

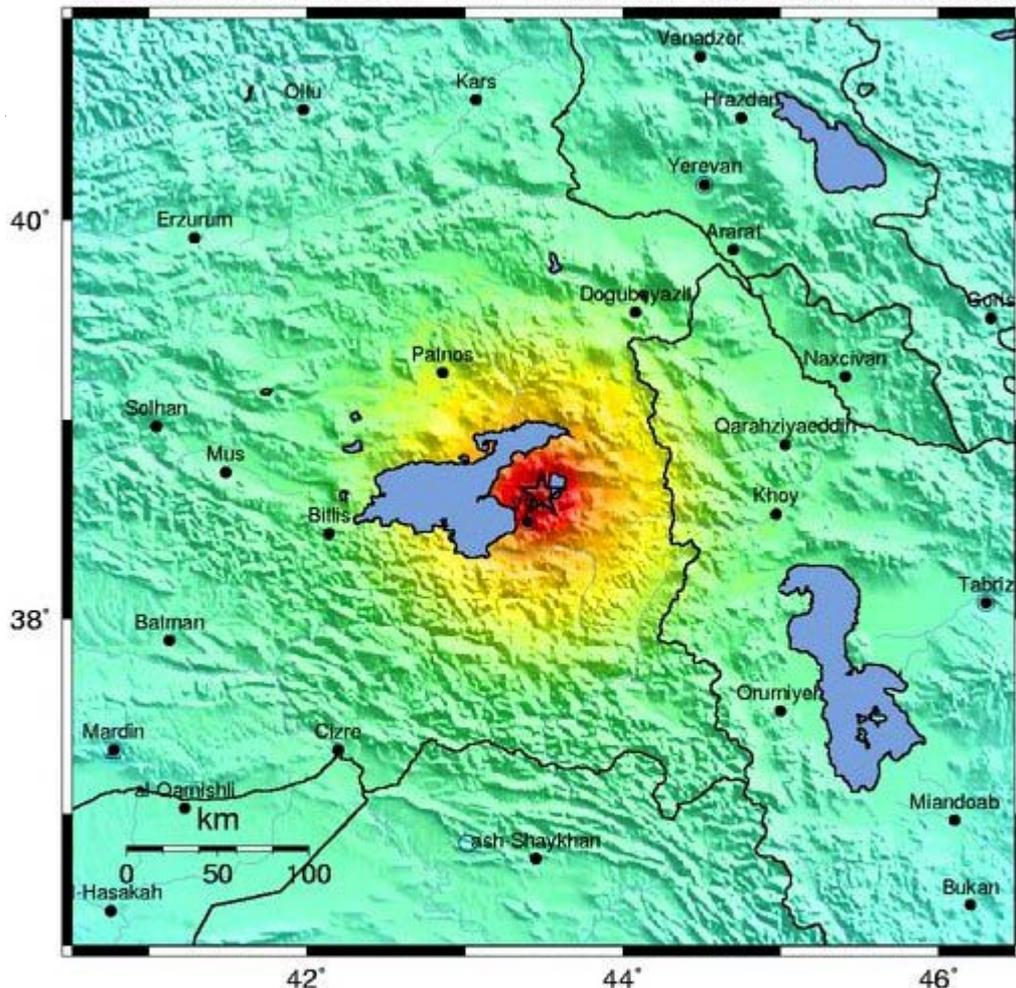
# 2011年10月23日トルコ・Van地震被害調査概要

東京大学生産技術研究所 小長井 一男

# 場所と諸元

## USGS ShakeMap : EASTERN TURKEY

Sun Oct 23, 2011 10:41:21 GMT M 7.2 N38.63 E43.49 Depth: 20.0km ID:b0006bqc



Map Version 2 Processed Sun Oct 23, 2011 06:08:44 AM MDT – NOT REVIEWED BY HUMAN

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Date 23 October 2011  
 Origin time 13.41 (EEST) (UTC+03.00)  
 Magnitude 7.1  $M_w$   
 Depth 7.2 km (4 mi)

### 被害概要(10月30日時点)

死者:604人

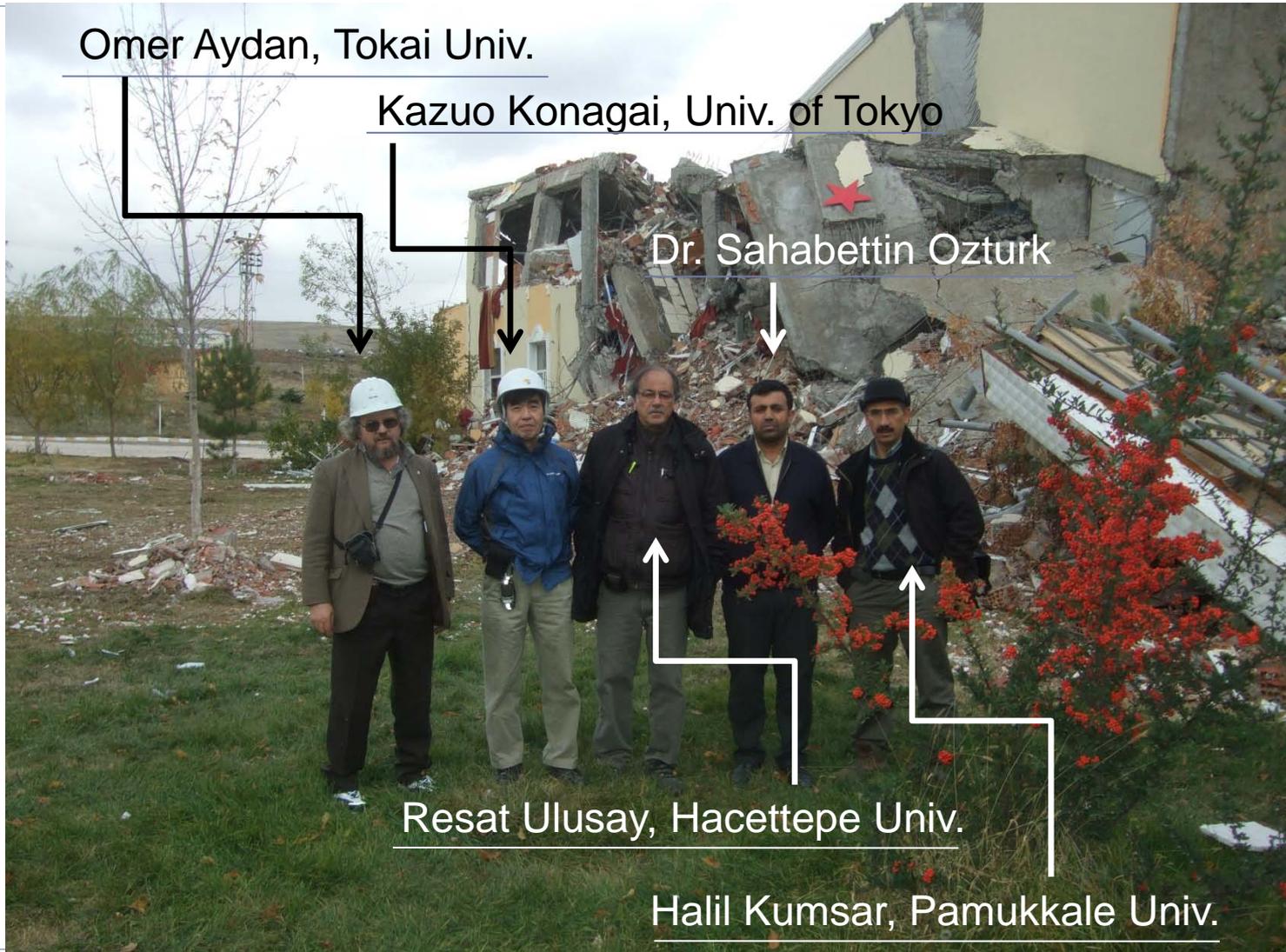
行方不明:4,152人

被害建物:11,232棟 内6,017棟居住不能

住居を失った世帯:8,321 (世帯平均7.6

人) → 60,000人ほどが家を失う。

# 土木学会第1次調査団



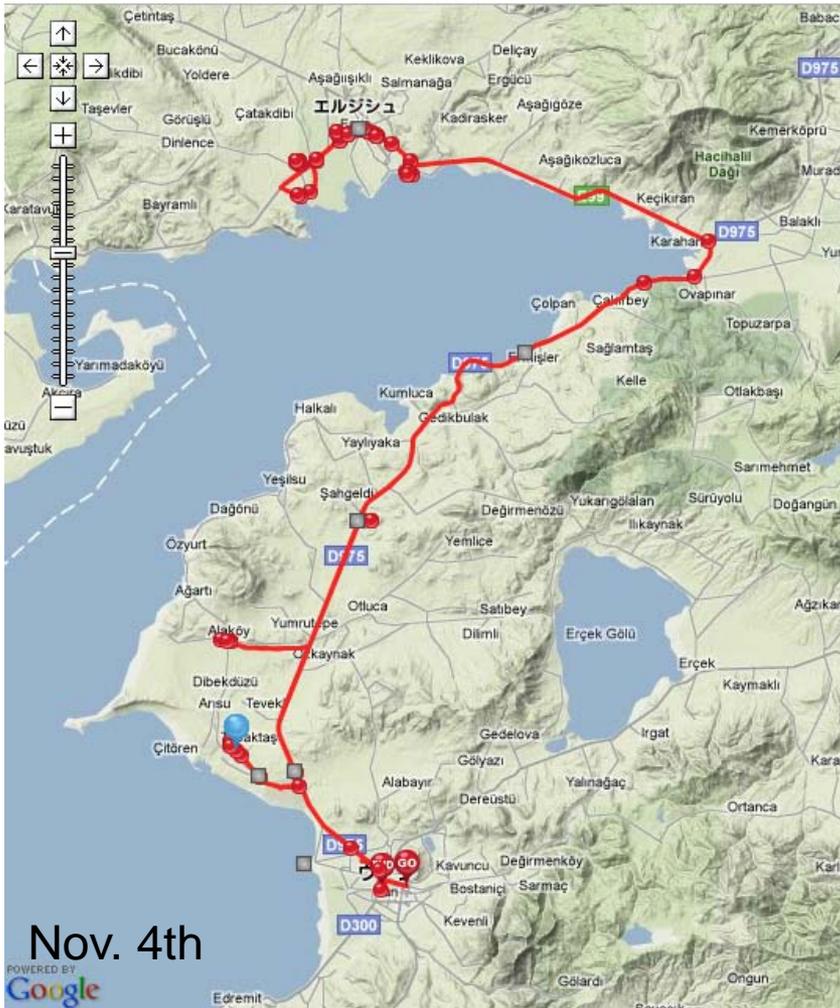
# 土木学会第1次調査団

---

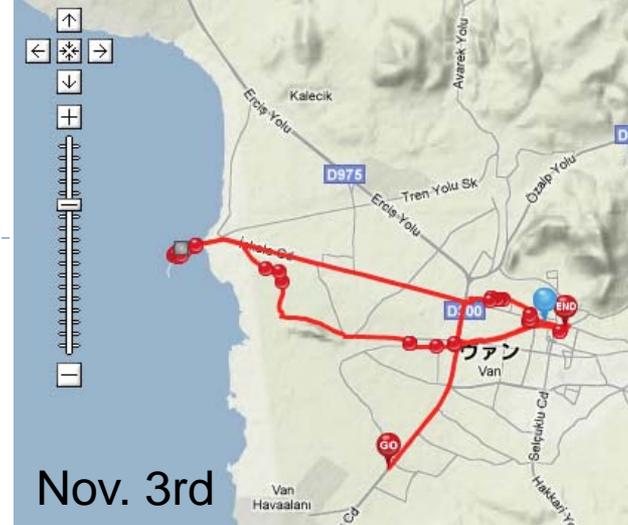
- 11月4日 Van県副知事Tahsin Aksu（復興担当）表敬訪問
- 11月5日 Göllü村近くで調査中Kocaeli大学A.Karakaş教授と意見交換
- 11月5日 VAN YÜZÜNCÜ YIL大学の学長と面談
- 11月6日 Intanbul工科大学副学長 Derin Ural教授と面談、今後の協力について相談
- 11月6日 土木学会トルコ部会長Zeki Hasgür先生ご夫妻と懇談会



# 土木学会第1次調査団



Length: 265.7 km, Duration: 10 hours

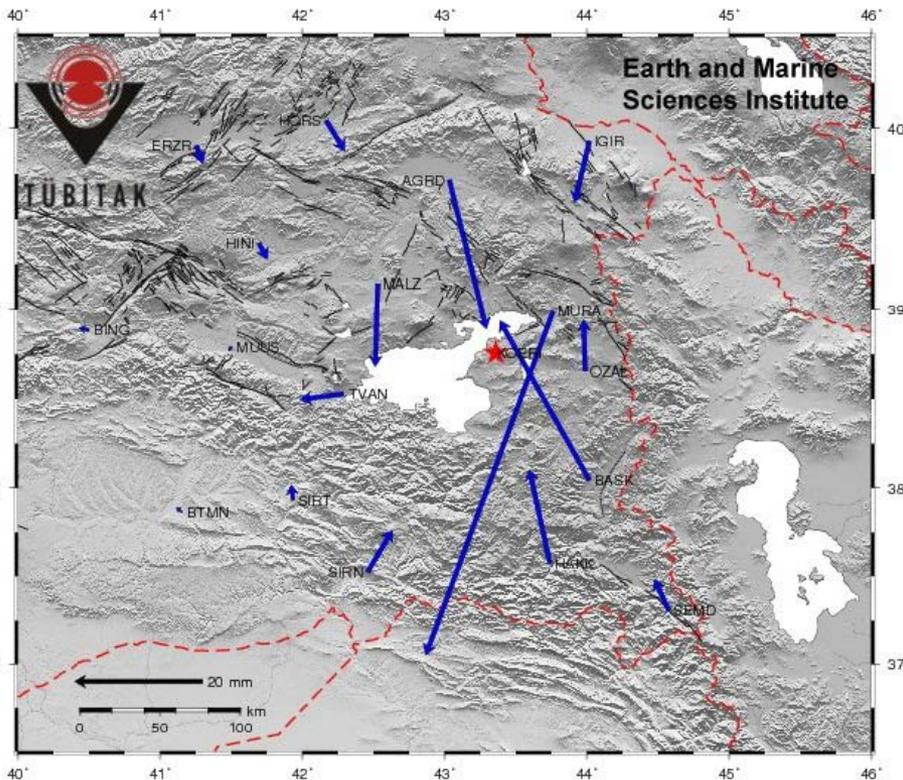


Length: 29.4 km, Duration: 5 hours

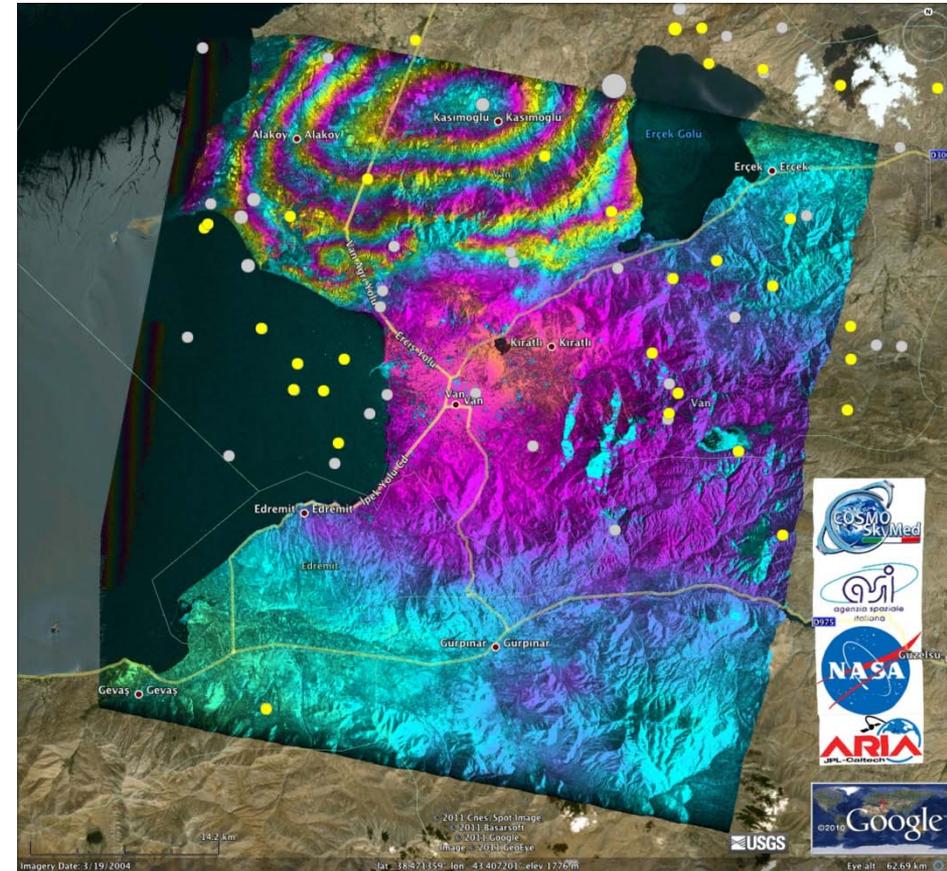


Length: 111.6 km, Duration: 6 hours

# GPS記録 + InSAR画像

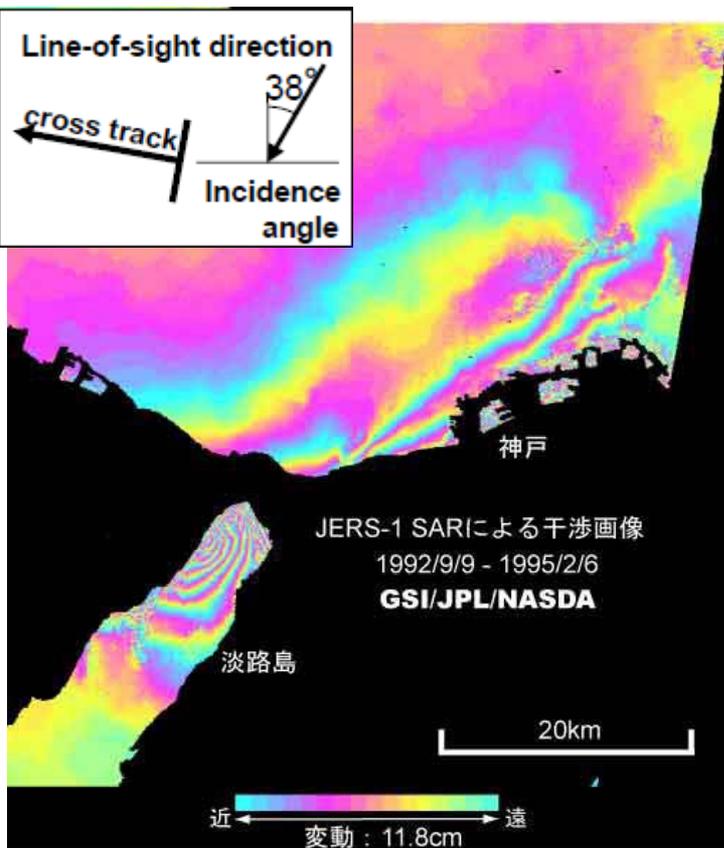


Coseismic displacement field, based on Turkish CGPS network: TUSAGA-AKTIF

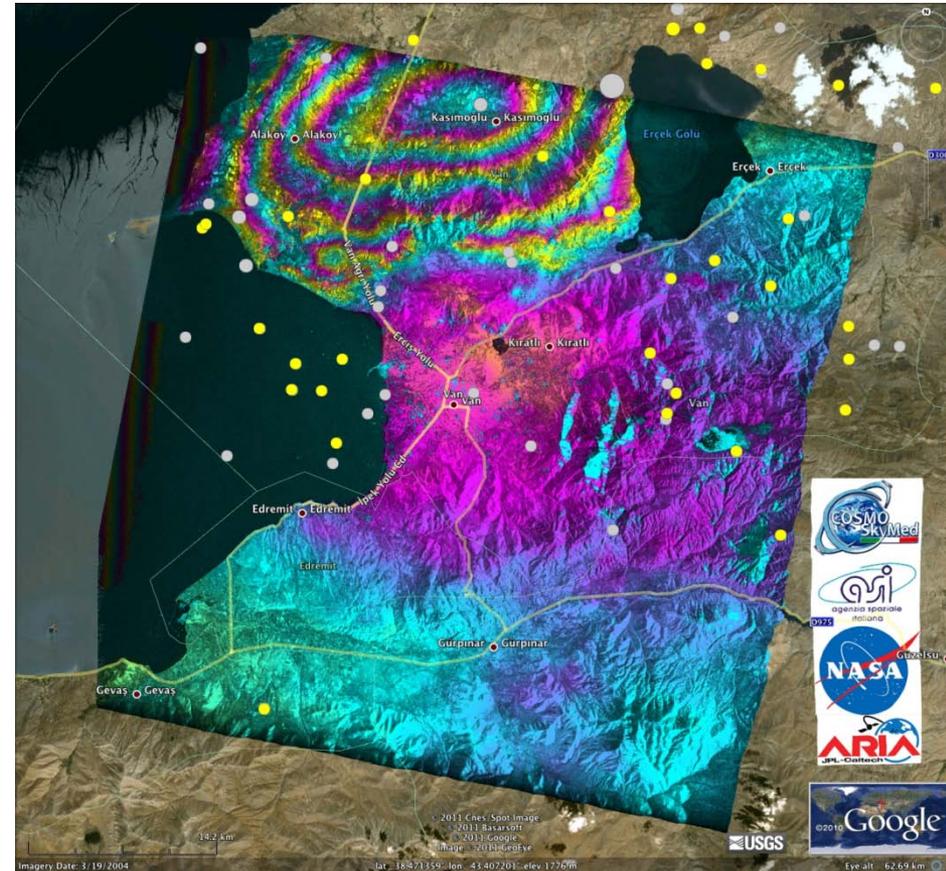


COSMO-SkyMed (CSK) InSAR with 20 cm color contours showing displacements in the radar line-of-sight (28 degrees from vertical and roughly west). Derived from CSK scenes acquired 2011/10/10 and 2011/10/26.

# InSAR 画像



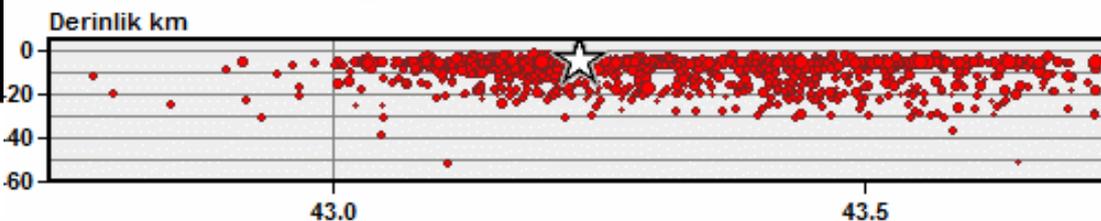
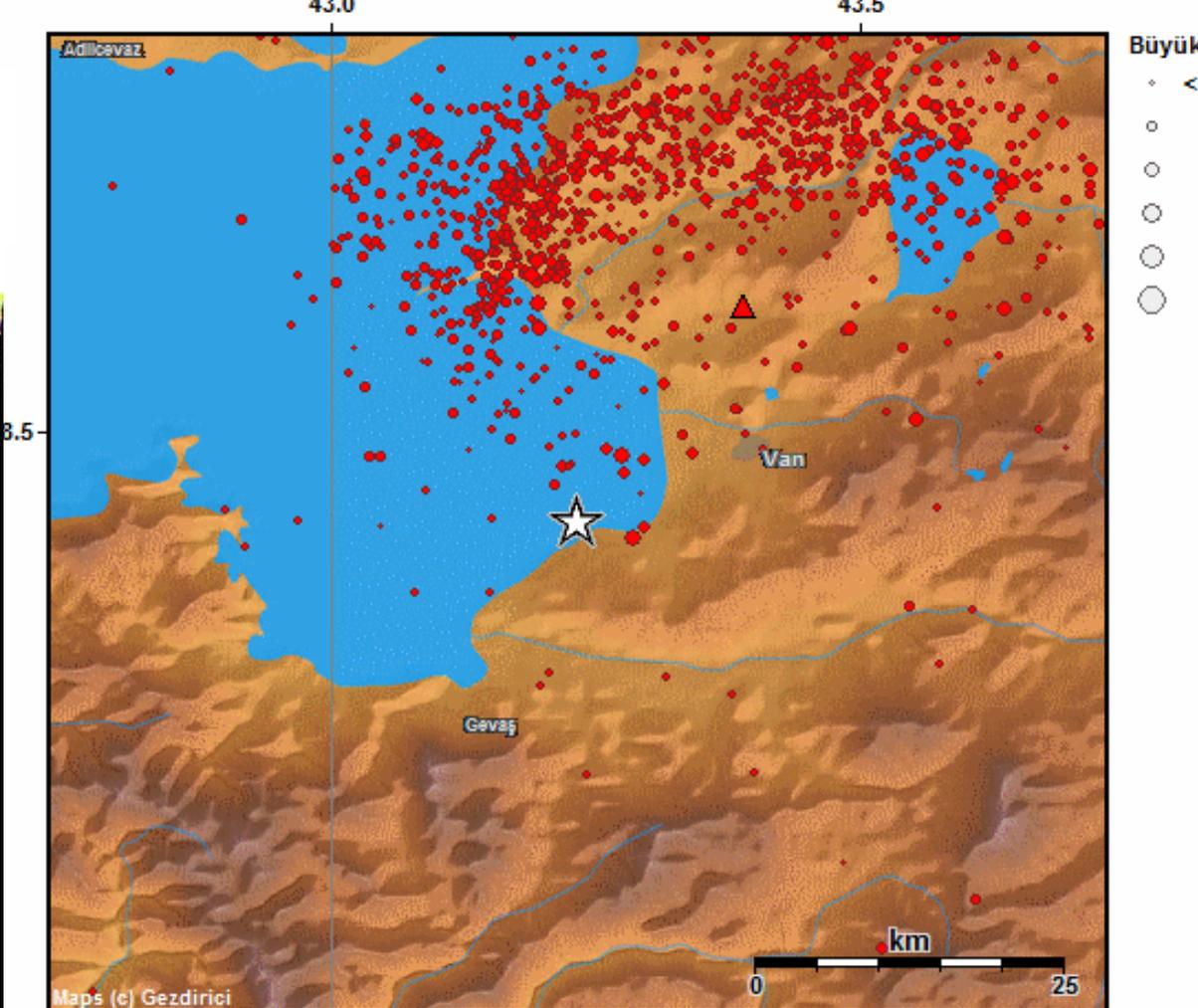
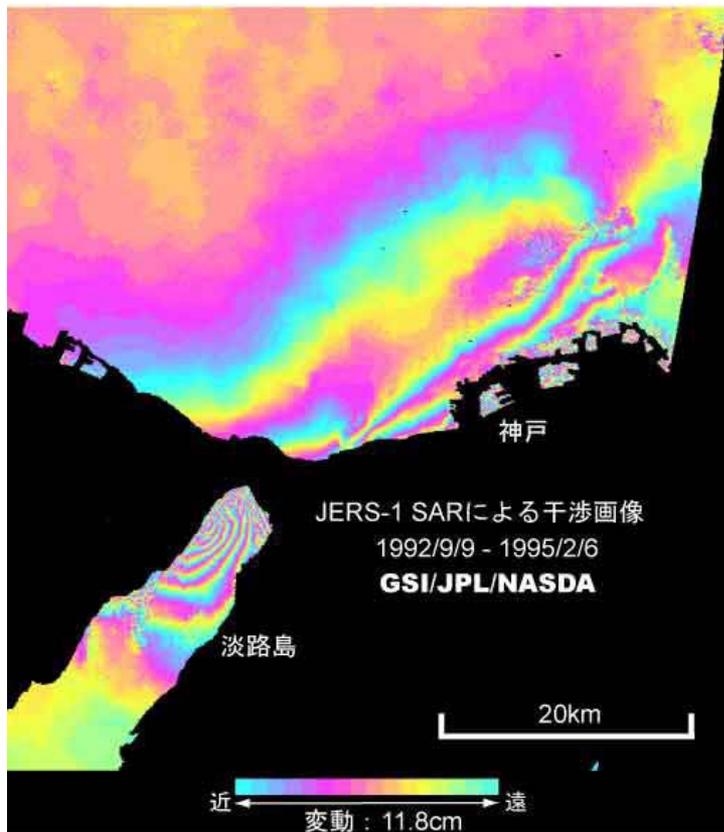
# 神戸と比較すると...



COSMO-SkyMed (CSK) InSAR with 20 cm color contours showing displacements in the radar line-of-sight (28 degrees from vertical and roughly west). Derived from CSK scenes acquired 2011/10/10 and 2011/10/26.

<http://supersites.earthobservations.org/van.php>

# 余震分布 (11月10日を含む)

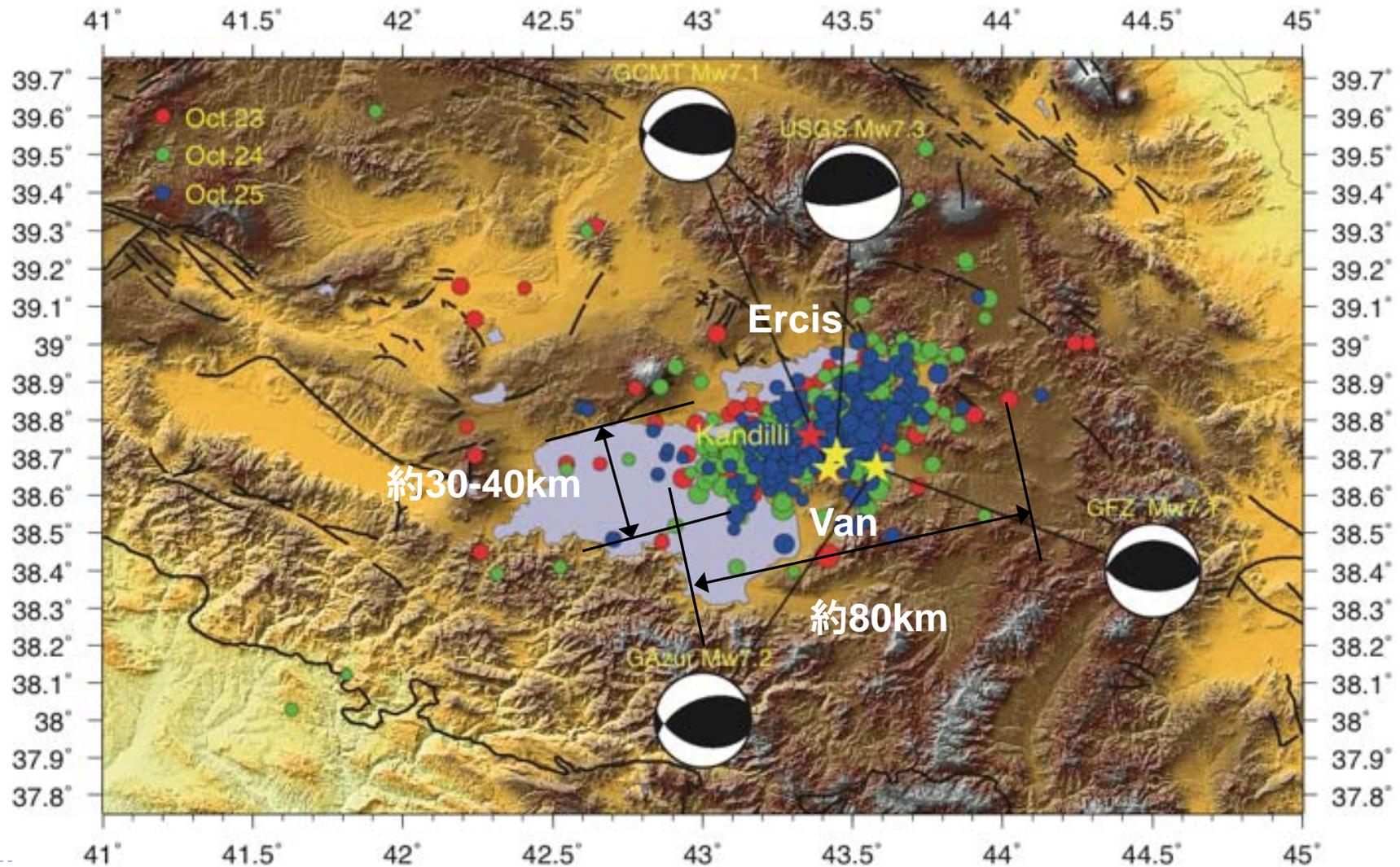


## EDREMIT (VAN)

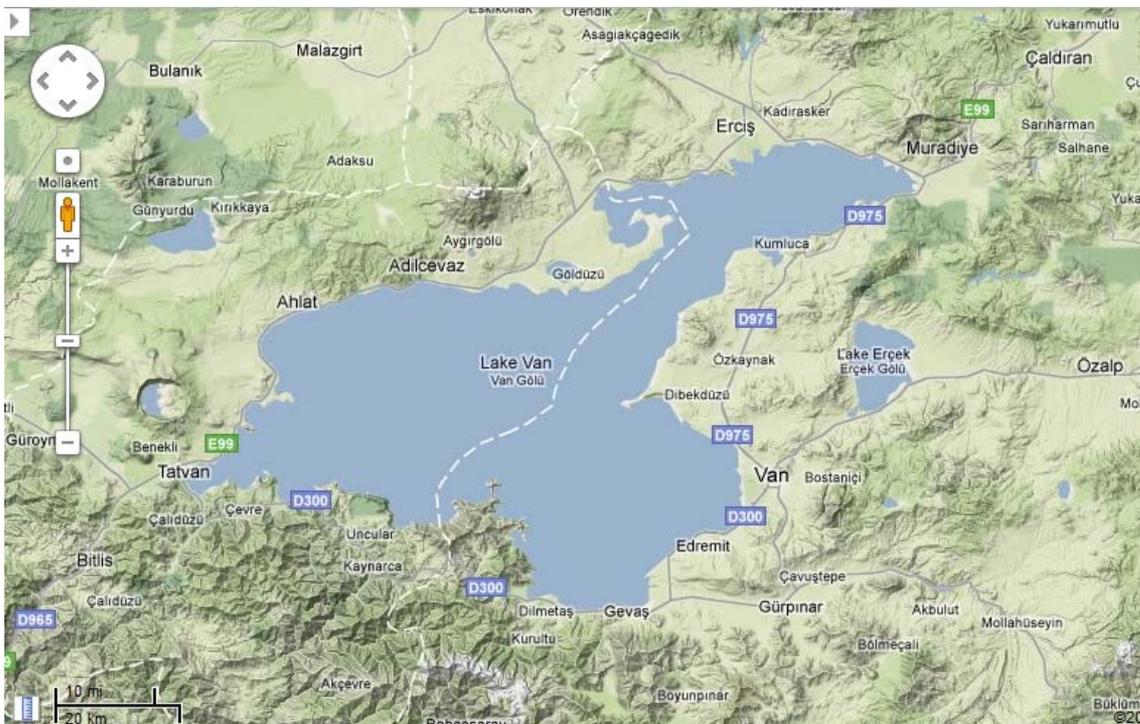
09.11.2011 21:23:33 38.429K 43.234D Derinlik:5.0km Büyüklük:5.6

Son 1 yıllık depremsellik.

# 余震分布 + Ercis, Vanの位置



# Van湖について

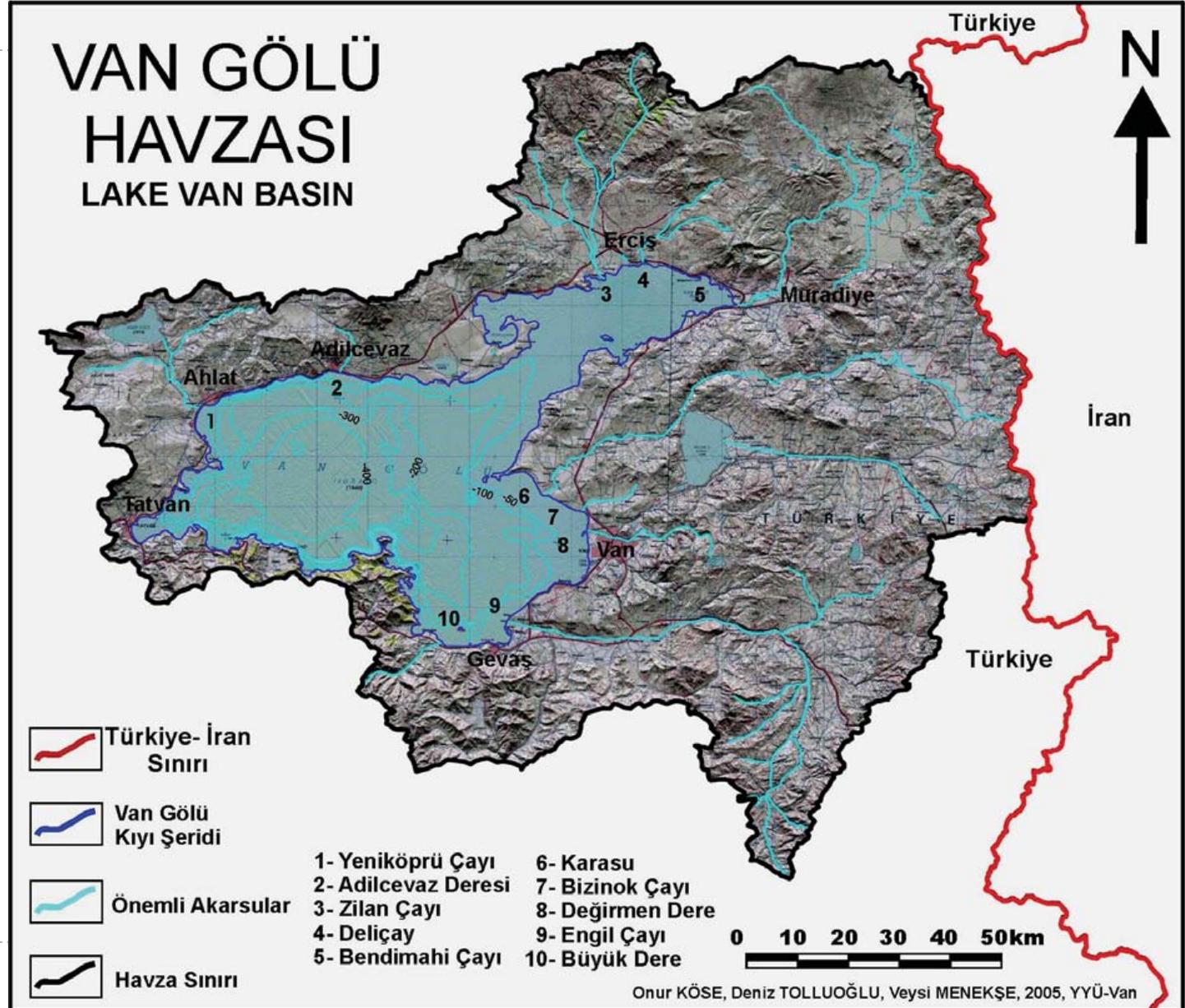


面積	3,755 km <sup>2</sup>
周囲長	430 km
最大水深	451 m
平均水深	171 m
貯水量	607 km <sup>3</sup>
水面標高	1,640 m

- トルコ最大の湖
- 周囲から流入する川が多数。しかし古代の火山噴火により流出河川が遮断され塩湖となっている。
- 湖の水位はしばしば大きく変動 → ヴァン湖には周囲の平野と溪谷の浸食による大量の堆積物と、時々発生する隣接する火山の噴火による火山灰が沈殿している。この堆積物の層は厚さが400メートル以上と推測
- ▶ 湖水は強アルカリ性(pH 9.7–9.8)、炭酸ナトリウム等の塩類が豊富

# Van湖に流れ込む河川

主要な河川は湖  
の東側



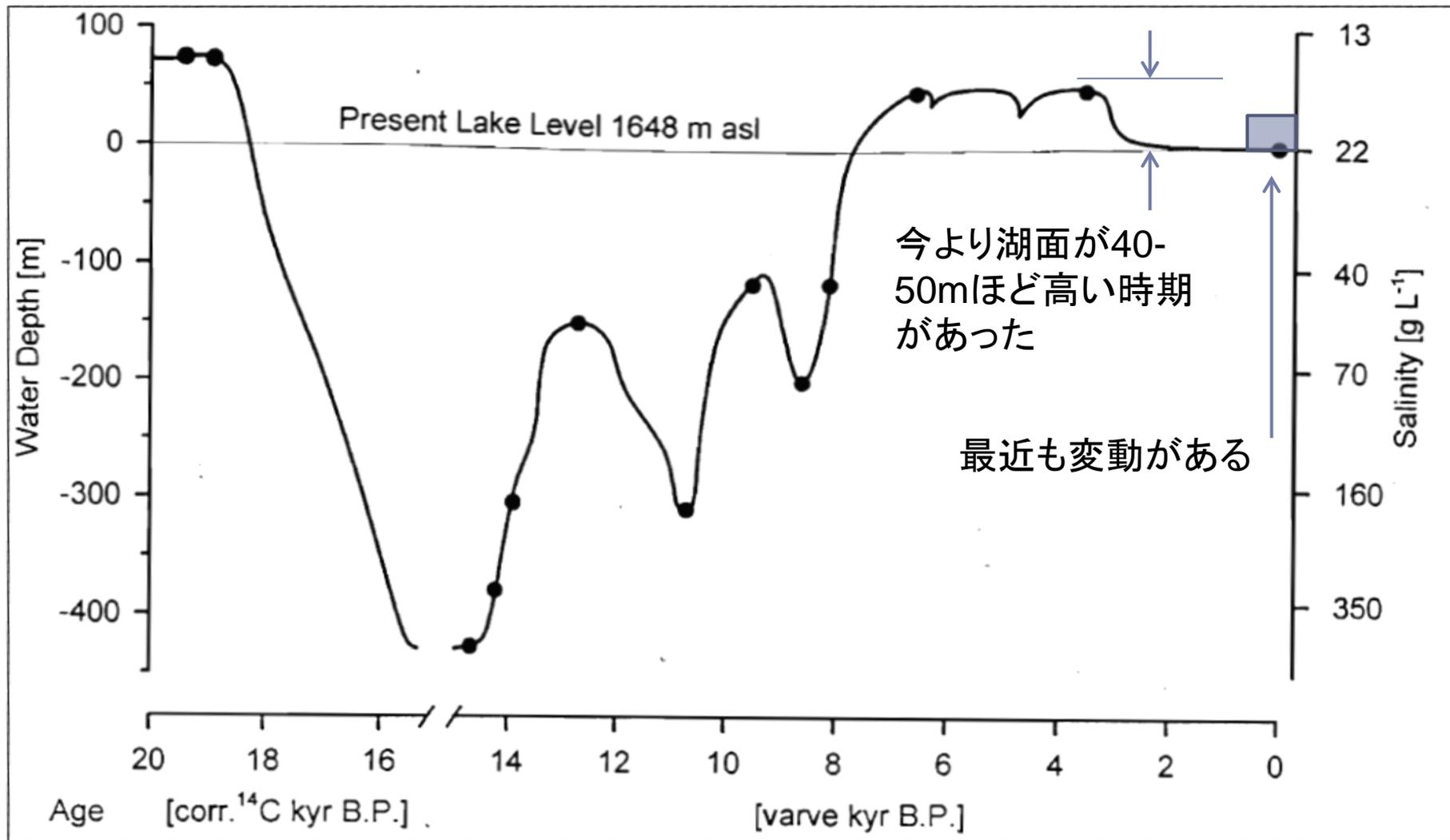
# Van湖に流れ込む河川

主要な河川は湖の東側



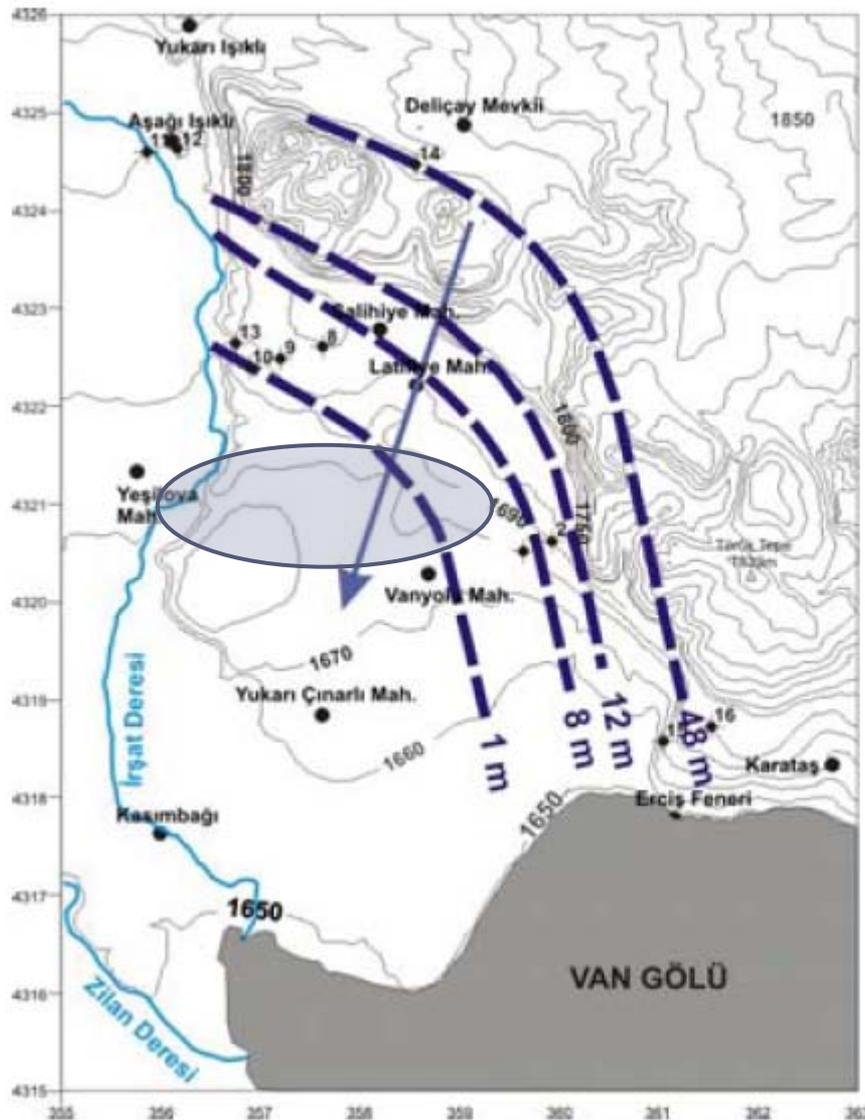
Abdüsselam Altunkaynak, Mehmet Özger and Zekai Sen, Hydrology and Earth System Sciences, 7(2), 235–244 (2003)

# Van湖の水位変動（過去20,000年）



- ▶ Gunter Landman & Andreas Reimar, Climatically induced lake level changes at Lake Van, Turkey, Global Biogeochemical cycles, Vol. 10, 797-808, 1996.

# 堆積環境に影響か？ (Omer Aydan先生のスライドに加筆)



側方流動  
 ↓  
 Yeraltısuyu akım yönü

Ercisの街は  
 段丘上に発達



From Özvan et al. 2002

# 堆積環境に影響か？ (Omer Aydan先生のスライドに加筆)



39.026727, 43.364402

From Özvan et al. 2002



39.026531, 43.364244

# 堆積環境に影響か？



液状化

写真撮影箇所

川筋には腐植土の堆積



From Özvan et al. 2002

# 堆積環境に影響か？



# 砂の段丘上の宅地

---



この列の被害が目立つ

38.79751, 43.294759

---

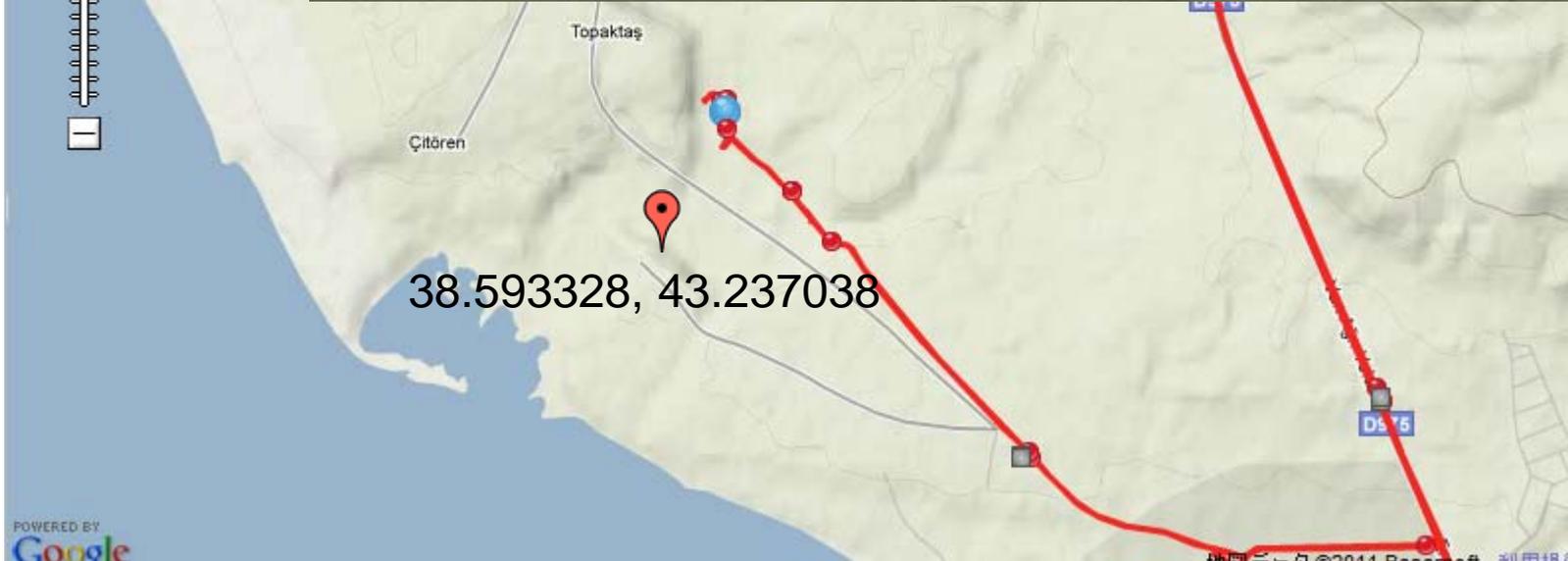
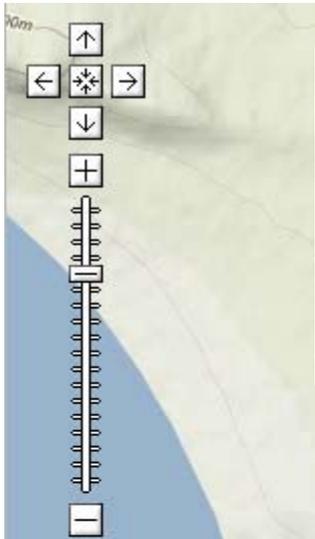


# 砂の段丘上の宅地



38.797109, 43.294544

# 段丘崖の崩壊



継ぎ足し？



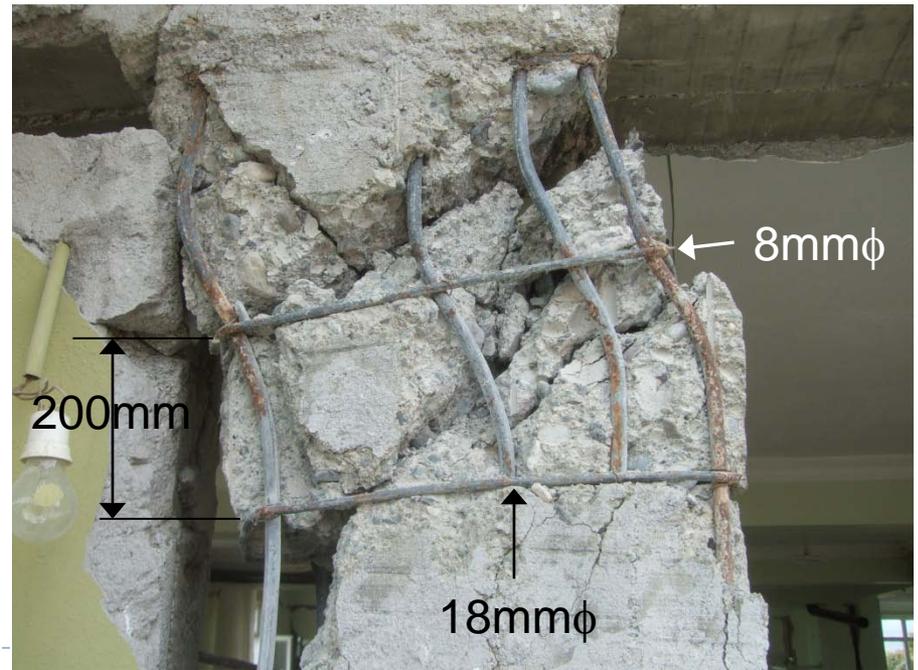
Alakoy Village  
38.673684, 43.2434

T.C.  
VAN MÜFTÜLÜĞÜ  
**ALAKÖY**  
KIZ KUR'AN KURSU

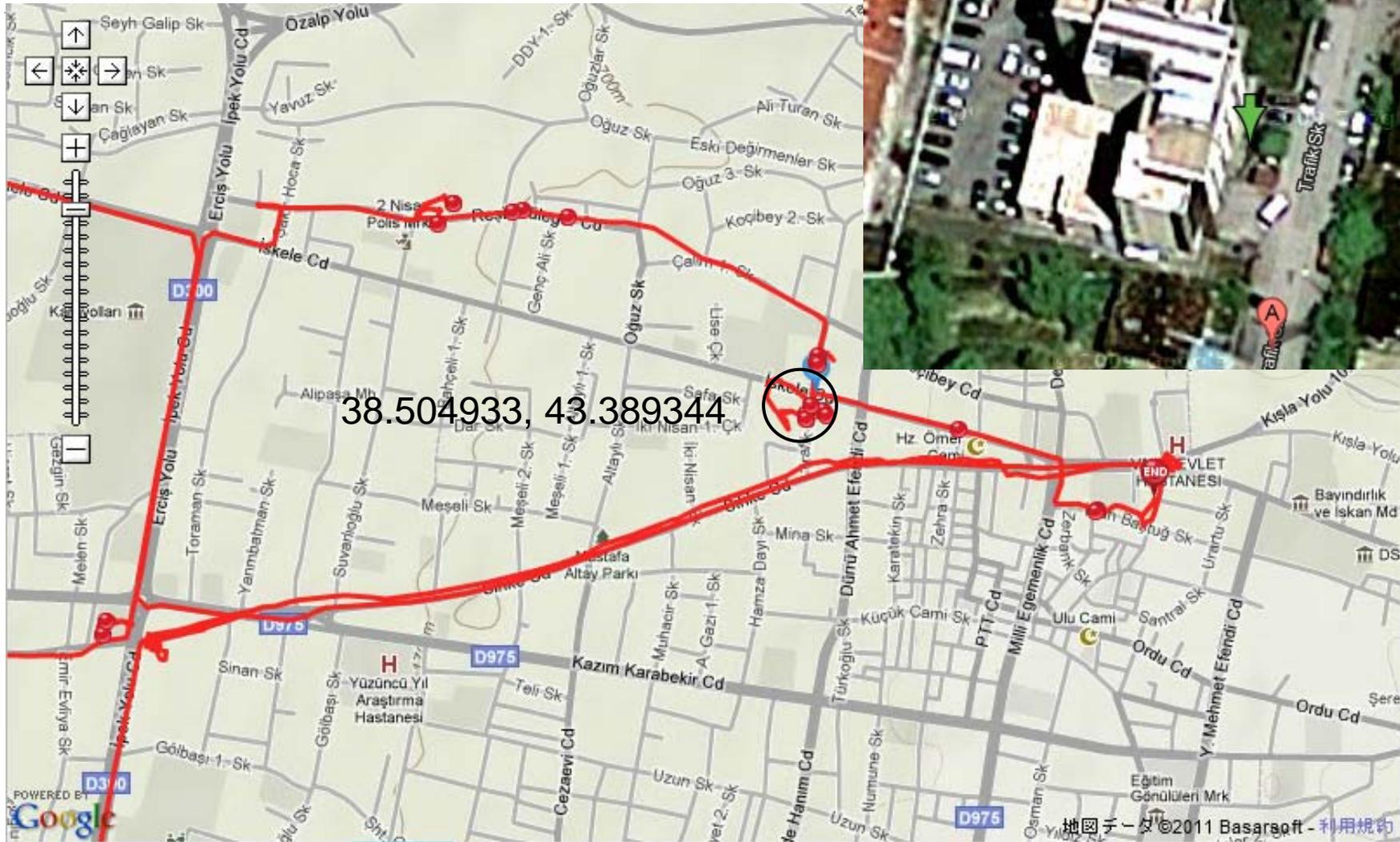


接合部の柱  
が他に比べ  
扁平

# 建物内部は？



# Van市内警察署

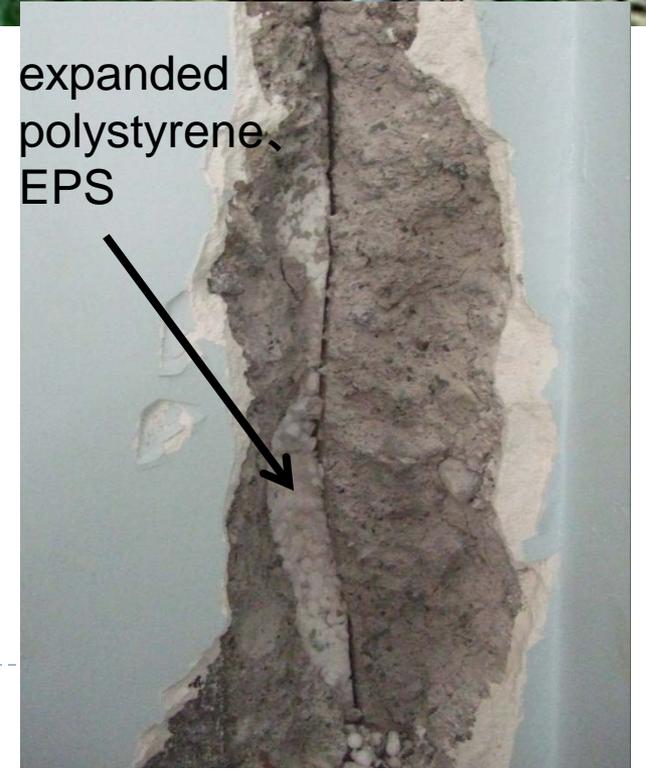


# Van市内警察署

- 3つの建物の継ぎ足し？



expanded  
polystyrene,  
EPS

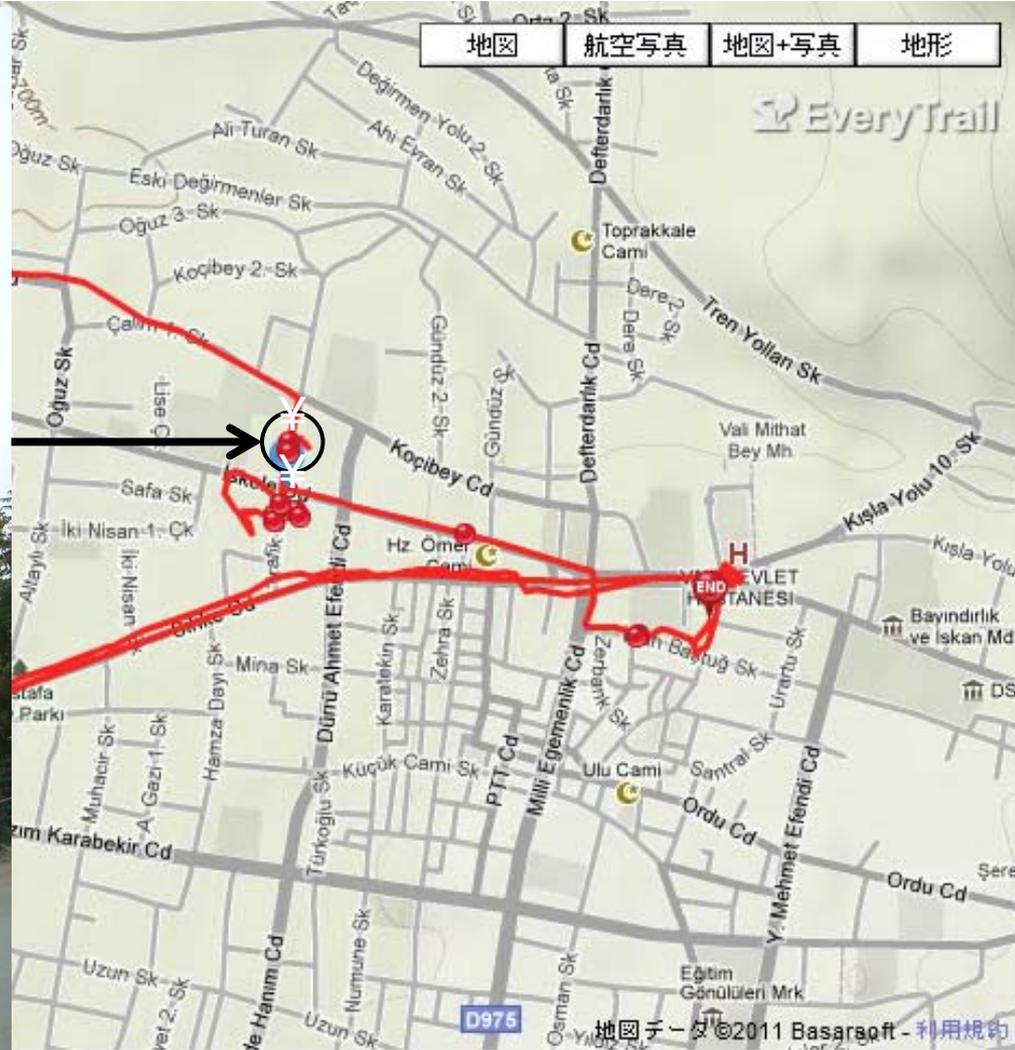


# Van市内警察署

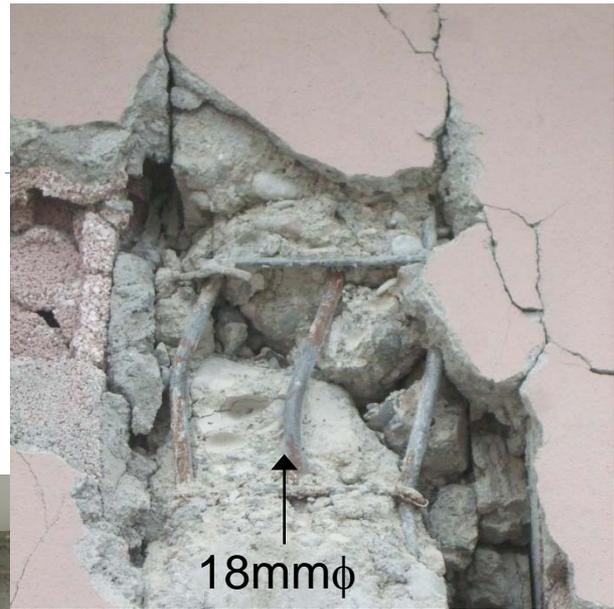
- 3つの建物の継ぎ足し？
- ホールの増設



# Van市内警察署北のビル



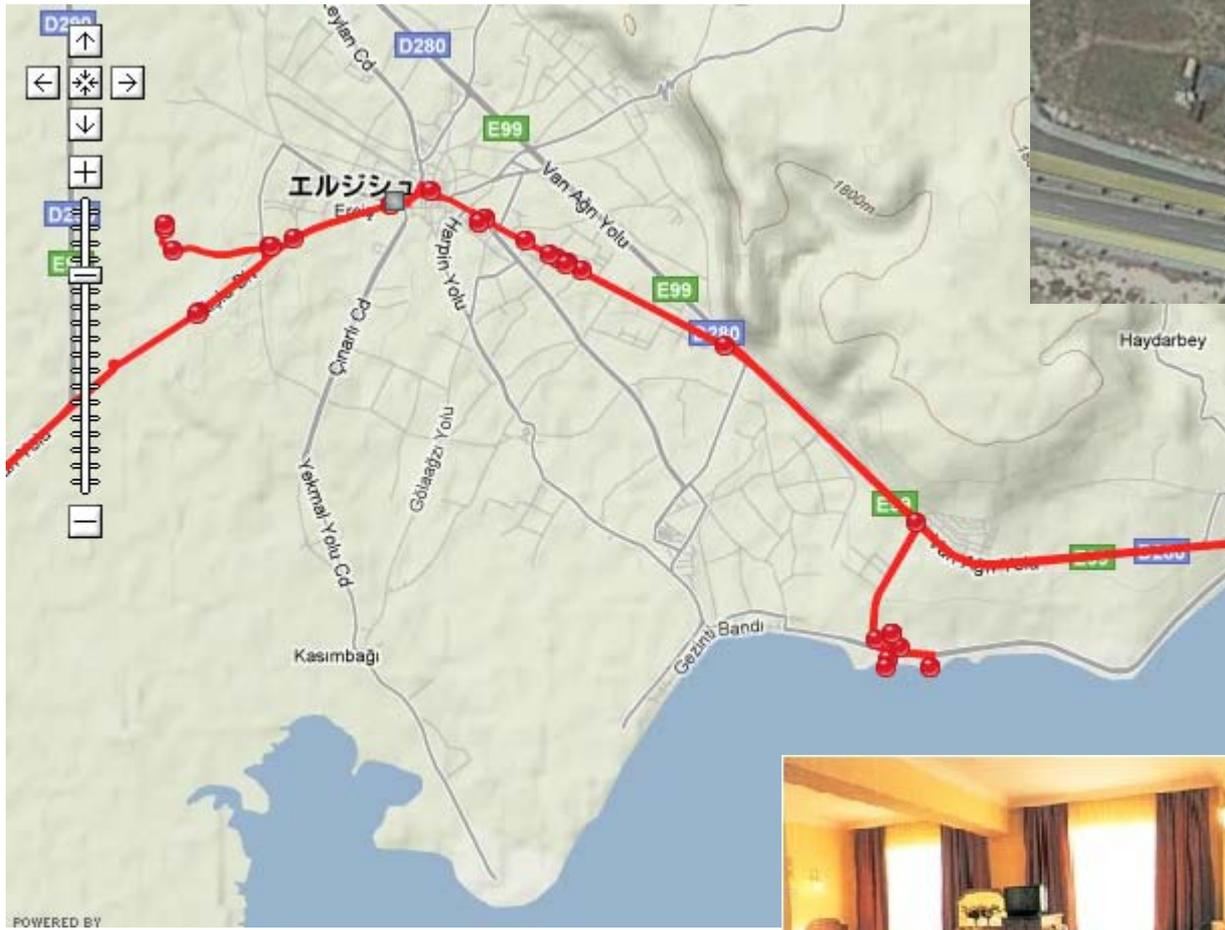
# Van市内警察署北のビル



- 1階が絞られた形
- 2つの窓の隅角部を結ぶせん断亀裂が柱を横切って伸びる。

# 転倒して2つに折れたビル

## Hotel Grand Arsisa



<http://www.icemtour.jp/turkey/hotels/van/merkez/grand-arsisa-hotel.html>

# 転倒して2つに折れたビル

Hotel Grand Arsisa



38.998317, 43.399225



<http://www.etstur.com/Grand-Arsisa-Hotel/Fotograf-Ve-Videolar>

# 転倒して2つに折れたビル (西側)



Google Mapより

# 転倒して2つに折れたビル (東側)



# 転倒して2つに折れたビル (正面)



# 転倒して2つに折れたビル (背面)



# 転倒して2つに折れたビル



# 地震前のErcis



[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c0/Erci%C5%9F%2C\\_Van.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c0/Erci%C5%9F%2C_Van.jpg)

# 地震後のErcis



39.028008, 43.360749

# 地震後のErcis





39.026727, 43.364402

The image shows a close-up of a damaged concrete structure. A vertical column is heavily cracked and crumbling, with several steel rebar rods protruding from the broken surface. The rebar has a short anchorage length. The surrounding wall is a light orange color and is also cracked and peeling. Debris is visible at the base of the damaged area.

梁筋の定着  
余長が短い

扁平な柱

39.026514, 43.364062

# 電柱など

---



変電所: 38.530706, 43.348787

---



# 電柱など

---



変圧器: 38.760408, 43.24532

---

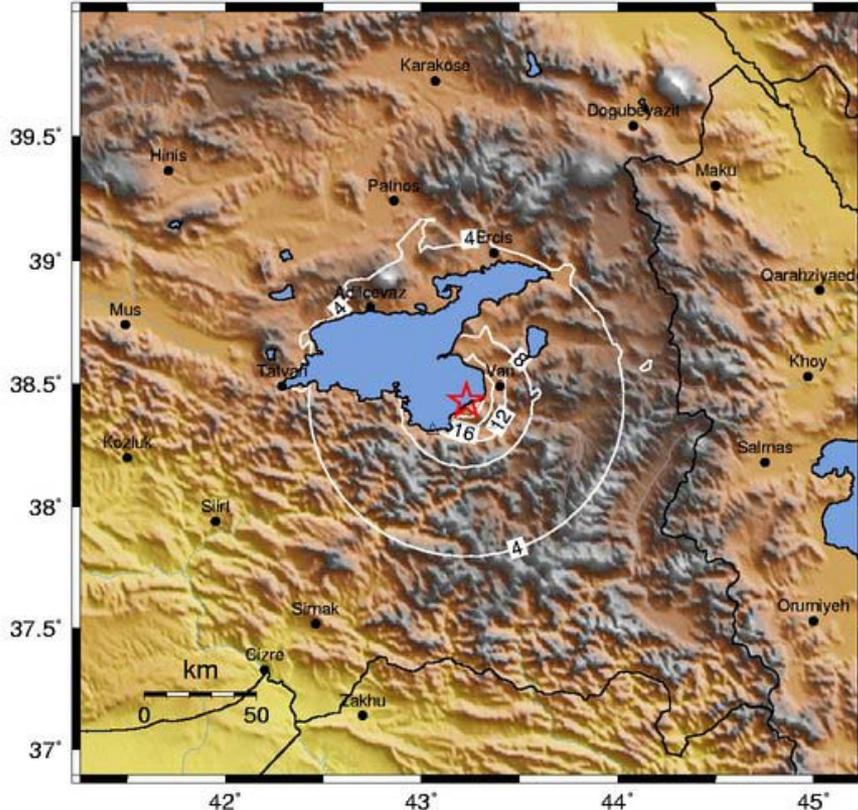




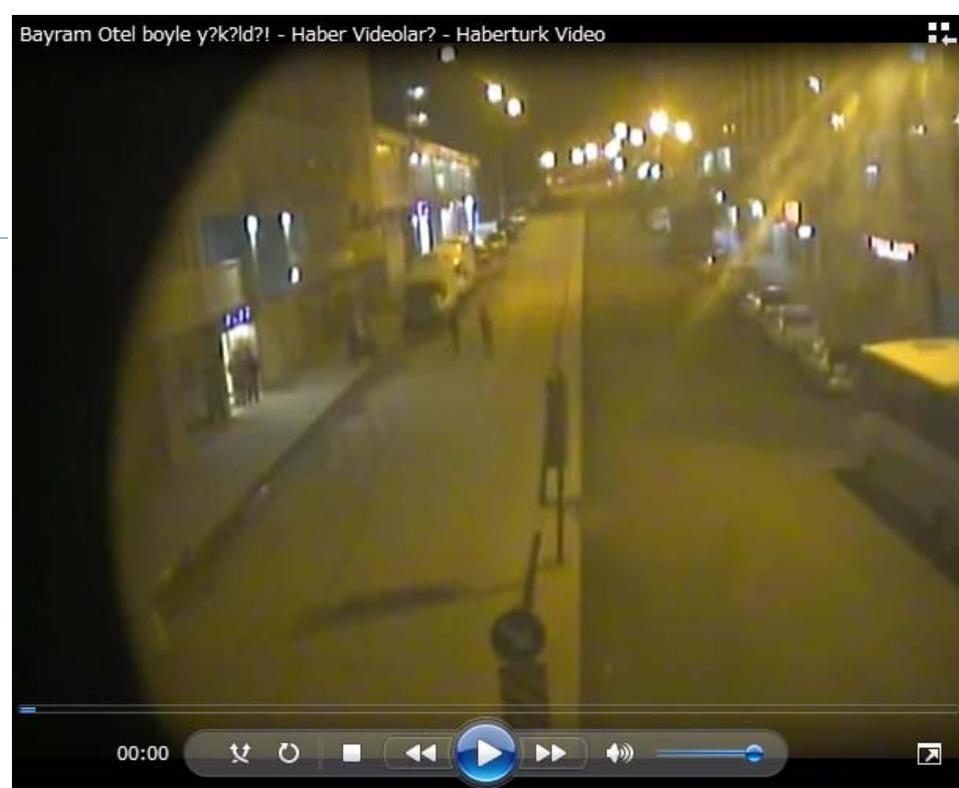
# 11月10日の余震 (M5.7)

USGS Peak Accel. Map (in %g) : EASTERN TURKEY

Wed Nov 9, 2011 19:23:33 GMT M 5.6 N38.43 E43.23 Depth: 5.0km ID:b0006mkw



Map Version 2 Processed Wed Nov 9, 2011 03:18:41 PM MST - NOT REVIEWED BY HUMAN



Bayram Hotel, Van, 38.498793, 43.394258

[http://www.hotelscombined.com/Hotel/Bayram\\_Hotel\\_Van.htm](http://www.hotelscombined.com/Hotel/Bayram_Hotel_Van.htm)

# まとめ

---

- 側方流動や液状化、斜面崩壊などは郊外に散見される。しかしながら主要な被害は
- 鉄筋コンクリート造建築、アドベ家屋などである
- 過去の地震の災害報告書(1992年Erzincan EQ, 1999年Kocaeli EQ, Düzce EQ)の記述が当てはまる問題点、(柱・梁接合部の鉄筋のディティリング、施工上の問題)が繰り返されている。
- ただしこれらの課題があってもすべての建物が倒壊しているわけではない。構造固有の偏心や特殊な事情によるものがある。これらを明確にしていく必要がある。
- コンクリートの品質、強アルカリ性の塩湖との関連も議論されている。
- 都市部での大きな地盤変状が報告されておらずライフラインについてはまだ情報の集約はこれから。被災地での停電は1日程度とのこと。



## Van県副知事Tahsin Aksu(復興担当) との話

---

- 日本の土木学会の協力に感謝、東日本大震災へのお見舞い
- 報告書は復興戦略の具体化に大いに参考になると考える。

## Van県副知事Tahsin Aksu(復興担当) との話

- 日本の土木学会の協力に感謝、東日本大震災へのお見舞い
- 仮に土木・建築関係の二次隊が派遣されるのであれば可能な支援を。事実の科学的調査から得られる知見と教訓の共有を進めていきたい。

## Istanbul工科大学Derin Ural副学長との話

- 今後建築関係ではイスタンブール工科大学が大きく調査に関わっていく動きがある。
  - 既存不適格構造物の補強と設計技術者の育成・教育が課題 → Training Trainers Programの重要性が増している。
  - 仮に土木・建築関係の二次隊が派遣されるのであれば支援の用意がある。
  - 2012年4月17日あたりにシンポジウムを開催予定。特定テーマセッションとして東日本大震災とVan地震を考えたい。
- 

