

呂世宗
施清溪

大氣放射性降落物驗測報告

A preliminary report on the observation of fall-out radio-activity in Taiwan

Shih-chong Lu
Ching-chi Shih

Abstract

Observation of fall-out radio-activity in Taiwan was first made in the year of 1956. For the collection of fall-out samples at different localities, later nine stations had been assigned to collect these samples. This work is still continuous in operations without any interruptions since the year of establishment.

By using ordinary rain gauges with 8" in diameter, the observers collect the samples regularly at 9 a. m. each day and evaporate it before they mail to the Main Station, Taipei. The unit used for calculating the radio-activity of the dried residues is counted by 10^{-12} c/l. The unit used to calculate the radio-activity of gummed-paper samples is counted by 10^{-3} C/Km² and for measuring the radio-activity of dust particles in the atmosphere the unit of d.m.p./M³ is introduced. When a flux of artificial radioactive particles presents in the atmosphere after a nuclear detonation is generally to be detected in this region about 1-2 weeks from Eniwelok, 2-3 weeks from Nevada and about 3-7 days from Lake Baikal or Arctic. The length of the time interval depends upon the source of the explosion. In order to locate the original spot of nuclear detonation, some micro-seismological and micro-atmospheric wave detective instruments should be installed before such calculations could then be made in this country. A study of the content of radioactive particles in the air through a three dimensional analysis seems to be very necessary for increasing the understanding of the distribution of artificial and natural radioactive substances in the atmosphere in relation to the general circulation. The data observed at Taipei during the period from July 1957 to December 1958 was also attached to the last part of this paper.

一、驗測放射性降落物之目的

本所為調查大氣降落物放射性在臺灣之分佈情形，及環境衛生上之必要資料起見，於民國45年開始驗測工作，主要的是驗測放射性降落物之累積量，及浮游放射性微塵。此由氣象學之立場可得知大氣放射性微塵移動之趨向，進一步探究出其侵襲之徑路。

1957年為國際地球物理學年，曾將此大氣放射性降落物觀測定為參加觀測工作之一。

綜合上述，本所驗測大氣放射性降落物之目的即為調查放射性降落物在臺灣之分布情形，環境衛生上必要之資料和探究地球物理等三目的。

二、本所驗測放射性降落物之經過

1954年春，日漁船福龍丸之船員在海上作業時受核子爆炸實驗之放射性微塵感染。一部份船員當即死亡，引起日本當局之注意，於日本各地測出數量可怕之人為放射性微塵，臺灣與日本相距不遠，為維護國民健康，經於民國44年12月8日臺灣省議會正式建議通過籌備放射性降落物驗測站，從事放射性降落物的檢驗工作。

嗣於45年以後陸續向日本採購蓋氏計數器等驗測儀器一批，每逢降水即進行驗測雨水中之放射性含量。於46年5月為推廣驗測資料之採取範圍，在恒春增設樣品採取站同年9月復在高雄、臺南、阿里山、臺中、日月潭、基隆、花蓮、澎湖、臺東等九個測候所設立樣品採取站，所採之樣品一律送至本所進行檢

驗。為充實設備，加強檢驗，於同年12月中旬再向美日採購新型儀器。

翌年1月、2月協助聯合國原子能委員會於臺南、臺東兩地設置樣品採取站，此種由膠片所收集之樣品均送至教育都轉送聯合國原子能委員會。同年7月又增加大氣中浮游物之放射能含量的檢驗項目，迄今一切頗為順利，惟所使用之儀器設備均係外國製品，採購頗費周章，且未能按期到達，加之工作人員不足，以致目前僅能做到定時驗測之階段而已，至於再進一步之化學分析，尚待研究。

三、放射性降落物之驗測種類與

驗測法之概要：

茲就本所目前進行放射性降落物檢驗法分三項說明如下：

(1) 驗測降水中之放射能含量：

利用雨量器為樣品承集器，每逢降水即於當日上午九時採取定量之雨水樣品，予以蒸乾置於蓋氏計數器中進行檢驗，測知其放射性含量而以 $10^{-6}\mu\text{c}/\ell$ 示之

(2) 驗測降落微塵之放射能含量：

利用膠片及蒸發皿為樣品採集器，每天上午九時採取樣品進行檢驗，然後求其每平方公里所降下之放射能量以 mc/km^2 示之。

(3) 驗測大氣中浮游微塵之放射能含量：

利用集塵器在人類通常呼吸高度，吸取浮游於空氣中之微塵於濾紙上，然後灰化為樣品進行檢驗，求空氣每立方公尺中之放射能含量，以 $\text{d. p. m}/\text{m}^3$ 示之。

四、放射性降落物驗測結果之概述

降水所含之放射性物質可隨飲水食物等進入人體，累積於地面上之放射性物質，可直接由人體外部照射感染，或者被動植物吸收間接侵害人體，就是浮游於空氣中之放射性微塵，其對人體傷害也是相當嚴重，尤其是半減期甚長之放射性物質實更令人注意。

茲將本所所測結果列為表一、二、三，並以圖 I，II III 示其含量之日變化又以表四調查美俄兩國舉行核子試驗日期與本所由雨水、降落物，空氣浮游微塵

Table 1-3: Observations on the content of radioactivity of fallout at

Taipei, July 1957-December 1958.

mc=milli-curie

表一：降落微塵之放射性含量與驗測日數（臺北站：46年7月起至47年12月止）

| 次數 Times 年 月 Year Mon. | mc/Km ² | < 2 | 2-10 | 10-20 | 20-40 | 40-60 | 60-80 | 80-100 | >100 | 日 數 Days | 備 註 Remarks |
|---------------------------------|--------------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|--------|------|-------------|----------------|
| | | | | | | | | | | | |
| 46 7 | | | 2 | 5 | 4 | 2 | | | | 13 | 星期日無驗測 |
| " 8 | | | 3 | 12 | | | | | | 15 | " |
| " 9 | | | | 1 | 8 | 2 | 1 | | 5 | 17 | " |
| " 10 | | | | 3 | 2 | 1 | 2 | | 3 | 11 | " |
| " 11 | | | 1 | 3 | 5 | 4 | | | | 13 | " |
| " 12 | | | 3 | 5 | 1 | | 1 | | | 10 | " |
| 47 1 | | | 7 | | | | | | | 7 | " |
| " 2 | | | 12 | 2 | | | | | | 14 | " |
| " 3 | | | 10 | 3 | | | | | 1 | 14 | " |
| " 4 | | | 8 | 7 | 1 | | | | | 16 | " |
| " 5 | | | 11 | | | | | | | 11 | " |
| " 6 | | | 14 | | | | | | | 14 | " |
| " 7 | | | 3 | | 4 | 1 | | | 5 | 13 | " |
| " 8 | | | 15 | 2 | 2 | | | | | 19 | " |
| " 9 | | 2 | 8 | 2 | | | | | | 12 | " |
| " 10 | | 2 | 15 | 4 | 1 | | | | | 22 | " |
| " 11 | | | 8 | 7 | 5 | 2 | | | | 22 | 星期日照常驗測 |
| " 12 | | 2 | 16 | 8 | 2 | | | | | 28 | " |
| 合 計 | | 5 | 146 | 64 | 35 | 12 | 4 | 0 | 14 | 281 | |

ℓ = liter 10⁻¹²c = micro-micro-curie

表二：雨水放射性含量與驗測日數 (臺北站：46年7月起至47年12月止)

| 年 Year | 月 Mon. | 10 ¹² c/ℓ | | | | | | | | 合計 Total | 備註 Remarks |
|-----------|-----------|----------------------|-------|--------|---------|---------|-------------------|---------------------|--------|-------------|---------------|
| | | 0-30 | 30-60 | 60-150 | 150-300 | 300-600 | 600 1,500 | 1,500 3,000 | >3,000 | | |
| 46 | 7 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | | | | 9 | 星期日無驗測 |
| " | 8 | 1 | 2 | 4 | 1 | | | | | 8 | " |
| " | 9 | | | 5 | 5 | 3 | 2 | | 1 | 16 | " |
| " | 10 | | | | 2 | 7 | 2 | | | 11 | " |
| " | 11 | | | 4 | 4 | 1 | | | | 9 | " |
| " | 12 | | | 1 | 8 | 6 | | | | 15 | " |
| 47 | 1 | | | | 1 | 8 | 3 | 3 | 1 | 16 | " |
| " | 2 | | | | 2 | 7 | 1 | 1 | | 11 | " |
| " | 3 | | | | 1 | 4 | 4 | 2 | | 11 | " |
| " | 4 | | | | | 5 | 3 | | | 8 | " |
| " | 5 | | | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | | 14 | " |
| " | 6 | 3 | 1 | 4 | | | | | | 8 | " |
| " | 7 | | | | | | 3 | 4 | 6 | 13 | " |
| " | 8 | | | 1 | | | 2 | 2 | 1 | 6 | " |
| " | 9 | | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | | 7 | " |
| " | 10 | 1 | | | 3 | 2 | 1 | 1 | | 8 | " |
| " | 11 | | | | 1 | 2 | 5 | 2 | 2 | 12 | 星期日照常驗測 |
| " | 12 | | | | | 1 | 8 | 3 | | 12 | " |
| 合計 | | 6 | 7 | 24 | 34 | 52 | 38 | 22 | 11 | 194 | |

表三：大氣浮游微塵之放射性含量與驗測日數 (臺北站：47年7月起至47年12月止)

| 年 Year | 月 Mon. | dpm/M ³ | | | | | | | | 日數 Days | 備註 Remarks |
|-----------|-----------|--------------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|------|------------|---------------|
| | | < 5 | 5-10 | 10-20 | 20-40 | 40-80 | 60-80 | 80-100 | >100 | | |
| 47 | 7 | | | 1 | 9 | 4 | 1 | | 7 | 22 | |
| " | 8 | | | 3 | 6 | 5 | 5 | | 1 | 20 | |
| " | 9 | 1 | 4 | 7 | 3 | 2 | | | | 17 | |
| " | 10 | 3 | 4 | 4 | 6 | | | | 1 | 18 | |
| " | 11 | 4 | 5 | 1 | 10 | | | | | 20 | |
| " | 12 | | 8 | 13 | 8 | 1 | | 1 | | 31 | |
| 合計 | | 8 | 21 | 29 | 42 | 12 | 6 | 1 | 9 | 128 | |

Table 4: Date detected on explosions and maximum amount of radioactivity counted

表四：氫原子爆炸調查表（1957年4月起至1958年12月止）

| 實 驗 地 點 Place of Detonation | 實驗爆炸日期 Date of Explosion | 本所測到日期 Date Detected | 最高放射能含量 Max. Am't. Counted | 備 註 Remarks |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|----------------------|
| 南 西 伯 利 亞 | 1957. 4. 3 | — | — | |
| " " " " | 1957. 4. 10 | — | — | |
| 北 極 圈 內 | 1957. 9. 24 | 1957. 10. 1 | 114mc/Km ² | 降落微塵 |
| " " " " | 1957. 10. 6 | 1957. 10. 16 | 222mc/Km ² | " |
| " " " " | 1958. 2. 23 | 1968. 2. 27 | 1390μmc/l | 雨水 |
| " " " " | 1958. 2. 27 | — | — | |
| " " " " | 1958. 2. 28 | 1958. 3. 3 | 2222μmc/l | 雨水 |
| 恩 尼 威 吐 克 | 1958. 5. 11 | — | — | |
| " " " " | 1958. 5. 12 | 1958. 5. 20 | 2222μmc/l | 雨水 |
| " " " " | 1958. 5. 26 | — | — | |
| " " " " | 1968. 6. 15 | 1958. 7. 8 7. 9 7. 11 | 3034d.p.m/m ³ 694mc/Km ² 22222μmc/l | 空氣浮游微塵 降落微塵 雨水 |
| " " " " | 1958. 8. 1 | 1958. 8. 11 | 102dpm/m ³ | 空氣浮游微塵 |
| " " " " | 1958. 8. 12 | 1958. 8. 22 | 1944μmc/l | 雨水 |
| 耶 誕 島 | 1958. 8. 20 | 1958. 8. 25 | 2222μmc/l | " |
| 北 極 圈 內 | 1958. 8. 22 | 1958. 9. 5 | 972μmc/l | " |
| " " " " | 1958. 9. 30 | 1958. 10. 2 | 201dpm/m ³ | 空氣浮游微塵 |
| " " " " | 1958. 10. 2 | 1958. 10. 7 | 252μmc/l | 雨水 |
| " " " " | 1958. 10. 5 | 1958. 10. 8 | 768μmc/l | " |
| 內 華 達 | 1958. 10. 6 | 1958. 10. 23 | 340μmc/l | " |
| 北 極 圈 內 | 1958. 10. 10 | 1958. 10. 16 | 355μmc/l | " |
| 內 華 達 | 1958. 10. 13 | 1958. 10. 27 | 1520μmc/l | " |
| 北 極 圈 內 | 1958. 10. 15 | 1958. 10. 23 | 340μmc/l | " |
| 內 華 達 | 1958. 10. 16 | 1958. 10. 29 | 200μmc/l | " |
| " " " " | 1958. 10. 17 | 1958. 11. 4 | 104mc/Km ² | 降落微塵 |
| 北 極 圈 內 | 1958. 10. 18 | 1958. 10. 27 | 1520μmc/l | 雨水 |
| 內 華 達 | 1958. 10. 26 | 1958. 11. 6 | 1440μmc/l | " |
| 南 西 伯 利 亞 | 1958. 11. 1 | 1958. 11. 7 | 1280μmc/l | " |

Table 5: Radius of radioactive dust particles in relation its time and height of falling

表五：放射性微塵直徑與降下時間、高度之關係

| 降下高度 h | 微塵半徑 r | 降落時間 t | | | | |
|--------|--------|----------|-------|-------|--------|---------|
| | | 1.0mm | 0.5mm | 0.1mm | 0.05mm | 0.001mm |
| 1.5Km | 850mb | 0.07hour | 0.1 | 0.5 | 1.5 | 30 |
| 3.0Km | 700mb | 0.14 | 0.2 | 1.0 | 3.0 | 60 |
| 5.6Km | 500mb | 0.25 | 0.4 | 1.9 | 5.6 | 112 |
| 9.2Km | 300mb | 0.41 | 0.7 | 3.1 | 9.2 | 184 |
| 11.8Km | 200mb | 0.54 | 0.9 | 4.0 | 11.8 | 236 |
| 16.2Km | 100mb | 0.74 | 1.2 | 5.4 | 16.2 | 324 |
| 22.0Km | 50mb | 1.0 | 1.6 | 7.3 | 22.0 | 440 |

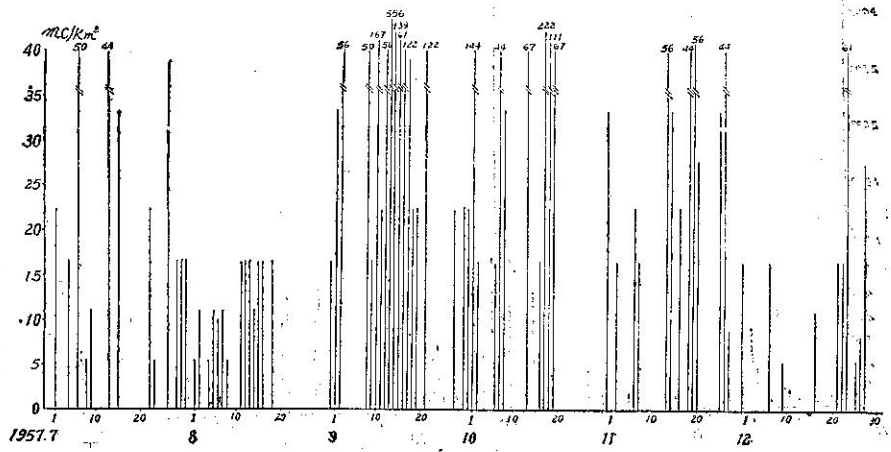
r=radius of dust particles

t=time of falling of radioactive particles

h=height of descending of radioactive particles

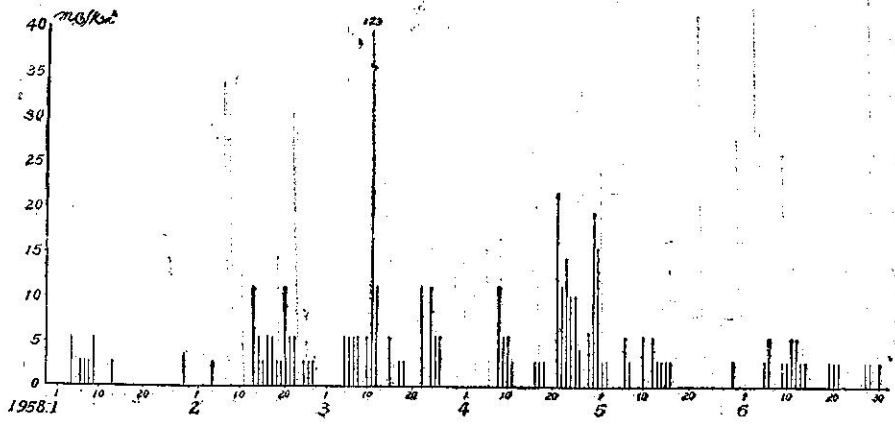
中所測得的，和該實驗日期有關之較高放射能的比較，由此互相對照可得知由核子試驗場爆炸所生之放射微塵襲至臺灣之經過期間，如恩尼威吐克 (Eniwetok) 即比基尼至臺灣約需一至二週時間，若由內華達襲至臺灣則需二至三週時間，他如貝加爾湖，巴爾喀什湖，西伯利亞或北極圈等核子試驗場約需三至七日間，圖IV即表示北半球核子試驗場之放射性微塵侵襲臺灣之途徑與所需日數。

I. 降落微塵放射能含量日變化圖



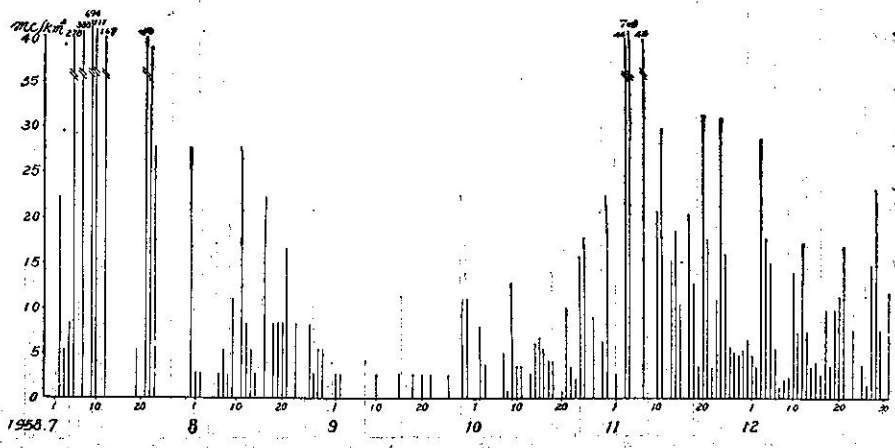
五、業務上將來有關之幾個問題：

(1) 銫 90 (Sr^{90}) 累積量分析之必要性：
 由核子爆炸所產生之放射性微塵中對人體傷害，以銫90為最，雖其為微量，但一經人體攝取，即沉着於人之骨中，甚難排出，尤其是半減期甚長者更甚，此種放射性物質對人體構成莫大之危害，而且由核子實驗的不斷舉行，其累積量亦不斷增加，因之，分析該物質之累積量，實屬當前迫切之重要問題，惟分析工作大部屬於化學方面，以目前之人員與設備不足，甚難進行分析工作。

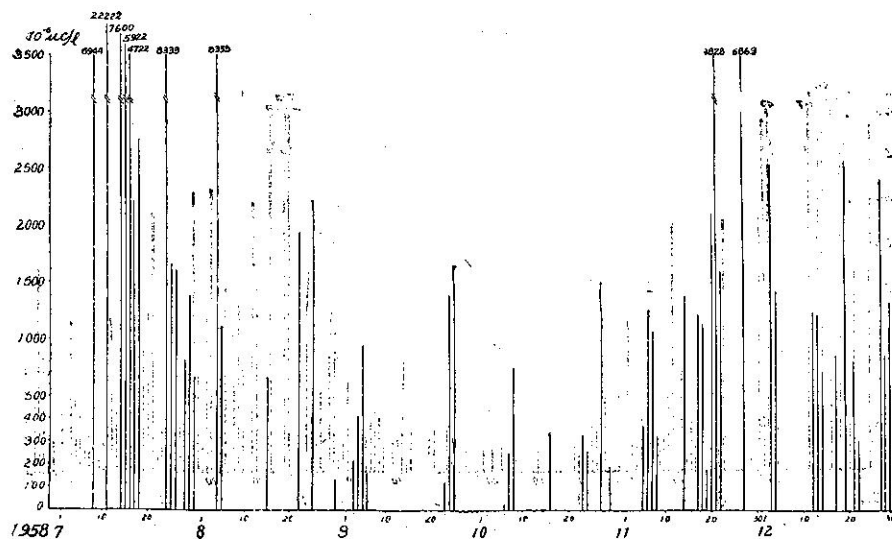
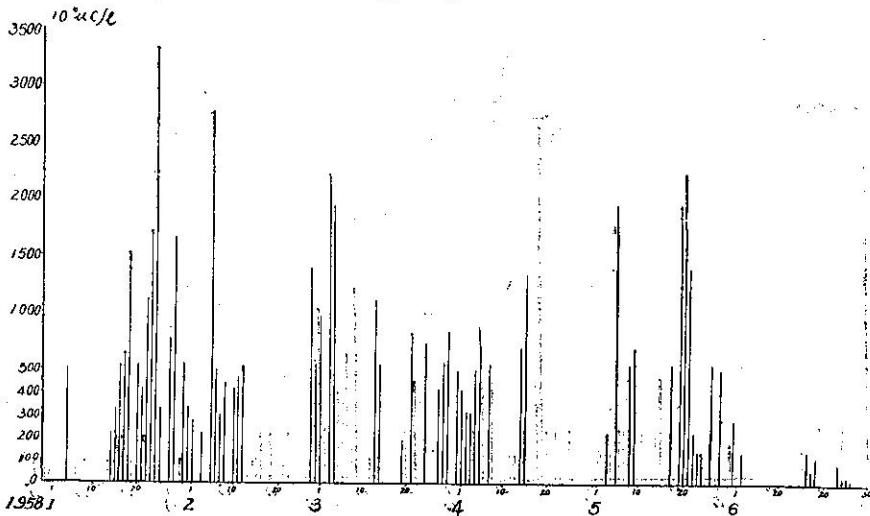
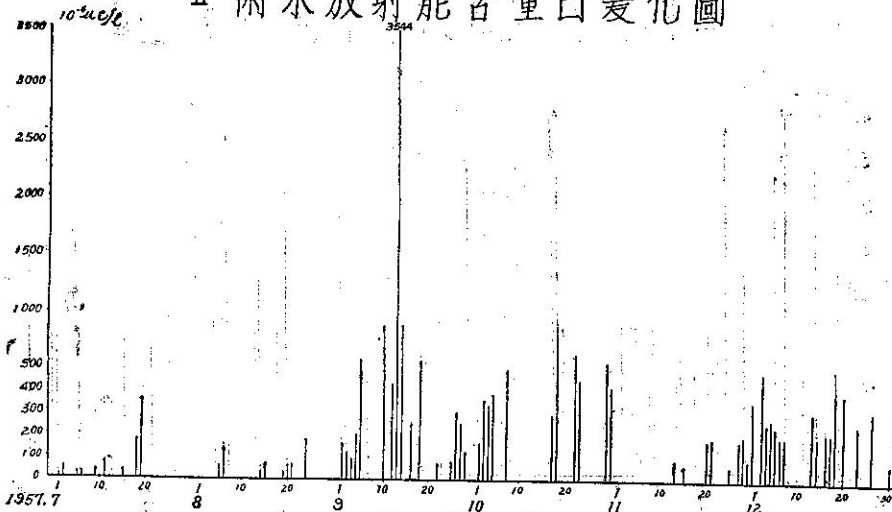


(2) 測驗異常微氣壓波之必要性：

1954年3月以來，



II 雨水放射能含量日變化圖



由氫原子爆炸所發生之微氣壓波，被日本測到很多，以微氣壓波；同時到達之地點（普通以三點為佳）連起，即可推知振源及時間。

由於本所為探究放射性微塵之移動趨向和途徑，因此必須先知其爆炸地點與時間，所以設置微氣壓測驗站實屬目前之急要。

(3) 測驗高空浮游微塵放射能含量之必要性。

當核子爆炸之際，衝出高空之放射性微塵，受了重力作用，而逐漸下沉，然其直徑微小之放射性微塵則由於空氣浮力之抵抗而繼續浮游於大氣中，如該放射性微塵落下速度為一定時，經 Dr. Schmidt 實驗結果，可知各微塵降下時間與其直徑之關係如表五所示。因此如連續舉行核子爆炸試驗，無疑的，浮游於高空之放射性微塵將繼續增加，經英國、瑞典、法國、日本等測驗結果其含量隨高度而增加，倘欲詳細探究其分佈情形，必須實行高空浮游微塵之放射能測驗，始能窺其全豹而測知高空降物輻射能分布之目的。

六、結論與檢討

(1) 本報告之紀錄均使用蓋氏計數器測出

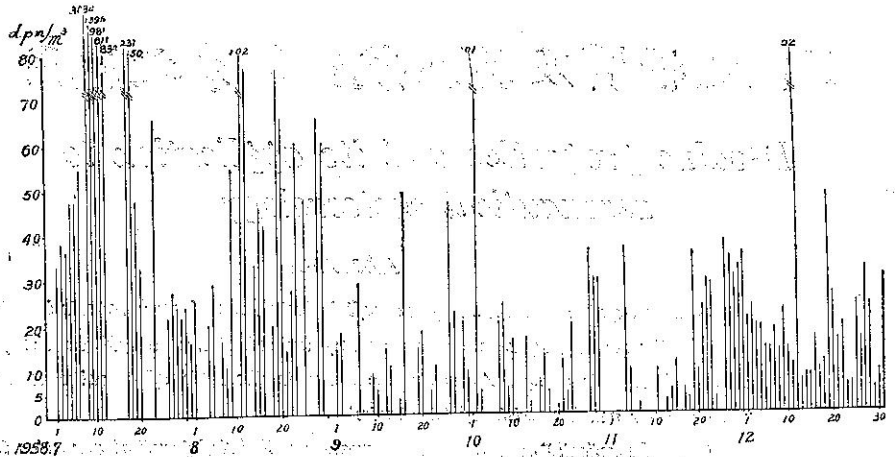
，該器之效率經使用氧化鈾 (U_3O_8) 之標準樣品 (UX_2) 比較測定為 16.2%。

(2) 雨水樣品之收集，因採水之雨量器口徑關係，所檢驗結果比實際降水（開始降水之一部）為小。

(3) 外所之樣品，因到所日期時間長短不一，僅能測到半生期較長之放射性物質，故其結果誤差較大。

(4) 美俄兩國之核子試驗日期均參考日本微氣壓計之記錄，以及新聞報導故未免有誤差存在。

(5) 十二月以後，並無得到核子試驗的任何消息，惟所測結果甚高，其原因是美俄兩國秘密舉行試驗？或者受大氣環流之影響？則尚有待於研究。（完）



III 浮游微塵放射能含量日變化圖

IV 北半球放射性降落物襲台主要徑路

