

34 鳥海火山における土砂移動現象

宮本 邦明・小林 浩・○長澤 良太(財団法人 砂防・地すべり技術センター)

江口 正紀(秋田県土木部)・富樫 昭司(山形県庄内支庁建設部)

1 はじめに

鳥海山は、山形・秋田両県にまたがる標高 2,230m、山麓周辺約 120kmにおよぶ東北第二位の高峰である。

火山活動は歴史時代を通じてたびたび繰り返されているが、最近では昭和49年(1974年)3月の積雪期に小規模噴火が確認されている。この噴火の際、泥流が山頂(新山溶岩円頂期)付近より約4kmにわたって秋田県側の白雪川支流の赤川、鳥越川に流出し、さらにその後、二次泥流や融雪に伴う濁流が発生し下流域に流下している。また、有史における鳥海山の噴火時に、山形県側の月光川、日向川でも濁流や土石流の発生が記録されている。今後、昭和49年を上回る規模の噴火が融雪期に発生した場合、秋田・山形両県において下流域への被害は相当数にのぼると考えられる。

本調査は、上記のような背景をもつ鳥海山周辺において想定される火山泥流現象に対して、その発生・流動特性を検討し、とくに砂防対策として可能な砂防施設計画を検討することにある。同時に泥流のみならず溶岩流、火砕流や二次的な土石流の頻発など過去の火山活動の特徴とそれに伴う特有の土砂移動現象を抽出することを目的としている。

2 鳥海火山の活動史の整理

表1に古記録及び古伝による鳥海山の火山活動年表を示す。有史における最初の火山活動は、弘仁噴火(810～823年の間)に始まり、昭和49年(1974年)の噴火活動までを含めて通算して11回を数える。

史実上、最後の噴火とされる文政噴火(1821年)より昭和49年の噴火までの間には153年の休止期をみるが、有史においてはいずれの場合も数10年(21～99年)の間隔をあけて鳥海山は噴火活動を繰り返してきている。このなかで、貞観噴火(871年)と享和噴火(1801年)については、その記録と空中写真判読からそれぞれ荒神ヶ岳、新山(享和岳)の溶岩円頂丘を形成した火山活動とみられ、大量の溶岩を噴出した大噴火とみなすことができる。この大噴火の周期は930年である。また、貞観噴火に先立つ有史以前の大噴火としては、地質学的傍証に頼らざるを得ない。鳥海山では、現在の山頂に大カルデラ壁を形成し、象潟泥流を発生させた大爆発がB.P.2,600年頃に起こったことが泥流堆積物の c_{14} 年代測定によって明らかにされている。すなわち、これは紀元前650年の出来事であって、貞観噴火までの周期を約1,500年とみることができる。

上記の考えを要約すると、鳥海山では本質物質(本源マグマ)が流出し、大規模な地形変化が生じる様な火山活動(ここではこれを大規模噴火と考える)は 10^3 年のタイムオーダーで発生する現象としてとらえられる。この間に、降灰や小規模な泥流を発生させる様な中小規模の噴火活動が繰り返されているが、その現象は 10^1 年のタイムオーダーで考えることができる。

一方、噴火活動の質や位置的な特性としては、昭和49年の噴火を含めたこれまでの噴火に共通な現象が、七高山のカルデラ壁下部からはほぼ西東方向に複数の火口で生じる点である。とくに、享和、文政、昭和の最近3回の噴火によって生じた火口群の分布は極めて類似している。また、噴火は噴気あるいは弱い噴煙の出現によ

って始まり、数日～数ヶ月後に爆発的噴火（ブルカノ式噴火）に至る経過も各噴火活動に共通する点と思われる。

噴火による被害形態の特徴としては、これまでのほとんどの噴火によって周辺の河川が硫黄化合物などによって汚染され、河川下流域の被害がでているようである。（表2参照）。

3 デザスターマップの作成

本調査では、鳥海山において将来起こり得る火山噴火の災害予測図（ハザードマップ）を作成し、それにもとづいた砂防基本計画、施設計画を立案することを最終的な目的としている。その前段階として、過去の噴火をひとつづつ例にとり、それらの活動の経過を明らかにすると共に（古文書、地形、地質調査）、どのような噴出物がどのような経過をたどって、どこに放出されて堆積したかを明らかにする必要がある。すなわち、過去の噴火と同規模の同様な噴火が起これば被災地域は、このようになるという目安を与えようとするものである。本調査では、このような過去の火山活動を復元した地図をデザスターマップと呼ぶものとする。図1には、鳥海火山の過去の活動内容から見て、最も危険度が高いと考えられる白雪川流域において作成さ

周 期	期 間	活 動
大 噴 火	573年3月か？（敏達天皇二年一月）	噴動、地震、噴火、新火口丘生成
	577年冬～578年夏（同六年冬～七年夏）	噴動、噴火、溶岩流出、新火口丘生成噴火
	593年～628年の間（推古天皇の代）	噴火
	708年～715年の間（和珩年中）	噴動、噴火、新火口丘生成か？
	717年7月（養老元年六月）	噴火
	804年～806年（延暦二十三年より三年）	噴火
	806年（大同元年）	噴火
	810年～823年の間（弘仁年中）	噴火
	824年～833年の間（天長年間）	噴火
	839年（承和六年）	爆発的噴火、泥流発生
32 年	850年8月（嘉祥三年六月）	噴火
	856年（嘉祥三年）	噴火
	857年5月（元安元年五月）	噴火
	861年5月（貞観三年四月）	大噴火、新火口丘生成、泥流発生か？
44 年	871年5月（貞観十三年四月）	噴火、新火口丘生成
	884年2月（元暦八年三月）	噴火、降灰？
	915年8月（延嘉十五年七月）	噴火、降灰か？
	939年5月？（天徳二年）	噴火
	948年～949年（天徳二年～三年）	噴火
	999年（長保元年）	噴火
	1477年（文明九年）	降灰か？
	1560年（文祿三年）	噴火
	1659年4月～1663年？（万治二年二月～四、五年）	噴火
	1735年（享保二十年）	新火口丘生成
81 年	1738年、1739年（元文三、四年）	噴火
	1740年6月～1741年10月？（元文五年～一兩年）	噴火
	1764年（明治元年）	噴火、新火口丘生成
	1792年6月（寛政四年四月）	噴火か？
	1800年12月～1804年？（寛政十二年霜月～文化元年）（大噴火は1801年享和元年七月二日）	大噴火、新山形成、泥流発生、死者8名
	1821年5月（文政四年四月）	噴火
	1834年7月（天保五年六月）	噴火
	1974年2月？～5月（昭和四十九年）	噴火、小規模泥流

表1 鳥海火山の噴火史年表

時代 噴出物等	1659年4月～1663年 万治噴火	1740年(5)～1741年(10) 元文明噴火	1801年7月6日 享和噴火	1821年5月 文政噴火	1974年3月～5月 昭和噴火
溶岩流	非発生	非発生	七森山と飛神ヶ岳の間を火口とし、溶岩を約1km以上にわたって流出する。溶岩頂丘（新山）をつくる。	約2週間にわたって降灰があったらしいが、その分布範囲は不明。	噴火直後から火山灰は東斜面約4kmにわたって敷かれた。後に島崎村一帯で確認される。本庄市の一部でもみられたという。噴石（火山弾）は記録されない。噴石には小規模な水蒸気爆発。
降下火砕塵・噴物	不明だが、小規模な噴煙があったらしい。	火山灰、火山屑の放出は頻りにあったが、詳細不明。	火山灰は山麓から仙北地方にかけてみられ、山頂付近での堆積は約30cm。火山弾は七森山から伏拝岳の東斜面あたりに放出し、最大の岩塊で100kg以上。	不	降灰直後に、白雲川上流、赤川と島崎川で長さ3～4kmの泥流（主に黒色火山灰による）が確認された。
火山泥流	非発生	非発生	8月中旬少量の降雨の後、白雲川において大洪水（火山灰による泥流）発生。	不	不
地震	不	不	大噴火の翌初地震があったらしい。3年後の文化元年（1804年）に大地震発生。島崎西麓で数メートルの土地隆起。死者108名。倒壊家屋1500軒。	不	有感地震はなし。
被害状況・人命・財産・家屋・山畑	白雲川、赤石川流域で溶岩流の侵入より断崖に被害発生。	河津村、赤石村で噴石により8名死亡、負傷者多数。白雲川に硫黄化合物が流れ込み農作物に被害発生。この後、4～5年の間、川面に魚類をみるこがなかったという。三九川（白雲川）の河口では断崖もな。周辺の岩が白色に変色した。	7月7日、七森山で登山者8名が死亡。鮎川、島崎川、白雲川、日向川、月光川で火山灰による汚濁や土石の流出があった。このため、日向川、月光川で多くの魚が死んだ。被害は白雲川で特に大きく、下流で川畑、家屋が泥に埋まり、河川には人馬、大木が倒壊したため舟の航行が不可能となった。	不	山麓部での物的被害はない。近世使用で、もっと記録があったといはずであるに、それがないのは噴火自体が小規模なものであったと推定される。

表2 噴火による被害の形態

1801年7月15日の泥流（土石流）で河口上昇が著しく、
舟付場が使用できなくなる

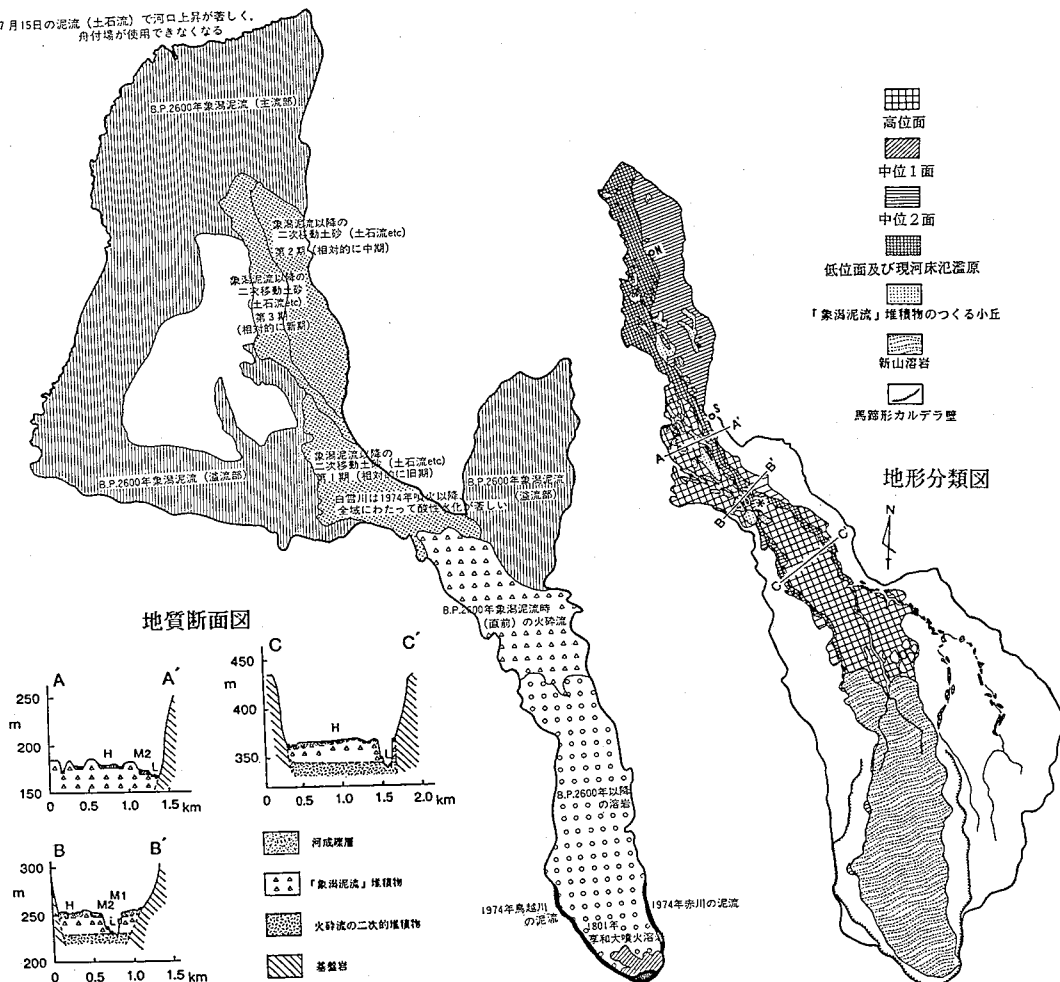


図1 ディザスターマップ

れたディザスターマップ及び過去の土砂移動の特徴を表す地形、地質の状況を示す。

3 想定氾濫範囲・危険区域の設定

火山泥流対策を進めるうえで、泥流の氾濫範囲・危険区域の把握はハード及びソフト対策計画の立案の重要な基礎資料となる。本調査では、地形、水理及び物理条件等にもとづき、物理現象としての火山泥流の氾濫範囲・到達時間をとらえることのできる二次元氾濫数値シミュレーションを行ない、想定氾濫範囲を設定した。

泥流の規模は、有史における最大規模の噴火である享和噴火（1801年）程度の火山活動が最大積雪期に発生した場合を想定した。尚、享和噴火の放出熱エネルギーは、噴出物の総重量より 1.7×10^{22} エルグと推算され、この値は十勝岳大正噴火の規模とオーダー的にはほぼ同程度である。

再現計算の条件設定は、以下の通りである。

融雪水量

1986年のランドサット画像を用いて雪線の時系列的変化を判読し、「積算暖度法」によって融雪水量を算出した。その結果、海拔1,195m以上の地域で、 $44,767,154 \text{ m}^3$ の値を得た。

噴火噴出土砂量

享和噴火時の火山灰総量は現地調査より、
 $1.625 \times 10^{12} (g) \div 2.65 (\text{火山灰密度}) = 613, 208 (m^3)$

侵食土砂量

融雪水と高温の供給土砂が混合した状態での粗粒分の濃度は6.7%となり、17%まで不安定土砂を侵食していく。不安定土砂の堆積層は飽和しているものと考え、間隙が堆積層の半分であるとする。と、発達時の平衡濃度(0.17)をC_{d0}、侵食量をxとして、

$$C_{d0} = \frac{\text{崩壊土砂量} + 0.2 \times \text{侵食量}}{\text{崩壊土砂量} + \text{融雪量} + \text{侵食量}}$$

崩壊土砂量 = 噴出土砂量 $\times 0.4$ ……粗粒分として

融雪量 = 噴出土砂量 $\times 0.6 +$ 融雪水量 ……噴出土砂の細粒分を含んだ泥水として、

不安定土砂の組成は、水：細粒分：粗粒分 = 0.5：0.3：0.2

尚、鳥越川、赤川流域の不安定土砂量は現地調査、空中写真判読より、それぞれ8,992,000m³、3,089,000m³である。

泥流ハイドログラフ

泥流ハイドログラフは継続時間60分、ピークを12分の位置として下図の通りである。

以上により、白雪川流域の想定される泥流の氾濫範囲、到達時間を図2に示す。

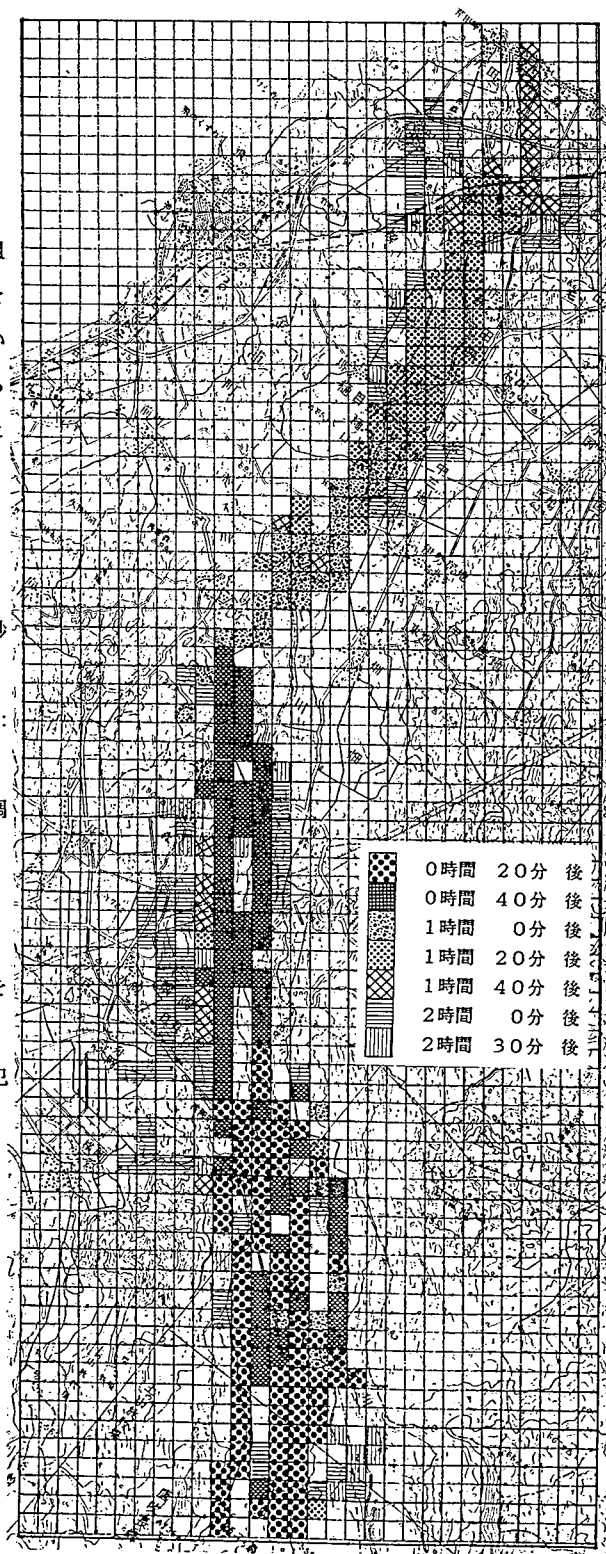
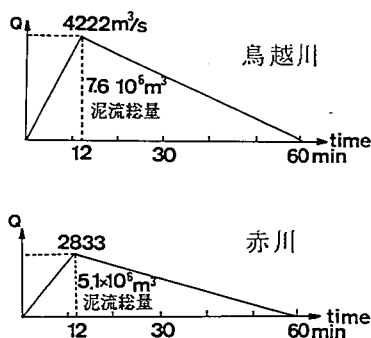


図2 ハザードマップ