

82 火山災害による被害想定の一手法

(財) 砂防・地すべり技術センター ○福山 俊夫
 (財) 砂防・地すべり技術センター 安養寺信夫
 国土防災技術(株) 山崎 勉
 北海道函館土木現業所 島多 雅彦

1. はじめに

北海道渡島半島に位置する駒ヶ岳は、70～120年程度の間隔で大規模な噴火活動を繰り返し火砕流等を発生させ、この度に大きな火山災害を引き起こしている国内でも有数の活火山である。

火山噴火に伴う土砂移動は規模や破壊力が大きく、ひとたび発生すればその後の復旧をも困難にする壊滅的な被害を与える恐れがある。近年、リゾート計画や宅地等の開発が火山山麓にも及び高度な土地利用がなされようとしており、今後は過去を大きく上回る被害が予想される。

噴火に伴う土砂移動現象としては、降灰、火砕流、溶岩流、火山泥流および降雨起因の土石流の発生が予想されるが、これらによる被害の分布および内容等を想定しておくことはハード対策の規模・優先順位・経済効果およびソフト対策の策定等の上で重要である。

本研究は駒ヶ岳周辺の資産の分布とその内容を基に、被害想定的第一段階として上記の土砂移動現象のうち火砕流および火山泥流を取り上げ、これらによる被害想定方法を検討したものである。被害には人命の損失や建物の焼失などの直接的な被害と、生産活動の停止等の間接的被害があるが、間接的被害は個々の被害現象に複雑な要因が絡みその影響を中長期にわたって予測することは難しい。このようなことから、今回は数値シミュレーションにより予想した火砕流および火山泥流の災害予想区域図を基に、直接的な被害に限定した。

2. 駒ヶ岳の火山災害

2.1 過去の災害

駒ヶ岳は古くから爆発的活動を繰り返しているが、その最古の活動記録は北海道としては比較的古く、1640年(寛永17年)から残されている。

1640年以降の火山活動は4回の大噴火(表-1参照)と10回程度の小～中噴火を繰り返してきたが、1942年の中噴火を最後として現在では極めて平静な状態が続いている。この間の休止期間は1929年の大噴火からはすでに63年が経過しており、過去の大噴火の間隔が54年、162年、73年であることを考えあわせれば、駒ヶ岳火山は現在大噴火により大きな災害が発生する恐れのある時期に入っているとも考えられる。

表-1 有史以降の大規模噴火
($1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 以上の噴出量)と災害

年代	火山現象	災害
1640年7月	山体崩壊 岩屑流 降灰 火砕流	岩屑流が海中に流れ込み噴湾湾沿岸に津波を生じ700名が死亡。降灰は津軽、松前に及ぶ
1694年?	降灰 火砕流	鹿部方向へ降灰、層厚180cmに達する。
1856年9月	降灰 火砕流	降下軽石により2名死亡、負傷者多数。家屋17軒焼失。火砕流により溜の湯で19～27名が死亡。
1929年6月	降灰 火砕流	降石および家屋倒壊により2名死亡。負傷者4名、金半壊1915戸、家畜136頭その他漁獲物、耕作物の滅収、道路・橋梁の破損など。

2.2 今後の火山災害の予想

今後火山災害を引き起こす現象としては、火砕流、積雪期の火砕流による融雪型火山泥流、降灰お

よび降灰後の降雨による土石流が想定される。

これらのうち、1929年噴火と同規模、同方向（尾白内、砂原、鹿部および赤井川の4方向）の流下を想定した火砕流および火山泥流の数値シミュレーションに基づく火山災害予想区域図を図-1に示す。

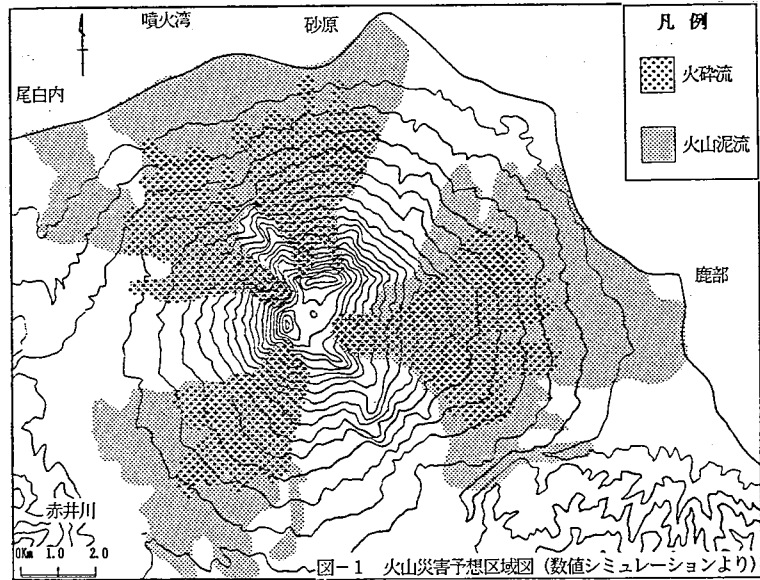


図-1 火山災害予想区域図（数値シミュレーションより）

3. 被害想定

3.1 駒ヶ岳周辺の資産

資産は公共資産と一般資産に分け、表-2に示す方法で調査した。

資産の評価は公共資産の各項目と一般資産の別荘地、ゴルフ場については建設事業費を資産額とし、一般資産の家屋、事業所および田畑は「治水経済調査要綱」によった。森林については保険金額とした。

資産の分布状況は調査区域を100m四方のメッシュに区分し表現し、災害予想区域図と重ね合わせることにした。資産分布と評価額については後述する被害想定結果において示した。

表-2 資産の調査方法

資産	調査方法	
公共資産	道路	道路台帳より国道・道道・町道の延長・規格・幅を計測
	橋梁	橋梁台帳より上記道路にかかる橋梁の橋長・幅・材料を調査
	鉄道	1/25000地形図より函館本線の路線長を図上計測
	電力施設	配電線路図より電柱本数・高圧及び低圧電線延長・変圧器数を計測
	水道施設	水道施設分布図等より管径ごとの延長を計測
	河川施設	台帳より砂防及び治山施設の位置・規模・施工年度を調査
	農業施設	配管図よりファームボンド・給水管等の各施設の個数、延長を計測
	公共建物	地形図等より役場・学校・病院等の構造と総床面積を計測
一般資産	家屋家財	住宅地図や町勢要覧より農家を除く家屋の戸数・床面積を調査
	事業所	住宅地図や町勢要覧より農業を含む分布・従業員数を調査
	田畑	空中写真等より田畑の面積・主要作物を調査
	別荘地	空中写真等より大規模別荘分譲地の開発面積・戸数を調査
	ゴルフ場	リゾート別荘地案内図等より総面積を調査
森林	樹種・分布等を国有林は森林調査簿、町民有林は空中写真より調査	

3.2 想定される被害内容と評価対象被害

被害には人命の損傷、建物の焼失等の直接的な被害のみではなく、災害復旧費用、交通・電力・通信等の機能停止により一般公衆が受ける被害等の間接的な被害もある。

表-3には1929年と同規模の噴火により、どのような直接的・間接的被害が発生するかを時間的に瞬時、短期、中期および長期に区分してまとめた。間接的被害の内容は時間的な面から見ると、噴火後時間が経過するにつれその影響範囲は広くなり、また被害内容は多岐に亘りその想定は難しい。このようなことから、被害想定の評価対象は第一段階として降灰を除く火砕流および火山泥流による直接被害（表-3の二重線枠内）に限定し検討した。

表-3 駒ヶ岳火山噴火による被害想定

時間	被害形態 場所 現象	直接的被害		間接的被害	
		火山災害予想区域内		火山災害予想区域外	
瞬時	火砕流	・人や動植物は致命的損傷。 ・資産は破壊、焼失。	・報道機関、救急隊等の区域外からの侵入者は致命的損傷。	・区域内の道路、鉄道の破壊・埋積等による交通麻痺。 ・区域内の送電線、通信線、送配管の破壊等による停電、不通、断水。	
	火山泥流	・人や動植物は損傷、一部失命。 ・資産は埋積、浸水で機能麻痺。	・報道機関、救急隊等の区域外からの侵入者は損傷。		
	降灰	・人や動植物は損傷、時に失命。 ・資産は埋積、家屋の圧壊焼失。	・報道機関、救急隊等の区域外からの侵入者は損傷。		
短期	火砕流	＜噴火が継続すれば、上記被害が再発＞	・降雨による土石流の発生。応急復旧作業関係者等の損傷、時に失命。 ・二次災害に対する処理費の増大。	・土石流、流木による災害範囲拡大。 ・濁水による河川、湖沼、海の水質汚染。養殖水産物、水中生物の死滅。用水の使用難。 ・大気汚染による生活への影響。 ・道路、鉄道不通による物資等の移動障害。 ・火山灰の路面被覆による交通障害。沿岸および大気間浮遊による航行、航空障害。 ・避難民に対する生活補償。	
	火山泥流				
	降灰				
中期	火砕流	＜噴火が継続すれば、上記被害が再発＞	・降雨による土石流の発生。応急復旧作業関係者等の損傷、時に失命。 ・二次災害に対する処理費の増大。 ・工場、リゾート関連会社の閉鎖による事業収入の途絶。 ・水質汚染、海産干場および漁船の焼失等による水産業生産活動の極度の制約。	・土石流、流木による災害範囲拡大。 ・有害物質溶解による水質汚染。その摂取による人体、水中生物の危険。 ・有毒火山ガス、細粒火山灰による大気汚染その環境による人体の異常。酸性雨。 ・水産加工場等の閉鎖によるその原材料供給者の生産活動圧迫。	
	火山泥流				
	降灰				
長期	火砕流	＜噴火が継続すれば、上記被害が再発＞	・山地荒廃による土砂流出の激化。自然環境の悪化。 ・土壌汚染、荒廃および農林業施設の被災による農林業生産活動の長期的中断。収入途絶。	・山地荒廃の拡大。生態系の変化等による自然環境の悪化。 ・観光客の減少によるサービス産業の収益減 ・有害物質を含んだ魚、草等の摂取による人体、家畜の異常。 ・日射量、気温低下等による農林水産物の生産低下。	
	火山泥流				
	降灰				

*瞬時は1日程度（1929年の主要噴火継続時間）、短期は1週間（1929年の噴火継続時間）、中期は1週間～1ヶ月、長期は1ヶ月以上

3.3 被害の評価

3.3.1 評価方法

火砕流および火山泥流による直接的被害は人命と資産の2項目に大別し、資産については住民の生活環境や行動に重要な影響を及ぼすものとして家屋、交通・水道・電力、避難施設およびこれらも含めた総資産に細別し評価した（表-4 参照）。

人命への被害は火砕流等がどの程度の時間で生活空間に達し、避難に要する時間があるかどうかの問題となる。そこで、火砕流等の到達時間とその範囲内の世帯数について重ね合わせ危険度判定を行った。

火砕流による資産への被害は、火砕流は非常に高温で碎屑物を多量に含んでいるため、堆積範囲内の施設はほぼ完全に破壊されると予想され、被害率は1として評価した。一方、火山泥流は外力の度合によっては堆積範囲内の施設全てが破壊されとは限らないが、外力と被災度の関係はまだまだ十分解明されていない。水害に対する被害率については、「治水経済調査要綱」に示されているが、これは家屋や田畑等の一般資産についてであり、公共資産のような多様な構造物に対して画一的な被害率

表-4 直接的被害の評価項目と方法

項目 現象	人命	資産			
		家屋・事業所	交通・水道・電力	避難施設	総資産
火砕流	危険度判定	被害予想	被害予想	被害予想	被害金額
	到達時間と人口分布から危険度判定。	堆積範囲内の家屋は全損。	堆積範囲内の施設は全損。	堆積範囲内の施設は全損。	堆積範囲内の資産は全損。（被害率1）
火山泥流	危険度判定	被害予想	被害予想	被害予想	資産金額
	到達時間と人口分布から危険度判定。	外力の大きさにより被災程度を評価	外力の大きさにより被災程度を評価	外力の大きさにより被災程度を評価	汎濫範囲内の資産金額で評価。被害率設定難

を与えることは難しい。したがって、細別した家屋等の被災評価では泥流の外力を条件として考慮したが、総資産の被害については被害率は用いないで泥流氾濫範囲内の総資産額で評価した。

3.3.2 被害想定結果

(1) 人命

シミュレーションによる火砕流等の到達時間と堆積区域の世帯数をまとめ、表-5に示した。

火砕流では火口からの距離が近い砂原方向で最も危険度が高く、その他の方向では想定範囲内の世帯数は0である。火山泥流においても到達時間が速くかつ住宅の密集している砂原方向で危険度が高く、速いところでは20分以内に到達する。なお、今回は熱風による被害はカウントしていない。

表-5 火砕流および火山泥流到達時間(分)内の世帯数

到達時間	方向	尾白内		砂原		鹿部		赤井川	
	現象	火砕流	火山泥流	火砕流	火山泥流	火砕流	火山泥流	火砕流	火山泥流
0~20		0	0	0	1	0	0	0	0
20~30		0	0	0	448	0	0	0	0
30~60		0	154	26	628	0	6	0	16
60~120		0	555	0	11	0	49	0	10
120~180		0	87	0	25	0	25	0	5
計		0	796	26	1113	0	80	0	31

(2) 資産

火砕流等の堆積範囲内にある公共・一般資産を合わせた総資産の分布を図-2に、その評価を表-6に示した。ただし、これらには降灰による被害や水産関連の資産は評価に加えていない。

なお、泥流等の外力条件を考慮し、家屋等の被災程度についても検討したが、その結果については紙面の関係上省略する。

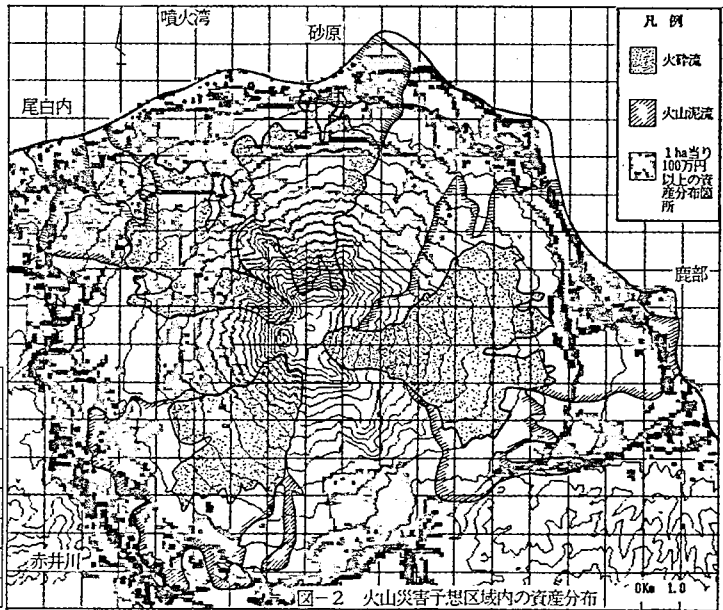


表-6 災害予想区域内の人命及び総資産

項目	現象	火砕流	火山泥流
人命		26世帯	2,020世帯
総資産	尾白内	1,446,000,000	14,620,000,000
	砂原	1,916,000,000	19,099,000,000
	鹿部	120,000,000	5,232,000,000
	赤井川	118,000,000	3,229,000,000
	計	3,600,000,000円	42,180,000,000円

4. おわりに

今回、多量の資産データをメッシュで表現しその定量化を図ると共に、数値シミュレーションによる火山災害予想区域図とこの資産分布を重ね合わせ被害想定を行う一手法について述べた。

本手法をさらに発展させていくには、火山災害現象ごとの被害率の算定方法、被害の中長期的波及効果の見積り方法を今後確立していく必要がある。

末筆ながら、本研究にあたって北海道大学山村悦夫教授には貴重な御助言をいただいた。また、駒ヶ岳周辺の各町の関係各位には資料の提供等に御協力いただいた。ここに深謝する次第である。

<参考文献>

河川局河川計画課(1980):治水経済調査要綱,単価は昭和61年改正分