

民國六十九年早春惡劣天氣之分析

沈 哇

Analysis of Severe Weather in the
Early Spring of 1980

Hsi Shen

Abstract

Many reports about severe weather (i.e. tornados, thunderstorms and strong gusts) had been issued in the early spring of 1980. In the author's opinion, all these phenomena can not only be explained by the theory of frontal passage. There must be some other physical factors exist, and triggered.

Through the careful analysis, it has been found that there are several factors should be responsible for the severe weather. But among these, the author finds that the temperature trough of 700mb and the confluence of strong wind at different levels had owed there contribution to this severe weather phenomena. In this article, some fine designed synoptic structure diagrams have been used to demonstrate the author's ideal.

一、前言

本年度之早春，在天氣現象上非常的熱鬧：雷、雨、強風、大浪、海嘯，一波一波地川流不息，其中尤以3月4日到7日之間，所發生的天氣最為險惡。當時在西伯利亞，新疆省北部的大陸極地高壓，勢力突然增強，其脊線由東西走向，一分為二：一支打轉國北部出日本海；另一支則一路向東南奔行，直往華南沿海衝來，把原先逗留在華南的波動，一下子轉變為移動性的活躍鋒面，並迅速地斷裂向東移動出海。3月4日晚間台灣北部一片雷雨，風速強勁，像中正機場之最大陣風竟高達51Kts，彰化附近居然颶起龍捲風！但這些劇烈的天氣現象並非就此結束，在南海的海洋變性氣團勢力變強，旺盛的西南氣流，把海洋的暖濕空氣源源補進華南沿海，加上一股一股向南衝的北來冷空氣，使原先遺留在後段的鋒面轉強，帶着數個颱風向東橫行。同時又在華南地區新生一鋒面，嚴重天氣報告天天有。在3月5日大陸上出現冰雹，3月6日日本省北部雷雨陣陣，僅台北地區一日之間就發生了5次雷雨陣，害得觀測員直忙着發特別天氣報告。到了11時10分左右，台中大安海面海水暴漲，松柏漁港平靜的海面，突然吹起一陣強風，掀起浪高丈餘，排山倒海般，若海嘯一樣地衝向海岸，不獨造

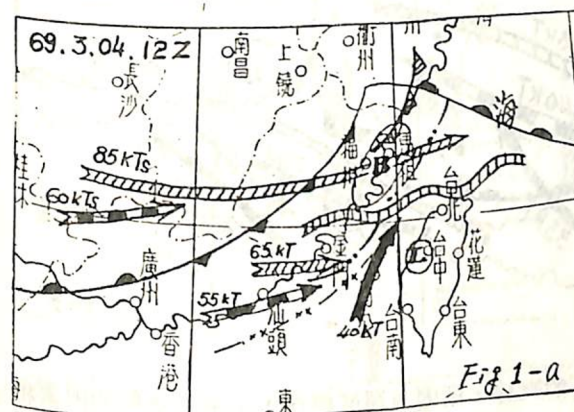
成財產上的損失，亦造成了生命上的傷害；11時35分，大風吹到桃園，桃園陣風突增為44Kts。這些劇烈的天氣現象，就如是一般一直維持到3月7日，華南鋒面北抬；巴士海峽停留面遠離時，才告緩和。面對這幾乎是一連串的嚴重天氣現象，若僅僅以鋒面過境來做一個註腳，似乎有欠完美！是故，乃嘗試加以較詳細的分析，以究其理。

二、天氣系統分析

由圖1-a，時間是3月4日1200Z，在馬祖地區出現了一個氣泡高壓，它的上空中層700MB有個小短槽，以及高層有500MB強風軸正通過其上方，颱風發展成熟後，便順著高層500MB強風軸的導引，離開了它的源地向東移動。到了台灣北部外海，它遇到500MB的風切線，該風切線的區域正屬輻散場，象徵着在該處有垂直下沉運動發生。於其南面，則有850MB、700MB與500MB各層的強風軸相匯集，同時各層次的強風軸在定點垂直結構上看，風向由底層向上順轉，風速亦由底層向上增加，為強盛暖平流形式，加強了垂直運動的發展，而且850MB強風軸更把海洋的濕空氣送進了絕對不穩定的融爐中，使原已接近衰退期的颱風又重新旺了起來。21時30分，台灣北部便起了大風：台北33Kts、桃園26Kts、中正機場

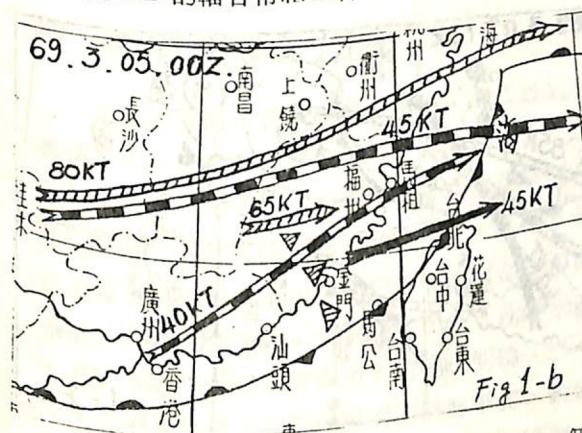
51Kts、新竹40Kts，接着便是一場大雷雨，雷

符號說明：			
	SFC 風線		700MB 高度槽
	SFC 鋒面		700MB 溫度槽
	850MB 輻合線		700MB 強風軸
	850MB 溫度脊		500MB 強風軸
	850MB 強風軸		500MB 風切線



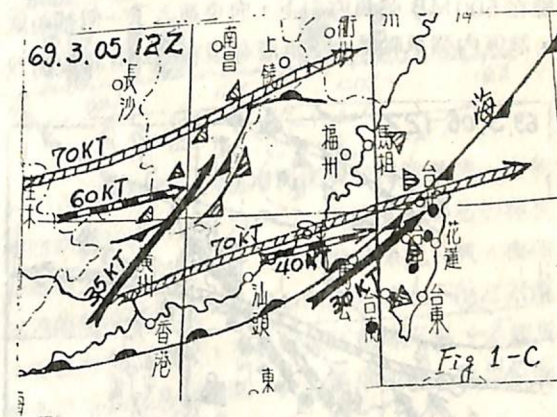
雨一直向南影響到台中地區才稍歇。

時至3月5日0000Z，見圖1-b，700MB的輻合帶雖仍在馬祖地區，但是各層的強風軸普遍北抬，500MB的風變線減弱已不明顯，其位置約略與700MB的輻合帶相重合，但整個大氣的不穩

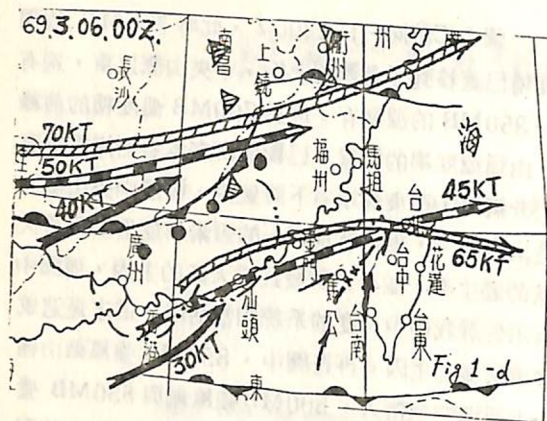


定狀況仍就潛伏着並未消失。此時700MB有一個溫度槽線位於金門附近，且正好有一強風軸由其後面正對着溫度槽吹來，此700MB的溫度槽甚為重要，它實為3月6日一連串雷雨天氣的觸機，由於它的介入，方導引了絕對不穩定的旺盛發展，造成了爾後一連串的嚴重天氣。

圖1-c為同一日1200Z，此時700MB的溫度槽已東移到了台灣的上空，中央山脈以東，適有一850MB的溫度脊，位於700MB溫度槽的前緣，由這溫度場的配置，已顯示出在本省西岸有垂直上升氣流，在東海岸有下降氣流，雖然中央山脈亦是成因之一，但此時地形上的因素只能增加嚴重天氣的發生率，並不是誘發嚴重天氣的主因，而圖中所示告訴我們中尺度的系統相當活躍，這才是造成嚴重天氣的主因。再查圖中，850MB強風軸由西南方把濕空氣帶入，500MB強風軸與850MB強風軸正巧在台北上空匯合，他們在風向風速上的配置，也是最有利嚴重天氣發展的形勢，於是雷雨胞便一個接一個的像一家族般生成，也為台北盆地在次一日之間帶來了五場雷陣雨。另外，在華南有一鋒面雖是初生成，但是其生成的環境却不簡單。在此系統中700MB的槽線超前，且溫度槽剛巧移到低層與高層強風軸的交會處，使這初生之鋒面及天氣至為劇烈，整個環流四週內全是一片雷陣雨，在廣州的東北方並有冰雹天氣產生。

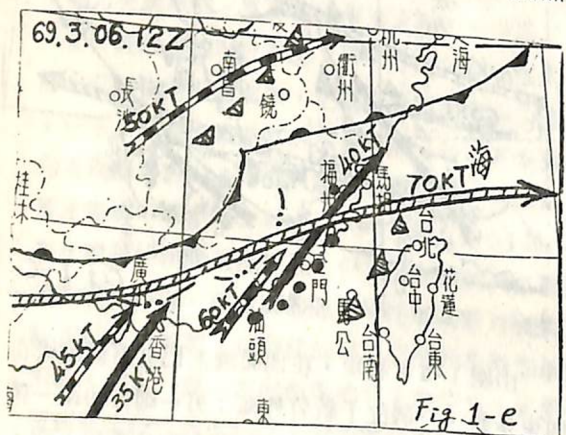


由圖1-d可發現，在地面圖上已有兩個颱風在向東移動，一個位於新竹外海；另一則在汕頭一帶。由強風軸的配置來分析，新竹外海的颱風上空，有中層與高層強風軸交匯，低層850MB風速較弱只有15Kts，但在台灣西岸外海却有一850MB的輻合軸，垂直的發展與水汽的補充仍不慮潰乏，幾個因素的攪合，使原已在消滅中的颱風，重新獲得發展，又回到了成熟期，三個小時後，北部開始下雨，而中部則因下衝風(down burst)作用引起了強風與巨浪。



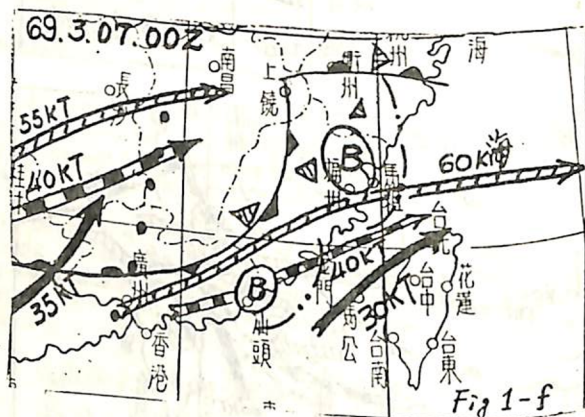
另在汕頭，香港一帶的颱風線，由於各層次強風的匯聚，不但勢力不會減弱，而且會受到500MB層強風軸的導引，東行影響到本省，尤其是台北盆地。隨後在華南的鋒面背後又有一新的700MB溫度槽接近，將使原已天氣現象較強的鋒面，又再觸發嚴重天氣，其颱風線未來將發展是可預料的。是以誠如前文所述，惡劣天氣就像一個家族般，一一上場至為可觀。

至061200Z時(圖1-e)，在汕頭以北的颱風線在500MB強風導引下，向東進入了一個補給區，該區內強風軸匯合，低層有暖脊，均有利於劇烈

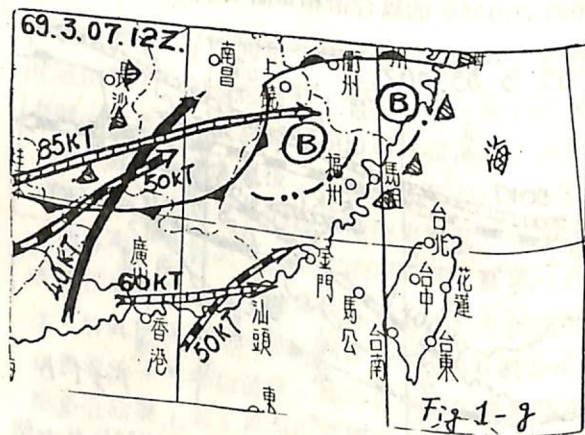


天氣發展，但是700MB的溫度短槽此刻已略微超前，所以在天氣現象上，已大為減弱。另外，在香港地區的颱風線發展值得我們注意，因為在環境上及地形上幾個條件對它的生成甚為有利，像低層與高層的強風軸正在它的上空，海洋的空氣進入大陸，以及溫度差異、地形效應等均將使其勢力更形增強。

至7日00Z時(圖1-f)系統配置已不若前數張般激烈。首先在各層的強風軸配置上，匯流已不在台灣的西邊，而在台北的東邊，同時700MB上的溫度槽與700MB的強風軸並沒有相伴而生，亦即700MB溫度槽的動向未能與700MB的強風流向配合行動，所以在金門、汕頭一帶的颱風線，未來的發展有限，只能影響到金門與沿海，但馬祖地區



區的颱風線，則因有溫度槽伴生，雖強風軸的因素稍弱些，仍為本省北部、東部帶來了多次雷陣雨。同時，鋒面的位置由於北來冷空氣略為中斷，南侵之勢不再，位置略為北抬，亦使惡劣天氣的溫床遠離本省附近，轉到了大陸內陸廣州以西，整個嚴重天氣將開始減少。

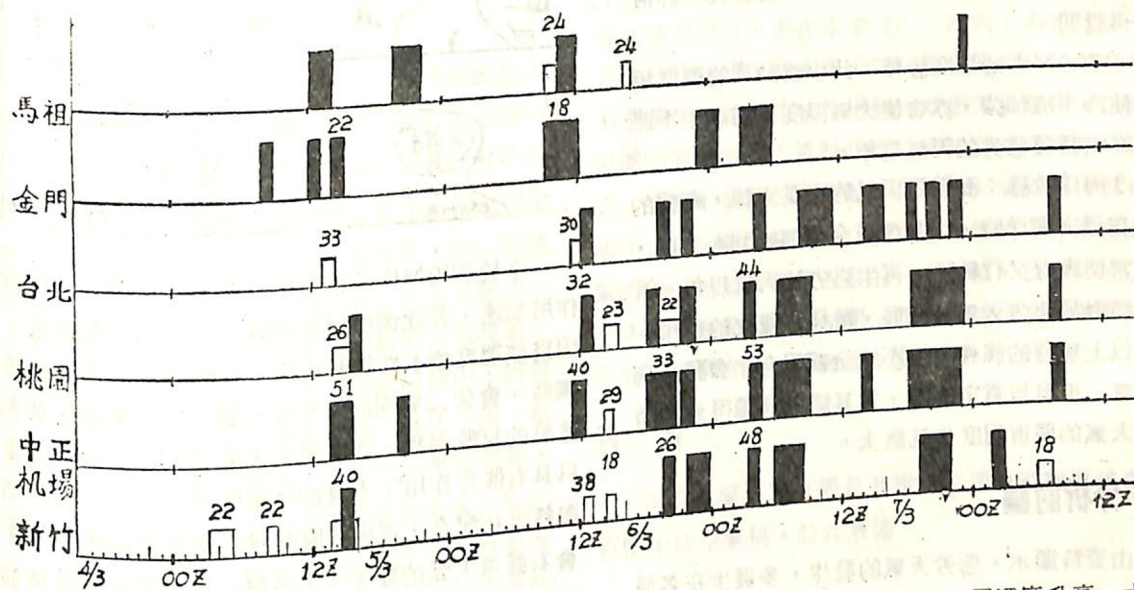


至7日12Z(圖1-g)鋒面北抬後，各層次的強風軸風速減小，在面前各強風軸已不易分析出來，福州以北的颱風線位置處於700MB溫度槽的後方，於是暖平流在中層，垂直對流減弱，可見這兩個線的發展機會並不大。相反的，在廣州的北方，將

要有另一個惡劣天氣系統要發生，因為中層溫度槽，各層次強風匯流、底層的強風由暖濕的洋面進入大陸等有利因素都在同一地區且正在聚合，所幸的是它離本省太遠，影響不到本省，於是連日來的暴雨惡劣天氣終在此時告了一個段落，天氣完全好轉。

三、惡劣天氣出現過程

茲將3月4日到3月7日惡劣天氣發生的情況



四、惡劣天氣的成因分析：

在天氣圖分析與系統圖分析中，筆者以為下列幾個原因，是造成一連串惡劣天氣的條件：

1. 溫度平流：即在高層與中層要有冷平流，尤其是中層有溫度槽移入時，效果尤佳，垂直溫度場的改變，可造成垂直對流的發展，大氣從而變得不穩定，容易形成颱風線，帶來惡劣天氣。此時如低層(850MB)有暖平流則現象將更為明顯。

2. 濕度平流：各不同層次的濕度平流，影響到水垂直結構上濕度的分佈，由於濕度上的不連續，水汽間的蒸發與凝結，賦予了大氣一個擾動的契機，從而帶動整個次環流垂直對流的旺盛發展。就嚴重天氣而言，低層的暖平流，可使抬舉凝結面(LCL)與自由對流面(LFC)降低，即潛在的不穩定性增大。

以表列於后，供做參考。表中陰影方塊表示當時發生雷雨等惡劣天氣，中空方塊則表示有大風出現，表中標示的數值則為發生大風時出現的最大陣風值，直座標表示各個測站，橫座標則為逐時時間軸。由表中所示，這四日之中當以3月4日12Z、3月5日12Z與3月6日00Z三個階段的天气較為嚴重，不但有雷雨，而且還有極為強勁的大風伴生。而海嘯的發生就是在3月6日11時10分左右發生的。現將惡劣天氣的成因分析於後。

3. 輻射作用：白晝增溫使底層溫度升高，大氣中空氣塊可自由上升到CCL層高度，潛熱的釋放，增加大氣的不穩定度，容易形成惡劣天氣。夜間雲頂輻射冷卻加速，在雲中內部造成上下垂直對流，促成對流的發展，亦會形成雷雨等天氣，這種現象多發生在海島型地區，大陸沿岸地區，發生時間在海島型地區多在凌晨時分。

4. 水氣蒸發與凝結：水氣蒸發與凝結，潛熱的釋放與吸收，使大氣在位能上產生了變化；凝結的水滴下沉運動又提供大氣在垂直方向的動能，不但有利於當地垂直對流的發展，而且是惡劣天氣發生的主要能源。

5. 大幅度的垂直運動：一般而言，惡劣天氣的發生，需要較高的高度讓其發展。最少高度要在三萬五千呎，在這樣的高度中，若沒有大幅度垂直運動支持，把中上層的動能傳送到底層來，他的發展

將受限制，無法旺盛發展，亦無嚴重天氣的伴生，但地形等因素的影響，却可使雷雨的發展高度低於三萬五千呎，即可發生。

6. 機械力作用：如山岳的抬升作用，或快速的冷鋒，冷空氣爬升到暖空氣的上方，以機械力的作用，來啟動大氣的垂直對流。

7. 各層次強風軸的滙流：筆者認為這個條件是啟發惡劣天氣的主因，前述的各個原因都是提供惡劣天氣發展的條件，但強風軸的滙流條件却把這些條件串連在一起，像啟動效應般，一觸即發，詳情容後再說明。

8. 700MB 的溫度短槽：此小波動型的溫度短槽能使冷平流加強，亦會使大氣濕度分佈產生不連續，從而誘發惡劣的天氣現象。

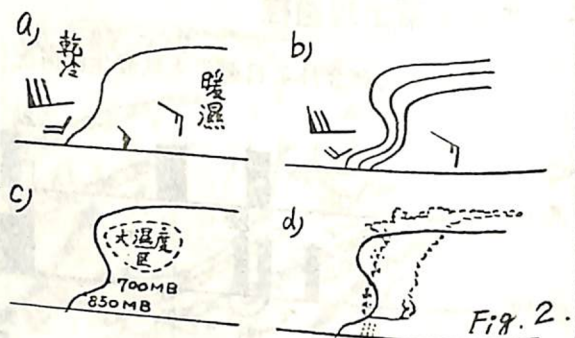
9. 海洋效應：海洋是濕氣的主要來源，颱風的發展在通過海洋時，尤其像經台灣海峽到本省時，海洋常使颱風又行轉旺，再生惡劣的天氣現象。所以海洋對於惡劣天氣的發展，應具有催化的作用。

以上種種的條件，並不須全部配合才會發生惡劣天氣，但可以肯定的是，當其條件具備得愈多時，其天氣的嚴重程度也就愈大。

五、分析討論：

由資料顯示，惡劣天氣的發生，多發生在各層次的強風軸滙合處，且其風向是自底層往高層順轉，風速由底層往高層增加。當這滙流發生在二個不同氣團間如大陸極地高壓與太平洋高壓之間，或與鋒面相伴生時，風切的作用會使二氣團間的濕度不連續變得越發顯著，最後會在高層的上空出現一個最大濕度區，中層的乾空氣脊向濕空氣區擠入，成了一個凹狀面，如圖2所示。這時高層的濕空氣因為上升冷卻開始凝結，水滴垂直下落，在經過中層的乾空氣時，水滴被迫蒸發，中層的乾空氣因蒸發作用熱量被水汽吸收，溫度下降接近了露點溫度，中層的空气也因之而近了飽和，此時在大氣的中高層均有冷平流出現，整個垂直溫度場的改變，隨引起垂直對流運動。可是在中層的水汽蒸發作用並未消失，仍然存在，高層的水汽由垂直下沉運動源源輸入，使蒸發更形加速，於是整個大氣也越形冷卻；同時高層的水滴下降運動把高層與中層的動能往下

傳送，傳到地面來，這種下衝風作用，使底層的空气變得極端不穩定，大氣為了重回平衡，於是在下沉運動的四週產生了上升運動，把底層的濕空氣再送回到中高層，重複以上的過程，使中高層的空气繼續冷卻，乃至於下衝風的溫度可低到冰點溫度，冰雹等惡劣天氣形成，若此冷卻過程持續的越久，則所發生的嚴重天氣也越險惡。



至於700MB的溫度槽效應，在使中層的冷卻作用加速，若此溫度槽是由鋒面的後方向前進，因為該溫度槽本性就較乾冷，與暖濕的海洋大氣接觸時，會使二氣團間條件性不穩定的大氣產生如前述般的反應過程，造成惡劣天氣現象，但這項因素只具有催化作用，本身的啟動性並不太強，它必須與鋒面相配合，或與各層強風軸滙流處相結合，才會有嚴重天氣的發生。另值得一提的是該溫度槽並非指大系統的溫度槽，而是指局部性的小溫度槽，因為大系統的溫度槽是伴隨700MB的高度槽移出，大氣秉性乾燥，不獨中層如此，高層亦如此，在沒有水汽的支援下，惡劣天氣是無法產生的。

另外討論到海洋的因素，海洋本身就是一個非常奇特的因子，它具有豐沛的水氣，溫度變化較陸地為小，每日的海陸風變化，在夏季就已足夠產生海風鋒面型的雷雨天氣，加上本省的地理環境特殊，四週均是海洋、島中央有中央山脈，西邊的台灣海峽又有漏斗型效應，只要本省在暖區中，或是在太平洋高壓控制之下，海陸風的作用就特別顯著。在今年早春的幾個例子中發現，海洋對早春的雷雨，也有他的作用，當時鋒面正徘徊於大陸沿海與華中地區，大陸極地高壓與太平洋高壓的勢力互有進展，鋒面偶爾過境一次，但大多時均停在華南，使本省籠罩在海洋性高壓的前緣，此時如果有850MB的輻合軸由南向北通過台灣海峽，中高層又有強

風軸滙流配合，便把海洋的濕空氣送上了高層，於是惡劣天氣乃隨着垂直對流發展而告發生，像69年3月6日00Z的情況，正是如此。（請參閱附圖1-d），當時底層的輻合軸正好在台灣海峽，由南向北輻合，同時在台北上空又有500MB的風切，於地面又有一颱風線存在，於是劇烈天氣立即加著，其後所發生的惡劣天氣就導因於此。論其海洋之影響，乃在催化加速之用，只是海洋的效用，也只在催化之功，它並不能夠成為基本的啟動條件。

六、結語

綜合以上討論，再回視歷年來早春時節的惡劣天氣，吾人可發現，這一次的嚴重天氣並非是獨一的，就像彰化的龍捲風現象，早在十年前就曾經發生過，據當地老一輩的長者回憶，在十年前也同是元宵節過後，彰化地區也出現過龍捲風，所以這種嚴重的天氣現象成因並不是偶然的，完全是經由一系列的因子串接在一起，觸發而引起的天氣現象，鋒面過境只是一個大特徵，其內在的組織中，尚包含有許多許多的因子，像溫度平流、濕度平流、輻射作用、水氣的蒸發與凝結、大幅度的垂直運動、機械力作用等，這些因子也許在平時的大氣中早已存在，並非特殊現象，但是當這些因子與各層次強風軸滙合，700MB小溫度槽伴生時，天氣現象的

參考

1. 戈文力譯，1965年，雷雨發展階段之特性及其電場活動，氣象預報與分析第廿四期。
2. 編輯室，1966年，劇烈地方性風暴內上升氣流之推論，氣象預報與分析第廿八期。
3. 鮑學禮，1970年，產生劇烈風暴——龍捲風之氣團及其天氣類型。氣象預報與分析等四十五期。
4. 鮑學禮，1972年，台灣地區龍捲風之研究，氣象預報與分析第五十期。

朝看東南黑，勢急午前雨

我國東方為海，為廣大之水氣源地，東南黑者雲厚而多也，主雨。以下幾種情況都有利於東南方的黑雲到達觀測者的頭上。(1)東南風下，雲雨隨風而至，(2)日間海風漸增，風雨隨至。(3)海陸摩擦不同，前者大後者小，因而會在沿岸形成輻合，雨量增多。這種情形的發生可分冬夏兩季略加說明。冬季北來風在沿岸左邊風大，右邊風小，因而發生

發生就如前所討論般立即旺盛地發展，絕不再是一般單純的降雨現象而已。同時這種不平衡的擾動將會一直持續，唯有當週遭的環境溫度與擾動區之溫度相同時，或是氣壓相當時，這種現象才消失。

因此在早春時節，當鋒面靠近大陸沿海徘徊時，吾人當留意下列幾個契子。(1)大陸冷氣團是否在南侵？各層的噴射氣流狀況，氣流走向？(2)各層的強風軸是否滙合在一塊？(3)700MB的小溫度槽或冷平流配不配合？(4)850MB、500MB的濕度夠不夠？如果這幾個條件都是肯定的，隨鋒面而伴生在大陸沿海時，則在未來12小時內，本省北部一定會有雷陣雨，吾人在天氣預報作業時，要考慮會有惡劣天氣的發生，及早發出嚴重天氣警報，以儘可能的減少惡劣天氣對我們造成傷害的可能性。總之，天氣的發展是多變的，同樣的天氣型態，却有着不同的天氣現象，所以如何能有效的掌握嚴重天氣的發生，是我氣象人員的一大心願，本文只是分析本年度幾個個案的結果，不足之處仍多，筆者衷心的期望學者先進不吝多指教。

致謝

本文承蒙李富城課長鼓勵，劉廣英師指導並在百忙中抽空審稿，特此致謝。

文獻

1. 象預報與分析第五十期。
2. 俞家忠，1972年，台北地區雷雨之研究，氣象預報與分析第五十期。
3. 林鞠情，1976年，高層冷平流與雷雨，氣象預報與分析第67期。
4. 美空軍氣象教材，1976年，嚴重天氣（Severe Weather）

輻合，將暖濕之海上空氣帶上岸。在夏季盛行風為氣旋式（沿海岸北吹），造成海水之上湧流，此種冷海水使上面的空氣形成一線而弱的反氣旋，亦使氣流自海上吹到陸上。

這句諺語對大陸東部沿海均有效。對本省就不盡然，這是受了中央山脈的影響。在高屏地區，夏季雷雨盛行時，午後常有所謂「下班雨」來自東方山脚，現象與東南黑類似，時間上就差的多了！