

颱風經過臺灣之性質演變

Samson Brand & Jack W. Blleloch 原著

劉子敬譯

Changes in the Characteristics of Typhoons Crossing the Island of Taiwan

Translated by Tze-ching, Liu.

ABSTRACT

Twenty-two typhoons (1960-72) are examined to determine the effect of Taiwan on the intensity and movement of tropical cyclones crossing the island. The results show an average intensity (maximum surface wind) decrease of over 40% and a distinct northward deflection as the storms approach the island with a southward deflection after passage. Forecast rules for typhoons approaching or crossing Taiwan are presented.

一、緒 言

在過去發表之若干論文 (Brand & Gaya, 1971; Brand 1973) 中, 曾表明北太平洋西部地區熱帶氣旋強度的變化, 有關地形上和季節上改變的統計資料。從這些一般性研究中得知詳細觀察熱帶氣旋經過像非列賓和臺灣那樣的島嶼, 可提供颱風人員很寶貴的參考資料, 因為在那些島嶼西方之預報人員大

都要在颱風仍遠在那些島嶼之東方時, 就要預測颱風的路徑及強度。

此種研究 (Brand & Blleloch, 1973) 過去係針對非列賓羣島, 本文則將對受臺灣影響之颱風, 作個類似的描述和分析, 有了這些資料再配合上傳統的預測技術, 對於熱帶氣旋的預報工作, 將有莫大的助益。北太平洋西部及臺灣地形如圖一所示:

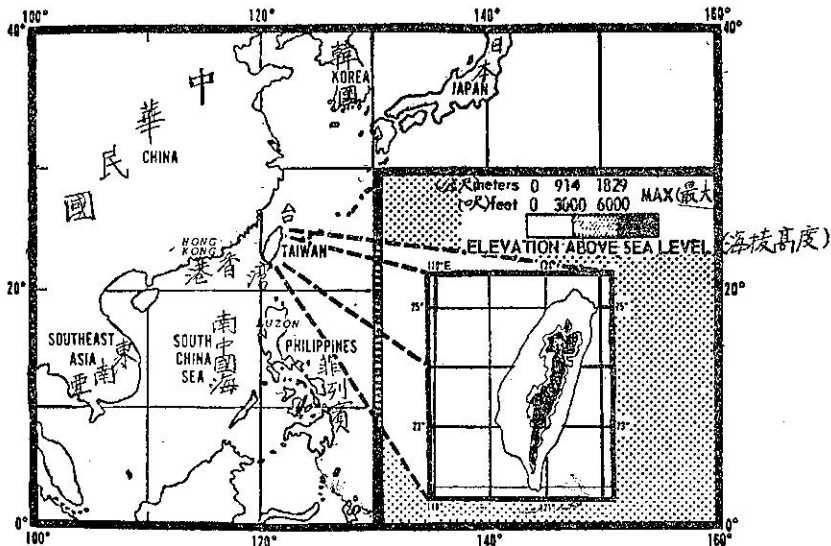


Fig. 1. The western North Pacific ocean with inset topographical map of Taiwan.

圖一：北太平洋西部並插附臺灣地形圖

二、資料來源

本研究所用資料係節錄美國關島艦隊天氣中心及聯合颱風警報中心 (The U. S. Fleet Weather Central/Joint Typhoon Warning Center, Guam.) 的颱風年報和美國氣候中心與海軍天氣研究所 (The National Climatic Center & The Navy Weather Research Facility) 共同編纂的西太平洋地區 1945-71 年所發生的颱風檔案。這些資料包括熱帶風暴或颱風強度期內，關於它的位置、路徑、大小、及強度，六小時的觀測資料。

本研究考查 1960 年至 1972 年，侵襲臺灣的颱風^{*(1)}，在這十三年中侵臺的颱風計有二十五個，其中一個在臺灣上空轉向，另兩個是由西向西通過臺灣，其餘二十二個都是由東向西通過臺灣，且最後都登上中國大陸。研究之時間包括侵襲臺灣前四十八小時及越過臺灣後十二小時，考查的參數包括它的中心位置 (根據中心定位^{*(2)} 及最佳路徑^{*(3)}) 強度 (最大的地面風速) 以及移動方向和速率。

三、檢討結果

表一為本研究，自 1960 年至 1972 年內資料內所分析向西穿越臺灣颱風的分月總表，從這表上可以看出七八九三個月內通過臺灣的颱風，二十二個颱風中有 20 個。

表一 1960-1972年內穿過臺灣最後登陸的西進颱風分月總表

五月份	七月份	八月份	九月份	十一月份
貝 蒂 1961	雪 莉 1960 艾 爾 西 1961 凱 蒂 1962 范 迪 1963 哈 莉 1965 葛 萊 拉 1967 娜 定 1971	崔 絲 1960 艾 琳 1960 裘 恩 1961 勞 娜 1961 歐 珀 1962 瑪 麗 1965 娜 拉 1967	波 密 拉 1961 沙 莉 1961 愛 美 1962 艾 爾 西 1969 艾 妮 絲 1971 貝 絲 1971	吉 達 1967

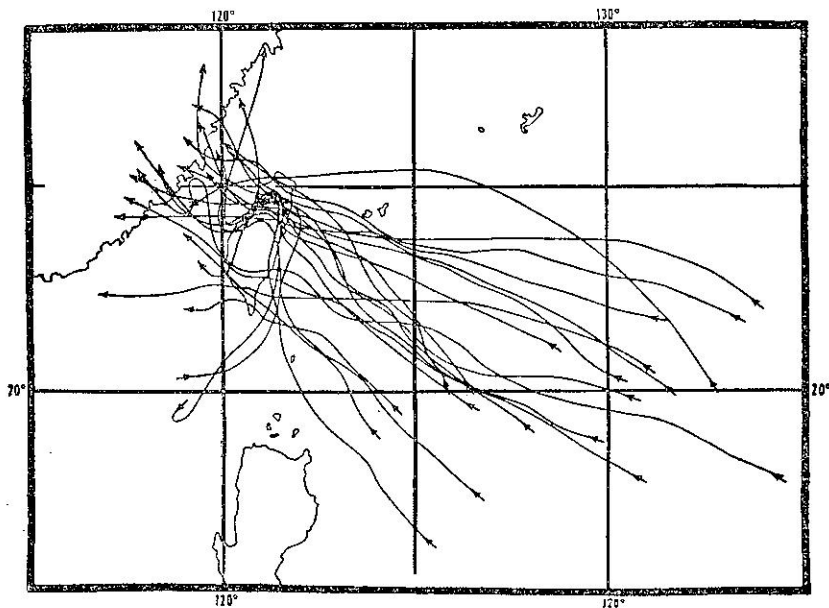


Fig. 2. Track segments for centers of 22 typhoons for the time frame 48 hr prior to hitting Taiwan to 12 hr after leaving the island.

圖二：22 個颱風侵臺前 48 小時至離臺後 12 小時內中心行走路徑圖。

從圖二內可以看出二十二個颱風通過臺灣前後的路徑。如果我們欲知通過臺灣前與過境後的颱風，每六小時的強度及速率的平均值，那末它的強度及移動速率的剖面線當如圖三所示。陰影區表示臺灣，右邊是表示颱風尚未穿過，左邊是表示颱風過境後情況

^{*(4)}。從圖三 (a) 強度剖面線中，可以看出颱風侵襲臺灣前 48-24 小時內，平均強度在增加，直到登陸前 12 小時才開始趨平，隨後就一直減弱。從颱風登陸前六小時至離去後六小時，這段時間裏，它的強度是由 95 哩/時 (Kt) 減至 56 哩/時 (Kt) (大約減弱

了 41%)。

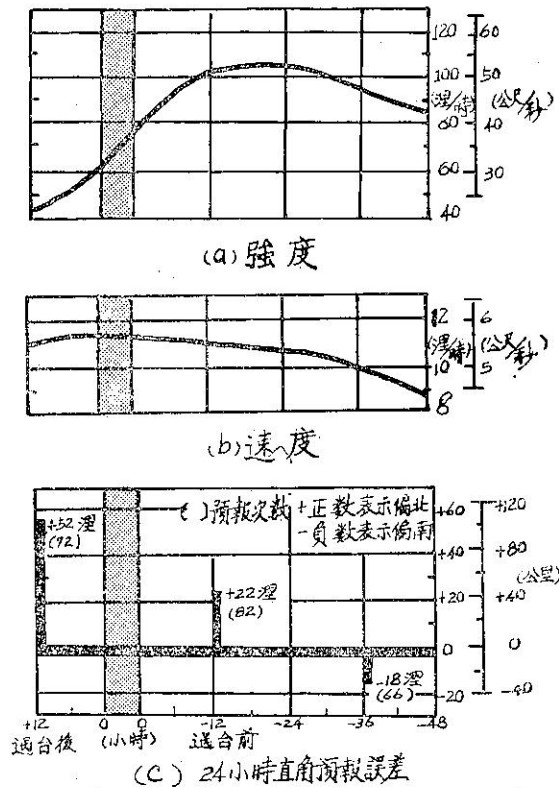
颱風通過臺灣海峽直到登上大陸沿岸，平均需時 12.75 小時，所以 12 小時後的強度減弱，是表示因受亞洲大陸地形的影響。值得一提的在 22 次颱風的紀錄中，也只有一次通過臺灣海峽的時間是少於六小時。一般而論這些颱風從無機會再增強；這和通過非列賓羣島進入中國海者，其性質是不可相提並論的。

移動平均速度剖面線如圖三 (b)，其中顯示颱風登陸前 48—24 小時，這段時間它的平均移動速度在慢慢增加，而到接近臺灣時才平穩，並稍有增加速度的趨向。

另一考查參數為颱風穿過臺灣時方向的改變，這是用觀察 24 小時預測直角誤差的間接方法得來，亦

即預測誤差偏向颱風最佳路徑的左方或右方。

24 小時預測，主要看持續性和綜觀幅度的駛引，但預測誤差，可能因我們在正常預報作業上並不考慮的因素所引起。例如圖三 (c)，表示颱風侵臺前 66 次 48—24 小時預報中平均預測誤差為偏最佳路徑南方 18 哩 (33 公里)。這可能是由於颱風經正常的西進方向後順轉而更向西北。颱風登陸臺灣前 24 小時內，預報是向北方 22 哩 (41 公里)，而實際則向臺灣並不繼續以轉向情況 *^(b)繼續順轉。離開臺灣後且有更大偏向臺灣以北的預報誤差 [+ 52 哩 (96 公里)]。表示當颱風脫離臺灣影響而移向南方。參見圖二颱風路徑詳圖，即可知其梗概。圖二中還表示有些颱風大約離臺灣 120 哩 (222 公里) 即開始轉向北方，此外有很多風暴似繞山脈而行先向北後再偏南。



圖三：22 個颱風侵臺前 48 小時至離臺後 12 小時的平均強度 (a) 及速度 (b) 之剖面線，陰影部份代表臺灣，圖中之 (c) 係表出平均 24 小時直角預報誤差，(根據關島之聯合颱風警報中心)。

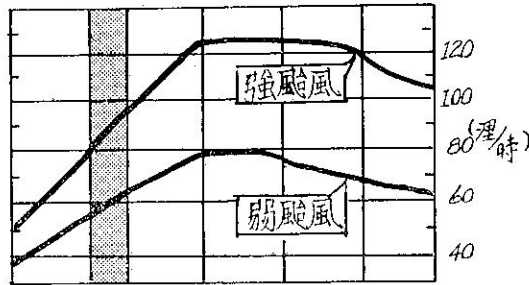
現在問題在於不論颱風的強弱，它受到臺灣的影響是否都是相同？假定我們將侵臺前 24 小時內最初平均強度大於或等於 100 哩/時 (Kt) 的颱風和最初平均強度小於 100 哩/時 (Kt) 的颱風，作個很有趣的比較，就可以得到解答。例如：我們在圖四 (a) 中可

以看出；強的颱風受臺灣的影響很明顯，表示自侵臺前六小時至離去後六小時，最大風速平均自 115 哩/時減至 65 哩/時，(減弱了 45%)。弱的颱風則在此段時期內，自 75 哩/時減至 45 哩/時，(減弱了 40%)。值得注意的；是不論颱風的強弱，它的

強度都在侵臺前大約十二小時開始逐漸減弱。

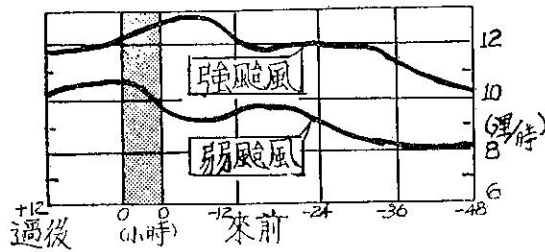
移動速率的剖面線，如圖四 (b) 顯示出強的颱風

是移動較快的系統，吾人發現；弱的颱風經過臺灣時，它的速率就逐漸增加，而強的颱風則相反地會低減。



(a) 強度

強颱風——侵臺前 24 小時內平均強度大於或等於 100 哩/時 (12次)
 弱颱風——侵臺前 24 小時內平均強度小於 100 哩/時 (10次)



(b) 速率

圖四：12 個強颱風 (登陸臺灣前平均強度 ≥ 100 哩/時) 及 10 個弱颱風 (登陸臺灣前平均強度 < 100 哩/時) 之平均強度 (a) 及速度 (b) 剖面線。

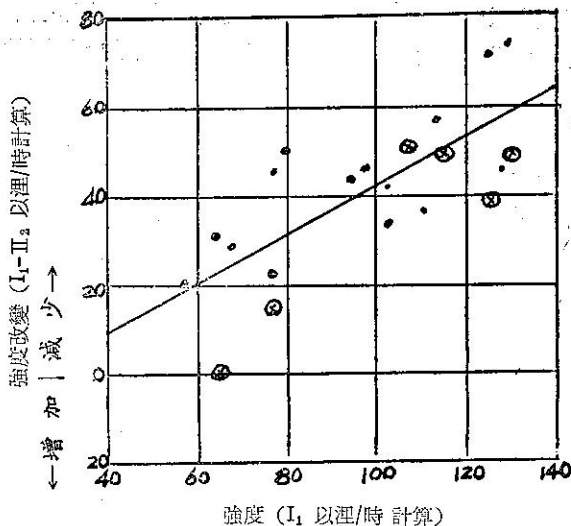
另外一種方式，可以顯示臺灣對颱風強度的效應，是將颱風逼近臺灣的平均強度對穿過臺灣時颱風強度的改變填在圖內，如圖五所示，圖中填入侵臺前24小時平均強度 (I_1) 對強度變化 ($I_1 - I_2$)，內中 I_2 為颱風離開臺灣後六小時的強度 $^{*(6)}$ 。它的分佈具有 0.75 的相關係數，根據此種分佈計算得來的迴歸線，對於颱風預報作業人員也有很大的助益。例如圖五表示：如果颱風侵襲臺灣前24小時內，它的平均最大風速為 120 哩 / 時，那末離臺後六小時的強度當為 55 哩 / 時或不足。穿過臺灣南端或北端的那些颱風用加圈點值來表示，一般而言，似乎都比分佈中的其他數值強度低減較小。務請注意：在此顯示出並無一個颱風，過境後強度還會增加的。

為求進一步的瞭解，要考查颱風經臺灣附近而並

不穿過臺灣所受的影響。作者曾就暴風中心離臺灣60哩 (111 公里) 以內的西進颱風作一概略的研究。將最接近臺灣前 24 小時平均強度和接近後 6 小時強度值加以比較，發現其中有七個颱風符合以上的論題，五個颱風強度幾乎沒有改變或改變甚微，其餘 2 個颱風強度雖然低減，但仍在圖五所示的迴歸關係之下。

四、附加考慮

基於上述結論顯示，颱風的強度及移動方向和速率，確是都受到臺灣顯著的影響，主要的原因包括：海上供應颱風的熱力和水份因受島嶼的存在而減少，且受臺灣陸上的摩擦效應，都足以破壞颱風環流的平衡力。此外包括颱風環流的駛引氣流也可能受到了中央山脈的影響，這些山嶺南北向伸展達 140 哩 (260



I_1 = 侵臺前平均 24 小時強度。
 I_2 = 離臺後 6 小時強度。
 $I_1 - I_2$ = 強度之改變。

圖五：颱風侵臺前 24 小時之平均強度 (I_1) 對強度變化 ($I_1 - I_2$) 內中， I_2 為離臺後 6 小時之強度，加圈者表示中心正好在臺灣之南端或北端。

公里)，平均高出地面 6,000 呎 (1.8 公里)，還有許多山峯高度超過 10,000 呎 (3 公里)。這些山區地形也是影響颱風環流的重要因素，這是其他任何颱風活動地區所沒有的現象。

臺灣的山嶺地形也產生一種因伸展山脈造成的特殊氣象現象，那就是誘生副低壓 (induced low)。這些低壓或槽由於氣流越過山嶺，或氣流繞過臺灣兩端產生水平風切 (Wind Shear)，因而由動力作用而造成。

表二 熱帶氣旋不同強度及垂直深度經過臺灣之效應表

熱帶氣旋分類	強度 (最大風速)	垂直伸展 (約數)	熱帶氣旋受臺灣影響
第 I 類	< 50 哩/時	或 < 10,000 呎 (3 公里)	熱帶氣旋將消滅形成副低壓並可取代主中心。
第 II 類	50-100 哩/時	或 20,000 呎 (6 公里)	熱帶氣旋可向前躍進。
第 III 類	> 100 哩/時	或 > 35,000 呎 (10.7 公里)	熱帶氣旋照原路徑前進，縱然有副低壓生成，亦不例外。

徐李兩氏 (Hsu 1960) & Li (1963) 曾先後發表：關於此種誘生副低壓的形成地區，強度的增減，移行的變化，都和主颱風有極密切關係，這些關係有時候可用作預報颱風移行及強度變化的很好工具。

熱帶氣旋各種強度及不同的環流垂直伸展，越過臺灣所受到的影響，已經作成綱要，詳見表二。

第 I 類：熱帶氣旋強度不足 50 哩/時，或環流垂直伸展不足 10,000 呎 (3 公里) 者，經過臺灣時當趨消滅。第 II 類：颱風強度在 50 至 100 哩/時，或環流垂直伸展約達 20,000 呎 (6 公里) 者，當產生副低壓可取代此颱風，此種低壓可以躍過，或加速穿過臺灣 (參閱圖四 b 弱颱風移行速度剖面線)。第 III 類：颱風強度超過 100 哩/時，或環流垂直伸展在 35,000 呎 (10.7 公里) 以上者，則將繼續追隨原先路徑前進，縱然有副低壓生成也不例外。

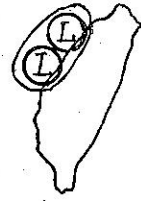
根據徐李兩氏 (Hsu & Li) 所發表的許多意見，同時經過詳細分析研究，(根據 1952 至 1962 年內 25 個熱帶氣旋的詳細綜觀分析得來)，有如下圖六：(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g)，就可以當作熱帶氣旋逼近或穿越臺灣的七種預報法則：

(a) 倘有一颱風向西或西北逼近臺灣者，此時有副低壓在臺灣西邊即臺中附近生成，（即本島西部東經 121°41'，北緯 24°09' 處），且不斷加強，此種情況，則此颱風當不致轉向。



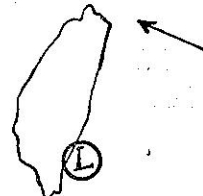
a.

(b) 倘一颱風對準臺灣的南端或正南方，作西向或西北向行進，此時產生一連串副低壓或一低槽形成在本島西邊，則此颱風將不會轉向，或轉向甚微。



b.

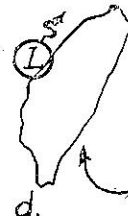
(c) 倘颱風對準臺灣北端作西向或西北向行進，此時有副低壓形成緊靠臺灣東南邊際（近於臺東，即東經 121°09' 北緯 22°45' 處），則此颱風將會經過臺灣北方，或剛好通過臺灣北端。



c.

(d) 倘颱風朝向臺灣作西北向行進，且有向北彎曲的路徑對準臺灣；或有一個颱風沿臺灣東海岸向北行者，此時有一副低壓

注意：此類副低壓有時可能伸長至 700 mb 高度，極易使預報人員之誤認，以為颱風已穿過臺灣。

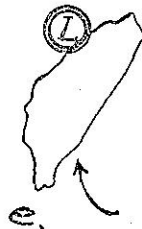


d.

出現在臺灣西海岸，並有向北緩移減弱之勢，則此颱風通常將會演變為較強烈之颱風（第 III 類颱風）。

(e) 假定颱風朝向臺灣作西北向進行而有一向北彎曲之路徑逼近臺灣者，或一個颱風沿東海岸向北行，此時有一副低壓出現在臺灣西海岸，且有增強趨勢，同時取代了颱風環流，通常而論，此種颱風強度較弱，（第 II 類颱風）。

注意：主颱風愈近中央山脈，副低壓取代颱風的可能性愈大。



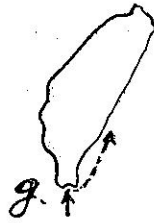
e.

(f) 假定颱風走向北北西逼近臺灣，而氣旋形環流的垂直軸分裂成兩部份，下層部份向西北，上層部份向東北，表示颱風正在轉向過程中。倘使有一不變的垂直方向傾斜軸存在，則颱風當循此方向前進。



f.

(g) 如果颱風向北對準臺灣南端前進者，則此颱風將沿着臺灣東部邊緣前進。



圖六：熱帶氣旋逼近或穿過臺灣之預報法則圖

假如無明顯的駛流 (Steering Current) 變化時，則上項所列七種預報法則，對於逼近或通過臺灣的熱帶氣旋，在預報作業上確有應用及參考之必要。當然，每一個別具情況的綜觀形勢如有足夠的觀測資料時，預報人員都應該考慮圖上的情況來研判。舉例來說：如果熱帶氣旋附近可能有冷空氣加入風暴環流內，因而減弱它的強度，並且有時東北季風寒潮南下時，可能會增加低空槽內下層氣旋形風切，假如有這種情況，該熱帶氣旋勢必產生一個良好路徑。

在颱風季節較晚的月份內，海面各種情況的變化，就成為孕育或流產的重要因子。有如臺灣附近海面的溫度下降，遠較東南方非列賓海地區為快。除了海面溫度之外，另外還有其他熱力結構參數也很重要，因為它能供應熱水，來助長風暴的能量。

附 註：

* (1) 關於這篇研究，所謂「颱風」係指熱帶氣旋環流從生長到消滅，整個生命史某階段達到颱風的強度，在它部份環流狀態未必都能維持此種強度。

* (2) 熱帶氣旋定時定位的確定方法，通常是利用飛機偵察穿過中心，或用空中、陸上、艦上的雷達及依據氣象衛星照相的資料來測定。

* (3) 綜合過去所有的資料紀錄，來分析它的路徑。

* (4) 22 個颱風中心停留在臺灣的平均時間，大約 5.5 小時，它的標準偏差為 2.8 小時。

* (5) 此處須加說明的，颱風轉向的平均緯度 (24° N)，大約和臺灣的緯度相同。

* (6) 見附註 * (1)

原文參考文獻

- (1) Brand, S., 1971; The effects on a tropical cyclone of cooler surface waters due to upwelling and mixing produced by a prior tropical cyclone. *J. Appl. Meteor.*, 10, 865-874.
- (2) ———, 1973; Rapid intensification and low-latitude weakening of tropical cyclones of the western North Pacific Ocean. *J. Appl. Meteor.*, 12, 94-103.
- (3) ———, and J. J. W. Bielloch, 1973; Changes in the characteristics of typhoons crossing the Philippines. *J. Appl. Meteor.*, 12, 104-109.
- (4) ———, and R. F. Gaya. 1971; Intensity changes of tropical Storms & Tyhoons of The Western North Pacific Ocean. *Navy Weather Research Facility Tech. paper No 5-71*, 205pp.
- (5) Burroughs, L. D., and S. Brand, 1973, Speed of tropical storms and typhoons after recurvature in the western North Pacific Ocean. *J. Appl. Meteor.*, 12, 452-458.
- (6) Hsu, Y. C. 1960; The problems of typhoon forecasting over Taiwan and its vicinity. *Proc. U. S. Asian Military Weather Sympos*, 9-12 February 1960.
- (7) Li, P. C., 1963; Terrain effects on typhoons approaching Taiwan. *Proc. U. S. Asian Military Weather Sympos.*, 3-7 February 1963.

原文刊載：Monthly Weather Review

(Vol 102, No. 10, Oct. 1974)