

第1章 噴火現象の科学的解明

第1節 火山としての磐梯山

1 はじめに

磐梯山は東北日本に位置する第四紀の成層火山であって、1888（明治21）年7月15日に大規模な水蒸気爆発型の噴火をしたことでよく知られている。この噴火では小磐梯山山頂部を含む北側山体が崩壊して、多量の火山^{さいせつぶつ} 碎屑物（^{がんせつぶつ} 岩屑物）が一瞬のうちに岩屑なだれ（岩なだれ）となって流下して北麓の山村を襲い、400名を超す犠牲者を出す大きな被害となった。このため火山噴火による災害史上でも著名である。当時の帝国大学や農商務省の専門家らによる本格的な火山調査が直ちに実施され、その調査結果は邦文はもとより詳細な英文や独文の報告書として出版されて（口絵写真1）、現在も内外の火山学の教科書に引用されている（図1-1）。

噴火後、北麓の裏磐梯地域では岩屑なだれによる河川のせき止めで、桧原湖（檜原湖）などの多くの湖沼が形成された。こうした裏磐梯地域は優美な自然景観をもつことから戦後（昭和25年9月）に国立公園に指定され、現在は東北有数の景勝地として多くの人々を集めている（口絵写真2）。磐梯山では2000（平成12）年の夏に、地震活動が活発化して、臨時火山情報が出された。現在は静穏な状態に戻っている。

本章では、磐梯山の火山としての成り立ち、1888年の噴火活動の経過、この噴火活動についての最近の火山学的成果について、その概要を紹介する。



Fig. 13.1 Bandai-san volcano, Japan, collapsed on 15 July 1888. This contemporary lithograph shows the debris-filled amphitheatre (with steaming vents) and the hummocky topography of the avalanche deposit. Unlike Mt. St. Helens, Bandai-san had not been destabilized by new magma. Many villages were buried by the avalanche, and several lakes were formed where rivers were dammed by the deposit. Some of these lakes later burst, flooding downstream villages. A total of 461 people were killed.

図1-1 火山学の教科書に引用された磐梯山1888年噴火 (Francis, 1993)

2 火山としての磐梯山

活火山である磐梯山が位置するのは、東北日本を南北に走る東日本火山帯のほぼ火山前線（火山フロント）で、すぐ北は^{あずまやま} 吾妻山、東は^{あだたらやま} 安達太良山の活火山が分布し、西ではやや古い火山である^{ねこま} 猫魔山と隣接する（図1-2）。気象庁による活火山の活動度*の区分(2003)では、磐梯山はランク

*活火山の活動度：気象庁は2003（平成15）年から日本の活火山を再定義して108の活火山を指定し、それぞれの過去の活動の程度が高い順から活動度で、ランクA、ランクB、ランクCに区分した。

Bの活火山に指定されている。

磐梯山は あんざんがん 安山岩質マグマの噴出による溶岩及び火山砕屑物で形成された成層火山で、裾野をひく優美な山容は猪苗代湖湖畔からよく眺望される（写真 1-1）。

噴火前の山頂部は、東に開いた沼ノ平火口を あかはにやま 赤埴山、おおぼんださいん 大磐梯山、こぼんださいん 小磐梯山、くしがみね 櫛ヶ峰から構成されていた。1888年噴火による山体崩壊では、この山頂部のうちの小磐梯山が失われて、北に大きく開いた凹地形が形成されている。

古文書などによれば、噴火以前の小磐梯山は大磐梯山よりやや低い程度の標高（1750～1800m）を有していた。1888年噴火で失われた北側山体の様子は、裏磐梯地域から観察するとよく認められる（図 1-3、写真 1-2）。

磐梯山の 1888 年噴火は大規模な水蒸気爆発噴火で、山体崩壊をして岩屑なだれが発生したが、こうした山体崩壊をする活動様式は米国西海岸のカスケード火山地域にあるセントヘレンズ火山の 1980 年 5 月 18 日の噴火でも発生して注目されることとなった（口絵写真 3）。その後の研究で、こうした噴火現象は、安山岩質の成層火山ではその形成史（数十万年間）を通して 1～2 回程度は起こる現象であることが明らかになった。しかし、噴火現象としては大規模であるため、火山防災上の観点から対策のあり方が議論されている。したがって磐梯山の 1888 年噴火について、火山学的な理解と災害としての教訓の整理とをすすめることは、今後の火山災害を軽減するうえで重要である。



図 1-2 磐梯山付近の活火山（Landsat 衛星画像）

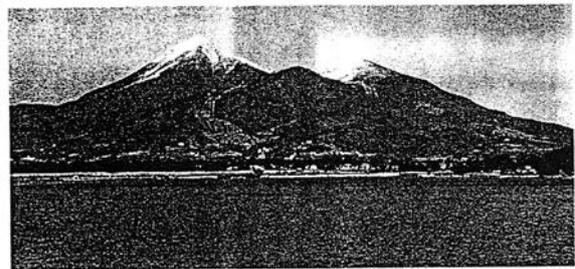


写真 1-1 猪苗代からの磐梯山（磐梯山噴火記念館提供） 山頂部は左から、大磐梯、赤埴山、櫛ヶ峰。

3 磐梯山付近の地形

磐梯火山の山体は きせきあんざんがん 輝石安山岩質の成層火山で、山頂部は赤埴山（1,430m）、大磐梯山（1,819m）、櫛ヶ峰（1,636m）が沼ノ平火口（1,400m）を囲んで構成している。沼ノ平火口の東側は びわさわ 琵琶沢で浸食されている。大磐梯山と櫛ヶ峰の間には 1888 年噴火で形成された北に開いた凹地形があって、裏磐梯地域に展開している。この凹地形を全体として ばていけい 馬蹄型カルデラ（爆発カルデラ、または はこしょうたにちけい 崩壊カルデラ）という。この凹地形の中央部には、特徴的な南北に伸びた箱状谷地形（アバランシエバレー）が形成されている。

磐梯火山の 1888 年噴火以前の地形は、噴火前には等高線図などは作成されていなかったため詳細は不明である。噴火直後になって調査されて、噴火前の地形について等高線風の地形図が作成

されたが、精度はよくない。この図中に堆積物の分布状況が描かれている。磐梯山付近の正式な地形図は、陸地測量部による1908（明治41）年測図で、1912（大正元）年発行となっている。磐梯山の噴火前の地形を復元する学術的な試みは研究者によっていくつかなされている（後述）。残されていた地図をもとに国土地理院によって（水越・村上、1997）、数値データを利用した詳細な復元数値地図の作成作業が試みられた。

1888年噴火前の磐梯山の山頂には磐梯の湯（上ノ湯、中ノ湯、下ノ湯）があつて、多くの湯治客を集めていた。このため1888年噴火の際に多くの湯治客が被災した。噴火後には、やや南に位置していた中ノ湯だけが残った。中ノ湯温泉は硫化水素臭の強い酸性泉で、磐梯ゴールドライン猫魔八方台から近いので登山客などの宿泊に利用されてきたが、近年になって湯量も減ったこともあり、現在は閉鎖されている。また、噴火後の爆裂火口内には、噴火ノ湯が設けられて冬季を除いて稼業していたが、1954（昭和29）年の火口壁崩壊の際に埋没した。

磐梯山の北麓は裏磐梯地域と総称されている（写真1-2）。現在この地域には桧原湖、小野川湖、秋元湖、曾原沼、五色沼などの多数の湖沼が形成されている。噴火前にあつた古長瀬川水系沿いの5村11集落は流れ下った岩屑なだれ堆積物に完全に埋没して、比較的平坦な裏磐梯地域の堆積面（標高800m程度）が形成された。この堆積物表面には、特徴的に大小の多くの小丘（ハッコク）が形成されていて、流れ山地形と呼ばれる。裏磐梯地域は噴火直後から何度も土石流（火山泥流、ラハール）が発生したため（山田、1988；など）、表層のほとんどがこれらの堆積物に被覆されている。長瀬川の水系としての安定には噴火後数十年以上を要している（後述、第4章）。

裏磐梯地域の湖沼のうち桧原湖、小野川湖、秋元湖は水路で連結されて現在は水位を調整されていて、長瀬川に注いでいる。吾妻山南麓を流れてくる中津川と大倉川は秋元湖に注いで長瀬川に合流している。秋元湖の湖水の一部は白布山の下をトンネルで流下して、名家で水力発電として利用されている。渋谷付近で長瀬川は安達太良山系からの酸川と合流し猪苗代町の東を流走後に、川桁

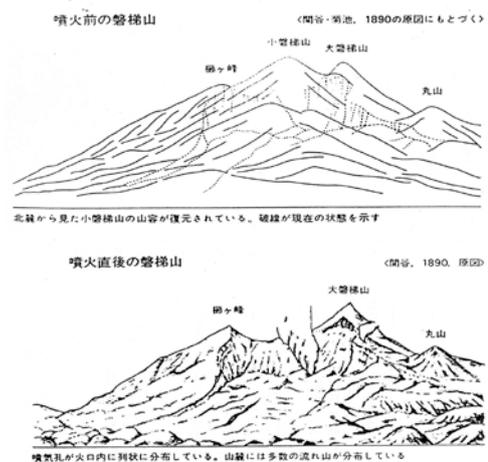


図1-3 噴火前（上図）と噴火後（下図）の磐梯山（Sekiya and Kikuchi, 1889. を加筆修正）



写真1-2 裏磐梯からの磐梯山（福島民報社撮影）

町南で猪苗代湖に注いでいる。

猪苗代湖（湖面積は 103 km²、我が国第 4 位）の湖面標高 514 m とかなり高い。流入河川としては北側からの長瀬川が最も大きい。流出河川は北西湖岸からの日橋川のみであるが、湖東岸に安積疎水（明治 15 年完成）へ水路があり、郡山盆地で活用されている。猪苗代湖の北西地域には、磐梯山のより古い時代での山体崩壊の活動による翁島岩屑なだれ（岩なだれ）堆積物が流れ山地形をつくって分布する。日橋川はこの地形を複雑な経路で会津盆地に下り、阿賀野川水系となり、日本海に注いでいる。

4 磐梯火山付近の地史

磐梯山付近の地域は、会津構造盆地の北東縁に位置する。この北東縁には川桁断層が走っていて、茨城県から続く棚倉破碎帯の延長部に相当している。川桁断層の西側地域には第三紀中新世から鮮新世の砂質及び泥質の堆積岩類が広く分布している（吉田・鈴木、1981）。この上部にはディサイト質凝灰質岩が介在することが多い。ディサイト質凝灰岩は、この地域南西部の背炙山や布引山などではより層厚が増して広く分布し、白河溶結凝灰岩に対比される。川桁断層より東側地域では、先第三紀の花こう閃緑岩類や一部雲母片岩類などが分布する。磐梯山の基盤はこれらの地層によって構成されていると推定される。

磐梯火山の西に隣接する猫魔岳はより古い火山で、山頂に陥没カルデラが形成されていて、雄国沼湿原となっている。猫魔岳と磐梯山と火山噴出物のほぼ境界に沿った経路を、磐梯ゴールドラインが表磐梯と裏磐梯の両地域を結んでいる。

猪苗代湖の形成された時期や磐梯山の火山活動との関係はまだよくわかっていない。湖水位は数万年前には現在より 20m 程度高く、縄文後期頃（約 3500 年前）でも現在より数 m 程度は高かった。このため、湖性堆積物が表磐梯地域に広く分布する。猪苗代湖の成因は、猪苗代湖付近の地質、猪苗代湖盆の形態、湖岸周辺の堆積物の分布などから、会津盆地の構造運動と密接していると推定されている（鈴木、1988）。磐梯山あるいは猫魔岳の火山活動による長瀬川水系のせき止めがあったとしても、猪苗代湖形成の主たる成因ではないらしい。なお、猪苗代湖の東岸は川桁断層となっている。

5 磐梯山の火山形成史

磐梯火山の活動開始の時期は、西に隣接する猫魔火山の活動がほとんど終息した後と推定される（Nakamura, 1978）。約 90 万年前頃から開始され、活動時期によって先磐梯期、古磐梯期、新磐梯期の活動期に区分され（表 1-1）、その噴出物の総体積は約 30 km³ と見積もられる（三村・中村、1995；山元・須藤、1996）。

先磐梯活動期の噴出物は、地形的には明瞭に残っておらず、溶岩流などの堆積物がわずかに火

口壁の一部の露頭やボーリング掘削試料で確認されるだけである（田中ほか、1995；井口ほか、1995）。古磐梯火山活動期は約 50 万年前以降で、溶岩や火砕流堆積物によって櫛ヶ峰や現在の赤埴山などの地域が形成され、その後の休止期を経て、約 8 万年以降から現在までの新磐梯火山活動期で、現在の大磐梯や小磐梯の山体が形成された。この時期には、何回かの山体崩壊があり岩屑なだれが発生した。磐梯山の山体南面にはこの崩壊によって形成された凹地形崖が認められる。山体崩壊のうち最も規模が大きいのが翁島岩屑なだれで、山体は南西側に大きく崩壊した。この堆積物は猪苗代湖の北西湖岸に達して、特徴的な流れ山地形が翁島付近から磐梯町にかけて広く認められる（水野、1958；星野ほか、1995）。また、この直後にマグマ活動があつて、噴出した降下軽石が南東山麓面や赤埴山山麓地域に分布している（千葉・木村、2001）。

約 2.5 万年前以降では水蒸気爆発の活動のみで、最近の 5000 年間で少なくとも 4 回発生し、何回かの土石流が東麓の琵琶沢などを下って、長瀬川に達している（山田、1988 など）。有史時代以降の活動の記録はいくつかあるが（後述）、いずれも記載が十分でない。これらの活動は規模のさほど大きくない水蒸気爆発型活動と推定されるが、その詳細は不明である。

6 記録からみた有史時代の火山活動

磐梯火山の有史活動のうち 1888 年の噴火活動を除くと、記録に残っているものは、以下のとおりである。

806（大同元）年頃

古伝によると「この火山が噴火し、近傍十里四方の地に硫黄を生じ、其の気蒸発して人々に害を与えた」とある（会津土茸考）。

1719（享保 4）年頃

「会津山嶺上見焦姻 湛湖水碧麟疊紋 山下有毒石 触之者及死 土人日之殺人石 蓋殺生石之属乎」（奥羽観蹟聞老志）

1787（天明 7）年頃

表 1-1 磐梯山の火山形成史

年代	活動期区分	山体形成史・主な噴火活動	テフラ層序
1888AD	新磐梯火山活動期	小磐梯火山体 1888年岩屑なだれ	葉山 Nm-1 (5.3ka) AT (25ka) HP1 軽石層 J Nm-Kn (60ka) HP2 軽石層
2400年前		琵琶沢岩屑なだれ 溶岩流・火砕流	
8万年前	古磐梯火山活動期	大磐梯火山体 プリニアン噴火・軽石流 大規模岩屑なだれ（翁島など） 溶岩流・火砕流	見山 MPO 軽石層 MP1 軽石層 J MP2 軽石層 △ 層
10万年前		櫛ヶ峰火山体 赤埴火山体 溶岩流・火砕流 溶岩流・火砕流 長坂火砕流 川上溶岩円頂丘群	
90万年前	先磐梯火山活動期	溶岩・火砕岩類	

磐梯火山の活動区分および山体形成史は三村・中村（1995）、テフラ層序は千葉・木村・佐藤（1995）による。斜体字は広域テフラで、ka は 1000 年前をしめす。

（中村・藤縄、1999）

「陸奥国猪苗代という所に湖水あり、景色甚だ面白し、猪苗代湖水の東に磐大山と名付く、嶮々たる高峰の嶺より炎火立ち昇り烈々として其烟雲と等しく天を焦す勢なり」(東国旅行談)。

したがって、記録で噴火活動として確からしいものは806(大同元)年頃、ほかに1888(明治21)年の2回で、前者は水蒸気爆発型の活動と推測される。これ以外の、1719(享保4)年と1787(天明7)年については、記載内容からは噴火活動かは不明である。また、このほかに1643(寛永20)年と1655(明暦元)年に鳴動との記録もある。

江戸時代末期に沼ノ平火口で、硫黄の採掘をしていたとの記録もあるので、有史時代での沼ノ平火口付近での噴気活動はかなり活発であったらしい。現在も噴気活動は、沼ノ平火口内と1888年火口壁との数か所で小規模ながら認められる。これらの噴気状態は気象庁によって毎年現地調査が実施されている。

1888(明治21)年以降の磐梯山の活動としては、1897(明治30)年7月5日から8日に鳴動、1954(昭和29)年7月1日から5日に地震群発、1987(昭和62)年6月に猪苗代湖西岸付近を震源とする地震群発、1988(昭和63)年11月から12月に磐梯山山体付近を震源とする地震群発との記録がある(気象庁、2001)。

2000(平成12)年4月頃から、磐梯山の山体直下で地震活動が活発となり、8月16日には気象庁から臨時火山情報が出されて入山規制がなされた。この地震活動の震源は山頂の沼ノ平付近と中ノ湯付近の地下で、山体下の海拔0m～-4km程度の深度に分布の集中がみられた(気象庁、2002;ほか)。この地震活動はこの後は次第に数を減らして、2002(平成14)年春頃には沈静化した(後述、第5章)。

7 磐梯山を構成する火山岩

磐梯火山を構成している岩石は、輝石安山岩である。斑晶鉱物としては、斜長石、シソ輝石、普通輝石、磁鉄鉱であり、この順に斑晶含量は減少することが多い。その他の斑晶としては、少量のカンラン石、融食石英、角閃石を含むことがある。斑晶鉱物の含有量(モード組成)は、30～40 vol. %がほとんどである(Nakamura, 1978)。したがって、日本の他の第四紀輝石安山岩と比較すると、やや斑晶含量が多めである。石基は完晶質ないし一部ガラス質で、構成する鉱物は斜長石、シソ輝石、普通輝石、磁鉄鉱、シリカ鉱物などである。同源捕獲岩を含むことはまれでないが、外来捕獲岩を含むことはほとんどない。

これらの磐梯山を構成する岩石の全岩化学組成は、概ね $\text{SiO}_2=58\sim62$ wt. %の範囲で、日本に分布する典型的な第四紀の安山岩の組成である(Nakamura, 1978)。これらのデータをFMA(total FeO, MgO, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)三角図などに点示すると、第四紀の東北日本に最も多く分布するカルクアルカリ岩系の岩石であることがわかる。他の主要酸化物含量や微量元素含量も、カルクアルカリ岩系安山岩のもつ特徴と調和的である。

第2節 1888（明治21）年噴火

1 噴火直後での学術調査

磐梯山の7月15日噴火の報を受けた帝国大学理科大学教授 関谷清景^{せきやせいけい}（地震学初代教授；写真1-3）は7月18日に東京を発ち、前年に開通していた現東北本線で郡山まで行き、19日に現地に入った。また同時期に、政府から命を受けて農商務省地質局の和田維四郎^{わだつなしろ}（農商務省地質局長、理科大学鉱物学教授兼任；写真1-4）と大塚専一（農商務技師試補）は7月18日に現地に赴いて、10日間の調査をすすめた。更に内務省地理局和田雄治（技師）も調査に赴いた。このように当時での最高の研究者や技術者がこの調査に携わったことは、この噴火についての取り組みが国家としても本格的であったことを示唆している。

関谷は1週間後に到着した地質学助教授菊池安とともに最初の10日間は山麓地域を調査して、31日からは中ノ湯に滞在して、山頂付近の調査を実施した（橋本、1983）。8月3日からは要請によって到着した工科大学学士戸谷亥名蔵が測量関係の調査に加わった。関谷らは8月8日に中ノ湯を発ち、その後約20日間の調査を終了させて帰京した。なお、菊池安らは現地にこの後の10月まで滞在して、聞き取り調査などを実施したようである。



写真1-3 関谷清景
（国立科学博物館所蔵）



写真1-4 和田維四郎
（三菱マテリアル株式会社所蔵）



写真1-5 ウィリアム・K. バートン
（『国を創った土木技術者たち』鹿島出版
会から転載）

また、当時の工科大学衛生工学の外国人教師であったウィリアム K. バートン（William K. Burnton；写真1-5）がこの調査に同行して、現地の写真を撮影した。バートンは工科大学で教鞭をとり、我が国での上下水道事業推進事業に携わるとともに、当時の写真最新技術の普及に貢献した（付論参照）。

関谷は調査結果の一報である「磐梯山ヲ見後ルル勿レ」を東洋学芸雑誌第83号（明治21年8月25日発行；関谷、1888）に発表した。また、関谷と菊池の連名で調査結果を、官報第1575号（明治

21年9月27日)に、「磐梯山破裂実況取調報告」として発表した(関谷・菊池、1888)。関谷は10月7日に大学通俗講演会で報告講演会を実施したが、この際に調査で撮影した陰画原版から作成した一部彩色の幻灯用写真(口絵写真19、付論参照)を用いた幻灯装置を活用したと推定される(大迫ほか、2003)。関谷清景はこ

表 1-2 磐梯山 1888 (明治 21) 年の噴火活動の経過

月 日	時 刻	事 件	記 事
7月8日		鳴動・遠雷音がある	
7月9日		鳴動・遠雷音がある	
7月10日		鳴動・遠雷音がある	
7月13日	15~16時	鳴動が数回ある	
7月14日	8 時	鳴動がある	
7月15日	7 時	遠雷音軽中震がある	
	7時30分	中震がある	地震はたて揺れが強い
		強震が続く	
	7時45分	最初の噴火がおこる	噴煙は約1300mに上昇する
		15~20回続く	山麓には火山灰・岩塊が降る
		最後の1回は北向き水平に抜ける	多量の碎屑物が流下して、北壁を瞬間にして襲う
		激しい鳴動が30~40分間続く	灰粒まじりの温かい雨が降る。噴煙はカサ状に広がり約5000mに上昇後、東方に流れる
	10時ごろ	おもな活動は2~3時間で止む	太平洋岸で10時ごろ降灰がある
	16時ごろ	静穏にもどる	
7月20日	11時50分	小震あり	

(Nakamura, 1978)

の内容を翌年に、「磐梯山破烈ノ話」として東洋学芸雑誌の第85号に公表した(関谷、1889)。菊池は「磐梯山破裂実況」を東京地学協会報告(1888)に発表した。さらに、両氏は連名で詳細な英文報告書(The Eruption of Bandai-San)を、帝國大学紀要理科第三冊(Sekiya and Kikuchi, 1889)、及び日本地震学会欧文報告(Sekiya and Kikuchi, 1890)として出版した。前者の出版物には1889(明治22)年版と1890(明治23)年版とがあり、掲載スケッチの彩色状況に差がある。また、後者の出版物は前者と同一内容で無彩色版である。これらの報告書に掲載されているスケッチは、調査の際にバートンなどが撮影した写真を基に作成したことが確認されている(付論参照)。関谷はこの後まもなく、英国留学中に発病した結核を再発して非職(休職)し、須磨の禅昌寺で療養中の1896(明治29)年1月に41歳で没した(橋本、1983)。

和田維四郎は、1889(明治22)年に磐梯山噴火についての独文報告書を出版した(Wada, 1889)。また、同年に大塚専一は「磐梯山ノ図」を印刷するとともに(口絵写真4)、1890(明治23)年1月に地質要報に「磐梯山噴火調査報告」を掲載した(大塚、1890)。この「磐梯山ノ図」では、噴火前の復元地形を等高線様に描いた1/50,000地形図に、噴火による堆積物(降下物と放出物を除く)の分布状況を示した。この図は、噴火前の地形および噴火直後の噴出物分布を示す図としては精度が高い。

このほかの噴火直後の学術報告書としては、Knott and Smith(1890)の英文報告書などが出版されている。また、噴火状況、被災状況、その後の復旧状況については、公文書、新聞、写真、錦絵、など国内外で多数出版されている(北原、1998)。

これらの資料を参考にした噴火の経過、噴出物の分布状況、噴火後の経過などを次節以降で概略する。

2 噴火の前兆現象

地元の学校の先生（大塚彦治や宇田徹事）の日記などに、噴火の1週間前頃から、さほど顕著ではなかったが、鳴動や遠雷音の前兆が何度か記録されていた（Sekiya and Kikuchi, 1889）。それらによれば、7月8日、9日、10日には鳴動と遠雷音があった（表1-2）。13日15～16時に鳴動が数回あった。14日午前8時にも鳴動があった。

また、大塩村外一ヶ村戸長役場の記録文書「磐梯山噴火ノ景況」によれば、日時は不明であるが20余日前頃から時々鳴動があつて、数日前に地震並びに鳴動や発煙があつた。このため、一部の湯治客が^{きょうく}恐懼して（非常に驚いて）立ち退いたとの記述がみられる。そのほかに、噴火後の住民の聞き取りでの前兆に関する記載によれば、泉温、魚、その他の動植物の挙動などについての指摘もあるが、それらはいずれも噴火後に思い返してのものであつた。ほとんどの住民が磐梯山の噴火が差し迫っているとの認識で受け止めてはいなかったことは、実際の避難など具体的な対応策を周辺地域でとつたとの記録が残っていなかったことから推測される。一部の住民の漠然とした不安感が実らなかったのは、磐梯山が活火山であるとして認識がなく、当時は火山学、観測システム、防災対策などの科学的なインフラ基盤が全く整備されていなかったためである。このため噴火予知のための情報が組織的には収集されなかったという事情による。当時の磐梯山付近での約1週間前からの鳴動などの現象は、現在の我が国での活火山の観測体制であれば、噴火の前兆として観測されていたはずである。

3 噴火当日の活動経過

噴火当日の噴火に至る経過は、関谷（1890）の記述は詳細かつ的確であるので、その一部を以下に引用し、その概要を後に記す。

「次ニ破裂ノ際ニハドウ云フ模様デアツタト云フ事ヲ申スベシ 本年(明治二十一年)七月十五日ハ天气快晴ニシテ山ニハ雲ヲ見ザル程ニテ西北西ノ微風吹き暑気モサシテ強カラザリシガ朝七時頃ヨリ山ノ方ニテ何かごうごうト鳴ルモノアリ 之ハ雷ノ響キナラント人々思ヒ居リシニ七時半過ニ頗ル強キ地震アリ 暫時ニシテ再ビ猛烈ノ地震起リ未ダ揺リ止マザル中ニ小磐梯ハ破裂セリ 其時刻ハ午前七時四十五分ナリシト 其時黒烟ガ一本柱ノ様ニナリテ空中ニ立昇リシガ其音如何ニモ凄マジク百雷ノ一時ニ落ルト云フ 響ヘモナラヌ位デどんどント引続イテ十五遍カ二十遍ホド鳴リ 其度毎ニ烟ハ最初ノモノト殆ド同ジ高サニ登リ 一番終リノ一発ハ北ニ向テ抜ケタリ 最初ヨリ此時マデ凡ソ一分時間ナリ 其他ノ小破裂ハ無数ニテ三十分間ハ激シク鳴動セリ 烟ハ初メハ四五千尺モ掲リシガ段々登リテ其上ノ方ヨリ拡リ傘ノ様ナル形トナリシトキハ大磐梯山ノ三四倍(猪苗代ヨリ見タルトキニ)ニナリシト 其レヨリ次第ニ四方ニ拡ガリ山ノ麓ヘ落ち始メタリ 茲ニ烟(通俗ノ為メニ)ト云フハ実ハ岩石ノ粉トナリタルモノト 蒸気トガ混ジタルモノニテ真ノ烟ニアラズ 即チ此粉末ガ山ノ麓ニ落ち来テ空中ニ充チ此近辺ハ夜ノ如ク真闇ニナリ 山下ノ風下ニナツタ長坂ト云フトコロナドハ一寸先キモ見エナクナツテ其ノ為メニ逃ゲルモノハ道ヲ

失ヒ土石ノ下ニナリ落命シタルモノアリ 又此粉末ハ熱度甚ダ高ク 又蒸氣ノ凝固セシモノト混ジテ粒状トナリバラバラト雨ノ如ク降り来リ 山下ノ人民ハ之ニ打タレテ火傷ヲ受ケタルモノモ甚多シ 蒸氣烟ノ中ヨリ稲妻ガ出ルヲ見 雷鳴ヲ聞キシト云人アリ ソレハ蒸氣ガ激シク昇ルトキ空気ヤ岩ノ粉末ナドト擦レ合テ電氣ガ起リ其ノ為メニ稲妻ガ出タノデ天然地理書ナドニモ火山ノ破裂ノ時ニ稲妻ノ出ル様ヲ画カケリ 不思議ナコトニアラズ」 (関谷・菊池、1889)

概要：7月15日は快晴で、朝7時頃に山頂からゴウゴウと音がして、7時半頃に大きな地震があった。その後に猛烈な地震があつて、それが止まぬままに7時45分に黒煙が立ち上って噴火が開始した。引き続いて15回か20回くらい大きい爆発があつて、最後は北に向けて抜けた。噴煙は次第に大きく広がって、その後に山麓に落ち出して、周囲は闇夜のようにになった。山麓では落石があつて、これで死者も出た。また、熱い灰が雨のように降って、これで火傷をした人も多かった。立ち上る噴煙中には稲妻が観察された。

また、噴火当日に中の湯の湯治客であつたが、難を逃れた越后来迎寺の住職鶴巻浄賢の書状(関谷・菊池、1889)は以下のとおりで、その概要を後に記す。

「此の日八時と覚しく大地震となり、一同大いに驚き小屋より飛出て何やらんと思ひ居り候処、十分位経て上の湯より壺町程上に平常湯気の出る処あり、その辺と思ふ処より大砲三挺位一度に発せし如き音聞え、黒烟一度に立上り、山崩れの響き、其のすさまじき事言わん方なし。今に身に浸み居申候。瞬く内に黒煙天を掩ひ大小の石落る事際限なく自分等名々思ひ思ひに諸方に逃げ候ひしが、五間、七間、十間位にて皆々地に伏し申候。此の時は何も見え得ず真の暗夜となり、地震は止まず、口、眼、耳、鼻等に土砂入り、声を出す事叶はず自分は生きたる心地少しもなく、早く冥土を急ぎ念沸三昧に地に伏し居申候。凡て夢中にて確とは覚え不申候へども、右の手に石の落ちたる時は、扱て創を受けたりとされど是にてはまだ死に申間敷何かその内に死ぬべき事来り可申と思居候。左の腰部、右足、背の打撲及び左頭部の小創は皆此の時受けたるなり、其の後一時程を経て石の落る事も止み、暗黒も漸く薄らぎて濠瀧月夜位になりし故、自分逃るは此の時と思ひ声を限りに、皆々様早く逃げんと呼び候得ども、誰一名答うるものなし、夫よりも自分が路金にても持去らんと思ひ、湯小屋へ参り候処諸橋浪三其の他一人小屋に死ぬ積りにて打伏し居たり、此の兩人を呼び起し、本の道へと逃げ走る処に湯守老人、横山唱次郎、小出三郎等死居たり、凡て大石に打たれたるものは皆死申候。土中に大なる穴出来大木の根抜け去り、其の景状筆舌に尽しがたく候。夫より又逃げ下る途に竹内吉平及富三来り、都合五人にて山神へ急ぎ申候。右五人のもの老人も傷を受けざるものなし、逃げる時に石穴の内へ片足を踏み外し入れしに熱あるを覚不申、其より二町程下る時二番破裂あり、三町程下る処に三番破裂いたし申候。其の時は土砂のみ身にかかりて石には打たれ不申候。午後十二時旧大寺村旅舎宮原寅太方に着す。」

概要：この日8時頃に大きな地震があつて、湯治小屋から飛び出した。10分後に上ノ湯の少し上の噴気が上がっていた付近から大砲3挺を一度に発したかと思われる大きな音とともに、黒

い烟が一度に立ち上り、山崩れの音がすさまじかった。あっという間に真っ暗となって、大小の石が落下してきた。急いで逃げ出したが、口、目、耳、鼻に土砂が入って声も出せなくなって生きた心地がしなかった。真っ暗で地震が止まない中を、傷を負いながら山を逃げ下って、12時頃に山麓の大寺村に着いた。

このほかの文献なども参考に、噴火当日の経過を要約すると、以下のとおりであった(表1-2)。

噴火当日の7月15日(旧暦6月7日)の朝は西北西の微風で快晴であった。午前7時頃に山頂からゴウゴウと鳴る音が山麓で聞こえた。7時半過ぎに強い地震があり、しばらく後に再び激的な上下動の強い地震が起こって、この地震の揺れが続くままに、7時45分頃に最初の噴火が始まった。噴火が起こったのは小磐梯山の山頂部であり、上ノ湯の近くの以前から噴気の続いていた地点の付近であった。噴火は黒煙柱が約1,300 mまで立ち昇り、百雷が一時に落ちるかのようであった。引き続いて15回か20回くらい大きい噴火活動があってその都度同じくらいの高さに立ち上って、最後は北に向かって抜けた。噴煙柱は次第にカサ状に大きく広がった後に東方に向かって流れた。この後に山麓地域は暗黒になり、長坂などで逃げる人々は落石を受けて死亡したり、熱灰を被って火傷をした。灰粒の混じった温雨も降った。噴火は活動の初期ほど激しくて、その後には3回程度の活動のピークがあって、午後には次第に激しさを減じた。当日の夕方にはほぼ静穏となって、午後9時頃には鳴動も止んだ。

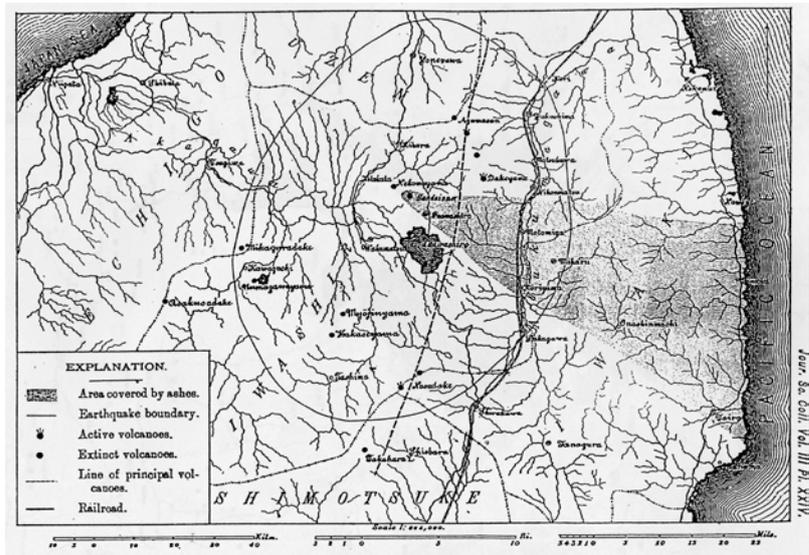


図1-4 磐梯山の噴火での火山灰降下地域と地震を感じた地域 (Sekiya and Kikuchi, 1889)

4 噴出物の分布状況

火山灰などの細粒物質は、噴火に際して火口から上方に放出された後に上空で広がって東方に流れて、次第に山麓に落下した。記録によれば降下火山灰は山頂火口から東南東方向に主軸をもち、太平洋岸までの扇形地域に降下した(図1-4)。火山灰降下の様子は東麓の長瀬川沿いでは粒状となり、ハラハラと雨のように降り、その層厚は白木城では20~30 cmであった。灰の温度はこれを被り火傷をする程度、あるいは灰の上の歩行に苦しむ程度であった(Sekiya and Kikuchi, 1889)。また火山灰降下のために山麓は暗黒となって、猪苗代や会津若松からは山頂部は見えなく

なった。東南東の太平洋岸では降下火山灰はうっすらと積もるくらいはあった。

粒径の大きい岩片や岩塊は、火口から弾道軌道を描いて直接に周辺山麓に落下した。火口から離れた山麓地域では、周囲が暗黒となったこともあって、住民には逃げる際にこれらの岩塊を受けて負傷する者などが出た。

噴火に際して、「一番終リノ一発ハ北ニ向テ抜ケタリ」と目撃されたのは、小磐梯山の山体崩壊が発生して、山体を構成した物質が北麓側へ大規模に流出した現象に対応する（図 1-5）。こうした山体を構成する物質が大きく破碎されて岩屑物質^{がんせつ}となって流れる現象は岩屑なだれ（岩なだれ、岩屑流、デブリ・アバランシェ、ドライアバランシェ）と名称されている。

当時の北麓には長瀬川水系の溪谷に、檜原本村が自給程度の農業集落、秋元原が農業集落、雄子沢^{おし}、細野、小野川、早稲沢は木地師などの集落が点在していた。これら北麓の広い地域を多量の岩屑物質が短時間のうちに襲って、集落を完全に埋没させたため、多数の死亡者あるいは行方不明者が出た。また、山頂で崩壊した物質の一部は、沼ノ平火口から東の琵琶沢^{しづたに}を流れ下って、渋谷村や見柵村^{みね}を襲った（口絵写真 23）。この付近では噴火に伴っての疾風（爆風）も襲った。

犠牲者や負傷者の数は、噴火数日後でも総数が確認できなくて、例えば関谷と菊池の文献では、犠牲者数を当初の 472 人のうち秋元住民は異常がなかったのが 461 名であったと報告している（明治 22 年 7 月 24 日付け官報掲載）。その後の資料（後述、コラム参照）によれば、犠牲者数は 477 名であったと推定されている。

5 噴火後の経過

噴火後には、小磐梯山山体のほぼ北半部が失われ、全体として北に開いた U 字形の凹地形が形成された（図 1-3）。噴火後に撮影された写真や描かれたスケッチなどでみると（図 1-1）、小磐梯山頂付近の火口壁には列状に噴気が活発に上昇している（図 1-3、図 1-9）。噴火後の北麓地域の地形概況は大塚（1980）の「磐梯山ノ図」や関谷の「磐梯山破烈土石散布ノ図」などによってよく

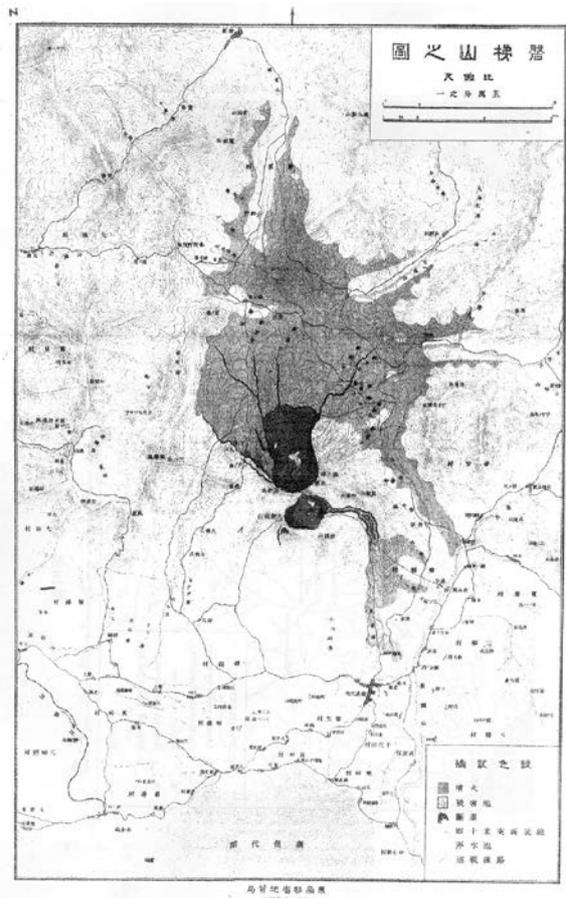


図 1-5 磐梯山ノ図（大塚、1889。国立科学博物館所蔵）
磐梯地域の噴火前の地形と岩屑なだれの分布が示されている。

示されている(図 1-5、図 1-6)。また、北麓の岩屑なだれ堆積物の表面には、数百の小山および数万の小丘が形成されたと記載され、そのスケッチも残されている(図 1-1、口絵写真 1)。

噴火後の 3~4 日は時々鳴動が続いた。特に、山頂部に形成された新たな火口壁が不安定であった、噴火直後からたびたび崩壊を繰り返した。また、8 月 12 日にはやや強い地震がこの付近であったとの記録がある。

北麓地域では、長瀬川水系が岩屑なだれ堆積物でせき止められたために、自然堤防を形成して、次第に水をたくわえて、多数の湖沼が形成された。それは日々変化をさせて、桧原湖、雄子沢湖、小野川湖、秋元湖などが形成された。桧原湖と雄子沢湖はほどなく合体して桧原湖となり、その後も次第に水位を増して、ついに上流にあった檜原本村(桧原本村)までが水没することとなった。秋元湖は噴火後の 10 月 6 日に満水して長瀬川に流出した。小野川湖でも翌年 2 月中旬から 4 月中旬頃まで決壊(土石流)が続いた。また長瀬川下流では、この後に何度も決壊し、灌漑水路でも被害があった。このように長瀬川水系の決壊は毎年のように繰り返されて、25 年後の大規模な湖のえん堤と水門の工事の完成まで続いた(この経緯の詳細については、後述の第 4 章を参照)。

第3節 磐梯山の1888年噴火の火山学的考察

1 はじめに

磐梯山は日本の活火山としては最も一般的な^{きせきあんざんがん}輝石安山岩質マグマによる成層火山で、東北日本での代表的な活火山の1つである。磐梯山の1888年噴火は大規模な水蒸気爆発型の活動で、小磐梯山の北半部が大規模に山体崩壊して、多量の火山砕屑物（岩屑物）を北麓に流出させて、岩屑なだれ（岩なだれ）となった。この活動とほぼ同様な爆発性の強い噴火と山体崩壊の発生は（Lipman and Mullineaux, 1981）、北米のカスケード地域のセントヘレンズ火山の1980年5月18日噴火でみられた（写真1-6）。このため、磐梯山の1888年噴火は比較の意味で注目されて、その後火山学的な研究が推進されることになった。その結果、こうした大規模な山体崩壊の火山現象は、成層火山ではかなり普遍的に起こる現象であることが明らかにされた。

雲仙普賢岳1991年噴火、有珠山と三宅島の2000年噴火による被災状況による国民的な関心から火山防災の関心が高まって、全国の活火山ハザードマップの作成も積極的にすすめられてきた。こうした状況で、2000（平成12）年の磐梯山での地震活動の活発化があつて、地元自治体から磐梯山の火山防災マップ公表がなされた（中村、2005）。これらの背景をもとに、この節では磐梯山の1888年噴火後の約100年間に進展した火山学的な研究成果の概要を紹介する。

火山としての磐梯山と1888年噴火についての研究は噴火直後を除くと、セントヘレンズ火山1980年噴火以前まではそれほど多くはなされていない（Nakamura, 1978など）。1980年以降では、主に山体崩壊と岩屑なだれの現象に注目した研究がすすめられた。1988年には噴火後100年を契機に多くの研究者による成果が公表され、その成果は地学雑誌「磐梯山噴火百周年記念号」（1988）にまとめられた。その後、1995年に火山防災の観点から研究プロジェクトがすすめられて、その成果は防災科学技術研究所によって「磐梯山—防災研究の進展にむけて—」として公表された（和文報告書、1995；英文報告書、1996）。

2000年夏に磐梯山直下での地震活動が活発になったが、その経緯は気象庁の噴火予知連絡会会報などにまとめられている（第5章参照）。また、2001（平成13）年に「磐梯山火山防災マップ」と「火山防災ハンドブック」が猪苗代町などの自治体から地域住民に配布された（猪苗代町、2001）。これに関わっての地域火山防災と火山ハザードマップのあり方についての検証もおこなわれている（中村、2005など）。最近では、爆発的噴火に伴う疾風（爆風、ブラスト、サージ）に関する研究がすすめられている（Yamamoto et al., 2000；紺谷・谷口、2003など）。

これらの研究成果を大別すると、①噴火の経過と



写真1-6 1980年噴火後のセントヘレンズ火山（北麓より、鎌田浩毅撮影）

噴出物、②山体崩壊と岩屑なだれ、③爆発に伴う疾風、⑤噴火前後の地形、⑥噴火に関わる物理量、⑦火山防災に関わる研究、となる。この順に以下で研究成果の概要を記す。

2 噴火の経過と噴出物

噴火当日の経過については、関谷・菊池（1888）の記述をもとに整理すると、概略は以下のとおりとなる。7月15日の朝7時30分頃から開始した地震活動が激しさを増すままに、7時45分頃に最初の噴火が始まった。引き続いて15回か20回くらい大きい噴火活動があつて、最後は北に向かつて抜けた。噴火に伴って猛烈な疾風（爆風）が山麓を襲った。噴煙柱は次第にカサ状に大きく広がった後に東方に流れた。山麓地域は暗黒になり、落石があつて、降灰があつた。灰粒の混じった温雨も降った。噴火活動の初期ほど激しくて、3回程度の活動のピークがあつて、次第に激しさを減じて当日の夜半には終止した（表1-2）。

この噴火経過に対して米地は（Yonechi, 1987）、小磐梯山の崩壊は少なくとも2回の多段階的な活動であつたと推定した。その根拠として、噴火前のスケッチ、噴火の写真、及び噴火前の推定復元地形などから、噴火初期は小磐梯山の崩壊は小規模で、次いで約1時間半ほどの小康状態が経過した後で大規模な活動となつて、小磐梯山体の大規模な崩壊が発生したと推定した。この小康状態の間に会津若松方面から撮影された写真には、崩壊前の小磐梯山体が写っていると主張した。中村・グリッケン（1988）は関谷・菊池（1889, など）や鶴巻浄覧の記述などから、噴火活動は最初ほど激しく小磐梯の大崩壊は単一でかつ噴火の初期であると推定した。また、米地による地形復元は湯桁山^{ゆげた}の位置と高さの推定が正確ではなく、会津若松から撮影された写真は噴火からかなり時間が経過した崩壊後で、活動終息期のものであると主張した。

噴火の経過と小磐梯山の崩壊時期は密接しており、最初ほど激しくて、小磐梯は噴火の初期に崩壊し、その後に次第に終息したと推測され、最近の紺谷（2005）による爆風の発生状況の解析も爆発が多段階でないと結論した。

この噴火での噴出物にはマグマ起源の高温本質物質は確認されてなく、すべて山体構成物に由来する物質（類質物質）である（Nakamura, 1978）。この噴火に係わつた噴出物は運動様式から、降下火山灰、火口からの放出岩片や岩塊、山体崩壊に続く岩屑なだれ（岩なだれ）、爆発に伴つた猛烈な疾風（爆風）である。

火山灰は山頂から東麓の^{しらきじょう}白木城、郡山、さらに太平洋岸のたいら付近までの扇形地域に降灰が確認されたことが記録されている。分布地域は東南東方向でその主軸 N25° E であった。降下火山灰は東麓の長瀬川沿いでは粒状となって、雨のように降り、その層厚は 20~30cm あった。灰の温度については、これを被り軽重の火傷をする程度、あるいは灰の上の歩行に苦しむ程度はあった。したがって、降灰直後での温度は 40~50℃程度はあったと推定される。しかし、この降下火山灰の堆積規模はさほど大きくはなく、降灰による家屋崩壊などの被害は記録されていない。なお、山麓での降灰物が樹木についた試料が地元保存されている。

山頂近傍の山麓地域では火口から直接弾道軌道を描いて放出された火山岩片や岩塊が飛来した。これらの岩塊を受けた犠牲者は、磐梯の湯（上ノ湯、中ノ湯、下ノ湯）から避難した住民や、東麓の長坂、^{しづたに みね}渋谷、見称に多い。これは火口からの距離と周辺集落との分布位置に関係する。放出した岩塊によって開けられた穴のスケッチが Sekiya and Kikuchi (1889) によって、掲載されているが、一般の噴火での放出岩塊でこうした記録は少なく、放出の際の運動量と爆発の規模を見積もるうえで注目される。

北麓の集落のほとんどの住民は岩屑なだれに巻き込まれたため生存者がほとんどなく、目撃記録そのものが残されていない。

3 山体崩壊と岩屑なだれ

磐梯山の 1888 年噴火による山体崩壊による岩屑物質の流動現象である岩屑なだれの特徴は、流動体にマグマ起源の高温本質物質を含まないで、乾燥状態で流動したことである。したがって、水にほぼ飽和した状態で流動する火山泥流（ラハールあるいは土石流）の流動形式とは異なる（Nakamura, 1978）。噴火中に温かい雨の記録があるが、流れた物質全体が湿らせるには不十分で、降雨も流動後であったと推定される。岩屑なだれの流動の末端の一部では河川水と混じった部分が火山泥流に移化した。

磐梯山の岩屑なだれはマグマ起源の物質を含まないために、火砕流（狭義）とは流動メカニズムが本質的に異なる。こうした流動物質（火山性粉体流）の名称としては、セントヘレンズ火山 1980 年 5 月 18 日噴火で発生が確認されて名称された「デブリ・アバランシェ」の訳語である岩屑なだれ（デブリを岩と訳せば、岩なだれ）が我が国では現在広く使用されつつある。本稿では岩屑なだれを主に使用したが、従来は岩屑流やドライ・アバランシェの名称も使用されていたが、最近では用いられることは少ない。

岩屑なだれ堆積物の分布面積は Sekiya and Kikuchi (1889) などの分布図（図 1-6）から算出すると約 3.5 km² である（Nakamura, 1978）。堆積物の層厚見積りは、噴火前の地形状況に大きく依存しているが、この噴火以前にはこの付近の地形図は作成されていなかった。北麓地域を流走する長瀬川水系はやや複雑な流路をとっていて、噴火前の北麓地域での地形はかなり複雑であった。

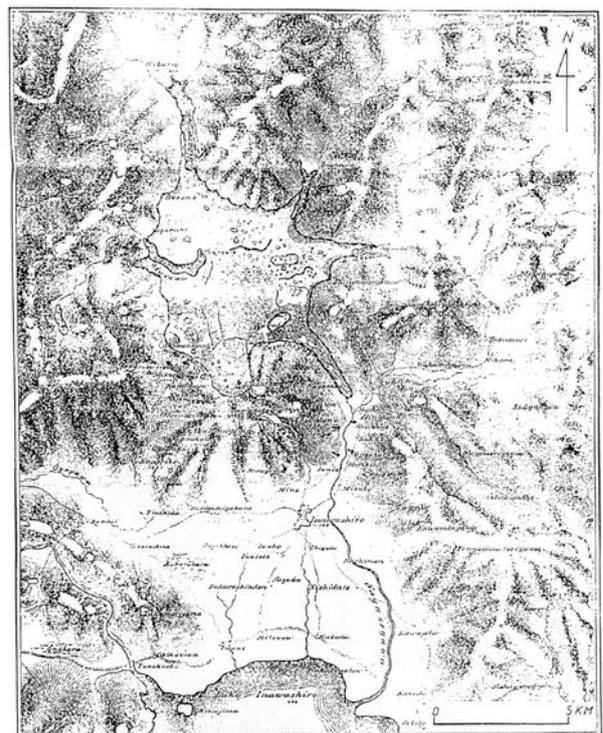
裏磐梯地域において掘削したボーリングがいくつもあるが、裏磐梯休暇村でのデータなどを参考にして、この付近での岩屑なだれの堆積物の層厚をみると約 160m以上に達していた。こうした結果もふまえて分布地域全域で層厚を推定しての総体積は $0.8 \sim 1.5 \text{ km}^3$ と見積られる (Sekiya and Kikuchi, 1889 ; Nakamura, 1978)。一方で、最近の国土地理院での、小磐梯付近での地形復元結果 (後述) から、欠損した地形の見積りが算出された (水越・村上, 1997 ほか)。その結果では、 $0.5 \sim 0.8 \text{ km}^3$ と推定されている。欠損した地形からの体積見積りと、埋め立てられた部分の算出からの見積りとで差異が生じるには、欠損した物質は堆積した地域でも移動していると推測されるので、前者の推定体積が低めの値となるためであろう。

流動の際の平均速度は、目撃者などの記述を整理すると、約 80 km/h と推定される

(Sekiya and Kikuchi, 1889 ; Nakamura, 1978)。また、その最大到達距離は約 $8 \sim 10 \text{ km}$ である。

山体崩壊と岩屑なだれについての火山学的な研究は、セント・ヘレンズ火山 1980 年 5 月 18 日噴火における発生確認後に飛躍的に研究がすすめられた。その結果、さまざまな観点からの議論がなされて、この現象がよく理解されるようになってきた。特に山体崩壊の発生と岩屑なだれの流動現象については火山学的にも、また火山防災の観点からも関心が高く、現在も研究がすすめられている (Ui et al., 1986; Siebert et al., 1987; Yamamoto et al., 2000 など)。

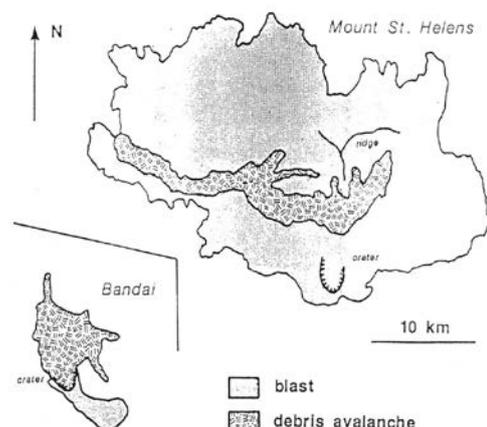
セント・ヘレンズ火山 1980 年 5 月 18 日噴火での山体崩壊での直接のトリガー (引き金) としては噴火の直前のマグニチュード 5.2 の地震であったと推定された (Lipman and Mullineaux, 1983)。しかし、それ以前での崩壊部分の直下へのマグマ貫入が進行することによる潜在円頂丘の成長が山体自身を不安定にしていたことも、重要な要因とされ



磐梯山地域の図。小磐梯の崩壊によって生じた岩屑流によって覆われた地域は点線で示してある。(SEKIYA & KIKUCHI 1889)

○ 大小の流れ山 ● 噴火口内の主な水蒸気噴出口
 ♪ 温泉 ↘ 疾風方向

図 1-6 磐梯山地域の図 (関谷・菊地, 1889) 噴火後の磐梯山地域と岩屑なだれ堆積物の分布状況



磐梯火山 1888 年噴火 (左下図) とセント・ヘレンズ火山 1980 年噴火 (右上図) の岩屑なだれ (debris avalanche) と爆風 (blast) の分布域の比較 (中村・グリッペン, 1988)
 分布図は同一スケールで描かれている。

図 1-7 磐梯山とセント・ヘレンズ山の岩屑なだれの比較 (中村・グリッペン, 1988)

ている。この山体崩壊と引き続いた岩屑なだれの流動メカニズムについては、複数ブロックが引き続いて発生したレトログレシブな多段階的スライディングモデルが提唱されている (Glicken, 1986 ほか)。

磐梯火山の噴火の際の地震活動については、連続的な約 15 分間に激しさを加えて、この後に噴火に至っている。その地震の規模の最

大値はマグニチュード 5.0 程度であったとの見積りがある (Okada, 1986)。この噴火では大きな爆発が 15~20 回くらい連続的にあって、その最後が北に抜け、その時期が山体崩壊の発生に対応すると推測される。水蒸気爆発の発生は、山体地下浅所に発達した熱水系での封圧が次第に増加して、荷重圧とのバランスが崩れて何んらかのトリガー (引金) で発生すると考えられている。噴火前は磐梯山頂の沼ノ平火口には活発な噴気があった。また、小磐梯に近い北西山麓には、上中下の温泉があって噴気活動が活発であった。したがって、地震活動による地下でのクラックなどの発生によって、山頂付近で封圧されていた熱水系が減圧することが引き金となって、地下での熱水状態から一気に発砲現象を開始させたと推定される。その際に、過去に充分に変質作用を受けていた小磐梯山頂付近が 15~20 回の爆発で脆弱になり、山体の崩壊が開始された可能性が高い (図 1-7; 中村・グリッケン, 1988)。また、爆裂火口内などのボーリング掘削データ結果などから (田中・三村, 1995; 井口ほか, 1995)、磐梯山の山体直下などには変質による粘土鉱物層が発達していて、崩壊の際にこれがすべり面として重要であったとの指摘もある (田中ほか, 1995; 田中, 1999)。

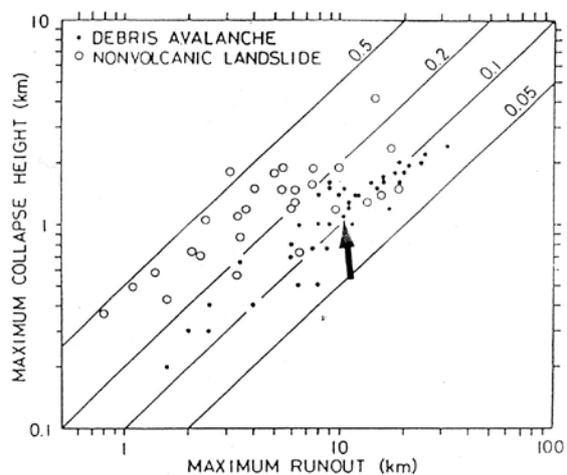
岩屑なだれを山体崩壊の発生トリガーについて注目し、トリガーとなった活動様式により、ベジミアニ型 (マグマ性噴火活動)、磐梯型 (非マグマ性噴火活動)、雲仙型 (噴火に伴った地震活動) に区分する方法 (表 1-3) が提案されている (Siebert et al., 1987)。

また、大規模な山体崩壊が発生した地形と堆積物の分布状況から、発生の出発点と先端部との高度差 (H) の流走距離 (L) に対する H/L 値に着目する、崩壊による岩屑なだれの発生を火山性と非火山性とに区別できることが指摘されている (Ui et al., 1986)。雲仙型のような非火山性では H/L 値が 0.5~0.1 であるのに対し、

表 1-3 山体崩壊と岩屑なだれのタイプ

比較項目	ベジミアニ型	磐梯型	雲仙型
前駆的な噴火	水蒸気爆発・マグマ噴火	なし	近傍で起こる?
崩壊時の噴火	マグマ	本質物を伴わない	なし
Lateral blast	マグマ水蒸気爆発あり (0.1 km ³)	可能性は少ない	なし
岩屑流の規模	0.1-10 km ³	0.001-10 km ³	0.01-1 km ³
軽石質火砕流	0.01-0.1 km ³	なし	なし
降下火砕物の構成	本質物が多い	類質物のみ	なし
降下火砕物の量	0.01-1 km ³	0.001-0.1 km ³	なし
噴火強度	3-5	2-4	なし
崩壊後の火山活動	溶岩円頂丘・中央火口丘の形成	なし	なし

(Siebert et al., 1987 修正)



岩屑なだれの崩壊落差と流走距離の関係 (Ui et al., 1986b)。矢印が磐梯山 1888 年のデータ。

図 1-8 岩屑なだれの流動特性 (Ui et al., 1986)

ベジミアニ型のような典型的な火山性では0.2~0.05で、火山性の場合でより流動性が認められる(図1-8)。水蒸気爆発を要因とする山体崩壊の例にあたる磐梯火山の1888年岩屑なだれのH/L比は0.11で、やや非火山性に近い。

4 爆発に伴う疾風

噴火活動に際して猛烈な疾風が山麓を襲った。この疾風は爆風(ブラスト)と呼ばれ、レキ混じりの高速の希薄な粉細粒火砕物質流れによるもので、山頂の沼ノ平から琵琶沢を通過して東麓へ抜けたものが特に激しかった。通過地域の樹木は小枝が打ち払われ、列をなして風下に傾倒した。東麓の長坂の住民はこの疾風を受けて衣服をはぎとられたり、小枝などをを受けて頭髪や皮膚をはがされたり、レキを銃弾のように受けた(Sekiya and Kikuchi, 1889)。東麓の渋谷や白木城ではこの爆風で家が破壊され、木々が打ち払われた写真が残っている(写真1-8)。疾風の温度はやや高かったという記録もあるが記述が少ないため詳細は不明である。

こうした猛烈な爆風は、セントヘレンズ火山1980年噴火でも確認されていて、山麓の広域で巨木がなぎ倒され、車やブルドーザも吹き飛ばされた。このために注目されて、この後にこうした高速で希薄な火山性の細粒火砕物質の流動現象の事例やメカニズムについての研究や議論が展開されて、この現象への理解が進展した。

かなり希薄で高速の火砕物質の流れ現象は、一般的な火砕流の本体でみられるような高温の岩片を含む重たい流れとは明瞭に異なる。1946(昭和21)年のビキニ環礁での原爆実験の際に、上昇する爆発雲の基部に、横に広がりドーナツ状に高速で流れる雲が最初に確認されて、ベースサージと名称された。この現象はその後に火山爆発の際にも火口で発生していることが確認された。マグマ水蒸気爆発や、火砕流の流れの先端部や基部にもこうした高速で希薄な流れが認められて、総称して火砕サージと名称されている。その後、火砕サージには様々なタイプが識別されて、堆積物の組織構造や粒度組成などの特徴もわかってきて、それぞれのタイプの流動メカニズムの考察もすすめられている。

磐梯山の噴火での場合は、多くの記載から爆発に際しての爆風があったことは明瞭であったが、その堆積物は確認されてなかった。中村・グリッケン(1988)は、磐梯山東麓の琵琶沢付近



写真1-8 噴火後に破壊された渋谷村の民家と樹木
(宮内庁書陵部所蔵)

では無層理で層厚が数 cm である堆積物を記載し、その後に詳細な流動メカニズムなどが考察された (Yamamoto et al., 2000)。

最近になって、紺谷・谷口 (2005) による磐梯山 1888 年噴火のサージ (疾風) 堆積物についての野外調査及び記載文献の考察の結果によれば、その分布は従来考えられていたより広範囲で、噴火開始直後からサージが複数回発生したことを見出した。また、サージの発生は噴火後の遅くとも約 1 時間後に終止したことを推定した。これらのことは山体崩壊は多段階的でなかったことを示唆している。また、サージの平均流速の最大値は 100 m/s 前後と見積もられ、サージの流れは重力 (地形効果) の影響を強く受けた。サージの過剰動圧は雲仙普賢岳 1991 年噴火の火砕サージより高い値が得られ、より低温の流れであったと結論した。

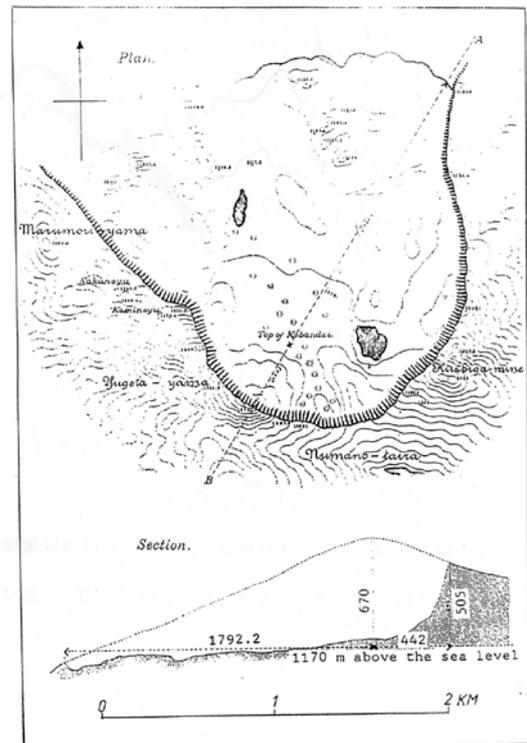
こうした水蒸気爆発に伴うサージ (水蒸気爆発性サージ) の発生例は、安達太良山 1900 年噴火でも最近見いだされている (Nakamura et al., 2005)。水蒸気爆発性サージの規模はマグマ性噴火の火砕サージに比べるとはるかに小規模で、堆積物は薄層無層理で到達地域も狭く、その粒度組成をみると粒径の分散がより大きい傾向が認められる。

5 噴火後の地形

噴火後には小磐梯山頂部は完全に失われ、北に開いた凹地形が形成された。火山性起源の直径約 2 km 以上の円形の凹地形は一般的にはカルデラと呼ばれる。しかし、カルデラは火山性陥没に原因する凹地形をさすことが多いので、これと区別して山体崩壊を原因とするものを爆烈カルデラ (馬蹄形カルデラ、崩壊カルデラ、アンフィセアター) と呼ぶ (守屋、1980 など)。

磐梯山では火口付近の約 2 km 程度までは火口の地形の特徴を保存していて、それより北側とは地形的には不連続である。このため、ここまでの凹地形は爆裂火口と呼ばれることが多い。この爆裂火口付近の地形とその断面図を Sekiya and Kikuchi (1889) は測量して作成している (図 1-9)。

噴火後の火口壁付近は急勾配地形であるため著しく不安定で、噴火直後から崩壊を繰り返した。特に大規模な崩壊は春先の融雪時期に発生する傾向があった (町田・渡部、1988 ; 図 1-10)。記録されているものとしては、1938 (昭和 3) 年 5 月 9 日と 15 日に火口壁北東側が崩壊して、土石流が



平面図 (Plan): 三角測量による火口の地形。×噴火前の小磐梯の山頂部。※水蒸気噴出地点で、元の山頂部はこの線上にある。断面図 (Section): A B 線に沿った断面図 (単位は m)。破線は噴火で吹き飛んだ部分。(SEKIYA KIKUCHI 1889)

図 1-9 火口付近の地形 (Sekiya and Kikuchi, 1889)

川上温泉へ到達して被害を出している(飯田、1938:その他)。また、1954(昭和29)年の4月3日、6日、8日にも火口の南西壁が大規模に崩壊して、爆裂火口内から、現在のスキー場方向などに土砂が流れ下った(大矢・羽田、1955;佐藤ほか、1956)。この際には、爆裂火口底内にあった噴火ノ湯の家屋が埋没したが、夏季のみ稼業していたために人的被害は出なかった。裏磐梯スキー場リフト終点からは、北麓に展開する岩屑なだれ堆積物の地形と分布状況がよく眺望される。この裏磐梯スキー場の西端は急崖となっていて、これと平行に東側も急崖となっており、この両者に囲まれた北に伸びた特徴的な箱状地形が明瞭に認められる(Nakamura, 1978)。こうした箱状谷地形は、ラumontン火山1951年噴火での火砕流発生に伴って形成されていて、アバランシェ・バレーと名称されている(Taylor, 1958)。磐梯山の箱状地形については、岩屑なだれの流動過程と密接すると推測されるが、その成因はまだよくわかっていない(Nakamura, 1978;守屋、1980)。

五色沼から剣が峰付近は、岩屑なだれが浸食力を失って急激に堆積した主堆積地域である。堆積物の表面には巨大な岩塊が累々と積み重なっていて、流れ山も大型である。この近傍付近では同質の岩塊からなることが多く、立体ジグソーパズルのようである。この付近は、大まかに標高800 m前後の比較的な平坦面からなるが、微視的には多数の大小の丘が特徴的に分布する(図1-11)。こうした小丘地形は流れ山(ハモック)、あるいは総称して流れ山地形(ハモッキー・サーフェス)と名称されていて、山体崩壊に伴う岩屑なだれ堆積物に特有の地形であることが明らかにされている。裏磐梯地域での流れ山と呼ばれる小丘はその基底面の多くは長円形で、その長径は大型のもので200 m程度はある。主堆積地域ではこれらの流れ山のサイズと密度は、大きく、周辺地域ほど両者とも急激に低下する傾向が認められる(Nakamura, 1978;星野ほか、1995)。

流れ山の内部を構成する碎屑物質はいくつかの単位に区分されて積み重なっていて、単位ごとの境界の状況から、こうした堆積物は流動の際に完全に攪拌されたのではなく、流動を開始する構造をある程度保存したまま、急激に堆積していることがわかる。それぞれの単位の周囲を構成する基地物質の状況も観察され、流動状況が推測されることも多い(Ui et al., 1986)。また、多くの流れ山の最上部は、岩屑なだれの堆積後に発生した火山泥流(土石流)の泥質の堆積物が薄く被覆していることが多い。火山泥流の堆積物は泥質の基質で構成物され、含まれる礫の周囲が泥で被覆されていることなどから、岩屑なだれ堆積物と区別できる(中村・グリッケン、1988)。

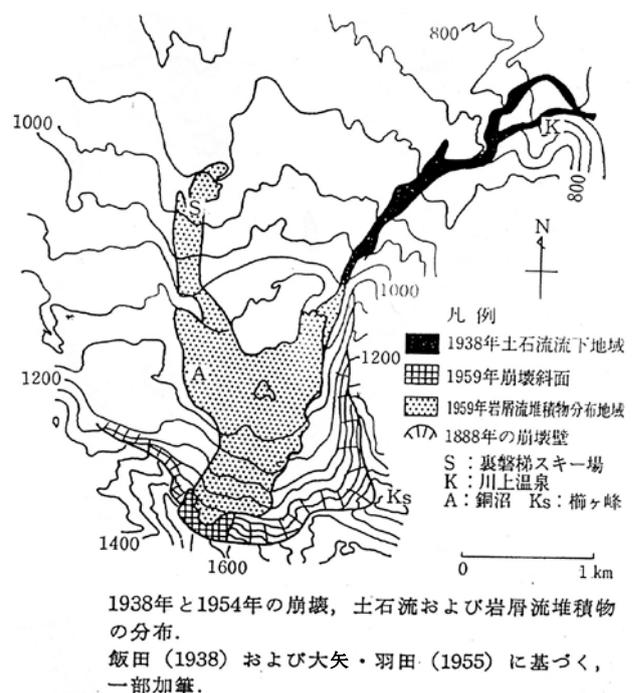


図1-10 噴火後での火口壁の崩壊(町田・渡部、1988)

磐梯火山の岩屑なだれ堆積物では、堆積物の特徴に差異が認められる地域が区別され、それぞれ流動・堆積機構が異なっていた。また、磐梯火山のデブリ・アバランシエとセントヘレンズ火山とを比較すると、堆積物の分布面積や総体積でみると磐梯火山の規模はセントヘレンズ火山のそれのおよそ 1/5 以下と見積もられる（中村・グリッケン、1988）。

6 噴火前地形の復元

噴火直後の調査で公表された磐梯山の地形状況を記した地図には、農商務省地質局の大塚専一による磐梯山之図（口絵写真4）がある（大塚、1889）。この図のサイズはA2程度で、1/50,000の縮尺図で、およそ40m間隔の等高線で磐梯山の噴火前の地形を表現している。この図中に噴火に係わる堆積物の分布状況をカラーで示している。また、調査時点で既に火山泥流の影響を受けたとみられ、この図中では、桧原川、小野川、中津川などの地域の一部での岩屑なだれ堆積地域は、正確な分布は不明のため空白域として図示している。なお、この図は和田維四郎による独文報告書に添付された独訳図と同一である。関谷・菊池（1890）の東洋学芸雑誌には、「磐梯山破烈土砂散布ノ図」が掲載されていて、この図では噴火前の磐梯山を中心とした地域の地形状況を等高線風（等高線の間隔は不明）に表示して、堆積物の分布を示している。また、彼らの英文報告書に添付されているのはケバ式で噴火直前の地形概要を表現している。

これらの図から、噴火前の地形がある程度復元できる。北麓地域では、南西側が猫魔岳^{ねこま}の火山噴出物、北西側と中央部（曾原山）が第三紀体積岩類、この北東側が吾妻山の噴出物、南側が磐梯山の噴出物から構成されているため、噴火前の北麓地域の地形はかなり複雑であった。したがって、北麓地域を流走する長瀬川水系はかなり複雑な流路をとり、北の桧原集落から細野集落^{おし}を通って南に流れた後に、京ヶ森付近で清水沢と合流した。この付近に雄子沢集落^{おし}があった。この後に磐梯北麓を流れ下った黒沢や、中の湯温泉などからの湯尻沢^{ゆじり}、小深沢^{こぶか}などが合流し、その後吾妻山麓を下った小野川と合流した。その後は中津川と合流した付近が秋元集落となっていた。長瀬川はこの後磐梯東麓を下って川上集落後に、安達太良山系から下ってきた酸川^{すかわ}と合流して、渋谷や白木城の集落から猪苗代方面に下っている。

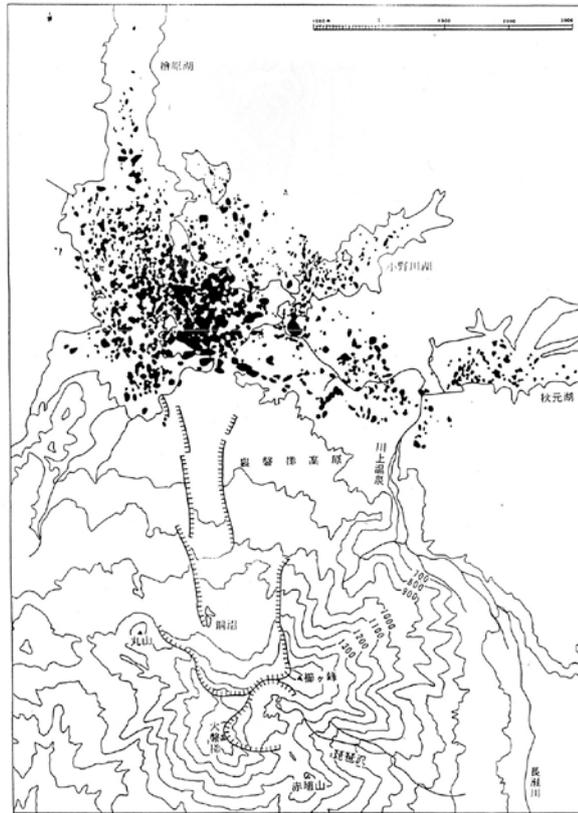


図1-11 磐梯山の岩屑なだれ堆積地域に分布する流れ山の分布状況（星野ほか、1995）

これら北麓集落のうち雄子沢、細野、秋元原は岩屑なだれ堆積物で埋没したが、その層厚は、ボーリングデータなどから峡谷の最深部では150～200 m程度はあったと推測される。このため、北麓地域の集落での遺体や遺物などは確認されていない。岩屑なだれの流れの一部は桧原川、小野川、中津川などを逆流し、東麓に向かった流れは火山泥流化して川上集落も襲った。

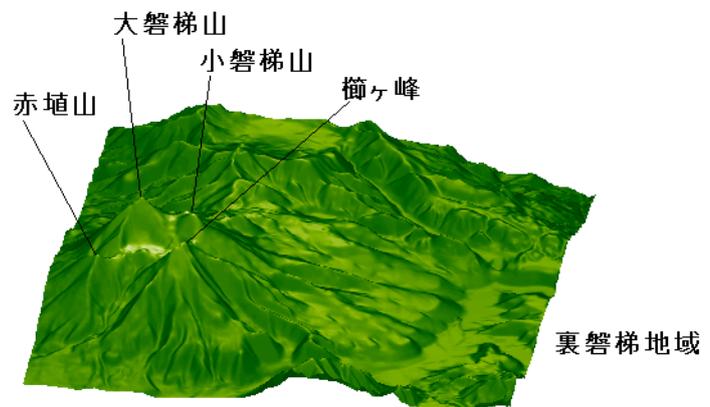
噴火前の地形復元は米地（1995）や国土地理院などで試みられている（図1-12）。米地は噴火前の文献資料などから復元作業をすすめた。また、国土地理院では、崩壊量などを定量的に見積もるために、現在の地形数値情報と比較して、デジタル画像として地形復元をすることをすすめた（関口ほか、1992； Mizukoshi et al., 1995）。その結果では、噴火直後に作成された地形図はいずれも、主な地形ピークの大磐梯山頂からの方向はかなり正確であったが、距離は大磐梯山頂から遠ざかるほど不正確であることが明らかとなった。結果として地形ピークの高度も周辺地域ではかなり不正確となっていた。このため、国土地理院での地形復元は誤差の大きさを考慮して、山頂付近の約10 km以内程度までの地形復元を推定している（水越・村上、1997）。

7 噴火に関わる物理量

噴出物からは明らかなマグマ起源の高温物質（本質物）は見つかってなく、すべてかつての山体を構成していた火山性物質からなる。したがって、この噴火活動は非マグマ性の爆発性の強い水蒸気爆発であった。この噴火活動での噴火エネルギーは 10^{16} J（約 10^{23} erg）で、爆発の圧力は約60気圧と推定されている（横山、1988）。

噴火に伴っての地形復元によって見積もられた小磐梯山の山体崩壊量は $0.5\sim 0.8$ km³ である。一方で岩屑なだれの分布面積は 3.5 km² で、分布地域の噴火前の地形の詳細が不明であるが、ボーリング掘削データの結果などから見積もられた岩屑なだれ堆積物の総体積は $0.8\sim 1.5$ km³ と見

(a) 1888年噴火前の地形



(b) 1888年噴火後の地形

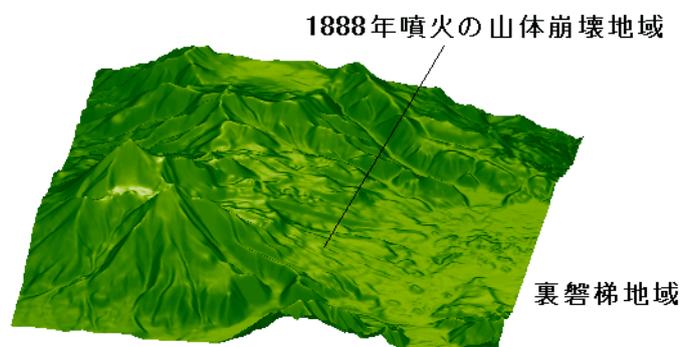


図1-12 噴火前と噴火後の磐梯山麓の地形（国土地理院による数値地図から作成。（中村、1999））

積もられる (Nakamura, 1978 ほか)。体積量についての両見積りには差異があり、今後の検討が必要である。岩屑なだれの流動速度は平均で約時速 80 km/h と見積もられる。

噴火に際して発生したサージ (疾風) の平均風速は 100 m/s 程度であった (紺谷・谷口, 2003)。

8 火山防災などに関わる研究

磐梯山の 1888 年噴火は、水蒸気爆発で山体崩壊があって、大規模な岩屑なだれが発生し、その結果として甚大な火山災害となった。磐梯山の数十万年の形成史で、大規模な山体崩壊は数回発生しているため、山体崩壊の発生頻度は数万年に 1 回程度となる。したがって、山体崩壊の発生頻度は著しく低い。日本に多く分布する活火山は安山岩質マグマであるため、爆発性のある噴火活動をし、山体は成層火山となることが多い。こうした数十万年の形成史をもつほとんどの成層火山では、山体崩壊が発生していることが、最近になって明らかになっている (宇井, 1997 など)。

この著名な実例が、長崎県の島原半島に位置する雲仙岳の眉山崩壊である。1792 (寛政 4) 年 2 月から噴火活動が開始された。3 月には新焼溶岩の流出があって、その後は噴火活動は沈静化した。地震活動は継続していた。5 月 21 日夜に強い地震活動とともに、普賢岳の東麓にあった眉山 (溶岩ドーム) が山体崩壊をし、岩屑なだれが発生して、有明海に流入した (太田, 1987 など)。このため、対岸の肥後国 (熊本県) を津波が襲って、甚大な被害となって「島原大変肥後迷惑」と称された。崩壊量は 0.34 km³ と見積もられている。大規模な津波の発生が被害を大きくして、島原のほかに対岸の有明海の肥後や天草でも死者が出て、日本の記録に残された火山災害史上で最大の犠牲者数約 15,000 人となった。

我が国ではこうした山体崩壊と大規模な岩屑なだれの発生例が成層火山では多い。大規模な例としては北海道駒ヶ岳、鳥海山、富士山などで発生が記録が残されている。我が国では、活火山のかなり近い周辺地域まで観光などで居住していることが多いため、大規模な噴火現象が発生すると被害が大きくなりやすい。したがって大規模な山体崩壊がいったん発生すると被災範囲が広くて、甚大な被害が発生する可能性が高い (中村, 2005 ほか)。

磐梯山の約 100 年前の噴火では山体崩壊と岩屑なだれというやや特異な火山活動が発生した。この噴火活動の際に記録された様々な前兆的活動は、現在の活火山地域での観測体制でみると、噴火発生の前に兆候をとらえて、何らかの警報を出せる可

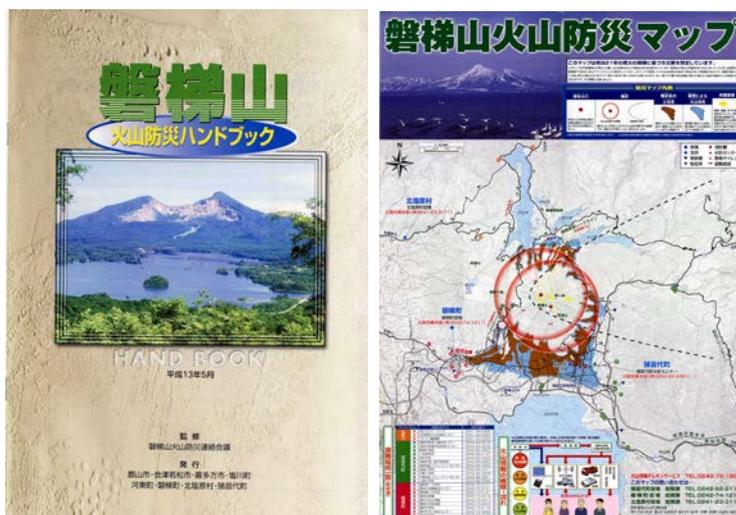


図 1-13 磐梯山の火山防災マップと火山防災ハンドブック (猪苗代町など, 2001)

能性が高い。しかし、現在の火山学的研究レベルでは噴火の規模とその推移について、住民の期待に答えるだけの精度の高い予知をすることは可能とはなっていない。したがって、大規模な山体崩壊のように噴火の場合には十分に早期での可能な限り安全な地域への避難が防災の基本となる。そうした観点での地域防災対策の確立が現在すすめられている。

磐梯山では、2000（平成 12）年、地震活動活発化に伴って臨時火山情報が出されたこともあって、磐梯山の火山防災マップと火山防災ハンドブックが地元の自治体によって急遽作成されて、住民に配布された（図 1-13）。また、この資料を基に火山防災訓練も実施されている。我が国にある 108 の活火山のうち、現在（2005 年 3 月）までに、33 活火山で約 60 の火山防災マップなどが作成されている（中村、2005 ほか）。しかし、磐梯山 1888 年噴火での山体崩壊の発生のように発生頻度が著しく低いが、影響範囲が広大である活動様式については、地域防災体制のあり方はかなり難問である。このための効果的な防災対策のあり方は専門家と防災担当者の中で現在も検討が進められている途上であるというのが実情である。

主要な参考文献（年号順）

- 関谷清景：磐梯山ヲ見後ルル勿レ，東洋学芸雑誌，第 83 号，1888.
- 菊池 安：磐梯山破裂実況，東京地学協会報告，10（6），pp. 5-34，1888.
- 関谷清景・菊池 安：磐梯山大破裂実況取調報告書，官報第千五百七十五号，明治 21 年 9 月 27 日付，1888.
- 関谷清景：磐梯山破裂ノ話，東洋学芸雑誌，第 85 号，pp. 85-86，1889.
- Sekiya, S. and Kikuchi, Y.: The eruption of Bandai-san. Tokyo Imp. Univ. Coll., Sci. Jour., 3, pp. 91-171, 1889.
- Wada, T.: Der Ausbruch des Bandai-san im Juli 1888. Mitt. Deutsch. Gesell. Nat. u. Volk. Ostaiens, 5, pp. 69-74, 1889.
- 大塚専一：磐梯山噴火調査報告. 地質要報，11，pp. 143-171，1890.
- Sekiya, S. and Kikuchi, Y.: The eruption of Bandai-San. Trans. Seism. Soc., 13, pp. 139-222, 1890.
- 飯田汲事：昭和 13 年 5 月 9 日及び 15 日の磐梯山麓川上温泉付近に於ける山津波並びに流下せる火山灰質土砂の二. 三の物理的性質，震研彙報，16，pp. 658-680，1938.
- 大矢 暁，羽田 忍：磐梯山カルデラ壁の崩壊，地学雑誌，61，pp. 87，1955.
- 佐藤留太郎，大野栄寿，佐藤一大，諏訪 彰：1954 年春の磐梯山の山くずれ，験震時報，20，pp. 29-36，1956.
- 水野 裕：翁島泥流の地形-特に流れ山について，東北地理，11，pp. 22-24，1958.
- Nakamura, Y.: Geology and petrology of Bandai and Nekoma volcanoes. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 3, 14, pp. 67-119, 1978.
- 守屋以智雄：“磐梯式噴火”とその地形，西村嘉助先生退官記念論文集，pp. 214-219，1980.
- Lipman, P. W., and Mullineaux, D. R. eds.: The eruptions of Mount St. Helens, Washington. Geological Survey Professional Paper 1250, p. 844, 1981.
- 吉田義，鈴木敬治：磐梯山南麓地域の第四系について，福島大学特定研究猪苗代湖の自然，2，pp. 15-26，1981.

- 橋本万平：地震学事始 開拓者関谷清景の生涯，p. 261，朝日新聞社，1983.
- 中村洋一：磐梯山の噴火と災害，地理，28 (4)，pp. 55-63，1983.
- Ui, T., Yamamoto, H. and Suzuki-Kamata, K. : Characterization of debris avalanche deposits in Japan. Jour. Volcanol. Geotherm. Res., 29, pp. 231-243, 1986.
- Siebert, L., Glicken, H., and Ui T. : Volcanic hazards from Bezymianny- and Bandai-type eruptions. Bull, Volcanol., 49, pp. 435-459, 1987.
- 太田一也：眉山大崩壊のメカニズムと津波，地球，9，4(no. 94)，pp. 214-220，1987.
- Yonechi, F : A New Hypothesis for the Collapse of Bandai-san Volcano in 1888; Sci. Rep. Tohoku Univ. 7th Sec. (Geogo.), 37, pp. 159-173, 1987.
- 山田信夫：磐梯山の噴火と長瀬川の泥流，p. 249，文化書房博文社，1988.
- 鈴木敬治：猪苗代湖盆の形成史，磐梯山・猪苗代の地学——磐梯山噴火 100 周年——，地学雑誌，97，4，pp. 271-278，1988.
- 中村洋一，グリッケン・ハリ－：磐梯火山 1888 年噴火のブラストとデブリ・アバラシェ堆積物，磐梯山・猪苗代の地学——磐梯山噴火 100 周年——，地学雑誌，97，4，pp. 309-316，1988.
- 米地文夫：噴火以前の磐梯山の地形復元，磐梯山・猪苗代の地学——磐梯山噴火 100 周年——，地学雑誌，97，4，pp. 317-331，1988.
- 町田洋，渡部真：磐梯山大崩壊後の地形変化，磐梯山・猪苗代の地学——磐梯山噴火 100 周年——，地学雑誌，97，4，pp. 326-332，1988.
- Yonechi, F., Ooki, T., Akiyama, M. : Determination of the Beginning of the Bandai-san Eruption in 1888; Annuals of the Tohoku Geographical Association, 40, 3, pp. 157-170, 1988.
- 関口辰夫，原口和政，岩橋純子，大谷知生，稲沢保行，津沢正晴：磐梯山 1888 年噴火の地形形成過程の考察－. 国土地理院地理調査部研究報告，国土地理院技術資料、D1，8，pp. 150-160，1992.
- Francis, P. : Volcanoes A Planetary Perspective, Oxford University Press Inc, p. 443, 1993.
- 田中耕平，三村弘二，遠藤秀典，井口隆：1888 年磐梯山山体崩壊源のボーリング掘削とすべり面，磐梯火山－防災研究の進展にむけて－，pp. 69-78，防災科学技術研究所，1995.
- 三村弘二，中村洋一：磐梯山の地質形成史と岩石，磐梯火山——防災研究の進展にむけて——，pp. 87-101，防災科学技術研究所，1995.
- 井口隆，三村弘二，田中耕平：ヘリコプターによる斜め空中写真撮影による磐梯山 1888 年崩壊壁の地形および地質解析，磐梯火山——防災研究の進展にむけて——，pp. 171-179，防災科学技術研究所，1995.
- 米地文夫：地方在住の人々による記録等からみた磐梯山の噴火過程と旧地形の復元，磐梯火山——防災研究の進展にむけて——，pp. 181-188，防災科学技術研究所，1995.
- 星野実，湯本景一，水越博子，稲沢保行，鈴木勝義：磐梯山周辺の岩屑流堆積地域の流れ山地形計測，国土地理院研究報告 D・1-No. 319，pp. 32-39，国土地理院，1995.
- Mizukoshi, H., Koarai, M., Hoshino, M., Tsuzawa, M., Ohtani, T., and Kitahara, T. : Former Terrain Model of Bandai Volcano just before the 1888 Collapse as restored from Pre-collapse Maps, Bulletin of the Geographical Survey Institute, 41, pp. 95-104, 1995.
- 山元孝広，須藤茂：テフラ層序からみた磐梯火山の噴火活動史，地質調査所月報，47，6，pp. 335-359，1996.
- 宇井忠英 [編]：火山噴火と災害，pp. 216，東京大学出版会，1997.
- 三村弘二，遠藤秀典：磐梯山南西麓の岩屑堆積物大断面が示す磐梯火山の崩壊と再生の歴史，火山，42，5，

- pp. 321-330, 1997.
- 水越博子, 村上広史:「磐梯山之図」を用いた小磐梯崩壊前後高度差分量の推計, 地形, 18, 1, pp.21-36, 1997.
- 北原糸子: 磐梯山噴火災害から災害科学へ, p.284, 吉川弘文館, 1998.
- 田中耕平: 1888 年の磐梯火山噴火により発生した大規模山体崩壊, 国際地すべりニューズレター, 12, pp. 16-17, 1999.
- 中村洋一, 藤縄明彦: 磐梯火山——村々を埋めつくした 100 年前の山体大崩壊——, 東北の火山 フィールドガイド日本の火山<4>, pp.122-138, 築地書館, 1999.
- Yamamoto, T, Nakamura, Y. and Glicken, H., Pyroclastic density current from the 1888 phreatic eruption of Bandai volcano, NE Japan., Jour. of Volcanology and Geothermal Research, vol. 90, pp. 191-207, 2000.
- 米地文夫: 磐梯山の地図, 地図情報, 20, 2, pp.23-27, 2000.
- 千葉茂樹, 木村純一: 磐梯火山の地質と火山活動史——火山灰編年法を用いた火山活動の解析——, 岩石鉱物科学, 30, 3, pp.126-156, 2001.
- 磐梯火山防災連絡会議: 磐梯山防災マップ, および防災ハンドブック, 猪苗代町・磐梯町・北塩原村, 2001.
- 東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター: 磐梯山の地殻活動 (2000 年 4 月～2001 年 5 月), 火山噴火予知連絡会会報, 79, pp. 65-70, 気象庁, 2002.
- 若松測候所, 仙台管区气象台: 磐梯山の火山活動——2000 年 4 月～2001 年 5 月——, 火山噴火予知連絡会会報, 79, pp.71-77, 気象庁, 2002.
- 中村洋一: 吾妻, 安達太良, 磐梯火山の活動史と火山防災マップ, pp.1-5, 日本火山学会公開講座「福島火山と防災」, 日本火山学会, 2002.
- 紺谷和生, 谷口宏充: 磐梯山 1888 年疾風堆積物と被災記録 (演旨), 地球惑星科学関連学会 2003 年合同大会予稿集 (CD-ROM), V080-P003, 2003.
- 大迫正弘, 佐藤公, 細馬宏通: 磐梯山噴火の幻灯写真, 国立科学博物館研究報告, E 類 (理工学), 26, pp. 1-9, 2003.
- 中村洋一: データベースからみた日本の活火山ハザードマップ, 月刊地球, 310, pp.253-258, 2005.
- 中村洋一: 磐梯山の火山防災マップ, 月刊地球, 310, pp.328-330, 2005.

(注) 写真 1-7 は写真所有者から異議申し立てがあったため削除しました。すでに印刷された本報告書からの当該写真の引用転載は、今後行わないようにして下さい。



丸山林摧之
森樹破其二

5-6|3

写真 1-9 爆風によって丸裸となった丸森山の写真（宮内庁書陵部所蔵）



颶風澀村家破
風谷民ヲ壊畜

5-5|6

写真 1-10 岩屑なだれの襲った渋谷村の被災写真（宮内庁書陵部所蔵）

写真 1-10 は、馬蹄形火口の南東約 3 km の地点にあった渋谷村（現在の耶麻郡猪苗代町渋谷）を撮影したものである。写真には、右の方になぎ倒された立木と、屋根の押しつぶされた民家が写っている。樹木の枝と葉は落とされており、屋根には火山灰が積もっているようにも見える。左前には岩なだれによる堆積物が残っており、左から右へ爆風が通過した様子が読みとれる。

これらの写真を見て直ちに、岩なだれに伴って発生した爆風被害と判断した。宮内庁の係官には「明らかに噴火による災害を写したものです」と述べた。というのは、写っている状況が、1980（昭和 55）年に米国のセントヘレンズ火山で起きた噴火直後と酷似していたからである。このときも、岩なだれに伴って強力な爆風が 30 km 以上の範囲に吹き荒れた^{2) 3)}。

写された場所を見ると、岩なだれの発生した磐梯山の北側の地域にも危険が及んでいたことがわかる。この状況もセントヘレンズ火山と全く同じであった。

なお、写真 1-10 の欄外には、「^{ぐふう}颶風渋谷村民家ヲ破壊セシ図」という説明が書かれている。この写真は、かつて歴史関係書⁴⁾で“暴風雨（台風）による被害写真”という解釈がされていたものである。しかし、(a) 写真の左手前に岩なだれによる堆積物が写っていること、(b) 1888（明治 21）年 7 月 15 日前後の天気図には台風が磐梯山周辺を襲った形跡がないこと、(c) 明らかに磐梯山噴火の被災状況を撮影したと考えられる一連の写真の中にあること、の 3 点から、歴史関係書⁴⁾で暴風雨起源とされた写真 1-10 を含む写真 4 点は、いずれも噴火直後の被害状況を撮影したものと判断される。

なお、颶風とは、明治時代に最上級の激しい風に対して用いられた表現であり、必ずしも台風を意味するものではない。恐らく当時写真に説明をつけた人は、噴火に伴う爆風のつもりで颶風と記したと思われるが、そののち颶風が「台風」と解釈されてしまったものと考えられる。

今回発見された写真は、爆風のエネルギーや被害範囲を確定するために、極めて重要な資料である。特に、ハザードマップ（火山災害予測図）の改訂にも役立つ。磐梯山の噴火は、日本に近代科学が西洋から入って最初に経験した噴火である。多くの学者が噴火の直後に駆けつけて、貴重な調査記録を残している^{2) 5)}。今回の写真は、写真撮影の黎明期である明治時代に噴火災害が記録されていたという点でも貴重なものである。

今回の新発見は、火山の専門家が写真を見ることによって、噴火に関係したものと判断することができた。今後、歴史的な火山災害を記録した資料の調査には、歴史学者だけでなく火山学者が直接閲覧することによって新たな発見がなされる可能性がある。

裏磐梯地域には美しい湖がたくさんあり、毎年多くの観光客が訪れる。実は、裏磐梯にある湖沼群は、何本かの川が岩なだれによってせき止められてできたものである。日本有数の美しい景勝地は、大噴火のなごりだったのである。

火山がもたらす災害と恵みは、表と裏の関係にある。何百年おきに繰り返される噴火の被害を被った後には、美しい地形や温泉を長い間楽しむことができる。

現在、日本には 108 個の活火山がある。中には磐梯山であったような大噴火を起こす可能性のある火山もある。ハザードマップを活用しながら、火山によってそれぞれ異なる災害の性格をよ

く理解し、噴火が起きる前に十分な準備をしておく必要がある。

なお、巻末の CD-ROM 資料集には、調査した写真と推定される撮影場所の地図を掲載する。また、他の機関から発見された写真との照合結果の表も添付する。

<参考>宮内庁書陵部で新たに発見された 1888 年磐梯山噴火写真についての報道

「磐梯山噴火（明治 21 年）の未公開写真 7 点 鎌田京大教授、宮内庁で発見 災害予測図に活用へ」 2004/02/26、京都新聞朝刊、1 ページ

明治以降、わが国で最大の火山災害となった 1888（明治 21）年の磐梯山（福島県）の噴火被害を撮影した未公開写真 7 点が宮内庁に保存されていることが分かり、調査した京都大人間・環境学研究所の鎌田浩毅教授（火山学）が 25 日、発表した。噴火に伴う強力な爆風が周囲の樹木をなぎ倒した様子が記録されており、今後の火山防災対策への貴重な資料となりそうだ。

写真は、宮内庁書陵部に保管してあった 36 冊の写真帳に整理されていた。磐梯山噴火を写したものは 21 点あり、うち 14 点は歴史書などで公表済みの写真と同一のものだった。

公表された写真は、噴火した磐梯山の西側の樹林を爆風がなぎ倒し、山肌が露出している。1980 年の米・セントヘレンズ火山や 91 年の雲仙普賢岳（長崎県）で起きた爆風とも様子がよく似ているという。

樹木の倒れ方や倒れなかった木の大きさなどから、爆風のエネルギーを計算できるため、今後、ハザードマップ（災害予測図）への応用が期待できるという。

また、公表済みの写真のうち崩壊住宅などを写した 4 点が、暴風雨直後のものと誤って解釈されていたことも新たに分かった。鎌田教授は「火山学者は、歴者学者とは違った視点で判断できる。分野を超えた検討が必要だ」と話した。

鎌田教授が委員を務める中央防災会議「災害教訓の継承に関する専門調査会」は、自然災害についての教訓を体系的に調査している。今後 10 年程度かけ、磐梯山噴火や関東大地震など 100 件程度の教訓をまとめることにしている。

【写真説明】1888 年の噴火による爆風で樹木がなぎ倒された磐梯山西側の山肌。（本文 写真 1-9 参照）
爆風は写真の左下から斜め上方に向かって吹いたとみられる（内閣府提供）

上記のほか全国紙を含む数紙で掲載されている。

参考文献

- 1) 伊藤和明：地震と噴火の日本史，岩波新書，p. 213.
- 2) 中村洋一，グリッケン：地学雑誌，97，p. 309，1988.
- 3) 鎌田浩毅：火山はすごい——日本列島の自然学，PHP 新書，p. 241，2002.
- 4) 武部淑夫，中村一紀編：明治の日本，吉川弘文館，p. 454，2000.
- 5) 北原糸子：磐梯山噴火——災異から災害の科学へ，吉川弘文館，p. 285，1998.
- 6) 鎌田浩毅：磐梯山大噴火の表と裏，東京新聞朝刊，p. 20，2004. 4. 20.
- 7) 鎌田浩毅：磐梯山噴火の未公開写真を発見，岩波書店「科学」科学通信，2004. コラム：大地の動き・人の知恵，vol. 74，no. 6，p. 693-695，2004.

写真 1-9 及び写真 1-10 が掲載されている内閣府ホームページ：

<http://www.bousai.go.jp/oshirase/h16/040223bandai.html>

巻末 CD-ROM 資料集

図 3：磐梯山宮内庁所蔵写真により推定される撮影場所位置図

図 4：その他の宮内庁所蔵全写真（50 枚）

表 1：他の機関から発見された写真との照合結果表（excel 表）

著者：鎌田浩毅 1・佐藤公 2・中村洋一 3

所属： 1 京都大学大学院人間・環境学研究科

2 磐梯山噴火記念館

3 宇都宮大学教育学部