

衛星所見東亞地區之螺旋雲系*

徐 寶 簡

*The Spiral Cloud Patterns over Eastern Asia
as Viewed by the Satellite.*

Pao-chin Hsu

ABSTRACT

The present study is an attempt to investigate the relation between spiral cloud patterns and low pressures or extratropical cyclones.

The satellite picture of digital, computer-mapped, daily mosaics made by U.S.A. Climatic Center during the period of 16 months (Sept 1969-April 1970 & Sept 1970-April 1971) were employed. Both the surface and upper air weather maps made by Central Weather Bureau of Republic of China and Japan Meteorological Agency were used.

Source regions of lows were divided into three areas namely the north China, the south China and the East China Sea. Each area has baroclinic, cut off & convergent lows.

Pictures related with lows were examined for spiral vortices and related cloud patterns. 17 representative pictures are selected and the corresponding isobars, fronts or contourlines are drawn on them to show their relations.

Most of the spirals and its related cloud patterns in Eastern Asia were disturbed by topography or/and mountains. The results of the investigated relations between spiral cloud pattern and weather map can be useful in weather analysis & forecasting.

一、引 言

依據氣象衛星拍攝之雲系照片，繪製 500mb 及地面天氣圖，為目前氣象科學發展新方向之一。每日接收之衛星雲照片，已成為每日天氣圖分析之必須資料，半球天氣圖分析尤為必須。澳大利亞墨爾本世界氣象中心，每日繪製區域及半球天氣圖，均以衛星雲照片為必要之依據資料。

美國國家海洋及大氣總署 (NOAA)，國家環境衛星勤務處 (National Environmental Satellite Service) 之應用小組 (Application Group) 歷年收集世界各地資料，研究雲系與氣壓系之關係，將其所得之結果編印為技術報告 (1969) (按來自該小組消息，本年將出另一種技術報告)，提供世界各國參

考應用，並經常在國內外學術訓練研習會，推廣其成果；惟其發表之資料多偏重海洋情況，大陸上之雲系圖片不多。大陸氣象與海洋上者不同；陸地上，除氣壓系統有不同之雲系外，尚有因地形及海陸分佈等原因，所生之地方雲系參雜其間，故大陸上雲系之形象及其構造，倍較海洋上者為複雜。

NOAA 於 1970 年開始之四年計劃中，欲以氣象衛星探測大氣，除拍攝全球雲照片外，尚探測全球氣溫及濕度之垂直分佈，希望能以氣象衛星之探測計劃支援或代替三W 計劃之探測計劃，以推行全球大氣研究計劃 (GARP)。如果上述四年計劃能如理想達到目的，則氣象衛星將成為觀測大氣最好之工具，衛星氣象將成為研究大氣及預報天氣最有效之一支科學。

* 本研究之完成，會得國家科學委員會之補助。

二、本研究之目的

天氣預報之主要工具為天氣圖。有完善分析之天氣圖，才能依據牠作出良好之天氣預報。中緯度天氣系統之運行，多自西而東，或自北而南，故欲作臺灣地區之天氣預報，須有分析完善之大陸天氣圖，春秋冬各季尤為如此。衛星雲照片，不但在天氣報告稀少地區，為天氣圖分析之必須工具，亦為其他地區，極為有價值之重要資料。蓋從衛星照片中，可知氣壓系中完整之雲系知識及其隨時間之變化，此種知識為天氣預報所必須，亦為僅憑各測站之氣象報告所不能全盤明瞭者。本研究之目的，欲以過去衛星雲之照片為依據，求出天氣圖與雲系幾何形象之相互關係，以為將來分析天氣圖及預報天氣之參考，必要時可按照雲之照片繪製天氣圖；惟本次研究，因限於衛星照片之不够完整與時間太短促，僅就春秋冬三季低氣壓螺旋雲及有關雲系之相互關係，予以分析檢討。

三、本研究所用之資料

(一) 天氣圖：除中央氣象局每日所繪製者外，主要參考日本氣象廳印製之地面，850mb、700mb 及 0mb 之天氣圖。

(二) 氣象紀錄：除應用本局每日收到之全部紀錄外，亦應用本局新近完成之卡片資料。

(三) 衛星照片：主要應用由國科會資助，向美國氣候中心購買之氣象衛星照片之軟片，此項軟片美國列為氣候資料，此種照片係由單號 ESSA 衛星，ITOS 衛星及 NOAA-1 等衛星所拍攝，並曾經電子計算機處理者，通常稱為數化照片 (Digitized Picture)，每張照片均無拼接痕跡，每張底片之範圍為經度約 35 度，緯度約 30 度，每一張照片之下方附註有衛星所在經緯度及太陽閃爍 Sun Glin 之經緯度，由此等資料，可知衛星與太陽之相互關係位置及雲影之情況，對地區性之雲象判讀研究，極為有用。

四、本研究之對象及其範圍

由於向美國購買之衛星雲軟片，其時間範圍為 1969 年 9 月至 1970 年 4 月及 1970 年 9 月至 1971 年 4 月，故本研究之時間範圍暫限於上述時間之 16 個月。本研究之地區範圍為東經 100°E 至 140°E，及緯度 20°N 至 50°N。

各種雲系之生成，發展及消散，均隨氣壓場之不同，地區之特殊地形及季節之各異有差別。在衛星雲之照片中，以螺旋雲系最為突出而易於識別，螺旋雲

系與天氣之變化亦最有關係。本研究由於衛星照片之限制，僅着重春秋冬三季之螺旋雲系與氣壓系之關係。但不包括颱風中之螺旋雲。夏季及颱風中之螺旋雲系，待再另文討論。

五、螺旋雲系及其發生之原因

各種氣壓系統中所見之螺旋雲系，其發展過程中某一階段所見之雲型，須視該特殊時刻動力過程對雲系產生之影響而定，氣旋中之一盤雲型是垂直運動所生之凝結及雲之水平流動雙重作用合併之結果。動力作用所生之雲系，限存在於氣旋中有廣大之上升氣流區域，亦即在對流強盛之區域。在氣旋發展之初期，上升氣流為雲系分佈之最重要因子，逗點 (Comma) 形之雲系即為一例，此種雲系係由上對流層中正旋率平流 Positive vorticity Advection (PVA) 而起之上升氣流所產生。在加深中之鋒面氣旋中，其雲類之分佈亦與垂直氣流之型式有密切關係，惟此種垂直氣流主要係由熱力平流 Thermal advection 所產生。在氣旋發展之成熟期，其雲分佈之型式，主要係雲平流之結果。在深潛慢行或停滯之渦旋中，發展完善之螺旋型雲系，大都由雲平流而成。總之，垂直氣流及平流是為雲系型式有關之兩種主要因子。

在大陸上或多島之海洋中，螺旋雲系可因地形及山脈等地方原因而變形或被破壞。山與島之向風一面，雲區及雲量增加，背風一面，雲區及雲量減少，如再加上平流作用，雲系之型式將大不同，而致難以認辨。故在大陸之山區，常常只見雲層一片而雜亂無章。

按照美國 ESSA NESC 51 號技術報告指出，中高緯度螺旋雲之發生，有以下不同之原因。

(一) 正壓空氣中而為者：此種螺旋雲，發源於主要鋒面雲帶後方之冷空氣中，是與冷鋒面雲帶分開之螺旋雲。此種雲系初生時為濃厚之積雲，但並非凡是濃積雲均可發展成螺旋。逗點狀雲 (Comma-Shaped Cloud Pattern) 是為此種雲系發展過程中之一階段；在發展成熟時，其螺旋雲形式與在鋒面上發展而成者相似，惟範圍較小，在整個生命過程中，多向北移且與主鋒面雲帶分開。

(二) 割離低壓中而為者：在發展良好之割離低氣壓中，所有完美之螺旋雲系，其外形類似因包圍而成之螺旋雲系。在低緯度出現之割離低壓，其產生雲系之順序與鋒面上產生螺旋雲系之順序相似，惟前者多隨割離低氣壓向南行或穩定，後者係隨波動之發展向北

移動；故割離低氣壓所成之螺旋雲常與主鋒面雲帶上螺旋雲背道而馳。

(3)由斜壓鋒帶雲發展而來者：其發展過程可分以各期：

1. 波狀期：為鋒面上螺旋雲發展之第一期，冷鋒後方，高空旋率最大中心，移近鋒面時，即為波動氣旋初生之時。濃積雲或逗點形雲是正旋率平流之指標，此種雲系移近鋒面約 5 至 9 度緯度之距離，波氣旋之初生可預期完成，此時，在鋒面雲帶之向極一方將突出，使該部份之雲帶變寬。地面天氣圖中氣旋之波狀期即於該突出部份發展而成，在此階段之雲系，尚未有螺旋之形態。

在包圍以前，氣旋繼續發展時，雲帶之突出部份將變為更彎曲，其中高雲類之後方邊緣將向內彎，在波之後部將出現較低而粗雜之雲區；此種雲類之變化，是為螺旋雲中鋒帶雲後方乾燥無雲區 dry slot 之前兆，此時，氣旋將迅速加深。

2. 包圍期：在包圍期，雲系已具螺旋形式，鋒面之後方，已開始有乾燥無雲區，包圍之鋒面雲帶成螺旋形式伸入螺旋之中心。在冷空氣中，將有無鋒之積雲線條，成螺旋形式伸入中心；故此時之整個雲系已成螺旋形式。

3. 成熟期：此期，為雲系成氣旋性發展之巔峯期。此時其乾燥無雲區已伸入螺旋之中心，此時亦表示氣旋必需之濕空氣已被切斷，其消滅期即將來臨。此時，螺旋雲之中心將與地面及對流層中部之氣壓系中心相符合、此時氣壓系之中心軸，在垂直方向將甚少傾斜。

4. 消滅期：在此期中，螺旋雲帶變為碎塊狀，在各雲帶之間，有無雲區。組成雲帶之雲為積狀或層狀之中雲或低雲。具有此種雲系之低氣壓，常為發展良好而為消散中之冷心低氣壓。此時，鋒面雲帶已與螺旋雲系之中心脫離，其中心區常為無雲之晴天所代替，或為自地面加熱所生之對流雲類所代替。

消滅中之低氣壓中心，常為破碎積狀之螺旋雲帶所組成，雖亦偶或有卷雲出現，但與鋒面系統無關。

六、中國地區之低氣壓及其伴隨之螺旋與有關之雲系

本文所指之中國地區，係指北緯 20°N 至 50°N 及東經 100°E 至 140°E 範圍地區之略稱。在此區內所見之低氣壓，大多發源於中國，或遠經西伯利亞而在華北或東北各省而再發展者，來自其他方面者（如颶風）均極為少數。

低氣壓中產生之螺旋雲形式，及其發展過程，須視低氣壓產生之原因，發源地及其所在之季節而不同。茲依據低氣壓發生之地區，分為華北、華南及東海三類。華北類係包括發源於長江以北或自西伯利亞方面移入之低氣壓，華南類係指發源於長江上游（包括四川、青海、西康等省）及其以南大陸地區之低氣壓。東海類係指在東海與臺灣附近及其東方海面發生之低氣壓。按低氣壓發生之性質，分為斜壓，割離及輻合三類（大陸地區由於水氣不豐，在冷鋒後方正壓冷空氣中發生之低氣壓極少）。斜壓低氣壓係指在鋒面上發生；割離低氣壓係指由高空割離低氣壓發展而來；輻合低氣壓係指兩個高氣壓之中間，或分裂高氣壓之中間，因輻合氣流而形成；或因地形阻礙等原因而產生，此種因輻合而成之低氣壓，其生存之時間短暫，常一、二日後即行消失，甚少有經數日及發展而成螺旋雲系者。以下第一及第二表為中國地區低氣壓在各地區出現次數之統計表。係依據日本氣象廳印製之天氣圖製作而成。日本天氣圖之面積比較小，容易翻閱，圖內有 0000Z 之東亞地面天氣圖，1200Z 之地面，850mb，700mb 東亞天氣圖及 1200Z 之北半球 500mb 天氣圖。凡地面天氣圖中 (0000Z) 有封閉等壓線之低氣壓，均在統計之列。地面圖中有封閉等壓線之低氣壓而在 500mb 圖中其向南方伸展槽之尖端部份，亦有封閉低中心時，（有時地面低中心後出現）統計時，列為割離低氣壓類。凡地面圖中有鋒面而有封閉等壓線之波氣旋時，則列為斜壓氣旋（斜壓低氣壓）。對天氣圖之分析有疑問時，利用本局之紀錄卡片紀錄，予以核對校正。

統計天氣圖中之低氣壓時，同時利用軟片閱讀機，閱讀衛星雲照片，檢查有低氣壓地區之雲系，按上述之地區將低氣壓，分為有螺旋雲與無螺旋雲兩類。有螺旋雲者，再檢查其先後日之照片，研究其各發展階段情況。天氣圖之時間為 0000Z 或 1200Z，而衛星照片之時間，則視衛星軌道不同與天氣圖之時間約有 4 至 6 小時之差距，為求天氣圖與雲系之形象關係，均以外延法或內插法求兩種圖形之時間一致。

閱讀衛星照片與天氣圖中低氣壓地區核對時，常發現以下事實：(1)天氣圖中有封閉等壓線之低壓地區，在衛星照片中並無雲系痕跡，尤以在華北之渤海附近為多。經檢查地面天氣圖中之填圖紀錄及本局之卡片資料，多顯示該項地區僅有沙霾或稀薄之卷雲。衛星到達該地區時，通常多在東經 120°E 標準時之下午二三點鐘，以該地區及本研究之季節言，該時之太

第一表 中國地區低氣壓及其雲系分類統計 (1969年9月~1970年4月及1970年9月~1971年4月)

類別 年月	華北						華南						東海				總計	
	斜壓		割離		輻合		斜壓		割離		輻合		斜壓		輻合			
	有旋 螺雲	無旋 螺雲																
1969	9	3	7	1	1	20		10			6	2					50	
	10	5	2	4	1	34	2	1		3	4	2	7				66	
	11	3	7	3		21		3			5		6				48	
	12	3	9		1	32					7						52	
1970	1	3	0		1	48					6	3	8				2	
	2	1	9	1		38	2	8			14		8				81	
	3	4	2	1	2	32	0	0			4	3	15				64	
	4	1	9	6	1	29	3	13	3		5	1	6				72	
	9	4	9	10	1	19	1	23			11			1	1		80	
	10	2	12	3		25		2			5	3	7				61	
	11	4	5		3	25	1				10	4					52	
	12	1	6			37		2			11						58	
1971	1	1	5		6	36	2				12	2		2			66	
	2	2	11			25	1	6			6	2	4				58	
	3	4	6			13		5			18		5				51	
	4	9	18	2		21		5			13		5				73	
小計	51	117	23	18	13	455	12	76	3		3	137	24	73	3	7		
	168		36		468		88		3		140		97		10			
總計			672						231				107				1040	

第二表 中國地區低氣壓分類總計及1969年7~8月，1970年5~8月，1971年5~6月

類別 年月	華北			華南			東海			總計
	斜壓	割離	輻合	斜壓	輻合	斜壓	輻合	斜壓	輻合	
1969	7	19	15	36	29	16				115
	8	13	11	35	18	9	1			87
1970	5	20	4	37	26	12	8			107
	6	17	9	35	44	6	10			121
	7	15	5	79	17	21				137
	8	18	4	38	0	20				80
1971	5	18	8	51	13	13	3			106
	6	6	12	65	27	18	2			130
小計	126	68	376	174	115	24	0			
總計		570		289		24				883

陽角度已低，衛星照片中之雲象不顯，此或為主要原因之一。(二)有時在天氣圖中為一初生之波狀氣旋，惟在衛星照片中並無甚多雲系，臺灣附近即有時出現此種情況，在天氣圖中雖有初生氣旋波之風場，但並無波氣旋之雲系。此為一個值得檢討之問題，澳大利亞墨爾本之世界氣象中心，決定地面天氣圖中之氣旋，鋒面及高空圖之槽線時，均須有衛星照片中雲系之佐證。每次舉行氣象預報檢討會，均由該中心負責衛星照片分析之組長先行發言，以衛星照片為依據，對當時天氣圖之分析及預報天氣圖之繪製製作評論及建議而為參與其他人員所贊許，足以證明其對衛星照片之重視。

第一表係經閱讀購自美國衛星照片及與各月天氣圖核對並統計之結果：(1969年9月～1970年4月及1970年9月～1971年4月)。

(一)不論是斜壓低壓，割離低壓，或輻合低壓，冬春秋各季均以華北地區出現者為最多及其生命亦最久；(統計時低壓之類別係以發源或首先出現之地為標準，雖離開原地而進入其他地區，仍列入該類)

(二)割離低氣壓之出現多限於華北地區，華南極少，東海地區無發現。割離低壓多伴有明顯之螺旋雲系。

(三)華北及華南地區均以斜壓低壓比較輻合低壓為少。但東海地區之斜壓低壓比較輻合低壓為多。

(四)具有螺旋雲系之低氣壓與無螺旋雲系之比率為：129:881，有螺旋者佔總數百分之15強。其他之比率如下：

1. 在華北地區之斜壓類中之有螺旋雲者與無螺旋雲者之比為51:117；割離類為23:13；輻合類為13:455。

2. 在華南區之斜壓類中，有螺旋雲與無螺旋雲者之比為12:76。割離類為3:0。割離低壓，僅出現一次，共三天。輻合類為3:137。華南之輻合類低氣壓多發生於長江上游，常一二日即行消滅，甚少有螺旋形雲系。華南地區多山地，在該地區發生之斜壓類低壓，則惟成熟，亦因地形山嶺關係將螺旋雲系破壞，通常須出海後才發展成螺旋雲系。

3. 東海區之斜壓類中，有螺旋雲與無螺旋者之比為24:73，輻合類中有螺旋與無螺旋者之比為3:7。東海區中無割離低壓發現。

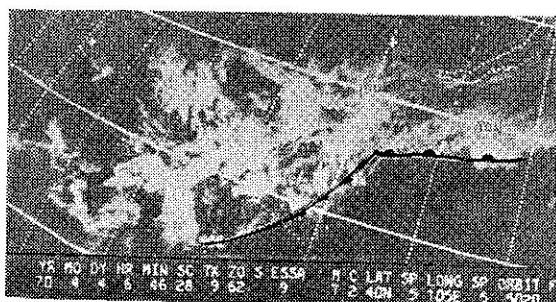
第二表為1969年7及8月，1970年5～8月及1971年5～6月共八個月之低氣壓統計。由表可知以華北之輻合類為最多，以東海地區出現之低壓為最少。按5～8月期間，太平洋高氣壓已伸展至我國東

南部。東海地區已在高氣壓範圍之內，低壓必然甚為稀少。華北地區已成為太平洋高壓與西伯利亞高壓交織之地區，故低氣壓必然極多。在此5～8之四個月中，由於缺少美國之衛星照片，故本文僅就以春秋冬三季之衛星照片予以分析研究。

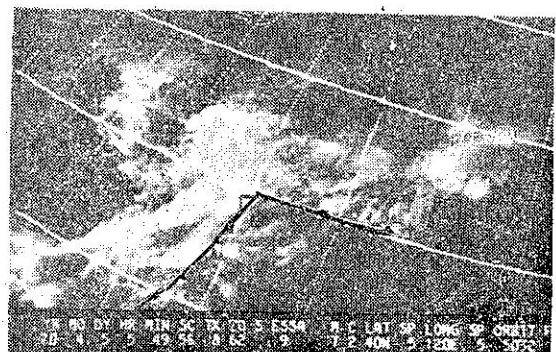
七、華北地區螺旋雲及其有關雲系

華北區出現之低氣壓及螺旋雲系均比較華南及東海地區出現者為多，但不論其發源於華北或經西伯利亞而進入華北者，由於華北地區空氣乾燥，伴隨其出現之雲系均比較海上產生者為稀淡(不包括夏季之雲系)，有時只伴有沙土煙霾，須移行進入黃海或日本海一帶才有濃密雲系，茲分述華北區各不同類別低氣壓所伴生之各種螺旋雲系如下：

(一)斜壓氣旋：此種氣旋發生於鋒面上，發展於鋒面上，至消滅期，才脫離鋒面。在氣旋發展之不同階段中，其所具有之標準雲系型式，已由鮑琪Boucher及牛凱Newcomb(1962)及魏奇Widger(1964)等分別在挪威之鋒面氣旋構造中陳述。至氣壓系與衛星雲系之關係，在美國之ESSA,NESC 51技術報告中已有若干實例，惟多為海上之標準情況，與以下所述源出大陸而受地形影響者多有出入。



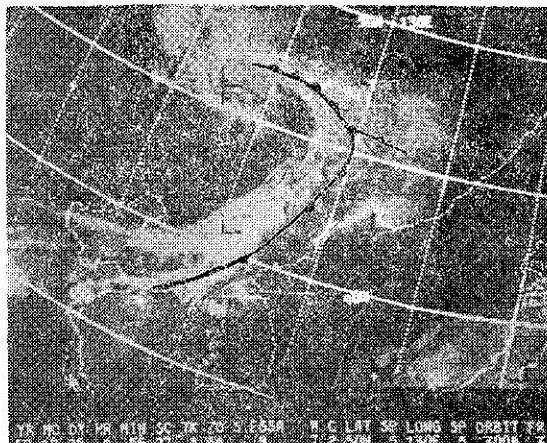
第一圖 華北斜壓氣旋，波狀期A圖



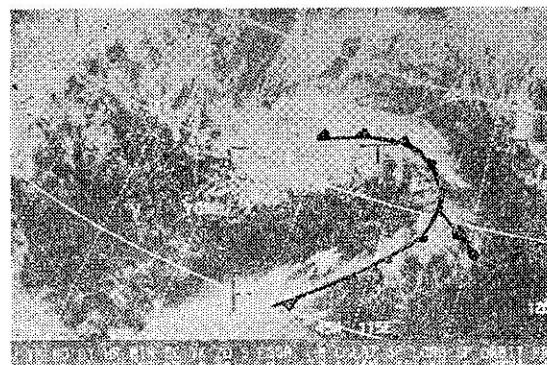
第二圖 華北斜壓氣旋 波狀期B圖

1. 波狀期：第一圖為波狀期 A 圖攝於 1970 年 4 月 4 日 0646Z，為在我國西北部鋒面上產生之初生氣旋，亦即所謂氣旋波之波狀期，由於該地空氣乾燥，鋒面雲系極為稀疏，多為中層及低層雲所組成，雲帶極短，是其特色，惟在波生成處，雲系略呈三角形狀向西北方向突出。第二圖為波狀期 B 圖即次（5）日 0544Z 時之照片，波峯處之雲系已較前一日變寬，在西北方向且已出現螺旋雲帶。

2. 包圍期：第三圖為 1969 年 10 月 25 日 0405Z 所攝，照片上之鋒面位置係按照 0000Z 與 1200Z 兩張天氣圖之間內插及按照雲系之型式繪製。此氣旋已進入包圍期，惟其中心東南方，及其西南方之乾燥無雲區，因空氣乾燥且又為自山區下降氣流故缺乏積狀螺旋雲條。



第三圖 華北斜壓氣旋包圍期



第四圖 華北斜壓氣旋成熟期

3. 成熟期：第四圖為 1969 年 9 月 1 日 0553Z 所攝。由於氣旋已達成熟期，故其乾燥無雲區已進入氣旋之東部，此時地面低中心位置已與 500mb 圖中之低中心位置相符合。由於北地空氣乾燥及大興安嶺之

阻擋，故鋒帶雲系並不豐富。第五圖為在海洋上出現標準波氣旋成熟期之螺旋雲，該照片攝於 1970 年 4 月 18 日 0310Z，照片中 AB 線上有雲影，是噴射氣流經過之處，AB 線以北之包圍鋒上多中低層之雲，該線成反氣形彎曲，其南上層為卷雲，其構造與北方者不同。



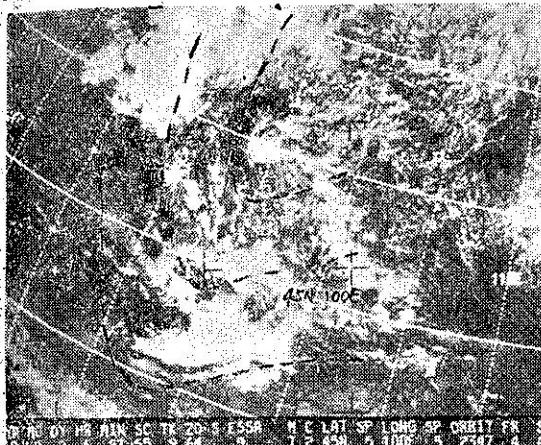
第五圖 海洋上所見斜壓氣旋成熟期

4. 消滅期：第六圖攝於 1969 年 9 月 30 日 0526Z 為氣旋波消滅期之螺旋雲系，其特徵為乾燥無雲帶進入氣旋之北部，氣旋中心區已變為完全由碎塊之積狀雲所組成。包圍鋒上雲帶，亦已變為破碎。鋒面雲帶已脫離螺旋之中心。

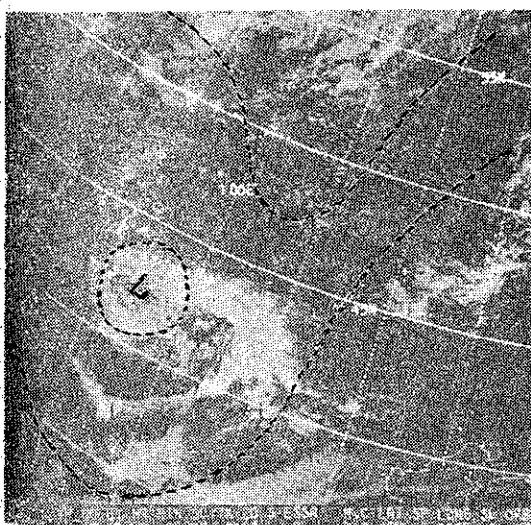


第六圖 華北斜壓氣旋之消滅期

(1) 割離低氣壓：割離低氣壓中螺旋雲系與鋒面上發展而成者頗為相似。此種螺旋雲初生於 500mb 高空槽南方尖端之割離低壓中，第七圖攝於 1969 年 9 月 2 日 0651Z，在 $40^{\circ}\text{N} \sim 45^{\circ}\text{N}$ 及 $95^{\circ}\text{E} \sim 100^{\circ}\text{E}$ 地區，為 500mb 槽尖處之雲系，亦即為割離低壓初生期之雲系。次 (3) 日攝於 0555Z 之第八圖，顯示該雲系已成螺旋形，此雲系之形式與美國 ESSA 技術報告 NESC 51 號中之圖 3-A-9 完全一樣，是一標準之割離低壓之雲系。在 9 月 3 日 1200Z 500mb 之天氣圖中雖風力強，但在此 500mb 割離低壓之下方地面天氣圖中為一淺薄之高氣壓區，風向不定，風力小。該地之雲為 AC, AS 及 SC，可見割離低壓之雲系係由高空發生。

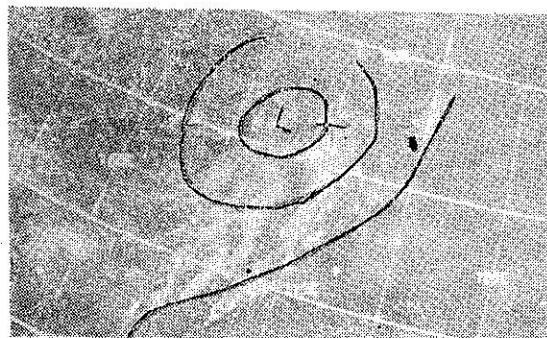


第七圖 華北割離低壓初生前之雲系，虛線為
500mb 等高線



第八圖 華北割離低壓螺旋雲系
虛線為 500 mb 等高線

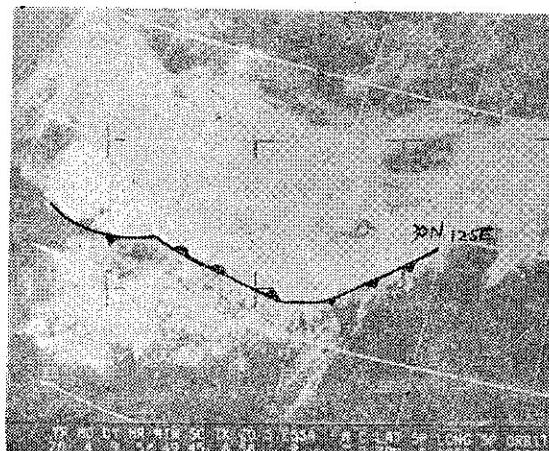
(2) 輪合低氣壓：此類低壓之數量雖然比較斜壓及割離低壓為多，但能發展而伴有螺旋雲系者，為數甚少，必須要有高空槽或低壓時，或有正旋率平流時，方能發展完成。第九圖攝於 1970 年 4 月 13 日 0558Z，有一螺旋雲系，其中心位於東經 112°E 北緯 46°N ，螺旋雲帶並不伴有鋒面，此種輪合，乃由溫濕之西南氣流，與來自北方氣流相匯合之結果。此種螺旋雲系，不論發展之先後順序及形式上，均與斜壓或割離低壓所產生者不同。



第九圖 1970 年 4 月 13 日 5 時華北幅合低壓螺旋雲系之例，實線為地面等壓線

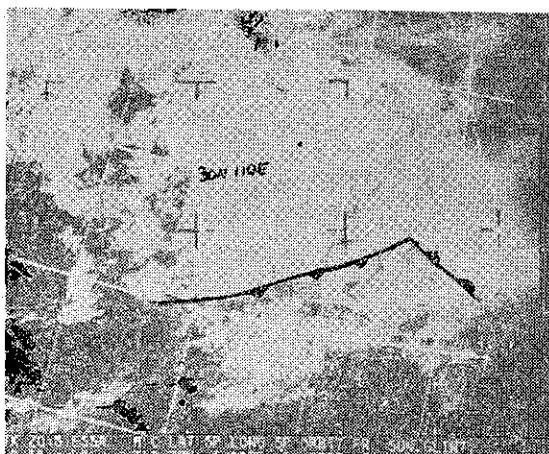
八、華南地區螺旋雲及有關雲系

華南地區之低氣壓，在有衛星照片之十六個月中，亦以輪合低壓為最多，其發源多在長江上游，其次為西南山地，均為一短時現象，常在原地經一或二天即行消滅，甚少成螺旋形雲系者。割離低壓甚少出現於華南，因為 500mb 之槽甚少伸達長江以南，槽伸展至長江以南，再又生割離低壓之情形更少。由於我國之西南地區多高山，其東部地區亦多丘陵，故鋒面上波狀期之雲系，多因受地形影響而被破壞。

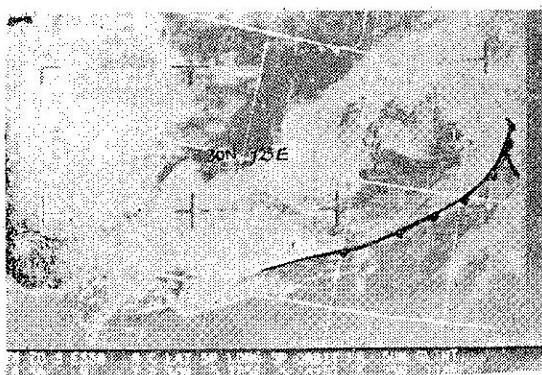


第十圖 1970 年 4 月 9 日 5 時 49 分 華南斜壓氣旋波狀期 A 圖

(一) 斜壓氣旋：由第一及第二表之統計資料可知華南之斜壓氣旋多產生於 5~8 之四月中，其次為春秋季，而以冬季為最少。各氣旋之生命亦以夏季者較長，且範圍亦比較大。第十圖係攝於 1970 年 4 月 9 日 0549Z，為氣旋初生之波狀期，由於地形多丘陵之故，華南只見廣闊之雲帶，鋒面北方與南方，雲系之性質，有顯著之差別，鋒面南方之雲，多由南方空氣所生之積狀雲，中多空隙。其在鋒面之北方者，為鋒面上之雲系，雲層比較厚而無空隙。第十一圖係攝於次(10)日 0648Z 之照片，由照片可見該波狀期之氣旋已向東移，雲系仍為波狀期，11 日該氣旋波已達包圍階段，冷鋒後方已出現無雲區如第十二圖所示。



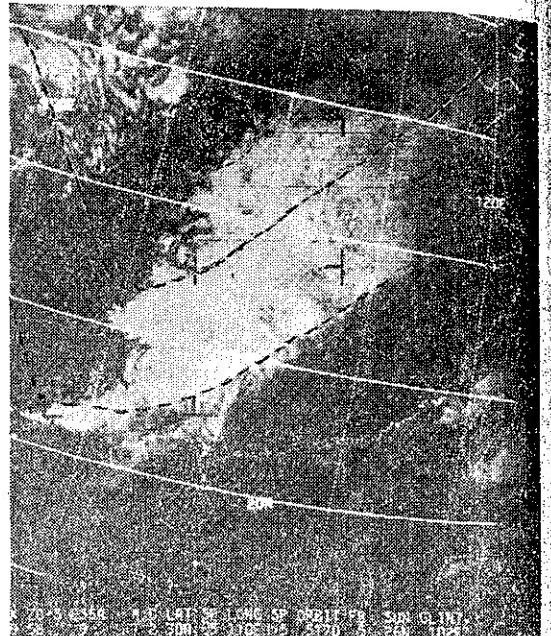
第十一圖 1970 年 4 月 10 日 6 時 48 分華南斜壓氣旋波狀期 B 圖



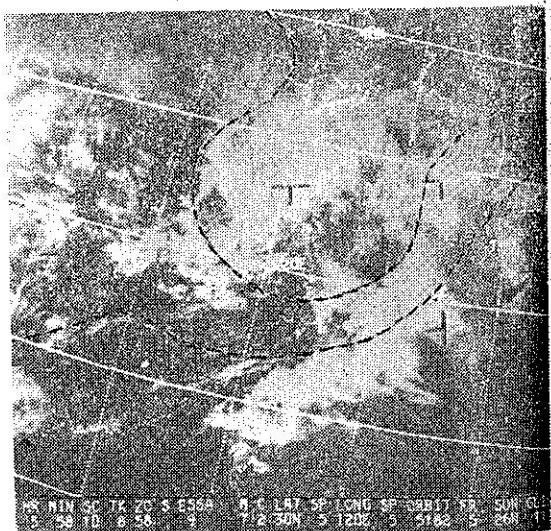
第十二圖 1970 年 4 月 11 日 5 時 51 分華南斜壓氣旋，已開始進入包圍期

(二) 華南割離低氣壓：1970 年 4 月 16 日 1200Z 500mb 天氣圖中有一割離低氣壓在東經 111 度北緯 34 度，槽之尖端向南伸至北緯 20 度以南。第十三圖攝於該日 0654Z，華南有逗點形之雲系，逗點雲之邊

緣且有螺旋形象之雲條。十七日 0558Z 之衛星照片如第十四圖所示，螺旋雲系已完成，雖然有部份螺旋雲帶，因受地形影響，已被破壞，但整個螺旋形象仍甚顯明。十八日，該螺旋雲系已隨 500mb 之割離低氣壓系統移至韓國與日本海峽中。



第十三圖 摄于 1970 年 4 月 16 日 6 時 54 分華南割離低壓，初生期，虛線為 500mb 等高線



第十四圖 摄于 1970 年 4 月 17 日 5 時 58 分華南割離低壓螺旋雲系，虛線為 500mb 等壓線

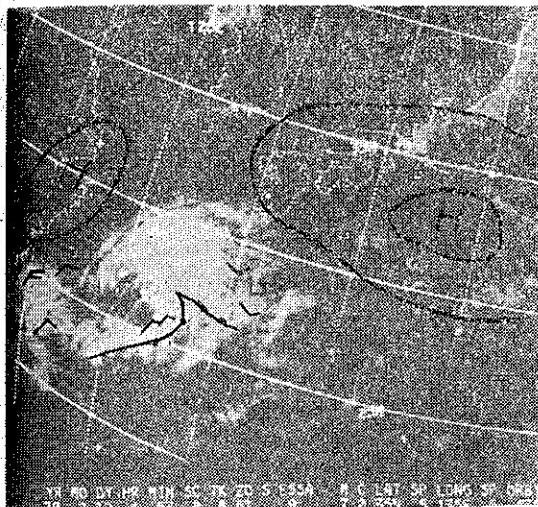
(三) 華南輻合低氣壓，華南地區出現之輻合低氣壓，能持久生存及發展而且有螺旋雲系者為數極少，蓋

因華南地區多山，尤其在西南部，則雖有短時之輻合現象，短時間內便可消失。按第一表之統計，十六月中僅於 1969 年 10 月 23 日出現一次，連續存在三天，係由 850mb 及 700mb 之南及西南風所促成。在衛星照片上亦無明顯之螺旋形象。

九、東海地區螺旋雲及其有關雲系

按第一及第二表中之資料，本研究之兩年中十六個月時間內，東海地區並未有割離低氣壓發生，輻合低氣壓之發生亦極少，斜壓氣旋出現較多；惟斜壓氣旋之能發展成螺旋雲系，在春秋冬三季中亦不多；尤以 12 月及 1 月出現之次數最少。

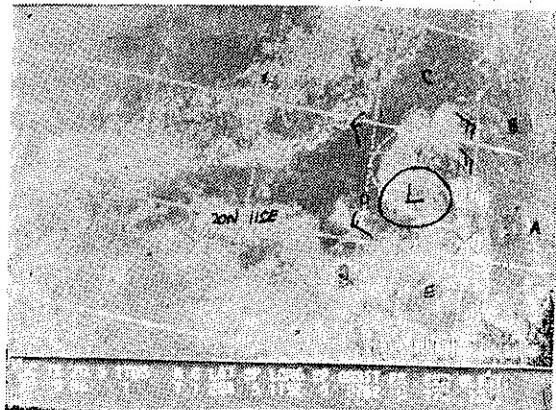
(一) 東海斜壓氣旋：1970 年 2 月 12 日 0000Z 之地面天氣圖中，在日本南方海面有一高氣壓，在大陸之浙閩一帶亦有一高氣壓，是東海氣旋發生之標準情況，因為又有南方氣流，故造成斜壓氣旋。第十五圖攝於 1970 年 2 月 12 日 0453Z，圖中之風及等壓線係錄自該日 1200Z 之天氣圖，由雲系圖可知氣旋波尚在波狀期，惟螺旋形象已甚明顯。



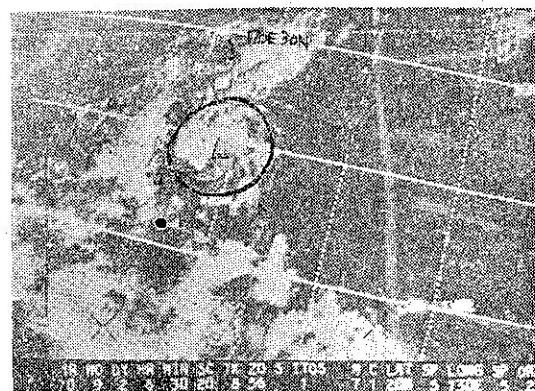
第十五圖 東海斜壓氣旋波狀期 A，等壓線及風之紀錄
係錄同日 1200Z 地面天氣圖

(二) 東海幅合低氣壓：1970 年 9 月 1 日 0000Z 之地面天氣圖上有一淺低氣壓，在臺灣之東南方之近海面。此時臺灣東方近海各島均吹東南風，澎湖吹西北風，巴士海峽吹西風，是一標準之幅合環流，附近並無鋒面，此種幅合風場甚易生成熱帶低氣壓。在 1 日 0728Z 之衛星照片中，有顯著因幅合氣流所生之雲線，位於臺灣之東及東北方，如第十六圖中 ABCD 各點所示。第十七圖為 9 月 2 日 0630Z 之照片，由圖見

螺旋雲系已更明顯，其中心在臺灣海峽，圖中 ABCD 各點之雲線，可代表地面風之走向，螺旋雲帶中並非伴有任何鋒面雲帶，其在東南方向之雲帶，因受臺灣中央山脈之影響，顯示有殘缺不全之態。其行徑有若熱帶低氣壓。



第十六圖 東海幅合低壓中螺旋系 A，圖中風紀錄係取自同(9)月 1 日 0000Z 地面天氣圖由 ABCDE 各點之雲線，可知地面風之走向。



第十七圖 東海幅合低壓中螺旋雲系 B，圖中 ABCD 各點之雲線可代表地面風之走向。

十、結論

(一) 具有螺旋雲系之低氣壓，是為低氣壓之生命較長，範圍較大，及最有影響天氣之一種。

(二) 螺旋雲系之發展，只有華北地區之斜壓氣旋有波狀期，包圍期、成熟期，及消滅期等四期完整階段（5~8 月之情況，因為缺照片未包括在內）。其他兩地區各種螺旋雲之出現至消滅，四階段順序常欠缺不全。或初期不顯，或中期欠缺，或消散期無。

(三) 在中國大陸發生之斜壓與幅合類低氣壓，由於地形及山脈之破壞，螺旋雲系均不顯著，華北地區有

時因為空氣乾燥，雲類不豐且太陽仰角不大，亦不顯著。

四件隨割離低氣壓出現之螺旋雲系，其初生期，可配合 500mb 天氣圖，於螺旋雲出現以前認出，最先伴隨割離低壓或低壓槽出現者為孤獨略成螺旋狀或逗點狀之雲系，如第七圖及十三圖所示。

(五)螺旋雲系之發展完成，常須低氣壓移至中國之沿海地區之後。到達中國沿海地區或韓國及日本地區之低氣壓。其螺旋雲系，又因地形山嶺之影響，常常殘缺不全。如第十四圖所示。

(六)山之向風一面，如空氣乾燥，雲區將不大，如空氣潮濕而不穩定，即雲系發展迅速及雲區廣闊。山之下風面，雲系消散雲區減少，如第十六及十七各圖所示。

(七)華北地區由於空氣乾燥，有時低氣壓中僅有淺薄雲類或只有煙霾，衛星照片中並未能顯示出來。

(八)同是一個雲系，由於衛星之位置不同，雲系之形象亦不同，太陽角度太低時，雲系可不顯。

(九)鈎狀雲之左方為無雲時，為氣旋包圍期之特徵，如第三圖所示。

(十)海面積狀雲線，常可代表近海面之氣流線，如第十六及十七圖中 ABC 各點處所示。

(十一)由以上之結果，可由螺旋雲系及有關雲系之形象，判別低氣壓之性質及其發展情況，由其所生位置及移行路徑，可以判別其來源，對天氣圖之分析與天氣預報有極大之助益。

(上接第 4 頁) ~~~~~

- (9) 鈴木清太郎：火災之氣象，見前書防災之科學第五卷第二十七頁至五十三頁
- (10) Mordecai Ezekiel and Fox, K.A.: Methods of Correlation and Regression Analysis, John Wiley and Sons, Inc. 1959, pp. 134-138.
- (11) E. Aubert dela Rue: Man and the Winds, Hutchinson's Scientific and Technical Publications, Stratford Place, London, 1955,
- (12) 鄭子政：氣候與文化，商務印書館出版第一一三頁
- (13) 鄭子政：雷雨面面觀，新時代月刊第十三卷九期第三十五頁
- (14) Critchfield, H.J.: General Climatology, 2nd ed., Prentice-Hall, Inc., N.J. 1966, p. 293.

參考文獻

- 1. James C. Sadder: The mean Tropospheric Circulation & Cloudness over SE Asia and Neighboring Areas 1970
- 2. Harold J. Brodrick: Synoptic/Dynamic Diagnosis of a developing low level Cyclone & its Satellite-viewed cloud patterns 1969
- 3. Bureau of Meteorology, Australia: A Classification Scheme for Cloud Vortices observed on hemispheric digital mosaics 1970
- 4. ESSA Technical Report NESC 51: Application of Meteorological Satellite Data in Analysis & Forecasting 1969
- 5. Vincent J. Oliver: Some thoughts on use of ATS Data to improve short range forecasts 1969
- 6. Application Group, NESC, ESSA: The use of Satellite Pictures for surface and 500mb chart Analysis 1969
- 7. WMO Technical Note No75: The use of Satellite Pictures in weather Analysis and Forecasting 1966
- 8. 徐寶儀：「以氣象衛星照片預報寒潮之爆發，61年12月中央氣象局氣象學報」18卷 1 期
- (15) Wang, J.Y.: Agricultural Meteorology, Agricultural Weather Information Service, 1967. pp. 427-432.
- (16) 臺灣省農林廳林務局編印「臺灣森林火災之統計與分析」民國四十九年八月修訂
- (17) 見前註(十五)中第四三〇至四三一 Ibid (15) pp. 430-431.
- (18) 楊楚淇編：森林氣象觀測手冊第廿八頁臺灣省林務局五十四年四月印行
- (19) Ibid (16) p. 19. 見前註(十六)中第十九頁
- (20) Safety Measures In Industry to Prevent Fire, I.C.D.O. Bull. No. 90, pp. 5-6. Check List for Fire Safety In Industry, I.C.D.O. Bull. No. 93, pp. 5-6. Check List for Fire Safety In the Home, I.C.D.O. Bull. No. 91, pp. 3-4.