

台灣附近兩種中小尺度雲系系統

——飛鷹狀雲系與船首波雲系——

吳宗堯 王時鼎 謝信良 洪理強

中央氣象局

摘 要

此處所討論者，計有兩類中小尺度雲系系統，其一為飛鷹狀雲系 (screaming eagles)，另一為船首波 (bow shock) 雲系。兩類雲系各代表極端不同大氣穩定度情況，在台灣近海均見其存在。有關飛鷹狀雲系，此處所發現者似較他處更見明顯，係出現冬季出海高壓之南大範圍東來風氣流中，代表渦度中心並與正渦度平流 (PVA) 有關，其型式恰與中緯西風帶中之逗點雲 (comma-shape cloud) 相反 (倒置)，並與東風波動相連。值得注意者，其形式相當穩定，並屬中小尺度系統。另外，有關台灣東方近海之船首波雲系，此處之例似與晨間陸 (山) 風發展並與東來之盛行風輻合有關。

一、前 言

氣象衛星的施放，不但改變了傳統的點的觀測而擴大為面的觀測。更重要的是，在過去僅能賴天氣圖來描述並探討大氣的運動，現在却可藉衛星而使大氣之運動躍於紙上。而且小至 1，2 公里大至數千公里尺度的大氣運動均能一覽無遺。特以中小尺度運動。過去由於測站不可能無限制增加，且由於海洋區域限制了測站的增設，而對生命史較短，但對一地天氣變化有着重大影響之中小尺度氣壓 (雲系) 系統的研究，幾乎無能為力。在第九期本刊中我們曾對台灣附近一帶出現於消散中鋒面雲系上的混合切力與重力波，過初步研討。此想與非地轉式運動中，在地轉式調整過程時所作之能量傳送有關。而本文仍屬對台灣及其附近區域所見的中小尺度雲系系統之討論。其一為飛鷹狀雲系 (screaming eagles)，另一為顯似船首波 (bow shock) 雲系。兩者對台灣東部天氣均有影響，惟前者為使天氣轉劣，後者則與良好天氣伴隨。有了衛星雲圖以後，此兩者都在衛星雲圖中，顯著見出。

二、飛鷹狀 (screaming eagles) 雲系

此處有關飛鷹狀雲系係取二例，各為：

(a) 例一：1981年11月30日。計有四組飛鷹狀雲略呈南北向排列，出現於 $134^{\circ}\text{E} - 140^{\circ}\text{E}$ 與 $24^{\circ}\text{N} - 35^{\circ}\text{N}$ 之間。另二飛鷹狀雲在台灣東方近海，約在 125°E 線上。其衛星雲圖見圖 1 之 30 日 03 Z 之可見光圖，另外，此處並附 30 日 00 Z 地面圖如圖 2。

(b) 例二：1981年12月5—6日。飛鷹狀雲之一係出現於恒春東南方近海，隨東北風向西南移動。另一組飛鷹狀雲係出現於 $130^{\circ}\text{E} - 140^{\circ}\text{E}$ 之間 25°N 附近。其雲圖均各見圖 3a、5 日 06 Z 可見光圖，圖 3b、6 日 03 Z 可見光圖，圖 3c、6 日 06 Z 可見光圖及圖 3d、6 日 09 Z 紅外線圖。此處並附 6 日 00 Z 地面圖如圖 4。

藉以上二例之衛星雲圖可見，本區所見飛鷹狀雲之型式，大致上均相同。有一中尺度氣旋式雲系系統，可明顯見出鷹嘴，實際係屬渦度中心 (vorticity center)。各圖上鷹嘴均在南方，主要雲區 (鷹身)，即在其北。與一般中緯度所見

與正渦度平流 (PVA) 相聯之逗點雲 (comma-shaped cloud) 方向恰為相反。同時飛鷹狀雲範圍亦較小。另由各天氣圖 (圖 2, 4) 可見, 此飛鷹狀雲係出現於中緯出海高壓南方寬廣東風氣流中。有興趣者, 此種渦旋雲, 甚少獲得發展, 均保持

為中尺度系統。同時, 並可有數個飛鷹雲系略呈南北向排列出現於東風槽中 (例一), 並均伴隨有不穩定天氣, 部份並有降雨, 該區並顯見有水平風切, 並氣旋式曲度。

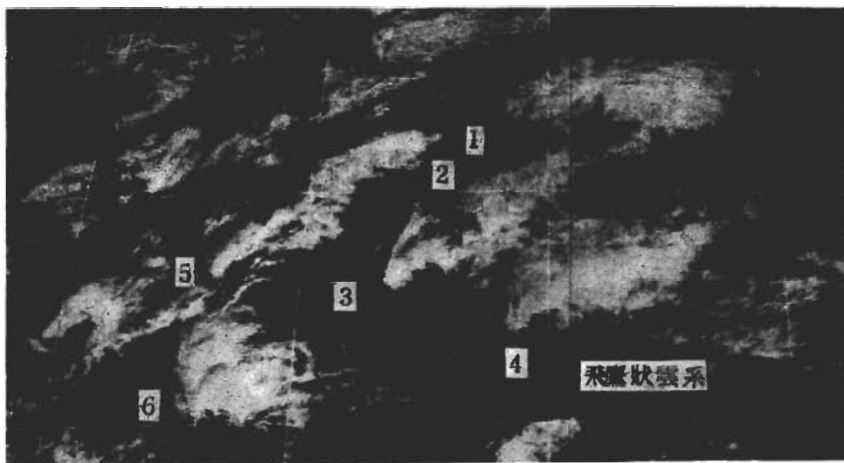


圖 1 1981 年 11 月 30 日 03 z GMS - 1 可見光雲圖, 示有六處飛鷹狀雲系 (creaming eagles) 存在

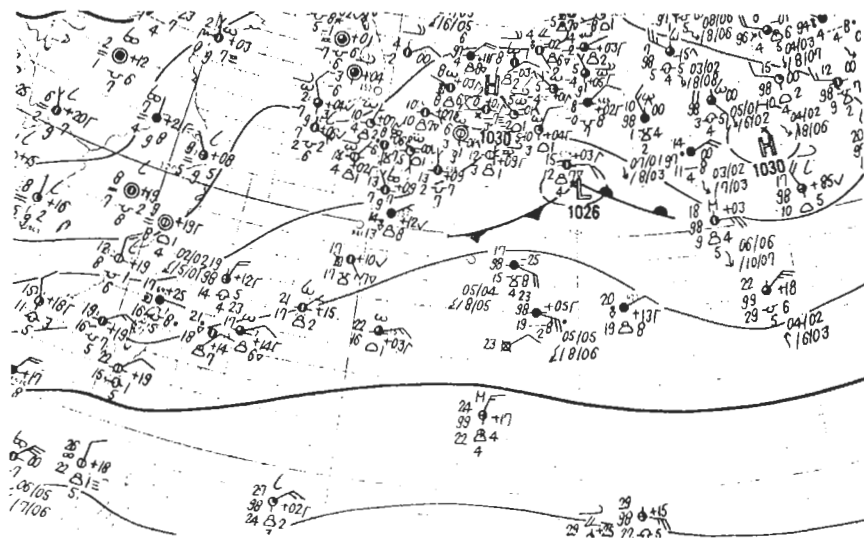


圖 2 1981 年 11 月 30 日 00 z 地面圖, 藉示飛鷹狀雲系之流場。

有關飛鷹狀雲在 Brandli (1976) 及 DMS P user's guide (1974) 中均曾加以討論。其型式均大致相同，但在 DMSP user's guide 中，曾言及，其易每限在 140°N 至 180°W 及 10°N 至 25°N 之間之區域中。但此處二例均出現在 180°W 以西，屬有在台灣附近者。

三、顯似船首波 (bow shock) 雲系

此處之顯似「船首波」雲之例見圖 5a - b。時間為 1983 年 1 月 11 日 03z 及 06z。03z 時係在台灣東海岸之外，約 70 - 80 公里處，其係呈線狀略與海岸線平行。至 06z，部份已呈模糊。台灣東方者，位置無何變動；但東北方海岸外者，顯向東北方移動，無論 03z (11L) 及 06z (14L) 其波形均酷似台灣東部之海岸線，並與海岸平行。

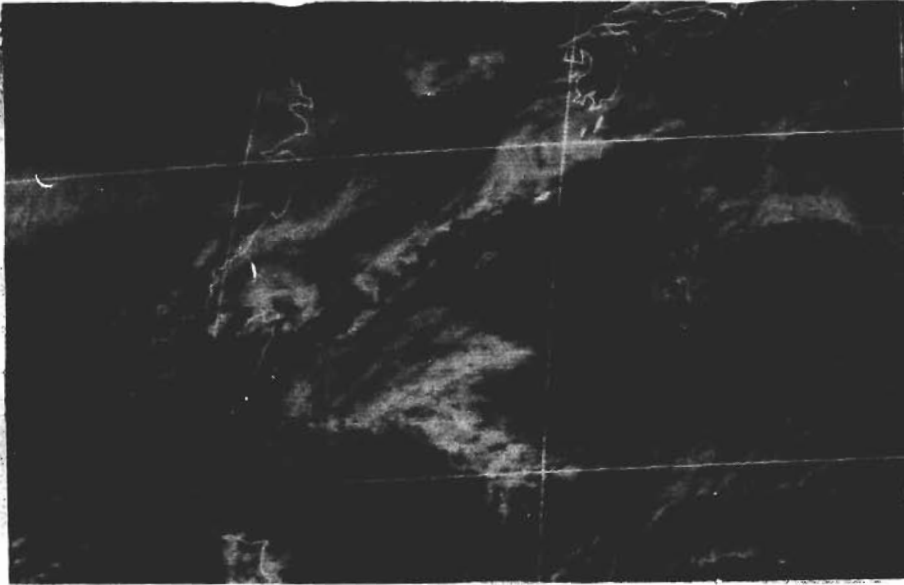


圖 3a

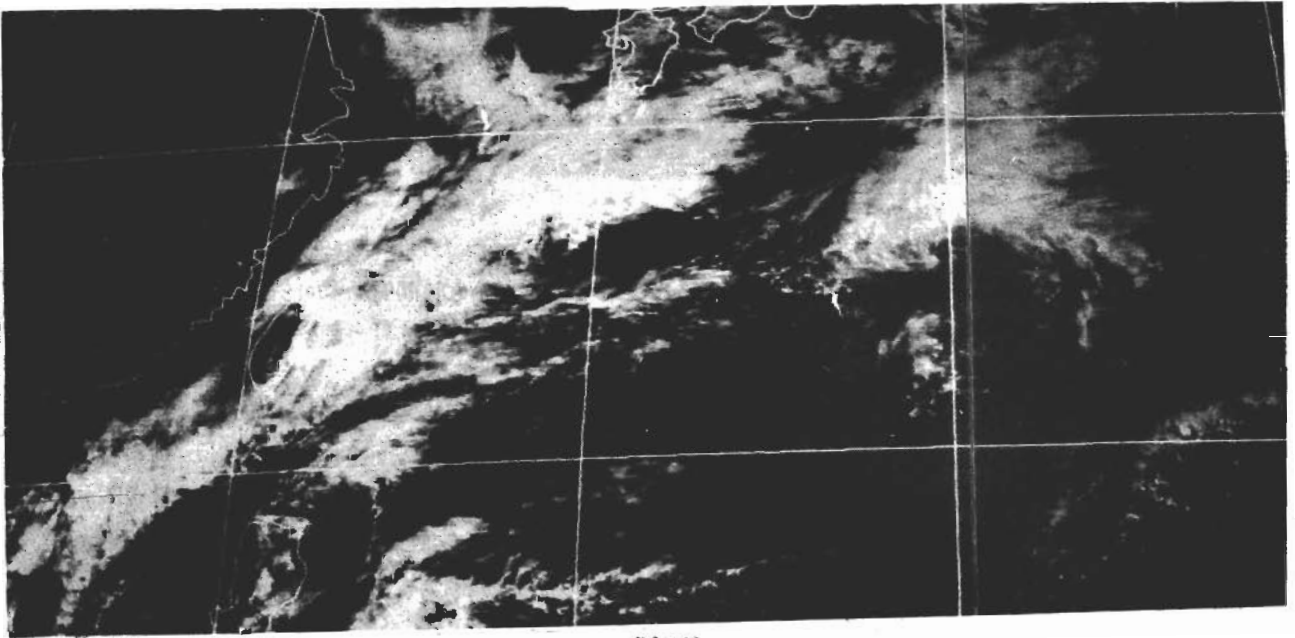


圖 3b

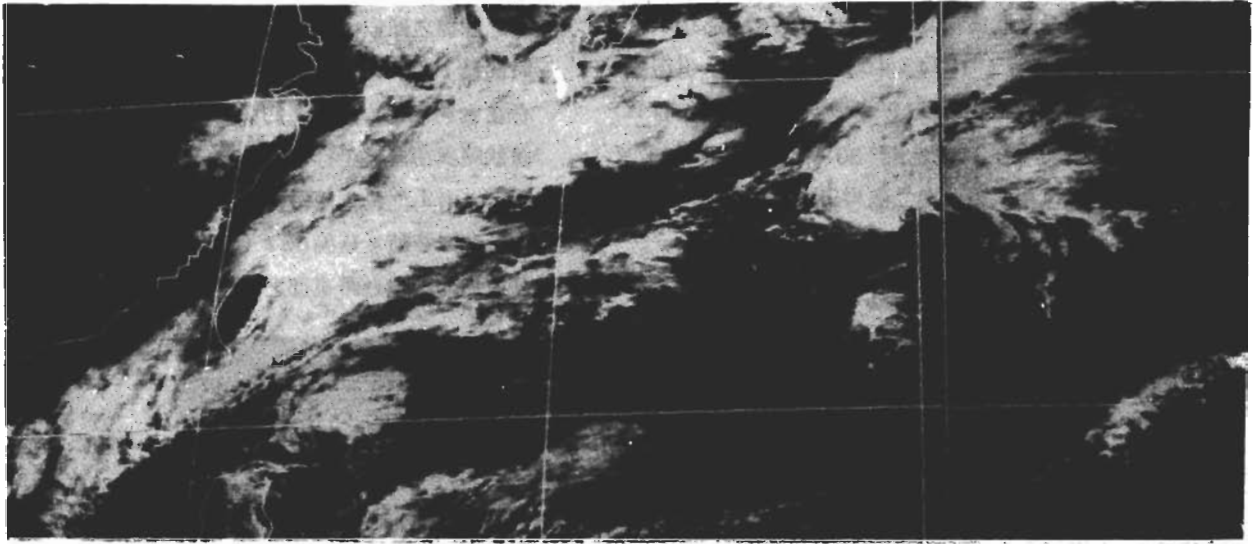


圖 3c

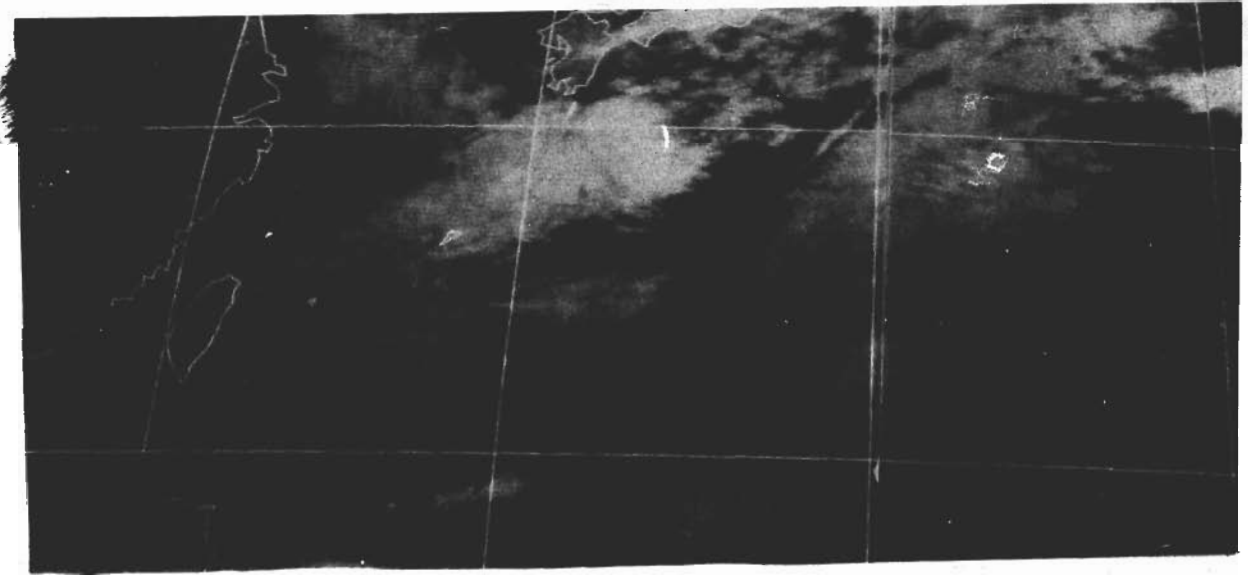


圖 3d

圖 3 1981 年 12 月 5 - 6 日 GMS - 1 衛星雲圖，示飛鷹狀系之時間變化。(a) 5 日 06z 可見光圖，(b) 6 日 03z 可見光圖，(c) 6 日 00z 可見光圖，(d) 6 日 09z 紅外線圖。

其波形均酷似台灣東部之海岸線，並與海岸線平行。

船首震波 (bow shock wave) 其係為可壓縮流體中的一項現象。當流動速度自次音波轉為超音波時，其間有一速度、壓力、及密度突然變化 (不連續變化， discontinuous transition)，此亦即所謂震波 (shock wave)。而當超音速流動經

過一固體物時，每可產生震波，此即船首震波 (bow shock wave)，此可參見圖 6a。而所以用 bow shock wave 之名，此或由於船艦在靜水中航行時，其船首處每出現如圖 6a 之波紋之事實有關。而在衛星雲圖上在島嶼上風面所造成條狀雲系，一般則習稱為 bow shock (例如 Brandli, 1976)。在圖 5a 及 b 中該船首波均甚明顯，已見上述。

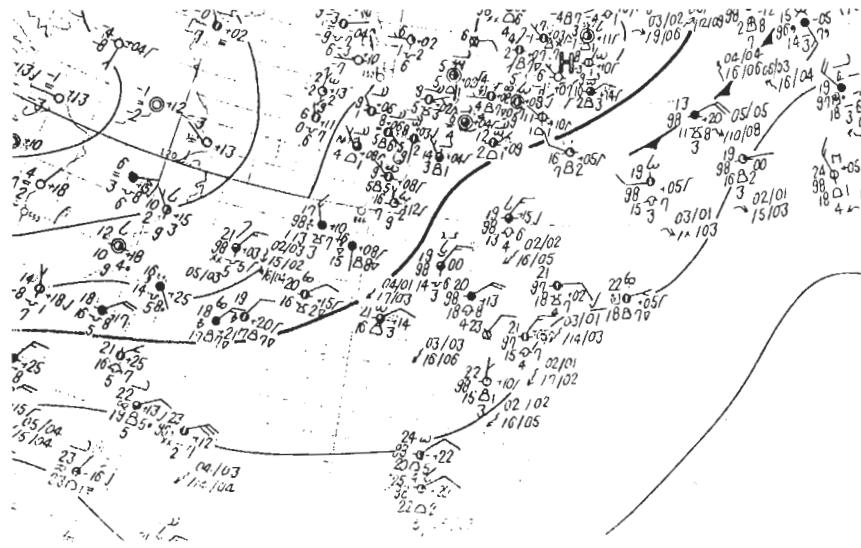


圖4 1981年12月6日00z地面圖，藉示飛鷹狀雲系之流場。

至於何以在該日情況有船首波之產生，而在早一日則無（參見圖5c，1983年1月10日06z可見光雲圖，藉圖可見，東部平地上均有雲覆蓋，無雲區係在山脈西側，在該時氣流之背風面）。以下僅就實際台灣區域天氣圖及天氣之配合作一簡單討論。首先比較船首波雲出現之日之台灣區之雲圖，可見該日台灣陸上均為良好天氣，再由圖7a—b台灣區該日00z（08L）及03z（11L）圖上各地

之天氣報告明顯可見，雖在多月寒潮之後溫度普降之時（參見圖5C衛星雲圖上，東中國海均有寒潮造成冷平流雲系之空胞狀雲，open cells），但仍可見海、陸（山）風發展。由圖7a、08地方時之圖可見，無論中央山脈東西兩側均有陸（山）風之出現，即均有吹離陸地之風。但該時之盛行風則為東來風（參見圖7a 彭佳嶼與蘭嶼之風向）。故此處初步推論該台灣東方近海上顯似「船首波」雲



圖5a

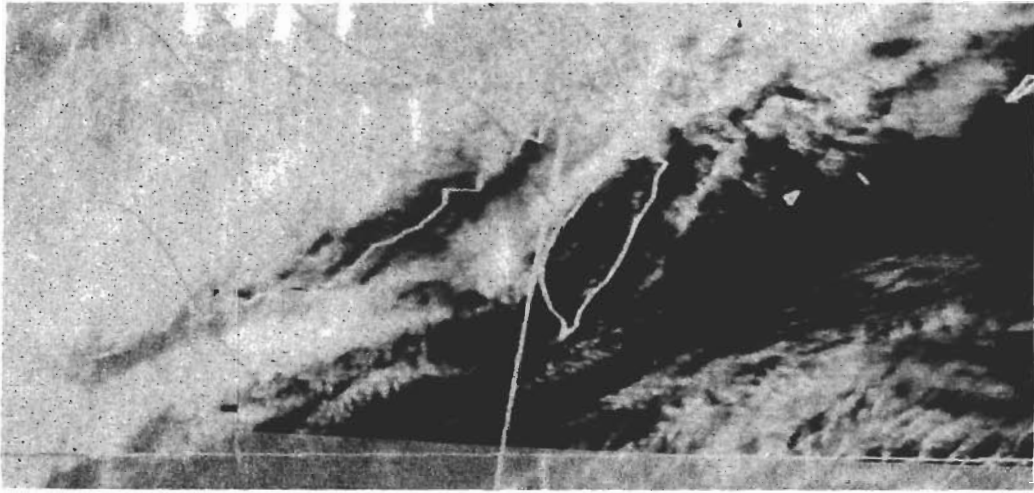


圖 5 b

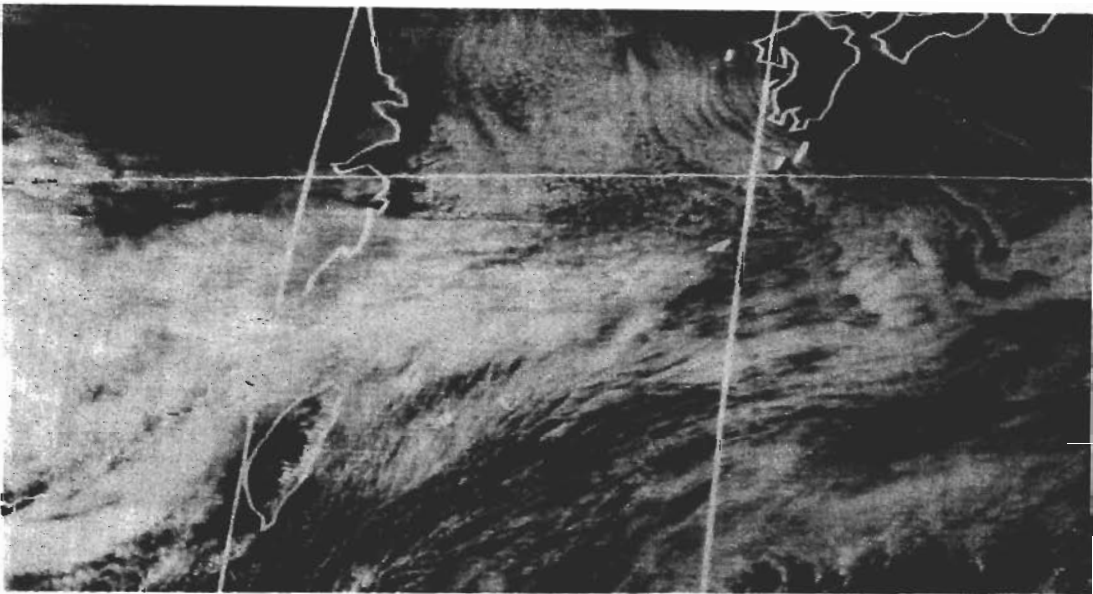


圖 5 c

圖5 1983年1月11日 03z (08L) , 06z (14L) 及10日 06z (14L) GMS - 2 可見衛星雲圖, 示台灣東方之船首波 (bow shock) 雲系及其變化。(a) 03z (11L) , (b) 06z (14L) , (c) 1月10日 06z (14L) , 係在船首波雲系出現之早一天之衛星雲圖。

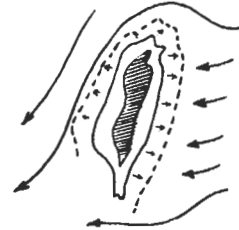
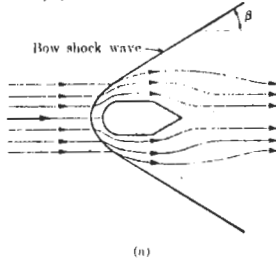


圖6a 超音波流動經過一固體物時所產生之船首波 (bow shock wave) 模式

圖6b 台灣區出現顯似船首波雲系之生成模式示意圖

，則為盛行風與陸 (山) 風輻合造成之結果。因此時顯有一局部氣壓梯度係指向東方也。我們仔細察看 11 時 (L) 之雲圖 (圖 5 a) , 可見靠西海岸台

灣海峽中, 似亦有一較白之雲條 (船首波) 存在, 再察看 11 時之台灣各地天氣報告 (圖 7 b) , 此時各地溫度巴普增, 一反晨間 8 時之圖 (圖 7 a) ,

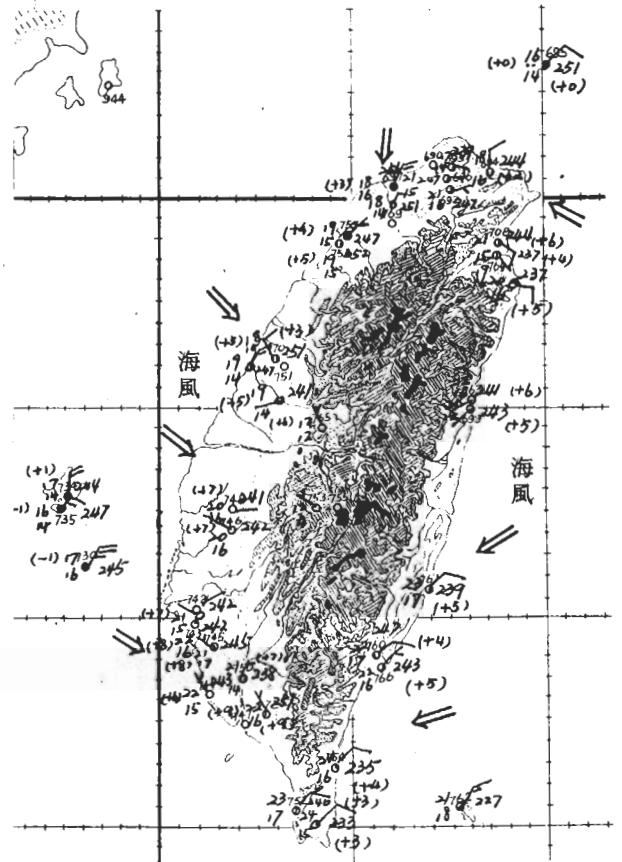
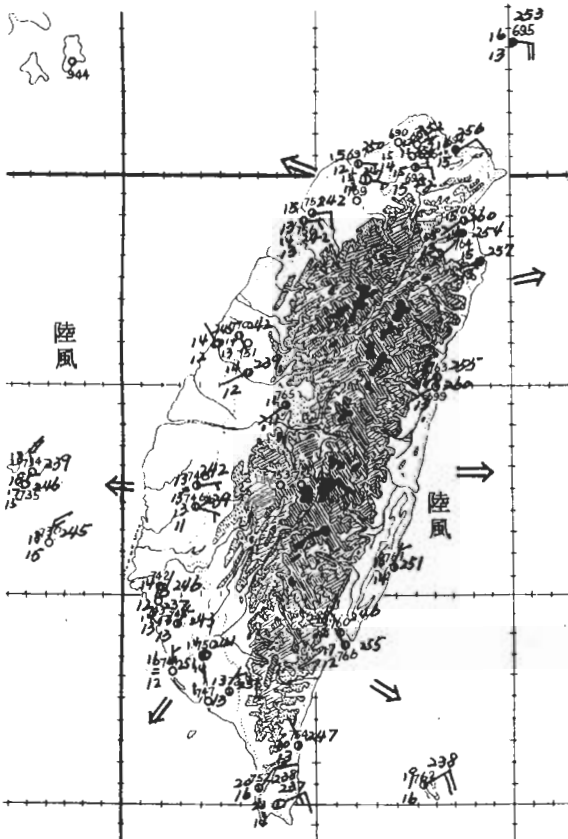


圖 7 a

圖 7 b

圖 7 1983年1月11日晨間台灣區域之局部風系變化, (a) 00z (08L) , 出現為陸 (山) 風, 風吹向海中, (b) 03z (11L) 出現為海風, 風向吹陸上。圖中並附 3 小時之溫差值, 見括號中數字。

風已有向岸之分力(海風)。但此時海岸外之船首波雲仍見存在。此處的解釋是,該雲系由於陸風與盛行風之局部輻合所造成(見圖6b)上升運動之結果,雖然於11時該項在海岸外之輻合風系已行消失,但雲條仍可存在,雖然隨後已在消失中(見圖5b,14時之雲圖)。故由於上述,此處所見之類似「船首波」雲乃係由於11日晨間台灣均屬晴天,由陸(山)風與盛行風(東風)輻合所造成之結果。如此項推論為真,則當台灣區近海出現此項雲系時,台灣區全區天氣必屬良好。此項情況,在冬季甚少出現。故船首波雲實際見者並不多。我們還可見在該日台灣近海船首波雲出現之同時,海南島東方及東南方近海亦出現有極為類似型式之雲系(圖5a-b)。又圖1所示之衛星雲圖中,台灣南部東西海岸外,似亦有船首波雲存在。

四、結論

(一)冬季當中高緯度有出海高壓,35°N以南有廣闊之東來風時,台灣以東洋面,每可有中尺度之「飛鷹狀雲系」(creaming eagles)出現。且同時每有多個存在。實際為東風氣流中之渦度集中

區。此項雲系係與西風帶中之「逗點雲」(comma-shape cloud)對應,惟尺度較小,形狀倒置而已。

(二)當冬季台灣區域天氣良好時,台灣東海岸外可產生類似「船首波」(bow shock)雲系,係在盛行風為東風並較弱時發生。此處經作簡單個例討論,發現似與晨間陸(山)風之發展有關。

以上為兩種極端不同之中小尺度雲系系統,均發生於海洋中。其中「飛鷹狀」雲系係與不穩定天氣現象相偕;而「船首波」雲系,則恰相反,係在穩定並良好天氣下出現。以上兩類中小尺度雲系均與台灣天氣預報密切相關。

參考文獻

- 1 Defense meteorological satellite program [DMSP] user's guide . 1974, AWS-TR-74-250
- 2 Li, W.H. and S.H. Lam, 1972 : Principles of fluid mechanics.
- 3 Bsandli, H.W. 1976 : Satellite meteorology. AWS-TR-76-264.