

地理情報システムによる被害状況の定量評価手法に関する検討

Study on quantitative evaluation methods of damaged degrees of adjacent areas suffered from the eruption of Mt.Usu using Geographical Information System(GIS)

北海学園大学工学部土木工学科 ○学生員 田中俊宏 (Toshihiro Tanaka)

北海学園大学工学部土木工学科 小野田彩 (Aya Onoda)

北海学園大学大学院工学研究科 学生員 佐々木龍 (Ryu Sasaki)

北海学園大学工学部教授 正員 武市 靖 (Kiyoshi Takeichi)

1. はじめに

有珠山と洞爺湖の地域は、北海道を代表する観光地である。この温泉街から近距離である有珠山北西山麓部において、平成12年3月31日に噴火が起きた。

各所で噴火による災害と二次災害が発生し、特に一般国道230号線・泉公園線は噴火口が出現し、路面段差、亀裂、冠水、橋桁の流出、降灰、隆起など大きな被害があった。

現在、国や道、町はこれらの被災箇所に対する対策および復旧整備をおこなっている。本研究では、有珠山周辺地域の被害状況と地域情報をもとに地理情報システムによりデータベースを作成し、有珠山周辺地域の社会基盤施設、土地利用、地形変化、地域住民の被害状況を被災度として定量的に評価したものである。

2. 研究内容

2.1 概要

今回の有珠山の噴火による危険度を被害報告資料¹⁾～⁵⁾等から地理情報システム⁶⁾を用いて、(火口、降灰、噴石等)の地理情報を作成した。

また有珠山周辺地域について被災前の社会経済活動を世帯数・公共施設・観光施設等の地域情報から統計的手法により算出し、この数値を有珠周辺の地域における社会経済活動度として算出した。

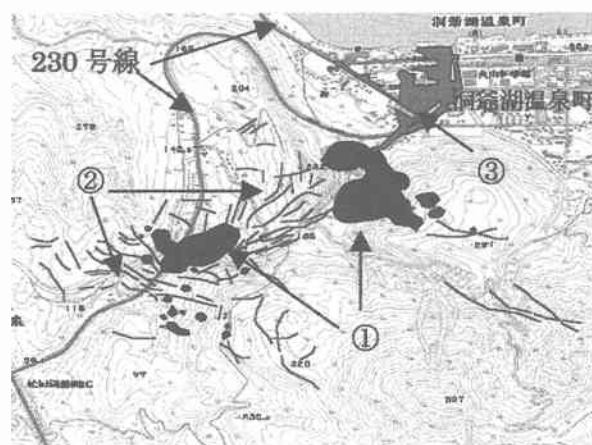


図一1 解析対象地域

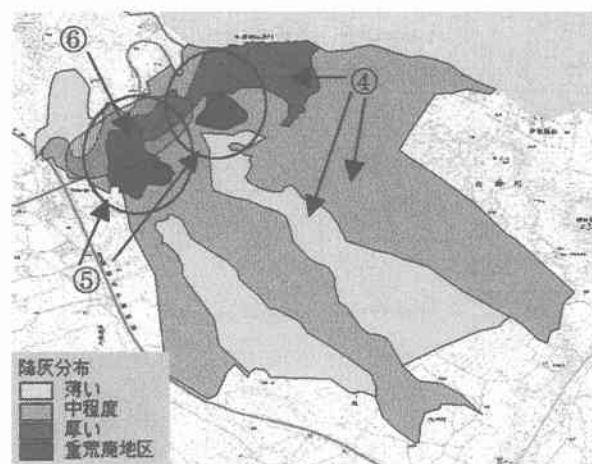
これら二つの情報から地理情報システムを用いて統一的に管理し、(1)噴火による危険度(2)被災を受けた地域の社会経済活動度、から図一1の太枠内の虻田町・壮瞥町・伊達市の一部地域を対象として有珠山周辺地域の被災度を算出した。

2.2 今回の噴火による危険度

図一2は今回の噴火による主な被害状況①火口、②断層・亀裂、③熱泥水を示したものである。そのほかに図一3には④降灰、⑤噴石、⑥隆起の被害状況を示した。



図一2 ①火口、②断層・亀裂分布、③熱泥水



図一3 ④降灰、⑤噴石、⑥隆起

これらの各事象によって、危険の度合いは大きく異なる。①～⑥の危険地域情報をもとに今回の噴火による危険度の評価をおこなった。危険度は対象地域を図-4のように100mメッシュの区画に分割し、被害事象①～⑥のレイヤーを重ね合わせることによって算出した。各被害事象の危険の度合いは表-1に示したカテゴリ項目による危険尺度として設定した。また各事象①～⑥に対応する実際状況を写真-1～写真-6に示した。設定した危険尺度に基づき、危険地点から影響範囲として100m、200m、300mの図-5のようにバッファリング

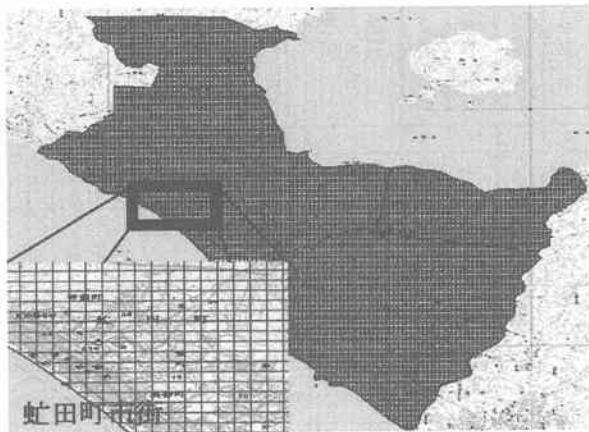


図-4 100mメッシュ分割

表-1 カテゴリによる各被災事象の危険尺度

被災事象 カテゴリ	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
二次災害の可能性はある。(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
噴火後に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

(被災地点からの等距離線の作成)をおこない、危険地点からの距離に応じて各区画に各事象の危険尺度を設定した。このような手法で区画ごとに該当する被害事象の危険尺度を設定し、次式のように危険尺度の和をその区画の危険度とした。

$$\text{区画の危険度} = \text{①危険尺度} + \text{②危険尺度} \cdots \text{⑥危険尺度} = \Sigma \text{該当する危険尺度}$$

有珠山周辺地域について算出した危険度の分布を示すと図-6のようになり、色が濃い区画ほど危険度が高いことをあらわしている。

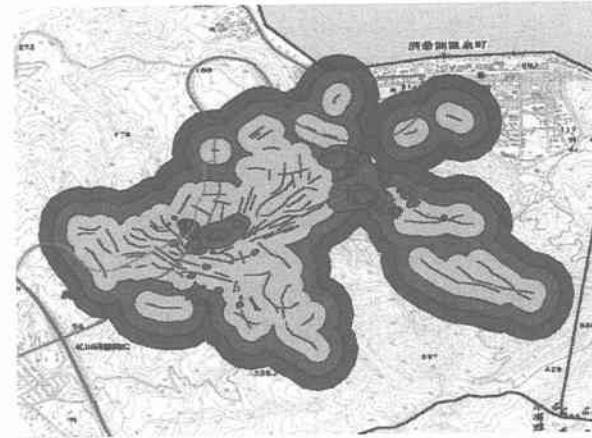


図-5 断層のバッファリング

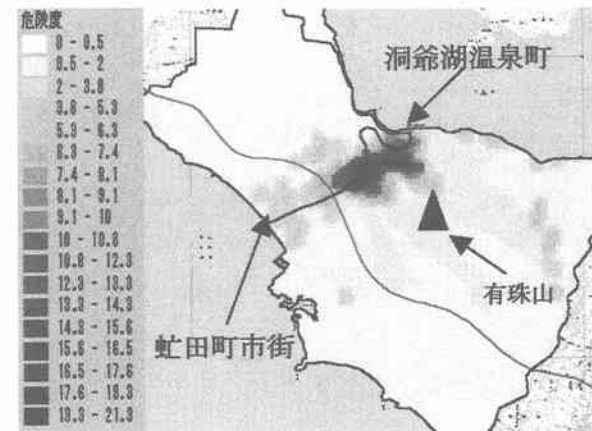


図-6 有珠山周辺の危険度



写真-1 ①火口

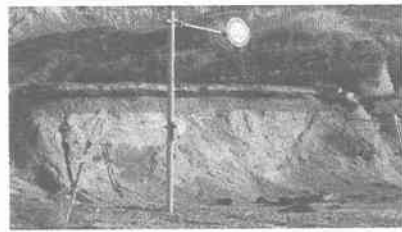


写真-2 ②断層・亀裂



写真-3 ③熱泥水



写真-4 ④降灰



写真-5 ⑤噴石



写真-6 ⑥隆起

2.3 社会経済活動度

被災度を算出するため、被災を受けた地域の社会経済活動の度合いを社会経済活動度として算出した。社会経済活動度は 100m メッシュの区画に対して社会経済活動に関わる都市情報を主成分分析⁷⁾し、社会経済活動の総合的な評価値を算出したものである。ここで説明変数となる区画内の都市情報は次のようなものを用いた。説明変数：a 世帯、b 公共施設、c 宿泊施設、

d 土地利用（田・畑・果樹園）、e 道路、

f 鉄道路線、g 河川、h 河川構造物

a～h の有珠山周辺地域の地理情報を例として a 世帯 b 公共施設のレイヤーを図一7、図一8 に示した。

これらの情報を説明変数として採用するにあたって、a については区画内の数を採用し、b～h については図一9 のように施設を中心とした 100m ほどのバッファリングにより設定した。100m、200m、300m の各バッファ内に含まれる区画に 3 点、2 点、1 点を与え、これらをバッファ値として影響範囲を数値化した。

バッファリングにより区画ごとに a～h についてバッファ値として重み付けすることができたため、これらを説明変数として主成分分析をおこない社会経済活動都市要素の総合的な数値を算出した。社会経済活動度は主成分分析により算出された主成分得点 1 に基づいている。主成分分析の結果を洞爺湖温泉町の図一10 の区画について表一2 に示した。



図一7 世帯数分布



図一8 公共施設分布

主成分得点の算出式は次式のとおりである。

主成分得点 1：Z1、固有ベクトル：a

データ標準偏差値：x

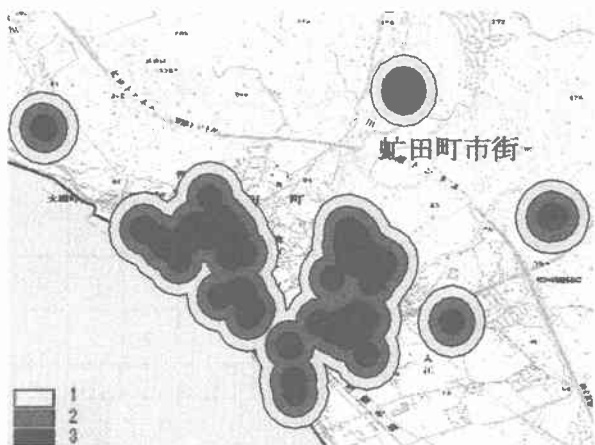
$$Z1 = a1x1 + a2x2 + \dots + a9x9$$

算出した主成分得点 1 を正の値にそろえ係数 10 を与えて社会経済活動度とした。

また有珠山周辺地域の社会経済活動度の分布を示すと図一11 のようになり、色が濃い区画ほど市街化率が高いことをあらわしている。

表一2 区画都市情報と主成分分析結果

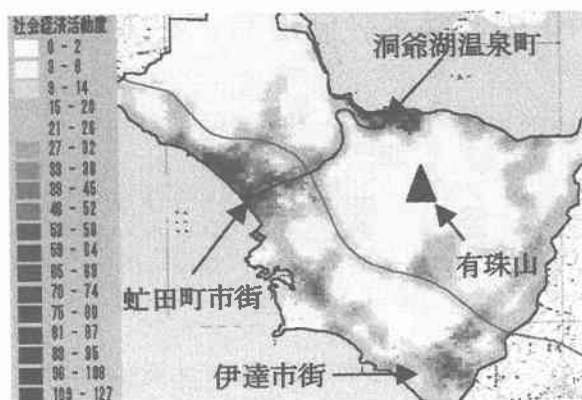
区画	世帯数	宿泊施設	土地利用	鉄道	河川	公共施設	道路	構河造物	得主成分 1 分	活社会度経済
A	0	1	0	0	1	4	2	1	2.6	37.4
B	0	0	0	0	1	4	3	2	2.0	31.5
C	0	0	0	0	2	4	3	3	2.5	37.2
D	0	0	0	0	2	3	3	3	2.1	33.2
E	22	1	0	0	1	4	2	1	6.2	73.4
F	22	0	0	0	2	4	3	2	6.0	71.6
G	5	0	0	0	3	4	3	3	3.8	49.4
H	0	0	0	0	3	3	3	3	2.5	37.2
I	22	0	0	0	2	3	2	2	5.3	64.9
J	22	0	0	0	3	4	3	3	6.6	77.3
K	22	0	0	0	3	3	3	3	6.2	73.3
L	0	0	0	0	3	2	3	3	2.2	33.3
M	4	0	0	0	3	3	2	3	2.9	41.1
N	22	0	0	0	3	2	3	3	5.8	69.3
O	42	0	0	0	3	2	3	3	9.0	102.1
P	0	0	0	0	3	2	3	3	2.2	33.3



図一9 公共施設バッファリング



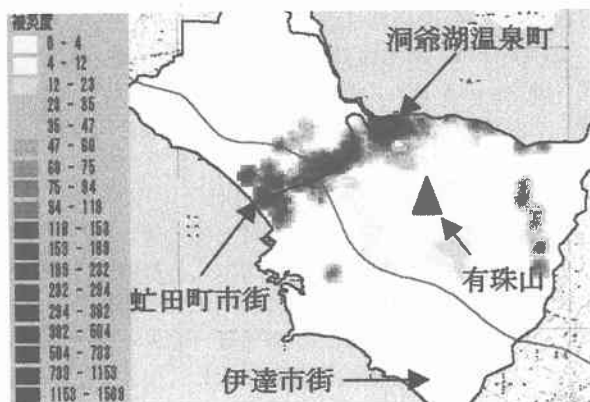
図一10 洞爺湖温泉町区画A～P



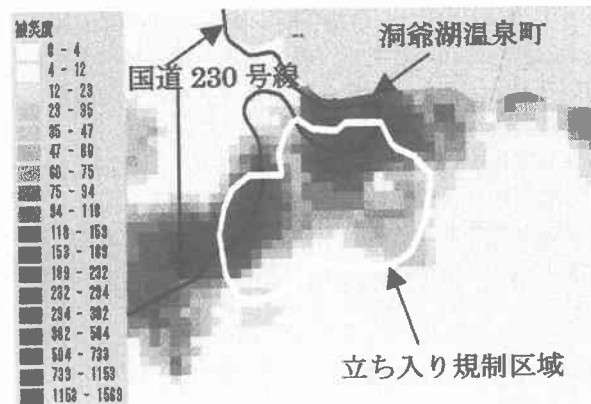
図一11 社会経済活動度



図一13 虻田町市街周辺の被災度



図一12 被災度



図一14 洞爺湖温泉町・230 号線周辺の被災度

2.4 定量的な被災の評価

2.2、2.3 で算出した噴火による危険度、被災を受ける地域の社会経済活動度から有珠山周辺地域の被災度を算出した。

危険度と社会経済活動度のレイヤーを重ね合わせることで社会経済活動が活発だった区画にどれだけの危険が及んだのかが定量的にあわすことができる。このことから次式により 100m マス区画ごとに定量的な被災度を算出した。

$$\text{被災度} = \text{危険度} \times \text{社会経済活動度}$$

算出した有珠山周辺地域の被災度を図一12 に示し、虻田市街周辺の被災度、洞爺湖温泉町・230 号線周辺の被災度を図一13、図一14 に示した。

虻田市街について、洞爺湖温泉町と比較すると社会経済活動度は同程度の数値を得たが、危険度が小さいために被災度がかなり小さくなった。

洞爺湖温泉町は全対象地域の中で危険度及び社会経済活動度が突出しており、被災度が最も大きな地域となった。この原因としては、一般住宅・宿泊施設が密集していることなどが挙げられる。

虻田市街と洞爺湖温泉町を結ぶ区間の国道 230 号線周辺は、世帯数が極めて少なく社会経済活動度は比較的小さな数値になった。また道路上に噴火口が出現し地盤が隆起し、冠水するなど噴火災害を受けたために危険度が高くなり被災度も大きくなる部分があり、これは通行不能部分と一致した。

3. まとめ

- 1) カテゴリーにより被災事象の危険尺度を論理的にあらわし、写真に示す被災状況と対応させた。
- 2) 各説明変数について地理情報システムによるレイヤーを作成し、その分布状態を示した。
- 3) 危険度と社会経済活動度の指標により、被災度を定量的に表すことができた。
- 4) 被災度の特に高い区画は、現在でも立ち入り規制区域に指定されており、破壊された建物や道路が残っていることから本研究の解析結果は現況を説明していると考えられる。

4. 今後の課題

危険尺度のカテゴリーや社会経済活動度の項目及びバッファリングの範囲について検討が必要であり、さらに詳細な調査をおこない研究をすすめていきたい。

〔参考文献〕

- 1) 平成 12 年有珠山噴火災害報告書 室蘭開発建設部 資料 pp.153、2000.
- 2) 有珠山火山災害道路復旧委員会資料編 室蘭開発建設部 pp.153、2000.
- 3) 平成 12 年有珠山噴火 北海道建設部 pp.19、2000.
- 4) 平成 12 年有珠山噴火の記録 国際航業株式会社 pp.30、2001.
- 5) ゼンリン住宅地図 2001 虻田町 株式会社ゼンリン 2000.
- 6) 地理情報システム入門&マスター 町田 聡 pp.56、1998.
- 7) すぐわかる Excel による多変量解析入門 内田 治 pp.135-166、2000.