三宅島における火山ガス放出下の 災害復旧対策の展開過程

石 原 肇*

Development Process of Countermeasures for Disaster Restoration in an Environment Where Volcanic Gases Were Discharged on Miyake Island, Central Japan

Hajime ISHIHARA *

Abstract

The purpose of this research is to investigate how the Anti-disaster Headquarters of Tokyo Metropolitan Government has executed restoration measures for mudflow damage caused by volcanic activity on Miyake Island since June 2000. Most of the restoration of the major ring road along the coast was conducted during the first period from April 2001 to March 2002, aiming at securing the fundamental transportation system for living and reconstruction activities, water and energy supply, communication, and others. The second period from April 2002 to March 2004 was directed for the restoration of other roads including paths that access inland woodlands, and the construction and maintenance of a large number of erosion-control facilities in gullies dissected by volcanic activity. Similar restoration measures were continued and extended to parts of the interior and upstream zones, where watershed management works were also started during the third period from April 2004 to March 2006. In sum, the countermeasures policy for disaster restoration first gave priority to the restoration of roads, particularly those along the coast at first, then shifted attention to the construction and maintenance of erosion-control facilities in and along inland gullies, followed by watershed management works in upstream zones. The sequential and areal shifts of targets of countermeasures for disaster restoration have been made with a perception change among administrative bodies that recognized the effects of volcanic gases as the major object to be controlled in the volcanic disaster as a whole.

Key words : Miyake Island, volcanic disaster, mudflow damage, volcanic gases, countermeasures for disaster restoration, development process

キーワード : 三宅島, 火山災害, 泥流被害, 火山ガス, 復旧事業, 展開過程

I. はじめに

三宅島は東京から南南西へ約 180 km に位置する直径約 8 km, 面積約 55 km², 周囲約 35 km

の円形の火山島である (図 1)。2000 年 6 月に始まった三宅島の噴火活動は, 度重なる噴火により大量の火山灰を降らせ, その後の大雨により火山灰は泥流となり, 家屋や道路などを破壊した (相

* 東京都環境局

* Bureau of Environment, Tokyo Metropolitan Government

図 1 三宅島位置図.

Fig. 1 Location map of Miyake Island.

場, 2003)。また, 図 2 に示すように, 同年 8 月下旬からは火山ガスが連続的に放出され, 9 月下旬には一日の放出量が約 5 万トンという世界に例をみないほど大量の二酸化硫黄が放出されるようになった(風早ほか, 2001)。このため, 2000 年 9 月から 2005 年 1 月までの約 4 年 5 か月にわたる間, 三宅島の住民は島外避難を余儀なくされた。2007 年 5 月現在においても, その規模は小さくなったが, 依然として火山ガスの放出が続いている。

筆者はこれまでに, 防災関係機関の環境変化の認識と対応行動を明らかにすることを目的とし, 2000 年三宅島火山災害について, 東京都災害対策本部をはじめとした防災関係機関が行った災害対策を時系列に空間的に把握することで, 火山ガスに関する安全確保対策の変遷について報告した(石原, 2006a)。全島民の避難が続く間, 防災関係機関は, 火山ガスに対する安全対策の構築を進めただけではない。泥流により被災した道路やライフラインの復旧, 砂防ダムや治山ダムなどの泥

図 2 火山ガス(二酸化硫黄)放出量およびクリーンハウス(脱硫装置の付いた施設)の定員の推移.
気象庁(2006, 2007)および東京都総合防災部(2005)により作成.

Fig. 2 Changes in quantity of volcanic gases and capacity of clean houses.

After Japan Meteorological Agency (2006, 2007) and Disaster Prevention Division, Tokyo Metropolitan Government (2005).

流対策のための施設整備に努め、火山ガスの放出が続く中、2005年2月に島民の帰島が実現した。帰島にあたっての条件は、火山ガスに対する安全対策のみならず、住宅や公共施設などの泥流に対する安全の確保も必要とされた。

一般に災害が継続すると考えられる場合、行政機関が意思決定する際に、刻一刻と変化する災害の発生状況や復旧状況を空間的・時間的に的確に認識することが、組織内での意思決定を行う上で不可欠なことである。このことが適切な対策を講じていくための重要な前提となると考えられる。自然災害が発生した際には、地方自治体では災害記録を作成している場合が多い。しかし、これらの災害記録は、当該地域における事実の記載にすぎないため、そのままでは他の地域で自然災害が生じた場合に有益な資料とはなり難い状況にある。これらの記録を活用するには、現象の推移と対策の変遷を時系列的に、また空間的に整理し、どのような現象がどのように認識されたかを明らかにしておく必要がある。

本稿では、石原（2006a）で火山ガス対策の変遷を明らかにしたのと同様の問題意識をもって、今回の三宅島火山災害のもう一つの特徴である泥流災害に関して、泥流による被害状況とそれに対する復旧事業や対策事業の展開過程を整理し、模式化を行う。これを通して、火山ガスの放出が継続する地域での泥流災害と復旧事業や対策事業の進展との関係を明らかにし、防災関係機関がどのように環境の変化を認識し、それに基づいてどういった対策を行ったかについて一般化を試みたい。そのためには、復旧事業や対策事業の実施箇所について約5年半の時間軸で空間的に捉えることが必要であり、事実の記載の積み重ねを行う¹⁾。この模式化は、今後他の火山地域において、火山ガスの放出が継続する類似の火山ガス災害と泥流災害が発生した際の防災対策の検討にも資するであろう。

II. 火山灰の降灰と泥流の発生に伴う被害状況

1) 火山灰の降灰と泥流の発生

2000年6月に始まった三宅島の火山活動では、

同年9月2日～4日までの三宅島島民の全島避難に至るまでの間、合計7回の噴火が発生している。このうち8月18日の噴火が最大規模のものであり、噴煙高度は約15,000mに達し、全島に火山灰が降下し、多くの噴石が降っている。火口付近では2mを超す火山灰の堆積が認められており、全島に大量の火山灰が堆積している（中田ほか, 2001）。東京大学地震研究所（2001）による主要な噴火イベントにおける噴出量の調査結果によれば、8月18日の噴火により約980万m³の火山灰が噴出し、7回の噴火で噴出した火山灰等の噴出物を合計すると約2,200万m³に達するものと推計されている。三宅島の雄山山頂から麓にかけ火山灰が大量に堆積したことにより、火口付近から全方位に向け泥流が発生している。これは、火山灰により山腹斜面が覆われることによって浸透能が低下して表面流が発生しやすくなったため（水山, 1997）と考えられる。

山越ほか（2003）は、雄山の環状林道より上部の斜面には多くのガリーが形成され、雄山の環状林道より上部の斜面に対するガリーの面積率が約10%にまで達したと報告している。また、阿部ほか（2002）は、裸地化した地域や降灰そのものが樹木に大量に付着して樹木が枯損した地域では、面状侵食も認められたことを報告している。

東京都建設局・東京都三宅支庁（2006）が調査した雨量と泥流の発生との関係をまとめたものが表1である。最初に降灰による泥流が発生したのは2000年7月26日からである。これは7月8日および7月14日～15日に噴火が生じ、大量の火山灰が島の北東部にもたらされたためである。その後、8月18日の最大噴火で全島に降灰がおよび、いたるところで泥流が発生するようになった。特に、2000年9月5日の日雨量116mmの大雨によって泥流が発生した。その後も連続降雨の場合や日雨量あるいは時間雨量が多い場合に泥流が発生している。泥流の発生は、2001年になってからも続き、1月26日の日雨量117mmの大雨によって広範囲にわたって泥流が発生した。その後、同年5月23日と8月22日、

表 1 雨量と泥流の発生および被害箇所.

Table 1 Precipitation, mudflows, and points damaged.

年	月	日	原因	雨量	事象	被害箇所	具体的な箇所
2000	6	26	強震		地震		
		7	台風	180 mm/日	降雨	都道	(伊ヶ谷港線 降雨による法面崩壊) ※
		8	噴火		降灰		
		14 ~ 15	噴火		降灰		
	26	26	大雨	20.5 mm/時	降雨	都道	立根
		26 ~ 27	連続降雨	81 mm/連続雨量	泥流	沢	川田沢, 釜の尻沢, 椎取, 地獄沢, 三七沢, 仏沢, とんび沢, 金曾沢
		30	震度 6 弱		地震	都道	(立根, 長根, 伊ヶ谷港線, 富士見橋 地震による法面崩壊) ※
		8	噴火		降灰		
	12	12	局地的降雨	2 mm/連続雨量	泥流	沢	地獄谷, 三七沢, 仏沢, 大沢
		12 ~ 14	連続降雨	26 mm/連続雨量	泥流	沢	地獄谷, 三七沢, 仏沢, とんび沢
		13	噴火		降灰		
		14	噴火		降灰		
	18	18	噴火		降灰		
		18	噴火		降灰		
		29	噴火		降灰		
	9	5	大雨	116 mm/日	泥流	都道	三七沢, 仏沢, 芦沢, 空栗橋, 伊ヶ谷港線
		5 ~ 13	連続降雨	224 mm/連続雨量	泥流	沢	地獄谷, 三七沢, 御嶽神社, 立根沢, 角屋敷沢, スミズリ, 空栗沢, 平山沢
		16	大雨	28 mm/日	泥流	都道	立根
		22 ~ 25	連続降雨	133 mm/連続雨量	泥流	沢	神着地区, 地獄谷, 三七沢, 大沢, 立根沢, 角屋敷沢, スミズリ, 空栗沢, 平山沢
2001	10	23	大雨	24 mm/時	泥流	都道	立根
		1 ~ 4	連続降雨	35 mm/連続雨量	泥流	沢	伊豆地区, 椎取神社, 築穴沢, 立根沢, 角屋敷沢, スミズリ
		8 ~ 10	連続降雨	39 mm/連続雨量	泥流	沢	立根沢, 角屋敷沢
		20 ~ 21	連続降雨	60 mm/連続雨量	泥流	沢	伊豆地区, 椎取神社, 築穴沢, 立根沢, 角屋敷沢, スミズリ
	22 ~ 25	22 ~ 25	連続降雨	54 mm/連続雨量	泥流	沢	伊豆地区, 椎取神社, 立根沢, スミズリ
		23	大雨	43 mm/時	泥流	都道	立根
	11	1	大雨	27 mm/時	泥流		
		21	大雨	117 mm/日	泥流		
		8	大雨	41 mm/日	泥流		
		26	大雨	117 mm/日	泥流	都道	焼場, 赤場焼, 大沢, 厚木平, 釜方, 古澤, 立根, スミズリ, 平山橋
	5	23	大雨	83 mm/日	泥流	沢	三池沢, 金曾沢, 鉄砲・夕景沢
		8	台風	76 mm/日	泥流	沢	鉄砲・夕景沢
	2002	8	台風	257 mm/日	泥流		
		19	台風		泥流		

※参考までに泥流以外の被害も記載した.

東京都建設局・東京都三宅支庁 (2006), 東京大学地震研究所 (2001) および気象庁三宅島測候所 (2008) により作成.

※ Damage except mudflow is also listed for reference.

After Bureau of Construction, Tokyo Metropolitan Government & Miyake Island Branch Office, Tokyo Metropolitan Government (2006), Earthquake Research Institute, University of Tokyo (2001), and Miyake Island Meteorological Observatory, Japan Meteorological Agency (2008).

2002年8月19日に泥流の発生が確認されているが、それ以降は2001年1月までにみられたような大規模な泥流の発生は記録されていない。

2) 泥流による被害状況

島民の避難後、東京都現地災害対策本部および防災関係機関は、2000年9月4日からは東海汽船より借り上げた大型客船「かとれあ丸」に移設された。さらに、2000年10月7日からは三宅島の西北西約30kmにある神津島(図1)の村営ロッジ内に現地災害対策本部および防災関係機関は移設された。現地災害対策本部および防災関係機関によって、三宅島火山活動の常時観測と主要施設や通信施設等の荒廃を抑えるための島内作業が実施されるとともに泥流等による被害状況の把握が行われた。

現地災害対策本部により2000年10月28日(植生等については7月30日から10月12日の間)に目視により実施された調査(東京都災害対策本部, 2000a)によれば、林道雄山環状線から上部におけるヤシャブシなどの天然林は降灰によりすべて倒れ壊滅的状态になっていること、林道雄山環状線周辺にあるスギなどの人工林の大半は降灰により幹の先端や中程で折れ倒伏していること、これらより低地にある針葉樹では火山ガスにより葉が赤色から茶褐色に変色していることが報告されている。また、林道雄山環状線では沢ごとに泥流が発生し、泥流は沢の河床を基盤岩に達するまで掘り下げているため、林道の損傷が激しくなっていることも報告されている。

つぎに、現地災害対策本部により2000年11月5日に都道から目視で観察された調査結果(東京都災害対策本部, 2000b)によれば、三宅島東部にある仏沢(図3の①)、三七沢(図3の②)、北東部にある地獄谷(図3の③)、椎取神社付近(図3の④)、釜の尻沢(図3の⑤)、北部にある坊田沢(図3の⑥)、北西部にある伊ヶ谷沢(図3の⑦)、西部にある空栗沢(図3の⑧)で泥流が発生し、島内を一周している都道あるいは村道に被害を及ぼしていると報告されている。また、釜の尻沢、坊田沢、伊ヶ谷沢においては、泥流が家屋にまで流入していたとも報告されている。こ

のように泥流は火口付近から全方位に向け発生し、道路や家屋に被害を及ぼしている。

さらに、現地災害対策本部により2000年10月16日～18日および11月6日に行われた調査結果(東京都災害対策本部, 2000c)によれば、泥流の流入により、三宅島北部にある湯の浜漁港で泊地内の一部で水深が若干浅くなっていること、三宅島北西部にある伊ヶ谷漁港では船揚場施設の約3分の1と物揚場の一部が使用不可能となっていることが報告されている(図4)。なお、その他の場所にある施設は、一部で地盤沈下による被害があったものの、泥流による被害は特にみられていない。また、三宅島南東部にある三宅島空港(図4)では、泥流の侵入とそれによる約50mに及ぶフェンスの倒壊が発生していたが、滑走路、エプロンなどの施設は使用可能な状態であったと報告されている。

このほか、2000年三宅島火山災害においては、降灰や泥流による被害とともに、2000年の噴火の際に伴う地震や、5年半にわたる全島避難中における火山ガスによる腐食などの被害も出ている。しかし、本稿では、今回の三宅島火山災害の特徴である泥流被害に対する復旧事業の進展を記載することから、①泥流による被害を受けた道路の復旧、②島外との交通確保のための港湾施設の復旧、③災害復旧に従事する防災関係者が生活上不可欠な水道施設の復旧、④泥流による被害を防止するための砂防施設の整備、⑤山腹の斜面を安定化させるための治山施設の整備、以上について着目する²⁾。

III. 災害対策本部による復旧事業における優先順位的意思決定

1) 災害応急対策を行う上での制約

前章でふれたとおり2000年9月4日以降、東京都現地災害対策本部をはじめとする防災関係機関は、大量に放出される火山ガスと泥流の度重なる発生の影響から、三宅島の島外に拠点を移したため、島内で活動できる人員に大きな制約を受けていた。また島内では、防災関係者が復旧作業等に従事するにあたっての安全対策の観点から、降

Fig. 3 Measures enforcement points for flow outbreaks.
 After Anti-disaster Headquarters of Tokyo Metropolitan Government (2000e).

雨に伴う泥流の発生による被害や火山ガスの放出による被害を防止するため行動が制約されていた。

気象庁の大雨注意報・警報の基準の変遷を表2に示した。2000年火山災害が発生するまでの大雨注意報・警報の基準は、1時間雨量で30mm・50mm、24時間雨量で150mm・300mmとしていた。同年7月に2回の降灰があり、その後7月26日～27日に81mmに及ぶ連続降雨があったことから三宅島の東半分で泥流が発生した。こ

のことから、7月27日から暫定運用として大雨注意報・警報の基準は、1時間雨量で20mm・30mm、24時間雨量で50mm・80mmとされた。さらに同年8月に入ってから降雨に伴い泥流が発生したため、同年9月1日に、気象庁は8月までの泥流の発生状況を参考にして、大雨注意報・警報の基準を1時間雨量で5mm・10mm、24時間雨量で10mm・30mmに変更するとともに、新たに島内作業基準が設けられた。

また、2000年12月8日に、政府非常災害対

表 2 大雨注意報・警報の基準値の変遷.

Table 2 Changes to standard value of heavy rain warning.

従前基準					
	1 時間雨量	3 時間雨量	24 時間雨量		
大雨注意報	30 mm	60 mm	150 mm		
大雨警報	50 mm	100 mm	300 mm		
	総雨量 150 mm				
2000 年 7 月 27 日（暫定運用）					
	1 時間雨量	3 時間雨量	24 時間雨量		
大雨注意報	20 mm	30 mm	50 mm		
大雨警報	30 mm	50 mm	80 mm		
2000 年 9 月 1 日（2000 年 8 月までに発生した泥流のデータを用いて）					
	1 時間雨量	3 時間雨量	24 時間雨量	島内作業基準	
大雨注意報	5 mm	－	10 mm	沢筋作業中止	
大雨警報	10 mm	－	30 mm	泥流氾濫区域避難	
2001 年 5 月 4 日（夜間滞在施設の試行に伴い改訂）					
	1 時間雨量	3 時間雨量	24 時間雨量	島内作業基準	
大雨注意報	30 mm	60 mm	150 mm	沢筋作業中止	
大雨警報	50 mm	100 mm	300 mm	泥流氾濫区域避難	
	総雨量 150 mm				
2003 年 4 月 4 日（住民の一時帰島の実施に伴い改訂）					
	1 時間雨量	3 時間雨量	24 時間雨量	島内作業基準	住民
大雨注意報	10 mm	25 mm	75 mm	沢筋作業中止	避難喚起
大雨警報	25 mm	50 mm	150 mm	泥流氾濫区域避難	避難実施
大雨臨時情報	50 mm	100 mm	300 mm	全島作業中止	
2005 年 2 月 1 日（避難指示の解除（帰島）に伴い改訂）					
	1 時間雨量	3 時間雨量	24 時間雨量	島内作業基準	住民
大雨注意報	20 mm	35 mm	100 mm	沢筋作業中止	避難喚起
大雨警報	30 mm	60 mm	200 mm	泥流氾濫区域避難	避難実施
大雨臨時情報	50 mm	100 mm	300 mm	全島作業中止	

気象庁 (2006) および東京都建設局・東京都三宅支庁 (2006) により作成.

After Japan Meteorological Agency (2006) and Bureau of Construction, Tokyo Metropolitan Government & Miyake Island Branch Office, Tokyo Metropolitan Government (2006).

部をはじめとする防災関係機関は、2000 年 11 月における被害状況の公表以降も被害状況の把握に努め、災害応急対策の方針について検討を行っ

ている。東京都災害対策本部は、2000 年 12 月 14 日に、「三宅島・道路の復旧及び泥流対策等について」を決定している (東京都災害対策本部、

2000e)。この決定の概要を以下に示す。

まず、道路の復旧対策をみよう。この時点での道路の被害箇所は都道 16 か所、林道 9 か所、村道 10 か所³⁾が確認されていた。被害状況は、道路の破損、土砂堆積、路面の凹凸など、多岐にわたっている。道路の復旧計画の概要(図 4)は以下の 3 点について、いずれも段階的に実施することが示されている。すなわち、①火山活動観測体制を強化する目的で、山腹の観測機器設置箇所までの通行を確保するため、林道雄山環状線の一部を含む林道・村道の応急復旧を 6 路線で実施し、2000 年 12 月までに完了する、②都道の復旧については復旧作業が可能となりしだい、まず緊急用・工事用道路として最低限 1 車線を確保するための仮復旧工事を行い、つぎに普通車両が通行できて本格的工事用車両の通行にも利用できる 2 車線道路を確保するための応急復旧工事を行う、③林道・村道の復旧については復旧計画を策定する。

つぎに、泥流対策についてみると、被害状況としては、泥流により被害が発生した沢は 27 沢であることが確認され(図 3)、このうち 8 沢(三宅島の東部にあるとんび沢(図 3 の A)、三池地区の沢(図 3 の B)、御子敷付近の沢(図 3 の C)、三七沢(図 3 の D)、北東部にある釜の尻沢(図 3 の E)、北部にある川田沢(図 3 の F)、坊田沢(図 3 の G)、北西部にある伊ヶ谷沢(図 3 の H))で家屋被害があったことが確認されている。

対策の概要としては、復旧作業が可能になりしだい、緊急対策を実施することとされている。砂防事業については、緊急対策として、下流に集落があり、大きな被害が予想される沢である 16 沢(伊豆川、坊田沢、西川、川田沢、釜の尻沢、三七沢、仏沢、御子敷付近、大沢、三池地区の沢、とんび沢、道の沢、タデノ沢、榎木沢、榎木沢北支川、伊ヶ谷沢)において、砂防ダムや流路工の整備を行うとともに、泥流センサーを整備することとされている。また、本格的対策としては、新たに被災した沢を含めた 27 沢(上記 16 沢に、姉川、ようが沢、間川、椎取神社付近、地

獄谷、金曾沢、築穴沢、芦穴沢、立根、角屋敷、空栗沢を加えたもの)を対象に、5 か年で砂防ダム約 50 基を設置するほかに、流路工や泥流センサーの整備を行うこととされている。そのため、2001 年度から火山砂防激甚災害対策特別緊急事業としてこれらの整備が実施できるよう国に申請がなされている。

また、治山事業については、緊急対策として、下流に集落があり、大きな被害が予想される沢である 12 沢(間川、川田沢、釜の尻沢、椎取神社付近、地獄谷、三七沢、仏沢、御子敷付近、大沢、三池地区の沢、とんび沢、金曾沢)について、災害関連緊急治山事業として治山ダム 40 基の整備を実施することとされている。また、本格的対策としては、新たに被災した沢を含めた 14 沢(伊豆川、坊田沢、西川、築穴沢、道の沢、芦穴沢、立根、角屋敷、タデノ沢、榎木沢、空栗沢、伊ヶ谷沢、平山沢、倉沢)で、治山ダム約 100 基の整備をするほかに土留工や緑化工を行うこととされている。これらの整備については、砂防事業と同様に、2001 年度から火山治山激甚災害対策特別緊急事業として実施できるよう国に申請されている。

これらのことから、島民の全島避難から 3 か月半程度の時点で、防災関係機関は泥流の発生や道路の被害状況を把握し、復旧の優先順位をおおむね決定していることがうかがえる。すなわち、島内一周道路の復旧と泥流による被害軽減のための対策が最も重要であることを認識していたものと考えられる。この決定の時点では、神津島に東京都現地対策本部が移設されており、三宅島に渡島して作業にあたることができる人員数は制約された状況になっていたため、この決定で作業の優先順位を明確にすることが必要であったと考えられる。

3) 三宅島泥流対策・インフラ復旧プロジェクトチームの設置

2000 年 12 月 14 日に決定された「三宅島・道路の復旧及び泥流対策等について」では、この決定以後の対策の検討体制として、関係機関で構成する三宅島泥流対策・インフラ復旧プロジェクト

チーム⁴⁾を設置することとされている。同チームでは、三宅島の泥流対策およびインフラ復旧に関して、各所管事業の内容、スケジュール等を調整し、復旧から復興へ向けての道筋を明らかにし、また、節目ごとの状況を公表するなど、島民の生活再建に資するため、検討を進めることとされている。2001年2月23日に、同チームでの検討結果をふまえて、東京都災害対策本部(2001a)は、「三宅島のインフラ復旧及び泥流対策等について」を決定している。この決定では、火山活動観測体制の強化を図るとともに、2000年12月14日に決定した「三宅島・道路の復旧及び泥流対策等について」をふまえ、港湾施設や水道施設のインフラストラクチャーの復旧について新たに方針が示されているので、以下にその要点を示す。なお、この決定において村道の復旧箇所が2か所追加された。

港湾関係では(図4)、現況として三池港と阿古漁港で資材運搬の貨物船等の一部暫定使用開始に向けて航路・泊地の浚渫が実施されていること、坪田漁港と湯の浜漁港で仮設係留施設を設置することで一部暫定使用が開始されていること、ヘリポートについては三宅島空港に加え三宅中学校と阿古地区の仮設ヘリポート計3か所を確保済みであることが記されている。また、三宅島空港については、滑走路の泥流除去等により、施設を使用可能にすることが示されている。

さらに、水道関係については(図4)、金層第2水源での泥土が除去され、金層第1水源ポンプおよび南風平第1水源ポンプの取替がなされ、送水管の復旧が6か所で実施されていることや、三宅村役場や三宅支庁等活動拠点へ水の供給が行われ、生活用水が確保されていることが記されている。また、生コンプラントなどの工事用資材供給施設への給水の準備が進められていることが示されている。

なお、この決定では、本格的なインフラ復旧および泥流対策などについては、三宅島で夜間滞在しての常駐作業が可能となりしだい、応急復旧および本格復旧を段階的に実施していくこととされている。そのため、専門家などを中心に、三宅島

の夜間滞在を実施するための観測、安全確認、復旧のための技術的調査なども行うこととされている。

このように2000年8月の大規模な降灰とそれに伴う全島で生じた泥流被害の発生に対して、東京都災害対策本部は半年後の2001年2月に応急復旧と本格復旧の方針を定めている。すなわち、特に早急に実施する必要がある事業として、すべての復旧事業を実施する上での骨格的な施設である都道の復旧、復旧工事および関係者滞在のための水道・電気・通信などのライフラインの確保、泥流の発生を抑止するための泥流防御施設の整備、火山観測機器の保守点検のために必要な林道の復旧、物資搬入用港湾の復旧などが位置づけられた。これら以外は、上記とともに早急に実施する必要のある事業あるいは帰島の見通しがたった後に実施する事業として位置づけられた。東京都災害対策本部が発災から約半年の期間でこの方針を定めたことは、火山ガスの発生により、島内での応急復旧や被害調査などの活動に制約を受けながらも、迅速にかつ的確に対応したことを示すものと考えられる。

4) 三宅島災害対策技術会議の設置

2001年4月17日に、東京都災害対策本部(2001b)は、翌18日に都道の通行を島内全周にわたって確保することを発表している。この発表は、三宅島を一周する都道212号線のうち、2000年9月下旬以降通行不能となっていた島南部の立根地区(図4)での仮橋設置工事が2001年4月18日に完了したことによるものである。このことにより立根地区での通行が可能になったことで、島内全周にわたり緊急時などでの通行が可能となり、災害応急対策を終えたと捉えることができる。

また、同日4月17日に、東京都災害対策本部(2001c)は、三宅島災害対策技術会議の設置を決定している。三宅島における災害復旧活動については、前節に示したとおり、それまでは東京都災害対策本部の下に設置した三宅島泥流対策・インフラ復旧プロジェクトチームにおいて、各事業間の協議・調整が行われてきた。しかし、本格的

な復旧に向けた新たな展開が必要とされたことから、三宅島災害対策技術会議を編成し、ここで技術上の検討や連絡調整を行うこととされたものである。同会議の目的は、それまでの応急的な対策等に加え、本格的な復旧に向けた総合的な検討や復旧作業の効率に大きく影響する夜間常駐化の動きなど現地の作業環境との調整を十分図りながら進行管理等を行っていくこととし⁵⁾、第1回会議(2001年5月7日)以降、2006年3月まで毎年2回～4回の頻度で会議が開催されている。

東京都災害対策本部の下に設置されていた三宅島泥流対策・インフラ復旧プロジェクトチームは、建設局河川部が中心的主幹となり道路や港湾等のインフラ施設を所管する機関で構成して検討が進められてきた。一方、三宅島災害対策技術会議も東京都災害対策本部の下に設置されたが、同会議は総務局総合防災部が中心的主幹となり、財務局・環境局・衛生局(現在、福祉保健局)・教育庁といったインフラ施設を所管する以外の部局が参画した点で三宅島泥流対策・インフラ復旧プロジェクトチームとは異なっている。このことは、災害応急対策を終え、以降の本格的な復旧事業を進める上で、よりいっそうの東京都庁での全体的な調整が必要であり、そのためには総務局総合防災部が組織横断的な調整を図る上で中心的主幹となった方が的確に事業を進めやすいと判断されたためと考えられる。

IV. 復旧事業の展開過程

ここで、2000年9月の島民の全島避難から、2005年2月の島民の帰島を経て2006年3月までの5年半にわたる期間を、3つの期間に分けて復旧事業や泥流対策事業がどのように展開したか、その過程をみよう。

1) 第1期 都道およびその近辺を中心とした復旧(2001年4月から2002年3月まで)

2002年3月までの復旧事業の進捗状況を図5に示した。都道については、16か所の被災箇所のうち6か所で復旧工事が完了している。また、村道についても7か所で復旧工事が完了している。都道や村道の復旧によって通行が可能になっ

た箇所での水道施設の復旧も進められている。

砂防施設については、都道から通行が可能な位置の15か所で整備が進められている。また、2001年に火山砂防基本計画が策定され、この計画の中で2001年から5か年で整備する緊急対策の対象溪流として図3に示す41沢が位置づけられるとともに、恒久対策の必要な沢として227沢が上げられている(東京都建設局・東京都三宅支庁、2006)。

一方、治山事業については、緑化による土砂流出抑制を目的に、山腹に設置されていた村営牧場付近において、牧草の種子の空中散布による緑化工が2001年6月に試行された。しかし、牧草は発芽したものの、火山ガスの影響によりわずかの期間で枯死してしまうという結果であったため、それ以降は牧草の種子の空中散布による緑化工は行われていない。

ここで復旧事業が進捗した背景をみよう。2000年9月から2001年5月までの間、東京都災害対策本部は火山ガスを回避するため現地災害対策本部を洋上や神津島に設けてきた。しかし、作業効率の向上を図る上で三宅島において滞することが不可避となり、東京都災害対策本部は夜間に火山ガスによる被災を避けるため脱硫装置の付いた施設(以下、クリーンハウスという)の整備を試みている。2001年5月に、三宅支庁庁舎にクリーンハウスが整備され、三宅島島内における夜間滞在の試行が開始され、火山ガス放出下においても夜間滞在することが可能であることが実証された。

この結果を受けて、2001年6月29日に、政府非常災害対策本部および東京都災害対策本部は、同年7月9日を目途に一般の工事関係者も含めた本格的な夜間滞を開始する旨の「三宅島島内における作業等の今後の進め方について」を公表している(東京都災害対策本部、2001d)。これには、当面は150人規模で夜間滞を実施し、最終的には同年8月中を目途に300人規模の夜間滞を行い、泥流対策等を効率のかつ集中的に行うとの予定が示され、クリーンハウスの整備が進められた。クリーンハウスの整備に伴う定員の

図 5 2001 年 4 月から 2002 年 3 月までの対策完了箇所（第 1 期）。
東京都災害対策本部（2002）により作成。

Fig. 5 Points for which measures were completed from April 2001 to March 2002.
After Anti-disaster Headquarters of Tokyo Metropolitan Government (2002).

推移については図 2 に示したとおりである。2002 年 1 月までの間に、まず三宅村、三宅島警察署、東京電力大久保発電所などの防災関係機関で脱硫装置が整備され、その後は東京都の勤労福祉会館および船客待合所や三宅村のふるさと館などの公共施設に脱硫装置を整備する方法で、道路、砂防、港湾などの復旧事業に従事する作業員向けクリーンハウスが整備され、以降復旧事業が進捗した。

つぎに、この期間における復旧事業への泥流に関連する制約をみると、三宅支庁庁舎へのクリーンハウスの整備による夜間滞在の試行に伴い、2001 年 5 月 4 日に気象庁は表 2 に示すように大雨注意報・警報の基準を改訂し、従前基準に戻っている。また、復旧事業に従事する作業員の泥流に対する安全確保を図るため、2001 年 8 月に東京都災害対策本部は「三宅島作業員用泥流防災

マップ」(東京都災害対策本部, 2001e) を作成し、三宅島工事施工のための作業方針と留意事項を付して工事請負会社等に配布し、復旧事業における安全確保に努めている。

2) 第 2 期 都道の完全復旧と泥流対策の推進 (2002 年 4 月から 2004 年 3 月まで)

2002 年 4 月から 2004 年 3 月までの復旧事業の進捗状況を図 6 に示した。工事関係者向けのクリーンハウスが 2001 年 11 月までに整備されたことから、工事に従事できる人員が大幅に増大し、道路復旧や砂防施設の整備工事は順調に進められて、都道の復旧は 2004 年 3 月までにすべて完了した。また、工事現場へのアクセスが向上したことから、砂防施設の整備も多くなされるようになった。2002 年 7 月には、治山や林道関係の工事関係者用クリーンハウスの整備が進んだことと、環状林道へのアクセスのための林道が一部復

図 6 2002 年 4 月から 2004 年 3 月までの対策完了箇所 (第 2 期).
東京都災害対策本部 (2002, 2004) により作成.

Fig. 6 Points for which measures were completed from April 2002 to March 2004.
After Anti-disaster Headquarters of Tokyo Metropolitan Government (2002, 2004).

旧したことにより、治山施設の整備もはじめられた。さらに、2003 年 3 月に公表された「三宅島火山ガスに関する検討会報告書」(三宅島火山ガスに関する検討会, 2003) により火山ガスの特性が把握されたことによって、2003 年 12 月から 2004 年 1 月にかけて旅館・民宿を活用した工事関係者用クリーンハウスが開設され、夜間滞在可能人員数が増加している。この期間は都道周辺だけでなく都道よりも標高の高い位置での復旧事業が進んだ時期であるといえよう。

ライフラインを確保するための道路の復旧事業、泥流対策としての砂防事業などが急速に進められたことで、2003 年夏の時点では、2004 年 3 月までに基幹インフラである島内一周道路の修復を完了させ、泥流対策のための砂防ダムを計画基数の約 60% が整備される予定となっていた。砂防ダムなどの整備が進められ、溪間工による対策

も効果を上げてきたと考えられていた一方で、火山ガスの影響で牧草の種子の空中散布による緑化工が不可能であること、災害地へのアクセスが困難なこと、クリーンハウスの整備が 2002 年 7 月までかかったことなどから、森林の回復は遅れているものと認識されていた。このため、2003 年 8 月に三宅島災害対策技術会議のもとに緑化関係調整部会が設置され、森林を回復させるための「三宅島緑化ガイドライン」策定の検討が開始された⁶⁾。

なお、この期間における復旧事業への泥流に関連する制約をみると、2003 年 4 月からの住民の一時帰島の実施に伴い、2003 年 4 月 4 日に気象庁は表 2 に示すように大雨注意報・警報の基準を改訂し、厳しいものとしている。これは、復旧事業に従事する作業員だけの安全確保を考慮したものから、一般住民が一時帰島した際の安全確保

図 7 2004 年 4 月から 2006 年 3 月までの対策完了箇所（第 3 期）。
東京都災害対策本部（2004）および東京都総合防災部（2007）により作成。

Fig. 7 Points for which measures were completed from April 2004 to March 2006.
After Anti-disaster Headquarters of Tokyo Metropolitan Government (2004) and Disaster Prevention Division, Tokyo Metropolitan Government (2007).

を考慮したものとするためにとられた措置である。また、これにあわせて、東京都災害対策本部は住民向けの「三宅島泥流防災マップ」（東京都災害対策本部，2003）を作成し、一時帰島した住民に配布することで、当該住民への危険区域の周知や泥流現象に関する普及啓発を図っている。

3) 第 3 期 山腹での復旧事業の展開

（2004 年 4 月から 2006 年 3 月まで）

さらに 2004 年 4 月から 2006 年 3 月までの期間の復旧事業の進捗状況を図 7 に示した。すでに都道の復旧は完了しており、都道よりも標高の高い位置での砂防施設の整備や林道の復旧も進み、山腹地域へのアクセスが可能になった箇所での治山ダムの整備などが中心になってきている。

また、2004 年 7 月に三宅村が、2005 年 2 月に島民が帰島する旨の帰島方針を発表した。この

ことを受け、東京都は直ちに三宅島帰島支援対策本部を設置し（東京都総務局，2004），2004 年 9 月に三宅島帰島支援緊急事業が実施されることになった。この事業の中には、火山灰や火山ガスにより立ち枯れた枯損木の撤去を行う対策も含まれていた。帰島した島民が安心して島内での行動ができるようにするため、治山事業だけでなく砂防事業や道路事業などが一体となって事業が進められている。

さらに、2005 年 2 月の島民の帰島にあわせ、三宅村は火山ガスに対する安全確保に関する条例を施行している。この条例では、三宅島の一部の区域において居住を制限する規定を設けたが、それ以外の区域ではクリーンハウス以外での夜間滞在を可能としたものである。このことで、島民の全島避難中には、島内に夜間滞在できる復旧事業

に従事する人員数はクリーンハウスの定員内であったが、帰島の実現以降は、この制約がなくなっている。また、この期間における復旧事業への泥流に関連する制約をみると、火山ガスへの対策と同様に、2005年2月の帰島の実現に伴い、2005年2月1日に気象庁は表2に示すように大雨注意報・警報の基準を改訂している。発災以降の2000年7月から8月までの期間の暫定運用と同等の水準まで戻っている。また、東京都災害対策本部は2003年に住民向けに作成した「三宅島泥流防災マップ」を改訂し、三宅村は2005年5月に改訂版である「三宅島泥流防災マップ」(三宅村, 2005)を住民に配布した。

このように、東京都災害対策本部は、島民が帰島するまでの間、クリーンハウスの整備や旅館・民宿の活用を進めることによって、離島における火山ガスの発生という制約を克服しながら、2001年2月に定めた本格復旧の方針に基づき、復旧事業を的確に進め、泥流に対する安全性を高めてきたと考えられる。

なお、火山砂防激甚災害対策特別緊急事業および火山治山激甚災害対策特別緊急事業は、当初から予定されていた5か年にわたる対策事業を2006年3月に終えている。前者により、計画基数どおりに砂防ダムが整備された。また、2004年に火山砂防基本計画が見直され、2001年から5か年で整備する緊急対策の対象溪流である41沢(図3)は計画どおり実施するものとされたが、恒久対策の必要な沢は227沢から100沢に変更され、当面は緊急対策の対象溪流である41沢を対象とするとしている(東京都建設局・東京都三宅支庁, 2006)。これは、計画対象土砂量と計画対象流木量の見直し結果をふまえた施設の基数・規模の見直し結果によるものであり、2006年度からは通常砂防事業だけが実施されている。一方、火山治山激甚災害対策特別緊急事業は、2006年度からさらに2か年を要することとなり、引き続き治山ダムの整備が進められている。

V. 復旧事業実施箇所の地形的位置の変遷

これまで三宅島における2006年3月までの火

山泥流災害に関する災害応急対策および災害復旧の経過を述べてきた。火山泥流災害にかかわる復旧事業の展開過程は、IV章で示したように3つの時期に区分され、各時期における対策の実施箇所はそれぞれ次のようにまとめられる。

第1期(2001年4月～2002年3月)では、移動経路の確保、水道施設の復旧、ガス観測施設の敷設などのため、道路の復旧が最も重視されていた(図5)。また、泥流によるさらなる被害を軽減するため、砂防施設の整備が優先されていた。このため、復旧事業は海岸に沿って島を一周する都道周辺での復旧を中心としていた。これらのことは、山頂から島の全方位に泥流が発生し、島内を一周している都道の16か所が寸断されており、この機能回復が何よりも優先されたからである。ことに、火山ガスの放出が続く中、クリーンハウスが整備されるまでの間は、洋上や神津島に現地災害対策本部を設置せざるを得ず、三宅島での島内作業に従事する人員数が制約されたことから、復旧事業の対象に関する優先順位が明確になされた結果といえよう。

第2期(2002年4月～2004年3月)では、都道の復旧が完了し、砂防施設の整備が多くなれるようになった(図6)。また、気象観測機器を設置するために雄山中腹にある環状林道への通行が確保され、この林道の復旧に伴って治山施設の整備がはじめられた。この期間は、都道周辺だけでなく都道よりも山側での復旧事業が進み始めた時期といえよう。これは、夜間滞在できる復旧事業に携わる人員が大幅に増加したことや都道が復旧したことで被災箇所への移動が格段に容易になったこと等が要因であると考えられる。

第3期(2004年4月～2006年3月)をみると、すでに都道の復旧は済んでおり、復旧事業は都道よりさらに標高の高い位置において、砂防施設の整備や治山施設の整備などが主に行われてきた(図7)。この時期は、火山ガスの放出量が低下してきたとともに、2005年2月の島民の帰島にあわせて、三宅村が条例を制定することによって火山ガスに対する安全確保対策が確立されたことで、夜間滞在における人員の制約がなくなり、復

図 8 対策箇所 の 地形 的 位置 に 関 する 時 間 的 変 化 の 模 式 図。

Fig. 8 Diagram of topographic locations changed by measures enforced.

旧事業が進捗した。

前述のそれぞれの期間における復旧事業の実施状況をもとに復旧事業の展開過程を模式的に示したのが図8である。道路の復旧，砂防施設の整備，治山施設の整備など，各事業の実施をみると，時期ごとに優先される事業が異なっており，復旧事業の実施箇所が空間的にも変化していることが確認される。

一般的に火山泥流対策の全体計画を策定するための作業フローとして，まずは主な土砂生産源に対する泥流発達防止ダムの整備が検討され，つぎに住宅や公共施設などの保全対象域を考慮した流路や砂防ダムの整備が検討される（水山，1997）。しかしながら，三宅島では火山ガスの放出が続いたため，被災箇所立ち入りの制約や復旧工事箇所にかかわる人員上の制約があり，保全対象として優先順位が高い都道の復旧事業や都道や集落を保全するための砂防施設が整備された。このため標高の低い位置にある都道やその周辺の集落から各

種対策が進められ，その後に標高の高い位置にある泥流発生箇所の対策を行わざるを得ないという判断，すなわち泥流対策の展開戦略が行政機関によって決定され，その順序に従い諸対策が講じられてきたものと考えられる。この判断は，火山ガスの放出が継続するという予測が十分できていない災害発生から約半年後という比較的早い時期になされている。高濃度の火山ガスが放出され，現地災害対策本部を洋上の船舶あるいは神津島に置かざるを得なかった制約の大きい時期にもかかわらず，被災状況が早期に把握されたことで，長期間にわたる泥流対策を的確に進めるための戦略が構築されたものと考えられる。

また，施設の復旧や砂防ダムや治山ダムの整備といった施設面での復旧事業が実施されてきた間に，火山ガスの観測に基づく火山ガスの拡散する方位の特性等の把握がなされるとともに，復旧事業の進捗状況にあわせた大雨注意報・警報の基準の見直し，泥流センサーの設置や泥流防災マップ

の作成・改訂といったソフト面での泥流対策も進められてきた。帰島に際して、三宅村が住民に対して火山ガスに関する防災のしおりを配布しただけでなく、地区別の詳細な情報を盛り込んだ「三宅島泥流防災マップ」を提供したことは重要なことであると考ええる。

さらに、泥流の発生による公共施設や集落への被害が減少し、砂防ダムの整備が進展してからは、山麓に広がる枯損木が流木となることへの対策に重点が移行し、面的な対策として緑化による森林の回復の必要性が検討されてきた。砂防ダムの整備に係る全体計画が見直されるとともに、火山ガスの放出が継続する中での森林復旧のあり方が議論されたことは、砂防事業と治山事業とが連携して行われた結果と言える。

本研究で得られた知見は、今後、離島において各種復旧工事遂行の障害となる火山ガスの放出という条件下で火山災害による泥流被害が発生した際に、復旧事業を行う上での参考になるものと考ええる。これにとどまらず、本研究で用いた、行政機関が実施した災害対策を時系列にまた空間的に把握するという方法は、行政機関が初めて直面した自然災害現象をどのように認識し、その環境の変化の認識に基づいてどのような対応行動をとったかという過程を明らかにする上で、有効な方法となるものと思われる。

謝 辞

本稿で記した対策の実務は、東京都現地災害対策本部をはじめとした防災関係機関の多数の職員・従事者によってなされたものである。本稿は、東京都三宅島災害対策技術会議において作成した資料を参考として記述をしており、本会議に参画した関係局の成果を活用している。また、本稿の作成にあたり立正大学地球環境科学部内山幸久教授、田村俊和教授にご指導を賜った。英文要旨の作成にあたり立正大学正井泰夫名誉教授にご校閲を賜った。さらに、本稿は2名の査読者による丁寧な査読により大幅に改善された。査読者の一人である財団法人砂防フロンティア整備推進機構井上公夫氏には、査読を通じて適切なご指摘をいただいた。ご指導いただいた皆様に感謝申し上げる。

注

- 1) 筆者は2003年4月に東京都三宅支庁に着任し、2005年2月の帰島に至るまで現地災害対策本部の一員としてその運営にあたった。筆者の通常の職務は産業課長であり、本稿に関する所管事業は治山事業、林道復旧事業等であった。また、筆者が三宅支庁に着任したのは2003年4月であるため、それ以前の東京都災害対策本部の意思決定には参画していない。したがって、本稿に関する復旧事業の展開過程の記述は、東京都災害対策本部情報等の公表資料をもとに客観的に記載し考察したものである。
- 2) 降灰や泥流による農地や宅地への被害もみられた。農地の災害復旧については、農家が帰島して営農再開することが前提であったため、2004年7月の三宅村による帰島方針発表後に手続きが開始された。詳細については、石原（2006b）を参照のこと。また、住宅の堆積土砂排除事業は、帰島方針が決定した2004年7月から2005年度中にかけて、三宅村の事業として実施された。
- 3) 東京都災害対策本部（2001a）が2001年2月23日に決定した「三宅島のインフラ復旧及び泥流対策等について」では村道2か所が追加されており、図4はこの2か所を含め図示した。
- 4) 三宅島泥流対策・インフラ復旧プロジェクトチームに関係する機関は、東京都の総務局・都市計画局（現在、都市整備局）・労働経済局（現在、産業労働局）・住宅局（現在、都市整備局）・建設局・港湾局・水道局、および、三宅村、東京電力（株）、東日本電信電話（株）である。
- 5) 三宅島災害対策技術会議に関係する機関は、三宅島泥流対策・インフラ復旧プロジェクトチームに関係する機関に、東京都財務局・環境局・衛生局（現在、福祉保健局）・教育庁の4機関を加えたものである。
- 6) 「三宅島緑化ガイドライン」の策定に関する詳細については、石原（2006c）を参照のこと。

文 献

- 阿部和時・黒川 潮・浅野志穂・岡本 隆・松山康治・落合博貴・寺嶋智巳・島田和則・野口宏典・大丸裕武・宮緑育夫・小川泰浩（2002）：三宅島火山荒廃地帯の土壤浸食実態に関する実証的研究。日本緑化工学会誌，**28**，91-96。
- 相場淳司（2003）：三宅島噴火災害と泥流対策。土木学会誌，**88**（2），50-53。
- 石原 肇（2006a）：2000年三宅島火山ガス災害一対策の変遷一。地学雑誌，**115**，172-192。
- 石原 肇（2006b）：2005年帰島後の三宅島における農業復興対策。地域安全学会梗概集，**19**，51-54。
- 石原 肇（2006c）：三宅島緑化ガイドラインの策定について。植生情報，**10**，1-8。
- 風早康平・平林順一・森 博一・尾台正信・中堀康弘・野上健治・中田節也・篠原宏志・宇部浩三（2001）：三宅島2000年噴火における火山ガス一火山灰の付着ガス成分およびSO₂放出量から推測される脱ガス環

- 境一. 地学雑誌, **110**, 271-279.
- 気象庁 (2006): 平成 12 年 (2000 年) 三宅島噴火及び新島・神津島近海の地震活動調査報告. 気象庁技術報告, 128.
- 気象庁 (2007): 三宅島火山ガス (二酸化硫黄) 放出量. http://www.seisvol.kishou.go.jp/tokyo/320_Miyakejima/320_So2emission.htm [Cited 2007/08/25].
- 気象庁三宅島測候所 (2008): 三宅島の過去の観測データ. <http://www.tokyo-jma.go.jp/home/miyakejima/kakonodata.htm> [Cited 2008/01/06].
- 三宅島火山ガスに関する検討会 (2003): 三宅島火山ガスに関する検討会報告書. 内閣府・東京都.
- 三宅村 (2005): 三宅島泥流防災マップ. 三宅村.
- 水山高久 (1997): 火山の砂防. 宇井忠英編: 火山噴火と災害. 東京大学出版会, 166-181.
- 中田節也・長井雅史・安田 敦・嶋野岳人・下司信夫・大野希一・秋政貴子・金子隆之・藤井敏嗣 (2001): 三宅島 2000 年噴火の経緯—山頂陥没と噴出物の特徴—. 地学雑誌, **110**, 168-180.
- 東京大学地震研究所 (2001): 2000 年 7 月～8 月に堆積した火山灰について (2001 年 10 月 22 日版). <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/Jhome.html> [Cited 2007/08/25].
- 東京都建設局・東京都三宅支庁 (2006): 平成 12 年三宅島火山災害への取り組み—道路・海岸・砂防事業—. 東京都.
- 東京都災害対策本部 (2000a): 三宅島の現況調査結果 (農地, 山林等) について. <http://www.metro.tokyo.jp/SAIGAI/HISAI/MIYAK311.HTM> [Cited 2007/05/03].
- 東京都災害対策本部 (2000b): 三宅島の道路, 河川の調査結果について. <http://www.metro.tokyo.jp/SAIGAI/HISAI/MIYAK315.HTM> [Cited 2007/05/03].
- 東京都災害対策本部 (2000c): 三宅島の港湾, 漁港, 空港の調査結果について. <http://www.metro.tokyo.jp/SAIGAI/HISAI/MIYAK313.HTM> [Cited 2007/05/03].
- 東京都災害対策本部 (2000d): 三宅島島内作業等にかかる今後の進め方等について. <http://www.metro.tokyo.jp/SAIGAI/HISAI/MIYAK331.HTM> [Cited 2007/05/03].
- 東京都災害対策本部 (2000e): 三宅島・道路の復旧及び泥流対策等について. <http://www.metro.tokyo.jp/SAIGAI/HISAI/MIYAK339.HTM> [Cited 2007/05/03].
- 東京都災害対策本部 (2001a): 三宅島のインフラ復旧及び泥流対策等について. <http://www.metro.tokyo.jp/SAIGAI/HISAI/MIYAK362.HTM> [Cited 2007/05/03].
- 東京都災害対策本部 (2001b): 三宅島一周都道・立根 (たつね) 地区の仮橋が完成します—都道の通行を島内全周にわたって確保—. <http://www.metro.tokyo.jp/SAIGAI/HISAI/MIYAK379.HTM> [Cited 2007/05/03].
- 東京都災害対策本部 (2001c): 三宅島災害対策技術会議を設置します. <http://www.metro.tokyo.jp/SAIGAI/HISAI/MIYAK380.HTM> [Cited 2007/05/03].
- 東京都災害対策本部 (2001d): 三宅島島内における作業等の今後の進め方について. <http://www.metro.tokyo.jp/SAIGAI/HISAI/MIYAK398.HTM> [Cited 2007/05/03].
- 東京都災害対策本部 (2001e): 三宅島作業員泥流防災マップ. 東京都.
- 東京都災害対策本部 (2002): 平成 14 年度第 1 回三宅島災害対策技術会議の内容について. <http://www.metro.tokyo.jp/SAIGAI/HISAI/MIYAK456.HTM> [Cited 2007/05/03].
- 東京都災害対策本部 (2003): 三宅島泥流防災マップ. 東京都.
- 東京都災害対策本部 (2004): 平成 16 年度第 1 回三宅島災害対策技術会議の内容について. <http://www.metro.tokyo.jp/SAIGAI/HISAI/MIYAK543.HTM> [Cited 2007/05/03].
- 東京都総合防災部 (2005): 東京都の災害. 東京都.
- 東京都総合防災部 (2007): 三宅島災害対策技術会議資料. http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/knowledge/pdf/miyakejima/Chapter01/09_Document.pdf [Cited 2007/05/03].
- 東京都総務局 (2004): 東京都三宅島婦島支援対策本部の設置について. <http://www.soumu.metro.tokyo.jp/05gyousei/press/1603.pdf> [Cited 2007/05/03].
- 山越隆雄・仲野公章・渡 正昭・水山高久・千葉達朗 (2003): 2000 年三宅島噴火後の雄山山腹斜面におけるガリー形成特性. 砂防学会誌, **55**(5), 40-48.
- (2007 年 6 月 25 日受付, 2008 年 2 月 18 日受理)