

CS-6

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2）

日本工営（株）中央研究所 正会員 石橋 晃睦
 日本工営（株）中央研究所 正会員 石井 秀樹
 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

4. シミュレーションモデルによるケーススタディ

(3) 避難時間の検討

上富良野町では、ハザードマップにより危険区域が設定されている¹⁾。しかし、様々な制約条件により、2階以上の鉄筋コンクリート造りの公共施設が危険区域の中に避難所として設定されている。そこで、危険区域の全住民を対象に、住民が最寄りの避難所に避難する場合と危険区域外の避難所に避難する場合を歩行による避難、自動車による避難の4ケースをシミュレーション計算で割り当てた。その結果のうち、各ケースごとの最終的な避難完了時間を表-2に示す。表-2は以下のことを示している^{3) 4)}。

① 徒歩の避難の場合

混雑 (Delay) (=動的避難時間 (DET) - 静的避難時間 (SET)) はほとんどなく、上富良野町の人口密度などから考えても徒歩避難による混雑などの事態はあまり問題とならない。しかし、避難に最大約27分の時間を要す避難者が存在する。このため、避難所の再配置や避難所が遠隔の人については車による避難などを考慮する必要がある。

② 自動車の避難の場合

危険区域外へ避難するケースでは混雑 (Delay) が静的避難時間 (SET) の約3倍の時間を要し、混雑による影響が大きい。これは避難先を危険区域外へ限定することで危険区域近傍の避難所に対する避難者数が増大し、短時間に避難者が集中するためである。これは、避難計画を泥流の危険区域外と指定した場合には、避難をスムーズに実施するための避難経路や避難所の再配置など避難を目的としたインフラ施設の検討が必要である。

表-2 計画結果

ケース	避難時間(時間:分:秒)		混雑 Delay
	SET	DET	
危険区域内の住民が最寄りの避難所へ避難する場合			
徒歩1.4m/s	0:27:18	0:27:19	0:00:02
自動車	0:04:08	0:06:57	0:02:49
危険区域内の住民が危険区域外の避難所へ避難する場合			
徒歩1.4m/s	0:33:42	0:33:44	0:00:02
自動車	0:05:19	0:20:58	0:15:39

(4) 最短距離割り当ての避難の効果

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-3のようになる。

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、現状の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2,749人(967世帯)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秒という結果を得た。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。

表-3 最短距離割り当ての効果

	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. 避難計画の評価に関する提案

現在、火山泥流などの災害に対する避難計画は、各地方自治体の地域防災計画に組入れられ、作成されている。また、避難所などの避難の施設は、多くの場合学校などの公共施設に設定され、公共施設としての道路を避難路として活用し、避難のシステムは一定整備されていることになる。その場合、避難者の避難時間と避難者数の関係は、概念的に、図-4による表現することが可能である。一般に、火山泥流災害の場合は、洪水などと同様に、

火山泥流が危険区域に到達する時間を過去の泥流災害の実績や数値シミュレーションなどから想定することが可能である。また、実際にも、住民の警戒・避難に供す目的で、土石流や泥流の発生を把握のためにワイヤーセンサなどの種々のセンサが設置されている。このため、効率的な避難計画の立場からは、避難者の避難時間に目標としての許容避難時間（ T_a ）⁵⁾を設定することが可能である。仮に、避難時間の分布が許容避難時間を上回っている場合には、避難所や避難路などの避難施設の充実により（図-5）、避難者と避難時間の分布を図-4に示すように、改良する必要がある。このようにして、災

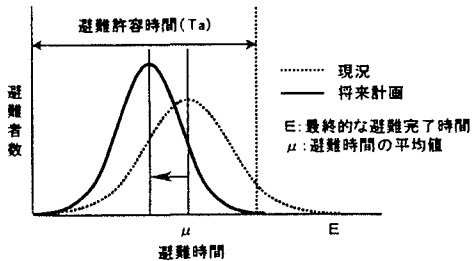


図-4 避難者数と避難時間の関係（概念図）

害時の避難の改良というソフト対策が可能になり、避難計画を評価することが可能になる。このような避難のためのインフラ施設は、災害時以外は地域生活に密着した活用が可能で、災害時は避難のための施設として使用可能であり、その投資効果は高いことになる。

そこで、前章で実施した最短距離の避難計算と現在の避難計画の避難時間と避難者数を比較すると、図-6に示すようになる。図-6から、最短距離により避難計画を作成した場合の避難改良効果の評価が可能になる。

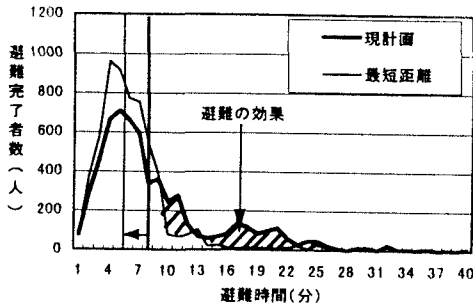


図-6 現在の避難計画と最短距離による避難計算による避難者数と避難時間

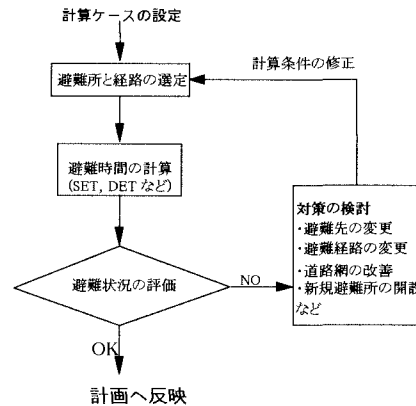


図-5 避難インフラ整備の流れ

実際の災害時には、住民の日常生活の中で醸成された隣組的な関係（Close Relationship）が災害という危機への抵抗力として大きな力を発揮し、危機管理上重要な意味を持つと筆者らは考えている²⁾。したがって、日頃の住民の日常生活圏を考慮すると、上記の最短距離による住民避難の割り当ては、住民間の関係を配慮せず、単純すぎて現実的ではない。このため、避難の割り当ての最小単位を町丁目単位などに設定するのが現実的であろう。このように住民の避難に、目標としての許容避難

時間を設定し、避難インフラ施設の充実により、より現実的かつ効果的な避難計画の作成が可能になる。

6. 結論

本研究では、地理情報システム（GIS）を用いた避難の分析手法について報告した。この手法によれば、戸別の住民を対象にしたデータベースの構築が可能であり、避難計画上の問題点を具体的に分析することが可能になる。さらに、火山泥流の場合、許容避難時間という目標の設定と避難インフラ施設の充実により、より効果的な避難計画を作成することが可能である。

参考文献

- 1) 十勝岳火山防災会議協議会（美瑛町・上富良野町）：十勝岳火山噴火地域防災計画，1990。2) A. Ishibashi, et.al: Evacuation System Analysis for Mitigation of Predictable Disaster, ISWID-96, 1996
- 3) 石橋ほか：避難支援システムについて。火山工学セミナー in 鹿児島 97, 京大防災研・土木学会・鹿大, 1997
- 4) 石橋ほか：災害時の避難所と避難経路の評価手法に関する研究，こうえいフォーラム, No.6, 1997.5。5) 石橋ほか，災害時の避難所と避難経路の評価手法に関する研究，火山工学研究小委員会報告，土木学会，1998