

砂防学と火山防災

宮崎大学農学部 谷口義信

1 はじめに

火山活動に対する砂防学の意義は、噴火によって起こる土砂災害の発生を的確に予知・予測し、想定される種々の災害を未然に回避しないしは防止・軽減することにあると言えよう。これを具現化するための行為が平成元年度に創設された火山砂防事業である¹⁾。そしてこの背景には、砂防として刻々と変化する噴火に対して何らかの対策をすべきに迫られ始めていたという事実がある。逆に言えばこれまでの砂防学が水を中心とした土砂災害に関する学問・研究およびその対応策が主流であった帰結とも言えよう。火山砂防事業の最も大きな目的は警戒避難対策（ソフト対策）と溶岩流・火砕流・土石流（火山泥流）対策（ハード対策）であろう²⁾。ここで自然災害が確率現象であることを考えれば、警戒避難対策は決してハード対策を補完するだけのものではなく、ハード対策と同等の位置づけが積極的になされて然るべきであろう。以下具体例を主として砂防学と火山噴火現象との関連、特に噴火規模の予知・予測との関連について若干述べてみる。

2 過去の災害記録

近世以降この200～300年の間に日本においても巨大災害と言われる火山災害が幾度か発生し、決してこうした災害と我々が無縁なわけではないことを歴史は実証している。砂防が学問として、また事業としてこれにどう対応していくか、それは社会が高度化するほど複雑かつ困難な問題となる。そのような意味も含めてこれまでの日本における著名な火山災害の記録をあげれば表-1のようである。

表-1 近世以降の日本の著名な火山災害³⁾

鎌原火砕流（1783浅間山噴火）	溶岩量	火砕流	被害域	死者	家屋被害	田畑泥入被害
	1.3億m ³	100～1000万m ³	55村	1,624人	1,151戸	5,055石
眉山大崩壊（1792年普賢岳噴火）	崩壊土砂量	死者	家屋被害	田畑被害		
	4億8000万m ³	14,524人	5,972戸	3,073ha		
十勝岳土石流（1926年十勝岳噴火）	土砂量	死者	家屋被害	田畑被害		
	580万m ³	144人	482戸	1,187ha		
桜島（1914年南岳噴火）	溶岩量	被害域	死者	家屋被害		
	2.2km ³	6無楽埋没	63人	2,148戸		
雲仙普賢岳（1991年噴火）	火砕流	土石流	家屋被害	農業被害	漁業被害	中小企業被害
	1000万m ³	65万m ³	174戸	7,038百万円	616百万円	62,822百万円

3 火砕流規模の予測

砂防計画論という観点から火山活動をみた場合、ここでは各火山の特性を十分把握した上で計画を策定することが必要である。いま霧島火山を一つの例にとって検討してみる。霧島では現在新燃岳が活動しており、ここではこれまでに大小の活動を合わせると、ほぼ40年に一度の頻度で噴火・噴気を繰り返している。新燃岳の露頭断面には近世以降の大噴火により、現在5層の火砕流堆積層序が現れている。調査結果から新燃岳に源を発する流域の一つである矢岳川流域の火砕流堆積物賦存量として第I層（年代未詳）が436,000m³、第II層（年代未詳）が11,862,000m³、第III層（1717年2月）が7,876,000m³、第IV層（1717年9月）が3,518,000m³、第V層（1771年）が5,791,000m³と見積もられた。この事実は今後霧島新燃岳で噴火があった場合、200～300年間を対象とした矢岳川流域方向の1火砕流当たりの噴火規模は6～12×10⁶m³と予測されるということを意味している。

つぎに火砕流現象の中でも非常に恐れられている温度について検討してみる。ここでは

新燃岳火砕流堆積物の中でも特徴的な層序をなす溶結層の火砕流試料片を採取して、これを電気路で加熱試験を行った。その結果、1771年の火砕流は約700°C、1716~1717年の火砕流は約800~1000°Cに達していたことがわかった。

4 噴火の影響評価

火山、非火山に限らず、一般に土砂移動現象をその規模によって分けるなら、 $10^6\text{m}^3\sim 10^7\text{m}^3$ 以上の容積をもつ巨大型災害と、 $10^4\text{m}^3\sim 10^5\text{m}^3$ 以下の容積をもつ大規模~通常型災害に分けられるであろう。近世以降の日本の巨大型災害のなかでは火山噴火によるものが圧倒的に多い。直接噴火だけではなく、火山山体で起こったものまで含めれば90%以上が火山に起因している。

我々が最も日常的に経験する通常型災害を雨量との関係でみると、そこには一つの特徴が見い出せる。すなわち雨量との対応性から、これらは活火山地域型と単一崩壊型と集中崩壊型の3つに大きく分類することができる。この中で活火山地域型は極めて小降雨で土石流が発生するという際だった特徴を示している⁴⁾。これは火山活動による降灰や火砕流ダストの細粒分による地表面の水文環境の変化の影響である。

新燃岳の噴火による火砕流被害域を予測するため、1959年噴火の前と後の航空写真を用いて、火口周辺の植生の破壊および回復度測定を行った結果、火口より東~南方向の森林の破壊度が大きいことがわかった。このことは今後新燃岳で噴火が起きた場合、東~南方向に被害が集中する危険性が高いということを示している。さらに新燃岳火口内の枯損木の樹齢測定結果から、これらについて大体30年~50年という値が得られた。これを1959年の爆発から逆算すると、これらの樹木はおよそ1900年頃に侵入したと考えられる。記録によればそれ以前の新燃岳の噴火で最も新しいものは1822年であるから⁵⁾、これから霧島では火山爆発後森林が侵入するまでに要する時間は約80年~100年ではないかと推定される。

5 活動中の火山における流出土砂量の予測方法

砂防では活動中の火山に対しては場の時系列変化を考慮した土石流計画が必要であると言われている。土石流対策技術指針(案)では、流出土砂量 Q_B は次式で表される。

$$Q_B = \{103R_T A / (1-\lambda)\} \{C_d / (1-C_d)\} f_r$$

ここに R_T : 24時間雨量(mm)、 A : 流域面積(km^2)、 λ : 堆積土砂の空隙率、 C_d : 流動中の土石流の容積土砂濃度、 f_r : 流出補正率である。しかし池谷は活動中の火山においては場の時系列変化を考慮した次式の適合性がよいとしている⁶⁾。

$$Q_B = \alpha (r_a - r_c)$$

ここに r_a : 連続雨量、 r_c : 初期損失雨量であり、ここでは α と r_c によって流域の場の環境要因の変化を表している。小橋・水山の流出土砂量予測の考え方もほぼ同様である⁷⁾。

一方石川等は土石流の発生に大きく関わる火山噴出量について、雲仙普賢岳においてD_{TM}(数値地形モデル)法を適用し、噴出土砂量の時系列的算定が可能であることを示し、その結果1995年12月までの全溶岩噴出量2億1,280万 m^3 、日最大溶岩噴出量31万 m^3 、火砕流堆積土砂量1億1,851万 m^3 を算定している⁸⁾。

6 おわりに

現在砂防学における火山に関する研究の歴史は非常に浅く、そこに起こる種々の問題を独自で解決するだけの素地はできていないのが現状である。そして火山学の主たる研究対象は噴火が起きるまでの問題にあり、砂防学の対象は噴火後の問題にある。ここに両者の根本的な認識のズレがあるように思われる。この境界領域を両者が今後どう埋めていくか、その帰結として新しい学問分野としての火山砂防学が確立されるべきだと思う。

引用文献

- 1) 松林正義(1991): 火山砂防、90-99、鹿島出版会
- 2) 1)に同じ、99-100
- 3) 谷口義信(1992): 土石流の発生とその対策、農地保全の研究第13号、60-64、農業土木学会
- 4) 3)に同じ、66-67
- 5) 震災予防調査会(1991): 日本噴火志、182-189、有明書房
- 6) 池谷 浩(1997): 活動中の火山における土石流対策計画に関する研究、学位論文、66-76
- 7) 小橋澄治・水山高久(1996): 流出土砂量の予測、雲仙火山砂防研究報告第2号、19-20、砂防学会
- 8) 石川芳治・山田 孝・千葉達朗(1996): 雲仙普賢岳噴火に伴う溶岩流出及び火砕流による土砂量と地形変化、7)に同じ、4-7