

2000年三宅島火山噴火及び伊豆諸島近海の地震災害に関する 「災害現況図」の作成について

Mapping of Disaster Condition Map with Volcanic and Earthquake Disaster of Miyakejima Volcano and Izu Islands in 2000

地理調査部 木佐貫順一・小野塚良三・関口辰夫

Geographic Department

Junichi KISANUKI, Ryozo ONOZUKA, Tatsuo SEKIGUCHI

要 旨

国土地理院では2000年6月末から発生した三宅島の火山活動及び伊豆諸島近海の群発地震にあたって、その被害状況を的確に把握し、住民の安全確保に資するため「伊豆諸島地形変化緊急調査作業」を実施した。その中で、地理調査部では「災害現況図『三宅島』、『神津島』、『新島・式根島』、及び「三宅島噴火地形図」を作成した。本稿では、災害現況図作成作業の内容と経緯、各図の作成方法について報告する。

1. はじめに

国土地理院では、2000年6月26日に始まった三宅島の火山活動及び新島・神津島近海の地震活動への対応として、予備費（「三宅島火山活動などに対する総合的緊急観測監視体制の強化に必要な経費」のうち、地形変動量調査及び衛星画像による調査）により、「伊豆諸島地形変化緊急調査作業」を実施した。（図-1）

この緊急調査では、三宅島、新島、神津島等における地震、火山噴火活動による被害状況を把握するとともに、



図-1 位置図

その後の対策や住民の安全確保等に資するための基礎的情報の整備として、「1:25,000災害現況図『三宅島』、『新島・式根島』、『神津島』」、「平成12年（2000年）三宅島噴火地形図」及びGISのための数値データ等を作成した。また、現地調査は、新島、神津島については2000年11月29日～12月3日に実施した。しかし、三宅島については二酸化硫黄ガスの噴出により実施できず、ヘリコプター等による上空からの観察によった。

これらの地図については、中央防災会議、内閣府及び東京都災害対策本部、三宅村、新島村、神津島村等の関係機関に配布するとともに、国土地理院ホームページにより、2001年2月15日から「新島・式根島」及び「神津島」のデータを、同年3月22日から「三宅島」のデータを公開した。

2. 災害の状況

2.1 三宅島、新島、神津島付近の地震活動

表-1に地震火山活動の状況を示す。伊豆諸島近海の一連の地震は、6月26日夜から始まり、29日には神津島北部沿岸でM5.2の地震が発生した。また、7月1日16時2分頃には新島・神津島近海を震源とするM6.4の地震が発生し、神津島で震度6弱、新島本村で震度5弱を観測した（西脇，2001；吉川ほか，2001）。さらに、7月9日3時57分頃に新島・神津島近海を震源とするM6.1の地震が発生し、神津島村役場で再び震度6弱が観測された。これらの地震は三宅島付近地下のマグマ活動によるものと考えられている。そして、8月初旬までの活発な地震活動により、新島及び神津島において多くの斜面崩壊が引き起こされ、神津島において1名が死亡したのをはじめ、家屋

表-1 三宅島における地震・噴火活動の経過（東京都，2000）

期 間	地 震 ・ 噴 火 の 現 象
2000年6月26日18時	山体の膨張が続く
6月26日18時 ～6月27日12時頃	島内の群発地震、急激な山体膨張、海水の変色
6月27日12時頃 ～7月3日	震源の北西方向への移動と島内の地震活動の静穏化、急激な山体収縮に反転、マグマの西方への移動開始
7月4日 ～7月8日18時41分	山頂直下の地震活動の開始、山体収縮の鈍化・停滞、マグマの西方への移動継続
7月8日18時41分 ～7月15日8時頃	雄山山頂火口での噴火、山頂の陥没・陥没孔の形成、マグマの西方への移動継続
7月15日8時頃 ～8月18日17時02分	山体収縮の継続、陥没孔の拡大、山頂直下の地震、マグマの西方への移動継続
8月29日	山頂噴火、火砕流の発生、陥没孔の拡大
8月29日以降	二酸化硫黄の放出



写真-1 三宅島山頂部の陥没（平成12年7月11日，南西方角から撮影）

表一 2 新島・式根島，神津島，三宅島における地形変化・災害（●は数が多いもの）

区 分	新島・式根島	神津島	三宅島
大規模崩壊	●	●	
斜面崩壊（小規模）	●	●	○
地すべり		○	
土石流・泥流		○	●
落 石	○	○	○
亀 裂	○	○	
家屋の破損	○	○	○
土木工作物の破損	○	○	○
降 灰	—	—	○
噴 石	—	—	○

や道路などに多数の被害が発生した（国土地理院，2001）。

2. 2 三宅島の火山活動

三宅島では2000年6月26日18時半頃から火山性地震が増加し始めた。19時28分頃には震度1を観測し，島内に設置した傾斜計においても山体の膨張が観測された。震源は26日から27日午前にかけて三宅島の西山腹直下から西方海域に次第に移動し，27日に西海岸西方沖の海面で変色域が確認された。その後，西方海域での地震活動が活発化し，7月1日には神津島東方沖でM6.4の地震が発生した。

6月末から島が収縮する方向(山頂沈降方向)の地殻変動が続いていたが，7月4日には三宅島の山頂直下を震源とする地震が増加し始めた。7月8日18時41頃には雄山山頂で大規模な陥没とともに噴火活動に至った。(写真一)この噴煙は高さ約800mに達し，島の東部に少量の降灰が見られた。以降，7月14～15日には火口から高さ約1,500mの噴煙，8月10日には噴石が確認されている。また，8月18日17時分頃にそれまでで最大規模の噴火が発生した(中田ほか，2001；西脇，2001；長谷川ほか，2001；渡辺，2001)。噴煙の高さは，火口上5,000m以上，色は黒灰色で，火山灰はほぼ全島に降り，西側山麓で厚さ約10cm，その他の山麓で数cmから数mmとなった。さらに，29日4時35分頃にも噴火し，噴煙の高さは火口上5,000m以上で，黒灰色の降灰を伴う低温(30度程度)の火砕流が発生した。この火砕流の速度は時速10km程度で，北東側と南西側に向かってそれぞれ5km，3km流れ，そのうち，北東側の火砕流は海まで達した(中田ほか，2001；西脇，2001)。

その後，9月中旬以降は噴火回数及び降灰量も減少し，白色の噴煙を主体とする活動に移行していった。火山性地震の回数も次第に減少し，7月より続いていた収縮を示

す地殻変動も9月以降次第に鈍化してきた。一方，火山ガスの放出量は8月以降次第に増加して，9～10月は，1日あたり約2～5万トン程度の二酸化硫黄の放出が観測されている(西脇，2001；浦井，2001)。多量の火山ガスの放出は同年7月現在も続いている。

2. 3 地震・火山活動に伴う災害

表一2に，今回の災害で発生した各島における災害の種類を示す。今回の一連の地震，噴火活動では，地震による神津島，新島の斜面崩壊，三宅島における多量の火山灰の堆積とそれに引き続く泥流，土石流の発生が顕著に見られた(国土地理院，2001)。

3. 災害現況図の作成

災害現況図は，既存の数値地図データをベースに，各種の主題地図データなどの重ね合わせが可能な形式で作成した。これらの数値データは，ホームページ上での公開やGIS用データの整備とともに，印刷図を作成し，防災関係機関等に配布した。(図一2，3，4)

地震・噴火活動が継続している状況の中で継続的に調査を実施しているため，「新島・式根島」，「神津島」については，9月25日撮影の空中写真(7月9日，11日撮影も含む)と，11月30日(現地調査結果も含む)の2時期とし，それぞれの判読結果をもとに数値データ化した。また，「三宅島」は，空中写真を11月8日，30日及び2001年2月18日に撮影したが，使用した空中写真については11月30日までとし，成果の提供・配布時期を勘案して可能なかぎり「現況を表示する」こととしたことから，同年2月末現在とした。

3. 1 表示内容とその区分

災害現況図の表示内容は，①災害区分，②地形区分，

1:25,000 災害現況図「三宅島」

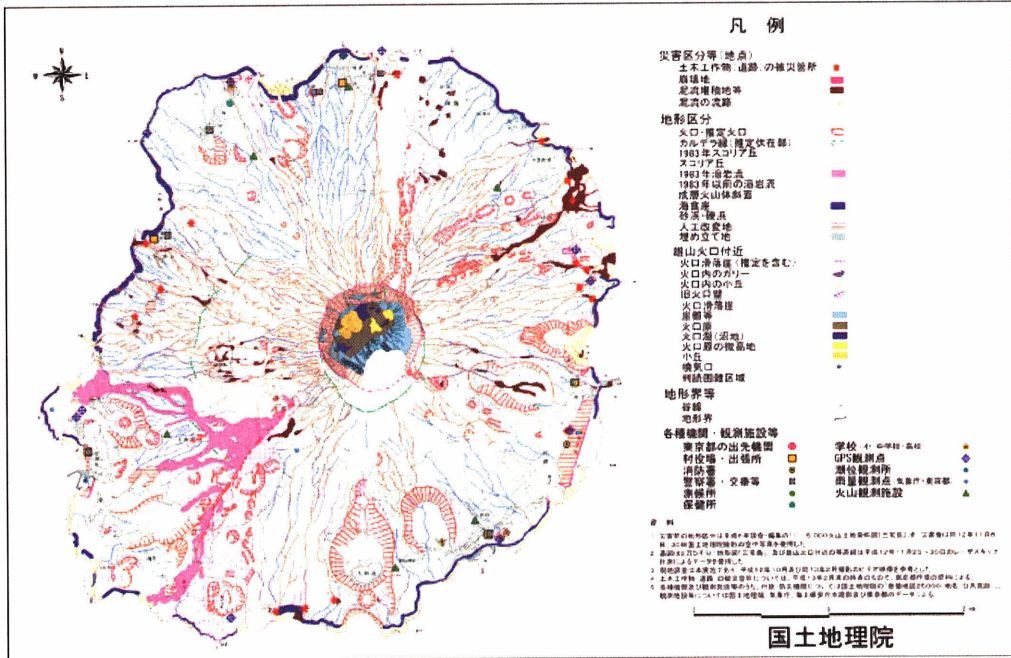


図-2 災害現況図「三宅島」(25%に縮小)

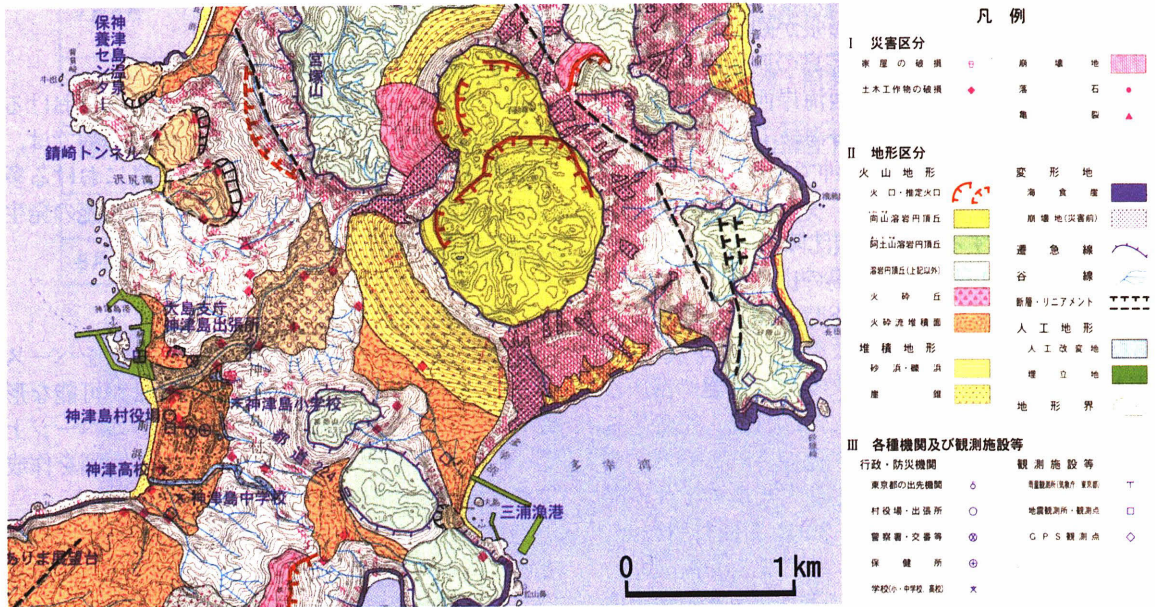


図-3 災害現況図「神津島」(印刷図の一部, 70%に縮小)

③各種機関及び観測施設等とした。

3.1.1 災害区分

「新島・式根島」, 「神津島」は「地震等による地形変化と災害との関係」を把握することとし, 災害直後である2000年7月3日((株)パスコ撮影), 9日(朝日航洋(株)撮影), 9月25日及び11月30日撮影の空中写真を使用して

判読を行った。なお, 噴気のため, 図化が不可能な地域については, 11月25~30日に実施したレーザスキャナ計測による等高線データを使用した。

判読にあたっては, 家屋の損壊, 土木工作物の破損, 崩壊・崖崩れ, 土石流被害等の分布状況を判読, 新島・神津島両村作成の資料を参考資料として用いた。これらは崩壊地, 崖崩れ等の時系列による地形変化のデータと

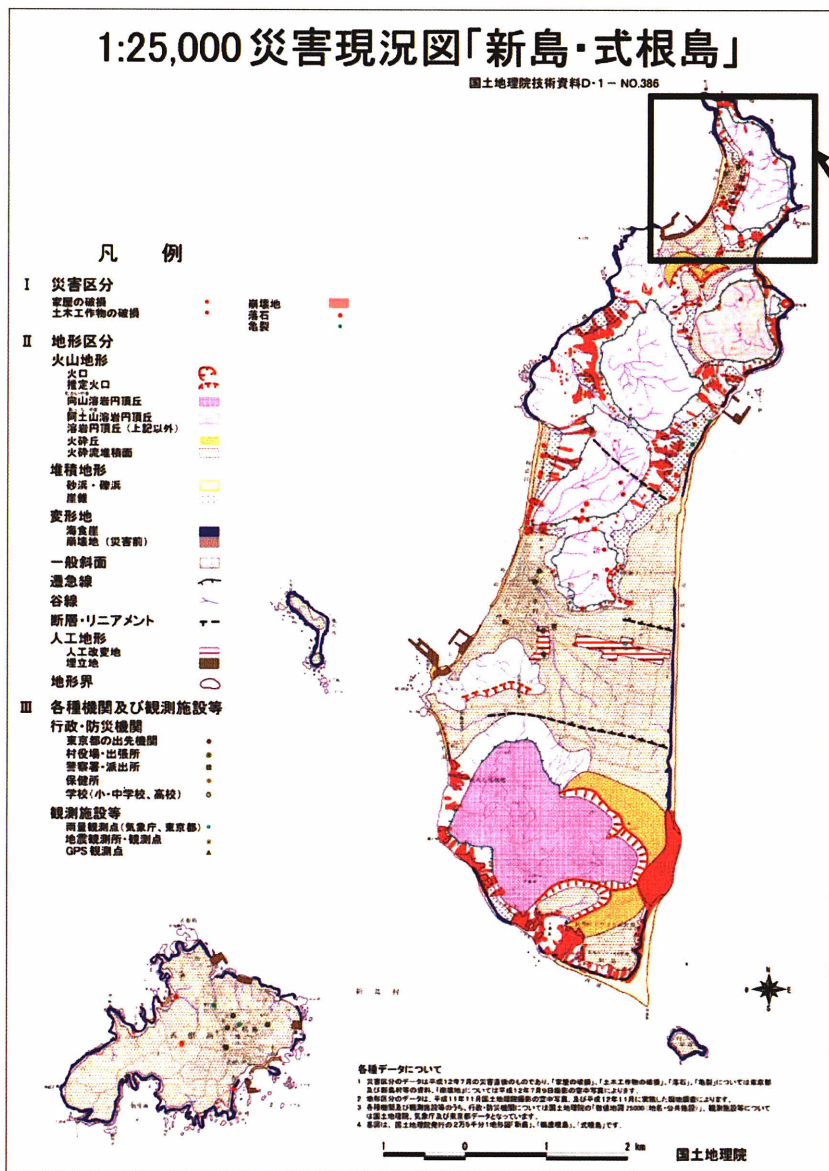


図-4 災害現況図「新島・式根島」(25%に縮小)

して表現した。

「三宅島」については、「火山噴火による地形変化と災害との関係」を把握することとし、家屋被害等に関する表示は行わず、火山灰堆積による「土石流堆積地・泥流流路」及び「土木工作物(道路)の被災箇所」とした。さらに、2000年噴火により変化した雄山山頂部は、同年11月30日撮影の空中写真をもとに、同時に撮影された山頂部付近の斜写真等を参考にして判読し、陥没により生じた火口原、池、噴気口等を詳細に表示した。

噴火活動の特徴や変化をとらえるため、「雄山山頂部の地形変化」として3時期の地形分類図を作成した。噴火以前では1995年10月発行の火山土地条件図を使用し、2時期目は雄山噴火による陥没火口形成直後の2000年7月9日に撮影した朝日航洋(株)の空中写真を使用した。ま

た、3時期目は同年11月30日撮影の空中写真を判読して作成した。さらに、山頂付近の火口の地形的变化(陥没)について地理地殻活動研究センター地理情報解析研究室が継続的に解析していたことから、ホームページ上に公開した全データ(長谷川ほか, 2001)を一括整理し、「数値標高モデルによる雄山山頂付近の地形変化」(噴火前と、2000年7月9日から11月30日までの8時期)として表示した。

3. 1. 2 地形区分

被害状況と地形との関連を明らかにするため、火口、火砕流堆積面などの火山地形、崖錐などの地形区分を行い、合わせて遷急線・谷線、崩壊地と地すべり地等を表示した。

「新島・式根島」, 「神津島」は, 災害前の1999年11月9日撮影の空中写真判読及び文献等により, 「地形分類原稿図」を作成し, 災害後の2000年11月29日から実施した現地調査により補測した。「三宅島」については, 1994年調査・編集の「1:15,000火山土地条件図」による地形区分をベースとした。

3. 1. 3 各種機関及び観測施設等

東京都の出先機関, 役場, 消防署, 学校等, 行政・防災機関, 及び地震観測所, GPS観測点等を表示した。「数値地図25,000 (地名・公共施設)」から抽出し, GPS観測点は気象庁から諸元データの提供を受け, 2000年11月末現在で稼働, 設置されたものを表示した。

3. 2 レイアウト

「災害現況図」の縮尺は2万5千分の1とし, 1991年作成の地形図による「数値地図25,000」の地図画像 (tiffデータ) を基図として使用した。地図の大きさは「三宅島」を菊判 (63.6cm×93.9cm), 「新島・式根島」, 「神津島」を柁判 (46.0cm×58.0cm) とし, それぞれ6色刷とした。「新島・式根島」のレイアウトを, 図-5に示す。

4. GIS用データ整備

「災害現況図」を地理情報システム上で活用するため, 国土地理院が作成・提供しているデータだけでなく, 他機関の地理的情報との共有化ができるよう, 数値データを整備した。また, 利用しやすいデータとして, 「災害現況図 (CD-ROM)」も併せて作成した。

作成したデータは地形区分や崩壊地等の面 (ポリゴン), 線 (ラインまたはアーク) 及び各種機関等の点 (シンボル) の図形情報と, 関連する属性情報をもっている。属性情報のうち, ID (識別コード) により図形の区分が判別できるように, ID=210なら火口, ID=103なら土石流, ID=301なら東京都の出先機関等のように表示区分を行った。データは, Shape形式とした。データは属性による区分線の色の塗り分けや線種, 網かけ密度, 色等の変更が容易にでき, また, 属性による検索等が可能である。

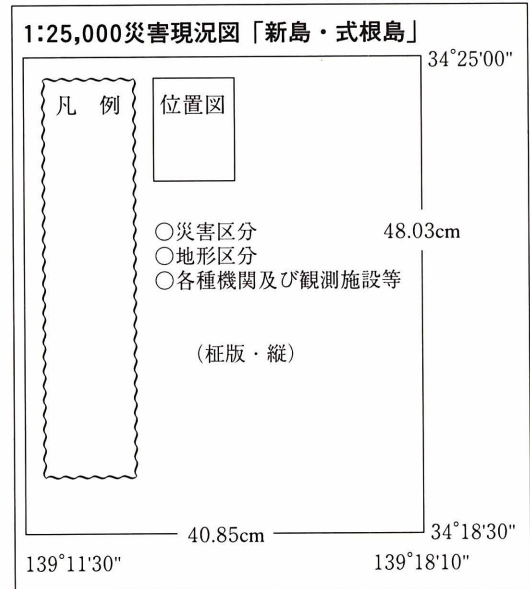


図-5 災害現況図「新島・式根島」レイアウト

これらのデータは, GISソフトの一つであるArc_Viewを利用した参照の検索・解析, またはフリーのビューワソフトArc_explorerを利用して参照・検索を行うことが可能である。

使用した座標系は平面直角座標系 (IX系) で, 背景画像として「数値地図25,000」を利用して地形の把握を行いやすくした。なお, データのファイル構成を下記に示す。

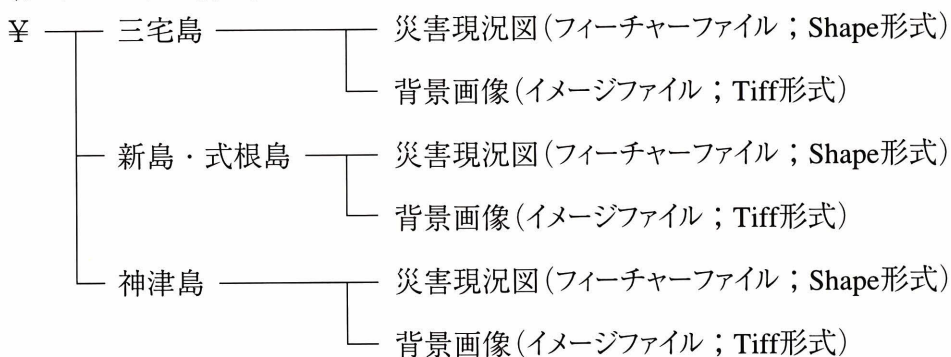
5. 災害と地形との関係

ここでは, 各島の地形, 地質の概要と新島・神津島における斜面崩壊, 及び三宅島における泥流・土石流を中心とした災害と地形との関係について述べる。(表-2)

5. 1 三宅島, 新島・式根島, 神津島の地形・地質

新島・式根島は, 伊豆大島の南方の銭洲を通り南西にのびる海底の小海嶺上に位置する (一色, 1982; 一色, 1987; 小山, 1994)。

(ディレクトリ構成)



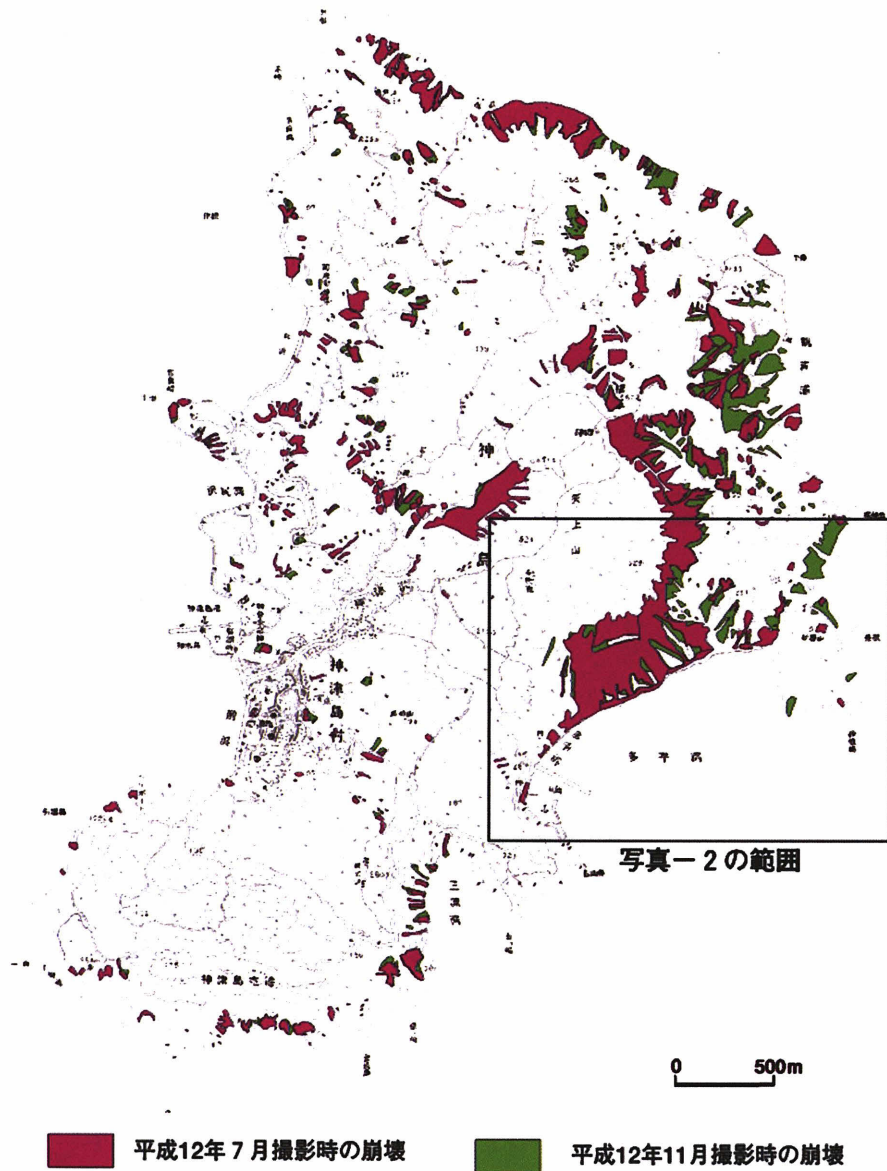


図-6 神津島における崩壊箇所の変化
(但し、11月の崩壊は7月と重複する部分もある)

表-3 各島の地形別崩壊箇所数 (国土地理院, 2001) 数値は崩壊の箇所数

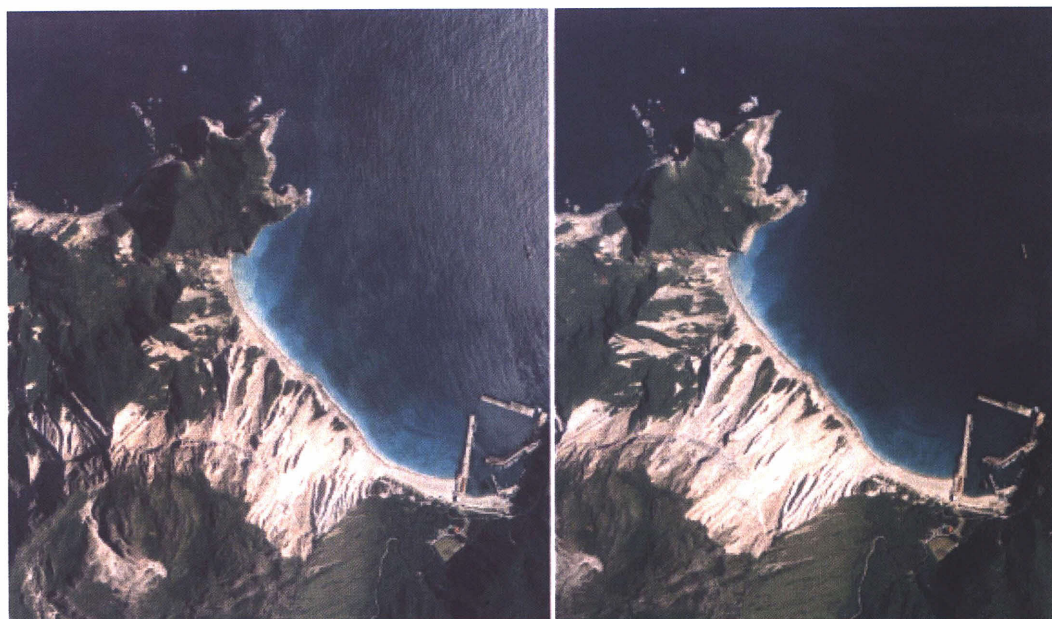
地形区分	新島・式根島	神津島	三宅島
火口・推定火口	7	11	1
溶岩円頂丘	64	97	
火砕丘	3	2	
火砕流堆積面	17	30	
崖 錘	5	15	
一般斜面	111	274	
海食崖	40	61	13
計	247	490	14

新島は、大きさが南北11.5km、東西の最大幅3.1km、面積23.17km²の南北方向に細長い火山島で、標高が300～400mの山頂部が平坦な溶岩円頂丘が多い。新島の地形は北から宮塚山(432m)を中心とする北部山地と、新島本村のある中部低地、大峰(300.7m)・向山からなる南部山地とに区分できる。

式根島は、新島の南西約5kmに位置し、南北2.3km、東西3km、面積3.69km²の島で、周囲の海岸線は湾入に富み、高さ30～50m前後の海食崖に囲まれる。島はほとんど平

坦で東南東に緩傾斜する台地状を呈し、地帯構造上、新島の属島と考えられている。

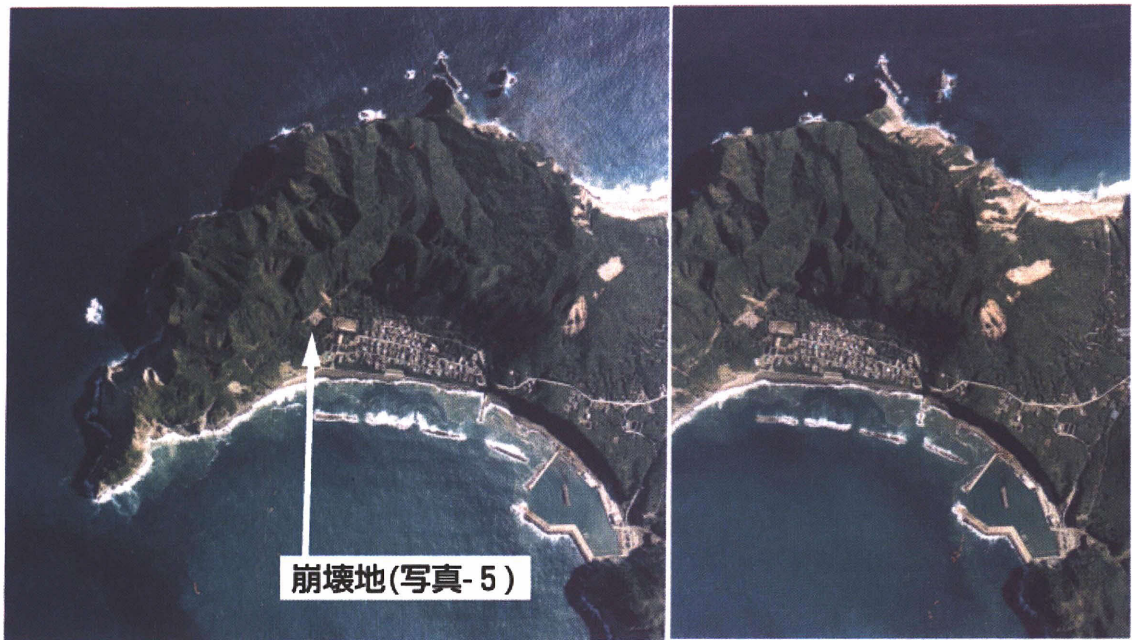
神津島は新島と同様に銭洲海嶺上にある流紋岩質の火山で新島の約15km南方に位置する。長径約6.5km、最大幅約5km、周囲約24km、面積18.48km²でそのほぼ中央に天上山(571.5m)の大規模な溶岩ドームが位置している。神津島も新島と同様に単一の火山体ではなく、流紋岩質の多数の溶岩円頂丘・火砕丘が重なりあい、山地や海岸線の変化に富んだ形態を示し、長浜・前浜・多幸浜など



写真一 2 神津島における崩壊の状況（平成12年11月30日撮影空中写真による、立体視可能）



写真一 3 神津島、天上山溶岩ドームの崩壊の状況（平成12年11月30日撮影）



写真一 4 新島における崩壊の状況（平成12年11月30日撮影空中写真による，立体視可能）



写真一 5 新島，若郷地区の崩壊の状況（平成12年12月2日撮影）

小規模の砂浜が存在するが，それ以外は大部分が海食崖に囲まれる。

また，これまでの報告によれば，新島では886（仁和2）年の向山の噴火，神津島では838（承和5）年の天上山の噴火により大量の火砕流堆積物により火砕流堆積面の平坦面が形成されている（谷口，1977；徳永ほか，1979；菅，1992）。

三宅島は東京の南方海上約180kmに位置し，南北8.7km，

東西8.4km，面積55.5km²，周囲35kmのほぼ円形をし，伊豆諸島では大島，八丈島に次ぐ3番目に大きい島である。

三宅島は全島が1つの火山体から成り，水深300～400mの海底からそびえ，今回の噴火以前の雄山の最高点は818mの高さであった。約3000年前に大規模な噴火があり，山頂部が陥没してカルデラを生じた（茅原ほか，1973；一色，1984）。標高300～400m付近にはカルデラ縁があり，明瞭なカルデラ縁は西側にその一部しか残っ

ていない（海野ほか，1995）。

三宅島の周囲に発達する高さ20～50mの海食崖の他に、溶岩などによる海岸線の前進で内陸に取り残された旧海食崖が見られ、大規模なものは島の南西部に見られる。1940年・1962年・1983年の各噴火の観察によると、山腹地点で噴火が始まると、多数の小火口が山頂方向と山腹方向に次々と出現し、これらの火口から灼熱の火山弾やスコリアが空中へ吹き上げられると同時に溶岩を流出している（海野ほか，1995）。海岸近くではマグマ水蒸気爆発によって生じた新滞池、大路池等の火口群が発達している。

今回の2000年噴火では、雄山山頂で大規模な陥没とともに噴火活動が始まり、多量の火山灰などを噴出した。

5. 2 斜面崩壊

新島・式根島、神津島では、今回の地震・噴火以前にも崩壊箇所数が非常に多く、しかも大規模なものが分布していたが（図-6）、6月末から新島や神津島周辺でM6前後のかなり大きな地震が連続的に発生したことから、

崩壊箇所数・面積的にもさらに増加したことが今回の緊急調査によっても明らかとなった（国土地理院，2001）。地形区分毎に見ると、両島とも山地の一般斜面が最も多く、次いで溶岩円頂丘、海食崖の順となっている（表-3）。

また、特に著しい斜面崩壊は神津島の天上山ドーム周辺に見られる（中筋ほか，2000；自治省消防庁消防研究所，2000；国土地理院，2001）。7月の地震では山頂平坦面の南側や西側の遷急線付近においてこれまでの崩壊地が大規模に崩壊し、さらにその後の梅雨や台風時の降雨により拡大した。（写真-2；写真-3）

一方、新島においては、南部の向山ドーム東側斜面や北部の若郷周辺の溶岩ドーム壁のいたる所で崩壊を生じた。（写真-4；写真-5）いずれも、急勾配のドーム壁の崩落が顕著であり、直下を走る道路が崩壊により寸断され、島民の生活に大きな支障を与えた。

5. 3 土石流・泥流

三宅島雄山の火口付近から標高400m付近までの斜面

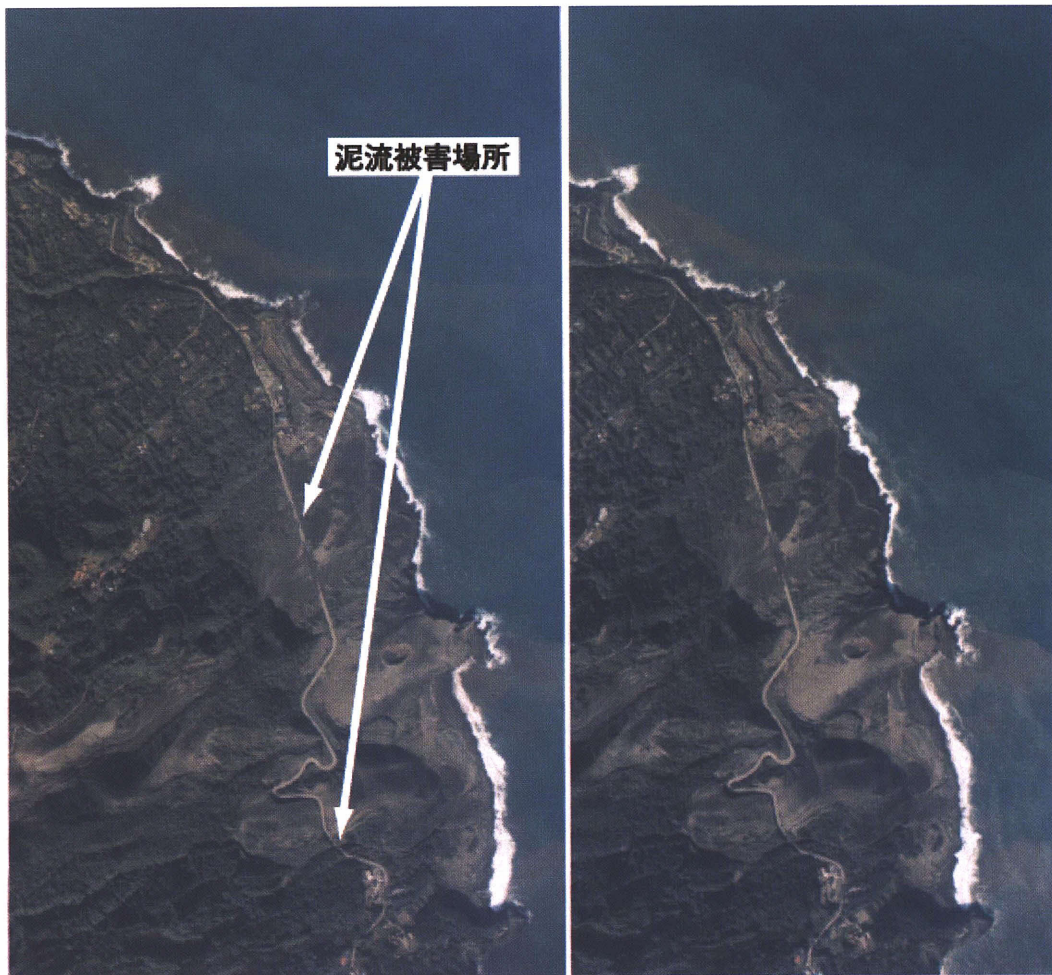


写真-6 三宅島における土石流・泥流の状況
（平成12年11月10日撮影空中写真による、立体視可能）

や北東部の山麓斜面には、噴火活動による火山灰や噴石、あるいは火砕流による多量の火山灰が堆積した。これらの堆積物は降雨により泥流となって流下し、下流部の家屋や海岸付近の道路に多くの被害を与えた。写真判読によって火口周辺に厚く堆積している火山灰等の分布状況や海岸付近の被害の状況が確認できた。特に北東斜面の下流域では土石流、泥流による大量の土砂が堆積した。(写真-6；図-7)

7月8日以降、三宅島では雨量観測が東京都三宅支庁舎、

気象庁三宅島測候所、三宅村役場で実施され、9月11日以降は坪田においても気象庁による観測が行われている。泥流の発生は7月26～27日の78mmの降雨からであった。この時には島の北東部の多数の谷で土石流発生が確認され、8月12～13日にも顕著な泥流の発生が確認されている(東京都；2000)。これらのことから、泥流の発生は、噴火活動による大量の火山灰の堆積によると考えられ、今後、噴火活動の活発な地域における土石流及び泥流の発生には注意を払う必要がある。

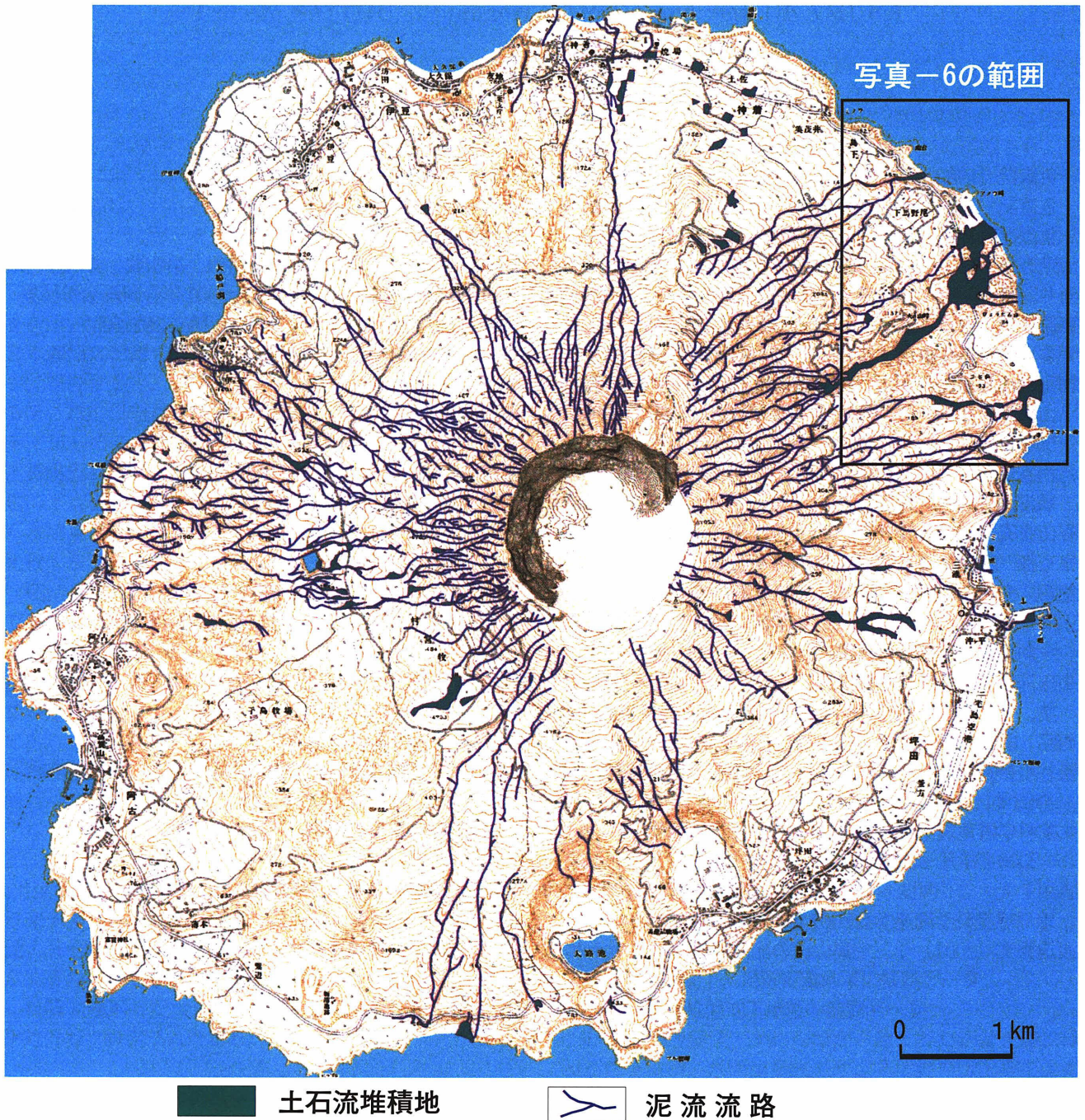


図-7 三宅島における土石流・泥流発生の分布

謝 辞

「伊豆諸島地形変化緊急調査作業」及び『災害現況図』作成にあたり、東京都災害対策部をはじめ、関係部局・大島支庁より、現地調査時に様々な便宜を図っていただきとともに、多くの資料の提供を頂いた。また、被災地

となった三宅村、神津島村、新島村から貴重な資料の提供を頂いた。国土交通省内においても、災害対策室、気象庁地震火山部地震課から資料の提供を頂いた。ここに記して感謝の意を表するものである。

参 考 文 献

- 一色直記 (1982) : 神津島地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 75p.
- 一色直記 (1984) : 三宅島火山の過去3000年間の活動, 火山噴火予知連絡会報, No.29,1-3.
- 一色直記 (1987) : 新島地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 85p.
- 海野芳聖・石川弘美・三浦一彦 (1995) : 火山土地条件図「三宅島」について, 国土地理院時報, 第84集, 33-49.
- 浦井 稔 (2001) : 三宅島におけるASTERによるSO₂放出量の観測, 地球惑星科学関連学会2001年合同学会予稿集.
- 茅原一也・青木 滋・八木健三・新藤静夫(1973): 三宅島火山に関する新知見 (演旨), 「火山」, 18 : 102-103.
- 菅香世子・小林勝己・印牧もとこ・宮原智哉・遠藤邦彦 (1992) : 神津島南部の火砕堆積物, 「火山」, 37 : 71-83.
- 国土地理院 (2001) : 「伊豆諸島地形変化緊急調査作業災害現況図調査報告書」, 67p.
- 小山真人 (1994) : 伊豆・小笠原火山弧北端部における現在及び第四紀後期のテクトニクス, 「地学雑誌」, 103 : 576-590.
- 自治省消防庁消防研究所 (2000) : 神津島, 新島, 三宅島における石油タンク近傍での地震動観測と地震・火山被害状況調査報告 (速報) .
- 谷口宏充 (1977) : 神津島の火山地質. 「火山」, 22 : 133-147.
- 東京都 (2000) : 利島・新島・神津島・三宅島・御蔵島, 「土地分類基本調査」, 79p.
- 徳永 徹・横山勝三 (1979) : 伊豆新島向山火山の噴火様式と生成過程, 「地理学評論」, 52 : 111-125.
- 中筋章人・三戸嘉之 (2000) : 2000年東京都神津島の地震による斜面崩壊, 十津川災害111周年記念集会, 一斜面災害発生場所予測に向けて一, 98-104.
- 中田節也・金子隆之・鎌田桂子・野澤暁史・大学合同観測班地質グループ (2001) : 三宅島2000年噴火の推移と噴出物, 地球惑星科学関連学会2001年合同学会予稿集.
- 西脇 誠 (2001) : 三宅島2000-2001年火山活動の概要, 地球惑星科学関連学会2001年合同学会予稿集.
- 長谷川裕之・村上 亮・政春尋志・松尾 馨・小荒井 衛 (2001) : 三宅島山頂の陥没地形の計測, 国土地理院時報, 第95集, 121-128.
- 文部科学省地震調査研究推進本部地震調査委員会編 (2001) : 地震調査委員会報告集, 一2000年1月~12月一.
- 吉川一光・吉田明夫・小林昭夫 (2001) : 2000年新島-神津島群発活動の前後の周辺海域における地震活動の変化, 地球惑星科学関連学会2001年合同学会予稿集.
- 渡辺秀文 (2001) : 三宅島火山の陥没過程と噴火のメカニズム, 地球惑星科学関連学会2001年合同学会予稿集.