

有珠山噴火時における避難所設定手法の検討

Study on decision method of evacuation places in case of Mt Usu eruption

北海学園大学工学部 ○学生員 松村 慎一(Shinichi Matsumura)

北海学園大学工学部 学生員 佐々木 龍(Ryu Sasaki)

北海学園大学工学部 正員 武市 靖(Kiyoshi Tekeichi)

1. はじめに

有珠山は2000年西麓の噴火を皮切りに噴火活動が始まった。有珠山を取り囲む虻田町・壮瞥町・伊達市などでは、緊急火山情報を受けて避難勧告から避難指示に移行したことから人的被害がなかった。しかし周辺地域における道路網の被害は住民の避難に多大なる影響を与えた。1) 本研究では、噴火による有珠山周辺地域の被害状況と都市情報をもとに地理情報システム(以下、GISとする)に基づき、データベースを作成し、有珠山周辺地域の道路網、住居から避難所までの住民の安全かつ最短の避難所設定手法を検討した。

2. 研究概要

有珠山噴火の被災状況から被災地域を特定し、それを解析対象地域とした。この地域における建物、道路網、避難所のデータをGISによりデータベース化した。噴火による災害については、各災害事象について危険尺度を設定し、避難する際に災害と遭遇する経路に負荷として与えた。そして、GISによるネットワーク解析を用いて、各避難所からの負荷経路による等距離分布図を作成し、算出した負荷距離のうち建物から最短の避難所を選出した。

3. 研究手法

3.1 解析対象地域の検討

本研究は有珠山噴火による被害を受けた地域についての被災者の避難所設定が目的である。図-1は有珠山周辺の地図、図-2は各路線をGISにより表示したものである。今回の研究では、虻田町を解析対象地域とし、GISにより市街の道路網を図-3、建物を図-4に表した。2)



図-1 有珠山周辺地図

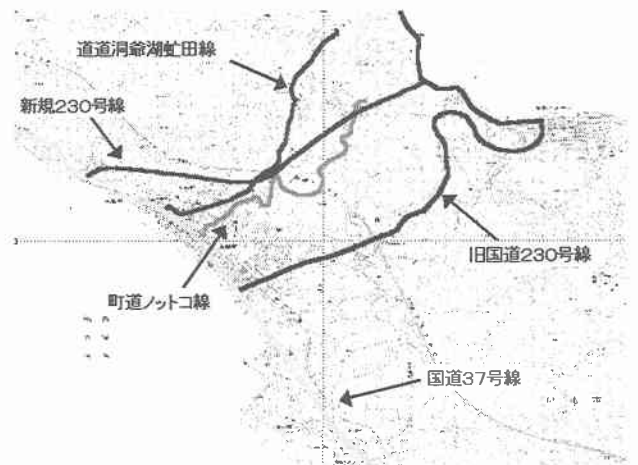


図-2 有珠山周辺各路線



図-3 虻田市街路線網



図一４ 虻田町の建物



図一６ 降灰が道路に及ぼす範囲



図一５ 断層・亀裂が道路に及ぼす範囲

表一 1 カテゴリーによる各被災事象の危険尺度

	火口	断層・亀裂	熱泥水	降灰	噴石	隆起
生命に危険を及ぼす	1	1	1	0	1	1
インフラに被害を及ぼす	1	1	1	0	1	1
二次災害の可能性 がある(火災・泥 流)	1	0	1	1	0	0
植生に大きな被害 を及ぼす	1	0	1	1	0	0
地形に大きな変化 をもたらす	1	1	0	0	0	1
予測範囲が特定で きない	1	1	1	0	0	1
復旧することが容 易でない	1	1	0	0	1	1
危険尺度	7	5	5	2	3	5

3.2 危険尺度の設定

住民が避難所を選定する理由としては基本的に被災者が住む建物から最短に位置する避難所を選定することが考えられる。しかし、実際に災害が発生した場合、亀裂・断層・噴石・降灰・火口・熱泥水・隆起によって避難が困難となる場合が考えられる。そこで、本研究はこれらすべての被災事象が影響を及ぼす道路について検討した。一例として、図一５は、2000年の噴火による断層・亀裂が生じた箇所、図一６は、降灰による被害が生じた箇所と虻田町の路線網をGISにより重ねて表示したものである。ここで、各被災事象の危険尺度をカテゴリーによって設定し、過去の被災状況を元に、被害を受けた道路の通行状況を考えて避難所設定を行った。表一1にはカテゴリーによる各被災事象の危険尺度を示した。

各カテゴリーに対して、該当する被災事象には1を、該当しない被災事象には0を与えて、各被災事象に重み付けを行った。その各被災事象による危険尺度を設定した。例えばある道路が、火口と断層・亀裂の被害をうけるならばその道路の危険尺度は12ということになる。

3.3 負荷距離の算出

GISにより各被災事象について重なり合う道路が危険と判断されるため、道路のリンクごとに危険尺度を設定した。その手法としては、各道路のリンクごとの距離を道路の属性データで算出し、求めた距離を重なり合う被災事象について表一1のカテゴリーによる危険尺度を掛け合わせた。ここで、被災事象と遭遇する道路を“負荷道路”、危険尺度を掛け合わせた距離を“負荷距離”と呼ぶ。

また、負荷距離は単純に掛け合わせると数値が大きくなりすぎるため、求めた負荷距離に0.1を掛けるものとした。この作業で危険な道路ほど距離が長くなるように設定した。以上のことにより、世帯から最短の避難所選択することはより危険の少ない道路を通ることとなる。表－2は、ある地点の被災事象と重ねあった道路についての危険尺度を設定した負荷距離のデータである。

3.4 ネットワーク解析による建物から避難所までの負荷距離

住民が避難所を選択するには世帯から最短の負荷距離の避難所を選定しなければならない。そのために本研究では虻田町の公共施設6箇所を避難所とし、その避難所所在地を図－7に表示した。GISのネットワーク解析であるNetwork Analystにより各世帯から各避難所までの負荷距離を算出する。Network Analystとは、GIS上でネットワーク解析における一般的な問題を解決するためのツールで、市内での最適経路を見つける、最寄の施設を見つける、などに利用することができる。本研究では、Network Analystのメニューである商圈を検出により、避難所からの道路を通った負荷距離による等距離分布図を作成し、Network Analystにより虻田町の避難所である虻田中学校から50m間隔で1500mまでの等距離分布図を示した。3)

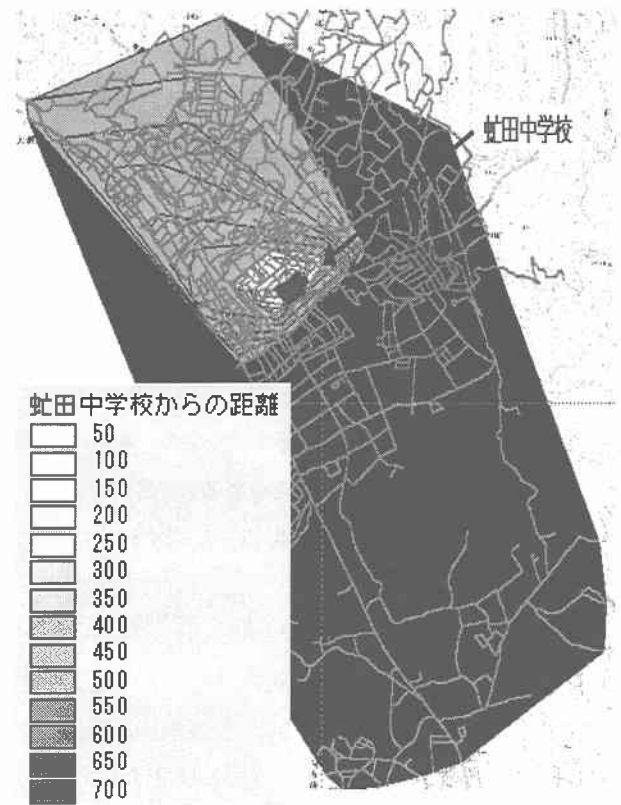
図－8は虻田中学校からの等距離分布図と世帯を重ねあわせたものである。重ねあわせる事によって等距離帯を調べ、その距離を虻田中学校までの負荷距離として算出した。この作業を他の避難所についても行い、解析4941戸の世帯から6箇所の避難所までの負荷距離を算出した。

表－2 危険尺度による負荷道路の負荷距離

道路番号	危険尺度	道路距離	負荷距離
16022	3	127	38
16027	13	14	18
16032	5	48	24
16033	5	87	44
16034	8	153	123
16035	3	20	6
16036	8	48	38
16037	8	99	79
16038	3	95	28
16042	15	270	406



図－7 虻田町避難所所在地



図－8 虻田中学校からの負荷距離による等距離分布



図―9 ある建物から虹田中学校までの避難ルート

表―3 各世帯から各避難所までの負荷距離

世帯番号	虹田小学校	虹田ふれあいセンター	虹田健康福祉センター	虹田体育館	虹田高校	虹田中学校
1	900	900	850	800	1250	1100
2	900	900	850	800	1250	1100
.....						
436	750	750	700	650	1000	900
437	700	750	700	650	1000	850
438	750	750	700	650	1000	900
439	650	700	650	600	950	850
440	650	700	650	600	950	850
441	650	700	650	600	950	850
442	650	650	600	550	950	850
.....						
4940	100	150	150	200	550	550
4941	200	150	200	200	650	550

3.5 最短経路の選出

G I Sによりどの世帯がどの避難所に避難するのが最も安全で最短かという手法を検討した。G I Sによるネットワーク解析の最短経路の検出により世帯と設定された避難所間の最短ルートを選出した。ある世帯から虹田中学校までの最短のルートを示したものが図―9である。

表―4 各避難所への避難世帯数

虹田小学校	虹田ふれあいセンター	虹田健康福祉センター	虹田体育館	虹田高校	虹田中学校
1307	620	822	2960	270	440

4. 研究結果

ネットワーク解析により避難所から各世帯について負荷距離を求めた結果を表―3に示す。また被災者は最短の負荷距離の避難所に避難すると設定したことにより、被災者を各避難所へ配分すると避難した世帯数が求まる。その結果を表―4に示す。

ここで、各世帯からの負荷距離が複数の避難所について等しい場合はどちらにも避難すると設定した。そのため最短負荷距離が等しい世帯は複数回数えられる事となるため総避難世帯数は当初の世帯数を超えることとなる。

表―4の結果より、虹田体育館に避難者が集中していることから、今回の避難所設定では避難者配分に違いが生じた。よって、避難所の位置、箇所、収容人数に検討が必要なが分かった。

5. まとめ

今後は通行止めを設定した場合の周辺世帯の避難について検討していきたい。また、危険尺度は噴火による影響にのみ設定したが、道路幅員などの地形的要素や避難時の交通容量と避難者との関係についても検討することによって、避難所設定することが必要であるといえる。

【参考文献】

1)平成13年度 論文報告書 第58号 2001年
1月 社団法人 土木学会支部
2)Arc View GIS ユーザーズ・ガイド:Environmental Systems Research Institute, Inc.
3) Arc View Network Analyst ユーザーズ・ガイド:Environmental Systems Research Institute, Inc.