

# 2015 年イジャベル地震における チリ国の津波避難行動の開始特性について

有川 太郎<sup>1</sup>・村上 ひとみ<sup>2</sup>・朝位 孝二<sup>3</sup>・高橋 征仁<sup>4</sup>・Ramos Leone<sup>5</sup>・  
佐瀬 浩市<sup>6</sup>・富田 孝史<sup>7</sup>・三浦 房紀<sup>8</sup>

<sup>1</sup>正会員 中央大学教授 理工学部都市環境学科 (〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27)  
E-mail:taro.arikawa.38d@g.chuo-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 山口大学大学院准教授 創成科学研究科

<sup>3</sup>正会員 山口大学大学院教授

<sup>4</sup>正会員 山口大学大学院教授

<sup>5</sup>正会員 Universidad de Concepción 教授

<sup>6</sup>正会員 国土交通省

<sup>7</sup>正会員 名古屋大学大学院教授

<sup>8</sup>正会員 山口大学大学院教授

2015 年 9 月にチリ北部で生じた地震津波において、津波は 10 分程度で浸水を開始したが、ほとんど人的被害が生じなかった。その理由は、被害対象地域の人々の大半が 10 分以内に避難したことであった。避難警報がチリ全土に対し発令されており、その発令は、地震から 10 分後であり、また、地震の揺れの強さに関係なく、沿岸部全体に同じ警報が発令された。そこで、本研究では、チリにおける、津波避難行動の開始の特性を調べることを目的として、揺れの強い地域と弱い地域により、避難行動が異なるかどうかについて、アンケート調査を実施した。その結果、チリ人の避難行動の開始は、揺れ強さと強い相関があることがわかった。その理由として、強い揺れを感じると、津波に対する恐怖心からすぐに逃げるこがわかった。

**Key Words:** evacuation response, tsunami, Chile, questionnaire, the 2015 Illapel Earthquake

## 1. はじめに

### (1) 沿岸部における防護の変遷

戦後における沿岸域の防護施設等の整備は、1956 年の海岸法の制定から始まっている。戦後、復興過程にある日本を、数多くの台風による高潮被害が襲ったが、な

かでも、1953 年の台風 13 号では甚大な被害が生じた。さらに、海岸法制定後の 1959 年には、「伊勢湾台風」として知られる台風 15 号により、死者 5000 人以上という大きな災害に見舞われた<sup>1)</sup>(図-1)。

海岸法の制定の目標は、沿岸域を「防護」することに

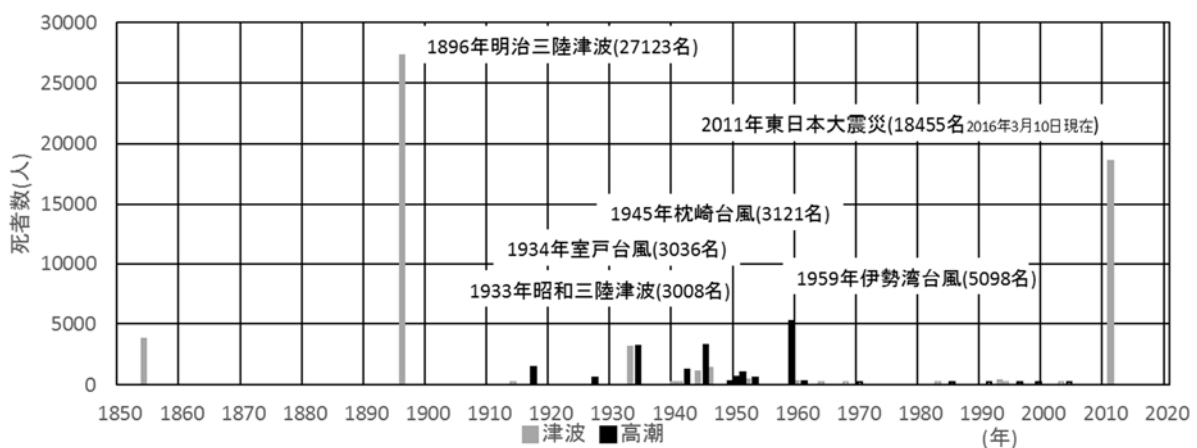


図-1 近年の津波・高潮による犠牲者数の推移

あった。防潮堤や護岸を設置する、いわゆる「線的防護」を行い、浸水を許さず沿岸の背後地域を守るということを目標とした。図-1 でもわかるとおり、沿岸における被害者数は、1959年の伊勢湾台風以降激減し、その目標がある程度達成できたと思われたころ、防潮堤や防波堤などの人工構造物を建造したことによる弊害が顕著となった。弊害とは、例えば、防潮堤があることで海岸へのアクセスが悪くなり、海岸から人々の関心が薄れる、防波堤などの固定構造物により、湾内環境の悪化や周辺の砂浜の浸食が進むといった問題である。そこで、「線」による防護から、親水性や沿岸環境に配慮した「面的防護」方法へとシフトし、1999年に「防護・環境・利用」を主たる目的とする海岸法の改正がなされた。また、土木構造物の供用期間の問題が顕著となりはじめ、建造してきた防護施設の維持管理をどうしていくかが大きな問題として取りざたされた。四面を海に囲まれた日本は、海岸線も長く、順次修復していくだけでも、相当な金額が必要となるからである。

2005年に、2004年のスマトラ沖地震を踏まえ、国土交通省では、津波対策検討委員会を開き、津波対策に対する提言<sup>2)</sup>を行っている。この提言は、津波対策を横断的・網羅的にとりまとめたものとしては、国内では初めての提言となる。提言では、特に、日本のこれまでの津波対策を、事前予防対策としてのハード整備中心の考え方に立つものと評価した上で、事前から事後にわたりハード整備およびソフト対策をあわせて展開し、被害の最小化を目指すという考え方へ転換した対策を強力に推進するように求めている。そのような状況下において、2011年に東日本大震災が発生した。

震災直後の中央防災会議にて、提言という形で防護施設の役割が示された<sup>3)</sup>。提言では、「海岸保全施設等に過度に依存した防災対策には問題があったことが露呈され」、「最大クラスの津波レベルを想定した津波対策を構築し、住民の生命を守ることを最優先として、どういった災害であっても行政機能、病院等の最低限必要十分な社会経済機能を維持することが必要」であり、その上で「防護施設に対して、設計対象の津波高を超えた場合でも施設の効果が粘り強く発揮できるような構造物の技術開発を進め、整備していくことが必要である」とされた。2005年時において出された国土交通省としての提言から国としての提言に変わり、かつ、より具体的に示された。それに伴い、沿岸の町づくりは、浸水を完全に止めるという思想から、浸水を許すことも前提とした町づくりへと変わっていく必要がある。

そして、その中央防災会議において、今後の津波被害軽減方策として、「津波からの避難を容易にするためには、海岸保全施設等の整備に加えて、交通インフラなど

を活用した二線堤の整備、土地のかさ上げ、避難場所・津波避難ビル等や避難路・避難階段の整備、浸水リスクを考慮した土地利用・建築規制などを組み合わせ、地域の状況に応じて適切に実施する必要がある。」とし、また、「津波からの迅速かつ確実な避難を実現するため、徒歩による避難を原則として、地域の実情を踏まえつつ、できるだけ短時間で、津波到達時間が短い地域では概ね5分程度で避難が可能となるようなまちづくりを目指すべきである。」を提言した。

## (2) 研究目的

迅速な避難を可能とすることが重要であることは、反論の余地は無いと思われるが、2016年11月に生じた福島沖地震津波時における避難率も決して高いとは言えない状況にある。一方で、2015年9月にチリ北部で生じた地震津波において、津波は10分程度で浸水を開始したが、ほとんど人的被害が生じなかった。その理由は、被害対象地域の人々の大半が10分以内に避難したことが現地調査で明らかになっている<sup>4)</sup>。そこで、本研究では、チリにおける、津波避難行動の開始の特性について、アンケート調査を用いて検討し、即時避難につながった理由を考察する。

## 2. アンケートの調査内容

### (1) 2015年9月のチリ北部沖地震津波の警報状況

2015年9月のチリ北部沖地震津波においては、避難警報がチリ全土に対し発令された。発令は、地震から10分後であった。また、地震の揺れの強さに関係なく、沿岸部全体に同じ警報が発令された。

### (2) アンケート調査の方法

そこで、揺れの強い地域と弱い地域により、避難行動が異なるかどうかについて、アンケート調査を実施した(図-2)。震源に近い場所については、Tomita et al.(2016)<sup>5)</sup>が避難行動アンケートを実施しており、その結果を活用することとし、震度が3~4程度以下の地域3つ(Iquique(I)地区、Caldera(C)地区、Pichilemu(P)地区)を選び、①避難したかどうか、②避難を10分以内(警報前)に開始したかどうか、③避難をした理由もしくはしなかった理由は何かなど13項目程度について、それぞれの地域で100名程度に対して実施した。詳細なアンケートの内容は、表-1のとおりである。

## 3. アンケート結果と考察

### (1) 避難状況とその理由

図-3 に地震の揺れに対する感じ方、図-4 に避難の有無、図-5 に避難開始時間について、それぞれ示す。これを見ると、図-3 より、P 地区は、他の 2 地区より揺れが若干強かったことがわかる。震度としては、P 地区(4.5 程度)、C 地区(4 程度)、I 地区(3 程度)であり、アンケート結果と整合する。図-4 では、オレンジの部分が避難したものであるが、それぞれ 34.3%(P)、69.4%(C)、45.3%(I)が避難した。図-5 から 10 分以内(警報前)に避難した人は、88.9%(P)、74.7%(C)、77.2%(I)であった。そこから、それぞれの地区で警報前に避難した人を計算し、Tomita et al. (2016)<sup>9)</sup>に実施した調査を加えたものを図-6 に示す。これを見ると、チリにおいては、揺れの強さに起因して避難行動を開始するかどうかの判断をしていることが示唆される。

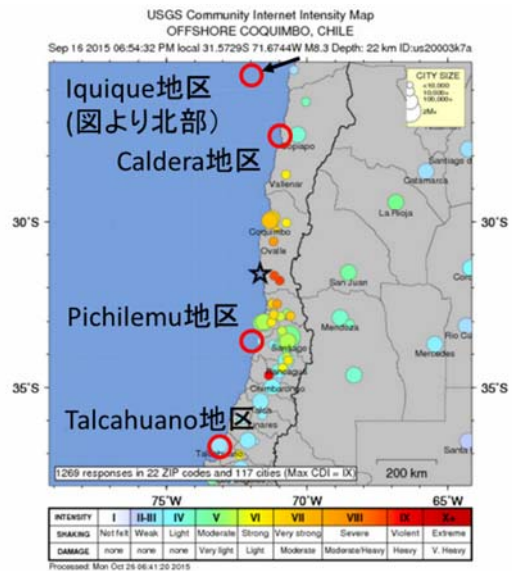


図-2 震源、震度<sup>9)</sup>、調査場所について

(2) 東日本大震災時の避難行動との比較

図-7 に避難しなかった理由を示す。いずれの地区とも、80%以上が、津波は来ないと思ったことが理由であり、津波に対する恐怖心が避難開始のスイッチとなっていることがわかる。図-8 に、東日本大震災時のアンケートによる避難開始平均時刻と震度情報をプロットしたものを示す。チリにおいては、震度の考え方が異なるため、単純な比較はできないものの、推測される曲線を赤で示す。これを見ると、揺れが強いときの開始行動の違いがよくわかる。図-9 に警報の効果について示す。それぞれの地区で 10%程度から 20%程度ぐらいが警報で逃げていることがわかった。

表-1 アンケート項目

1. Where were you when the earthquake occurred?
2. Please check your location at the time of the earthquake in the map.
3. When the shaking was occurring, was it difficult to keep standing?
4. Did you evacuate from tsunami?
5. Did you hear the tsunami alert or alarm siren?
5_B.If the answer is 'yes', where were you?
If the person evacuated, go to No. 6, if not, No. 7
6. What made you decide to evacuate?
6_B. At which moment did you start to evacuate?
6_C. Which travel means did you use to evacuate mainly?
6_D. Please comment freely what are the reasons why you evacuated
7. What was the main reason why you did not evacuate?
7_B Please comment freely what are the reasons why you did not evacuate, your idea about tsunami risk, and your past experience of tsunami evacuation.
8. Prior to the September 16 earthquake, have your family (parents, grandparents, etc.) ever taught you to evacuate from a Tsunami?
9. Prior to the September 16 earthquake, did you know the risk map of Tsunami in the city, in which the inundation zones are described?
10. Before the earthquake of September 16, had you participated in Tsunami evacuation drills?
11. Did you experience or know the following tsunami disasters?(1. the 1960 Valdivia, Chile tsunami, 2. the 2010 Maule earthquake & tsunami, 3. the 2014 Off Iquique earthquake & tsunami, 4. the 2011 Tohoku, Japan tsunami)

4. まとめ

チリにおける避難行動の開始特性について、2015 年 9 月の地震津波を対象としてアンケートを実施し、検討した。その結果、チリ人の避難行動の開始は、揺れと相関があり、また、強い揺れを感じると、津波に対する恐怖心からすぐに逃げる事がわかった。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局監修：海岸—50 年のあゆみ—，(社)全国海岸協会，2008.
- 2) 津波対策検討委員会：津波対策検討委員会提言，国土交通省，2005.
- 3) 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告，中央防災会議，2011.
- 4) T. Tomita, T. Arikawa, T. Takagawa, K. Honda, Y. Chida, K. Sase, R. Olivares(2016) : Results of Post-Field Survey on the Mw 8.3 Illapel Earthquake Tsunami in 2015, Coastal Engineering Journal, Vol. 58 (17 pages) .
- 5) USGS.
- 6) 内閣府：東日本大震災時の地震・津波避難に関する住民アンケート調査，2012..

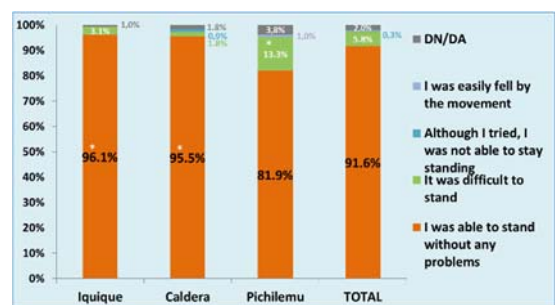


図-3 各地区の揺れの強さ感じ方

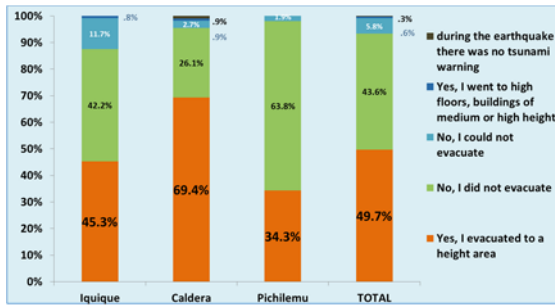


図-4 各地区の避難率

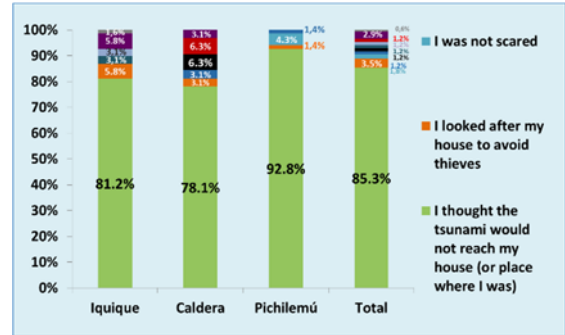


図-7 避難しなかった理由

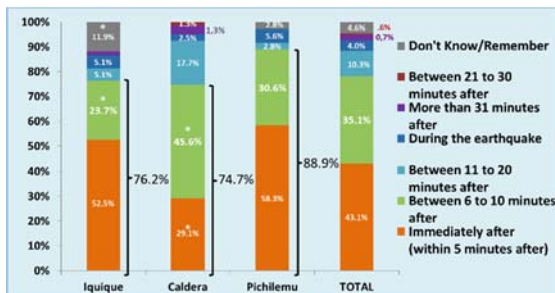


図-5 各地区の避難開始時間

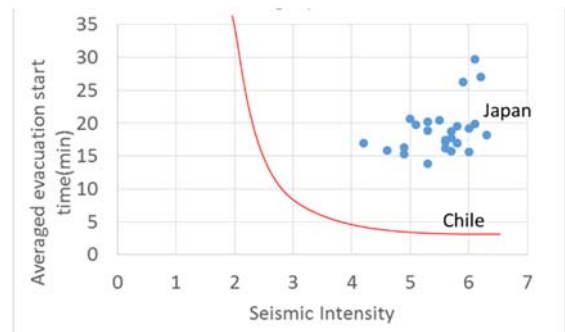


図-8 東日本大震災時の日本の震度と平均避難時間とチリにおける推測ライン

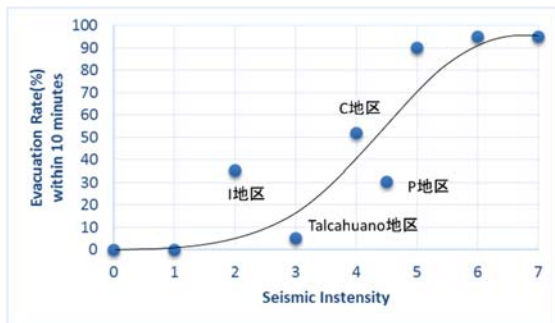


図-6 震度と警報前の避難率

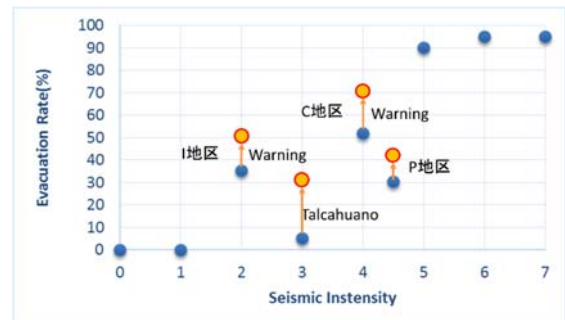


図-9 各地区において、津波警報で逃げたという割合を加えたプロット (オレンジの丸)