

「解析雨量」と「降水短時間予報」について

——気象庁における雨量の実況解析と短時間予測——

BRIEF INTRODUCTION OF QUANTITATIVE PRECIPITATION ESTIMATES AND VERY-SHORT-RANGE PRECIPITATION FORECAST IN JMA

梶原靖司

Yasushi KAJIHARA

気象庁福岡管区气象台技術部予報課(〒810-0052 福岡市中央区大濠 1-2-36)

1. はじめに

気象庁は、台風や豪雨などによる被害の一層の防止・軽減のため、大雨警報や台風情報などの防災気象情報を発表し、防災機関や住民に的確な警戒を呼びかけている。また、その充実に努めている。

その基盤となる気象予測技術は数値予報モデルによる予測である。気象庁では、日本周辺を対象とした1日程度先までのきめ細かい予測と、全球を対象とした明日、明後日、1週間、1か月、数か月先までの予測を行っている。前者は、低気圧や梅雨前線などの大規模な現象に伴って局地的豪雨などをもたらす数10キロメートル程度の空間規模の気象現象(メソ現象)の予測を行う数値予報モデルであり、メソ数値予報モデル(MSM:Meso Scale Model)と呼ばれる。水平格子間隔10kmのMSMは、2001年3月より1日4回現業的に運用されてきたが、2004年9月に水平スケールの小さい対流運動を適切に表現できる非静力学過程及び雲内の水の状態を予報する雲物理過程が導入された。さらに2006年3月には、水平格子間隔を5kmに高め、1日8回の運用とした。それらの結果、「いつ、どこで、どの程度」の大雨の可能性があるかを判断するために必要な気象場の予測精度は着実に向上してきている。

とはいえ、実際に災害をもたらす局地的豪雨は空間スケールが数kmから数十kmと小さく、降り始めから災害発生までの時間も数時間と短い。そのような豪雨に対し、市町村長の行う避難勧告・避難指示や住民の自主

避難の判断等を支援する大雨警報等の防災気象情報を的確に発信するためには、きめ細かい雨量実況を迅速に把握するとともに、その実況把握に基づく数時間先までの精度の高い雨量予測情報が不可欠である。気象庁は、このような強い社会的要求に応えるため、即時性を重視した「降水短時間予報システム」を運用している。

本稿では、気象庁の「降水短時間予報システム」の2つの主要プロダクト、すなわち、迅速にきめ細かい雨量分布を把握するための「解析雨量」、及びその実況に接続する数時間先までのきめ細かい雨量分布を予測する「降水短時間予報」を紹介する。

2. 解析雨量

(1) 解析雨量の処理概略

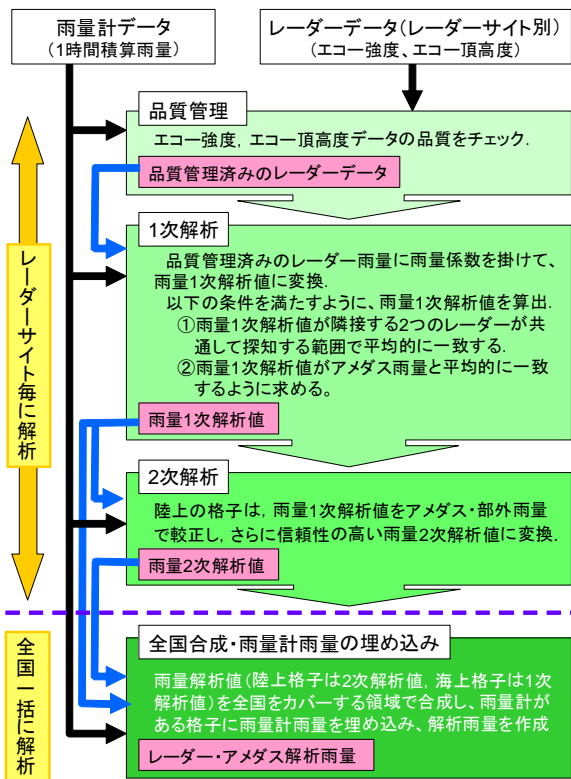
雨量を観測する手段には、大きく分けて2種類ある。地上に設置した雨量計と気象レーダーによるリモートセンシングである。雨量計観測は、正確な雨量観測値が得られるものの面的な密度が粗いという特徴があり、レーダー観測には、面的に細かい観測値が得られるものの雨量の絶対値としては誤差が大きいという特徴がある。そこで、両者の利点を生かして、面的にきめ細かく且つ正確な雨量分布を把握することを目指して開発されたのが「解析雨量」である。

解析雨量の処理の流れの概略を第1図に示す。解析雨量は、おおまかには5つのステップで作成される。

① レーダーデータの品質管理

- ② レーダーごとのおおまかな雨量補正係数の算出
- ③ 陸域での細かな雨量補正係数の算出
- ④ 隣接レーダー間の重なり部分の合成
- ⑤ 雨量計観測値の置き換えと埋め込み

これまで「レーダー・アメダス解析雨量」としていた正式名称を「解析雨量」に変更した。



第1図 雨量解析処理の概略の流れ

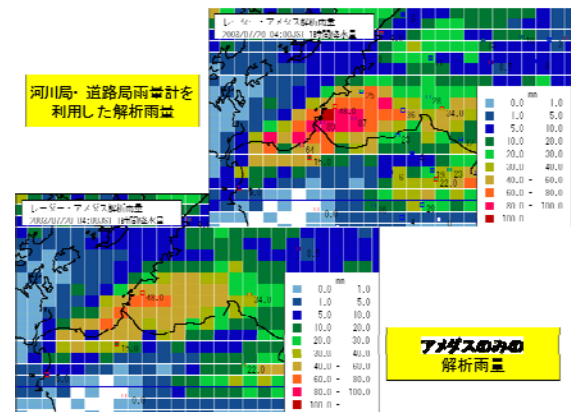
(2) 国交省及び自治体雨量計データの利用

気象庁自前の地域気象観測システム(通称:アメダス)の雨量計は全国で約1,300地点だが、2003年10月からは国土交通省河川局及び道路局、地方自治体の雨量計データが順次オンラインで集信され、解析雨量の作成に利用できるようになった。2007年10月時点で解析に利用できる雨量計の総数は9,300地点を超えている。

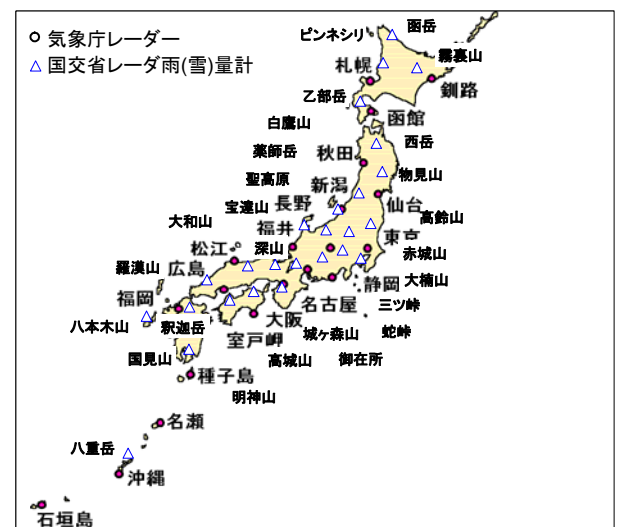
その結果、これまで気象庁自前のアメダス雨量計データだけでは把握できなかった強い降水などについても、解析雨量で捕捉されるようになった。第2図にその一例を示す。

(3) 国交省レーダーデータの統合

気象庁の運用する全国20基の気象レーダーと、国土交通省(河川局・道路局)が運用する26基のレーダー雨量計のデータを統合して、解析雨量の品質の向上を図っている。2006年11月の函岳レーダーを皮切りに2008年3月までには、全レーダーデータの統合を完了する予定である。なお、レーダーデータの統合にあたり、



第2図 雨量計データの利用による解析雨量の改善例(2003年7月20日水俣豪雨に関する再解析)



第3図 気象庁レーダーと国土交通省河川局・道路局レーダーの配置

(4) 解析雨量の精緻化と利用

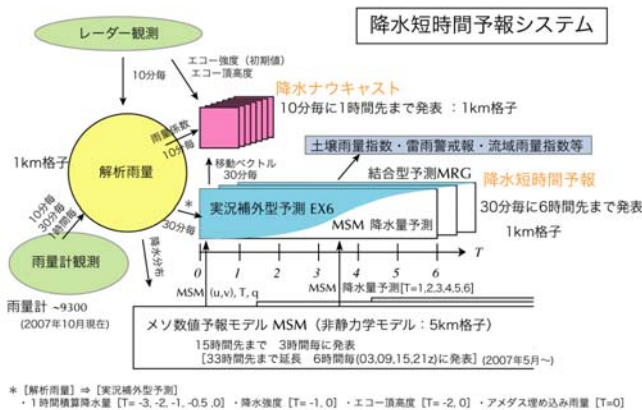
2001年3月には、解析雨量の格子間隔を5kmから2.5kmとし、2003年6月には、急激に変化する強雨の監視のために、解析を行う時間間隔を1時間から30分に短縮した。さらに、2006年3月には、レーダーの原解像度に近いデータを利用することにより、基本的な解像度を約1km(GIS3次メッシュに準拠)に精緻化した。

解析雨量は後述する降水短時間予報における実況補外型予測の基本データ(初期値や移動量の算出)として利用されるだけでなく、メソ数値予報モデル(MSM)の初期値作成や後述する土壌雨量指数などの応用プログラムの作成にも利用される。

3. 降水短時間予報

(1) 降水短時間予報の基本構成

降水短時間予報は、解析雨量に基づく実況補外型予測(EX6)とメソ数値予報モデル(MSM)予測降水量を、両者の降水予測精度に応じて重み付き平均したもの(「結合予測(MRG)」と呼ぶ)で、1時間積算降水量を6時間先まで予測している(第4図)。



第4図 降水短時間予報システムの概略図

(2) 実況補外型予測

実況補外型予測は、過去3時間の解析雨量の降水分布から降水領域の移動方向と移動速度(これらを合わせて移動ベクトルと呼ぶ)を算出し、これを用いて現在の降水分布を時間とともに移動させて、将来の降水量を予測するものである。強雨の予測精度を上げるために、特に強い降水域(10mm/h以上及び30mm/h以上)については、別にその移動量を算出し、強雨域の移動予測に用いている。また、後述するように地形効果による降水の発達・衰弱過程をモデル化して組み込み、予測精度を向上させている。

(2.1) 移動ベクトルの計算

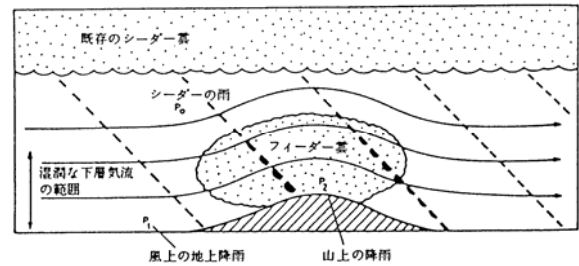
日本全国を1辺が50kmの正方領域に分割し、パターンマッチングにより各領域を代表する移動ベクトルを算出する。最初に総観規模の移動ベクトルを計算し、それを元に順次計算格子を細かくして移動ベクトルの精度を上げるようにしている。その後、隣接領域の値を含めた重み付き平均により移動ベクトルを各格子に割り当てる。

(2.2) 地形の影響の考慮

地形に付随する停滞性の雨域は、じょう乱の接近とともに発生し停滞する。そしてじょう乱が離れると消滅する。メソ数値予報モデル(MSM)の気温、下層風の予想値に

よって、地形による上昇域にあり、地形の影響を受けていると判断される雨域を地形性降水として処理する。

処理では、「Seeder-Feeder モデル(第5図)」の概念に従って、地形による強制上昇により飽和水蒸気量を越えた水分を地形性降水とする。実際には、この場所に移動してくる非地形性降水の強さによって地形性降水の大きさを決定する。



第5図 地形による降水強化のモデル

(Browning & Hill, 1981)

大規模場の降水雲(既存のシーダー雲:種蒔き雲)の粒子が地形性降水雲(フィーダー雲:育成雲)の粒子を併合して成長することを示す

その他、山越えによる降水域の消散消滅効果を判断する情報として、エコー頂高度やMSMで予測された下層風の中層風に対する相対的な風向風速を考慮している。初期時刻の非地形性雨量強度分布を、移動ベクトルを用いて時間的に外挿し、地形の影響による発達・衰弱を考慮しながら雨量強度分布を予想する。

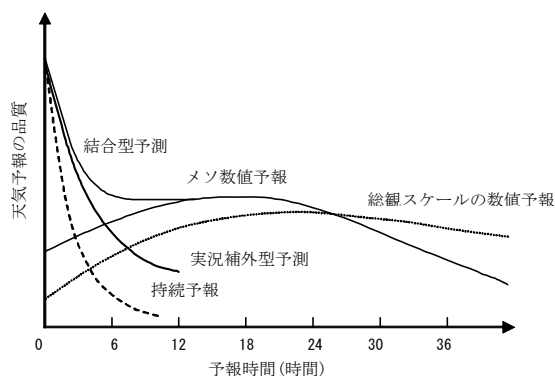
(3) 結合型予測

実況補外型予測は、目先数時間の予測には最も有効であるが、時間経過と共に急速に精度が低下する。

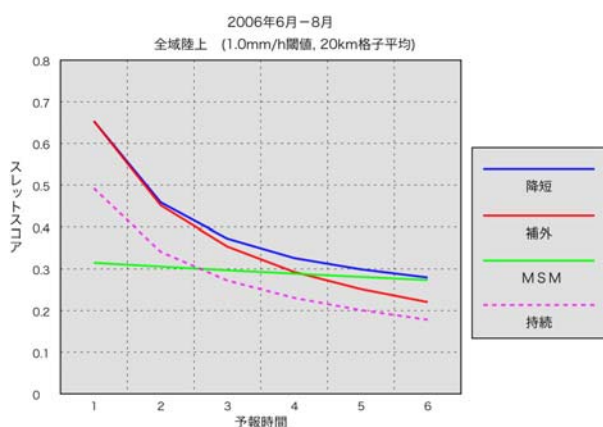
一方、メソ数値予報モデル(MSM)は、災害を引き起こすような強い雨を予測することが可能であり、時間経過に伴う予測精度の低下は実況補外型予測に比べて緩やかである。しかし、ごく目先の降水の予測精度は、実況値に基づく実況補外型予測に及ばないのが現状である(第6図参照)。

このような実況補外型予測とメソ数値予報モデル(MSM)の双方の利点を生かし、欠点を補う方法として、結合型予測が行われている。直近のメソ数値予報の雨量予測の精度と実況補外型予測の精度を比較検証してそれぞれの結合重みを決め、それぞれの予測値を重み付き平均する(結合処理と呼ぶ)手法である。

第7図は、実況補外型予測(赤線)、メソ数値モデル(MSM)の降水予測(緑線)、両者を結合処理して作成した降水短時間予報(青線)の20km格子平均降水



第 6 図 天気予報の品質(精度×きめ細かさ)と予報時間の長さの関係(Browning, 1980 改)



第 7 図 降水短時間予報のスレットスコア (2006 年 6～8 月、
閾値 1.0mm/h、20km 格子、全域陸上)

量に対する予報精度を予報時間の関数として示したものである。

主な特徴を列挙すると、

- ・実況補外型予測(赤線)の目先の予測精度は良いが、予報時間とともに急速に精度が低下する
 - ・MSM(緑線)の目先の予測精度は実況補外型予測と比べて良くないが、時間的な精度低下は少なく、4時間予報以降では実況補外型予測よりも精度が高い
 - ・結合型の降水短時間予報(青線)は、結合前の個々の予測よりも精度の良い予測となっている
- といったことが読み取れる。

4. 関連するその他の予報支援プロダクト

(1) 降水ナウキャスト

「降水ナウキャスト」は、数十分間で急激に発達する対流性降水域を把握し、目先1時間以内の降水域の動きを加味することにより、時間的・面的に更にきめ細かい予測を行うものである。降水ナウキャストは降水短時間予報における実況補外型予測を応用したものであるが、

さらに速報性が重要であるため、解析・予測計算を迅速に行えるように、以下のような簡略化が行われている。

- ・地形性効果の計算は簡略化する
- ・移動ベクトルは、降水短時間予報システムにより計算された直近のものを利用する
- ・レーダー強度データを雨量へ変換する雨量換算係数は、10分前の値を利用する

これらにより、レーダー観測後3分以内に1時間先までの予報値を作成することが可能になった。降水ナウキャストは、10分毎に発表されている(第4図参照)。

(2) 土壌雨量指数

降水が土壌中にどの程度蓄えられているかを把握するための指数で、解析雨量から算出される。土壌雨量指数は、大雨により土砂災害の危険度が高まった市町村を特定して都道府県砂防部局と気象台が共同発表する「土砂災害警戒情報」等で利用される。

(3) 流域雨量指数

降水から洪水の危険度を推定する指数で、解析雨量から算出される。流域平均雨量よりも高い精度で危険度を推定できる指数で、一般の利用に適合する洪水警報・注意報の改善のために利用される。

5. おわりに

諸外国の短時間降水予測システムに比べても、日本の降水短時間予報システムは、稠密な雨量計やレーダー観測網の利用によって、稠密で定量的に精度の高い実況降水分布の把握が可能となっている。それに基づく降水短時間予報の精度も十分実用に耐える高いものであるが、急速に発達する強雨や集中豪雨の予測精度は、まだ社会的要求に十分に答えるものとはなっていない。国交省レーダーや自治体雨量の利用推進による解析雨量の精度向上、移動ベクトルの算出手法の高度化による予測手法の改良など更なる技術開発を行い、社会的要求に応えられるよう努力していきたい。

参考文献

- 1) Browning, K. A. and F. F. Hill, 1981: Orographic Rain, *Weather*, 35, 326-329.
- 2) 辻村豊: 気象庁における短時間降水予測の現状, 日本河川協会「河川」2006年3月号.
- 3) 永田和彦・辻村豊, 解析雨量及び降水短時間予報の特性と利用上の注意点, 平成18年度量的予報研修テキスト第2章, 気象庁予報部, 2006.

(2007. 10. 26 受付)