

# 衛星照片在分析與預報華南及東海氣旋 生長之應用\*

徐 寶 箴

## *Utilization of Satellite Pictures in Analysis and Forecasting of Cyclogenesis over South China and East China Sea*

*Pao-chin Hsu*

### *Abstract*

According to the daily weather maps produced by Japan Meteorological Agency for the years of 1968 and 1969, 58 cyclones over South China and 19 cyclones over East China Sea had been formed and developed. From the satellite pictures which were received by Weather Center of Chinese Air Force during the mentioned two years we can see that each cyclogenesis was accompanying with a big area of bright cloudiness. These cloudinesses can be divided into two categories: One accompanies with front cloud band and other is not. The former type of cyclogenesis occurs in the place where the front cloud band is broadening northward. The other type which can be detected from satellite picture is formed by the invasion of upper air trough from north. There is nothing to do with front cloudiness. From the above we can conclude that satellite picture can be used to find the area of cyclogenesis.

根據1968年及1969年每日地面及高空天氣圖統計之結果，華南及東海氣旋之發生，在此兩年中，共有58次。每次氣旋之發生，在氣象衛星之照片中，均可見在該地區，有明顯之雲團出現。此種伴隨氣旋生長之雲團，按性質可分為兩類。一類係隨鋒面雲帶而生，另一類係與鋒面雲帶無關。前者發生於鋒面雲帶成東西走向，且在狹長之雲帶有向北方擴大凸出之處；後者係發生於高空槽自北方向南移入之時。此時，南方溫暖潮濕之空氣被高空槽吸引向北進，因而造成氣旋及成雲致雨，與鋒面無關。此項研究，因限於氣象衛星照片之紀錄時間較短，尚未能作進一步分析，惟由以上結果，可知氣象衛星的照片可以作為分析及預報華南及東海氣旋生長之用。若一旦大陸方面之天氣報告一時無法獲得，即此種氣象衛星照片之應用價值，必更為重要。

### (一)研究之對象及地區

本研究所指之氣旋，僅限於新產生之低氣壓且能繼續生存發展兩日以上者，其為熱低氣壓或迅即消失，對於24小時以上之預報，無參考之價值者，均不列入分析與研究。

本研究所指之華南，為便於研究統計及與其他研究結論，可以相互參考比較，其範圍包括北緯30度以南之中國大陸地區，此一區域西部為雲貴高原，高度在4,000至6,000公尺之間，山脈多南北走向。東南部為閩粵丘陵。

本研究所指之東海，係指北緯25度以上，34度以南，及東經120度以東與130度以西中間之海面。

### (二)本研究所用之資料

本研究所用之氣象衛星照片，係採用中國空軍氣

\* 本研究之完成，曾獲得國家科學委員會之補助。

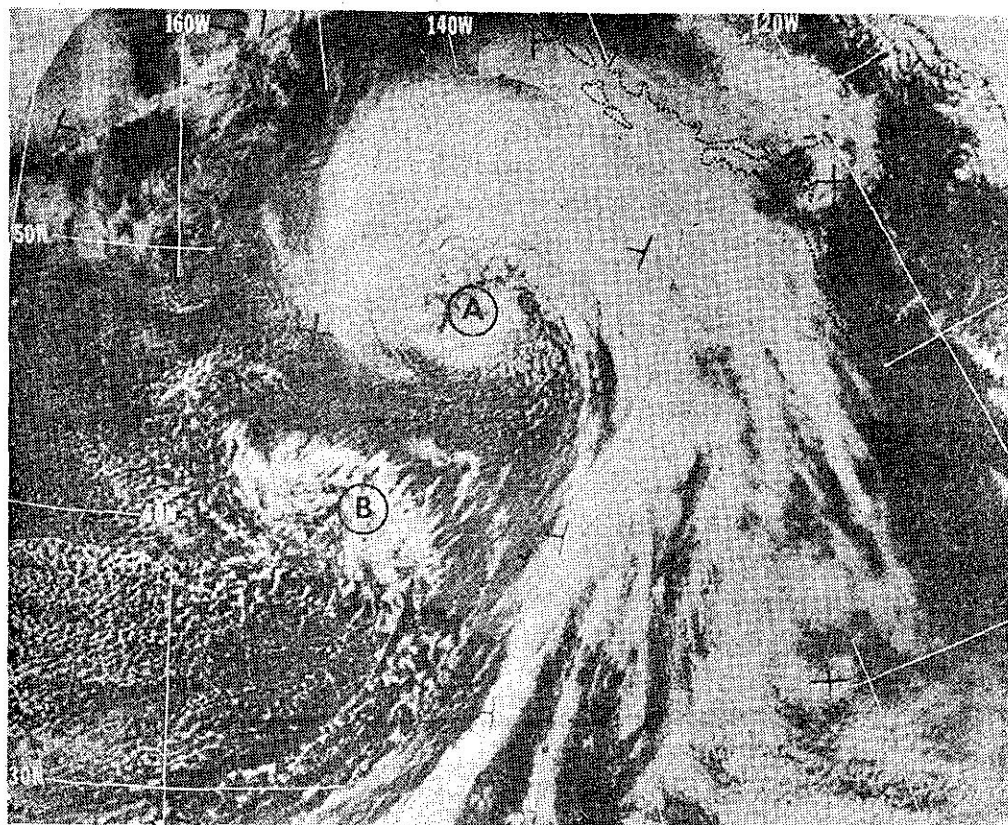
象中心所收集之1968~1969年每日氣象衛星照片，該項照片自1968年四月一日開始才留有照片之紀錄。配合以上衛星照片，作為本研究之天氣圖係採用日本氣象廳所繪製者，每日計有 0000Z 1200Z 之東亞地面天氣圖，1200Z 850mb 及 700mb 之東亞天氣圖，以及 1200Z 之 500mb 北半球天氣圖。

### (三) 衛星照片中所見之氣旋雲系

氣旋中有各種型式之雲系，均可在氣象衛星照片中識別之。按照美國環境科學總署之國立環境衛星中心 National Environmental Satellite Center 之衛星紀錄應用小組之研究。氣旋之組織具有封閉環流者，其渦旋型之雲系，最為顯著；在迅速發展加深

中之氣旋，比較填塞中者更多中高層之雲類。第一區為一成熟已包圍之氣旋，其環流中心，在近 A 處，其螺旋型之雲帶，可一目了然。此種深厚之氣旋，多為半靜止或即行動遲緩之氣旋，圍繞中心，有一條或若干條之主要雲帶。此種充分發展之氣旋，垂直間之構造甚少傾斜，故雲系之螺旋中心，頗與風環流中心相一致。

在衛星照片中，常見在冷鋒後方有開裂細胞狀之積雲 Open cellular cumulus clouds 是強烈對流之地區，亦即所謂次旋率中心 Secondary vorticity center 之所在。在次旋率最大點前方地區，有強烈之垂直氣溫遞減率及向上之垂直運動。故對流特強，其所造成之對流雲頂，常組成爲連續之中高雲帶，

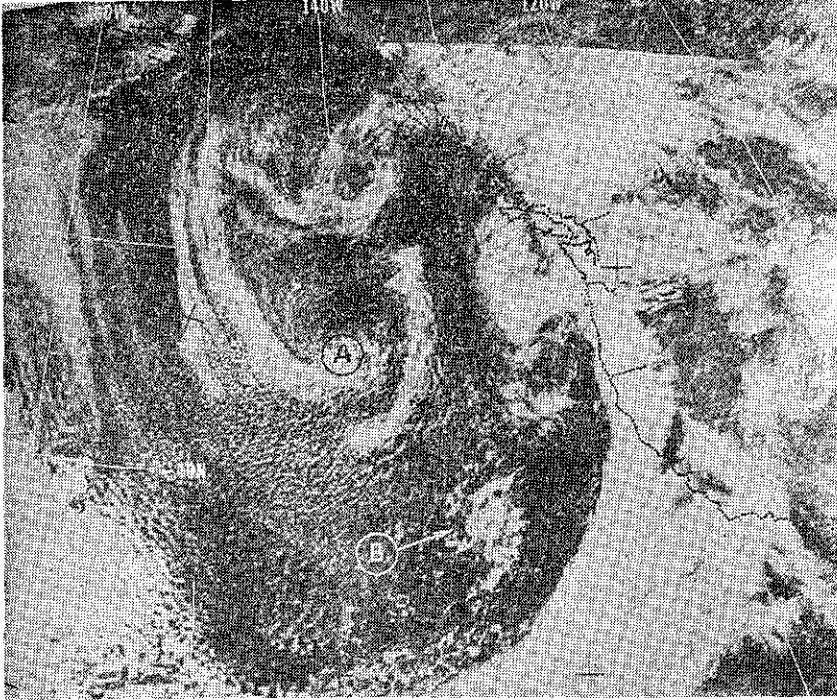


第一圖 成熟包圍之氣旋，57年3月10日攝于東太平洋  
Figure 1 Mature occluded storm, Eastern Pacific, 1935 GMT, March 10, 1968, ESSA 6, Pass 1517-1518.

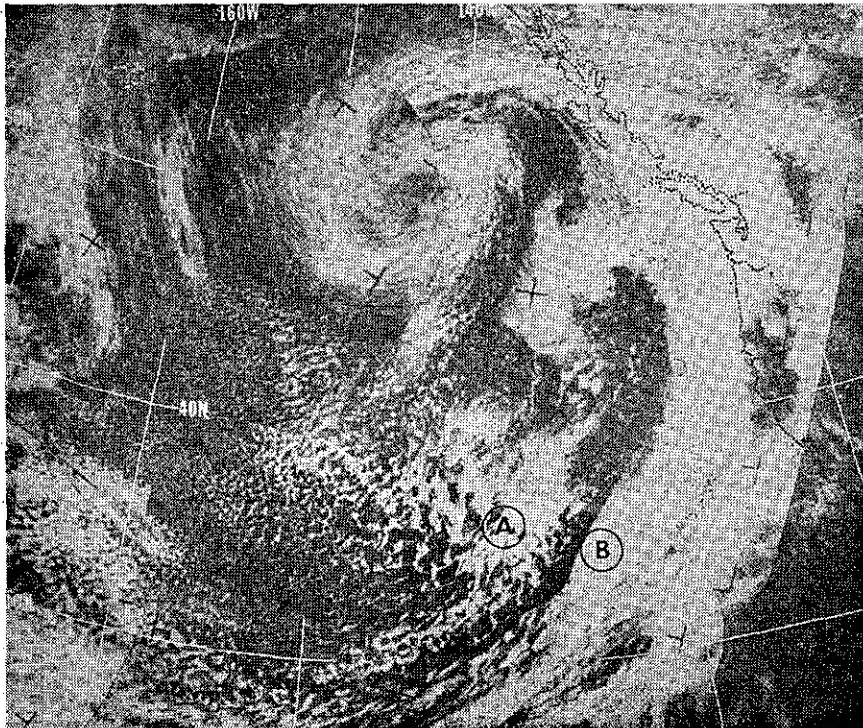
且常成句點狀，或新月形。此種雲處於正旋率平流 Positive vorticity advection 之地區，亦即位於最大旋率 Vorticity maximum 之前方。此種雲之多寡，爲空氣層之穩定性，及該次旋率中心移動速率之函數。第一及第二圖中 B 處之雲，即係隨次最大

旋率 Secondary vorticity maxima 所生之雲。此種雲系在海洋中，極爲顯著；在陸地上，由于缺乏低層空氣之水氣來源，較不顯著，此種雲系之存在，在氣象衛星被應用以前，尚未被發現。

在氣象衛星圖片中，常可見次旋率中心與鋒面之



第二圖 加深氣旋57年3月12日攝於阿拉斯加海灣  
Figure 2 Deep cyclone-Gulf of Alaska, 1927 GMT, March 12, 1968,  
ESSA 6, Pass 1542-1543.

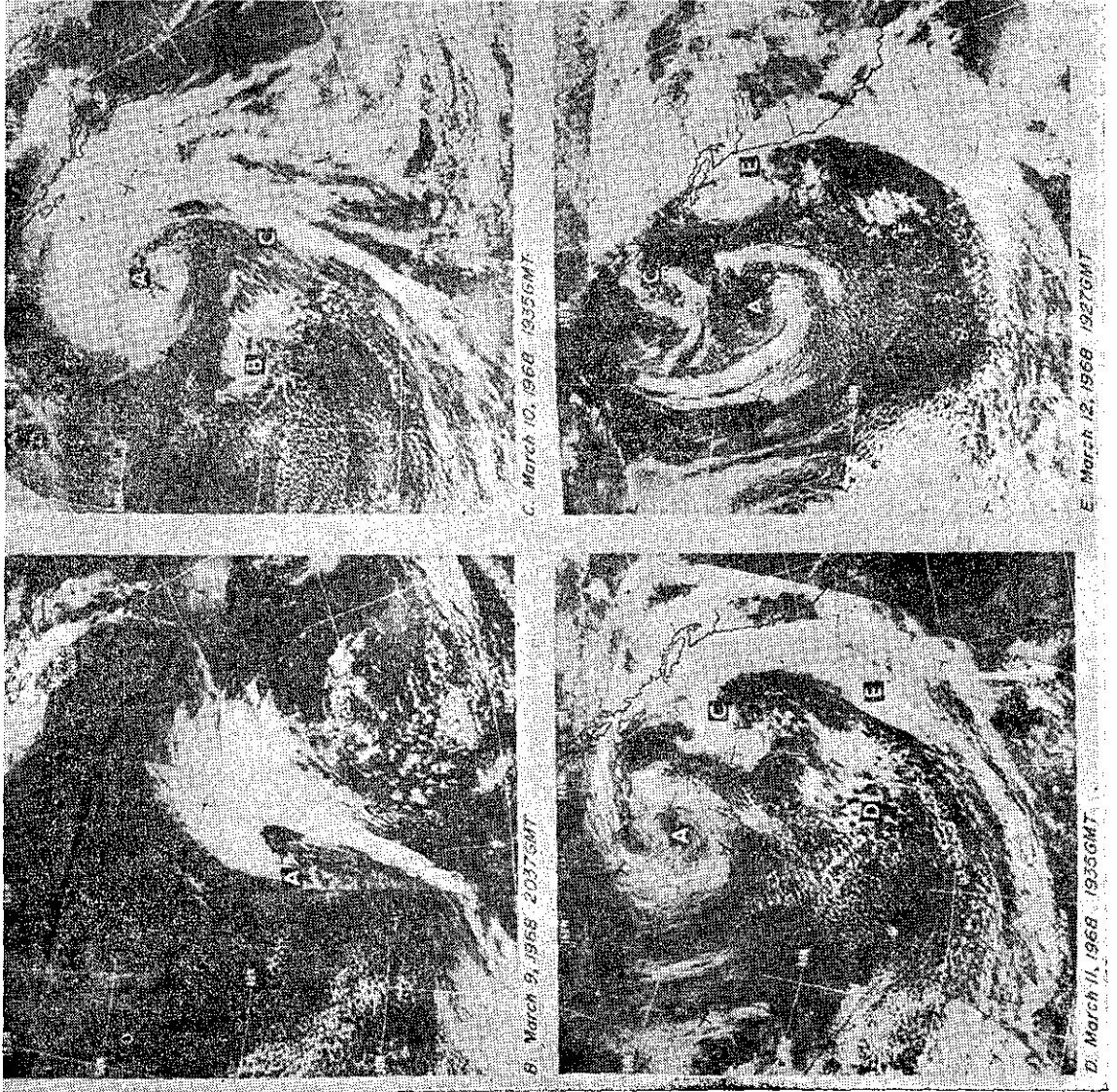


第三圖 鋒面上氣旋波之發展57年3月11日攝于東太平洋  
Figure 3 Frontal wave development-Eastern Pacific, 1935 GMT, March  
11, 1968, ESSA 6, Pass 1530-1531.



相交接，而使氣旋發展。大多之冷鋒雲帶均向冷空氣方向彎曲，其寬度及亮度均極均勻。惟當旋率中心與鋒面接觸後，雲帶即向冷空氣方向突出，而變為較寬

及較光亮，是為氣旋發展之徵象。在發展之初期，在衛星照片中，不見環流中心存在。在氣旋仍在開口階段，氣旋波上游或下游之鋒面雲帶，其外形仍將保持



第四圖 太平洋氣旋之生態循環

- A. 初生期
- B. 加深期
- C. 成熟期伴有一個氣旋波
- D. 成熟期伴有二個氣旋波
- E. 消散期

Figure 4 Life cycle of a

Pacific storm.

- A. Initial stage: frontal wave forms
- B. Deepening stage
- C. Mature stage: with secondary frontal wave
- D. Mature stage: with secondary frontal waves
- E. Decaying stage

原狀不變。如第三圖所示，伴隨次旋率中心之雲團 A，已將接近鋒面。由于旋率中心與鋒面之交接，致造成一開口之氣旋波 B。在此波附近之冷鋒後方，其雲帶將向冷空氣方向突出，此種氣旋波，將向東北移行及漸趨包圍。

在中下層大氣中，與氣旋生長有關之雲系演變模型，如第四圖所示。此圖為東太平洋副熱帶氣旋生命史之一例。此例中包括連續五天之氣象衛星照片。第一日，即三月八日，句點形之雲，如圖中之 A 處所示，係伴隨中對流層最大旋率地區而生之雲。由九日圖中之卷雲向北及東北方向處延伸，可知該系統正在強化中，其中心西方，滿佈細胞狀之積雲。三月十日，該氣旋向東北行，已成完全包圍，在 B 處顯示對流活動增加，亦即顯示該地為次最大旋率之所在。鋒面之 C 處，向冷空氣方向突出，顯示正旋率之集中，已誘導鋒面上氣旋波之產生。十一日，在 A 處之主渦旋已較少有中高層之雲，是該氣旋已不再加深。新近完成之低中心，向東北行，在 C 處產生一渦旋雲系。在鋒面後 D 處之另一旋率中心，又將引發鋒面 E 處之另一氣旋波。第五日，即三月十二日，第一個渦旋位於 A 處，其週圍之雲層已繼續減少，其第二及第三系統，即 C 及 E 均向北移，在冷空氣中之 F 處又見有另一次最大旋率中心。惟在 F 與鋒面之間並未見有任何相互作用發生。

#### (四)華南及東海氣旋發生之分析

按照45年至55年間地面及高空天氣圖之統計結果，華南氣旋之發生如第一表所示。由表可知在此十年

第一表 華南區新生氣旋統計

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	小計
民國45年		1	1	1	4								7
民國46年		1	2	1	6	2							12
民國47年			1	2	3	3							9
民國48年		2	1	3	2	1							9
民國49年	1		3	3	2	1							10
民國50年		1	1	1									3
民國51年				1									1
民國52年		1	1	1	1	1					1		6
民國53年						6							6
民國54年		1		4	2	1						1	9
民國55年					2	4	1						7
民國56年			1	1		1				1			4
小計	1	7	11	18	22	20	1			1	1	1	83

中，華南氣旋之發生，以三至六月份為較多，尤以五六兩月為最多，八九兩月均無華南氣旋發生，十月至次年一月均每月僅有一次。又按57及58兩年之統計，華南氣旋之新生如第二表所示，亦以五六七各月份發生為最多。

每年之五六月間為東亞季風交換之季，此時來自大陸之寒冷東北季風，已漸漸消失其強盛之氣勢，西南季風及來自太平洋之熱帶海洋氣團已漸長成；兩種不同性質氣團之交界面，即通稱之極鋒，原活躍於日

第二表 57及58兩年華南新生氣旋之統計

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	小計
民國57年	4	1	4	2	3	2	4	0	2	1	2	2	27
民國58年	5	1	1	2	5	4	4	4	3	1	1	2	33
合計	9	2	5	4	8	6	8	4	5	2	3	4	60

本南方洋面者，已漸移至東海及華南一帶，在五及六兩月間，此極鋒常可滯留華南一帶，經旬日而不移動，造成華南地區數週陰雨之天氣，如再有高空槽移進，常可造成氣旋，此種過程為華南氣旋發生之主要原因。

按照46年至55年十年統計紀錄，東海氣旋之發生，如下第三表所示；又按有衛星照片之57及58兩年之天氣圖統計，東海區新生之氣旋如第四表所示。由此兩表，可知東海氣旋之發生分佈於十一月至次年之六月各月份中，以三月份為最多。以七八九十各月為較少，尤以七月為最少。

第三表 東海區新生氣旋之統計

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	小計
民國46年	1	4	3		3	2		1	2	1		2	
民國47年		1	1	1	1		1	2	1	3		1	
民國48年		3	3	1									1
民國49年	2		1	2	4				1		2	1	
民國50年	1	1	1			1							
民國51年			3	1	1	2					2	1	
民國52年		1	2	1	3			1	2		3	1	
民國53年	3	1		1	1				2	1			
民國54年	1			1	2					1	1		
民國55年	1		3	4	1	1				2	5	3	
小計	9	11	17	12	13	9	1	4	8	8	13	10	134

第四表 57及58兩年東海氣旋新生之統計

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	小計
民國57年	1	1	0	1	2	1	0	0	0	0	2	1	9
民國58年	2	1	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	10
合計	3	2	3	3	3	2	0	0	0	0	2	1	19

按東海氣旋之生成，依據若干論著之結論，歸納其原因有二，一為源於鋒面之擾動及伴以高空槽之進入，二為由地面溫度之分佈適宜並伴有輻合氣流，前者多出現於極鋒滯留東海之季，後者多出現於冬季風交替之月。或即東海適位於東北方與西北方兩高壓間之時。

(五) 衛星照片中所見之華南氣旋之發生

57年及58年中華南氣旋之發生而能繼續存在兩天以上者，共有60次，在衛星照片中，每次氣旋發生時均可見到該地區有較廣大而明亮之雲團存在，此種雲團可大致分為二類；一類伴有鋒面雲帶，一類並不伴

有鋒面雲帶，舉數例說明於后：

1. 伴隨鋒面雲帶而生之氣旋之例

民國五十七年六月十五日在 0000 Z 之地面天氣圖中，有一氣旋波初發生於北緯24度及東經 109 度。有一滯留極鋒以東北東至西南西之走向橫過東海及華南地區。在 1200Z 之 500mb 天氣圖中，沿東經110度及北緯25度上下有一短槽與上述滯留鋒相交，該日衛星照片之雲系分佈如第五圖所示，有一條廣闊均勻之鋒面雲帶自黃海向西南延伸直指雲貴諸省，惟在有高空槽相交之位置，雲帶向北凸出，與前(三)節所述之情況相同，該處當必為正旋率平流之所在，當可導致氣旋之發生。

2. 不伴隨鋒面雲系發生之氣旋之例

民國58年 5月1日 0000 Z 天氣圖中，有一極微弱之穩定鋒自東海向西橫過華南，此鋒於同日 1200 Z 之地面天氣圖中，已不復存在。惟該日同時在東經 105度及北緯27度處，有一初生之氣旋，此時在1200Z 之 850mb 天氣圖中，見中國西南部空中南風甚強，盛行於川貴一帶。同日 1200Z 之 500mb 之天氣圖中亦



第五圖 伴隨鋒面發生之華南氣旋  
Figure 5 Cyclogenesis in South China area with front cloud band.



有短波存在於該處，可知在川貴一帶自 850mb 至 500 mb 之空氣層中均有來自南方之溫暖潮濕空氣，因輻合及上升高地，故在該地區滿佈雲層，氣象衛星之照片如第六圖所示，圖中華南處為初生氣旋之所在，日本南方之雲帶，原為極鋒雲帶，已顯然在消散中，故華南之氣旋生長雲團，與鋒面雲帶無關，係由高空短

槽移入引導南方溫暖空氣北進而成。此氣旋生成發展後，經華北向東北行。

#### (六) 衛星照片中所見東海氣旋之產生

57年及58年東海氣旋之發生而繼續存在兩天以上者，共有19次。由衛星照片視東海氣旋之發生，與華

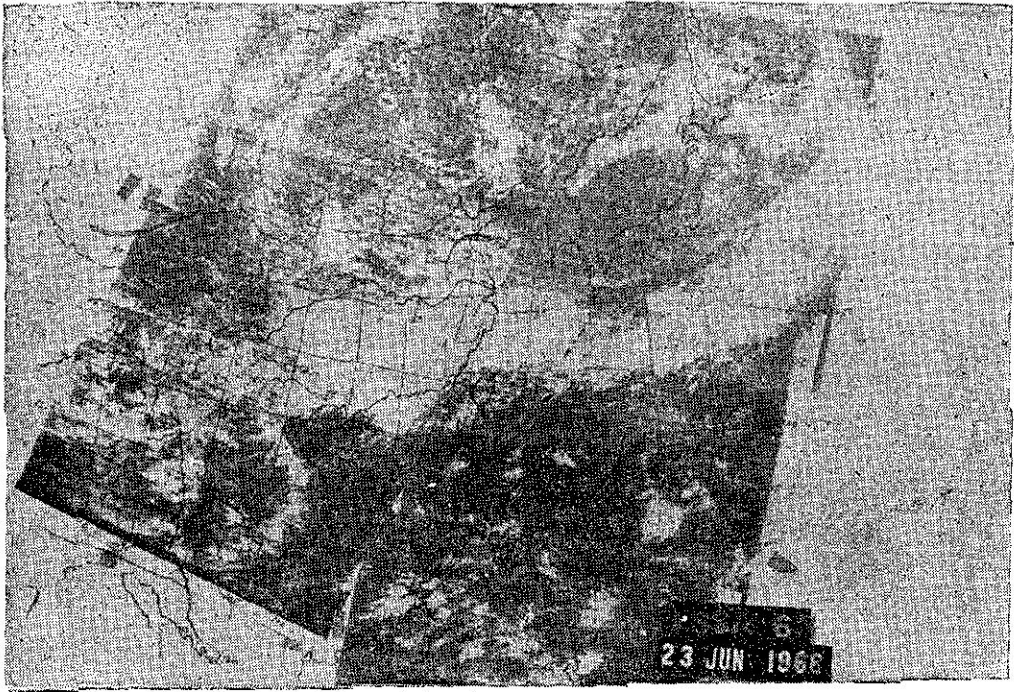


第六圖 不伴隨鋒面發生之華南氣旋

Figure 6 Cyclogenesis in South China area without front cloud band.

南氣旋之發生相似，凡有氣旋生長時，均有特別濃大之雲團出現。以下第七圖為伴隨鋒面雲帶而生之顯著例子。五七年六月二十三日在0000Z地面天氣圖中，在北緯 26.5 度及東經 122.2 度處有氣旋初生，在 850 mb 北緯之 29.0 度及東經 123.1 度亦可見氣旋之形跡。同日 1200Z 之地面圖中，該東海氣旋已行至 27.1°N

及 123.1°E 處，1200Z 圖中 500mb 亦有封閉之低壓在 32.5°N 及 112°E 處。由氣象衛星照片（即第七圖）可知該日有廣闊鋒面雲帶自日本南方向西橫過臺灣北方海面，直穿過華南地區，在長江以北地區，現細胞狀之雲，為強烈對流之地區，亦即為次旋率之中心，故東海地區適位於正旋率平流中，自日本南方



第七圖 伴隨鋒面發生之東海氣旋

Figure 7 Cyclogenesis in East China sea with front cloud band.

海面向西延伸之鋒帶雲，其寬度及亮度均極均勻者，迨達東海區域，即該雲帶向北凸出擴大範圍，如第七圖所示，是表示高空之正旋率平流與鋒面接觸，故促使該處之氣旋生長，此種現象，在衛星照片中見之，頗為明顯，不需有天氣圖，便可一目了然，可作為天氣分析及預報上之應用。

### (七) 結 論

以衛星照片，作為華南及東海氣旋之分析及預報上之應用，均極簡便而有效。如將來接收衛星照片次數增多，資料更加充實，則應用可更大及更廣。如能將此種照片推廣應用，則將來一旦大陸方面之資料斷絕，亦可以按此種衛星照片中之雲層資料，繪製出大陸及沿海之天氣圖，藉以作分析及預報未來有關地區天氣之用。

誌謝：本研究進行時，蒙空軍氣象中心借閱57及58兩年氣象衛星照片，特此誌謝。

### 參 考 文 獻

1. 日本氣象廳1968及1969年天氣圖。
2. 中國空軍氣象聯隊氣象中心1968及1969年氣象衛星照片。
3. 空軍氣象聯隊氣象中心：中國天氣類型研究（低壓部份）57年7月。
4. R. K. Anderson: The use of satellite Pictures in weather analysis and forecasting. W. M. O. Bulletin Jan. 1969
5. Staff of NESG, ESSA: A Major Break Through in Meteorological observation. WMO Bulletin Jan. 1970
6. W. Nordberg: Summary Report on the Nimbus II Satellite; NASA Goddard Space Flight Center.
7. George T Rutherford: Analysis in Space Data Area 1968
8. Vincent J. Oliver: Extratropical cloud systems 1968