

## 台灣低壓氣候特徵與數值模擬之回顧

沈勢峰

空軍氣象中心

### 摘要

台灣低壓的發生與發展，可能伴隨局部低雲幕、低能見度、降雨及強陣風等危安天氣現象，類似這等爆發性旋生過程，對本軍任務執行將造成一定程度之影響，故對於其形成至發展過程中的特徵，作業人員應該要有所了解。透過統計資料，台灣低壓發生位置均在本省東至東北方海域一帶，且生成初期的氣壓值有 70% 比例是介於 1012~1019hPa 間，強度約有 83% 為輕度至中度等級，其發生與發展均與黑潮位置及海溫密切相關；而根據模擬結果，也證實了海溫梯度的強度與分布，左右了台灣低壓發生與發展的過程，氣海溫差提供自海面上傳的可感熱，形成初始的低壓擾動，透過潛熱釋放，低壓得以加強並發展，而冷氣團強度與地形對氣流的阻擋效應，在台灣地區的發生上也有一定程度的貢獻。

關鍵詞：台灣低壓、爆發性旋生

### 壹、前言

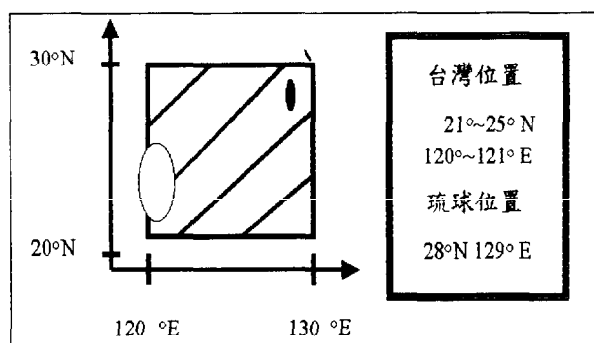
每年冬末春初是台灣低壓發生頻率的最高峰，尤以三月份為甚，但在作業流程中卻很少聽到有關台灣低壓的相關論述。即使國內有關台灣低壓的研究文獻並不多，但國外因爆發性旋生過程所引起的危安案例卻時有所聞。氣候資料顯示雖然台灣低壓大都生成在台灣東方海面上，隨後向東北移動並加深，似對本省天氣影響不大，但若生成位置靠近本省時，仍有出現局部大風、低雲幕、低能見度等危安天氣的機會。因此，在地面測站歷史資料並沒有被仔細解讀以前，仍應以較謹慎的態度來面對。本文選讀俞家忠(1980)與許武榮(1991)兩篇大作，分別從統計與模擬角度，探討了台灣低壓的氣候特徵與生成發

展過程，讓我們對類似天氣系統有了較明確的認識，非常值得作業人員參考引用。

### 貳、台灣低壓之定義

俞家忠(1980)年統計 1962 至 76 年間、十二至翌年三月的氣候資料，對台灣低壓所下的定義為：

一、於 120-130° E 與 20-30° N 範圍內(圖一)，至少有一封閉等壓線的低壓環流形成。



圖一：台灣低壓生成位置相關示意圖。

二、移入到上述範圍內的低壓。

許武榮(1991)以氣海間的溫度對比來說明台灣低壓發生及發展過程：

(一)當乾冷的大陸性氣團南下出海，低層空氣會與海面形成一強的溫度比，使低層大氣變的非常不穩定，大量可感熱及潛熱會經由對流過程由海面向大氣傳送，在此情況下，台灣東方或東北方外海常可觀測到中尺度低壓，而要維持明顯的氣海溫度對比，則相對較暖的海水溫度，即所稱的黑潮（暖洋流）的存在，就成為能量提供的重要因素，此區域的海水溫度在冷季仍可維持在 20°C 以上，成為了適合台灣低壓形成的環境條件。

(二)必須要具備有爆發性旋生的特性，也就是在 24 小時之內中心氣壓可下降達 24hPa 以上，方能被定義或稱之為台灣低壓。透過上述的定義，就位置而言，低壓必須形成於或進入台灣附近 10°x10°範圍內，方能被定義為台灣低壓，該區域氣海間具有強溫度對比，就發展過程而言，台灣低壓應具有爆發性旋生之特性。

參、台灣低壓的氣候特徵

台灣低壓的發生頻率、初期的氣壓分布、強度及生成位置均可藉由氣候統計分析其特徵，以下為其整理歸納後的結果：

一、發生頻率：

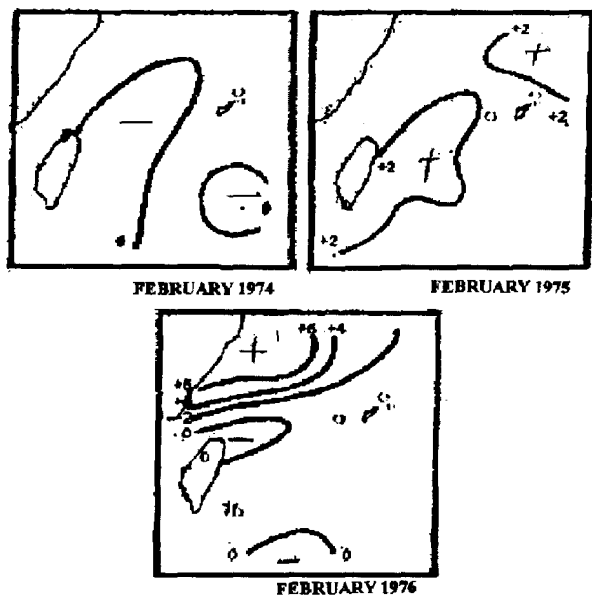
(一)在 15 年共計 225 個案中，每年的個案數目相差極大，極大值是 1966 年的 25 次，極小值則是 1967 年的 9 次，年平均為 15 次（表一）。

(二)月份比對結果顯示，在十二至三月份之間，個案發生的高峰值是在三月份，共有 65 次，月平均為 4.3 次；而一月則是台灣低壓發生頻率最低的月份，共有 47 次，月平均則為 3.1 次。

(三)為了瞭解發生年際變化的原因，由 1974 至 76 三年內的二月份發生個案數，比對過去 20 年（1948~67）的二月份海水溫度（圖二），結果顯示，發生頻率的年際變化是起因於海溫的距平變化，也就是當溫度略呈正距平時，則形成機會較大，形成個案亦相對增加，從 1975 年共計 7 次的個案數可獲得印證；而當海溫略呈負距平，或是溫度梯度過大（梯度指向西北，即西北高東南低時）形成機會與個案數是較偏少的（1974、1976 年均為 3 次）。

表一 1962-1976 年間台灣低壓發生頻率統計

	Jan	Feb	Mar	Dec	Total
1962	3	2	4	4	13
1963	1	3	3	3	10
1964	4	3	5	2	14
1965	2	3	5	3	13
1966	7	6	5	8	26
1967	2	3	1	3	9
1968	3	7	6	5	21
1969	6	6	8	0	20
1970	4	2	8	5	19
1971	2	4	0	5	11
1972	1	4	1	5	11
1973	3	3	4	2	12
1974	2	3	5	3	13
1975	5	7	5	4	21
1976	2	3	5	2	12
Total	47	59	65	54	225
Average	3.1	3.9	4.3	3.6	15



圖二 1974~1976 二月份之海溫距平圖。

二、發展初期氣壓分布：

有近 70% 的台灣低壓，最初的中心氣壓在 1012~1019hPa 之間（圖三）。這樣的特性對台灣低壓形成之初的判別上，提供了重要的參考資訊，若再配合環境特徵的診斷，如是否有低層的水氣輻合、斜壓不穩定及非絕熱過程等，對於台灣低壓迅速發展特性的掌握及可能伴隨的天氣變化，應能有一定的成效。

三、強度：

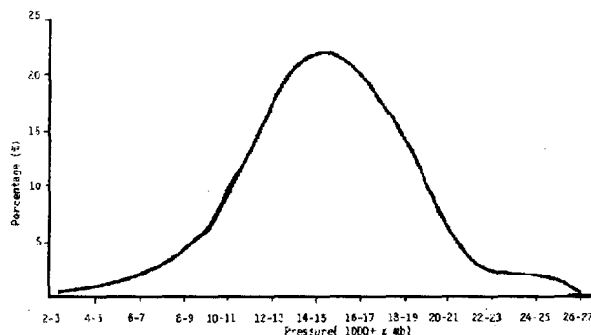
（一）強度分類：

依照氣壓日變差量，可區分為輕度、中度及強烈等三種不等強度的區間：

1、輕度(slightly)：日氣壓變差量 < 5hPa。

2、中度(medium)：5hPa ≤ 日氣壓變差量 < 10hPa。

3、強烈(intensely)：日氣壓變差量 > 10hPa。



圖三 初形成之台灣低壓中心氣壓分布頻率（1962-1976）。

（二）不同強度台灣低壓發生頻率：

在 225 次個案中，強度為輕度者為 116 次，中度為 70 次，達強烈者則僅有 39 次，其比率分為 52%、31% 及 17%（表二）；換言之，半數以上的個案強度僅為輕度，而輕度及中度合計達 83% 以上的比率，顯見除非在十分有利的環境條件下，台灣低壓很難發展到強烈之等級。

四、生成位置：

表二 1962-1976 年間不同強度台灣低壓發生統計

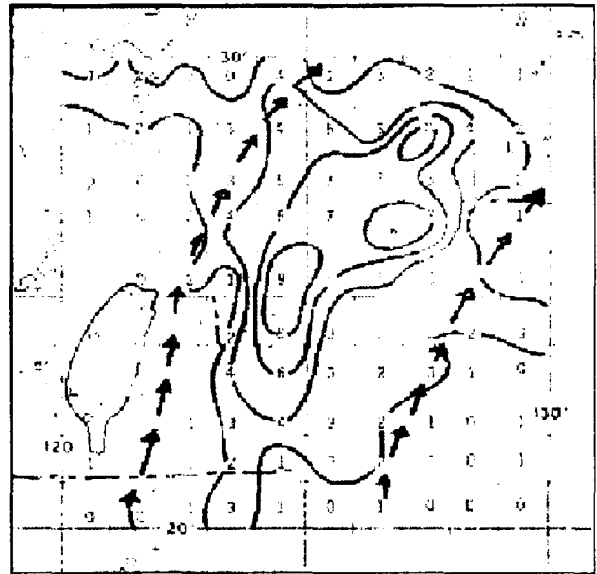
	Jan.			Feb.			Mar.			Dec.			Total		
	I	M	S	I	M	S	I	M	S	I	M	S	I	M	S
1962	1	1	1	1	1	0	0	3	1	0	2	2	2	7	4
1963	0	1	0	2	1	0	0	1	2	0	0	3	2	3	5
1964	1	2	1	0	1	2	2	0	3	0	2	0	3	5	6
1965	1	1	0	1	1	1	0	2	3	0	1	2	2	5	6
1966	0	2	5	2	1	3	1	0	4	0	5	3	3	8	15
1967	0	0	2	1	1	1	1	0	0	0	1	2	2	2	5
1968	1	1	1	1	0	6	1	0	5	0	2	3	3	3	15
1969	0	0	6	1	0	5	2	3	3	0	0	0	3	3	14
1970	2	0	2	0	0	2	1	2	5	0	3	2	3	5	11
1971	1	1	0	0	2	2	0	0	0	1	2	2	2	5	4
1972	1	0	0	2	2	0	0	0	1	1	2	2	4	4	3
1973	1	1	1	0	1	2	1	2	1	1	1	0	3	5	4
1974	0	1	1	0	1	2	1	1	3	0	1	2	1	4	8
1975	3	0	2	1	1	5	0	2	3	0	3	1	4	6	11
1976	1	0	1	0	3	0	1	1	3	0	1	1	2	5	5
Total cases	13	11	23	12	16	31	11	17	37	3	26	25	39	70	116
Percentage	28	25	49	20	27	53	17	26	57	6	48	46	17	31	52

台灣低壓的生成位置，絕大多數是形成於本省東方至東北方一帶(圖四)，並有沿著黑潮海域向東北方移動、並與黑潮路徑大致相符的傾向(圖五)，顯見黑潮在台灣低壓形成的機制中，佔有非常重要的角色，這一點更可從強烈台灣低壓發生頻率，與較大海溫梯度相符的情況獲得印證(圖六)；若平均之海溫值越高，形成台灣低壓之頻率也就越高，反之，則相對減少。統計又指出，85%以上的台灣低壓均是在黑潮海域被觀測到，而強烈台灣低壓的移動路徑，也與黑潮流動方向一致(圖七 a、b)，因此，從黑潮所提供的熱量，對於台灣低壓形成的機制有十分重要的貢獻。此外，在系統移速方面則顯示，較具強度的台灣低壓移速，往往是會略快於相對較弱之低壓系統。因此可以確定的是，對於海溫的觀測與追蹤是進一步掌握台灣低壓消長的重要關鍵。

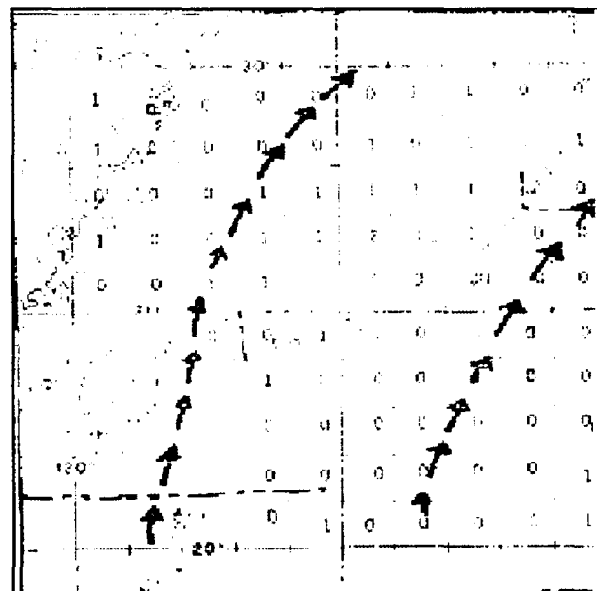
五、AMTEX 個案觀測結果：

(一)1975年2月13-14日的AMTEX，算是較完整觀測台灣低壓的實驗，讓我們有機會得以初探台灣低壓的特徵。由於AMTEX在時、空間上的資料密集特性，因此當低壓一形成(圖八)即被觀測網所捕抓到，它出現在花蓮外海上，12小時後(圖九)強度已明顯加深，並移至東海而成為一典型的東海低壓。而類似台灣低壓此等中緯度海洋氣旋過程，在國外已有相當多的研究報告，舉如英國的極地低壓(polar low)、日本的中尺度氣旋或東海旋生，以及美國的海岸氣旋

(coastal cyclone)，因為它們往往在極短的時間內，產生氣壓的急遽下降，因此所伴隨的天氣演變，也就相對地快速與惡劣。



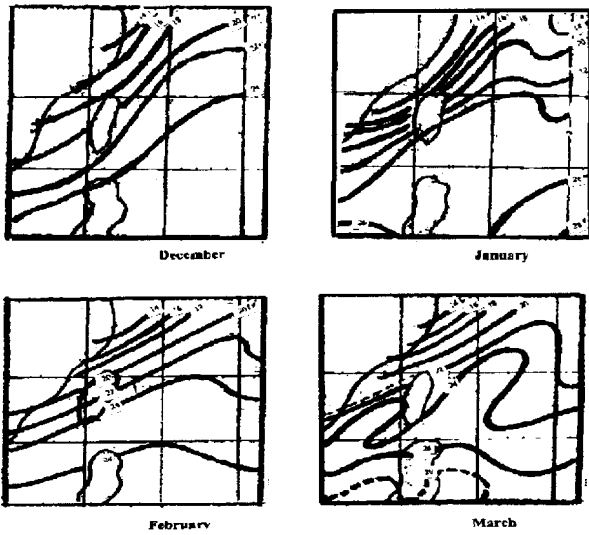
圖四 1962~1976年台灣低壓形成位置圖；實線為低壓發生頻率之統計。



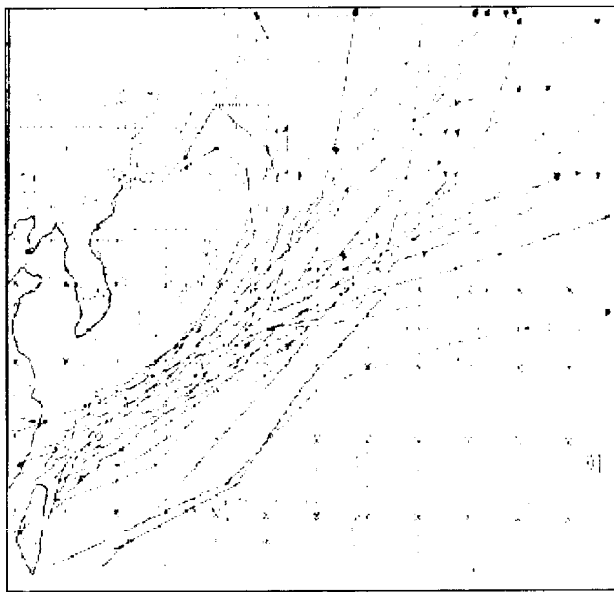
圖五 強烈台灣低壓的生成位置圖，箭頭處所指則為黑潮的邊界。

例如1978年9月9日發生在美國東岸

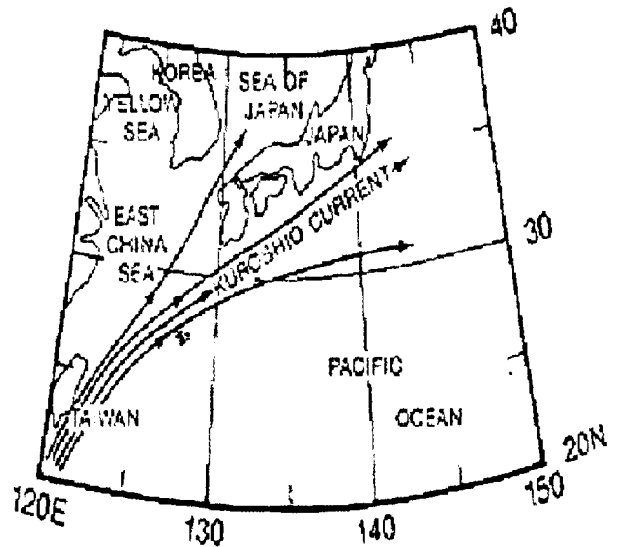
的QE2風暴，由於氣壓在一天內急遽下降達60hPa以上，因此所造成的強陣風幾乎可達輕度颱風的風力，並進而導致伊麗莎白皇后二號的毀損，這是最有名的爆發性旋生個案。



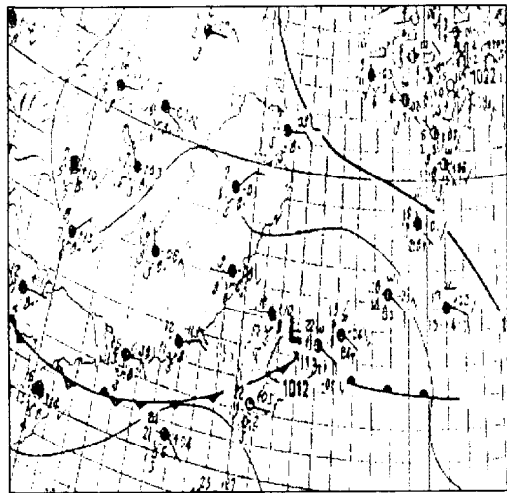
圖六 月平均海溫圖。



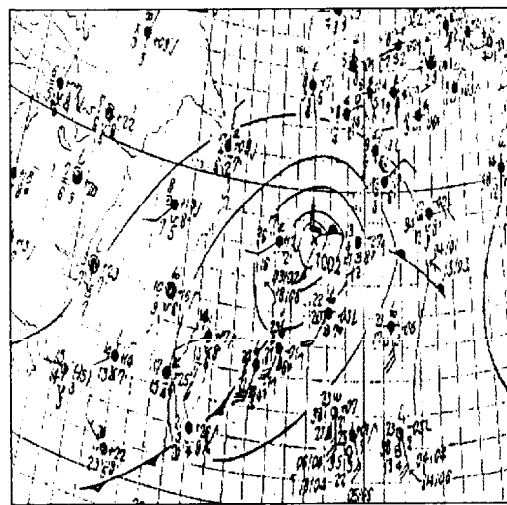
圖七(a)強烈台灣低壓運動軌跡路線圖。



圖七(b)黑潮移動路徑圖。

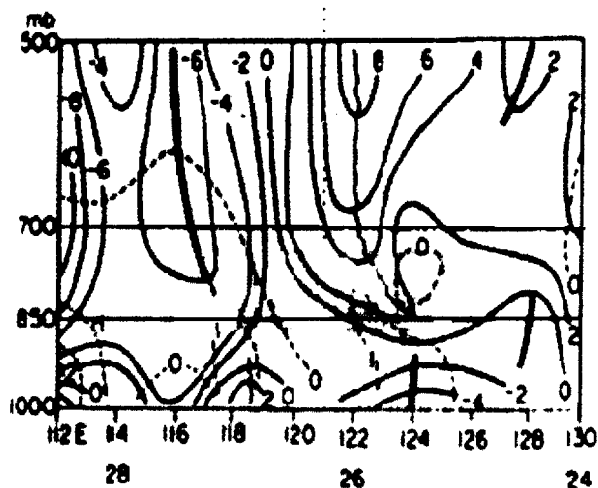


圖八 1975年(AMTEX)2月13日12UTC地面圖。



圖九 1975年2月14日00UTC地面圖。

(二) 西北西—東南東方向垂直剖面顯示(圖十 a、b)，台灣低壓初期僅為一淺薄的暖心低壓，但 12 小時後發展至 700hPA，溫度擾動亦超過 2°C 以上。儘管東海氣旋、台灣低壓及美國海岸低壓的源生地不盡相同，但它們均具有共同的特性，即初期暖心且非常淺薄、迅速旋生的地點都在冬季海面上，更重要的是，許多學者均認為，此等現象與海洋表面的熱量傳遞關係密切。



圖十 a 1975 年 (AMTEX) 2 月 13 日 00UTC 高空圖垂直剖面 (實線：高度變差虛線：溫度偏差)。

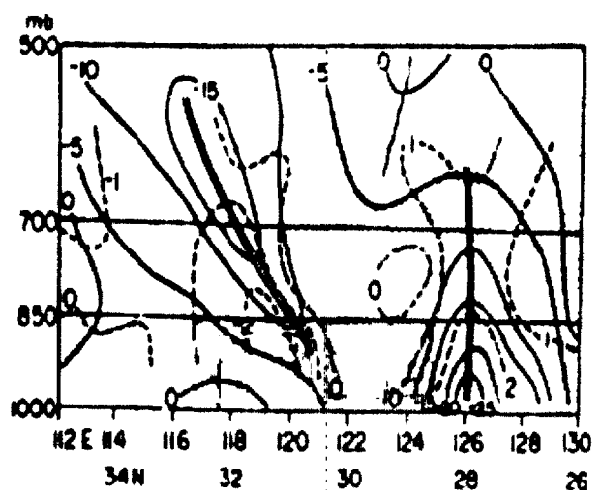
**肆、台灣低壓的數值模擬**

許武榮 (1991) 依據氣候值，將初始之海溫梯度設定為東北至西南向 (圖十一)，初始風場則由地表之東北風，向上逐漸轉為西風 (圖十二)，來模擬台灣低壓的發生及發展。在模擬結果中，有幾個非常重要的結論，分述如後：

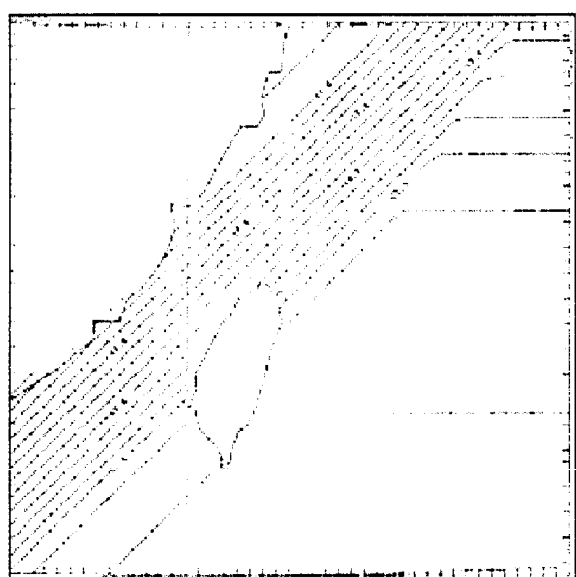
一、台灣東北方洋面上的熱通量 (與氣海溫差相關) 最大；意即氣海間的溫度

梯度大，海表面有更多的可感熱，可以透過對流、傳導及輻射等過程向大氣傳送，進而形成此區的不穩定機制，造就有利於台灣低壓的生成環境；而北面因海溫偏低，南面因氣溫較高，故熱通量均相對較小。

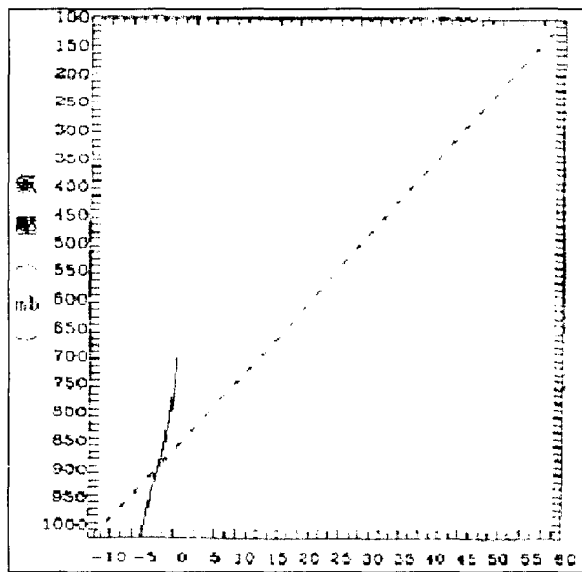
二、由於熱量的向上傳送，會使得台灣東方至東北方一帶的低層大氣溫度增加，進而有利於海平面低壓的形成。



圖十 b 1975 年 (AMTEX) 2 月 13 日 12UTC 高空圖垂直剖面 (實線：高度變差虛線：溫度偏差)。



圖十一 模擬台灣低壓初使之海水表面溫度。



圖十二 模擬台灣低壓初使之風場垂直分布。

- 三、低壓生成後加強局部輻合，有利於對流及潛熱釋放，提供低壓繼續發展的能量來源，而得以再次發展。
- 四、無地形的敏感度測試顯示，當台灣東北方海面上的風速，因無地形繞流作用而減弱時，造成熱通量減小，顯見地形阻擋在台灣低壓的生成過程中，有其一定的貢獻。
- 五、將海溫增加  $1^{\circ}\text{C}$  的敏感度測試顯示，水氣通量（與海表面水氣壓相關）明顯增大，因此對流得以發展較高；意即當海溫較高情形下，海表面的水氣壓相對較大，而氣海間的水氣壓梯度亦增大，故水氣通量亦隨之增大。
- 六、將冷氣團風速增大（增加冷氣團的強度）的敏感度測試結果，由於冷氣團強度較強，其溫度梯度大，產生較強的熱通量，低壓因此得以發展的更強。

## 伍、台灣低壓對台灣地區天氣之影響

如前所述，類似爆發性旋生的過程，可能造成如 QE2 風暴般的嚴重災損，因此對台灣低壓的掌握就顯的十分重要；國內相關台灣低壓的災變報告很少，對其所造成的危害，僅有少量定性的統計。一般而言，台灣低壓可以伴隨局部的低雲幕、低能見度及降雨等天氣現象，而強烈台灣低壓的加深過程，還可能伴隨強陣風出現，因為強烈台灣低壓發生及發展迅速，其潛在的破壞性不容小覷；在 1969 年 2 月 3~4 日一次強烈台灣低壓個案中，形成之初在北部地區，雲量會有漸增的情形、地面風力隨之減小、低能見度開始產生、並有晨濃霧及毛雨的發生，而持續時間約可維持 6-12 小時；伴隨冷鋒過後的典型天氣類型，如強陣風、低雲幕、低能見度及降雨隨後發生並擴及至全省，而劇烈天氣發生的持續時間則取決於寬廣的雨帶、伴隨低壓所發展的冷鋒走向，以及低壓系統的中心位置和移動方向等，平均上北台灣壞天氣約可持續 24-36 小時，而在中南部則可大略維持 6-18 小時之久（表三）。

## 陸、結論

由於台灣低壓的生成位置，大多在本省的東至東北部外海一帶，在觀測密度有限情況下，事前預判、掌握與守視有其一定的困難度，因此俞家忠教授的統計資，以及許武榮教授的數值模擬結果，著實能讓我們對台灣低壓有更近一步的認識與瞭解，相信對於台灣低壓及其伴隨天氣現象

的研判上，會有相當程度的助益。在冬季，台灣東方及東北方海域，仍然能夠藉由黑潮維持較高的海水溫度，透過可感熱與潛熱的交換，形成並加深低壓系統，甚至形成爆發性旋生過程，換言之，在台灣低壓的形成及發展機制中，海溫可說是扮演非常重要的角色，因此，了解海水溫度變化的趨勢，對於掌握台灣低壓十分重要；此外，冷氣團的強度影響氣海間的水汽通量大小，決定了層雲發展的深度，而地形阻擋的繞流作用，使台灣東北方海域熱通量增強，均對低壓的成長有正面貢獻，故大陸冷氣團南下後的低層流場變化也不能忽略。

### 柒、致謝

在今年本中心的第一次預報技術研討

會上，承蒙主任的悉心指正與指導，使得吾人在台灣低壓的觀念上有了更具體且正確的應有認知，亦非常感謝戴志輝預報長在全程作業上的指導，使得提報資料得以順遂完成，今日有此榮幸將此心得與大家分享，期望個人的淺見，能夠對各位同仁在從事氣象預報作業作為上有所助益。

### 參考文獻

- Yu, C. C., 1980: Some climatological aspects of Taiwan Low. *Paper Meteor. Res.*, **3**, 78-90.
- 許武榮、黃麗玫，1991：台灣低壓的數值模擬。大氣科學，**19**，131-147

表三 1969年2月3~4日強烈台灣低壓之影響個案統計表（上半部代表測站所在，左半部則依序為累計降雨時間、最低雲幕高及最大風向、風速值）

Station	Taipei	Taoyuan	Hsinchu	Taichung	c.c.k	Chiayi	Tainan	Kunshan	Pingtung	Hualian	Taitung	Makung
Duration of precipitation (Hrs)	24	42	20	7	11	8	12	10	17	15	16	18
Min. low Ceiling (ft)	600	400	500	3000	700	600	400	600	1000	1200	1200	400
Max. wind	NNE	NE	NE	N	NNE	N	NNE	N	N	NE	NE	NNE
Gust (kts)	27	24	23	36	45	18	40	30	20	34	24	45