

第四章、降水量

第一節、降水型態

第二節、降水特性

第三節、面積雨量計算 - 以臺灣為例

第一節、降水型態

一、降水的各種定義

- 1.降水量包括：
 - (1)下雨(rain)：直徑0.5-7mm
 - (2)下雪(snow)：冰晶複合物。
 - (3)凍雨(sleet)：冰狀物似雨降落。
 - (4)冰雹(hail)：直徑5-125mm的冰球。
 - (5)霰(drizzle)：雨滴直徑小於0.5mm
- 2.一般所謂下雨是指直徑0.5mm以上(以下稱之為霧),下降速度3m/sec以上的水滴 (降雨之最大終速為9m/sec)

二、降水的觀測

- 1.使用雨量筒(rain gauge)
- 2.雨量觀測可能產生的誤差：
 - (1)蒸發損失(evaporation losses)
 - (2)濕潤損失(wetting loss)
 - (3)雨濺損失(rain splash)
 - (4)其他周圍雜物的擾亂

三、絕熱反應

- 接近地(海)面之氣團因受太陽輻射而增溫膨脹上升，而上升之過程中有無與周遭空氣產生熱量之交流，及交流的方式，稱為絕熱反應(adiabatic process)。

- 1.乾絕熱遞減率(dry adiabatic lapse rate)：其遞減率約 $10^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$ 。
- 2.濕絕熱遞減率(wet adiabatic lapse rate)：其遞減率約 $3^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$ 。
- 3.露點絕熱遞減率(dew point adiabatic lapse rate)：其遞減率約 $2^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$ 。
- 4.環境絕熱遞減率(environmental temperature or normal adiabatic lapse rate):其遞減率約 $6^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$ 。

三、降水型態

- 1.對流雨(Convective precipitation)
- 發展在廣大平原的夏季，地表比熱小接受太陽輻射後地面增溫(相對之低氣壓)→氣團增溫上升膨脹→氣團受周圍冷空氣影響而冷卻凝結→降水。

- 2.地形雨(Orographic precipitation)
- 發展在地形之迎風坡面。移動性濕潤氣團增溫→為山岳所阻被迫上升→氣團上升膨脹→氣團受周圍冷空氣影響而冷卻凝結→降水。
- 3.氣旋雨(Cyclones precipitation):
 - (1)波動性氣團 (溫帶氣旋) :兩種性質不同之氣團因移動而相遇 相對較暖的氣團被迫上升膨脹冷卻→凝結→降水。
 - (2)秉性不同的氣團交綏的交接面稱為鋒面 (front) , 鋒面依其位置與生成時期的不同可分為 : 暖鋒、冷鋒、 囚錮鋒與滯留鋒。
 - (3)颱風雨 : 受地球自轉偏向力作用形成氣流波動 (發生於南北緯 5° 以外)→發展成熱帶氣旋→發展成颱風。

四、人造雨(artificial rain)

- 透過「降低氣溫」並製造「凝結核」，「水/冰滴的整合加大」，以增加降水機會。
- (1)冰晶說：雲粒常有過冷卻水滴(-35)的情形,其中若有冰晶加入，因飽和水汽壓之差異，冰晶快速發展顆粒變大而降落，在低空融化成雨滴，本理論適用於溫帶。
- (2)水滴合併說：因地表附近氣流對流旺盛，大小雲粒衝撞、合併發展成更大水滴而降落地表，本理論適用於熱帶。

第二節、降水特性

一、降水的定義

- 1.降水
- 是指直徑 $> 0.5\text{mm}$ ，下降速度 3m/sec 以上的水滴。
- 2.一場（次）降水（事件）
- 六小時以內連續或間斷的降雨皆視為同一場降水。
- 3.降水延時(duration of rainfall)
- 一場降水持續的時間長短。可分為有效降雨延時與總降雨延時兩種。前者指逕流發生到結束期間的降雨時間，降雨必須達到一定的基本量。

- 4.降水強度(intensity of rainfall)
- 單位時間的降水量，用以表示雨勢的大小，單位通常為mm/hr或mm/day。
- (1)平均降水強度：(降水量 / 降水延時)
- 平均降水強度通常用於推估洪峰流量。
- (2)最大降雨強度：整場雨中連續一段時間的降雨強度，有所謂10分鐘、15分鐘、30分鐘、60分鐘、6小時、24小時最大降水強度。
- 最大降雨強度通常用於推估降雨強度對土壤流失量的影響力。

24小時累積降水量：24小時累積降雨量為持續觀測24小時的降雨量。

日雨量：日雨量為每一日0-24時的累積降雨量

中央氣象局最新修訂之降水強度定義

小雨	<1mm/24hr
中雨	<50mm/24hr但>1mm/24hr
大雨	130mm/24hr但>50mm/24hr，且其中至少有1小時雨量達15mm以上之降雨現象。
豪雨	200mm/24hr但>130mm/24hr之降雨現象。
大豪雨	350mm/24hr但>200mm/24hr之降雨現象。
超大豪雨	>350m/24hr

二、再現期間(重現期)(return period)

- 下表中5年暴雨頻率，意謂某一地區5年內發生一次這種規模暴雨一次的機率，但實際的狀況不一定完全符合。
- 再現期間(T) = $1 / np(x)$ 其中：
- n ：平均發生次數(次 / 年)
- $p(x)$ ：發生之機率值
- 例題：50年記錄之日雨量中，50mm/day以上的的降雨量有150次，在此150次中，300mm/day以上者發生有5次，試求300mm/day以上的再現期間？
- 按題意： $n=150/50=3$ 次/年
- 300mm/day以上的降雨機率 = $5/150$
- 再現期間(T)： $1 / (3 \times [5 / 150])=10$ 年

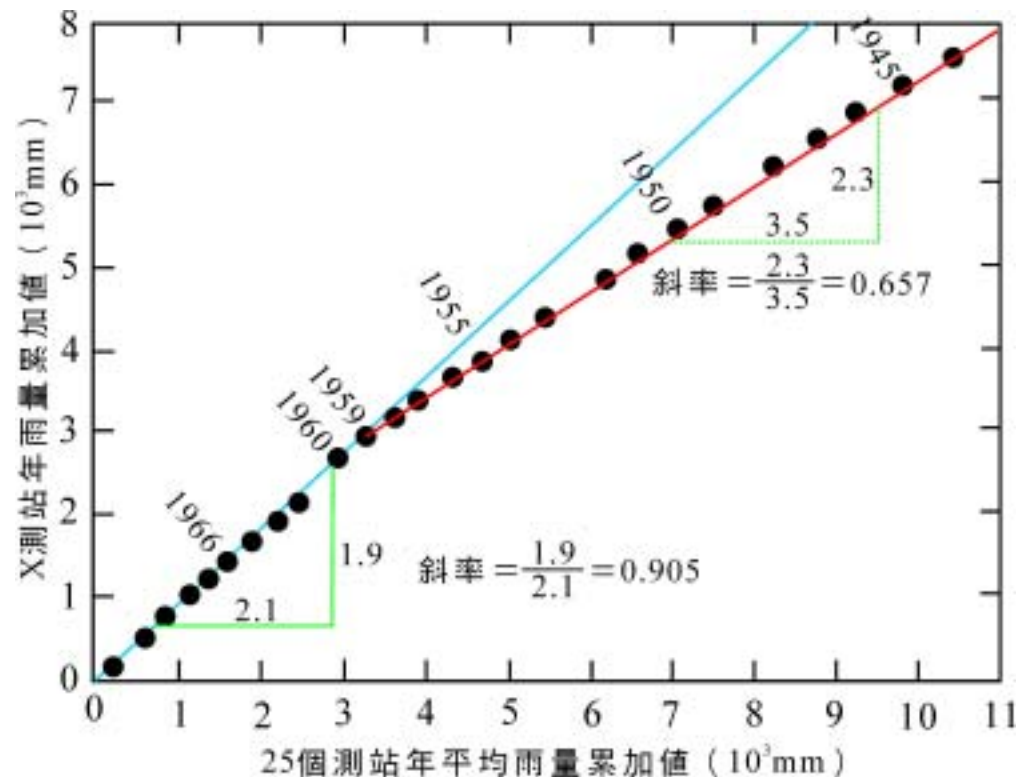
臺灣地區下水道所採用5年暴雨頻率之降雨強度經驗公式

地區	基隆	臺北	新竹
I(mm/hr)	$230 / (t + 0.296)$	$8172 / (t + 48.3)$	$352 / (t + 0.376)$

地區	臺中	臺南	高雄
I(mm/hr)	$6391 / (t + 38.14)$	$9923 / (t + 51.24)$	$5676 / (t + 33.6)$

三、雨量資料的校正

- 1. 降雨資料偏差的校正
- 因更換測站位置所產生的誤差的降雨資料偏差可使用雙累積曲線法(double mass curve method)校正。
$$P_a = P_o (S_a / S_o)$$



- 2.雨量資料之補遺

- 以周圍雨量站的同時間資料加權處理。

- (1)內插法(Interpolation method)：

- $$P_x = (1/n) \times (P_1 + P_2 + \dots + P_n)$$

- (2)正比法(Normal ratio method)：加權法

- $$P_x = \frac{N_x}{n} \left(\frac{1}{N_1} \times P_1 + \frac{1}{N_2} \times P_2 + \dots + \frac{1}{N_n} \times P_n \right)$$

- N_x ：x觀測站之多年資料平均值

- n ：觀測站數 P_n ：某期間某站的降雨值

- P_n ：觀測站編號

- (3)站年法(station year method)：本法係假設主測站與附近其它各站具有一均勻氣象特性。將

- $\left[\text{(附近其它各站之歷年資料全部累加)} \right] / \left[\text{(附近其它各站數)} \times \text{(各站記錄之年份數)} \right]$

第三節、面積雨量計算 - 以臺灣為例

一、平均面積降水量(mean areal precipitation)

- 1.算術平均法 (arithmetic mean method)
- 算數平均法最簡單，適用於觀測站多且平均分布，地勢平坦等地區。
- 2.狄生 (徐昇) 多邊型法(Thiessen polygons method)
- 狄生算法稍複雜，但所得結果比算術平均法合理，為應用最多的平均面積降水量算法。
- 3.高度平衡多邊型法(height-balance polygons method)
- 具狄生多邊型法的面積加權平均之優點，亦考慮到高度，適用於相當起伏的調查區域。

- 4.雨量高度法(rainfall altitude method)
- 某一地區利用現有的雨量站資料做成降水量與高度的迴歸關係，利用直線回歸式進而可求出任一高度的雨量。
- 5.等雨量線法(isohyetal method)
- 效果最佳，唯需熟練的技術。
- 6.方格法(mesh method)
- 精度不如等雨量線法，但較容易處理。

二、雨量觀測的問題

• 1. 斜坡面雨量觀測之誤差：

$$\frac{\text{水文學降水量}}{\text{氣象學降水量}} = A (\text{係數}) = 1 \pm \tan^2 \theta$$

$$\frac{\text{水文學降水量}}{\text{氣象學降水量}} = A (\text{係數}) = 1 \pm \tan^2 \theta$$

• (1) 水文學降水量 (hydrological rainfall)：斜坡面實際接受的降水量。

• (2) 氣象學降水量 (meteorological rainfall)：斜坡面所裝設之雨量計所觀測到的降水量 (雨量計垂直於地平線)。

• 2. 雨量觀測站密度

• (1) 雨量觀測站密度與誤差：一般以一個測站觀測面積涵蓋 30km^2 ，即可得到合理的面積降水量。

• (2) 觀測點多時，算術平均法和狄生多邊形法無多大差異；觀測點少時，以狄生多邊形法為佳。

• (3) 觀測密度的參考模式

$$N_p = \frac{k A}{1000} \times P d^{0.615}$$

N_p ：雨量站數
 A ：面積 (km^2)
 $P d$ ：每 km^2 人口數
 K ：常數 = 0.615

三、降水後的集中流和分散流

- 1.降水水深與降水體積
- 降水水深代表平均的靜態降水量；降水體積（水量）則用在集水區降水量及可能匯集的水量，降水落在集水區所有地區，但往往匯集在極小面積，形成洪水為害，故水量較水深有意義。
- 平均面積水量 (1mm) × 集水面積(1km²)=總水量(m³)(噸)

•

$$\text{降雨 } 1 \text{ mm} : [(1 \times 0.001)\text{m}] \times (1 \times 10^6\text{m}^2) = 1 \times 10^3\text{m}^3$$

- 2.集中流和分散流
- (1)淹水三大因素：相對地勢低平、降水量大且集中、有水流瓶頸存在。
- (2)盆地、河谷平原或內陸平原的水系常呈向心狀或羽毛狀，易形成集中流；三角洲與沖積扇的水系常為輻散狀，易形成分散流。



臺灣之等年雨量線圖



圖 5 徐生氏面積加權圖

依基隆河流域7個雨量測站資料所繪製之狄生多邊形法