

海嘯(Tsunami)

海嘯成因為海底地震，海底火山爆發或海岸山崩引起海水產生非常大的波動，稱為海嘯，國際學術語則稱為 Tsunami(津波)，在波源形成的波會向四周傳播，除波源近傍外，海嘯主要以長波波速 $(hg)^{1/2}$ 進行，h 為水深，g 為重力加速度，在通過大洋後受大陸棚等海底地形影響到達沿岸，在沿岸附近則受峽、溝，地形等影響會產生很大變形。下圖為 2011 年 3 月 11 日日本東北地方太平洋外海發生規模 M8.8 地震，海嘯超過防潮堤。



東日本大震災(動畫)



(動畫)

表示海嘯規模方法，與地震表示方法一樣，地震規模階級係以 M 表示，海嘯以 m 表示。依據以往學者研究結果，海嘯規模階級與地震規模間有下列關係

$$m = 2.6M - 18.4$$

由上式可知， M 在 6 以下，會發生 $m=-1$ 級的海嘯，不會有災害發生。一般可能發生海嘯的地震，規模大致在 $M=6.5$ 左右。可能會產生災害的海嘯，地震規模約在 $M=7.0$ 以上。

海嘯發生與震源深度有很大關係，通常地震發生在地表下 80 公尺以下時，不會形成海嘯。發生 $m > -1$ 級海嘯時，地震規模 M 與震源深度 d 間有下列關係

$$M = 6.3 + 0.01d$$

對 $m \geq 2$ 海嘯，發生地震最小規模 M 與 d 間的關係為

$$M = 7.75 + 0.008d$$

因此在水深淺處，比 $M=6.3$ 小的海底地震發生時，通常不會發生海嘯，可能會造成危險的海嘯，地震規模大致在 $M=7.75$ 以上。

海嘯係因水面受衝擊或海底地殼變動引起，在波源形成的波會向四周傳播，除波源近傍外，海嘯主要部分以長波波速 \sqrt{gh} 進行，通過大洋，受大陸棚等海底地形影響到達沿岸，在沿岸附近，受峽或海溝等影響亦會產生很大變形。

由於海嘯以長波速度傳播，因此可繪出海嘯折射圖，由每個測得海嘯的潮位記錄觀測站為起點，逆向波源，繪出折射圖，找出地震發生後海嘯到達該點所需時間、波所在位置，求其波峰線，將所有曲線連接，可得橢圓形曲線，此為海嘯發生波源區。

海嘯到達大陸棚或海岸，大部分能量會受反射、折射及繞射等影響，誘發出特殊的振動，其中主要者為大陸棚盪漾 (shelf seiche) 及陸棚波。大陸棚盪漾為垂直於海岸方向的自然振動，海嘯垂直於海岸入射，到達大陸棚，在海岸與大陸棚間重複反射，致使反射率大於某程度時會產生大陸棚盪漾。大陸棚寬為 l 、水深為 h 時，大陸棚盪漾的自然振動週期 T 為

$$T = 4l / \sqrt{gh}$$

陸棚波屬邊緣波，平行於海灘線傳播，是屬分散性波，隨著遠離波源，波高以指數函數漸減，因此只有當波源發生在大陸棚附近時，才会有明顯的大陸棚波產生。陸棚波波形的包絡線與吊鐘形極為相似，可利用為判別有無陸棚波形成。

海嘯進入灣內，由於水深及灣的寬度等影響，波高逐漸變高。水深 h_1 、灣寬為 b_1 處波高為 H_1 ，水深 h_2 、灣寬 b_2 處波高為 H_2 時，二者間有下列關係存在

$$\frac{H_2}{H_1} = \left\{ \frac{h_1}{h_2} \right\}^{1/4} \left\{ \frac{b_1}{b_2} \right\}^{1/2}$$

上式稱為 Green 法則，是計算灣內海嘯波高變化的近似式。海嘯相關特性詳如海嘯。