

## 34 昭和4年渡島駒ヶ岳の火砕流とその再現

(財)砂防・地すべり技術センター○安養寺信夫  
住鉱コンサルタント(株) 山下伸太郎  
国土防災技術(株) 山崎 勉  
北海道函館土木現業所 岡垣 久

### 1. まえがき

火山噴火時に発生する様々な火山現象による災害を防止軽減するためには、想定される現象の運動特性などに基づいて災害予想区域をゾーニングし、これに基づいたハード・ソフト両面からの対策を検討する必要がある。火砕流は一般にはなじみの薄い現象であったが、1991年から連続的に発生している雲仙普賢岳の火山活動によってその流動形態や危険性が広く知られるようになった。しかし、流体力学的には運動特性が充分に解明されているとはいえ、模型実験などによる再現も困難であるため多くの事例に基づいて火砕流の特性を明らかにしてかねばならない。筆者らは北海道渡島半島に位置する駒ヶ岳が昭和4年に噴火した際に発生した火砕流について、実態調査と数値シミュレーションによる検討を行ったので報告する。

### 2. 昭和4年噴火の経緯と火砕流の規模、分布

駒ヶ岳の昭和4年噴火は、非常に短時間の内にカタストロフィックに活動し、火砕物の噴出降下や火砕流、火砕サージの発生をみた。勝井(1985)による噴火経緯を表-1に示す。火砕流はいわゆるプレー型の噴煙柱が崩壊して火砕物質が斜面を流下するタイプで、流体の構成物質はpumiceであることから、軽石流とも呼ばれている。火砕流は図-1に示すように山体の四方に流下しているが、これは一度に流出したのではなく、少なくとも2~5回にわけて流出したことが判っている。火砕流の規模は表-2に示すように総量 $1.003 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、堆積域の面積は $19.41 \text{ km}^2$ で、主として北西の尾白内方向と西の鹿部方向に全体の7割が分布している。なお、降下火砕物総量は $0.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ で西風によって東の鹿部、南茅部方向に偏向して分布している。

火砕流の堆積原面は現在も明瞭に残っているが、特徴的なのは堆積表面に形成された自然堤防状の尾根部や縁辺部のローブである。自然堤防は火砕流本体主流部が流下しながら移動物質を両脇に押しやった結果と考えられる。また、ローブは前面が急勾配になった土石流堆積物と類似した形状をしており、流動物が急速に停止した様子を示している。このような地形特性は、駒ヶ岳の火砕流が高濃度で明瞭な相界をもった流れであったことを示唆している。また、堆積物は非常にポーラスで雨水の浸透性が良好なため、噴火後60年を経た今日でも原面の形状を保っている。ガリーは線状に発達しているが、流路が固定されており縦侵食の進行と溪岸の崩落によって拡大している。

### 3. 火砕流の流動特性と再現条件

火砕流は、火砕物の粒子からなる固相流と火砕物とガスの固気混相流として捉えられる。固相流は主として重力項が支配的な流動特性を持っており、固気混相流は火砕物からのガスの放出や温度による気体の膨張などが圧力勾配を生成し乱流状態で流動する。

このような流動特性は、駒ヶ岳S4噴火における火砕流の目撃記録からも判断できる。「石がコロコロ転がるとその上に砂が押し出し、その上を黒い“熔岩”と黒煙が渦巻ながら流れるが、中々速い。」「“熔岩”は非常な勢を以って流下しました。丁度盥内の石鹼泡が溢れる様な具合でした。」「“熔岩”は白煙とともにモクモクと越えて流下し……」などがその例である。

このような火砕流の流動特性を考慮し、今後の予測と対策に結び付けるため数値シミュレーションによる再現計算を行った。シミュレーションでは①数値シミュレーションモデルの適合性、②計算定数、③火砕流の噴出形態(時系列)を確認した。

計算には大正4年測量1/50,000地形図による100mメッシュデータを用い、計算ケースは火砕流の流量時系列を2パターン(連続型と多発型)として、昭和4年の主流である鹿部と尾白内方向の堆積土砂量を用いて試算した。なお、計算モデルにおける粒子間摩擦係数 $\mu$ は実績の堆積勾配を各流下方向ごとに調べ、トライアルによって平均的な堆積勾配0.09の2倍、すなわち $\mu=0.18$ とした。また、代表粒径は火砕流堆積物の90%粒径を採用して半径 $a=50\text{mm}$ 、火砕物の密度 $\sigma=0.83$ 、堆積層の容積濃度 $C_*=0.6$ である。

#### 4. 再現結果と実態との比較検討

ここでは、一例として尾白内方向の結果と実績との比較を示す(図-2)。

- 1)火砕流の流下速度は、計算で約15km/s(流下開始20分平均)で1929年の目撃による推定値14km/sとよく一致する。
- 2)連続型ハイドログラフの場合は到達距離はほぼ一致するが右岸側に偏在して分布する。多発型ハイドログラフの場合は、さらに右岸側に集中して最下流の到達範囲が実績と異なる。
- 3)実績の堆積厚は流下範囲全般に5~15m程度で比較的平均的であるのに対し、計算では下流側に厚く堆積する傾向がみられ、とくに多発型ハイドログラフでは狭い谷地形や扇状地などの低い範囲に集中堆積する傾向が強い。

火砕流の流量時系列の相違による再現計算結果は、連続型ハイドログラフでは下流への到達距離が長くなる傾向があるのに対し、多発型ハイドログラフでは横断方向へ拡がり相対的に縦断方向の到達距離が短くなるのが特徴的である。分布範囲の実績との比較では連続型ハイドログラフの方が再現性が高い。実績では何回かに分かれて火砕流が発生しているが、破局的噴火時期においては余り間隔を置かずに発生していることが、連続ハイドログラフに近い土砂供給形態を示したものと考えられる。

堆積分布は、計算モデルが堆積範囲の推定に重点を置いているため実績の再現性は余り良くない。さらにこれは原地形条件に左右されるが、100mメッシュでは微地形が再現されにくいことや、地形データの信頼性が低いことも一因と考えられる。

したがって、火砕流の影響範囲を予想するための計算モデルとしては、この再現計算の結果よりはば妥当な手法であることが確認された。

#### 5. 今後の課題

駒ヶ岳の火砕流は噴煙柱の崩壊と大量の軽石のカルデラからの溢流によって発生したが、流下物質は軽石を主体としているため、発泡による気体放出が流動条件に少なからぬ影響を与えたことが予想される。しかし、計算モデルではガスの放出を考慮していないことから、今後は流下途中における $\mu$

の変数化などのモデル改良をする必要がある。さらに、火砕流対策施設の効果をシミュレーションによって確認するためにも、火砕流の堆積条件や施設効果の評価方法について検討する必要がある。本研究は駒ヶ岳砂防計画検討委員会（新谷委員長）のご指導によった。記して感謝申し上げる。

表-1 駒ヶ岳昭和4年6月17日噴火の経緯（勝井1985を簡略）

fall unit	日 時	おもな現象	火砕流発生状況
Ko-a1 初 期 噴 火	6/17		
	0	駒ヶ岳方面にゴーという音がした。	
	3	小鳴動 降灰始まる。	
	6	黒煙盛んに上昇。	
	9	爆音を聞く。	
Ko-a2	---	大噴煙、岩塊の放出盛ん。	→ Sk
Ko-a3 破 局 的 噴 火	12	鹿部方面に「熔岩」が押し出し、立木が燃える。	→ O
	15	森町方向に駒の背を越える「浮石流」を見る。	→ K
Ko-a4	15	クルミ坂、馬の背、駒の背を溢出する「石塊流」が奔流となる。降石も猛烈となる。	→ Sk
	18	「浮石流・石塊流」は麓まで達し、森林等を破壊	→ S } → A } → Sk } → O } → O } → A }
Ko-a5 末 期 噴 火	21	尾白内方面、「浮石流」最後の押し出し。	→ S } → O } → A }
	24	火柱、最高に達す。	→ O } → A }
---	24	南麓で「浮石流」が登山路を越える。	→ A
---	6/18	次第に噴火衰える	
---	3	「浮石流」静かに流動を停止(2:00)	
---	3	「降灰石」おさまる。	
---		6時までに鳴動が終わり、噴煙が灰白色となる	

A:赤井川, O:尾白内, Sk:鹿部, S:砂原, K:駒ヶ岳

表-2 昭和4年火砕流の堆積量

流 下 方 向	流出量 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	面 積 km <sup>2</sup>	平均厚 m
駒ヶ岳	0.033	0.66	5.0
赤井川	0.180	4.19	4.3
鹿 部	0.338	8.43	4.0
砂 原	0.096	1.62	5.9
尾白内	0.356	4.51	7.9
合 計	1.003	19.41	5.2

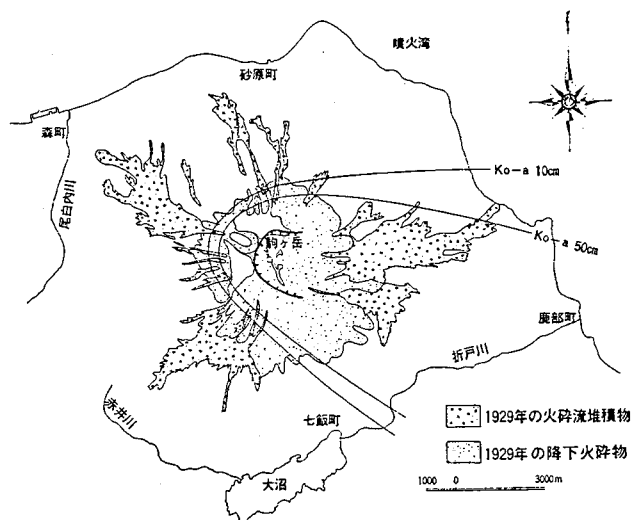


図-1 1929年噴出物の分布

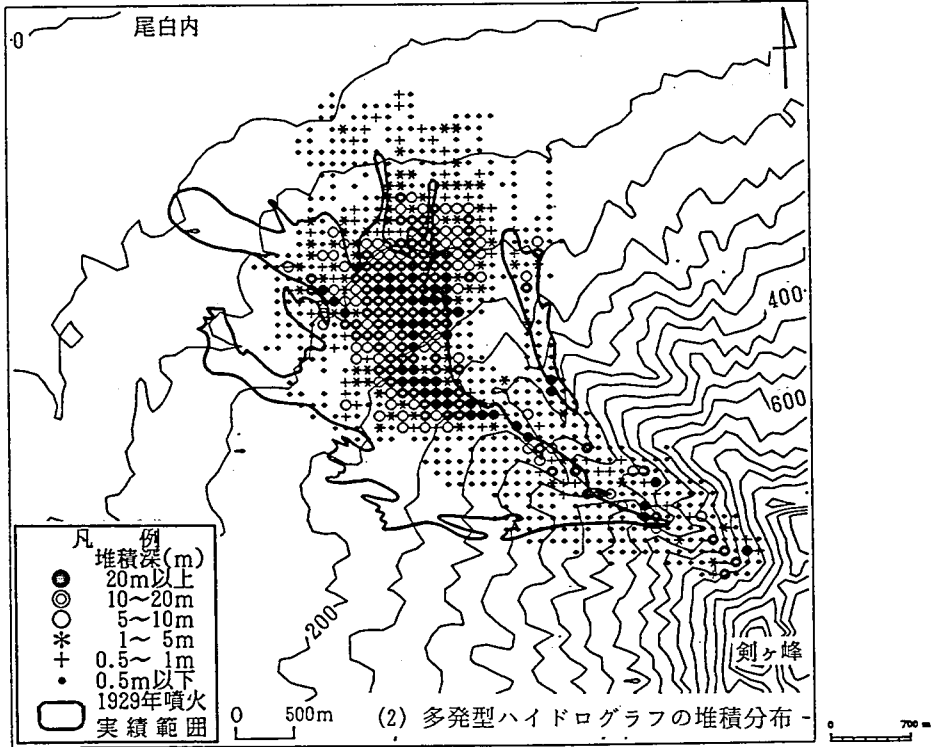
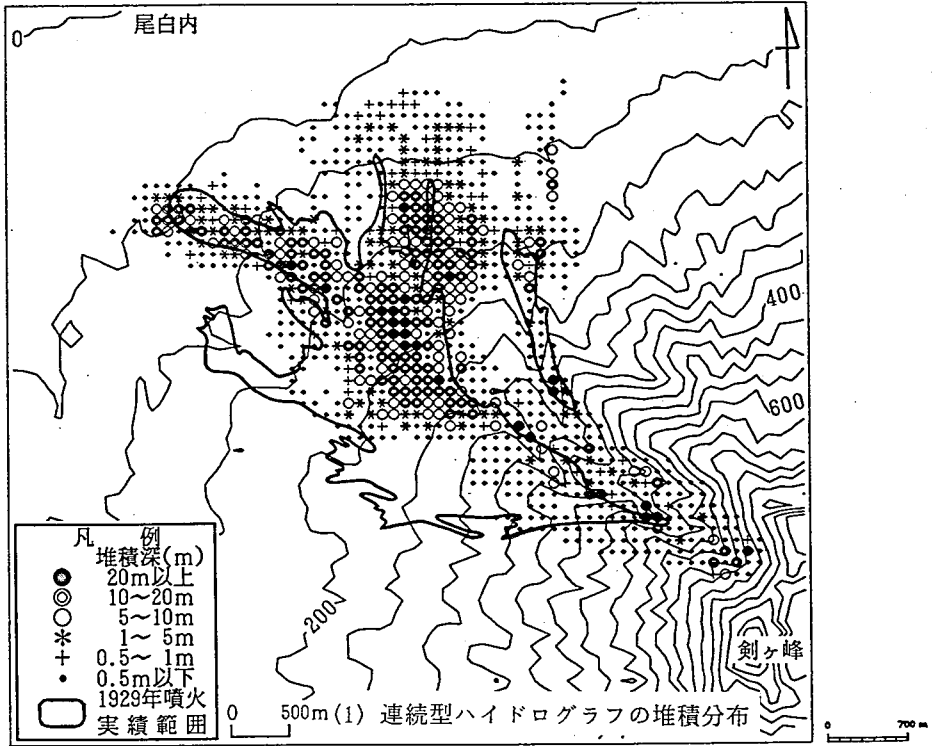


図-2 火砕流シミュレーションと実績の比較