

○ 日本工営株式会社 石橋 晃睦
 日本工営株式会社 石井 秀樹
 鳥取大学 地域共同研究センター 宮本 邦明
 京都大学 防災研究所 中川 一

1. 概要

災害を引き起こす火山現象は、その規模が非常に甚大なため、その対策にはハードな対策とソフトな対策を統合した形で実施することが重要になる。ソフトな対策には、各火山でハザードマップが作成され、住民への公開、普及などが広がり始めている。そこで、本研究ではハザードマップをもとに、地理情報システム (GIS) を用いてネットワークモデルにより、世帯単位の住民避難計算を行い、避難問題を分析する手法を開発し、その評価手法を示し、ソフト対策に有効であることを明らかにした。

2. 十勝岳火山災害の背景

1926年5月24日の十勝岳噴火では、噴火に伴って火山泥流が発生し、十勝岳山麓の上富良野町・美瑛町で144人もの犠牲者を出す大惨事となった。この噴火は熱い岩屑なだれとなり、残雪を急速に溶かして、大規模な泥流を誘発し、一部は美瑛川を流下し、大部分は富良野川を流下した。上富良野町市街地では、泥流は建物・橋・鉄道などを破壊し、流木と混ざって木材を敷き詰めたような状況となったとされる。

その後、十勝岳は1962年と1988年に噴火し、1989年に火山泥流対策基本計画が策定され、富良野川、美瑛川では大規模な砂防事業が実施されている。

3. 検討概要

3.1 GIS データベースの構築

データベース構築にはGISを利用し、データの階層化性と効率的な処理法について検討した。

まず、都市計画図(1:2,500)と上富良野町基本図(1:5,000)をもとに道路中心線を入力し、リンクとノードからなる道路ネットワークを構成した。さらに、道路ネットワーク以外の図形情報として、等高線、河川、鉄道、建物等を基盤データとして入力し、19座標第七系で座標を統一した。表-1に避難解析用GISデータの一覧を示す。

表-1 GIS データ一覧

入力図形	データ内容	データ出典
道路ネットワーク	道路中心線	管理区分、除雪状況など
	住宅ノード	世帯数、居住者数、年齢構成など
	避難所ノード	屋外・屋内、収容人数など
等高線	標高	1:2,500都市計画図 1:5,000国土基本図
標高点	標高	
道路線		
河川・湖沼		
公共施設敷地	学校・公園	
行政界	町庁大字名	
鉄道 建物		

3.2 避難行動のモデル化とシミュレーションプログラムの開発

避難計画の検討に当たっては、避難所の変更、避難経路の変更などの他に、通常は住民コミュニティ施設や生活道路として活用し、災害時には避難所や避難路として活用するなどの、まさにソフトのためのインフラ施設の構築も検討される必要がある。図-1に、検討フローを示す。

(1) 避難所と経路の選定

最適避難所および避難経路は、GISにより構築したネットワーク

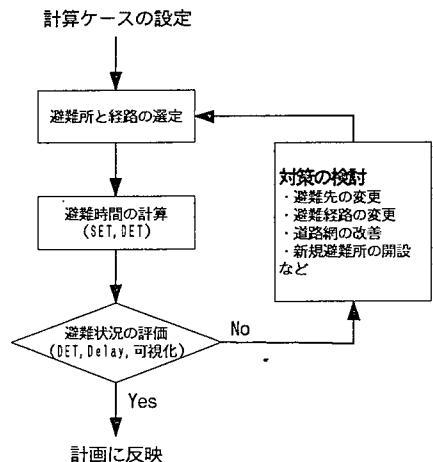


図-1 避難システム評価のフロー

情報をもとに、P-Median問題として最短距離法により求めた。P-Medianはセンター位置（避難所）から需要位置（住民世帯）までの移動費用（避難時間）の総和が最小になるようにP箇所のセンターを配置する問題である。

（２） 避難時間の算出及び評価方法

避難時間の算出にあたっては、ある避難所への最短避難路による避難の混雑時間が別の避難所や避難路による避難時間を上回ることが避ける必要があるため、静的避難時間（SET）と動的避難時間（DET）を検討し、その差としての混雑（Delay）の概念を導入した。

SETは「最短経路を所定の速度で避難した場合の総経路長に対する単純な移動時間」である。DETは、徒歩の場合は「群集密度の増加に伴う速度の低下と疲労による歩行割引率を考慮した避難時間」であり、自動車による場合は「交通容量を考慮して経路に進入できる自動車の台数を制限した避難時間」である。

避難計画の評価にあたっては、避難時間（DET）と混雑（Delay）の2点より検討した。

表一2に、避難計画の評価基準を示す。

表一2 避難システム評価の指標

DET (避難時)	Delay (混雑度)	避難システムの評価
大	大	避難経路・避難所とも不十分である
大	小	避難経路は十分に確保されているが、避難所の数が不足している
小	大	一時的な混雑は見られ、避難経路に改善の余地がある
小	小	避難経路の状況、避難所の数・配置とも適切である

4. シミュレーションモデルによるケーススタディ

北海道上富良野町を対象としてシミュレーションモデルによるケーススタディを実施した。

上富良野町は地域防災計画で31カ所の指定避難所を定めている。このうち平成8年2月29日実施の防災訓練で対象となった18カ所の避難所を対象に、作成したモデルでシミュレーション計算を実施して、避難計画と計算結果を比較し避難計画を評価した。

その結果、危険区域の全住民2,121世帯、5,902人を対象に、避難計画による避難時間と計算による避難時間を比較すると表一3のようになる。

表一3 最短距離割り当ての効果

表一3によると、避難時間を最短距離に適合するように避難割り当てを変更すると、避難計画と比較して最遅避難時間が4分2秒、平均避難時間が約2分25秒短縮される。さらに、その割り当てで避難先が異なるのが967世帯、2,749人で、これらの平均短縮時間は約5分11秒/人、最大短縮時間が28分8秒避難計画という結果になった。これらの短縮時間は、泥流の発生後から危険区域に達する時間が実績や泥流数値計算によると約20分であることを考慮すると、非常に大きい。

	最遅避難時間	単位	平均避難時間	単位
避難計画	2,367	sec	492	Sec/人
計算結果	2,125	sec	347	Sec/人
時間差	242	sec	145	Sec/人
計算により避難先が異なる世帯			967	世帯
計算により避難先が異なる住民			2,749	人
2749人の計算による平均短縮時間			311	sec/人
2749人の計算による最大短縮時間			1,688	sec

5. 結論

本報告の結論は以下のとおりである。

- ①ハザードマップを地理情報システムで作成すれば、ハザードマップを基本に、GISのネットワーク機能を活用することにより災害時の避難問題を解析することは十分可能である。
- ②地理情報システムの利用により実道路網・世帯単位といったサイズの大きい問題に対する避難解析が可能となり、避難状況を視覚的に捉えることが可能である。
- ③地理情報システムの活用と静的避難時間（SET）、動的避難時間（DET）および混雑（Delay）の概念を導入することにより、バランスのとれた信頼性のある避難システムを計画することが可能である。
- ④以上からハザードマップ作成、住民の避難計画作成、避難に関する住民の学習までの一貫した流れの中でのGIS活用の技術的可能性を示すことができた。