

(Ⅱ - 36) レーザ光を用いた雨滴計の作製 (その1)

中央大学理工学部 学生員○鈴木 敦

中央大学理工学部 学生員 養島弥成

中央大学理工学部 正会員 山田 正

1. はじめに 現在、降雨・降雪の空間分布を調べる手段の一つとしてレーダ雨量計が用いられている。これは目標の降水粒子による電波の散乱強度を捕らえることにより定量的な降雨の測定を行うものであるが、その際、散乱強度の重要なパラメータとなるのが降水粒子の粒径分布である。

著者らは雨滴の粒径を精度良く、かつ効率的に計測するために、レーザ光を用いた雨滴計を作製した。これによって地上における雨滴の粒度分布を計測し、レーダ雨量計の精度を検討するのが目的であるが、今回は、この雨滴計のシステムと特性について報告する。

2. 装置概要 a) 測定原理 幅 5 mm、厚さ 1 mm のレーザ光線 (波長 $0.78\mu\text{m}$) 内を雨滴が通過する際、雨滴によってできる遮へい面積の大きさにより受光量が減少する。これを利用して雨滴の粒径を計測する。

b) 装置 装置の概略図を図1に示す。レーザの投光器及び受光器が雨に濡れないよう、カバー付きの台に固定し、計器類はクーラーボックスの中に収納してある。

c) 観測方法

タイマーによって測定間隔 (今回はすべて 1 秒) を設定し、その測定間隔内に通過した雨滴による最大出力電圧をデジタル表示器に表示している。この表示値を、10 秒に 1 回データロガーに記録する方法を今回は採用している。

3. 雨滴計の検定 検定曲線は、実験室内において作った水滴の重さをはかることにより水滴の直径を求めた。この直径と雨滴計から測定した出力電圧との対応関係から求めた。また、直径 2 mm 以下の水滴を作るのが困難であったため、2 mm以下の検定はガラス玉により行った (図2)。検定結果は、完全な球における遮へい面積から計算した理論値 (点線) よりもわずかに大きめではあるが理論値によく乗っており、以後この検定曲線 (実線) によって出力電圧を直径に変換する。

4. 観測結果と考察

(1) 観測データ この雨滴計による測定結果の1例を図3に示す。

a) 観測地点 中央大学理工学部水理実験棟南側

b) 観測期間 1992. 12. 1. 16:53~1992. 12. 2. 10:39

(2) 雨滴の粒径分布 雨滴計による測定結果から、

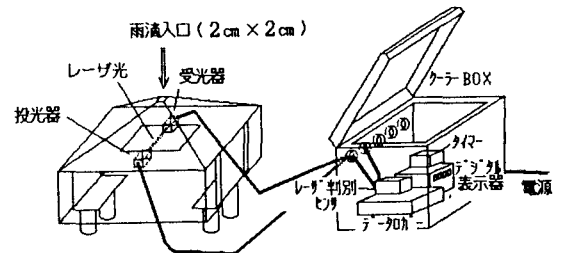


図1 システム概略図

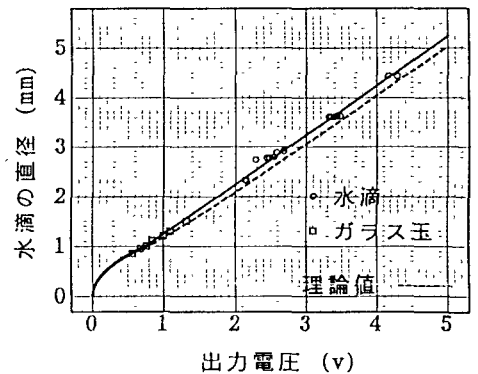


図2 検定曲線

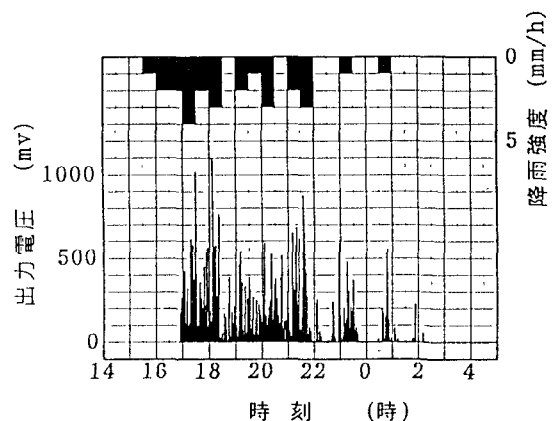


図3 雨滴計観測データ

直径Dの雨滴の空間分布Ndは雨滴の落下速度式にBestの式を用いて次式により求める。

$$Nd = \frac{N(D)}{V(D) \cdot T \cdot S \times 10^{-6}} \cdot \frac{1}{\delta D} \quad \dots (1)$$

$$V(D) = 9.58(1 - \exp(-(D/1.77)^{1.147})) \quad \dots (2)$$

ここに、N(D)：直径D(mm)の雨滴の個数

S：雨滴計の計測部面積(mm²)

T：測定時間(s)

V(D)：直径Dの雨滴の落下速度(m/s)

δD：雨滴の直径幅

一方、一般に雨の粒径分布は、Laws and Parsons(1943)の雨滴の粒径分布の観測データを用いて、Marshall and Palmerにより設定された次の式が用いられている。

$$N_D = N_0 \exp(-\lambda D) \quad \dots (3)$$

ここに、N_D：直径D(mm)の雨滴の数、D=0で N_D=N₀=8000(m⁻⁴)

λ：4.1×R^{-0.21}(mm⁻¹)

R：降雨強度(mm/h)

図4と図5は、12月1日の17:00～18:00と18:00～19:00の間の雨滴計の測定結果とMarshall-Palmer分布による空間分布との比較を示したものである。両図とも約0.5mm以上の粒径では、Marshall-Palmer分布に近い値を示しているが、それ以下では、観測値の方が大きな値を示している。

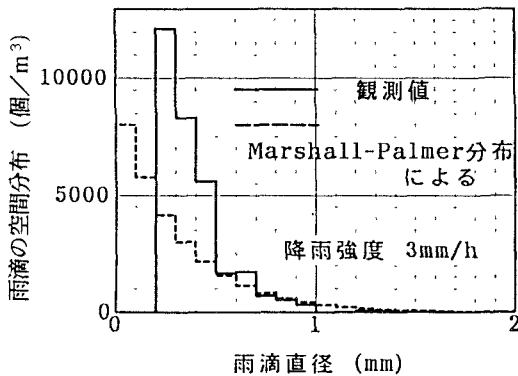


図4('92/12/1 18:00～19:00)

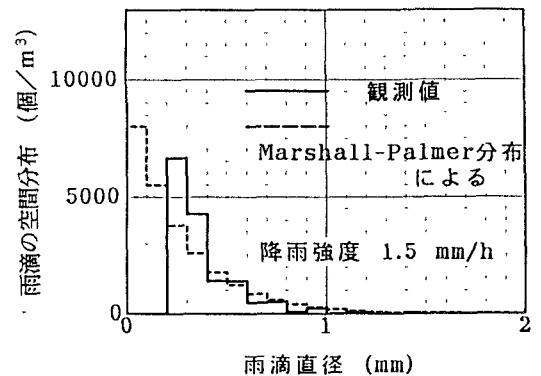


図5('92/12/1 19:00～20:00)

(3) 考察 今回の雨滴計により雨滴の空間分布を計測することが可能であることがわかった。以後は

①データの記録の仕方、②雨滴入口部分の改良及び、レーザ幅の改善、③雪の測定観測、について考慮していく。

参考文献 1)建設省土木研究所：DNDレーダによる降水現象の観測に関する共同研究報告書(第2報)、土木研究所資料第2757号、P.130、1989.

2)建設省土木研究所：DNDレーダによる降水現象の観測に関する共同研究報告書(第3報)、共同研究報告書39号、P112、1990.