

夏季期間高層冷渦之初步分析

郭 忠 暉 童 茂 祥

飛航服務總台氣象中心

摘 要

中緯度西風帶槽線之中央部分，因受強烈沈降作用之影響，可導致槽線分裂成南、北兩支。如環境有利時，南支部分繼而可在較低緯度處形成冷心氣旋式環流，即本文所稱之高層冷渦。

利用 1981 至 1986 年密集之 GMS 氣象衛星雲圖推算之風力資料，以及航空器空中報告，以充實定高面高空天氣圖分析，加上探空測站探空資料時間序列之追蹤，我們發現高層冷渦經常在 250 hPa 附近出現。高層冷渦之初生期，僅在其東方及南方有小部分之濕區，並有對流雲與之配合，其餘象限則為乾燥無雲區。成熟之高層冷渦大部分向西移動，平均移速為 12 KT，平均生命期為 6 天。

一、前 言

熱帶海洋地區上對流層之結構，並非單純地僅由熱帶高壓脊線向上伸展而成，而是有許多移動性氣旋式擾動夾雜於其中，此種結構上之特性早經國外學者指出。又此些氣旋式擾動多呈冷心型態，其形成原因為中緯度西風槽線之中央部分，受強烈沈降作用之影響，導致槽線分裂成南、北兩支，其中南支在有利環境下逐漸形成冷心氣旋式環流。此種現象最初僅於寒候期之冬天被發現，其後在暖候期之夏天亦有發現，且經證實寒候期中冷心氣旋環流之形成機制，亦可適用於暖候期，兩者均為中緯度大氣對低緯度大氣影響之明證。

有關高層冷渦的研究，在國外早經數位學者提出。Palmen 於 1949 年指出，在寒冷季節中，西風帶槽線向南延伸，極區冷氣團南下堆積成一冷潭後，將迫使槽線切離形成一冷低壓。1951 年再論及這些低壓時，指出其中之某些低壓由形成至消失皆發生在熱帶中。另外，他又依相關的雲量而將此些低壓分類為乾性或濕性，並指出氣旋式環流隨高度增加而加強，至 200 hPa 附近趨於最強，而最冷與最暖區域則分別在接近 300 hPa 與 150 hPa 處，大多數低壓均緩慢西行，生命期在 4~7 天之間。

Frank 於 1970 年敘述高層冷渦藉由位能轉換成動能過程中獲得能量以維持其存在，另外，指出輻散冷卻在高層冷渦之形成和維持其冷心特性上扮演一重要角色。Pellessier 於 1972 年亦提出相同結果。

綜合許多研究結果顯示，在高層冷渦之形成、發展、移動和維持其冷心結構之動力過程上，仍有許多未解決的問題存在。除動力過程之不完全清楚外，在其垂直結構方面亦不甚明瞭。由於高層冷渦時常有低層波動或渦流之伴隨，某些氣象學者強調其與低層系統可以相互結合，而有些則認為高層冷渦與低層系統是各自獨立的，如 Frank 於 1970 年所述即屬後者。其它尚有些學者認為低層系統為高層冷渦的一種線性部分，因此低層系統不能獨立，也不能移離高層冷渦，如 Sadler 於 1967 年之論點。

有關高層冷渦的垂直軸方面之討論，Sadler 於 1967 年指出垂直軸係隨着高度向西北方向傾斜。然而，Erickson (1971) 和 Shimamura (1981) 分析結果，發現並無傾斜現象。同時，Shimamura 亦指出某些低層系統與高層低壓之垂直旋轉管並不相連。

最近的研究報告為 Shimamura (1982) 利用高密度的衛星風向量資料、探空資料及飛機報告等

做氣流場分析，而得知在東北信風帶內，於初期之低層波動與高層冷渦相位相同。其後，低層波動逐漸減慢西移，並落後在高層冷渦的後面。

本文利用密集之 GMS 氣象衛星雲圖推算之風力資料，以及航空器空中報告 (AIREP)，充實定高面高空天氣圖分析，加上探空測站探空資料時間序列上之追蹤，將北太平洋上空暖候期出現之高層冷渦作一分析，期能對此區之高層冷渦有進一步之瞭解。又本研究採用高層冷渦一詞以替代高層冷心氣旋環流，僅在取其簡捷，特予說明。

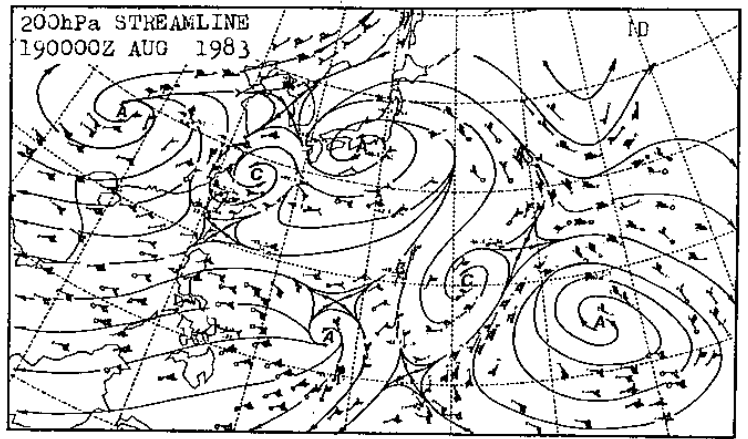


圖 1 200 hPa 氣流線分析圖。

二、採用資料及分析方法

(一)採用資料

本研究採用 1981 年至 1986 年的夏季期間 7 至 9 月資料加以分析，資料種類如下：

1. GMS 氣象衛星之雲風向量 (Cloud Wind Vector)：由於高層冷渦絕大部份都發生在測站稀少的太平洋區域，一般資料極感缺乏，須要利用其它資料來補足。經過許多研究與討論後，目前對衛星的雲風向量之有效性大都已經肯定。

2. GMS 氣象衛星雲圖：其中以 VIS 圖較可清楚辨別高層冷渦之存在與否。

3. 逐日 00 Z 及 12 Z 850 hPa 至 200 hPa 的各層天氣圖：供中低緯度區域氣流場詳細分析之用。

4. 航空器之空中報告 (AIREP)：資料內容包括溫度、風向、風速及飛行高度，惟僅選用天氣圖時間前後一小時內之資料。

5. 單一測站的探空資料：當高層冷渦通過測站及附近時，作連續時間之垂直剖面圖，以為追蹤參考。

(二)分析方法

1. 將雲風向量資料依據其適用高度加填於二定高層天氣圖中，低層填入 850hPa 天氣圖，而高層填入 200hPa 天氣圖。航空器空中報告資料則依其飛行高度，填入適當高度之天氣圖，然後以氣流線詳細分析。如圖 1。

2. 由衛星雲圖照片配合上述氣流線圖決定高層冷渦之中心位置，並繪製連續路徑圖。決定是否為高層冷渦及其中心位置之方法如下：

(1) 高層冷渦大部分在 10°N 與 35°N 範圍內西移，其路徑大都在海洋上。當其從某一測站上空或其附近上空通過時，由測站之探空資料作連續時間垂直剖面圖，經由風場與溫度場之分析，可確認其是否為高層冷渦，並且可確定冷渦在何層高度發生，以及是否有繼續向下發展之現象，如圖 2。假如沒有經過單一測站或其附近時，則以比較接近高層冷渦之東西向幾個探空測站資料作垂直剖面圖分析。

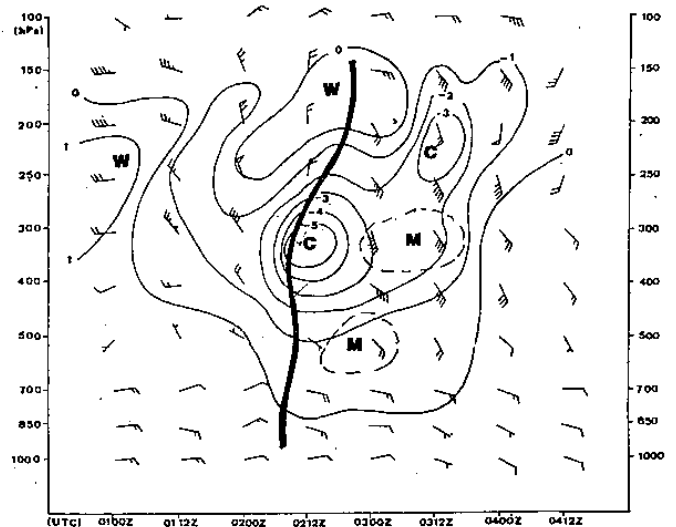


圖 2 1987 年 7 月 1 日至 4 日威克島測站

(91245) 之時間剖面圖。粗實線表槽軸，細實線為與溫度之平均氣候值等差值線，冷區以 C 表示，暖區以 W 表示。細斷線所圍之區域表相對潮濕區 ($T - T_d < 10^{\circ}\text{C}$)，以 M 表示。

(2) 由雲圖決定中心方法：因高層冷渦之東方與南方為潮濕區且低層有上升運動，故有塔狀積雲或積雨雲出現並成旋轉形狀排列。而中心及西方為乾

燥下沉區域，僅有細條狀之稀少雲層發生或甚至為無雲區，當經過確認後，由旋轉雲帶之螺旋中心點來決定冷渦的中心位置。如圖 3。

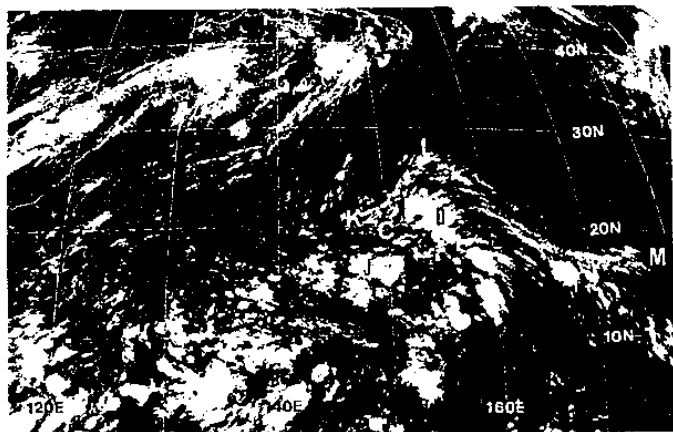


圖 3 1979 年 7 月 21 日 00 Z 紅外線衛星雲圖。圖中之 C 點為高層冷渦之中心。

(3)由氣流線分析與雲圖判定結果定出中心位置，再利用連續性加以追蹤，可修正及定出較精確之中心位置。此外，並由單站探空資料決定高層冷渦存在的高度。

3. 利用連續中心位置繪製路徑圖，以便估算中心之移向與移速。

4. 由衛星雲圖分析其周圍之雲層之變化情形。

三、分析結果

除 1984 年 GMS ~ 2 故障沒有資料外，經由 1981 至 1986 年所有五年資料加以分析統計，即將高層冷渦出現的源地、發生的日期、結束日期、持續時間、平均移向移速等之一般要素統計列表 1。從表 1 中可以獲知在這五年資料期間內共有 75 個高層冷渦發生，其平均生命期約 5.8 天，最長的生命期長達 19 天，而最短的僅一天即消失。平均移動速度的向西分量（扣除掉冷渦形成初期打轉不動的情況）約 12 KT 左右。此外，將所有高層冷渦移動路徑，依不同年份及不同月份繪製得路徑圖（圖 4）。從所有路徑圖裏可找出一共同的特性，即大多數之高層冷渦在形成初期有向西南方向移動之趨勢，然後再轉至向西方移動，末期則轉向西北移動。少數高層冷渦會出現在源地打轉後再向西移之現象，更有的會自始至終在源地打轉繞圈並不遠闕。

統計各年夏季各月內出現高層冷渦（以切離形成當日在何月份區分）之次數而得表 2，由表 2 可知，7 至 9 三個不同月份出現的總次數相距不大。但年與年間的合計次數則差距很大，從 1983 年最多的 23 次至 1982 年最少的 9 次，也就是說月較差較小而年較差較明顯。次數之多寡固與當年內中低緯度間能量交換量有關，但真正原因之探討因已超出本研究之範圍，暫予保留，俾便往後能有更進一步的探討。

在分析與統計過程中，不難發現在 170°E 附近切離之高層冷渦次數較多。本研究以 160°E 以東定為 A 區， 145°E 至 160°E 間為 B 區，而 145°E 以西則定為 C 區來劃分成三個源地。則三個源地的個別高層冷渦統計次數如表 3 及圖 5，由表 3 知在 A 區內產生的次數有 43 次，約佔總數的 57%，其生命期平均較長，約 6.7 天。B 區內發生的次數為 20 次，約佔 27%，平均生命期為 4.4 天。而 C 區內僅有 12 次，約佔 16%，平均生命期為 4.8 天。另外，B 區內發生的次數比 C 區多，但兩者的平均生命期却很接近。B 區與 C 區次數的總和仍未達一半，而 B 區與 C 區的平均生命期也比 A 區要短 2 天左右。很明顯的，在 A 區發生的頻率最高而且生命期最長，探究其原因為 160°E 以東之區域冷氣形成冷潭之機會較多，因而高層冷渦切離的次數也必然較多。在平均生命期長短差別方面，於分析中見到無論在那一區中切離之高層冷渦大部份都可維持到 130°E 才消失。但是維持 A 區內如此長的平均生命期之物理因子為何，却值得以後更深一層的研究。

以上為一般性要素的統計，而關於高層冷渦的特性，在分析後得到以下幾點結果：

1. 高層冷渦大都發生在 200 hPa 與 300 hPa 間，具有氣旋式環流，而中心附近有最大風速出現。
2. 環流中心為寒冷核心，而其上方為明顯的暖核心。
3. 高層冷渦初生階段，中心與其西方為乾燥區，而中心之東方為濕潤區，這可由與之對應良好的雲量及雲狀來證實其濕度場的分佈。在雲圖辨別中

表1 高層冷渦一般要素統計表

冷 渦 編 號	發生源地		發生日期			結束日期			持續 天數	平均移向移速	冷 渦 編 號	發生源地		發生日期			結束日期			持續 天數	平均移向移速
	°N	°E	年	月	日	年	月	日				°N	°E	年	月	日	年	月	日		
8101	18	153	1981	7	1	1981	7	6	6	W/11KT	8321	14	163	1983	9	15	1983	9	18	4	NE/SW/9KT
8102	19	179W	1981	7	3	1981	7	12	10	W/WNW/11KT	8322	21	137	1983	9	17	1983	9	22	6	W/NE/12KT
8103	22	154	1981	7	17	1981	7	22	6	W/SW/12KT	8323	19	180	1983	9	19	1983	10	1	13	W/STNRY/5KT
8104	27	140	1981	7	28	1981	7	30	3	W/15KT	8501	26	176	1985	7	3	1985	7	6	4	S/12KT
8105	32	155	1981	8	1	1981	8	2	2	W/11KT	8502	30	164	1985	7	11	1985	7	14	4	W/10KT
8106	27	161	1981	8	8	1981	8	9	2	WSW/10KT	8503	23	176	1985	7	16	1985	7	19	4	W/15KT
8107	29	162	1981	8	21	1981	8	23	3	W/15KT	8504	16	163	1985	8	1	1985	8	3	3	W/15KT
8108	22	170	1981	9	2	1981	9	6	5	W/13KT	8505	23	178W	1985	8	1	1985	8	4	4	W/NE/11KT
8109	21	171	1981	9	6	1981	9	8	3	WNW/11KT	8506	28	160	1985	8	4	1985	8	10	7	W/WNW/11KT
8110	21	160	1981	9	9	1981	9	12	4	W/8KT	8507	23	157	1985	8	10	1985	8	14	5	W/WNW/15KT
8111	23	149	1981	9	14	1981	9	15	2	WNW/9KT	8508	19	175	1985	8	11	1985	8	18	7	N/W/7KT
8201	21	177	1982	7	6	1982	7	16	11	W/10KT	8509	24	150	1985	8	21	1985	8	25	5	W/9KT
8202	19	177	1982	7	23	1982	7	26	4	W/WSW/11KT	8510	22	178	1985	8	23	1985	8	28	6	W/WSW/10KT
8203	28	149	1982	8	13	1982	8	14	2	WSW/19KT	8511	22	156	1985	8	30	1985	9	4	6	W/NW/16KT
8204	30	174	1982	8	19	1982	8	22	4	S/W/7KT	8512	17	150	1985	9	3	1985	9	13	11	W/WNW/10KT
8205	23	153	1982	8	24	1982	8	28	5	WNW/W/7KT	8513	15	156	1985	9	14	1985	9	18	5	WSW/WNW/15KT
8206	31	168	1982	8	30	1982	9	2	4	W/9KT	8514	19	165	1985	9	17	1985	9	21	5	W/15KT
8207	28	179	1982	9	3	1982	9	10	8	W/NE/7KT	8515	18	178W	1985	9	19	1985	9	24	6	W/WNW/9KT
8208	18	175	1982	9	21	1982	9	23	3	W/18KT	8601	21	176	1986	7	1	1986	7	8	8	W/13KT
8209	15	147	1982	9	24	1982	9	25	2	W/10KT	8602	24	175W	1986	7	2	1986	7	13	12	S/WNW/12KT
8301	21	178	1983	7	1	1983	7	6	6	SW/8KT	8603	14	168	1986	7	10	1986	7	15	17	W/WNW/14KT
8302	25	178	1983	7	5	1983	7	16	12	W/NW/8KT	8604	18	174W	1986	7	9	1986	7	20	12	W/N/7KT
8303	14	154	1983	7	11	1983	7	22	12	W/10KT	8605	27	179W	1986	7	23	1986	7	26	4	WNW/10KT
8304	15	149	1983	7	22	1983	7	26	5	W/NW/19KT	8606	29	178	1986	7	27	1986	7	30	4	N/NW/7KT
8305	25	179	1983	7	22	1983	8	9	19	W/NW/10KT	8607	36	158	1986	7	28	1986	8	1	5	S/WNW/8KT
8306	26	162W	1983	7	28	1983	8	10	14	W/WSW/11KT	8608	12	173	1986	8	1	1986	8	3	3	WSW/11KT
8307	22	127	1983	7	31	1983	8	2	3	W/NW/19KT	8609	30	165	1986	8	4	1986	8	4	1	NW/15KT
8308	18	130	1983	8	2	1983	8	5	4	W/15KT	8610	26	127	1986	8	12	1986	8	14	3	WSW/9KT
8309	19	144	1983	8	3	1983	8	10	8	W/WNW/14KT	8611	27	148	1986	8	15	1986	8	17	3	WSW/13KT
8310	30	177	1983	8	7	1983	8	11	5	WNW/10KT	8612	20	150	1986	8	25	1986	8	26	2	W/12KT
8311	37	128	1983	8	11	1983	8	21	11	SW/E/6KT	8613	27	143	1986	8	27	1986	8	28	2	WSW/19KT
8312	31	170	1983	8	12	1983	8	22	11	SW/NE/8KT	8614	21	172	1986	9	2	1986	9	4	3	W/NW/13KT
8313	13	167	1983	8	22	1983	8	28	7	W/WNW/13KT	8615	15	140	1986	9	5	1986	9	10	6	W/WNW/16KT
8314	22	123	1983	9	2	1983	9	3	2	NE/14KT	8616	18	144	1986	9	12	1986	9	13	2	WNW/17KT
8315	20	135	1983	9	3	1983	9	5	3	NW/14KT	8617	21	162	1986	9	14	1986	9	19	6	WSW/WNW/13KT
8316	17	154	1983	9	3	1983	9	6	4	W/12KT											
8317	30	164	1983	9	6	1983	9	11	6	STNRY-NE/10KT											
8318	21	131	1983	9	8	1983	9	13	6	WSW/W/12KT											
8319	24	155	1983	9	10	1983	9	15	6	SW/W/NE/16KT											
8320	26	152	1983	9	14	1983	9	18	5	SW/NE/10KT											

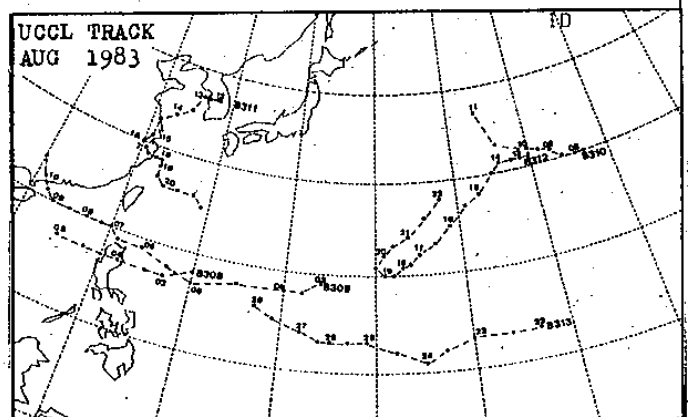
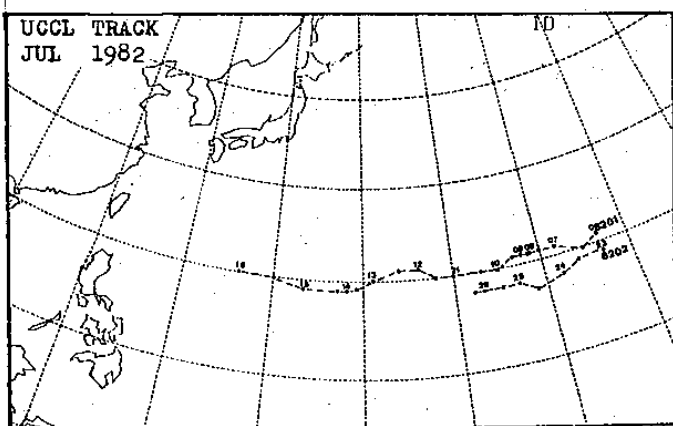
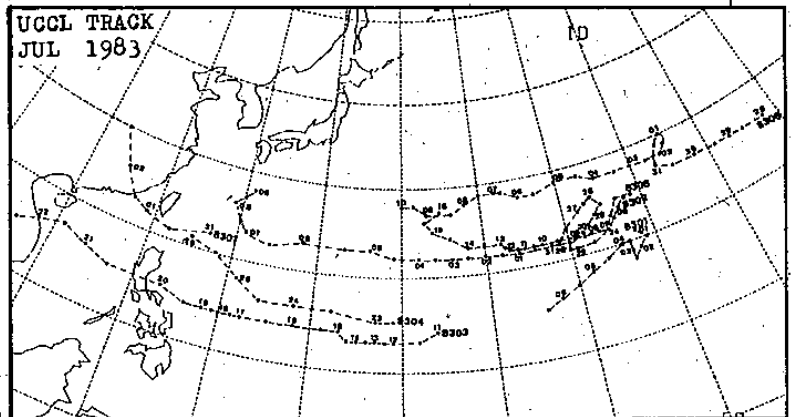
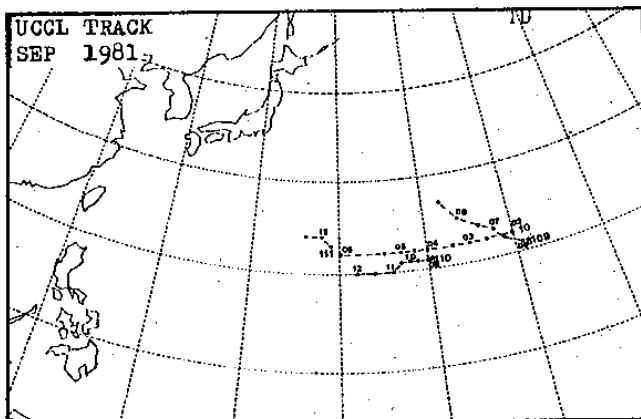
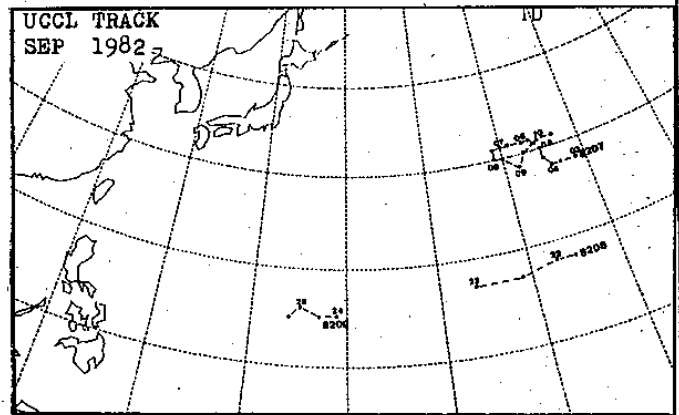
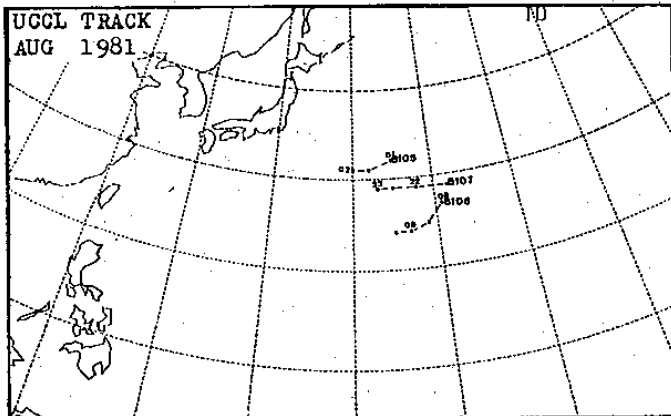
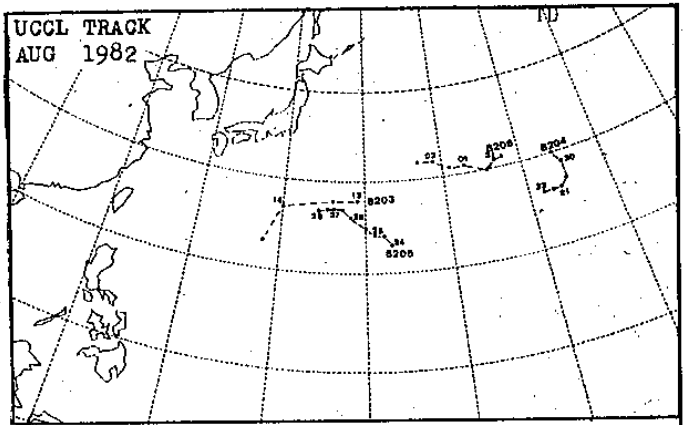
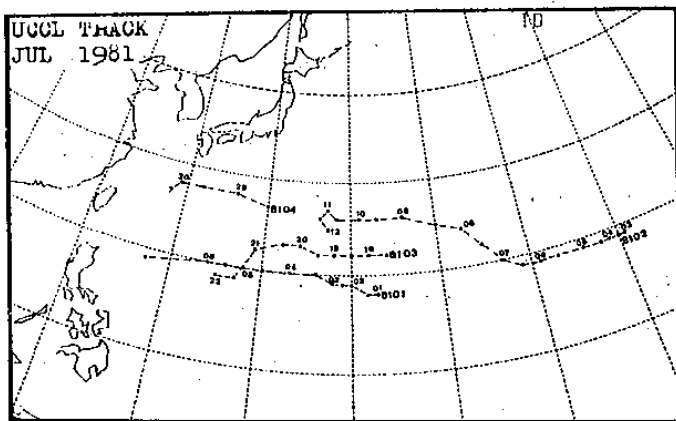


圖 4 1981 至 1986 年 7 至 9 月 (1984 年除外) 高層冷渦路徑圖。

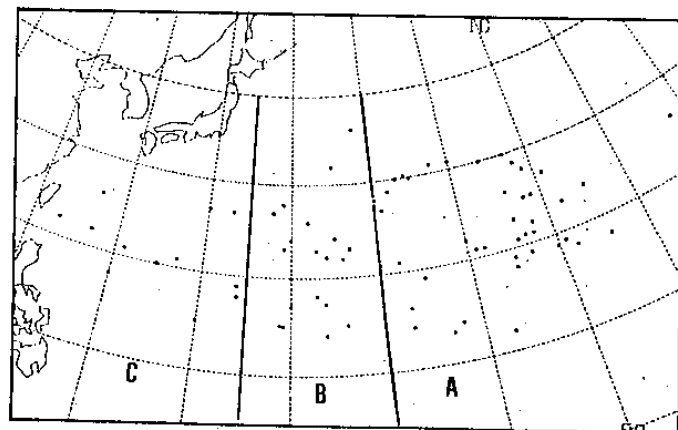
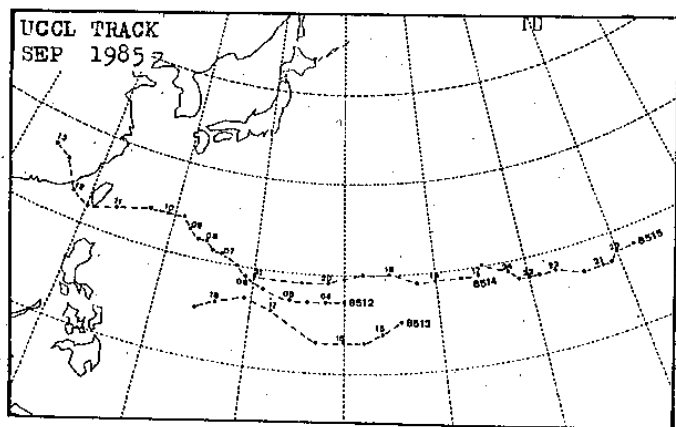
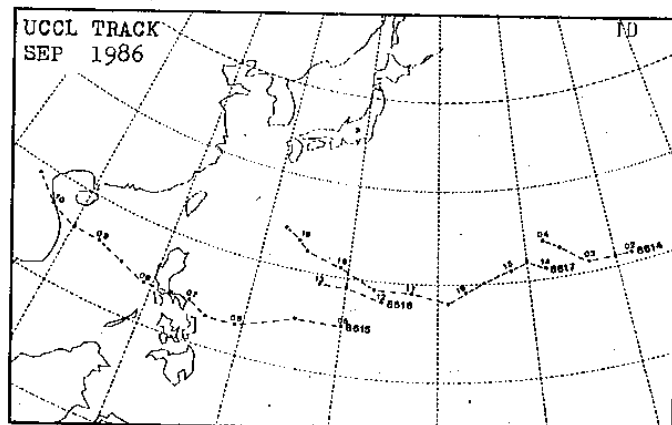
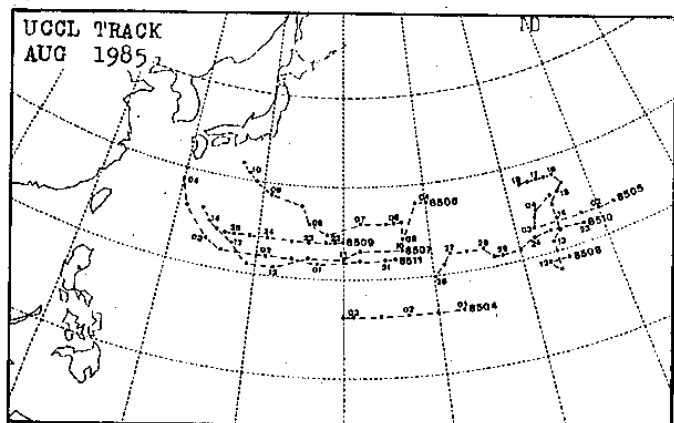
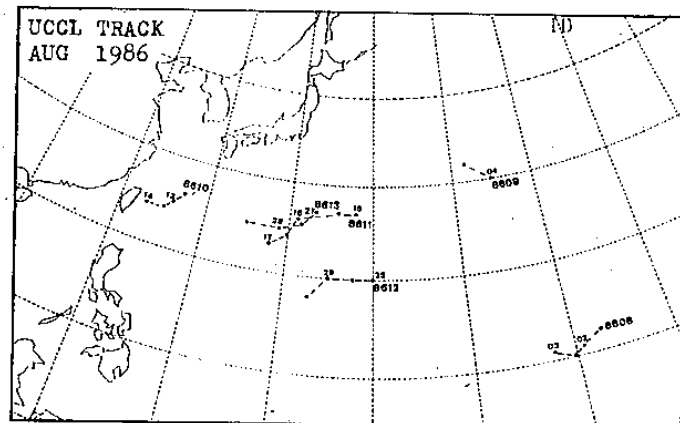
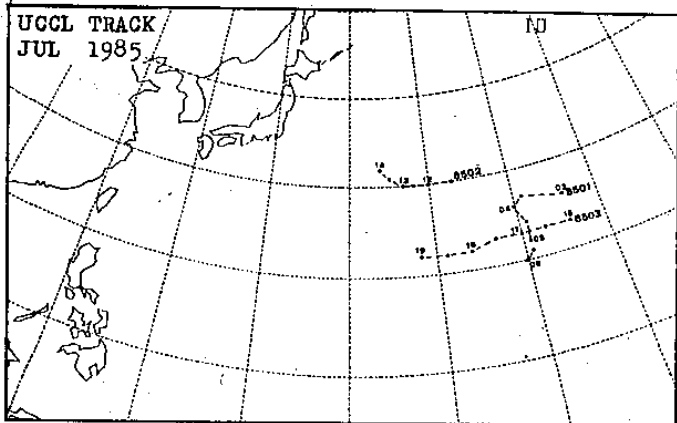
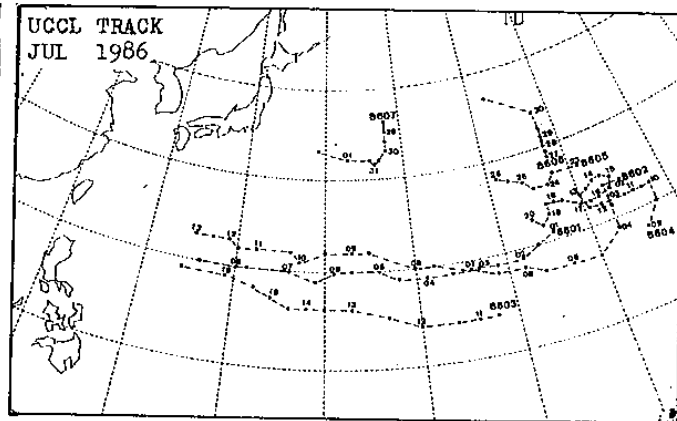
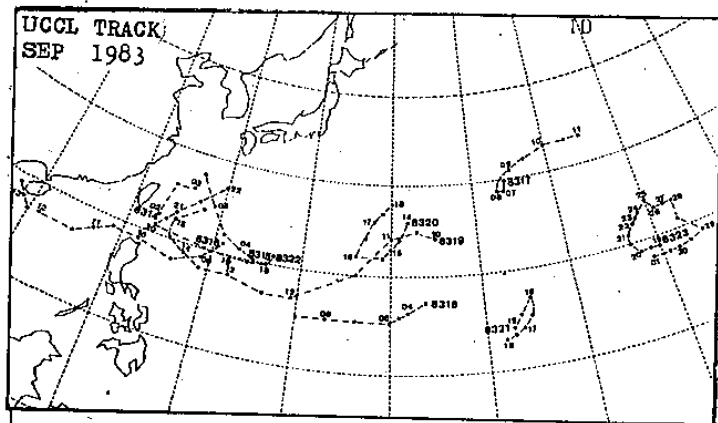


圖4 1981 至 1986 年7至9月(1984 年除外)
高層冷渦路徑圖。

圖5 高層冷渦發生源地分布圖。(1981 ~ 1986)

表2 高層冷渦發生次數統計表

年 \ 月	7	8	9	合 計
1981	4	3	4	11
1982	2	4	3	9
1983	7	6	10	23
1985	3	8	4	15
1986	7	6	4	17
合 計	23	27	25	75

表3 高層冷渦發源地統計表

1981 ~ 1986 年

項 目 \ 區 別	A	B	C
	160°E以東	160°E~145°E	145°E以西
出現次數	43	20	12
佔百分率	57.3	26.7	16.0
平均生命期 (天)	6.7	4.4	4.8

，僅有少量且發展不旺的積雲存在於中心及其西方區域，而東方及南方却有大量發展良好的對流雲及成條狀分佈的高雲。

4. 在高層冷渦形成的初期，其環流中心之軸與下層槽之軸幾乎成垂直配置。但以後由於高層冷渦西移速度較快，因而將會導致上下兩層的軸成偏移現象。

5. 環流西移之後會逐漸向下層作有限度的發展，例如在 500hPa 有時會出現明顯之氣旋式環流，而在 700hPa 出現的機會就少的多。環流向下發展愈低近海面時，也就是上層環流減弱之時，亦即高層環流與其四周在風場及溫度場上的差別趨於減小，此刻高層冷渦將逐時減弱乃至消失。

四、結 論

綜合以上的分析與討論，可以得到下列幾點結

論：

(一) 高層冷渦大部分都在 170° E 及 140° E 間從中緯度槽線末端切離而成，發生的高度大都在 200 hPa 至 300 hPa 之間。

(二) 初期切離之環流存在於高層，低層僅見波動槽線而無氣旋式環流存在。並且，高層環流與低層槽線呈近似垂直現象，往後高層環流因西移速度較低層槽線為快而形成兩者分離現象。

(三) 高層冷渦在初生階段其中心四周為乾燥無雲區，惟其南方及東方為較潮濕區，有少量對流雲存在。環流西移時濕區內之對流雲發展成條狀，有時甚至成一較大範圍之雲團。

(四) 高層冷渦形成之初期，時常會有南北振盪徘徊現象，然後再行西移。且無論自何經度切離，大部分皆可西移至 130° E 附近才消失，僅極少數可移至 110° 附近。再者，有極少數環流會出現在原地打轉現象，亦有些在其移動期間出現東移現象。

本研究係“高層冷渦對熱帶擾動之影響研究”之初步結果，有關高層冷渦對熱帶擾動之生成及移動路徑之影響，將在後續的研究裏詳加探討。

誌 謝

本研究在進行過程中，承林清榮先生協助撰寫電腦程式，以及林燕淑小姐，高述國及王石柱先生不辭辛苦協助的鍵入資料，得使本研究順利完成，特此致謝。

參考文獻

- Erickson, C.O., 1971: Diagnostic study of tropical disturbance. *Mon. Wea. Rev.*, 99, 67-69.
- Frank, N.L., 1970: On the energetics of cold lows. *Proceeding Symposium on Tropical Meteorology, Honolulu, Hawaii.*
- Palmen, E., 1949: Origin and structure of high-level cyclones south of the maximum westerlies. *Tellus*, 1, 22-31.

Palmen, E., 1951: On high-level cyclones originating in the tropics. Trans. Amer. Geo. Uni., 33, 683-696.

Pellessier, J.M., 1972: A numerical model of tropical upper tropospheric cold core cyclones including parameterized infrared cooling. Proceedings, Conference on Atmospheric Radiation, AMS, Fort Collins, Colorado.

Sadler, J.C., 1967: The tropical upper tropospheric trough as a secondary source of typhoons and a primary source of trade wind disturbances.

Hawaii Institute of Geophysics, Univ. of Hawaii, Report HIG-67-12, 44pp.

Shimamura, M., 1981: The upper tropospheric cold lows in the northwestern Pacific as revealed in the GMS satellite data. Geophysic Mag., 39, 119-156.

Shimamura, M., 1982: An application of GMS satellite data in the analysis of the upper cold low in the western north Pacific. Geophysic Mag., 40, 113-151.

A Preliminary Study of Upper Cold Core Lows in Summer

Chung-Hui Kuo Maw-Shiang Tung

Taipei Meteorological Center, ANWS, CCAA

ABSTRACT

Owing to the strong subsidence at the central part of a trough line in the westerlies of middle latitude, the trough line will be broken and separated into two parts, i.e. the southern one and the northern one. The southern part of the broken trough will then change into a cold core cyclonic circulation in the lower latitude when the circumstance is favorable and permitted.

By applying dense wind data derived from the GMS meteorological satellite imageries and the AIREPs to the analysis of constant pressure upper level charts, and by using serials of sounding data, we found that a lot of upper cold core lows (UCCL) presented at or around 250 hPa in the North Pacific region. At the forming stage of an UCCL, there are small wet areas with compatible convective clouds to its east and south, whereas the rest sectors are dry and cloudless. The mature UCCL moves westward mostly, the average speed is 12 knots and the average life time is 6 days.