

## 論文概要

ニカラグアにおける津波警報に対する住民の避難行動の分析と今後の課題

—津波防災の取り組みの効果分析を通じて—

熊谷 雄

### 1. 研究の目的と方法

本研究は津波警報発令時の住民の避難行動の研究である。本研究の対象である中米ニカラグアは自然の脅威に晒される可能性が高く、また自然の脅威に対する脆弱性が高い国の1つに数えられている。地震と津波に関しては、太平洋岸がカリブプレート西端に位置し、太平洋側からココスプレートがカリブプレートの下に沈み込んでいることから、ニカラグアは地震頻発地域であり、またさらには太平洋岸ではプレート境界が沿岸部に近接していることから、太平洋沿岸における津波の発生による被害が危惧されている。1992年9月1日にはニカラグア近海で発生したマグニチュード7.6の地震で津波が発生し、その地震・津波により175名の死者・行方不明者及び経済的損失をもたらしている。ニカラグアは1992年の津波災害の数日後に地震津波の24時間監視を開始しており、中米他国に比べると、早期津波警報システムの整備が進んでいる。また、ニカラグアは自国で津波シミュレーションの計算を行い、その結果に基づき津波警報の発令を行なっている。一方で1992年以降、津波災害を経験しておらず、また警報発令時の住民行動について調査が行われていないため、津波警報が正常に機能し、住民に正しく情報が伝達されているか、津波警報発令時に住民が迅速に適切な避難行動を取っているかどうかの検証が行われていない。

本論文の目的は、ニカラグアの太平洋沿岸部の住民が津波警報発令時に、(1)どのような避難行動をとっているか、(2)その避難行動の分析により問題点を明らかにすること、である。また、避難行動の分析、問題点を考察することでニカラグアでの沿岸地域での津波防災の取り組みを検討することである。調査の方法は文献調査と実地調査により、ニカラグアの津波警報発令における各機関の役割、運用手順、住民への情報伝達方法を明らかにし、また、ニカラグアで直近に津波警報が発令された2016年11月24日のエルサルバドル沖地震、津波警報発令、住民の避難行動の実態を明らかにした。津波警報発令については、ニカラグア国土調査院 (INETER) の地震津波観測センターの監視当番職員や地震課職員、ニカラグア国家総合防災システム局 (CD-SINAPRED) の担当職員への聞き取り調査を実施し、地震発生から警報解除までの手順やタイムラインを明らかにした。住民の避難行動についてはニカラグア太平洋沿岸のリバス県サン・フアン・デル・スル市の沿岸の住民や、レストラン、お土産屋、ホテルの従業員など、現地を訪問し、徒歩で移動しながら恣意的に選択した住民109人に対して、調査票によるアンケートを実施し、避難行動の有無や、その要因、1992年9月1日ニカラグア津波の経験との関連などを分析した。

## 2. 論文の構成

### 第1章 研究の概要

- 第1節 研究の背景
- 第2節 研究の目的
- 第3節 研究の方法
- 第4節 論文の構成

### 第2章 ニカラグアにおける津波警報システム

- 第1節 ニカラグアの基礎情報
- 第2節 ニカラグアの自然概況及び自然災害情報
- 第3節 ニカラグアにおける防災行政（政策・組織）の概要
- 第4節 ニカラグアにおける津波警報発令手順

### 第3章 分析対象地域の概要と調査概要

- 第1節 2016年エルサルバドル沖地震の概要
- 第2節 調査対象地域（リバス県サン・フアン・デル・スル市）の概要
- 第3節 調査方法
- 第4節 調査結果

### 第4章 調査結果による考察

- 第1節 性別・年齢別にみた津波の想起、避難行動
- 第2節 地震発生時の所在の海岸からの距離と津波の想起、避難行動
- 第3節 1992年ニカラグア津波の経験、認知と津波の想起
- 第4節 1992年ニカラグア津波の経験、認知と避難行動
- 第5節 津波警報サイレンの信頼性、津波防災訓練の問題点と避難行動への影響
- 第6節 調査結果による考察

### 第5章 結論

- 表一覧
- 図一覧
- 参考文献一覧
- 謝辞

### 3. 論文の概要

本論文は 5 つの章で構成されている。第 1 章では、研究の背景、研究の目的、研究の方法、論文の構成について述べる。

第 2 章では、ニカラグアにおける津波を発生させる可能性がある地震発生時の津波警報発令までの手順、各機関の役割、情報の流れを文献調査、INETER や CD-SINAPRED の資料、INETER 地質・地球物理部地震課の地震津波観測センターの監視当番職員や地震課職員からの聞き取り調査により明らかにした。ニカラグアでは INETER が自然現象（地震、津波、火山、気象）の観測機関と研究機関としての機能を有しており、自然現象の観測、分析、調査、災害情報の発信、ハザードマップの作成、災害情報の収集を行っている。CD-SINAPRED は国家レベルの防災対策、防災計画の立案、警報の発令を担っている。災害発生時の緊急応急対応は市民防衛局（Defensa Civil）が担っており、災害発生時の災害情報の受発信、警報発令は市民防衛局の災害オペレーションセンター（CODE）で行われる。地震・津波に係る役割としては INETER が地震・津波を観測し、地震情報、津波アドバイザー情報を発信する。INETER からの情報や、他国・国際機関の情報を分析し、大統領府が警報発令の有無、警報レベルの判断を行う。CD-SINAPRED は大統領府の判断に従い、CODE を通じて警報の発令を行う。ニカラグアにおける津波発生の判断基準は海域でマグニチュード 6.8 以上、震源の深さ 60km 未満、もしくは太平洋津波警報センター（PTWC）や中米津波警報センター（CATAC）から津波発生の可能性の津波情報が発信された場合であり、警報の種類は 3 種類に色分けされており（緑、黄色、赤）、予測される津波の高さや津波を発生させる地震の震源の位置により、発信される警報勧告の種類が異なる。

第 3 章では、2016 年 11 月 24 日に発生したエルサルバドル沖地震とその際にニカラグア国内で発令された津波警報、また太平洋沿岸のリバス県サン・フアン・デル・スル市の住民の津波警報に対する避難行動の実態を明らかにした。現地時間 12 時 43 分の地震発生から、地震観測、震源決定、津波発生の技術的判断など、概ね標準運用手順どおりに問題なく進められ、地震発生から 30 分後の 13 時 13 分にテレビによる津波警報が発令されている。ニカラグア政府や各機関からは津波警報発令の決定時間、正確な警報発令時間は公表されておらず、CD-SINAPRED への聞き取りにおいても正確な時間は確認できなかったが、沿岸地域の防災サイレン稼働もその前後の時間帯と推測される。津波警報は地震発生から約 2 時間後の 14 時 45 分に解除され、ニカラグア沿岸において津波の到達は確認されなかった。避難行動の調査については、太平洋沿岸の南部リバス県サン・フアン・デル・スル市を選定し、市の中心部半径 500m 程度の範囲を徒歩で移動しながら、路上、ホテル、お土産屋、レストラン、市の施設などで恣意的に選択した住民に声をかけ、調査への協力を了承した 109 名を調査の対象者とした。うち 54 名が男性で、55 名が女性であった。年齢は 10 歳代が 10 名、20 歳代が 26 名、30 歳代が 32 名、40 歳代が 21 名、50 歳代が 11 名、60 歳代が 5 名、70 歳以上が 4 名であった。1992 年のニカラグア津波を「知っている」と回答したのは 82 名、「知らない」が 27 名で 4 名に 3 名は「知っている」という結果となった。2016 年 11 月 24 日の

エルサルバドル沖地震を「覚えている」と回答したのは92名で、うち津波警報サイレンを聞いたのは78名、テレビの津波警報を見たのは45名で、避難をしたのは43名、避難をしなかったのは49名だった。

第4章では調査結果による考察を述べる。質問票の結果を基に地震発生時と津波警報発令時の住民による津波の想起と避難行動の有無、その要因を分析した。今回の調査においては津波の想起について性別による差はほとんどなく、各項目において男女ともほぼ同様の結果が示された。年齢別の分析で明らかになったのは、10歳代の住民の地震の揺れや津波警報サイレンによる津波の想起の割合が他の年代に比べて低い傾向であることがわかったが、全体的に見ると年齢が低い方が津波の想起の割合が低いという傾向はなかった。津波警報（テレビ放送）による津波の想起においては40歳代以上、年齢が高い方が高い傾向であった。避難率については男女の差はほとんどなく、年齢別に見ると、年齢の低い10歳代から20歳代の方が他の年代に比べて高い避難率となる傾向であった。

地震発生時の所在地の海岸からの距離別に見ると、海岸に近い方が津波の想起において高い傾向であることがわかった。海岸からの距離500m程度が分岐点となっており、各項目において500m未満と500m以上の結果には15%～30%の差異が見られ、500m未満の地点にいる人はより津波を想起する傾向であった。避難率についても同様に海岸に近い方が避難率が高く、300m未満では約7割が避難しているが、300m～500mでは約5割、500m～700mは4割以下と海岸から離れるほど、避難率が低下する傾向であった。

1992年のニカラグア津波の経験・認知と津波の想起の相関については1992年の津波を経験したもしくは知っている人は知らない人よりも地震の揺れや津波警報から津波を想起し、津波襲来の可能性を意識する傾向が高い結果となった。避難行動との相関については1992年の津波を知っている方が知らない人よりも避難しなかった割合が多いという結果となった。海岸からの距離での分析と同様に海岸近くにおいて津波を想起しているにもかかわらず避難しなかった人には「正常化の偏見」が心理に作用したと考えられる。

また津波警報が空振りだったこと、津波防災訓練や警報サイレンの頻繁な稼働が住民の意識、避難行動に悪い影響を与えていることが津波警報後の意識の変化についての質問、質問票の自由記述のコメントにより明らかになった。

第5章は結論として、津波防災教育に必要な取り組み、また現在のニカラグアの津波警報においての問題点、改善が必要な点を述べる。今回の調査の結果、2016年11月24日の津波警報におけるサン・ファン・デル・スル市での避難率は46.7%で、半数以上の53.3%が避難しなかったという結果となっている。地震の揺れを感じたり、津波警報のサイレンを聞いたりしても避難をしないという判断、避難行動を阻害するものは複合的なものも含めて様々な要因が考えられるが、今後、住民の避難行動を促進し、避難率を向上させるための津波防災教育の取り組みとして、本調査で明らかになった住民の避難行動の調査結果と考察を基に以下に提案する。

一つ目は津波災害伝承を生かした津波防災教育である。調査結果から1992年の津波災害

を経験した人もしくは知っている人は知らない人よりも地震の揺れや津波警報から津波を想起し、津波襲来の可能性を意識する傾向が高いことが明らかになった。津波防災イベントを開催すること、1992年の津波災害を伝承し、被災者の経験談を伝えていくことは津波防災教育として有益であると考えられる。

二つ目は防災訓練、メンテナンスによるサイレン稼働、またその事前通知方法の改善である。本調査の結果、頻繁にサイレンがなることや、事前の通知がなく訓練が実施されることでサイレンへの信頼性が失われており、津波警報発令時に多くの住民が避難しないという可能性も考えられる。頻繁なサイレンの稼働や訓練により、「オオカミ少年効果」と呼ばれる「度重なる誤解によって警報の受け手である人間の警報システムに信頼性が低下していく現象」が住民の心理に働いていると考えられる。ニカラグアでは防災訓練、サイレンのメンテナンスの実施方法に大きな問題があり、改善が必要であると考えられる。より多くの住民が事前に訓練実施やメンテナンスの日程を把握するために訓練事前周知の方法は再検討が必要である。ニカラグアでは頻繁に地震が起きており、いつ1992年の津波災害のような津波を引き起こす大地震が起こるかわからない。津波発生時に人的被害を最小限に止めるためにも、津波防災の取り組みは非常に重要である。