

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：12201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2013

課題番号：22510187

研究課題名(和文) 噴火イベントツリーとシナリオ、災害リスク評価による次世代型火山防災体制の検討

研究課題名(英文) A probabilistic mitigation system by eruptive event-trees, eruption-scenarios and risk assessments, evaluated by volcanic disasters records during past 2,000-year in Japan

研究代表者

中村 洋一 (Nakamura, Yoichi)

宇都宮大学・教育学部・教授

研究者番号：10114167

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：わが国の活火山地域でのハザードマップデータベース、過去約2000年間で噴火活動と災害実績の火山災害データベースを作成して、火山災害の特質を考察した。さらに、具体的活火山地域で地域基礎情報GISデータ(火山特性、噴火履歴、災害実績、防災体制、自然・社会環境)を作成して、災害リスクの評価、噴火イベントツリーと噴火シナリオを検討した。これらから確率的観点での次世代型の火山防災体制のあり方について検討した。また、その成果は火山防災体制構築の基礎資料として自治体防災担当者や地域住民に提供し、検証した。

研究成果の概要(英文)：A database of volcanic hazard maps in Japan was worked out. Current version includes 160 maps and handbooks published for 40 of the 110 active volcanoes. Records dealing with volcanic disasters have been obtained for a total of 1,162 eruptions over the past 2,000 years. There were approximately 20,000 victims and over 80% of the deaths were due to volcanic tsunami, followed by deaths from lahars, including mudflows or debris flows, pyroclastic falls, debris avalanches, and pyroclastic flows. Frequency-distribution analyses for eruptions show the average frequency for each of VEI. The VEI 5 eruptions occur once every 180 years, and VEI 4 occur once every 50 years. VEI 3 and VEI 2 eruptions occur once every 18 years and 4 years. We expect local administrative officials to use present probabilistic mitigation system implemented with risk assessments, eruption event-trees and scenarios results to propose robust counter-measure strategies to implement when future volcanic events occur.

研究分野：社会・安全システム科学

科研費の分科・細目：自然災害科学

キーワード：災害科学 火山防災 火山災害 活火山 噴火活動 噴火シナリオ イベントツリー リスク評価

1. 研究開始当初の背景

火山災害は噴火活動の様式や規模が様々で、噴出物の種類也多岐にわたるため、他の自然災害に比べて災害要因がかなり多様である。また、噴火活動が長期化したり、大規模化すると複数の災害要因が係わることも多くなり、被災規模や被災地域が拡大する。しかし、こうした大規模噴火の発生頻度は数百年や数千年に一回程度と低いため、災害発生事例による教訓継承は容易でない。一方、わが国の多くの活火山地域は温泉湧出もあり主要な観光資源として、火口周辺地域まで利活用がすすんでいる。

近年の先進的防災対応は低頻度災害の要因の対応も可能な確率論的手法の検討が主流となりつつある。また、欧米を中心とした火山防災先進国では火山災害のリスク評価手法の検討が活発に展開されている。

しかし、わが国の現況は国内での統一的地域デジタル数値情報の整備も不十分で、災害実績や予測などのための地域基礎データの GIS 処理は容易でない。また、火山地域での確率論的防災対応の検討事例は少なく、火山災害リスク評価が実施された地域はほとんどない。したがって、わが国での火山防災体制への基盤整備は不十分で、大規模火山噴火や低頻度の災害要因の確率論的火山防災体制の検討・整備が特に急がれている。

2. 研究の目的

本研究では、わが国の 110 活火山地域でのハザードマップと関係資料を集積したハザードマップデータベース(防災科研 HP で公表中)を更新するとともに、わが国の過去約 2000 年間での噴火の様式と規模、災害実績、災害要因などの噴火災害データベースを作成する。これらのデータの整理検証をすすめて、諸外国の実績データと定量的に比較参照することで、わが国の火山災害のもつ時空的特性を明らかにする。

活火山地域を事例的にとりあげて、対象地域の自然・社会環境を含む地域防災基礎情報を GIS で作成し、それを活用して噴火活動のイベントツリー(確率樹)やシナリオを作成するとともに、リスク評価手法を開発して、実施する。さらに、これらの結果を地域自治体の火山防災担当者と実証的に検証する。

得られた成果をもとに、今後わが国で求められている確率論的火山防災対応のあり方を提案して、次世代型の防災体制の構築に貢献する。

3. 研究の方法

(1) 火山ハザードマップデータベース構築と更新および検証

近年の火山噴火警戒レベルの導入や、国交省による火山噴火緊急減災対策砂防計画によって、活火山地域では防災マップや地域防災計画の見直し作業がすすんでいる。そこで、これまでに収集作成済みの火山ハザードマップ(防災マップ)と関係資料のデータベースシステム(防災科学技術研究所 HP; 中村ほか, 2007 など)の更新作業をすすめる。その結果から、わが国での活

火山周辺自治体の防災情報の公表状況や内容の検証作業をすすめる。

(2) 火山噴火と災害実績についての火山災害データベースの構築と検証

わが国 110 活火山の過去約 2000 年間の噴火活動や災害実績の記録収集をすすめて、火山災害データベースを構築する。これらにより、わが国における噴火活動の噴火様式、規模、噴出物、頻度、および災害実績と災害要因について、できるだけ定量的な特質として明らかにして、確率論的防災対応検討のための基礎資料にする。

(3) 火山地域での噴火活動イベント確率樹・シナリオの作成と災害リスク評価

わが国の典型的活火山地域で火山防災体制が比較的良好に整備されている地域をとりあげて、地域の自然環境、社会環境、防災体制などを GIS によって地域防災基礎情報として整備する。その結果から、火山噴火に際しての時系列プロセスを解析して、噴火活動のイベントツリーと噴火経過のシナリオを作成する。これらの結果をもとに、対象火山地域の地域基礎情報からリスク因子および脆弱性因子などを抽出してリスク評価手法を開発して、火山災害リスク評価を実施する。これらをもとに、対象火山地域の効果的火山防災対応のあり方の確率論的検討をする。

(4) 次世代型の火山防災体制の提案

火山災害データベース、イベント確率樹、噴火シナリオ、活火山地域リスク評価についての確率論的防災体制のあり方を国際学会などで成果発表して、先行実績のある諸外国の火山研究者や防災専門家などと議論をすすめて、より効果的な防災対応について検討更新をすすめる。これらの成果について火山地域の自治体防災担当者や住民などとも意見交換をすすめて検証する。これらによって、効果的で堅牢な次世代型の確率論的火山防災体制のあり方を提案する。

4. 研究成果

本研究では、以下のような成果が得られた。

(1) 火山ハザードマップデータベースの整備と検証

わが国の活火山地域で公表されたハザードマップと関係防災資料の初版から最新版までの入手可能な資料を高解像度画像データで収録した。これらをデータベース化して、防災科学技術研究所 WEB で HP 公開(日本火山学会火山防災委員会・防災科学技術研究所編



図1. 火山ハザードマップデータベース, 防災科学技術研究所 HP (Nakamura et. al., 2013).

集)した(図1)。さらに,成果を印刷公表するとともに,IAVCEI 2013などでDVD資料として配布した(Nakamura et.al, 2013)。これらによって今回収集したデータベースの検証結果は以下の通り。

わが国では1983年の北海道駒ヶ岳ハザードマップ作成公表以来,現在までに40活火山地域において約120マップと関係火山防災資料が作成公表された。その作成経過は,雲仙普賢岳1991年噴火後にマップの作成公表が大きく進展し,有珠山と三宅島の2000年噴火後に再び作成公表が進展した。しかし,その後は現在まで大きな進展はない。これは実際に発生した噴火活動によって,それぞれの活火山周辺地域の住民や自治体の火山防災への関心が確実に高まったことは明瞭である。また,マップや関係資料は更新される都度,住民向け内容へと工夫がされている。一方で,マップ作成公表から10数年以上も更新されてない例もある。

現在まで作成されたマップや地域防災計画は確定論的手法で検討されている。このため,発生頻度の低い災害要因は検討対象から省かれる場合が多く,結果的にこうした災害要因については,その防災対応は想定外となる可能性をはらんでいる(Nakamura et.al, 2013ほか)。

(2) 火山噴火と災害実績の整理と検証

わが国110活火山地域の過去約2000年間で発生した噴火活動について,噴火様式,噴出物,噴火規模(火山爆發指数:VEIで算出),被災状況などを整理・検証した。その結果,わが国では過去約2000年に約1160回の噴火(一連の活動は1回と算出)が発生した。噴火規模ごとの頻度みると,VEI5は約180年,VEI4が約50年,VEI3が約18年,VEI2が約4年に一回程度で発生している(図2)。噴火規模VEI1や0は最近約50年間で多く記録されている。

噴火現象による直接的要因での犠牲者の総数は約1.9万人で,その要因は約80%が火山性津波,次いでラハール(火山泥流・土石流),降下火砕物,岩屑なだれ,火砕流の順である。火山性津波と岩屑なだれは頻度が低い,発生すると犠牲者数が多くなる傾向がある。ラハール,

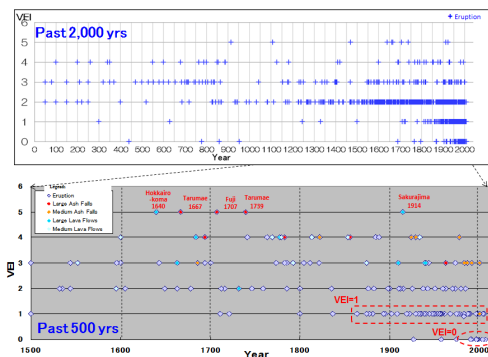


図2. わが国の過去約2000年間で発生した噴火実績とそのVEI規模(Nakamura et. al., 2013)。

降下火砕物,火砕流は係わる噴火規模(したがって,要因規模)と犠牲者数とに対応関係がみられる。

(3) 火山災害リスクの評価,噴火活動イベントツリー,噴火シナリオの検討

那須岳と吾妻山地域では地域基礎情報をGISデータで収集できたので,ハザード要因や脆弱要因を抽出してリスク評価手法を開発して,試行した。両地域とも活火山は主要な観光資源で,火口近傍の温泉地域周辺に居住空間が展開する。このため火口から15-20km地域に,公共施設,火山防災施設,主要交通路なども展開している。那須岳地域でみると定住民の数10倍以上の非定住民が観光滞在する。吾妻山地域では火口から東方約20kmに県都福島市が位置している。リスク評価を実施することで,地域防災体制を構築する際の課題が明らかになる。

両火山の噴火履歴と災害実績などをもとに,噴火イベントツリーと噴火シナリオを作成検討して(図3),その結果から防災対応を検証した。両地域とも規模の大きめな噴火活動が発生すると,主要水系沿いで火山泥流の発生が想定されて,周辺の住民居住地域や主要道への防災対応のあり方が重要な検討課題であることが示唆される。これらは,比較参照した米国やイタリアなどの活火山地域での防災対応とはやや異なるわが国の社会基盤的な脆弱要因で,中・長期的視野での火山防災体制構築による克服が求められる。

那須岳で作成された噴火イベントツリー

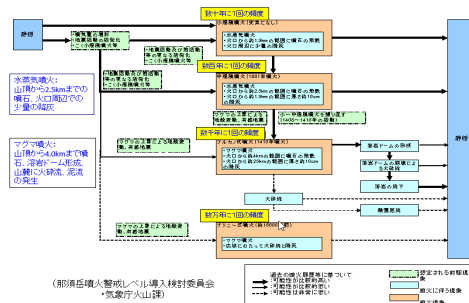


図3. 那須岳火山の噴火イベントツリー(中村ほか, 2013)。

(4) 確率論的な次世代型の火山防災の検討

想定外の現象による災害軽減として,発生頻度の低い大規模災害要因,火山災害の場合は大規模噴火や長期化する活動による災害要因,への効果的防災対応のあり方が東日本大震災後に関心が特に高まって,その検討が社会的に求められている。

過去の噴火事例の検証から,マグマ活動に起因する火山災害は,発生地域がある程度限定され,前兆現象を伴うことが多く,活動が長期化し,発生が繰り返される特質をもつ。また,多様な活動様式と規模による多様な噴出物がそれぞれ災害要因となることも火山災害のもつ特徴である。

これらの火山災害要因への防災対応の基盤として,活火山の噴火履歴や災害実績の整理

などの防災基礎データ整備は必須で、そのために精度良い全国統一方式の地域基礎数値情報(社会基盤を含む)でのGISデータ整備は必須となる。活火山地域の自然環境と社会環境を考慮した噴火活動のイベントツリーやシナリオの検討も必要で、さらにハザード要因と脆弱要因を適切に抽出しての火山災害リスク評価の手法確立も必要であることがわかった。このように、わが国で求められている確率論的手法による次世代型の火山防災体制構築には検討すべき課題がまだ多く残されており、今後の更なる進展が期待される。

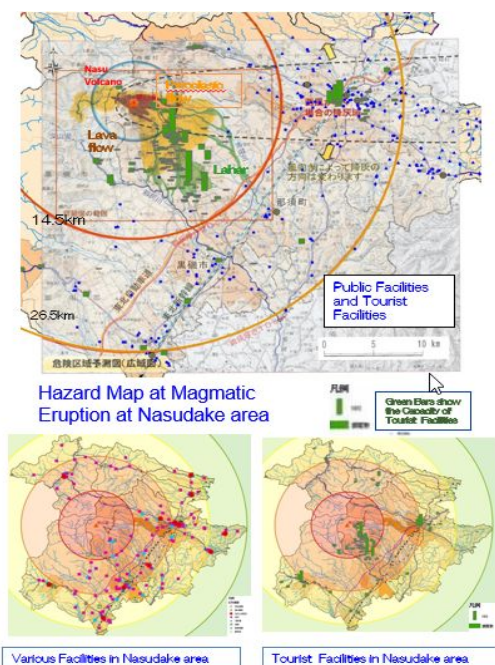


図4. 那須岳地域で作成された火山災害リスク図 (Nakamura et. al., 2012).

5. 主な発表論文等 〔雑誌論文〕(計8件)

Nakamura, Y., Tanada, T., Aramaki S., Volcanic Hazard Maps in Japan, 2nd Edition, DVD-ROM Version. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Japan. 査読有. 380, 2013.

Nakamura, Y., Tanada, T., Aramaki S. (Ed.) Volcanic Hazard Maps in Japan, 2nd Edition. Technical Note of the National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 査読有. 380, 89-186, 2013.

中村洋一・棚田俊収・荒牧重雄 編著, 火山ハザードマップ集 第2版 防災科学技術研究所研究資料, 査読有第380号, 1-88, 2013.

Nakamura, Y., Aramaki S., Fujita E., Japan's Volcanic Disaster Mitigation Initiatives: Activities of the Commission on Mitigation of Volcanic Disasters, the Volcanological Society of Japan. 69-74, Technical Note of the National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 査読有. 380, 165-172, 2013.

中村洋一 降下テフラの災害リスク評価と火

山防災. 月刊地球, 査読有. 34, 33-44, 2012.

中村洋一, 日本の活火山 磐梯山. 砂防と治水, 査読無. vol.45.no1, 40-41, 2012.

中村洋一, 日本の活火山 那須岳. 砂防と治水, 査読無. vol.44.no5, 60-61, 2011.

中村洋一, 噴火イベントツリー, 火山災害リスク評価を活用した火山防災. 消防科学と情報. 査読有. 102, 27-32. 2010.

〔学会発表〕(計16件)

福嶋民雄・高森秀司・稲葉茂・中村洋一・那須町, 自主防災組織による火山噴火対策図上防災訓練 - 那須岳火山地域での実施事例 -. 日本地球惑星科学連合, 横浜市, 2014.4.30.

中村洋一・他7名. 火山を知り, 火山と共に生きる. 2013火山砂防フォーラム福島, 火山砂防フォーラム委員会, 福島県猪苗代町, 2013.11.25.

中村洋一. 磐梯・吾妻・安達太良火山の活動史と防災. - 福島県の活火山と防災 -, 日本火山学会秋季大会火山防災シンポジウム. 福島県猪苗代町, 2013.9.29.

中村洋一・棚田俊収・堀田弥生・荒牧重雄. 火山ハザードマップ集第2版 新たな火山ハードマップと防災対応に向けて. 日本火山学会秋季大会. 福島県猪苗代町, 2013.10.1.

Nakamura, Y., Ito, Y., Tazawa, M., Space-time Analysis of Volcanic Eruptions and Disasters in Japan for the Past 2,000 Years. IAVCEI Scientific Assembly, Kagoshima, 1124 3W_4C-P1, 2013.7.

Nakamura, Y., Tanada, T., Fujita, E., Hotta, Y., Aramaki, S., Japan's Volcanic Disaster Mitigation Initiatives: Work Projects of the Commission on Mitigation of Volcanic Disasters, VSJ and Volcanic Hazard Maps in Japan, 2nd Edition. IAVCEI Scientific Assembly, Kagoshima, 4W_4H-P6, 2013.7.

藤田英輔・中村洋一・荒牧重雄(コンビナー), 火山防災シンポジウム「浅間火山と火山防災」. 日本火山学会2012年秋季大会公開講座, 長野県御代田町, 2012.10.14.

中村洋一・伊藤悠太郎, 日本の活火山の噴火過去2000年間履歴の時空解析(その2). 日本火山学会2012年秋季大会, 長野県御代田町, 2012.10.14.

中村洋一, 次世代の火山防災のあり方を考える. 第144回深田研談話会, 公益財団法人深田地質研究所, 2012.9.28.

伊藤悠太郎・中村洋一, 日本の活火山の噴火過去2000年間履歴の時空解析. 日本地球惑星科学連合2012年大会. 千葉県幕張, 2012.5.

Nakamura, Y., Disaster Mitigation Systems using Hazard Maps incorporated by Event-Trees, Volcanic Scenarios, and Risk Assessments. IUGG XXV, General Assembly Melbourne, 2011.5.11.

中村洋一・鈴木美香, 噴火イベントツリーと火山災害リスク評価を活用した火山防災. 日本地球惑星科学連合2011年大会. 千葉県幕張, 2011.5.

藤田英輔・中村洋一・荒牧重雄(コンビナー), 火山防災シンポジウム「北海道の火山とともに」. 日本火山学会2011年秋季大会公開講座, 北海

道旭川市, 2011.10.1.

中村洋一・松居誠一郎・布川嘉英, 男体今井地層および男体七本桜層の噴出年代. 日本火山学会 2011 年秋季大会, 北海道旭川市, 2011.10.2.

Nakamura, Y., Suzuki, M., Risk Analysis and Assessment of Tephra Disasters at Volcanoes and the Surrounding Areas in Japan. International Field Conference and Workshop on Tephrochronology, Volcanism and Human Activity. Kirishima, 2010. 5.14.

中村洋一・藤田英輔・荒牧重雄 (コンビナー), 火山防災シンポジウム「活火山の監視観測と火山防災の取り組み」, 日本火山学会 2010 年秋季大会公開講座. 京都大学防災研究所, 2010.10.8.

〔図書〕(計6件)

中村洋一, 次世代の火山防災のあり方を考える. 深田研ライブラリー, No.144, 公益財団法人深田地質研究所, 2014. 79pp.

中村洋一, Database in volcanology - Session 4H, 国際火山学地球内部化学に 2013 年学術総会報告書. 2014. 44.

中村洋一, 1888 磐梯山噴火. 日本歴史災害事典, 吉川弘文館. 2012. 346-350.

中村洋一, 栃木県内での地震液状化現象, 栃木県北・東部地盤関連災害の実態とメカニズム, 東日本大震災に係わる災害復興再生に向けた研究成果報告書. 全 77 頁, 宇都宮大学. 2012. 50-68,

中村洋一 1888 磐梯山噴火「災害史に学ぶ(火山編)」全 75 頁. 内閣府(中央防災会議災害教訓の継承に関する専門調査会編. 2011. 28-36.

Nakamura, Y., Volcanic Hazard Maps and Volcanic Disaster Mitigation. Disaster Risk Management Technology on Volcanic Eruption, Debris Flow and Landslide. Course FY2009, JICA 12, 2010. 1-8.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://vivaweb2.bosai.go.jp/v-hazard/>

火山ハザードマップデータベース. 和英版 防災科学技術研究所 HP. 日本火山学会火山防災委員会・防災科学技術研究所編纂.

日本列島ハザードマップ, 全 120 頁, 火山, 35-39 (資料提供), 朝日新聞社.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中村 洋一 (NAKAMURA, Yoichi)

宇都宮大学・教育部・教授

研究者番号: 10114167

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし