

2 週間先までの大雨リスク情報のガイダンス開発

千々松 聡・藤川 典久・平井 雅之・野津原 昭二・
伊藤 明・長谷川 真也・原口 慶子（気象庁気候情報課）

1. はじめに

近年、社会・経済的に大きな影響を与える異常気象が国内外で相次いで発生しており、今後も地球温暖化と共に増加することが懸念されている。そのため、リードタイムを長くとった予測情報を提供することの重要性が大きくなってきている。

かつては、総観規模気象（以下、顕著現象予測と呼ぶ）を数日以上前から予測することは挑戦的な分野であったが、近年の全球数値予報の発展によって顕著現象の予測精度向上が目覚ましくなっており、WMO の取り組み（THORPEX/TIGEE 等）においても、現実的な利用を想定した予測可能性に関する研究が進められている。また、気象庁では平成 27 年度には 18 日先までの高解像度全球アンサンブル予報の毎日実行を計画しており、これを活用した 2 週間を通した顕著現象予測に関する充実に向けた検討を平成 24 年度から行っている。

顕著現象を日別で予測できることで以下のような利点がある。一般国民にとっては行動予定の計画や災害に備えた準備など、防災の観点から非常に有効な情報となる。自治体にとっては、除雪車の稼働計画や災害救助の計画等、社会的な混乱を最小限にすることができる。また、産業にとっては出荷量・仕入れ量の調整や農業に対する対策など、損害の軽減だけでなく利益を享受することができる。そしてこれらにとって、顕著現象の予測情報はリードタイムが長くとれるほどより有効となる。

そこで、顕著現象の要素として大雨に着目

し、数値予報モデル出力を統計的に翻訳したもの（以下、ガイダンスと呼ぶ）の作成手法の開発を行った。そして、ガイダンス結果について検証し、2 週目における日別での予測可能性について調査した。

2. データ

ガイダンスの作成には、気象庁の旧週間アンサンブル予報システムの予測データを使用し、観測値には気象官署・アメダスのデータを使用した。また、頻度分布補正係数作成には気象庁 1 か月アンサンブル予報システムのハインドキャストデータを、風向補正係数作成には JRA-55(Kobayashi et.al 2015)を使用した。旧週間アンサンブルシステムの仕様、ハインドキャスト実験の仕様を表 1 および表 2 に示す。

表 1：旧週間アンサンブル予報システムの仕様
（運用期間：2011 年 3 月～2014 年 2 月）

水平解像度	TL319(格子間隔:約55km)
メンバー数	51メンバー
初期値	毎日12UTC

表 2：ハインドキャスト実験の仕様

水平解像度	TL319(格子間隔:約55km)
メンバー数	5メンバー
初期値	各月3初期値 (10日,20日,月末日)

3. 大雨ガイダンスの開発

第 1 章でも述べたように、平成 27 年度には高解像度アンサンブル予報が 2 週目まで

延びることから、本調査では、1週目から2週目にかけてシームレスに利用可能なガイダンスを目指した。また、気象災害を引き起こす可能性のある顕著現象の発現リスクを予測対象とすることを考慮して、ガイダンスの出力は注意報・警報を意識した絶対値の超過確率とした。

今回開発した大雨ガイダンスの仕組みを図1に示す。数値予報モデルからアメダスの地点別・メンバー別に求めた24時間降水量を、頻度分布と風向で補正して降水量の絶対値を出力し、その各メンバーの値から超過確率を計算する。風向補正で用いる風向も数値予報モデルの925hPaの東向き、北向き風速(U,V)を用いている。以下に頻度分布補正と風向補正について詳細に説明する。

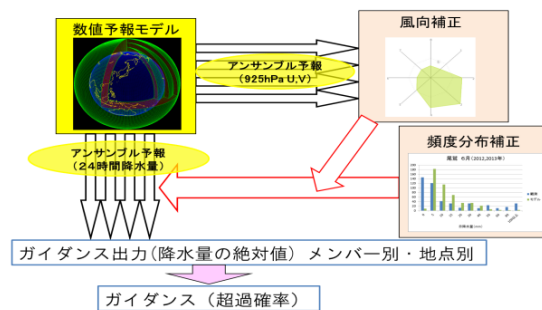


図1: 大雨ガイダンスの仕組み

3.1. 頻度分布補正について

気象庁の全球数値予報モデルは、強い雨が少なく、弱い雨が出やすいという特性があることがわかっている。そこで、観測の頻度分布と予測の頻度分布が同じになるように、予測値を補正する頻度分布補正という手法を用いて顕著現象の捕捉率の向上を図った。頻度分布補正では、観測と予測に閾値を設けて

いくつかのカテゴリを作り、対応するカテゴリの頻度が等しくなるようにする（図2）。補正係数は、地点ごと、月ごとに作成した。

図3に予報9日目の各地点における日降水量のバイアスコアの平均を示す。頻度分布による補正がない場合はバイアスコアが1から大きく離れているが、補正をした場合は1に近い値になっている。これは、頻度分布補正によって予測の頻度が上がり、実況の頻度との差が少なくなっていることがわかる。

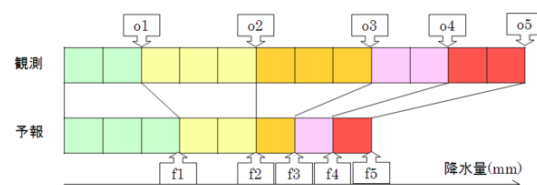


図2: 頻度分布補正の仕組み

観測と予測で同じ色の区間の事例数が等しくなるように予測の閾値を調整する。

o1,o2,o3,o4,o5:観測の閾値。f1,f2,f3,f4,f5:予測の閾値。(平成24年度数値予報研修テキストより)

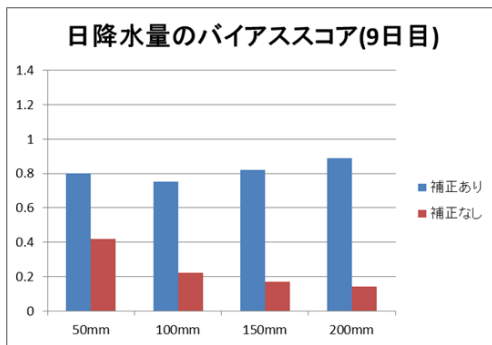


図3: 頻度分布補正前後での
バイアスコアの比較

横軸は24時間降水量の閾値、縦軸にバイアスコア。なお、バイアスコアは予測頻度と実況頻度の比で定義される。

3.2. 風向補正について

モデルでは、解像度の制約から、風上側では降水量が過小に、風下側では過大に出ることがある。そこで、各気象官署・アメダスの各地点において風向別に平均降水量を算出し、その分布に応じて頻度分布補正の係数を補正する手法を用いた。

風向はJRA-55の925hPaのU,Vから8方位で計算し、同日に観測した降水量を風向き別に分類し、それぞれに風向における平均降水量を算出した。また、頻度分布補正によって改善したバイアスコアが変わることを防ぐため、各風向での平均降水量から全風向の降水量平均を割った値を各風向での補正係数とした。なお、この補正手法でアンサンブル予報モデルではなくJRA-55を用いたのは、より観測に近い値を十分なサンプル数取得できるためである。

3.3. ガイダンスの効果

上記の頻度分布と風向の補正が予測精度

にどれ程の効果があるかを、200mm 閾値における信頼度曲線の6日目を例に示す(図4)。この検証は2012年、2013年の暖候期(5月~10月)の期間で行った。2週間先までの大雨などの予測はピンポイントでの予測が難しいことから、今回は空間的・時間的な位相ズレを考慮した評価を行った。時間的な位相ズレ(以下、時間ズレと呼ぶ)は、予測対象日の±1日で現象が起きた時も適中とみなすことで考慮した。また、空間的な位相ズレ(以下、位置ズレと呼ぶ)については、季節予報の予報区単位で閾値を超える地点がどこかで予想された場合に、地域内のどこかで実況も閾値を超えた場合は適中とすることとした。

(a)のモデルの出力結果を見ると予測の頻度がほとんど0に偏っており、信頼度曲線も上振れして予報が過小であることが明確だが、そこに頻度分布補正を行うと(図4(b))、信頼度曲線が対角線上に近づき、信頼度が高くなることがわかる。さらに風向補正を加えると(図4(c))、ブライアスキルスコア(BSS)の数値が上がっている。また、頻度分布・風向補正を行ったガイダンスでは9日目でも信頼度曲線は右肩上がりを維持し、BSSが0より大きいことからスキルが保たれている(図なし)。よって、頻度分布補正、風向補正ともに予測精度向上に効果的であると言える。

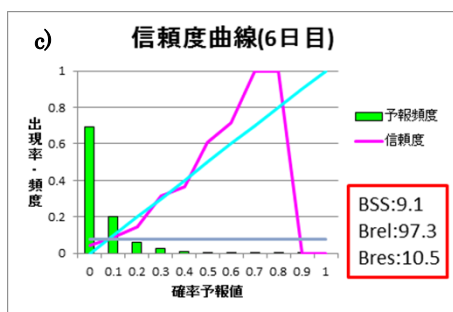
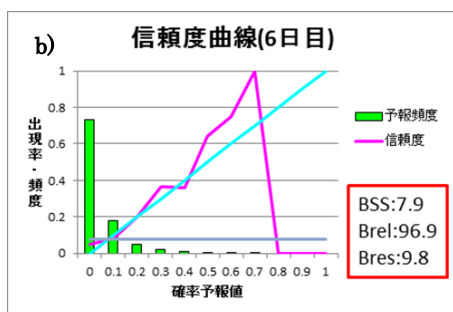
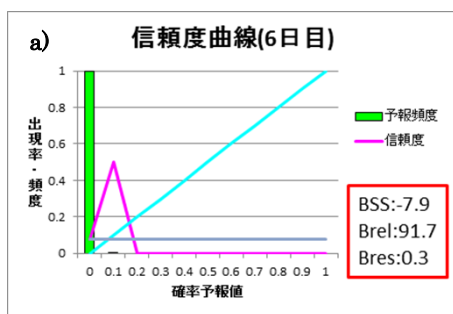


図4： 閾値 200mm における、
予報 6 日目の信頼度曲線

横軸は超過確率の予報値、縦軸は実際に超過した割合。棒グラフは予報頻度を表す。右枠内はブライアスキルスコア(BSS)、信頼度(Brel)、分離度(Bres)のそれぞれ 100 倍した値を載せている。

a)モデルの出力。

b)モデルの出力に頻度分布補正を行ったもの。

c)モデルの出力に頻度分布補正・風向補正を行ったもの。

4 事例検証

3.3 節で、ガイダンスにある程度の精度があることを確認できたが、具体的な事例でどのくらい予測できているかを調べるため、2013 年 10 月 16 日の台風第 26 号の事例で検証した。この事例は、伊豆大島のアメダスで 24 時間降水量が 824mm となり、土石流による甚大な被害が発生するなど、社会的なインパクトが大きいものであった。

予測対象日を 2013 年 10 月 16 日とし、閾値 200mm とした超過確率の分布を見ると

(図 5)、予想対象日の 8 日前から関東地方に超過確率 0.2 以上の地点が見え始め、大雨のシグナルが出ている。その後、予想日が近づくに連れて関東地方を中心に超過確率が大きくなっている。

次に、大雨となった大島の地点での箱ひげ図と超過確率をしてみる(図 6)。大島の地点でも 8 日前から超過確率が 0.2 以上となり、7 日前にはガイダンス値のアンサンブル平均で 200mm 以上、超過確率は 0.5 を超えており、地点で見てもよく予測できていた事例であった。

この事例の他にも 2014 年 2 月の関東地方に大雪をもたらした事例(図なし)など、台風や低気圧の接近、梅雨前線による大雨において、よく予測できている事例を確認することができた。

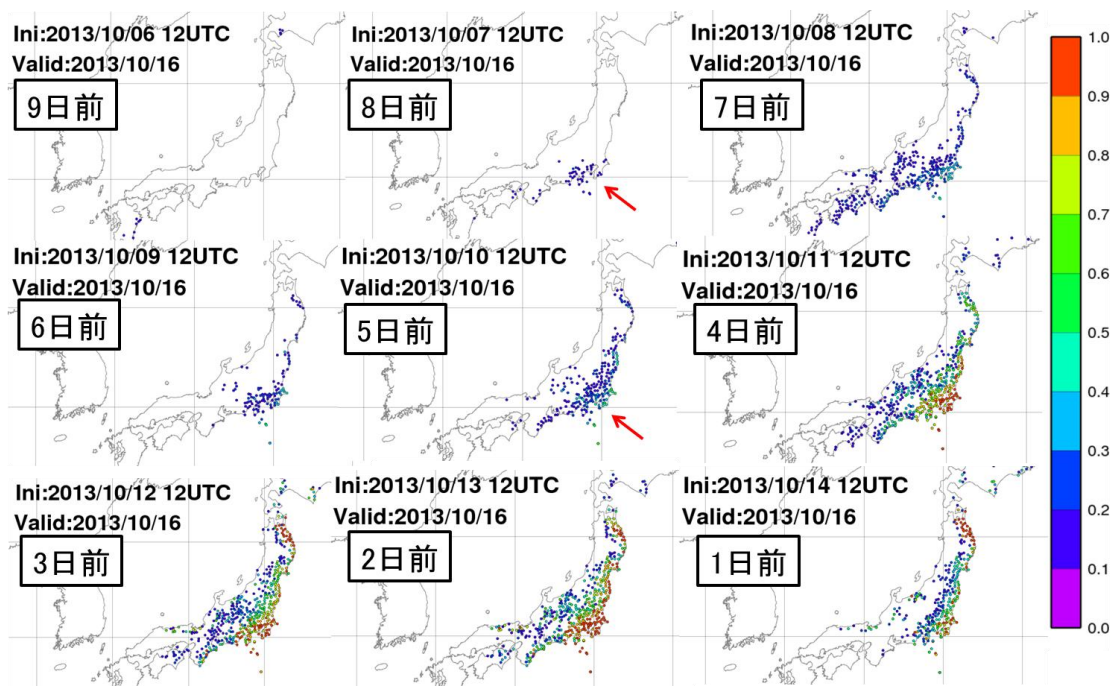


図5： 2013年10月16日を予報対象日とした閾値200mm/24hの超過確率

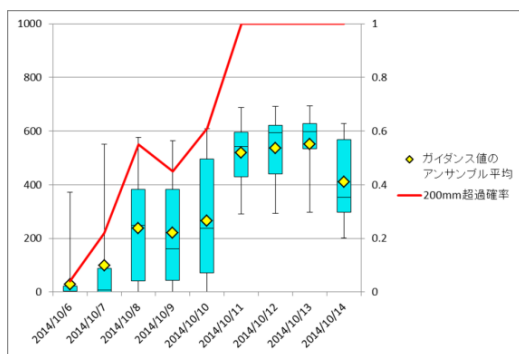


図6： 2013年10月16日を対象日とした
大島のアメダス地点での時系列図

横軸はモデルの初期時刻、縦軸は24時間降水量（左軸）と超過確率（右軸）。

箱ひげ図は、中央の線がアンサンブルメンバーの中央値、箱の両端がメンバーの75%の範囲、ひげの両端がメンバーの最大値・最小値を表す。

5. まとめ

気象庁が現在行っている、2週間を通した顕著現象予測に関する情報の充実に向けた検討の1つとして、今回、大雨ガイダンスを開発・検証し、2週目における大雨の予測可能性の調査を行った。

ガイダンスについては、24時間降水量のモデル出力を頻度分布と風向によって補正する手法を用いた。頻度分布補正によって降水量のバイアスコアが大きく改善し、風向補正で地形を考慮することで、BSSが改善することを確認できた。

そのガイダンスを用いて、日降水量200mm 閾値の超過確率の予測精度を、信頼度曲線を用いて検証したところ、位置ズレ・時間ズレを考慮すると信頼度はある程度高いことがわかった。閾値200mmでも信頼度曲線は右肩上がりを9日目まで維持し、BSS

は0より大きかった。また、事例検証でも、2013年10月の台風第26号の事例など1週間以上前からある程度の超過確率で予測できていた事例があった。

なお、今回の検証は旧週間アンサンブルを用いて行っているが、より高解像度の現週間アンサンブルでは更なる精度の向上が見込まれる。また、第1章でも述べたとおり、平成27年度には高解像度アンサンブル予報が18日先まで延びることから、今後は9日目以降の検証も行っていく必要がある。

具体的なプロダクトについては、先行事例としてイギリス気象局のものがある。イギリス気象局では、顕著現象に関する情報を「被害×発生確率」のマトリックスにし、no severe weather, be aware, be prepared, take action の4つに分類して5日分をリスク情報として地図上に表示している。

我々は、要素として今回調査を行った大雨の他に最高気温・最低気温・風・大雪を想定し開発を進めている。これらの情報の精度を高めるのはもちろんのこと、その情報を用いて社会に還元していくことが重要であることから、今後はガイダンスの開発と並行してより有効な情報形態の検討もしていく必要があるだろう。

参考文献

松下泰広, 2012: アプリケーション. 平成24年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 42-53.

Matsueda, M. and T. Nakazawa, 2014: Early warning products for severe weather events derived from operational medium-range ensemble forecasts. Meteorol. Appl., doi: 10.1002/met.14

S. Kobayashi, Y. Ota, Y. Harada, A. Ebata, M. Moriya, H. Onoda, K. Onogi, H. Kamahori, C. Kobayashi, H. Endo, K. Miyaoka, and K. Takahashi, 2015: The JRA-55 Reanalysis: General Specifications and Basic Characteristics
DOI:10.2151/jmsj.2015-001