

東南アジア山岳地域における 降雨レーダと雨量計を用いた降雨観測手法の検討

2008年3月 自然環境学専攻 66723 中山悠

指導教員 横張真教授

キーワード：降雨、降雨レーダ、雨量計、東南アジア山岳地域

1 背景と目的

東南アジア、とりわけ山岳地域においては、防災や水資源管理のために降雨観測の必要性が高まっているが、現業としての降雨観測は進んでいない。ここで、降雨観測はむやみに高密度に行えばよいというものではなく、降雨の時空間特性に応じて適切な時空間間隔をもって行うべきである。本研究においては、GAME-T プロジェクトにおいて東南アジア山岳地域で実験的に取得された高密度な降雨レーダと雨量計のデータを用いて、既往のレーダ雨量解析で用いられる雨量推定手法の有効性を検討し、当地域において最良と思われるパラメータを決定する。次に当地域における雨量時空間分布の基本的な特徴を把握することを通じて、今後長期間観測を継続するための現実的な観測手法を、とくにレーダ観測の時間間隔および雨量計の展開密度の面から検証する。

2 対象地とデータ

対象地はタイ王国北部山岳地域の Mae Chaem 流域である。解析期間は 1998 年、1999 年の雨季（5～9 月、年平均 1500mm 内の約 1150mm がこの時期に降る）とした。雨量計データは、Mae Chaem 川流域 3853k 内 15 地点に設置された転倒マス式雨量計によるもので、一転倒 0.5mm で転倒時刻が記録され、正時区切りの時間雨量データが作成されている。降雨レーダは、遮蔽物の少ない山頂（1160m）に設置されタイ王立人工降雨・農業航空局が運用している Om Koi レーダ（17.8081° N、98.4325° E）を使用した。

3 結果と考察

3.1 降雨レーダと雨量計による降雨量推定

層別平均値法により、レーダ観測値から降雨強度を推定するパラメータを求めた。雨量計 1 時間雨量（以下 R_g ）を真値とみなし、レーダ 1 時間メッシュ雨量（以下 R_r ）の精度を評価した。指標として総降雨量比（以下 P ）と 2 乗平均平方根誤差を用いた。ここでは P の結果を示す（図 1）。全降雨を通して、 R_r は R_g の 7 割程度の雨量を算出した。強雨において R_g の 5 割弱と過小評価であるが、そのような強雨が総降雨量に占める割合は 30%、頻度は 5% 未満と低い。一方、総降雨量の 30%、総降雨頻度の 70% を占める弱雨の推定精度は高い。よって、強雨の場合を除き任意の地点において真値に近い降雨量推定が可能

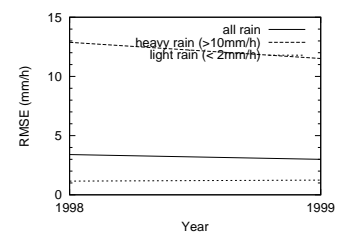


図 1 R_r の R_g に対する総降雨量比

であることが示された。

3.2 降雨の時間分布特性とレーダ観測時間間隔

R_g を真値とみなし、仮想的にレーダ観測回数を間引いた際の降雨量推定精度変化を検討した。3.1 の結果は 5 分間隔にあたり、その P を最良推定比 P₀ とみなした。結果、60 分で P は全降雨強度にて P₀ に対し 80% を切った (図 2)。流域内の 1 地点における降雨の継続時間分布を検討すると、降雨開始からの経過時間が 15 20 分における降雨量が最も多く、30 分以内の降雨量が全降雨量の 40% 前後に達した。降雨継続時間が 30 分程度であることがレーダ観測時間間隔 30 分以上での精度低下の原因と考えられる。精度維持のためには、時間間隔 30 分以内でのレーダ観測が求められることが明らかとなった。

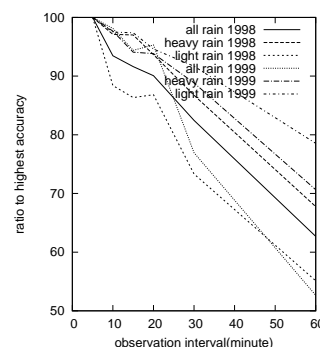


図 2 レーダ観測時間間隔と精度

3.3 降雨の空間分布特性と雨量計展開密度

R_g を真値として、仮想的に雨量計数を間引いた際に導出されるパラメータから求めた R_r に関して、降雨量推定精度がどのように影響を受けるか検討した。全ての雨量計組み合わせでの P の P₀ に対する誤差を、雨量計数ごとの $|P - P_0|/P * 100$ の平均値として算出した (図 3)。その結果、700k に 1 つ程度の雨量計展開密度を超えると、全ての降雨強度で誤差が 10% 以内に抑えられた。雨量計展開数が増加した場合、精度には限界がある一方、精度のばらつきが小さくなり、信頼性が上がることが明らかとなった。精度に対して、標高平均と降雨量標準偏差と降雨量平均は相関があり、特に降雨量平均の相関が大きかった。これは、降雨量と標高には相関があり、標高と誤差の間には相関がみられないことと整合した。よって、精度維持のためには、700k に 1 つ以上の密度で、標高が高く降雨量が多い地点に雨量計を展開することが適当であることが明らかとなった。

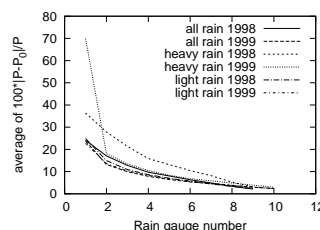


図 3 雨量計数と精度

4 結論

降雨レーダと雨量計のデータを解析し、レーダ雨量推定パラメータを導出し、レーダと雨量計による観測手法に対する基礎的知見を降雨の時空間分布を通じて検証した。

層別平均値法により、強雨の場合を除き任意の地点において真値に近い降雨量推定が可能であった。降雨レーダを 30 分以内の時間間隔で運用し、700k に 1 つ以上の密度で標高が高く降雨量が多い地点に雨量計を展開することで精度を維持できることが明らかとなった。今後の課題として、当地域に適した補正係数を用いて、強雨に対する推定精度を向上させることが挙げられる。

A Study on Rainfall Observation Method with Rainfall Radar and Rain Gauges in a Mountainous Area of Southeast Asia

Mar.2008 Department of Natural Environmental Studies 66723 Yu NAKAYAMA

Supervisor; Professor Makoto YOKOHARI

Keywords; Rainfall, Rainfall Radar, Rain Gauge, Mountainous Area, Southeast Asia

1 Introduction

In Southeast Asia, particularly in mountainous areas, on-site rainfall observation is insufficient now. In order to prevent floods and control water resources, the development of rainfall observation is necessary. These observation methods should be based on the temporal and spatial characteristics of the rainfall, and should be done with appropriate resolution. The purpose of this study is to examine previous methods of rainfall estimation and to determine the radar estimation parameter in the mountainous areas of Southeast Asia through analysis of rainfall radar and rain gauge data which were obtained under the umbrella of GAME-T. In addition, basic knowledge of the temporal and spatial characteristics of the rainfall was acquired, and observation methods which can be continued in the future were investigated in the view of the radar observation interval and the spatial density of the rain gauges which keep accuracy.

2 Study Area and Data

The study area is Mae Chaem Watershed in the mountainous area of northern Thailand. Rainfall data from the rainy season (May-September) in 1998 and 1999 were analyzed. The rain gauge data was obtained by 15 automatic tipping bucket-type rain gauges located in a basin which covers 3853 square km. The raw data was converted into hourly rainfall data. The rainfall radar data obtained by Om Koi radar (1160 m.a.s.l), which is maintained by the Bureau of Royal Rainmaking and Agricultural Aviation.

3 Result

3.1 Rainfall estimation with radar and rain gauges

The radar rainfall estimation parameter was calculated by the stratified mean method. The accuracy of radar 1 hour rainfall (R_r) was evaluated by considering rain gauge 1 hour rainfall (R_g) as true value. Total R_r/R_g (P) and root mean square error were used as an index. P of all the rainfall was 70% (Fig.1). R_r was underestimated about 50% in the case of heavy rainfall which accounted for 30% of the amount and 50% on the

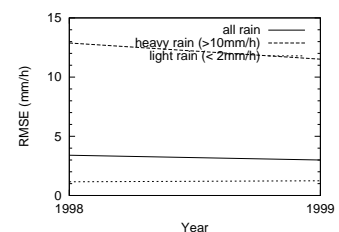


Fig1 R_r/R_g

other hand, in the case of light rainfall, which accounted for 30% of the amount and 70% of the frequency the Rr was accurate. Therefore, the rainfall estimation was accurate except for heavy rainfall.

3.2 Temporal characteristics of rainfall and the radar observation interval

The influence of expansion of the radar observation interval on the accuracy of Rr was examined by considering Rg as true value. P of 5 minutes interval (3.1) is considered as the best estimation ratio (P_0). As a result, P was under 80% of P_0 when the interval expanded to 60 minutes (Fig.2). The rainfall amount within 30 minutes from the start of the rain accounted for 40% of all the rainfall. The cause of the decline of the radar rainfall estimation accuracy when the observation interval expanded is considered to be that the rainfall duration time was 30 minutes.

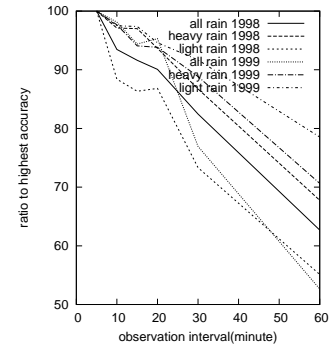


Fig2 Observation interval and accuracy

3.3 Spatial characteristics of rainfall and the density of the rain gauges

The influence of the decrease of the number of the rain gauges on the accuracy of Rr was examined by considering Rg as true value. P of all the combination of the rain gauges was calculated. The average $100 * |P - P_0|/P$ of the same number was calculated (Fig.3). As a result, $|P - P_0|/P$ was within 10% when the number of the rain gauges was more than 1 in every 700 square kilo meters. The accuracy was correlated with altitude, the standard deviation of the rainfall amount, and the average of the rainfall amount. These correlations are consistent with the correlation between the rainfall amount and the altitude and the no correlation between the altitude and the error.

4 Conclusion

Radar rainfall estimation by the stratified mean method was accurate except for heavy rainfall which accounts for a small part of total rainfall. To keep estimation accuracy, the radar observation interval should be within 30 minutes and the rain gauges should be more than 1 in every 700 square kilo meters and be located where the altitude is high and the rainfall amount is large. Improvements of the estimation accuracy for the heavy rainfall are the future tasks.

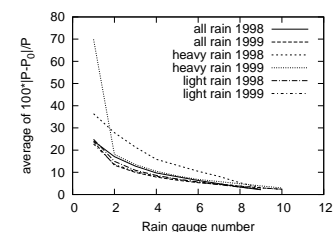


Fig3 Rain gauge number and accuracy