

# アンサンブル予測の更新に伴う不確実性の増幅を考慮したリアルタイム線状降水帯予測 Real-Time Prediction of Line-Shaped Rainband Considering “Growing Forecast Uncertainty” Estimated from Update History of Ensemble Forecast

山口弘誠・○黒田奈那・中北英一

Kosei YAMAGUCHI, ○Nana KURODA, Eiichi NAKAKITA

For disaster prevention, it is important to predict the duration and the amount of rainfall brought by line-shaped rainbands. We examined a prediction method of ensemble forecast under a hypothesis that ensemble forecasts for difficult-to-predict events show the characteristic that the ensemble spread does not decrease. We call “GFU” (Growing Forecast Uncertainty) as how became large the spread of updated forecast compare with the past ones. We analyzed ensemble forecast data of the recent line-shaped rainbands events and we found when the precipitation forecast was underpredicted, the GFU becomes larger. From these analysis, we think that GFU can be used to predict the occurrence and duration of line-shaped rainbands heavy rainfall and how forecast will go wrong. (117 words)

## 1. 研究背景と目的

昨今、梅雨期の線状降水帯豪雨による河川の氾濫や土砂災害が頻発している。防災上リアルタイムに豪雨の発生、継続、その量の予測が重要だ。

さて、気象庁でもメソアンサンブルの配信が開始されるなど、線状降水帯のスケールの現象の予測にもアンサンブル予測が利用できる状況になってきた。山口ら(2018)は、アンサンブル予測情報の有効利用に関して検討を行うため、平成29年7月九州北部豪雨を対象にアンサンブル予測を行った。結果、アンサンブル平均だけでなく最大量を予測しているメンバーでさえ、観測よりも少ない降水を予測していた。そのため極端現象である線状降水帯豪雨に対しては、このように“予測が外れることの予測”が必要であると考え。本研究では線状降水帯豪雨の発生、継続予測のためのアンサンブル予測情報の高度利用手法を考える。

## 2. アンサンブル予測情報利用法

本研究では、“予測が外れること”を予測するため、アンサンブル予測が更新される時の変化（更新履歴）に着目する。通常の場合（日常的な気象現象）の場合、初期時刻が進み予測が更新されると、アンサンブルのばらつきはより小さくなると考えられる。しかし、線状降水帯豪雨のような予測困難な現象では予測が更新されても予測精度が良くならないと考えられるため、ばらつきが小さくならず、むしろ大きくなると考えた（図

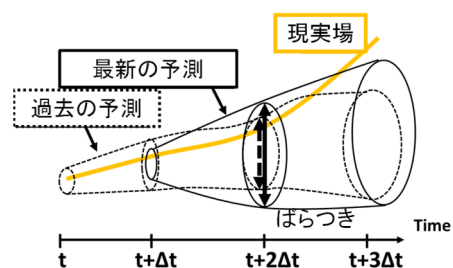


図-1 予測困難な現象に対するアンサンブル予測の模式図。

-1). 本研究ではこの仮説から、予測が更新されるとばらつきが大きくなる度合いを GFU(Growing Forecast Uncertainty)と呼ぶ。近年発生した線状降水帯事例に対して降水のポテンシャルといえる水蒸気予測の GFU と降水予測の外れ方の傾向を調べ、GFU の予測の外れるリスク情報としての利用可能性を検討する。また、豪雨の発生・継続、また、定量予測可能性も検討し、防災の現場において GFU が提供しうる予測情報について考察する。

## 3. データの説明

気象庁が現業運用をしているメソアンサンブル予報システム (MEPS : Meso-scale Ensemble Prediction System) の解析を行った。MEPS は、数値予報モデルは MSM と同じ非静力学モデルを用いており、水平解像度は 5km、予報時間は 39 時間、アンサンブルメンバー数はコントロールランを含め 21 メンバーで構成されている。予測は 6 時間ごとに更新される。

#### 4. 結果と考察

令和2年7月豪雨で球磨川氾濫をもたらした線状降水帯について解析を行う。水蒸気流入の上流側である、球磨川河口から東に約100km地点の850hPa領域平均水蒸気混合比予測を図に示す。21時(JST)初期値において、一つ前の15時初期値よりも豪雨であった時間帯にばらつきが大きくなっていった。GFUを最新の予測(1<sup>st</sup>)と2番目の予測(2<sup>nd</sup>)を用い以下のように定義する。

$$GFU = sprd(t)_{1st} - sprd(t)_{2nd} \quad (1)$$

$sprd(t)$ は時刻  $t$  におけるばらつきで、“アンサンブル最大—アンサンブル最小”とした。これを降水予測の外れ度合いと比較した。降水の外れ度合いを  $\alpha$  値と呼び、以下のように定義する。

$$\alpha = obs / fcst \quad (2)$$

$obs$  (観測)は XRAIN 領域平均1時間積算雨量、 $fcst$  (予測)はアンサンブル平均領域平均1時間積算雨量とする。水蒸気が上流から流入してくる時間を考慮し、 $\alpha$  値とその3時間前のGFUを比較した。(図-3)  $\alpha$  値が1以上で過小予測の時間帯に継続してGFUが正になった。また、 $\alpha$  値の減少した時間帯に対応してGFUも減少した。予測が外れる危険な時間帯の終わりを表わすと考えられる。

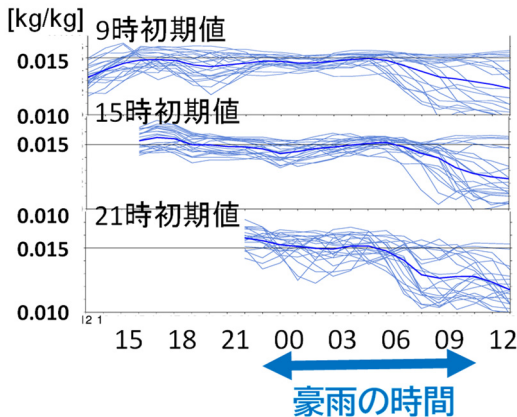


図-2 上流の850hPa領域平均水蒸気混合比。濃い青線はアンサンブル平均を表す。

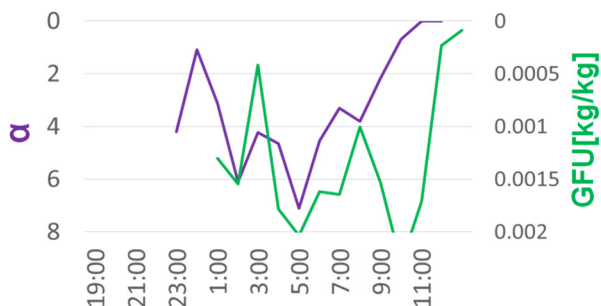


図-3  $\alpha$  値 (紫) と GFU (緑) の比較。

また、21時初期値2時予測のGFUの空間分布を図-4に示す。球磨川の南西から帯状にGFUが正の領域が広がり、それは前線に集まる水蒸気的位置や量の不確実性に対応していると考えられる。

さらに、GFUをリアルタイム予測に用いることを検討した。予測が6時間ごとに更新される度にEnomoto et,al (2015)の感度解析手法を用い降水予測にかかわる上流域を見つけ、その上流域のGFUを算出した(図-5)。豪雨発生27時間前の予測から3時間前の予測まで継続してGFUが大きく、予測が外れる危険性シグナルが出ていたといえる。

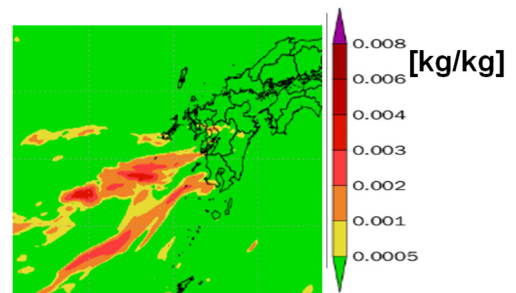


図-4 21時初期値2時予測のGFUの分布。

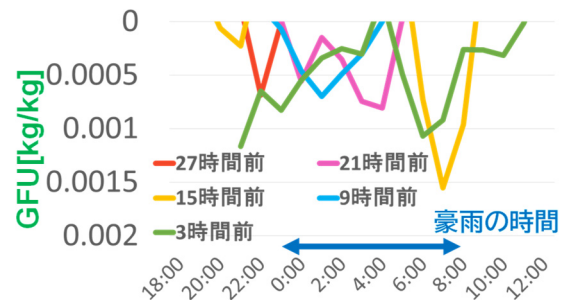


図-5 各初期時刻のGFUの時間変化。

#### 5. 結論

予測が外れることを予測するためのアンサンブル予測の新たな利用方法を検討した。過小予測の時間帯に対応してGFUのシグナルがみられた。また、1日程度前から危険性がわかる可能性もある。GFUは予測が危険側に外れるリスクのある現象の発生や継続を予測する防災情報となりうる。

#### (参考文献)

山口弘誠, 堀池洋祐, 中北英一: 平成29年7月九州北部豪雨における線状降水帯豪雨の予測可能性と発達機構の解析, 土木学会論文集, B1(水工学), Vol.74, No.5, pp277-282, 2018.  
Enomoto, T., S. Yamane, W. Ohfuchi, 2015: Simple sensitivity analysis using ensemble forecasts, *J. Meteor. Soc. of Japan*, **93**, 199-213