

應用同步衛星資料在颱風移動方向之探討

呂貴寶 呂崇華 潘大綱 張培臣

空軍氣象中心

摘要

台灣的複雜地形造成侵台颱風中心位置與各地風力間之相關甚為密切，因此颱風移動路徑預測即為台灣防災工作中的重點之一。藉由各颱風路徑預報模式的建立，近年來在颱風移動路徑的掌握上已有顯著的進步；然而，侵台颱風之生成與發展均位於缺乏傳統觀測資料之洋面上，為了掌握颱風移動的即時性，應用時間與空間解析度均優於傳統觀測資料之同步衛星資料，對颱風路徑之預報應有相當助益。

衛星雲圖中的颱風雲系分布為颱風內各作用力的綜合結果表現，因此本研究乃透過雲圖中颱風雲系之分布特性找出其與颱風移動方向間之相關。

本研究分別將颱風由中心向外分為八個方位，分別計算各方位中之雲頂高度梯度及 24 小時平均雲頂高度梯度，並分析各方位中各參數與颱風移動路徑間之相關性；研究結果顯示若以利奇馬等六個侵台颱風為樣本，由即時衛星影像之雲頂高度梯度分析，西及西北方向移動之颱風預測準確度最好；若由 24 小時平均衛星影像之雲頂高度梯度分析，偏南行進颱風之預測準確度則獲得明顯改善。

關鍵字：颱風路徑、衛星雲圖、雲頂高度梯度

一、前言

颱風是台灣地區主要的天然災害之一，由於台灣位於颱風移動的主要路徑上，平均每年約有 6 個颱風影響台灣地區，因此颱風移動路徑預測為颱風預測中最重要的一環；另台灣複雜的地形造成台灣各地之颱風風力與颱風中心位置間具極密切之相關，此亦加深颱風路徑預測之重要性。

颱風之客觀路徑預測法計有利用氣候統計資料之 CLIPER、HURRAN、ARAKAWA 法及利用數值模式之 ANALOG、TFS 法等，由於數值模式與資訊系統的長足發展，各颱風客觀路徑預測之準確度亦有相當進步，然而颱風之生成與發展均位於缺乏傳統測站資料之海洋上，而各颱風客觀路徑預測模式一般均少有即時中心移動變化之資訊，尤其當颱風接近台灣時，即時的颱風移動預測對各地風雨估算即具相當的重要性；本文即應用空間及時間解析度均優於傳統測站之同步衛星資料，利用颱風與環境大氣系統間之作用力而產生颱風環流雲系分布變化，進而分析即時颱風移動之趨勢，以提供預測作業之參考。

二、資料與方法

颱風因各種環境場及內在之作用力而移動，颱風雲系之分布應受上述作用力影響而有所變化，故颱風行進方向上之作用力應與其他方向上之作用力有所不同，亦即由颱風中心向外各方位之作用力應各有不同，本研究以颱風環流雲系相對於颱風中心之雲頂高度梯度代表上數在各方位之作用力。

本文針對利奇馬等六個侵台颱風共 31 筆資料（如表 1）作雲頂高度梯度分析，研究期間各颱風之實際移動路徑如圖 1 所示，地面逐次颱風中心為

參考空軍氣象中心及美軍（JTWC）之定位資料，衛星資料為同時間之日本 GMS-05 同位衛星紅外線資料。

本研究共分為兩部分，第一部份首先將圖 1 中各颱風之各資料時間的實際移動路徑區分為 N、NW、W、SW、S、SE、E 及 NE 等八個方位，統計結果共可得到 18 筆 NW 方位、6 筆 W 方位、5 筆 SW 方位、2 筆 S 方位資料，同時將衛星影像以颱風眼為中心向外 15 個像元（約 75 公里）半徑範圍內找出雲系發展最高的一點，定義此點為颱風中心之雲高，並以颱風中心向外分為八個方位，即 N、NW、W、SW、S、SE、E 及 NE 等，另於每個方位中取距離颱風中心 20、30、40、50、60、70、80、90、100 像元等九個半徑，分別求得各半徑在各方位中的雲頂高度梯度，及各半徑範圍之雲頂高度差，由此梯度值比較與颱風實際移動路徑間之相關性。

本研究於每個半徑之八個方位中選擇雲頂高度梯度最大的前三個方位，定義為預測之可能移動方向，另再以此預報時間到之下一次資料時間中颱風實際移動路徑方向為實際颱風移動方向，作為預測颱風移動方向之驗證，而前述之最大三個雲頂高度梯度即為此移動方向之樣本，以此類推共可得 502 個西北行進樣本、166 個朝西行進樣本、128 個西南行進樣本及 55 個朝南行進樣本；由於颱風雲系分布可能非對稱，這會造成在各方向估算之雲頂高度梯度之相關比較上易產生較大誤差，因此本研究之第二部分即為計算每日之平均衛星雲圖，藉以減少因上述非對稱的颱風雲系分布而產生的誤差；本研究

因配合颱風定位資料，每日僅有 4 筆雲圖樣本，故此處之平均衛星雲圖為每日 4 個相隔 6 小時之雲圖平均值，同樣地，在此平均雲圖中亦同樣分別計算各半徑在各方位中的雲頂高度梯度，以分析探討其與颱風實際移動方向間之相關。

三、結果與討論

表 2 至表 5 為颱風實際移動方向中各方向之預報頻率，由表 2 及表 3 中顯示實際朝西北方向移動之颱風，其在西北方向上之雲頂高度梯度預測頻率亦為最大，實際朝西方向移動之颱風，其雲頂高度梯度預測頻率之最大值雖仍然位於西北方向上，但明顯減少，位於西方向上之雲頂高度梯度預測頻率僅略少於西北方，而值得注意的是東南及東方向上之雲頂高度梯度預測頻率較實際西北向移動颱風之同方向預測頻率增加許多。然而如表 4 及表 5 所示，實際朝西南及南方向移動之颱風，其在西南及南方向上之雲頂高度梯度預測頻率並非為最大，相反地，最大值仍然在西北及西方向上，不過其北向及西北向梯度頻率已明顯減少，而偏南向及東向之梯度頻率卻顯著增加。

綜合以上之分析可發現，若西北向之雲頂高度梯度預測頻率最大，且偏南及東方向之梯度頻率均相對較低，則颱風朝西北行進之可能性最大，但若偏南及東方向之梯度頻率相對增加，則颱風則有朝西方向移動之趨勢；另若偏南及東方向之梯度頻率大幅增加，甚至大於或幾近於偏北、偏西方向之雲頂高度梯度頻率，此時颱風則有偏西南或南方向移動之可能性。

圖 2 至圖 9 分別為利奇馬等六個颱風之日平均雲頂高度梯度在各方位變化圖，由圖 2 及圖 3 中可知利奇馬及瑪姬颱風之日平均雲頂高度梯度在西北及西方向最大，且超過其他方向甚多，由其 24 日 02 至 08 時及 7 日 02 至 08 時之西北方向實際移動路徑顯示預測與實際大致符合；圖 4 至圖 5 為碧利斯颱風於 21 日及 22 日之平均雲頂高度梯度在各方位變化圖，由圖中顯示碧利斯颱風之 21 日平均雲頂高度梯度在西北方向最大而 22 日之平均雲頂高度梯度在西方向最大，而其實際移動路徑均為西北方向，顯然 21 日之預測與實際相符，但 22 日之預測則與實際略有出入，不過在其預測半徑中 30 至 50 像元之平均雲頂高度梯度最大值仍然在西北方向，由此顯示各方位平均雲頂高度梯度與颱風實際移動方向間之相關似乎另與颱風中心距離相關；圖 6 及圖 7 分別為桃芝及奇比颱風之日平均雲頂高度梯度在各方位變化圖，由圖中顯示雖然在西北或西方向上之日平均雲頂高度梯度最大，但在其偏東方向上之日平均雲頂高度梯度卻顯著增加，即使預測結果與實際相符，但其中似乎顯示對於以此方法預測颱風移動方向前，應先對其造成影響之環境天氣系統

作必要的分類。

圖 8 及圖 9 分別為納莉颱風於 15 及 16 日之日平均雲頂高度梯度在各方位變化圖，與先前納莉颱風即時衛星資料分析得到的雲頂高度梯度最大的不同是其偏南及東方向之雲頂高度梯度值顯著增加，甚至較偏西及西北方向之雲頂高度梯度更大，顯然計算日平均雲圖以減少颱風雲系分布之不對稱性已達到初步成果；由結果顯示其日平均雲頂高度梯度最大值為其西到西北方向及其東南方向，雖然颱風實際移動路徑為西南方向，與預測方向不盡相同，但顯示偏南方向之作用力已顯著增加，換言之，此結果可初步推論為各作用力共同作用之結果。

本文為利用同步衛星資料計算颱風各方位之雲頂高度梯度，藉以預測颱風行進方向之初步研究，研究結果顯示預測與實際大致相符，尤其是偏西北或西方向移動之颱風，其實際與預測路徑具非常良好之相關性，而藉日平均雲圖計算各方位之雲頂高度梯度以預測颱風行進方向的方法亦可有效減少颱風雲系分布之不對稱性造成之誤判。

雖然本研究結果顯示已達初步成效，但仍然有許多值得進一步深入研究改進處，其一為樣本數不足，以致分析結果較不穩定，尤其在本研究中除了西北及西方向移動之樣本較多外，欠缺其餘方向之樣本，因此建立各方向移動之颱風樣本數即為後續研究必要的工作；其二為颱風分類，颱風之雲系變化與颱風強度及颱風大小間應具一定的相關性，故在分析計算各方位之雲頂高度梯度前應對颱風強度及大小作必要的進一步分類；由研究中另可發現任何實際颱風移動方向之雲圖中，其偏西北及西方向之雲頂高度梯度均較其他方向之雲頂高度梯度大，由於本研究中之颱風樣本均為生成於西太平洋之西行颱風，此結果似乎顯示與颱風移行類別相關，故後續之研究中基本上應區分颱風生成源地及移行方向，例如區分生成於西太平洋西行之西行颱風及生成於南海之北上颱風；本研究中利用每日 4 張雲圖求得日平均雲圖以減少颱風雲系之不對稱性，若能增加每日雲圖數量，最多計算 24 張，應更能改善颱風雲系之不對稱性，求得更準確之各方位平均雲頂高度梯度值。

誌謝

本研究之颱風定位及衛星資料均由空軍氣象中心提供，另對各級長官之指導，再此一並致謝，本研究部分由國科會 NSC91-2625-Z-072-001-AP1 支持下完成。

參考文獻

吳石吉、葉天降，1998：台灣附近颱風路徑特性與預報較驗。1998 年天氣分析與預報研討會，P. 304-308

黃康寧等，2000：1999年中央氣象局颱風路徑預報模式之表現與檢討。第二屆國際海洋大氣會議，P394-399。
 李清勝，1988：台灣地區颱風路徑之預報分析。大氣科學，16，P133-139。

Neumann,C.J., 1972：An Alternate to the HURRAN Tropical Cyclone Forecast System. NOAA Tech. Memo. NWS SR-62,32PP.

表 1：本研究之颱風個案一覽表

颱風名稱	資料時間	個案數
利奇馬	2001,09,23,08L,14L,20L 2001,09,24,02L	4
納莉	2001,09,15,02L,08L,14L,20L 2001,09,16,02L,08L,14L,20L	8
桃芝	2001,07,28,02L,08L,14L,20L	4
奇比	2001,06,22,02L,08L,14L,20L	4
碧利斯	2000,08,21,08L,14L,20L 2000,08,22,02L,08L,14L,20L	7
瑪姬	1999,06,05,02L,08L,14L,20L	4

表 2 實際西北向移動颱風預測各方向出現頻率

方向 半徑 出現頻率	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE
20pixel	11	17	11	7	0	4	2	8
30pixel	12	16	10	4	2	5	0	8
40pixel	13	15	7	2	4	7	1	7
50pixel	12	10	7	2	3	8	1	12
60pixel	10	14	9	2	3	5	2	10
70pixel	12	14	11	0	4	2	4	10
80pixel	11	16	10	1	1	4	4	7
90pixel	12	16	10	1	1	5	2	7
100pixel	11	17	10	2	1	2	2	9
總數	104	133	85	21	19	42	18	80
百分比(%)	21	26	17	4	4	8	4	16

表 3 實際西向移動颱風預測各方向出現頻率

方向 半徑 出現頻率	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE
20pixel	4	5	2	1	1	1	3	2
30pixel	5	5	2	0	0	2	1	3
40pixel	5	4	4	0	0	1	1	4
50pixel	3	5	4	0	0	2	1	3
60pixel	5	5	4	0	0	1	1	2
70pixel	1	2	5	1	2	4	3	1
80pixel	1	1	2	1	2	5	4	2
90pixel	2	3	3	2	2	2	2	3
100pixel	2	2	3	2	2	4	2	0
總數	28	32	29	7	9	23	18	20
百分比(%)	17	19	17	4	5	14	11	12

表 4 實際西南向移動颱風預測各方向出現頻率

方向 半徑 出現頻率	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE
20pixel	2	3	1	2	4	2	1	2
30pixel	0	3	3	2	3	2	0	2
40pixel	2	5	3	2	1	1	0	1
50pixel	3	5	1	1	3	1	1	1
60pixel	3	3	5	0	1	2	0	1
70pixel	3	3	3	1	1	2	0	2
80pixel	3	4	2	0	1	4	0	1
90pixel	1	3	2	1	2	4	1	1
100pixel	1	3	3	1	1	2	2	2
總數	18	32	23	10	17	19	5	13
百分比(%)	14	25	18	8	13	15	4	10

表 5 實際南向移動颱風預測各方向出現頻率

半徑	方向							
	N	NW	W	SW	S	SE	E	NE
20pixel	2	5	2	1	1	1	3	2
30pixel	0	5	2	0	0	2	1	3
40pixel	1	4	4	0	0	1	1	4
50pixel	1	5	4	0	0	2	1	3
60pixel	0	5	4	0	0	1	1	2
70pixel	0	2	5	1	2	4	3	1
80pixel	1	1	2	1	2	5	4	2
90pixel	0	3	3	2	2	2	2	3
100pixel	0	2	3	2	2	4	2	0
總數	5	10	14	2	5	7	9	3
百分比	9	18	25	4	9	13	16	5

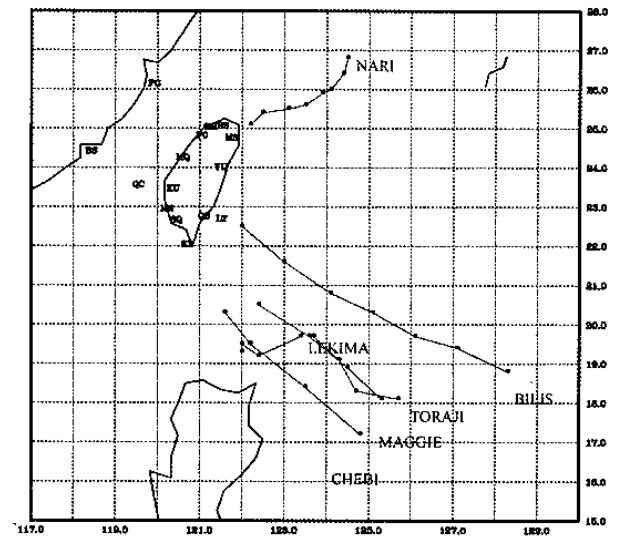


圖 1：本研究中各颱風樣本路徑圖

(pixel) 利奇馬颱風24小時平均衛星影像之雲頂高度梯度在各方位變化圖

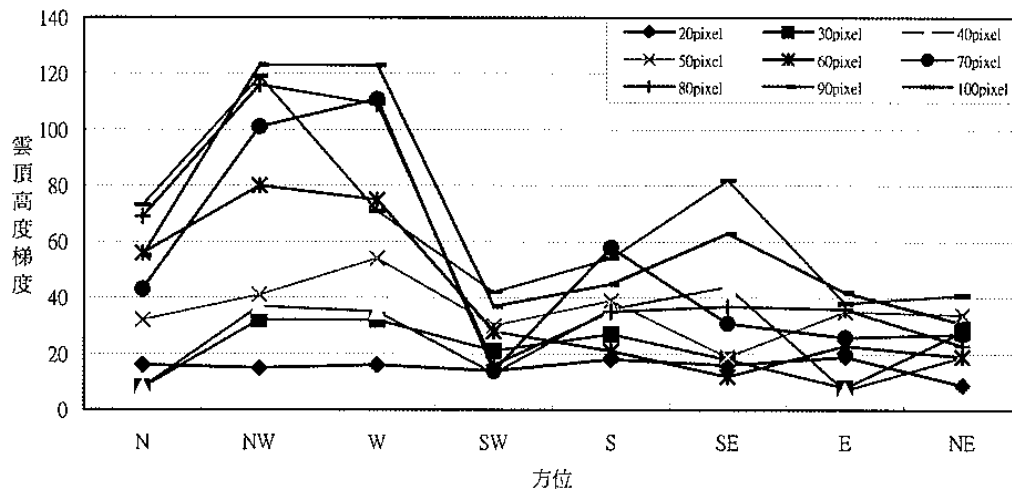


圖 2：利奇馬颱風 24 小時平均衛星影像之雲頂高度梯度在各方位變化圖

(pixel) 瑪姬颱風24小時平均衛星影像之雲頂高度梯度在各方位變化圖

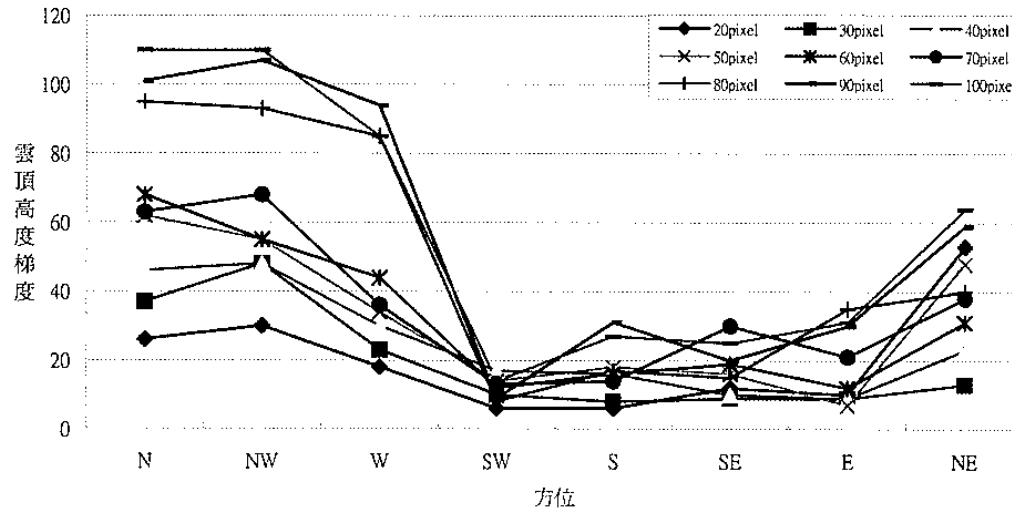


圖 3：瑪姬颱風 24 小時平均衛星影像之雲頂高度梯度在各方位變化圖

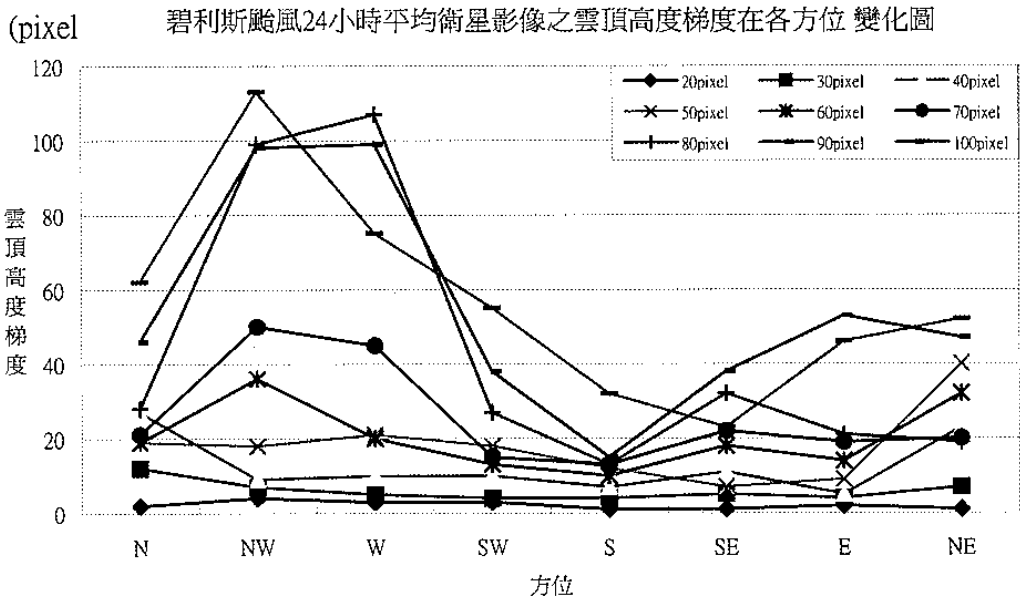


圖 4：8 月 21 日碧利斯颱風 24 小時平均衛星影像之雲頂高度梯度在各方位變化圖

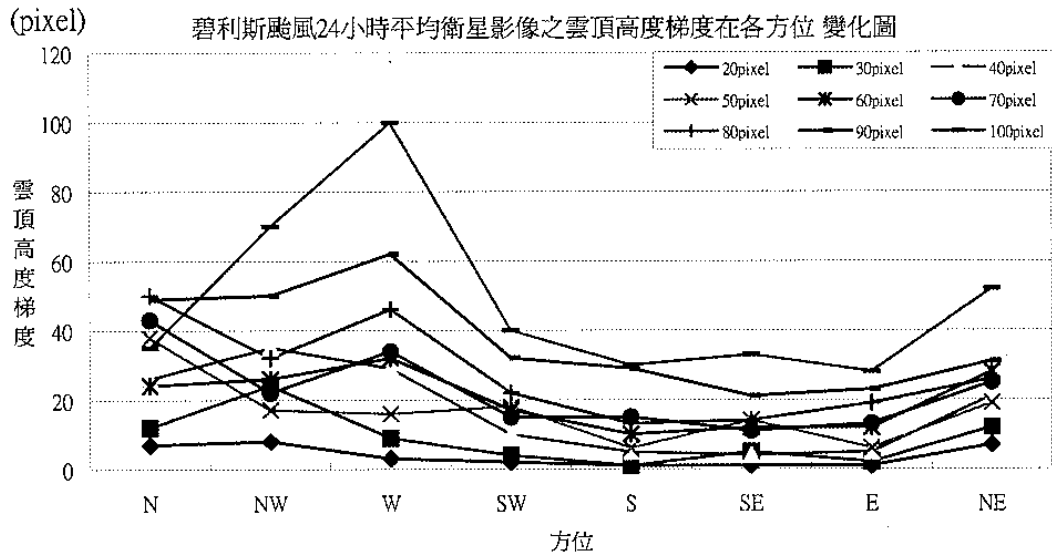


圖 5：8 月 22 日碧利斯風 24 小時平均衛星影像之雲頂高度梯度在各方位變化圖

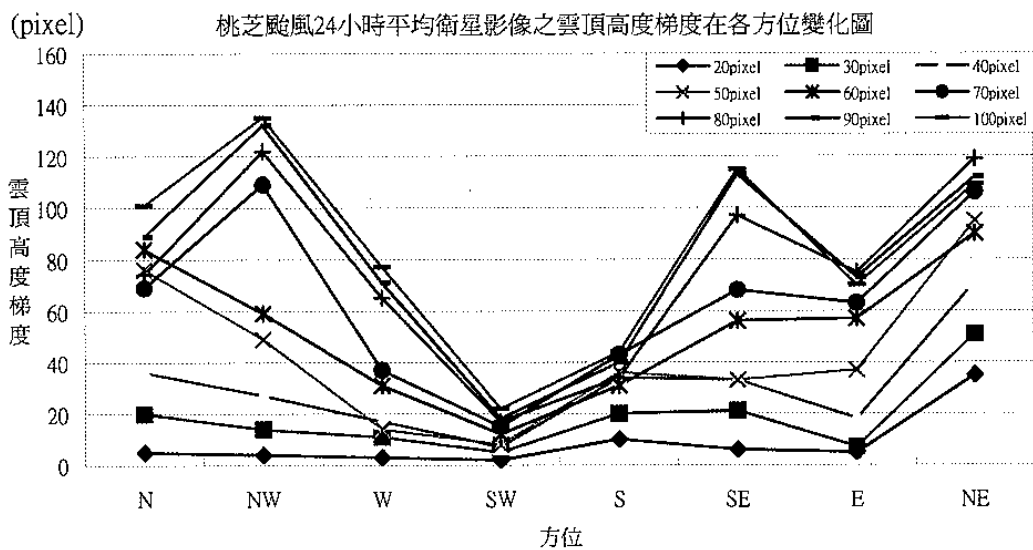


圖 6：桃芝颱風 24 小時平均衛星影像之雲頂高度梯度在各方位變化圖

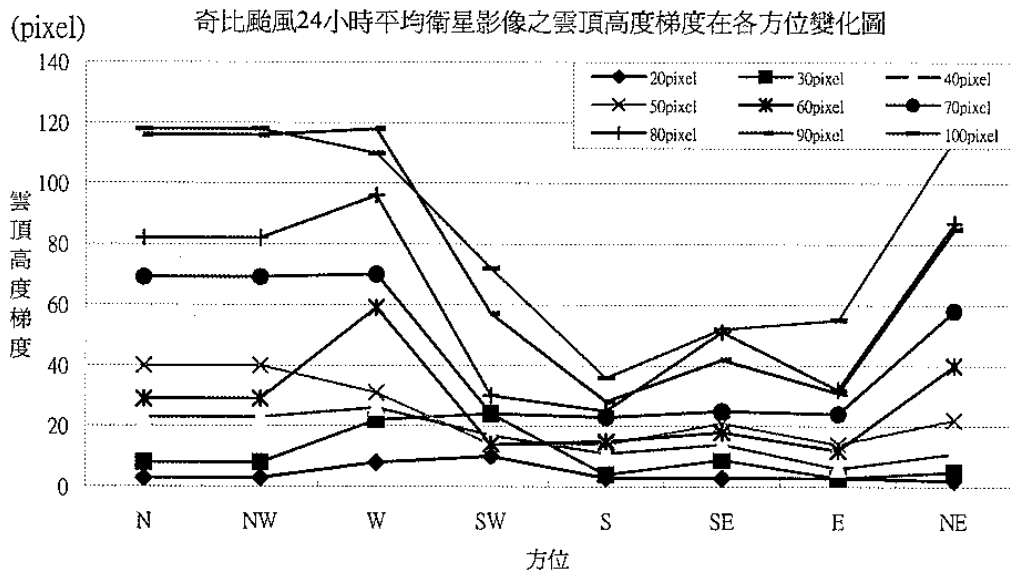


圖 7：奇比颱風 24 小時平均衛星影像之雲頂高度梯度在各方位變化圖

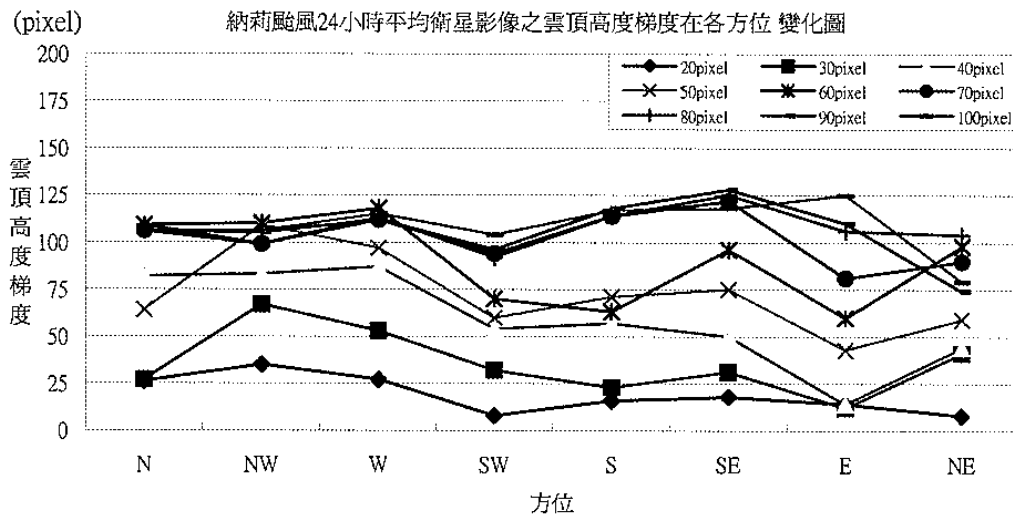


圖 8：9 月 15 日納莉颱風 24 小時平均衛星影像之雲頂高度梯度在各方位變化圖

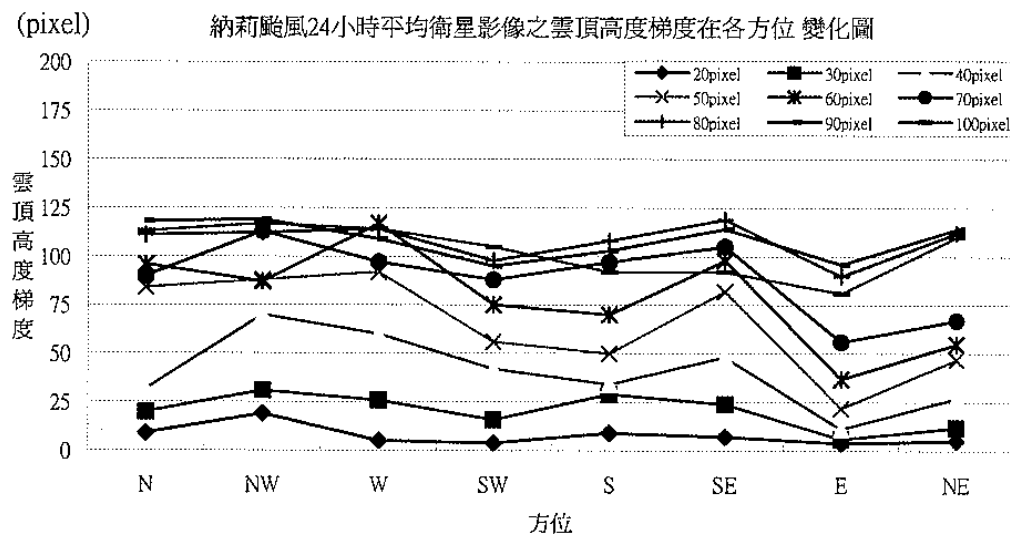


圖 9：9 月 16 日納莉颱風 24 小時平均衛星影像之雲頂高度梯度在各方位變化圖