

## 海嘯 有話要說嗎？

王寶貴 (20050111) 中國時報

本文作者為大氣科學專家、美國威斯康辛大學教授，這篇文章以深入淺出的文字述說人類與海嘯的故事。作者認為面對慘劇，人類得更謙卑。上個世紀，我們已因狂妄受過不少教訓；這個世紀當用心運用智慧能力去「配合」大自然。

印度洋區發生了有文字記載以來傷亡最為慘重的海嘯事件，大自然以威力之筆為2004年畫下一個血紅的句點。

俗語用「無風不起浪」來形容「事出有因」，但事實上硬是有不是由於風吹而形成的浪。而這種非風成浪的最典型又最致命的代表就是海嘯的長浪。

海嘯的國際通用名稱是 tsunami，是由日文「津波」的發音，以英文拼出的名稱。這原因乃是因為日本是受到海嘯災害非常頻繁的國家，對海嘯的記錄最為翔實完整（有一百五十次左右），而日本科學家研究海嘯也最為熱切之故。在此之前，海嘯也曾被稱為 tidal waves，但容易和「潮汐」之波混淆，現在已少用。

近年來有些西方學者喜歡拿日本畫家葛飾北齋（1760-1849）的浮世繪版畫「富嶽三十六景」中的一幅「神奈川沖浪」來妝點他們的海嘯文章，隱然將之當作「津波」，這可就有些冤枉了，因為北齋明明寫的是「沖浪」，是神奈川附近海岸常有的一景，顯然是指平常的大浪，專供無所事事的踏浪兒去表演那種「漁舟一葉從掀舞」的絕技以博灘上美眉深情一粲之用，而不是指津波。

海嘯與風暴潮有何不同？

人們直到二十世紀前半對海嘯的真正成因還不很清楚，以為海上的大風暴，例如颱風，也會造成海嘯，但近年來的研究指出，海嘯幾乎全是由於地層活動（海中地震或海底火山爆發）造成的。至於颱風或海上風暴則是會造成「風暴潮」（storm surge），其浪濤自不小，也會造成不小災害，但比起海嘯來仍然不可同日而語。

有人認為陸地上的火山爆發，把大塊的物質拋入海中也會造成海嘯，不過大多數人對此存疑，因為力道是不太夠。但是如果有顆十來公里直徑的彗星或隕石直接衝入海中，那倒幾乎會引起超級海嘯，可以把全球海邊的大都市刮得乾乾淨淨。

波動力學上有所謂的「淺水波」及「深水波」的區別，其衡量的標準是以水波的波長來判定的。如果水波的波長比水深要大得多，則是淺水波；反之，如果水波波長小於水深，則是深水波。兩種波的行為還不大一樣的。

海嘯的津波是有名的長波，其波長可超過一百公里，而一般海洋平均深度不過四、五公里左右（最深的海溝也不過十來公里之深），因此津波乃是「淺水波」。淺水波的特性之一是：波速與水深的平方根成正比——產生津波的地點海水越深，波速越快。當然津波初生之際會有各種長短之波發生，但短波既慢也傳不遠，因此造成災害的都是那些移動迅速的高振幅長波。這次印尼海嘯波速未完全確定，但每秒二、三百米以上是很有可能的。

要造成這樣的「軒然大波」，需要像海底地震的活動才能釋放足夠能量，也才能撼動整整一深層的海水。比較起來，風暴造成的浪濤像是只在大海表面「搔癢」，很難影響到深層。

海嘯有什麼徵兆？

由於海嘯和風暴沒有必然的關係，因此會在看起來「風和日麗」甚至「羅曼蒂克」的狀況下發生，正當大夥兒高高興興地在碧藍海水中衝浪嬉戲之時，突然看到

遠方似有一道高牆（而不是一般風成浪般的朵朵波峰）出現。正遲疑間，那道水牆（來是幾層樓高之整排巨浪）已移到您眼前！海嘯的浪頭在深海還不怎樣，但是一到岸邊，由於海底變淺，海水也就被推高，很容易就有十幾公尺高，這才是正宗的「巨浪如山」！

這便是海嘯之可怕——在似乎毫無預警的情況下突然出現。由於長浪的高速，當它們被您用眼睛看見時，一切都已經太遲了，一七〇七年日本發生了有名的「寶永地震」，其併發的海嘯奪走了三萬人的生命，一向以為這已經夠誇張了，誰知這次的印尼海嘯更是寶永海嘯的好幾倍。

一個人在岸邊逢上海嘯巨浪侵襲時有什麼徵兆？這要看是巨浪的波峰或波谷先到達。假如波峰先到，則岸上人會突然覺得海面突然上升起來。假如波谷先到達——如這次海嘯好幾位倖存者報告的——則情況正好相反，會看到海水突然急退，恰似被海龍王把它們吸走一般，露出大片淺灘，振幅越大，後退幅度也越大。這次有人估計海水後撤約三百米左右。這種突然的退潮，意味著接著來的便是滔天巨浪了。下次逢此「海退」奇景，不要懷疑，拔腿立刻往岸上高處跑，或立即找根救命桿柱死命抱住，因為大潮立刻來到！

海嘯警報中心有用嗎？

由於現在已經了解，海嘯基本上是由海底地震引起的，因此如果我們透過地震儀測到震央位置，就可透過模擬系統去推斷海嘯發生的可能性及範圍、強度等，此網址上（<http://www.pmel.noaa.gov/tsunami/Mov/andr1.mov>）有一個模擬例子，可參考：

由於海嘯發生最頻繁的地區是太平洋，因此位於太平洋中央的夏威夷就設有國際海嘯資訊中心以及太平洋海嘯警報中心，隨時監測太平洋區的海面狀況，並分析或

發出預警。在太平洋中發生的地震若引發海嘯，如果強度夠大，便會衝擊日本及台灣。而中國南部沿海（如香港）則因中間隔了台灣，一般不大會受海嘯影響。

然而印度洋發生地震的頻率遠小於太平洋，是以印度洋周邊國家並沒有成立一個像 PTWC 這樣的預警中心，結果就造成了這次史無前例的大不幸。

至於海嘯的「預報」則基本上是要靠地震的預報才起得了作用。然而眾所周知，地震預報的可靠性還差得很，因此海嘯的預報成效也一樣不彰。唯一可堪告慰的是，海嘯的長波雖快，但海洋也十分遼闊，因此一旦測出地震震央，除了鄰近地區可能會措手不及之外，稍遠地區往往能有幾個小時的時間來防備或疏散，可以減少傷亡損失。

像這樣規模巨大的災害，很清楚地向人類指出，大自然的威力還是人力遠遠不能及的。據估計此次地震能量可能相當百萬顆原子彈，連地球自轉也被減慢了幾個微秒。這樣的力道展示，應該可以使得在大自然懷抱中生活的人類變得謙卑一點。

人類應當做的，是運用我們的智慧能力去「配合」大自然，而不是故意去和大自然「對抗」。趨吉避凶的辦法是保持人工和自然的適度平衡，而不是在地球上釘上人為的釘子和大自然爭地。在上個世紀，我們已經學到不少人類狂妄的教訓了。這個世紀，應當是人類開始反省，如何配合自然做永續生存發展之計的時候了。