

地球的攪拌棒-海洋物理(下)

National Taiwan Normal University

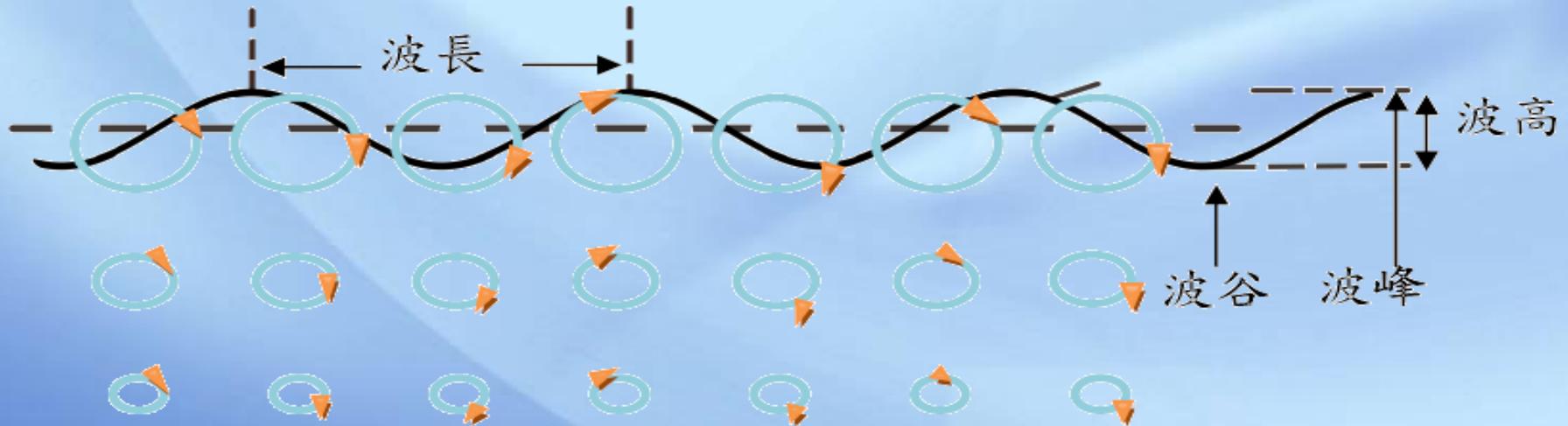
講師：葉孟宛

一、海水的物理性質：洋流

- 血液系統可說是人類維持健康最重要的輸送帶。我們的身體裡遍佈了血管，靠著不斷循環的血液來輸送營養及帶走代謝物；
- 地球的海洋亦是！這些水流運動並非沒有定律隨便亂流，而是有規律的循環。
- 而流動的形式有非常多種，依成因大致可分為：
 - 風吹流
 - 密度流
 - 湧升流
- 這些海流不斷地輸送著鹽類、溶解氧和熱量~ 20% of latitudinal heat (Equator to poles)，使海洋到處充滿了活力與生機。

一、海水的物理性質：洋流

- 相傳達文西曾經針對波浪做過實驗。將一顆球丟到水面上，但這顆球卻沒有”隨波逐流”，讓波浪帶著它前進或後退，反而呢！這顆球卻停在原來的定點，只是隨著波浪的起伏上下運動而已。
- 波浪的運動不是因為水在”流動”，而是海水表面受風、斷層錯動、低氣壓及海水內部的密度差等因素的影響而使水體形成上下起伏的運動。
- 大洋中，波浪通過時，水分子僅作上下的圓周運動，實際水體甚少前進，即波動在介質中傳遞的是能量而不是物質，海水的波浪運動中，作為介質的海水質點只會做循環的震盪，並不會隨著波動做大範圍的移動。



一、海水的物理性質：洋流

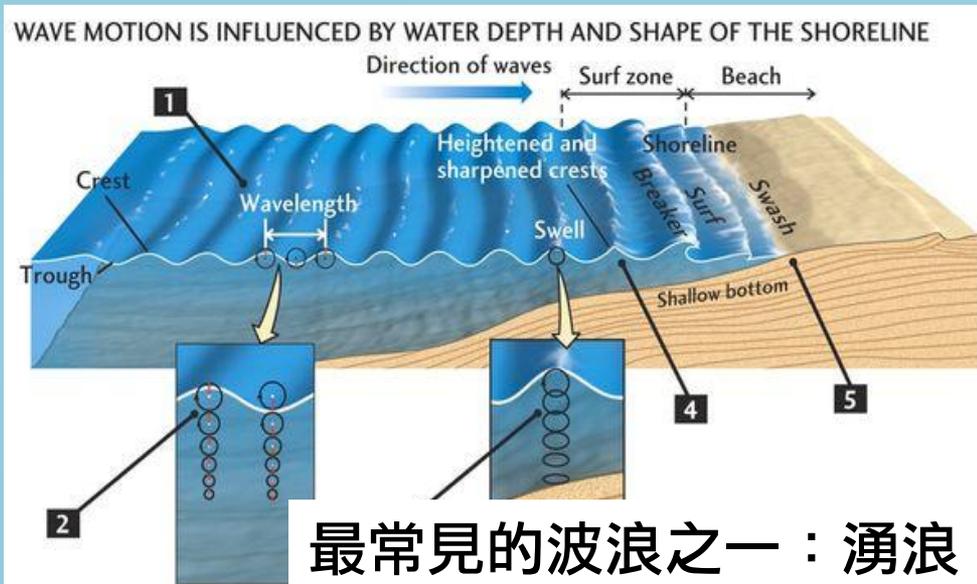
- 最常見的波浪是風浪與湧浪。
- 風浪是指由風的動力產生，且一直處在風作用之下的海面波動狀態，所謂「無風不起浪」所指的就是風浪，而風浪的大小主要取決於作用水域的大小以及風持續吹拂的時間長短。
- How fast? A few miles/hr (Gulf Stream off of Miami = 4.5 mph)
- How much? Total water in ocean surface circulation = about 100 Amazon Rivers (20 million m³/s).

表 4.1 蒲福風級及浪高推算對照表

蒲福風級	平均風速 (每秒公尺)	風 級 標 準 說 明			海上航路浪高 (公尺)
		陸地情形	海面情形	海面情形	
0	0-0.2	靜，等而上	海面如鏡	質靜	
1	0.3-1.5	炊煙能表示風向，質標不動	海面生鱗狀波紋、波峰無泡沫	漁用正午操帆	0.1
2	1.6-3.3	質標隨樹葉動，首道標轉動	微浪，波峰光滑而無裂	漁用張帆時與小時可行 1-2 英里	0.2
3	3.4-5.4	樹葉及小樹枝動搖，旌旗招展	小浪，波峰開始破碎，浪沫如珠，波峰近白沫	漁用漸覺傾側進行速度約為與小時 3-4 英里	0.6
4	5.5-7.9	地面揚塵，紙片飛舞，小樹枝搖動	小浪漸高，波峰白沫漸多	漁用滿帆時傾於一方利於稍息好風	1
5	8.0-10.7	樹葉及小樹枝搖擺，門牌亦動小浪	浪漸高，波峰近白沫，浪起浪平	漁用縮帆	2.0
6	10.8-13.8	大樹枝搖動，窗簾呼呼自舞，舉傘困難	浪漸高，近白沫，波峰漸高，浪起浪平	漁用張半帆，稍息須注意危險	3
7	13.9-17.1	全樹搖動，迎風步行有阻	海面漸高，浪漸高，浪起浪平	漁用傳息港口，在海中者不第	4
8	17.2-20.7	小樹枝吹折，行人不易前行	浪漸高，波峰破裂，浪花明顯成條沿風吹起	近港之漁用，皆傳留不出	5.5
9	20.8-24.4	屋瓦瓦片等將被吹毀	浪漸高，海面漸高，浪起浪平	增濃，能見度減低	7
10	24.5-28.4	陸上物被吹，則樹倒屋毀其物損毀	浪漸高，浪起浪平，浪起浪平	增濃，能見度減低	9
11	28.5-32.6	陸上物少，則必有大災	浪漸高，浪起浪平，浪起浪平	增濃，能見度減低	11.5
12	32.7-36.9		浪漸高，浪起浪平，浪起浪平	增濃，能見度減低	14

一、海水的物理性質：洋流

- 波浪在由外海水深處傳至靠近岸邊的淺水處時，因摩擦增大，使前浪減速，後浪便堆疊於前浪之上，越疊越高的結果就是摔下來成碎浪
- 波浪的能量在碎波時釋放出來，海岸長期受到碎波拍打逐漸侵蝕而產生各種海蝕地形。



參考資料：

<http://www.youtube.com/watch?v=8y1MkFZSwls>

一、海水的物理性質：洋流

● 瘋狗浪

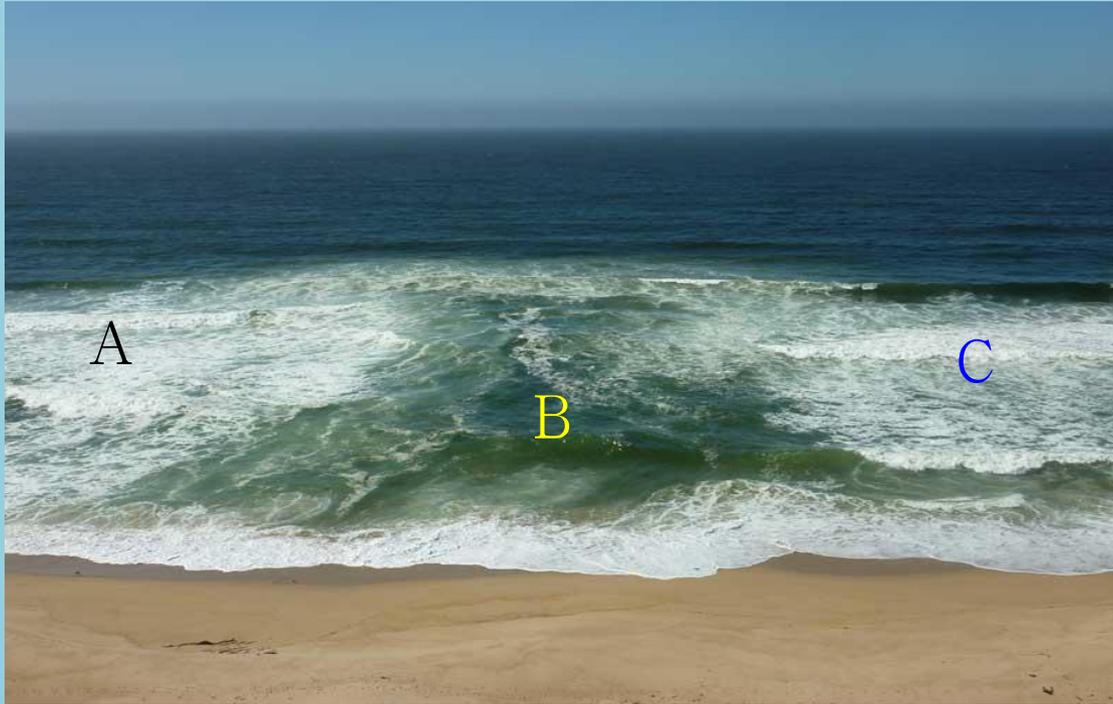
- 此外，在颱風季節東北季風強勁時，「瘋狗浪」時有所聞這就是由湧浪在岩岸地形未產生碎浪，導致波浪變大之後侵襲海岸時才產生碎浪所形成的。
- 由於，這類大浪事出突然，對於岸邊釣客或遊客之生命財產造成相當大的威脅。



參考資料：<http://www.youtube.com/watch?v=AOkSvx-bn5k>

一、海水的物理性質：洋流

● 你到海邊游泳會選哪裡下水？

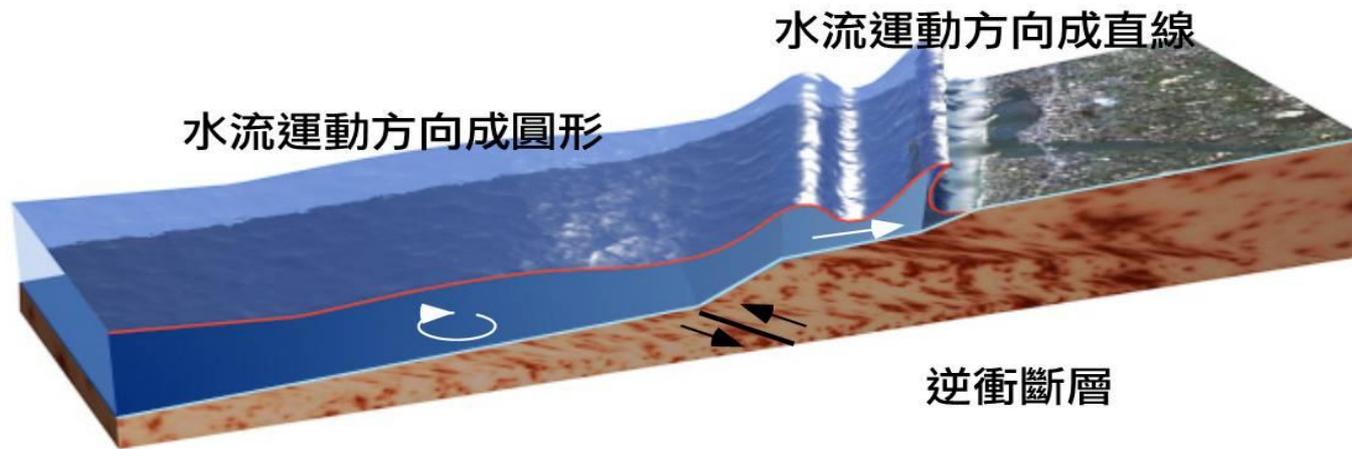
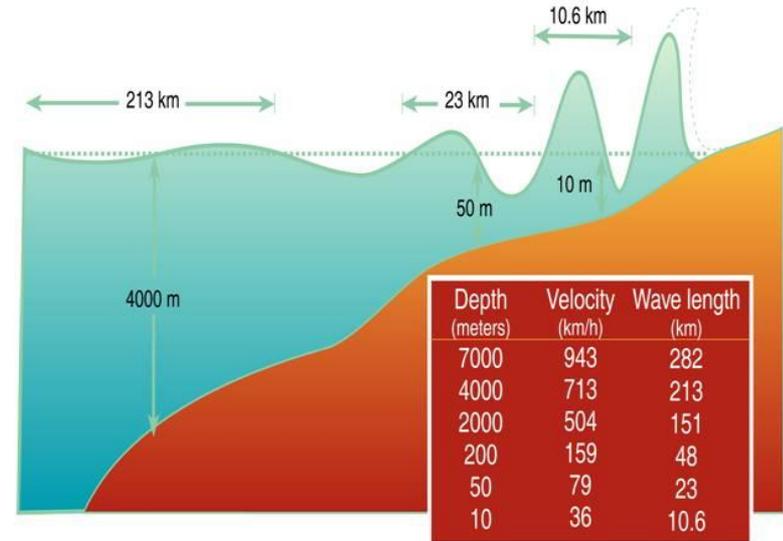


影片欣賞：

<http://www.youtube.com/watch?v=M9OMIKsTuqY>

二、海嘯的成因與應變措施

- 當海底發生強震或是火山爆發時，容易引起波長超過100km的超級大浪，即為海嘯。
- 一般來說，海嘯週期為5~20分鐘，波長為200km，但波高只有0.3~0.6m，因此在外海通過船隻下方時，船員不會有太大的感覺，但當海嘯傳至靠近海岸時，海水堆高十到數十公尺，衝擊力相當大，對沿岸造成極大的災難



- http://itic.ioc-unesco.org/images/stories/oldsite/upload/Tsu_Wave_Characteristics_big.png

因伴隨逆衝斷層地震所發生海嘯到達岸邊狀況之示意圖。圖片修改於維基百科。

二、海嘯的成因與應變措施

● 影片欣賞



- <http://www.youtube.com/watch?v=iMbC7CN10kM>
- <http://www.youtube.com/watch?v=fdwFWSWNt6o>

二、海嘯的成因與應變措施

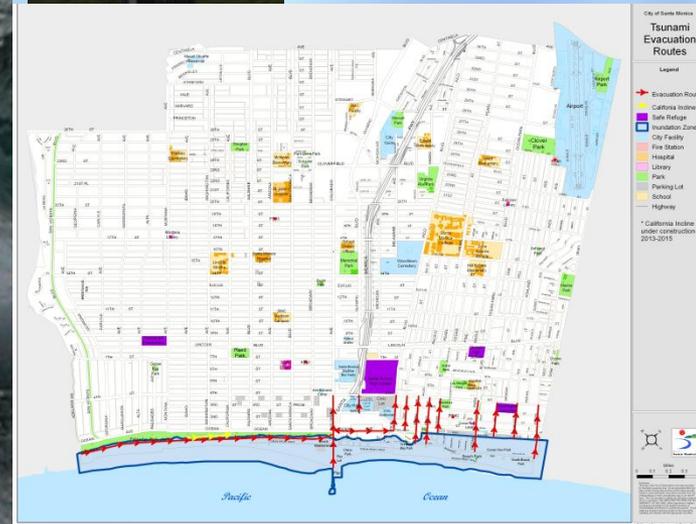
海嘯來了怎麼辦？

認知就是安全：海嘯的徵兆

- 有感地震是發生海嘯的徵兆。假如你在海灘遇上令人難以站立的地面震動，海嘯可能已經形成。
- 有時海嘯湧至之前近岸海水會急遽退卻，使魚和石塊暴露於海床上。
- 海嘯移至近岸海域時可能會產生有如火車駛近時所發出的隆隆聲。

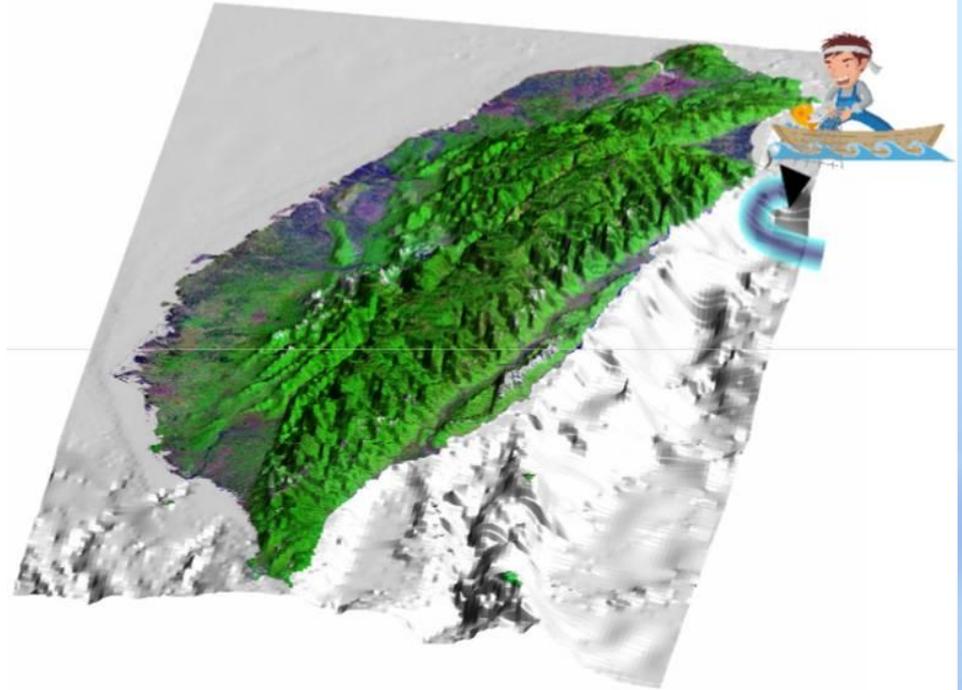
應變措施...

- 地震發生後，迅速跑往內陸高地。
- 本地地震所引發的海嘯可在數分鐘內湧至，比發出海嘯警告更早。
- 遠方地震所引發的海嘯可能需要長達24小時橫越海洋，當局會發出海嘯警告，呼籲岸邊民眾疏散至安全的地方。
- 認識大自然的警告。聽從當局的海嘯警告。
- 遠離河流和溪澗。目睹海嘯時你可能已沒足夠時間撤離。若附近有以鋼筋混凝土建造的堅固多層大廈，可跑上頂層或天台。如情況危急，爬上並抓緊粗壯的樹。
- 萬一被海嘯沖走，要抓緊助浮物，小心防備危險的漂浮碎片，例如房屋、汽車、樹木等。



二、海嘯的成因與應變措施

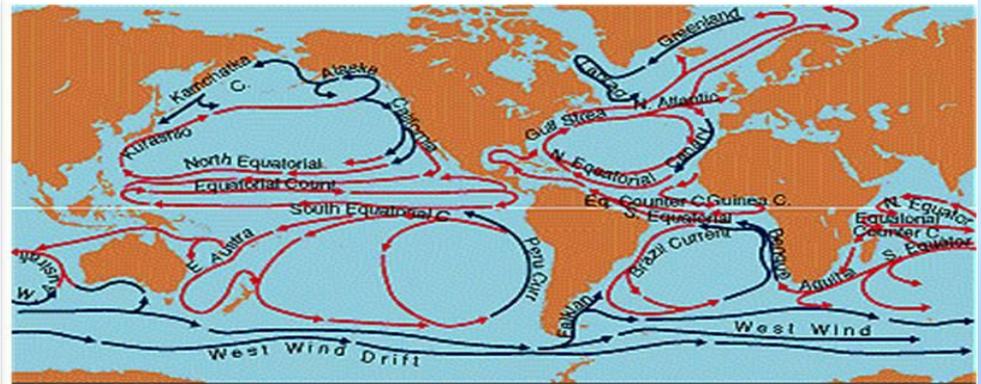
- 一種區域性的海水流動，海水受風力、海底地形等影響而緩緩上升的現象
- <http://www.youtube.com/watch?v=XV90dy0ns1U>
- 湧升流之流速甚為微小，一般僅為每秒10-3公分左右而已，一天大約上升一公尺左右
- 湧升流會將底層海水的營養鹽補充至表層，而賴營養鹽為生的浮游生物就會“逐水草而居”，海洋生態系的整個食物鏈也就跟著這些低級生產者移動，形成漁場。
- 台灣東北外海與東南沿海，就有因海底地形變化而造成的湧升流
- 對台灣帶來很大的經濟價值。



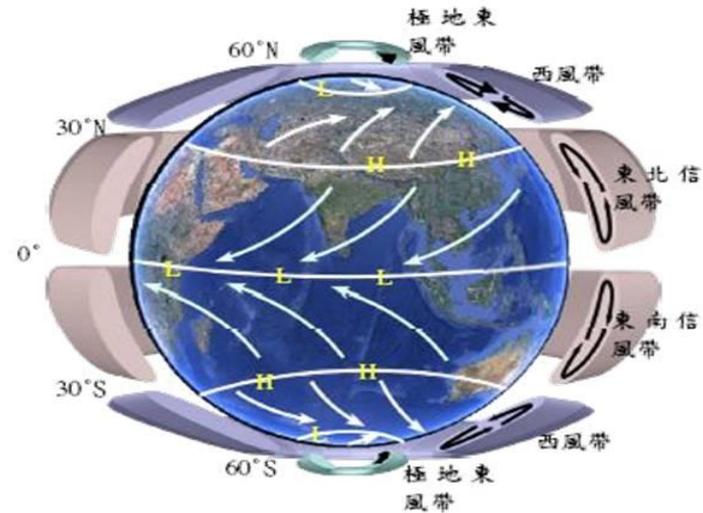
台灣沿海之海底地形圖顯示因海底地形的關係，台灣宜蘭沿海從三貂角到蘇澳海灣內有湧升流，是重要鯖科及多種大型魚的魚場。

二、海嘯的成因與應變措施

- 海水經年不斷的流動，就好像海中的河流，且具有一定的方向性，歷久不衰，這些流動的海水稱為海流或洋流。
- 因風吹而造成海水流動的現象稱為風吹流
- 區域性的風會造成區域性的海流
- 全球性的風則造成全球性的海流
- 地球具有全球性的風，稱為行星風系(三胞環流)
- 低緯度地區的信風帶與中緯度的西風帶是全球性海流的主要動力。



— Warm water current — Cold water current
© 1998 Wadsworth Publishing Company/ITP



大氣三胞環流示意圖，三胞分別為哈德里胞(赤道至南北緯30°)，佛雷爾胞(Ferrel cell，南北緯30°至60°)，及極胞(polar cell，南北緯60°-90°)。哈德里胞及極胞均為暖空氣上升，冷空氣下降，而佛雷爾胞則為冷空氣上升，暖空氣下降。L代表低氣壓帶，H代表高氣壓帶。圖片修改於Google Earth。