

熱帶氣旋與中國海間之交互作用

C.S. Ramage原著 張敦明譯

一、海洋對熱帶氣旋的影響

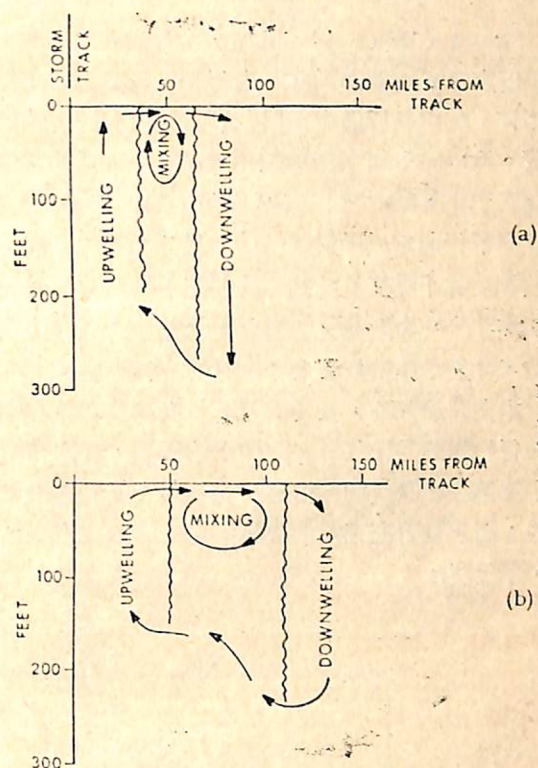
熱帶氣旋為暖海產物，離開海洋立即消失，達到颶風強度的熱帶氣旋，其海面溫度須超過 26°C (79°F)，這是已經證實的觀測紀錄 (Ooyama 1969)。(Fisher 1958) 研究了十一個大西洋颶風，發現「雖無可作結論的事實，顯然颶風有形成於相對暖海洋附近的趨勢，且亦有沿最暖水域路徑運動的傾向；若移至顯著較冷的水上，必趨於減弱」。Perlroth (1962, 1967) 曾分析五個大西洋颶風，證實並擴展 Fisher 的發現，其結論為「颶風於暖水之上時似可加強，於冷水之上時減弱」。

雖然實例研究與數值模型似乎證明海面溫度與颶風發展及強度之間，一種物理上的合理關係，企圖建立起已證明其確實性較差的氣候學上之關連。Perlroth (1969) 研究65年來大西洋熱帶風暴，發現洋面與 200呎水深之間的溫度，其氣候學的差異為 7°F 處，百分之九十達到颶風強度，氣候學差異超過 15°F 處，僅百分之四達到颶風強度。因為按照 Perlroth 的說法，風暴的機械混合，將較冷的水攪往表面，因此制止了颶風的發展。Carlson (1971) 對熱帶大西洋上五個八月份，發現了表面溫度與颶風發展頻率之間一種明顯的直接關連。另一方面，Richl (1956) 計算50年每月及每年的大西洋表面溫度異例後，若考慮五年或更多的時期，能找到與颶風頻率及軌跡的正相關。

二、熱帶氣旋對海洋的影響

直到最近，熱帶氣象學家們不明確的假定，在颶風影響下，海水溫度變化輕微。然而，Jo:lan 與 Frank (1964) 及 Jo:lan (1964) 證之相反，因為他們計算了14個颶風的每一個，通過颶風軌跡中心上六百哩寬的區域，七天期間前及七天期間後的平均表面溫度，與七個強烈颶風相關連的平均值，指出溫度有 0.9°F 的下降，對七個較弱的颶風對應減少為 0.4°F ，最大的減少偶可超過 5°F 。此說法僅能解釋為由於上湧，或混合及上湧的聯合之較厚海洋表層之混合。

在墨西哥灣中部停泊着的一個游動浮標，在緊接着的三個颶風通過後，表面溫度平均下降 6.4°F ，及回復正常約需十日 (Hazelworth 1968)。



圖一、颶風主要之海洋反應要略圖。以Hilda颶風〔(a)圖(Leipper, 1967)〕及Trix與Wilma颶風〔(b)圖〕後所作之觀測為根據，距離為近似值。

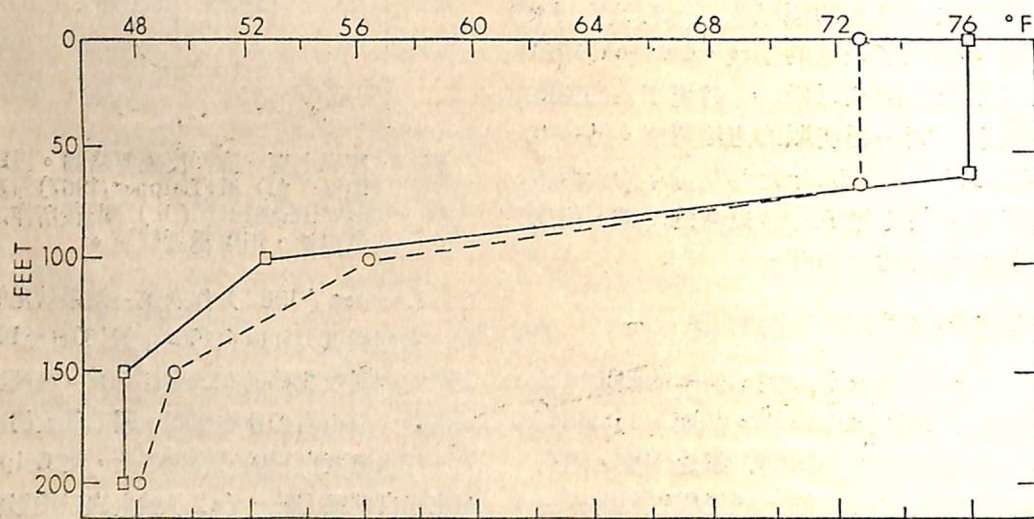
Leipper (1967) 作過第一個系統化的實例研究，強烈颶風 Hilda 自1964年9月30日至10月4日緩慢的向西北及北移動穿越墨西哥灣。在颶風剛通過的前後，沿相同部分的探測，顯示最大的冷卻為 9°F 。深水溫度自記錄紀錄的形像，使 Leipper 能够鑑定來自颶風〔圖一 (a)〕滋生的三種影響。在颶風路徑附近，強烈氣旋式風的環流，迫使自中心向外流的水，當其移動時冷卻與混合而為混合良好的表面水。離開路徑稍遠，這些水與比較安靜的表面水輻合下沉，結果發生「...靠近颶風路徑冷水上升，在表面輻散及下面輻合的結果...到達表面後，對冷卻及混合，它們沒有重大的改變...」。

冷水約自200呎深處湧，Betsy颶風（1965年8月29日，大西洋）自同樣深處將水湧至表面（Landis與Leipper 1968），數值模型（O'Brien與Ried 1967；O'Brien 1967）與Leipper的觀測相一致。在模型中，強烈的湧受限於最大風速半徑的兩倍範圍之內。

三、海洋隨熱帶氣旋變化對隨後天氣的影響

Brand (1971) 以颶風加重冷卻海面為前提，着手研究颶風順着沿或穿過先行颶風軌跡前進所生的影響。此處我們僅考慮與「順着軌跡前進」有關的影響。Brand分析了隨着較早颶風之後前進的14個颶風例子中，104次24小時移動預報16天後的平均，計算平行與垂直颶風軌跡的向量分力預報錯誤。向較早軌跡「垂直於軌跡」的誤差平均為34.6哩，對Brand言，其指出颶風趨向避開先行風暴的冷水軌跡，可能是預報員所未考慮到的一種影響。

本文其餘部分，我（作者）首先敘述在黃海中一重行加強的熱帶風暴在海洋上的影響，其次在南海中三個接連發生颶風相連的海洋與大氣間之交互作用，對早期研究相關的成績。所用的單位為呎、哩、華氏度。



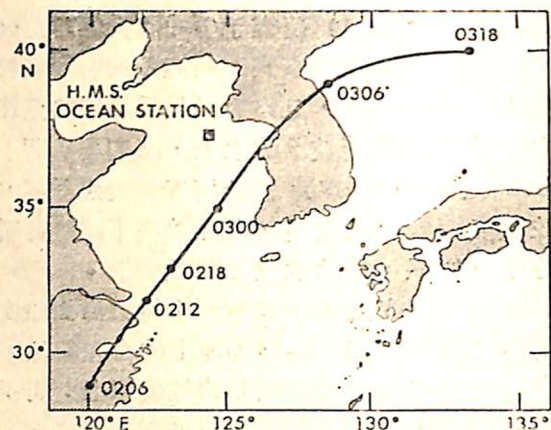
圖三、以37.5°N, 124.5°E為中心一度平方內，九月份所作之海洋探測。實線為14次探測之中間值；標準誤差：混合層溫度1.7°F；混合層深度10.7呎。短劃線為1952年9月18及20日所舉行之兩次探測平均值。

探測，探測中間值（圖三）顯示一平淺（60呎）混合層在一十分陡峭的溫度差異之上。混合層溫度與風暴前H.M.S. 海洋號所測的表面溫度一致；風暴

四、1952年9月熱帶風暴Mary

Mary颶風9月1日奔向廈門附近的內陸減弱，然後在緩慢的折回軌跡中通過上海移入黃海（圖二），此時重行發展而達熱帶風暴的強度。英國皇家海軍軍艦H.M.S. 海洋號正位於37°24' N, 124°22' E附近，3日清晨 Mary 在其東南100哩處通過，艦上遭受的風力達蒲氏風級10級，最強處在東北象限。

1950及1951年9月份間，在37.5°N, 124.5°E為中心的一度經緯度「方塊」內舉行了十四次海洋



圖二、1952年9月2—3日熱帶氣旋 Mary 之軌跡，中心位置所附標記為日期與GMT時間。

後H.M.S. 海洋號所測的表面溫度（71°F），較風暴後16至18日所作兩次探測的平均混合層之溫度值低2°F（圖三），其仍較混合層溫度中間值低3°

期 間	五 次 觀 測 平 均			
	空氣溫度 (°F)	露 點 (°F)	表面溫度 (°F)	風 速 (KT)
1952年 9 月 1 日 21 GMT 至 9 月 2 日 09 GMT	74.4	69.7	76.1	16
1952年 9 月 3 日 21 GMT 至 9 月 4 日 09 GMT	72.3	68.2	71.0	5

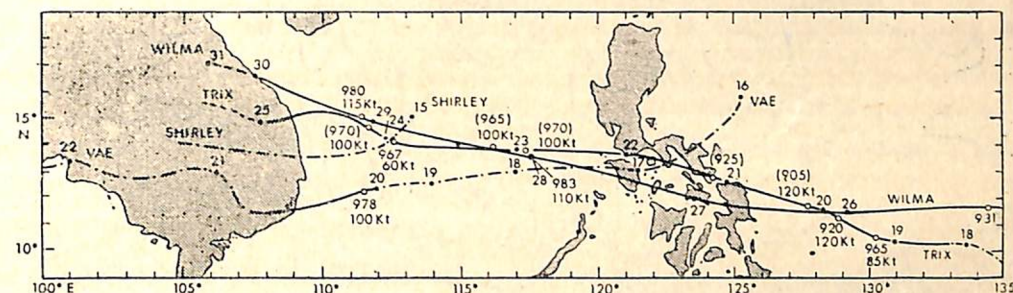
表一、熱帶風暴Mary（圖二）通過前及後，H.M.S. 海洋號於37°24' N, 124°22' E所作之觀測。

F之巨，在混合層深度（5呎）中的差異並不重大。略去此，風暴後探測曲線剖面沒有給出表面冷卻原因的上湧之證據，因自溫度差異（thermocline）上湧之水，將破壞或減低了等溫表面混合層的深度（見圖六）。由於風暴的風之原因，混合深度增加，額外蒸發冷卻總計較0.7°F為小似乎是必然的，對表面溫度的下降幾乎是完全可靠。

五、1952年10月南海中的颶風

(一)敘述：1952年10月15至30日之間，一個熱帶

低壓（Shirley）及三個颶風（Vae, Trix及Wilma）在5天的間隔中向西移動通過南海中部（圖四）。能指出Shirley在抵達中南半島之前，可能剛好可以達到熱帶風暴強度的報告太少。Vae在蹂躪中南半島東南部之前不到24小時，即迅速自低壓增強為颶風，西貢東方125哩藩切（Phan Tiet）的沿海市鎮，為風暴巨浪所淹沒，數百居民被溺死。Trix為一最具破壞性之颶風，穿過菲律賓羣島後，在南海上再加強，以時速約11哩向西北西移動，襲擊中南半島15°N處海岸，結果造成重大之損害。



圖四、1952年10月份熱帶氣旋之軌跡，大圓點為每日00GMT之位置，實線示颶風，點劃線示熱帶風暴或低壓。小圓圈處註記颶風眼中偵察確定之海平面氣壓（mb）及地面最大風（kt），括號內者為自700mb氣壓高度測量計算之地面氣壓。

Wilma與Trix一樣破壞菲律賓，追隨幾乎同樣的軌跡也在南海上重行加強，以時速21至13哩進行打擊順港（Danang），記錄風速為每小時120哩，毀損房屋300棟，亦打擊順化（Hué）造成部分地區洪水成災。

(二)時間—緯度斷面：許多在新加坡與香港間航行的船隻舉行六小時觀測，其中包括表面溫度。四個熱帶氣旋系統近乎直角橫穿此航線，雖然颶風警報使船隻遠離Trix及Wilma中心，但仍有足夠的觀測報告，允許作沿此航線風與海面溫度的正確之時

間—緯度分析（圖五）。以30艘在南邊，及32艘在北邊的船所作約650次之觀測報告為根據的分析（圖八，指出正常追隨之軌跡），當繪製資料時，位置的錯誤很容易被鑑定出來而予以校正。同樣，由「選擇船」所作的溫度測量，能迅速的使用於航跡交錯之變，校準其他船隻所作的測量。可能時，資料取自無線電報告，不如取自航海日誌的好。

(三)海水溫度：自5至14日，在8°N及16°N間之表面溫度較正常上升2—4°F，是由於微風蒸發冷卻減少，及曇天許可日照增加而使溫度升高。由熱

帶低壓Shirley所產生的中等混合，破壞這淺的暖層及表面溫度，因而回復正常。

Vae 颱風幾乎是突然發展在船隻航路上。顯然的，時間不足以增加混合層的深度，或攜帶溫度差異水上湧至表面。

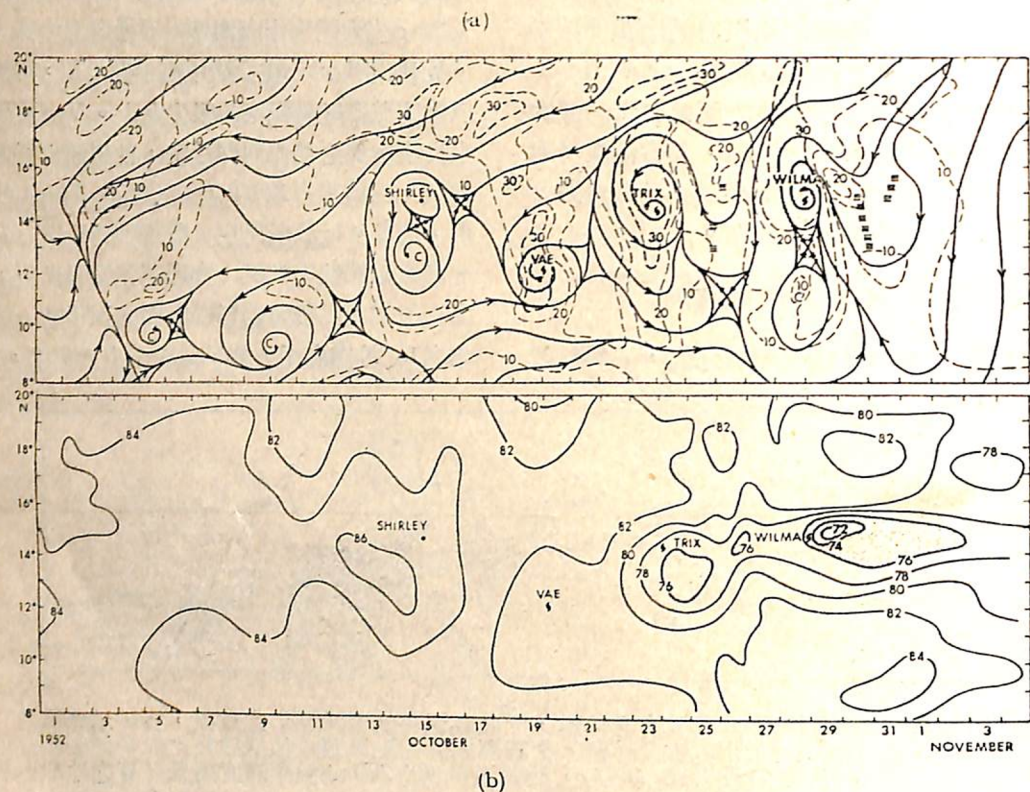
從Trix颱風所在，向風暴軌跡左方發展中的6°F 冷却中心，暗示產生中之溫度低於76°F 的上湧，是較混合更為重要的原因 (Leippe: 1967)。此外，因為混合產生表面冷却，來自250呎以下的水在混合中將會被合併。

Wilma 颱風到達前，在冷水帶中表面溫度上升一、二度，超過5°F 的冷却必幾乎全由於上湧

；因為混合已經是一種原動力，並不需深深的攪和。Wilma所舉起到表面的冷水，這些水部分已被Trix帶來過。

表面溫度的分佈狀態，能用於估計 Leippe: 所述的三個颱風影響的程度，對Trix—Wilma的合併也可以適用(圖一(b))。在表面溫度76°F與80°F範圍之間的區域中，除由於Trix產生2°—4°F 冷却以外，Wilma沒有發生重大增加的冷却。因此，混合過程支配了這一帶，溫度80°F以外保持穩定或者輕微上升，及在這裡盛行下沉；近颱風軌跡低於76°F，上湧為表面冷却主要的原因。

圖六指示在南海250呎上部的一度平方中十月



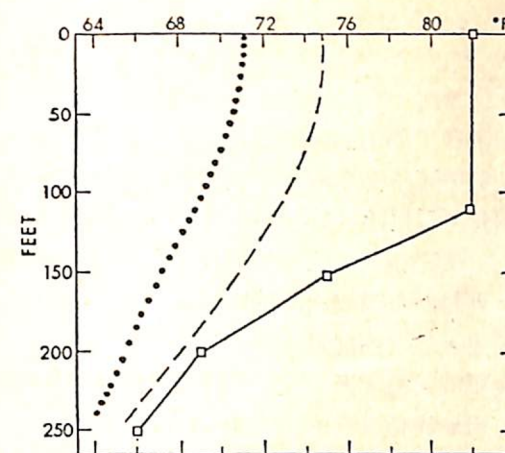
圖五、沿香港及新加坡間航線，在8°N及20°N間所作之船舶觀測報告時間緯度分析(參閱圖八)。(a)圖示風，實線與短劃線表風向及風速(kt)之時間關聯，勿與氣流線或等風速線相混。風速30kt以上之細圖略去，「三」表示觀測報告有霧。(b)圖示表面溫度°F。

份溫度分佈狀態中間值，符合於Wilma後所紀錄的最低表面溫度。假定上湧對Trix後75°F，及Wilma後71°F為可靠的最低表面溫度，並且兩颱風強度相等，則得圖六假設的曲線及結論為每一風暴自表面以下150呎携水上升，較Leippe: (1967)及Landis與Leippe: (1968)所發表，較強及移動較緩慢之颱風影響深度少50呎。上湧的深淺，是強度與

作用於水柱上風應力的持續時間之函數。

在1952年中Wilma以後，不再有風暴通過南海。然而，直至11月15日，14°N及15°N間表面溫度，停留在80°F以下。

(四)後隨軌跡颱風Wilma：當Trix與Wilma襲擊菲律賓羣島時均為大型，強度相等的颱風，Trix在南海重行加強，Wilma亦或如此。兩架成為一組的

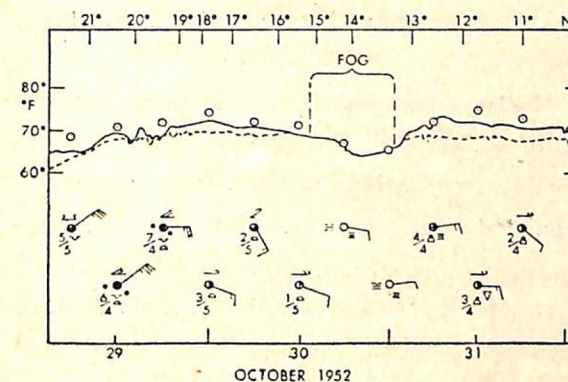


圖六、以14.5°N, 112.5°E為中心一度平方內，十月份所作之海洋探測。實線為7次探測之中間值；短劃線為Trix及點線為Wilma後之假設剖面。

颱風	風	周圍海面溫度(°F)	最大風(KT)	颱風眼表面氣壓(mb)
Trix		79	100	970
Wilma		75	110—115	980—983
Ooyama(A)		81.5	120	940
Ooyama(B)		78	80	970

表二、在南海Trix及Wilma颱風中飛機偵察測量與Ooyama之數值颱風模型(1969)之比較。

圖八顯示此期間中表面溫度的分佈狀態，及霧在先前的空氣軌道中形成。在表面溫度低於露點的廣大區域中，另一艘船報告有霧，但其他兩艘則否。



圖七、H.M.S.獨角獸號在香港及新加坡之間航線上所作之觀測報告。6小時天氣觀測報告如常法表示，實線為乾球溫度及短劃線濕球溫度之連續紀錄，表面溫度以圈點表示。

飛機偵察隊，在23、28、24、29日指出(圖四)，與Ooyama的數值颱風模型對照，其強度差異很小(表二)，其中較小的表面溫度差異，與之相伴有巨大的強度差異。

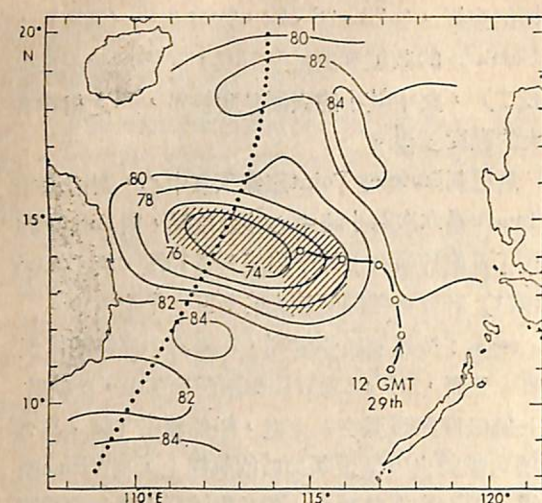
馬尼刺Sangle Point艦隊天氣中心，對南海中Wilma作過六次24小時中心移動預報，對Trix軌跡，其「垂直於軌跡」的平均誤差為10哩，較Brand (1971)計算後隨間隔較大的颱風之平均為小。

(四)霧：按照氣候學書刊，在南海中部霧的情況不明。然而，在Trix及Wilma兩者軌跡中，冷軌跡水上微風携來暖濕空氣之處，船舶報告了霧。H.M.S.獨角獸號自香港至新加坡的航線上，在Wilma颱風後一兩天穿過其軌跡。獨角獸號船上舉行的觀測如圖七所示，霧持續了十三個半小時，天氣仍然良好，雖然能見度有時降至50碼，但天空可以見到。

六、結論

借助此處報告的兩個實例研究，以支持Leippe:的颱風與海洋交互作用之模型，模型中部分重叠地帶，三種作用在進行着：氣旋式風中心區以下上湧，以外混合，更遠處下沉。變化數包含風的分佈，風暴進行速度，先前的混合層深度，及這些地帶的正確輪廓妨礙溫度差異陡峭之狀態。在颱風周圍下沉維持的表面溫度；軌跡南邊平流可能成為表面溫度上升之原因，上湧、下沉、及平流的合併，增加了表面溫度梯度，並且因此為海霧的發展決定了場所。

Wilma颱風史，顯示表面溫度不足以經常控制風暴強度，也不能重大的影響風暴運動，因Wilma沿Trix的冷水軌跡移動，並且保持其強度直到抵達中南半島。在上對流層空氣的流通，颱風眼內空



圖八、1952年10月30日06GMT至31日18 GMT 期間海面溫度(°F)，陰影區內露點超過表面溫度，短劃線為30日18GMT到達 H.M.S. 獨角獸號之表面空氣軌跡，點線為香港與新加坡間通常之船隻航道。

氣的下沉，及通氣的大氣環境可能也屬重要，表面溫度變化的影響，間或減少或無影響。數值模型可以試驗及此。

相隔數天的兩個颱風在相同的軌跡上移動，較單一颱風更顯示海洋與大氣交互作用的性質，當太陽的熱量可以更迅速的恢復正常時，合成的海洋溫度變化，或許在秋天較夏天維持更久。自1883至1900年，九月份有四對相配的颱風，十月及十一月份各有五對，最近的則為1970年10月在南海中的。電視傳真雲圖，海洋及高空的探測，與船舶觀測報告一樣可用於此種成變的研究中。

(譯自1972年12月英國天氣月刊484—494頁)

本文參考資料

- | | | |
|--------------------------------|------|---|
| Bland, S. | 1971 | The effects on a tropical cyclone of cooler surface waters due to upwelling and mixing produced by a prior tropical cyclone. <i>J. Appl. Met.</i> , 10, pp. 865-874 |
| Carlson, T.N. | 1971 | An apparent relationship between the sea-surface temperature of the tropical Atlantic and the development of African disturbance into tropical storms. <i>Mon. Wea. Rev.</i> , 99, pp. 309-310 |
| Fisher, E. L. | 1958 | Hurricanes and the sea-surface temperature field. <i>J. Met.</i> , 15, pp. 328-333 |
| Hazelworth, J. B. | 1968 | Water temperature variations resulting from hurricanes. <i>J. Geoph. Res.</i> , 73, pp. 5105-5123 |
| Jordan, C.L. | 1964 | On the influence of tropical cyclones on the sea surface temperature field. <i>Proceedings of Symposium on Tropical Meteorology, Rotorua</i> , pp. 614-622 |
| Jordan, C.L. and Frank, N.L. | 1964 | On the influence of tropical cyclones on the sea surface temperature field. <i>Florida State University, Tallahassee</i> |
| Landis, R.C. and Leipper, D.F. | 1968 | Effects of hurricane Patsy upon Atlantic Ocean temperature, based upon radio-transmitted data. <i>J. Appl. Met.</i> , 7, pp. 554-562 |
| Leipper, D.F. | 1967 | Observed ocean conditions and hurricane Hilda, 1964. <i>J. Atmos. Sci.</i> , 24, pp. 182-196 |
| O'Brien, J.J. | 1967 | The non-linear response of a two-layer, baroclinic ocean to a stationary, axially symmetric hurricane: Part II. Upwelling and mixing induced by momentum transfer. <i>Ibid.</i> , 24, pp. 208-215 |
| O'Brien, J.J. | 1967 | The non-linear response of a two-layer, baroclinic ocean to a |

- | | | |
|----------------|------|--|
| and Reid, R.O. | | stationary, axially symmetric hurricane: Part I. Upwelling induced by momentum transfer. <i>Ibid.</i> , 24, pp. 197-207 |
| Ooyama, K. | 1969 | Numerical simulation of the life cycle of tropical cyclones. <i>Ibid.</i> , 26, pp. 3-40 |
| Palmén, E. | 1956 | Formation and development of tropical cyclones. <i>Proceedings of the Tropical Cyclone Symposium, Brisbane</i> , pp. 213-231 |
| Perlroth, I. | 1962 | Relationship of central pressure of hurricane Esther (1961) and the sea-surface temperature field. <i>Tellus</i> , 14, pp. 403-408 |
| | 1967 | Hurricane behavior as related to oceanographic environmental conditions. <i>Ibid.</i> , 19, pp. 258-268 |
| | 1969 | Effects of oceanographic media on equatorial Atlantic hurricanes. <i>Ibid.</i> , 21, pp. 230-244 |
| Riehl, H. | 1956 | Sea surface temperature anomalies and hurricanes. <i>Bull. Am. Met. Soc.</i> , 37, pp. 413-417 |

Why Blame the Weatherman?

By

Dorothy E. Leonard

- | | |
|---|--|
| Why Does The Weatherman Always Get Blamed
When You pick the wrong picnic day? | IT'S A FACT, he observes and reports what occurs. He doesn't MAKE WEATHER, YOU KNOW. |
| Why Does the Weatherman Always Get Blamed
If there are days golf you can't play? | IT'S A FACT, he researches the records for trends And reports what occurred long ago. |
| Why Does the Weatherman Always Get Blamed
If pilots encounter a storm? | IT'S A FACT, he forecasts there's a chance of hail Or if there will be a squall. |
| Why Does the Weatherman Always Get Blamed
If heavy fog rolls in some morn? | IT'S A FACT, he helps to warn everyone Should a tornado pay a call. |
| Why Does the Weatherman Always Get Blamed
If there's not enough snow to ski? | IT'S A FACT, he detects showers on the radarscope Sometimes tornadoes and storms are the case. |
| Why Does the Weatherman Always Get Blamed
If it's too hot or cold for me? | IT'S A FACT, he can spot a hurricane On a photo from outer space. |
| Why Does the Weatherman Always Get Blamed
When the skies are cloudy and gray? | IT'S A FACT, he keeps track of the satellite view Of storms beginning to sprawn. |
| Why Does the Weatherman Never Hear Praise
For a beautiful sunny day? | IT'S A FACT, he looks out for each one of us Serving us all from dawn to dawn. |
| WHY is it always we want what we want
At the moment we want it, too? | So, if you have any real complaints Ask God for a helping hand. |
| I've got a hunch, if we gave weathermen All
the credit that is their due, | But Please Don't Blame the Weatherman For weather you can't stand. |
| We'd surely APPLAUD THEM up to the skies
For the job they always do. | |
| We'd quickly fine out throughout every day
They are quietly serving you. | |