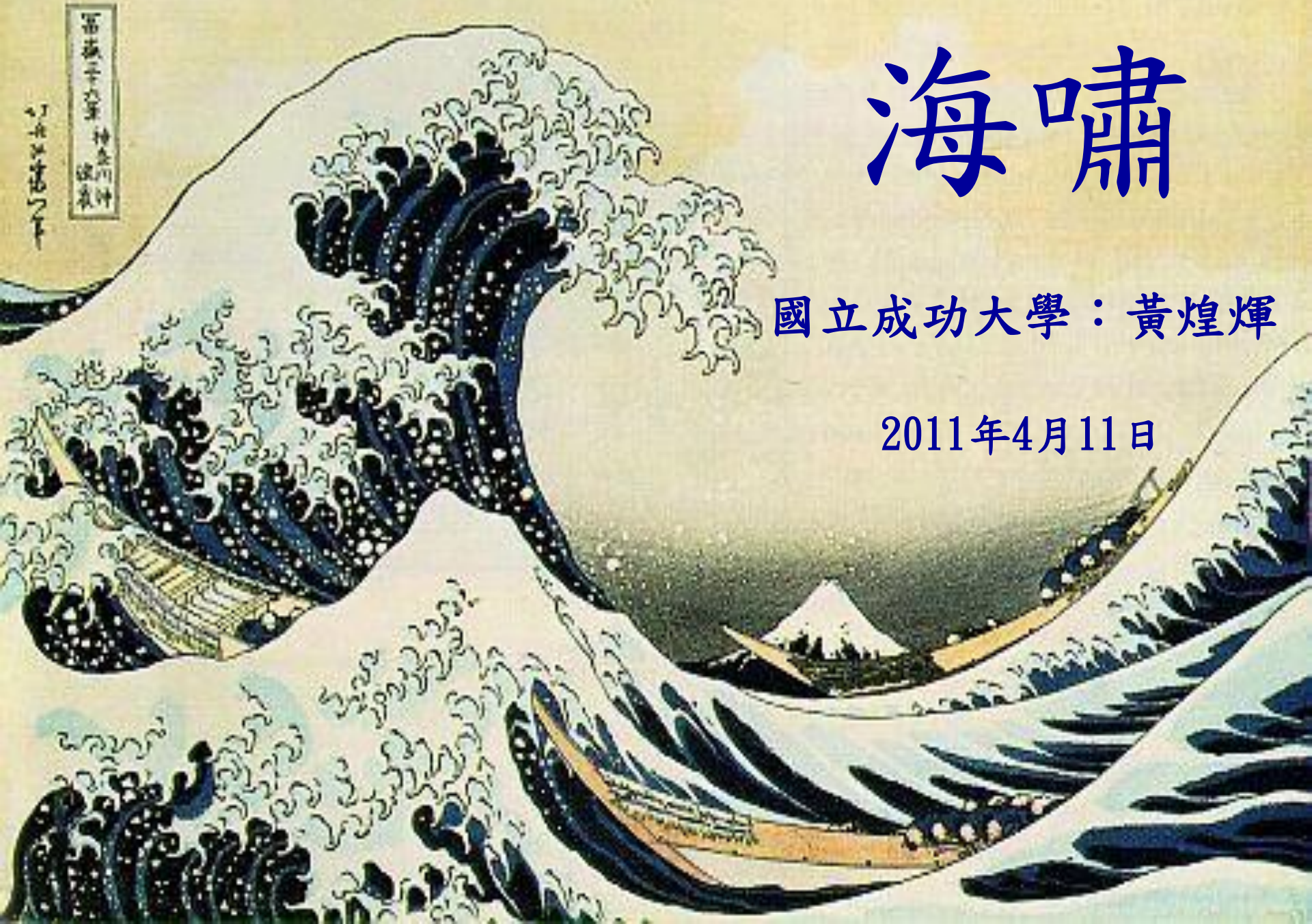


海嘯

國立成功大學：黃煌輝

2011年4月11日





海嘯成因

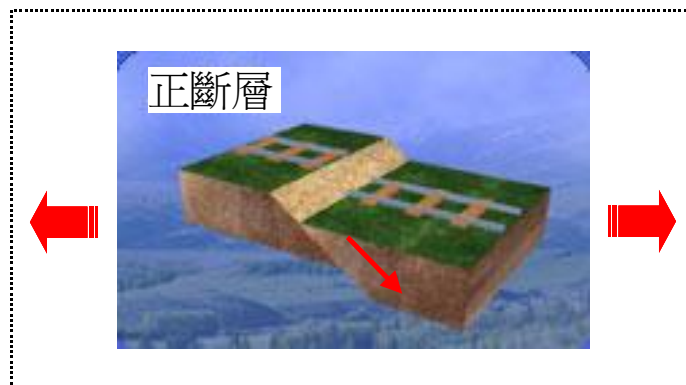
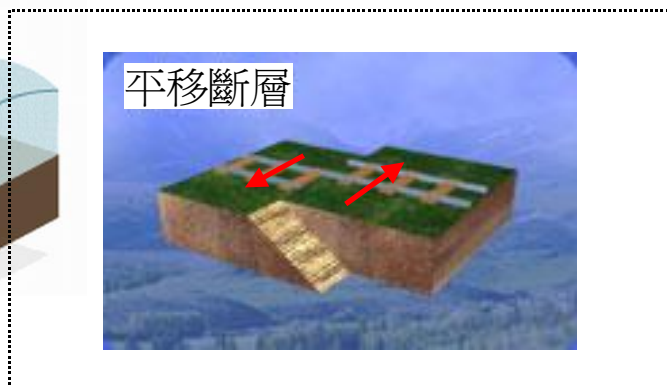
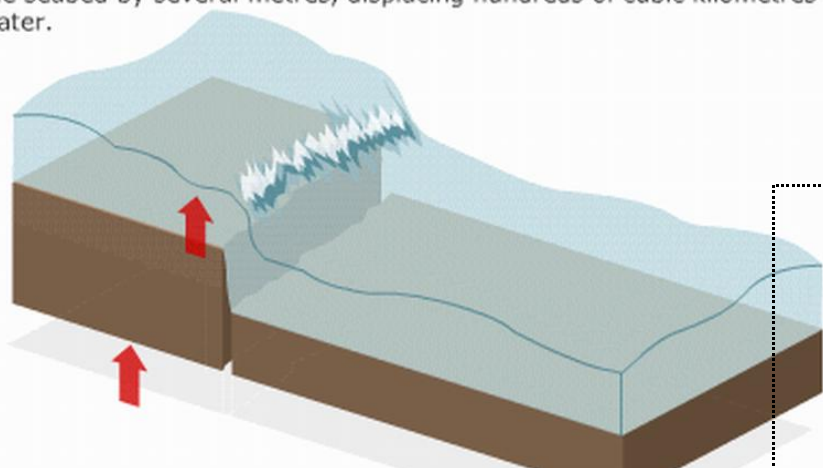
1、海底地震：

通常發生在板塊與板塊間之聚合處，即所謂的斷層帶，且必需是其中一方板塊急遽上升或下沈，因而向上或向下推動大量海水，接著因重力作用向外推移傳播而形成海嘯。



海嘯成因：海底地震

The tsunami formed when energy from the earthquake vertically jolted the seabed by several metres, displacing hundreds of cubic kilometres of water.

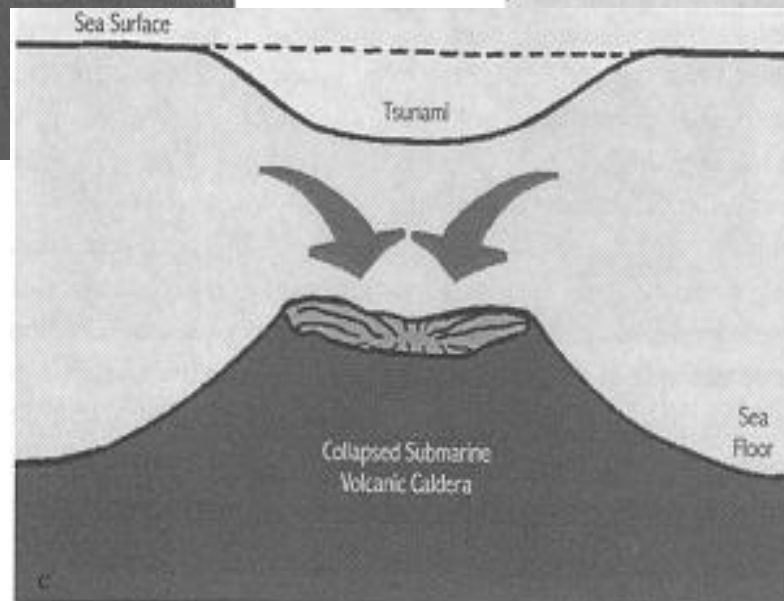
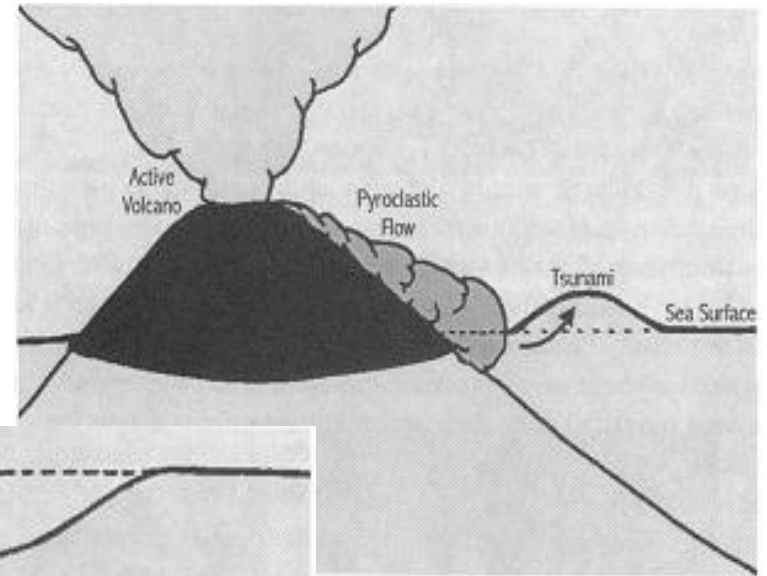
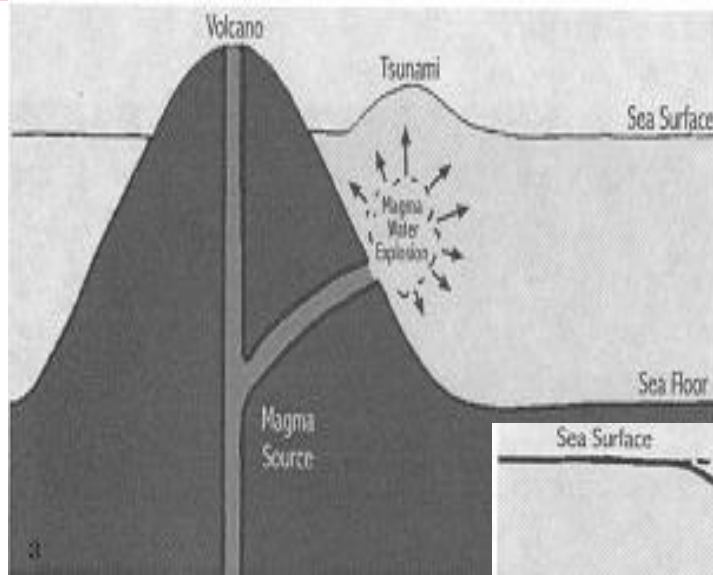




2、海底火山爆發：

海底火山爆發引發海嘯較為罕見，其中最著名的例子，即1883年8月在印尼南方的喀拉克托亞島(Krakatoa)火山爆發事件，當時引發高達40公尺的海嘯巨浪，摧毀印尼爪哇與蘇門答臘沿海城市與村落，奪走36,500條人命。

海嘯成因：海底火山爆發



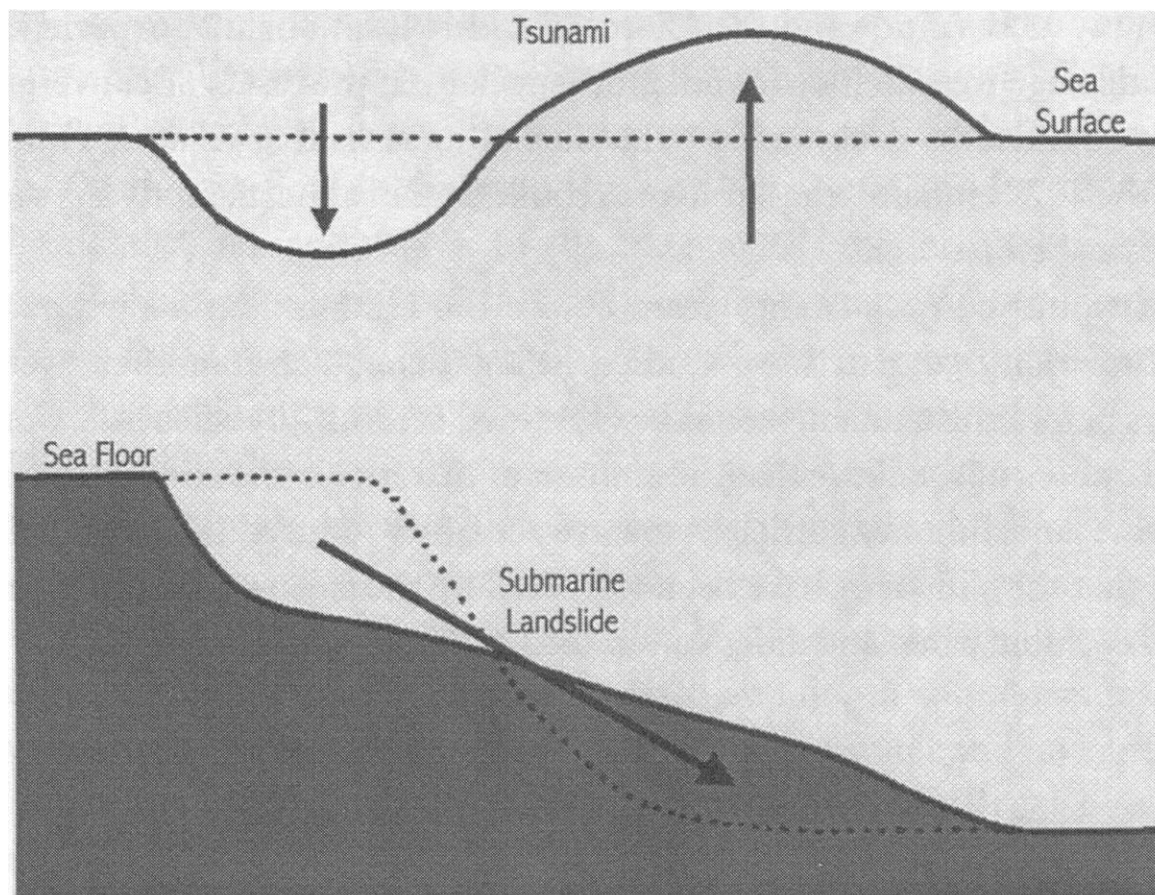


3、海底崩移

地震引起大量土石崩移亦會引發海嘯，1998年在新幾內亞的海嘯奪走兩千多人的人命，科學家相信是地震(7.1級)造成海底大量土石崩落所引起的，海嘯最高達15公尺。1992年日本雲仙普賢岳的眉山崩落亦造成超過20公尺高的海嘯。1958年阿拉斯加地震，導致Lituya灣的山崩，造成難以置信高達520公尺高的大海嘯。



海嘯成因：海底崩移





4、隕石撞擊

外太空的隕石以極高的速度衝擊在地球海面造成水面瞬間陷落亦將引發海嘯，惟因科技的發展，已有足夠能力監測隕石的行進軌跡，並予事前摧毀，因此此等海嘯發生機率已然降低。

隕石撞擊





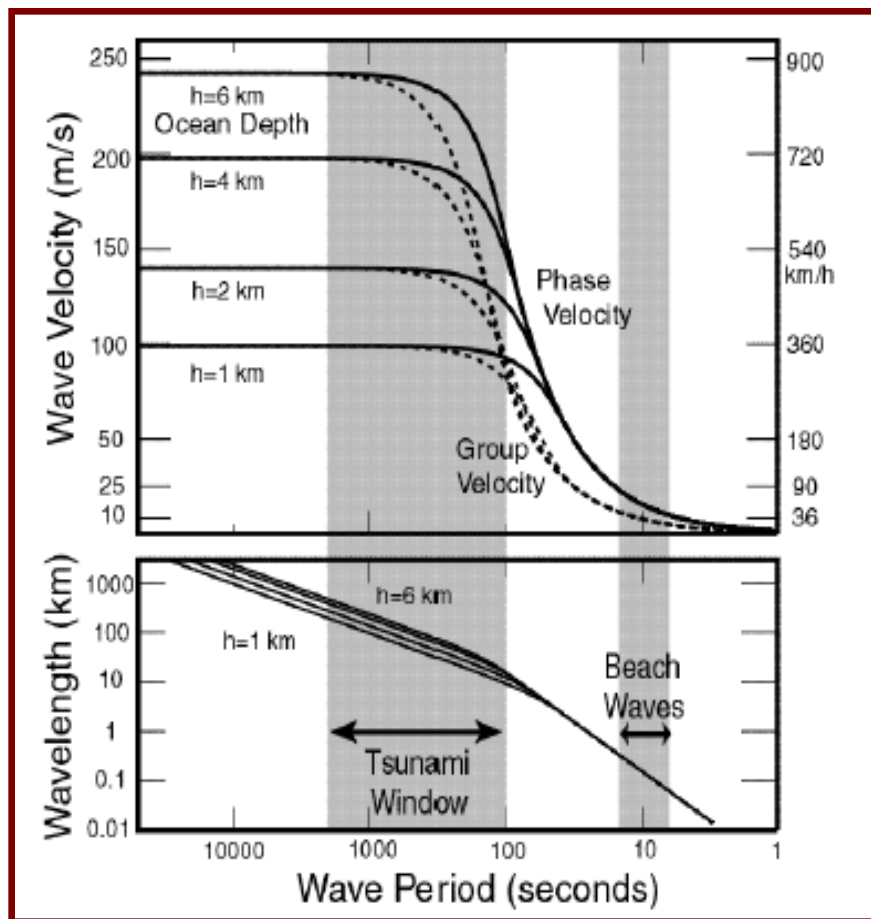
海嘯的傳播速度

可由淺水波波速 \sqrt{gh} 估算之

- (1) 在深海(水深5000公尺)海嘯傳播時速800公里，約為噴射機速度。
- (2) 在淺水(水深500公尺)海嘯傳播時速250公里，約為臺灣高鐵速度。
- (3) 在近岸(水深10公尺)海嘯傳播時速36公里，約為百米高手速度。



海嘯之傳播速度



波長：10km~500km

週期：100sec~2000sec

波速：160m/sec~250m/sec

群速度：600~900km/hr

海嘯級數與地震的關係



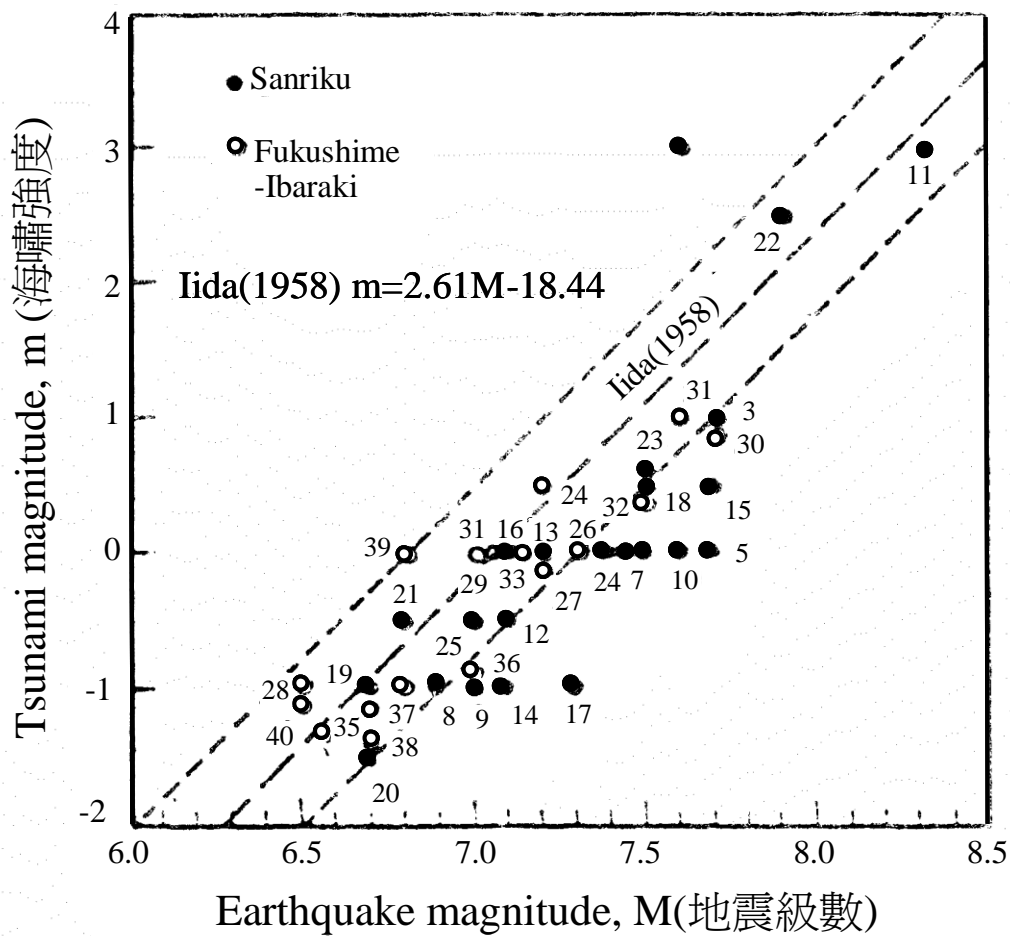
Iida(1963)由過去資料分析得

$$m = 2.61 M - 18.44$$

m 為海嘯級數

M 為芮氏(Richter)地震級數

海嘯級數與地震的關係



海嘯級數與海嘯波高關係：



$$\log H = 0.375 \times m$$

海嘯級數m	海嘯波高H	災害
-1	50公分	無災害
0	1公尺	災害輕微
1	2公尺	海岸及船舶受害
2	4~6公尺	沿岸有若干財產及生命損失
3	10~20公尺	沿岸400km以上有相當之災損
4	30公尺	沿岸500km以上有相當之災損

80%的海嘯發生在環太平洋 地震帶沿海



 RING OF FIRE

最近20餘年發生較大規模之海嘯



- (1) 日本海海嘯(Sea of Japan Tsunami, 1983)
- (2) 智利海嘯(Chile Tsunami, 1985)
- (3) 墨西哥海嘯(Mexico Tsunami, 1985)
- (4) 阿留申群島(Aleutians, 1986)
- (5) 尼加拉瓜(Nicaragua, 1992)
- (6) 印尼佛羅斯島(Flores Island, Indonesia, 1992)

最近20餘年發生較大規模之海嘯



- (7) 日本北海道海嘯(Hokkaido, Japan, 1993)
- (8) 東爪哇海嘯(East Java, 1994)
- (9) 俄羅斯庫利群島海嘯(Kuril Island, Russia, 1994)
- (10) 阿拉斯加斯卡威海嘯(Skagwag, Alaska, 1994)
- (11) 智利海嘯(Antofagagasta, Chile, 1995)
- (12) 巴布新幾內亞海嘯(Papua New Guinea, 1998)
- (13) 印尼蘇門答臘海嘯(Sumatra, Indonesia, 2004)



海嘯災害實例



1983年侵襲Yatsumori的日本海海嘯，其波頭傳動溯Iwaki河而上所造成之災害



海嘯災害實例



1946年伊留申海嘯造成Unimak島上
Scotch Cap燈塔的摧毀殆盡



海嘯災害實例



2004年南亞海嘯侵襲印尼蘇門答臘亞齊省海邊所造成之災害



海嘯災害實例



2004年南亞海嘯侵襲印尼蘇門答臘亞齊省海邊所造成之災害



海嘯災害實例



2004年南亞海嘯侵襲泰國普吉島海邊所造成之災害



臺灣的海嘯文獻記載

- (1) 西元1661年德人Herport著旅行記：1661年1月某日晨六時開始地震，安平房屋倒塌23棟，城破裂多處，此次地震，有一事最驚奇，即海水被捲入空中，其狀如雲，無論在海中、在陸上，人身均能感覺震動，共歷6星期。
- (2) 西元1721年，王必昌，重修臺灣縣志「雜誌祥異」：「十二月庚子(1721年1月5日)，又震，凡震十餘日，日震數次，房屋傾倒，壓死居民」。

臺灣的海嘯文獻記載



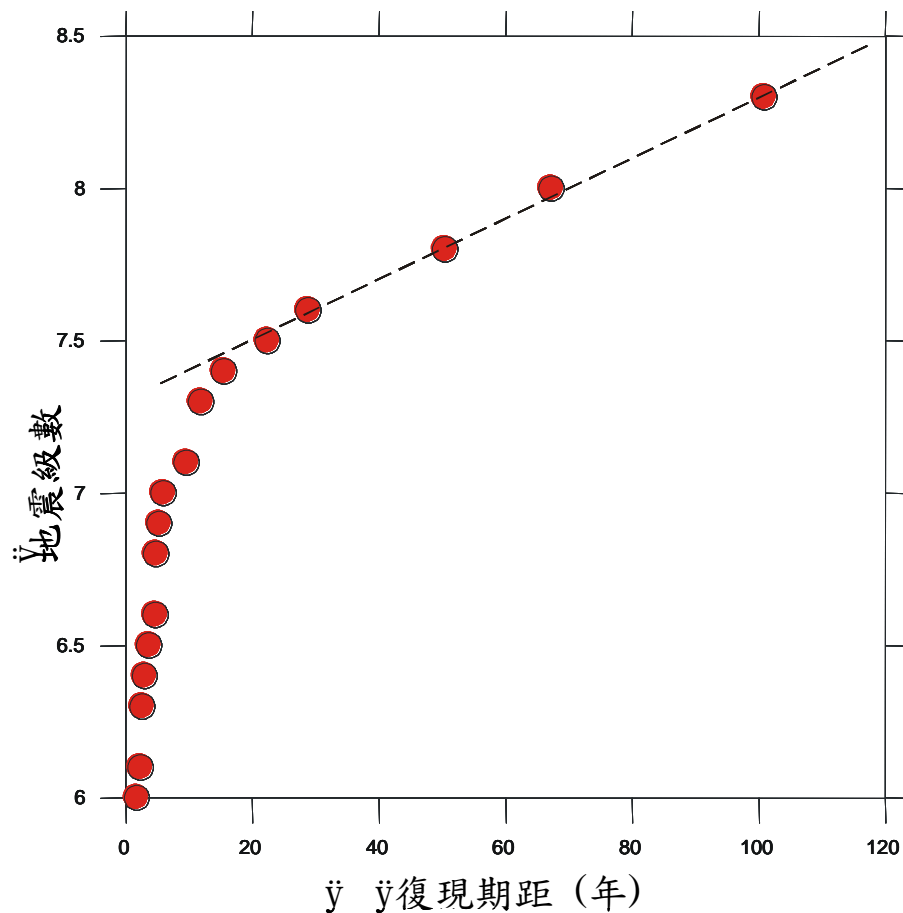
- (3) 西元1781年，臺灣采訪冊「祥異地震」：「鳳港西里有如藤港，（今屏東佳冬附近），…乾隆46年（1781），四、五月間，時甚晴霽，忽海水暴吼如雷，巨湧排空，水漲數十丈，近村人居被淹，皆攀援而上至尾，自分必死，不數刻，水暴退，人在竹上搖曳呼救…」。
- (4) 西元1792年，臺灣采訪冊「祥異地震」：「壬子（1792年），將赴鄉闈，時六月望，泊舟鹿耳門，船常搖蕩，不為異也。忽無風，水湧起數丈。舟人曰：地震甚。又在大洋中亦然，茫茫黑海，搖搖巨舟，亦知地震，洵可異也」。

臺灣的海嘯文獻記載



- (5) 西元1866年，阿瓦力茲(Alvarez)著福爾摩莎(Formosa)一書中云：「1866年12月16日晨8時20分，發生地震，約歷一分鐘，樹林、房舍及港中船隻，無不震動，河水陡落三尺，忽又上升，似將發生水災」。
- (6) 西元1867年，臺灣北部地震，基隆地區海嘯，歷史文獻記載：「同治六年冬十一月，地大震，雞籠頭、金包里沿海，山傾地裂，海水暴漲，屋宇傾壞，溺數百人」，基隆港海水向外海流出，港內海底露出，瞬間巨浪捲進，船隻被沖上市內，釀成重大災害，淡水也有地裂、海嘯，數百人被淹死，房屋部份倒塌。

臺灣附近地區發生之地震級數



臺灣模擬海嘯之能力



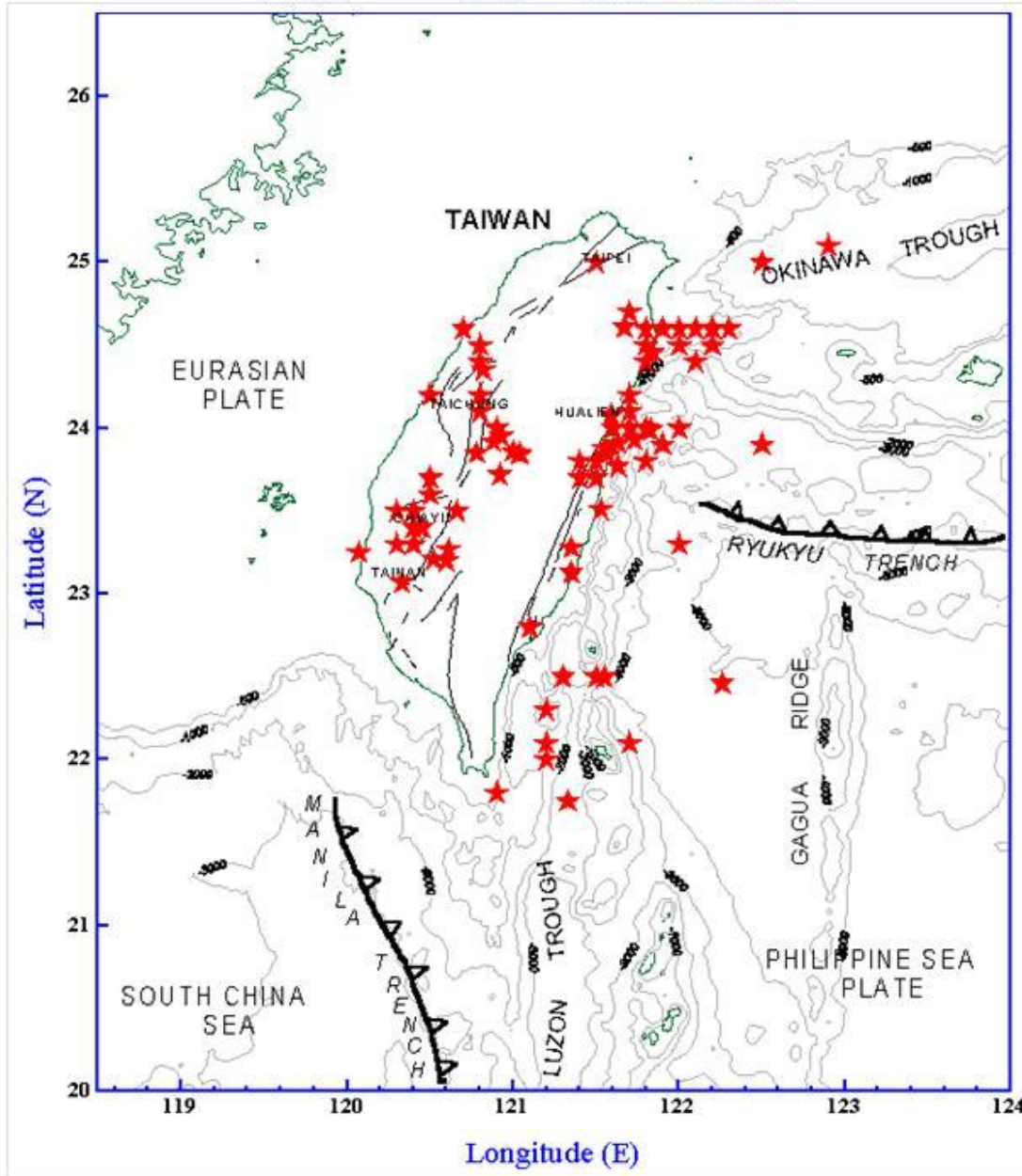
- (1) 1973年核能三廠由成大水工試驗所完成
“墾丁海域海嘯及颱風水位推算”地震規模7.5，海嘯高度4.2公尺，週期23.4分
- (2) 1983年核能四廠由成大水工試驗所完成
“臺灣電力公司核能四廠海嘯研究報告”地震規模7.93，海嘯高度7.02公尺，週期44.28分

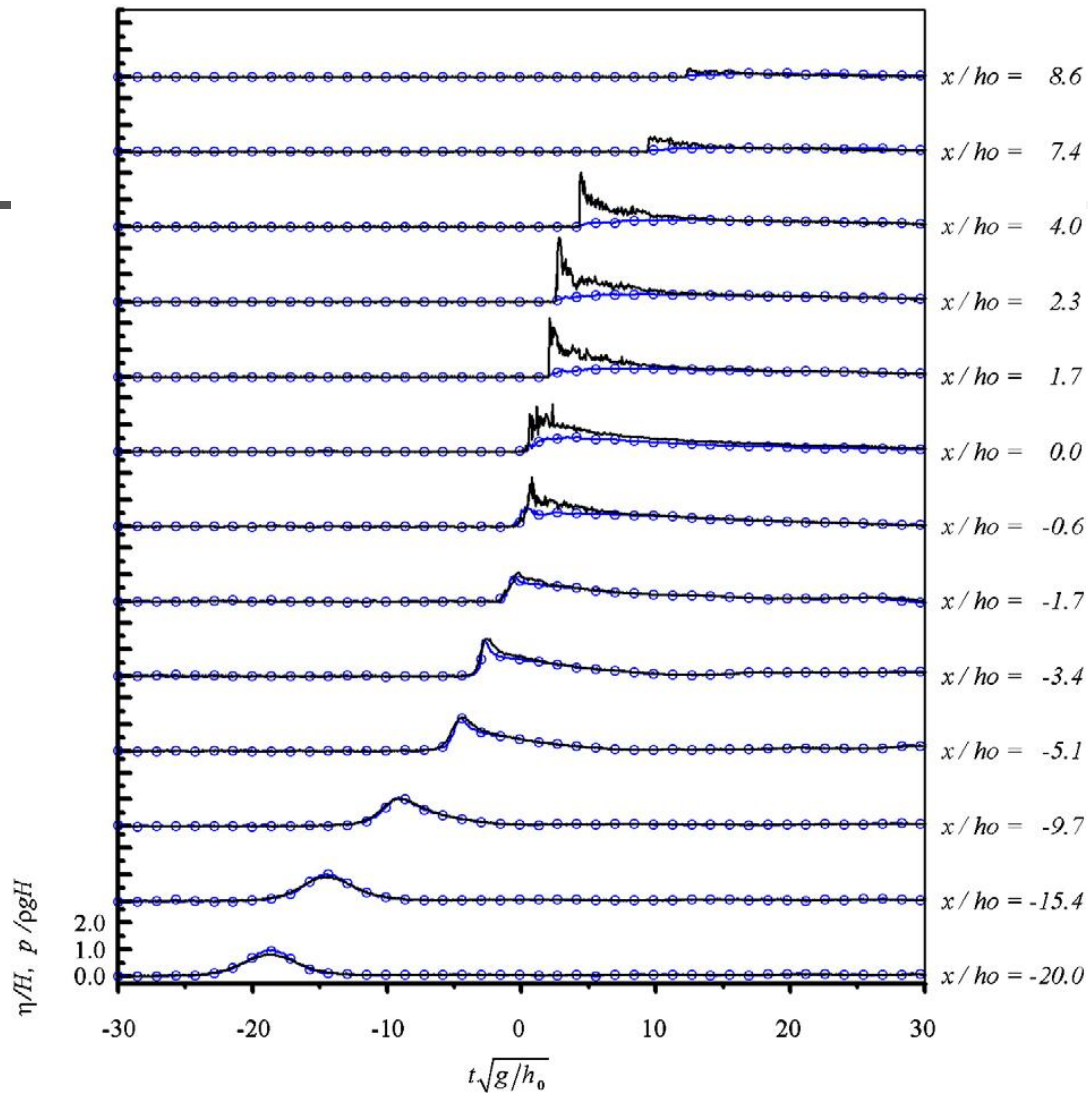




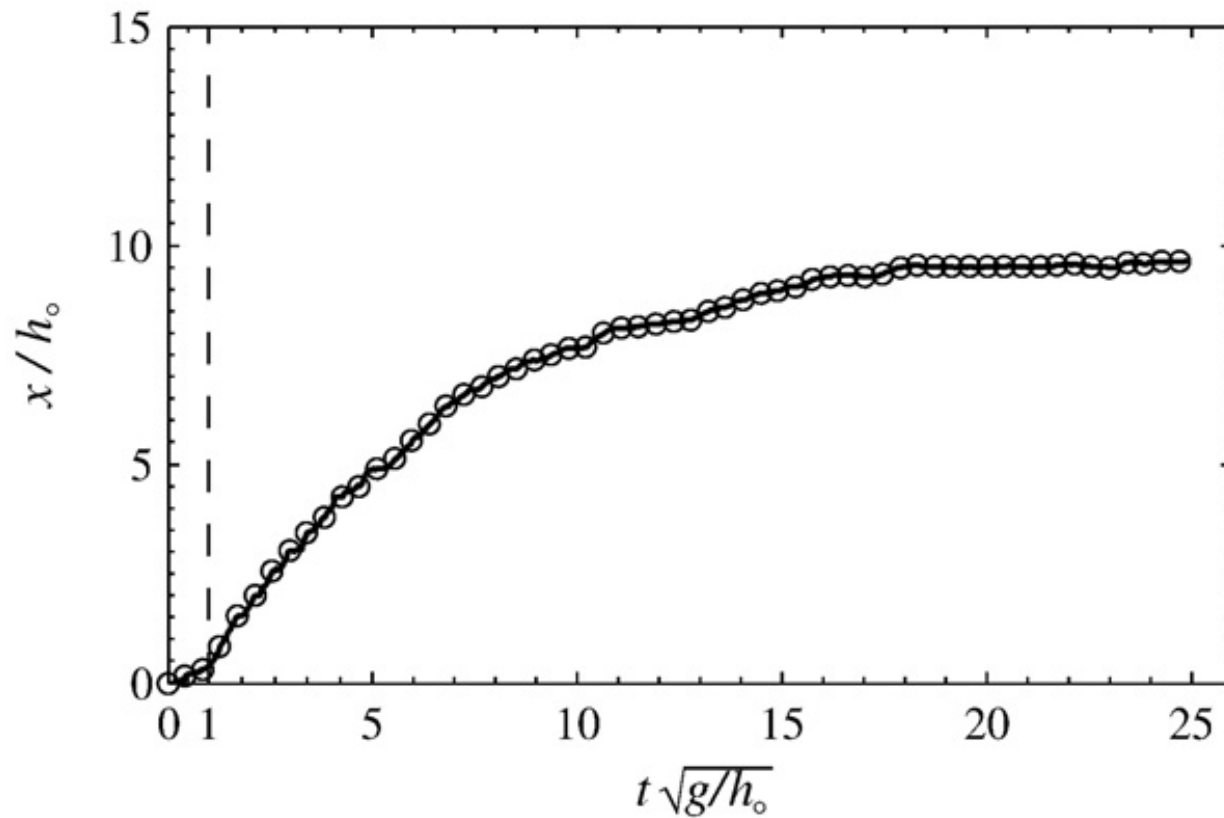


二十世紀(1901-2000)台灣地區災害性地震分布圖

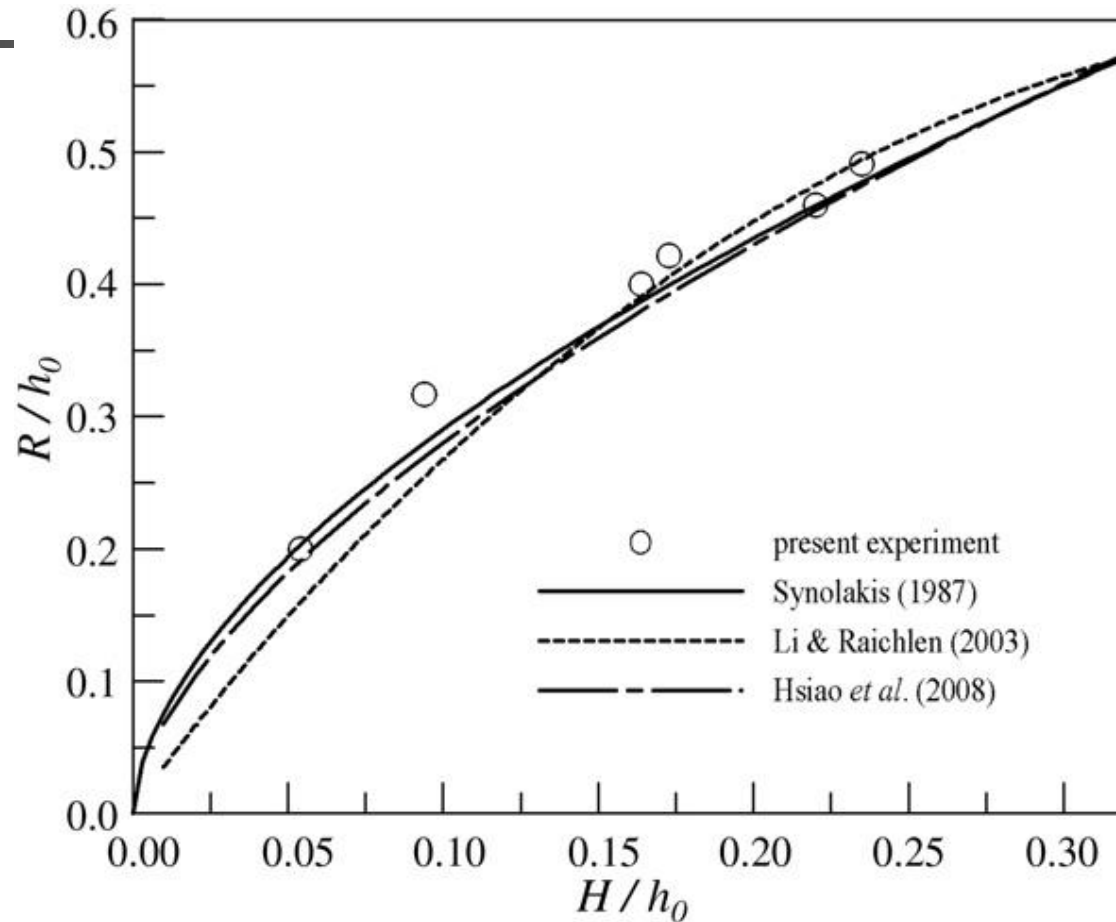




Time histories of normalized bottom wave pressure and non-dimensional free surface displacement for a solitary wave ($H/h_0=0.235$, $h_0=1.75$ m and $\cot \alpha=20$). Total pressure head (solid line); non-dimensional wave profile (-○-).



Shoreline motion for a solitary wave test ($H/h_0=0.235$, $h_0=1.75$ m and $\cot \alpha=20$). The dotted line indicates time $t\sqrt{(g/h_0)}=1$



Comparison of the normalized maximum run-up of solitary waves climbing up a 1:20 beach versus normalized wave height.