

2010年チリ地震津波の被害調査速報

今村 文彦*・藤間 功司**・有川 太郎***

Preliminary report of field survey on the 2010 tsunami in Chile

Fumihiko IMAMURA*, Koji FUJIMA** and Taro ARIKAWA***

Abstract

The field survey was conducted at the period of 30 March to 4 April 2010 to investigate the impact and damage by the 2010 Chilean earthquake tsunami which was generated in the middle of Chilean coast located in the north of the 1960 one. The tsunami runup heights are ranging from 5 to 8 m at the affected and damaged areas along the shore. The maximum one was measured 28.1 m at the cliff jutting out over the sea in Constitucion. In the region, tsunami could propagate in the river over 5 km from the river mouth where the runup height of 6.1m was measured. The damage on the house, inundation depth and geometry at Dichato was investigated, which can be used to estimate the criteria of housing damage by a tsunami.

キーワード：チリ沖，地震，津波被害，現地調査

Key words : Chilean coast, earthquake, tsunami disaster, field survey

1. はじめに

1.1 地震の概要

2010年2月27日現地夏時間3時34分にモーメントマグニチュードMw8.8の大地震が発生した(図1参照)。この地域では、太平洋側からはナスカプレートが大陸側の南アメリカプレートの下に沈み

込み帯があり、過去、津波を伴う巨大地震が発生している。特に、1960年5月22日にはMw9.5という観測史上最大規模の巨大地震が発生し、それによる津波が太平洋沿岸に伝播し多大な被害が発生した。我が国も含めた国際的津波警報システム設立のきっかけとなった災害であった。今回の地

* 東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター
Disaster Control Research Center, Graduate School of
Engineering Tohoku University

** 防衛大学校建設環境工学
Department of Civil Environmental Engineering, National
Defense Academy

*** 港湾空港研究所アジア・太平洋沿岸防災研究センター
Port and Airport Research Institute

本速報に対する討論は平成22年11月末日まで受け付ける。

震発生域は、そのすぐ、北側に位置しており、南は Concepcion から、北の Valpariso までの約600km で震源域が広がった。

1.2 津波調査の目的

Mw8.8地震による津波の影響は大きく、チリ国内のみならず、南米さらには日本も含む全太平洋域に伝播し、影響を与えた。我が国でも、大津波警報が発令されるなど津波の規模は大きく、実際に、全振幅で2 m以上の津波規模も観測されていた(気仙沼市, 2010)。幸い人的被害は小さく、1960年津波では多大な被害を出した日本やハワイでの犠牲者はいない。警報システム、避難体制、防災施設の整備によると考えるが、一方、避難率低下の問題や水産業を中心とした経済被害などの課題は残されている。

一方、チリ国内での津波観測や被害情報は断片

的なものであり、沿岸での確実なデータが不足していた。さらに、調査前に、メディアを通じた現地情報から、いくつかの特徴や疑問も挙げられていた。例えば、地震発生後に来襲した第一波が小さく、その後しばらく平穏で、その後の2,3波が大きいと報告されているが、本当か?なぜ、そのような状況になったのか?将来日本でも可能性のある、プレート地震・津波による被害の類似性はないのか?である。そこで、以下のような項目を目的とした現地調査を実施する必要があった。

津波の実態(遡上高さ、来襲回数、最大波、浸水)、被害状況(家屋、港湾施設、観光地域、沿岸環境、地震動などとの複合災害)、警報情報と避難実態(いつ避難出来たのか?出来なかったのか?)、事前の対応(避難訓練や啓発はどの程度やっていたのか?)。これらの調査により、我が国でも発生が懸念されている東海から南海にいたる連動地震および津波に対する知見や教訓が得られると期待される。

調査は、文科省の国際会議経費や港湾空港研究所の調査費などから支援を得て、津波以外の地震工学、耐震、地盤、社会インフラなどについての調査チームと合同で実施した。

1.3 スケジュール

行程は以下に示す通りである。は調査場所、移動ルートなどを示したものである。場所は図1を参照されたい。

- 3月28日 Santiago 着、午後 Chile 大学教授と打ち合わせ
- 3月29日 午前 JICA チリ事務所にてスケジュール確認、午後 Catolica 大学、UNESCO サンチャゴ事務所にて情報収集
- 3月30日 Santiago → Concepcion (車移動) 午後4時 Concepcion 大学打ち合わせ、市内被害調査
- 3月31日 Dichato (Concepcion より北側、車で1時間程度) および Coliumo (Cichato の南) にて津波被害と痕跡調査
- 4月1日 ヘリコプターにて Talcahuano より Constitucion の北まで空中視察、午後

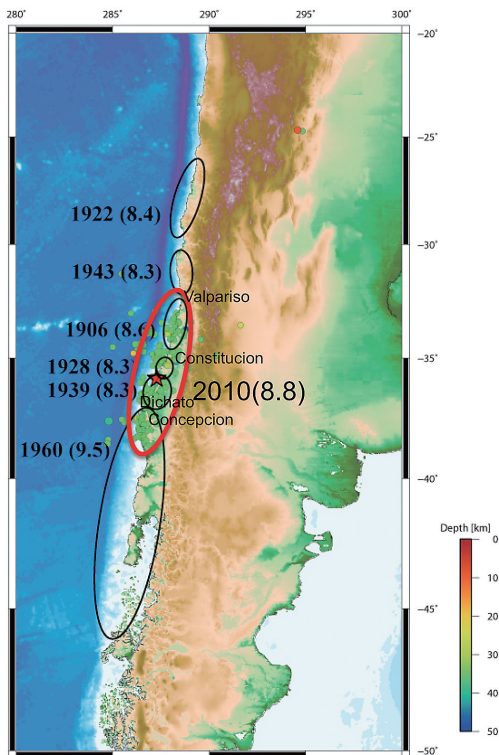


図1 2010年地震の余震分布との周辺の過去の地震(東大地震研, 2010に加筆)

- Talcahuano 港にて津波痕跡調査
- 4月2日 Concepcion から Constitucion まで車移動, 移動中 Pelluhue 周辺で痕跡調査。Concepcion にて痕跡調査 (今回の最大遡上高さを計測, 河川の遡上高さ計測)
 - 4月3日 Concepcion から Valparaiso まで移動。途中, San Antonio 港周辺の集落にて被害・津波痕跡調査
 - 4月4日 Valparaiso 港を視察し, Concon (北側) まで移動したあと, Santiago にもどる
 - 4月5日 UNESCO にて調査報告会, Catolica 大学にて調査報告会, Santiago 発, 翌日帰国

これらの値は, 東北大学の速報値 (東北大学, 2010) とよい一致を示している。現地調査において, 津波発生1ヶ月後の調査であったが, 住宅や沿岸周辺域に残された痕跡は明瞭であった。なお, 住宅地域や港湾施設などでは, がれきなどの撤去作業が進み, 建物被害や漂流物移動の実態を把握することは難しい。最高遡上高さは, Constitucion の沿岸部での28メートルの値を示した (図2と写真1)。これは, ビル10階に相当する。また, 同地域の河川において約5 km 上流でも6 mの遡上痕を残していた (図3)。なお, 被災した地域は限定的であり, かつ, 海岸沿いに50~70 km 程度の間隔で存在していた。

2. 主な調査結果

2.1 津波の規模

現地調査で得られた主な成果をまとめると, 以下になる。チリ沿岸の津波被災地域には平均5~8メートルの津波 (遡上高さ) が押し寄せ

2.2 主要被害

さらに, 主な被災地域での状況をまとめると, Dichato では, 8 m の遡上を記録し, ここでは, 護岸が若干高く存在し, その後, 3 m~3.5 m の平坦な地盤となり, 最後に丘に続いている (図4, 5)。

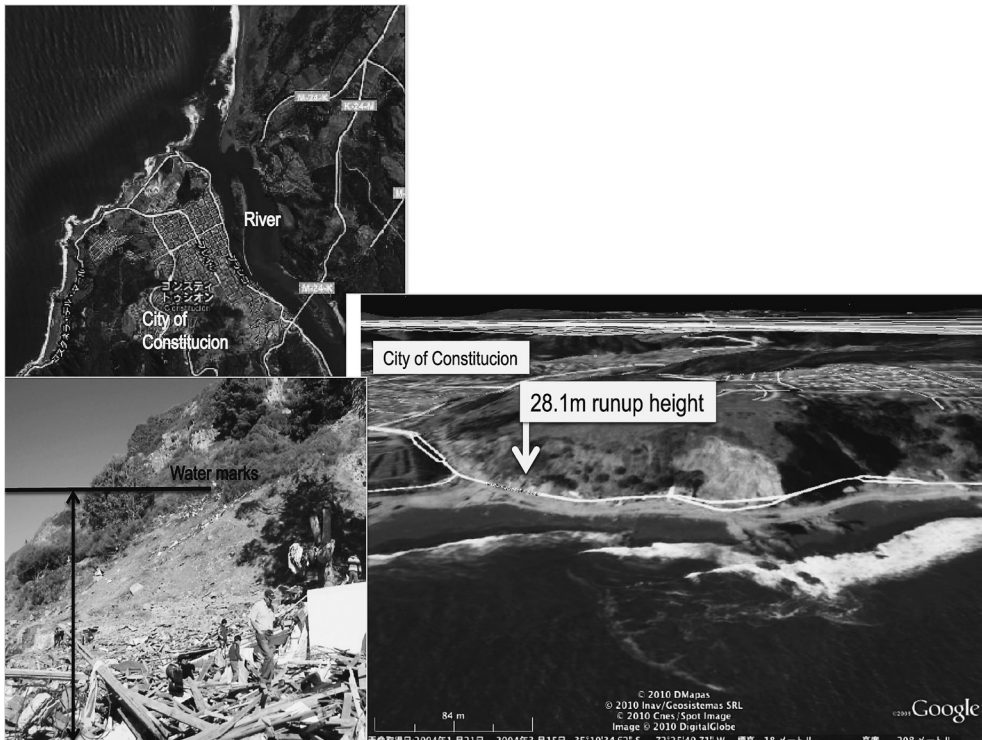


図2 Constitucion 付近の地形と津波の遡上



写真1 Constitution の沿岸部での28メートルを記録（津波遡上高さ）

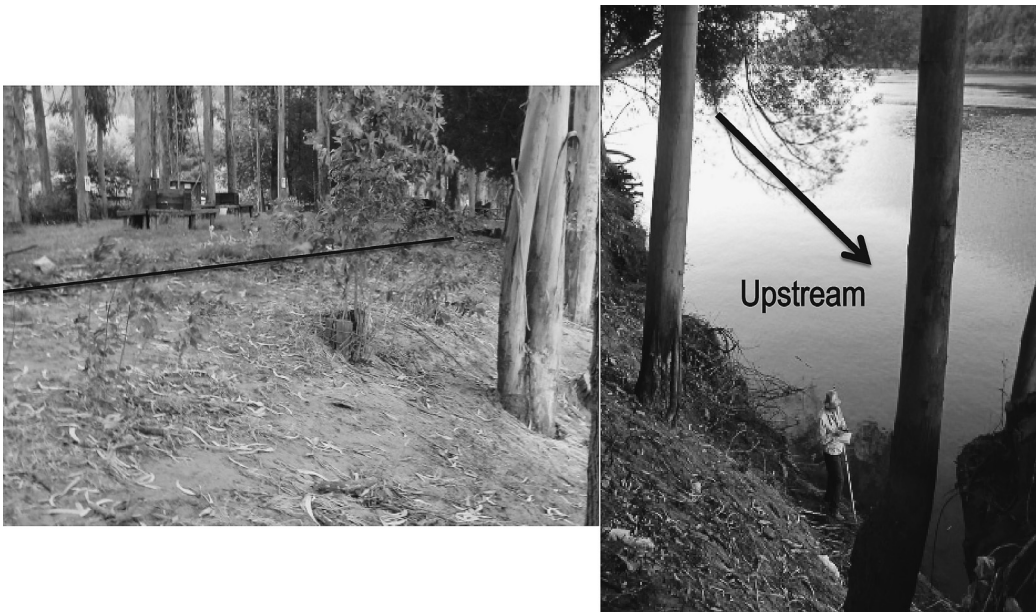


図3 Constitution での河川を遡上した津波
河口から5 km 以上離れた場所でも6 m もの遡上が見られた



図4 Dichato の位置と津波遡上高さ



図5 Dichato での断面地形と津波遡上高さ (8.2m)

このような地形に、浸水深2 mを超えるような津波が一気に流れ込み、8割以上の住宅が破壊された。また、本測線上の護岸は階段護岸のような構造である。地震ならびに津波による洗掘を受けて、破壊されたと考えられるような被害を受けていた。若干南の位置では、護岸は健全であった。この差も被害の違いを生んだ可能性がある。なお、家屋は1階が煉瓦、2階部分が木で出来ている作りが多かった。

さらに、波源の北端付近に位置している San Antonia (LloLleo) には、6.5 m の津波が押し寄せた。ここでは、堤防の有無により被害の明暗が大きく分かれていた。7 m の堤防があった地区は被害がなかったのに対し、最高でも6 m程度の砂丘しかなかった地区は、家屋がほぼ完全に崩壊していた(図5)。低地には津波が浸入しやすく、如何にこの破壊力を軽減するかが重要であるかを示した事例となった。

2.3 避難実態や津波来襲について

津波の最大波に関しては、住民の体験談や当日撮影したビデオなどの情報を得た。最大波が第一波以降であることは確認出来たが、第一波以降しばらく静穏であったこと、いつ最大波になったのか? などについては、多くの住民が避難していたために、断定できなかった。

Dichato は、保養地で海水浴客のための飲食店や別荘などが建ち並んでいた。多くの住民が自発的に高台に逃げたが、住民と観光客約7,000人のうち、11人が死亡、42人が行方不明である。地元の住民の話によると、地震発生から1時間後に大きな引き潮に続いて4~5 mの津波が来た。地元の住民が撮影した映像では、3回目の津波が押し寄せた際に、建物などが押し流される様子が写っていた。

チリ沿岸における検潮所での記録は残されている。今回の波源域周辺では、Valparaiso および Talcahuano (第2波以降はスケールアウト) において、観測記録がある。今後の解析に役立てることができる。

さらに、住民への聞き取り調査をしたところ、

第1波の後に自宅などへ戻った人もいたが、多くの人は地震発生とともに高台に逃げて、半日以上避難を続けたという。死者は500人を超えたが、被害の実態をみればもっと死者が出てもおかしくなかった。こういう姿勢は教訓として学ぶべきであると考えられる。

3. まとめ

M8以上の海溝型地震および津波による被害は、我が国でも共通の課題であり、今回の緊急調査で、その実態を調べることが出来たと思われる。今後は、さらに、詳細な地域での被害の実態調査を加え、全体像と今後の課題整理を行う必要があると思われる。チリ沿岸では、今後、今回の地震の北部で地震空白域(図1)が残されており、今後の予防・減災の面でも協力を深めたい。

今回の調査結果は、限定された地域で実施されたものである。ITIC (2010) では、警報発令の実態、潮位・津波観測データ、地震情報、津波数値解析結果、メディア情報、現場写真・ビデオ、津波現地調査結果など総合的なデータ・情報を整理し発信している。最新の情報は、ITIC (2010) のWEB ページを参照されたい。

謝 辞

文科省事業(事業3. 国際研究集会派遣研究員)で派遣経費を、現地調査については、4学会(土木学会、建築学会、地震工学会、地盤工学会)で実際された。チリ国内での手配や調整においては、JICAチリ事務所から多大な支援を得た。Prof. Sergio Barrientos(Chile 大学地震学)、Dr. Rodrigon Cienbugos, Dr. Marcelo Lagos, Lopez (Catolica 大学)、Dr. Samuel Homrazbal, Dr. Arturo Belmonte, Dr. Dante Figueroa (Concepcion 大学地球物理学、災害リスク)、には多くの情報とデータを頂いた。ここに記して、謝意を表す。

参考文献

東北大学, 2010, 津波工学研究室報告, 津波の解析結果, http://www.tsunami.civil.tohoku.ac.jp/hokusai3/J/events/chile_100227/chile_100227.html

気仙沼市, 2010, チリ中部沿岸を震源とする地震に伴う津波について, <http://www.city.kesennuma.lg.jp/icity/browser?ActionCode=content&ContentID=1269491082102&SiteID=0>

東京大学地震研究所, 2010, 2010年チリ中部地震, http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/2010/02/201002_chile/

ITIC, 2010, International Tsunami Information Center, <http://ioc3.unesco.org/itic/contents.php?id=667>

(投稿受理：平成22年5月5日)