

# 1971年11月18日羅布泊核彈試爆 臺灣放射落塵之氣象分析

蔣志才

*Meteorological Analysis of Taiwan Radioactive Fallout  
Caused by Nuclear Explosion at Lobopo on  
18 November, 1971*

*Chih T. Chiang*

## *Abstract*

The Nuclear Explosions at Lobopo has taken place 13 times from 1966 to 1971. The radioactive fallout in Taiwan were surveyed by drawing air through filter paper, exposing filters, and precipitation methods.

The 12nd nuclear explosion on 18 November 1971 was a small size one only 20KT depend on the reports of news paper, but the amount of radioactive fallout collected at surface and deposited by precipitation and air pollution concentration in Taiwan were much more than before during the period of ten days after explosion.

An apparent larger amount of radioactivity both from surface air activity survey and deposition with rain water has already been pointed out by Figure 1, 2, and Table 1. It would certainly influence some one's health and the crops. in the particular area

Why and How so much doses of radioactive particles could reach to Taiwan? That is the reason to make the meteorological analysis for it.

## 引　　言

共匪不顧民痛，收括民脂民膏，發展核子武器以來，絡續試爆，迄民國 60 年底已達 13 次之多，其各次試爆均秘密舉行，事前不發佈任何有關試爆消息，甚至試爆後也不立即發佈試爆新聞。而在事後僅宣佈幾個輕描淡寫不關重要之文字，其保密性堪稱嚴密，但事實上其試爆後，科學發達國家如日本美國等，已先後測得震波與放射性浮飄微粒或落塵之增加，而推斷其試爆舉行之可能時間及其威力等，尤其日本為之曾數度提出對大氣污染之抗議，但是抗議無效，試爆還是試爆。

關於本省對放射性浮飄微粒與降落塵之測量，開始於民國年 46 年 (1957)。其各觀測放射性落塵之量度，氣象局已分別作統計發行專刊，或在「氣象學報」

季刊登載發表，共匪每次核子試爆後 1-2 天，本省上空之浮飄放射性微粒抑或放射性落塵均見增加（詳見本局 1957-1967 放射性降落物測驗報告，氣象學報第 18 卷第 1 期，與東京管區氣象台 1968 年研究報告），其增加量各次均有不同，然 60 年 11 月 18 日下午 2 時（中原標準時）共匪第 12 次核彈試爆後，本省之放射性浮游微粒與降落塵較之往昔各次特多，均認為係氣象方面之影響因素而造成，因該時期正為初冬季節，寒潮開始向東南方向襲本省之期間，特為蒐集資料，作此氣象分析如后。

## 羅布泊第 12 核爆資料

試爆地點：根據日本發表文選，共匪在 1966—1967 年間曾舉行六次試爆，其試爆位置在東經 90°，

北緯 $40^{\circ}$ 之新疆羅布泊，但此次試爆據資料是在羅布泊第2試爆場，該試驗場精確位置不詳，據估計在北緯 $41^{\circ}$ ，東徑 $91^{\circ}$ 附近。

試爆時間：民國60年11月18日中原標準時下午2時(14:00 L)，即世界標準時為上午6時(格林威治時0600Z)。因中原標準時也是本省所採用，以後均用(L)簡字表示；格林威治時間以(Z)簡字表示之。

爆炸威力：係相等兩萬噸黃色炸藥級(20KT)之小型核彈。

爆炸高度：報載消息係用IL28型轟炸機空中投擲爆炸，然其確實爆炸高度，缺乏可靠資料。

試爆目的：據推測係試驗中程飛彈IRBM之核彈頭之引發系統，或／及地雷與砲彈之核彈試驗；以及大氣污染與落塵之間題研究等。

以下為我國科學機構所蒐集此次試爆後之放射性微塵資料統計：

圖1係臺北、龍潭、新竹三地之地面空氣放射度(單位微居里／每立方公分，以後簡寫 $\mu\text{ci}/\text{c.c.}$ )。由其三地之放射度曲線得知，11月21日臺北空氣放射度已見增高，而龍潭與新竹二地於次日方見增高，至23日三地均增高至最大值。迄25日降低接近正常觀測值，但仍屬稍有偏高，28日以後方低於正常觀測值。該三地浮懸在近地面空氣中之放射性微粒，以臺北為最高也最久，其理由顯明係臺北為盆地，空氣停滯欠流通關係，新竹放射度超過正常值之時間最短，因新竹位在海邊，11月也是該地強風季節、空氣流動快之故。

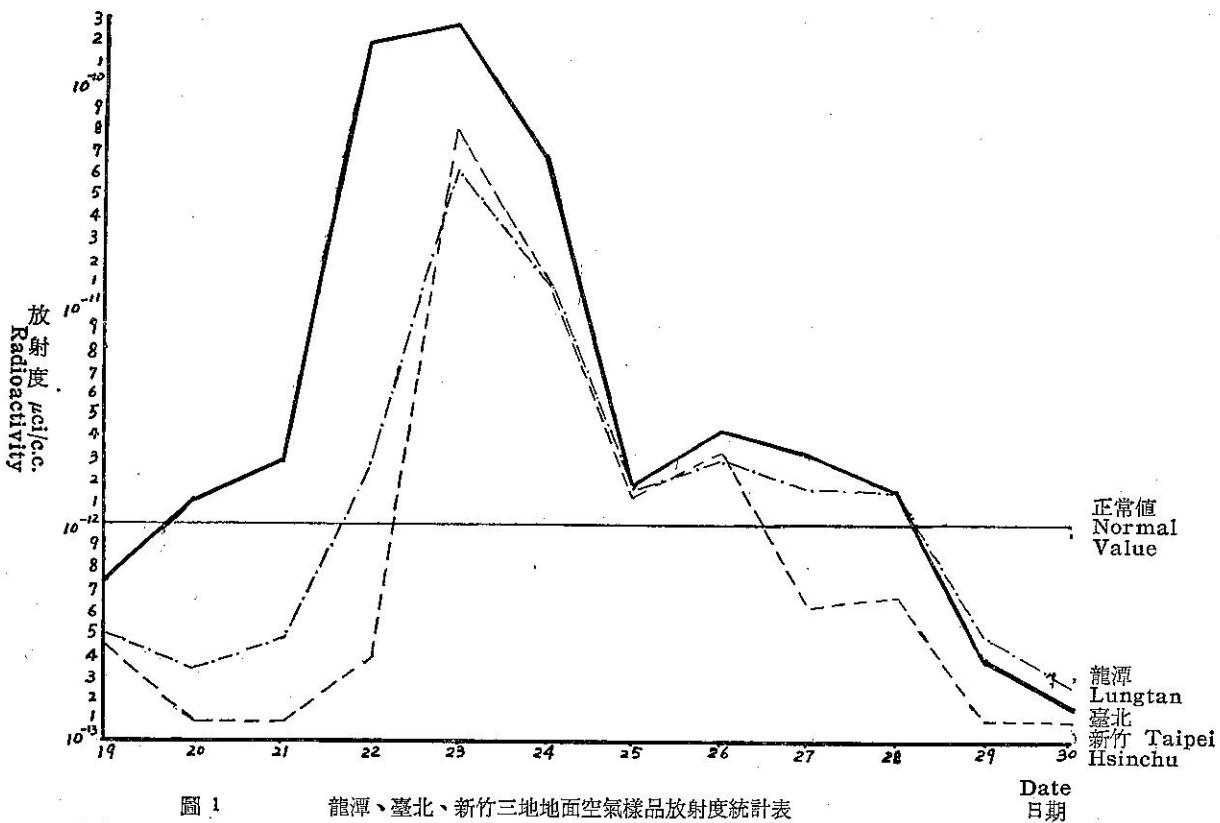


圖1 龍潭、臺北、新竹三地地面空氣樣品放射度統計表

Fig. 1 Radioactive Particles in the surface air at Lungtan, Taipei & Hsinchu

圖2為此次核爆後13天內(60年11月18日至30日)，本省各觀測站膠紙樣品之放射度圖。宜蘭在東北角之河谷口，也為東北季風之進喉：基隆雖位在其北方，可是基隆市觀測站在市區，四面小山環繞，將影響放射性降落塵之直接黏獲，本圖有說明四點：

1. 圖上地名旁邊橫線上面之數字，為11月18日至30日其13天內測量放射度之總值，單位為每平方

公尺面積之微居里數( $\mu\text{ ci}/\text{m}^2$ )，其等值線以實曲線表示之。

2. 地名旁橫線下面之數字，為該13天內平均每天之放射度，其等值線以虛線表示之。
3. 金門、馬祖二地之測得放射度與臺中相接近；又澎湖一地因其測量值實無信賴理由，為縮小幅緣故未列入。

4. 平時測量每日之放射度值，各地不超過  $1.93 \times 10^{-4} \mu \text{ci/m}^2$ ，但本圖各地數值均已遠超過正常值，尤以宜蘭一地為最高值之中心，左營為最少。又在同緯度位置之兩測站而言（如花蓮與臺中；宜蘭與龍潭），東面之測量放射度高於西面者；再以本島東海岸各測站比較，以宜蘭放射度最高，向南逐漸減少（宜蘭 > 花蓮 > 新港 > 臺東），不論其13天之總值線抑或每日平均等值線，均屬同樣趨向而互相吻合，其理甚明顯係東北季風與地形雙重影響之所致，降落塵由東北方海洋上吹來受中央山脈阻擋關係，降落在本省東北方面者佔多數，西南方背風面者佔少數，故擋風面之宜蘭河谷為最多，西南方背風面之左營地區為最少，然本省南端之車城地帶稍高於左營，係因其經度位向較左營偏東面，並車城東面山脈高度較低，阻擋作用較小之故。

表 1—係此次核爆後本島各地雨水樣品之含放射度統計表，可惜各測站之收集方法有異，資料不齊全，加之各地降水之日數，時間與雨量多少均有不同，以致統計放射度之高低不一致，無從比較，也欠規律可循，僅供留作參考。

圖 3-係此次核爆後飛機以膠紙所收集樣品之每小時平均放射度圖，其實曲線表示飛機自東京→大阪→臺北航線所收集者，飛行高度 26000-

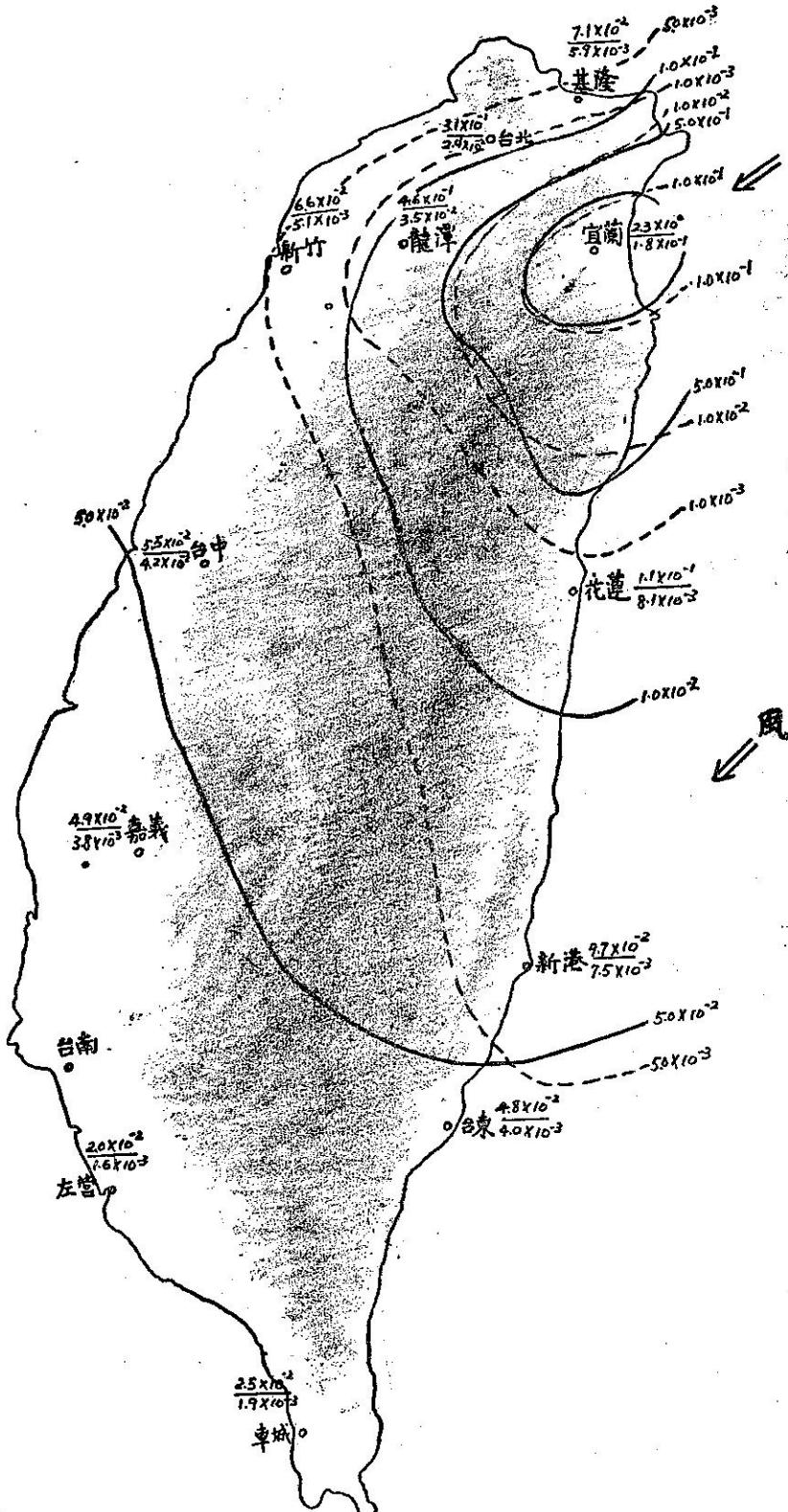
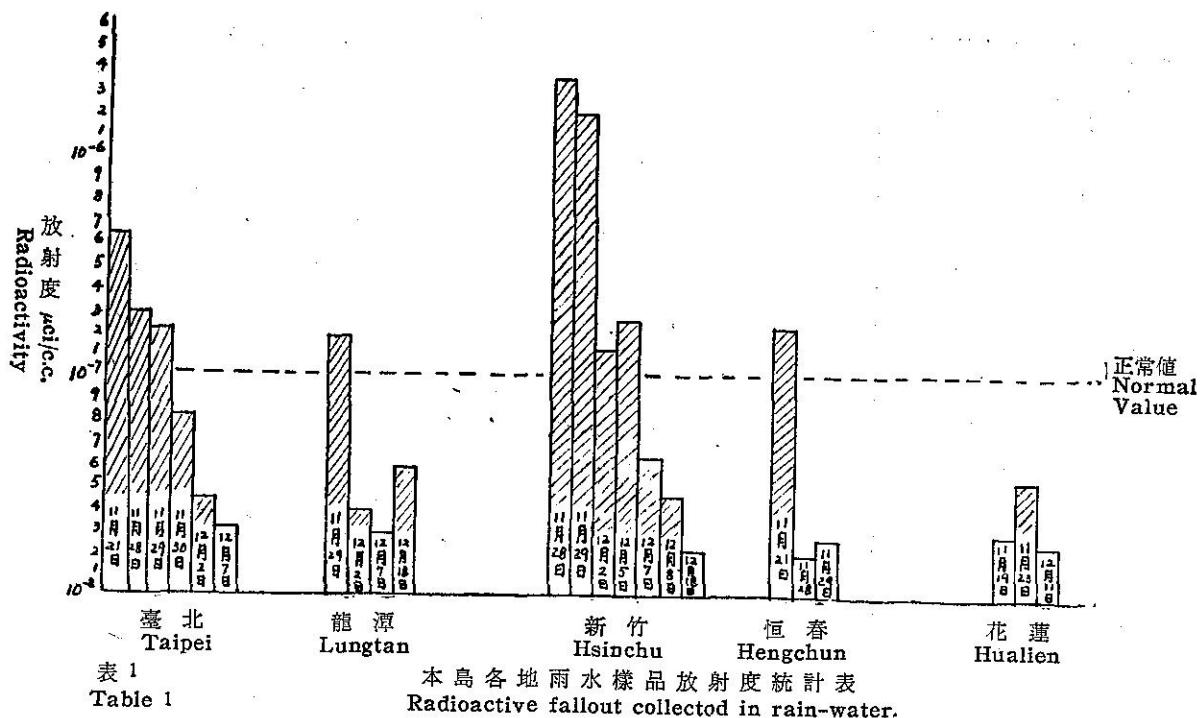
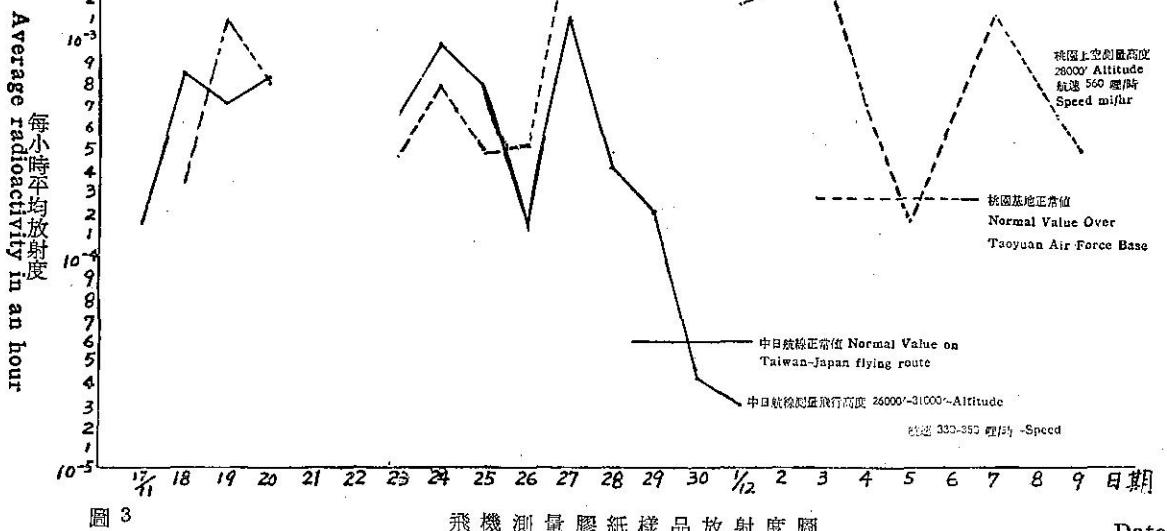


圖 2 60 年 11 月 18 日至 11 月 30 日臺灣各地膠紙樣品觀測放射度圖  
 Fig. 2 Radioactive fallout collected by gummed-paper  
 in Taiwan. 18 Nov.-30 Nov. 1971.

表 1  
Table 1本島各地雨水樣品放射度統計表  
Radioactive fallout collected in rain-water.圖 3  
Fig. 3飛機測量膠紙樣品放射度圖  
Airplane collected radioactive samples by gummed paper

Date

31000呎，航速每小時330-350哩，自11月17日開始收集即超過正常測量值，迄11月29日以後恢復正常測量以下；至于虛線部份，係桃園基地上空飛機所收集者，飛行高度28000呎，航速每小時560哩，收集資料期間曾有中斷，但其所測得資料中，僅有12月5日一天低於正常值，其餘各日均超過正常值，但超量度不大，可見此次核爆後本省高空浮懸放射性微塵

之存在達14天以上，超過正常測量值，據屏東基地飛機高空測量，也有類似情形。

以下各圖為地面與高空氣流態勢圖，因各層氣流動態無時無刻不在變動，實難將試爆之後所有氣象圖表一一連接登載，為節省篇幅與類似情況避免重複起見，僅選擇時間上比較具有代表性之氣流線圖，分載如后：

圖 4.1—60年 11月 18日 0600Z (中原標準時下午兩點鐘) 之地面天氣圖，羅布泊試爆也正是該圖資料時間，是時該地區在高氣壓控制下，天氣晴朗，天空僅八分之 1-2 个卷狀雲，高度在 30000 呎以上，風力微弱幾至無風，風向不定，實為理想之試爆天氣，自羅布泊至臺灣間有兩個高壓中心，成直線狀伸展向本省。控制本省天氣之高氣壓中心，位在長江口，本省各地為一致之東北季風，風速 15-20 浬/時，天空均為疏裂雲，無降水現象。

圖 4.2—係 11 月 22 日 0000Z (中原標準時 8 點) 之地面天氣圖，羅布泊至臺灣之間的原有分裂高壓帶，已合併為一個龐大之高壓，籠罩整個華中華南地區，同時半停留性之冷鋒位在呂宋，因本省在其高壓邊緣，東北季風盛行，風速均在 15-20 浬/時之間，該日除嘉南地區在中央山脈背風面未曾降雨外，本省其他各地均曾降雨，其雨量以宜蘭一地最多達 19.7mm。

圖 4.3—係 11 月 27 日 0000Z 之地面天氣圖，原在我國大陸之龐大高氣壓，已分裂後相繼東移出海，此時僅留一分裂高壓中心在長江口，而在蒙古北方之強烈高壓在停滯並增進強度之中，其間在華中有一鋒面分隔，本省在分裂高壓邊緣天氣良好，然各地風向仍以東北為主，風速 5-15 浬/時，無降水發生。

圖 4.4—係 11 月 18 日 1200Z 之 700mb 層氣流圖 (mb 為毫巴，係大氣壓力單位)。該層高度如係標準大氣為 3010 公尺 (約 10000 呎)，此外氣象單位另繪製 850mb 等壓面圖，高度 1470m (約 5000 呎)。但其所示型態與地面相似，故本文從略之，僅就 700mb 圖而論，羅布泊試爆地區之氣流分南北二支

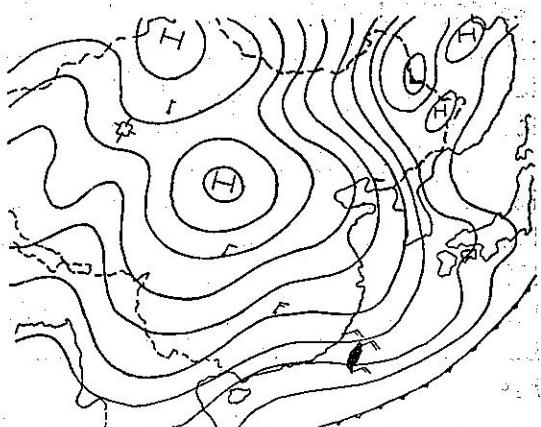


圖 4.2  
Fig. 4.2  
60 年 11 月 22 日 0000Z 地面天氣圖  
Synoptic situation at sea level.  
22 Nov. 1971, 0000Z

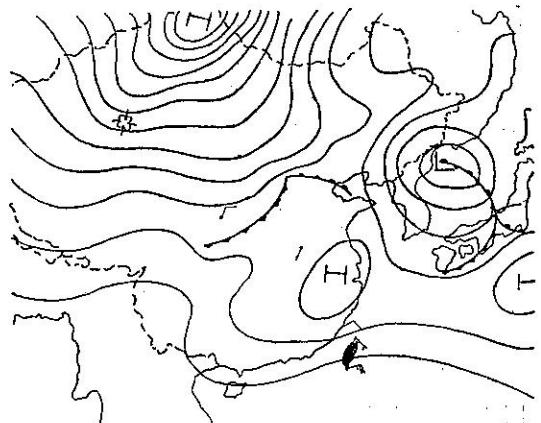


圖 4.3  
Fig. 4.3  
60 年 11 月 27 日 0000Z 地面天氣圖  
Synoptic situation at sea level.  
27 Nov. 1971 0000Z

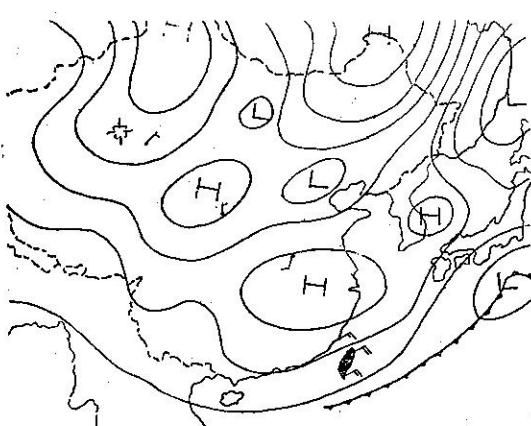


圖 4.1  
Fig. 4.1  
60 年 11 月 18 日 0600Z 地面天氣圖  
Synoptic situation at sea level.  
18 Nov. 1971, 0600Z

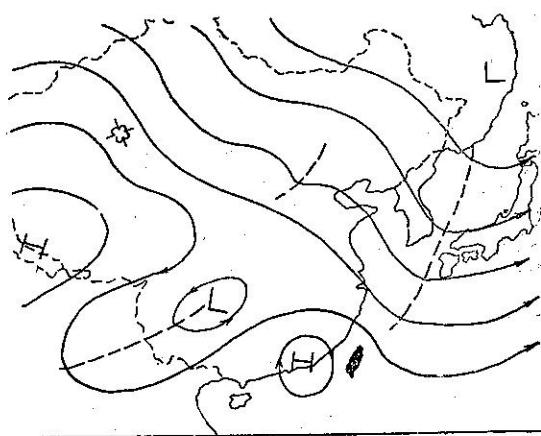


圖 4.4  
Fig. 4.4  
60 年 11 月 18 日 1200Z 700mb 氣流圖  
Air flow pattern at 700mb level.  
18 Nov. 1971 1200Z

·北支可直趨長江口出海，如東海上 3000m 以下為東北氣流，該層之落塵則正向本省吹襲無疑；南支氣流則在大陸轉向康藏而赴緬甸印度，路程遙遠加之地勢峻險，如有落塵似無到達本省之可能。

圖 4.5—係 11 月 22 日 0000Z 之 700mb 氣流圖，高度與 4.4 圖相同，僅時間落後 84 小時，該圖之華中區氣流更趨南北向，西北氣流可直達本省上空，如浮懸放射性微粒順着氣流逐漸下降，出東海後低層風向轉變為東北季風，則將迴轉入侵本省各地無疑，如有航空器在該高度上空測量，也必能遭遇大量放射性微塵。

圖 4.6—係 11 月 18 日 1200Z 之 500mb 層氣流圖，該層標準高度 6030m（約 20000 呎）。圖示虛線

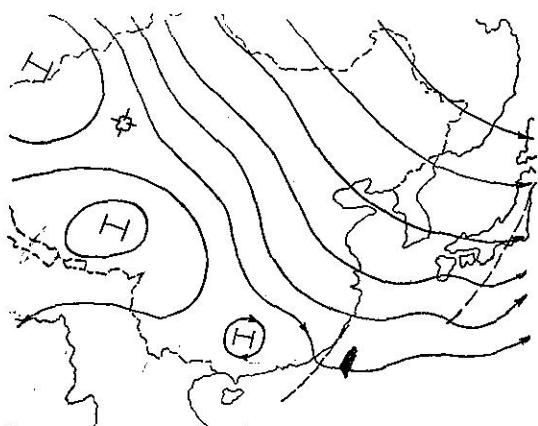


圖 4.5 60 年 11 月 22 日 0000Z 700mb 氣流圖  
Fig. 4.5 Air flow pattern at 700mb level  
22 Nov. 1971, 0000Z

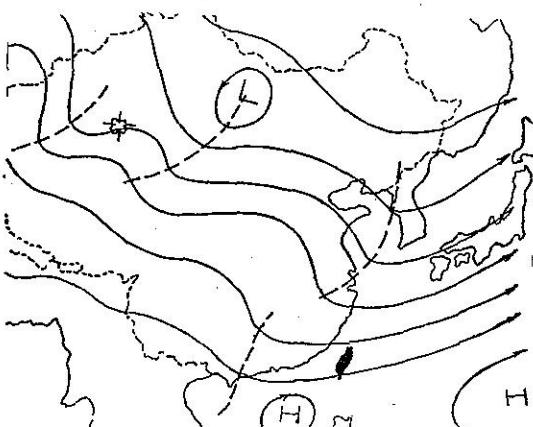


圖 4.6 60 年 11 月 18 日 1200Z 500mb 氣流圖  
Fig. 4.6 Air flow pattern at 500mb level  
18 Nov. 1971, 1200Z

為槽線氣流發生波動，如有浮懸微粒其軌跡將呈波狀，然以本圖概勢而言：華北華中地區上空氣流比較圖 4.4 與 4.5 為緯向（橫方向）。如有落塵則必先降至 700mb 層出東海後，再隨低層風轉向本省東南沿海各地侵襲。

圖 4.7—係 11 月 22 日 0000Z 之 500mb 層氣流圖。該層標準高度為 9160m (30000' 以上)。該圖時間東南沿海雖有一槽線，然大陸上空氣流較為緯向，其起於源地浮懸微粒前鋒將向日本方向，但在大陸沿海地帶其降落塵愈向下沉，因低層風均較有北向分力，則將愈偏向南方，甚至該層浮懸微粒飄達琉球或日本附近下沉者，仍將藉低空東北季風而迴轉吹襲本省。

圖 4.8—係 60 年 11 月 18 日 1200Z 之 300mb 層氣流圖，雖有槽線在我沿海，但氣流南北分力不大。

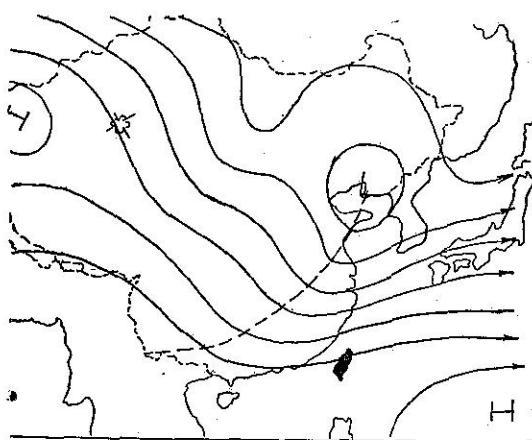


圖 4.7 60 年 11 月 22 日 0000Z 500mb 氣流圖  
Fig. 4.7 Air flow pattern at 500mb level  
22 Nov. 1971, 0000Z

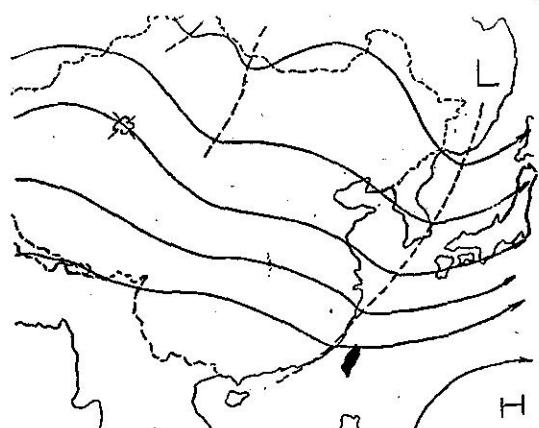


圖 4.8 60 年 11 月 18 日 1200Z 300mb 氣流圖  
Fig. 4.8 Air flow pattern at 300mb level.  
18 Nov. 1971, 1200Z

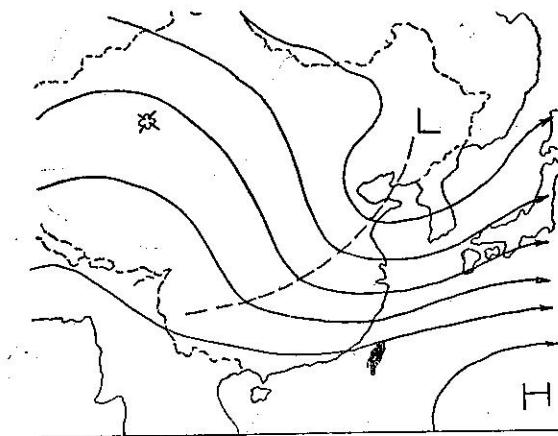


圖 4.9 60年11月22日0000Z 300mb 氣流圖

Fig. 4.9 Air flow pattern at 300mb level  
22 Nov. 1971 0000Z

圖 4.9—係 11 月 22 日 0 000Z 之 300mb 層氣流圖，該圖氣流形態與圖 4.7 之 500mb 者相類似，華北、華中均為西北氣流，起於源地之浮飄微粒可直達本省上空，此由圖 3 飛機測量值可予證實：中日航線自 11

月 17 至 27 日均超過正常測量值；桃園基地上空測量自 11 月 18 日至 12 月 9 日止，測量值仍超過正常值。

### 氣象分析

依據以上各項資料，得悉自地面至 850, 700, 500 與 300mb 各層之風向風速情形，其實 300mb 層之上，仍有 200 與 100mb 層等更高之氣象資料，然據美國陸軍參謀大學教材<sup>(1)</sup>，20KT 核彈空中爆炸高度不詳時，估計核爆蕈狀雲頂至 33000 呎，蕈底 27000 呎，雲莖自地面至 27000 呎，所產生蕈狀雲半徑為 1033 呎 (3.15km)，故本文參照計算雲頂至 300mb 為止，但該教材計算降落塵區域係屬戰術性之近距離範圍，羅布泊至本島有 3500 多公里之遙，本島所在位置又低於爆炸源地之緯度 15° 有多，其間途中各層氣流隨時間有變更，當不能以羅布泊一地高空風作計算預測之準繩，故本文根據氣象單位所繪每日之等壓面圖計算其浮飄微粒之軌跡，首先計算各層微粒浮飄距離如下表：

60年11月18日羅布泊試爆高空氣流與微塵浮飄距離表  
Down wind distance of traveling radioactive particles after nuclear  
explosion at Lo-bo-po

起迄 日期／時間 Z	850mb					700mb					500mb					300mb				
	風 向 (度)	風 速 浬/時	重 力 因 子	浮 飄 時 數	浮 飊 距 離	風 向 (度)	風 速 浬/時	重 力 因 子	浮 飊 時 數	浮 飊 距 離	風 向 (度)	風 速 浬/時	重 力 因 子	浮 飊 時 數	浮 飊 距 離	風 向 (度)	風 速 浬/時	重 力 因 子	浮 飊 時 數	浮 飊 距 離
18/06-18/12	300	$5 \times 0.61 \times 6 = 18$ 浬		285	$20 \times 0.55 \times 6 = 66$	290	$30 \times 0.47 \times 6 = 84.6$		290	$30 \times 0.42 \times 6 = 75.6$										
18/12-19/00	310	$5 \times 0.61 \times 12 = 36$ 浬		290	$15 \times 0.55 \times 12 = 99$	280	$25 \times 0.47 \times 12 = 141$		280	$40 \times 0.42 \times 12 = 20.2$										
19/00-19/12	350	$5 \times 0.61 \times 12 = 36$ 浬		340	$10 \times 0.55 \times 12 = 66$															
19/12-20/00	050	$3.2 \times 0.61 \times 12 = 23.5$ 浬																		
20/00-20/12	130	$5 \times 0.61 \times 12 = 36$ 浬																		

此表根據當時實測各層風向，作為浮飊微粒之移動方向（無報告之處則以氣流線內插法求之）；至于其所移動距離，則以當時該地風速乘以重力因子與浮飊時間而得。因空氣密度隨高度向上遞減，故重力因子也隨高度減小<sup>(1)</sup>，850mb 層之重力因子為 0.61；700mb 層為 0.55；500mb 層為 0.47；300mb 層為 0.42。浮飊時間之計算，為配合氣象單位資料時間，短者 6 小時，久者 12 小時計算一次，其表列計算結果，繪製其各層浮飊前鋒微粒軌跡路徑線如圖 5.1。

該圖所示軌跡係爆炸中心之放射性微粒隨氣流浮

飄最早所到達之位置，其旁所標數字，斜線左面為日期，右面者為世界標準時，然該軌跡並未顧及中途升降問題，僅假設其在定壓面上浮飊之位移，由該圖四條軌跡顯示：

1. 850mb 層之浮飊微粒軌跡，抵達長江中游即始轉向南再轉向西南，向康藏高原吹去，其主流無到達本省可能。

2. 700mb 層之浮飊微粒軌跡，時於 11 月 19 日清晨即自長江下游直向本省吹來，至午後其前鋒微粒即可到達本省上空，可惜本省該日未作該高度上空之

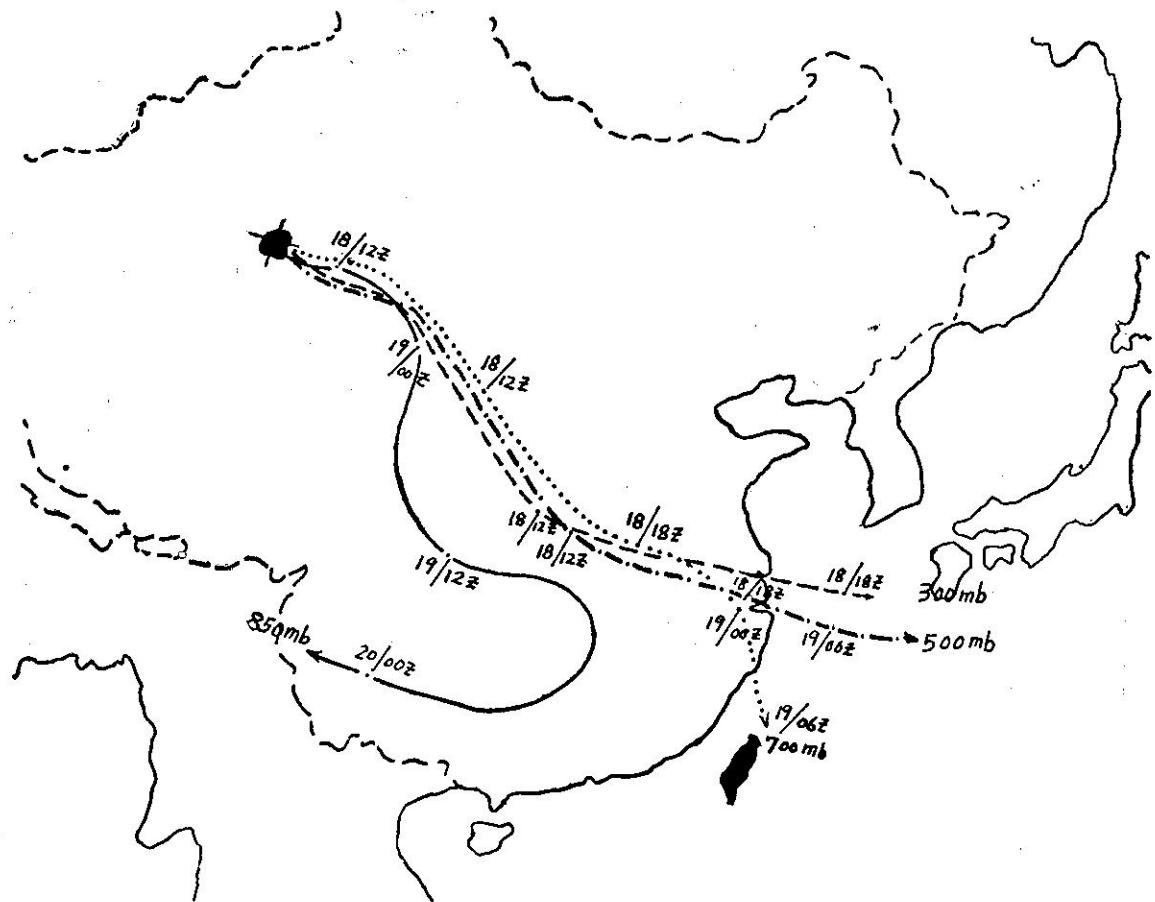


圖 5.1

Fig. 5.1

放射性浮飄微粒行進軌跡圖

Horizontal trajectories of radioactive particles

測量，無從實例證明，然從圖 3 桃園基地 28000 上空之測量與中日航線之測量紀錄曲線言之，18 日已見增加，19 日更增加，其不無關連。

3. 500mb 層之浮飄微粒軌跡，於次日（19 日）即已出東海向日本方向進行。

4. 300mb 層之浮飊微粒軌跡，其前鋒微粒比 500mb 者提早 6 小時出東海，也向日本方向進行。

以上四條路徑綜合比較，顯明的高度愈高之層次，其浮飊微粒軌跡經過  $120^{\circ}\text{E}$  經線時之位置，愈偏北方；同時其自西向東之速率也較快，300mb 層浮飊前鋒微粒早在 18 日當天，即可飄至  $120^{\circ}\text{E}$  經線（長江下游）而沿  $32^{\circ}\text{N}$  緯線向東進行，圖 3 之中日航線測量紀錄，足資證明其推斷之正確性；而 500mb 層者則延後約 6 小時方到達  $120^{\circ}\text{E}$  經線；同時縱方向之比較，300mb 者比 500mb 者偏北方約  $1^{\circ}$  緯度；至于 700mb 者又再延後約 6 小時方到達  $120^{\circ}\text{E}$  經線，緯度也再向南低約  $1^{\circ}$  緯度，出東海其軌跡更轉向

南方；又 850mb 層浮飊前鋒微粒在長江中游，即始轉向赴西南高原地帶矣，其理由為高空風速轉大，各高度空氣密度差異雖乘以重力因子，予以修正，但仍能浮飊至較遠超離，因平面速率大，相應之下向南方偏度為之減小。

至于 850mb 層與以下低空軌跡，因天氣圖形態與高空不同，氣流多沿各氣壓系統之等高（壓）線而轉彎多，致使軌跡彎曲多變，同時隨各氣壓系統自西北向東南位移，故軌跡也隨時間南移較多距離，而與高空路徑相脫節。

本省地面膠紙樣品與地面空氣樣品中放射性微粒，係來自何高度之降落塵？此為值得研究的問題，上節已討論 850mb 層之降落塵，應降落在大陸上，而不可能降落在本省，乃降落在本省者當係 850mb 層以上高度之浮飊微粒，該項浮飊微粒飄流出東海後，逐漸下降至低空，再受低空東北季風影響，再迴轉向西南而吹襲本省。當然高度愈高，降落在地面之時間愈久

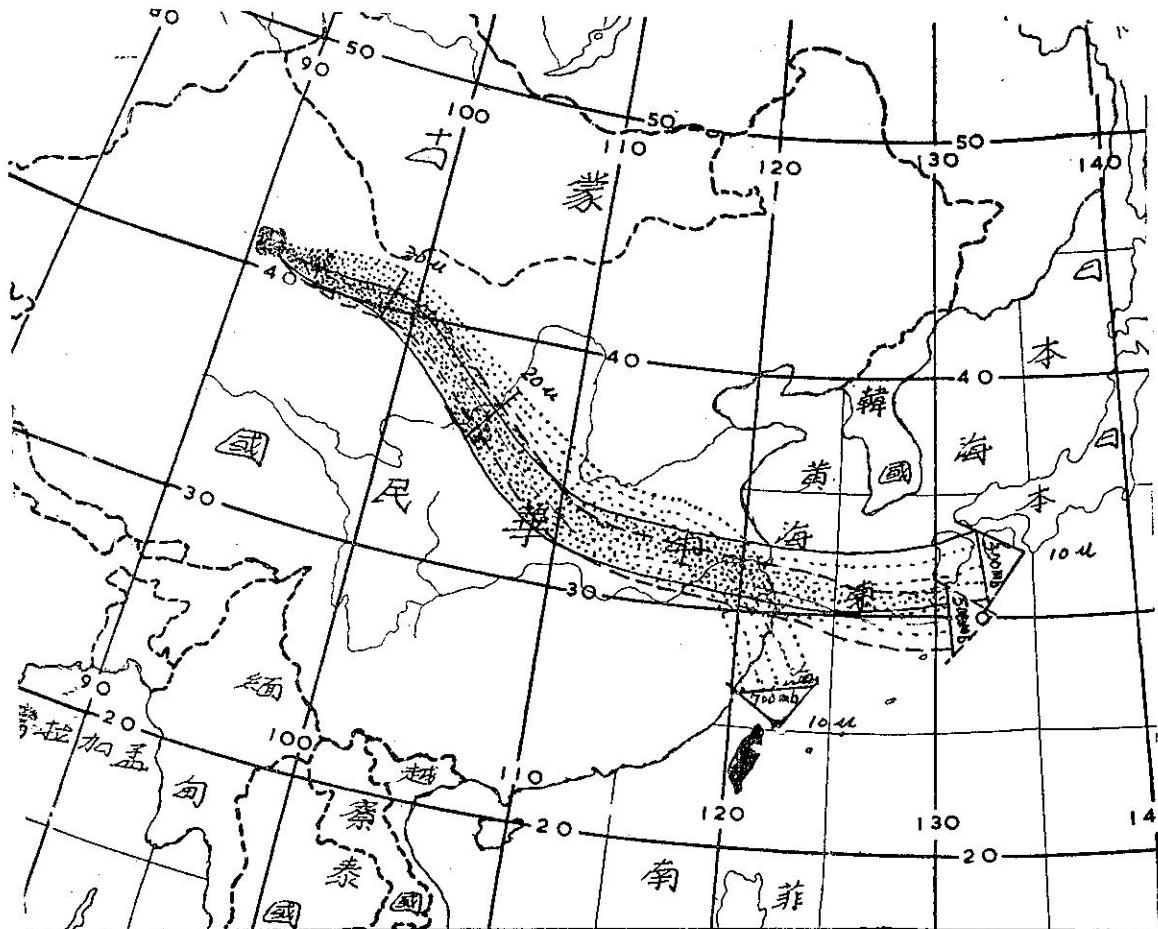


圖 5.2 300mb, 500mb, 700mb 放射性浮飄微粒直徑與擴散路徑圖

Fig. 5.2 Diameter and diffluence trajectories of radioactive particles at 300mb, 500mb, 700mb levels

至于降落速率究竟若干？根據東京管區氣象臺研究報告<sup>(2)</sup>所列放射性微粒降落速率公式：

$$\bar{w} = 0.25 \frac{\sigma gr^2}{\mu_0} \cdot \left[ 1 + 0.112 \sqrt{\frac{\rho_0 \sigma gr^2}{0.14 \mu_0 h}} (1 - e^{-0.14h}) \right]^{-1}$$

$\bar{w}$ —平均降落速率 m/hr<sup>-1</sup>

$\sigma$ —球形微粒比重，浮飄至東海以外者，一般為 5-6

，本文以 5 代入計算。

$g$ —重力加速度 980 cm/sec<sup>2</sup>。

$r$ —微粒半徑 ( $\mu$ )，依據 1966-1967 年共匪四次核爆後日本之測量，在 300mb 層者以  $10\mu$  之半徑為多，故本文以  $10\mu$  代入計算。

$\rho_0$ —該層大氣密度為  $1.29 \times 10^{-3}$  g/c.c.

$\mu_0$ —大氣粘性為  $1.72 \times 10^{-4}$  g/cm·sec

$h$ —300mb 之高度 9300m = 930000cm

代入：

$$\bar{w} = 0.25 \frac{5.980 \cdot (\frac{10}{10^4})^2}{1.72 \times 10^{-4}} \cdot \left[ 1 + 0.112 \sqrt{\frac{1.29 \cdot 10^{-3} \cdot 5.980 \cdot (\frac{10}{10^4})^3}{0.14 \cdot (1.72 \times 10^{-4})^2 \cdot 930000}} \cdot (1 - 2.73^{-0.14 \cdot 930000}) \right]^{-1}$$

經各因子代入計算，其第二項方括弧內數值大小，隨高度  $h$ ，密度  $\rho_0$ ，與球形比重  $\sigma$ ，半徑  $r$  而有異，但在各種假設情況下計算結果，相差微乎其微，其得數幾乎等於 1，故可省略而免乘之。乃

$$\begin{aligned} \bar{w} &= \frac{0.25 \cdot 5.980 \cdot 100}{1.72 \times 10^{-4} \cdot 10^3} = \frac{250 \cdot 5.980 \cdot 100}{1.72 \times 10^{-4}} \\ &= \frac{12.25}{1.72} = 7.06 \text{ cm/sec} \\ &= \frac{7.06 \times 60^2}{100} = 254.16 \text{ m/hr} \end{aligned}$$

即在 300mb 層  $10\mu$  半徑之微粒，其平均降落速度為每小時 254 公尺，自 300mb 高度最先降落到地面者將需 36 小時又 35 分鐘，其後則繼往吹來繼續降落，至于該層以下各高度之微粒降落時間，當隨高度降低而減短，如圖 5.3 所示 850mb 層者僅需 6 小時又 11 分鐘即可達地面，但僅能降落大陸而不能出東海；700mb 層者需 12 小時又 21 分鐘到達地面，因低層風向轉變為東北，原軌跡達本省上空之前鋒微粒，被吹向大陸東南地區，在前鋒微粒之後出海較遠者，方能繼續降落本省；500mb 層微粒需時 22 小時又 25 分鐘到達地面，根據圖 5.1 軌跡，早在 19 日 0200Z 其前鋒微粒已飄至琉球東北方，沿途繼續逐漸下降，因低層風向轉變為東北，又迴轉吹回  $120^{\circ}\text{E}$  地帶而吹襲本省地區，在 11 月 19 日 04:25Z (中原標準時午後兩點多鐘) 即始有 500mb 之降落塵，繼之 500mb 以上高度者也將連續降落，故自 19 日起本省各地所收集樣品之放射度始超正常之急速增加，與事實相符 (如圖 1)，增加至 23 日達最高峯，之後放射度方逐漸降低，迄 28 日以後方恢復正常之觀測量。

至于各高度浮飄空中之微粒，隨時間之延長而平面擴大範圍計算，如下式：

$$\sigma = \sqrt{2kt} \quad \text{擴散距離 km.}$$

$k$ —Fickian Diffusion 經驗常數，當平均風速  $20\text{m/s}$  ( $40\text{kts}$ ) 時，水平擴散常數為  $5 \times 10^3 \text{cm}^2/\text{sec.}$

$t$ —時間 (小時)

代入

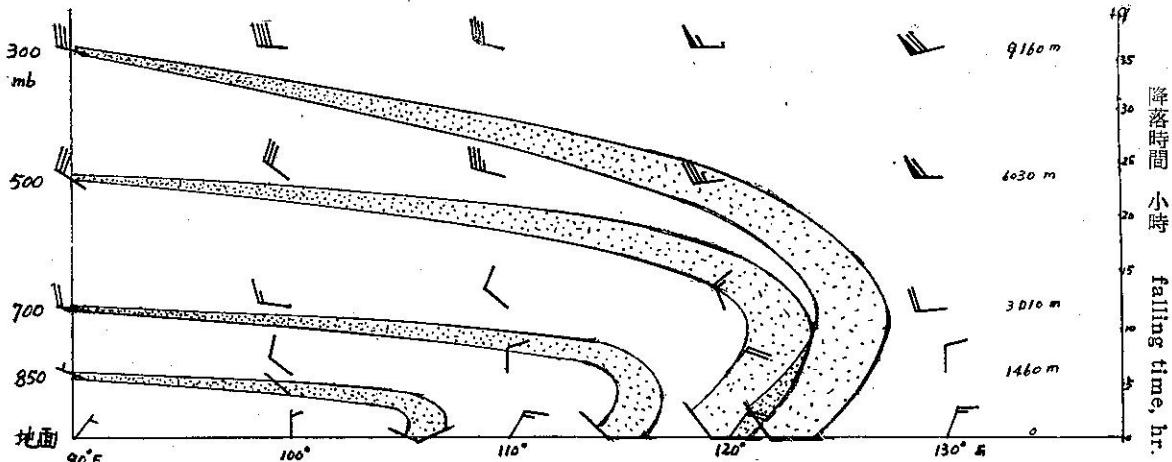


圖 5.3 平均高空風垂直分佈與落塵軌跡圖

Fig. 5.3 Average wind velocity aloft and trajectories of radioactive fallout.

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{2(5 \times 10^3) \cdot 6 \cdot 60^2} = 46.5 \text{km} \quad (6 \text{小時後兩旁擴散距離}) \\ &= \sqrt{10^3 \cdot 12 \cdot 60^2} = 65.7 \text{km} \quad (12 \text{小時後兩旁擴散距離}) \\ &= \sqrt{10^3 \cdot 24 \cdot 60^2} = 93.0 \text{km} \quad (24 \text{小時後兩旁擴散距離}) \\ &= \sqrt{10^3 \cdot 36 \cdot 60^2} = 114.0 \text{km} \quad (36 \text{小時後兩旁擴散距離}) \\ &= \sqrt{10^3 \cdot 48 \cdot 60^2} = 131.5 \text{km} \quad (48 \text{小時後兩旁擴散距離}) \\ &= \sqrt{10^3 \cdot 72 \cdot 60^2} = 161.0 \text{km} \quad (72 \text{小時後兩旁擴散距離}) \\ &= \sqrt{10^3 \cdot 96 \cdot 60^2} = 185.9 \text{km} \quad (96 \text{小時後兩旁擴散距離}) \\ &= \sqrt{10^3 \cdot 120 \cdot 60^2} = 207.9 \text{km} \quad (120 \text{小時後兩旁擴散距離}) \end{aligned}$$

圖 5.2 係由本式計算結果所繪製，擴散距離為時間之函數，故圖 5.1 所示係浮飄微粒前鋒之路徑，實際上浮飄微粒不斷在擴大面積，同時也在減低放射性之濃度，微粒半徑較大者因重力關係先降落，較小者則浮飄至更遠之距離，沿途緩慢的逐漸降落，甚至永遠浮游在平流層內，不斷的環遊世界。

## 結論

本文所分析之目的，係推究此次羅布泊核爆十天內，本島為何會有異常多之放射性浮懸微粒與降落塵出現？並於試爆後次日本島放射性落塵即見顯著之增加，此當與氣象條件有關，故以對流層內各高度之氣流，加以研判其吹襲本省的原因，事實上空中爆炸當不

免有放射性微粒昇及平流層內，隨着大氣環流而環繞地球不斷的運行，若某地作經常高空測量，放射性微粒測量值，將會有週期性的增減情形發生，但此非本文研討之原意。

此次試爆後所收集本島各項樣品放射度紀錄，與各項計算之數值相當吻合，似可信賴，也可作為將後數據計算之參考，至于此次試爆為何會造成該項特高紀錄，其主要氣象原因有：

1. 當核爆時為初冬季節，地面蒙古高氣壓建立後曾有強烈寒潮爆發，寒流東南下直達本省。同時700mb至300mb上空氣流，因有深槽在我國沿海地帶出現，致使大陸上氣流星偏由北方吹來，將大量放射性微粒攜帶至較南地帶。

2. 試爆後十日內，本省始終東北季風盛行，當高空浮飄微粒自西向東南東流動，並逐漸下沉，至東海以外而高度降低達700mb層以下時，即行隨氣流迴轉方向朝南，邊降邊向本省吹襲。

3. 本省地形似一長樹葉，其方位為北北東至南南西，其間有中央山脈分隔東西兩岸，東北季風吹來，東岸測站為擋風面，尤其宜蘭一地為北方之河谷口，膠紙樣品放射度為最高，以南各測站則應逐漸向南方遞減；西面各測站也應有同樣向南遞減之趨勢，不過遞減梯度因背風面之關係，較東岸為小；若有兩測站在同一緯度上言，其所測放射度東岸者應較西岸者為高。不過臺北為盆地，基隆為四面環山之海港，以氣流而言也類似盆地，該二地雖位置較宜蘭偏北，但膠紙樣品放射度較宜蘭為低，可是空氣樣品放射度應為最高，此因低層空氣欠流通關係。

4. 此次試爆後浮飄微粒之前鋒軌跡，在對流層內，高度愈高者，愈呈東西之橫向，行進速率也愈大；

高度愈低者，軌跡愈多變化曲折，落塵不能出東海而降落在大陸地區。

5. 各高度浮飄微粒軌跡比較，以經過120°E經線而言；300mb者比500mb者早到約6小時，500mb又比700mb者早到約6小時；以出海緯度位置而言：300mb者比500mb者偏北約1°緯度，500mb又比700mb偏北約1°緯度距離；至700mb以下高度者乃偏得更多距離，由此可見高空之浮飄微粒下降時，愈下降其位置則愈將偏南，故本省之落塵有中高度降落者，也有高空繼往開來，逐漸向南下沉抵達本省者，致使本省超正常測量值，達十天之久。

此次試爆後所收集樣品放射度特別高，氣象條件適宜為其原因，無可疑慮，至于是否尚有核彈原料異別，製造過程異同，與爆炸方法差異等諸問題，有待專家研究。

影響核爆降落塵之氣象因素。當非各高度風向風速兩項，其他諸如沿途氣溫分佈，水汽分佈，升降氣流，微粒大小與形狀，及其表面吸水性等，莫不影響其降落速率及其放射性之壽命，可是該等資料均為不詳，無從分析推算，今後有關該項問題研究，尚盼各先進多予糾正指導。

### 參 考 書 籍

1. "Nuclear Weapons Employment", U. S. Army Commander & General Staff College, Fort Leavenworth, Kansas.
2. 東京管區氣象台 1968 年研究報告。
3. 臺灣省氣象局出版之「累年放射性降落物測驗報告」1957-1967 年。
4. 「研究高空放射塵及大氣污染長期變化對氣象因素之關係」，中央氣象局氣象學報第 18 卷第一期。