

暖化會改變颱風生成位置和路徑嗎？颱風怎麼不來台灣了？

以西北太平洋海域為例，颱風生成位置可能偏北，個數減少但強度增強，路徑部分則是往北移動機率相對提高。



2024年7月6日，台北，炎熱天氣下，市民在風扇前吃飯。攝：陳焯輝/端傳媒

今年編號第18號颱風「[山陀兒](#)」（KRATHON）來勢洶洶，自9月底生成後，台灣對山陀兒預計帶來的威脅無不提高警戒。

山陀兒颱風於9月28日從原本的熱帶性低氣壓發展成輕度颱風，移動過程中一度達到強烈颱風的標準，但隨著山陀兒持續在台灣西南海域長時間滯留，強度也逐漸轉為中度颱風，並於3日中午於高雄小港登陸，隨後減弱為熱帶性低氣壓，而從海上陸上颱風警報發布到登陸，總計歷時4天4小時。山陀兒是台灣颱風史上第二個從高雄登陸的颱風，前一個以近似路線登陸高雄的颱風，得要回溯到47年前的賽洛瑪颱風了，就在山陀兒颱風登陸後，高雄市區觀測到15級強陣風，高雄港區甚至量測到最高的17級強陣風，帶來嚴重的破壞力。

颱風（Typhoon）又稱為熱帶氣旋（Tropical Cyclone）或颶風（Hurricane），是生成於熱帶洋面上的劇烈天氣系統，全球一年大約可以形成80~90個，其中七成出現在北半球，並以西北太平洋（含南海）生成個數最多，每年平均可達25個，對海域周邊國家帶來嚴重威脅。



影像：十月颱風，山陀兒吹襲下的高雄

[延伸閱讀](#)

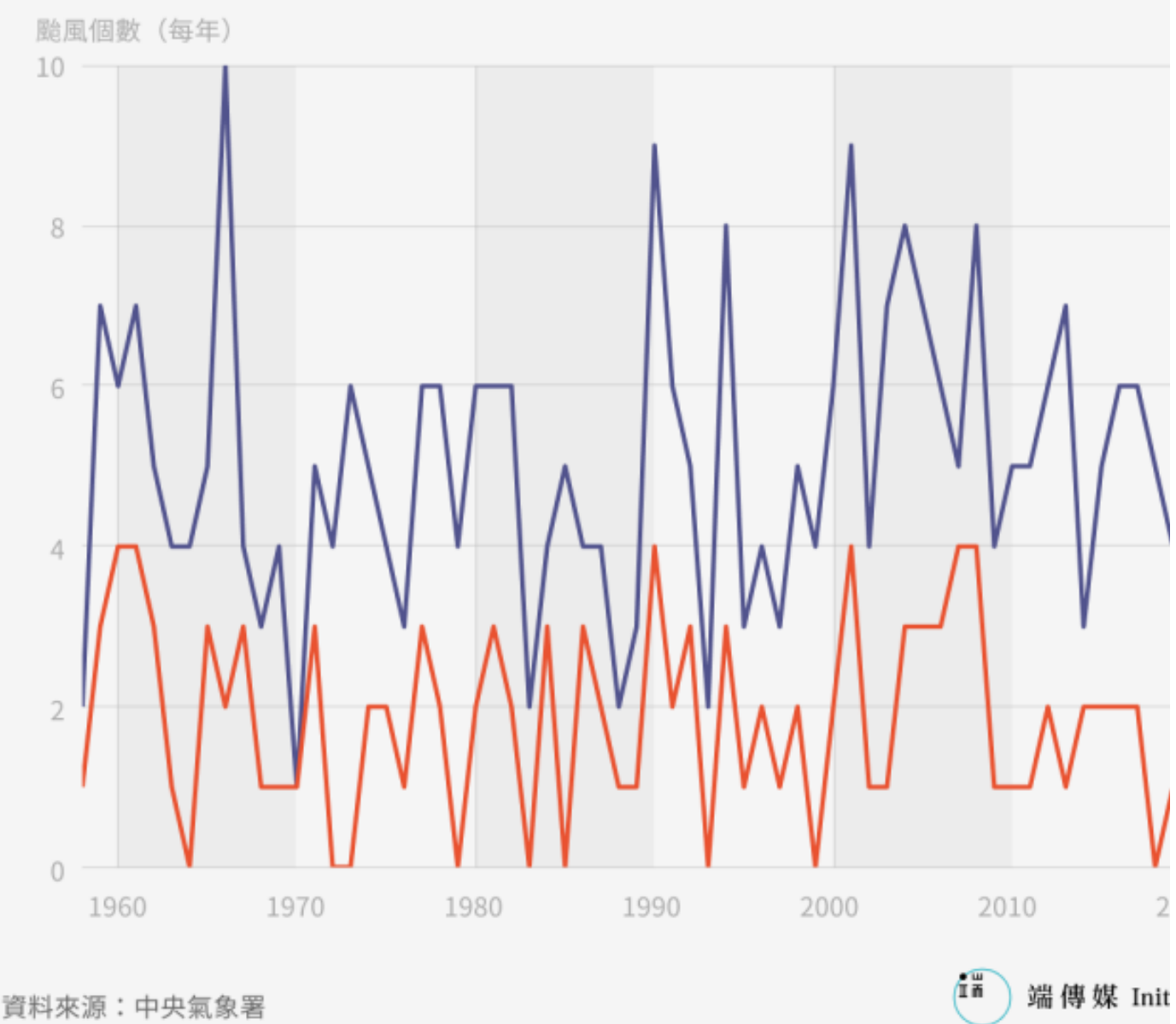
台灣位於全球颱風最活躍的西北太平洋區域，每到颱風季節，固定的颱風威脅節奏已是台灣社會的集體經驗，歷史上，台灣經常遭受颱風無情的襲擊而導致嚴重災害。不過，這樣年復一年的記憶，卻在2019年白鹿颱風後缺席了，台灣歷時三年未有颱風登陸並成為新紀錄。周遭海域其實並非沒有颱風生成，移動路徑有些也非常靠近台灣，並讓台灣社會警戒，但颱風就是不登陸。那麼，為什麼颱風不來了，全球暖化會對颱風生成位置與路徑帶來什麼影響？值得我們討論。

颱風怎麼沒來敲門？

台灣所處地理位置，正好位於西北太平洋颱風移動路徑上，每年都必然受到颱風的威脅。從台灣中央氣象署（下稱氣象署）的歷史統計資料來看，6月至11月是颱風最容易影響台灣的時間點，每年進入周遭海域300公里範圍內的颱風個數約有4~5個，登陸本島的個數則是1~2個不等，以總生成個數來看，颱風登陸台灣的機率並不算太高，僅6%左右。

每年進入台灣周遭海域 300 公里範圍內及登陸本島的颱風個數隨時間變化

● 登陸台灣本島 ● 進入台灣周遭海域 300 公里範圍



引起大家關注的是，自2019年8月24日，白鹿颱風於屏東縣滿州鄉登陸後，直到2023年9月3日，才再次有颱風（海葵）於台東縣東河鄉登陸，這也意味著台灣經歷了三年（2020至2022年）都沒有颱風登陸的歷史紀錄，期間曾有將近20個颱風經過台灣近海附近，但就是不登陸，這話題也引起民眾廣泛討論，同時吸引了學界及作業單位的注意。

翻開氣象署的歷史颱風資料庫，從1958年至今，沒有颱風登陸台灣的年數共有12年，其中除了2020至2022年為連續三年外，也僅有一次連續兩年（1972至1973年），其餘都是單獨一年，顯示過去並不曾發生過，確實罕見。有趣的是，這12年當中，有八年被定義為反聖嬰年，這樣的高機率不免讓人聯想，是否是反聖嬰現象所造成。

反聖嬰現象是主因嗎？是否還有其他原因？

反聖嬰現象指的是赤道中、東太平洋海域海水表面溫度比氣候平均值低，進而導致全球大氣環流和氣候異常的現象，聖嬰現象則相反，該海域海水溫度相對偏高。當太平洋東側的海水溫度偏低時，西邊則會像蹺蹺板一樣升高，這樣的海溫分布會讓東西兩邊的氣壓差加大（東邊高壓、西邊低壓），增強熱帶東風，連帶使得順時針方向旋轉的夏季副熱帶高壓有機會變得更強，勢力範圍也更往西延伸，結果則是讓有颱風溫床之稱的西北太平洋夏季風槽減弱，勢力範圍縮小，進而造成颱風生成位置往西偏移，也就是更往陸地靠近。

全球暖化下的風暴有什麼變化？

熱帶氣旋

生成頻率減少、強度增強、路徑偏北

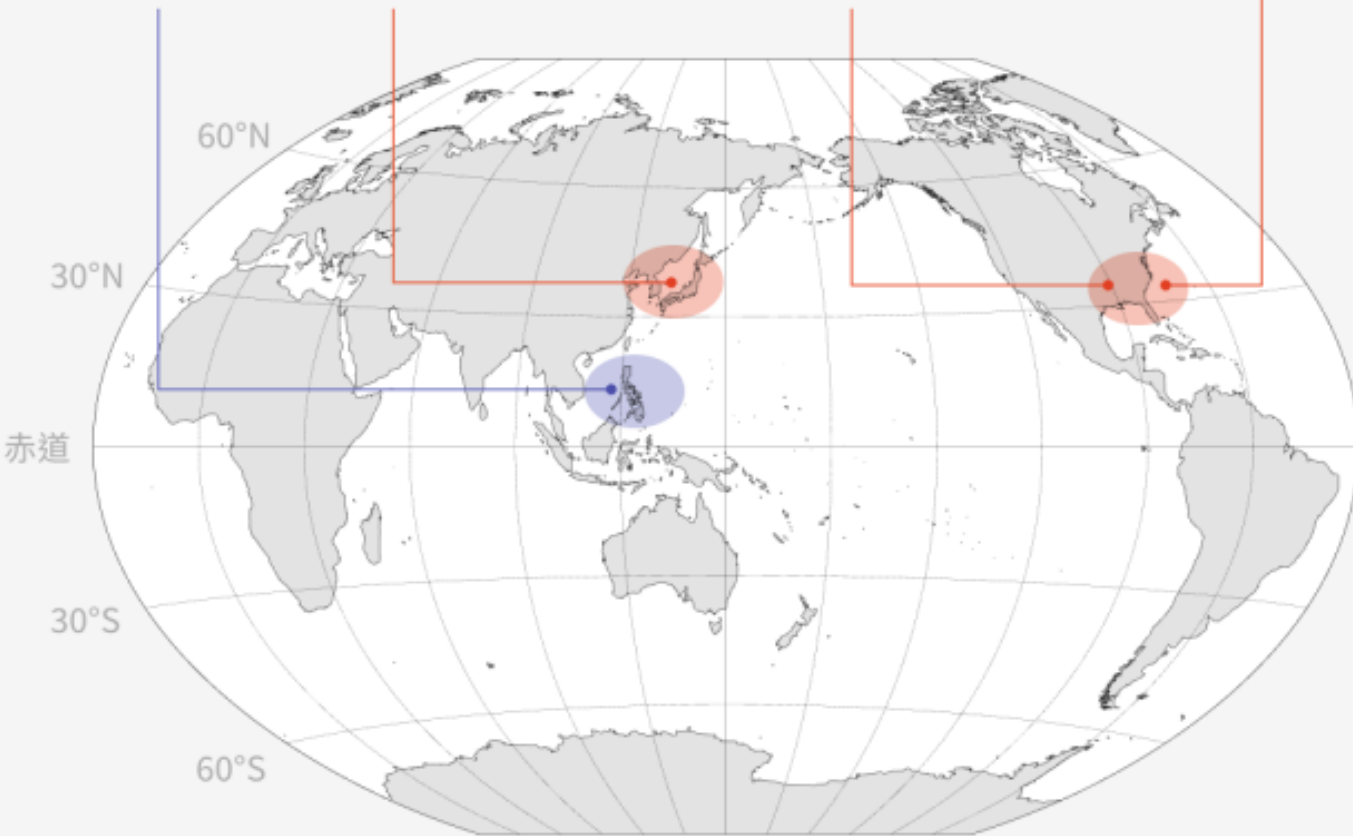
劇烈對流風暴

颱風
數量變少

颱風
數量增加

颱風
移速減慢

風暴季節延長



資料來源：政府間氣候變化專門委員會（IPCC）第六次評估報告



當西北太平洋副熱帶高壓增強時，受到下沉運動作用，加上停留在海上的時間較短，颱風要發展就更顯困難，因此反聖嬰年時颱風通常較不活躍，該海域的颱風生成數目偏少、颱風天數和氣旋累積能量（ACE）較低、強度偏弱的機率相對較高，例如：1998年僅生成16個颱風，2010年生成14個。聖嬰年時，颱風生成位置會偏向西北太平洋的東南側，位置距離東亞陸地較遠，移動過程停留在海上時間拉長，讓颱風有更充分的時間發展，平均強度也往往較強。

學者從分析上也發現到另外一件事情，在2020至2022年反聖嬰現象發生的同時，北印度洋的海水溫度也異常偏高，這結果有可能會增強南海地區的下沉運動，間接助長西北太平洋副熱帶高壓往西擴張。

綜整來看，2020至2022年期間的環境場，受到反聖嬰現象以及北印度洋海水溫度偏高，引起的西北太平洋副熱帶高壓增強及西伸，間接降低颱風活躍度，讓颱風生成位置偏西，應該是明確的事實。

過去也曾發生過嗎？

過去是否曾發生過連續三年的反聖嬰現象？答案是肯定的，包含1973至1975年以及1998至2000年，這兩次連續三年的反聖嬰現象，西北太平洋的颱風生成個數僅1974年偏多，其餘年份均低於氣候平均值，一致性高，不過登陸台灣的颱風個數卻都有4個，屬正常狀態，與2020至2022年有所不同，這也說明了，當反聖嬰事件持續發生時，並不一定會連續造成無颱風登陸台灣的狀況。

台灣南北總長不過400公里，在廣大洋面上形成的颱風要通過台灣陸地，有時候真的需要一點運氣。颱風的移動主要還是由外在環流系統所導引，副熱帶高壓往往扮演關鍵性的角色，至於颱風中心是否會登陸台灣，需要視當時的副熱帶高壓強度是否穩定、涵蓋範圍及位置是否有利颱風移入台灣而定，當然也需要考量高層是否有低壓槽牽引颱風往北方移動，所以是一個極度複雜的問題。如果大尺度環流非常穩定，且導引氣流有利於將颱風推往台灣，登陸好像就變得很理所當然。

不過，更多時候我們看到的是，當導引氣流偏弱或者是當颱風靠近台灣時，受到颱風環流與複雜地形交互作用影響，讓登陸變得非常隨機，因此用機率概念來描述颱風是否登陸台灣似乎更為恰當。



2024年10月2日，高雄，山陀兒吹襲高雄後，市民在公園做運動。攝：陳焯輝/端傳媒

颱風生成個數越來越少？

有關於全球不同海域的颱風形成個數長期變化，過去已有許多討論，但結果並不一致，主要原因與過去到現在的觀測資料品質、偵測方法以及所選取分析的時間長度不同有關。近期有學者重新比對1990年以後的觀測資料發現，全球颱風總數呈現微弱上升的趨勢，其中又以北大西洋最為明顯，西北太平洋則下降。

而從生命期長短來看，短生命期（從形成到消散過程維持不到兩天）的颱風總數增加了，一般認為與偵測技術提升有關，對於相對偏弱的熱帶性低氣壓，有可能被升格判定為輕度颱風，導致個數增加。長生命期的颱風總數則減少了，特別是西北太平洋海域減少最為明顯，不過北大西洋的總數仍增加，與其他海域不同。

從長期變化來看，每年影響台灣的颱風個數不盡然相同，若以距離台灣海岸線300公里範圍內，作為颱風是否影響台灣的依據，那麼每年少則1~2個，至多可達8個以上，年與年之間差異大（稱為年際變化），部分原因與聖嬰、反聖嬰現象有關。

此外，逐年增加或減少的趨勢並不明顯，反而是年代際變化特徵更為顯著，如1950至1960年代以及2000至2008年期間，都是颱風影響台灣頻率較高的時期。自2008年以後，影響台灣的颱風個數確實呈現下降趨勢，這可能與颱風生成位置偏北，導致路徑提早北轉，朝向日本海域前進有關。

台灣各地的降雨在季節分配上並不均勻，特別是中南部地區，一旦進入10月，幾乎是處在不下雨的狀態，必須等到隔年5月梅雨季開始，才會明顯降雨。台灣年總降雨量，超過40%由夏季的颱風所貢獻，也因此颱風是否影響台灣，對於水資源的取得以及調配，有著重要影響，1993年和2020年就是非常典型的例子，該兩年均無颱風登陸台灣，進入附近海域的颱風個數也偏少、強度偏弱，導致降雨量不足、水資源缺乏，出現嚴重乾旱現象，連帶影響民生用水。

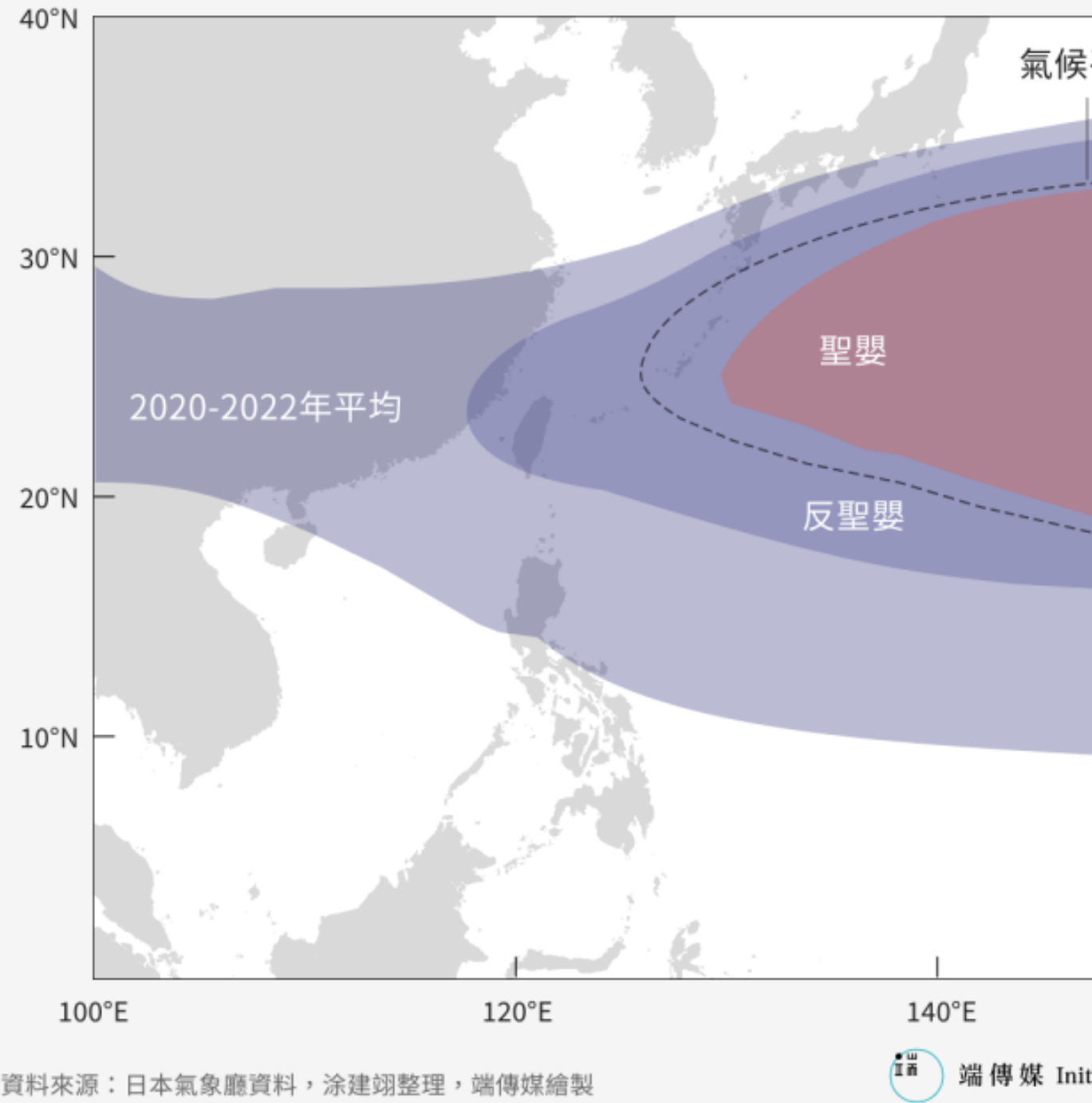


暖化讓颱風變得更強，海溫是唯一變因？

近年已有許多研究都提到，未來在暖化情境下，颱風生成個數將會減少，不過強度可能增強，特別是強度達到4級以上颶風等級（風速 $\geq 113\text{Knot}$ ；相當於強烈颱風標準）的颱風個數。不過這裡，我們可能要先來釐清一件事情，就是影響颱風形成和增強的機制並不全然相同。

颱風基本上都形成在熱帶廣闊洋面上，形成之前會先出現旺盛對流雲團，我們稱它為雲簇（cloud clusters），這些雲簇必須停留在相對有利的環境，才有機會發展成颱風。過去有學者統計不同季節颱風形成的個數，歸納出六個可能影響颱風生成的環境因子，當中包含：科氏參數（即地球偏向力）、低層相對渦度（指空氣團的旋轉程度）、對流層垂直風切（即上下層水平風的差異）、海洋熱能（指海表面至60公尺深的海水溫度）、上下層相當位溫差（即大氣穩定度）以及中層大氣相對濕度等。

西北太平洋副熱帶高壓範圍



簡單來說，颱風要形成需要考慮大氣熱力和動力過程，首要條件就是要遠離赤道，再來就是海水需要有足夠高的溫度（高於 26°C ），因為海洋溫度的高低會決定颱風可以從海洋獲得多少的熱量和氣，這會決定颱風最終能達到的最大潛在強度。大氣部分則需要具備一定程度的不穩定度、夠高的相對濕度還有弱垂直風切，如此颱風才有機會形成。不過這些僅僅是形成颱風的必要條件，即使所有條件都滿足了，也不一定保證能形成颱風，只能說在這些環境條件具足的情況下，有比較高的機會生成，這也是颱風生成預報困難的地方之一。

最終決定颱風強度的物理機制雖然還不是很清楚，但可以確定的是，幾乎所有達到強烈等級的颱風，在其生命週期中，至少都會經歷一次快速增強的過程（即近中心最大風速一天時間內提升 50Knot 以上），這也被視為是颱風發展很重要的關鍵，海洋和大氣條件都具有一定程度的貢獻。

由海洋條件來看，已有許多研究發現，當颱風經過一個具有深厚暖水層的海域時（海洋表層與次表層溫度都偏高），有機會快速增強，顯示海洋溫度對颱風增強確實有一定的影響，2005年的卡翠納颶風（Hurricane Katrina）就是一個例子。

從颱風自身結構來看，颱風本身內部的動力過程也可以讓他增強。若以外部環境場的強迫作用來看，當上下層大氣的水平風差異（垂直風切）變小，同時高層大氣有槽線存在，而颱風又正好落在槽線前方位置，那麼高層輻散增強的結果，同樣有機會讓颱風強度提升，所以颱風要快速增強，海洋效應不可忽視，大氣因素也要同時配合，無法單靠海溫偏高就可以完成這麼複雜的任務。



[更高的海溫，更強的颱風，和更難以估量的氣候災害 | 數洩](#)

延伸閱讀

此外，颱風本身的移動速度快慢，也會影響颱風是否有機會增強，當颱風的平均移動速度過快時，會導致颱風結構出現不對稱性，不利於颱風增強，而當颱風移動速度太慢時，又容易受到颱風環流的表層風應力作用，引發海洋產生湧升流，讓海洋表面溫度下降，亦不利颱風持續發展。因此，颱風平均移動速度介於每秒3至8公尺之間（約每小時 $10\sim 28$ 公里），比較有機會快速增強，並發展成強烈颱風。

以目前觀察到的結果來看，除了北印度洋外，其他海域的颱風平均移動速度，都有減慢的趨勢，颱風快速增強的個案數增加，強度達到4級以上颶風等級的強烈颱風數量也些微增加，發生時間則提早，這說明了全球颱風有可能是朝向更強烈方向發展的。



2024年10月11日，高雄，山陀兒吹襲高雄後，三棵倒下的樹。攝：陳焯輝/端傳媒

暖化會改變颱風生成位置和路徑嗎？

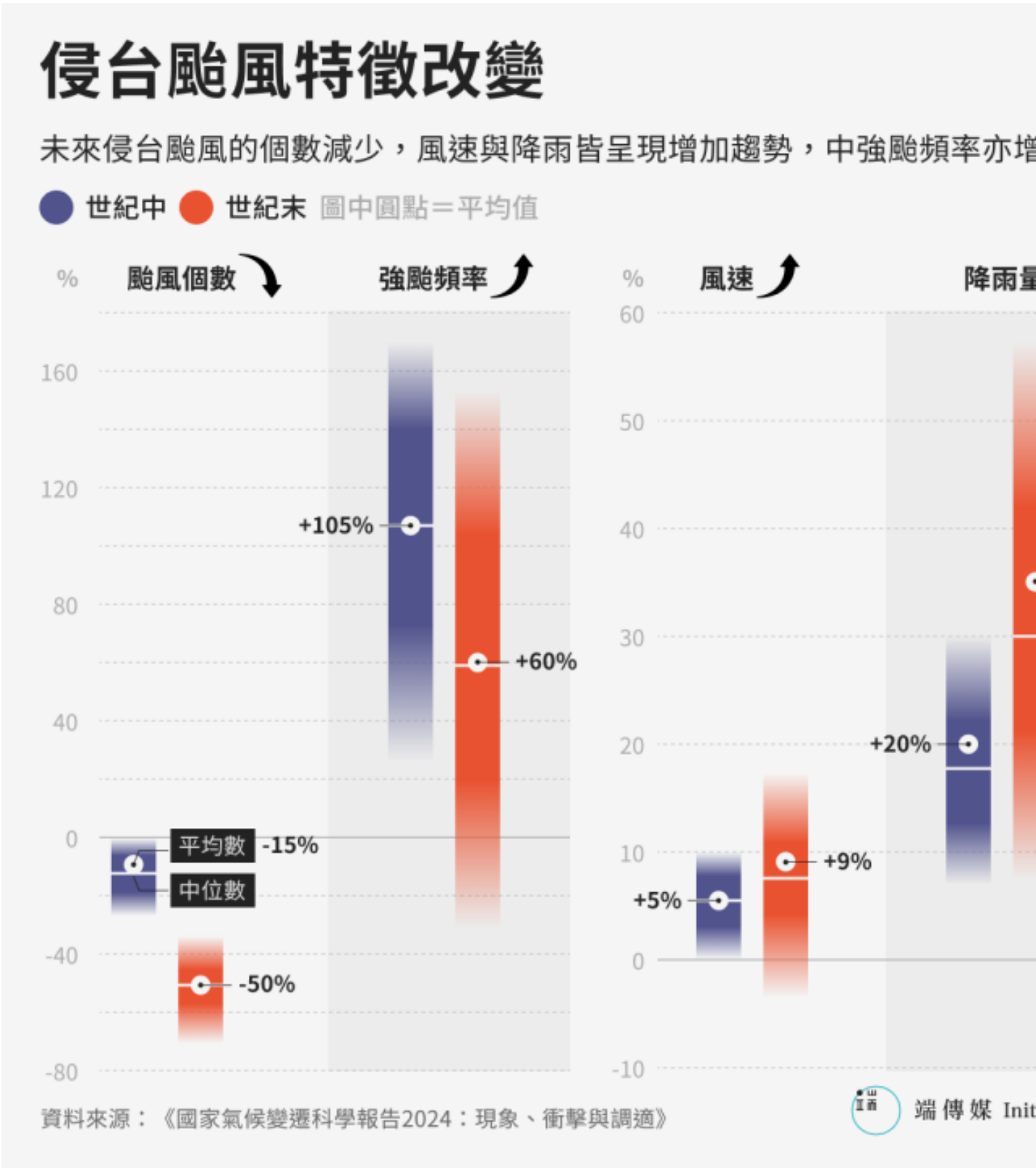
颱風的生成主要由該海域的大氣和海洋環境條件所決定，至於颱風的移動路徑，仍要依靠大尺度環流來主導。未來在暖化情境下，颱風生成個數和移動路徑是否會改變，相信是許多人都關注的焦點。

目前國際上對於未來颱風特性的改變有了初步共識，以西北太平洋海域為例，氣候模式所推估出來的結果顯示，颱風生成位置可能偏北，個數減少但強度增強，路徑部分則是往北移動機率相對提高，往西進入南海的可能性降低，北大西洋部分除了強度改變外，颱風季也可能拉長。

從過去觀測資料的分析結果來看，西北太平洋副熱帶高壓增強並往西延伸的結果，不利於該區域颱風的生成，而氣候模式所推估未來暖化情境下的西北太平洋副熱帶高壓是增強的，勢力範圍也擴大，這不僅提高了大氣垂直結構的穩定度，也相對減弱對流運動。

未來，颱風仍會生成，但也因為大氣穩定度提高，生成機率可能降低。另外，颱風整體的移動路徑可能提早北轉，這將使得侵襲日本、韓國的颱風增加，通過菲律賓或巴士海峽進入南海的颱風減少，至於往台灣及中國華南的颱風個數可能減少，因此值得我們持續關注。

強度部分，受到海洋持續暖化、海水蒸發速率提升以及大氣垂直風切減弱、颱風移動速度減慢等因素影響，颱風的強度可能增強，而轉變成強烈颱風的位置，也有往陸地靠近的趨勢，這些都將為居住在沿海地區的居民帶來更為劇烈的風災和雨災，威脅人民的生命財產和安全。



侵台颱風部分，目前推估的結果可歸納出個數減少、強度增強（風速提升）、強颱風影響頻率增加以及颱風帶來的降雨增加等，很清楚呈現了極端化特徵，這也提醒我們，面對未來可能的轉變，需要預先做好充分準備及應對策略。

歷史路徑能帶給我們什麼啟示？

從過去完整被記錄的颱風移動軌跡資料我們發現，歷史上從來沒有出現過兩個路徑完全相同的颱風，每一個颱風的移動軌跡都有其獨特性。既然如此，去比對歷史颱風資料，並找出移動路徑相似的颱風，有意義嗎？我想，比對過去相似颱風移動路徑的目的，僅是希望可以先掌握可能帶來的降雨特徵以及評估易造成災害的區域。

台灣的降雨其實非常特別，空間分布很明顯受到高聳地形所控制，所以當我們知道颱風的移動路徑與相對位置在哪裡時，基本上已經可以初步研判主要降雨區的位置會落在那裡。



[「摩羯」登陸海南：驚恐之後，如何打破氣候災害的循環？](#)

[延伸閱讀](#)

舉例來說，當颱風從台灣北部沿海經過，形成所謂西北颱風時，我們可以很確定，雪山山脈西側、苗栗以北的範圍，會是主要降雨區，依此可以作為事先防範之參考依據。又如，秋季時若有颱風通往巴士海洋進入南海，恰巧北方又有東北風南下，那麼共伴效應勢必會讓東北部沿海、宜蘭以及北花蓮降下大雨，這些都是相對明確的例子，所以按道理，這樣的類比推論應該具有某種程度的可信度才對。

不過，並非所有案例都適用這樣的推論方式，該方法至多僅能適用於降雨的定性描述而無法定量估計，因為他完全忽略了每個颱風具有的獨特性，也忽略了不同時空背景下的大氣和海洋環境條件差異，當然也沒有考慮其他環境因子的影響，因此誤判機率極高，相關資訊真的僅供參考。還是建議讀者，依循氣象署最新資料所做的客觀預報資訊進行防災準備，才是最正確的做法，過度渲染類比推論反而不是好事。

本刊載內容版權為端傳媒或相關單位所有，未經[端傳媒編輯部](#)授權，請勿轉載或複製，否則即為侵權。