

# 107 火山砂防計画における計画対象噴火規模の設定の一例

(財)砂防・地すべり技術センター ○伊申 和根 伊藤 英之 安養寺信夫  
北海道開発局 室蘭開発建設部 藤浪 武史 手代木隆二 西畑 健一

## 1. はじめに

火山砂防計画の計画対象量は、溶岩流、火砕流、融雪型火山泥流等の大規模な土砂移動現象を計画対象とするため、一般山地の砂防計画の計画対象量よりはるかに多い。そのため、対策の規模・範囲も大きくなり、砂防施設の完成には長期間を要することとなる。また、その他多くの制約要因が複雑に関連するため、火山砂防施設の整備には、頻度、規模、保全対象分布等を考慮して、段階的に進めることが現実的である。このような整備方針を定量的に説明するためには、火山特有の噴火履歴や発生現象などの特性に基づいた計画対象噴火規模の合理的な設定が必要である。

本報は、その一例として樽前山火山砂防計画の事例を紹介するものである。

## 2. 樽前山の概要

樽前山は、北海道札幌市南西部、支笏湖カルデラ南西部に位置する北海道で最も活動的な火山の1つである。樽前山の活動は、およそ9,000年前から活動したと考えられ(曾屋, 1972)、その後6,000年の活動休止期をはさみ、約3,000年前にTa-c軽石層と火砕流を発生させている。有史には1667年の大噴火から現在までに大小約70回の活動が記録されており、現在も溶岩山頂丘およびその付近より常時噴煙をだしつつけている。

過去の噴火の間隔は、大・中規模噴火であれば60~70年程度、中・小規模噴火であれば十~十数年程度である(表-1)。この噴火間隔に従うと、1978年の小規模噴火から18年間休止していることとなり、近い将来に小~中規模噴火が起こる可能性があることと推定できる。さらに、1867年以降は小規模噴火の記録が多数残っているのに対して、それ以前の記録には小規模噴火が記録されていないことを考慮すると、最近の中規模噴火(1909年)ら7年間経っているので大~中規模噴火の可能性もあることも想定される。

一方、樽前山は支笏湖・洞爺国立公園の一部にあたり、樽前山周辺には数多くの観光施設が増加していることに加え、近年における土地利用の高度化により、北海道の重要交通網である道央自動車道、新千歳空港および苫小牧臨海工業地域等の産業拠点の整備が進んでいる。さらに苫小牧市、千歳市等の中堅地方都市が林立しており、樽前山が噴火活動を再開した場合には、その被害は甚大なものとなることが予想される。

## 3. 計画対象噴火規模の設定

樽前山火山砂防基本計画では、過去200年程度以内の最大規模を計画対象規模とし、1739年の噴火と同規模(総噴出量:  $1.0 \times 10^9 \text{ m}^3$ )を計画対象噴火規模とした。しかし、以下の点から中規模噴火に対応した砂防施設整備計画を立案する必要が生じた。

- ①前途のように近い将来噴火の可能性があり、できるだけ短期間のうちに砂防施設の整備が必要なこと。
- ②大規模噴火よりも中小規模噴火の発生頻度が高いこと。
- ③過去の中規模噴火において火砕流が発生した実績があり、積雪期には融雪型火山泥流が発生し、下流域に災害をもたらす恐れがある。
- ④計画対象噴火規模に対応する火山災害想定範囲は、図-1に示すように広く、砂防施設の完備までに長期間を要すると想定される。

しかし、樽前山において火砕流を伴う中規模噴火実績は1回しかなく、噴出量も不明であることから過去の実績より火砕流を伴った噴火の総噴出量を設定することが困難である。

そこで、火山爆発指数、噴火マグニチュードの2つの指標により、樽前山の中規模噴火の総噴出量を他火山の事例から設定を行うこととした。

### 3.1 火山爆発指数 (Volcanic Explosivity Index) を用いた規模の検討

火山爆発指数 (Newhall and Self, 1982) とは、報告された火山噴出物の総量、噴煙柱高度、記述用語、継続時間等により噴火の大きさを9段階にランク付けを行い、爆発の規模を定性的に測る方法である。

この火山爆発指数を用いて樽前山における過去の噴火を測ると表-2の通りとなる。

Newhall and Self(1982)によると、V. E. I = 2~3 (中爆発) が中規模噴火のように見えるが、単に「爆発があった」とだけ記された噴火をV. E. I = 2と定義している。樽前山の実績から判断すると火山爆発指数による中規模噴火はV. E. I = 3となり、総噴出量は $10^7 \sim 10^8 \text{ m}^3$ と考えられる。

しかし、火山爆発指数は、火山噴火の激しさを測る尺度であるため、静かに溶岩を流出する噴火の場合、どんなに大量に流出しようとも0と評価されることがある。また、9段階で全ての噴火を表現するため、今回のように他火山との比較より計画対象噴火規模を設定する場合には、目盛りが粗いと感じられることから以下に示す噴火マグニチュードによる評価も行うこととした。

### 3.2 噴火マグニチュードによる中規模噴火の検討

噴火マグニチュードは、火山爆発指数で表現できない火山噴火の規模も含め、より厳密に噴火の規模を表現することを目的として早川(1933)によって提唱された手法である。噴火マグニチュードMは次式により定義される。

$$M = \log m - 7 \quad \text{ここに、} m = \text{噴出マグマ質量 (kg)}$$

上記の式より樽前山の中規模噴火V. E. I = 3の噴火マグニチュードを表すと $M = 3.3 \sim 4.3$ となる。また、過去2,000年間の北海道の主要火山の噴火をまとめたものを表-3に示す。

### 3.3 中規模噴火の計画対象噴火規模

以上の結果、樽前山の中規模噴火は、火山爆発指数V. E. I=3, 噴火マグニチュードM=3.3~4.3の噴火とすることが妥当であると考えられる。

一方、噴火マグニチュードM=3.3~4.3程度の噴火で社会的影響を与えた代表的な他火山の事例は、表-4の通りであり、総噴出量は、 $2.0 \times 10^7 \sim 8.3 \times 10^7 \text{ m}^3$ であることがわかる。

よって、樽前山の中規模噴火の総噴出量を以下の点も考慮して $7.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ と設定した。

- 樽前山の噴火形態と類似している有珠山、北海道駒ヶ岳、ネパドデルルイス火山の最近の噴火規模も $10^7 \sim 10^8 \text{ m}^3$ であること。
- 樽前山の最近の中規模噴火(1909年)の総噴出量は、 $2.15 \times 10^7 \text{ m}^3$ であるが、現在の樽前山周辺の社会状況を考慮すると、大きめに設定する方が計画安全側であること。

### 3.4 土砂移動現象毎の噴出量

樽前山においては、表-1に示すように噴火の際の土砂移動現象として降下火砕物、溶岩ドームの破壊・再生、火砕流の発生が認められる。このうち、溶岩ドームの破壊・再生は、影響範囲が火口より半径2km以内に限られるため(北海道防災会議, 1972)、中規模噴火の際に発生する現象を降下火砕物と火砕流とした。また、それぞれの噴出量は、表-5に示す樽前山の噴火形態に類似した火山における総噴出量に対する火砕流量比を参考に火砕流の噴出量を総噴出量の1/3である $2.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ とし、残りを降下火砕物の噴出量とした。

### 4. あとがき

現在、上記の中規模噴火発生時の計画対象噴火規模を対象とした砂防施設を優先的に計画・整備中である。また、現在これらの工事従事者の安全を確保する上で最も発生頻度の高い小規模噴火について検討を行っている。

### ◎参考文献

- クリフ オリエル(1988) : 火山
- 早川由紀夫(1993) : 日本の2000年噴火カタログ 群馬大学教育学部紀要 自然科学編 第42巻 p113-132
- 北海道防災会議(1972) : 北海道における火山に関する研究報告書 第2編 樽前山 火山地質・噴火史・活動および防災対策
- 北海道開発局(1991) : 樽前山火山砂防基本計画書(案) 参考資料

表-1 樽前山の周期(石川ほか, 1972を改変)

西暦	休止期間	噴火規模	噴出物・その他
1667年	2千数百年	大噴火	Ta-b降下軽石, 軽石流下
1739年	72年	大噴火	Ta-b降下軽石, 軽石流下, 山頂に小型カルデラ形成
1804~1817年	約70年	中噴火	Ta-lao降下軽石, スコリア流下, 中央火口丘形成
1867年	約55年	中噴火	南方に溶岩, 古期溶岩ドーム形成
1874年	約6年	中噴火	Ta-lao降下軽石, 火山礫, 火山灰, 古期溶岩ドーム破壊
1883~1894年	約14年	小噴火	降灰
1909年	7年	中噴火	降灰, 現溶岩ドーム生成
1917年以降		小噴火	少量の溶灰(1917-1936, 1944-1955, 1977-1978, 1980)

表-2 火山爆発指数から見た樽前山の噴火規模

V. E. I の定義 (Newhall and Self)			樽前山での発生回数※
V. E. I	噴煙柱高度 (km)	噴出物総量 ( $\text{m}^3$ )	
0	<0.1	$<10^4$	非爆発
1	0.1~1	$10^4 \sim 10^6$	通常噴火活動程度
2	1~5	$10^6 \sim 10^7$	大正時代以降の噴火
3	3~15	$10^7 \sim 10^8$	中規模噴火
4	10~25	$10^8 \sim 10^9$	大規模噴火
5	>25	$10^9 \sim 10^{10}$	巨大噴火
6		$10^{10} \sim 10^{11}$	
7		$10^{11} \sim 10^{12}$	
8		$>10^{12}$	支笏カルデラの形成

ただしV. E. I=0-2については統計なし、V. E. I=3-8については継続  
 ※1975年~1985年における全世界での噴火発生回数  
 (Global Volcanism 1975-1985, American Geophysical Union(1989))

表-3 噴火マグニチュードによる北海道内の過去2,000年に発生した噴火

V. E. I	噴火マグニチュード	2,000年以内噴火した北海道の火山(マグニチュード)
1	0.3~2.3	雄阿寒1988(1.0) 十勝1988(1.7), 樽前1977(1.6)
2	2.3~3.3	十勝1926(3.0)
3	3.3~4.3	有珠1977(3.9) 樽前1909(3.6) 十勝1962(3.7)
4	4.3~5.3	昭和嶺山1944(4.2)
5	5.3~6.3	駒ヶ岳1929(4.5) 樽前1739(5.2)
6	6.3~7.3	樽前1667(5.4) 有珠1663(5.4) 摩周970(5.3)
7	7.3~8.3	(支笏カルデラ 3万年前 7.2)

表-4 噴火により大きな社会的影響を与えた火山 (M=3.3~4.3)

火山名	噴火年	マグニチュード	全噴出物量	発生した現象
有珠山	1977年	3.9	$8.3 \times 10^7 \text{ m}^3$	降下火砕物
十勝岳	1962年	3.7	$7.1 \times 10^7 \text{ m}^3$	降下火砕物、噴石
伊豆大島	1986年	3.6	$2.0 \times 10^7 \text{ m}^3$	降下火砕物、溶岩流
桜島昭和噴火	1946年	4.3	$8.3 \times 10^7 \text{ m}^3$	降下火砕物、溶岩流
ネパドデルルイス	1988年	4.2	$7.8 \times 10^7 \text{ m}^3$	降下火砕物、火砕流

表-5 総噴出量に対する火砕流量比 (単位は $\times 10^7 \text{ m}^3$ )

火山名	発生年	総噴出量	火砕流量	火砕流量比
北海道駒ヶ岳	1929年	33.7	1.4	0.415
ネパドデルルイス	1985年	7.8	1.8	0.231
樽前山	1667年	40	10	0.250
樽前山	1739年	10	3.3	0.333
十勝岳	1988年	0.0057	0.0029	0.509

表-6 樽前山中規模噴火における計画対象量

総噴出量	降下火砕物	火砕流
$7.5 \times 10^7 \text{ m}^3$	$5.0 \times 10^7 \text{ m}^3$	$2.5 \times 10^7 \text{ m}^3$

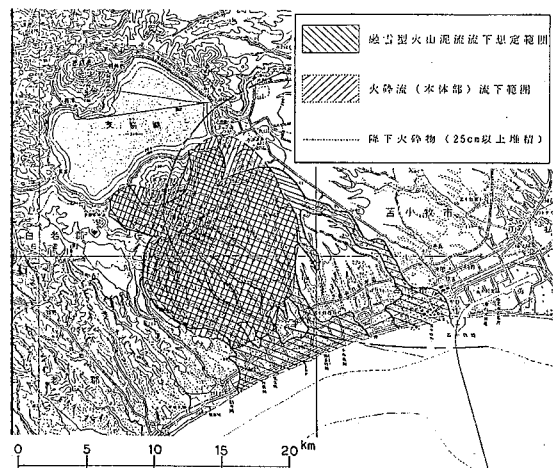


図-1 火砕流・融雪型火山泥流の想定流下想定図(計画対象規模)