

衛星雲圖所示異常綫成因及利用色調強化紅外線圖對地溫、海溫及長短波輻射增溫冷卻之實例分析

吳宗堯 王時鼎 洪理強 丘台光 林雨我

中央氣象局

摘 要

本文內容有二。一為出現於台灣海峽與南海中近似「異常線」之討論。分析結果認為冬季深厚東北東風氣流越過北部山脈造成水力跳躍 (Hydraulic jump)，誘生重力波狀雲系，復與流線平行之雲條複合而造成。二為經色調強化處理之紅外線衛星圖分析，包括：(a)我國海域海面溫度分析，係以 5°C 為間隔。以 2°C 為間隔者亦經應用，但不若前者清晰。(b)對大陸無雲區地面短波輻射增溫之分析，(c)對大陸無雲區地面長波輻射冷卻之分析。就各個例分析所得結論，此項簡單之色調強化分析技術，對我國及其鄰近海域無雲時地(海)溫及其變化分析，深具應用價值。

一、前 言

中央氣象局建立氣象衛星觀測站，並於民國70年1月正式開始作業以來，已二年於茲。此期間，由衛星雲圖所見有關台灣地區較特殊及有興趣之大氣現象，例如：台灣附近低緯鋒面帶上所見混合切力與重力波雲系現象，及颱風有關橫波雲現象，以及台灣近海區域兩種中小尺度雲系系統一飛鷹狀雲系及船首波雲系，均經作有簡要分析，並發表於本刊中(吳、王、謝、洪，1982，吳、王、謝、洪，1983)。而本文所討論者有二。其一為民國72年11月29日台灣海峽迄至南海中所出現異常線 (Anomalous line) 現象。如藉適當至氣象資料分析不難發現其原因，本文則試求解答此一問題。其二為藉衛星色調強度技術對我國陸地及海域地(海)面溫度及其日夜變化之分析。藉此項分析可明顯見出我國大陸近海岸海域之顯著溫度梯度。東中國海、台灣海峽、南海，以及台灣及中國大陸地(海)面溫度之日變化亦一目了然。必須特別說明，本文僅係初步分析報告，詳細討論不在本文之範圍。

二、台灣海峽之異常綫現象及其可能因素

有關此處討論台灣及南海之異常線 (Anomalous line) 現象，係發生於1983年11月29日，此可參見圖1a、b所示之該日03Z及06Z可見光雲圖及圖1c，03Z色調強化雲圖。藉圖1a，03Z雲圖可見，海峽南段至海南島之間略有6條橫條雲，而在海峽部份並有一直條雲貫穿其間，極似一般異常線所示之型式。此並可參見圖1-d之03Z雲圖示意圖。而此處經研判，初步認為此項異常線之產生係與該日近似東北偏東深厚氣流穿越北部山脈產生水力跳躍 (Hydraulic jump)，而後在季風層下產生波動 (Oscillation) 所引起。此似可以由下所述各項資料以作證明：

(1)認為該日有類似流體力學中水力跳躍現象存在之間接證據為，該(29)日台北與下風面馬公間低層東風層厚度之巨大差異。此可參見圖2a與b之該日00Z，12Z兩地之高空剖面圖。藉圖可見台北東北東風厚度達9000呎，但馬公僅達4000呎，相差達一倍以上。兩地相距僅二個緯度有奇，若非如

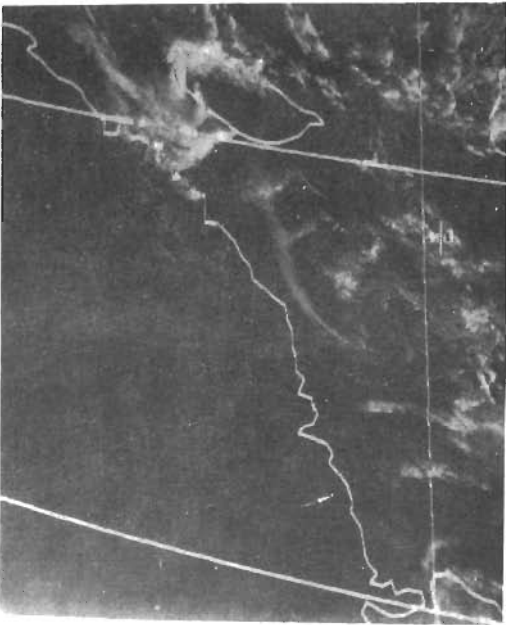


圖 1 a . 1983 年 11 月 29 日 03Z 可見光雲圖示
台灣海峽及南海區之所謂異常線現象



圖 1 b 1983 年 11 月 23 日 06Z 可見光雲圖示異
常線在減弱中

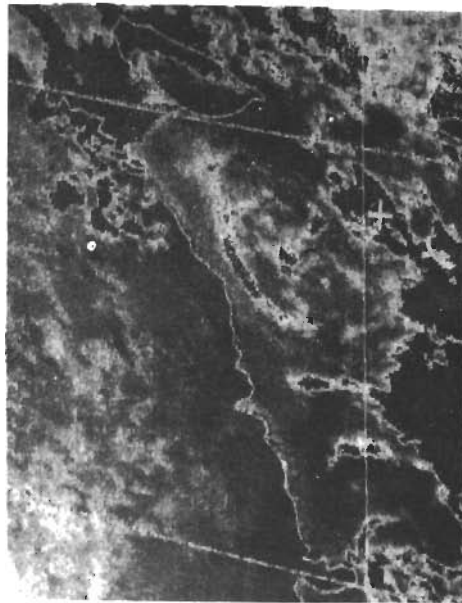


圖 1 c 1983 年 11 月 23 日 03Z 之色調強化 IR
圖示異常線之高度分佈。

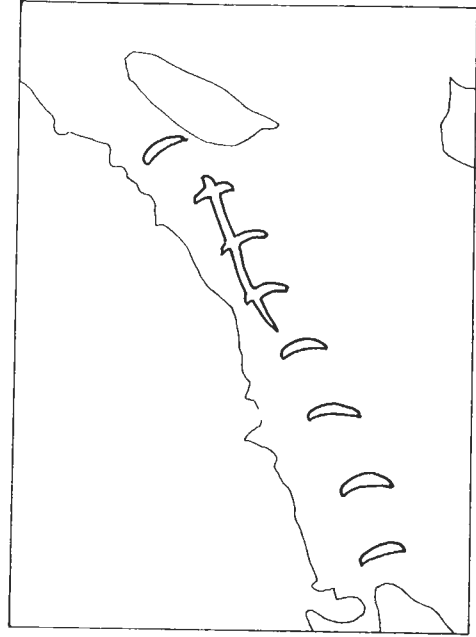


圖 1 d 圖 1 a 之異常線示意圖 (並參見圖 9a,
00Z IR 強化圖有關部份)。

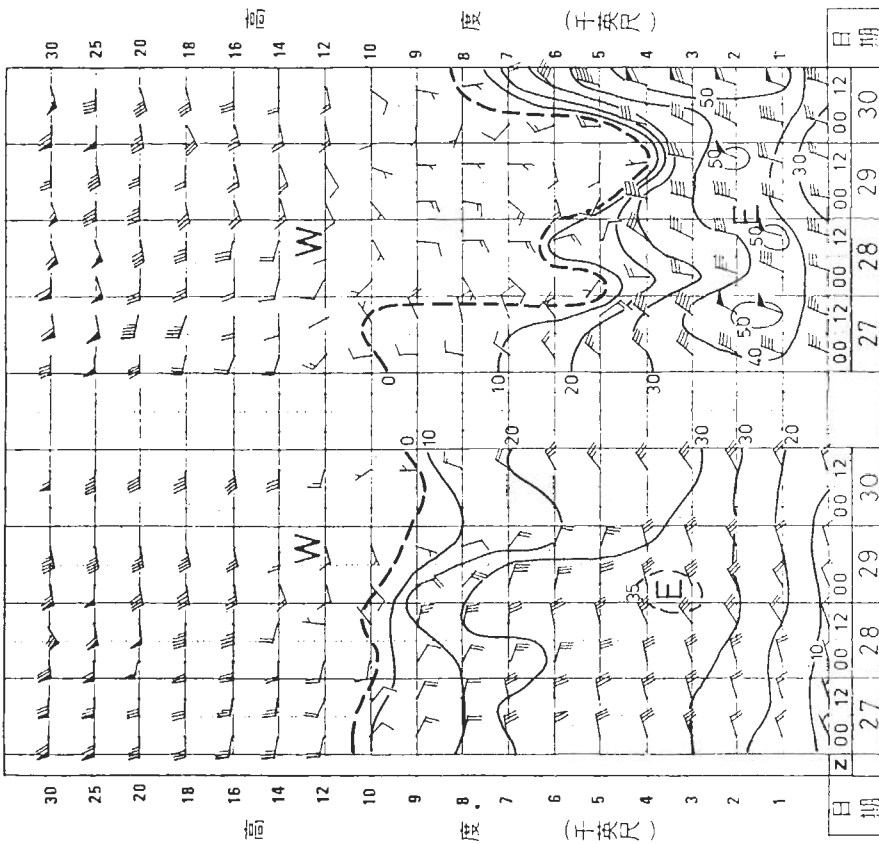


圖 2 1983年11月27-30日 (a)台北及 (b)馬公之高空風剖面圖。圖中粗斷線為東北季風層厚度，細實線為季風層中之等風速線。“E”與“W”各表低層之東風層與高空之西風層。藉兩地東風層之厚度之急劇變化推斷可能為水力跳躍 (hydraulic jump) 現象之結果。

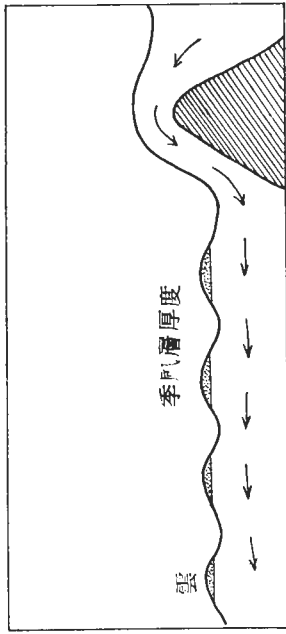


圖 2c 因水力跳躍現象所產生季風層波動之示意圖。

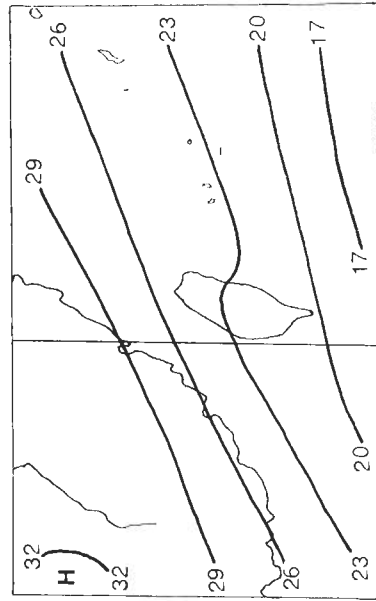


圖 2d 1983年11月29日00Z 台北馬公間東風厚度劇變期間之地面天氣圖。

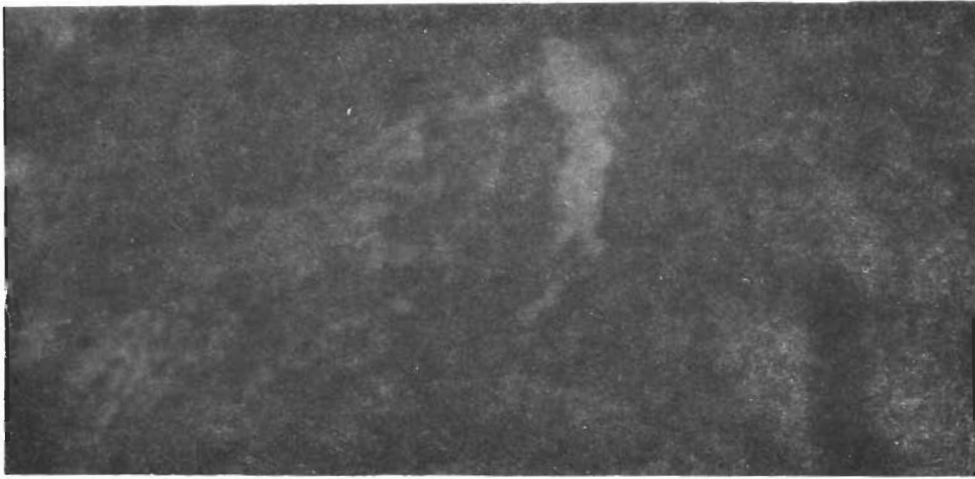


圖 3 1971年4月11日空軍所接收之衛星雲圖示在臺灣海峽中有似「異常線」現象

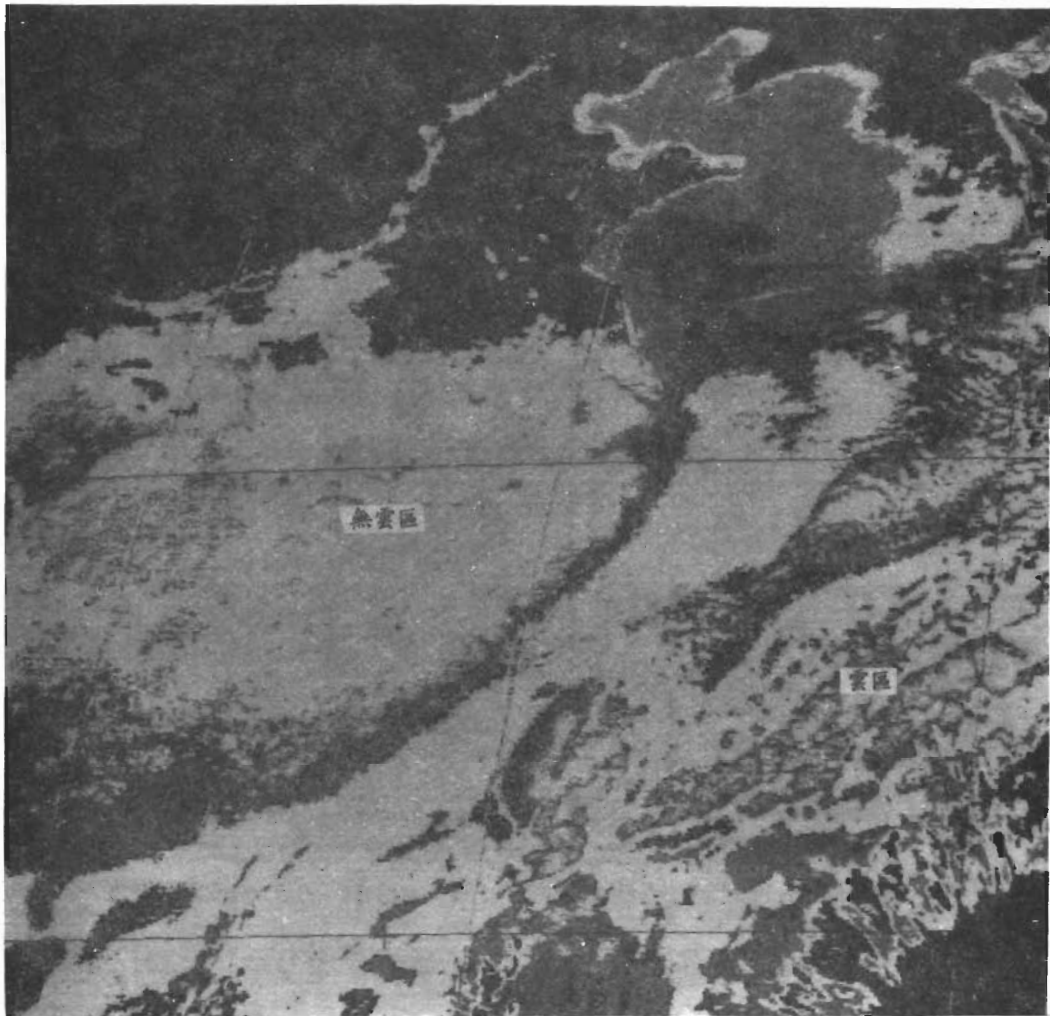


圖 4 1983年12月2日21Z經色調強化處理之紅外線雲圖，藉以作對地(海)面溫度值之決定。

2c 之水力跳躍現象，因冷氣流過山造成厚度迅速下降，（並參見圖 2d 之該日 00Z 地面圖），否則甚難說明此項東北風厚度迅速下降之原因也。我們可再參見圖 2a, b 台北與馬公 27 日高空風剖面。此時兩地東北風厚度幾無何差異（均達 10000 呎）。因大規模氣流為東北方向，台北與馬公間之氣流爬山影響不著之故。

(2) 可發現上所述各橫條雲之距離均甚規則平均間距近一個緯度，此可認為如圖 2c 所示產生水力跳躍後水面（冷空氣層頂）為回復平衡位置必將造成重力波波狀運動。此所以有上述認為重力波波系之產生。另可注意該雲系所反映之重力波波長係向下游略見增加，其波型則甚一致。

(3) 至於貫穿「重力波型」之雲系，可逕認為一般常與冷氣流方向平行，在逆溫（參看該日馬公探空，圖略）層下出現之長條雲。該兩類雲同時出現，故呈現成異常線之型式。

(4) 該項「異常線」型雲系在 00Z 中已有出現，可見光雲圖在該時間因光線不足，故無法辨認。惟紅外線色調強化圖可明顯見出，此可參見圖 9a。藉圖可見各重力波型雲系均極清晰。前兩波為白色（在海峽南段），溫度略在 10—15°C 之間，其後之四波（在南海）溫度較低，示發展高度較高。藉圖亦可見，其波長略向下風面增大。

另外，此處茲附 1971 年空軍所接收之 4 月 11 日衛星雲圖（如圖 3），以為比較。該日海峽中之雲圖略同圖 1a 之情形，惟波長較短，並亦略呈「異常線」之狀。

三、衛星紅外線圖色調強化技術對我國陸地與海域地（海）溫及長短波輻射增溫冷却之實例分析

此項分析有其極重要意義，因技術甚為簡單，但却有甚高應用價值。例如冬季烏魚羣之探測，則為海溫遙測應用之一。此處茲藉數例說明該項技術之分析應用。該數例均為仲冬大陸及其鄰近海域一般均屬碧空無雲時，故利用天窗（Atmospheric window）波段之紅外線（IR）圖，在無雲區所測得之熱輻射（thermal radiation）大小，實際則

代表地（海）面溫度之高低。而此項色調強化技術可任意對某些溫度值作出強化分析。而此處之分析溫度係在 0°—20°C 之間，此恰為我國有關區域（包括台灣）作地面溫度分析之最佳範圍，並以 5°C 為間隔。以下為各實例之分析。

(1) 近海岸區海面溫度分析

此處茲以 1983 年 12 月 2 日 21Z 之強化 IR 圖為例，參見圖 4。其色調強化曲線則參見圖 5。又該時之紅外線（IR）雲圖示大陸及東方海域均為無雲，故所見者則為地（海）面溫度（圖略）。由圖 4 明顯可見（並參見圖 5）：

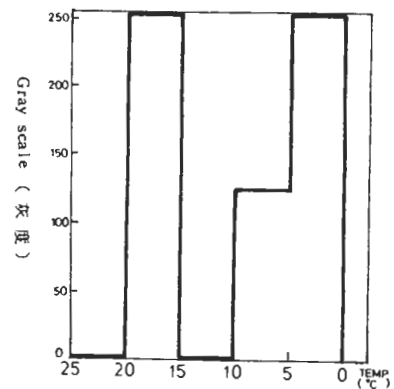


圖 5 專用於紅外線圖分析之地（海）面溫度色調強化曲線。分析範圍為 0°—20°C，間距為 5°C。

- 海南島沿海之海溫係在 15—20°C 之間（圖示為白色）。
- 廣東沿海迄至馬祖沿海之海溫係在 10—15°C 之間（圖示為黑色）。
- 馬祖以北迄至長江口南岸沿海之海溫係在 5—10°C 之間（圖示為灰色）。
- 長江口北岸至韓國沿海之海溫係在 0—5°C 之間（圖示為白色）。
- 大略愈南沿海之海面溫度梯度愈大。愈北愈小。
- 山東半島南方海上有一相對之高海溫區，溫度值係在 10—15°C 之間（圖示為黑色）。
- 就台灣區域言，中央山脈區分兩部份，白色部份之溫度係在 0—5°C 之間，灰色部份在 5—10°C 之間。西部平地及台北盆地在 10



圖 6 1983年12月1日18Z 紅外線強化分析圖。溫度範圍為 $0^{\circ} - 20^{\circ}\text{C}$ ，間距為 2°C 。藉示無雲區地(海)溫分佈。

-15°C 之間(黑色)。沿海之溫度為在 $15^{\circ} - 20^{\circ}\text{C}$ 之間(白色)。另高屏外海有一溫度逾 20°C (黑色)之高溫區。

以上各等溫線數值已核對實際天氣圖。

另外，圖6為1983年12月1日18Z紅外線強化分析圖。溫度強化範圍為 $0^{\circ} - 20^{\circ}\text{C}$ ，係以 2°C 等溫線為間隔。因不夠清晰，僅供參考。惟藉圖可明顯見出杭州灣以北陸海分佈之界限。長江、太湖因水溫較高，故分析圖中亦明顯可見。

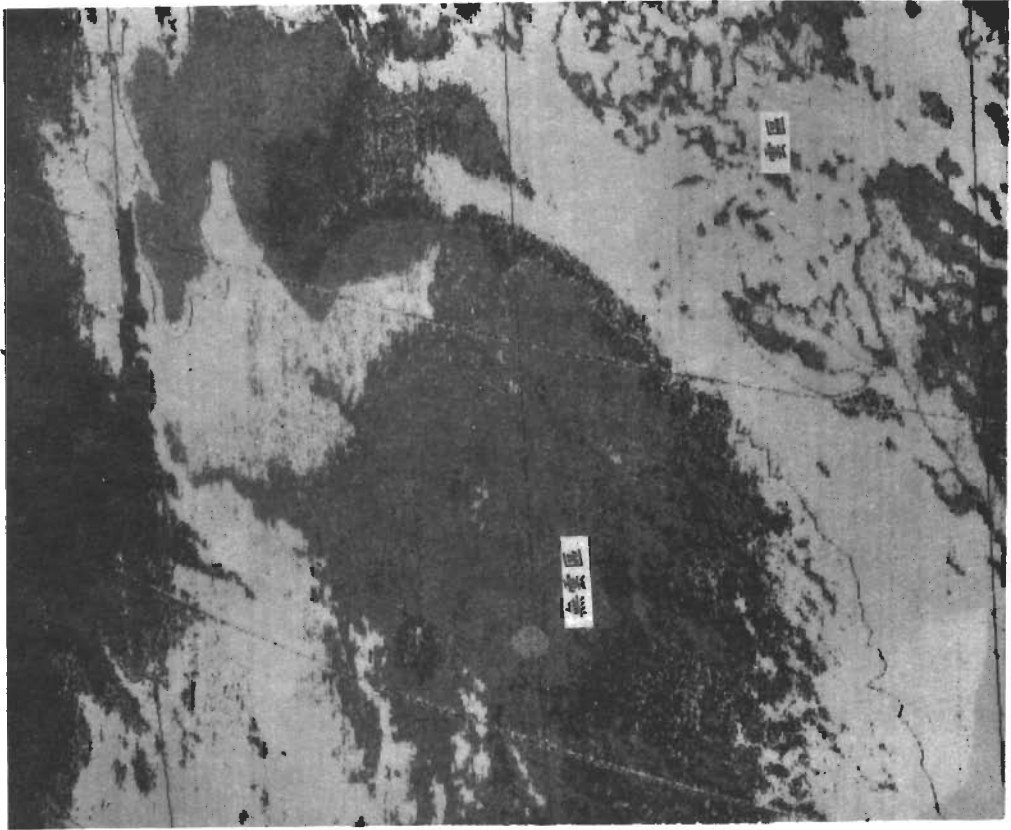
(2)大陸區域短波輻射增溫與長波輻射冷卻溫度變化分析

此處茲以圖7a-d所示1983年12月2日(a)

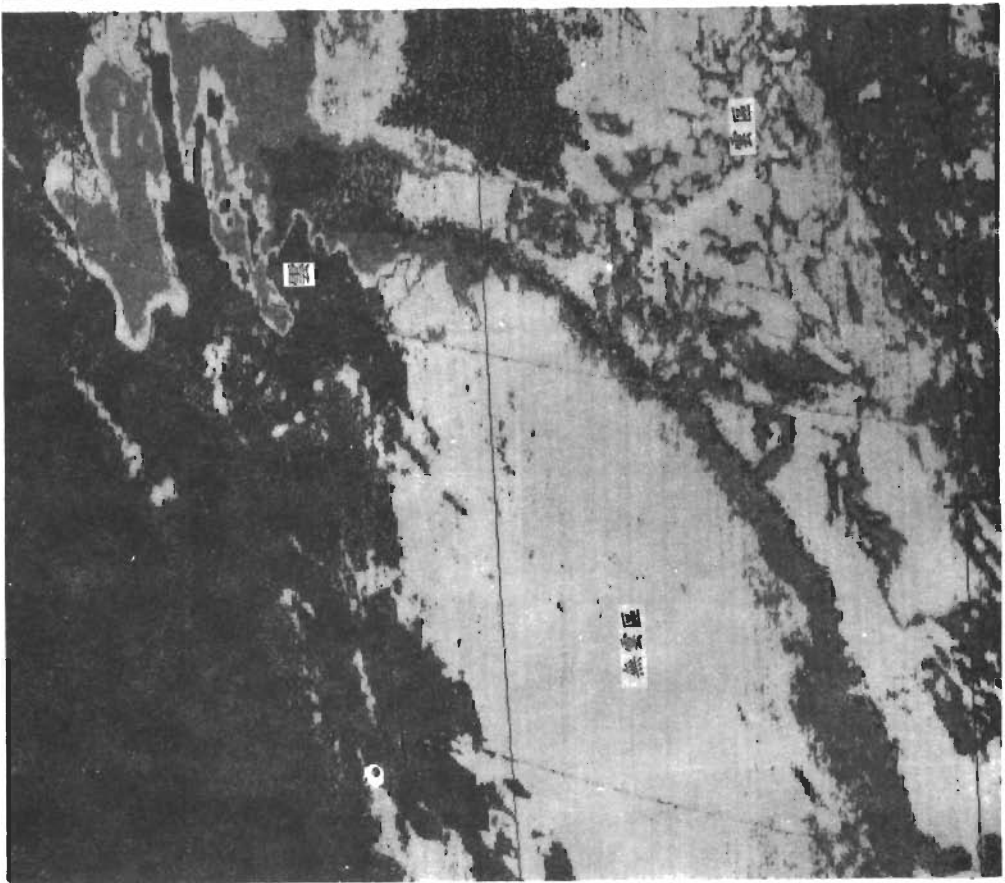
00Z(08L), (b) 09Z(17L), (c) 12Z(20L)及(d) 16Z(24L)經色調強化處理之紅外線雲圖以舉例說明。其色調強化對比圖則見圖5。在該日大陸區域極大部份地區均為無雲且風速均弱，故可供該項短波輻射地面增溫與長波輻射地面冷卻之定量分析。茲分別討論之。

1 短波輻射地面增溫分析

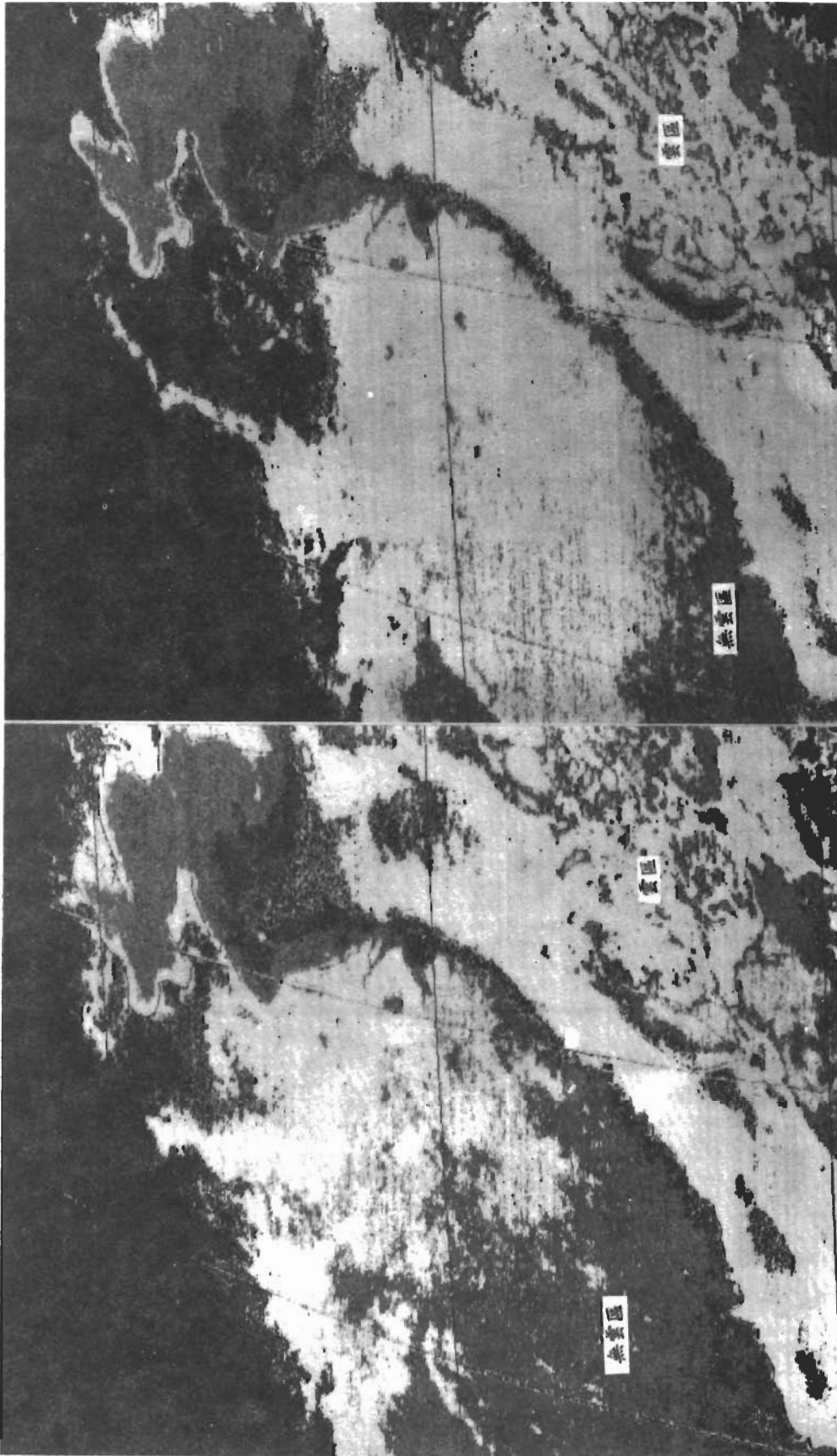
此可參見圖7a與b。藉圖7a可見2日08L時 5°C 綫係在大陸東南近海地區(見圖中灰色與白色之分界綫)。 0°C 綫因受部份雲系覆蓋影響，僅部份可辨，係略在 32°N 緯度處(白色與黑色區之分界處)。 10°C 綫則在沿海岸之處(見灰色與黑色



(b) 09Z (17L)



(a) 00Z (08L)



(d)16Z (24L)

(c) 12Z (20L)

圖 7 1983 年 12 月 2 日 (a)00Z (08L), (b) 09Z (17L), (c)12Z (20L) 及 (d) 16Z (24L) 經色調強化處理之紅外線圖 (其處理方法見圖 5), 示大陸區域短波輻射增溫 (圖 a 至 b), 及長波輻射冷卻 (圖 c 至 d) 之過程

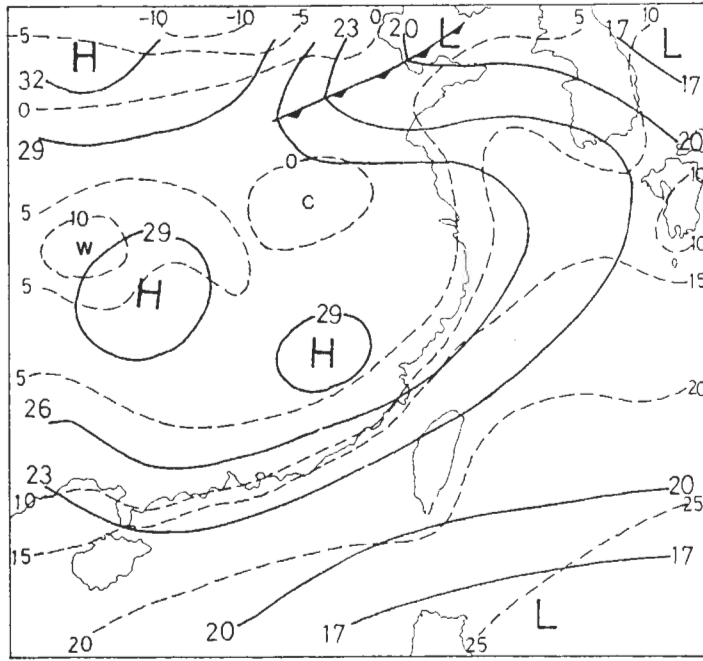


圖 8 1983年12月2日00Z (08地方時)地面天氣圖。實線為等壓線，虛線為等溫線。供與相同時間(圖7a)、藉色調強化處理紅外線圖所分析之地(海)面溫度相比較。

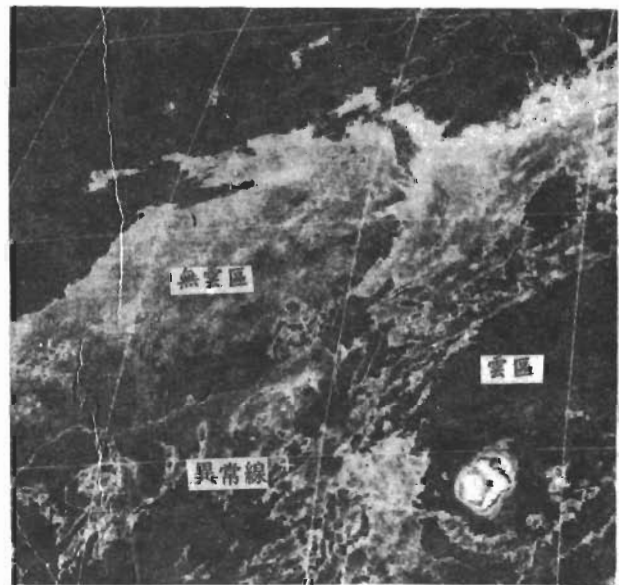
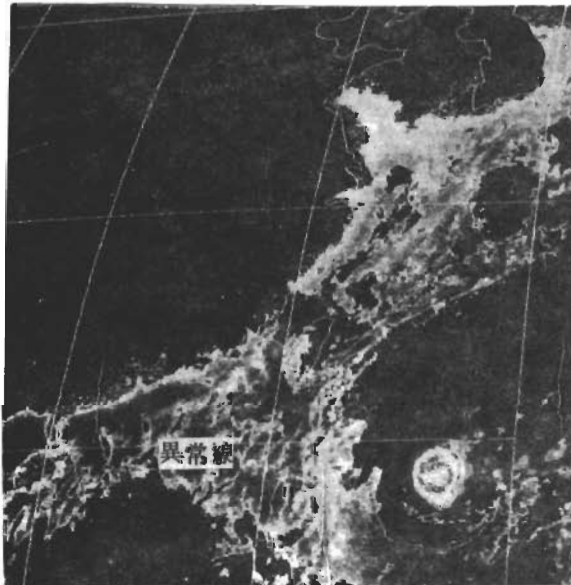


圖 9 1983年12月3日(a)00Z (08地方時)，(b)03Z (11地方時)，經另一種色調處理之紅外線圖。藉圖可見短波輻射增溫效應—— 10°C 線(黑色與白色分界線)自廣東沿海岸迅速變至華北區之情形。另外，藉本圖在臺灣海峽及南海部份並明顯可見本文所述之異常線雲系分佈情形(參見圖1a-d)。

區分界綫)。15°C綫亦係緊鄰海岸之海域中(見黑色與白色區之分界處)。以上各等溫綫可對照該日 08L(00Z)我國地區之實際天氣圖上所繪等溫綫分佈(見圖8)。兩者可謂極相一致(此亦可見本項色調強化 IR 圖之應用價值)。我們最看圖 7b 同日 17L(09Z)色調強化 IR 圖。可見因日射增溫結果 5°C已向北遠達河南及山西省一帶, 10°C綫已達湖北, 15°C綫亦北移至廣西。陸海溫差已完全不見, 均在 15°C 以上(比較圖 7a)。因該日大陸之風速一般均在 5 哩/時或以下, 故此項向北顯著增溫現象主要均係短波輻射增溫所致。

另外, 此處並附次(3)日 00Z(08L)及 03Z(11L)另一色調強化 IR 圖如圖 9a, b。藉圖可見僅 3 小時之增溫, 原為在沿海岸 10°C 等溫綫(黑白分界綫)已遠北移至華北(比較 9a 與 b)。

2 長波輻射地面冷却分析

此可參看圖 7c 與 d。資料均同為 2 日者。藉圖 7c 可見 2 日 20L(12Z)時, 已顯受長波輻射冷却之影響。不同於 17L(圖 7b)陸海溫差已明顯可見(因冷却率不同)。15°C 綫略已與海洋綫平行(白色與黑色分界綫), 5°C 綫在華東向南回退最大, 10°C 綫(黑與灰色分界綫)則在西南一帶回退最大。0°C 綫則回退不多僅山東一帶略見向南。至同日 24L(圖 7d), 其由色調對比所示等溫綫分佈已略與 2 日晨間 08L 時相近(見圖 7a), 陸海區之顯著溫差復又建立。華中以南僅四川與廣東一帶溫度較高, 係在 5—10°C 綫之間。

由上分析, 因長短波輻射所引起之大陸區域溫

度日夜變化, 在色調強化之 IR 衛星圖中可一覽無遺。

四、結 論

由上述討論可得:

(一)有關台灣海峽與南海中近似「異常綫」現象, 經分析認為冬季深厚東北東風氣流越過北部山脈造成水力跳躍(hydraulic jump), 誘生重力波狀雲系, 復與流綫平行之雲條複合而造成。

(二)此處利用經色調強化處理之紅外線衛星圖分析, 包括: a)我國海域海面溫度分析, 係以 5°C 為間隔。以 2°C 為間隔者亦經應用, 但不若前者清晰。b)對大陸無雲區地面短波輻射增溫之分析, c)對大陸無雲區地面長波輻射冷却之分析。就各個例分析所得結論, 此項簡單之色調強化分析技術, 對我國及其鄰近海域無雲時地(海)溫及其變化分析, 深具應用價值。

參 考 文 獻

- (1)吳宗堯、王時鼎、謝信良、洪理強, 1982: GMS 衛星雲圖所見混合切力與重力波雲系分析。大氣科學, 9 期, P169-182。
- (2)吳宗堯、王時鼎、謝信良、洪理強, 1983: 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。大氣科學, 10 期, P127-134。
- (3)AWS/TN-79/003, 1979: Satellite Applications Information Notes. P136-145。