

台灣北端核能電廠附近氣流研究

蔡清彥·周根泉

一、前言

台灣北部地區因受地理環境影響，兼受海陸風左右。蔡清彥、周根泉（1979）曾初步分析台灣北部地區之冬夏季局部環流。周根泉、蔡清彥、陳文燦（1980）又初步分析春秋局部環流。前述論文主要是根據現有軍民測站分析。蔡清彥、周根泉（1981）在大屯山區增建了四個風場測站，作整年的觀測，並以此資料作為進一步分析確定大屯山區冬夏季局部環流的依據。該文並首先嘗試建立台灣北部地區局部環流之簡易數值模式。

本文主要分成三部份。第一部份主要是分析台灣北端核能一、二及四電廠附近冬夏季層氣流軌跡之觀測結果。第二部份乃利用在大屯山區新增之四個測站資料，進一步分析確定大屯山區春秋局部環流。第三部份則討論簡易數值模式之修改模擬結果之改進工作。

二、低層氣流軌跡之觀測與分析

我們在本年度共舉行了兩次低層氣流觀測工作，以經緯儀追蹤測風氣球的方法，觀測核能一、二及四電廠附近之低層大氣風場。每次觀測動用三部經緯儀，每部由四位同學負責操作，從事三小時一次的數日連續性觀測工作。第一次為夏季觀測，從70年8月25日14時到29日11時。第二次為冬季觀測，從71年1月16日14時至21日11時。我們採用40克淨浮力氣球，每30秒鐘記錄一次氣球所在位置的仰角與方位角。然後用經驗式推算氣球所在高度，計算氣球軌跡。

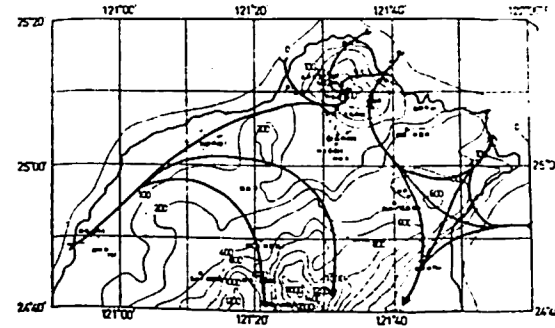
(一)夏季觀測結果

圖1a及1b分別為70年8月25日14時及26日02時之地面風場分析，這兩天彭佳嶼測站（代表大範圍氣流）均吹東南風，由我們以前的研究得知，圖1a及1b分別為夏季日間與夜間之典型局部環流型式（蔡清彥、周根泉，1979、1980）。大屯山區及北端濱海地區在夏季日間具氣旋式輻合氣流場，而在夏季夜間則具反氣旋式輻散氣流場。因此核發一及二電廠地面附近在午後以吹北北東或東北風為主，午夜則以吹西南或西南西風為主。核能四廠附近則受大範圍氣流影響較巨，受日夜變化局部環流影響較微，以吹南風為主。

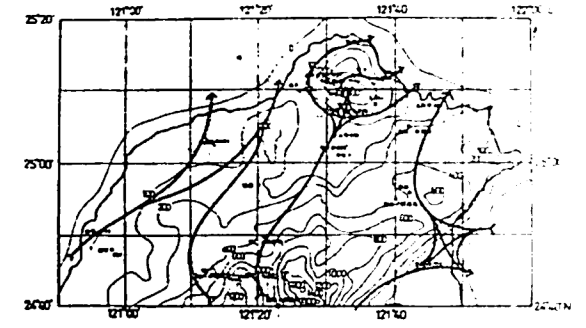
圖2a，2b及2c則分別為核能一、二及四電廠在25日14時至26日14時期間觀測所得之氣球軌跡圖。由圖2a及2b得知，核能一及二電廠低層氣流在25日14及17時受海風及氣旋式局部環流影響氣球軌跡往南南西移動為主；在25日20及23時受陸風影響，氣球軌跡往北北西移動為主；在26日02，05及08時仍受陸風及反氣旋式局部環流影響，氣球軌跡往東移動為主；在26日11及14時又受海風及氣旋式局部環流影響，氣球軌跡往西移動。由圖2c得知核能四廠附近則受大範圍氣流較巨，而受局部環流影響較微，氣流軌跡在25日14時至26日08時以往東北移動為主，其日夜變化甚微。

(二)冬季觀測結果

圖3a及3b分別為71年1月16日14時及17日02時之地面風場分析，這兩天彭佳嶼（代表大範圍氣流）吹東北風。由我們以前的研究得知，

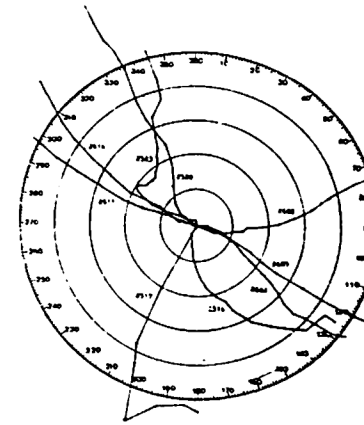


a. 70年8月25日14時

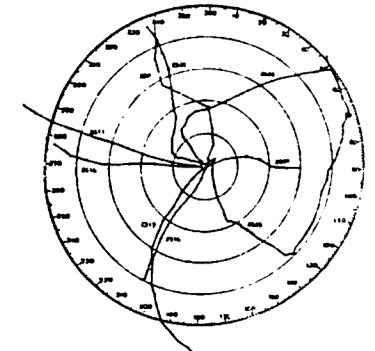


b. 70年8月26日02時

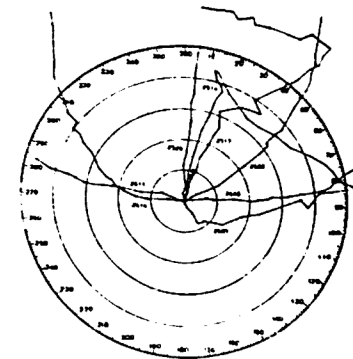
圖1. 夏季日間與夜間之典型局部環流型式



a. 核能一廠

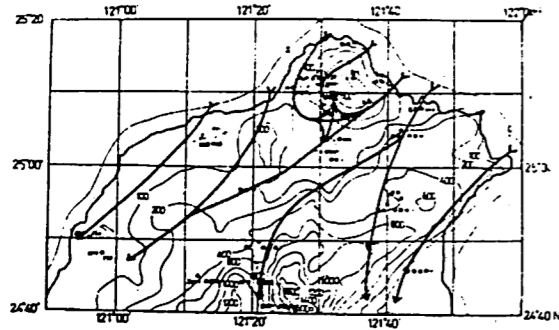


b. 核能二廠

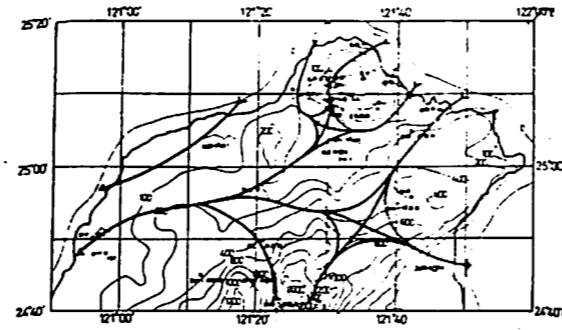


c. 核能四廠

圖2. 八月份高空風觀測之氣球軌跡圖，軌跡線旁之數字為日期及時間。

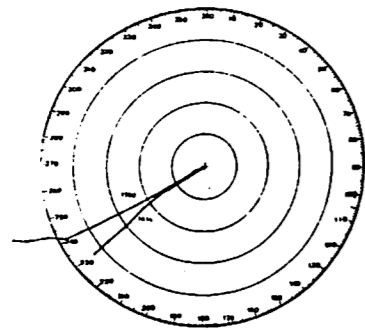


a. 71年1月16日14時

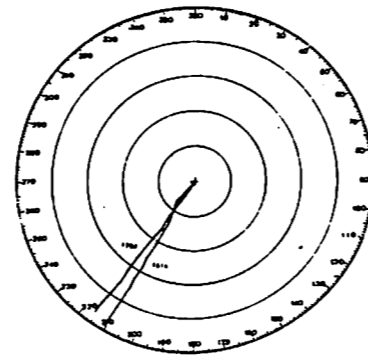


b. 71年1月17日02時

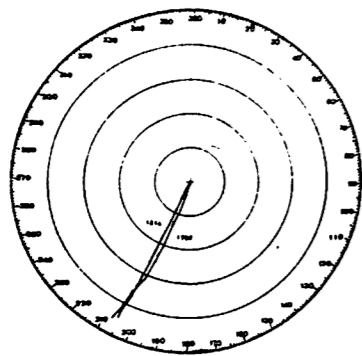
圖3. 冬季之典型局部環流型式



a. 核能一廠



b. 核能二廠



c. 核能四廠

圖4. 一月份高空風觀測之氣球軌跡圖，軌跡線旁之數字為日期及時間。

圖3a及3b為冬季北部地區之典型局部環流型式。在冬季，海陸風不顯著，因此局部環流之日夜變化甚微小。在大範圍盛行東北風的情形下，大屯山區背風面（即北投至淡水一帶）有背風渦旋存在，而在迎風的北端濱海地區則吹東北風。

圖4a、4b及4c則分別為核能一、二及四廠在16日14時及17日02時觀測所得之氣球軌跡圖。其他時間之氣球軌跡均相似，故省略不繪在圖上。由此三圖得知，核能一、二及四電廠低層氣流受大範圍東北風影響，氣球軌跡均往西南移動。

三、春秋季地面風場分析

我們曾經利用軍民測站資料，分析台灣北部地區春秋季局部環流（周根泉、蔡清彥、陳文燦，1980）。該文發現在彭佳嶼（代表大範圍氣流）吹東北風時，北部地區環流受大範圍氣流控制，較少日夜變化，而與冬季者相近。若彭佳嶼吹東南或西南風時，局部環流之日夜變化大，而與夏季者相近。本文利用本計劃四個新增測站，配合原有測站資料，重新分析台灣北部春秋季局部環流。

(一)春季地面風場分析

茲就1982年4月1日至30日2時及14時彭佳嶼風向，以代表大範圍風場，在60個資料中計有東北風（包括S, SSW, SW, WSW）7次，西北風（包括W, WNW, NW, NNW）5次。茲就日夜之地面氣流場，分別討論如下：

1. 日間局部環流（以14時之氣流圖為代表）

(1)大範圍盛行東北風

圖5a及5b為此情況下之兩種典型局部環流。圖5a者，大屯山區在東北季風影響下，輻合氣流場並不明顯，其迎風面吹東北風而背風面在淡水至北投一帶則有背風渦旋存在。此環流特徵與冬季者相近。圖5b者，大屯山區具有較明顯之輻合氣流場，其迎風面及兩側吹東北風而背風面吹西南風。

(2)大範圍盛行東南風

圖5c及5d為典型之局部環流。在此情況下，大範圍氣流對台灣北部地區環流之控制力不大，局部因素影響反較大。北部濱海地區吹海風，淡水

吹西北風沿淡水河谷進入台北盆地（台北、松山仍吹西北風）與沿基隆河谷而入之東或東北風在台北盆地東邊形成一鞍形場，一支南下吹向中央山脈，一支北上和大屯山區北麓之海風在山區形成一輻合場。大桃園地區受海風影響吹西北或西南風，而蘭陽地區則吹東南風。

(3)大範圍盛行西南風

圖5e為此情況下之典型局部環流。大範圍氣流場對台灣北部地區環流之控制力亦不大，各地均受海風及谷風之影響，局部環流與大範圍吹東南風者（圖5c）相似。沿淡水河谷之海風進入台北盆地和沿基隆河谷進入之海風在台北與基隆之間形成一鞍形場，其一支進入山區和大屯山區北麓之海風在山區形成一輻合場。大桃園地區吹西南風，而蘭陽地區則吹東北風（海風）。

2. 夜間局部環流（以2時之氣流圖為代表）

(1)大範圍盛行東北風

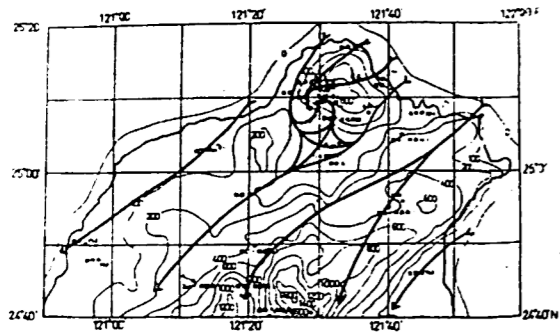
圖6a及6b為此情況下之兩種典型局部環流。圖6a者，大屯山區在東北季風影響下輻散氣流場並不明顯，各地以吹東北風為主。圖6b者，大屯山區具有明顯之夜間輻散氣流場。大範圍東北風在山區迎風面與下坡風（陸風）會合形成鞍形區。大屯山區東、南及西面之下坡輻散風場則成反氣旋式旋轉並於山區西面（淡水至石門一帶）吹向海上。在中央山脈地區亦有明顯之下坡風場，其餘地區則以吹東北風為主。

(2)大範圍盛行東南風

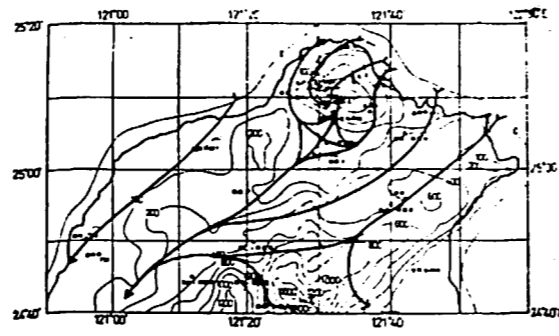
圖6c及6d為此情況下之典型局部環流。大範圍氣流對大屯山區環流之控制力不大。該地區受反氣旋式下坡輻散場控制，山區西面及北面均有陸風吹向海上；東面下坡風則與大範圍東南風形成鞍形場；而南面之下坡風進入台北盆地後，則轉為東南風，再沿淡水河谷吹向海上。在中央山脈地區亦有明顯之下坡風場，而在其餘地區則以吹東南風為主。

(3)大範圍盛行西南風

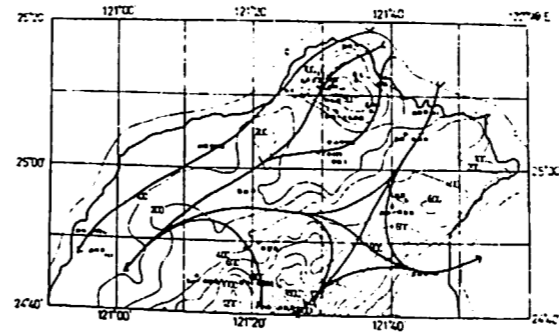
圖6e及6f為此情況下之典型局部環流。大屯山區亦受反氣旋式輻散場控制，山區南面之下坡



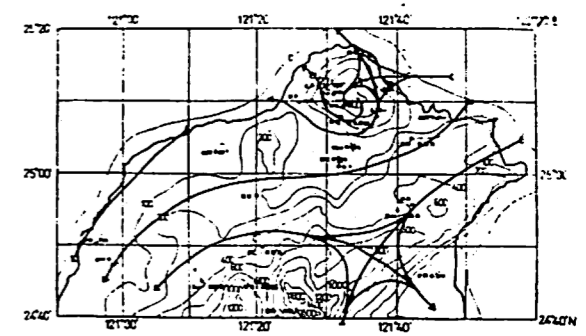
a. 大範圍盛行東北風，4月7日。



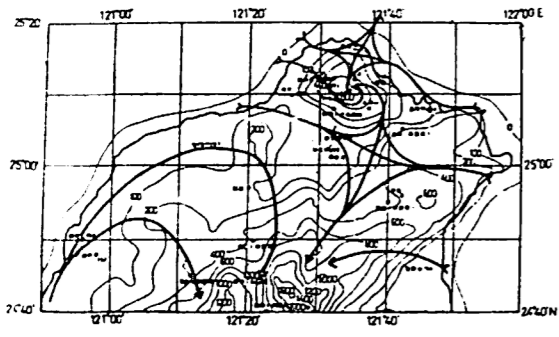
b. 大範圍盛行東北風，4月5日。



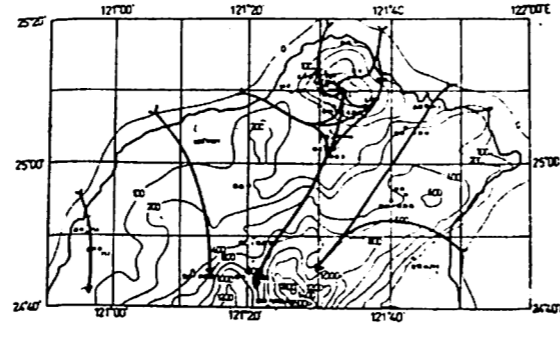
a. 大範圍盛行東北風，4月5日。



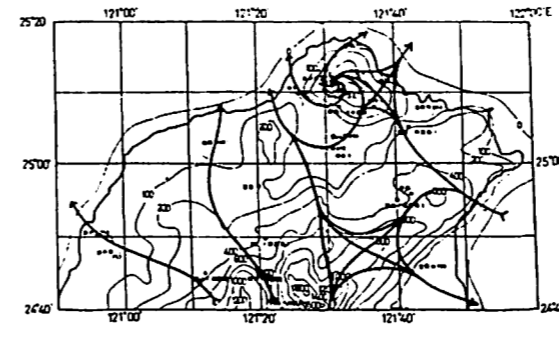
b. 大範圍盛行東北風，4月24日。



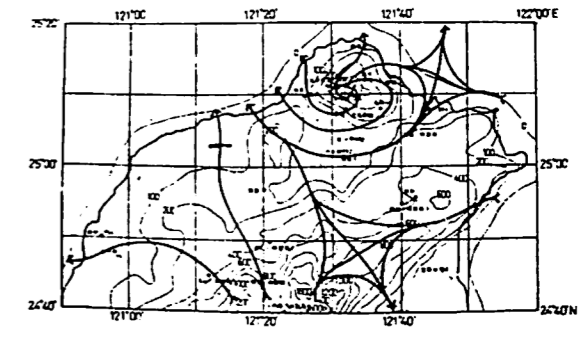
c. 大範圍盛行東南風，4月17日。



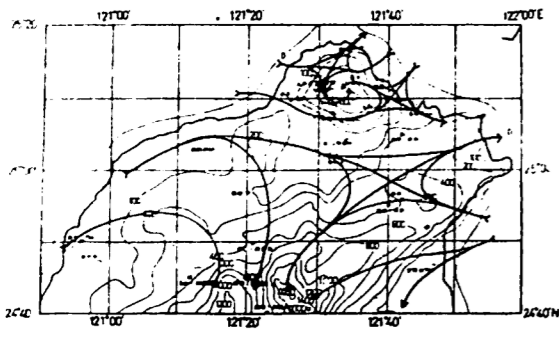
d. 大範圍盛行東南風，4月1日。



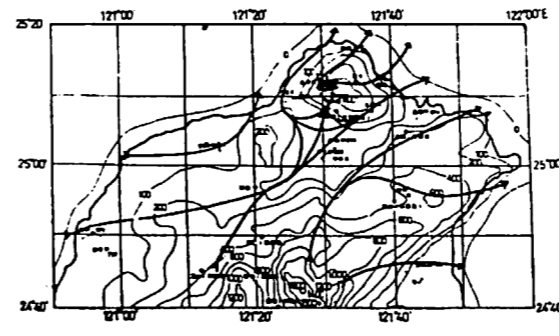
c. 大範圍盛行東南風，4月13日。



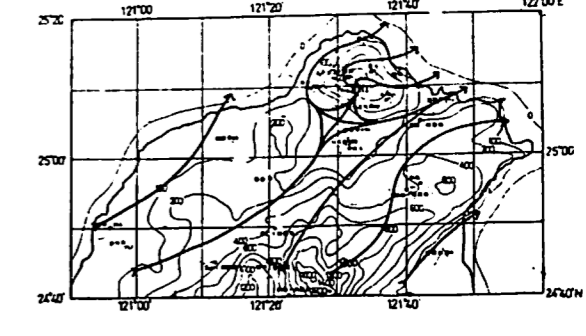
d. 大範圍盛行東南風，4月25日。



e. 大範圍盛行西南風，4月25日。



e. 大範圍盛行西南風，4月18日。



f. 大範圍盛行西南風，4月21日。

圖5. 春季日間(14時)之局部環流

圖6. 春季夜間(02時)之局部環流

風在台北盆地與大範圍西南氣流會合形成鞍形場，一支氣流沿淡水河谷吹經淡水後，轉向東北，再沿濱海地區經石門、乾華附近吹向海上，一支氣流則沿基隆河谷吹經基隆附近再進入海上；至於大屯山區北面則有陸風吹向海上。台灣北部其餘地區則以吹西南風為主。

(二) 秋季地面風場分析

茲就 1981 年 9 月 1 日至 30 日 2 時及 14 時彭佳嶼風向，以代表大範圍風場，在 60 個資料中計有東北風（包括 N, NNE, NE, ENE）29 次，東南風（包括 E, ESE, SE, SSE）16 次，西南風（包括 S, SSW, SW, WSW）8 次，西北風（包括 W, WNW, NW, NNW）7 次。茲就日夜之地面氣流場，分別討論如下：

1 日間局部環流（以 14 時之氣流圖為代表）

(1) 大範圍盛行東北風

圖 7a 及 7b 為此情況下之兩種典型局部環流。在秋季東北季風影響下，大屯山區之日間上坡輻合氣流場不顯著。圖 7a 者，各地吹東北風；而圖 7b 者，則在山區背風面（淡水至北投一帶）有背風渦旋存在。此特徵與冬季局部環流十分相近。

(2) 大範圍盛行東南風

圖 7c 及 7d 為此情況下之典型局部環流。此圖環流特徵與夏季或春季（圖 5c 及 5d）相同情況者相似。大屯山區受氣旋式上坡輻合場控制：山區北面及西面以吹海風（上坡風）為主；沿淡水河谷吹入之海風則經台北盆地，而在基隆河谷一帶與大範圍風場會合形成鞍形場，一支吹上大屯山區，一支往南吹向中央山脈。另外，中央山脈之上坡風系及大桃園地區之海風風系均甚明顯。

(3) 大範圍盛行西南風

圖 7e 及 7f 為此情況下之兩種典型局部環流。圖 7e 者，除中央山脈地區存在上坡風外，其餘地區均受大範圍氣流控制而吹西南風。圖 7f 者，受海陸風之影響則較顯著。大屯山區有明顯之氣旋式上坡輻合氣流場，大桃園地區受海風影響以吹西北風為主。

2 夜間局部環流（以 2 時之氣流圖為代表）

(1) 大範圍盛行東北風

圖 8a 及 8b 為此情況下之兩種典型局部環流。此兩種環流之共同特徵在於中央山脈之下坡風及各地吹東北風為主。

此兩圖之主要差異則在於大屯山區一帶之局部環流。圖 8a 者，大屯山區主要受東北季風控制，以吹東北風為主，而在淡水至北投一帶則有背風渦旋存在。圖 8b 者在大屯山區則有明顯之下坡輻散氣流場，此下坡風場在山區北面與東北季風會合形成鞍形區，而在山區東面則與東北季風會合吹向西南。

(2) 大範圍盛行東南風

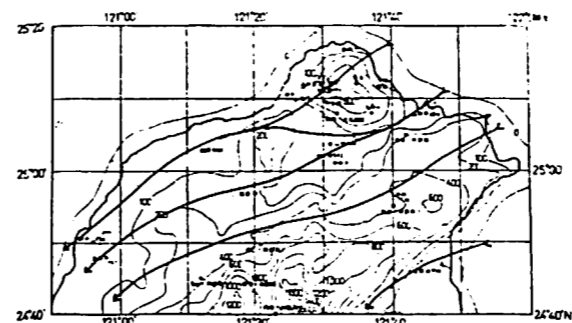
圖 8c 及 8d 為此情況下之兩種典型局部環流。圖 8c 者，除中央山脈之下坡風系外，各地以吹東或東南風為主，大屯山區背風面亦有背風渦旋存在。圖 8d 者則有明顯之陸風或山風影響。在大屯山區存在明顯之反氣旋式下坡輻散氣流場；在山區東面之下坡風與盛行東南風會合形成鞍形場，一支吹向海上，一支吹經台北盆地再沿淡水河谷吹向海上；山區西面及北面之下坡風則直接吹向海上。另外在大桃園地區則亦有明顯陸風存在。

(3) 大範圍盛行西南風

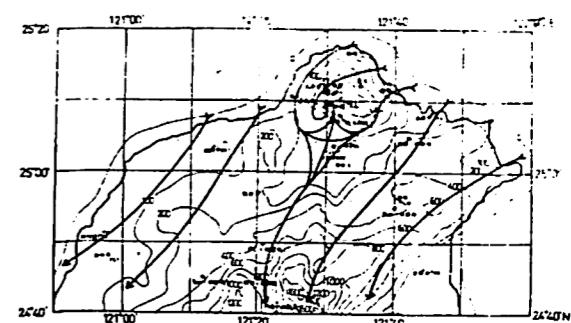
圖 8e 及 8f 為此情況下之兩種典型局部環流。在圖 8e 中，各地以吹西南風為主，但在大屯山背風區亦有小型渦旋存在。圖 8f 者，在大屯山區則有明顯之下坡輻散氣流場存在；其下坡風在山區東南側與大範圍氣流場會合而形成鞍形區，一支氣流沿基隆河谷吹向海上，一支氣流則轉向西而從淡水至林口一帶吹向海上。另外，在大桃園地區亦有明顯陸風存在。

四、台灣北部地區局部環之數值模擬

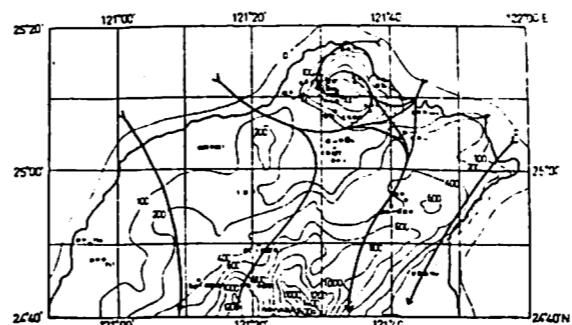
本節之目的在於建立台灣北部地區局部環流之簡易數值模式，研究地形及溫度場對局部環流之影響，以作為未來監視（monitor）及管制空氣污染的基礎，我們採用 Danard（1979）之一層原始方程式模式。此診斷（diagnostic）模式是利用已知的大尺度（large-scale）資料來計算中尺度（mesoscale）地形、摩擦及加熱作用對地面風的影



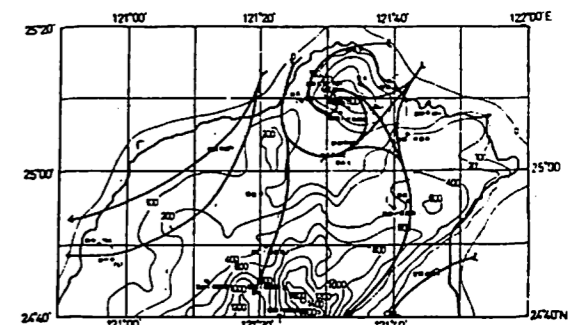
a. 大範圍盛行東北風，9月14日。



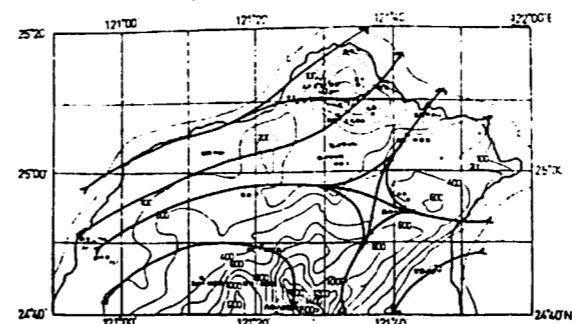
b. 大範圍盛行東北風9月6日。



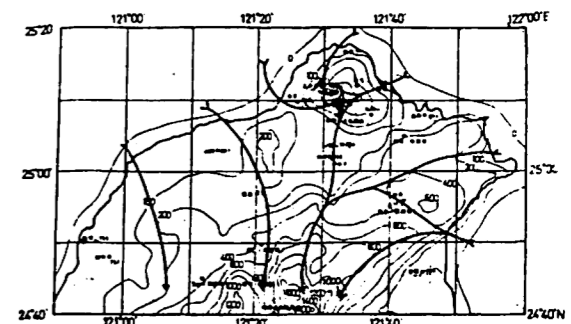
c. 大範圍盛行東南風，9月23日。



d. 大範圍盛行東南風，9月22日。

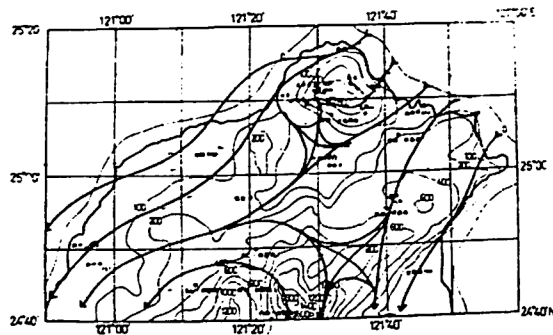


e. 大範圍盛行西南風，9月1日。

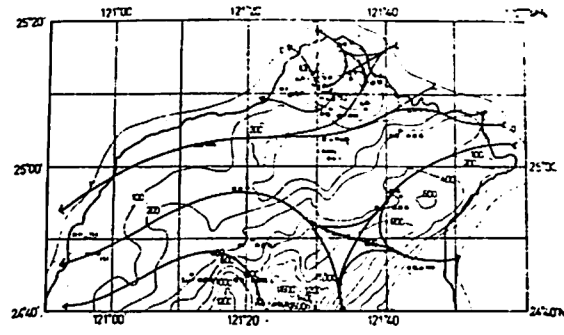


f. 大範圍盛行西南風，9月24日。

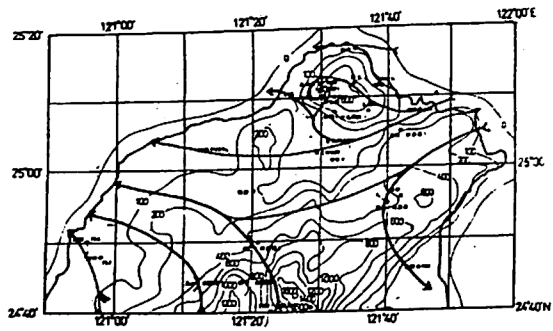
圖 7. 秋季日間（14時）之局部環流



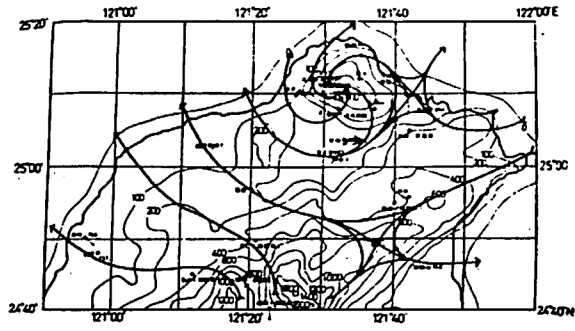
a. 大範圍盛行東北風，9月15日。



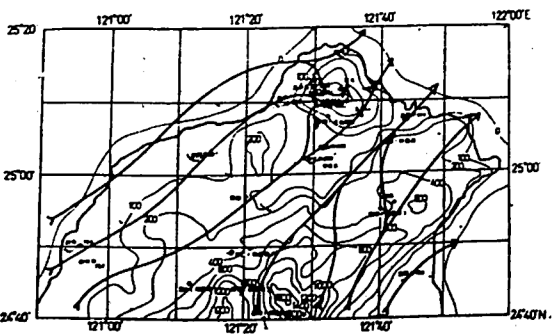
b. 大範圍盛行東北風，9月5日。



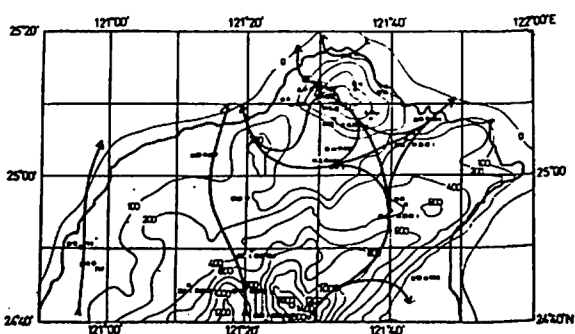
c. 大範圍盛行東南風，9月22日。



d. 大範圍盛行東南風，9月9日。



e. 大範圍盛行西南風，9月1日。



f. 大範圍盛行西南風，9月4日。

圖8. 秋季夜間(02時)之局部環流

響。此模式能夠模擬地形導引作用 (channelling effect)，大氣穩定度影響，海陸風及山谷風等效應。

(一) 數值模式

首先假設離地面高度 H 處之氣壓已不受地面的影響，即 $p(H)$ 為常數，則由靜力平衡 (hydrostatic balance) 可證明地面氣壓之時間改變率為

$$\frac{\partial \ln p_s}{\partial t} = - \frac{g}{R\theta_s T_s} \int_0^H \frac{\partial \theta}{\partial t} dz \quad (1)$$

假設溫度變化是高度的線性函數，即

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial \theta_s}{\partial t} \left(\frac{H-z}{H} \right) \quad (2)$$

則公式(1)可改寫為

$$\frac{\partial \ln p_s}{\partial t} = - \frac{g}{R\theta_s T_s} \frac{\partial \theta_s}{\partial t} \frac{H}{2} \quad (3)$$

其中， θ 為位溫， T 為絕對溫度， g 為重力加速度， R 為氣體常數。

又由熱力學第一定律可知

$$\frac{\partial \theta_s}{\partial t} = - \vec{V} \cdot \nabla \theta_s + k_s \nabla^2 \theta_s + Q \quad (4)$$

其中， \vec{V} 為地面風， $k_s \sim 4000 m^2 s^{-1}$ 為水平熱力擴散係數。公式(4)右邊第一項包含了大氣穩定度對地形導引作用的影響。第二項則代表次網格尺度 (subgridscale) 之混合作用，也可控制計算不穩定度。

公式(4)中， Q 為加熱項，我們以下列方式考慮熱力環流。

令

$$\Delta T = T_s - T_1 \quad (5)$$

其中 T_1 為從 700 和 850 mb 資料線性外插之地面氣溫。 T_s 為觀測 (或預測) 之地面氣溫。因此 $\Delta T > 0$ 代表加熱， $\Delta T < 0$ 代表冷卻。公式(4)中的加熱率則可由下式求得。

$$Q = \frac{\theta_s}{T_s} \frac{\Delta T}{\tau} \quad (6)$$

其中 τ 為加熱的時矩。若我們僅對地形導引效應有興趣，則可令 $\Delta T = 0$ 。

在求取 H 之數值時，我們採用

$$H = \Delta T / (r_a - r) \text{ for } \Delta T > 0 \quad (7)$$

及

$$H = 0.75 V_o / \left(\frac{g}{T} \frac{\Delta \theta}{H} \right)^{1/2} \text{ for } \Delta T \leq 0 \quad (8)$$

$$\Delta \theta = \frac{\theta}{T} [-\Delta T + H(r_a - r)]$$

其中 r 為溫度遞減率， r_a 為乾絕熱溫度遞減率， V_o 為地轉風速， $\Delta \theta$ 是高度 0 至 H 的位溫增加量。

另外，從運動方程式可知地面方程式

$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} = - \vec{V} \cdot \nabla \vec{V} - (g \nabla z_s + R T_s \nabla \ln p_s) - f \vec{k} \times \vec{V} + \vec{F} + k_m \nabla^2 \vec{V} \quad (9)$$

其中 z_s 為地形高度， $k_m \sim 4000 m^2 s^{-1}$ 為水平動量擴散係數。公式(9)右邊第二項 (括弧內) 是地表上之水平氣壓梯度力，第三項為柯氏力，第四項為摩擦力，第五項代表混合作用。

在計算公式(9)中之摩擦力時，我們假設摩擦力指向實際風向右側 135 度方向。摩擦力大小則以下式計算之。

$$F = \sqrt{2} c C V^2 / h \quad (10)$$

對於穩定及中性大氣 c 為 2.8， C 為摩擦係數

$$h = \begin{cases} H & \Delta T < 0 \\ H + H_L & \Delta T \geq 0 \end{cases} \quad (11)$$

H_L 是公式(8)在 $\Delta T = 0$ 時之解。

公式(3)，(4)及(9)寫成差分方程式 (finite difference equation) 後，可以用來從初始資料計算新的 θ_s ， $\ln p_s$ 和 V 數值。經過數十個時間步驟 (time steps) 之後，這些變數將有所改變，此即代表地形和熱力效應的影響。

(二) 初始值的計算

首先求取 T_s ， $\ln p_s$ 和 θ_s 之初始值，其步驟如下：

1 利用水平氣壓梯度力 (地轉風) 在海平面與 850 mb 間的變化以及熱力風 (thermal wind) 關係式求取參考測站 (板橋) 附近 850 mb 等壓面之溫度梯度。

2 利用 850 mb 高度梯度和溫度梯度以及參考測

站之 850 mb 高度和溫度求取 850 mb 上各網格點之高度和溫度。

3. 利用 850 mb 溫度和溫度遞減率求取網格點之地面溫度, T_s (考慮地形高度)。
4. 利用靜力 (hydrostatic) 方程式從 850 mb 積分到地面求取地面氣壓, p_s (考慮地形高度)。
5. 利用地面氣溫和氣壓求取地面位溫, θ_s 。至於初始地面風場則利用氣壓梯度力, 柯氏力和地面摩擦力之平衡求得。其平衡式如下:

$$\sqrt{2} f V_0 \sin \varepsilon = F \quad (12)$$

$$\sqrt{2} f V_0 \cos \varepsilon = \sqrt{2} f V + F \quad (13)$$

其中 f 為柯氏參數, ε 為地面地轉風與實際風之夾角。若將公式(12)代入公式(13)中, 再用疊代 (iterative) 法就可求出 ε 和 V 的初始值。

(三) 模擬結果

由於前文 (蔡清彥及周根泉, 1981) 模式中地形導引及山谷風作用仍不夠顯著, 本文採用較小之摩擦係數 (為前文者之一半), 並發現能改進地形導引作用的模擬結果。其他本文所採用的數值均與前文者相同。時間積分之時距 (time interval) 為 60 秒, 水平網格距離為 4 公里。本文考慮三種陸地加熱的情形, 包括 $\Delta T = 0^\circ\text{C}$, $\Delta T = 6^\circ\text{C}$, $\Delta T = 6 + 0.006z$ ($^\circ\text{C}$, 其中地形高度 z , 以公尺表示)。大範圍風場則考慮東南風 (風向 135° , 風速 5ms^{-1}) 及西南風 (風向 247° , 風速 5ms^{-1}) 兩種。因為模擬七十分鐘以後風場之時間變化已較小, 因此我們採用第六十分鐘 (大範圍東南風個案) 或第七十分鐘 (大範圍西南風個案) 之模擬結果來代表地形和熱力效應影響下的局部環流。

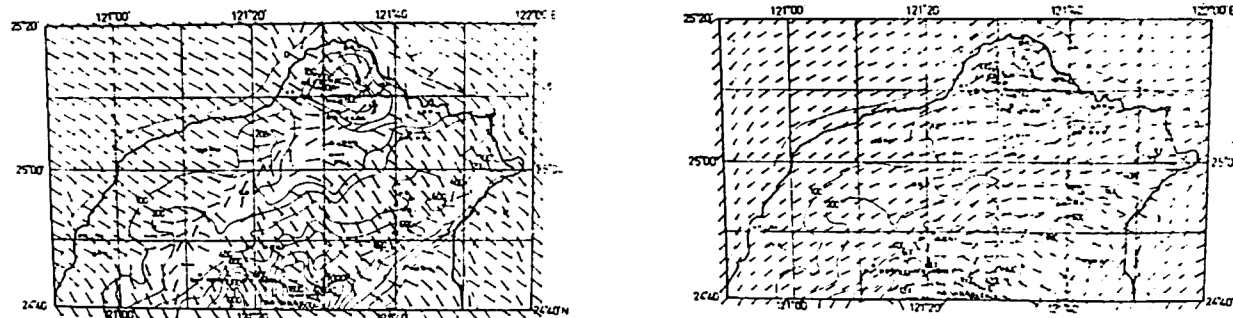
圖 9a 及 9b 代表 $\Delta T = 0$, 也就是僅考慮地形導引 (channelling) 作用的模擬結果。其中圖 9a 為大範圍吹東南風之局部環流。在此圖中較明顯受到地形對氣流導引作用的地區主要包括中央山脈北麓、大屯山區及林口台地等。在中央山脈北麓一帶, 氣流有繞過中央山脈的趨勢, 東南氣流吹過大雪

山脈時轉為南南東風, 吹入台北盆地南側後, 改吹東風, 碰到林口台地後, 先轉為東北風再轉為東風進入大桃園地區後吹東南風而出海。

在大屯山區一帶氣流則有分兩支繞過山區的趨勢。在大屯山區東北側有先轉為南風再轉回東南風的一支氣流, 而在山區南側及台北盆地北部之東南氣流則有先轉為東北東風再轉為東及東南的一支氣流。至於大雪山東側、大屯山東側及中央山脈西側的下坡風, 可能是模式的缺陷, 有待研究改進。圖 9b 為大範圍吹西南風之局部環流。在此圖中較明顯受到地形對氣流導引作用之地區主要包括中央山脈北麓及大屯山區。首先, 氣流亦有繞過中央山脈的趨勢。西南氣流沿著中央山脈北側吹入台北盆地南方後, 轉為西風, 吹過大雪山後則轉為西北風, 而大屯山區一帶氣流亦有分兩支繞過山區的趨勢。一支西風氣流從台北盆地北側通過, 而一支氣流則從大屯山區西北側繞過。至於模式在大範圍吹東南風個案中所造成下坡風的缺陷則不在此大範圍吹西南風個案中出現。

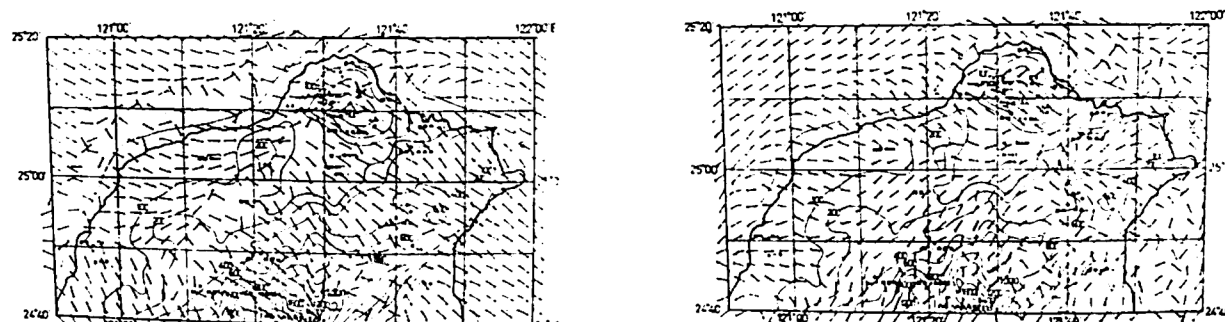
圖 10a 及 10b 代表 $\Delta T = 6^\circ\text{C}$, 也就是增加考慮日間海風作用之陸地加熱模擬結果。其中圖 10a 為大範圍吹東南風之局部環流。在此圖中, 我們可以看到明顯的海風作用, 包括富貴角—基隆—鼻頭角沿海一帶吹東北東或東北風。富貴角—淡水—桃園—新竹沿海一帶吹西北風。北海岸之海風 (東北風) 在沿海一帶與大範圍氣流 (東南風) 匯合, 而西北海岸之海風 (西北風) 則與沿海一帶的東風氣流匯合。圖 10b 為大範圍吹西南風之局部環流。在此圖中, 我們亦可以看到明顯的海風作用, 包括富貴角—淡水—桃園—新竹沿海一帶吹西北風, 金山—基隆—鼻頭角—福隆沿海一帶吹東北風, 以及蘇澳—宜蘭沿海吹東南或南風。其中台北盆地、桃園、新竹一帶之海風 (西北或西風) 與大範圍西南風在中央山脈北側及西側山麓一帶匯合。而其他地區之海風則在沿海一帶與大範圍氣流匯合。

圖 11a 及 11b 代表 $\Delta T = 6 + 0.006z$ ($^\circ\text{C}$), 也就是考慮地形導引, 海陸風及山谷風等三種作用的模擬結果。其中圖 11a 為大範圍吹東南風之局部



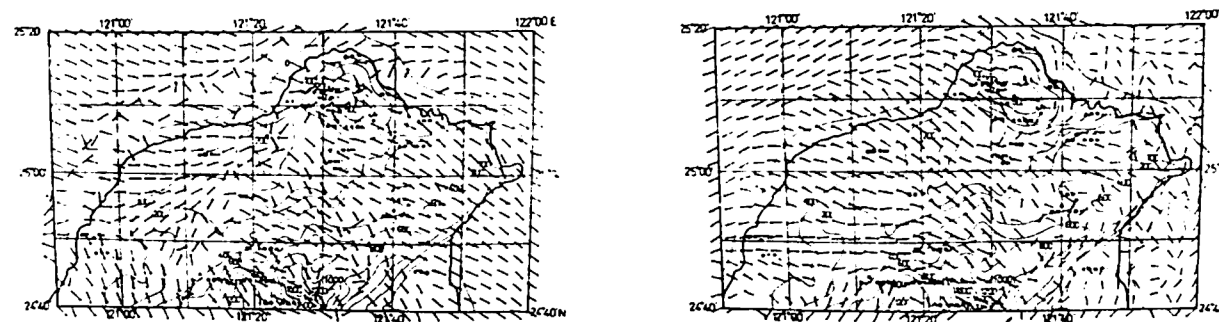
a: 大範圍吹東南風 b: 大範圍吹西南風

圖 9 僅考慮地形導引作用之模擬局部環流圖



a: 大範圍吹東南風 b: 大範圍吹西南風

圖 10 考慮地形導引作用及海陸作用之模擬局部環流圖



a: 大範圍吹東南風 b: 大範圍吹西南風

圖 11 考慮地形導引作用, 海陸作用和山谷風作用之模擬局部環流圖

環流。由於山風之風向在大部分地區與海風者相同，故在此圖中由西、北、東三面海上往陸上吹的風較圖 10a 者更為明顯。但是，在大屯山區及中央山脈山區之上坡性。模式能夠模擬山風對海風之加強作用，使海風更深入陸地。但在大屯山區及中央山脈山區之上坡風仍不顯著。

五、結 論

本文分三部份討論台灣北部地區之局部環流。第一部份主要討論台灣北端核能一、二及四電廠附近冬夏季低層氣流軌跡之觀測與分析工作。我們發現在夏季核能一、二電廠附近之氣流軌跡日夜變化較大；白天（約 8 時至 20 時）受海風氣旋式局部環流影響，氣球軌跡往南南西或往西移動；而夜間（約 20 時至次日 8 時）則受陸風反氣旋環流影響，氣球軌跡往北或往東移動。而核能四廠附近之氣流軌跡則主要受大範圍氣流，日夜變化較小。至於冬季受東北季風影響，核能一、二及四廠氣流軌跡均往西南移動。

本文第二部份乃利用大屯山區新增之四個測站資料，進一步分析確定大屯山區春秋局部環流。在彭佳嶼（代表大範圍氣流）春季及秋季中，均約有一半的機會吹東北風，另一半時間則以吹東南或西南風為主。在春季盛行東北季風時，大屯山區局部環流有時受東北季風影響較小輻合或輻散場甚明顯，有時則受東北季風影響較大，風場日夜變化小。在春季盛行東南或西南風時，大屯山區局部環流與夏季者相近，其日間輻合或夜間輻散場均甚明顯。而在秋季盛行東北季風時，大屯山區局部環流與冬季者相近，其日夜變化較小；在盛行東南或西南風時，大屯山區局部環流則與夏季者相近。

本文第三部份嘗試改進台灣北部地區簡易數值模式。我們發現採用較小之摩擦係數時，能改進地形導引作用之模擬結果。

後 記

本研究是在行政院原子能委員會計劃經費支持下完成的。在計劃進行中曾有多人參與工作，數值

模式部份主要是由林湘君及于蓓小姐協助完成，測站維護工作由陳文淵先生負責，資料收集及分析工作主要由陳文淵、朱景雲、尹玉梅等先生小姐負責完成的。

參 考 文 獻

- Danard, M., 1977: A simple model for mesoscale effects of topography on surface winds. *Mon. Wea. Rev.*, 572~581.
- 周根泉、蔡清彥、陳文燦，1980：台灣北部地區春秋局部環流及大氣擴散。台大大氣科學系研究報告 LO-CIR-02, 37 pp。
- 蔡清彥、周根泉，1979：台灣北部地區局部環流及其對北部核能電廠廢氣擴散之影響。台大大氣科學系研究報告 LO-CIR-01, 35 pp。
- 蔡清彥、周根泉，1981：台灣北部地區局部環流之觀測分析及數值模擬。台大大氣科學系研究報告 LO-CIR-03, 16 pp。

A STUDY OF CIRCULATIONS IN THE VICINITY OF THE ATOMIC POWER PLANTS AT NORTHERN TIP OF TAIWAN ISLAND

Ching-Yen Tsay and Ken-Chuan Chou

ABSTRACT

Three topics related to local circulations in northern Taiwan are discussed in this paper. We first present the analysis of low-level trajectory observations at the No.1, 2 and 4 atomic power plants, in winter and summer seasons. The second objective in this paper is to re-analyze local circulations in spring and fall seasons by using surface wind data of four newly established stations together with the existing stations. The third topic in this paper is the establishment and improvement of a simple numerical model for studying local circulations in northern Taiwan.