

8 新潟焼山における火山泥流対策に関する考察

働砂防・地すべり技術センター ○鶴殿 俊昭, 浅川 信雄
新潟県長岡土木事務所(前新潟県土木部砂防課) 松郷 文人

1. はじめに

焼山は新潟県西部に位置する活火山で、その生成は新しく活動的な火山として知られている。豪雪地帯の火山においては、十勝岳に例を見るように積雪期の活動により火山泥流が発生し、甚大な災害を引き起こす危険性があり、その対策の緊急性が言われている。焼山においても過去に火山泥流が発生した事例があり、将来もその発生が予想されている。今回、焼山で比較的発生の可能性が高い火山泥流について検討し、その対策について考察を行ったのでここに報告する。

2. 焼山火山の概要

2.1 位置

焼山は妙高山から天狗原山に連なる分水嶺に位置する標高2,400mの活火山で、北方へ流下する早川と南の真川の源となっており、新潟県糸魚川市の南東15kmに位置する。焼山を源とする早川は延長21.5km、流域面積約91km²の急流河川で、日本海に注いでいる。

2.2 地形・地質

焼山火山は、南へ続く妙高山、黒姫山、飯縄山といった火山とともに妙高火山群を形勢しており、フォッサマグナ西縁にあたる糸魚川―静岡構造線のすぐ東側に位置する。標高が高い割に火山としての実体は小さく、標高2,000mの第三紀層(火打山層:頁岩・砂岩互層)の基盤の上に比高約400mの溶岩円頂丘があり、北斜面に溶岩流・火砕流によって形成された台地状の地形が連なっており、全体としては山

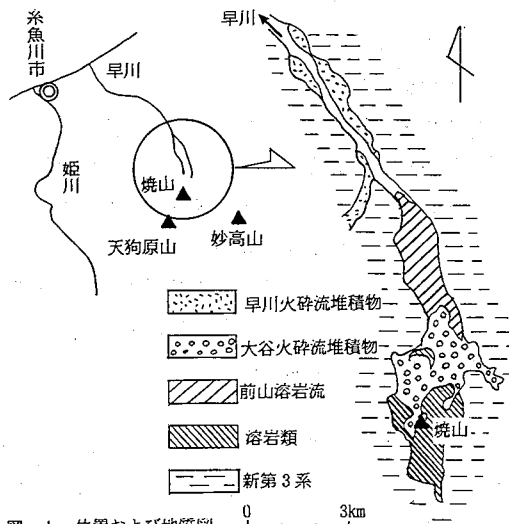


図-1 位置および地質図

頂の噴火口から北へ細長く延びた火山体である。焼山火山は妙高火山群の中では最も新しい火山で火山活動の開始は約3,000年前と考えられ、火砕流と溶岩流を交互に噴出しており、現在も活動中である。一輪廻の活動では、火砕物質の空中放出→火砕流の噴出→溶岩流の流出という噴出順序が認められている¹⁾。図-1に地質の概要を示す。

2.3 火山活動

焼山が活動を開始したのは今から約3,000年前と考えられ、歴史時代に入ってから激しい噴火を繰り返している。図-2は焼山の噴火を時系列的に示したものである。図に示すように焼山の活動史は大きく4つの活動期に区分されている¹⁾。有史以降の活動の特徴は次のようである。なお、有史以降に溶岩流の噴出はない。

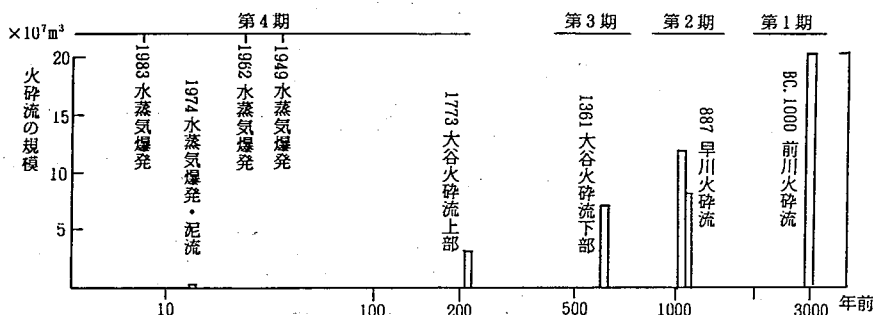


図-2 焼山噴火の時系列図

- ①火砕流の発生は、887年前後（早川火砕流）、1361年（大谷火砕流下部）、1773年（大谷火砕流上部）と約400年の間隔で生じている。噴出物は早川谷を埋積する規模で分布しており早川火砕流と大谷火砕流発生時の噴火は早川流域に壊滅的な被害をもたらしたと考えられる。
- ②第4期の活動をみると、1773年、1852～1854年、1949年～現在と各活動の間隔は約100年弱である。
- ③1949年噴火以降をみると、1962～1963年、1974年、1983年と概ね10年間隔で水蒸気爆発を繰り返している。大谷火砕流以降は大規模な噴出はなく、水蒸気爆発を繰り返しているが、下流へ大災害をもたらしている事例はない。
- ④昭和49年の活動（水蒸気爆発）の際には、噴石により登山者3名が死亡したほか、夏期であったにもかかわらず小規模な泥流が発生している。
- ⑤いずれも噴出および流出方向は早川流域である。
- ⑥噴火時および噴火後、泥流（土石流）の発生が認められる。

2. 4 気象

年降水量は、2,500～3,000mm（糸魚川）で山間部では3,000mm前後と考えられ、そのほとんどは冬の降雪によるものである。平均気温は冬期に2～3℃で、夏期に25～26℃（糸魚川）で山間部では、12～4月に0℃を下回る。最大積雪深は700cm以上である。

3. 泥流の発生・発達機構

泥流の発生・発達は、①噴出物が山腹斜面の積雪を溶かす→②融解した水と噴出物が混合して泥流が発生する→③斜面の不安定土砂を侵食しながら流下する、というプロセスで進行する。

ここでは、これらのプロセスを以下のようにモデル化する。

- ・融雪可能量は噴出量の5倍とし²⁾、積雪量と比較して小さい方をとる。積雪量は最大積雪時から消雪まで漸次減少する。
- ・不安定土砂は積雪開始から最大積雪時にかけては不飽和で、最大積雪時から消雪にかけては融雪水によりしだいに飽和していくと仮定する。
- ・不安定土砂のうち水で飽和した部分が侵食され、土砂とともに間隙水も取り込まれると仮定する。
- ・侵食量は、斜面の勾配で規定される土砂濃度まで土砂をとりこむものとし、不安定土砂の量と比較して決定する。
- ・泥流の想定発生斜面の融雪量と侵食可能量を想定し、標高で区分した各区間毎に土砂収支を行って泥流量を求める。

以上を模式的に表現すると図-3のようである。

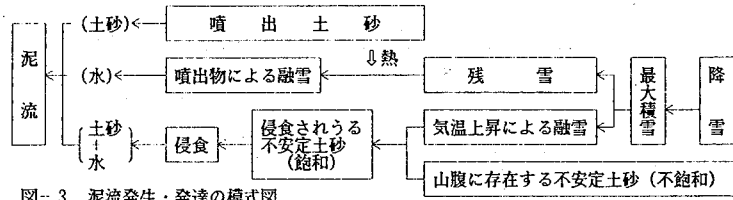


図-3 泥流発生・発達の様式図

このような仮定に基づき、融雪量を考慮して泥流量の時期的変化を概念的に表すと図-4のようである。泥流量が最大となる時期は最大積雪時でなく融雪がある程度進んだ時点と考えられる。

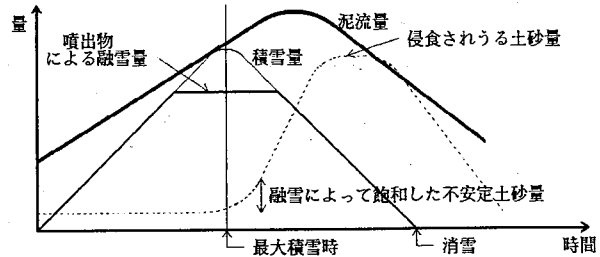


図-4 泥流量と積雪量の関係の様式図

3.1 火山泥流の条件

過去の噴火活動状況から、発生の可能性の高い噴火活動とそれに伴い発生する火山泥流として以下の条件を設定した。

①噴火位置：焼山北斜面山頂付近。

②泥流の発生および流下経路：現在の地形で早川の流域に流下。

③噴火規模

ケース1：大谷火砕流上部（約220年前）の1フロー分と同等の噴火規模とし、噴出量を500万 m^3 とした場合。（6フローで3000万 m^3 であるから1フロー分では500万 m^3 ）

ケース2：昭和49年の噴火と同等の噴火規模とし、噴出量を50万 m^3 とした場合。火打山川と焼山川のどちらかに噴出するものとし、それぞれの場合を検討した。

なお、噴出土砂は積雪を溶かしうる熱量を持ち、乾燥しており、空隙率40%と仮定した。

④噴火時期：積雪期とし、その時の積雪量は平年規模の最大積雪量250 g/cm^2 （積雪密度を0.3とすると約8.3mの積雪深となる）を基に、積算暖度法によって各時点の融雪を考慮して設定した。

⑤現在の山腹斜面に分布する不安定土砂の存在量：現地調査結果から7,900万 m^3 。

3.2 火山泥流の想定結果

ケース2の発生

時期別の泥流量の変化を図示したものが図-5である。

このように泥流量が最大となる時期は最大積雪時より遅れ6月初旬である。

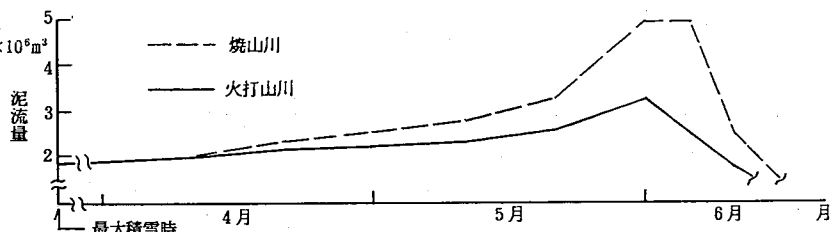


図-5 発生時期別の泥流量の変化

各流域で想定される泥流の規模は表-1のとおりである。ケース1では火打山川で1,114万 m^3 、焼山川で683万 m^3 、ケース2では火打山川で224万 m^3 、焼山川で296万 m^3 の火山泥流が想定される。泥流は表の

ように噴出量の約3倍に拡大し、そのほとんどは融雪水および堆積物と同時に取り込まれた水である。

表-1 泥流の想定結果 (単位: $\times 10^3 m^3$)

	ケース1 大谷火砕流規模		ケース2 昭和49年規模		備 考
	火打山川	焼山川	火打山川	焼山川	
①噴出量	3,050	1,950	500	500	見掛の土砂量(空際40%)、乾燥、高温
①'噴出量	1,830	1,170	300	300	実質の土砂量 ① $\times 0.6$
②融雪量	7,710	4,640	1,500	1,500	①' $\times 5$ (最大)
③侵食量	2,430	1,530	1,620	3,270	見掛の土砂量で空際に水を含む
④堆積量	560	310	910	1,910	見掛の土砂量で空際に水を含む
⑤現況施設 効果量	270	200	270	200	見掛の土砂量で空際に水を含む 火打山川1号、焼山川3号を含む調節量
⑥火山泥流量	11,140	6,830	2,240	2,960	(①'+②+③-④-⑤)
⑦現況流出土 砂量	4,650	2,970	940	1,660	見掛の土砂量で空際に水を含む (①+③-④-⑤)
⑧土砂濃度	10%	10%	10%	13%	粗粒成分(40%)の濃度 (⑦ $\times 0.6 \times 0.4 / ⑥$)
⑨ピーク流量	5,712	3,633	1,240	1,640	⑥ $\times 2 / 3,600$

4. 対策についての考察

3で検討した泥流に対して、砂防施設により対処しようとする焼山火山においては次のような対策が考えられる。

- ①上流域(火口~河道流入点)での山腹工等による斜面の侵食抑制・生産源対策。
- ②中流域(河道流入点~火打山川・焼山川合流点)におけるハイダム工等による流出土砂の貯留、捕捉。
- ③下流域(合流点~河口)における泥水対策。泥流には多量の水が含まれており、土砂のみの処理だけでは泥流被害を完全に防止することはできない。仮に土砂の全てを処理したとしてもケース1のように大規模な火山泥流では火打山川 649万 m^3 、焼山川 386万 m^3 、また、ケース2でもそれぞれ 130万 m^3 の流量がある。ケース1に対しては砂防施設による対処は実質的には困難であると言え、火山活動と火山泥流の監視体制を含めたソフト対策が重要であろう。ケース2程度の規模であれば貯水池を設けることにより、泥流による洪水被害を防止することが可能であろう。

例えば、火打山川に8基の新規ダム、既設ダム2基の嵩上げ、焼山川に6基の新規ダム、既設ダム4基の嵩上げを行い、さらに既設ダムを含む4基の大規模ダムにおいて計画貯砂容量の30%程度の空容量を常時確保して泥流の捕捉を行うことで、火打山川 108万 m^3 、焼山川 173万 m^3 の土砂が処理可能である。

5. まとめ

焼山火山で比較的発生の可能性の高い火山泥流について検討し、その対策について考察を行った。その結果、大谷火砕流規模の噴火を想定した場合約 1,800万 m^3 の泥流が想定され、また、昭和49年規模の噴火を想定した場合約 300万 m^3 の火山泥流が想定される。これに対し、ハードでの対策には限界があり、ソフト対策も含めた総合的な対策が必要である。火山泥流の場合、その規模が極めて大であり、流速も速く下流への到達時間が短いため、噴火活動の予知、泥流発生危険性の評価が重要である。そのため、泥流の発生を検知するだけでなく火山活動の監視を含めた泥流監視システムを整備する必要がある。また、危険区域が広く地域に与える影響が大であるため警戒避難体制の整備が重要であろう。

〔参考文献〕

- 1) 早津賢二(1985): 妙高火山群—その地質と活動史—, 第一法規出版
- 2) 建設省土木研究所砂防研究室(1988.02): 火山噴火に伴う泥流災害の予測と対策に関する研究, 土木研究所資料