



第3章 事例解析編

3.3 令和4年8月の豪雨事例の数値予報の結果

※以下のスライドの説明では、FTは予報時間(例:FT=6は6時間予報)、「～時」は日本時間、図中の「UTC」は協定世界時(例:00UTCは9時)を表す。また、現在、現業利用中の〇km解像度の数値予報システム名を〇km(数値予報システム名)と示す場合がある(例:5kmMSM、2kmLFM)。特にkmの付いていない(数値予報システム名)だけの場合は、現業利用中のものと同様である。以下のスライドの説明では、令和4年8月の年月は省略する

本節では、令和4(2022)年8月に発生した線状降水帯に関する数値予報システムにおける予測結果の内、第3.3.1項で3日に山形県及び新潟県で発生した線状降水帯事例を取り上げる。さらに、環境場(第3.3.2項)、まとめ(第3.3.3項)について示す。

8月に発生した線状降水帯に関する数値予報システムにおける 予測結果について(概要)

対象日時	場所	大雨発生確率ガイダンス(概ね15時間前)	5kmMSM (降水量実況比)	2kmLFM (降水量実況比)	気が付いた点
8月3日9時 (発生)	青森・秋田 県境	20%以下	過小傾向	過小傾向(線状降水帯の予測は直近で実況に近づく)	青森県内の地上気温が予測より低い
8月3日15時と18時(発生)	山形県と新潟県	20%以下	線状の強雨域を予測できていない	線状の強雨域を予測(15時降水量過剰:18時は位置ずれ)	特別警報に至る。降水系の維持に下層暖湿気と地形(粟島)の影響の可能性
8月4日9時 (発生)	福井県	5%以下	過小	過小傾向(線状降水帯に対応する領域付近において強雨を予測。)	日本海上の可降水量が少ない傾向
8月13日18時 (発生せず)	東海地方	50%以上	過大	(予測時間対象外)	台風第8号の進路が西よりかつ過発達
8月14日0時 (発生)	伊豆諸島北部	5~10% (9時間前で伊豆半島で40%以上)	過小	過小傾向(3時間前の予測で実況に近づく)	台風周辺のアウトバーンの予測相当温位の変動が大きい

青: 良い方のコメント / 赤: 悪い方のコメント

令和4(2022)年8月に発生した線状降水帯に関する数値予報システムにおける予測結果について、表にまとめた。本節では、この内、第3.3.1項で3日に山形県及び新潟県で発生した線状降水帯事例を取り上げる。



第3章 事例解析編

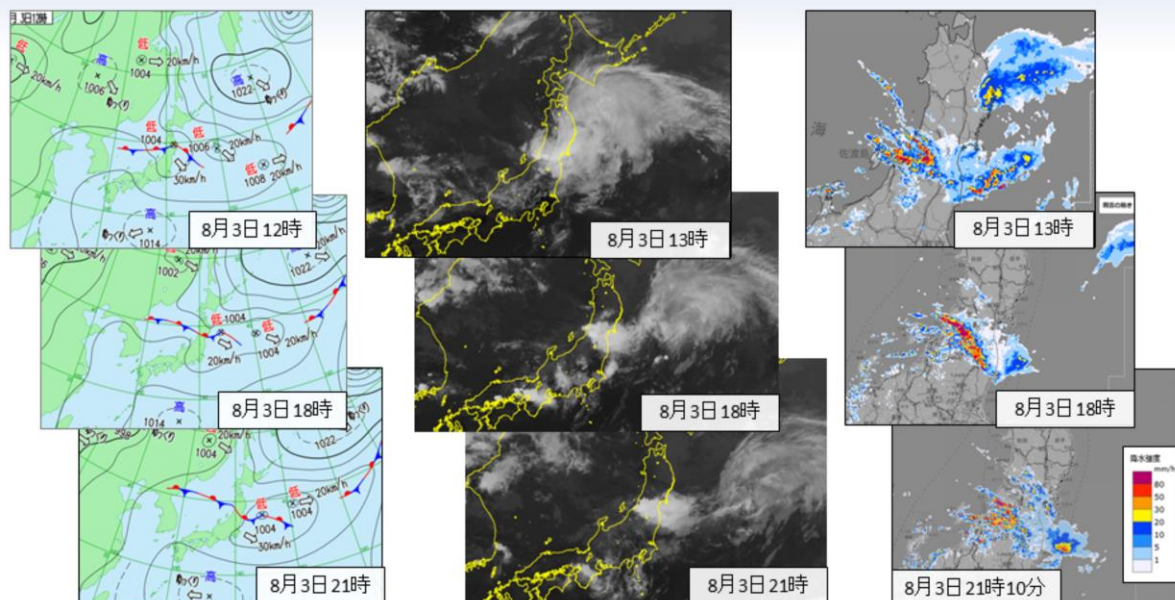
3.3.1 山形県及び新潟県で発生した線状降水帯事例 (8月3日)

概要

- 日本海から東北地方にのびる前線に向かって、台風第6号を起源とする暖かく湿った空気が流入した影響で、8月3日から4日にかけて東北地方・北陸地方で大雨となった
- 8月3日の午後には、山形県及び新潟県で線状降水帯が発生し、大雨が降った。3日昼過ぎから4日明け方にかけて、山形県及び新潟県では22回の記録的短時間大雨情報が発表された。また、3日19時15分に山形県に、4日1時56分に新潟県に、それぞれ大雨特別警報が発表された(気象庁2022)
- 新潟県下関では、4日3時までの3時間に322.5mmの降水量を観測し、4日6時20分までの24時間降水量は560mmの大雨となり観測史上1位を更新した。
- **線状降水帯が発生した時間帯(3日15時と18時)を対象**として、3時間100mm以上の大雨発生確率ガイダンスの予測結果、現業数値予報システム(5kmMSM、2kmLFMおよび5kmMEPS)による予測と実況の比較結果を示す

令和4(2022)年8月3日に山形県及び新潟県で発生した線状降水帯事例の概要を示す。

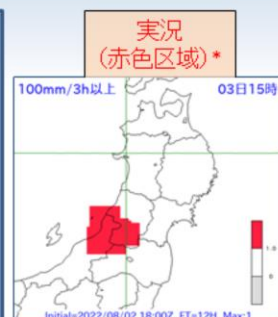
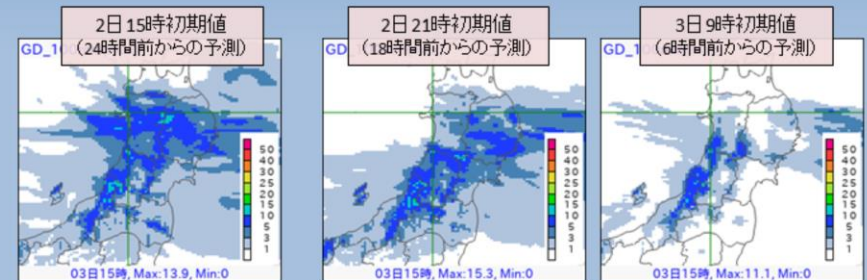
地上天気図(左図)・衛星赤外画像(中図)・気象レーダーによる降水強度(右図)(3日)



図は令和4(2022)年8月3日の地上天気図、気象衛星ひまわりによる赤外画像および気象レーダーによる降水強度を示す。日本海から東北地方にのびる前線に向かって、台風第6号を起源とする暖かく湿った空気が流入した影響で、新潟県や山形県を中心に対流雲が発達した。

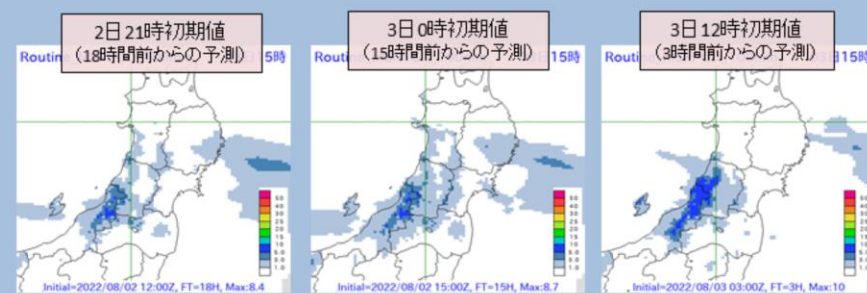
大雨発生確率ガイダンス(3時間100mm以上)の予測結果 (3日15時対象)

メソアンサンブル(5kmMEPS)大雨発生確率ガイダンスの全メンバー最大値(%)



*11×11格子(55km四方)で前1時間降水量にその前後の1時間降水量を加えた3時間降水量が100mm以上を示す。

メソモデル(5kmMSM)大雨発生確率ガイダンス(%)



▶5kmMEPS、5kmMSMともに20%以下の予測
▶直前の予測でも5kmMEPS、5kmMSMともに15%以下と、低い値が予測されていた

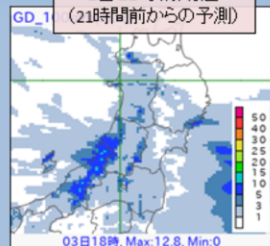
令和4(2022)年8月3日15時対象の3時間100mm以上の大雨発生確率ガイダンスの予測結果を確認する。上段はメソアンサンブル予報システム(5kmMEPS)による全メンバー最大値(単位:%)、下段はメソ数値予報システム(5kmMSM)のものを示し、5kmMEPSは左から24時間前、18時間前、6時間前からのそれぞれ予測結果を、5kmMSMは左から18時間前、15時間前、3時間前からのそれぞれ予測結果を示している。右上は実況の結果を示す。

5kmMEPS、5kmMSMともに20%以下の予測であった。直前の予測でも5kmMEPS、5kmMSMともに15%以下と、低い値が予測されていた。

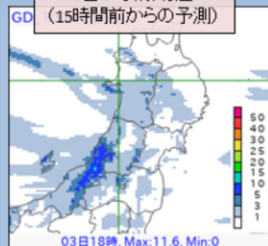
大雨発生確率ガイダンス(3時間100mm以上)の予測結果 (3日18時対象)

メソアンサンブル(5kmMEPS)大雨発生確率ガイダンスの全メンバー最大値(%)

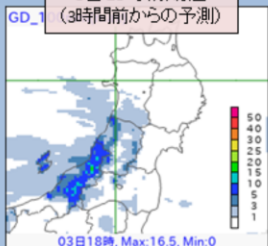
2日 21時初期値
(21時間前からの予測)



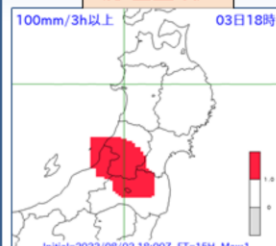
3日 3時初期値
(15時間前からの予測)



3日 15時初期値
(3時間前からの予測)



実況
(赤色区域)*

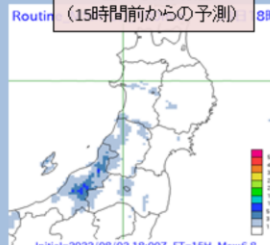


Initial=2022/08/02 18:00Z, FT=15H, Max:1

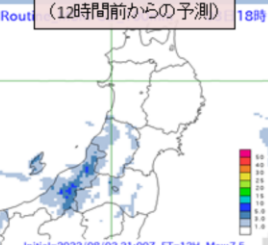
*11×11格子(55km四方)で前1時間降水量にその前後の1時間降水量を加えた3時間降水量が100mm以上を示す。

メソモデル(5kmMSM)大雨発生確率ガイダンス(%)

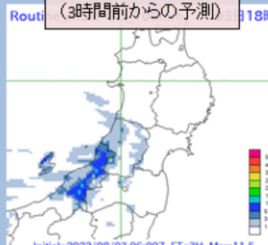
3日 3時初期値
(15時間前からの予測)



3日 6時初期値
(12時間前からの予測)



3日 15時初期値
(3時間前からの予測)



- ▶5kmMEPS、5kmMSMともに20%以下の予測
- ▶直前の予測でも5kmMEPS、5kmMSMともに15%以下と、低い値が予測されていた



気象庁 Japan Meteorological Agency

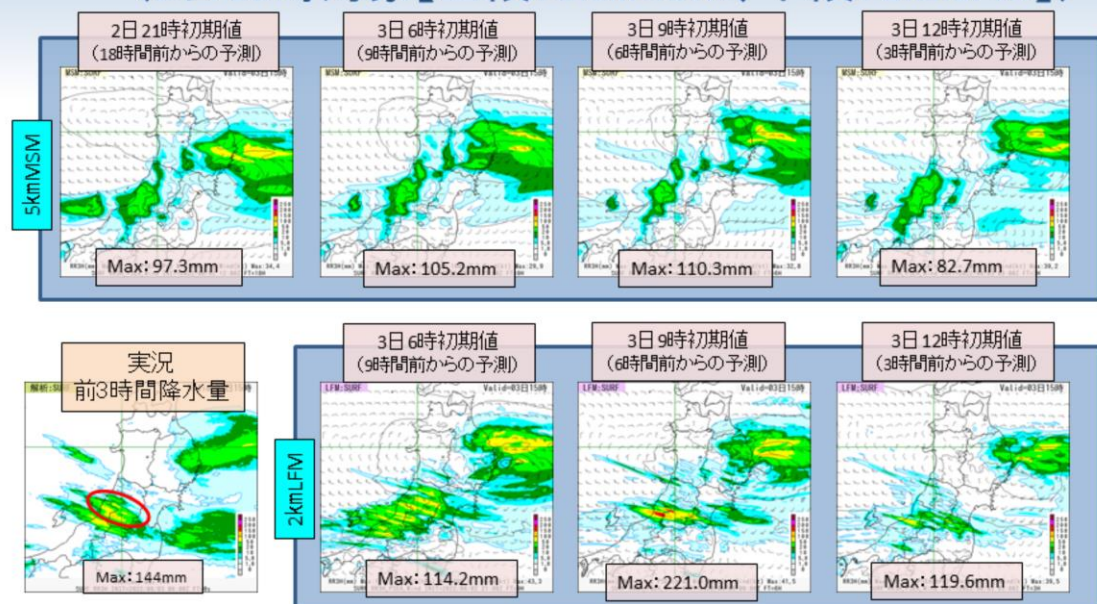
令和4年度数値予報解説資料集

432

前スライドに続き、令和4(2022)年8月3日18時対象の3時間100mm以上の大雨発生確率ガイダンスの予測結果を確認する。図の配置は前スライドと同様である。5kmMEPSは左から21時間前、15時間前、3時間前からのそれぞれ予測結果を、5kmMSMは左から15時間前、12時間前、3時間前からのそれぞれ予測結果を示している。右上は実況の結果を示す。

5kmMEPS、5kmMSMともに20%以下の予測であった。直前の予測でも5kmMEPS、5kmMSMともに15%以下と、低い値が予測されていた。

現業数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (3日15時対象【上段:5kmMSM、下段:2kmLFM】)



掲載の予測図はすべて、前3時間降水量・地上風・海面更正気圧

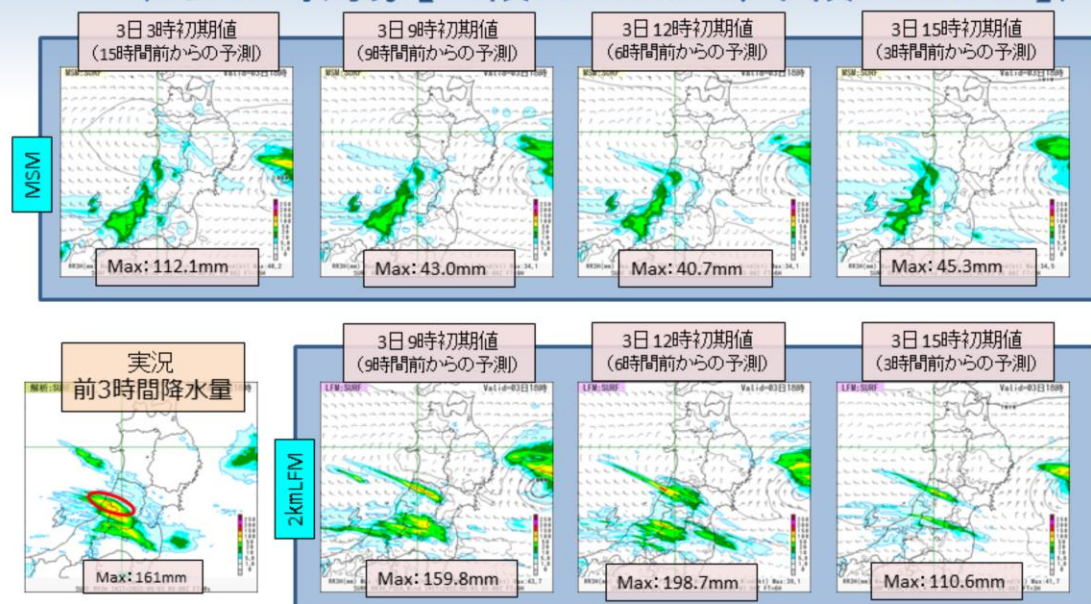
▶山形・新潟県の線状降水帯(赤丸)の降水について:5kmMSMでは線状の強雨域を予測できていない。2kmLFMでは特に6時間前からの予測で線状の強雨域を予測しているが、降水量は実況と比較して過大。

5kmMSM(上段)および2kmLFM(下段)の3時間降水量について、令和4(2022)年8月3日15時を対象とした結果を示す。

図は、前3時間降水量(mm)・地上風(kt)・海面更正気圧(hPa)で、8月2日21時初期値の18時間前からの予測(2kmLFMは3日6時初期値の9時間前からの予測)から順番に8月3日12時初期値の3時間前から予測までの結果を示す。また、下段左に解析雨量(mm)の結果を示す。

山形・新潟県の線状降水帯(赤丸)の降水について、5kmMSMでは線状の強雨域を予測できていない。2kmLFMでは特に6時間前からの予測で線状の強雨域を予測しているが、降水量は実況と比較して過大であった。

現業数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (3日18時対象【上段:5kmMSM、下段:2kmLFM】)



掲載の予測図はすべて、前3時間降水量・地上風・海面更正気圧

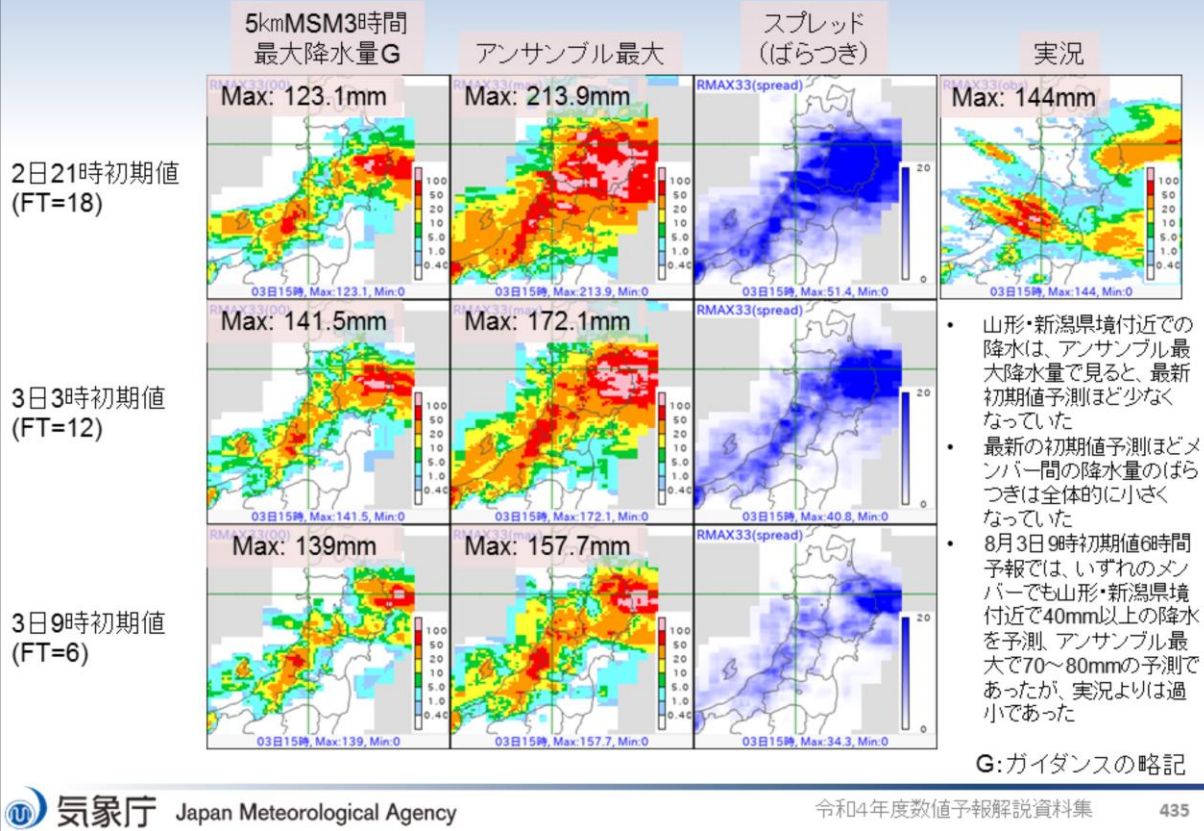
▶山形・新潟県の線状降水帯(赤丸)の降水について:MSMでは線状の強雨域を予測できていない。2kmLFMでは実況と比較して北にずれているものの、線状の強雨域を予測できている。

前スライドと同様に5kmMSM(上段)および2kmLFM(下段)の3時間降水量について、令和4(2022)年8月3日18時を対象とした結果を示す。図の内容は前スライドに同じである。

図は、8月3日3時初期値の15時間前からの予測(2kmLFMは3日9時初期値の9時間前からの予測)から順番に8月3日15時初期値の3時間前から予測までの結果を示す。また、下段左に解析雨量(mm)の結果を示す。

山形・新潟県の線状降水帯(赤丸)の降水について、5kmMSMでは線状の強雨域を予測できていない。2kmLFMでは実況と比較して北にずれているものの、線状の強雨域を予測できている。

5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンス(3日15時対象)

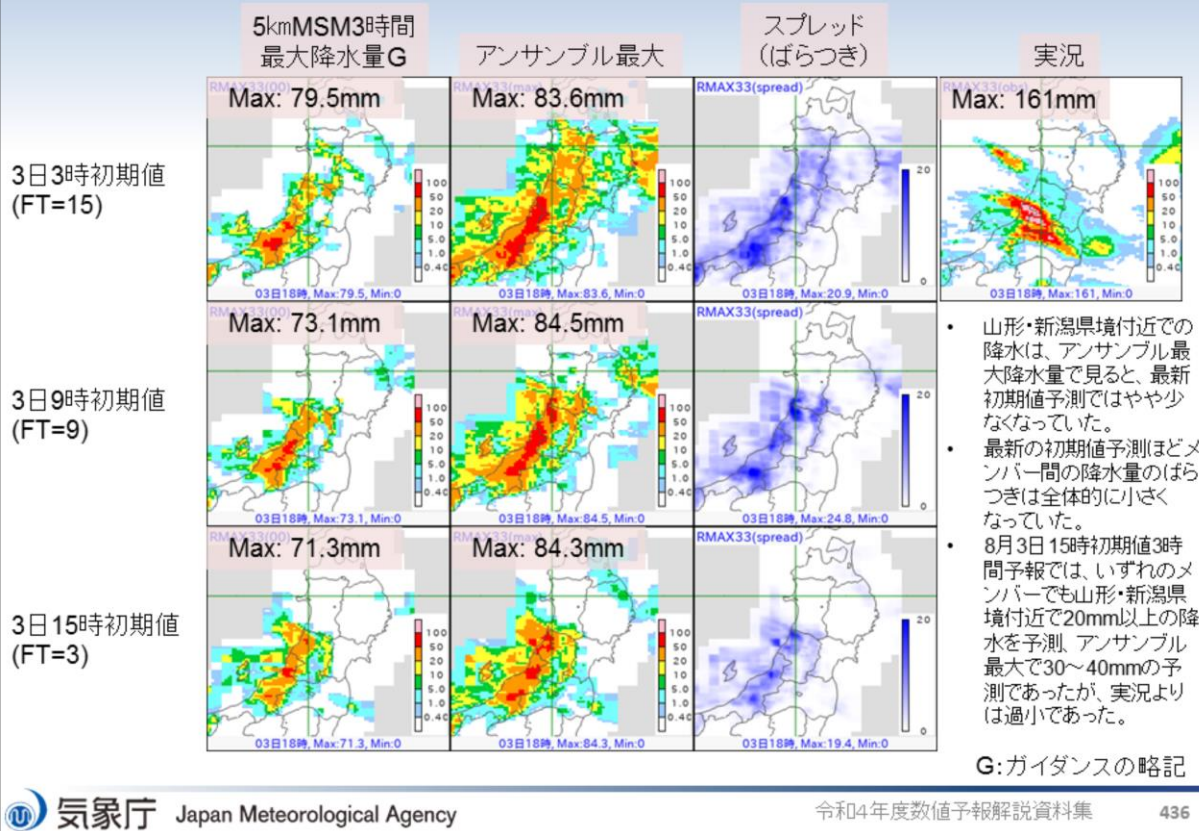


令和4(2022)年8月3日15時を対象としたMEPS3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。右上図が8月3日15時の観測の5km格子3時間最大降水量、左側から5kmMSM3時間最大降水量ガイダンス、5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンスメンバー最大値、スプレッド(ばらつき)を示し、上段から下段に向かって、8月2日21時初期値18時間予測、8月3日3時初期値12時間予測および8月3日9時初期値6時間予測の結果をそれぞれ示す。降水量、スプレッドの単位はいずれもmmである。スプレッドは、青色が濃いほどスプレッドが大きいことを示す。

以下の特徴が見られた。

- ・山形・新潟県境付近での降水は、アンサンブル最大降水量で見ると、最新初期値予測ほど少なくなっていた
- ・最新の初期値予測ほどメンバー間の降水量のばらつきは全体的に小さくなっていた
- ・8月3日9時初期値6時間予報では、いずれのメンバーでも山形・新潟県境付近で40mm以上の降水を予測し、アンサンブル最大で70~80mmの予測であったが、実況よりは過小であった

5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンス(3日18時対象)



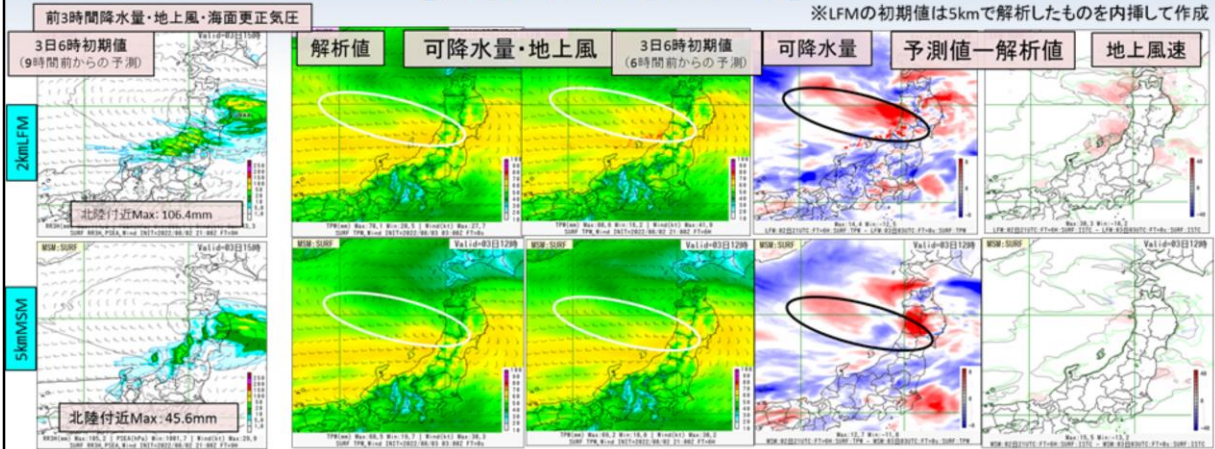
令和4(2022)年8月3日18時を対象とした5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。右上図が8月3日18時の観測の5km格子3時間最大降水量、左側から5kmMSM3時間最大降水量ガイダンス、5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンスメンバー最大値、スプレッド(ばらつき)を示し、上段から下段に向かって、8月3日3時初期値15時間予測、8月3日9時初期値9時間予測および8月3日15時初期値3時間予測の結果をそれぞれ示す。降水量、スプレッドの単位はいずれもmmである。スプレッドは、青色が濃いほどスプレッドが大きいことを示す。

以下の特徴が見られた。

- ・山形・新潟県境付近での降水は、アンサンブル最大降水量で見ると、最新初期値予測ではやや少なくなっていた。
- ・最新の初期値予測ほどメンバー間の降水量のばらつきは全体的に小さくなっていた。
- ・8月3日15時初期値3時間予測では、いずれのメンバーでも山形・新潟県境付近で20mm以上の降水を予測、アンサンブル最大で30~40mmの予測であったが、実況よりは過小であった。

現業数値予報システム(5kmMSMおよび2kmLFM)による 6時間前予測と解析値の比較結果 【対象時刻：3日12時】

※LFMの初期値は5kmで解析したものを内挿して作成



丸印を囲った領域(線状降水帯発生域やその上流)に着目すると、5kmMSMと2kmLFM共に予測値は解析値と比べて、可降水量は多い傾向(2kmLFMの方が多)。2kmLFMでは、地上の風速が東北地方の沿岸部でやや強い特徴が見られた(5kmMSMにはあまり見られない)。参考として2kmLFMと5kmMSMの3日15時対象の予測降水量の結果(左図)を示した。実況比で2kmLFM、5kmMSM共に過小であった。

令和4(2022)年8月3日12時を対象とした2kmLFM(上段)と5kmMSM(下段)による6時間前からの予測可降水量と解析値の比較結果を示す。左図の3日15時対象の予測降水量の環境場を確認していることになる。図は、左から順に前3時間降水量(mm)・地上風(kt)・海面更正気圧(hPa)、可降水量の解析値(mm)、3日6時初期値の6時間前からの可降水量の予測値(mm)、その可降水量の解析値からの差分値(赤色ほど予測値の可降水量が多いことを示す)、3日6時初期値の6時間前からの地上風速の解析値からの差分値(kt)(赤色ほど予測値の地上風速が強いことを示す)である。特徴は以下のとおりである。

丸印を囲った領域(線状降水帯発生域やその上流)に着目すると、5kmMSMと2km LFM共に予測値は解析値と比べて、可降水量は多い傾向(2kmLFMの方が多)。2km LFMでは、地上の風速が東北地方の沿岸部でやや強い特徴が見られた(5kmMSMにはあまり見られない)。参考として2kmLFMと5kmMSMの3日15時対象の予測降水量の結果(左図)を示した。実況比で2kmLFM、5kmMSM共に過小であった。

まとめ

- 8月3日の山形県及び新潟県で発生した線状降水帯事例に関する数値予報システムにおける予測結果について、3時間100mm以上の大雨発生確率ガイダンスの予測結果、現業数値予報システム(5kmMSM、2kmLFMおよび5kmMEPS)による予測と実況の比較結果を示した
- 大雨発生確率ガイダンスによる予測結果
 - 5kmMEPS、5kmMSMともに20%以下の予測であった。直前の予測でも5kmMEPS、5kmMSMともに15%以下と、低い値が予測されていた
- 5kmMSMおよび2kmLFMによる予測結果
 - 山形・新潟県の線状降水帯の降水について、5kmMSMでは線状の強雨域を予測できていない。2kmLFMでは、位置ずれはあるものの、6時間前からの予測で線状の強雨域を予測していた。降水量は実況と比較して過大であった
- 5kmMEPS最大降水量ガイダンスによる予測結果
 - 山形・新潟県境付近での降水は、アンサンブル最大値で見ると、最新初期値予測ほど少なく、降水量のばらつきも全体的に小さくなっていた。実況よりは過小であった
- 5kmMSMおよび2kmLFMによる6時間前からの予測と解析値の比較結果
 - 5kmMSMと2kmLFMとも共通で予測値は解析値と比べて、可降水量は多い傾向。2kmLFMでは、地上の風速が東北地方の沿岸部でやや強い特徴が見られた

令和4(2022)年8月3日の山形県及び新潟県で発生した線状降水帯事例に関する数値予報システムにおける予測結果について、このスライドにまとめた。

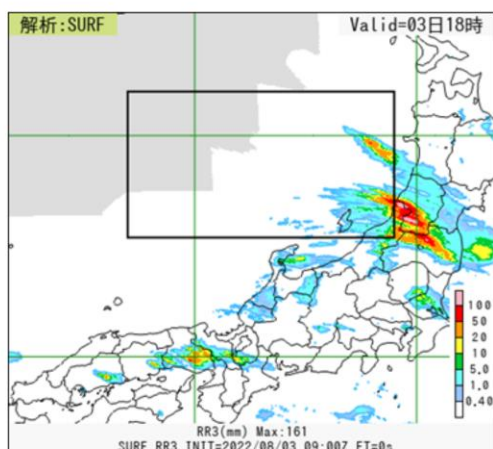


第3章 事例解析編

3.3.2 環境場

豪雨をもたらした環境場

GSMおよびMSMの気温・水蒸気混合比・水平風速・水蒸気フラックスの検証領域での鉛直プロファイル(期間平均と平均場の差分)を予報時間(FT)ごとに示す。



検証領域(矩形領域)
133.5E-139.5E, 37.7N-41.0N

令和4年8月の豪雨事例
(山形県及び新潟県で発生した線状降水帯事例)

- 平均場: 1991年~2020年の8月上旬
 - ・ 再解析: 8月1日9時-11日3時
- 期間平均: 2022年8月2日~8月3日
 - ・ GSM予報値: 8月2日 9時 - 4日 3時
 - ・ MSM予報値: 8月2日 9時 - 4日 3時

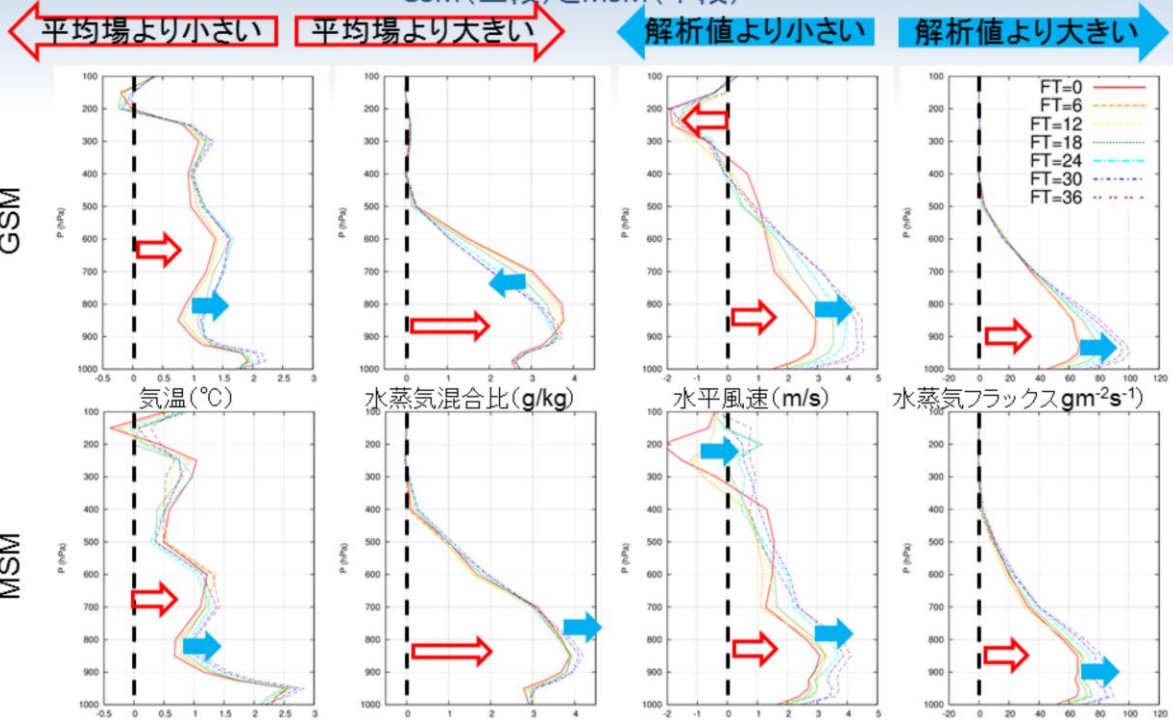
令和4(2022)年8月の豪雨事例(山形県及び新潟県で発生した線状降水帯事例)の環境場について、気温(単位:°C)・水蒸気混合比(単位:g/kg)・水平風速(単位:m/s)・水蒸気フラックス(単位:gm⁻²s⁻¹)がどれくらい予測できていたかを確認するために、期間平均値の平均場からの差分について、GSMおよびMSMの鉛直プロファイルかつ予報時間(FT)別に示し、長期再解析(JRA-3Q)から作成した平均場(1991-2020年)と比較する。検証領域は、大雨となった地域の上流にあたる海上の矩形領域を設定した。平均場の期間と令和4(2022)年8月の豪雨事例(山形県及び新潟県で発生した線状降水帯事例)の期間は以下に示すとおりである。

以下の予報値の期間はすべて予測対象時刻を示す。

平均場: 1991年-2020年の8月上旬
長期再解析(JRA-3Q): 8月1日 9時 - 11日 3時
期間平均: 2022年8月2日 - 8月3日
GSM予報値: 8月2日 9時 - 4日 3時
MSM予報値: 8月2日 9時 - 4日 3時

令和4年8月の豪雨事例 各要素の鉛直プロファイル(平均場との差分)

GSM(上段)とMSM(下段)



令和4(2022)年8月の豪雨事例(山形県及び新潟県で発生した線状降水帯事例)の気温(単位:°C)・水蒸気混合比(単位:g/kg)・水平風速(単位:m/s)・水蒸気フラックス(単位:gm⁻²s⁻¹)の平均場からの差分鉛直プロファイルをGSMおよびMSM別に示す。各グラフは豪雨事例期間中の解析値(FT=0)および6時間~36時間予測値(FT=6~FT=36)を示す。以下に特徴を示す。

①気温

- ・GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に概ね平均場比で高い
- ・GSMでは300~900hPa、MSMでは700~900hPaでは解析値比で予測値は高い

②水蒸気混合比

- ・GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に500hPaより下層では平均場比で水蒸気量が多い
- ・GSMでは600~800hPaで解析値比で水蒸気量の予測値は少ない傾向、MSMでは800~900hPaでは水蒸気量の予測値は多い傾向

③水平風速

- ・GSMで200~300hPaでは、解析値および予測値共に平均場比で風速が弱く、600hPaから下層で風速が強い
- ・MSMで200~300hPaでは、解析値で平均場比で風速が弱く、400hPaから下層で強い
- ・GSMでは600hPaから下層で解析値比で風速の予測値が大きい
- ・MSMでは200~300hPaおよび700hPaから下層で解析値比で風速の予測値が大きい傾向

④水蒸気フラックス

- ・GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に500hPaから下層で水蒸気フラックスは平均場比で大きい
- ・GSM予測値では、800hPaから下層、MSM予測値では700hPaから下層で解析値比で大きい

まとめ

令和4年8月の豪雨事例(山形県及び新潟県で発生した線状降水帯事例)	
気温	<ul style="list-style-type: none"> ・GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に概ね平均場比で高い ・MSMでは700～900hPaでは解析値比で予測値は高い
水蒸気混合比	<ul style="list-style-type: none"> ・GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に500hPaより下層では平均場比で水蒸気量が多い ・MSMでは800～900hPaでは水蒸気量の予測値は多い傾向
水平風速	<ul style="list-style-type: none"> ・GSMでは解析値および予測値共に平均場比で600hPaから下層で風速が強い(MSMでは、400hPaから下層で強い) ・MSMでは200～300hPaおよび700hPaから下層で解析値比で風速の予測値が大きい傾向
水蒸気フラックス	<ul style="list-style-type: none"> ・GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に500hPaから下層で水蒸気フラックスは平均場比で大きい ・MSM予測値では700hPaから下層で解析値比で大きい

水蒸気量を中心とした環境場について、まとめた。令和4(2022)年8月の事例(山形県及び新潟県で発生した線状降水帯事例)については、概ね水蒸気量は平均場に比べて多く、その予測は下層を中心に解析値並みかむしろ解析値に比べて多かった。また、水平風速の予測についても下層を中心に予測値の大きい傾向が見られた。下層の風速および水蒸気量の予測値が大きいことを反映して、水蒸気フラックスの予測値も下層中心に解析値より大きくなった。

2kmLFMでは、線状の降水域が実況に近い形で予測されていることもあり、対象事例からは、水蒸気量の予測に関しては懸念事項はなさそうである。7月の事例でも触れているが、線状の降水域の位置ずれについては、水平風速の予測が関係している可能性がある。



第3章 事例解析編

3.3.3 まとめ

第3.3.1項から第3.3.2項にかけて述べた、令和4(2022)年8月の豪雨事例の数値予報結果について、以下のスライドにまとめた。

令和4年8月の豪雨事例の数値予報の結果のまとめ

- 8月3日の山形県及び新潟県で発生した線状降水帯事例について紹介した
- 大雨発生確率ガイダンスでは、大雨のポテンシャルを捉えることが難しい事例であった
- 5kmMSMの予測降水量は過小であった
- 2kmLFMIにおいて、位置ずれはあるが、線状降水帯を捉えていた
- 環境場の確認では、概ね水蒸気量は平均場に比べて多く、その予測値は下層を中心に解析値並みかむしろ解析値に比べて多かった。また、水平風速の予測についても下層を中心に予測値の大きい傾向が見られた
- 3.2節の7月の事例でも触れているが、線状の降水域の位置ずれについては、水平風速の予測が関係している可能性がある
- その他の8月に発生した線状降水帯に関する数値予報システムにおける予測結果については、3.3節の冒頭の表を参照願いたい

参考文献

- 気象庁 2022:令和4年(2022年)8月3日～4日に山形県、新潟県に大雨特別警報を発表した事例, 大雨事例等における防災気象情報の精度検証と発表基準の改善, <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/jirei/sokuhou/R040803.pdf>