

8 シミュレーションによる火山泥流災害の被害想定について

勸砂防・地すべり技術センター ○渡部康弘、高橋正昭
北海道開発局建設部 中村興一
住鉱コンサルタント株式会社 山下伸太郎

1. はじめに

昭和60年11月のネバド・デル・ルイス火山の火山泥流災害を契機として、多くの活火山を有する我が国においても、火山泥流対策の必要性が強く唱えられている。

火山泥流によって生起する被害の範囲、程度を想定することは火山泥流対策を効果的に立案していく上で必要である。

そこで本報告は、大正15年の十勝火山の噴火に伴って発生した泥流により多大な被害を受けた上富良野町の火山泥流による被害想定例について述べるものである。なお、泥流の氾濫計算は昭和62年度に報告された火山泥流の2次元氾濫シミュレーションモデル¹⁾を用いて行った。

2. 検討方法

2.1 検討の手順

被害想定は次のような手順で行った。

- ① 検討地域をメッシュ分割し、各メッシュ毎に現地調査等から得られる資産データ（一般資産・農作物・公共土木資産）を与え、検討地域の資産データベースを作成する。
- ② 次に、分割された各メッシュ毎の地盤高を読み取り、氾濫シミュレーションに必要な、数値地形（デジタル・マップ）を作成する。
- ③ 作成された数値地形のもとで、設定した規模の泥流を与え、氾濫シミュレーションを行い、氾濫の範囲、各メッシュ毎の水深と流量等の分布を求める。
- ④ 求められた各メッシュ毎の水深と流量およびそれらの値の大きさに応じて設定した被害率からメッシュ毎の資産被害額の算定を行う。

2.2 検討範囲

被害想定の対象とした範囲は、大正15年泥流の氾濫域を含む地域とし、図-1に示す上富良野町の約22km²の地域とした。また、資産データベースおよび数値地形を作成するため、その範囲を100m×100mの正方形メッシュに分割した。

2.3 資産データベースの作成

資産データベースは、すべてメッシュ単位で評価した。一般資産および農作物については、メッシュ毎に資産量を調査し、治水経済調査要綱²⁾（以下、要綱と呼ぶ）に示されている評価額をもとに資産額を算出した。

一方、公共土木施設資産（以下、公共資産と呼ぶ）として取り上げた施設は、河川施設、道路、橋梁、鉄道、上下水道、電力施設、電信・電話施設および農業用施設である。公共資産はその延長、箇所数等をメッシュ単位に調査し、資産額を求めた。なお、資産額については、施設の復旧に要する費用として直接工事費を評価額とし、積算基準および標準単価等を参考に各項目毎に算出した。

2. 4 二次元氾濫シミュレーション

氾濫シミュレーションは、大正15年に上富良野町に被害を及ぼした泥流を想定して行った。すなわち、計算に際し、総流量が村野²⁾により推定されている 1.33×10^7 m³に等しいハイドログラフを設定した。ハイドログラフはセント・ヘレンズ火山およびネバド・デル・ルイス火山における調査結果^{4) 5)}を参考に、図-2に示す継続時間1時間、ピークが12分の位置にある三角形ハイドログラフとした。

2. 5 被害率の設定

被害率は、氾濫シミュレーションより得られる各メッシュの泥流水深に応じ、表-1のように設定した。泥流水深の区分は要綱に準じているが、床下・床上は考慮していない。また、ここでは、泥流水深による被害率の区分に加え、単位幅流量による被害率の区分を設定した。高橋ら⁶⁾によれば、外力が家屋幅方向に垂直に作用する場合、単位幅流量が7.34 m³/s（家屋幅10m）以上であると、家屋倒壊の危険性が大きいとしている。ここで、外力に対して家屋がどの向きにあっても倒壊する危険性のある単位幅流量を求めると14.68 m³/sとなる。そこで、本文では泥流水深による区分とは別に、各メッシュの単位幅流量が14.68 m³/s以上の時、そのメッシュ内の家屋および家庭用品は全損するとし、それらの被害率を1.0とした区分を新たに設けた。

なお、公共資産の被害率に関する検討は十分なされていないため、ここでは被害率をすべて1.0とした。

3. 検討結果

氾濫シミュレーション結果より得られた1ハイドロ中の最大泥流水深分布を図-3に示し、図-4に家屋倒壊の危険性のある単位幅流量（14.68 m³/s以上）の分布を示す。

図-3の泥流水深分布を見ると、大きい泥流水深を示しているのは、氾濫水が集中する扇状地部下流の川沿いおよび氾濫水の流路となる扇状地部両端である。氾濫が広い範囲に及んでいる地域では泥流水深1m未満の所が多い。また、図-4の単位幅流量（14.68 m³/s以上）は、ほぼ川沿いに多く分布している。

泥流水深、単位幅流量（14.68 m³/s以上）およびそれらの値に応じて設定した被害率により算定した資産被害の状況を図-5に示した。図-5の被害密度は、1ha当りの被害金額を表-2に示すように9段階に区分して設定した。図-5を見ると、資産の集中している市街地およびその近隣周辺の被害密度が高く、4以上を示している。その周辺（主に農用地として土地利用されている）の被害密度は、泥流水深が比較的小さい地域が多いことや資産の集中が少ないことから、概ね3未満を示している。

一方、公共資産の資産被害額の状況を図-6に示す。なお、被害額の区分は表-5と同一であるが、金額は1メッシュ当りの総資産額である。図-6を見ると一般資産同様に資産の集中している市街地の被害密度が高い。また一般資産と異なり、公共資産の場合は郊外においても幹線道路や橋梁、河川構造物のある地点で被害密度が高いのが特徴である。

4. 本検討手法の活用

火山泥流対策を立案する場合、人的被害の軽減を図る警戒避難といったソフト対策と資産および人的被害の軽減を図る砂防施設等によるハード対策の両面から、検討を行う必要がある。その場合、ソフトおよびハードの何れの対策を検討するにしても、それらの対策を行う必要のある地域、すなわち、危険区域の設定が必要となる。

本報告では、資産被害に主眼をおき、火山泥流による資産被害の程度およびその範囲を想定した。これに加え、人口の分布および氾濫シミュレーションにより得られる泥流の到達時間、泥流水深、家屋倒壊の危険性のある単位幅流量の分布などから、人的被害の生じる恐れのある地域の想定（氾濫範囲外へ避難する時間のない地域、家屋の水没・倒壊の危険のある地域などの想定）を行うことにより、火山泥流に対する危険区域の設定が可能となると考えられる。また、危険区域に対策工を施工する場合、その配置や規模により、危険区域内の被害がどの程度軽減されるかを本検討手法によって定量的に把握することができるものと考えられる。

5. おわりに

本報告では、火山泥流対策を効果的に立案する上で必要な被害想定を、大正15年規模の泥流を用いて二次元氾濫シミュレーションにより行い、上富良野町における被害の程度、範囲を想定した。

今回、公共資産については被害率を1.0として被害想定を行っているが、一般資産同様に流速・泥流水深等により被害率を設定し、被害状況をより精度よく把握する必要があるだろう。今後はこのような課題の検討を含め対策施設の施工段階毎に同様のシミュレーションを行って、火山泥流対策の経済効果についても検討を進めて行く必要があるものと思われる。

最後に、本報告は北海道開発局ならびに北海道庁から委託された業務の一部をとりまとめたものであり、ここに改めて関係各位に感謝する次第である。

参考文献

- 1) 宮本邦明他：火山泥流の流動機構とそのモデル化、昭和62年度砂防学会研究発表会概要集、1987、pp.232-235
- 2) 建設省河川局河川計画課：治水経済調査要綱、1986
- 3) 村野義郎：十勝岳の土石流について、新砂防、No.59、1965、pp.14-23
- 4) 高橋 保：セント・ヘレンズ火山の噴火に伴う災害現象と対応、京都大学防災研究所年報、第24号A、pp.361-375
- 5) 勝井義雄：南米コロンビア国ネバド・デル・ルイス火山の1985年噴火と災害に関する調査研究、文部省自然災害特別研究、突発災害研究成果、No.b-60-7、1986
- 6) 高橋 保、中川 一、加納茂紀：洪水氾濫による家屋流出の危険度評価、京都大学防災研究所年報、第28号-2、1985、pp.455-470

表-1 被害率一覧

水深 (m)	0.01 以下	0.01~0.5	0.5~1.0	1.0~2.0	2.0~3.0	3.0 以上	単位幅流量が 14.68m/s 以上の時
家屋 (延床面積)	0.0	0.12	0.21	0.31	0.44	0.57	1.0
家庭用品 (世帯)	0.0	0.09	0.19	0.33	0.50	0.69	1.0
農家							
仮設家屋	0.0	0.16	0.24	0.30	0.37	0.45	0.45
在来家屋	0.0	0.20	0.37	0.49	0.58	0.69	0.69
事業所							
仮設家屋	0.0	0.18	0.31	0.42	0.54	0.63	0.63
在来家屋	0.0	0.13	0.28	0.38	0.48	0.56	0.56
農作物							
田 (休耕)	0.0	0.71	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
畑 (平均)	0.0	0.74	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
畜産家							
仮設家屋	0.0	0.16	0.24	0.3	0.37	0.45	0.45
在来家屋	0.0	0.2	0.37	0.49	0.58	0.58	0.58

表-2 被害密度

被害密度	被害金額 (円) (1ha当り)
1	50万未満
2	50万 ~ 100万
3	100万 ~ 500万
4	500万 ~ 1,000万
5	1,000万 ~ 5,000万
6	5,000万 ~ 10,000万
7	10,000万 ~ 50,000万
8	50,000万 ~ 100,000万
9	100,000万以上

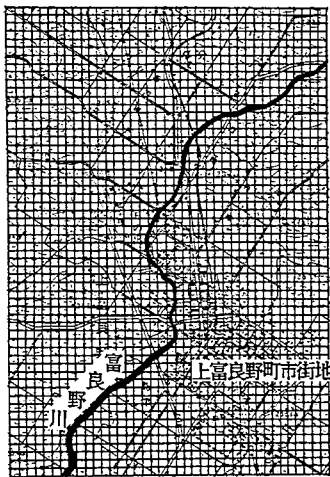


図-1 検討範囲

泥流入入点

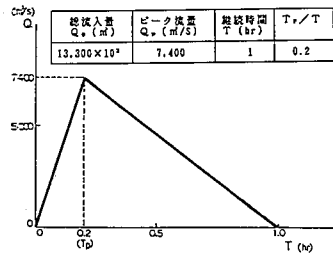


図-2 泥流ハイドログラフ

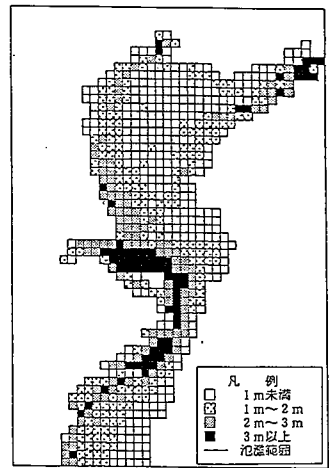


図-3 最大泥流水深の分布

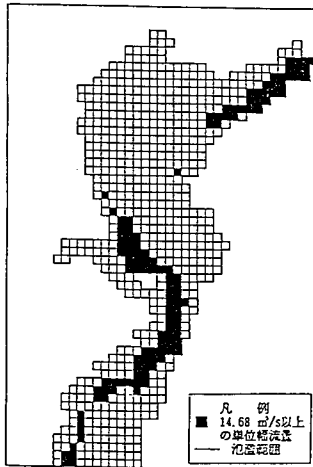


図-4 家屋倒壊の危険性のある単位幅流量 (14.68 m³/s)

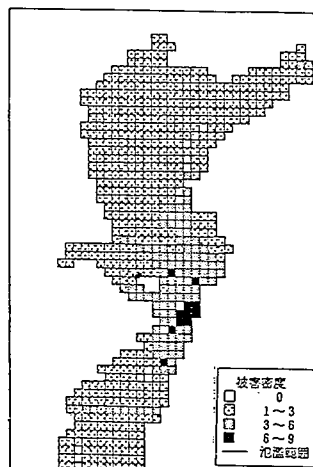


図-5 一般資産および農作物の被害密度分布

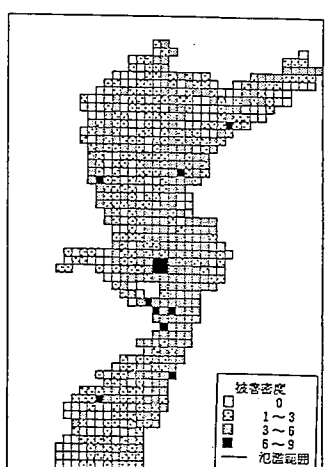


図-6 公共土木施設の被害密度分布