー測量で描き出された隆起域、中央は噴火活動域、右図は水準測量による 2000 年新山の比高変化。

や併合により活動火口は限られるようになった。西麓での水蒸気爆発は 6 月に停止したが、金比羅火口での極く小規模な水蒸気爆発は 2001 年 9 月まで続いた。

2-3. 噴火予測

歴史噴火の繰り返し間隔は $38\text{年} \pm 13\text{年}$ と幅があるが、地元関係者や火山研究者の間では 2000 年噴火の発生時期は 2010 年前後と考えられていた。それに備えて 1995 年には地元 1 市 3 町によるハザードマップが発刊された。

そのマップでは山頂噴火と山麓噴火が想定され、山頂噴火では軽石・火山灰噴火やマグマ水蒸気爆発による噴降下軽石・火山灰の層厚や火砕流・火砕サージの流下範囲および噴石の到達範囲が示されている。

一方、山麓噴火では、ドームが 2 列に並ぶ北西—南東方向に延びた矩形領域を噴火場所として、水蒸気、マグマ水蒸気爆発による降灰、噴石に加えて火砕サージや火山泥流の流下も想定されている。山麓噴火は局所的で火砕サージの流下域の特定が困難であることから、マップには噴石の到達範囲のみが図示されている。

山頂および山麓噴火のいずれの場合も火口開口域では地盤が隆起して潜在ドームが生じ、場合によっては溶岩ドームの出現も想定されている。ドーム形成に伴う地殻変動災害にも注意が喚起されているほか、火山泥流や二次泥流の流下予想図も示されている。

関係者の予想よりも早かったが、2000 年噴火は山麓噴火想定域の北西縁付近で起こり、水蒸気爆発に伴う噴石は到達範囲内に飛散し、火山から噴出した熱泥流は想定



図 4. 有珠山火山防災マップ(1995)に掲載されている山麓噴火の発生場所および噴石の到達予想図。

された溪流に沿って流下するなどハザードマップで想定された噴火だった。

直前の噴火は主に前兆地震の発生回数・規模の推移から予測され、火山噴火予知連絡会・拡大幹事会は、3月28日に噴火の可能性に言及し、29日には「数日以内に噴火発生の可能性が高い」と噴火発生時期が盛り込まれた統一見解をまとめ緊急火山情報と発表した。この情報の2日後に西麓で噴火が起こった。また、西麓に新たな亀裂の確認という山麓噴火の可能性を意味する臨時火山観測情報第3号の発表（11:50）から約70分後の13:07に西麓から噴火した。

噴火場所については前兆活動開始後に展開された臨時観測を含め、観測データは有珠山北西部からの山頂噴火を示唆し、30日には西外輪山付近で100m以上にわたる断層や地割れ群が確認された。一方、西麓での噴火の可能性を示すデータは噴火当日の朝に発見された230号線の亀裂（緊急火山情報第3号）に限られ、噴火地点を特定するまでに至らなかった。

活動の推移については最初の噴火がマグマ-水蒸気爆発で小規模な火砕サージや少量の軽石も認められ、より規模の大きな噴火に発展する可能性に加えて、過去に起こった二回の活動ではドーム形成期により規模の大きな火砕サージの流下が繰り返されたことから、火砕流や火砕サージの発生を想定したが、最初の爆発を超えることはなく、執拗に繰り返される水蒸気爆発で終わった。

噴火活動の終息を意味する新山の隆起は、立ち入り規制があり、主にセオドライトによる三角水準測量によって追跡するしかなかったが、7月中旬に設置されたGPSにより隆起から沈降を捉え、消息を確認することができた。

3. 事前避難と減災対策

事前避難に成功した要因は、適切で迅速な火山情報もあるが、長年にわたって有珠山の噴火に備えた取り組みを行ってきた住民や行政の適切な行動と、住民や行政の取り組みを支えた科学者との連携である。

これに加えて科学者が首長を始めとする関係者に直接災害軽減への専門的な解説・助言が行える北海道防災会議火山専門委員会という火山防災助言機構が長年機能してきたことである。

また1995年の阪神淡路大震災後に国の危機管理態勢が整備され、国の現地対策本部が設置されたことも大きい。

更に、恐怖を感じる激しい前兆地震活動や前兆活動の開始から最初の噴火まで避難に必要な十分な時間が確保できたこと大きな要因である。

3-1. 事前避難

28日深夜に相継いで発表された前兆地震活動の始まったことを伝える情報を受けて、事前に耳打ちされていた自治体は昼前までに災害対策本部や連絡本部を設置し、住民への広報や自主避難を呼びかけ、夕方までに1市2町で要介護者を含め約400人が避難した。

数日以内に噴火する可能性の高いことに言及した拡大幹事会の見解（緊急火山情報）が発表された29日には国および地方部局など防災関係機関で災害対策本部等が立ち上がり、昼過ぎからは有珠山周辺の国道や道々および道央自動車道の通行規制やJR北海道の運転見合わせの始まった。夕方には道、1市2町の首長に加えて予知連会長や国の防災担当官が出席し、北海道防災会議拡大火山専門委員会が開かれ、火山専門家から噴火が切迫していることや過去事例を含め噴火シナリオと災害予測が示された。これを受けて既に自衛隊に災害派遣要請を行っていた北海道は山頂火砕流噴火のシナリオにそった避難を決断し、1市2町はハザードマップに描かれた危険予想域に対し一斉に避難指示を発令し、約9500人の避難が始まった。その際、ハザードマップが1市2町による避難指示区域の根拠に使われた。また政府は現地連絡調整会議を設置し、発災前に国主導による危機管理体制も確立した。

30日には火山専門家の提案により有珠山北西部での噴火に備えてハザードマップが見直され、新たに危険区域地区となった2地区に避難が指示され、31日の噴火時には約10,000人の住民避難が完了していた。

事前避難は想定されたなかで最悪のシナリオに基づいていたが、噴火は想定域の北西縁で起こり、小規模な火砕サージや少量の軽石も認められ、より規模の大きな噴火に発展する可能性が残った。加えて過去に起

こった二回の活動ではドーム形成期により規模の大きな火砕サージの流下が繰り返されたことから、火山専門家の助言を受けて開口した火口の西側に位置する虻田町の2地区にも避難指示が発令され、避難者は約16,000人となった。災害対策にあたる虻田町役場も隣接する豊浦町に機能を移転した。

国の現地連絡調整会議は現地対策本部（ミニ霞ヶ関）に格上げされた。その運営は即断即決を旨とし、権限のある者が機関として具体的な対応を表明することが求められたようである。また火山噴火予知連は迅速な活動評価を行うために有珠山部会を設置した。西麓の金比羅山で噴火活動が始まった4月1日には伊達市に機能移転を進めていた臨時北大有珠観測所が立ち上がり、観測研究の立案や実施、観測データの総合評価や成果の部会における活用を図るために大学合同観測班（後に現地総合観測班に発展）も組織された。

3-2. 避難解除

火口が開き活動域が確定したことから、1日には最初の規制解除が行われた。伊達市は31日の噴火直後に発令した活動域から東に最も遠い地区の避難勧告を解除し、2日には活動域に近い世帯を除き、再避難のあり得ることを前提に避難指示を解除した。

一方、隆起を続ける西麓では水蒸気爆破が繰り返されているものの、活動に拡大の兆しが見えないことから、ホタテ養殖管理、農作業のため立入りや一時帰宅を求める要望が相継ぎ、現地対策本部では火山研究者の助言に基づき、一時帰宅等の基本方針を定めた。実施にはいわゆるカテゴリー方式が用いられ、その時点での活動から想定される危険度と、取るべき/取り得る安全策によって避難指示区域を区分し、危険度の低い地域については必要な安全策を取って立入りが許可された。

11日には噴火に伴う土砂災害に的確かつ迅速に対処するために土砂災害対策検討委員会が組織され、翌12日には初めて現地で火山噴火予知連絡会が開催された。噴火活動は西麓に限定され、初期に想定した山頂噴火に移行するような現象は認められないという統一見解を受けて、13日には有珠山南麓から東麓にかけた地域の避難指示が解除された。

更に5月22日には活動火口周辺に影響が及ぶ噴火は当分続くとしながらもマグマ活動を示す隆起速度は次第に低下しており、このままの傾向が続けば噴火が終息に向かう可能性があるとして火山噴火予知連絡会が終息に言及したことにより、交通規制の大幅な解除やJRの運行再開、立入り規制区域の解除が進められた。

7月10日の火山噴火予知連結会では、火口近傍での噴石や地熱活動は続くものの、深部からのマグマ供給はほぼ停止し、一連のマグマ活動は終息に向かっていているという事実上の終息宣言が行われた。これによって規制区域は火口周辺のみとなり、復興へ向けての地元の動きが加速した。この1ヶ月後には国の噴火非常災害現地対策本部も廃止された。

4. おわりに代えて

6月に入ると各自治体で復旧・復興に向けた取り組みが始まった。噴火で大きな被害を受けた洞爺湖温泉では、将来の安全確保のために、1910年の噴火で湧出した温泉により90年の歳月をかけて発展した町並みの半分が2000年の噴火で砂防敷地として自然にかえった。

一方、大きな災害から免れた壮瞥町は、ハードの整備と有珠山全体を自然博物館とするソフト的な取り組みとしてエコミュージアム（自然博物館）構想を展開した。

いずれも有珠山との共生を目指した取り組みであり、避難・危機管理に偏りがちな災害対策のゴールが、平時の啓蒙・普及活動、避難対策や応急対策はもちろん、発災後の長期的な人間・社会の復興にあることを示す好対照な事例と言えるだろう。

* Hiromitsu Oshima¹

¹Hokkaido Univ.

特別講演

有珠山における火山噴火予知とその防災対策

Prediction of volcano eruption at Mt. Usu and its disaster prevention measures

有珠山噴火における災害医療体制

Disaster medical system in volcano eruption at Mt. Usu

成松 英智

札幌医科大学 医学部救急医学講座

附属病院高度救命救急センター

北海道病院前・航空・災害医学寄付講座

1. 一般論

1-1. 災害医療システム

集団災害とは短時間内に多数の傷病者が発生し、平時の救急・医療体制では限界超過や対応不能が発生する事象である。発生原因（自然、人為的、複合的、人道的災害、等）や患者重症度は多様である。被災による直接傷病だけではなく、平時医療中断に起因する慢性疾患増悪や避難所の集団感染症、等も発生する。

集団災害では社会混乱と多数傷病者が同時発生するため、医療展開には病院機能や患者搬送システムの混乱が伴う。傷病者の同時多数来院、病院施設損壊、社会インフラ障害、情報混乱、等による医療環境悪化と診療能力限界超過により、被災地域および周辺地域の病院機能は低下する。また発生した患者の治療に必要な専門・高次医療施設が被災地近隣にあるとは限らない。このような状況下で集団災害時には、最大多数傷病者への最大治療効率を目指し、既存病院機能を最大限に発揮しながら患者の重症度選別、初期治療、搬送先配分、広域搬送、等を含めた搬送・治療計画が立案・実施される（図1）。

被災患者は先ずトリアージポイントに搬送され重症度選別（重症、中等症、軽症、治療保留）を受け、必要最低限の応急処置後、重症度・疾患分類別に受入れ分担化された医療施設に搬送され治療を受ける。治療・搬送の優先順位は、生命＞機能＞四肢＞審美である。トリアージポイントは2次被災の可能性が（少ない）災害現場付近、学校施設、行政庁舎、病院入口、等に設営され、そこでは災害派遣医療チーム（DMAT, JMAT, 日赤医療チーム、等）、地元医療関係者、消防、行政、等の災害医療訓練を受けたスタッフが活動する（図2）。

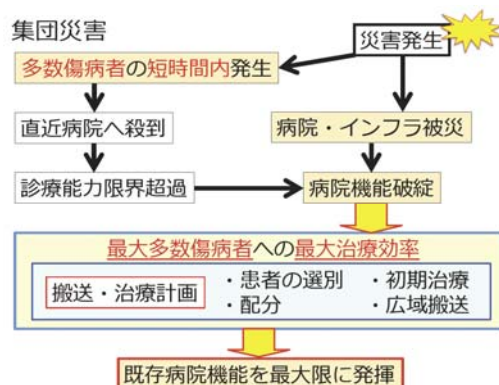


図1：集団災害

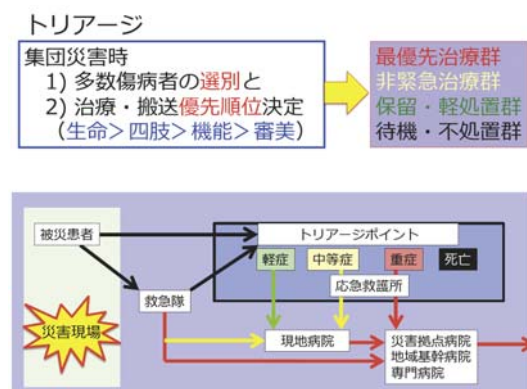


図2：集団災害トリアージ

災害時、現地病院では多数・多様な患者を同時平行で診療することになる。その際には、1) 全症例への十分な医療行為は不可能になること、2) 専門外診療、医療環境悪化、患者・家族の自己中心化、等が生じ

ること、3) 施設被災、スタッフ・医療資源等の不足による診療機能低下が生じること、等が問題点となる。病院は平時の診療能力と被災の影響から割り出したその時点の診療能力別に重症、中等症あるいは軽症患者を分担して受け入れる。被災地域の病院で重症患者を多数収容した場合、また多数の軽症・中等症患者が殺到した場合には、診療マンパワーや医療資源が分散・不足して、特に重症患者医療が手薄になり治療成績が悪化する可能性がある。このような場合、濃厚医療が必要な重症患者は搬送不可能な場合を除き被災地域外へ広域分散搬送され、遠隔地で通常条件下での医療を受ける。診療と避難の同時並行が余儀なくされる状況では、それ以上の人的被害増加を防ぐため診療を縮小・中断してでも避難を優先させる事もあり得る（図3）。

1-2. 患者搬送システム

災害時の患者搬送の総指揮および車両・機体所属機関の間の総合調整は都道府県庁に設置される災害対策本部が、実際の現場運用は現地の運行本部が担当する。患者搬送手段には、陸上搬送および回転翼（ヘリコプター）・固定翼（飛行機）による航空搬送がある。陸上搬送は主に救急車によるもので迅速に実施可能であり、車両数が確保できれば多数患者搬送が可能だが、道路通行が前提となるため噴火災害に伴う通行止め、信号障害、交通規制、渋滞、等で運用効率が低下する。回転翼は航続距離の限界から数100km以内の搬送に適しており、グラウンド、等の広い敷地があれば被災地域内での離発着が可能であるが、悪天候、夜間（有視界飛行の場合）、噴煙（火山灰吸入によるエンジン停止）が飛行困難要因となる。固定翼は長距離搬送に適するが、離発着は滑走路がある空港・飛行場に限定され、その飛行困難要因は回転翼と同様である。搬送手段の選択は、患者病態・重症度・安定性、受入れ病院の地理的位置関係、搬送時間、災害が搬送手段に及ぼす影響・危険性、等で総合的に勘案・決定される。

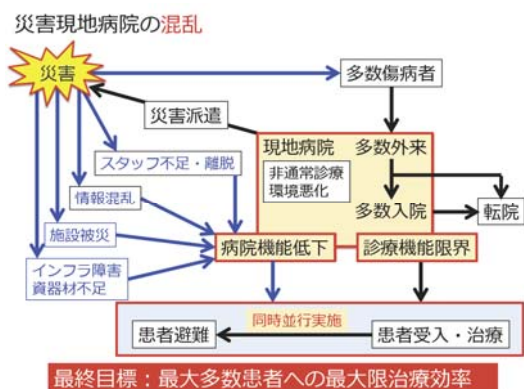


図3：災害現地病院の混乱

有珠山

- 1) コニーデ型火山（高粘調度溶岩、火砕流の危険）
- 2) 近くに大量の水（大雨、地下水、洞爺湖、噴火湾）
- 3) 20-25年周期の大噴火と噴火災害の反復
- 4) 数万人の周辺人口

	火山活動	噴火想定	被害想定	避難規模
2000年 3月27日	活性化 火山性地震増加	大規模 山頂噴火 山体崩壊	全方位・広範囲 大規模火山災害 多数傷病者 広い被災地域	広範囲
↓				
3月31日 4月01日	西山火口噴火 金比羅火口噴火	中～小規模 ↓ 水蒸気爆発 山麓噴火	火口付近に限定 居住地域に火口 被災地域限定	縮小化

- ・周期性噴火 ➡ 高い防災意識、事前準備・システム構築
- ・大噴火・大災害の前歴あり

図4：有珠山の特徴と2000年噴火

2. 有珠山噴火災害医療体制

2-1 有珠山噴火時の緊急医療体制

これまでの有珠山噴火が約20-25年周期であったこと、前々回噴火が1977年、前回噴火が2000年であったことから、有珠山周辺地域では噴火規模、傷病、患者数、等の各種想定に基づいて近々の噴火を想定した医療対応の準備が進められている（図4）。北海道、地域行政、住民の火山防災意識は高く、噴火予兆の連絡が行政に入ると人的避難を迅速に開始するシステムが構築されている。以下、前回噴火（2000年）時に実施された対策を踏まえて、現段階で考えられる想定の対策（未確定部分を含む）を示す。

非都市部である有珠山周辺地域では、医療機関、社会施設、一般・高速道路、等の医療に関連した既存社会インフラは噴火時の災害医療に活用するには決して量的に十分ではない。有珠山近隣の現地病院は、平時には軽症から中等症までの患者対応能力を持つ。しかし噴火時にそれらの病院が正常に機能するという保証はなく、所在地が避難対象地域に指定されると診療中断と即時避難を迫られる可能性が高い。また避難対象地域周辺でも患者増加やインフラ障害、等の発生に伴う診療機能低下や混乱が予想される。重症

患者は、搬送可能であれば有珠山周辺地域外の災害拠点病院，等に広域搬送され，通常体制下での治療を受ける．リスク要因（高い重症度，全身状態不安定，搬送手段の問題，等）により広域搬送が危険と判断された重症患者および中等症患者（ICU 管理までは必要ではない）は，現地の中核的病院でありかつ2次救急医療機関（平時は主に中等症患者までを担当）である伊達日赤病院や洞爺協会病院での治療が第一選択となる．ただしこれらの病院が病院損壊や避難指示，等により診療継続困難となった場合には，これらの患者も広域搬送の対象になる．軽傷者は安全が確認された周辺地域の一般病院で治療される（図5）．

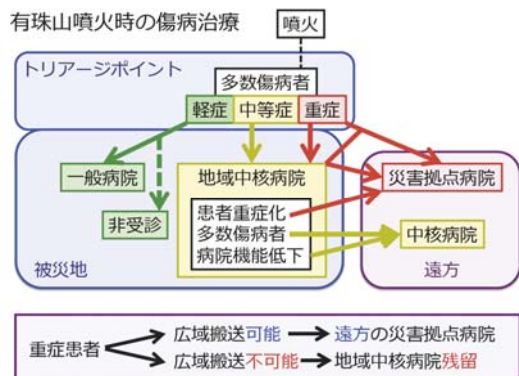


図5：有珠山噴火時の傷病者治療

有珠山噴火関連（想定）傷病		
時相	病態	原因
噴火直後	外力損傷	火山弾・落石 泥流 転落 倒壊建築物 交通事故
	熱傷	火砕流 熱泥流 熱水 水蒸気 高温ガス
	溺水	津波 洪水
	ガス中毒	火山ガス
その後	一般傷病	慢性疾患治療再開 感染症 精神的ストレス，等

患者搬送		
搬送様式	特徴	弱点
地域内	陸上 救急車	実施が容易 道路被災（破壊，火山灰，等）， 渋滞，事故
	航空 回転翼	上記＋高速道路はICでのみ乗降可能 少人数搬送，悪天候，夜間，噴煙 上記＋滑走路が必要
広域	航空 固定翼	

図6：有珠山噴火関連傷病と患者搬送

診療面では発災直後は噴火や避難行動に直接関連した傷病（外傷，熱傷，津波溺水，火山ガス中毒，等）への対応が主となるが，時間が経過していくと慢性疾患患者の治療再開，施設入所者への対応，避難所長期滞在で発生する疾患（感染症，深部静脈血栓症，精神的ストレス，等）への対応需要も発生する．また噴火災害とは関係なく通常頻度で発生する一般傷病の対応も行う（図6）．

2-2 有珠山噴火時の患者搬送システム（図6）

有珠山周辺では山麓部まで温泉街，住宅地，農地，等の有人地域および道路が分布している．噴火時には有珠山直近を中心に地殻変動，火山灰，避難地域指定，等により多くの道路の通行や地域アクセスが困難化する．このため道路被災の様式と程度にもよるが，該当地域における傷病者の救助・収容活動と搬送は困難化が予想される．救助された傷病者は主に走行可能な一般道路を用いた陸上搬送でトリアージポイントまで搬送される（火山灰と再噴火の危険性により，噴火直後の回転翼による被災地域への進入は困難が想定される）．有珠山の場合，トリアージポイントは1）安全が確保された避難地域の外で，2）被災地域からの道路が集まる地点，かつ3）その時々風の向き，等によって決まる噴煙・火山灰分布の方向以外（回転翼運行ができなくなるため）の学校施設に設営される．学校施設は1）多数の教室，机，椅子，水道蛇口，等の医療転用可能設備や炊事施設があること，2）教室および体育館に多数避難者を収容できること，3）グラウンドを救急車集結場所およびヘリポートとして使用できること，4）公立であれば容易に市町村が指定できること，等の好条件が揃っている．救助・収容され，あるいは自力でトリアージポイントまで到達した傷病者は，トリアージと緊急処置を受けた後，重症度・病態分類別に避難地域外の医療機関に再搬送される（上記）．比較的近距离（生活圏内）にあり軽症被災患者が自己判断・自力移動で到達可能である有珠山近隣の災害拠点病院（伊達日赤病院，日鋼記念病院〔室蘭〕，市立室蘭総合病院，製鉄記念室蘭病院）は，軽症患者多数発生時にはトリアージ外軽症患者の大量受診による病院混乱が予想される．このような場合にはこれらの病院への重症患者搬送は控え，搬送先は札幌，等の遠隔地の災害拠点病院が選定される．

有珠山周辺地域からの広域陸上搬送に用いられる道路は複数存在するが限定的である．また回避路・側副路が少ないため道路通行困難や車両数増加により渋滞が発生しやすい．有珠山周辺地域からの主な広域陸上搬送経路は，（1）室蘭經由札幌方面（南東方向：国道37・36号線および道央自動車道），（2）長万部經由函館方面（北西方向：国道37号線および道央自動車道），（3）中山峠經由札幌方面（北北東方向：国

道 230 号線) である。(1) の室蘭を経た札幌方面には室蘭, 苫小牧, 札幌, 等の重症患者対応可能な病院を持つ都市が連なる。しかし(2) の長万部・函館方面では, 重症患者治療可能な病院がある八雲や函館までは長距離である。(3) の国道 230 号線経由で札幌に向かう経路では途中に中山峠があり, 札幌到着まで渋滞回避路や緊急対処可能病院がない峠道が長距離続く。一般道路では避難車両集中による渋滞・事故, 等が, 高速道路ではインターチェンジでしか合流・流出できないことやインターチェンジ (伊達, 虻田洞爺湖, 豊浦噴火湾 PA・豊浦) に至るまでの一般道路の通行困難が搬送困難要因となる (図 7)。



図 7 : 陸上広域搬送経路

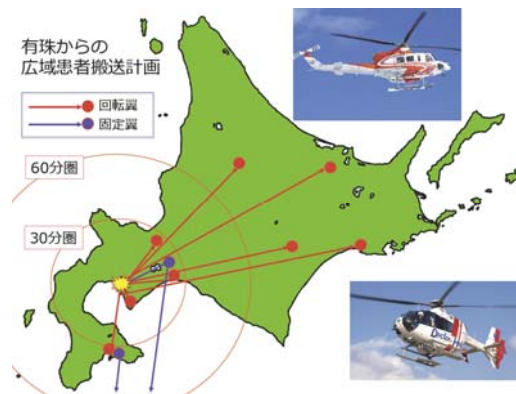


図 8 : 航空広域搬送経路

有珠山直近には空港がないため, 有珠山周辺の航空搬送手段は回転翼が中心となる。噴火災害発生時には, 北海道防災, 北海道警察, 札幌市消防, 自衛隊, ドクターヘリ, 等の回転翼が災害対策本部の調整下で運用される。回転翼は災害拠点病院が集中する札幌まで 30-40 分で到達可能であり, 主に札幌, 函館と札幌以遠の道内主要都市が目的地となる。本州以南への災害患者搬送は主に自衛隊の固定翼が担うが, 出発点となる直近の空港 (航空自衛隊千歳基地・新千歳空港や函館空港) までは遠距離であるため, そこまでの搬送は回転翼が担当する (図 8)。エンジン停止の危険性のため, 回転翼, 固定翼ともに噴煙・火山灰吸入は噴火時の最大の飛行困難要因である。このため特に有珠山付近かつ低空の飛行を求められる回転翼は火山灰を回避せざるを得ず, トリアージポイントおよび他の臨時回転翼発着場は火山灰降下の (少) ない地点が随時選定される。

以上のような複合的な状況下で全被災患者の総合的な予後を最良にするため, 既知情報と幅のある想定を踏まえて可能な限りの対応計画の事前立案が進行している。本講演では, 災害医療・搬送システムの基本概念の概説後, 有珠山噴火時の緊急医療体制・患者搬送システムについて述べる。

Eichi Narimatsu

Sapporo Medical University School of Medicine