

2010年チリ地震津波の被害調査報告

今村文彦¹，高橋重雄²，藤間功司³，富田孝史²，有川太郎²

¹正会員 東北大学教授 工学研究科 (〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-11)
E-mail:Imamura@tsunami2.civil.tohoku.ac.jp

²正会員 港湾空港研究所 アジア・太平洋沿岸防災研究センター (〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1)
takahashi_s@pari.go.jp
tomita@pari.go.jp
arikawa@pari.go.jp

³正会員 防衛大学校教授 システム工学群建設環境工学科 (〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20)
fujima@nda.ac.jp

本文は、2010年2月27日(現地時間3時34分)に発生したチリ中部沿岸での地震(Mw8.8)に伴う津波の挙動およびその被害について現地調査を実施した主な結果を報告するものである。津波の遡上としては、チリ沿岸部で平均値として5-9m程度(一部値を除く)、Robinson Crusoe島においては、範囲として6-16mもの高さ(潮位補正済み)を測定した。なお、最大値は、Constitucionの沿岸部切りたつた崖で28mを超えた。非常に局所的な値である。5km以上の河川遡上も認められ、そこでの津波の高さは6.1mもの値であった。各地での被害の特徴、避難の状況などをまとめる。

Key Words : *t Chilean coast, earthquake, tsunami disaster, field survey*

1. はじめに

(1) はじめに

我が国の専門家がチリ沿岸での地震や津波の影響を受けた地域での現地調査の結果を報告する。特に、合同4学会現地調査(川島・今村,2010,今村ら,2010)と港湾空港研究所などの合同チーム(高橋ら,2010)による結果をまとめたものである。その他のチームによる成果もあるが、ここではすべてを整理してはいない。津波痕跡データに関しては、津波工学研究報告(2010)にまとめられているので、参照されたい。また、日本国内での津波調査結果は、都司ら(2010)や津波工学報告(2010)にまとめられている。

(2) 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)。チリでは1960年5月22日のチリ地震に次ぐ規模であり、北側の隣の領域でおきた地震であった。震央はConcepcionの北北東115km、震源の深さは35km、と推定されている。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年の規模は大きく、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。

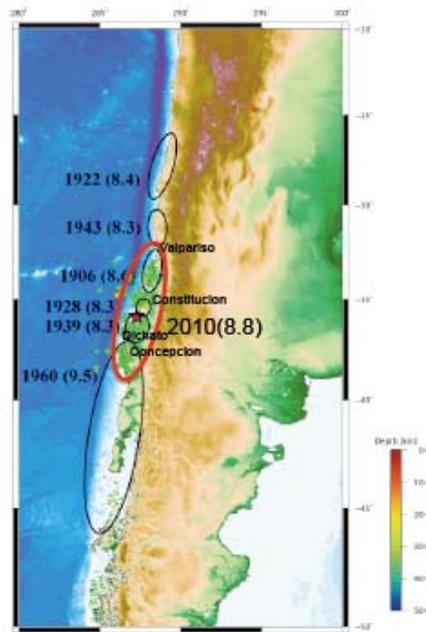


図- 1 2010年地震震源域（赤実線）との周辺の過去の地震（東大地震研，2010に加筆）

(3) 津波伝播と予測について

今回は、断層の位置（津波の発生位置）が若干、北に移動していたものの太平洋に伝播する津波の伝播特性は、1960年の事例と似ていた。約15時間後にハワイ、23時間後に日本へ到達していた。気象庁は、近地津波だけでなく、遠地津波に対しても量的予報システムを稼働しており、今回も来襲前に、津波の到達時間および津波高さを予想していた。これは、あらかじめ、太平洋の地震発生地域約100ヶ所に配置した仮想的な震源について津波の数値シミュレーションを実施し、その計算結果から日本沿岸の各地点及び海外の潮位観測点における津波の高さのデータベースを作成しておくものである。遠地地震が発生した際は、次のような手順で津波予報を行っている。

- 1) PTWC等からの情報に基づき、遠地地震の震源とマグニチュードを推定する。
- 2) 推定した震源等に対応する計算結果をデータベースから検索し、日本沿岸及び海外の潮位観測点（米国NOAAによるDARTシステムなど）における津波予測値を得る。
- 3) 得られた予測値と、海外における津波観測結果とを比較し、これに基づいて、日本沿岸の津波予測値を修正し、予報を行う。

今後、海面レベル（潮位など）も含めた詳細な検討が必要であるが、今回の予想到達時間は若干早く、津波高さも過大である傾向が見られた。1万7千kmの伝播過程を考慮すれば、非常に高い精度であると思われるが、警報としての所要の精度はその程度かさらには必要な情報は何かを検討する必要がある。無論、津波を発生した震源過程の検討も含めて、今後の予測シミュレーション技術の向上に向けて検討が必要である。

なお、東北大学(2010)における検討結果（赤実線）と観測記録（黒実線）との比較を図- 2に示す。大きく南半球と北半球に分けると、前者では、津波到達時間および波形も非常に一致が見られる。しかし、北半球に移動すると、数値解析の方が、到達時間が早く、波形にも差が見られるようになる。

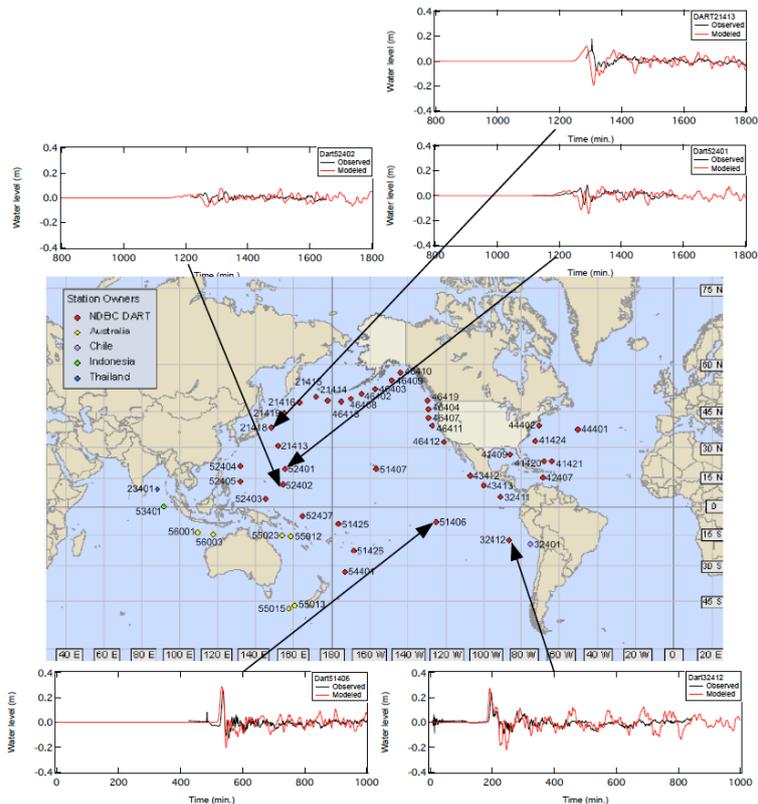


図- 2 太平洋で観測された津波波形と解析結果（東北大学, 2010）

(4) 津波関連の警報について

太平洋津波警報センター（PTWC）は太平洋広域津波警報を出して、太平洋沿岸各国に津波への警戒を呼び掛けた。始めは、チリ沿岸に、次に南米、最後には太平洋全域に出している。気象庁は日本にも到達する可能性が高いとして 28 日午前 9 時 33 分警報、注意報を発表した。地震発生 19 分後にチリ沿岸を津波が来襲、半日以上津波が繰り返し襲ってきたと報告されている。第一波では避難したが、その後、沿岸に戻ってしまい被災したという事例も報告されている。今回の災害による犠牲者（500 名以上）の大半が津波に犠牲になったと見られる。

太平洋津波警報センターはハワイ全島に警報を発令、到着予想時刻の 5 時間半前に避難を呼びかけた。混乱は殆ど無かった模様で、地元紙は「観光客は警報システムを賞賛」と報じた。ハワイ州は 1960 年のチリ地震で 61 人の死者を出した経験もあって津波対策は万全を期していた。

我が国での避難状況は、実際に避難場所へ移動されたのが約 1 割、他の地域へ避難されたのが約 2 割と留まっていた。さらに、日本時間 1 時半過ぎに観測情報が報道されると自主的に避難している場所から帰宅する住民もおおかったと報告されている（河北新報, 2010）。一般に遠地津波は、近地津波と異なり、住民が地震発生を認識することが困難であるため、津波予報の発表がない限り避難などの防災行動は期待できない。一方、地震発生から津波到達までに時間的余裕があることから、適切な指示があれば、津波到達までに防災行動を完了させることは容易である。しかしながら、避難の必要性を思わなかったり、安全な場所の認識がなかったりしていた状況が報告されている。

2. 現地調査について

(1) 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 2m 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。

始めの合同 4 学会現地調査は、文科省の国際会議経費や港湾空港研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。さらに、港湾空港研などの合同調査も実施され、本報告書は、この 2 つの結果を主に報告する。

(2) スケジュール

a) 合同 4 学会現地調査

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 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

b) 港湾空港研などの合同調査

以下に調査行程を示す。調査は基本的に 2 つのグループに分けて実施しており、Robinson Crusoe 島を含む Valparaiso から Valdivia までのチリ中部全体における津波被害の概要調査と、Concepcion の近く、特に Talcahuano 港周辺における詳細調査の二つからなる。図-2 に、チリ中部の地図を示す。Concepcion は、Santiago から南へ 340km ほどに位置し、Robinson Crusoe 島は、Santiago 近くの Valparaiso から 670km 西にある。Valparaiso は Santiago から南 750km に位置し、1960 年のチリ地震津波の震源に近いところである。

4 月 23 日 : 国際協力機構 (JICA)、日本大使館および公共事業省を訪問

24 日-28 日 : Concepcion 地方 (Dichato, Tome, Penco, Talcahuano 港およびウアチパト製鉄会社など)、Robinson Crusoe 島および Valdivia 地方を調査

28 日午後 : Concepcion 大学でワークショップを実施

29 日 : Valparaiso 大学等を訪問

30 日 : JICA および日本大使館を訪問

本調査は、国土交通省の支援のもとで行われたが、Santiago の日本大使館と国際協力機構の地球環境部とチリ支所などからも多大なご協力を賜っている。Santiago についての当日および最終日に訪問して、報告などを行っている。

3. 主な調査結果

(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、以下ようになる。チリ沿岸の津波被災地域には平均 5 ~ 9 メートルの津波 (遡上高さ) が押し寄せていた。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 (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 5km 上流でも 6m の遡上痕を残していた (写真- 2)。なお、しかし、被災した地域は限定的であり、かつ、海岸沿いに 50-

70km 程度の間隔で存在していた。図- 3 には港湾空港研調査による沿岸部及び Robinson Crusoe 島での津波の痕跡高さ（潮位補正済み）を示している。Robinson Crusoe 島での津波痕跡高さは、他の地域と比べても大きく、島周辺へのエネルギーの収斂効果や沿岸地形による集中効果が加わった結果であると考えられる。



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



写真- 2 Constitution 付近の地形と津波の遡上

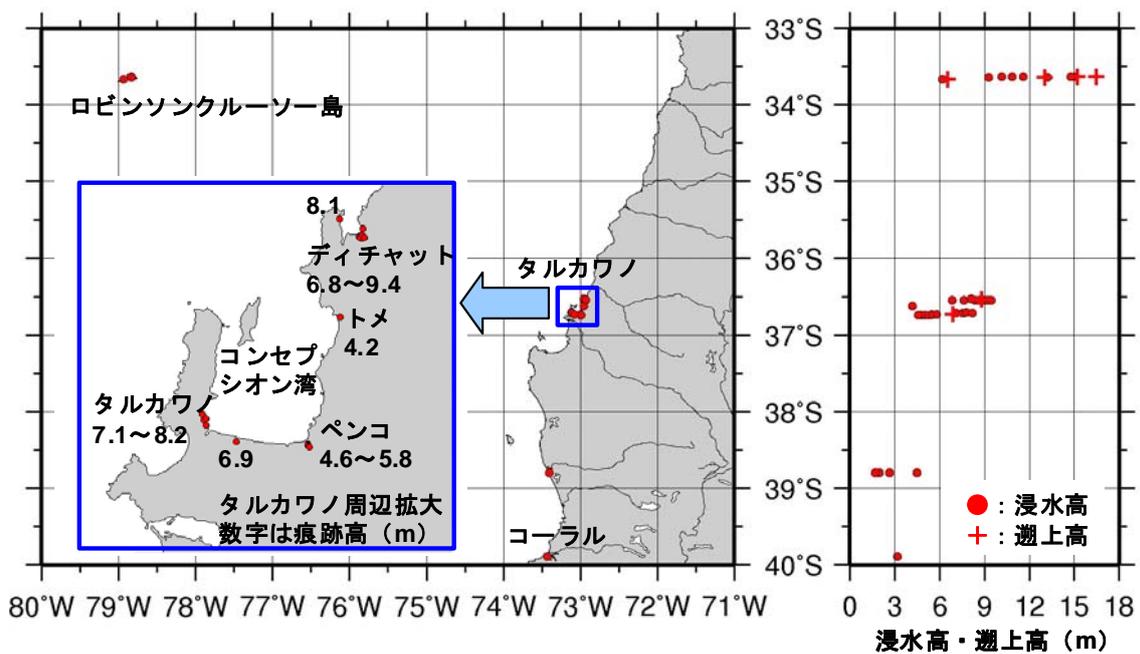


図- 3 チリ沿岸部での調査された津波痕跡高さ（潮位補正後）

(2) 主要被害

さらに、主な被災地域での状況をまとめる。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。ここでは、6-9m の遡上を記録し、ここでは、護岸が若干高く存在し、その後、3m~3.5m の平坦な地盤となり、最後に丘に続いている（写真- 3）。このような地形に、浸水深 2m 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、約 6.5m 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。7m 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 6m 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（写真- 4）。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。



写真- 3 Dichato の位置と津波遡上高さ

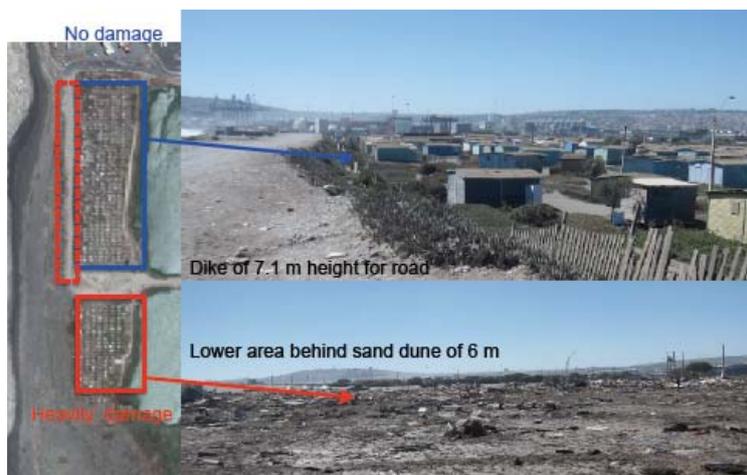


写真- 4 San Antonio での家屋被害の明暗を分けた堤防の有無

(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、一部のヒアリングだけでは断定できなかった。

(a) Dichato

Dichato では、多くの住民が自発的に高台に逃げたが、住民と観光客約 7000 人のうち、11 人が死亡、42

人が行方不明を出している。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4～5m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。

(b) Talcahuano

Talcahuano では、揺れを感じた直後に外に出て避難しようとしたが、地面も割れて避難が大変であったようだ。しかし、Talcahuano より南の地区である地域では、避難せずに沿岸部に津波を見に来る人もいた。Robinson Crusoe 島では地震の揺れは感知されておらず、地震が午前3時34分（現地時刻）のため、多くの人が睡眠していたようであるが、一部の人気づいて周囲に周知し避難した。この場所に警報が届いたのは、津波が来る直前であったため、機能していなかったと考えられる。また、Talcahuano の住民は、津波が3波来るといふ言い伝えを守り、警報が解除されても家に戻ることはなかった。ただし、子供たちの一部が家に戻っていったものの、大きな津波が来て必死に逃げ戻ったとのことであった。

Talcahuano の住民に限らず、多くの人は、避難した場所で数時間以上過ごしている。今回の津波では数時間後に最大波が到達している地域が多く、その意味では、1波目が小さいと言って避難場所から自主的に戻った方が少なくなかった日本は見習うべきではないかと思われる。なお、警報が1時間後に解除されたため、Dichato は、十数名の方々が家に戻り、それによって亡くなったとの話もあり、警報の解除の難しさを痛感させられた。

(c) Robinson Crusoe 島

図-4にはRobinson Crusoe 島における浸水範囲と死亡した人が居た場所を示している。ここで注目すべきは、浸水範囲の限界に近いような場所で多くの方が亡くなっていることである。図中黄色の線は、道路を示しており、早くに気づいた人でも道路上を走るような形で逃げているため、真後ろに山や崖があっても、そこには避難しなかったようである。このため、逃げる途中で津波から逃げ切れずに巻き込まれた人も何名かいるようである。巻き込まれた人は引き波によって沖側に流され、おぼれてしまう。助かった人たちの多くは沖側でボートにより救出されている。

ここでは、160名が逃げて16名が亡くなったため、10%の死亡率となる。警報などが出され、避難が早くから出来たDichatoで住民と観光客合わせて7000名程度のところで、死亡・行方不明者を合わせて50名程度であった。このなかには警報が解除されて戻った人も含まれている。浸水深が5mを越え、内陸600m程度までの家がほとんど流されている状況を見るとRobinson Crusoe 島と似た状況ではあるが、死亡率は1%未満と低いことがわかり、避難の大切さがよくわかる。

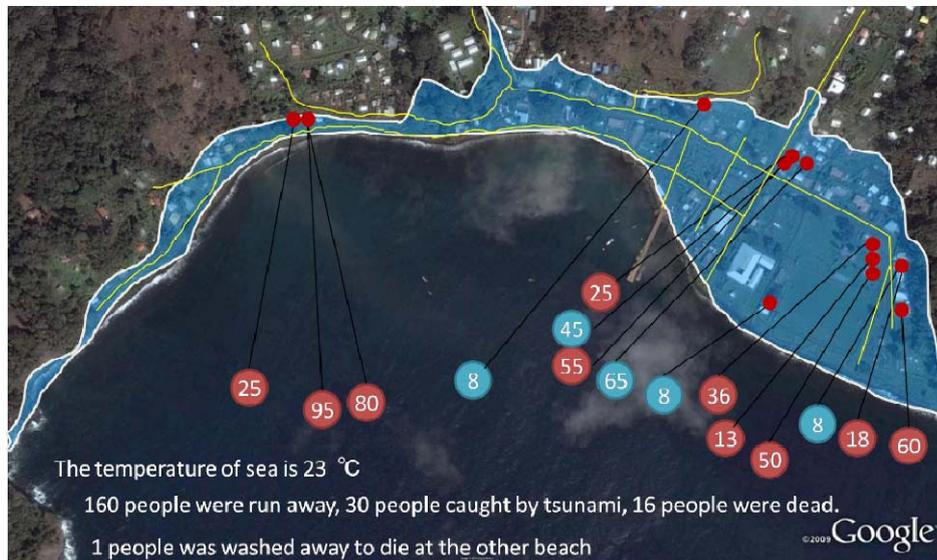


図-4 Robinson Crusoe 島における死亡者・行方不明者の位置・年齢

3.4 漂流物被害

津波による船舶、コンテナ等が漂流することはこれまでも津波被害の一形態として懸念されており、漁船や台船の打ち上げは2004年インド洋津波のときにも認められた。しかし、今回のTalcahuano 港における680個のコンテナが漂流したのは初めての被災経験である。コンテナ流出はDichatoでも発生しており、そこにあった14個が全て漂流し、周辺海岸に船舶と同様に漂着した。また、Dichatoでは自動車も流出しており、多くの車が前面の湾の中に沈没した。このような漂流物は、漂流した物に直接的な被害を及ぼすだけでなく、Talcahuano 港で見られたように漂流コンテナが建物等に衝突して損傷を与えるなどの二次的な被害を発生させる。さらに、陸域に散乱し、水面に浮遊し、海底に沈没した漂流物は、被災後の早期

復旧の支障になる。そのような漂流物の挙動を推定するために計算モデルが開発されつつあり、今回の被害を再現することでその精度検証を行っていく予定である。

3.5 その他

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、多くの方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。

4. 各地域での調査結果

(1) Talcahuano の被害

Concepcion 市は、チリの第2の都市といわれ、ビオビオ州の州都であり、コンセプション県に属している。1751年の地震・津波で現在のペンコにあった都市が内陸に移動したのと言われている。Talcahuano は、Concepcion 県の一つの市であり、25万人が住む港湾都市であり、今回は入ることができなかったが海軍の港もある。図-3に示すように、Talcahuano は、北向きに Concepcion 湾がありタルカワノ港が位置し、南側にはサンビセンテ湾があり、チリ唯一の一貫製鉄所のウチパト製鉄所がある。ディチチャット、ペンコ、トメは Concepcion 湾の東岸に位置している。

写真-5、6は Talcahuano 港の南の地区の被災直後の写真である。約680個のコンテナが第一波で陸側に流失し、引き波でその3割が海側に漂流していった。一部は家屋などに衝突して二次災害を発生させている。この港では船舶の転覆や打ち上げも多く発生していた(写真-3)。コンテナなど漂流物は、日本でも大きな問題となっており、さらに解析を進める予定である。なお、港や臨港地区の工場の早期復旧はこの地区の経済の復旧・復興にとって重要であることは言うまでもないが、なかなか進んでいないようである。近くの海岸にあるウチパト製鉄所は、地盤高が5m以上のところにあり、津波被害は発生しなかった。この海岸は西側に面した海岸にあって波も比較的高いため、護岸等も比較的高くなっていたことも津波被害がなかった一因であろう。一方、地震被害は甚大であった。詳細は調査結果のまとめ-地震による被害で記載する。このような被害により、被災後2ヶ月後の4月27日に部分復旧した。



写真-5 Talcahuano 港の被害（被災直後、コピーライト：国際赤十字社・赤新月社連盟）



写真- 6 Talcahuano 港の被害（船舶の被害，4月27日撮影）

(2) Dichato の被害

Dichato は、その北北西に位置する湾口から沖合が見通せる海岸に沿って発展した避暑地である。このため、湾口から侵入した津波は直接的に Dichato に到達し、8~9m の浸水高（津波来襲時の推定海面水位を基準とした浸水の高さ）を発生させた。写真-7 は Dichato に流れ込む津波である。町の中心部を横断するように流れる小河川の周囲は低平地になっており、この低平地に津波は流れ込んだと思われる。浸水高は海岸から約 500m 内陸に入った地点でも海岸付近と同様な高さであったので、この低平地では 4m の浸水深さになる場所もあり、そこではほとんどの建物は全壊であった。一方、海岸から約 150m しか離れていないところであっても地盤が高いために浸水深が 1 m 程度となった場所では建物に構造的に大きな被害は発生していなかった。

津波の第 1 波は地震から 40~50 分で到達したようである。月明かりのなか白くなった丘陵地から見えたそうである。最大の津波は第 4 波目で 7 時半頃に来襲した。

Dichato は、1960 年のチリ地震津波にも襲われた町である。このため、その時の被災を記憶している人も多く、そのため大地震のあとに直ぐ丘陵地に逃げた人が多い。しかし、当日は休暇シーズンの終わりの土曜日であったことから観光客が多かった。そのような外来者に避難しない人やどこに避難したら良いのか分からない人が多かった。また、住民、観光客ともに車で逃げた人が少なからずおり道路渋滞を引き起こした。渋滞を避けようとした外来者の車は避難路が分からなくなり右往左往することになったようである。車に乗ったまま津波にさらわれる人も目撃されている。

いったん丘陵地に逃げた人のなかにも政府による津波警報の解除を知り、丘陵地を降りた人がいた。そのような人たちもその後来襲した津波の犠牲になっている。その結果、政府発表によると Dichato では 18 人が犠牲になった（全体では 50 名を超える）。



写真- 7 Dichato への津波の侵入 (Ms. Cyndi Gatica Malia 氏撮影)

(3) Penco の被害

Penco は、Concepcion 湾岸にあり、東側に位置する。ここでは、朝 5 時頃に津波が護岸にぶつかる大きな音を聞いたという証言があった。しかし、それは護岸を越えなかったが、7 時 30 分に最大波が来襲し、そのときには護岸を越え、Penco の町中まで浸水した。浸水域の 1 側線を図-4 に示す。これを見るとわかる通り、護岸を越えると越えた高さと同じ高さで町中に浸水する。また、護岸よりも地盤は低いことが多いため、越えた津波は勢いよく流れてくることとなる。

浸水深は 2.6m 程度であったため、護岸背後の建物における被害はあったものの、それよりも奥の被害は、浸水被害であった。しかし、道路の中に対して、小舟が流れてきたり、車が水没して使用不可能となったりしていた。

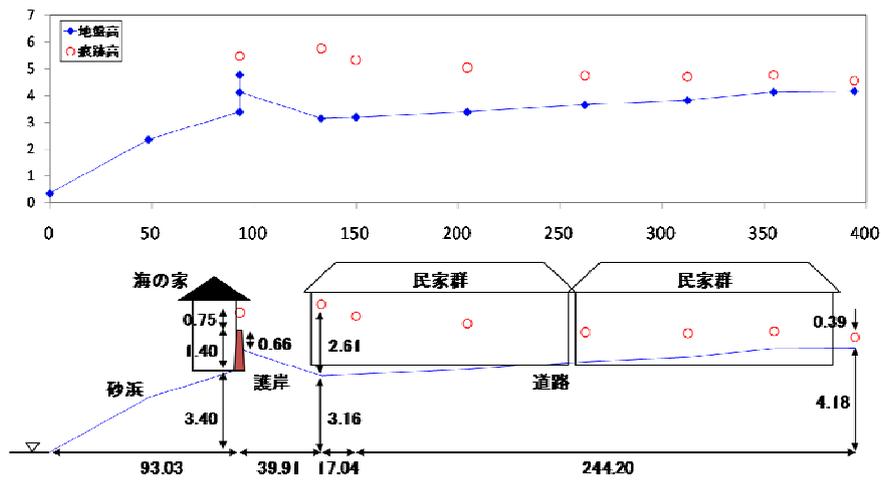


図- 5 ペンコの浸水高と地盤高

(4) Robinson Crusoe 島の被害

Robinson Crusoe 島はサンフェルナンド諸島にある火山島で、切り立った岩で囲まれており、住める所は、東に向けた小さな湾をもつサン・ファン・パウティスタだけであり、ここに 600 名ほどが住んでいる。

Robinson Crusoe 島では、証言によると津波は 3 度来襲したと言われている。1 波目、2 波目の津波高は大きくなかったが、3 波目の津波高は 10m を超え、大きな被害をもたらした。第 3 波目の来襲時刻は朝 4:20 頃（現地時刻）であり、1 波目、2 波目はその 20 分から 10 分前に来襲した。

測定した範囲における最大浸水深は 7.6m、津波高（遡上高）としては、16.4m であった。写真-8 は、津波前と津波後の比較を行ったものである。写真で見てわかるように海岸線から 200m 程度のところまでは、緩やかな登り勾配で、それより奥は、急な山の斜面へと続く。大きな建物を含めて平地にあった建物はほぼ全壊であった。栈橋は、大きな損傷はなくすぐに使用可能となっていた。これは、津波がゆっくりと潮汐のようにあがったということが影響していると考えられる。写真-9 は、津波被災直後の様子である。木造の建物がほとんどであるため、多くの瓦礫で埋め尽くされていることがわかる。



津波前 (2009 年 12 月)



津波後 (2010 年 3 月)

写真-8 津波被災前と被災後の写真 (Patricio Winckler Grez 教授提供, Valparaiso 大学)



写真- 9 瓦礫で埋め尽くされている海岸 (Hector Saldias Rodriguez 氏提供, 港湾管理者)

5. 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、地震工学学会、地盤工学学会）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。

現地調査は、非常に多くの方々のご支援やご協力で可能となります。本調査の実施に当たっても、日本国内の各機関、そしてチリ共和国の多くの方々のお世

参考文献

- 今村文彦, 藤間功司, 有川太郎 (2010): 2010 年チリ地震津波の被害調査速報, 自然災害科学, Vol.29, No.1, pp.97-104.,
- 河北新報 (2010): 「遠地」認識不足を露呈 避難住民、第1波で帰宅 (2010年3月6日朝刊)
- 川島一彦・今村文彦 (2010): 2010 年チリ地震被害調査報告, 土木学会誌, Vol. 95, No. 5, pp. 30-33.
- 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.kesenuma.lg.jp/icity/browser?ActionCode=content&ContentID=1269491082102&SiteID=0>
- 高橋重雄, 菅野高弘, 富田孝史・有川太郎・辰巳大介・加島寛章, 村田進・松岡義博, 中村友昭 (2010): チリ地震・津波による港湾・海岸の被害に関する合同調査団報告, CDIT, Vol. 32, pp. 10-15.
- 津波工学研究室報告 (2010): Table of Tsunami trace height measured in Chile by the Japanese team, pp. 157-179.
- 都司嘉宣ら (2010), 2010 年チリ中部地震による日本での津波被害に関する広域現地調査, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), B2-66, 印刷中
- 東北大学, 2010: 津波の解析結果
http://www.tsunami.civil.tohoku.ac.jp/hokusai3/J/events/chile_100227/chile_100227.html
- ITIC(2010): International Tsunami Information Center,
<http://ioc3.unesco.org/itic/contents.php?id=667>

REPORT OF FIELD SURVEY ON THE 2010 TSUNAMI IN CHILE

Fumihiko IMAMURA, Shigeo TAKAHASHI, Koji FUJIMA, Takashi TOMITA,
and Taro ARIKAWA

The field survey was conducted in 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.