

新しい降水量測定方法と従来の降水量測定との比較検証に関する研究

水文気象研究室

杉山 友加里

1. 研究背景

日本では、気象業務法及びその下位法令により、公共的な気象観測には、検定に合格した貯水型雨量計又は転倒ます型式雨量計を用いることとされている。気象庁をはじめ地方公共団体や運輸・電力等の事業者が広く使用している転倒ます型雨量計である。一方、田村式降水強度計は、特別に工夫した、捕捉率の良い受水器で検出した降雪をヒータで融解し、ノズルにより水滴とし、これを光電センサーで検出し降水強度を約 0.005mm 単位で計測するものである。従来から単位時間(通常 1 分)の間に滴下する滴下数をカウントして降水量に変換することで降水量を測定していたが、滴下時間間隔が降水量によって変化することを利用して、新たにその時間間隔を用いた降水量の測定を実験室にて行い、時間間隔と降水量の関係式が導出された。

2. 研究目的

転倒ますの場合、1 時間当たりの左右交互に転倒する回数を数えることによって雨量が測られる。また、雨量は 0.5mm ずつしか測ることができない。しかしながら、田村式降水強度計により滴下時間間隔で雨量を算出すると、転倒ますよりも細かく降水量が記録されるので同じ条件で測定すれば転倒ますよりも有効である。そこで本研究の目的は、実際に降っている雨量について転倒ますを使用して得られた雨量データと田村式降水強度計を使い、滴下時間間隔を用いて実験室で算出した方式を比較し、検証することである。

2. 測定器と使用データ及び手法

2.1 測定方法

転倒ます型雨量計と田村式降水強度計の 2 つの測定器を使用する。

転倒ます型雨量計は転倒ますが 2 組に分けてあり、一方のますに雨水が溜まって一定量になると転倒して排水され、続いて他方のますに注水される。転倒ますが倒れる毎にパルスが発生する仕組みとなっているので、一定時間内のパルスを測ることにより雨量を観測する。一方、田村式降水強度計は、水滴検出にオリジナル開発の反射型光電スイッチを採用しており、検出部が多少傾斜しても検出ミスがなく、さらに軽量で消費電力が小さいといった特徴がある。今回用いた観測データは、製造元で所有している SR-TE001:スノーレンジャー(防水 BOX なし)を使用して得られたデータである。製造元は新潟県小千谷市にあり、製造元の屋上で計測された雨量計データを使用する。同時に前述の転倒ます型雨量計を併設して測定した。

2.2 使用データ

本研究では、2012 年 1 月 7 日から 2012 年 7 月 25 日までの雨量データを使用する。このデータには測定した年月日、時間雨量、転倒ますカウント数、ドロップインターバルなどが入っている。ドロップインターバルは 22 秒以上は一定とみなす。

から P を求める式を製造元が室内実験で導出した。式(1)を以下に示す。

$$\left. \begin{aligned} P &= 20.696 \times T_D^{-1.063} & (0.45 \text{ sec} \leq T_D < 22 \text{ sec}) \\ P &= 17.263 \times T_D^{-1.277} & (0.28 \text{ sec} \leq T_D < 0.45 \text{ sec}) \\ P &= 13.718 \times T_D^{-1.422} & (T_D < 0.28 \text{ sec}) \end{aligned} \right\} (1)$$

ここで、 T_D は滴下間隔(s)、 P は降水量(mm/hour) を表している。

2.3 雨量の算出方法

2.3.1 転倒ます 1 回カウント毎における場合

(i) 転倒ます

転倒ますから求める降水量を P_t (mm/h) は、転倒ます CLOSE の時間と OPEN の時間の差を ΔT_t (ms) とすると、式(2)で求められる。

$$P_t = 0.5 \left(\frac{\Delta T_t}{1000} \times \frac{1}{3600} \right) \quad (2)$$

(ii) 滴下間隔を用いた式

T_D は、30 秒毎のデータしか利用できないため、30 秒間の滴下数 N_{30} から求めることとする。さらに 30 秒データを集計開始から $i=1, 2, 3 \dots N$ とし、 i 番目の T_{Di} は式(3)によって算出できる。

$$T_{Di} = \frac{30}{N_{30i}} \quad (3)$$

式(1)の変換を F とすれば

$$P_D = \frac{\sum_{i=1}^N F(T_{Di})}{N} \quad (4)$$

となる。 N は転倒ますの CLOSE と OPEN までの間の 30 秒データの数である。

(iii) ドロップ数積算(A)を考慮した時間雨量

30 秒間の記録の前後に転倒ますの記録が入るので、正しくは、転倒ますの記録時刻とその間のドロップ数を加えることが必要である。そこで、ドロップ数積算を利用することとした。表 1 にドロップ数と 30 秒間の滴下を示す。 A をドロップ数積算、 N_3 を A から求めたドロップ数、 N を 30 秒間の滴下数とする。ドロップ数積算を用いた後の値から前の値を引き、ドロップ数を求める。すると、表 1 で定義した ΔT_{3i} 、 N_{3i} を用いて、

$$T_{Di} = \frac{\Delta T_{3i}}{N_{3i}} \quad (5)$$

$$T_{Di} = \frac{\Delta T_{3i}}{N_{3i}} \quad (6)$$

となる。

・ 滴下間隔を用いた方法

本研究では、滴下間隔から累乗の関数で近似して T_D

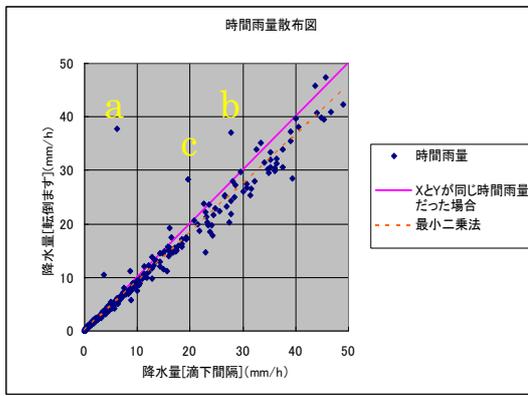


図-1 時間雨量散布図

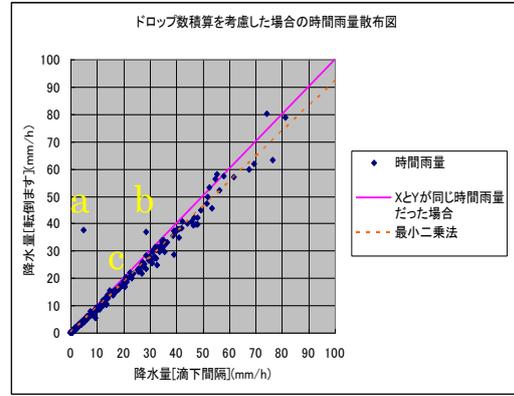


図-2 時間雨量散布図

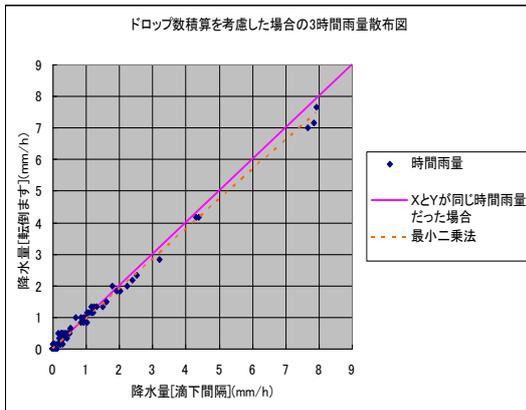


図-3 3時間雨量散布図

表 1 ドロップ数と 30 秒間の滴下数との比較

	$\Delta T_3(s)$	A	N_3	N		
5:24:46	331843906	11047	9	220	0	916419.31 TENTO CLOSE
5:24:46	331843906	11047	0	220	0	916419.31 TENTO OPEN
5:25:02	16	-	11059	12	220	0 0
5:25:32	30	-	11094	35	220	35 0 0
5:25:50	18	331907611	11132	38	221	0 921283 TENTO CLOSE
5:25:50		331907779	11132	0	222	0 921283 TENTO OPEN

2.3.2 3時間雨量における場合

・転倒ます

3時間ごとにデータを区切り、転倒した回数を求める。3時間以内に転倒した回数に、0.5mm用の転倒ますなので0.5(mm)をかけて3時間雨量なので1時間雨量にするために3で割る。

・滴下間隔を用いた式

3時間ごとにデータを区切り、2.3.1(b)と同様に計算し、平均値を算出する。

3.結果と考察

図1に、2.3.1(b)を用いた2012年5月30日から2012年7月25日までの時間雨量散布図を示す。最小二乗法により $y=0.9122x$ 、相関係数は $R=0.9778$ になった。図1から、時間雨量にはばらつきがあり、降水量は転倒ますよりも計算式のほうが多い。ドロップ数積算を考慮していないため、転倒ますが0~1個のときは除くこととした。また図中 a、b、c は共通して相関性がみられなかったそこで、ドロップ数積算を考慮し、相関性がない点について、2.3.1(c)の方法を用いて計算すると、2.3.1(b)の方式とでは、相関性が異なった。そのため、2.3.1(c)で示した手法を考察し、この計算を全体で行うと図2の結果となる。図2に時間雨量散布図を示す。

図2より最小二乗法で計算すると $y=0.9224x$ 、相関係数は $R=0.9893$ になった。図2から、ドロップ数積算を考慮した場合は、より相関性の高い結果となるため、ドロップ数を正しく評価する必要があると考えられる。cは修正され、a,bは依然として修正されていない。そのため a,bはこの集計では避けられない誤差であり、その原因は室内実験(計算式)もしくは測定器にあると考えられる。また、滴下間隔から算出した降水量が転倒ますから算出した降水量よりも傾きが小さくなった。測定器の

許容誤差が約3%、計算式の許容誤差が約3%の合わせて6%なので、許容される誤差を超えている。

次に3時間雨量で降水量を算出した結果を図3に示す。図3より、最小二乗法で計算すると $y=0.9428x$ 、相関係数は $R=0.9971$ になった。3時間雨量で降水量を算出しても滴下間隔から算出した降水量が転倒ますから算出した降水量よりも傾きが小さくなるが、その誤差は図2とほとんど変わらない。また1番の滴下イベントをすべて記録していれば検討しやすいと考えたが、1番の滴下イベントを使って降水量を求めた場合、傾きがさらに小さくなると考えられるので、誤差がさらに大きくなる可能性が考えられる。

3.まとめ

- ・相関係数が0.98~0.99だったことから、転倒ますの降水量と計算式の降水量に相関性がある。
- ・ドロップ数積算を考慮することで、相関性の高い結果が得られる。
- ・1番の滴下イベントをすべて記録していれば検討しやすかったが、その場合、さらに誤差がでる可能性があると考えられる。
- ・相関性のなかった点は今回の集計では避けられない誤差であり、その原因は室内実験(計算式)もしくは測定器にあると考えられる。さらに設置場所が離れていたり高さが違うなど同じ条件で計測できていなかった可能性がある。
- ・最小二乗法で求めたことにより滴下間隔から求めた降水量に0.92~0.94をかけると転倒ますの降水量になり、測定器の許容誤差よりも大きくなった。