

## (Ⅱ - 41)

## 降雨観測における観測面積と観測時間の与える影響

中央大学理工学部 学生員 ○菊地 泰隆  
中央大学大学院 学生員 鈴木 敦

中央大学理工学部 正員 日比野 忠史  
中央大学理工学部 正員 山田 正

### 1. 研究の目的

近年、レーダ雨量計により広範囲にわたる降雨観測が可能となってきたが、レーダ雨量計は電波による瞬間の測定値をもとに降雨観測を行っているのが特徴である。一方、地上の降雨観測には現在、直径20cmの雨量計が用いられている。本研究は降雨観測における観測面積、観測時間による測定誤差に注目し、その特性を明かにする事を目的としたものである。

### 2. モデルの概要

本研究では、モンテカルロ法を用いて降雨シミュレーションを行い、各測定面積、観測時間での降雨強度を求め、与えた降雨強度との差を検討する(図1参照)。疑似降雨については雨滴を粒径ごとに直径0mm~6mmまで0.1mm刻みで60のランクに分け、それぞれに落下座標と落下時刻を割り当てるという手法を用いた。落下座標については簡単のためにx, y座標に一樣乱数を用い、落下間隔は各粒径ごとに指数分布の乱数が成立すると仮定している。評価方法については降雨面積(1m<sup>2</sup>)を0.01(m<sup>2</sup>)ごとに100ステップに(図2参照)降雨時間(1h)を10秒ごとに360ステップに分割してこれを変化させながら各々について降雨強度を求め、与えた降雨強度との比較を行う。同時に気象レーダによる雨量観測時に重要となるレーダ反射因子Zについても同様に観測面積、観測時間に関する測定誤差の検討を行う。

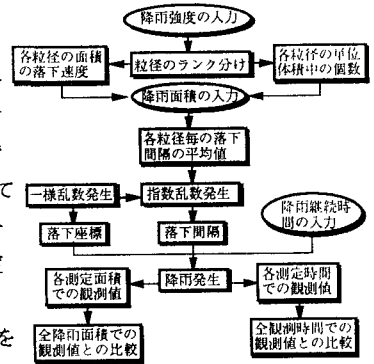


図1 モデルのフローチャート

### 3. 雨滴の落下速度、空間分布とレーダ反射因子について

本研究の疑似降雨には雨滴の落下速度にBest(1950)による式-①、雨滴の空間分布にMarshall&Palmer(1948)による式-②を用いており、以上2式より雨滴の落下間隔の平均値を求め、指数分布に従う乱数を発生させる。また、レーダ反射因子は③のように表される。

$$N_D = 8000 \exp(-\lambda \cdot D) \quad \text{①}$$

$$V = 9.58 \left\{ 1 - \exp\left(-\left(\frac{D}{1.77}\right)^{1.147}\right) \right\} \quad \text{②}$$

$$Z = \int_0^{D_{\max}} (D^6 \cdot N_D) dD \quad \text{③}$$

$N_D$ : 雨滴の粒径分布( $\text{mm}^{-1}/\text{m}^3$ ),  $\lambda$ :  $4.1 R^{-0.21} (\text{mm}^{-1})$

$D$ : 雨滴直径(mm),  $V$ : 雨滴の落下速度(m/s),  $R$ : 降雨強度(mm/h)

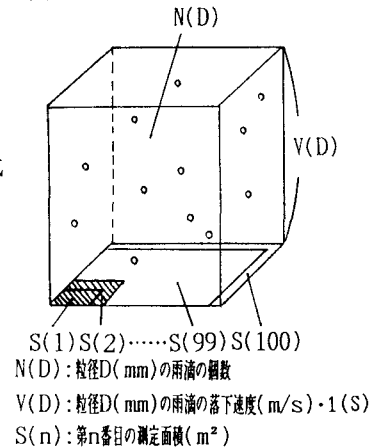


図2 モデルの概念図

### 4. 結果と考察

図3は●が著者らが開発したレーザ雨滴計による平成3年5月14日の東京都文京区中央大学構内での降雨の観測値、実線が指数分布に従う確率密度の理論値である。他の粒径の雨滴でも同様の結果が得られており、粒径ごとに雨滴の落下間隔が指数分布で表されることがわかる。つぎに、降雨強度30mm/hの疑似降雨を10回発生させ測定誤差の検討を行った図を示す。図4は与えた降雨強度に対する各測定面積での降雨強度の割合、図5は与えた降雨強度に対する各測定時間での降雨強

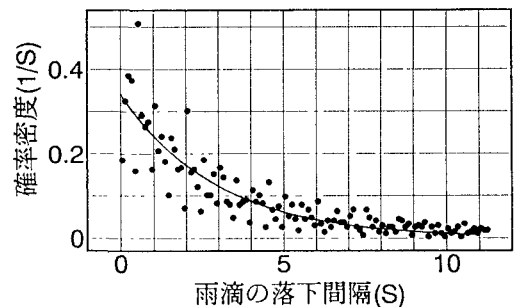


図3 雨滴(0.2~0.3mm)の落下間隔とその確率密度

度の割合を示したものである。図6は全降雨面積のレーダ反射因子に対する各測定面積でのレーダ反射因子の割合、図7は全降雨時間のレーダ反射因子に対する各測定時間でのレーダ反射因子の割合を示したものである。図5、図7において地上雨量計、レーダ雨量計ともに観測時間250~700秒程度で降雨強度、レーダ反射因子が増加しているがこれは計算機の打ち切り誤差の蓄積によるものであり本質的なものではない。以上より安定した地上観測を行うためには降雨強度30mm/hの降雨の場合、図4より雨量計の開口面積が0.1(m<sup>2</sup>)以上、図5より観測時間で250秒以上必要であり、同様にレーダ雨量計による雨量観測においては図6より観測面積が0.2(m<sup>2</sup>)以上、図7より観測時間で350秒以上必要であり、それ以下ではバラツキが激しく特に短時間観測による観測値は地上観測、レーダ雨量計による観測とともに非常に不安定であることがわかった。

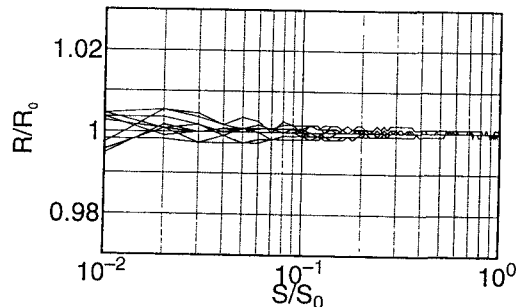


図4 観測面積による降雨強度の変化  
S:観測面積 S<sub>0</sub>:降雨面積(1m<sup>2</sup>)  
R:各観測面積での降雨強度  
R<sub>0</sub>:与えた降雨強度(30mm/h)  
降雨継続時間:1h

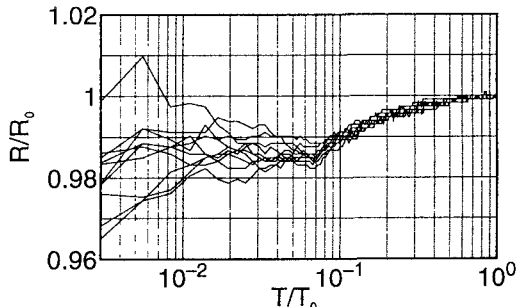


図5 観測時間による降雨強度の変化  
T:観測時間 T<sub>0</sub>:降雨時間(1h)  
R:各観測時間での降雨強度  
R<sub>0</sub>:与えた降雨強度(30mm/h)  
降雨面積:1m<sup>2</sup>

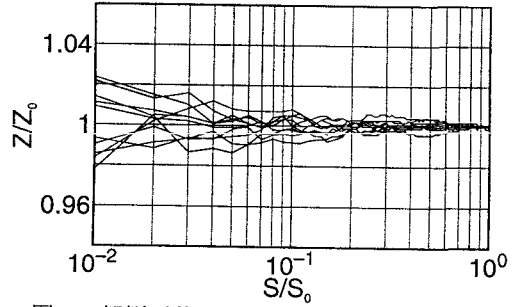


図6 観測面積によるレーダ反射因子の変化  
S:観測面積 S<sub>0</sub>:降雨面積(1m<sup>2</sup>)  
Z:観測面積でのレーダー反射因子  
Z<sub>0</sub>:全降雨面積でのレーダー反射因子  
降雨継続時間:1h

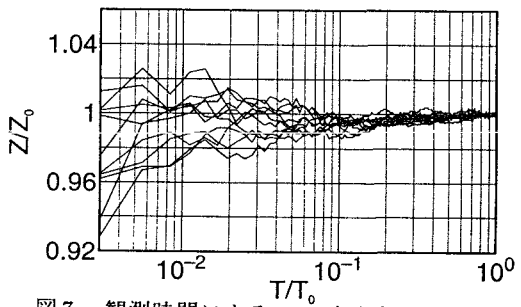


図7 観測時間によるレーダ反射因子の変化  
T:観測時間 T<sub>0</sub>:降雨時間(1h)  
Z:各観測時間でのレーダー反射因子  
Z<sub>0</sub>:全観測時間でのレーダー反射因子  
降雨面積:1m<sup>2</sup>

謝辞

本研究の遂行にあたり、(財)河川情報センターより研究助成金の補助を受けている。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献 (1)Marshall, J.S., and W.Mck.Palmer:The distribution of raindrops with size, J.Meteor., 5, pp.165-166, 1948. (2)建設省土木研究所:降水現象のレーダ観測に関する調査報告書、土木研究所資料集第2353号、pp.45-59, 1986. (3)Best, A.C.:Empirical formulae for the terminal velocity of water drops falling through the atmosphere, Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 76, pp.302-311, 1950. (4)沖 大幹、虫明 功臣、吉野文雄:雨滴計データを用いた雨量計の校正、水文・水資源学会研究発表会要旨集、PP.239-242, 1989. (5)鈴木 敦、日比野 忠史、山田 正:レーザ光を用いた雨滴計の試作とそれを用いた雨滴粒径分布の観測、水文・水資源学会研究発表会要旨集、pp.212-213, 1993.