

論 說 文

降水量觀測值의 正確性에 影響을 주는 因子

“Factors Affecting the Accuracy of Precipitation Measurements”

曹 喜 九
Cho, Hi Ku

I. 序 論

降水量은 물의 利用과 管理事業의 計劃, 設計 및 運營에 基本이 되는 資料이다. 그러므로 水資源을 가장 科學的 그리고 經濟的으로 開發하기 위하여서는 무엇보다도 먼저 降水量觀測值가 正確하여야 할 것이다. 그러면 現在 利用되고 있는 降水量은 어느 程度 正確性을 保有하고 있는 지가 疑問이 된다.

降水量이라함은 一般的으로 降雨, 降雪 싸락눈 그리고 우박등이 地表面의 高低나 地中에 浸水 또는 蒸發 등을 考慮하지 않고 全體 地表面에 落下한 물의 깊이를 意味한다. 즉 降水는 空間의 分布가 다르므로 地表面(Earth's surface)에 落下한 경우를 말한다. 그러나 大部分의 降水量計는 韓國과 같이(地表上 約 30cm)受水面이 地表面과 一致하지 않고 그 高度가 國家에 따라 差異가 있다. 이 高度는 氣流에 影響을 크게 주고 따라서 雨滴 또는 雪片의 落下分布를 달리하게 한다. 그러므로 同一한 降水現象일지라도 受水口面의 高度에 따라 降水量觀測值가 달라진다. 그 밖에 降水量計의 設置狀態, 模樣, 受水口의 直徑 그리고 材料等에 의하여서도 그 觀測值가 多少 差異가 생긴다. 現在 世界各國에서 公認되어 使用하고 있는 降水量計가 70餘種에 達하고 大部分의 國家에서 그들의 特殊한 標準降水量計를 選擇하고 있다. 그러므로 降水量計가 서로 다른 國家와 降水量을 比較한다는 것은 多少 모순성을 가지고 있다.

降水量은 紀元前 400년에 印度에서 世界 最初로 觀測되었다는 記錄이 있으나 組織的인 觀測網下에서 全國的으로 實施한 것은 1441年으로서 韓國이 처음이라 하겠다. 이와같이 約 2000餘 年間에 降水量計가 存在하여 왔으나 前述한 例와 같이 아직도 觀測值의 正確

性에 몇 가지 問題點을 內包하고 있다.

그러므로 여기에서는 氣象레이다 觀測에 관한 問題는 論外로하고 또 降水量測定裝置等과 같이 그 計器自體의 不良性에서 오는 誤差는 除外하고 主로 降雨量과 降雪量測定值의 正確性에 크게 影響을 주고 있는 바람과 그 밖에 관계되는 因子의 性質을 把握하고 따라서 앞으로 標準降水量計가 具備되어야 할 理想的인 條件을 說明코지 한다.

II. 바람의 影響

外面的으로는 降水量觀測이 다른 水文氣象要素의 觀測에 比하여 第一 簡單한 것처럼 보인다. 그러나 그림 1에서 表示한 것과 같이 이 觀測值에는 바람의 影響을 크게 받고 있으며 그 밖에 降水量計의 크기, 材料, 色 그리고 蒸發等과 觀測者에 의한 測定誤差等을 包含하고 있어 正確한 값을 얻기가 容易하지 않음을 알 수 있다.

1953년에 Kurtyka는 다음 要素에 의한 誤差를 表 1과 같이 調査했다. 이 表에 의하면 바람에 의한 誤차가 제일 크다는 것을 알 수 있다.

表 1. 降水量觀測值의 誤差(%)

증발	수분결정	색갈	경사	동위결	합계
-10	-0.5	-0.5	-0.5	+1.0	-1.5
바람		-5.0~-80.0			

1) 雨滴의 落下經路

雨滴의 落下經路에 대하여 바람의 影響을 調査하기 위하여 다음 몇가지 假定을 했다.

(가) 地球는 停止

(나) 重力加速度와 空氣密度는 問題의 高度內에서는 一定,

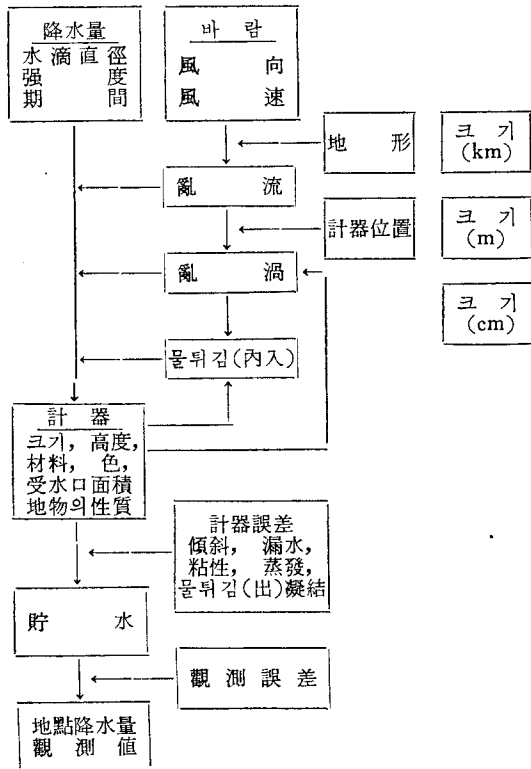


그림 1. 降水量觀測值의 正確性에 影響을 주는 過程

(다) 雨滴의 落下經路는 風向과 平行되는 垂直面內에 있다.

(라) 바람은 層流, 風向은 不變, 그러나 風速은 高度에 따라 變한다.

여기에서 使用한 記號는 다음과 같이 定義한다.

u_r = 雨滴速度의 水平成分,

u_w = 風速의 水平成分,

w_r = 雨滴速度의 垂直成分,

w_w = 風速의 垂直成分,

m = 雨滴의 質量,

g = 重力加速度,

z = 地面上의 垂直距離.

지금 雨滴이 運動中에 있는 大氣를 通하여 正常狀態에 達할때까지 落下하는 二次元的 경우를 생각한다. 나아가서 風速은 地面에 가까이 達할수록 減少하나 한 傾斜에 의하여 空氣의 收斂이 생겨 水平과 垂直成分으로 空氣가 加速되고 있다고 假定한다.

雨滴이 空氣中을 通過할때 抗力에 의하여 저항을 받게 된다. 이 抗力 D 는 雨滴의 速度 V_r 와 空氣의 速度 V_w 의 差의 自乘에 比例한다. 이 關係式은 다음과 같다.

$$D = \frac{1}{2} \rho \cdot s \cdot c (V_r - V_w)^2, \text{여기의}$$

ρ = 空氣密度

s = 雨滴의 投影面積

c = 抗力係數

雨滴落下의 경우에서 抗力은 그림 2에서 表示한 것 과 같이 垂直과 水平成分으로 나타낼 수 있다. 即

$K(w_r - w_w)^2$, 垂直成分

$K(u_r - u_w)^2$, 水平成分

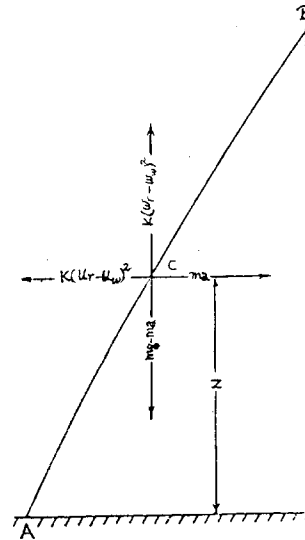


그림 2. 雨滴의 力學的平衡

여기의 $K = \frac{1}{2} \rho \cdot s \cdot c$ 로서 雨滴의 水平과 垂直投影面積이 같고 抗力係數도 兩成分이 같다고 假定한 것이다.

그림 2에서 雨滴의 運動方程式은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$\frac{dw_r}{dt} = g - \frac{K}{m} (w_r - w_w)^2, \text{垂直} \quad (1)$$

$$\frac{du_r}{dt} = \frac{K}{m} (u_r - u_w)^2, \text{水平} \quad (2)$$

方程式(1)과 (2)에서 w_r 와 u_w 는 高度(z)의 函數이다. 即 氣流가 水平層流인 경우에 雨滴의 落下經路를 생각하면 空氣는 加速이 없다. 그리고 水平으로 雨滴에 대한 抗力은 慣性과 平衡된다.

$$\frac{du_r}{dt} = \frac{K}{m} (u_r - u_w)^2$$

垂直으로는 $\frac{dw_r}{dt} = 0, w_w = 0$ 이므로

$$K \cdot w_r^2 = mg \quad (3)$$

여기의 w_r 는 雨滴의 終速度이다. Gunn과 Kinzer에 의하면 終速度는 $w_t = 4gd(\rho_w - \rho)3\rho c$ 로 표시된다. 여

기의 ρ_w 는水滴의 密度이고 이는 雨滴의 直徑을 의미한다. 單位는 CGS이다. 式(2)에서 K 를 消去하면 다음과 같은 式이 된다.

$$\begin{aligned} \frac{du_r}{dt} &= \frac{mg}{w_r^2}(u_r - u_w)^2 \\ \frac{dz}{dt} &= w_r \\ \frac{du_r}{dz} &= \frac{g}{w_r^3} \{u_r - u_w(z)\}^2 \end{aligned} \quad (4)$$

여기의 $u_w(z)$ 는 接地氣層內에서 다음式과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{\partial u_w}{\partial z} = \frac{u_t}{l}$$

여기 u_t 는 摩擦速度, l 는 混合距離 l 는 大氣의 安定度에 따라 決定된다. 만일 大氣가 中立狀態인 경우에는

$$l = K \cdot z$$

이 경우에 바람의 垂直分布는 다음과 같다.

$$u_w = \frac{u_t}{K} \ln \frac{z}{z_0}$$

여기 K 는 Karman常數, z_0 는 地面의 粗度이다.

式(4)에서 氣流의 變動이 없는 한 同一 크기의 雨滴은 그 落下經路가 同一하고 따라서 各 高度上에서의 雨滴사이의 水平距離가 같게 된다. 그림 3과 같은 垂直바람分布를 가진다면 地面에 대하여 그 經路가 오목하여지고 比較의 높은 高度에서는 이 曲率이 적고 地表約 0.5~1m에서는 더욱 크게 된다.

氣流가 어떤 地物에 의하여 上昇하므로 收斂이 생겨 加速되는 경우에 그림 4와 같이 上部는 式(1)과 같은 바람構造를 가지나 收斂域에 達함에 따라 雨滴의 落下

經路가 위로 오목하여지고 發散되어간다. 即 各 高度의 雨滴間의 間隔은 地表에 가까울수록 넓어진다.

反對로 氣流가 어떤 地物을 넘어 下降하므로 發散域이 생길 경우에는 雨滴이 그 下向傾斜地面에 達함에 따라 收斂하지 않으면 안 된다. 그러나 普通이 過程이 매우 徐徐히 일어나기 때문에 雨滴經路의 收斂이 比較的 뚜렷하지 않다.

2) 降水量計의 高度影響

降水量計에 의한 바람의 影響을 防止하기 위하여서는 受水口面이 地表面과 一致하는 埋沒型計器가 있으나 費用과 여러가지 不便한 點이 많아 一般化되고 있지 않다. 그러므로 大部分의 國家에서는 表 2에서와 알수 있는 바와 같이 地表面에서 取水口面까지 各各 다른 高度를 지니고 있다.

地表面에 露出된 降水量計는 그 周圍의 風系를 變化케 하고 亂渦(Eddies)를 形成시킨다. 受水口面에 바로 上部에서 생긴 亂渦들은 風速을 加速시켜 雨滴과 雪片의 落下經路를 變하게 한다. 이 結果로써 受水口內에 들어가려던 많은 雨滴(雪片)들이 다른 곳에 落下하게 되어 그 觀測值에 誤差가 생긴다. 이와같은 現象은 그

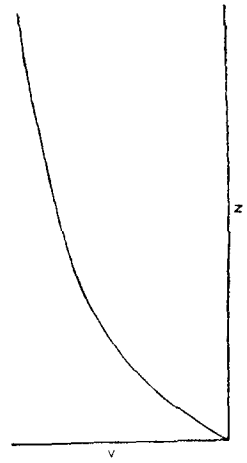
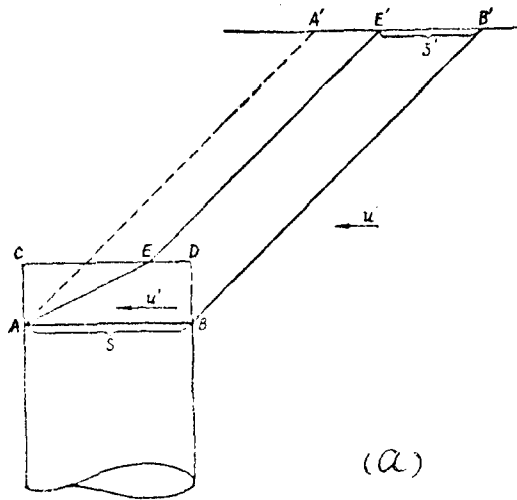
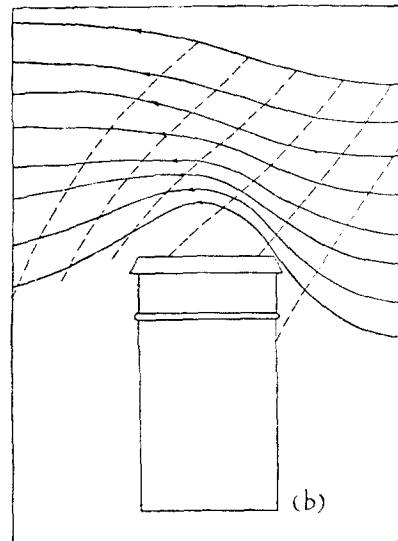


그림 3. 典型的인 바람의 垂直分布



(a)



(b)

그림 4. 降水量計에 의한 바람의 影響

(a) 氣流에 의한 雨滴經路

(b) 計器위의 氣流와 雨滴經路

표 2. 地表面上에 露出된 降水量計의 高度

國家	受水口面積(cm ²)	高度(cm)
韓國	314	30
美國	323	86
豪州	323	30
英國 型1	323	30
型2	129	30
佛蘭西	400	150
西獨	323	86

림 4의 圖表로서 明確하게 알 수 있다. 受水口の 面積 s (그림 4에서 直徑AB)를 가진 計器위에 風速의 增加域을 斷面 ABCD를 圓筒形으로 생각한다. 그리고 이 域內에 增加한 風速을 u' 라 하고 그 밖의 域은 風速의 變化가 없고 u 와 같다고 假定한다. 그리고 雨滴의 크기에 關係없이 그들의 水平速度가 風速과 같다고 한다. 雨滴의 落下經路는 기울어질 것이고 風速이 強하면 強할수록 더 傾斜가 생긴다.

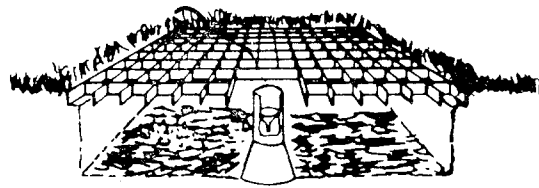
만일 風速의 加速域이 存在하지 않는다면 B'B와 A'A 直線사이의 經路를 가진 모든 雨滴은 그 計器內에 들어간 것이다. 그러나 風系의 加速 即 變化域이 있게 되면 B'B와 E'EA 사이의 經路를 가진 雨滴만이 降水量計에 들어가게 된다. 即 風系의 變化가 없는 域 S'를 通過한 雨滴이 受水口面積內, S에 落下한다. 故로 이와같이 地面에 露出된 降水量計는 그 量을 적게 觀測하게 된다. 이 現象을 Jevons效果라고 한다. 이 效果는 風速이 強하면 強할수록, 雨滴이 작으면 작을수록, 雪片은 크면 클수록 그리고 風系의 變化가 急激하면 急激할수록 크게 된다.

이와같이 降水量計가 바람에 露出되어 있을때 이 計器는 實際 地表面에 達하는 量보다 적게 觀測되게 하는 力學的인 메카니즘을 갖고있다. 이 不足量은 風速의 複雜한 函數에 比例한다.

Jevons 效果를 防止하기 위하여 1842년에 英國의 Stevenson이 埋沒式雨量計를 처음으로 創案했다. 그후 1861년에 Jevons 그리고 1878년에 Nipher에 의하여 다시 使用되었으나 充分한 試驗研究는 1930년에 Koschmieder에 의하여 이루어 졌다. 1958년에 Stanhill은 普通雨量計의 誤差를 평가하기 위하여 埋沒型計器를 利用했다. 現在에 埋沒型計器의 性質과 標準 降水量計와의 關係를 美國, 英國 그리고 소련 등에서 많이 研究되고 있다. 特히 1945년에 和蘭에서 Braak가 이 計器로서 처음 全國의인 調査를 한후 標準計器의 高度를 1.5 m에서 40cm까지 낮추었다.

最近에 英國과 소련에서는 埋沒型計器(그림 5)의 重要性이 높아가고 있어 이 降水量計에 대한 연구가 많

A. 英國



B. 소련

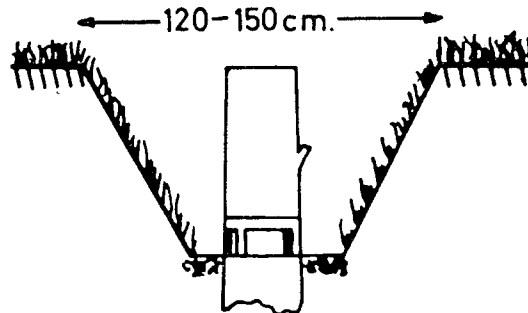


그림 5. 埋沒型降水量計

이 행하여지고 있다.

英國에서는 Law에 의하여 개발된 埋沒型降水量計(그림 5A)가 約 100個 地域에 設置되어 있다. 比較的 短期間 일지라도 英國의 南東地域에서 英國標準降水量計의 年降水量과 비교 했을 때 標準降水量計의 값이 埋沒型計器보다 3~7%가 不足했다. 그리고 比較的 濕하고 바람이 많은 西部地域에서는 그 不足量이 20%까지 達했다. 그림 6에서 보는바와 같이 두 計器사이의 差가 季節의으로 변하고 있음을 알 수 있다. 夏節이 적은 것은 一年中에 比較的 바람이 弱하고 雨滴이 크기 때문이다 하겠다.

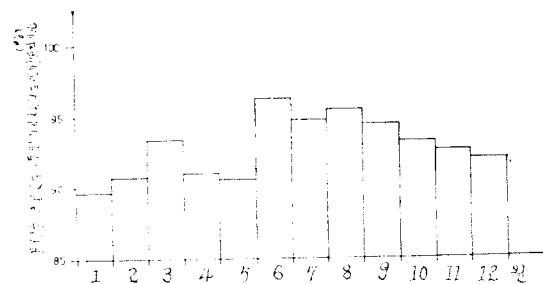


그림 6. 月平均 埋沒型觀測值 標準型觀測值의 比에 대한 季節變化

소련에서는 1962年 이후 降水量觀測法을 改良하는 計劃을 수립했다. 여기에는 두가지 目的을 包含하고 있다. 하나는 과거의 觀測資料를 埋沒型計器의 값으로

補正하는 方法을 考案하는 것과 다른 하나는 降水量을 보다 正確하게 觀測하기 위한 改良法이다. 後者의 目的을 위하여 200~300개의 水文氣象觀測所에 그런 5B와 같은 埋沒型計器를 設置했다. 그리고 보다 細密한 調査를 위하여 10個의 中央試驗所을 두고 있다. Koschmieder의 埋沒型降水量計와 普通降水量의 값과 比는 表 3과 같이 風速에 따라 다르다.

表 3. 埋沒型과 普通降水量計에 의한 平均比와 風速과의 關係

風速(m/s)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
比(埋/普)	1.00	1.04	1.11	1.23	1.41	1.67	2.00	(2.60)*	(3.40)

* ()는 固體降水

埋沒型降水量計는 바람에 의한 誤差는 거의 없으나 雨滴이 地面에 부딪쳐 생긴 물튀김이 問題되므로 이 效果를 除去하는 여러 方法이 研究되고 있다. 埋沒型外에 普通降水量計에 바람防止裝置를 設置하여 實用的으로 利用되고 있다. 이 方法의 代表的인 것으로서 Nipher型和 Alter型이 있다(그림 7). 이 둘은 各各長短點이 있으나 雪量觀測에 대해서는 Alter型이 適合하고 雨量에 대하여서는 Nipher型이 더 適合하다. 그리고 英國에서 土壁으로 바람의 影響을 막아 만든 計器도 있다(그림 8).

3) 地物의 影響

降水量計의 가까운 周圍에 建物이나 나무등의 地物이 있을때도 風系는 亦是 變하게 된다. 그러나 그 現象

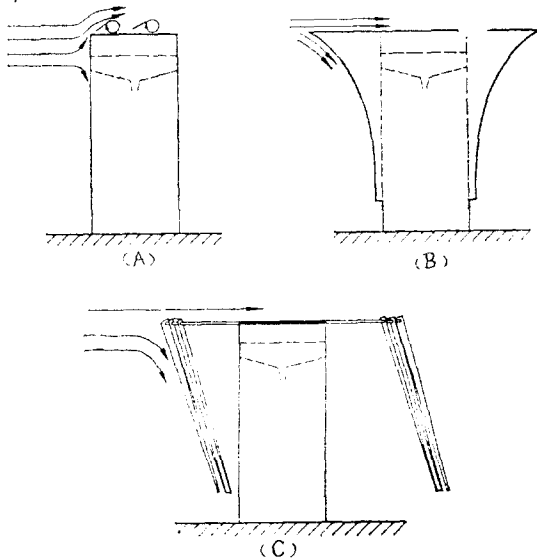


그림 7. 바람防止裝置를 한 各種降水量計

(A) 바람裝置가 없는 計器, (B) Nipher型 (C) (D) (E) Alter 또는 Tretyakov型

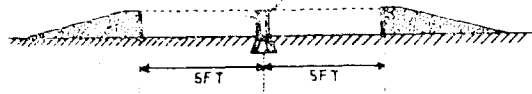
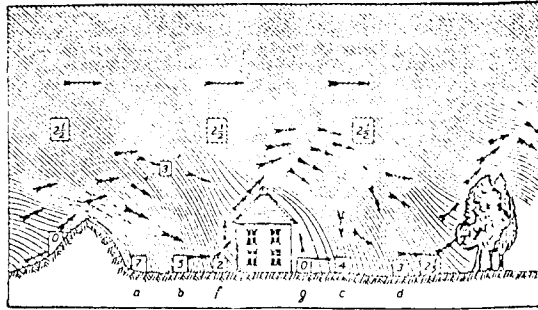


그림 8. 잔디벽을 가진 바람防止型

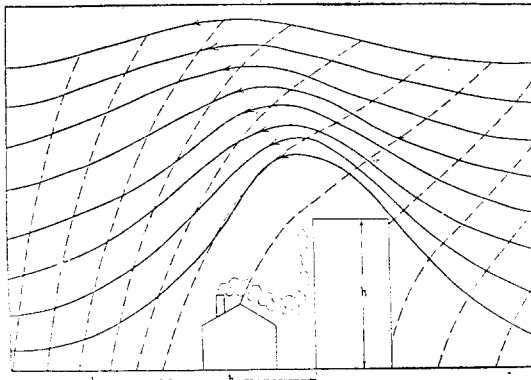
의 規模는 降水量計에 의한 경우보다 多少 클 것이다. 따라서 降水量의 低下分布도 달라질 것이다. 이 現狀의 메카니즘은 約 100年前에 英國의 Stow에 의하여 그림 9A와 같이 表示되었다. 이 그림 B에 의하면 地物의 風上測에 氣流의 收斂이 일어나고 風下測에 發散이 存在한다. 降水量의 遮蔽地域 밖에 있는 埋沒型降水量計는 雨滴이 큰 경우에 增量觀測이 되는 傾向이 있다. 그러나 작은 雨滴은 分散되어 오히려 減量觀測(underestimate)을 하는 경우도 있다. 增量觀測(overestimate) 경우는 露出降水量計의 氣流變化에 의한 減量觀測值보다 많으므로 이 減量을 補償하여도 增量效果가 나타난다.

地物에 對한 바람의 影響을 防止하기 위한 研究結果가 별로 없으나 世界各國에서 設定한 基準을 보면 다음과 같다. 建物이나 樹木등의 地物의 高度를 h 라고 地物과 降水量計間의 距離를 d 라 하면 $d > 2h$ 로 基準을 取한 國家가 14個國으로 第一하고 $d > h$ 를 取한 國家가 그다음으로 7個國이다. 이와같이 地物高度의 1~2倍로 取한 國家가 第一 많음을 알 수 있다. 그러나 世界氣象機構에서는 4倍以上으로 할것을 勸告하고 있다.

雨滴의 直徑, 1~2mm의 雨滴落下速度는 4~6m/sec 임으로 風速이 5m/sec 前後일 때 雨滴의 落下經路는



(A)



(B)

그림 9. 地物에 의한 氣流와 雨滴經路

(A) Stow에 의한 表示 (B) 建物에 의한 氣流와 雨滴經路의 典型圖

約 45°의 傾斜를 가지게 된다. 이것을 幾下學의으로 생각하면 風速이 5m/sec보다 더 強하면 雨滴은 地物에 의하여 雨量計에 들어가지 못한다. 만일 $d > 4h$ 인 경우에는 風速이 20m/sec以上이 되어야 雨量計가 地物의 影響을 안 받는다는 것을 쉽게 알 수 있다.

以上에 說明한 h 와 d 와의 관계는 雨滴의 落下途中에 直接 地物에 부딪쳐 雨量計에 達하는 量이 減少하는 경우에 限한 것이다. 그밖에 地物에 의한 氣流의 收斂이나 發散域에서 생기면 雨滴의 落下經路의 變化를 고려하면 d 의 最小距離를 決定하기가 簡單하지 않을 것이다.

4) 地形의 影響

一般的으로 地形에 의하여 생긴 氣流의 特性이 降水量計와 地物에 의하여 생긴 경우와 規模의 크기만 다를뿐 同一하나 이 큰 規模에서는 大氣의 安定度와 바람構造의 二次的인 效果가 加하여 있다. 그러므로 山의 風下側에 氣流의 收斂域이 存在하는 경우도 있다. 때로는 下流의 먼 距離까지 地形에 의하여 현저한 는

가 형성되어 더욱 複雜性을 갖게 한다. 이러한 問題를 Scorer등에 의하여 많이 分析되고 있으나 그림 10은 二次的인 效果를 除外한 가장 一般的인 경우 即 風上側에 氣流의 收斂과 風下側에 發散을 나타내는 경우를 표시한 것이다.

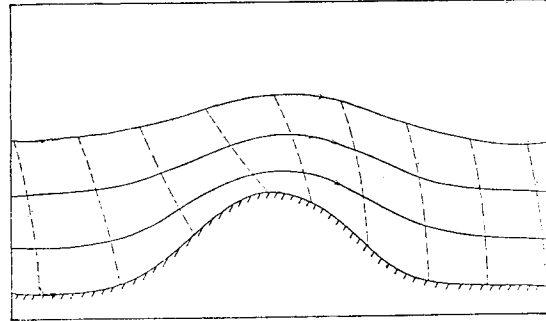


그림 10. 地形에 의한 氣流와 雨滴經路

地形의 特性에 따라 氣流는 다음과 같은 效果를 나타내고 있다. 즉 주어진 크기에 雨滴에 대하여 收斂과 發散의 結合이 水平面에 雨滴의 集中域을 形成하는 곳이 있다. 이 效果가 降水가 始作한 直後에 建物의 風下側에서도 종종 볼 수 있다. 雨滴이 큰 경우에는 이 集中域이 山頂의 幅에 따라 多少差異는 있지만 山頂에 가까운 風下側 附近에 나타난다. 그러나 작은 雨滴은 風下側의 下部域에서 생긴다. 이와같은 現象은 面積降水量을 把握하기 위하여서 山岳地方에 많은 降水量計가 必要함을 意味한다. 風下側의 氣流의 變化狀態는 그 山의 水平斷面의 幅과 風上側의 傾斜에 따라 크게 달라진다. 風下側의 골짜기가 넓고 얇은 곳에서는 氣流가 골짜기의 中央으로 向하여 水平層流를 形成한다. 그러므로 이 地域에서는 다른 誤差가 없으면 正確한 降水量을 測定하게 된다. 그러나 比較的 좁은 골짜기에서는 亂流 또는 停滯波를 形成하게 하는 風速, 그 構造와 安定度의 影響을 받아 降水量觀測值가 크게 變하는 傾向이 있다.

III. 其他의 影響

雨滴이 地表面에 落下할 때에 물튀김(Splash)이 생기는 경우가 있다. 埋沒型 降水量計나 受水口面의 高度가 낮을때 이 물튀김이 受水口에 들어가 貯水量을 增加시킨다. 이 誤差를 防止하기 위하여 受水口面을 地上 1m 또는 그 以上 設置하면 된다. 그러나, 受水口面의 高度가 높아지면 바람의 影響은 더욱 크게 되므로 滿足한 高度까지 높일 수가 없다. 그 튀김 效果波 周圍의 地表 狀態에 關係된다. 예를 들면 콘크리트

와 같은 딱딱한 면이거나, 水面일 때는 그 효과가 크고 草地나 모래面일 때는 작다. 길이 1mm 정도의 물길로 덮여 있는 돌 포장면에 直徑 5mm 되는 雨滴이 落下했을 때에 생긴 물튀김은 30~60cm의 高度에 達하고 直徑이 2.5mm以下되는 雨滴은 數 cm높이에 不 過하다. 그리고 降水強度가 強할때 裸地土壤面에서 最 高 約 20cm高度까지 達하나 疎한 잔디의 경우는 第一 낮은 便이다. 韓國과 같이 잔디面에서 約 30cm의 高 度에서는 이 效果를 無視해도 되나 受水口面이 地表面 과 같은 埋沒型計器에서는 물튀김 效果의 防止 裝置가 있어야 한다. 소련의 Struzer 등은 五個 觀測所에서 그 립 5B의 埋沒型 降水量計로서 물튀김에 對한 調查 結果를 表 4와 같이 얻었다.

表 4. 埋沒型降水量에서 물튀김에 의하 여 생긴 誤差(%)

관측소	無風	風速8m/sec
Pribaltyskajo	0.001	0.002
Pridesnjanskaja	0.006	0.010
Niznedevickaja	0.003	0.005
Orenbuog	0.008	0.014
Poti	0.022	0.038

表 4에 의하면 周圍가 水面일지라도 雨量計가 그림 5B와 같이 約 120cm되는 中央에 設置한 경우에 물튀 김은 無視할 程度이다. 그 周圍面이 잔디로 되어 있을 때는 水面인 경우보다 4~5배나 그 效果가 적다는 結 論을 얻었다. 그러므로 물튀김에 의한 誤差는 無視할 수 있다고 했다. 最近에 Green(1970)은 英國에서 化學 的인 試驗으로서 잔디에 의한 물튀김의 影響은 水平 移動 距離가 約 40cm 되는 곳부터 無視할 수 있다고 했다. 그림 11과 같은 降水量計는 물튀김의 影響을 全 然 안 받는 型의 하나이다.

受水口內에 들어간 雨滴이 內壁에 부딪치어 물튀김 이 밖으로 나와 貯水量을 減少하는 경우가 있다. 內壁 에 衝突한 雨滴은 普通 分裂하되, 細滴으로 되어 밖 으로 直接 튀어 나온것과 內壁에 附着하는 것이 있다. 內壁에 衝突하여 튀어 나오는 雨滴은 大部分 빛의 反 射現象과 같다. 雨滴이 集水部側의 壁과 이루는 角이 90度 보다 클때 튀긴 水滴이 밖으로 나오는 比率는 比 較的 적음을 알 수 있다. 韓國에서는 雨量計가 受水口 의 가장 자리의 任意點에서 들어간 雨滴의 經路와 內 壁과 이루는 角이 100度 이상일 때는 合格品으로 분 다. 바람이 強할때는 受水器內에 亂渦가 分裂된 細滴 을 運搬하여 나오기 쉽다.

雨量計內的 蒸發現象도 誤差의 主要한 原因이 된다.

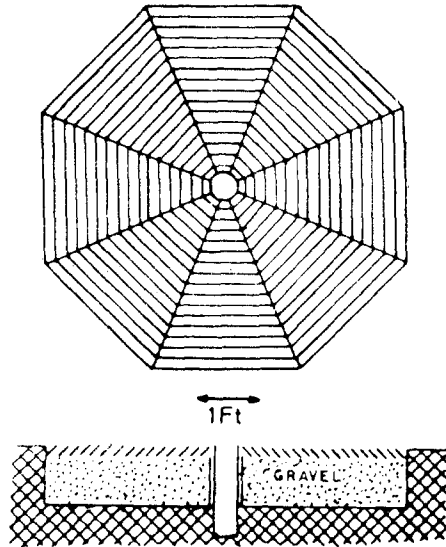


그림 11. 살장의 角루우브르型 (Angled-louvre type of grid)

경우에 따라서는 100%까지 誤差를 낼 수 있다. 소련 의 Golubev는 風速의 函數로서 蒸發에 의한 損失量의 式을 求하고 1日에 降水量 1mm의 損失量까지 가진 다 고 했다(그림 12참조). 蒸發은 두가지 경우로 생각할 수 있다. 하나는 受水器에 附着되어 있는 雨滴이 降水 期間이나 後에 蒸發하는 경우이고 또 하나는 貯水量이 蒸發하는 경우이다. 附着에 의한 誤差를 最少로 시키 기 위하여 貯水瓶으로 빨리 흘러 들어 가게끔 大部分 考案되어 있다. 그리고 貯水量의 蒸發로 受水器와 貯 水瓶사이를 좁게 함으로 蒸發量을 減少하게끔 大部分 만들어져 있다. 乾燥 地方에서는 油類를 計器에 加하 여 蒸發을 抑制한다. 때로는 計器內에서 凝結 現象이 일어나 誤差를 誘發케 하는 경우가 있다.

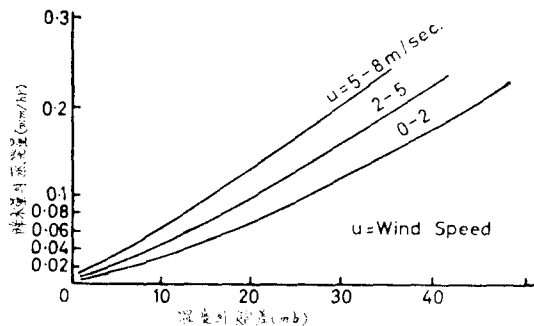


그림 12. 風速과 蒸發量과의 關係

受水口の面積은 넓으면 넓을수록 周圍의 영향이 적으므로 日常 觀測에 不便이 없는 限, 넓은 面積을 가지는 것이 좋다. 世界에서 公認되고 있는 降水量計로서 그 面積이 第一 적은 直徑을 가진 것이 10cm이고 第一 큰 것이 約 36cm(面積 1,000cm²)이다. 韓國의 標準雨量計는 直徑이 20cm이다. 受水나 面積이 너무 넓으면 管理面에도 不便하지만 蒸發과 물튀김등의 影響으로 誤差를 많이 가져올 우려가 있다. 그러나 너무 面積이 작으면 바람의 力學的인 影響外에 雨積의 無秩序 分布로 兩한 見本 採取의 誤差가 생긴다. 直徑이 10cm以上이면 이 誤差가 1%以下가 되므로 實用 目的을 위하여 合格品으로 보고 있다. 直徑이 20cm인 韓國의 雨量計는 0.36%의 誤差를 갖고 있다. 雨滴의 無秩序 分布에 의한 見本 採取의 誤差는 다른 原因에 의한 誤差에 比較하면 작은 量이라고 할 것이다. 受水器 및 貯水瓶의 內壁의 濕氣 狀態 卽, 水分粘性(Adhesion)에 의한 誤差는 무시할 수 없다. 소련의 Kurtyka는 이 效果에 의하여 0.5%가 減少량을 밝혔고 Nechaev는 Tretlyakov型 降水量計와 Nipher型 降水量計로서 1回 觀測에 0.2mm만큼 損失이 있음을 計算했다. 年降水量의 경우는 5~12%까지 誤差가 생기므로 이 效果를 無視 못 한다고 지적했다.

降雨觀測에서 考慮하지 않으면 안될 것은 特히 暴雪일 때 바람에 의하여 積雪이 運搬되어 增量 觀測될 수가 있다. 反對로 計器內의 雪量이 移動되어 減量 觀測되기도 한다. 그리고 受水口面의 높이도 눈이 쌓임에 따라 달라 짐으로 바람의 效果도 變하게 된다. 이와같이 降雪量 觀測은 더욱 誤差를 더 많이 含有할 수 있는 여건을 갖고 있다. 受水器나 바람 防止裝置의 面에 눈이 쌓이거나 着水되어 受水口 面積을 變化시키는 경우도 있다.

이 밖에도 計器의 表面色과 受水口面의 傾斜등에 따라서도 誤差가 있음을 表 1에서 알 수 있다.

IV. 結 論

計器觀測値는 앞에서 說明한 바와 같이 眞降水量(true precipitation), 計器의 性質과 그 場所의 特性, 그리고 關係氣象條件등의 函數라고 하겠다. 特히 바람에 의한 力學的인 影響이 觀測値에 크게 作用하고 있음을 알 수 있다. 만일 降水量計가 製作과 設計에 의한 誤差만 가지지 않는다면 다음과 같은 結論을 말할 수 있을 것이다.

地表面에서 數千km 高度까지 바람이 없다면 地表面

과 受水口面사이의 高度에는 關係없이 어느 計器든지 正確한 眞降水量을 測定할 수 있을 것이다. 그리고 計器自體에는 바람의 影響은 없고 또 그 上層의 氣流가 水平層流로서 地形의 特性에 의하여 加速되지 않은 경우에도 같은 結果를 얻을 것이다. 計器가 바람의 影響을 받을 때는 眞降水量을 일기가 어렵다. 卽 受水口面이 地表面에 露出되었을 때는 眞降水量보다 減量を 觀測하게 된다. 그리고 地物이나 地形에 의하여 局地的으로 風速이 變할 경우에는 減量 또는 增量觀測을 하게 된다. 어떤 條件下에서도 든지 第一 좋은 降水量 觀測法은 地表面과 受水口面이 같은 埋沒型降水量計에 의한 것이라고 하겠다. 이 方法으로서 受水口面의 高度影響에 의한 減量誤差는 거의 除去할 수 있으나 觀測場所가 주위의 代表性을 나타낼 수 없는 경우에 地物과 地形의 影響은 이 方法 亦是 받게 된다. 바람의 影響을 除去하기 위하여 防止裝置를 한 降水量計도 거의 同一한 結果를 가진다. 그러나 그 防止裝置의 試驗은 高度에 따라 觀測値가 一定하여야 되나 아직 이러한 裝置를 만들기는 不可能 한 것 같다. 地形의 影響을 많이 받는 地域에서는 觀測位置의 代表性을 考慮하고 地形의 特性에 따라 比較的 密한 降水量觀測網이 設置되어야 함을 알 수 있다.

이와 같이 지금은 正確한 降水量觀測値를 얻기 위하여 廣範圍한 研究이 이루어져야 할 段階라고 생각한다. 따라서 1971년부터 WMO에서 主幹한 埋沒型降水量計와 各國의 標準計器사이의 比較觀測事業에 韓國도 積極參與하여야 할 것이다. 따라서 改良된 標準降水量計가 開發됨에 따라 過去記錄値에 對한 補正問題도 同時에 研究되어야 할 것이다.

主要 參考 文 獻

- Rodda, J. C. 1971: The Precipitation Measurement Paradox-the Instrument Accuracy Problem. Rept. No. 16, WMO/IHD
- Struzer, L. R. 1965: Principal Shortcoming of Methods of Measuring Atmospheric Precipitation and Means of Improving Them. GGO, No. 175, pp. 5-23 (Translated by D.B. Krimgold)
- Moss, J. M. 1960: Exposure Factors Affecting the Accuracy of Precipitation Measurements. Seminar on Rain, Pap. No. 6/z, Sydney
- 川畑幸夫, 1961: 水文氣象學, 日本地人書館