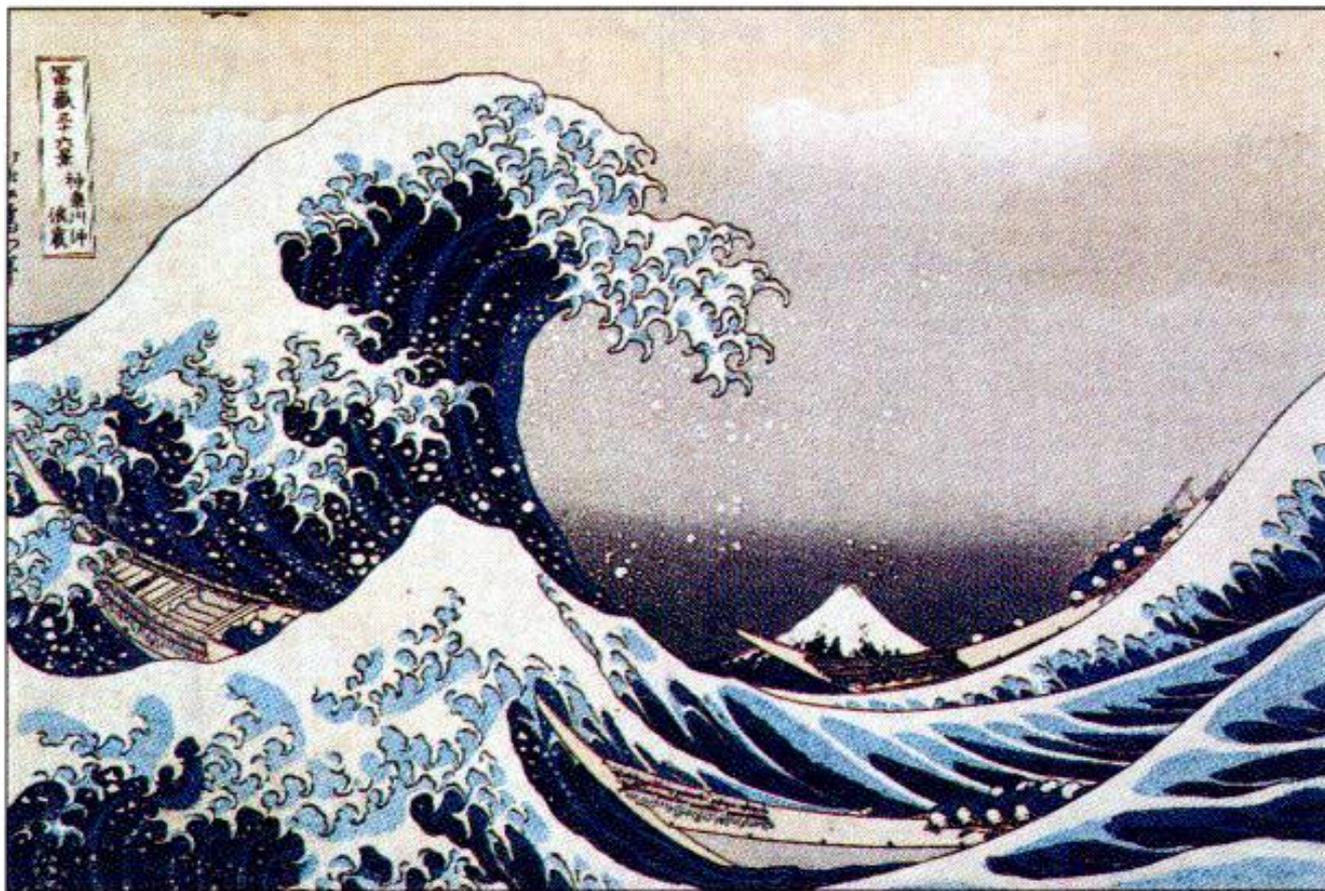


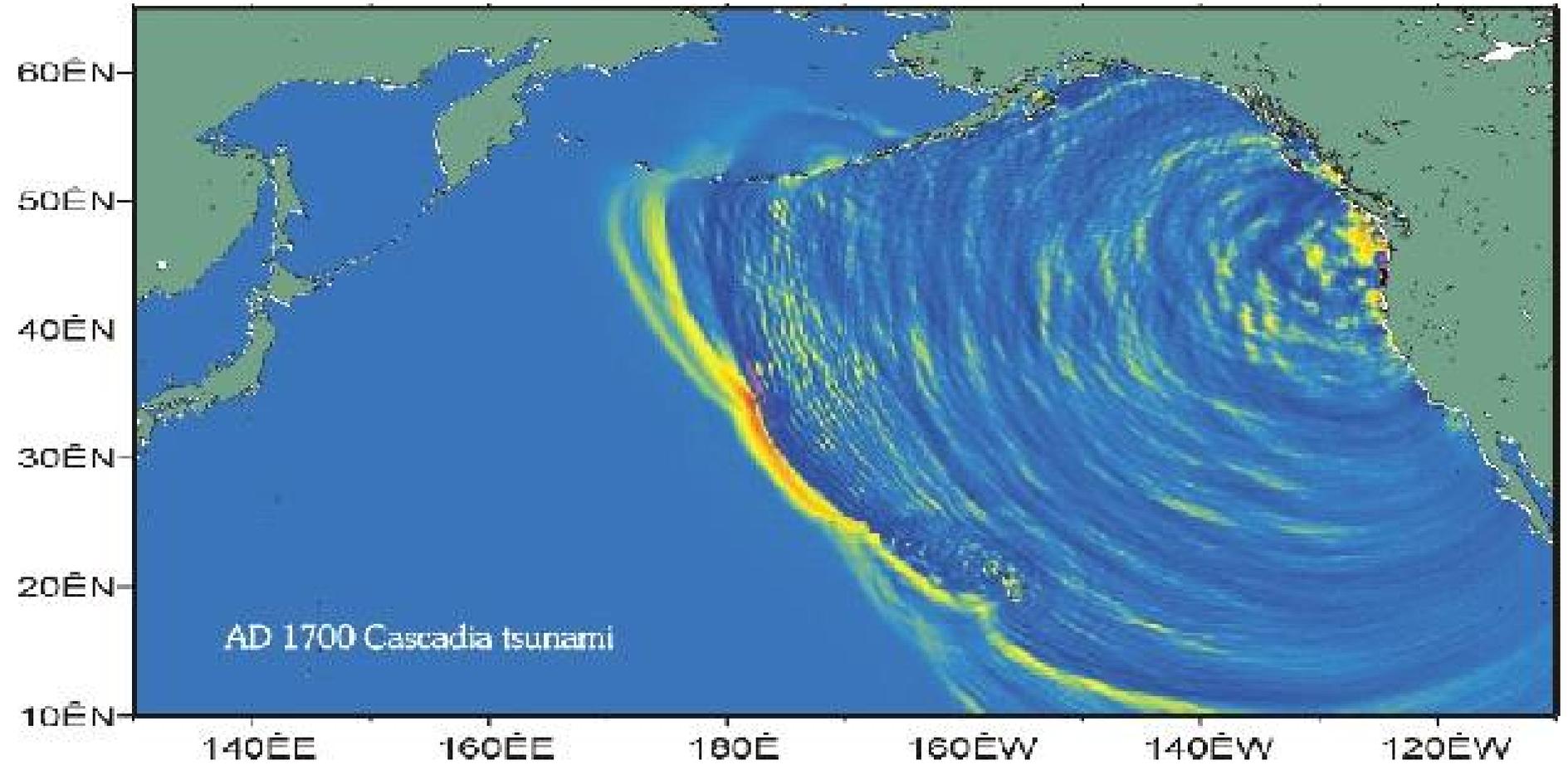
地震與海嘯 (Tsunami, 津波)

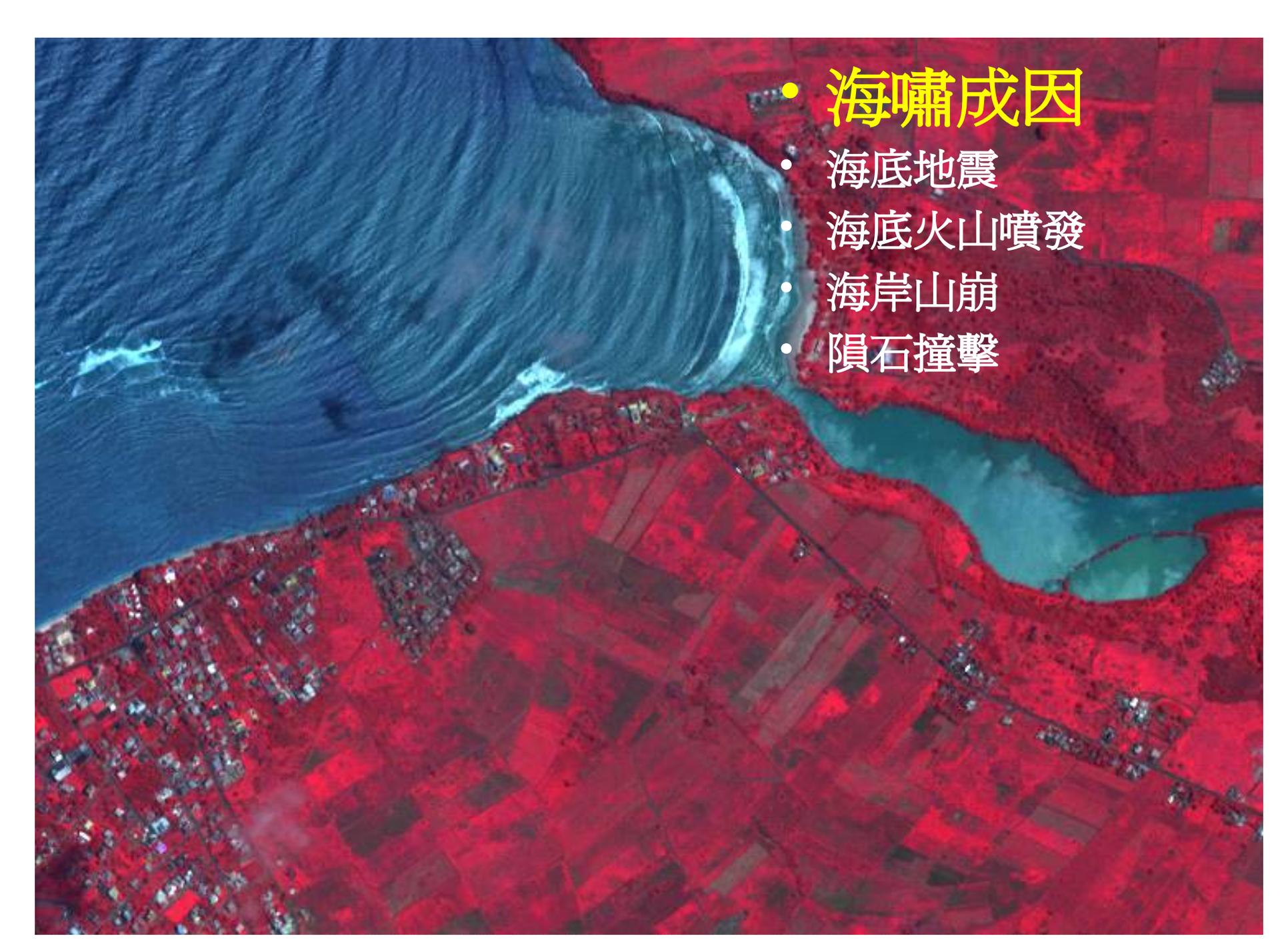
台灣大學地質科學系 陳文山教授



西元 1700 西雅圖地震

海嘯如何產生？



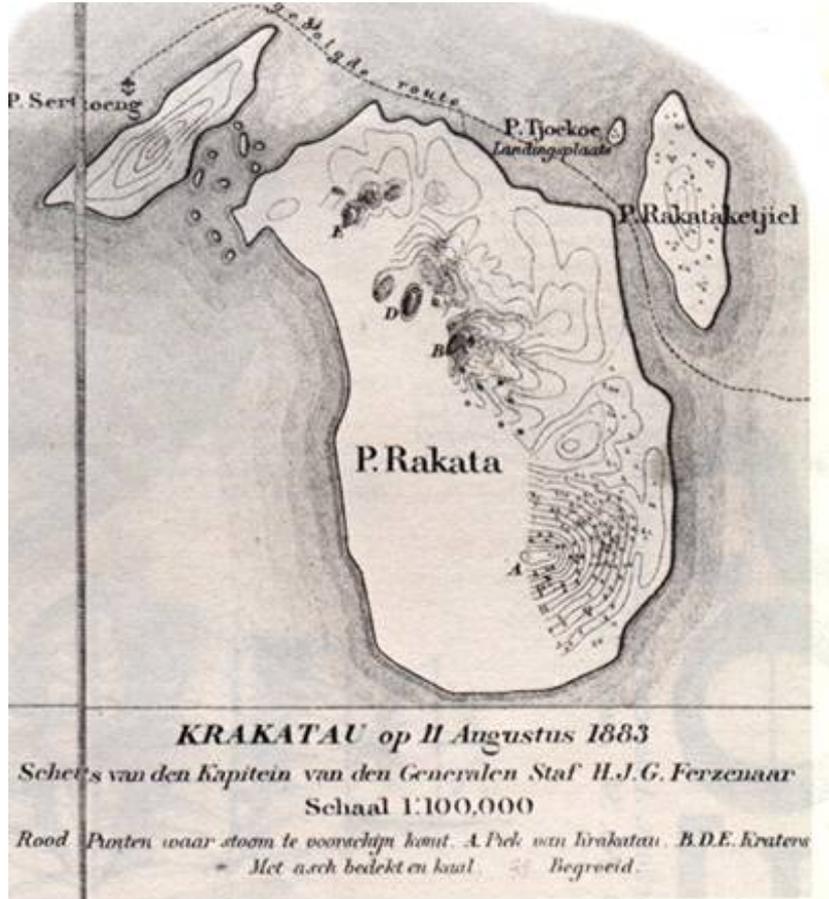


• 海嘯成因

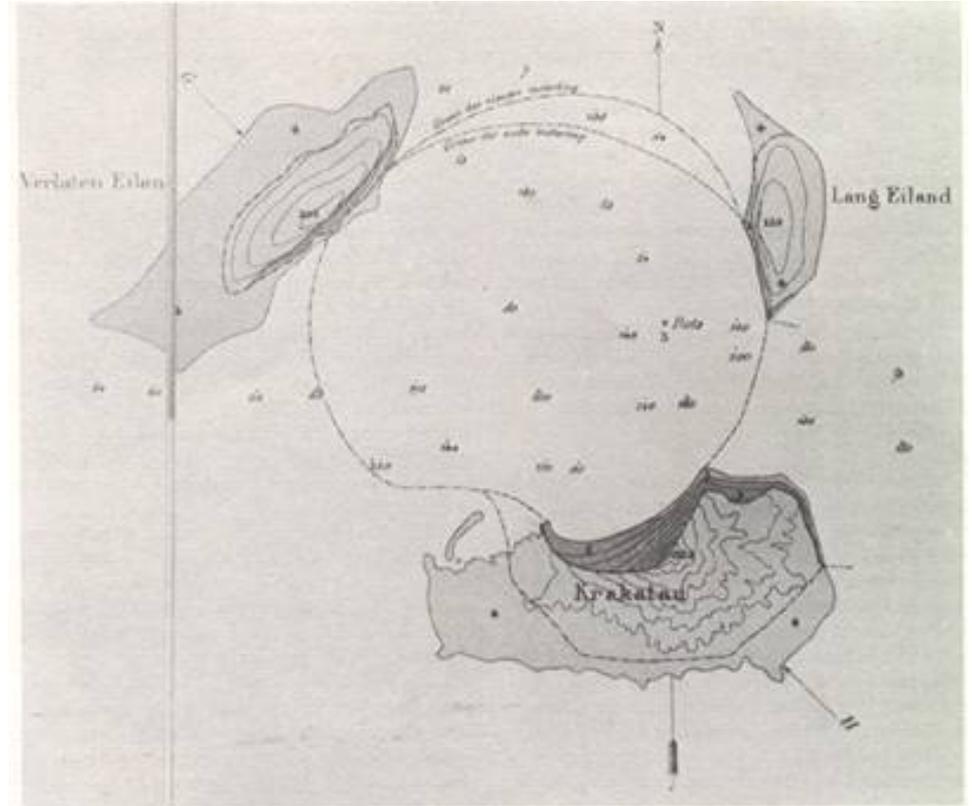
- 海底地震
- 海底火山噴發
- 海岸山崩
- 隕石撞擊

海底火山爆發

1883 年印尼克雷克圖爾
海底火山爆發 :36,000 人

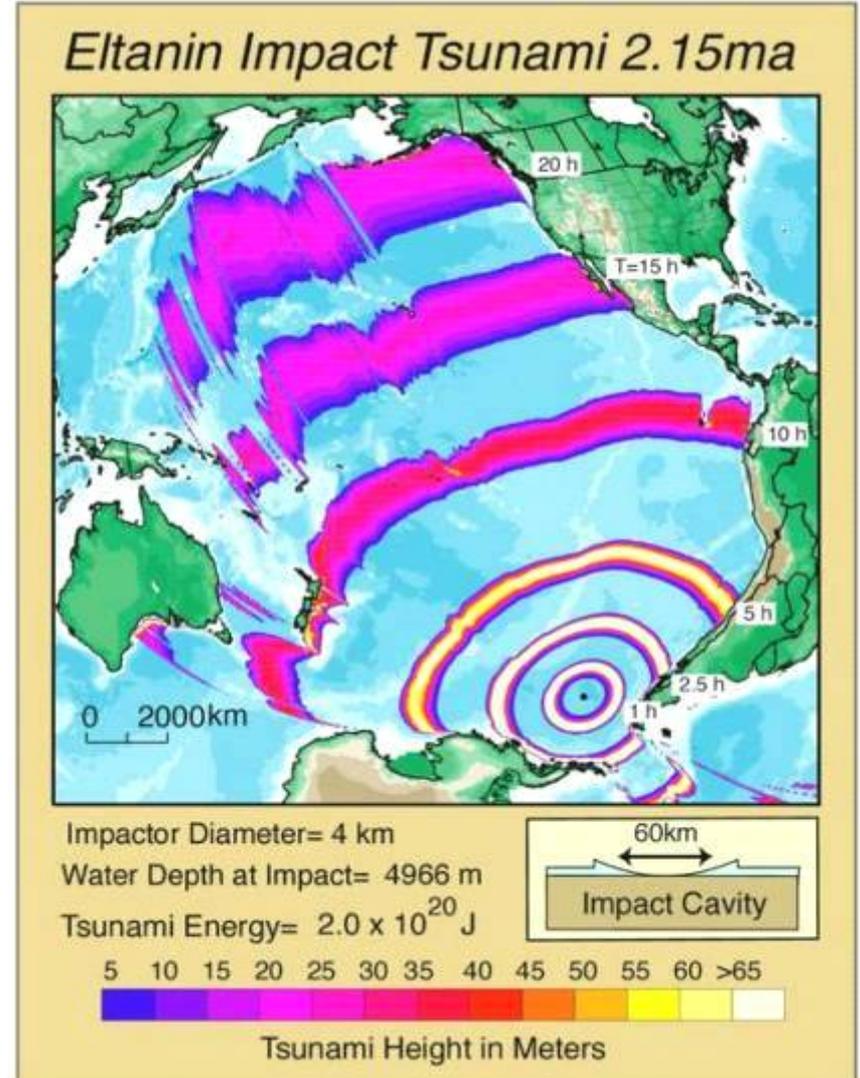


Krakatau as it appeared 15 days before the paroxysmal eruption; width of Rakata Island is about 5 km. Map by H. J. G. Ferzenaar.



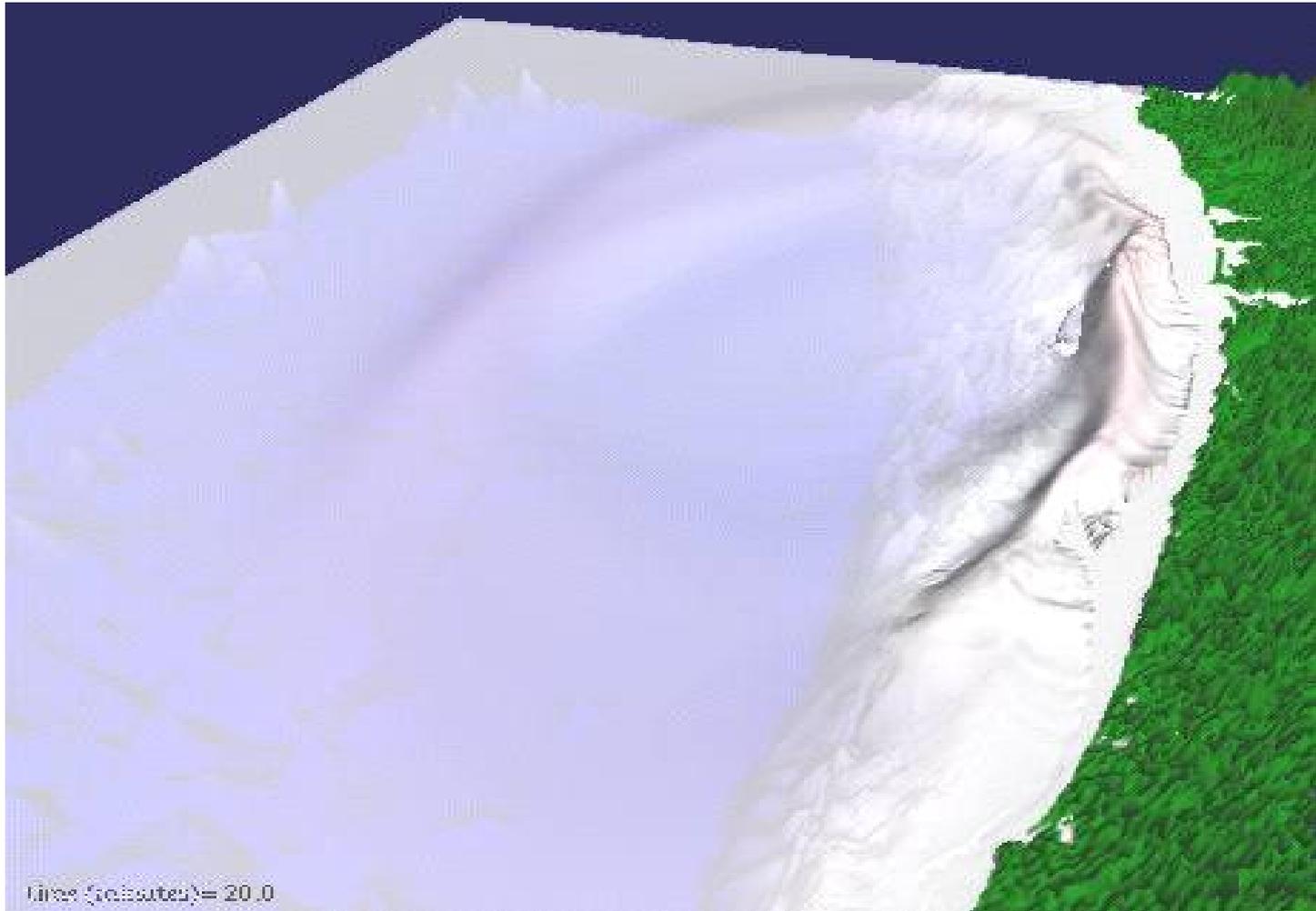
Krakatau 7 weeks after the paroxysmal eruption; diameter of caldera is about 7 km. Map by R. D. M. Verbeek.

隕石撞擊

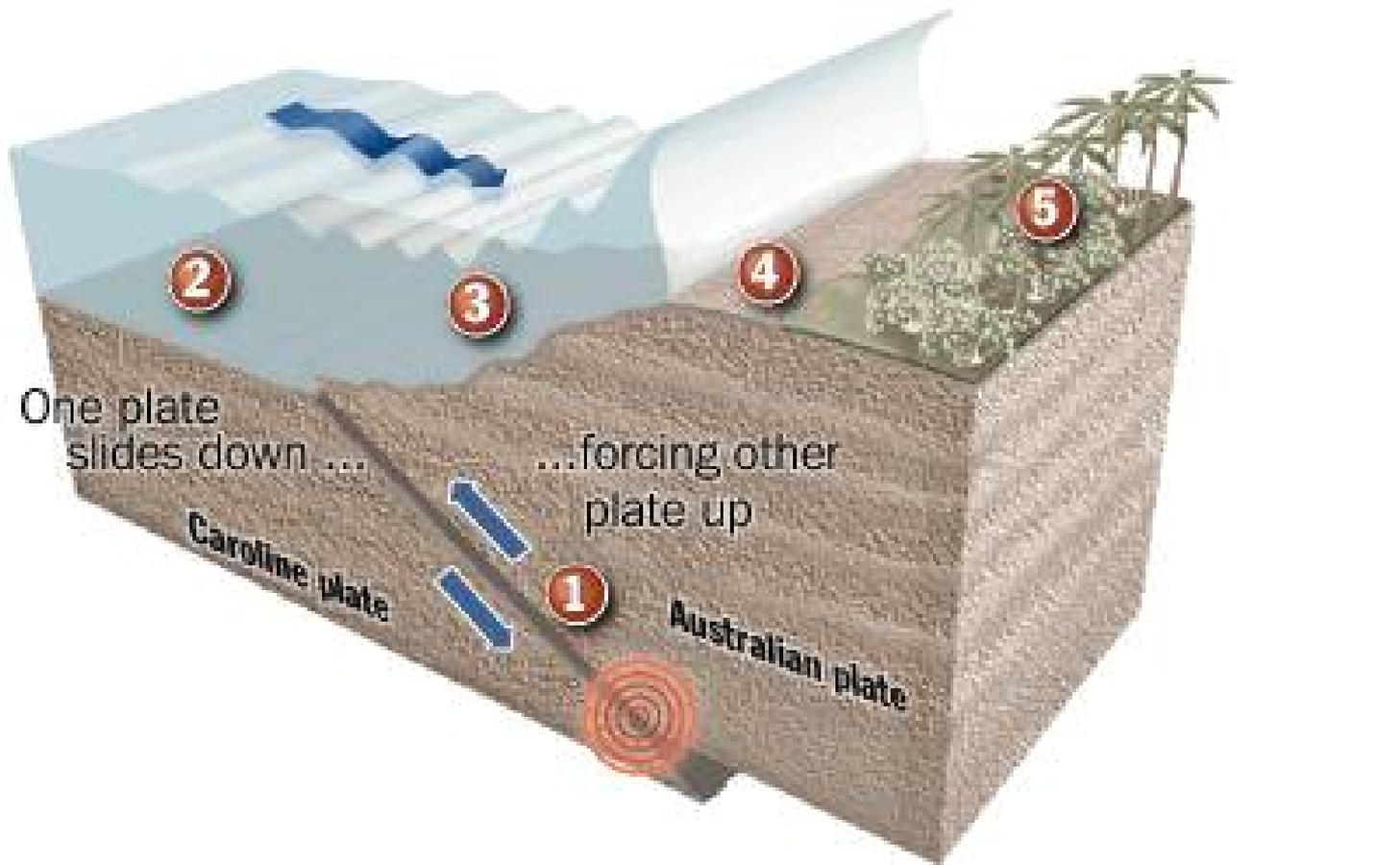


海嘯是甚麼！

海嘯速度每小時 500-1000 公里 (外海)



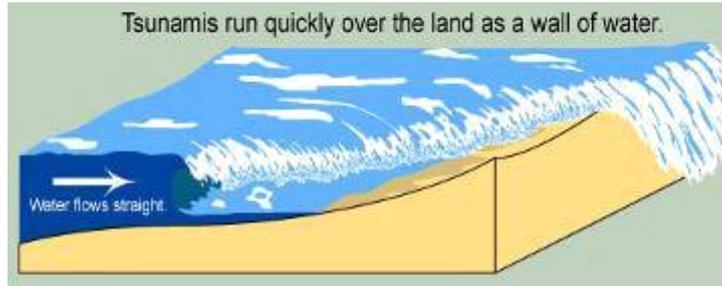
波速變慢，波長變短，振幅變大（浪頭變高）



Wind waves come and go without flooding higher areas.



Tsunamis run quickly over the land as a wall of water.

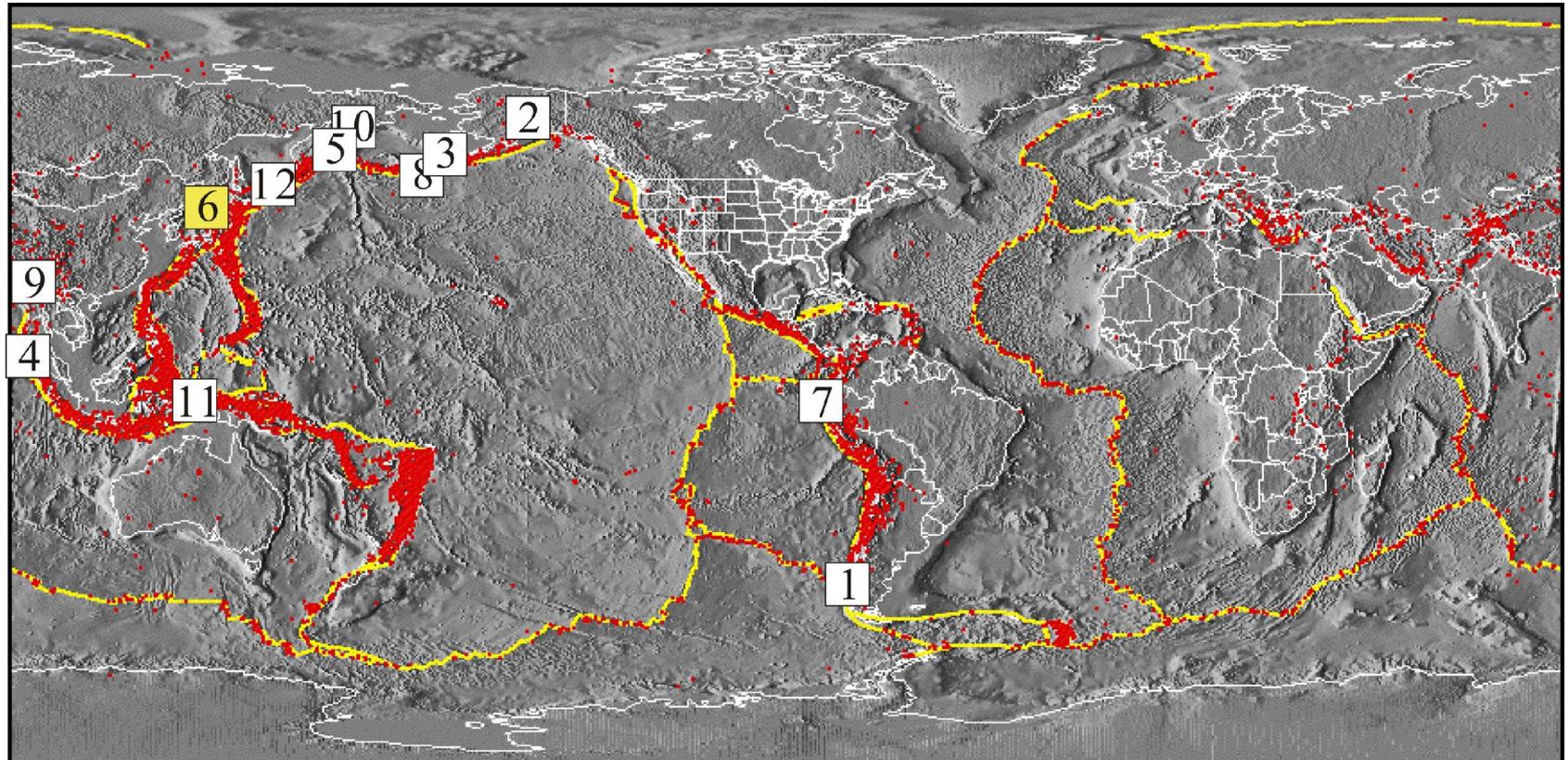


- 1896年日本本洲漁民在離海岸約20公里處捕魚，遇見浪高約1公尺多的海浪，不以為意。數小時之後回航，驚見海岸漁村已被海嘯摧毀。
- 地震規模8.5
- 海嘯造成本洲200公里海岸漁村全被摧毀，死亡人數27,000人。



全球地震帶

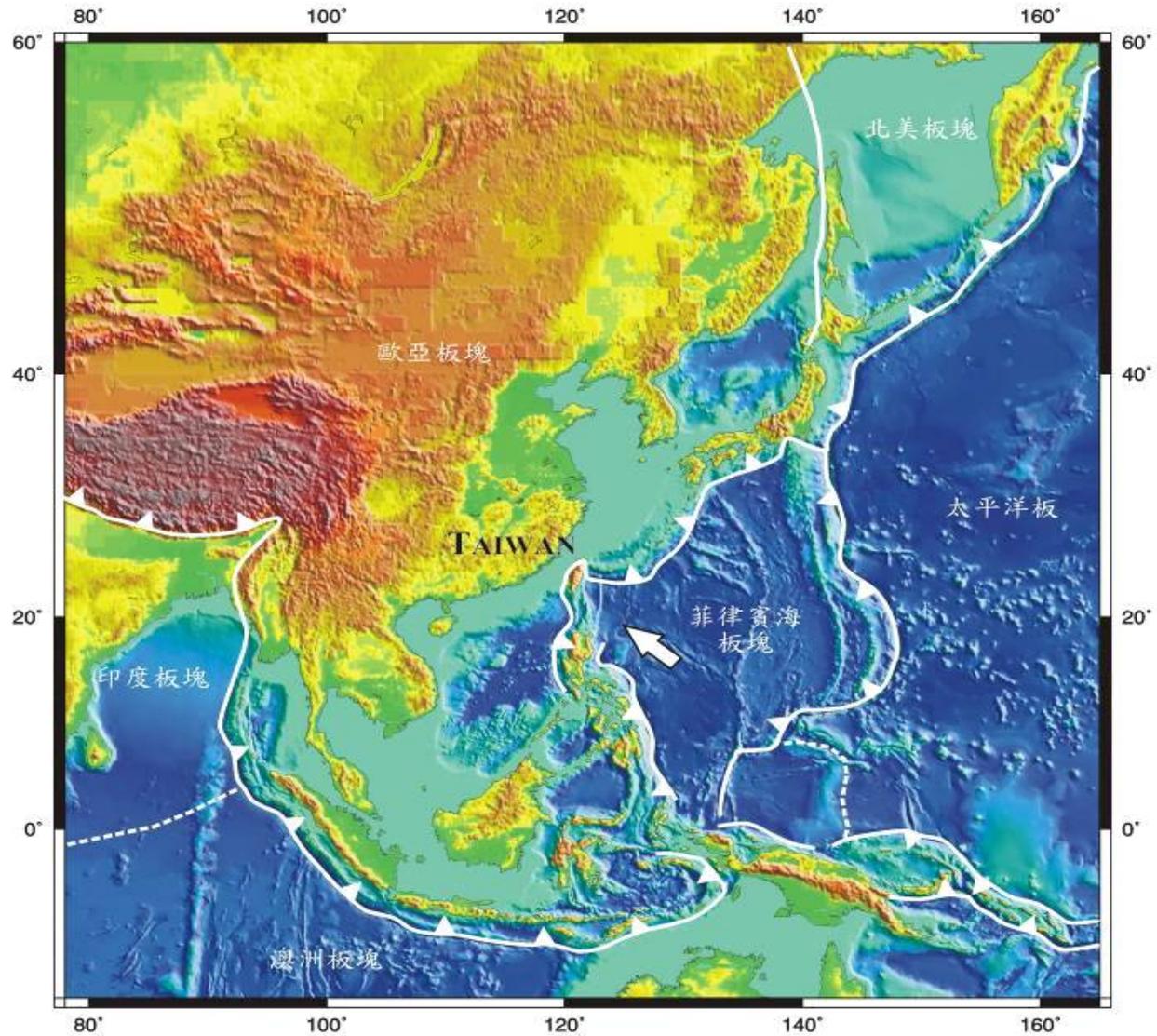
1900 年以來全球十大地震
(大地震溫床 - 太平洋隱沒帶)



Crustal Plate Boundaries
Coastlines, Political Boundaries

Earthquake Epicenters, $M > 5$, 1980-1990
Image courtesy of NOAA

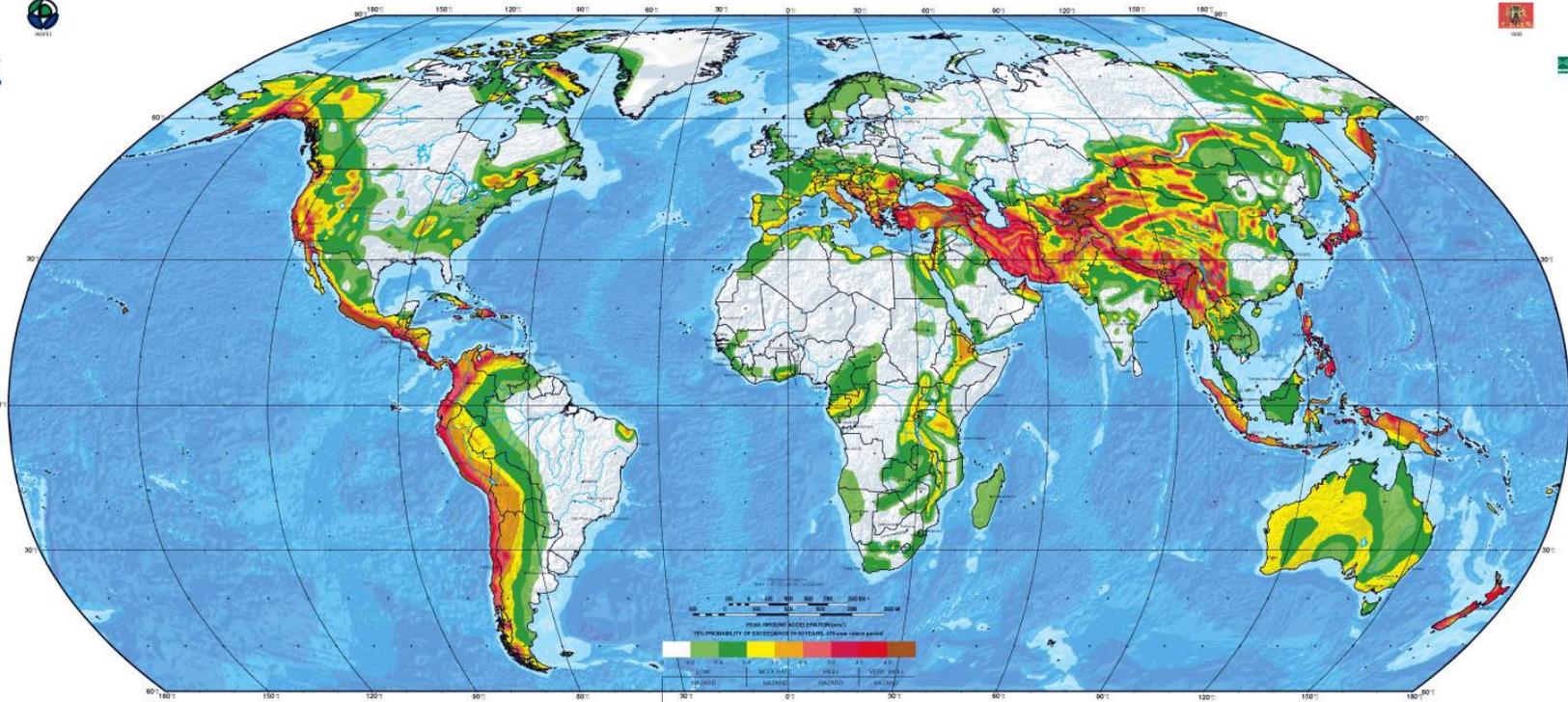
東亞板塊



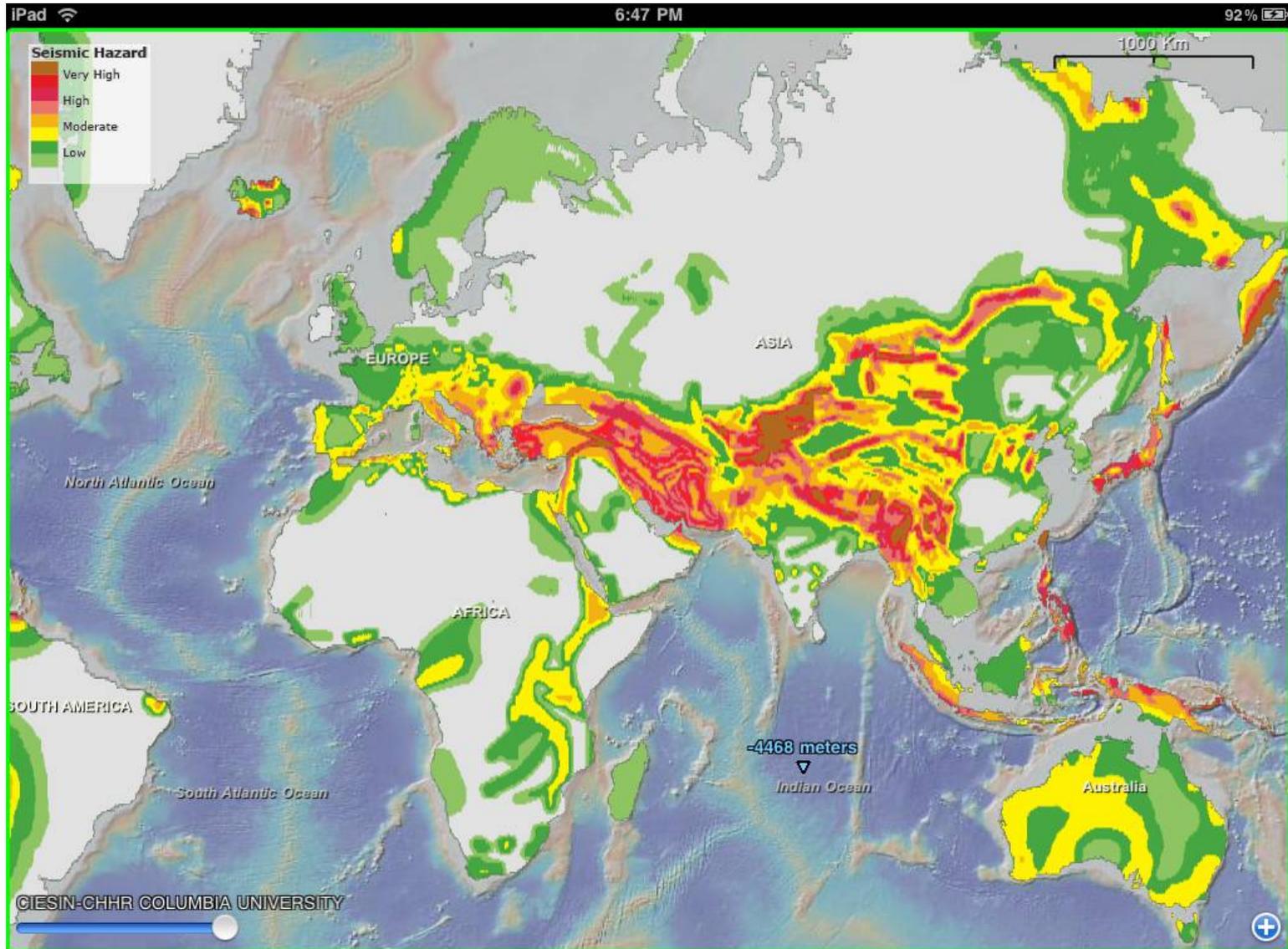
世界地震災害潛勢圖

GLOBAL SEISMIC HAZARD MAP

Produced by the Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP),
a demonstration project of the UN/International Decade of Natural Disaster Reduction, conducted by the International Lithosphere Program.
Global map assembled by D. Giardini, G. Grünthal, K. Shedlock, and P. Zhang;
1999

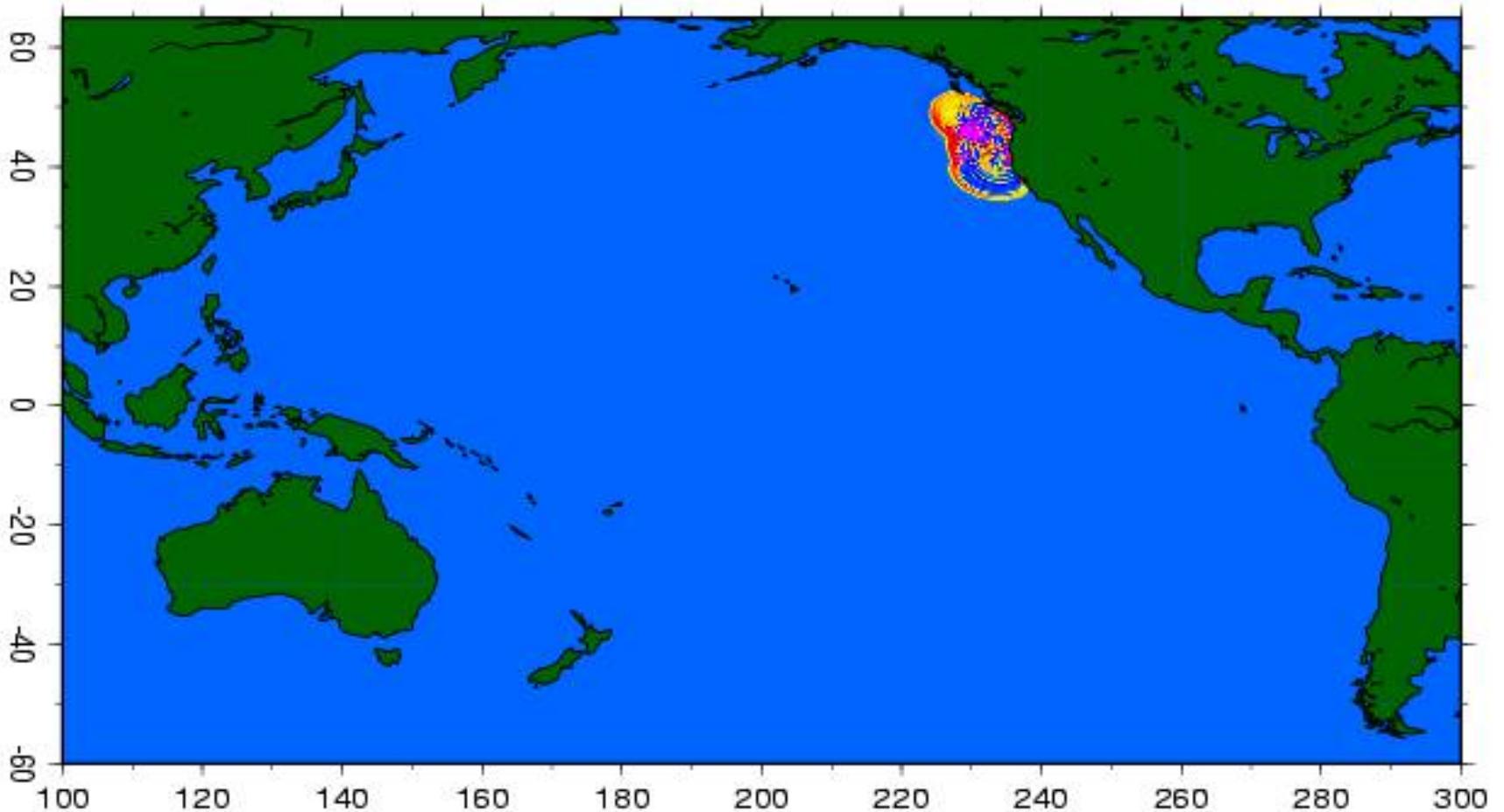


亞洲地震災害潛勢圖



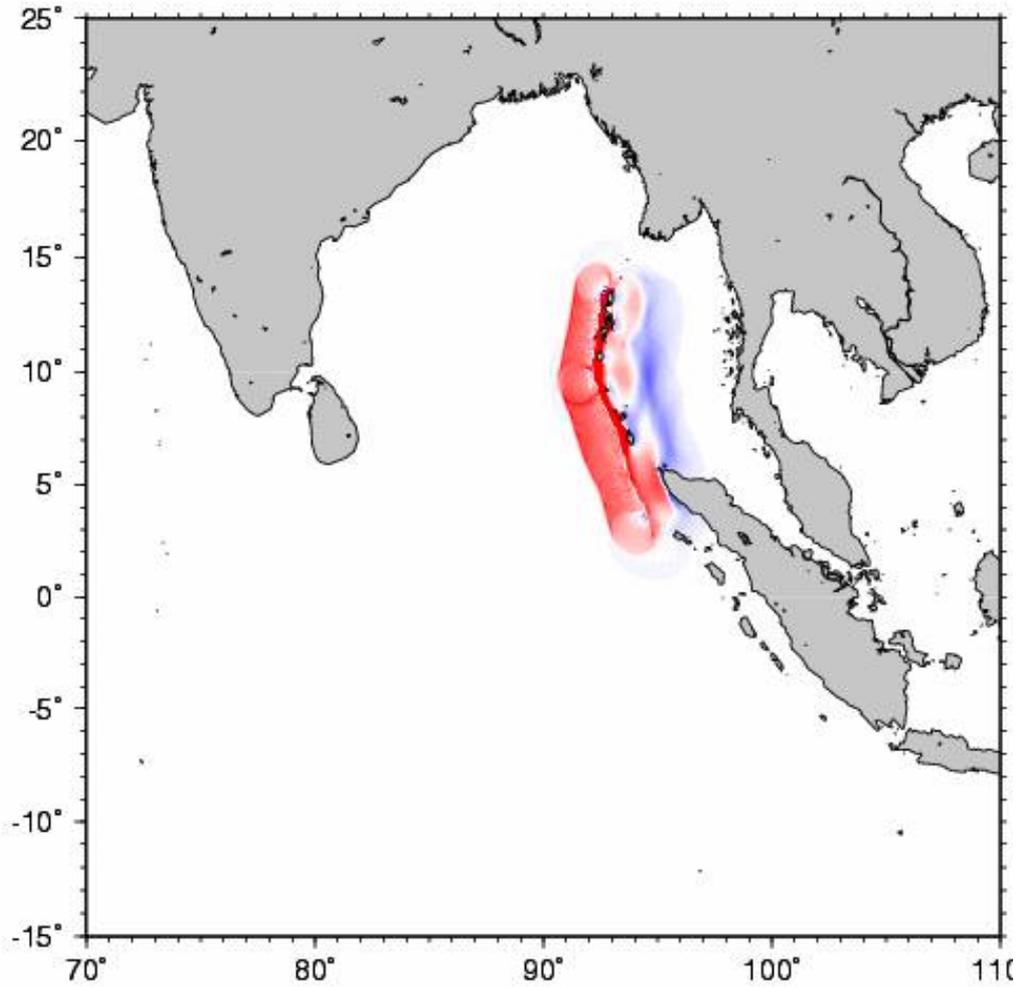
西元 1700 年西雅圖大地震 (估計規模 8.0)

01 hour

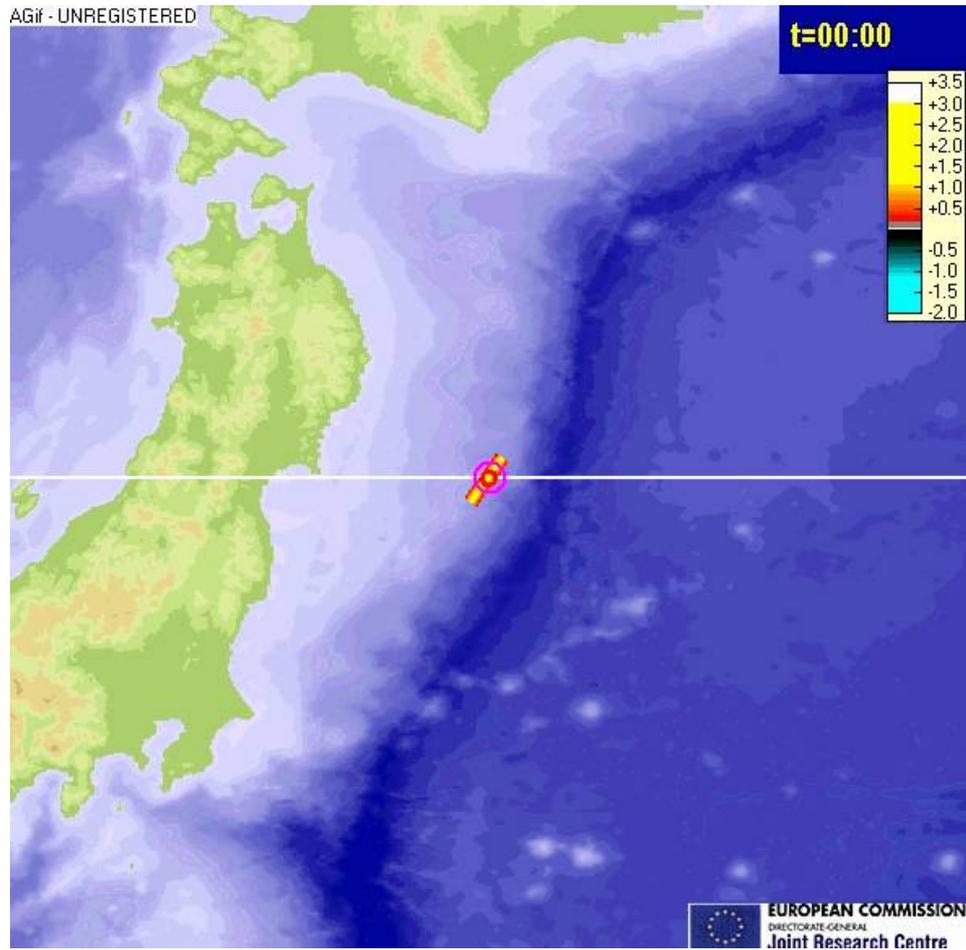


印尼地震引發的海嘯動畫示意圖

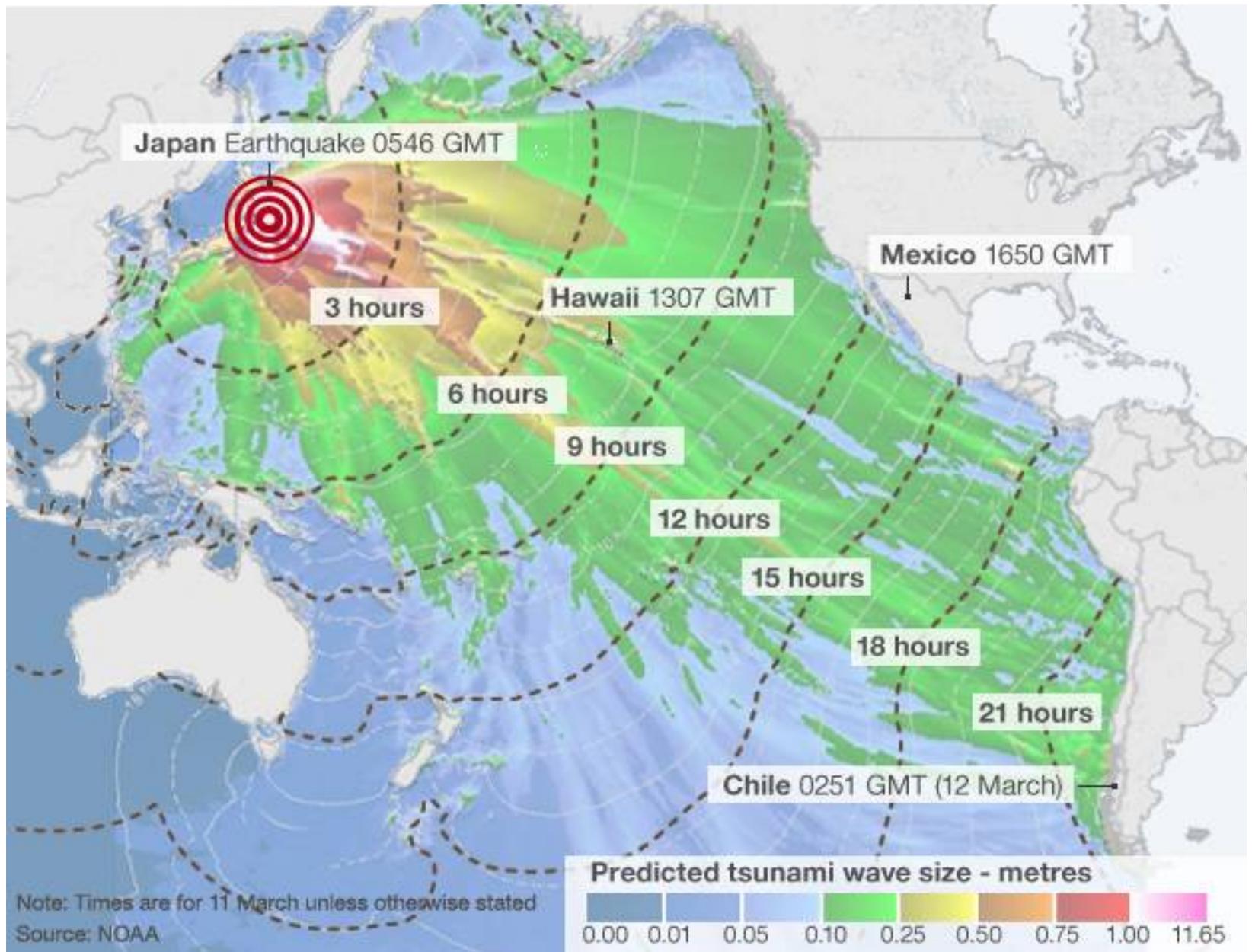
2004 Sumatra Earthquake 010 min

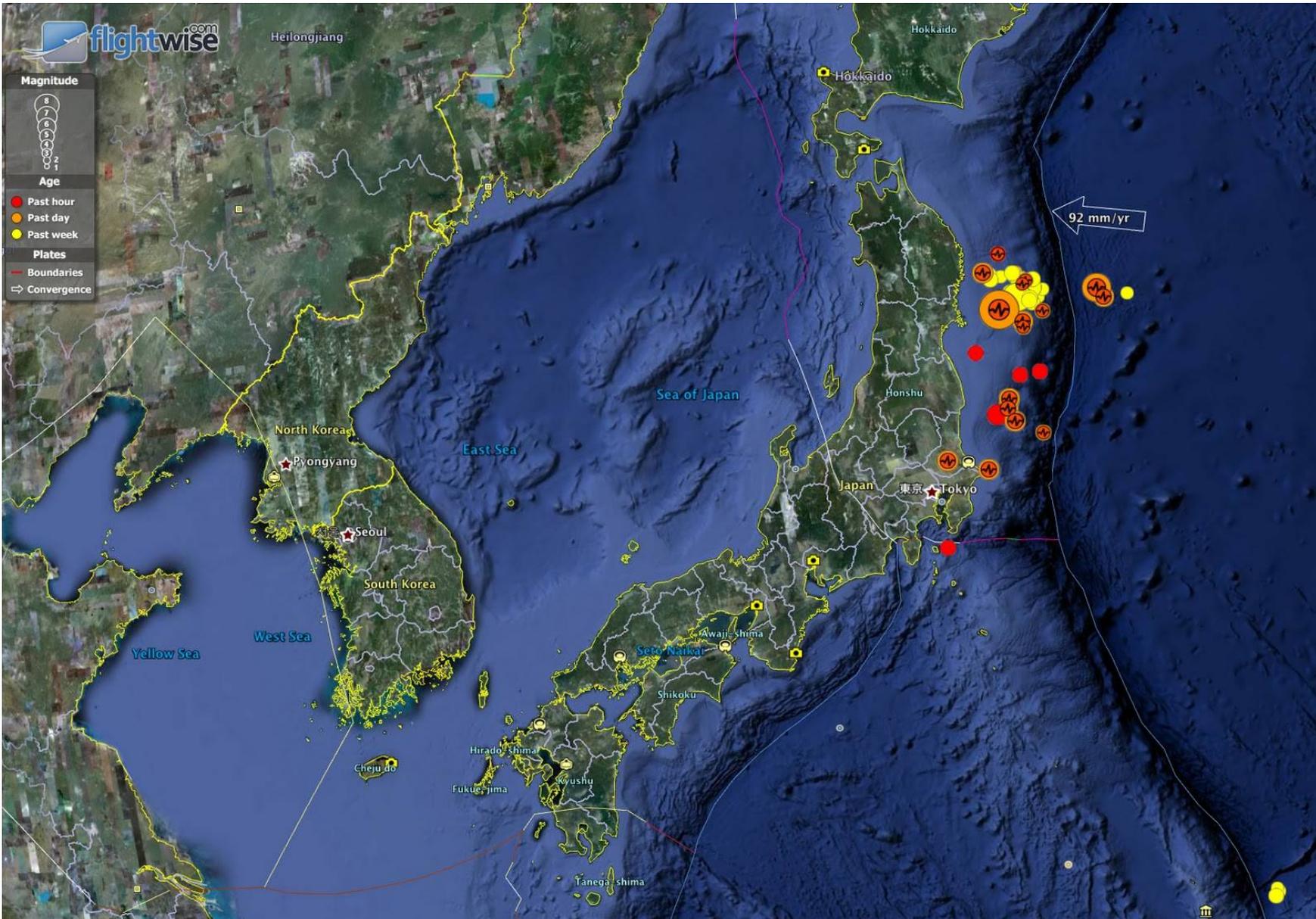


日本海嘯

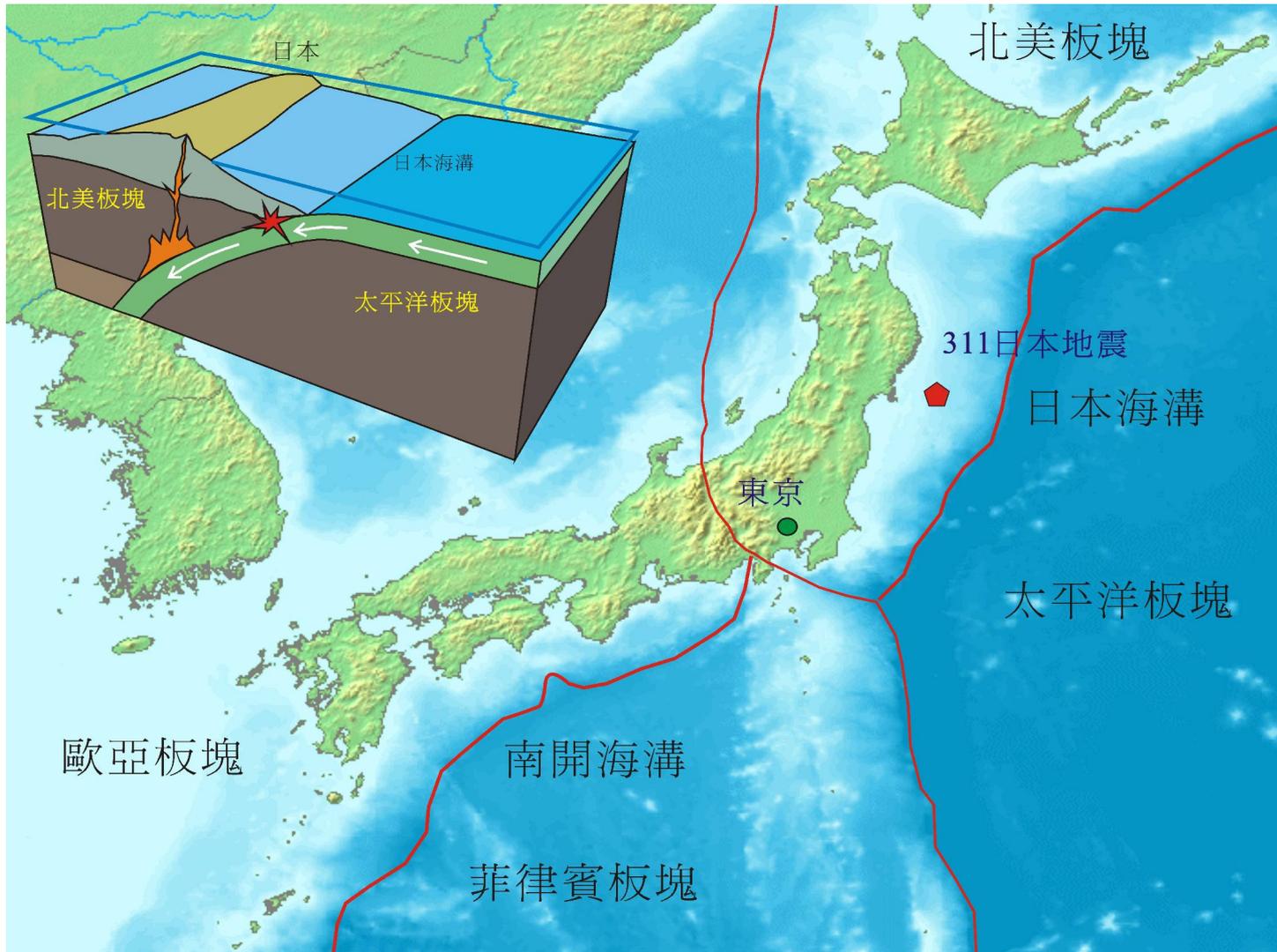


日本地震引發的海嘯動畫示意圖

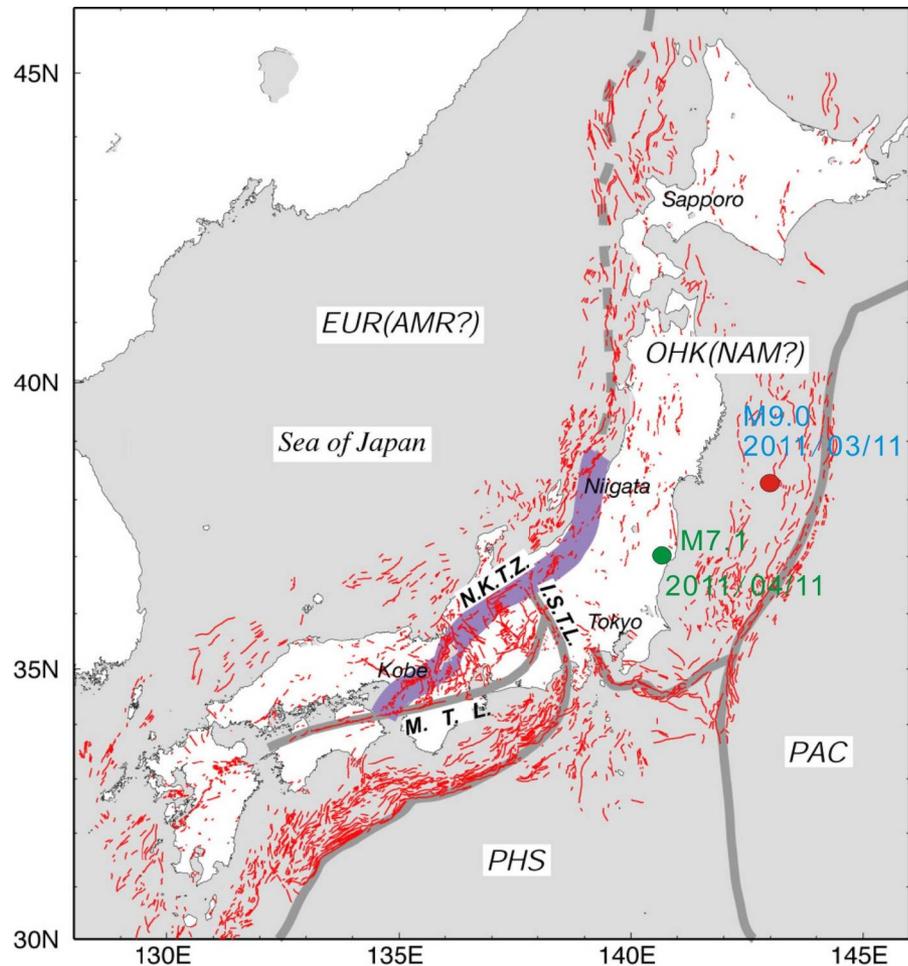




日本板塊構造



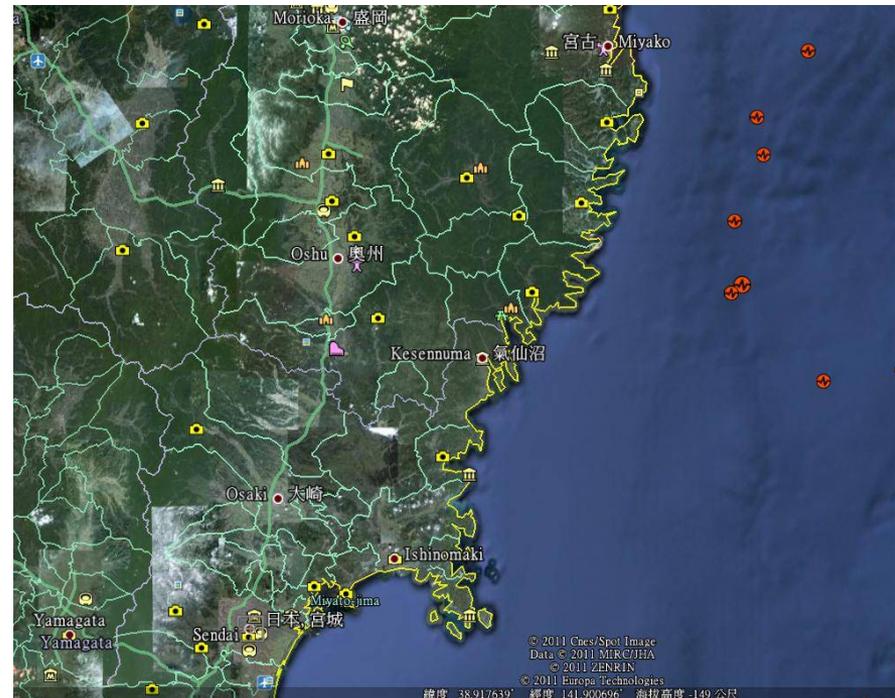
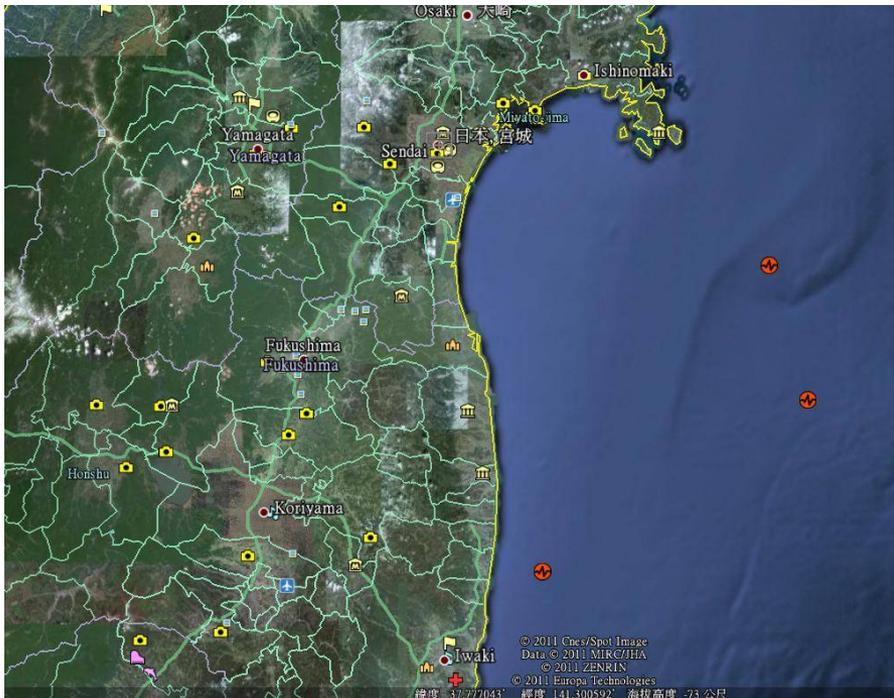
板塊隱沒



海嘯威力與海岸地形的關係

- 宮城縣海岸地形
- 寬平沖積平原

- 岩手縣海岸地形
- 狹窄海灣



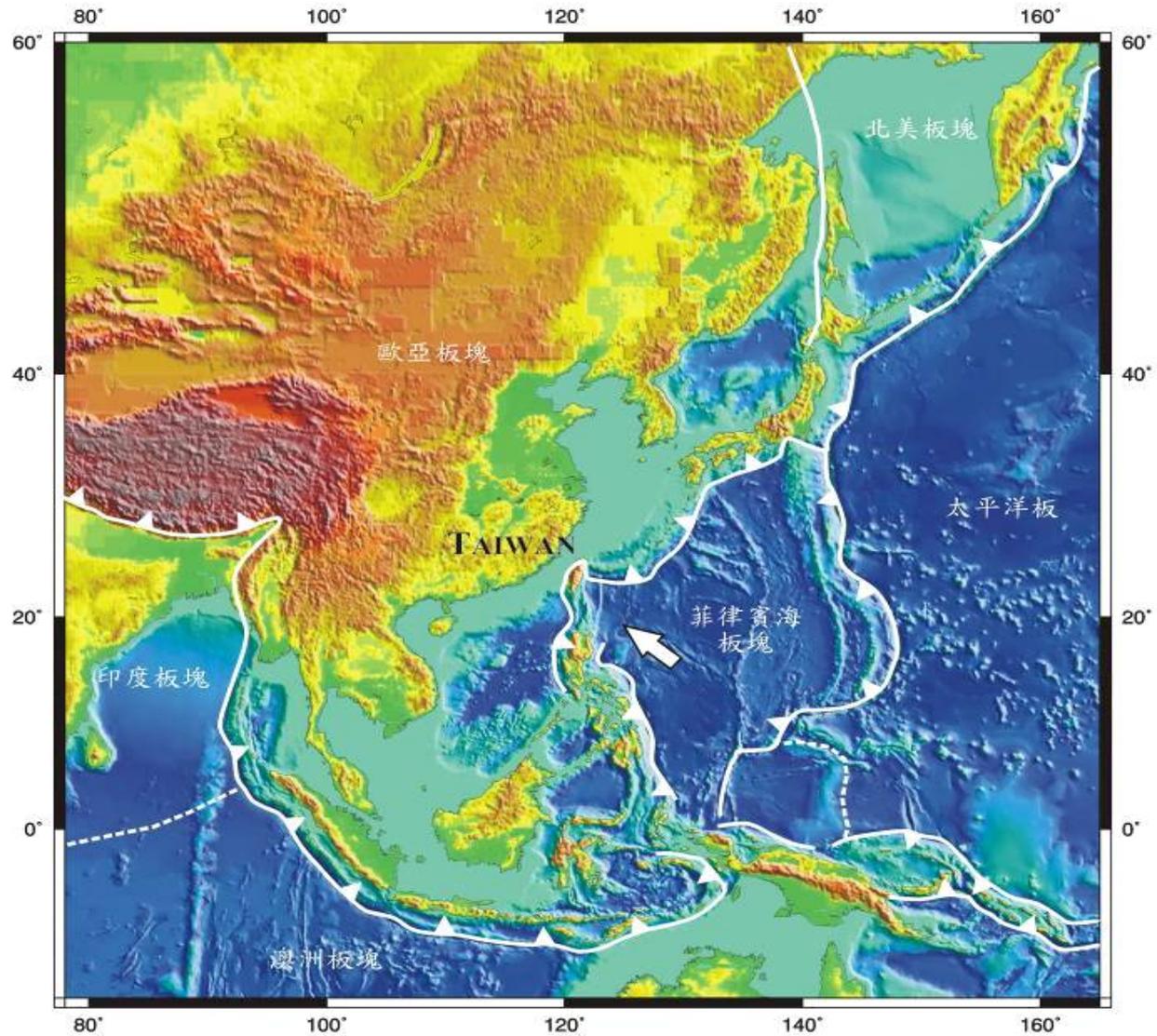
仙台 宮城

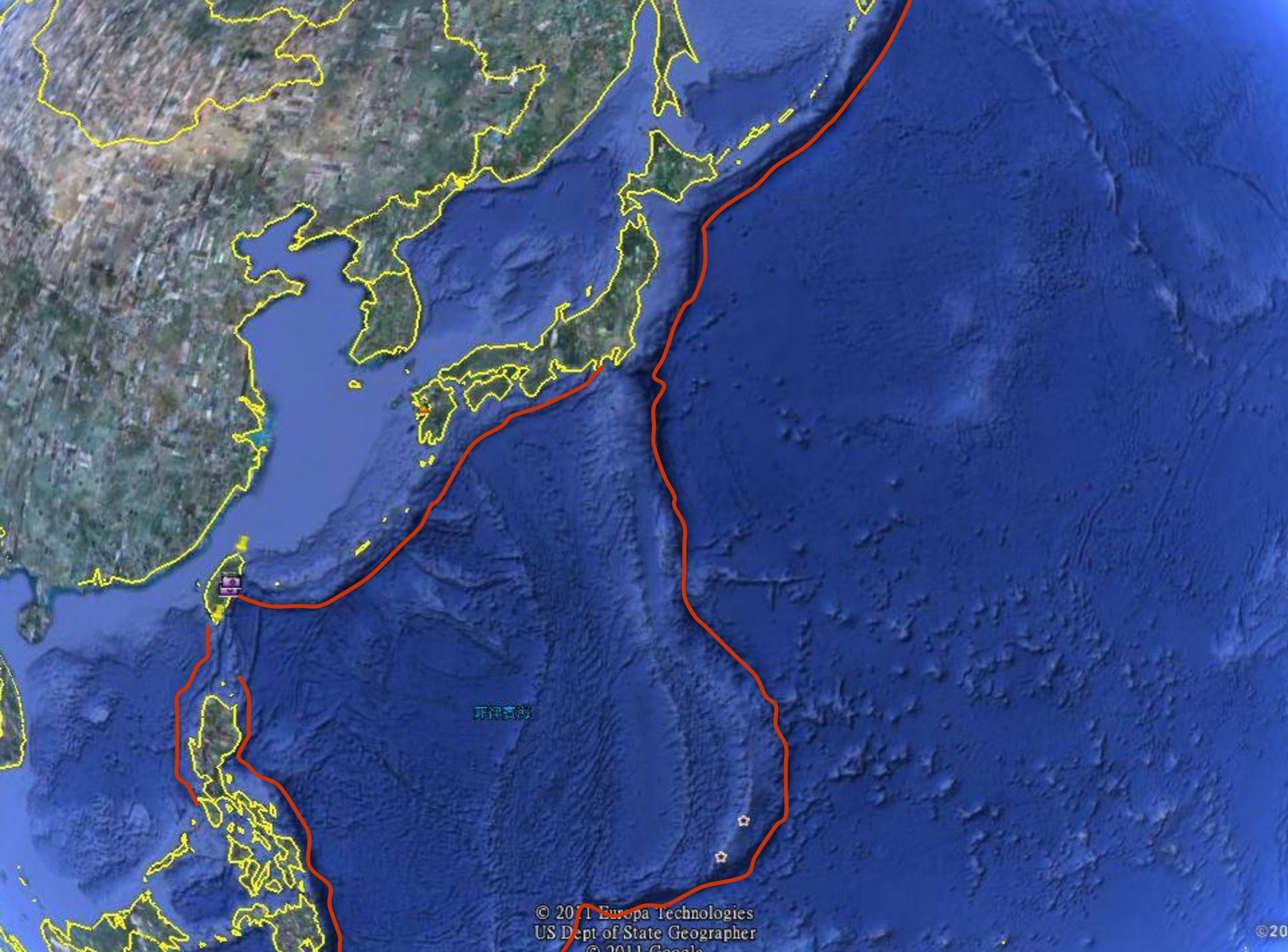




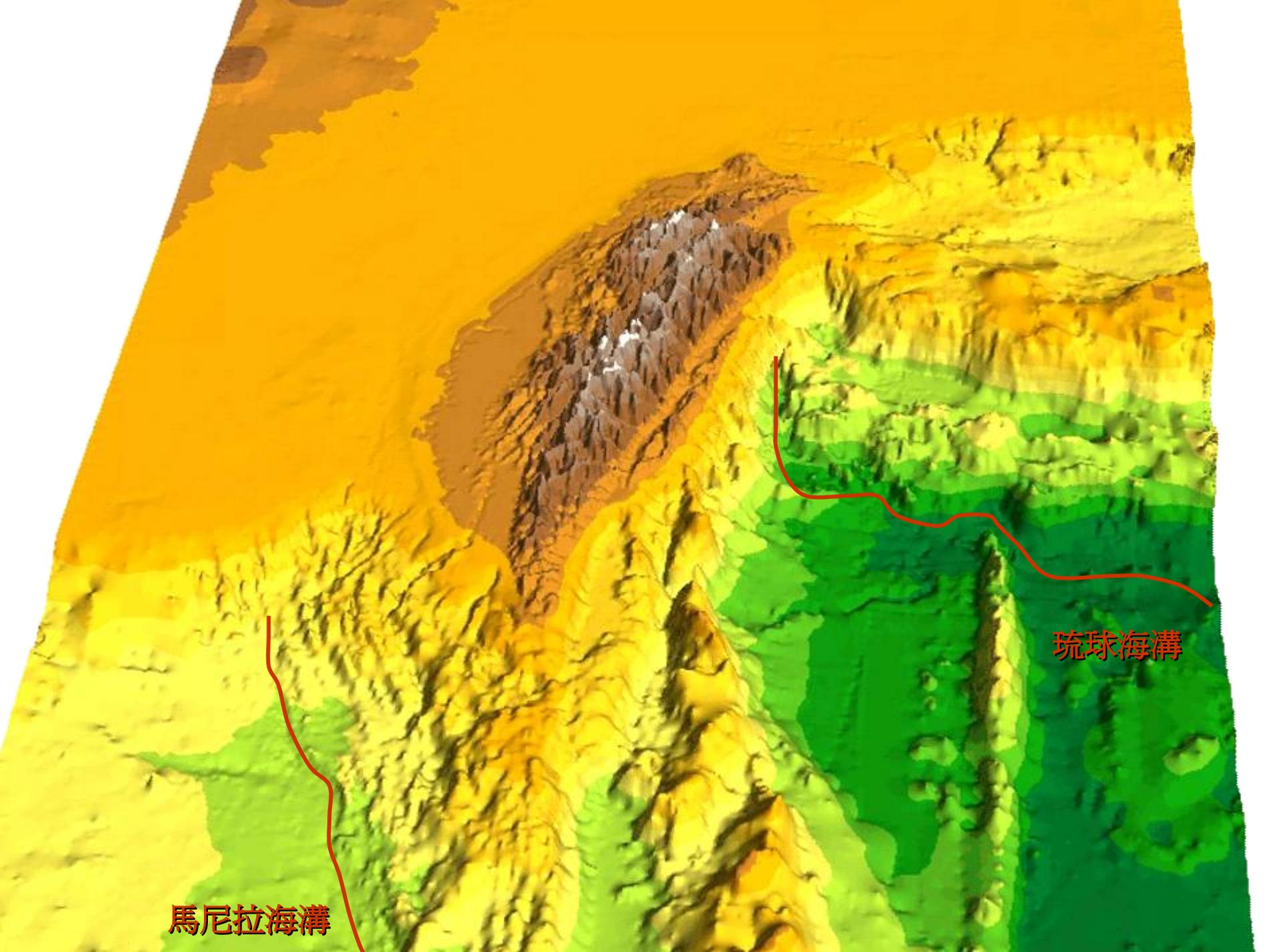


臺灣會有海嘯？





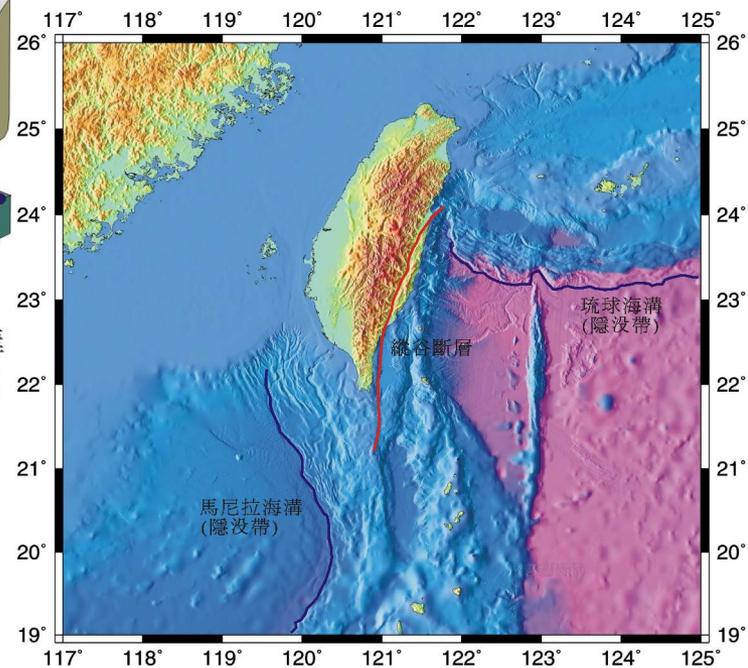
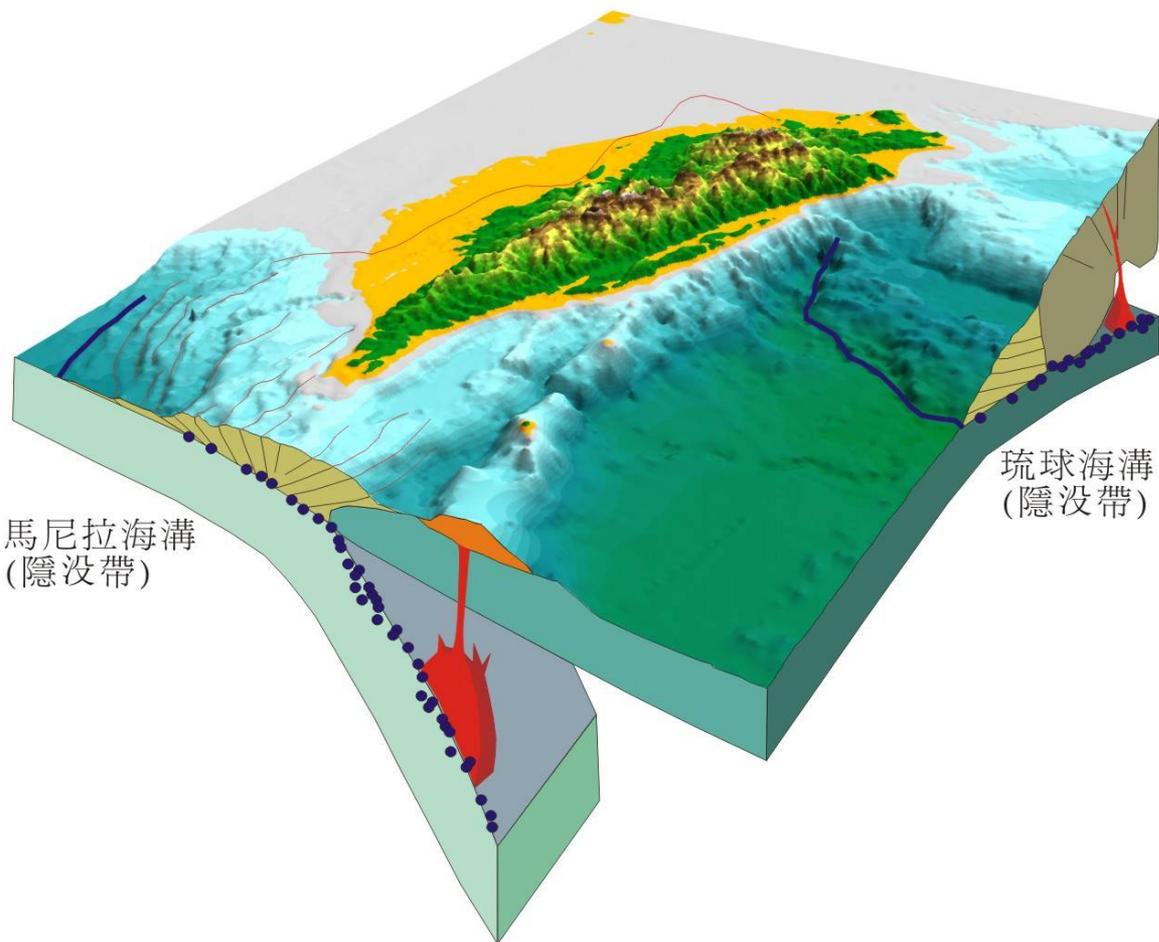
菲海



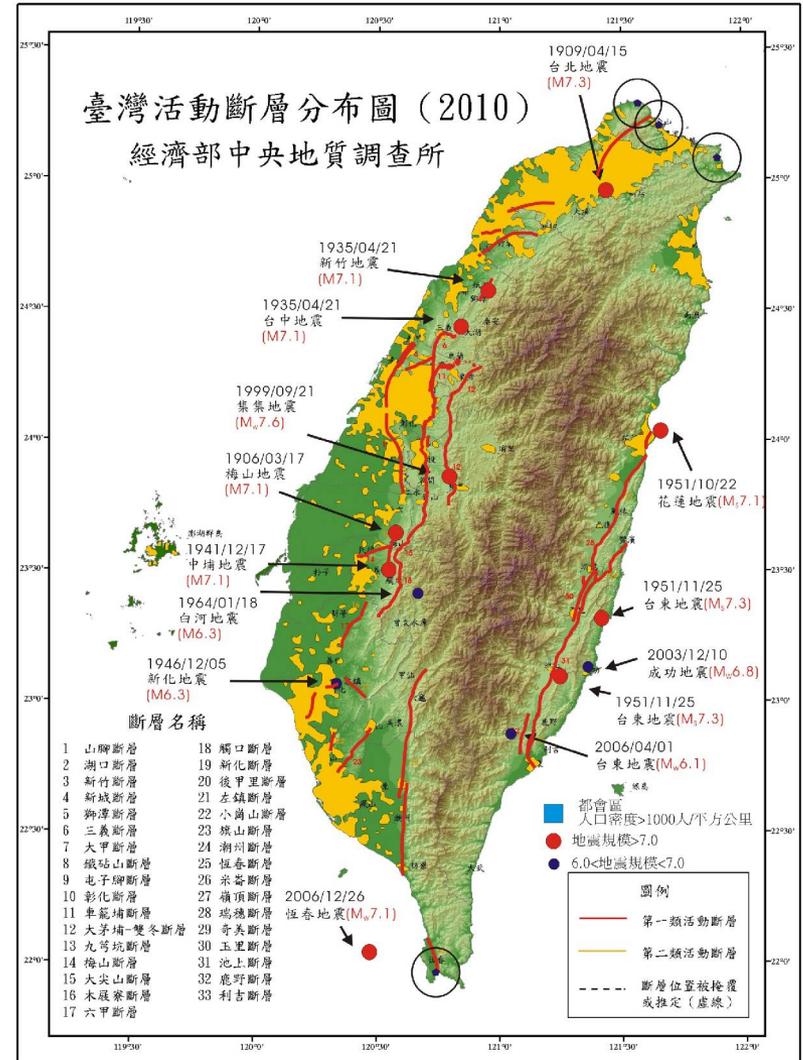
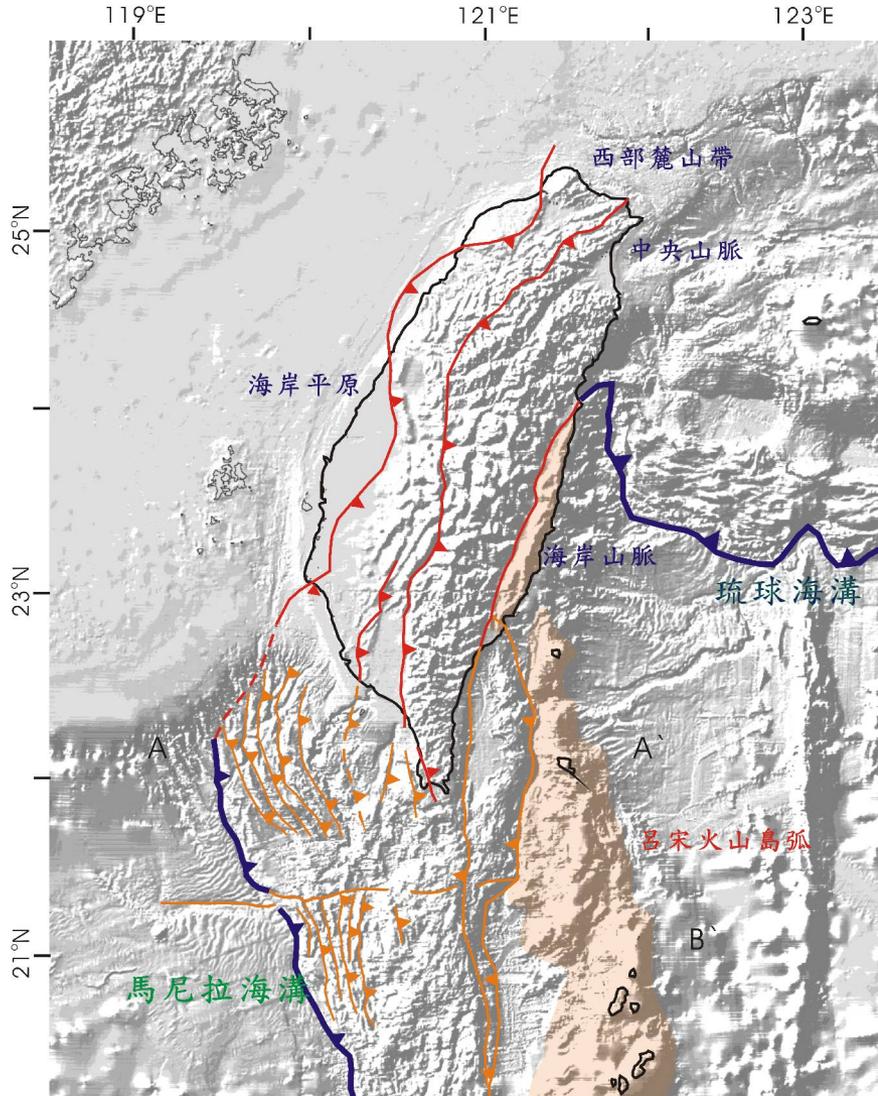
馬尼拉海溝

琉球海溝

鄰近台灣的板塊構造

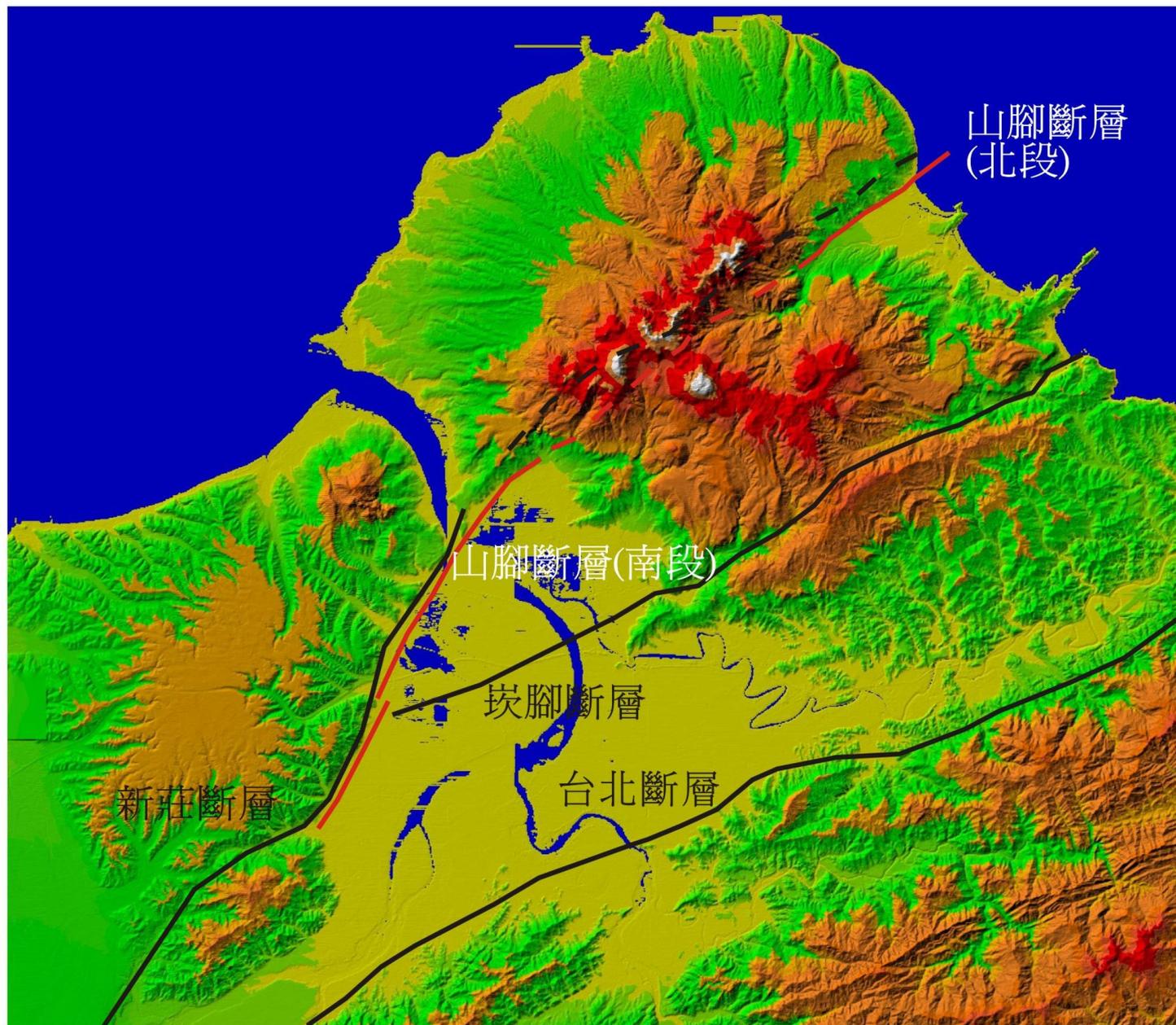


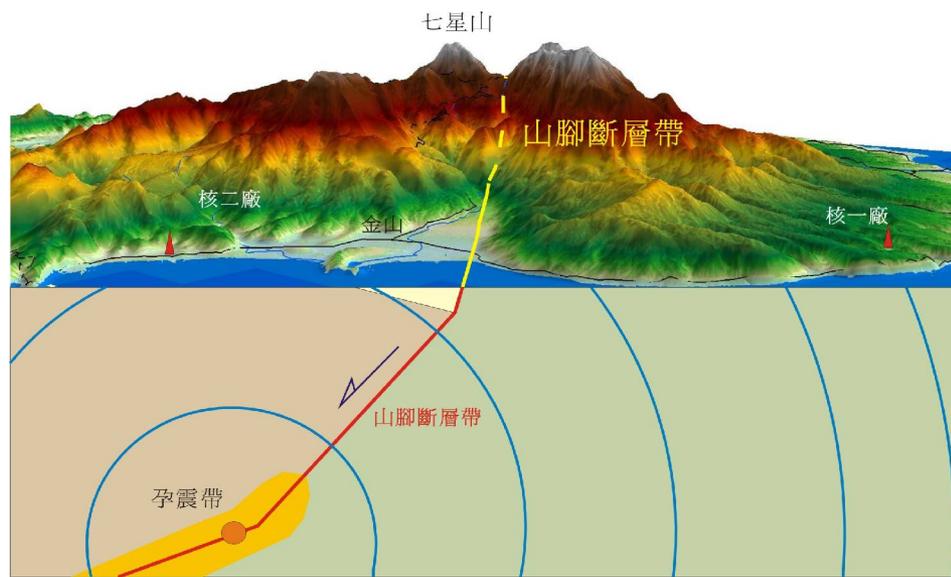
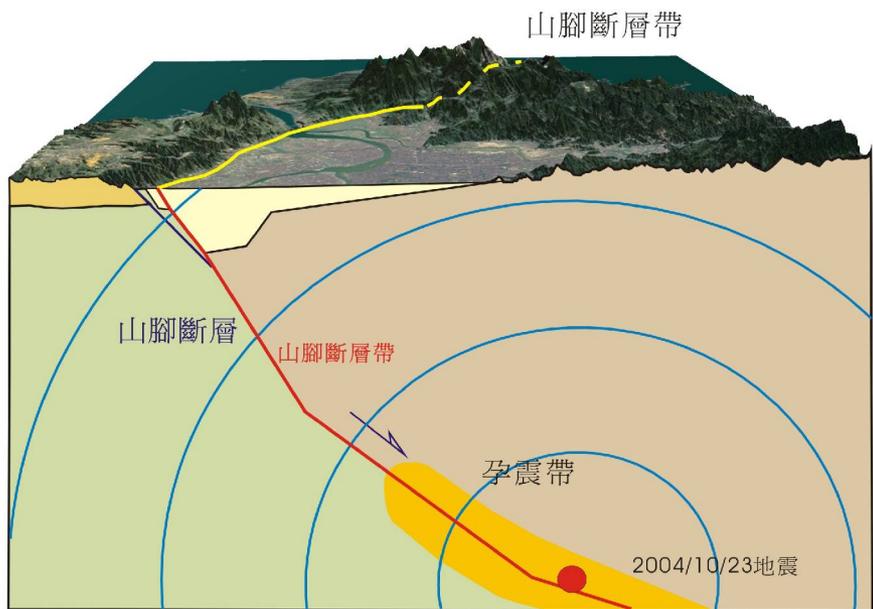
台灣的活動斷層



台灣海嘯紀錄

40	1721 年 9 月 21 日 - 10 月 20 日	康熙六十 年八月	福建台灣府 (台灣台南 市)	康熙六十年八月，台灣怪風暴雨，流 火灼天竟夜，海水皆立，港船互相撞 壞，地又大震，郡無完屋，居民壓溺 死者以數千計。	(清) <台灣小志 >
57	1792 年 8 月 2 日	乾隆五十 七年六月 十五日	福建嘉義(台 灣嘉義)	乾隆壬子六月望郡城地震，西定坊新 街折一亭，殞一命。次日聞嘉城地大 震，店屋、民房倒壞，而繼之以火， 一城惶恐失措，民房燒損過半，死者 百余人。壬子將赴關，時六月望，泊 舟鹿耳門，船常搖蕩，不為異也。忽 風水涌起數丈。舟人曰：地震甚。又 在大洋中亦然。茫茫黑海，搖搖巨舟， 亦知地震，洵可異也。	(清) 陳國英<台 灣采訪冊>卷三九 道光間纂 1959 年刊本
113	1867 年 12 月 18 日 - 20 日	同治六年 十一月二 十三日 - 二十五日	福建淡水廳 (台灣新 竹)、(台灣基 隆市)、金包 里(台灣台北 金山鄉)	在基隆，第一次感到震動是在上午九 時四十五分，延了三十秒鐘。海并前 的地面上有一些裂縫。市鎮內大部分 房屋震塌。有許多人被壓在廢墟下 面。海港內水涌向海外，致使至閩王 岩的地方有几秒鐘成為無水地帶，所 有東西都被退去的海水卷走了，然後 海水又形成兩個大浪涌回，將舢板和 上面的人淹沒，并把帆船擱淺在基隆 對岸。	<字林西報> (英 文) 1868 年 1 月 4 日 (清) 陳培桂<淡 水廳志>卷一四 同治十年刊本 方豪<<方豪六十 自定稿>>上冊 頁七二九 1968 年刊本

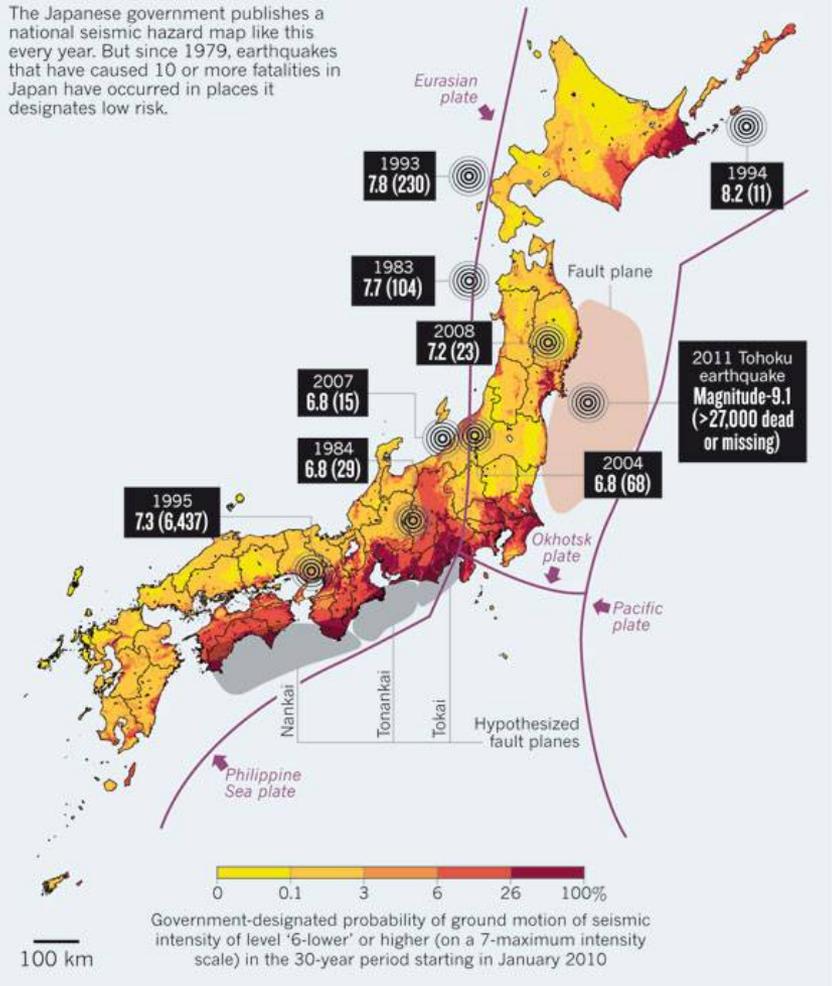




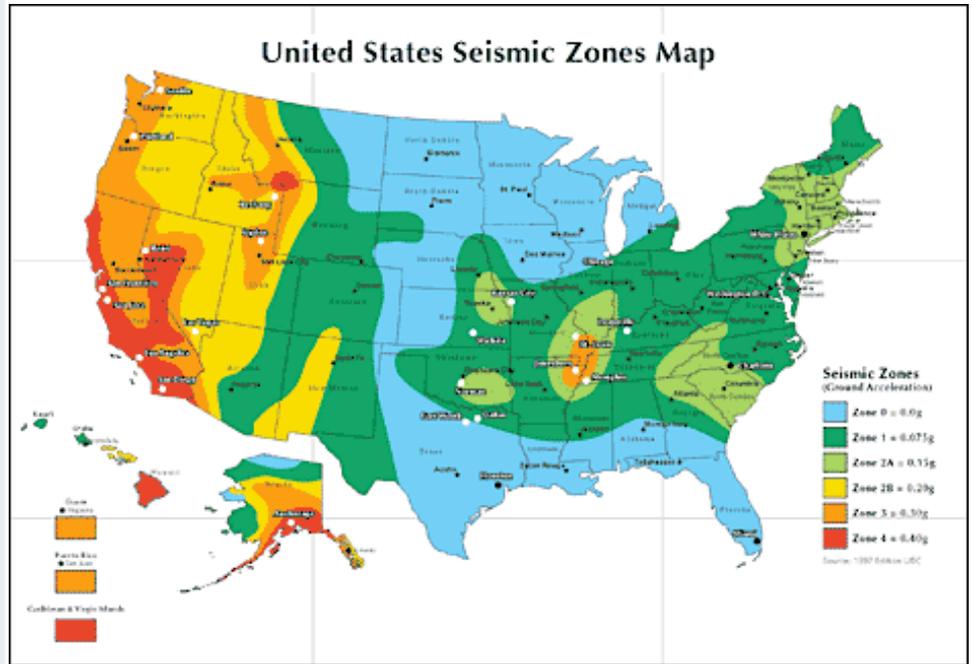
地震災害潛勢圖

REALITY CHECK

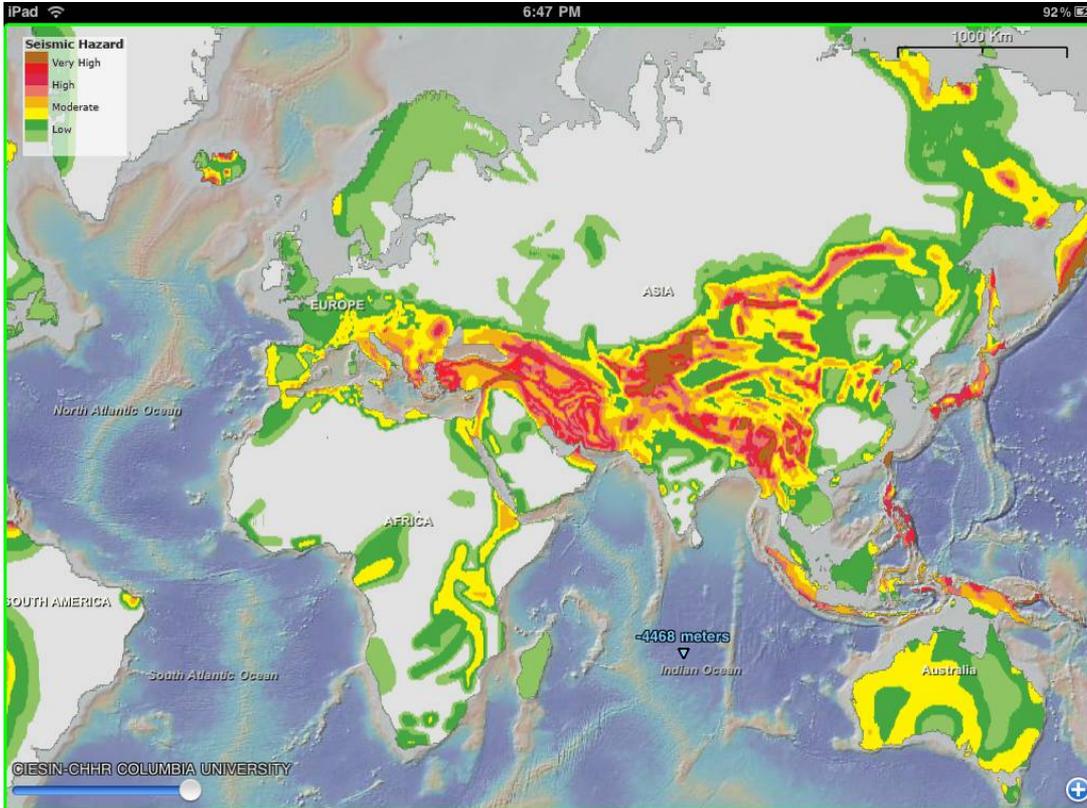
The Japanese government publishes a national seismic hazard map like this every year. But since 1979, earthquakes that have caused 10 or more fatalities in Japan have occurred in places it designates low risk.



United States Seismic Zones Map

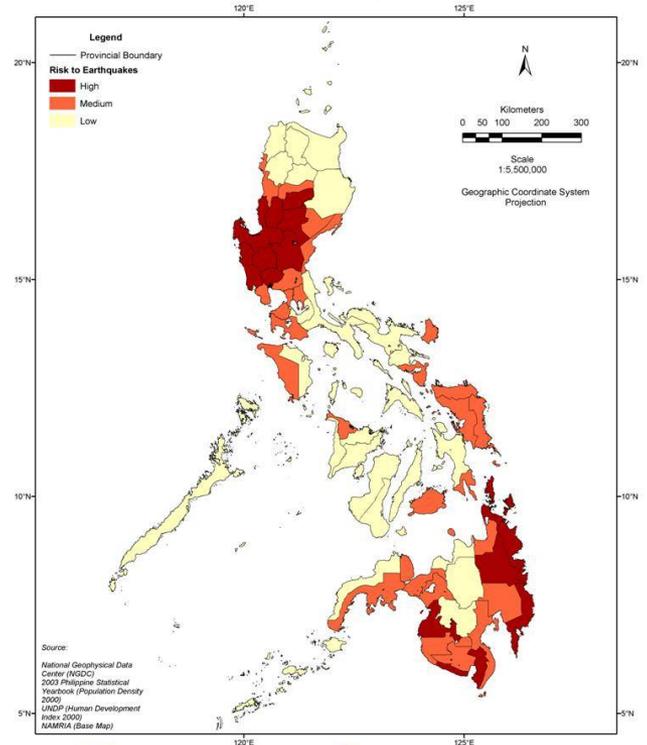


亞洲地震災害潛勢圖



Mapping Philippine Vulnerability to Environmental Disasters

Risk to Earthquakes



MANILA OBSERVATORY



DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES

海嘯來了！

After an earthquake, a tsunami may follow.



Move quickly to higher ground.

