

CS-5

火山泥流に対する避難所、避難路に関する分析的研究と評価（その1）

日本工営（株）中央研究所 正会員 石井 秀樹
 日本工営（株）中央研究所 正会員 石橋 見睦
 京都大学 防災研究所 正会員 中川 一
 鳥大学地域共同研究センタ 正会員 宮本 邦明

1.はじめに

安全や防災ニーズが高まるなかで、効率的な公共事業の執行が強く求められている。この事情は火山災害対策についても同様で、ハードとソフトな対策の統合による効果的かつ効率的な対策の実施が望まれている。筆者らは、その観点から、地理情報システム(GIS)を用いた避難の分析手法を火山泥流対策事業の進んでいる上富良野町を対象に研究し、その評価手法について検討したので報告する。

災害時の避難計画をシミュレーションによって解析評価する研究は、従来からさまざまなアプローチが試みられている。たとえば、高橋ら¹⁾は洪水氾濫シミュレーションによる時間別の氾濫区域の変化を避難経路選択に反映させた避難計算の有効性を示した。さらに、高樺ら²⁾は、個人の災害意識、経験等の違いをモデル化して避難行動を再現するシミュレーション手法を開発している。一方、GISの建設分野への普及はめざましく、GISに入寮された図形情報とリンクした避難所や避難経路、戸別の避難対象者のデータベースを活用し、より詳細に避難現象を分析することができる。

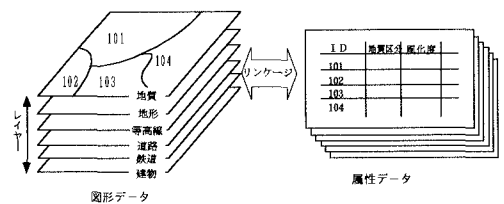


図-1 GISの基本概念

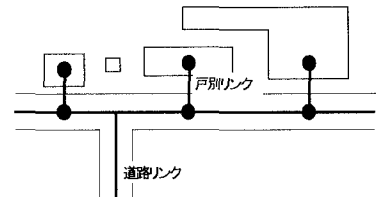


図-2 道路リンクと戸別リンク

2.GISによるデータベースの構築と避難走行速度

2.1 GIS データベースの構築

都市計画図（1:2,500）と上富良野町基本図（1:5,000）から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。このとき、ネットワークは、リンク属性テーブルの始点・終点ノード ID 情報として登録され、道路クラス、路面状態、除雪状態、各リンクの移動速度など入力されている。住宅、事業所、学校等の避難出発地または避難地となる施設や区画には、住宅地図を参考に戸別リンクを与え（図-2）、そこに居住する住民の男女別・年齢階級別人数構成を各戸別リンクのノード属性として入力した。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 VII 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 避難解析 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	
道路縁		
河川・湖沼		
公共施設敷地	学校、公園	
行政界	町丁大字名	
鉄道		
建物		

2.2 避難速度の算定

(1) 歩行避難速度の算定

行速度は2月に実施された避難訓練の歩行時間計測の結果（82 グループ、209 人）、平均歩行速度は 1.26m/秒を得た（図-3）³⁾。

(2) 自動車による避難速度の算定

火山泥流、避難、GIS 連絡先：茨城県稲敷郡基崎町高崎 2304 Tel0298-71-2042 E-mail:a2585@n-koei.co.jp

短い区間の自動車走行速度の特性を明らかにするため、走行実験を現地で実施した。その結果、走行パターンは加速期、定速期、減速期に分けられ、短い場合は加速期、減速期のみとなることを明らかにし、モデル化した⁴⁾。

3. 避難行動のモデル化とシミュレーションプログラム

対象地の上富良野町では、大正泥流（1926 年）の災害経験を教訓に、防災無線の設置し、ハザードマップの整備などあわせて、冬季の大規模な避難訓練を毎年実施している。このため、住民の災害情報の認知には大きな差は生じず、防災意識も確立されていると判断される。このため、本研究では「避難すべきかどうか」「どこに避難すればよいか」などの災害時の住民が行う迷いと判断はないものとし、「住民は避難勧告と同時に避難を開始し、最寄りの避難所へ最短経路を通して移動し、避難所ノードにたどり着いた時点をもって避難完了とする」という仮定のもとに、避難解析の検討を実施した。

（1）最適避難所および避難経路の選定手法

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情報をもとに、P-Median 問題として最短距離法により求めた⁵⁾。

（2）避難時間の計算および評価手法

配分の問題として避難時間を解析するには、避難の混雑度が大きな意味を持つ。そこで、避難時のトラブルを避け、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は避ける必要がある。このため、ここでは避難計画の評価のため、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、プログラム化した⁵⁾。

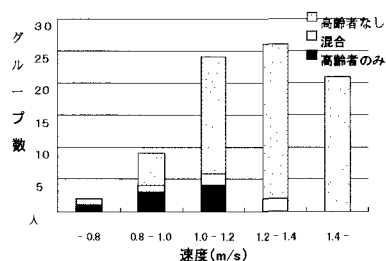


図-3 避難訓練による歩行速度

4. シミュレーションモデルによるケーススタディー

平成 8 年 2 月 29 日実施の防災訓練⁷⁾で対象となった西小学校を対象に、作成したモデルでシミュレーション計算を実施して、避難所と避難経路を計算した。

（1）最適避難所の検討

避難計画と計算による避難者の配置をみると、避難計画での計画人数 778 名に対し、計算により割り当てられた人数は 441 名であった。この理由は、様々な社会的・経済的制約条件により、現在の避難計画では他の避難所が近いにも係わらず、避難所の収容人数などの社会的・経済的制約条件により、西小学校に配置される避難者がいる計画となっている。このことは、計算結果は現在の避難計画が必ずしも、避難所、避難時間、避難の割当に整合性がなく、検討の余地があることを示している。

（2）最適避難路の検討

避難計画では最遅静的避難時間（SET）が 670.1 秒、最遅動的避難時間（DET）が 671.3 秒で、混雑（Delay）は 1.2 秒であった。また、平均避難時間にしても、SET が 451.6 秒、DET が 456.8 秒で、Delay は約 5.2 秒となった。これらの Delay は避難時間の 0.2～1.1% に当たる。一方、計算により最短経路による割り当ての場合には、最遅避難時間は避難計画と同じで、平均避難時間は SET が 365.9 秒、DET が 368.8 秒で、Delay は 2.9 秒で 0.7% に当たる。したがって、これらの結果は、西小学校の避難の場合は、あまり混雑が問題になることはなく、最短経路の避難路が最適な避難路と考えても、実用上問題は無いことを示している。

参考文献

- 1) 高橋保ほか：洪水氾濫水の動態を考慮した避難システムの評価に関する研究，京大防災研年報，第 32 号 B-2，1989.
- 2) 高埴琢馬ほか：水害避難行動のミクロモデルシミュレーションと制御に関する研究，土木学会論文集，No.509/II-30，1995.
- 3) 石井秀樹ほか：災害時の避難所と避難経路の評価手法に関する研究，土木学会第 51 回年講共通，1996.
- 4) 小泉栄一ほか：災害時の避難所と避難経路の評価手法に関する研究(3)，土木学会第 51 回年講演概要集第 4 部門，1996.
- 5) Kumar ほか：An Approach to Evacuation System Modeling and Assessment-II 土木学会第 51 回年講演 4 部門 1996.
- 5) 小泉栄一ほか：災害時の避難所と避難経路の評価手法に関する研究(3)，土木学会第 51 回年講演概要集第 4 部門，1996