

鶴見岳・伽藍岳の火山災害を想定した別府市の都市構造のあり方と課題

江内谷万緒*・小林祐司**・鶴成悦久***

Ideal Structure and Problems of Beppu City Structure Assuming Volcanic Disasters at Mt. Tsurumi and Mt. Garan

Mao EUCHIDANI*, Yuji KOBAYASHI**, Yoshihisa TURUNARI***

Abstract: In Beppu City, Oita Prefecture, it is expected that if a large-scale eruption as shown in the hazard map will occur at Mt. Tsurumi and Mt. Garan. As a result of the increase in the population of Beppu City, many people have been living in the area that is at high risk of disaster. Therefore, when a large-scale eruption disaster occurs, the influence of life and industry and so on will be prolonged. According to the population estimates in urban areas, it was estimated that the population would decrease in the entire city. However, compared with the hazard map and the population estimates are expected to increase in areas of disaster risk. In addition, the characteristics of the distribution of evacuation facilities, hospitals and welfare facilities were grasped. From these results, the problems of the current spatial structure in Beppu City were grasped, and the issues in time of disaster occurrence were also clarified.

Keywords: 火山防災 (Volcano Disaster Prevention), 地理情報システム (GIS), 空間構造 (Spatial Structure), 人口減少 (Population Decline)

1. はじめに

1.1. 研究の背景

大分県別府市には、気象庁が発表する噴火警戒レベル1（活火山であることに留意）である鶴見岳・伽藍岳が位置する。平成26年の有珠山の火山災害を受けて活動火山特別措置法が改定されたことに伴い、鶴見岳・伽藍岳火山防災協議会が設置された。鶴見岳・伽藍岳火山防災協議会で作成されたハザードマップでは、溶岩流や火砕流が居住地まで到達し、市街地の広範囲に壊滅的な被害が出る想定となっている。また、別府市の総人口は116,585人（令和2年1月31日時点）であり、ハザードマップで示されているような大規模な噴火が起きた場合は、その半数以上もしくは全市民が被災する可能性がある。このような甚大な被害が出る原因のひとつとして、高度経済成長期以降に急激に進んだ市街地開発による居住地の拡大があげられる。その結果、山際や川沿いなどの災害リスクの高い地域にまで多くの人が居住

している。しかし、約1,500年間噴火を経験していない別府市で、火山災害を想定して、従来の都市政策のような10年、20年といった短期間にハード面を中心とした火山災害対策を進めることは困難である。また、別府市では明治以降、恵まれた観光資源を活かし、温泉観光都市として戦前と変わらない街並みで都市を発展させてきた全国有数の都市でもある。まずは、行政が対策を進めている火山災害対策の現状を把握し、現状のまちづくりがどのように火山防災に影響しているのかを明らかにする必要がある。また、現在までにつくりあげられた都市構造の特徴を把握し、その特徴を活かしながら、少しずつ火山災害に強い都市構造に変えていく超長期的な計画を考え、共有していく必要があると考えられる。

1.2. 研究の目的

前節で述べたように、人口増加に伴って居住地を拡大してきた結果、災害リスクの高い地域まで多くの人が居住し、大規模な火山噴火が起きた場合には

* 非会員 大分大学大学院工学研究科 (Oita University)
〒870-1192 大分県大分市旦野原 700 番地 E-mail:v19e5002@oita-u.ac.jp

** 正会員 大分大学理工学部創生工学科 (Oita University)

*** 正会員 大分大学減災・復興デザイン教育研究センター (Oita University)

調査時点の別府市人口は 122,138 人であり、令和 25 年には 94,385 人となる推計である。また、高齢化は別府市でも進んでおり、平成 27 年の高齢者世帯割合 29%から、平成 57 年（令和 25 年、以降令和 25 年と記す）には約 34%となる推計となっている。

(3) 人口分布（100m メッシュ）

平成 27 年時点の人口、令和 25 年の推計人口、増減率を 100m メッシュ単位で示す（図 4、5）。

平成 27 年の総人口は 122,138 人であり、市街化区域全体に人口が分布している。市役所や別府駅周辺の商業施設が集まった地域や国道 10 号沿いの地域に人口が多く分布している。高度経済成長期以降の人口増加に伴った市街地開発が進み、山際や川沿いまで人口が分布している。令和 25 年の総人口は 94,385 人と平成 27 年の人口から 27,753 人（約 23%）減少する。別府駅周辺の人口が少なくなっており、人口の分布がバラつき、逆スプロール化が進むことが予想される。また、令和 25 年には高齢化率が約 34%となる推計であり、人口減少が産業などにも影響を及ぼすことが懸念される。

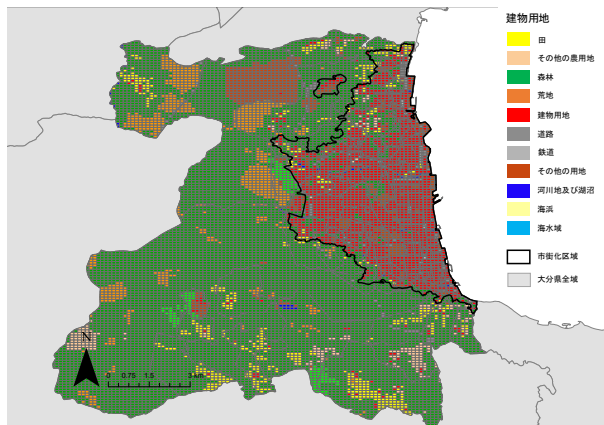


図 2 土地利用

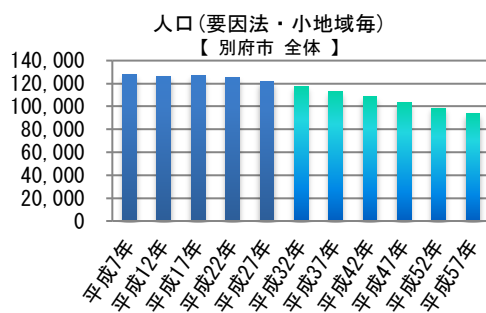


図 3 別府市の人口推移

(4) 人口増減率

この期間の人口は全体的に減少傾向となっている。平成 27 年の人口分布では人口が多く分布していた別府駅周辺や国道 10 号沿いで人口が減少している。別府駅周辺はアクセス性がよく商業施設や市役所など都市機能が立地しており、利便性の高いエリアである。本来であれば人口集積が期待されるが、人口増の地域は郊外に分布している傾向がみとれる。さらに、火山災害のリスクが高い山際や川沿いで人口増がみられる。図 7 は、人口増加率を 100m メッシュ単位に変換し、ハザードマップと重ねたものである。噴火現象は市街地中央部まで到達する予想となっているが、ハザードマップが重なっている地域でも人口が増加している地域がある。

3.2. 被災を想定した場合の空間構造上の課題

現在の都市構造がどのように火山防災に影響を与えているのかを把握するため、被災を想定し、空間的な課題を明らかにする。また、比較的被害が小さいと考えられる国道 10 号沿いの地域では人口が減

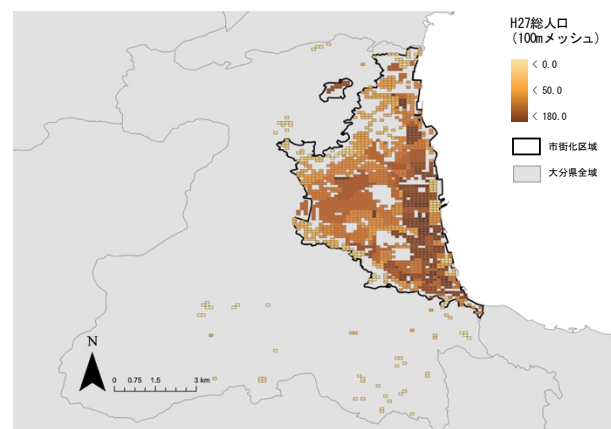


図 4 平成 27 年の人口分布

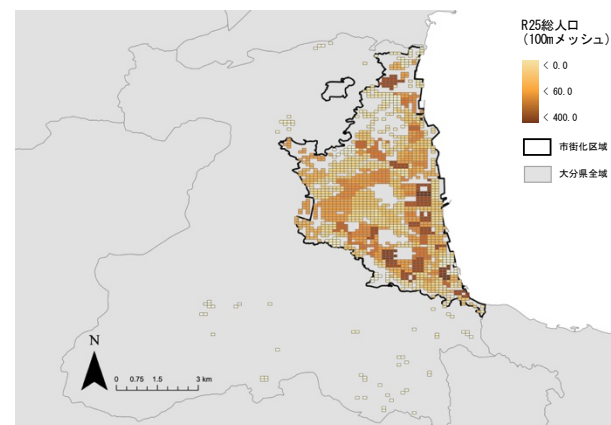


図 5 令和 25 年の人口分布

少している地域が多くあるため、長期的に国道10号沿いに人口を集約させていくことも考えられる。また、今後増加することが想定される空き家・空き地の有効活用も施策として検討すべきである。

(1) 交通

z 図8に鶴見岳が噴火した場合の道路状況、図9に伽藍岳が噴火した場合の道路状況を、主要な道路である国道と県道、ハザードマップとあわせて示す。鶴見岳が噴火した場合、噴火現象が市街地の西側半分以上を覆う予想となっており、その区間は道路が使用できない可能性が高い。また、伽藍岳が噴火した場合も同様であるが、噴火後に二次的に土石流が発生した場合には、広域避難の際重要である国道10号が閉塞してしまう恐れがある。実際に、鶴見岳・伽藍岳と市街地の位置関係が類似している雲仙普賢岳の噴火災害では、水無川で土石流が発生し、別府号上で氾濫し、道路が閉塞された。また、現在のハザードマップでは、境川と朝見川には土石流が想定

されていない。近年、記録的な大雨による洪水が多発しているため、境川や朝見川でも大規模な土石流が起こることが予想される。その場合、別府市の地形上、市外へ避難するための主要な道路が分断され、孤立してしまう可能性は否定できない。

(2) 避難所

別府市が鶴見岳・伽藍岳が噴火した場合に指定している避難所をプロットしたものが図10と図11である。指定避難所には一時避難所と収容避難所の2種類ある。鶴見岳・伽藍岳の火山災害による被害想定と避難施設の充足度に関する定量的分析の研究では、鶴見岳が噴火した場合は全54箇所ある一時避難所のうち28箇所が想定した避難人数の充足ができず、全23箇所ある収容避難所のうち、想定した避難人数を充足できる施設は1箇所のみである。また、伽藍岳が噴火した場合は、全64箇所ある一時収容所のうち36箇所が想定した避難人数の充足ができず、全34箇所ある収容避難所で充足できる施設は4

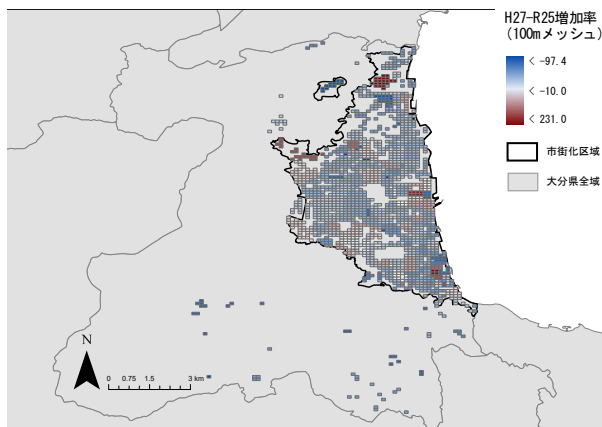


図6 平成27年から令和25年の人口増減率

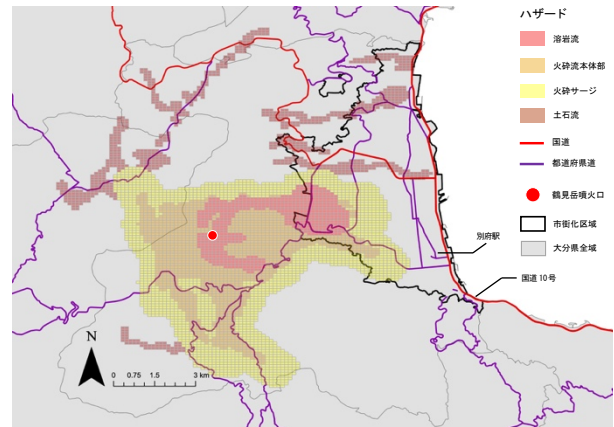


図8 鶴見岳が噴火した場合の道路状況

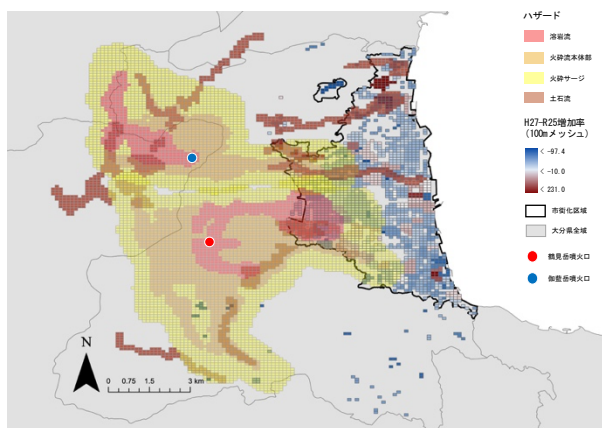


図7 平成27年から令和25年の人口増減率とハザードマップの比較

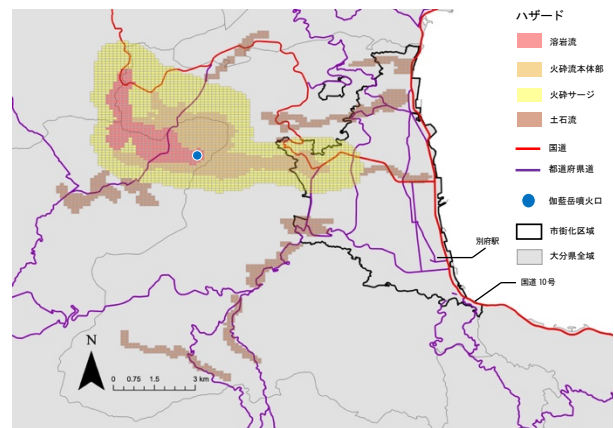


図9 伽藍岳が噴火した場合の道路状況

箇所のみである。

別府市の土地利用状況からみても、避難所となるような公共施設用地の確保は極めて厳しいと考えられる。また、現状の避難所の指定では全く充足しないことも明らかである。それ以前に、溶岩流が市街地まで到達し、火砕流や火砕サージが市中心部まで迫る大噴火が起きた際、別府市内での避難は困難を極めることが容易に想定できる。さらに、交通に関する空間的な課題では、土石流によって別府市が孤立する可能性を述べた。過去の土石流は、時間雨量 11mm～26mm で発生しており、噴火後の雨により、土石流が発生する可能性が高いといえる。

以上のことから、別府市内だけで避難所を充足させることは現実的ではないといえる。そのため、市外への避難を想定とした広域避難計画を策定しておく必要がある。具体的には、別府市の春木川を境に北部は日出町方面へ、南部は大分方面に市外へ避難

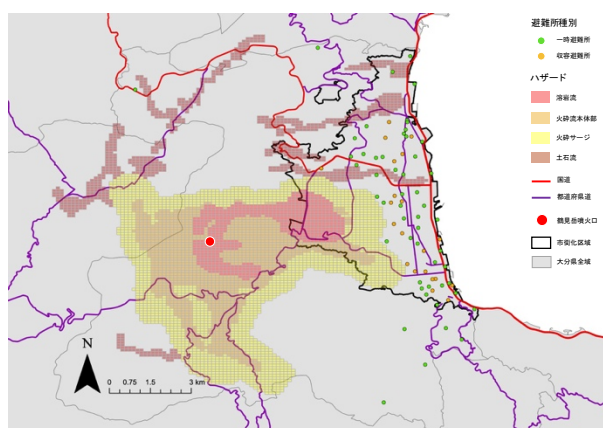


図 10 鶴見岳が噴火した場合の被害想定と指定避難所の位置関係

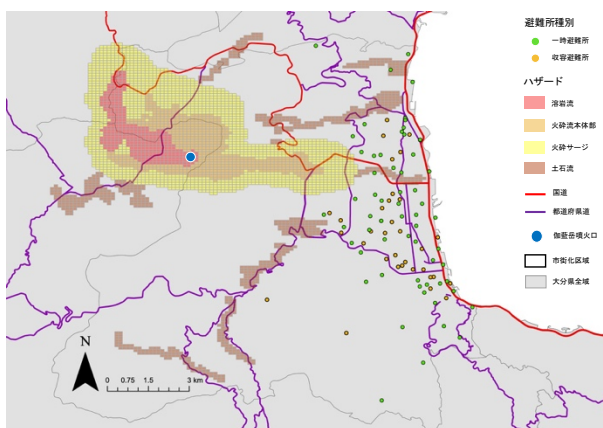


図 11 伽藍岳が噴火した場合の被害想定と指定避難所の位置関係

する必要がある。宿泊施設の少ない日出町方面の避難に関しては、杵築市や中津市まででカバーできない場合は、福岡県までを想定した超広域的避難を想定しておく必要があり、早い段階で広域避難を開始する必要がある。

(3) 要配慮者への対応の課題

要配慮者収容施設は、福祉施設・医療施設・学校が対象であるが、主に福祉施設と医療施設が要配慮者を多く収容している。別府市の福祉・医療施設の立地をプロットしたものが図 12 である。福祉施設は 78 施設、医療施設は 28 施設であり、鶴見岳・伽藍岳のハザードマップ内に位置している福祉施設は 39 施設、医療施設は 7 施設と多くの施設が被災想定地域内にある。福祉施設は半数の施設が被災する想定となっており、立地に大きな課題を抱えている。要配慮者の避難行動は、まずは健常者と同様に別府市が指定している避難所へ移動し、そこにいる職員がその要配慮者を受け入れられる体制が整っている受入先施設を探し、受入先施設が承認してから移送するという流れとなっている。要配慮者各々の配慮の差に応じて受入先を見つける必要があり、別府市は特に福祉施設・医療施設が多いことから、近隣の市町村だけでは対応できないことが想定されるため、県外も含めた広域的な避難が必要と考えられる。

(4) 警戒区域の設定

雲仙普賢岳の火山災害では警戒区域および避難勧告区域の設定が行われた。別府市も同じく春木川や境川など鶴見岳・伽藍岳周辺から流れている河川周

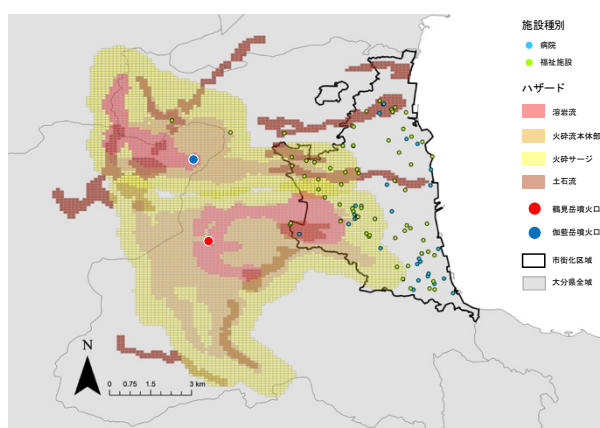


図 12 被害想定と福祉施設・病院の位置関係

辺で土石流が発生することが予想されるため、島原市の対応を参考に警戒区域の設定を行えば、別府市全体を覆うように警戒区域の設定が行われる可能性がある。境川や朝見川では砂防工事が行われているものの、想定を超える災害も起こる可能性がある。警戒区域設定の事前検討は必須ともいえる。

4. 総括

本稿では、別府市の都市構造を土地利用と人口の分布から空間的に把握した。別府市の土地利用は都市計画区域を覆い尽くすように市街化が進んでおり、まとまった用地の確保は非常に難しい。人口に関しては、平成 27 年では市街化区域全体に人口が分布しており、市役所や別府駅周辺から国道 10 号沿いにかけて多くなっている。しかし令和 25 年では、人口分布にバラつきがみられ、リバーススプロールのような現象が起っており、深刻な都市問題に発展する恐れがある。このことから、都市機能を集約していく政策が必要であるといえる。さらに、交通、避難所、要配慮者への対応、警戒区域の設定に着目した空間的構造の課題を把握した結果を以下に示す。

(1) 交通

春木川、境川、朝見川等の河川で土石流が発生した場合、市外への避難に重要な道路である国道 10 号が遮断され、別府市は孤立する恐れがある。

(2) 避難所

溶岩流や火砕流などが市中心部まで被害を及ぼす状況下で、別府市内のみで避難所を補うことは難しいため、早期の広域避難が必要である。

(3) 要配慮者への対応

被害想定範囲に立地している福祉施設、病院が多くみられ、被災後に対応可能な施設が少ないことが想定される。

(4) 警戒区域の設定

大規模な火山噴火が起こった場合には、別府市全体が警戒区域となる可能性がある。

これらの結果から、別府市では火山防災に対する空間的な構造について、課題が多くあることがわかった。今後さらに進む人口減少や高齢化のなかで、火山防災のあり方を、住民の防災意識を上げること

も含めて提案していく必要がある。平時からの都市問題もあわせてまちづくりを考え、50 年、100 年といった超長期的な視点からまちのあり方を考えることは火山防災を進める上で重要である。

謝辞

本論は、本学工学研究科修士課程（2019 年度）・押江悠美氏の修士論文の成果を多く含んでいる。記して感謝の意思を表す。

参考文献

- 山田忠 (2017) 火山噴火の経験が市町村の地域防災計画における火山災害対策に与える影響 - 九州地方を事例として -, 土木学会論文集 F6 (安全問題), **73**(1), 71-81
- 井上雅志, 福岡淳也, 大西修平, 沼田宗純, 目黒公郎 (2018) 熊本県内地域防災計画の構成と目次の比較分析, 生産研究, **70**(4), 267-272
- 内閣府 (2007) 1990-1995 雲仙普賢岳噴火, 災害教訓の継承に関する専門調査会報告書
- 大分県 (令和元年 8 月修正) 大分県地域防災計画風水害等対策編第 5 部火山災害対策
- 別府市 (平成 30 年度修正) 別府市地域防災計画第 5 章火山防災対策
- 池谷浩・石川芳治 (1992) 雲仙普賢岳に発生した土石流 (速報), 雲仙火山災害コーナー, 52- 56
- 厚井高志・藤沢康弘・安養寺信夫 火山噴火後に土石流を引き起こす降雨量の変化に関する考察, 195 国土交通省九州地方整備局雲仙復興事務所調査課 (2007) 1990-1995 年雲仙普賢岳噴火災害概要
- 谷口守・松中亮治・妹尾一慶 (2007) 都市撤退 (リバース・スプロール) に関する計測手法の開発とその適用, 土木計画学研究・論文集, **24**(1)
- 内閣府 (2007) 1990-1995 雲仙普賢岳噴火, 災害教訓の継承に関する専門調査会報告書
- 高橋和雄 (2012) 東日本大震災の復興に向けて, 古今書院