

# 衛星所見孟加拉灣雲系對台灣天氣 影響之初步研究

張修武 朱曙光 吳樹旺 李正雄

中央氣象局衛星站

## 摘要

從 GMS (Geostationary Meteorological Satellite) 地球同步氣象衛星雲圖中，常可發現在孟加拉灣地區有相當活躍之雲系，或在此區域發展，或由其他地區移入此區域，經由中、高對流層西風之輸送，將雲系及水汽向東傳至臺灣上空，其路徑可分成以下二類：一、直接方式：即在孟加拉灣區發現的雲系，穿過中南半島上空經過大陸沿海地區而直接到達臺灣；二、間接方式：在孟加拉灣區發現的雲系沿著西藏高原南麓北上，經由華南或華中地區，配合鋒面系統後再次南下到達臺灣地區。在這二類中，以第二類之間接方式，因配合鋒面系統，對於臺灣天氣之影響較大；而第一類之直接路徑方式所帶來的以中、高層雲為主，其伴隨之降水較少，但若在華南或臺灣附近發生交互作用而產生對流性雲系，則仍會產生較大之降水。本研究分析 1981 年至 1986 年，6 年來之 GMS 衛星雲圖及相關之天氣資料，發現孟加拉灣之雲系到達臺灣上空之個案共有 64 個，其中以 1982 年之 15 個最多，1984 年之 5 個最少，在季節方面則冬半年較夏半年為多，6 年來以 4 月份之 12 個最多，2 月和 3 月之 11 個次之，而 8 月和 9 月則沒有個案。

## 一、前言

中央氣象局氣象衛星資料接收站於 1981 年元月落成啓用後，其所接收及處理之衛星雲圖隨即加入每日之天氣分析與預報之作業中，由於氣象衛星遠從太空中觀測地球上之雲系分布，其涵蓋範圍甚為廣闊，從尺度數公里至長達數千公里之雲系皆能一覽無遺，尤其對於缺乏資料之海洋、高山及沙漠等地區更可提供相當有用之資料。以臺灣地區而言，所接收之 GMS 地球同步氣象衛星雲圖之範圍即包括東經 70 度至西經 150 度，以及北緯 70 度至南緯 70 度之區域。而雲圖之種類有可見光及紅外線二類，資料傳送次數在 1987 年 3 月以前高解像及低解像之衛星雲圖皆為每 3 小時一次，而從 1987 年 3 月以後則低解像衛星雲圖增至每小時一次，較傳統之天氣資料密集，故可及時提供許多有用之資訊供

氣象人員參考。

每日分析研判衛星雲圖和天氣圖配合常可發現許多有趣之現象，而這些現象在沒有衛星雲圖時是不容易被發現的，例如在 GMS 衛星雲圖上，經常可以在孟加拉灣地區發現有相當活躍的雲系，或在此區域發展，或由其他地區移入此區域，有時這些雲系經由西風帶向東輸送，越過西藏高原南麓，經華南到達臺灣附近，其所帶來的水汽和臺灣附近雲系之消長有密切的關係，且會影響臺灣之天氣狀況，此現象在以前因資料缺乏故瞭解不夠，其發生之時間、頻率、和對臺灣天氣之影響皆沒有較深入之研究，故常導致分析研判人員對於天氣狀況之估計發生偏差。

另外在臺灣附近區域之低層天氣中，冬季受大陸性高壓影響吹東北風，夏季受太平洋高壓影響盛行西南風，西南季風自 4 月份起，逐漸影響本省南

部地區，到5、6月份最為旺盛，9月份以後開始撤退，並轉變成東北風（劉與楊，1986），在5、6月之臺灣梅雨期間，西南季風帶來暖而濕的空氣，如和梅雨鋒面配合常會導至豪雨，如 Chen and Tsay (1977) 認為 900mb 到 600mb 之間，梅雨鋒面南方的西南噴流，可藉水汽輸送與形成氣旋式渦度場、輻合場的過程導致臺灣地區的豪雨。另外低層西南噴流發生在華南地區低壓槽的前方，隨著低壓槽向東移動，當其軸心移到臺灣附近時，風速可達最大值，此時伴隨的暖、濕舌也漸趨明顯，暖舌的分佈與噴流軸線相當而略偏南方，相對濕度場則在出區左方和入區右方形成二個潮濕中心。臺灣的豪雨和入區右方之潮濕中心有密切之關係（蔡與鄭，1987），可見低對流層西南季風所帶來的豐沛水汽是導至豪雨的重要原因之一。

為了區別及探討中、高對流層遠從孟加拉灣地區經由西風帶向東輸送至臺灣之雲系及水汽，以及5、6月間西南季風所帶來之低對流層之水汽對臺灣天氣之影響，故做此研究。由於後者已有許多專家、學者從事此方面之研究，在本文中所討論的則以衛星所見從孟加拉灣區移至臺灣之中、高層雲系，以及其對臺灣天氣之影響為主，希望研究結果可提供衛星雲圖分析研判及預報人員參考。

## 二、資料與研究方法

本研究的資料包括中央氣象局氣象衛星資料接收站自1981年起至1986年止，6年間之GMS地球同步氣象衛星雲圖以及有關之地面、高空各層定壓面天氣圖和中央氣象局所屬測站之每小時降水資料。

資料分析及研究方法包括以下之步驟：

1. 分析研究期間之每張GMS衛星雲圖，並找出在孟加拉灣地區發展之雲系東移至臺灣上空之個案。
2. 找出和這些個案有關之地面及高空之天氣圖並加以分析。
3. 將6年來有關之個案加以分析統計，以瞭解此現象之年度和季節分佈情形。
4. 找出數個較典型之個案並配合天氣圖及臺灣地

區之降水資料，分析其整個發展過程及對臺灣天氣之影響。

5. 對於其中一個案做較詳細之分析，使對此過程之天氣狀況有進一步之瞭解。

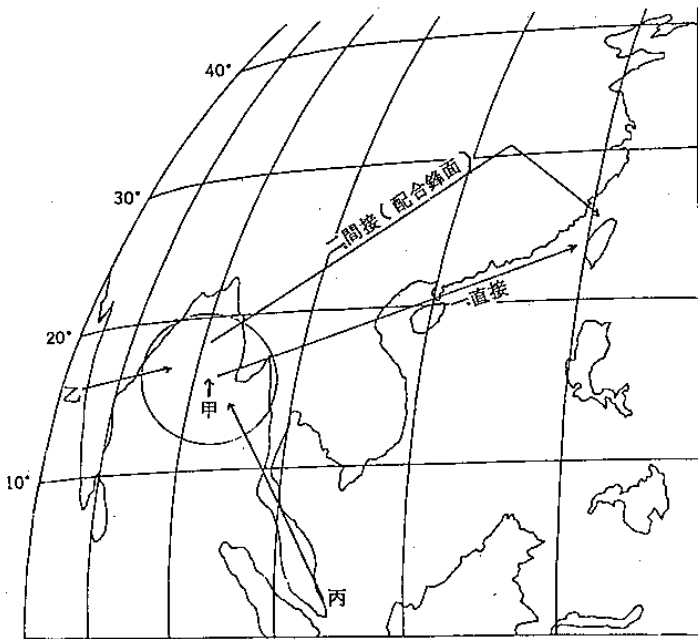
## 三、氣候統計及分析

分析1981至1986年6年來之衛星雲圖顯示在孟加拉灣或經由此地區發展的雲系，其來源可分為三類（如圖一所示）：甲、直接在孟加拉灣區所產生的對流雲系；乙、經由印度地區而進入孟加拉灣的雲系；丙、來自南半球或熱帶地區的雲系經由馬來半島而進入孟加拉灣地區的雲系。

上述於孟加拉灣地區發展的雲系，在東移至臺灣地區之過程中，經由統計分析其主要路徑可分成二種形式（如圖一所示）：一、直接方式：即在孟加拉灣地區發現的雲系，穿過中南半島上空再經過大陸東南沿海地區而到達臺灣；二、間接方式：即在孟加拉灣地區發現的雲系，沿著西藏高原南麓北上，經由華南、華中或華北地區，並配合鋒面雲系再次南下到達臺灣地區。

分析衛星雲圖並加以統計，從1981年至1986年6月間，共有64個案例之雲系從孟加拉灣地區移至臺灣上空。其統計之結果請見表一，其每年發生之次數以1982年之15次最多，次數最少的為1984年之5次，平均一年共發生10.7次。在月份方面，這6年來以4月份共發生之12次最多，2和3月之11次次之，而8和9月則一次也沒有發生，從表一可以歸納出此種現象以冬半年發生較多，而夏半年則很少發生。這和冬半年之西風帶南移及中、高對流層之西風增強，將雲系從孟加拉灣地區輸送至臺灣上空有著密切的關係，每個案例從開始至結束之平均時間約為6天，但亦有短至2天及長達10天之案例。

為求整個過程有較完整之瞭解，我們在64個案例中選取其中7個，分屬於上述三種來源及二類輸送過程（請見表二），並對這些案例在發生時間中之臺灣地區附近之天氣狀況、及在衛星雲圖中所見之現象做一序列之探討，此7個案例之起訖平均時間為6.4日。



圖一 孟加拉灣區雲系來源和移至臺灣地區之路徑圖

案 例	雲系來源	輸送過程	起訖時間(日)
一	丙	直接	5
二	乙+丙	間接	6
三	乙	間接	9
四	乙	間接	5
五	甲	直接+間接	6
六	甲	直接	7
七	甲+乙	間接	7
平均			6.4

表二 選取七個案例，包括雲系之三種來源及二類輸送過程。

雲系來源：甲、直接在孟加拉灣區所產生的對流雲系。

乙、經由印度地區而進入孟加拉灣的雲系。

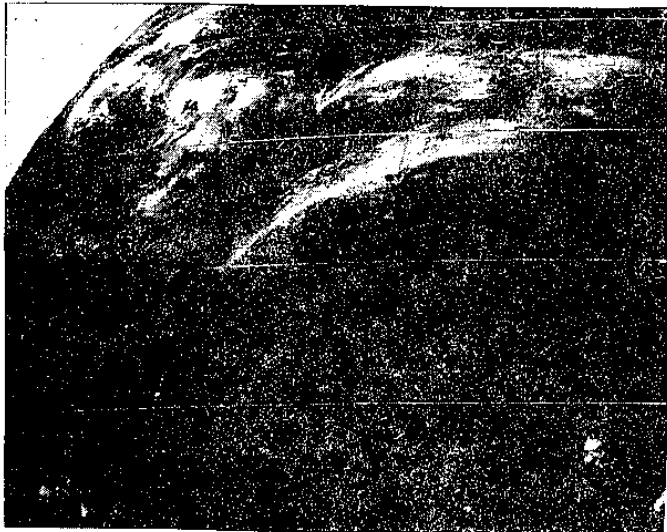
丙、來自南半球或熱帶地區的雲系經由馬來半島而進入孟加拉灣區的雲系。

案例一：時間為 1981 年 2 月 27 日至 3 月 3 日，此案例是屬於馬來半島進入孟加拉灣地區發展的雲系，穿越中南半島經南海地區而到達臺灣地區的直接過程形式。其 3 月 1 日 00 Z 之 GMS 紅外線衛星雲圖請見圖二，從圖中可見雲系從中南半島越過臺灣上空到達日本南端長達數千公里，此雲系和冷鋒雲系顯著的不同，其主要是以中高雲為主，而移動是由西南向東北移動。在案例中 2 月 27 日、28 日臺灣地區有些中低雲並產生零星之降水，而由孟加拉灣地區過來之雲系則於 3 月 1 日開始影響臺灣地區，影響形式從 3 月 1 日至 3 日是由南而逐漸向北，其最大降水則為 3 月 1 日 13 時至 14 時發生於東吉島測站，在一小時之內下了 98.4 厘米之雨量，在 06Z 之可見光及紅外線之衛星雲圖（圖三 a, b）中亦可發現對流性之雲線在東吉島及臺灣西部。

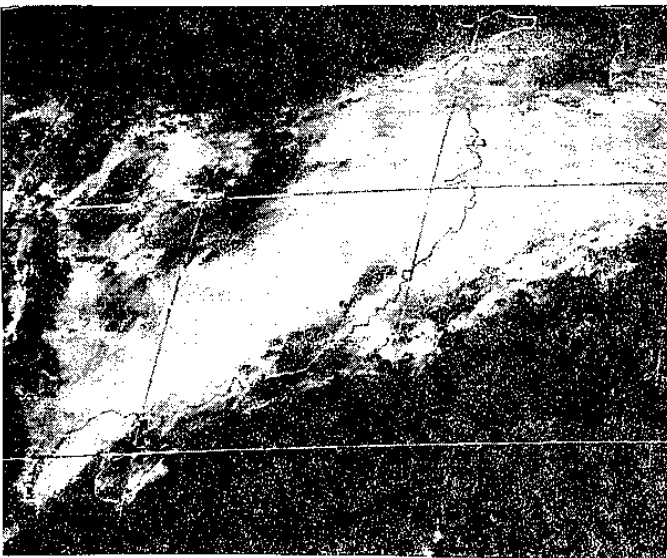
案例二：時間為 1982 年 2 月 4 日至 9 日，此一案例是經馬來半島及經印度地區而進入孟加拉灣地

年份 月份	1981	1982	1983	1984	1985	1986	合計
1	1	0	3	1	2	2	9
2	1	1	2	2	3	2	11
3	3	3	1	0	3	1	11
4	2	2	0	2	4	2	12
5	1	2	0	0	0	1	4
6	1	2	1	0	0	0	4
7	1	2	0	0	0	0	3
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	1	1
11	0	3	1	0	2	1	7
12	0	0	1	0	0	1	2
合計	10	15	9	5	14	11	64

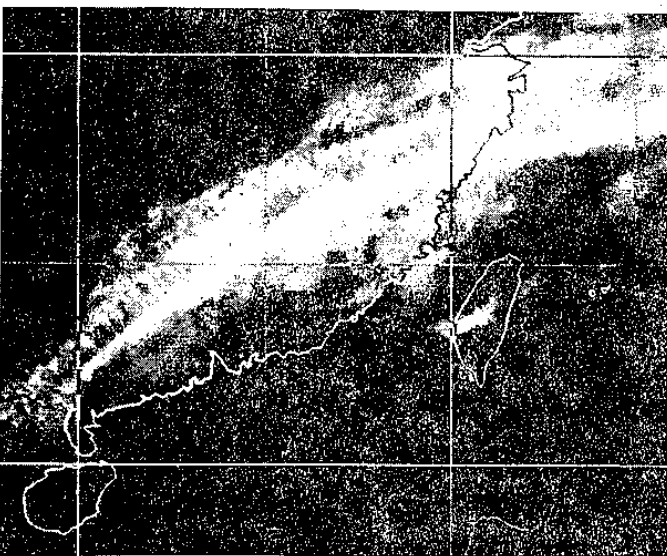
表一 1981 年至 1986 年 6 年間，從 GMS 衛星雲圖分析及統計孟加拉灣地區之雲系東移至臺灣上空之個案。



圖二 1981年3月1日00Z GMS 紅外線衛星雲圖



圖三 a. 1981年3月1日06Z GMS 可見光衛星雲圖



圖三 b. 1981年3月1日06Z GMS 紅外線衛星雲圖

區發展的雲系，沿著西藏高原北上配合鋒面雲系再南下經過臺灣地區之間接形式。由衛星雲圖及天氣圖（圖略）顯示在此一案例發生的整個時期內，鋒面系統一直位於華中北緯30度附近，而由孟加拉灣地區上來之雲系則不斷的加入鋒面雲系裡，並緩慢的向東南方推移，而2月7日鋒面雲系為最接近臺灣地區，並影響臺灣北部地區，中南部地區則於2月7日之後略受影響而偶有小雨出現。

案例三：時間為1983年1月14日至22日，為經由印度地區而進入孟加拉灣地區發展的雲系，沿著西藏高原南麓北上，配合鋒面雲系南下影響臺灣地區之間接形式。其由孟加拉灣上來的雲系於16日及17日之間於華中地區形成鋒面雲系，並快速的向東南推移，於18日到達臺灣，而於19日附近離開臺灣地區繼續向東移動，降水情形亦受此鋒面影響於17日午後及18日在臺灣各地出現。18日之日雨量以蘭嶼之41.9厘米最大。

案例四：時間為1983年12月26日至30日，亦為經印度地區而進入孟加拉灣地區發展之雲系，沿著西藏高原南麓北上，配合鋒面雲系南下經過臺灣地區之間接形式。其由孟加拉灣地區上來之雲系於12月27日至28日之間併入原已在華中地區發展的鋒面雲系之中，並緩緩的向東南方推進，從28日起臺灣北部地區已受此一鋒面雲系的影響並繼續向南發展，日雨量以鞍部之109.5厘米最大，至29日午夜鋒面雲系移出臺灣地區而逐漸緩和。

案例五：1984年4月23日至28日，由孟加拉灣地區發展的對流雲系，穿越馬來半島及中南半島經南海地區而到達臺灣地區的直接形式，此案例在下一節個案分析中將詳細之分析。

案例六：時間為1985年2月1日至7日，由孟加拉灣地區發展的對流雲系，穿越馬來半島及中南半島經南海地區而到達臺灣地區的直接形式。其雲系是屬於鋒面前之不穩定對流系統，在前期孟加拉灣地區的對流雲系在該區消消長長並緩慢向東北東移動，至華中與華南間的鋒面雲系發展後，此等對流雲系則較為快速且不斷的經由中南半島及南海地區而向臺灣地區輸送，從2月5日起，臺灣地區即有間歇性的大雨產生，日雨量方面以2月6日，

日月潭之 75.2 厘米最大，蘭嶼之 72.1 厘米次之。

案例七：時間為 1986 年 4 月 20 至 26 日，經印度地區進入孟加拉灣地區發展的雲系及由孟加拉灣發展的對流雲系，沿著西藏高原南麓北上，配合鋒面雲系南下經過臺灣地區的間接形式。其由孟加拉灣上來的雲系於 4 月 21 日至 22 日之間於華中地區形成鋒面雲系，此後即迅速向東南方推移，22 日午後臺灣地區即受此鋒面雲系的影響，而 23 日之後則受鋒面殘留雲系的影響，此二日有間歇性降水，但雨量不多其日雨量皆不超過 10 厘米。

綜合上述 7 個案例中，無論孟加拉灣雲系的來源為何，以及其經過臺灣地區的過程是那一種形式，均或多或少會給臺灣地區帶來降水現象，在案例一中因產生對流性雲線在局部地區產生較大之降水，此外若和鋒面配合並產生對流性雲系亦會帶來較大之降水。

#### 四、個案分析

於上述 7 個案例中，本文就 1984 年 4 月 23 日至 28 日之案例 5，配合衛星雲圖與有關之天氣資料做較詳細之分析。在此案例之前二天屬於醞釀期，從 23 日 06Z 之 GMS 衛星雲圖（圖四）中可以看到孟加拉灣地區有對流性雲系，在中南半島、華中、華南地區有中、低雲存在，而在北緯 35 度、東經 100 度附近有一高層雲系，此雲系在 24 日 06Z 時（請見圖五）已移至北緯 32 度、東經 118 度附近，此雲系並伴隨著中高層的槽線。而孟加拉灣之對流雲系則向東北移動，其前緣亦有部份雲系隨中高層之西風向東北方向移動至東經 110 附近。從天氣圖中分析（圖略），華南處於暖平流區域，850 mb 以西南風為主，風向隨高度增加而順轉，且濕度在此區域亦很大，故華南區域有很大的不穩定度。至 25 日凌晨時北方槽線通過臺灣北部上空，華南之雲雨區亦不斷移出，臺灣北部及東部地區已有零星之降水，24 日之日雨量最大地區為竹子湖之 2.7 厘米。25 日 06Z 之衛星雲圖（圖六）顯示孟加拉灣之雲系已到達華南地區，臺灣地區則仍受槽後殘留雲系之影響，屬於陰雨之天氣，25 日之日雨量以玉山之 20 厘米最高。

從 26 日凌晨起孟加拉灣之雲系已到達臺灣上空，但以高層之卷雲為主，26 日 06Z 之衛星雲圖（圖七），臺灣各地已在中、高之籠罩之中，從紅外線雲圖中顯示雲很白，表示雲頂溫度很低，但因是以中、高雲為主，故降水並不多，26 日之日雨量以玉山之 4.8 厘米為最高。另外從 26 日 06Z 之雲圖中（圖七），可以發現從大陸東北至華北一帶之鋒面系統已發展完成，和其他資料比較得知其向東南方向移動。

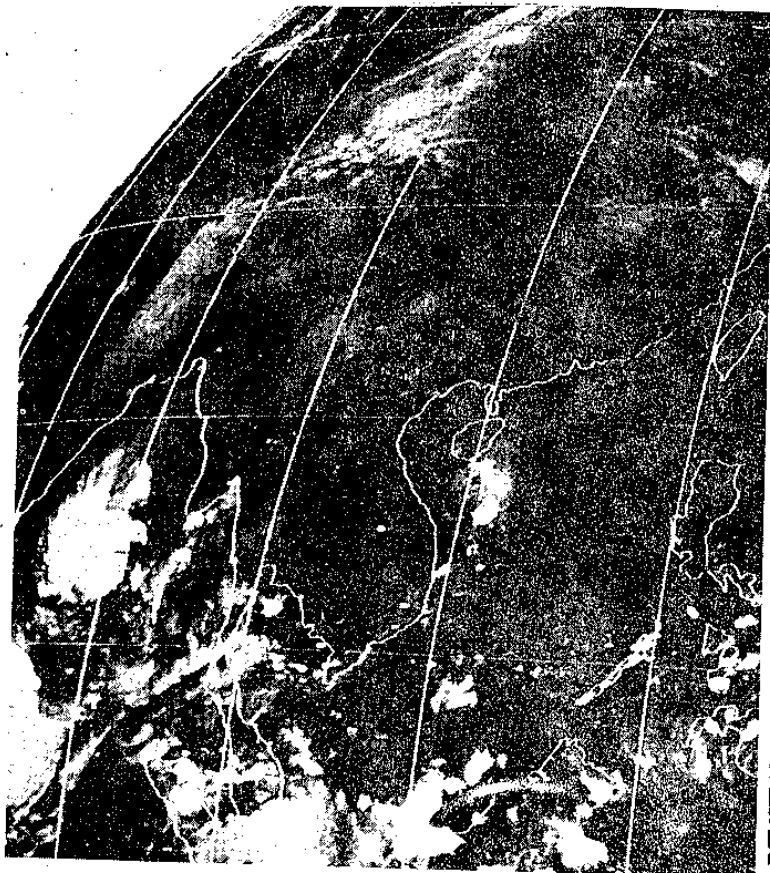
27 日凌晨起由於鋒面繼續南下，經由面前之強迫作用，原先孟加拉灣移入的雲系亦開始發生交互作用而有對流雲胞產生，27 日 06Z 之衛星雲圖（圖八），從雲圖中可以看出臺灣各地皆有對流雲出現，分析當天之天氣及降水資料得知 27 日幾乎臺灣各地全年皆有雨，日雨量最大的為澎湖之 135 厘米，阿里山次之為 132.8 厘米，玉山則為 123.6 厘米，最少的為恒春之 4.2 厘米，時雨量方面則以蘭嶼之 21 時至 22 時之 28 厘米為最大。28 日由於鋒面逐漸通過，雨量則較 27 日為小，但阿里山之日雨量仍有 92.1 厘米。

在此案例中臺灣地區直接受孟加拉灣中、高雲系影響時降水不多，其最大日雨量僅在玉山測得 4.8 厘米，但若孟加拉灣雲系和鋒面配合產生交互作用發展出對流雲系時，則會帶來較大之降水，在此案例中則有許多測站之日雨量超過 100 厘米。

#### 五、討論與總結

臺灣冬半年低層大氣中盛行東北季風，而夏半年則盛行西南季風。在 5、6 月間西南季風最為旺盛，到了 9 月份以後西南季風撤退，並轉變為東北季風。若以中、高層大氣而言，在冬半年由於西風帶南移，臺灣附近之上空西風或西南風甚強，而夏季由於西風帶北移，臺灣上空西風減弱，甚至有時亦吹著東風。

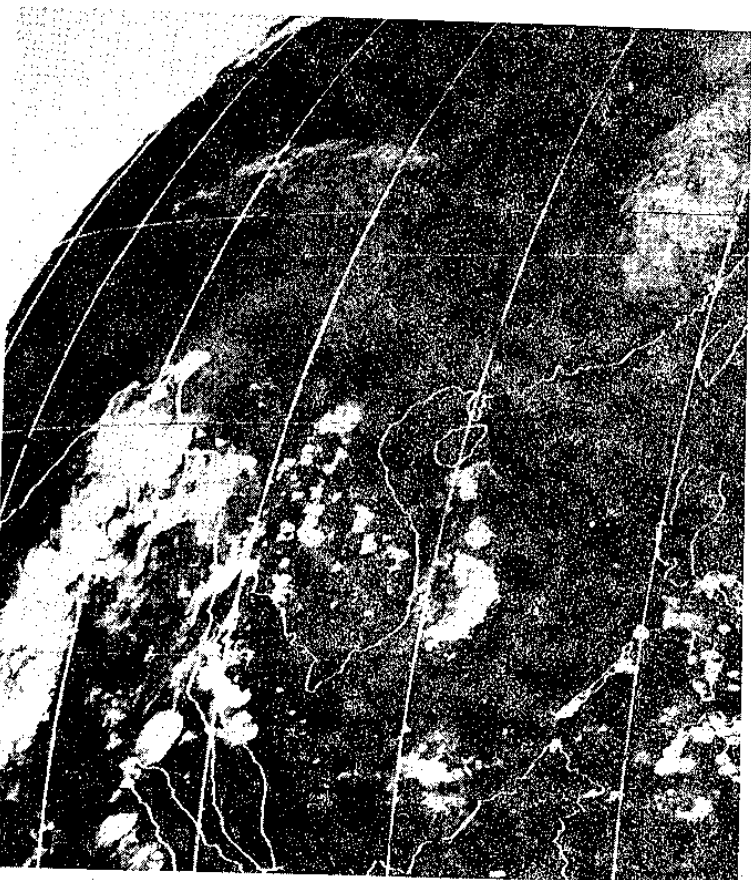
以氣象衛星而言，由於它是由太空中向地面觀測，對於中高層雲系之觀測較低層雲系為佳，低層雲只有在無中高雲擋住時才能被觀測到，至於對流雲是由低層發展至高層，故從衛星上是很容易可以觀測，但若高層強風將卷雲吹散，這些卷雲亦會遮



圖四 1984年4月23日06Z GMS 紅外線衛星雲圖



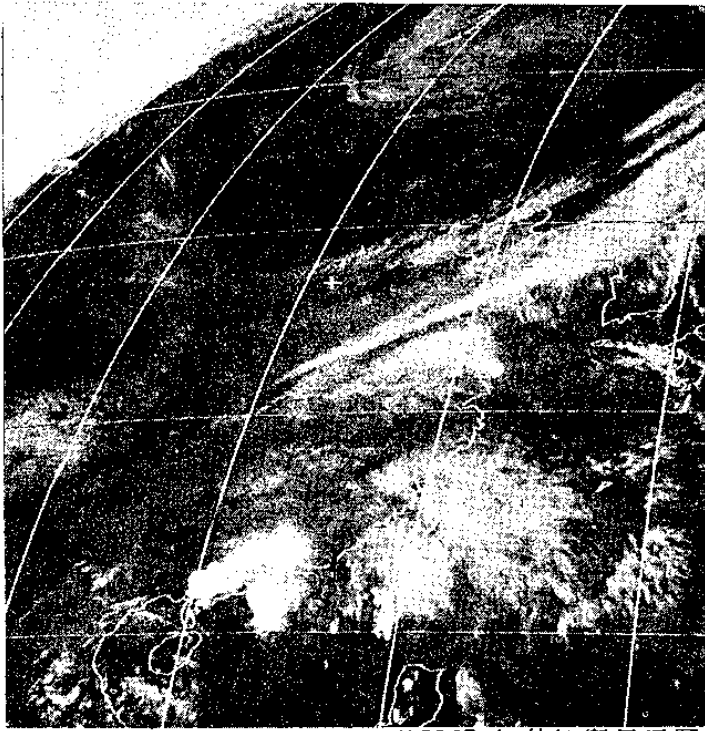
圖六 1984年4月25日06Z GMS 紅外線衛星雲圖



圖五 1984年4月24日06Z GMS 紅外線衛星雲圖



圖七 1984年4月26日06Z GMS 紅外線衛星雲圖



圖八 1984年4月27日06ZGMS 紅外線衛星雲圖

蔽低層雲之結構，在分析研判方面亦會產生誤差。由於這些緣故，故在本文中利用 GMS 地球同步氣象衛星之雲系照片估計孟加拉灣區水汽和雲系對臺灣輸送之情形，原則上仍以中、高層雲為主，而且中高層大氣之水汽含量遠較低層為少，故這些雲系直接到達臺灣上空時所帶來的降水並不多，但若這些雲系和華中和華南之鋒面配合，或在臺灣附近發生交互作用而產生對流性雲系，則仍然會帶來較大的降水。分析 1981 至 1986 年之衛星雲圖發現臺灣地區受孟加拉灣雲系影響之季節在冬半年較多，其中又以 1 月至 4 月最多，此和中高層西風帶南移將雲和水汽從孟加拉灣輸送至臺灣上空有密切的關係。在 5、6 月之梅雨期間，高層之西風逐漸減弱但低層之西南季風逐漸加強，印度北部及孟加拉灣開始出現西南季風槽，槽前並有低層噴射氣流出現將暖濕不穩定之空氣輸送至臺灣附近造成大量之降水，此時衛星雲圖所見為對流性雲系在華南或南海地區生成，配合梅雨鋒面向臺灣地區移入，有些對流系統亦在有利的大氣環境下，在臺灣地區產生，這些對流性之雲系在分析研判時必需非常的注意，因為它們常會導致臺灣地區的豪雨，至於直接由孟加拉灣區移至臺灣上空之中高層雲系在 5、6 月間則較為少見。在夏半年則更少，在研究期間之 8、9

月間則一次也沒有發生。

綜合本文之研究及以上之討論，我們可做以下之結論：

(一) 衛星所見從孟加拉灣移至臺灣上空之雲系，以中、高層雲為主，其來源可分為三類：甲、直接在孟加拉灣所產生的對流雲系；乙、經由印度地區而進入孟加拉灣的雲系；丙、來自南半球或熱帶地區的雲系經由馬來半島而進入孟加拉灣地區的雲系。這些雲系直接到達臺灣上空時所帶來的降水不多，但若和大陸地區之鋒面配合，或在臺灣附近發生交互作用產生對流雲系時仍會發生較大的降水。

(二) 此種中、高層雲移至臺灣上空之情形以冬半年較多，統計 1981 年至 1986 年之氣象衛星資料發現以 4 月最多，2 月和 3 月次之，而夏半年則較少，8 月和 9 月則未發生。此種現象和冬半年北半球之西風帶南移，中、高對流層西風增強，將雲系遠從孟加拉灣區帶至臺灣上空有著密切的關係。

(三) 5、6 月間低層大氣之西南季風最為旺盛，低層噴流可帶來豐沛的水汽導至臺灣地區之豪雨，其位置以愈接近臺灣地區機會愈大，且此時期衛星所見之雲系通常伴隨梅雨鋒面和槽線，屬於發展良好之對流性雲系，此和直接由孟加拉灣區到達臺灣上空之中、高層雲系有顯著之不同。

## 參考文獻

- 洪理強、朱曙光、張修武，1982：利用衛星資料對西南氣流及其雲系分析。中範圍天氣系統研討會論文集編，中央氣象局，489～504。
- 紀水上、陳泰然，1984：1981年5月27日～28日華南及臺灣地區中尺度對流複合系統之初步分析。天氣分析與預報研討會論文集編，中央氣象局，95～115。
- 徐天佑、賀克強，1982：衛星雲圖中噴射氣流之個案分析。氣象預報與分析90期，8～14。
- 陳泰然、蒲金標，1985：華南春季低層噴流之形成與臺灣北部豪雨之個案分析，大氣科學12期，23～32。

- 陳泰然，1987：臺灣乾濕梅雨期之平均環流特徵  
。大氣科學15期1號，17～30。
- 曾憲瑗、童茂祥，1987：南中國海對流雲簇研究  
。大氣科學15期1號，103～112。
- 萬寶康，1970：亞洲區域噴射氣流之特性及其對  
臺灣天氣變化之影響。氣象學報16卷4期，1  
～21。
- 劉昭民、楊進賢，1986：臺灣夏半年季風之特徵  
。第四屆全國大氣科學研討會論文集編。510  
～515。
- 蔡清彥、鄭寶鳳，1987：臺灣地區梅雨期間低層  
噴流的結構分析及其發生豪雨的關係。大氣科  
學15期1號，1～15。
- Chen, G.T.J., and C.Y. Tsay, 1977: A detailed  
analysis of a case of Mei-Yu system in the  
Vicinity of Taiwan. Tech. Rep. No. Mei-Yu-  
001, Dept. Atmos. Sci. Natl. Taiwan Univ.  
249pp.
- Erickson, C.O.: A Jet Stream Cirrus Shield,  
Monthly Weather Rev., Vol. 102, No.3, March  
1974. P.260-261.
- Maddox, R.A., 1980: Mesoscale Convective complexes,  
Bull. Amer. Meteor. Soc., 61, P.1374-1387.
- Uccellini, L.W., and D.J. Johnson, 1979: The  
coupling of Upper and lower tropospheric jet  
streak and implications for the development  
of severe convective storms. Mon. Wea. Rev.,  
107, P.682-703.



**A Preliminary study of the Satellite Observed Cloud  
Systems from Bay of Bengal affecting Taiwan's Weather**

**Hsiu-Wu Chang   Shu-Gwun Chu   Shuh-Wang Wu   Jeng-Hsiung Lee**

**Meteorological Satellite Ground Station  
Central Weather Bureau**

**abstract**

Analysing the cloud photographs of the Geostationary Meteorological Satellite (GMS), We can often find that there are many active cloud systems which may develop on the Bay of Bengal or move in from other areas. Due to the Westerlies of middle and upper troposphere, these cloud systems sometimes can transport to Taiwan regions. The routes can be divided into two categories: 1. Direct pattern: The cloud systems from Bay of Bengal move directly over Indo-China Peninsula and southern China coast areas to Taiwan. 2. Indirect pattern: The cloud systems from Bay of Bengal move over southern Tibet to central or southern China areas, then combine with cold front systems and move southward to Taiwan. In these two patterns, the second one will affect the weather of Taiwan greatly because it always combines with cold front systems. The clouds of first pattern are mainly in middle and high troposphere, so the precipitation is not heavy. In some cases, there are interactions in southern China or Taiwan areas, and produces convective clouds, then it still can induce heavy rainfall. The data used in this research are GMS cloud photographs and correlated weather data from 1981 to 1986. We found that there were 64 cases in which the cloud systems move from Bay of Bengal to Taiwan. In 1982, there are 15 cases, but in 1984, there were only 5 cases. The cases in winter season were more than those in summer season. In these 6 years, there were 12 cases in April, 11 cases in both January and March, and we couldn't find any cases in August and September.