

日本火山学会火山防災委員会の活動から見たわが国の火山防災

中村洋一*・荒牧重雄**・藤田英輔***

1. はじめに

火山防災委員会は日本火山学会に設けられた委員会である。この委員会では火山防災に係わる様々な話題について、学会員はもとよりこれに関心をもつ多方面の方々が公開で意見交換をすすめて、火山災害とその防災についての諸問題の解決について検討し、社会に向けて提言することを目的としている。この委員会が設立された趣旨、これまでの活動などについて紹介する。また、この委員会できりあげられた火山防災に関する話題について概略する。

2. 火山防災委員会の活動

日本火山学会の2004年総会で、火山防災委員会を設置することが承認された。この委員会の目的は以下の通りである(設置提案書, 荒牧, 2004)。①火山災害の予防・軽減に関わる基本的な問題点を評価し、その解決に適切な施策・方法について検討し、その推進を社会に向けて提言する。②官民を問わず、火山防災に関する助言者、啓発活動のための講師派遣などの要請に応え、適切な人材を推薦する。③日本火山学会自身が火山防災の教育・啓発活動のための人材、教材、教育活動の開発推進の事業を行う。

この会の運営は IAVCEI (国際火山学地球内部化学協会) の委員会 (Commission) 方式に習って、世話人をおき(荒牧重雄, 三宅康幸, 中村洋一), 緩やかに自由な活動方式としている。当初, “ストラテジー” 小委員会(荒牧), 市民啓発小委員(三宅), ハザードマップ小委員会(中村)を設けた。2008年から, 藤田英輔が三宅康幸に変わり世話人となった。2012年からは山里平, 萬年一剛, 石峯康治が運営に参加した。日本火山学会が開催される春季と秋季の年2回に定例で会を開催し, このうち秋季は活火山地域でシンポジウム形式の公開講座でとしている。

これまでにとりあげた話題を表1に示した。おもなテーマは, ①活火山の監視・観測体制, ②噴火警

報・警戒レベル, ③活火山地域の防災体制, ④噴火シナリオや災害リスク評価, ⑤大規模噴火時の広域火山防災で, この他に火山防災に関するカレントトピックも随時とりあげている。秋季は各地域の活火山に応じたテーマでの公開シンポジウムで, 意見交換の時間をできるだけとるようにしている。地域住民, 自治体や防災機関の関係者による意見が寄せられて, 議論が活発に展開することが多かった。最近の公開シンポジウムの要旨は, 日本火山学会 HP に掲載している。

これまでの委員会のおもな成果としては, 研究集会「火山ハザードマップの方法論」を実施し, わが国で公表された火山ハザードマップ(防災マップ)の作成に係わった関係者による紹介とこれを踏まえての議論がすすめられた(東京大学地震研究所, 2004)。これをとりまとめて, 「日本の火山ハザードマップ(上, 下)」として出版した(月刊地球, 2005)。また, 火山防災委員会と防災科学技術研究所とで, わが国で公表された火山ハザードマップ(防災マップ)と関係資料を高解像画像で収録したデータベースシステムを構築し, 現在も更新作業をすすめている。それらの資料を「日本の火山ハザードマップ集(DVD添付)」として出版し(2006), 防災科学技術研究所 HP でも一般公開した。

3. 火山防災委員会の話題からの火山防災の課題

これまで火山防災委員会でとりあげられた話題についての議論のいくつかを, 世話人(Y.N.)の知見などを付して以下に紹介する。なお, 本編の他稿で紹介されている話題は省いた。

3.1 わが国の火山活動とその災害

火山現象はマグマ活動に起因するので, 発生場の地域性, 前駆的現象の発生, 活動の多様性と規模, 活動の長期化, 活動の周期性, などの特性をもつ。このため, 過去の火山活動と災害履歴について整理

* 宇都宮大学教育学部

** 山梨県環境科学研究所

*** 独立行政法人 防災科学技術研究所

表 1 火山防災委員会(2004～2012)で取り上げた話題

活火山の監視観測と火山情報のあり方を考える 活火山の監視観測と火山防災の取り組み –最近の事例紹介– 活火山の監視観測と噴火警報–いかに火山災害の軽減に役立てるか–
噴火時等の避難体制に係る火山防災対策のあり方 噴火警報・警戒レベルと噴火時避難体制 気象庁における火山の監視と噴火予知・警報等の発表 新しい噴火警戒レベルと噴火警報はうまく機能するか？ 噴火警報・警戒レベルの課題
日本の火山防災ストラテジー 現在の噴火予知レベルからみた新たな火山防災の仕組み 火山噴火発災時における現地災害対策本部の運営・情報交換 「噴火時等の避難に係る火山防災体制の指針」の概要と火山防災体制の充実に向けた取り組み 我が国における火山防災の取組と火山防災エキスパート制度について 国土交通省の火山噴火緊急減災対策計画について 火山噴火緊急減災多彩区砂防計画が火山砂防に果たす役割
大規模噴火防災とは何か 大規模噴火時における広域火山防災のあり方 巨大火山噴火とストラテジー 歴史に見る火山災害 東日本大震災の時の官邸・政府の対応から学ぶ想定外大規模噴火災害への備え
噴火予知連伊豆部会で検討された伊豆大島噴火シナリオの紹介 那須岳における噴火シナリオの検討状況 イタリアにおける噴火確率評価プログラムBETの概要 活火山地域の火山リスク評価の手法について 全国を対象とした火山噴火災害危険度評価に関する研究 建設業における火山防災に関する取り組み～火山災害リスク評価地図システムの紹介～
平成3年雲仙普賢岳噴火災害以降の火山防災 雲仙 普賢岳火道掘削プロジェクトの実施と教訓 平成23(2011)年霧島山新燃岳噴火の概要 桜島2006年の活動～防災対応の動きと住民の意識～ 三宅島の火山ガス安全対策 箱根火山防災はどう変わった - 噴火警戒レベル導入を通して - 浅間山と火山防災 那須岳噴火を想定した図上シミュレーション訓練 岩手山の噴火危機対応の経験から考えること 「北海道駒ヶ岳」 歴史時代噴火と防災 2000年有珠山噴火からの教訓 北海道の火山とともに 北海道の火山と災害の教訓
環境防災総合政策研究機構の活動 生まれ変わる阿蘇火山博物館 「だいち」での火山観測について 日本火山ハザードマップデータベースDVD版の刊行 火山都市国際会議島原大会 (Cities on Volcanoes 5, 2007) 火山の噴煙による航空機への障害 イタリアベスビオ火山の噴火と遺跡 天明3年(1783)の浅間山噴火と火山災害遺跡

しておくことは、有用な防災基礎資料となる。これらの資料に基づいて火山災害への対応を検討することで、減災効果の高い防災体制の構築が可能となる。

わが国の110活火山の過去約2000年間での噴火活動とその災害の履歴を整理した(中村・伊藤, 2012; など)。噴火活動(ある期間で繰り返された一連の噴火は一回の噴火活動として扱った)は、総

数で約1,160回記録されている。このうち、気象庁の監視・観測体制の必要な47活火山が、総数の約87%を占めている。わが国での噴火活動の多くは爆発的で噴出物は破砕物となることが多いので、噴火規模をVEI(火山爆発指数)で扱った。噴火規模ごとの噴火活動を図1に示した。噴火規模がVEI3とVEI2は最近約500年以降、VEI1は最近約150年

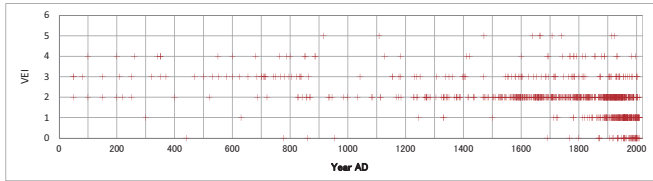


図1 日本の過去約2000年で発生した噴火活動の規模(VEI)

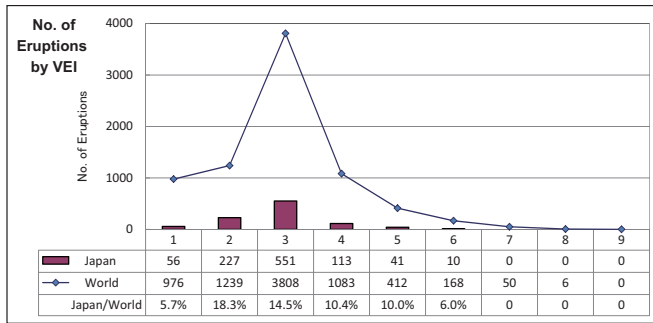


図2 日本の過去約2000年間と世界の過去1万年間で発生した噴火規模(VEI1～9)の頻度比較

以降でそれぞれ活動記録数が特に増加傾向にある。噴火規模で噴火活動数の頻度分布をみると(図2)、VEI3が最も高く、これは世界の活火山の約1万年間の傾向(Smithsonian Inst., 2010)とほぼ同じ傾向である。世界での噴火規模VEI5からVEI2の記録の15%前後をわが国が占めている。この結果から、わが国での噴火規模ごとの平均発生間隔を見積もると、噴火規模VEI5は約200年、VEI4は約50年で、その時系列的変動は少ない。噴火規模VEI3とVEI2はそれぞれ約18年と約4年であるが、時系列的での変動(発生の偏在)が認められる。

わが国の過去約2000年間での火山災害の要因を記録でみると、犠牲者(噴火後の飢餓を除く)の総数は約2万人で、その約8割強が火山性津波、次いで土石流(火山泥流)である(図3)。犠牲者発生の要因は降下火砕物(含噴石)、土石流、火砕流の順で高い。降下火砕物と火砕流の犠牲者数は噴火規模に対応して増加傾向がある。犠牲者数が一例当たりで高いのは火山性津波、次いで岩屑なだれであるが、その発生頻度は著しく低い。これらの傾向は、世界における最近約100年間の火山災害の要因別傾向とほぼ同じである(Tilling, 1989; ほか)。

活火山地域の公開シンポジウムでは、活火山周辺地域では噴火活動中から噴火後の長期に渡って土石流(火山泥流)発生が懸念されることから、この要因への効果的な防災対応のあり方が議論となった。

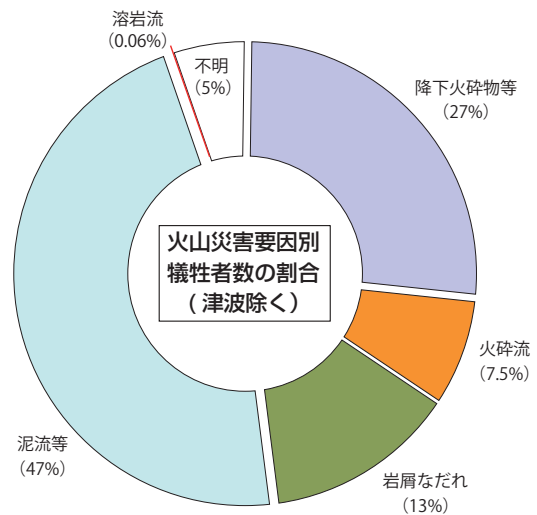


図3 日本の過去約2000年間発生した噴火活動による犠牲者割合(津波の犠牲者を除く)

3.2 火山ハザードマップと災害リスクマップ

わが国で最初の火山災害予測図は北海道駒ヶ岳で1983年に公表され、十勝岳が1987年に続いた。雲仙普賢岳の1991年噴火後に「火山噴火災害危険区域予測図作成指針(国土庁, 1992)」が公表されると作成が進展し、活動度の高い活火山ランクA(気象庁による活動度に基づくランク区分)地域で多く作成された。その後、三宅島と有珠山の2000年噴火があって、活火山ランクBの地域で多く作成された。2012年現在で、気象庁指定の110活火山のうちの40火山の総数で約160マップと約110の関係資料が公表されている(表2)。最近では住民に配慮したマップや資料が公表されている(とくに、改訂版を作成してきた火山地域の自治体)。

ハザードマップ(防災マップ)の作成には、過去の噴火活動や災害履歴を検証し、最大規模や典型的な噴火活動による火山災害を想定し(多くは決定論的手法で)、災害予測地域を凶化している。公表されたハザードマップが地域で効果的に活用されるためには、防災情報が明快に提示されていることが求められる。わが国の多くの活火山地域は観光地域では火口近傍地域までが生活空間として活用されている。こうした活火山地域の自然環境や社会環境について火山災害によるリスク(危険度)を評価して、その結果が地域の基礎情報として公開されるとよい。

リスク評価は、1970年代のオイルタンカー事故

表2 わが国の活火山地域での監視・観測体制，ハザードマップ作成，地域防災計画での火山防災体制

火山名	活火山 ランク	監視・観 測体制	噴火警戒 レベルの 導入	マップ の作成 年	全体版 マップ	地域防災計画(都道県版)の火山災害での扱い(2012現在)
知床硫黄山	B			2007		火山災害対策計画(北海道)
羅臼岳	B			2007		火山災害対策計画(北海道)
アトサヌプリ	C	○		2001	○	火山災害対策計画(北海道)
雌阿寒岳	B	○	○	1999	○	火山災害対策計画(北海道)
大雪山	C	○				火山災害対策計画(北海道)
十勝岳	A	○	○	1986		火山災害対策計画(北海道)
樽前山	A	○	○	1994	○	火山災害対策計画(北海道)
倶多楽	C	○		2006		火山災害対策計画(北海道)
有珠山	A	○	○	1995	○	火山災害対策計画(北海道)
北海道駒ヶ岳	A	○	○	1983	○	火山災害対策計画(北海道)
恵山	B	○		2001	○	火山災害対策計画(北海道)
岩木山	B	○		2002	○	風水害等編(青森県)
秋田焼山	B	○		1996	○	火山災害対策(秋田県)
岩手山	B	○	○	1998	○	火山災害対策編(岩手県)
秋田駒ヶ岳	B	○	○	2003	○	火山災害対策(秋田県)・火山災害対策編(岩手県)
鳥海山	B	○		2001	○	風水害等共通対策編(山形県)・一般災害対策編(秋田県)
栗駒山	B	○				
蔵王山	B	○		2002	○	風水害等対策編(宮城県)・風水害等共通対策編(山形県)
吾妻山	B	○	○	2002	○	一般災害対策編(福島県)
安達太良山	B	○	○	2002	○	一般災害対策編(福島県)
磐梯山	B	○	○	2001	○	一般災害対策編(福島県)
那須岳	B	○	○	2002	○	火山災害対策編(栃木県)
日光白根山	C	○				火山災害対策編(栃木県)
草津白根山	B	○	○	1995	○	火山災害対策編(群馬県)・火山災害対策編(長野県)
浅間山	A	○	○	2001		火山災害対策編(長野県)・火山災害対策編(群馬県)
新潟焼山	B	○	○	2002	○	風水害対策編(新潟県)
焼岳	B	○	○	2002	○	火山災害対策編(長野県)・一般対策計画(岐阜県)
乗鞍岳	C	○				
御嶽山	B	○	○	2002		一般対策計画(岐阜県)・火山災害対策編(長野県)
白山	C	○				
富士山	B	○	○	2001	○	火山編(山梨県)・火山対策の巻(静岡県)・火山災害対策編(神奈川県)
箱根山	B	○	○	2004	○	火山対策の巻(静岡県)・火山災害対策編(神奈川県)
伊豆東部火山群	B	○	○			火山対策の巻(静岡県)
伊豆大島	A	○	○	1994	○	火山編(東京都)
新島	B	○				火山編(東京都)
神津島	B	○				火山編(東京都)
三宅島	A	○	○	1994	○	火山編(東京都)
八丈島	C	○				火山編(東京都)
青ヶ島	C	○				火山編(東京都)
硫黄島	B	○				火山編(東京都)
鶴見岳・伽藍岳	B	○		2003	○	火山災害対策(大分県)
由布岳	C	○		2003	○	火山災害対策(大分県)
九重山	B	○	○	2004	○	火山災害対策(大分県)
阿蘇山	A	○	○	1995	○	一般災害対策編(熊本県)
雲仙岳	A	○	○	1991		基本計画編(長崎県)
霧島山	B	○	○	1996	○	火山災害対策編(宮崎県)・火山災害対策編(鹿児島県)
桜島	A	○	○	1994	○	火山災害対策編(鹿児島県)
薩摩硫黄島	A	○	○	1996	○	火山災害対策編(鹿児島県)
口永良部島	B	○	○	1996	○	火山災害対策編(鹿児島県)
中ノ島	B	○		1996	○	火山災害対策編(鹿児島県)
諏訪之瀬島	A	○	○	1996	○	火山災害対策編(鹿児島県)

を契機に、1980年代の金融デリバティブズ処理で進展し、1990年代以降では大規模事故や災害の分野で活用されている。自然災害リスクの評価作業では、リスク分析(災害要因を解析)、リスク評価(対象・地域などの想定損害価値の見積り)、リスク管理(リスク削減プロセス)とすすめることが提唱されている(UN/ISDR, 2004; など)。

こうしたリスク(危険度)評価資料を火山防災の基礎インフラとして整備すること減災効果高いとして提唱されている。火山災害のリスク評価では活火山地域の自然環境や社会環境について、リスク(危険度)を数値的に算出して、その結果に基づいて評価

をする(Blong, 2000; など)。得られた結果を災害リスクマップ(災害危険度想定マップ)として図化しておく、活用しやすい地域の防災情報となる。また、地域のリスク評価の結果を、直近あるいは中・長期的な視野で防災体制の整備事業として取り入れていくことも推奨される。

火山防災委員会では、過去の噴火事例での防災対応の検証、諸外国での事例を参考とした確率的手法を取り入れた火山防災のあり方、などについて議論をしてきた。しかし、わが国での火山地域のリスク評価の実施例が少なく、火山噴火による災害現場でその効果が検証された事例はない。

3.3 噴火イベントツリーやシナリオを活用した確率論的な火山防災

気象庁によって2007年に噴火警報・警戒レベルの導入が発表されて、火山周辺自治体では警戒レベルに対応した規制・避難などの防災対策の策定が求められることとなった。しかし、噴火警戒レベルの導入時に、地域防災計画の見直しまですすめた自治体はこれまでに多くはない(中村ほか, 2009)。

噴火活動は時系列で推移・変動していくことが多いため、活動推移で予測される火山現象に即応した防災体制をとることが効果的減災のために有効となる。これまでに整備してきた地域防災計画による防災体制では、災害の要因と規模を決定論的手法で想定し、その防災対策を策定してきた。したがって、想定で扱われてない要因、あるいは規模への防災対策は予め検討はされていないので、そうした災害要因が発生した際には、直ちに効果的な防災対応(避難や対策など)を検討し、災害現場で実施することが迫られる。

噴火活動の推移で想定外扱いであった火山現象も視野に入れた防災対応の検討をすすめるためには、確率論的手法を取り入れた防災対応の検討が求められる。活動推移のある時点で予測されるのは、発生確率が高いが小規模の災害要因、あるいは発生確率は低いが大規模あるいは複数の災害要因となる火山現象などがある。このためには、噴火活動の推移に伴う多様な様式や規模の火山現象を時系列的に予測抽出した火山現象の系統樹(イベントツリー)を検討しておくことである。イベントツリーの予測精度をあげる場合には、イベントの発生確率を(数値やランクで)見積もり、確率系統樹の作成も求められる。また、それぞれの系統樹の分岐予測に必要な監視・観測データの検討も有効作業となる。このようにして作成された噴火イベントツリーに基づいて、可能性の高い活動の推移や典型的な推移を抽出し、必要とされる防災対応を時系列的に検討して、噴火シナリオとして作成する。こうした確率論的な視点を取り入れた防災対応の検討をすすめておくことで、想定外の火山現象が減少し、多様な災害要因と規模への防災対応が実現され、減災効果の高いリアルタイム型の防災体制も整備されることになる。

火山防災委員会では、噴火警報・噴火警戒レベル導入による防災のあり方と課題、噴火イベントツ

リーやシナリオの作成手法、諸外国で導入された確率系統樹による火山防災などが話題となった。わが国では確率論的、あるいはリアルタイム型の火山防災体制は、まだ充分には導入されていない。

3.4 大規模噴火などに向けた広域防災体制

「災害対策基本法, 1961」によって、都道府県および市町村は「地域防災計画」を作成し、災害予防・事前対策、災害応急対策、災害復旧・復興対策を策定して公表することになっている。自然災害では、震災対策、風水害対策、火山災害対策、雪害対策が指定されている。1973年の「活動火山対策特別措置法(活火山法)」で、火山噴火活動が発生した場合には、都道府県や市町村は災害対策本部を設置し、防災計画に基づき応急対策を実施し、必要に応じて国は内閣府を中心に非常災害対策本部又は緊急災害対策本部を設置して、総合的な応急対策の推進にあたることとなった。

わが国での地域防災計画の火山災害への対応現況をみると(表2)、活火山をもつ26都道県での火山災害対策編の作成は意外に少なく、一般災害対策編、風水害対策編での記載となっていることが多い(Nakamura *et al.*, 2007; など)。火山災害関係の記載内容をみると、災害予防は多く記載されているが、避難後の災害復旧・復興の記載は少なく、避難後の支援対策の内容は不十分である。火山近傍地域で噴火災害を経験している自治体は火山災害への検討をよくすすめているが火山編は未作成で、一般災害編等での記載にとどまることも多い。なお、都道府県や自治体のほとんどで防災計画の震災対策編は作成されている。

わが国の活火山の大規模な噴火活動(VEI4やVE5)は、上述の通り意外に頻度が高い。こうした規模の大きい噴火活動では、複数あるいは二次的要因での災害も係り、広域化して災害規模も拡大し、長期化することが災害履歴で示されている。さらに大規模なVEI6以上の巨大噴火や破局的噴火の発生もわが国では地質学的に記録されている。

活火山は行政界上に分布していることが多いので、小規模でも同一災害要因によって複数の行政区域が被災することも多い。このため、災害要因が小規模でも複数の自治体や防災組織が迅速に十分な連携がとれないままでの火山災害となる事例も発生している。しかし、それぞれの自治体が地域防災の責

任主体のため、単一の対象火山での複数の近隣自治体がそれぞれ独自に地域防災計画を作成し、防災体制を検討している。火山ハザードマップもこうした事情から、複数の県や自治体による同一活火山での統一マップが公表されてない地域もある。複数の行政単位に及ぶ広域的災害が発生することが多い火山災害では、各自治体を防災責任主体とする防災体制では不十分となりがちである。このため、近隣自治体間の緊密な連携で効果的な防災対応にはすすめるための火山防災協議会の設置が推奨されてきた。しかし、火山防災協議会が設置されていない活火山地域も多い。国が主体となって複数県による火山防災協議会を設置したのは、これまでに富士火山地域が唯一である。したがって、火山災害への効果的防災対応としては、複数の自治体の地域防災計画を包含する広域防災計画の策定すすめて、県あるいは国が責任主体(火山防災協議会の責任主体)となる広域防災体制の導入が検討されるとよい。

これまでの火山防災委員会では、複数行政地域におよぶ災害要因への広域防災の必要性やあり方については、地域住民、自治体や防災関係者、メディア関係者、さら火山や防災の専門家によって真摯な議論が展開されてきた。自治体間の緊密な防災体制の連携のあり方の検討に加えて、既存の地域防災体制を超える抜本的な防災制度の見直しの検討も求められるのとの意見も出された。

4. おわりに

2011年の東日本大震災の甚大な災害を経験することで得られた教訓の1つとして、低頻度で大規模な災害への防災対応は「想定外」とするのではなく、ハード的対応のみならず、ソフト的対応(防災意識向上、防災教育、避難訓練、災害情報の整備公開など)を重視する視点からの検討がすすめられつつある。従来、火山防災では過去2000年あるいは1万年間の活動や災害履歴を対象とすることが一般的であった。しかし、それでも発生頻度が低い大規模な災害要因は、費用対効果の観点からハード的対応の限界を超えるとして防災対応の検討外として扱われて、結果としてソフト的対応も検討外となったことも多かった。

火山災害へのより堅牢な防災体制確立のために、新たな火山防災あり方が提言できるべく日本火山学

会火山防災委員会では、多くの関係者の方々が活発に意見交換する場を今後も提供していきたい。

謝辞

本稿をまとめるにあたって、堀田弥生氏(防災科学技術研究所自然災害情報室)には、わが国の火山ハザードマップや地域防災計画のデータ整理をして頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) Blong, R. (2000) : Volcanic Hazards and Risk Management, Encyclopedia of Volcanoes (Ballard, D.R. ed.), 1215-1227. J. Smithsonian Inst. 551pp.
- 2) 月刊「地球」(2005) : 日本の火山ハザードマップ(上)27-4, 247-330.
- 3) 月刊「地球」(2005) : 日本の火山ハザードマップ(下)27-5, 331-380.
- 4) National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (2007) : Volcanic Hazard Maps of Japan with additional edition DVD3. Reference Material to the NIED Technical Note, **292**, 7pp, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention.
- 5) 那須岳火山噴火警戒レベル導入検討委員会(2009) : 那須岳火山噴火警戒レベル導入検討委員会報告. 書那須岳火山防災委員(編集代表中村洋一), 79pp.
- 6) 中村洋一・荒巻重雄・佐藤照子・堀田弥生・鶴川元雄(2006) : 日本の火山ハザードマップ集防災科学技術研究所資料. 第**292**号, 20pp (2DVD付), 防災科学技術研究所.
- 7) Nakamura, Y., Fukushima, K., Jin, X., Ukawa, M., Sato, T., and Hotta, Y. (2007) : Mitigation Systems by Hazard Maps, Mitigation Plans, and Risk Analyses Regarding Volcanic Disasters in Japan. J. Disaster Research, **3-4**, 297-304.
- 8) Siebert, L., Simkin, T., and Kimberly, P. (2010) : Volcanoes of the World, 3rd Ed. Smithsonian Inst., Univ. of California Press. 551pp.
- 9) Tilling, T. I. (1989) : "Volcanic hazards and their mitigation: Progress and problems," Rev. Geophys. **27-2**, 237-269.