

2000 年神津島近海地震の特徴と課題

橋本隆雄¹・清野純史²・宮島昌克³・木村智博⁴

Takao HASHIMOTO¹, Junji KIYONO², Masakatu MIYAJIMA³ and Tomoharu KIMURA⁴

¹ (株) 千代田コンサルタント 東京支店技術 3 部

² 京都大学大学院 工学研究科土木システム工学専攻

³ 金沢大学教授 工学部土木建設工学科

⁴ 東京大学大学院博士課程 環境学研究系

2000 年 7 月 1 日、神津島近海を震源とする M6.4 の地震が発生し、神津島で最大震度 6 弱を記録した。その後、7 月 9 日にも神津島で震度 6 弱、また 7 月 15 日には新島でも震度 6 弱の揺れを記録した。(社)土木学会災害緊急対応部門では、7 月 1 日の地震で死者 1 名を出す惨事となったことを受けて調査団の派遣を決定し、緊急調査団として 4 名の専門家による現地被害調査を実施した。ここでは、現地で収集した資料を中心に、地震および地震動の概要やライフラインを始めとする土木構造物被害について報告する。特に、被害の顕著だった斜面および擁壁被害に着目するとともに、災害対応の実態を報告し、今後の課題を示す。

1. はじめに

平成 12 年 7 月 1 日、神津島近海を震源とする M6.4 の地震が発生し、神津島で最大震度 6 弱を記録した。(社)土木学会災害緊急対応部門は地震工学委員会(委員長(当時): 片山恒雄・科学技術庁防災科学技術研究所長)の協力の下に、神津島近海地震被害に関する調査団派遣を決定し、当初予定した調査期間(7/日まで、清野純史(団長)、宮島昌克、橋本隆雄、木村智博 7/7/9: 台風のため延期)の 1 週間後の 7 月 14 日から 17 日の 4 名を現地に派遣した。神津島では 9 日にも震度 6 弱を記録したため、本調査団はこれら 2 回の地震被害調査を行うこととなった。

現地滞在中の 15 日には、新島でも震度 6 弱(M6.2)を記録している。また現地調査終了後の 20 日、24 日、28 日には式根島で震度 5 弱と 5 強(M4.9, M5.5 と M4.7, M4.8)、27 日には新島で震度 5 強(M5.6)、30 日には三宅島で震度 5 強と震度 6 弱(M5.8 と M6.4)の揺れを記録した。8 月 3 日以降も式根島を中心に震度 5 以上の地震が頻発、式根島で 16 日には震度 5 弱(M5.0)、18 日には式根島で震度 6 弱(M5.7)、神津島で震度 5 強を記録している。この神津島、新島近海に震源を持つ群発地震は 9 月まで断続的に続いたが、10 月 11 日に開催された地震調査研究推進本部地震調査委員会によって、一連の地震活動はほぼ収

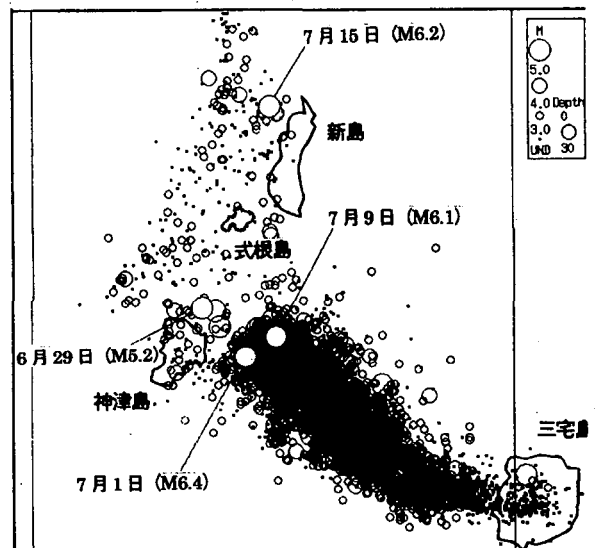


図-1 神津島近海地震活動
(気象庁発表資料³⁾)

まったものと判断された¹⁾。

この評価を受けて、7 月 1 日から発令されていた神津島の避難指示は 1 世帯を除いて解除された。本報告では、現地で収集した資料を基に、調査結果の概要を報告する。

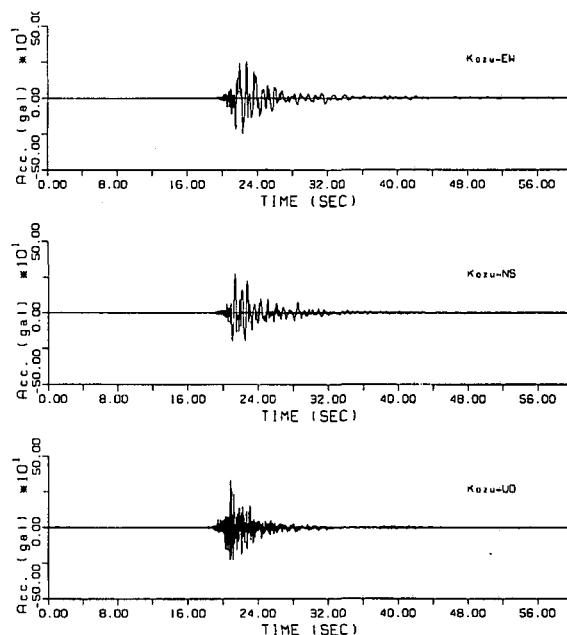


図-2 地震計と震度計の位置 (国土地理院 1:25,000 地形図)

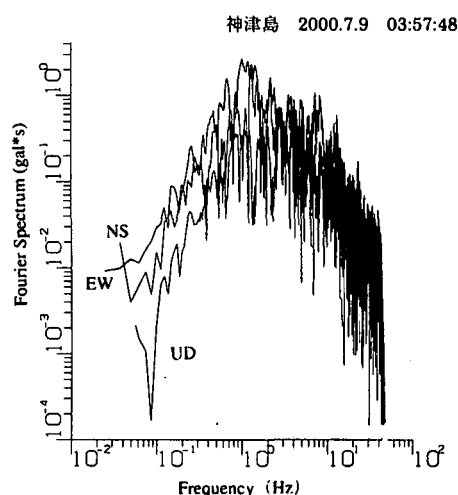
2. 神津島の地形・地盤条件

神津島は富士山火山帯に属し、海底火山の噴火によりできた島で、地質は流紋岩の溶岩流と抛出物層からなる。基底部分は第1期溶岩で、海岸線で斜長石流紋、紫蘇輝石などが見られる。

第2期溶岩は、軽石層、黒雲母などで、これを第3期溶岩の斜長石流紋岩が覆い、上層は838年、天上山噴火の砂礫の白ママ層と同溶岩などが覆っている。島の中央部に天上山 (574m) がそびえ、その北側は神戸山 (268m)、南隣は高掘山 (304m)、そして秩父山 (282m) と連山を源とする神津沢は七島最大の沢で、この西に面する沢の下流に沿って村落が開けている。海岸線は入江や断崖絶壁の所が多く、海辺は白砂の浜となっている。



(a) 加速度記録波形



(b) 各成分のフーリエスペクトル

図-3 神津島村役場で7月9日に観測された波形とそのフーリエスペクトル

3. 地震および地震動

三宅島近海～新島・神津島近海では平成12年6月26日あたりから断続的に群発地震が発生し始め、27日には1日6000回を越える地震 (内有感721回)、29日には神津島で前年3月以来の震度5弱の揺れを記録する地震 (M5.2) が発生した。その2日後の7月1日16時1分、北緯34.2度、東経139.2度、震源深さ10kmにおいてM6.4の地震が発生し、神津島で震度6弱を記録した。そ

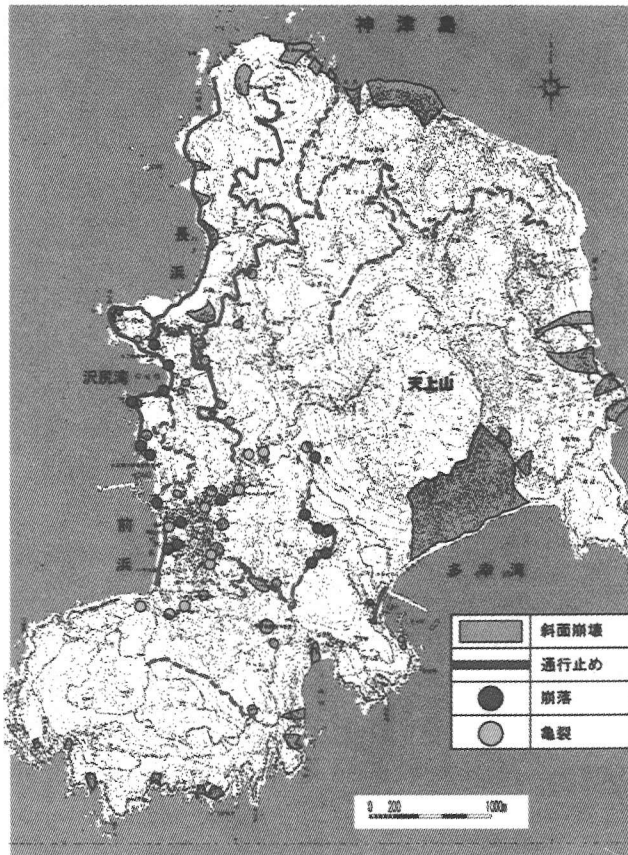


図-4 斜面被害状況位置図

の後も1日1000回を越える地震(内有感地震は1日100～300回)が続き、9日3時57分には北緯34.1度、東経139.3度、深さ10kmにおいてM6.1の地震が発生し、神津島で2回目の震度6弱を記録した。神津島東方海域地下でのマグマの活動が、一連の地震を誘発しているものと考えられている²⁾。

図-1は7月15日の新島近海の地震(M6.2)を含めた気象庁発表の地震活動を示したものの³⁾である。

神津島には気象庁、東京都、防災科学技術研究所が計5台の地震計と計3台の震度計を設置している(図-2)。気象庁の地震計は神津島空港内に震度計とともに設置されている。震度計は村役場にも置かれており、ここで算出された計測震度が神津島の震度として気象庁から発表されている。東京都の地震計は島の北西部の長浜のダムの上、神津島空港、多幸湾を望む山麓に設置されている。山麓に設置されている地震計は、7月9日以降通信回線の不具合により不通となっていた。

科学技術庁防災科学研究所の地震計は神津中学南側の開発総合センター敷地内の観測室に設置されており、テレメータでつくば市へ送られている。神津島における記録波形は現地では入手できなかったが、その後入手した、7

月9日に村役場で観測された東京都の波形とそのフーリエスペクトルを図-3(a)、(b)に示す。記録には基線補正のみを施している。最大加速度はEW成分256.3gal、NS成分273.3gal、UD成分334.4galであり、上下成分の振幅が大きくなっている。3成分から算出した計測震度は5.2であった。

一方、フーリエスペクトルから読み取れる卓越振動数は、水平は1～2Hz、上下は6～7Hzである。ちなみに、新島で震度6弱を記録した7月15日の地震の新島における最大加速度は、422gal(NS)、500gal(EW)、509gal(UD)となっている⁴⁾。

4. 地震および台風による被害の概要

(1) 7月1日の地震による被害

人的被害は、車運転中に斜面崩壊に巻き込まれたことによる死者1名で、負傷者については報告されていない。建物被害としては、住家一部損壊10棟、共同建物など2棟、ブロック塀など9箇所、道路被害19箇所、崖崩れ27箇所、断水18戸が報告されている。

(2) 台風3号による被害

7月8日に台風3号が神津島を直撃し、地震によって緩んだ地盤が雨により崩壊するなどして、被害が拡大した。新たに報告された被害は以下の通りであった。斜面崩落として大規模(10m以上)なもの5箇所、中規模(10m未満)なもの5箇所、落石1箇所、土砂による家屋全壊3軒(物忌奈命神社社務所1、住居2)、コンクリート壁の下陥没1箇所、ブロック塀倒壊1箇所、擁壁亀裂3箇所、住宅基礎亀裂1箇所などである。

(3) 7月9日の地震による被害

新たな被害として、家屋のひび割れ6棟、斜面崩落5箇所、斜面崩落3箇所、石垣亀裂5箇所、水道管破裂1箇所が報告された。

5. 斜面の被害

図-4に示すように、特に島周辺の崖、村落周辺及び都道に大きな被害が集中していた。神津島の地盤は、上層が天上噴火の砂礫白ママ層の白い砂層成分からなり、雨水による侵食を受け易い。したがって、雨水による侵食

を防ぐために急な斜面が多くなっている。このような急斜面や流紋岩質の斜面の岩塊に過大な地震荷重が作用したために、斜面崩壊が多発したものと考えられる。

また、地震によって生じたのり砕工のクラックやずれなどにより雨水が溜まり易く、台風時には2次災害となる大規模な崩壊を生じる恐れがあった。この2次災害防止対策としての応急復旧は、村内の避難指示・避難勧告を受けた部分に限られ、他の場所については当時手付かずの状況であった。阪神・淡路大震災では、斜面被害が発生した場所が、復旧の遅れから大崩壊に至った例が多数見られた。群発地震が継続していた状況下では、復旧対策に著しく困難を伴うため、今後生活道路となる都道・村道については、土砂崩れ対策を施した耐震強化路線や孤立箇所をなくすような代替ルートの確保等の事前対策が必要であろう。

斜面崩壊を生じた地盤は、村落がある前浜や沢尻湾・長浜(写真-1(a))の火砕流堆積物や多くの割れ目を有する流紋岩質の斜面が多い。多幸湾沿いの天上山の火砕丘は、元来、斜面崩壊がみられていたが、今回の地震でさらに大規模に崩壊した(写真-1(b))。

のり面保護工法のタイプとそれぞれの被害状況を以下に述べる。

①自然斜面

表土層が薄く、のり面勾配が急なため、樹木が地震動による揺れにより壊れやすかった。

②モルタル(コンクリート)吹付工

地震動による土圧に耐えられないため、亀裂、さらに崩壊が生じた。

③コンクリート格子砕工

斜面にモルタル吹付工または客土吹付工を行った後、コンクリート格子砕工を施している。島内の都道沿いでは、①、②に比べて十分な機能を果たしていたが、海岸沿いでは、オーバーハングしている個所が多数あり、地震動に耐えられず表層すべり的な斜面崩壊が生じていた(写真-2)。

④グラウンドアンカー+コンクリート格子砕

村内の河川沿い、及び小学校周辺部などの重要度の高い斜面部にグラウンドアンカー工法を用いたコンクリート砕工が施工されていた。地震動による崩壊は見られず、格子砕内の植栽もそのまま十分な安全性が確保されていた。

⑤落石防護網(ネット)工

島の外周都道沿いによく用いられていたが、地震動により崩落した岩塊の落石量が多く、このような斜面



(a) 沢尻湾から長浜へ通ずる村道の斜面崩壊



(b) 多幸湾沿いの天上山の火砕丘の斜面崩壊

写真-1 島内のいたる所で見られた斜面崩壊



写真-2 のり砕工の崩壊 (三浦港)

崩壊により支柱とアンカーが落石の引張荷重に耐えきれずに破断している箇所が見られた。

5. 橋梁・道路の被害

神津島内の橋梁は5箇所であり、橋梁自体の被害はないが、その取付部に数 cm の段差を生じていた。道路の被害の大部分は、図-4 に示したような神津島内の至る所における斜面崩壊、擁壁の倒壊により、通行止めとなったことによるものである。また、道路に大きな亀裂が生じた所もあり、神津沢の兩岸の道路及び村落の外周に多く見られた。

6. 擁壁の被害

神津島村内は、面積的に平坦な部分が限られることから、擁壁設置箇所が随所に見られ、そのほとんどは石積擁壁である。擁壁タイプとそれぞれの被害状況は以下のようなになる。

①石積擁壁

石積ブロックは、現地発生 of 石を使用しているため、コンクリートブロックに比べて全体的に亀裂が多数発生していた。石積擁壁は、既に老朽化により亀裂を生じていたところにさらに地震力が加わり、縦・横・斜めの亀裂、はらみ、崩壊が生じていた。特に、擁壁のコーナー部が特に大きな被害を生じていた(写真-3)。

②重力式擁壁

急傾斜地崩壊対策事業を施した箇所は、重力式擁壁上に落石防護柵となっており地震動による被害は全く見られなかった。

③テールアルメ擁壁

テールアルメ擁壁は村内の南側にいくつかあるが、被害はほとんどに見られず、壁体前面の下部地盤の既設吹付けが崩壊してもテールアルメは変位も無く安定した構造体を保っていた。兵庫県南部地震と同様にコンクリートスキンの角欠けが見られる程度で「柔軟性のある粘り強い」構造物と考えられる。ただし、地震直後に襲った台風3号による水の影響でテールアルメ壁前面の洗掘があり、雨水排水処理や支持地盤の安定性が不可欠である。

④ブロック塀

ブロック塀は鉄筋が入っているものが少なく、地震動に耐えられずに倒壊しているものが多く見られた。



写真-3 石積擁壁の崩壊

7. ライフライン被害

上水道施設の被害として、給水管で35件、送配水管で2件の被害が報告されていた。被害が生じた給水管はφ20~25mmの塩ビ管であり、送配水管はφ100mmの鋼管とダクタイル管である。7月1日の地震の直後には18戸で断水したが、市民生活に大きな影響を与えることはなかった。神津島村簡易水道の計画給水人口2,500人、計画1日最大給水量は4,100m³であり、白ママ層からなる帯水層を有しているため、わき水などを取水しており、管路以外の水道施設での被害は報告されていない。

7月1日の地震直後に島の北部が停電した。停電は特別養護老人ホームを含む7箇所であり、自家発電機などで対応した。北部には住宅がほとんどないこともあり停電の影響は最小限に押さえられた。その後の余震などで、7日、13日にも一時的な停電があった。

生活関連施設としては、道路被害による道路の機能障害が市民生活に大きな影響を及ぼしていた。すなわち、ゴミ焼却場、粗大ゴミ捨て場、屎尿処理場などの生活関連施設が島の北部に集中しており、そこに至るまでの都道および複数の村道が斜面崩壊などで不通になってしまったからである。急遽、島の南部にある空港近くにゴミの仮廃棄場を作るなどして対応していた。

なお、通信の被害は報告されていない。また、下水道については建設が進んでいた段階であり、ガスについては各家がガスボンベを使っており、ガス供給ネットワークはない。

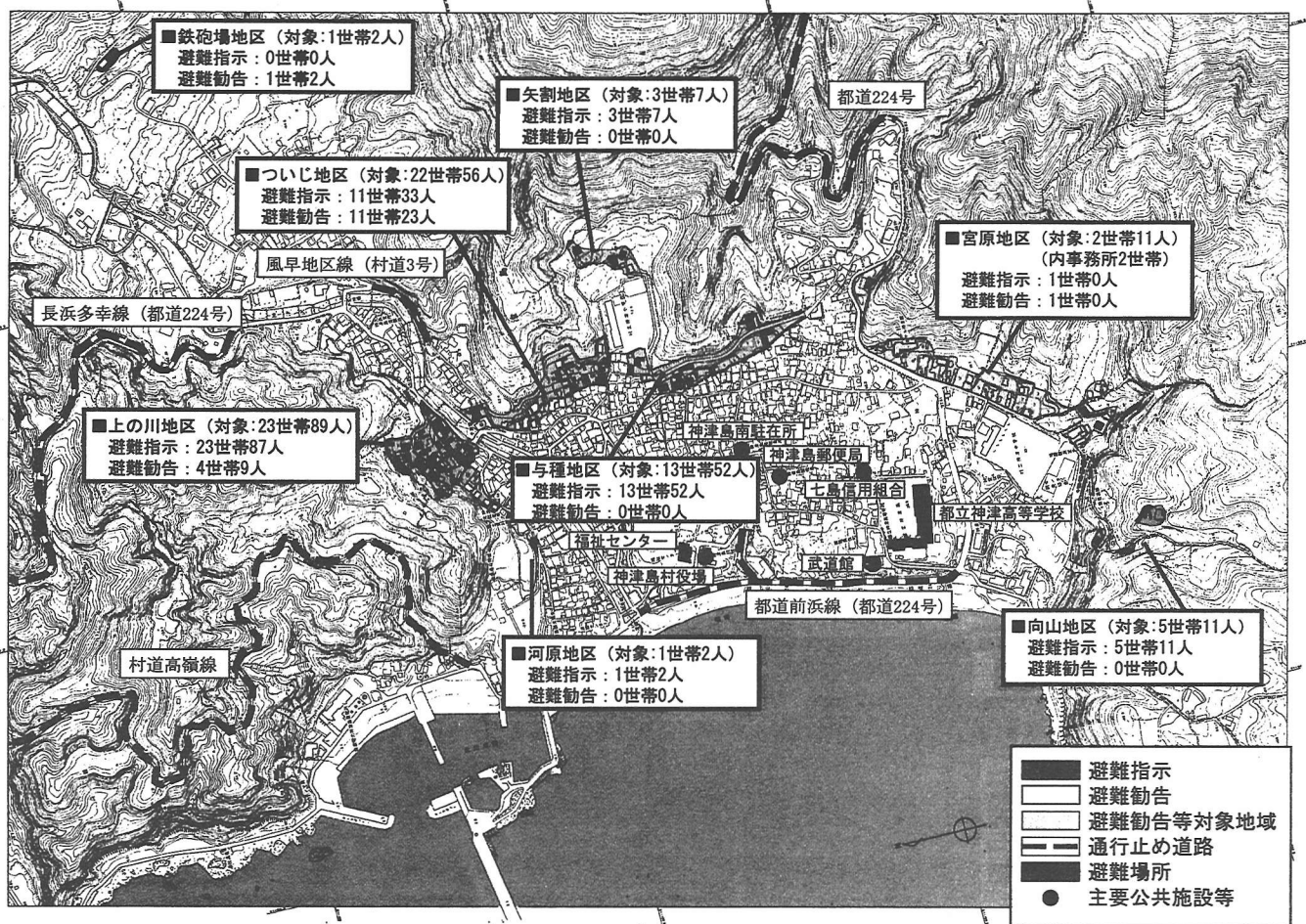


図-5 村内避難指示・勧告状況位置図

8. 災害対応

(1) 避難指示・勧告の状況

神津島村の島外への避難者は、総人口 2,277 名 (7 月 1 日現在) の内、約 2 割の約 400 名 (7 月 17 日現在) となっている。表-1 は、避難指示・勧告に状況を時系列に整理したものである。図-5 は、平成 12 年 7 月 12 日午前 9 時現在の村内の避難指示・勧告状況位置図である。

(2) 地震直後の対応

7 月 1 日の地震では 33 人が神津島村役場の裏手にある福祉センターに避難し、我々が調査した 7 月 15 日現在で 14 人がセンターに残っていた。村役場の職員によると、島では福祉センターと都立神津高校の体育館が避難所に指定されているが、実際に使われたのは福祉センターである。避難者がいる部屋は 78 畳の大広間で、自力で動くことが困難な高齢者に配慮して 3 つのベッドが置かれていた。

表-1 避難指示・勧告などの変化

対象	1 日午後 4 時	7 日午前 8 時 30 分	9 日午前 10 時
避難指示	29 世帯 106 名	31 世帯 98 名	51 世帯 161 名
避難勧告	34 世帯 101 名	285 世帯 851 名	14 世帯 50 名
避難場所	13 世帯 34 名	69 世帯 133 名	28 世帯 72 名
島外避難	53 人 (2 日)	欠航	179 人

9 日未明の地震では住民はそれほど慌てなかったが、1 日の地震の時には続々と住民が避難し、自力で動けない高齢者をセンターまで搬送するなど、迅速な対応がとられた。福祉課職員の談では、役場として軽四輪で迎えに行ったケースが 4 件あり、近隣住民の把握がきちんと行われていることが伺える。

その後の対応も機敏であり、婦人会、保母らによる炊き出しが 1 日 3 回、1 日の地震発生後、3～4 日間行われ、その後はヒアリングをした 16 日

現在まで、朝夕2回の炊き出しが行われていた。避難者の多くは高齢者で、健康面で不安があることから、大島支庁からの応援の保健婦2名を含む4名が2週間以上にわたり、1日2～3回の健康チェックを行っている。また、島には医師、看護婦が各々2、6名おり、折りを見て検診を行うなど、配慮が行き届いていた。ただし、調査時点でも群発地震が続いており、受け入れ側、住民双方が落ち着かず、精神的ケアにまでは手が回らないのが現状であった。

(3) 災害弱者対応

神津島は急峻な地形で、坂道が多く、このため、高齢者の移動は困難な場合が多い。ちょっとした外出でも急な坂道を移動しなくてはならず、普段からの防災訓練が重要となる。全人口に占める65歳以上の割合は平成11年3月末の値で22.5%である。これに対し消防団員数は同11年4月1日現在で228人、消防関連車両17台、救急車1台である。住民参加の防災訓練は噴火を想定したものが多く、2～3年に1度程度であり、あとは自主的に行っている。村役場の職員については年1回の非常召集訓練を行っているが、職員、住民の中には今後は頻繁に訓練を行い、2度と犠牲者を出さないようにしたいとの機運が高まっていた。

島には沢尻に特別養護老人ホームが1ヶ所あり、寝たきり、もしくは自力で動くのが困難な人が約30人、ショートステイを含めれば50人近くの人が入っていた。今回の地震では、この沢尻を含む桑沢～長浜までの約3km区間の都道の被害が大きく、崩壊した土砂で施設に通じる道路が塞がれ、物資運搬、職員の通勤などの面で影響が生じていた。災害に備え、自家発電のための機器や燃料、プロパンガス、食料などの備蓄はしているが、施設の責任者によれば、「今回は船での運搬が可能であったが、11月下旬から2月下旬にかけては風が強く海がしけ、週の半分以上、航行が出来ないので、備蓄量を検討し直したい」と述べるなど、防災対策で盲点となりがちな点を示唆している。

道路が寸断され、職員の通勤が大変となったので、都の福祉協議会に対し、ボランティア派遣要請を行った。その結果、6人1組のボランティアが3～4日交代で派遣されることになり、ヒアリングを実施した16日の時点で、3組分の手配が済み、4組目を検討中であった。施設は居住地区から離れており、途中、徒歩で山越えしなければならず、移動に手間取り、職員の疲労度が高まっていた。入所者の中には夜中に不安を訴える人もいたことが

ら、今後は被災者同様、ケアする側の精神衛生面での対策が急務となろう。

(4) 今後の対策のあり方

被害調査を実施した以降も、神津島、新島、式根島等で震度5弱を超える地震が発生し、新たな被害が生じている。こうした状況から、各村役場では厳戒態勢であった(写真-4)。また、今回の一連の地震では島民が疲弊しきっている様子が見て取れた。

一方、役場職員は状況を的確に判断しており、7月15日に相談所を設けたところ、初日に6名の住民が訪れた。また、農業、漁業、中小企業の復興にも取り組んでいた。今後は高齢者を視野に入れた定期的な防災訓練の実施、災害時に備えた什器、非常食の備蓄の充実、精神面でのケアなどが課題である。

9. まとめと今後の課題

神津島における地震被害調査で得られた結果、および今後の課題を以下にまとめる。

(1) 頻発地震の被害対応

神津島近海(新島・式根島近海も含む)で発生した一連の群発地震は、収束までに約3ヶ月を要したが、特に神津島では、7月中に2度の震度6弱の揺れを記録するなど、物的・人的両面で多大な被害を与えた。

(2) 設計鉛直震度への配慮

東京都が村役場で観測した波形の最大加速度はEW成



写真-4 厳戒体制をとる神津島村役場

分 256gal, NS 成分 273gal, UD 成分 334gal であり, 上下成分の振幅が大きな記録であった。また, 水平方向の卓越振動数は 1~2Hz であり, 一般構造物にとって厳しい帯域にそのピークをもっていたことになる。

(3) 地盤に配慮した斜面对策の必要性

主に流紋岩の溶岩流と火砕流堆積物層からなる神津島は, このような地質条件を反映した斜面崩壊による被害が多発した。

(4) 耐震強化路線及び代替ルート の確保

群発地震が継続していた状況下では, 復旧対策には著しく困難を伴うため, 生活道路となる都道・村道については, 土砂崩れ対策を施した耐震強化路線や孤立箇所をなくすような代替ルートの確保等の事前の対策が必要である。

(5) 宅地擁壁の老朽化対策の必要性

平坦な部分が限られる島内では, 必然的に擁壁設置個所が随所に見られた。そのほとんどは石積擁壁であるが, 亀裂, はらみ, 崩壊が数多く生じていた。擁壁自身の老朽化も一因であろう。

(6) 上水道施設の早期復旧

上水道施設の被害としては, 給水管で 35 件, 送配水管で 2 件の被害が報告されたが, 市民生活に大きな影響を与えることはなかった。

(7) 高齢者・障害者等災害弱者の保護

地震直後には特別養護老人ホームの地理的な孤立が生じた。高齢者を視野に入れた定期的な防災訓練の実施, 災害時に備えた什器, 非常食の備蓄の充実, 精神面でのケアなどが課題である。

(8) 観光地での地震による影響

頻発した地震により観光面で大きなダメージを受け, 出漁もままならないことから, 地震による直接的な被害とは別に, 島民の生活面にも大きな爪痕を残した。地震防災に携わる者にとっても, 一石を投じた地震である。

謝辞

最後に, 調査にご協力いただきました神津島村役場の関係各位に厚くお礼申し上げます。また, 本調査が(社)

土木学会・災害緊急対応部門からの派遣として行われたことを記し, 調査費用の援助等を始めとするご支援に対して深謝申し上げます。

参考文献

- 1) 東京都: 東京都災害対策本部の対応等について(第 198 報), 平成 12 年 10 月 18 日。
- 2) 気象庁: 新島・神津島付近の地震について, 記者会見資料, 平成 12 年 7 月 24 日 9 時 30 分発表。
- 3) 気象庁: 新島・神津島付近の地震について, 記者会見資料, 平成 12 年 7 月 15 日 12 時 30 分発表。
- 4) 防災科学技術研究所: Kyoshin Net (K-NET), http://www.k-net.ostec.or.jp/k-net_docs/kyoshin.html
- 5) 東京都: 東京都災害情報, 新島・神津島近海の地震等への対応について, <http://www.metro.tokyo.jp/miyatop.htm>