

2010年チリ・マウレ地震 Chile Maule 被害調査報告

弘前大学 片岡俊一

調査団メンバ, 日程

- 北東北国立三大学 + α
 - 松富英夫, 秋田大学, 工学資源学部土木環境工学科
 - 小笠原敏紀, 岩手大学, 工学部社会環境工学科
 - 片岡俊一, 弘前大学
 - 原田賢治, 埼玉大学
- 平成22年4月16日~4月25日
 - 片岡は, 17日から参加

地震の概要

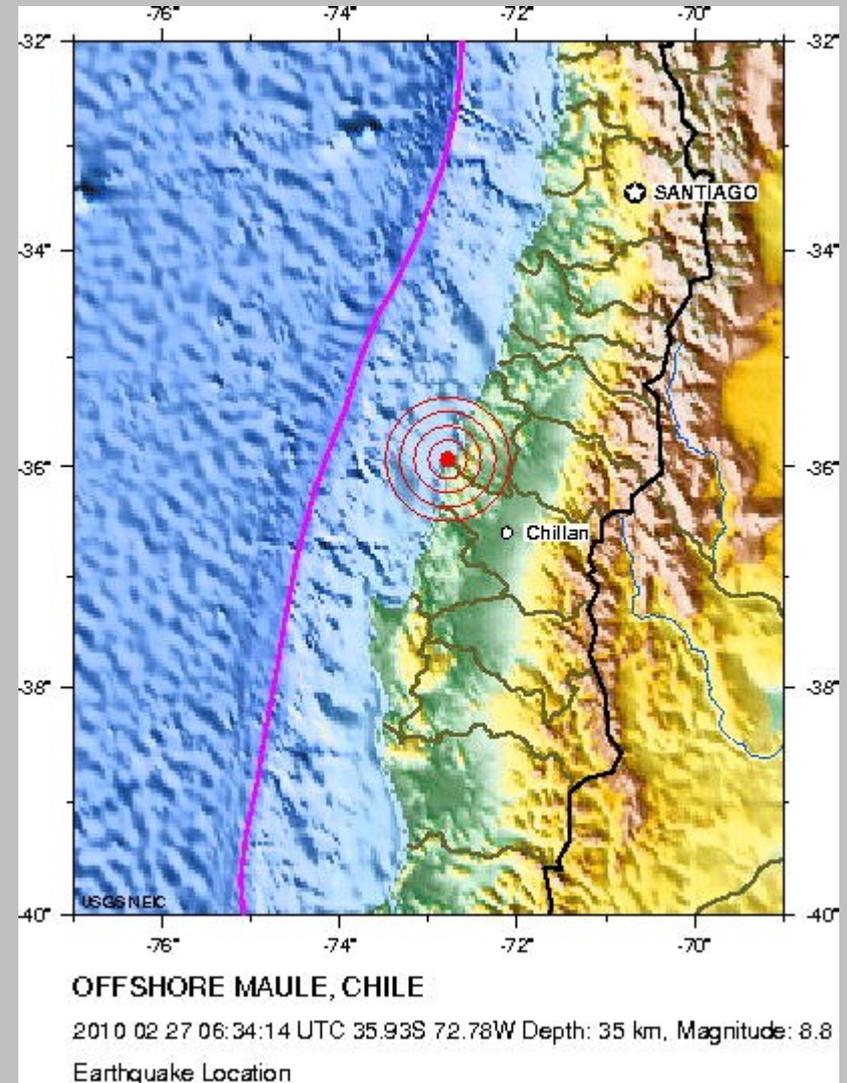
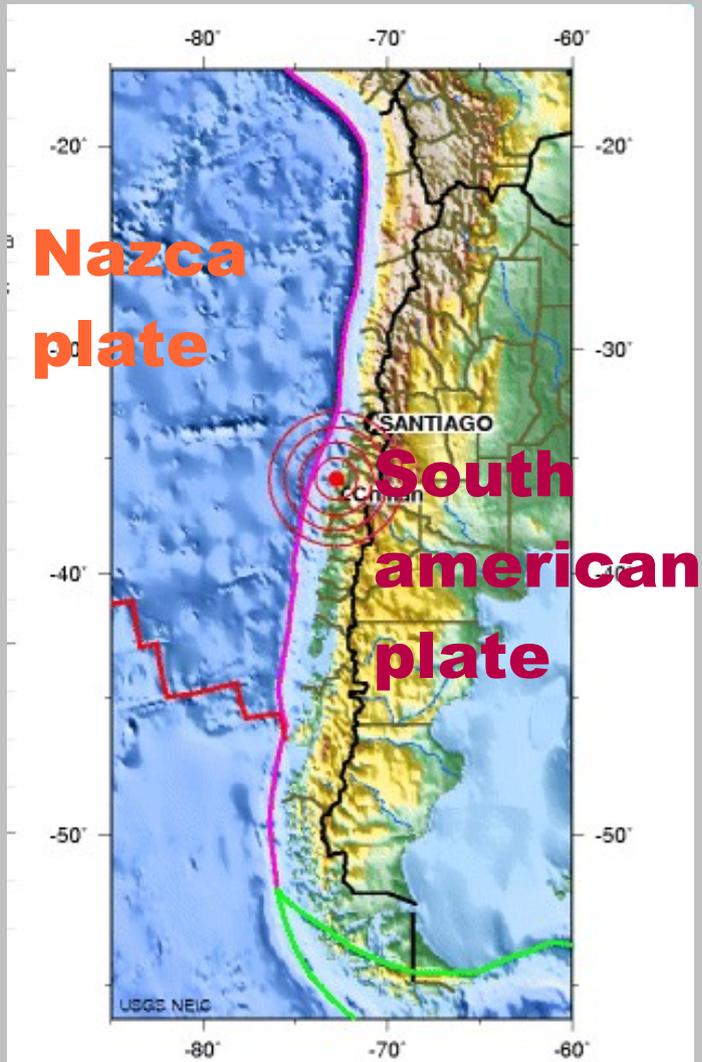
- 2010年2月27日, 03:34分頃(現地時間)
- マグニチュード: 8.6(気象庁), 8.8(Mw, USGS)
- 35.909°S, 72.733°W(USGS)
- 深さ: 35km (USGS)
- ナスカプレート(海のプレート)が南アメリカプレート(陸のプレート)にもぐり込む場所での地震



USGSのHPより

http://neic.usgs.gov/neis/eq_depot/2010/eq_100227_tfan/neic_tfan_1.html

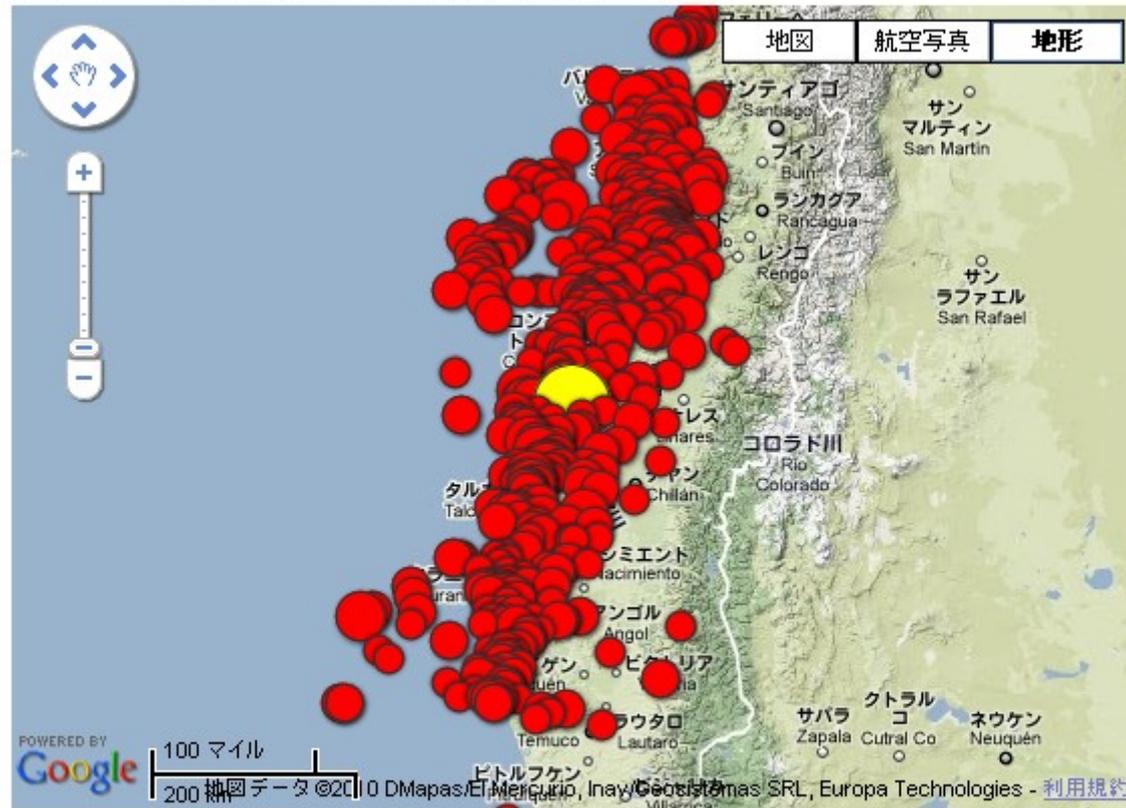
震央位置



余震分布

Aftershock Map - Mainshock and 458 Aftershocks

Last Updated: 29 March 2010, 18:19:54 UTC

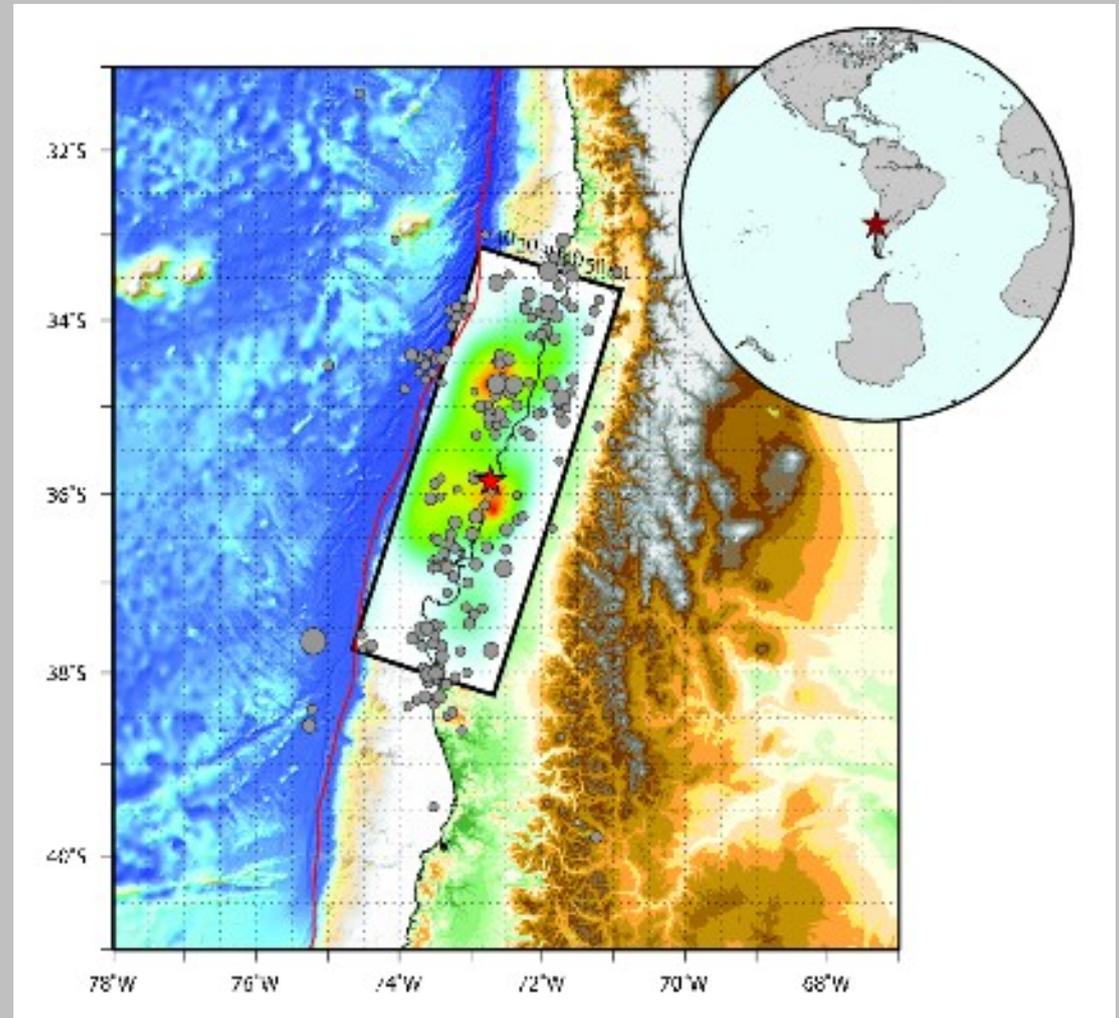
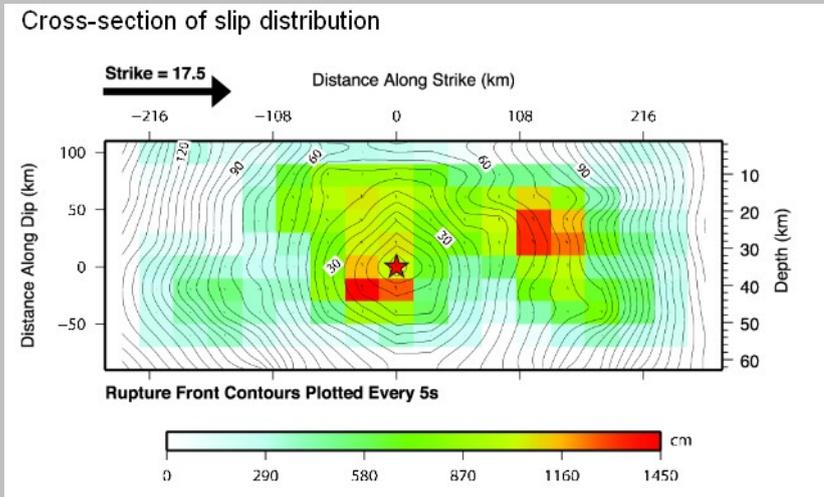


Legend



<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/aftershocks/?code=2010tfan&source=us&title=M8.8%20-%20Offshore%20Maule,%20Chile>

震源モデル



Finite Fault Model

Updated Result of the Feb 27, 2010 Mw 8.8 Maule, Chile Earthquake

Gavin Hayes, NEIC

http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2010/us2010tfan/finite_fault.php

岩礁海岸の隆起

- この地震では、鉛直方向の地殻変動が岩礁海岸の隆起という形で確認できることが知られている。
- ここでは、震央の南側に位置するLebuで観察された隆起状態を示す。
 - 隆起量は1.8m程度と言われている。

岩礁海岸の隆起



震度分布

米国地質調査所がインターネットを利用して回収したアンケートの結果

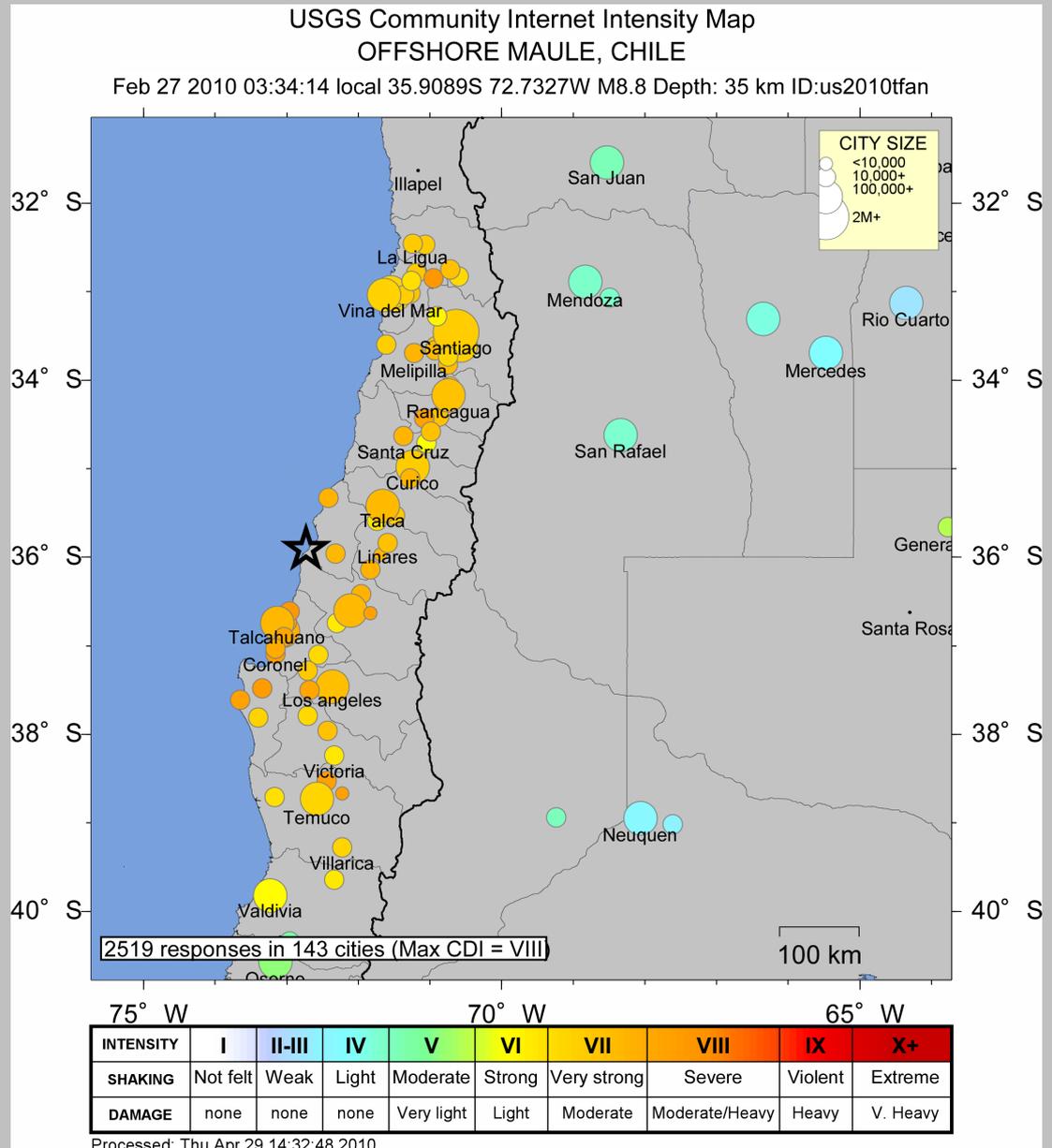


図1.3.1 各震度階級の比較

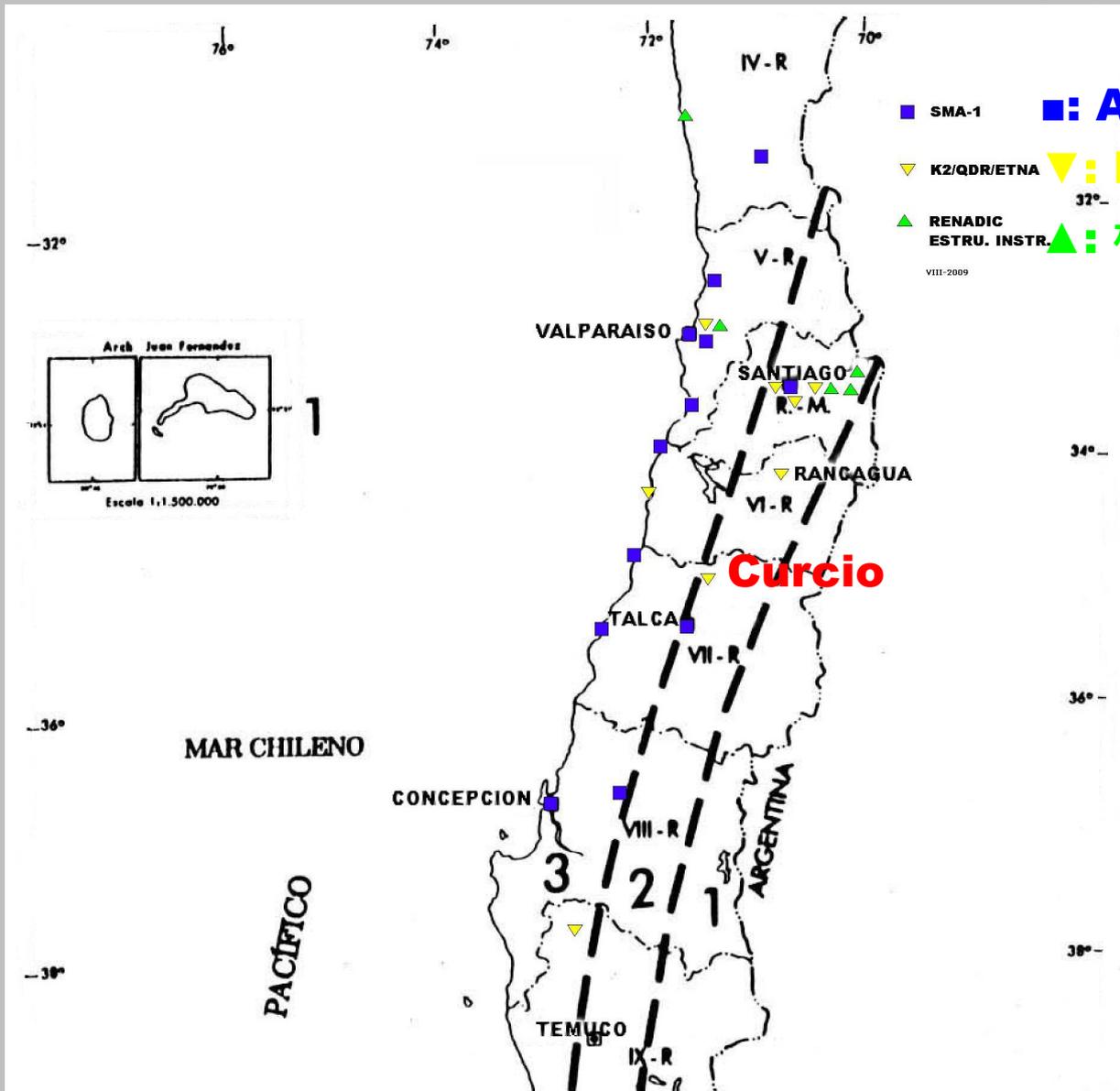
気象庁震度階級	0	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7		
ロッシ・フォレル震度階級	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
MM震度階級	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MSK震度階級	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

気象庁監修：震度を知る 基礎知識とその活用、ぎょうせい。より

強震記録

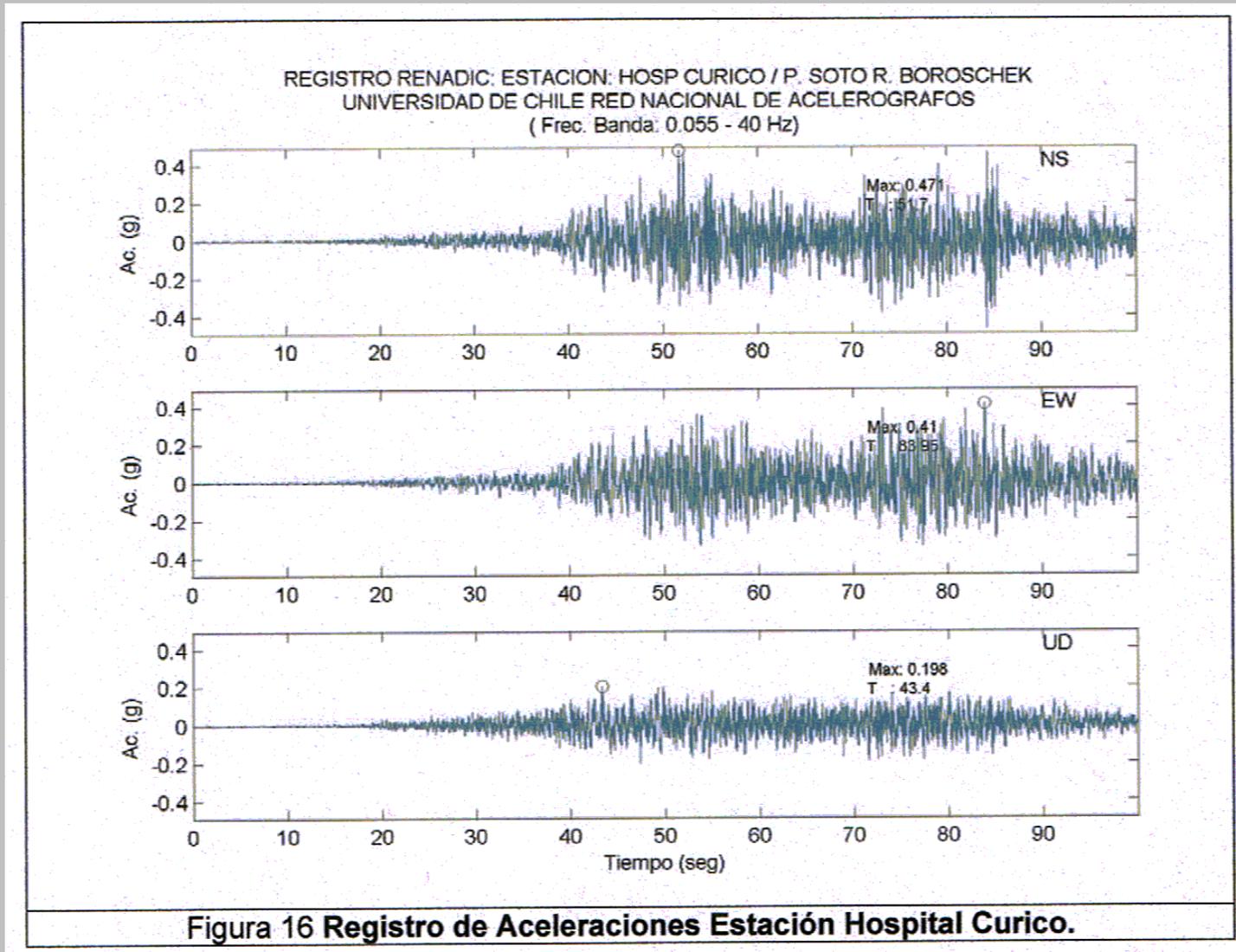
- チリ全土をカバーしているのは、チリ大学(土木工学科)の強震観測網
 - HPにて公開
 - 資料を見るとアナログ形式のものも多く、震源断層に近い地点の記録は、まだ(5/5時点)公開されていない。
- チリ大学以外の観測点もあるもよう
 - Concepcion の近郊のSan Pedroには、Concepcion大学が設置した強震計がある。

チリ大学の強震観測点

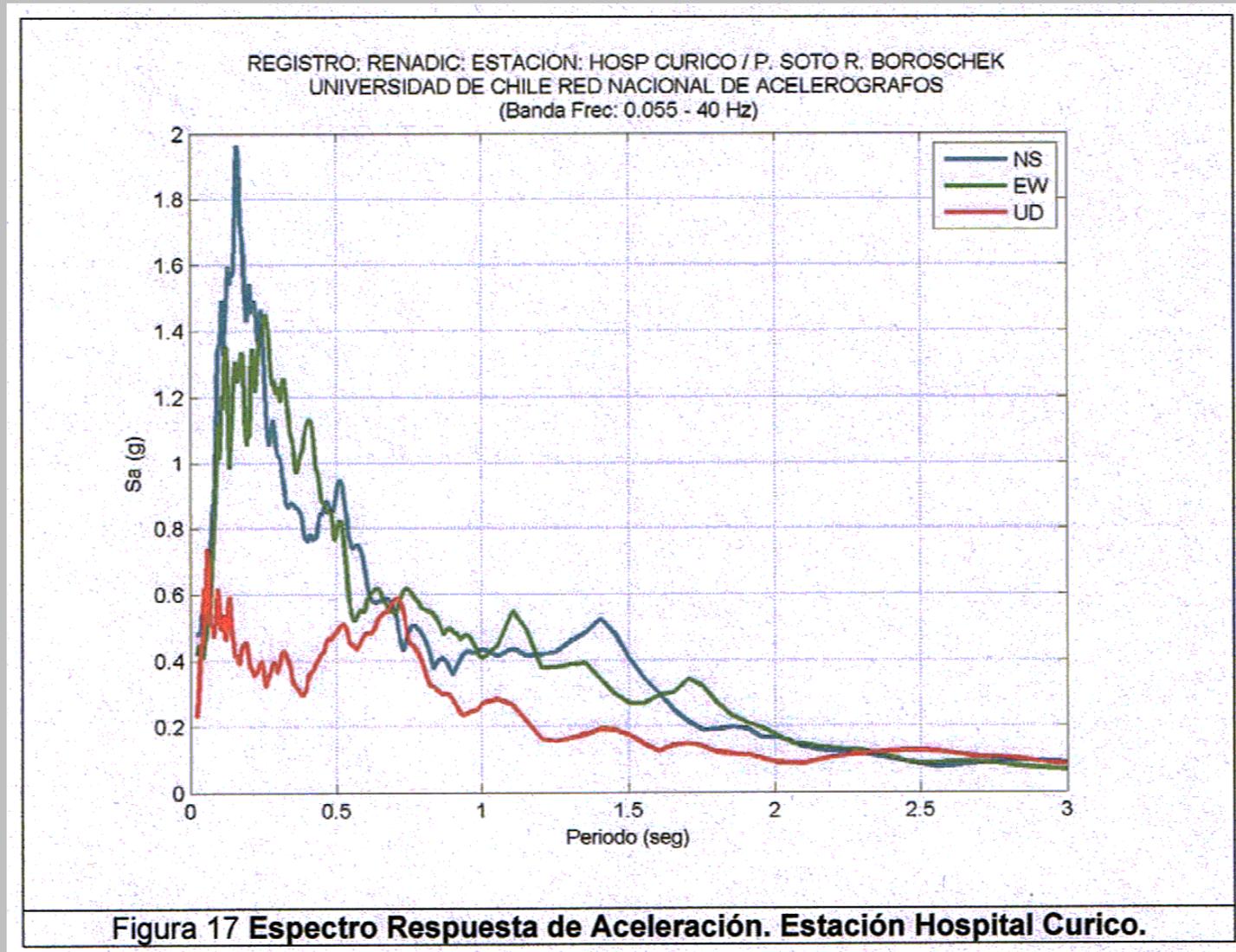


Santiago市内
で大凡, 0.2g

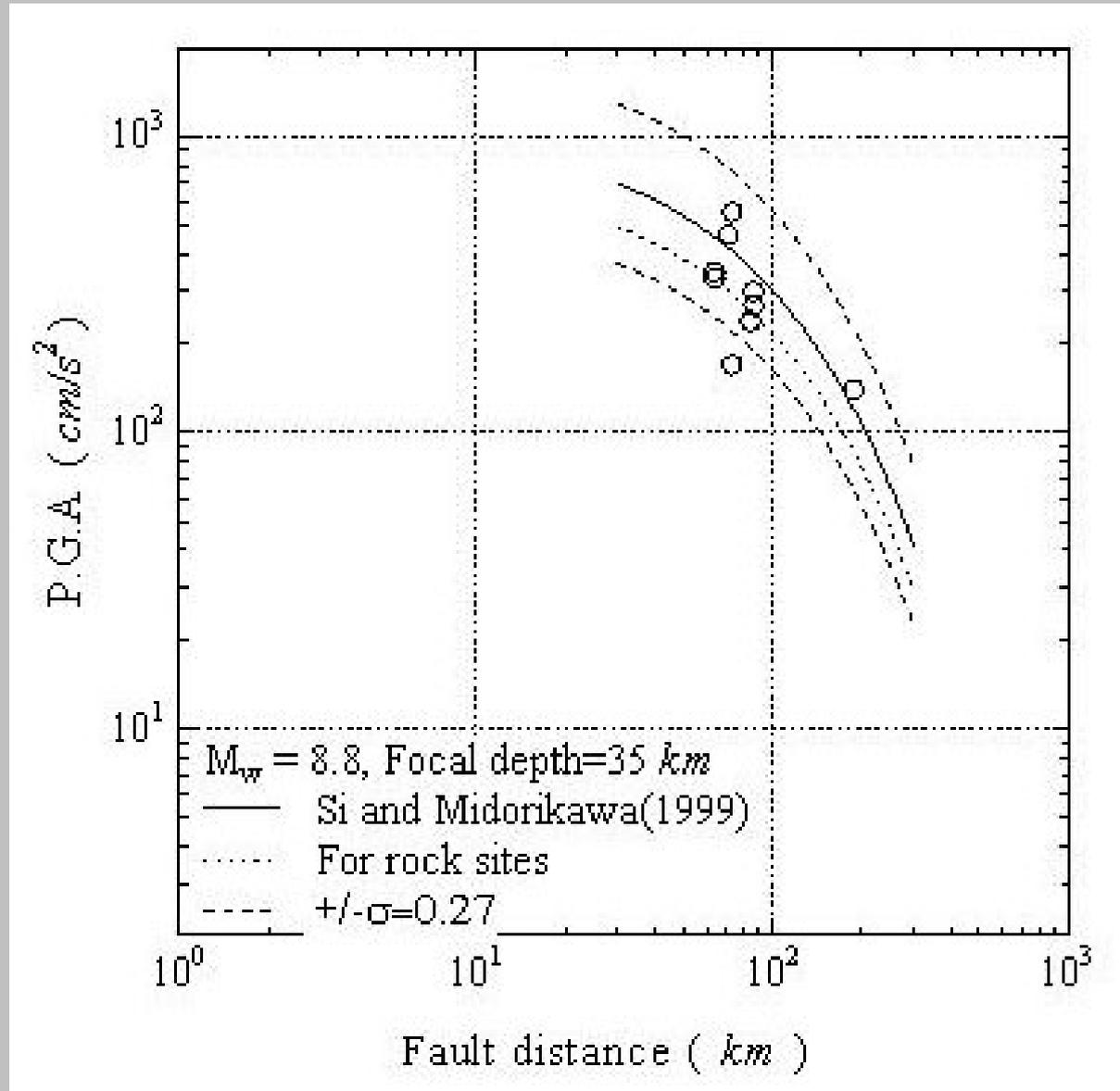
Curicoにおける強震記録



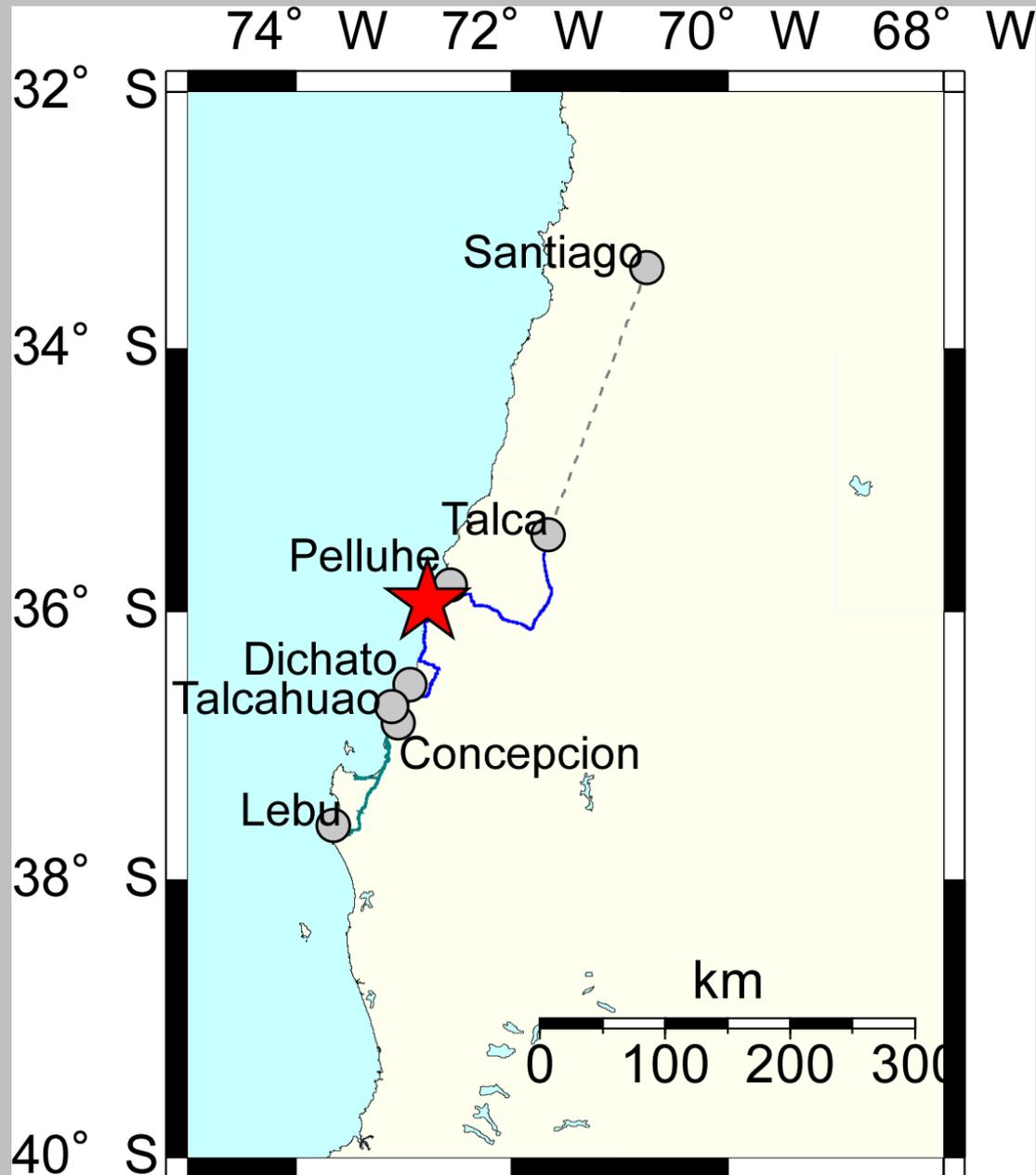
Curicoにおける強震記録



日本の距離減衰式との比較



調査経路と調査地点



被害の特徴

- 広大な被災地域
 - 特に組積造は広い範囲で被害を受けた
 - 被害を受けた橋梁も広い範囲に分布している。
- 地震動により、壊滅的な被害を受けた街はない
- 震央付近の被害が最大という訳でもなさそう
- 住民は元気!?

被害写真

- 高速道路
- 橋梁
- 土砂災害
- 建築構造物
 - 組積造
 - 鉄筋コンクリート造
 - 非構造部材
- 津波被害

高速道路

- 震央から約330km離れたSantiagoにて、2カ所で高速道路の橋梁の落下が見られた。
- 被災の特徴として
 - 道路を斜めに渡っている
 - 桁掛かりが短い

高速道路



橋梁

- 震央から約150km離れたConcepcionにて、Bio-Bio川にかかる2(?)橋梁が被害を受けた。
 - LLACOLEN橋
 - 橋台部に被害を受けたが、仮設橋により供用
 - Viejo橋
 - 多くのスパンが落橋し、閉鎖
- 被災の特徴として
 - 橋台部分に地盤変位が見られた。
 - 多くのスパンで落橋が見られた(Bio-Bio橋)。
 - 桁掛かりが短い。
- 同様な被害は別の橋梁でも見られた。

Viejo橋



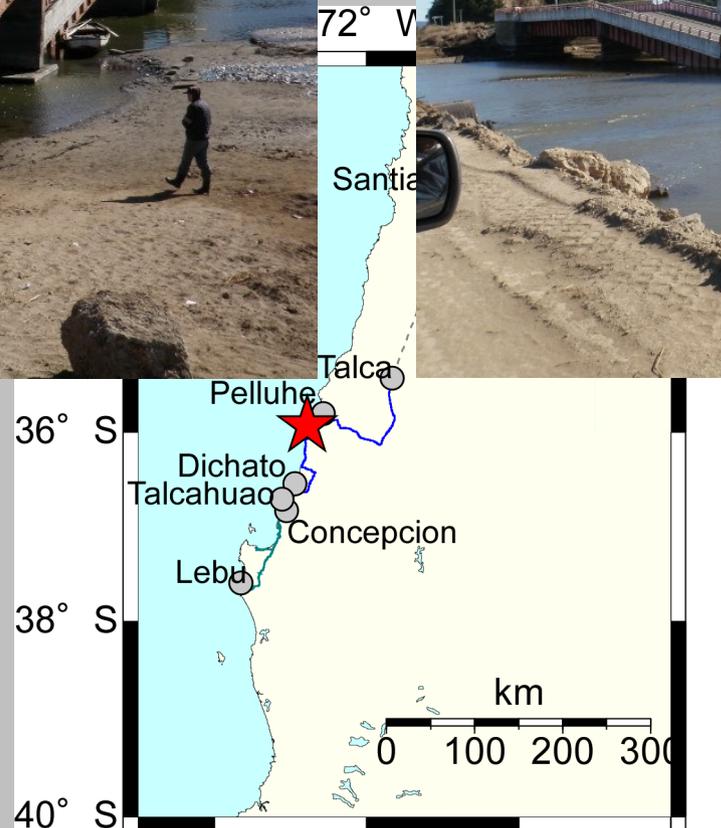
橋梁 (Viejo橋)



Llacolen橋



Tubul 橋(左)とその東側の橋



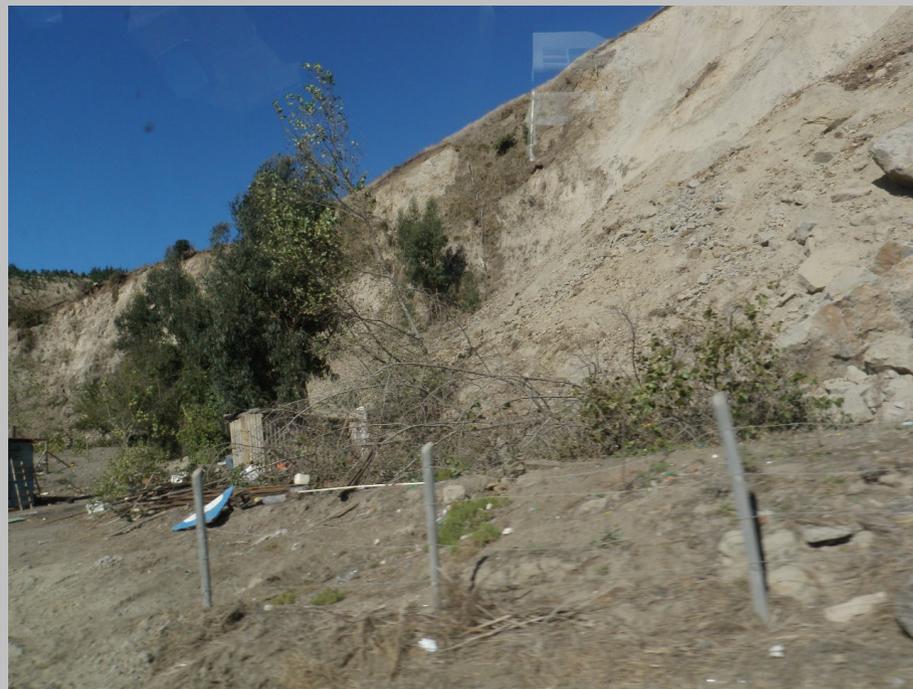
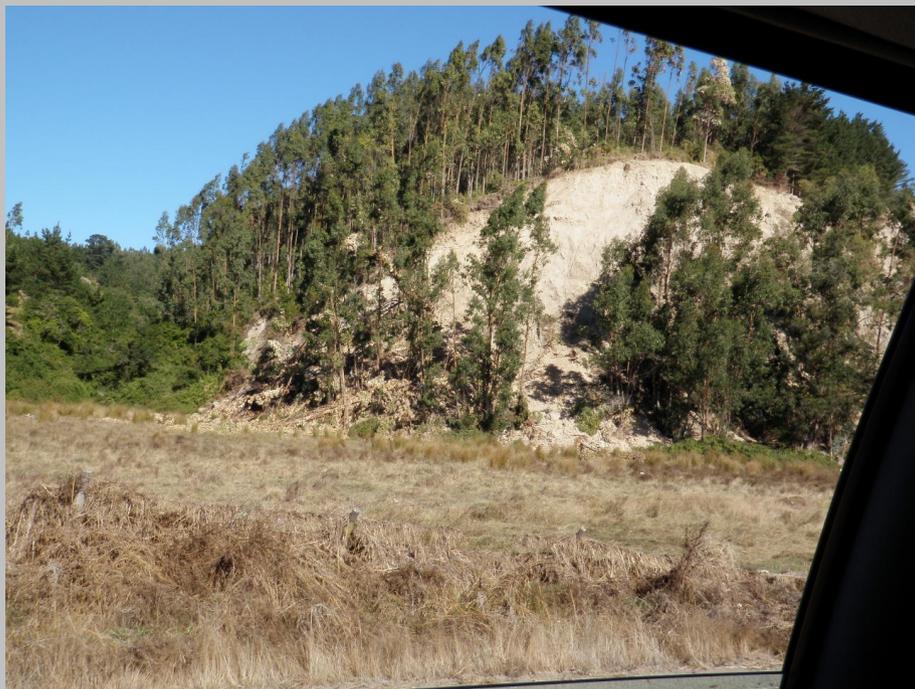
Talca手前の橋梁



土砂災害

- 斜面崩壊の発生は少ないように思えた。
 - 規模も小さいように思える。
 - 海岸近くでは急峻な斜面近くに家屋が建っていたが、斜面崩壊は少ないように思えた。
- 海岸近くでは液状化が見られた。

斜面崩壊の例



斜面に建つ家屋



数少ない被害状況 (Tome
の近くにて).



Talcahuano では無被害?

液状化 Lebuにて



液状化による被害 Talcahuanoにて



日干しレンガ・レンガ造

- 日干しレンガ・レンガ造の被害は多い
 - 以降は組積造と称する.
 - 現地では, 被害を受けても更に日干しレンガを作成している.
 - 地方都市では日干しレンガ? 大都市ではレンガ?

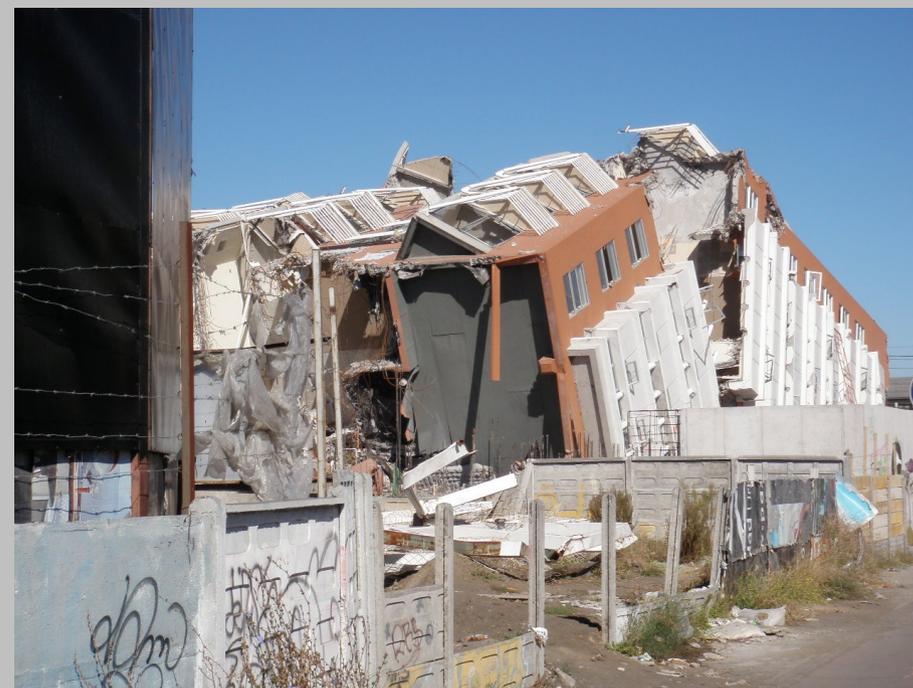
組積造の被害 Talcaにて



鉄筋コンクリート造

- Concepcion では8棟(?詳細不明)の建物が取り壊しが必要とされているが、それらの多くは鉄筋コンクリート造である。
 - そのうち1棟は横倒しになっている。
- 被害棟数の比率は非常に小さく、被害の原因はまだ不明？

横倒しになった建物（視点#1）



横倒しになった建物（視点#2）



横倒しになった建物（視点#3）



鉄筋コンクリート造の構造被害



鉄筋コンクリート造の構造被害#2



鉄筋コンクリート造の構造被害#3 UNIVERSIDAD DE CONCEPCION



非構造部材

- Talcaのホテルの外壁
- Santiago空港の天井落下
 - 地震直後は閉鎖
 - 大空間建築？
 - 大空間とは関係ない部位でも天井は落下した様子

Talcaのホテルの外壁



- 周辺の組積造は大破
- 周辺のRC造(?)も被害あり

Santiago空港の天井落下他



津波被害

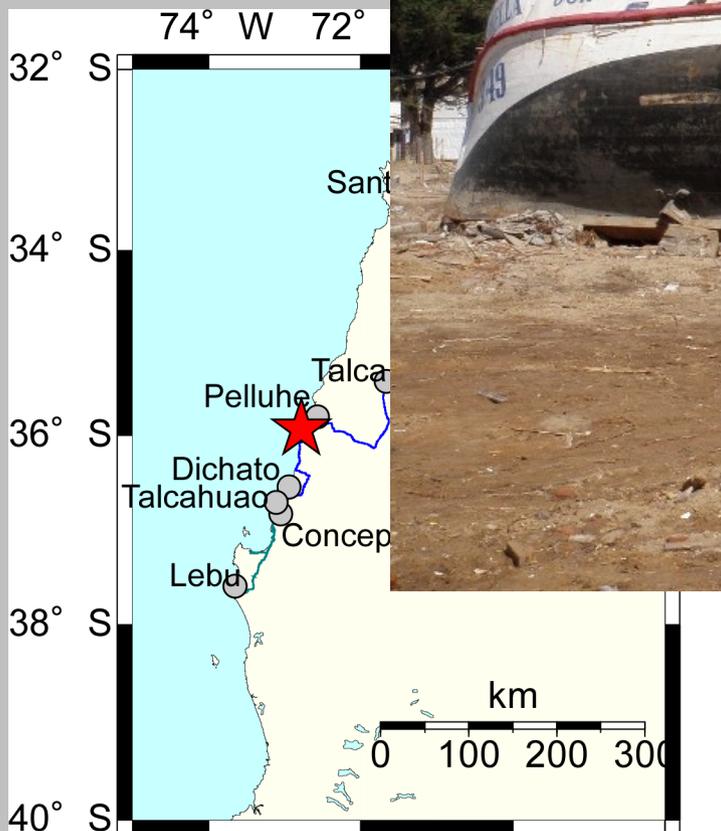
津波被害 Pelluhe



津波被害 Pelluhe



津波被害 Dichato



津波被害 Dichato



津波避難誘導

- 調査中，様々な地点で津波の避難誘導表示を見た。
- 下は，Pencoで見た誘導表示



津波とRC造建物

- 津波に耐えられる構造物としては鉄筋コンクリート造 (RC造) が挙げられる.
- 今回の津波でもそれが立証されたように思える.

津波とRC造建物



Dichatoにて
津波高さ: 約7m



Talcahuanoにて
外見は問題ない

仮設住宅

- 多くの街で仮設住宅が建設されていた。
 - 既に完成しているものもあり, また土地を造成している地域もあった.
 - 木造が主体のように見えた.

