

利用衛星雲圖決定颱風運動與強度

——第二屆中美氣象技術研習會宣讀論文——

王 時 鼎

Use of Satellite Cloud Pictures in Determining the Movement and Intensity of Tropical Cyclones

by Shih-Ting Wang

Abstract

This paper deals with the problems concerning the movement and intensity of tropical cyclones as revealed by and deduced from APT cloud pictures. Basically, 39 tropical cyclones with 132 APT cloud pictures selected from 1967-1971 are used with the attempt to give some indications on the following topics:

1. Movement of the tropical cyclones with the symmetrical and non-symmetrical cloud patterns.
2. Characteristics of recurving typhoons.
3. Interaction between the rotational and translational field.
4. Interaction between typhoon pairs.
5. Behavior of the storms with the unbalanced cloud distribution.
6. Terrain effects on the typhoon cloud distribution.
7. Some statistical correlations among parameters:
 - (1) the moving speed of storm(V_s)
 - (2) the maximum wind of storm(V_{max})
 - (3) V_s/V_{max} , "the relative intensity" of basic flow
 - (4) the major and minor axis of storm cloud area(L and S)
 - (5) the L/S , "the eccentricity"
 - (6) the direction of motion of storm(D_s)
 - (7) the orientation of the major axis of storm cloud(D_c)
 - (8) V_{max}/V_s , "the symmetry index".

Generally, the results obtained are quite exciting and promising, and can be used for operational purposes.

一、前言

民國五十五年冬間，本軍開始建立氣象衛星接收站，並順利展開衛星雲圖接收作業。自此以後，衛星雲圖資料積存漸多，並經對各有關氣象專題，作有程度研究。而本文係為就本軍直接接收雲圖，對決定颱風動態及強度之一項探索與努力。從衛星雲圖獲得之認識，幾乎涵大部份成熟颱風之雲型，並非對稱。如其雲型分佈可作颱風旋轉環流型式之代表，則此項事實，幾與天氣圖上所得之認識，完全迥庭。是否由於基流 (Basic Current) 影響，

而導使衛星雲圖上所顯示之極大部份颱風旋轉場之變形？或另有其他效應造成？此為促使本文研究動機之一。另外，就衛星雲圖對颱風應用上，被廣泛接受之 Fritz (1) 等之根據颱風雲圖直徑以估計颱風最大風速之技術，基本上係應用於雲圖對稱之颱風。由上述之非對稱(非圓形)事實，而限制了其實際之應用。(此為迄今為止有關衛星雲圖應用於颱風之兩項有系統研究之一，另一為Fett之熱帶擾動之分類技術)。此處引起之問題，是否衛星雲圖可廣泛並有效的應用於颱風分析？其回答應是肯定的。本研究則為就過去四年計共39次熱帶氣旋(參見表

STORM	NO.	STORM	NO.	STORM	NO.	STORM	NO.
<u>1967</u>		DELLA	3	ELSIE	3	BELLIE	7
VIOLA	2	CARMEN	3	FLOSSIE	2	CLARA	6
OPAL	3	GLORIA	2	GRACE	1	ELLEN	3
GILDA	1	JUDY	3	HELLEN	1	FRAN	5
<u>1968</u>		KIT	3	JUNE	1	GEOGIA	6
KIM	4	ELAINE	1	KATHY	2	HOPE	8
LUCY	3	<u>1969</u>		<u>1970</u>		IRIS	3
MARY	4	VIOLA	2	NANCY	2	JOAN	1
POLLY	3	ALICE	2	OLGA	3	PASTY	7
WENDY	5	BETTY	2	WILDA	8	<u>1971</u>	
AGNES	4	CORA	2	ANITA	10	THELMA	1

TAB.1 LIST OF THE TROPICAL CYCLONES USED IN THE STUDY

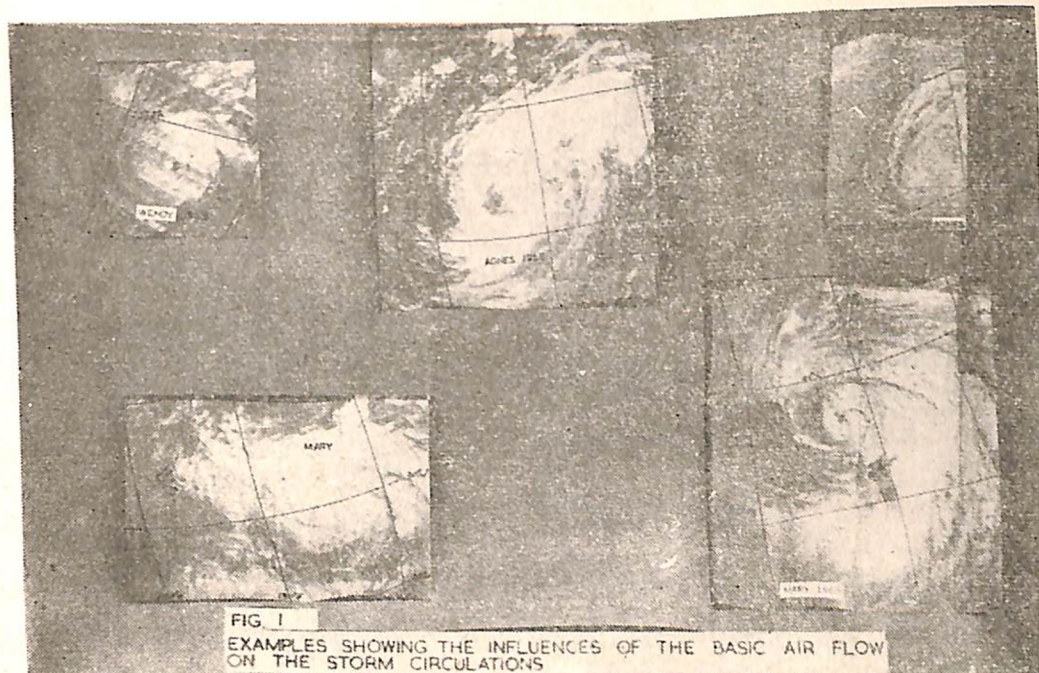
表一 本研究所應用之39次颱風名稱及衛星雲圖次數

一) 雲圖之分析，主要目的在發展，藉衛星雲圖決定颱風運動及強度之客觀技術。另外並將討論其他有關問題。諸如：衛星雲圖所顯示之移動場與旋轉場之交互作用，轉向颱風之雲圖特性，雙渦旋之交互運動，不規則颱風運動在衛星雲圖上之指示，地形對颱風雲型分佈之影響，及其他雜例等。

二、衛星圖所顯示氣流移動場與

旋轉場之交互效應

有關氣流移動場與轉動場之交互影響，無論對理論或應用氣象學家均為一項極有興趣之課題，因為熱帶氣旋實際係被認為重疊於移動場上之轉動場(溫帶氣旋即非是)，故衛星雲圖應可反映此項事實。而圖一中五張衛星所攝颱風雲圖即可供此項說明。藉圖中C D E 三圖可見，接近中心處，雲帶係呈圓形分佈。但在稍遠之處，雲帶(Cloud band)與雲條(Cloud streak)逐漸改變型式，而呈橢圓之狀。而此顯係受導引氣流扭曲之結果。即由於此項特性，衛星雲圖可直接讀出其風暴之運動。例



圖一 衛星雲圖所見之導引氣流(基流)對風暴環流影響之五次實例。

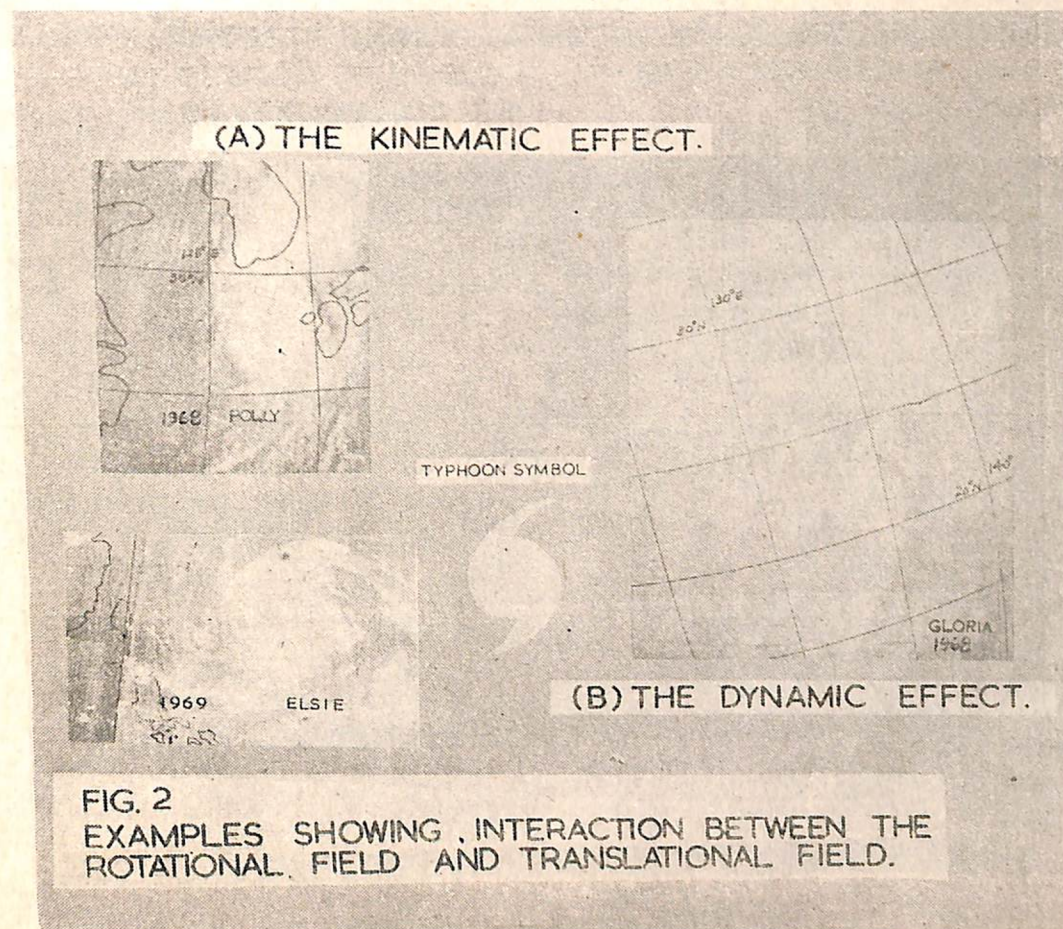


FIG. 2
EXAMPLES SHOWING INTERACTION BETWEEN THE
ROTATIONAL FIELD AND TRANSLATIONAL FIELD.

圖二 衛星雲圖所見之旋轉場與運動場交互作用之實例。

如：Agnes 颱風在C圖階段係向西南，Mary 颱風在D及E圖階段，係均向西北。而 Agnes在B圖階段則在向東北轉向中。另外，圖1A 為Wendy 颱風之雲圖，係1968年9月2日E-2所攝。由圖可見，其雲系組織完善並呈同心圓狀繞向中心，顯未受導引氣流之影響（該時之移速為12 K T S）。實際上，其為一「超級颱風」而有以致之（在該時之最大風速為105 K T S）。茲歸納上述討論得：

(一) 颱風中心附近由於旋轉場顯著，移動場效應隱而不顯。

(二) 離中心漸遠時，實際環流可顯見係兩者之結合。

(三) 結構完善之強烈颱風，移動場效應可完全隱而不顯。

(四) 旋轉場與移動場之結合，主要係賴其相對強度，而有不同之結合型式。

(五) 颱風雲系如不對稱，則長軸方向與颱風運動方向相一致。

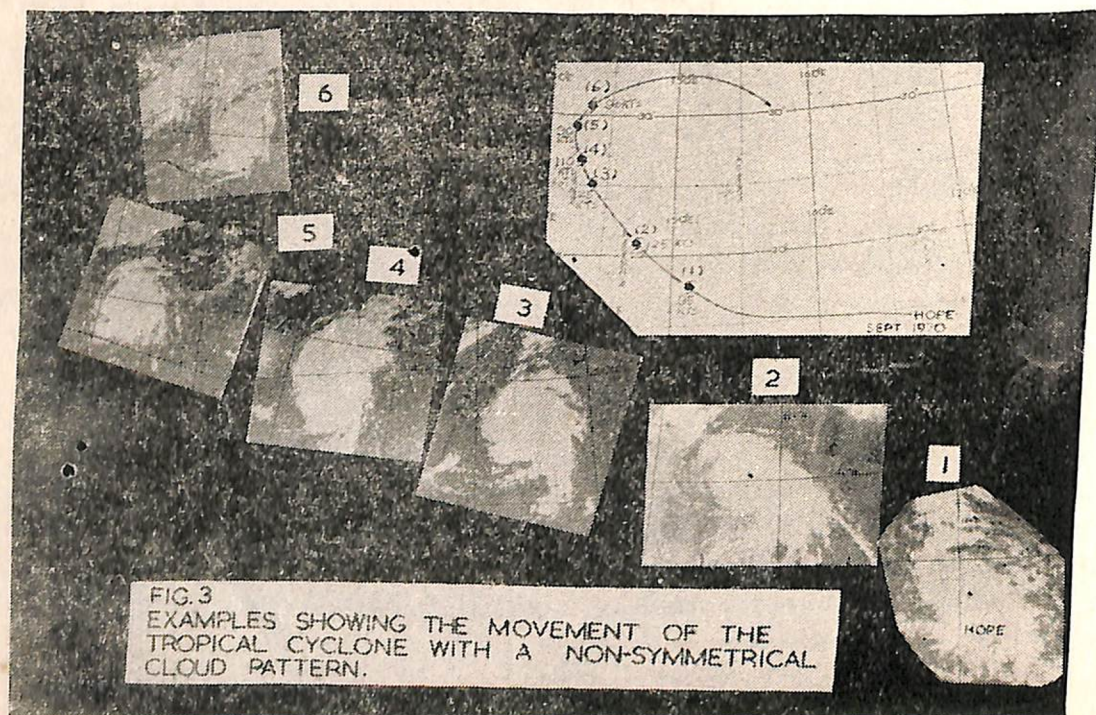
另外，由圖二1968年 Polly, Gloria 及1969年 Elsie 三颱風顯示旋轉場與移動場之交互作用，可獲兩項極為重要之結果。

(一) 運動效應：旋轉場所造成之雲系，受移動場影響而使呈橢圓形分佈（見 Polly 颱風之例）。

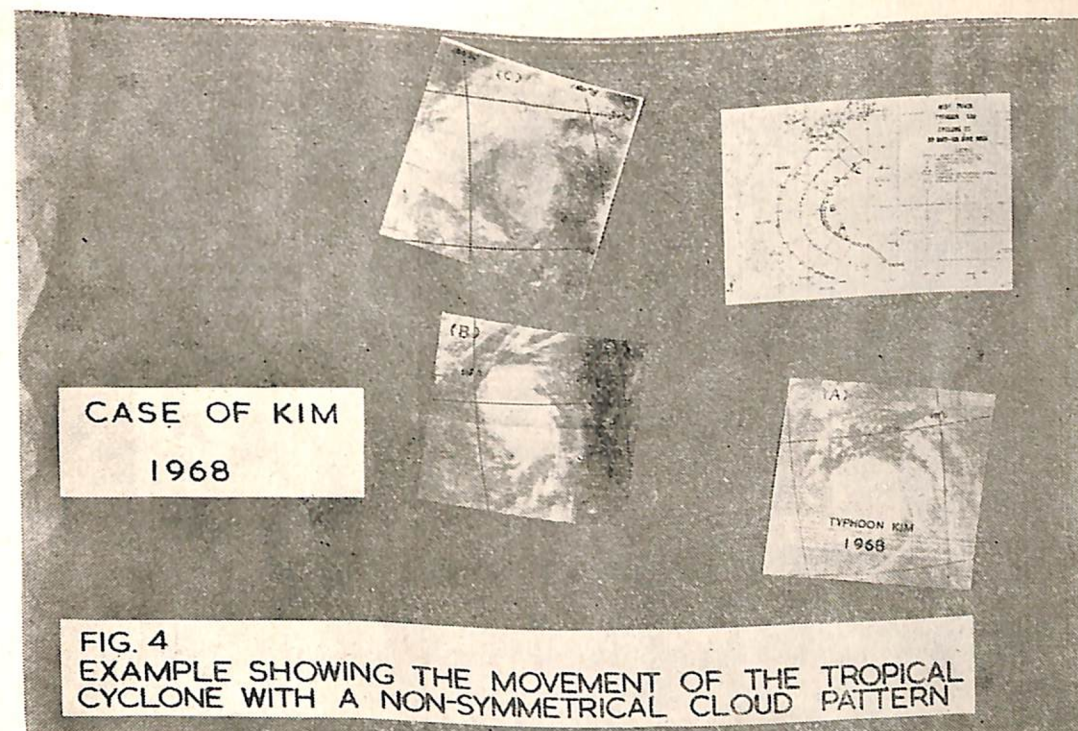
(二) 動力效應：在風暴外圍，由於移動場與旋轉場強度大小接近，其與導引氣流方向略呈直角之處，兩者造成顯著之幅合作用，而產生新的雲系。致每架颱風雲型分佈呈不規則，而略如圖中所繪符號之型式。深有興趣者，該項型式幾與吾人使用已久之颱風符號表示法完全一致。圖中三颱風均可明顯見之，而無視颱風強度之等級（圖中 Elsie 最大風為150哩／時，時間1969年9月24日0000 Z。Gloria 最大風80哩／時，時間1968年10月19日2200 Z。Polly 最大風60哩／時，時間1968年8月15日2300 Z）。其中特以 Gloria 颱風，由其雲圖可見，該效應所造成雲型之亮度猶大過近中心之情形。

三、衛星雲圖對颱風運動之指示

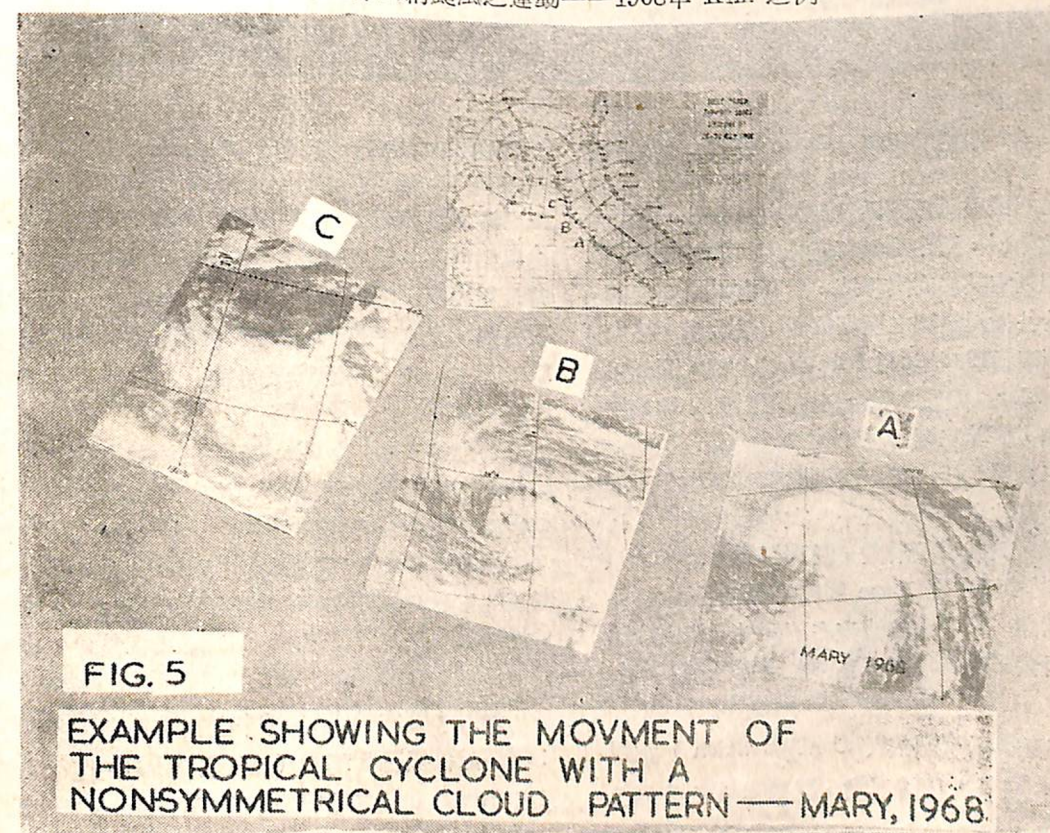
上節中經述及颱風雲系非對稱時，其長軸方向每可指示颱風之運動。因此一概念，尚未見有前人述及，並作有系統之發揮，故此處再以一系列之實例以作印證。圖三所示為1970年9月 Hope 颱風之例



圖三 雲型非對稱颱風之運動——1970年 Hope 之例。



圖四 雲型非對稱颱風之運動——1968年 Kim 之例。



圖五 雲型非對稱颱風之運動——1968年 Mary 之例。

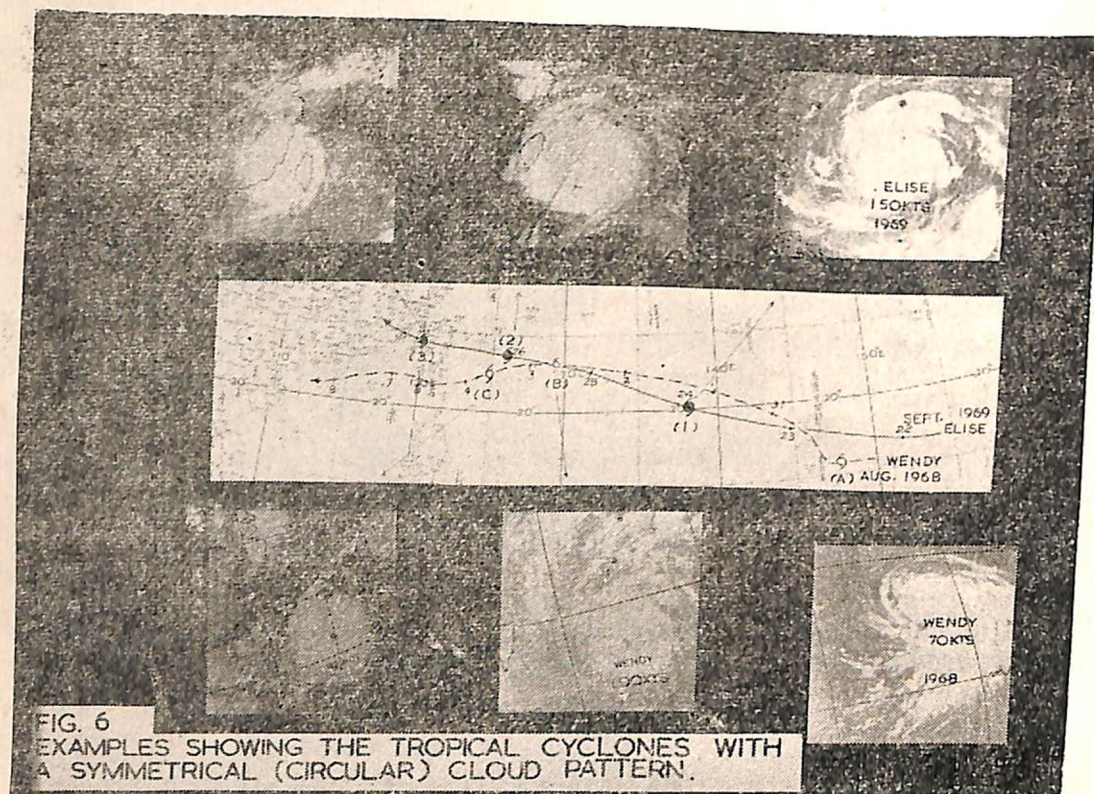


FIG. 6
EXAMPLES SHOWING THE TROPICAL CYCLONES WITH
A SYMMETRICAL (CIRCULAR) CLOUD PATTERN.

圖六 雲型呈對稱（圓形）性質之颱風運動——1968年 Wendy 及1969年 Elsie 之例。

。該圖中之六張颱風雲圖係分別攝自 ESSA-8號及 ITOS-1 號衛星。圖中均標有經緯度，俾藉連續位置變化，以判定其移向與移速。另附有颱風路徑圖，及對應於各衛星雲圖之所在位置，最大風，移向與移速。圖四為1968年6月 Kim 颱風之例。圖五為1968年7月 Mary 颱風之例。上兩圖之內容均略如圖三中所述，藉該三圖可見：

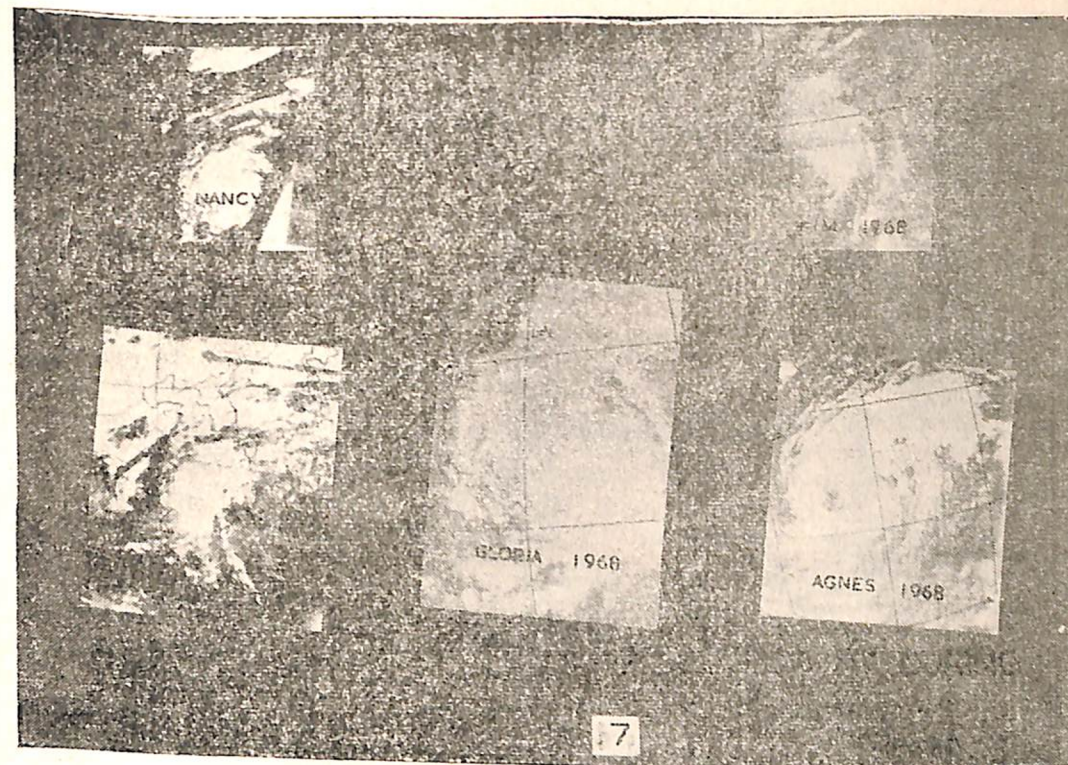
(一)該三颱風之任一階段所攝颱風雲圖均非對稱（事實上，就此處四年共三十九次颱風之例中，僅有數次颱風，於其成熟階段，雲圖係屬對稱者，即呈圓形）。其中圖三之 Hope 屬超級颱風（最大風一度曾達 140 哩／時），其情形亦不例外。即由於此一事實，引發了颱風雲圖「長軸」及「長軸方向」之概念。

(二)如將颱風雲圖型式（Configuration）對照以颱風路徑，則吾人立可見出，風暴雲系之長軸方向，亦即為其運動之方向。舉例：圖三中 Hope 颱

風之開始兩次雲圖，其長軸方向均為西北，而所附颱風路徑在各該時之方向亦然。此實際亦即言，當時衛星雲圖，即可用以決定當時風暴之運動，而該項雲圖，幾立可收到。較同一時間之天氣圖至少要早二至三小時，故就其「時效」上言，更具實際應用之意義。

(三)由於 Hope 及 Kim 颱風均呈拋物線之路徑，故此處所附之各時間雲圖，其型式均不相同。此項事實提示了一極為重要之概念，即：實際颱風路徑之任何改變，均立可在雲圖中顯示出來。是以風暴雲圖一經變化，每即可作運動變化之指示。發展成熟之颱風為尤然（因其雲型分佈，相對言為最明顯）。

另外，圖六給出另一類颱風雲型分佈之例，即：雲系分佈係呈對稱者（圓形）。圖中上方為1969年之 Elsie，下方為1968年之 Wendy。該兩颱風均屬超級颱風（Super Typhoon），其中 Elsie 最



圖七 衛星雲圖所顯示之轉向颱風特徵

大風曾達150哩／時，Wendy曾達140哩／時。圖中颱風雲圖型式似與運動無何關聯。但藉圖吾人仍可作出其運動之估計。因類此大颱風之動態每較穩定（steady），當於各階段中，其雲圖保持不變時，每可作其移向及移速亦將無何顯著改變之推斷，而如圖中所附兩颱風之路徑圖所示。

四、衛星雲圖對颱風轉向之指示

傳統颱風預報作業中，可能最困難問題之一，即為決定颱風將於何時及何處轉向，但就氣象衛星所攝風暴雲圖之判讀上言，此一問題却似甚為單純。圖七所示之名颱風圖例均係攝自轉向之時。由其雲型分佈，吾人幾立可獲得印像，即，該各颱風係均在轉向期中，因風暴前部之雲系顯已受東北氣流之影響。另外藉圖三 Hope 颱風之例，轉向期間颱風雲系演變過程之細部，幾均可明顯見出之。

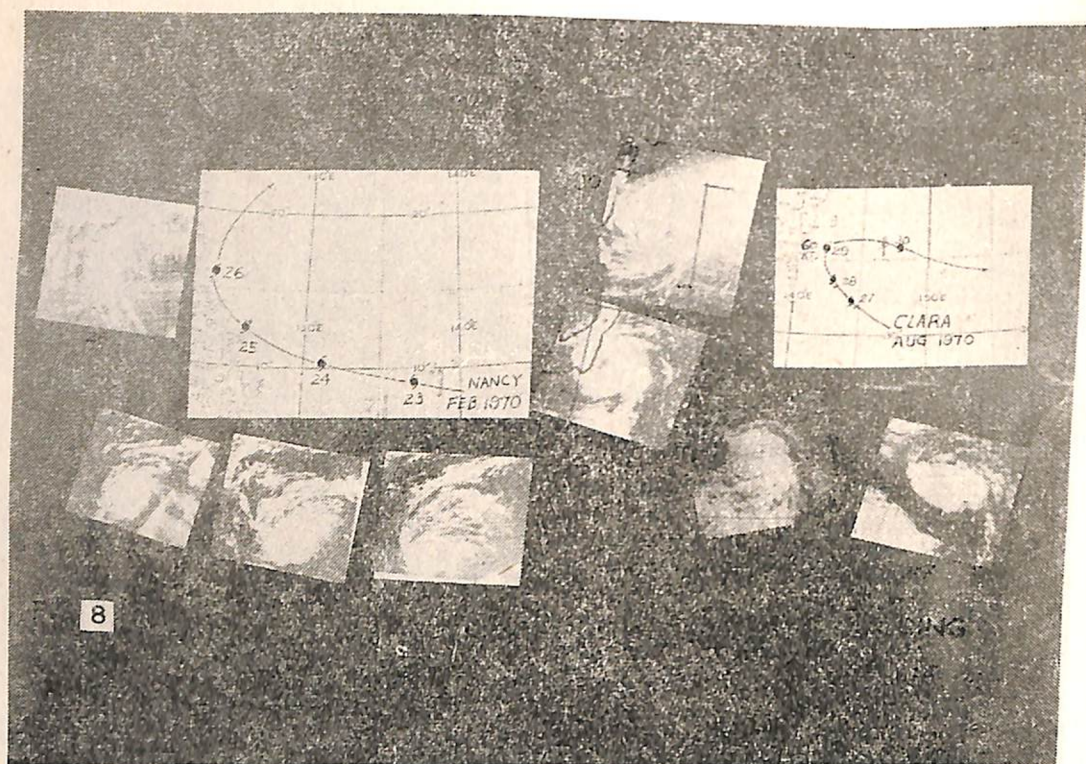
另外，圖八並給出兩類颱風轉向之典型之例。一為受太平洋副熱帶高壓脊影響造成之轉向，例見圖中左方1970年之 Nancy。另一為受中緯高空西風帶影響而轉向，例見圖中右方1970年之 Clara。藉

右圖可見，當受西風帶影響轉向時，其因包括不同方向之大規模氣流之轉變，風暴移速愈為較小，故於轉向時，其雲系主要僅反映旋轉場效應，致呈極對稱（圓形）之分佈（見8月29日之雲圖）。反之，受太平洋副熱帶高壓脊影響轉向，因不包含大規模風系之變化，且移動場速度較大，故於轉向時，颱風雲系係呈彎曲狀，充份反映高壓脊之形狀（見2月26日之雲圖）。另外，此兩類型式之轉向，亦可自颱風路徑型式中見出，即：當受中緯西風帶影響轉向時，其路徑曲率遠較受太平洋高壓脊影響轉向時為大而顯者，此可在圖八所附路徑圖中，明顯見出。

五、衛星雲圖對雙渦旋交互影響之研判

雙渦旋交互影響，亦即所謂「藤原效應」，為另一深有興趣之課題，而衛星雲圖則為詮釋並求證此項效應之最佳工具。在過去所攝風暴雲圖中，至少有三種不同之型式，可值注意，即：

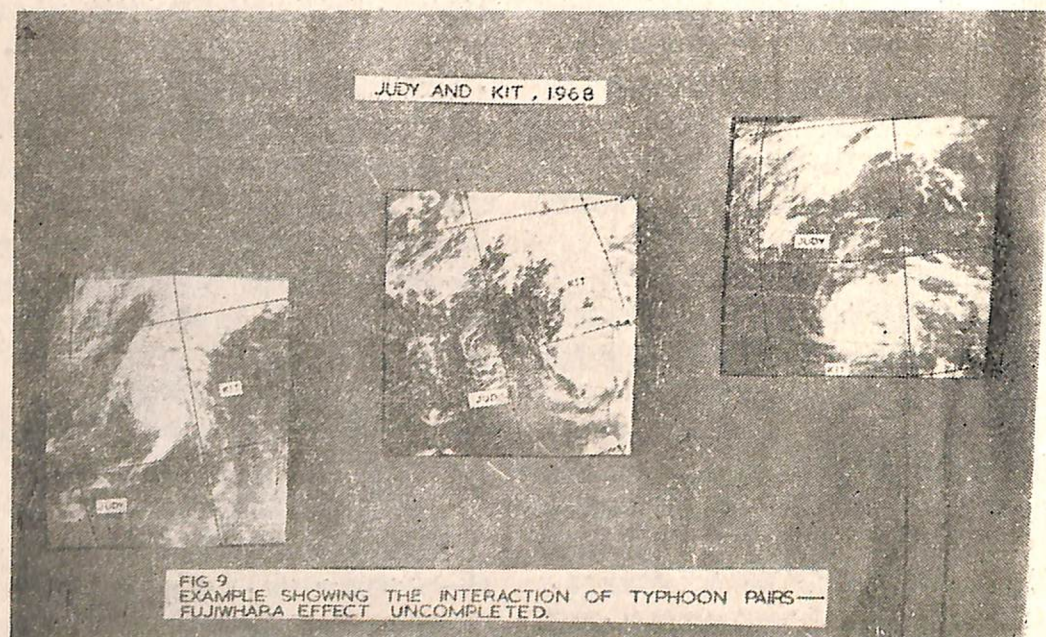
(一)最初雙渦旋彼此旋轉並接近，但最後係彼此



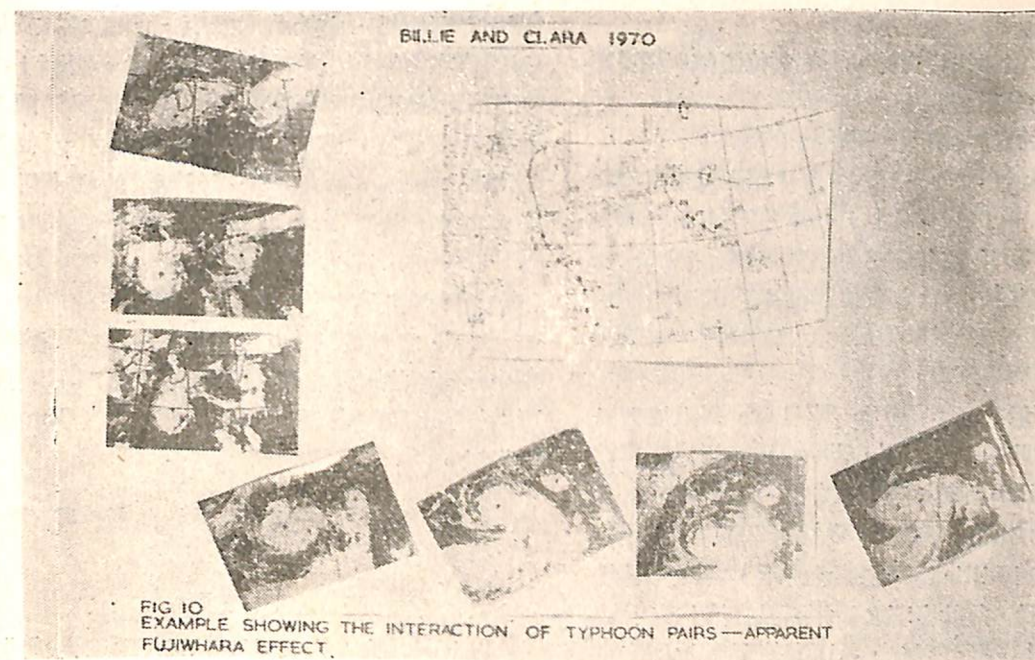
圖八 兩類轉向颱風之典型實例。

(a)受太平洋高壓脊影響轉向——1970年 Nancy。

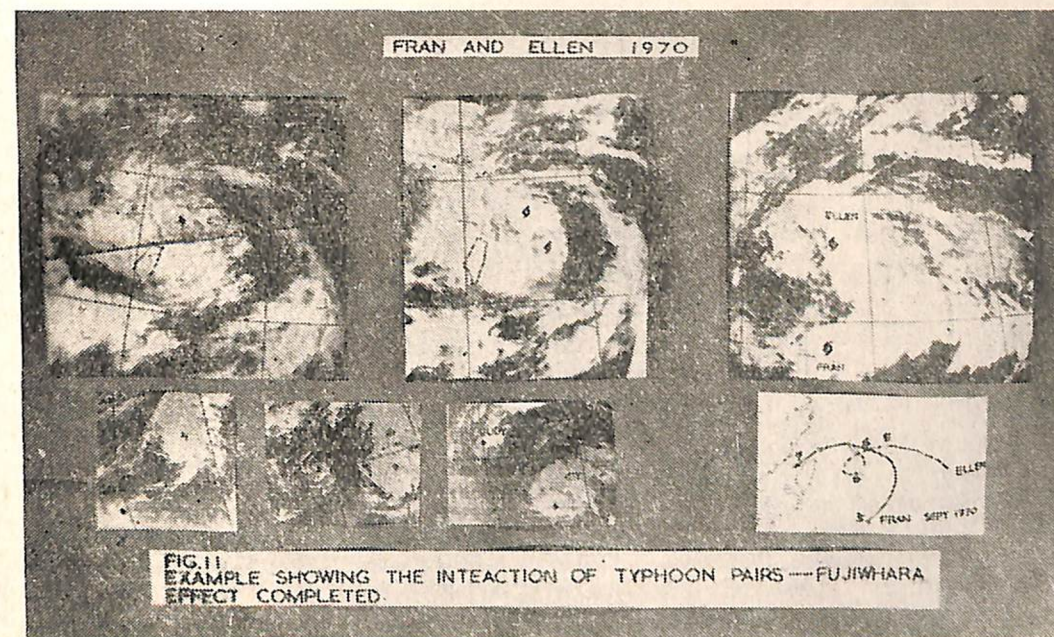
(b)受中緯高空西風帶影響轉向——1970年之 Clara。



圖九 雙颱風交互作用（即藤原效應）之例——未完成者，1968年之 Judy 與 Kit。



圖十 雙颱風交互作用（即藤原效應）之例——視旋轉現象，1970年之 Billie 與 Clara。



圖十一 雙颱風交互作用（即藤原效應）之例——已完成者，1970年之 Fran 與 Ellen。

分離。

(二)視似旋轉 (Apparent Fujiwhara Effect) 現象：

兩颱風視似彼此旋轉，惟相對位置無明顯改變，最後並各分離。

(三)相互旋轉與接近，最後趨於合併。

圖九所示1968年 Judy 與 Kit 為上述第一類之例。開始之日 (11月2日)，Judy 係在 Kit 之西北。至次日，Judy 之相對位置已略在 Kit 西方，距離縮減。第三日 Judy 相對位置已移至 Kit 之西南。由圖可見，兩颱風雖相互旋轉並趨接近，但最後並未合併，而趨分離。

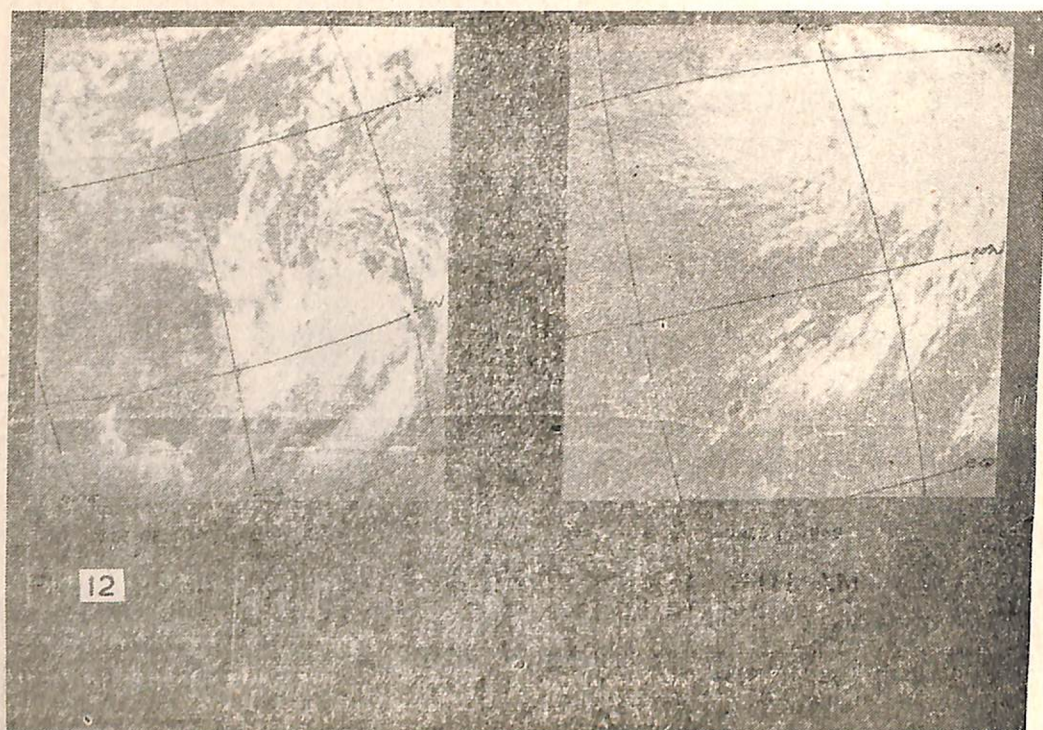
圖十所示1970年 Billie 與 Clara 為上述第二類之例。由此一系列之圖，Clara 風暴似見圍繞較大之颱風 Billie 旋轉。但吾人如進一步分析，可發現在該數日中 (日期參見所附之路徑圖)，Clara 風暴始終係在 Billie 颱風之東北附近，實際上兩者並未相互轉動，故此處稱之為「視似旋轉」或「視似藤原效應」。類似現象，每可導致預報上之嚴重差誤，特宜注意。

圖十一所示1970年 Fran 與 Ellen 為上述第三

類之例。此兩颱風之相互旋轉，即在台灣附近，Fran 合併 Ellen 後，威力增大並侵襲台灣。此處所關切之問題為，由於藤原效應，兩颱風趨於併合，是否可在衛星圖中於事前獲得指示。而圖十一及圖九可供作此項說明，在圖十一之三張連續圖例中，吾人明顯可見，另有一彎曲雲帶聯繫，最後並環繞該兩風暴中心。藉此可知其外圍環流已合併為一，且甚顯著。故最後兩中心併而為一 (大的吸收小的)。相反地，圖九之 Kit 及 Judy 情形，兩者於趨近階段並無上述之該項現象，雖然在當時 (1968年11月3日) 之地面圖中，亦有封閉之等壓線包圍該兩中心。可能，就衛星圖而言，上述兩不同現象，可供研判藤原效應是否可能「完成」(Complete) 之指示。

六、不規則颱風運動在衛星雲圖之指示

以上所討論者均限雲圖對稱 (圓形) 或非對稱 (此處係指橢圓形) 之風暴之運動。而並未論及相對於風暴中心言，雲系呈不平衡分佈颱風之運動。



圖十二 雲型呈不平衡分佈颱風之運動實例——1968年之 Trix 與同年之 Agnes 之例。

雲系分佈及對颱風運動之影響

響

有關地形影響方面，深值討論之問題甚多，此處擬僅就兩例作一說明。均見圖十三。

圖中之上方為1968年 Elaine 颱風雲區所受地形影響之例。由圖可見，其雲型長軸方向係傾向於東北北，但其運動係向西方。此項事實顯與前文所述「颱風係向長軸方向運動」之結論不符。此處推論認為此項現象，可能係由於山脈之影響。因此颱風在該階段係在呂宋島北端之東方近海，而在台灣及呂宋島均有頗高之略呈南北走向之山脈縱貫其間。相信這些山脈可以重新調整風暴雲系之分佈，而如此處所述 Elaine 雲圖之分佈情形。是以，風暴運動不與雲系之長軸走向相一致。但無論如何，類此情形必將影響其運動速度。實際上，在該階段，其

在作衛星雲圖判讀時，吾人可發現一極為重要並極有興趣之事實，即：風暴雲系作顯著不平衡或不規則分佈之颱風，其運動亦常不規則。圖十二兩例即為甚佳之例證。左圖為1968年8月24日 Trix 颱風之例。由圖可見雲型中心並不與旋轉中心相合。右圖為1968年9月4日 Agnes 之例。藉圖可見，雲系均係集中於颱風中心之東。在其西方，幾無任何雲系。實際上，該兩颱風在該項不平衡雲系存在期間，其運動速度均甚小，且路徑呈不規則 (有關上述 Trix 之例，本中心出版之氣象衛星研究之第二本報告中，經已注意及之)。此項雲系，實際亦反映颱風中運動場之不規則現象。類此之例頗多，此處所述僅為較典型並明顯者。是以一般言，祇要衛星圖中所見之風暴雲系分佈，發現有類此之不平衡現象出現時，緩慢或甚至不規則之風暴運動，每為可期。

七、衛星雲圖所指示地形對颱風

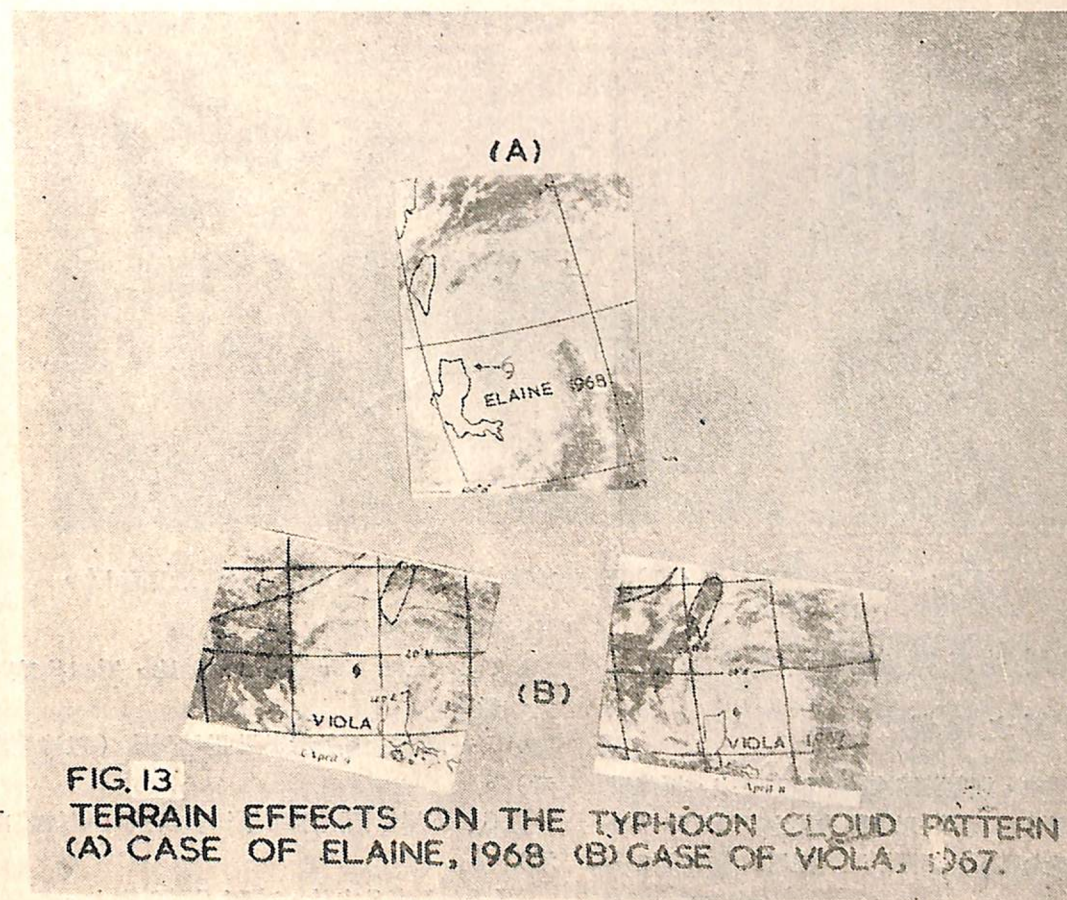


FIG. 13
TERRAIN EFFECTS ON THE TYPHOON CLOUD PATTERN
(A) CASE OF ELAINE, 1968 (B) CASE OF VIOLA, 1967.

圖十三 山脈分佈對颱風雲系影響實例——1967年之 Viola 與1968年之 Elaine。

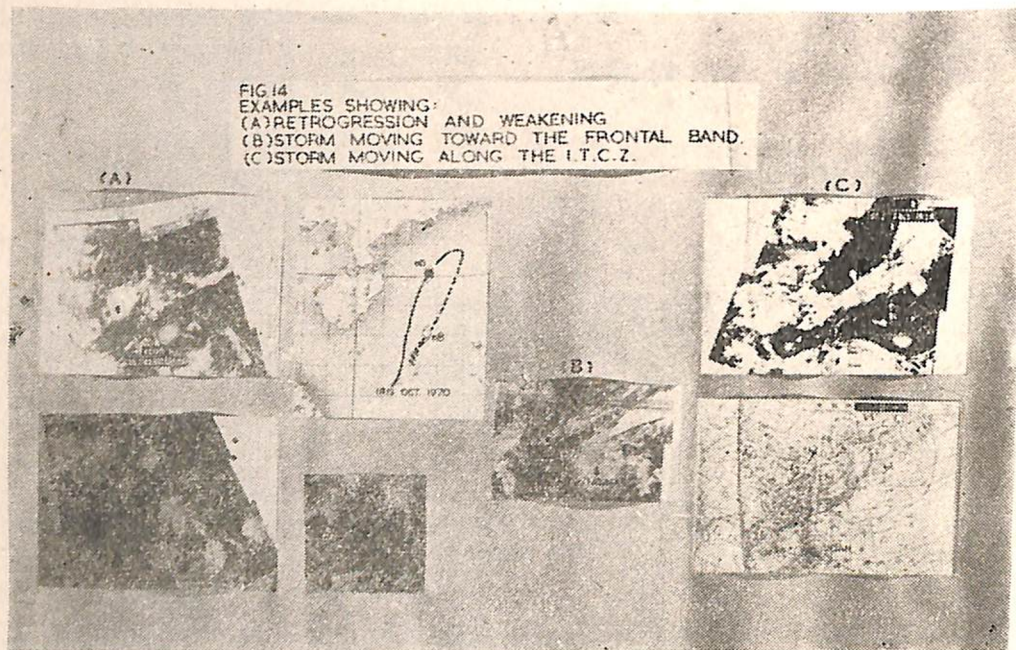
移速係小於10哩/時。

圖中下方為1967年 Viola 颱風之例。由於地形影響，當其在呂宋島東方時，其雲系長軸方向係向西北。當在山脈西側時，其雲系長軸方向係向西南。若干情形，風暴路徑亦如雲系長軸方向，在過山前有向北偏，及過山後有向南偏之現象。關於此，待後有機會時再詳論之。

八、雜例

(一) 後退與減弱

颱風回退時每伴隨強度之減弱，類此情形，過去之例甚多。此處擬藉衛星雲圖之助，略作說明，並以1970年10月 Iris 颱風為例，參見圖十四左方所列四圖。藉各圖明顯可見，當10月8日 Iris 颱風倒



圖十四 雜例：(a) 颱風後退與減弱，(b) 颱風趨於移向鋒面，(c) 颱風趨於沿赤道面移動。

九、有關颱風強度與運動之相關

圖解之擬製

在本節中，期望能建立若干相關圖表，藉過去衛星雲圖及颱風資料以客觀的決定風暴之移向、移速、及最大風。各相關圖表所採用之參數列如下述：

V_s ——風暴運動速率（單位哩/時）。

退時，其雲系趨於消散。（參見路徑圖下在該階段之颱風放大圖）。而不旋踵，颱風亦趨消失於無形。此項事實想主要係與大規模風系（氣團）變化，暨空氣沉降作用有關。

(二) 颱風趨於移向附近之鋒面

此項事實，可參見圖十四中間部份，1971年3月 Thelma 颱風之例。當颱風在非島東方洋面，且有明顯鋒面雲帶位於其北方附近時，特為真實（於南海中時，其關係不著）。

(三) 颱風趨於沿赤道面運動

通常，赤道面及其雲系可在衛星雲圖中明顯見出。此時如有颱風且其雲系係雜於赤道面雲系之間時，則常隨赤道面移動，而如圖十四右方之1970年 Joan 颱風所示。

V_{max} ——最大風（哩/時）。

V_s/V_{max} —— V_s 與 V_{max} 之比，用以代表導流之相對強度。

L ——衛星雲圖所示風暴長軸長度（以緯度數表示）。

S ——衛星雲圖所示風暴短軸長度（以緯度數表示）。

L/S —— L 與 S 之比，或稱「偏心率」。

D_s ——風暴運動方向（以度數表示）。

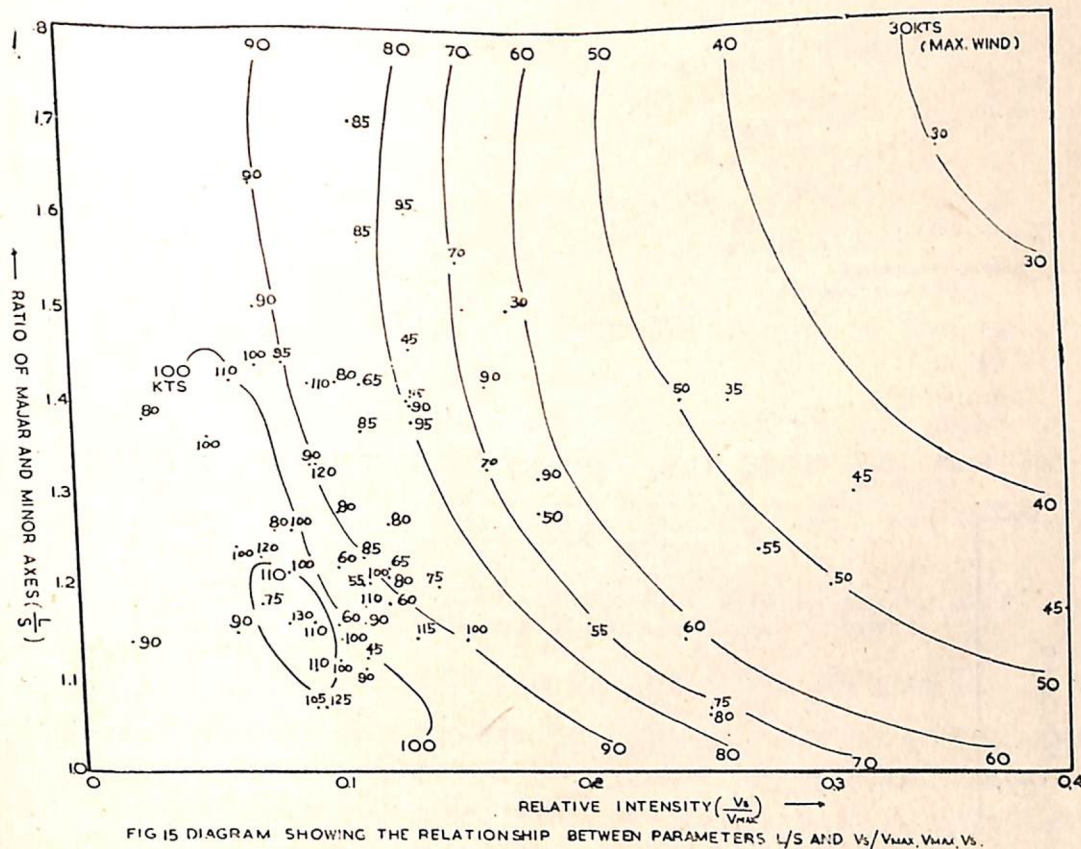
D_e ——風暴雲系長軸走向（以度數表示）。

V_{max}/V_s —— V_{max} 與 V_s 之比，稱「颱風雲系之對稱指數」。

以上各參數均可於衛星風暴雲圖及過去颱風紀錄中得出。在本研究中，計應用39個颱風之132次衛星觀測（參見表一）。其統計研究結果各參見圖

十五至二十。

圖十五之圖解(Diagram)係指示上述各參數中之 L/S ， V_s ， V_s/V_{max} 及 V_{max} 四者間之相關。藉圖明顯可見，風暴之最大風速(V_{max})係與雲圖偏心率(L/S)及導流之相對強度(V_s/V_{max})均有呈反比之關係。如上述四參數之任兩者為已知，



圖十五 颱風雲系「偏心率」(L/S)，導流之「相對強度」(V_s/V_{max})，颱風最大風速(V_{max})及移速(V_s)等四參數間之圖解相關。

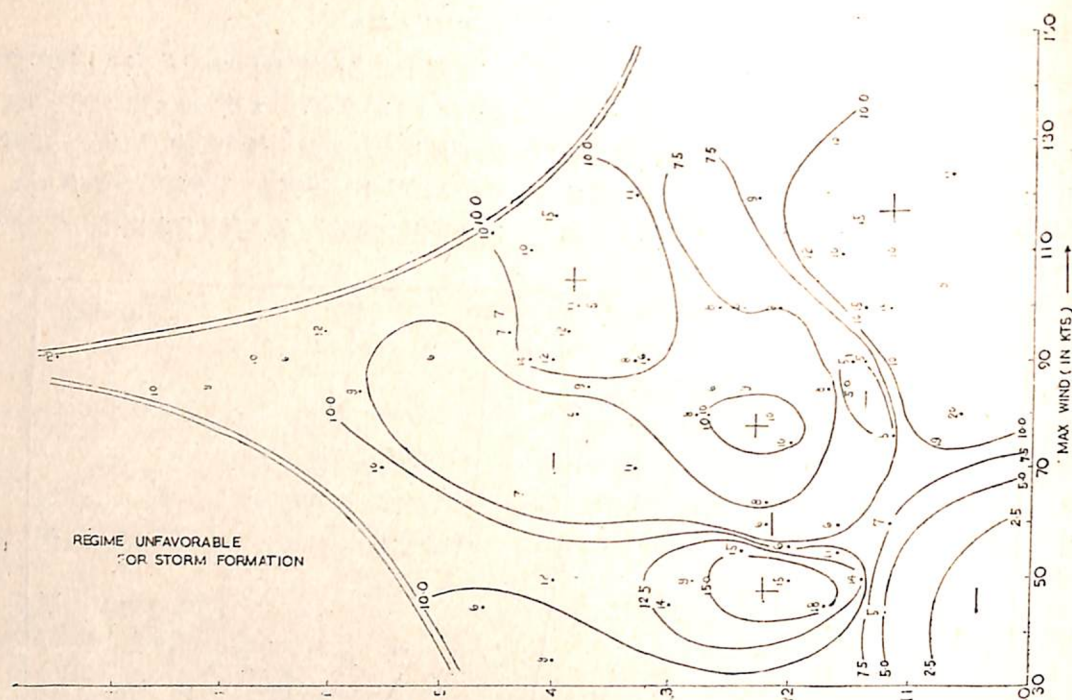
則其餘兩者立可決定。

圖十六之圖解係指示上述各參數中之 L/S ， V_{max} ，及 V_s 三者間之相關。藉圖可見，此三者間之關係似頗為複雜。對風暴級強度(34—63 KTS)之熱帶氣旋言，其移速係隨風暴雲偏心率增加而增加，直至其值到達1.25止。對颱風級強度(≥ 64 KTS)之熱帶氣旋言，則無簡單關係可循。惟就圖中沿對角線方向以看，颱風移速(V_s)係與颱風雲之偏心率(L/S)及其最大風(V_{max})兩者，有略呈正比之關係。

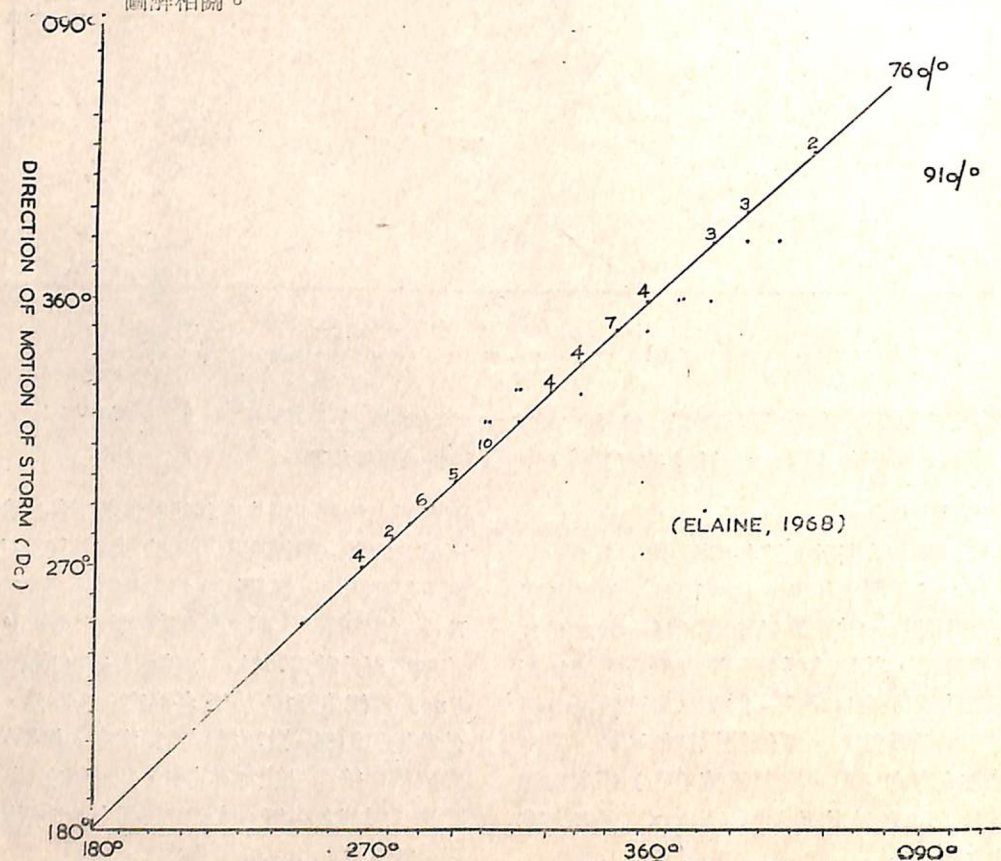
圖十七之圖解係指示上述各參數中之 D_e 與 D_s

兩者間之相關。圖中之各阿拉伯數字各表衛星雲圖所見之次數。藉圖明顯可見此兩參數間直線式之相關。舉例以言，藉圖可見當風暴雲系長軸方向(D_e)如為 270° ，則風暴運動方向亦為 270° 。此項相關之百分數為76%。如將回歸線(Regression line)兩側相距10方位之各點亦包含在內，則其百分數增至91%。此項結果已極滿意。但是仍有若干點與回歸線相距頗大。其中，1968年之 Elaine 颱風即為顯著之一例。該例相信係由於地形影響之結果，於第八節中已特為論述之。

圖十八之圖解係指示風暴雲系呈圓形狀颱風，



圖十六 颱風雲系「偏心率」(L/S)，最大風速 (V_{max}) 及移速 (V_s) 三參數間之圖解相關。



圖十七 颱風雲系之長軸方向 (D_c) 與移向 (D_s) 兩參數間相關圖。

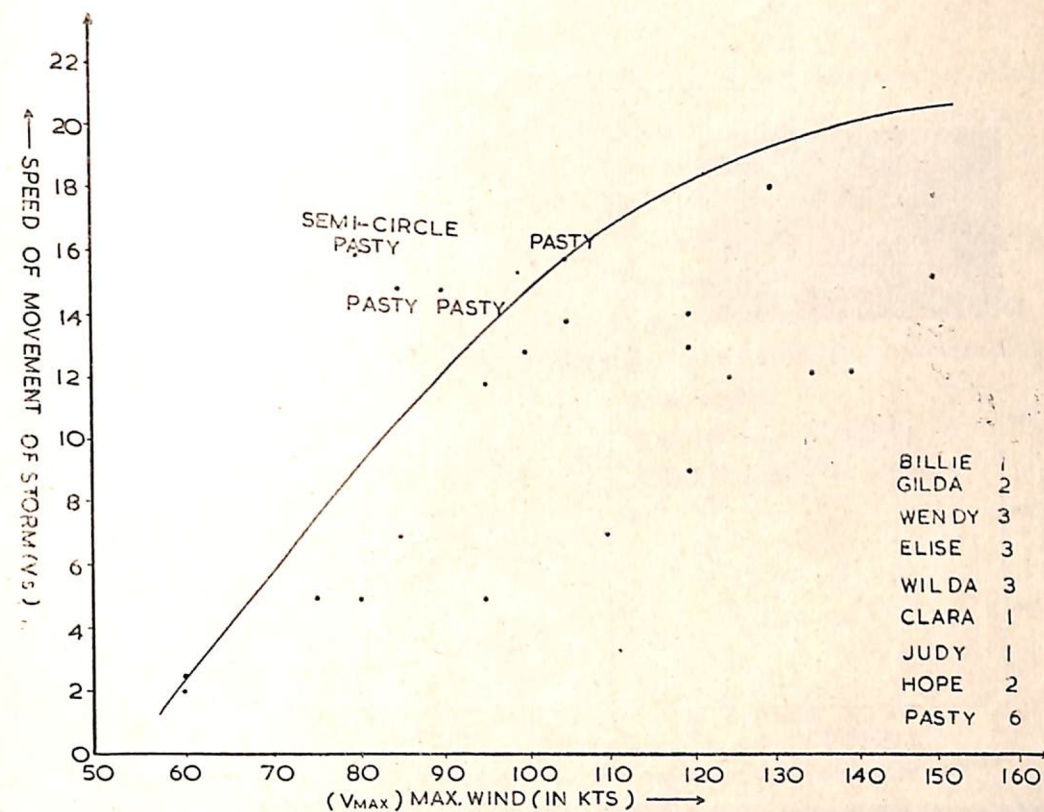


FIG.18: DIAGRAM SHOWING THE RELATIONSHIP BETWEEN V_s AND V_{max} FOR THE TYPHOON WITH A CIRCULAR CLOUD PATTERN

圖十八 雲系呈圓形颱風與其移速 (V_s) 及最大風速 (V_{max}) 間之相關圖。

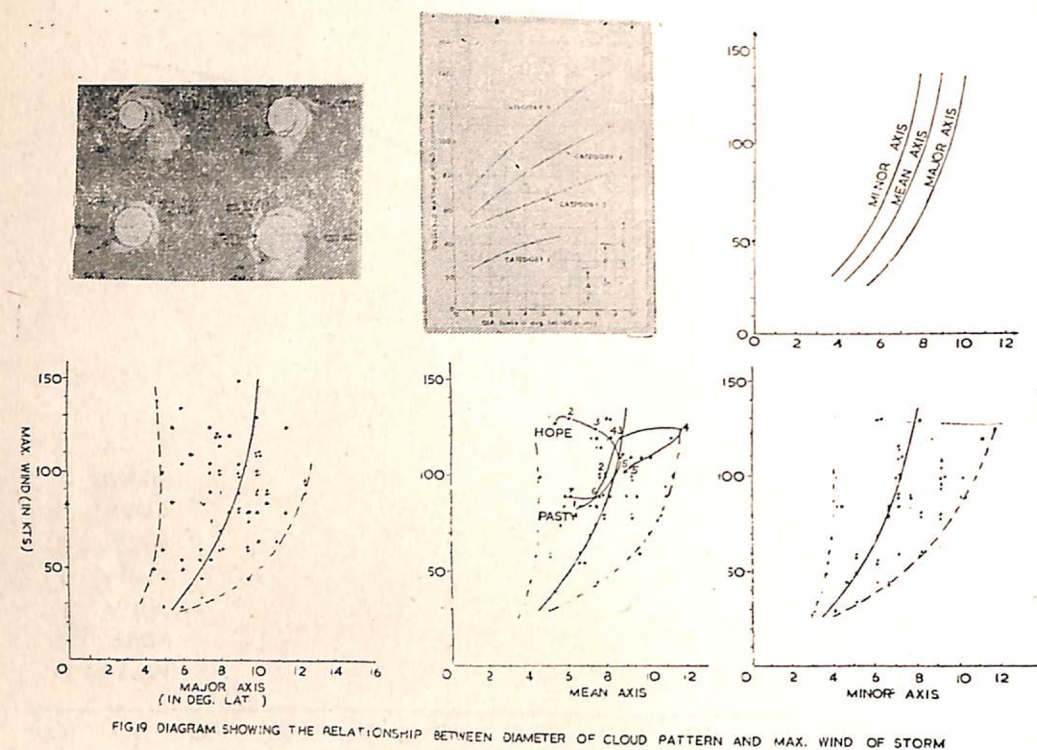
其與 V_s 及 V_{max} 兩者間之關係。在過去五年所積存之資料中，僅有九次風速 60 KTS 以上之熱帶氣旋，計凡二十二次衛星所攝風暴雲系係呈圓形者。該項資料參見圖十八。藉圖可見各圓形颱風之移速 (V_s)，視其強度 (V_{max}) 不同，顯有一定之界限，而如圖中之曲線所示。換言之，如某一強度颱風移速逾某一定值時，其圓形雲系分佈即將遭受改變。此亦即言，導引氣流將使旋轉場產生變形。舉例言，如圖所示最大風速達 100 KTS 颱風，其保持圓形狀雲系之移速最大界限約為 15 KTS。

圖十九之散佈圖 (Scatter diagram) 係指示風暴雲系直徑與最大風速間之關係。在空軍氣象中心積存之資料中，幾乎超過 90% 之颱風雲型係屬非圓形或非對稱者。故過去 Fritz 等所發展，藉圖形風暴雲系直徑以決定颱風最大風速之模圖 (Noma-gram)，甚少可作實際應用。而且其對衛星所攝颱風雲圖之分類規定亦頗不易識別 (參見圖十九之左上角部份)：此處有關本項研究係就風暴雲系之

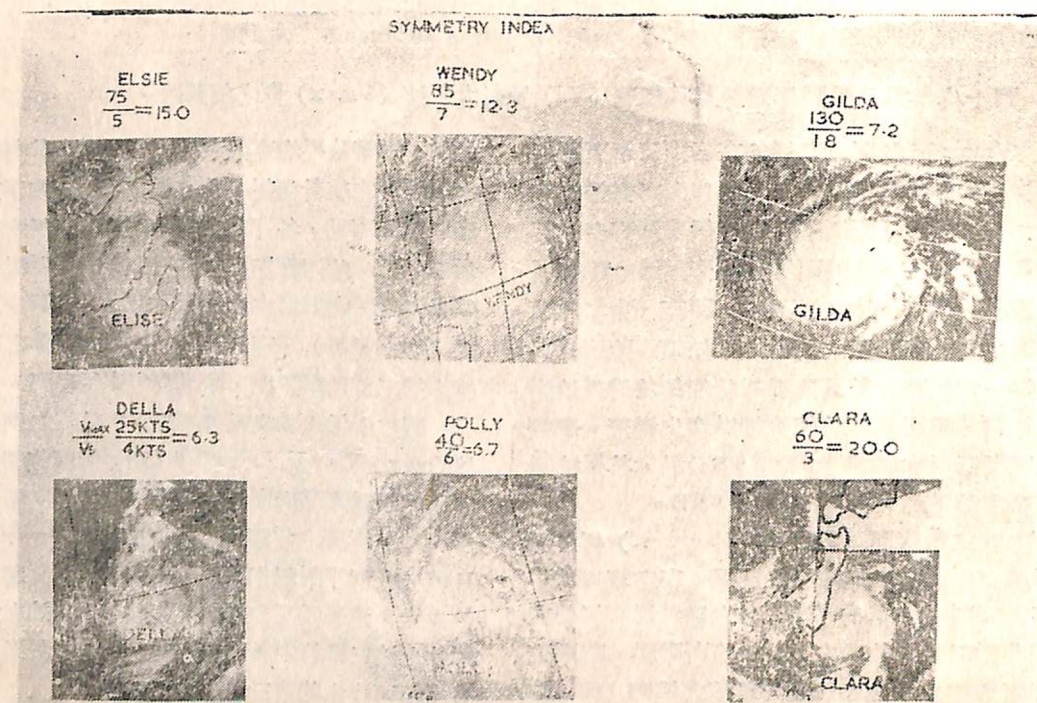
長軸、短軸及平均直徑大小，分別以求其與颱風最大風速間之統計關係。其結果見圖十九中下方之三圖。藉圖可見，各「點」之分散度係隨最大風之增加而增大。此因實際上，有些颱風之風暴雲系並不隨最大風增大而增大，或反見縮小 (如圖中 1970 年之 Hope 颱風)，有以致之。圖中右上角之圖為根據上述三相關圖製成，藉供實際應用參考。

圖二十係以六次熱帶氣旋雲型分佈之例，以釋述 V_{max} , V_s 及 V_{max}/V_s (稱「對稱指數」) 三者與颱風雲型圓形度 (偏心率) 之關係。深值注意者，颱風雲型之對稱度或圓形度顯與 V_{max}/V_s 之比值，或稱「對稱指數」，密切相關。對稱指數值愈大，風暴雲系愈圓，而無視最大風速之大小。因此上述三變數中任兩者如屬已知，藉風暴雲型分佈即可決定其第三者。

十、結論



圖十九 颱風雲系長軸、短軸及平均直徑大小與最大風速之相關圖解。



圖二十 颱風最大風速 (V_{max})，速移 (V_s) 及「對稱指標」 (V_{max}/V_s) 三者與其雲系分佈圓形度 (偏心率) 間之關係——六次熱帶氣旋之實例。

以上係就衛星所攝風暴雲圖對決定颱風運動及強度之討論。因文中各節均屬摘要性質，故此處僅作簡單結語，即：衛星雲圖可多方面並極有成效的應用於颱風之分析，其價值遠非任何傳統一般圖表資料可與比擬。

本文為本年四月間在台舉行之第二屆中美氣象技術研習會中之宣讀論文，限於時間，匆促完成。疏漏謬誤之處，在所難免，尚祈方家多所教正。

參考文獻

- (1) Anderson, R. K. and the others, 1969:

Application of Meteorological Satellite Data in Analysis and Forecasting. Technical Report 212, Air Weather Service USAF.

- (2) Joint Typhoon Warning Center: Annual Typhoon Report, 1967-1970.
- (3) First Weather Wing, USAF, 1969: Third Annual Satellite Picture Workshop Proceedings
- (4) 空軍氣象中心研究報告第三號，1969：「氣象衛星雲圖之應用——颱風」。

氣象預報與分析稿約

1. 本刊以促進氣象學術研究為宗旨，圖地絕對公開，歡迎賜稿，凡有關氣象理論，工作經驗，應用問題以及新知介紹等類稿件，不論創作或譯述，均竭誠歡迎。
2. 來稿請附英文篇名，創作稿並請自撰200字左右之英文提要。
3. 稿中引用文獻，請註明作者姓名、書名、頁數及出版日期。
4. 凡屬譯稿，務請詳註原文出處。
5. 來稿請以稿紙自左至右橫書清楚，文字務求簡明，並請加標點。
6. 附圖請以墨筆描繪，以便製版。
7. 本刊對來稿有刪改權，不願刪改者，請預先聲明。
8. 來稿請註明作者真實姓名，服務單位及通訊處，俾便寄奉稿酬。
9. 來稿如需退還者，請預先聲明，並請附足額退件郵資。
10. 惠稿請寄交淡水郵政 7096 號信箱「氣象預報與分析」季刊社收。