



第3章 事例解析編

3.2 令和4年7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7月の年月は省略する

本節では、令和4(2022)年7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3.2.1項で5日に高知県で発生した線状降水帯事例、第3.2.2項で15日に九州南部における大雨事例、第3.2.3項で19日に九州北部で発生した線状降水帯事例をそれぞれ取り上げる。さらに、環境場(第3.2.4項)、まとめ(第3.2.5項)について示す。

7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
7月5日0時 (発生)	高知県	最大30%	過小傾向	過小傾向	LFMが実況に近い(風向風速に差、降水の持続性予測に課題)
7月15日6時 (発生せず)	九州南部	10%程度	過小	過小	214mm/3hの事例。(周辺部で風向風速に差、水蒸気の濃淡がはっきりしない)
7月16日0時と3時 (発生せず)	九州	九州南部を中心に25~30%	九州北部:過大傾向、南部:過小傾向	九州北部:過大傾向、南部:過小傾向	上層トラフが深まらず、下層暖湿気の流入が弱い(可降水量は海上で少ない傾向)
7月18日15時と18時 (発生)	壱岐・対馬	最大で10~15%。直近で急激に上昇	過小傾向	実況に近い(位置ずれあり)	実況で急激な変化(対流雲発達)
7月19日0時・3時・6時 (発生)	九州北部	実況で対応する地域では30%以上	過小傾向	実況に近い(位置ずれあり)	MSMは過小傾向だが、大雨発生確率Gでポテンシャルを捉えていることを認識

青: 良い方のコメント / 赤: 悪い方のコメント

令和4(2022)年7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3.2.1項で5日に高知県で発生した線状降水帯事例、第3.2.2項で15日に九州南部における大雨事例、第3.2.3項で19日に九州北部で発生した線状降水帯事例をそれぞれ取り上げる。



第3章 事例解析編

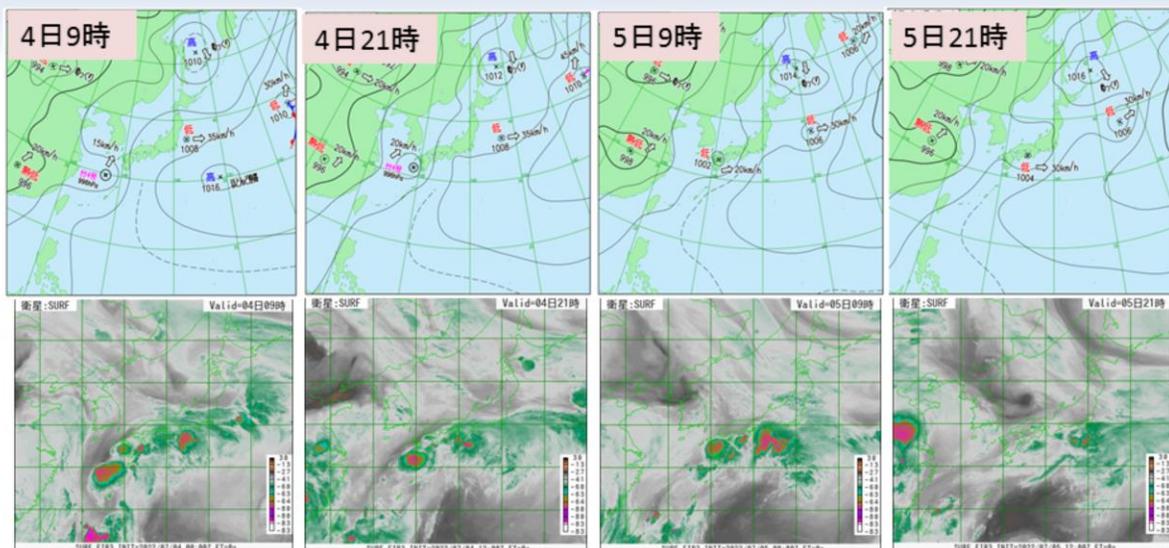
3.2.1 高知県で発生した線状降水帯事例 (7月5日)

概要

- 北上する台風第4号とその東側の太平洋高気圧の縁辺からの下層暖湿気が日本付近に入り続け、5日3時までの24時間降水量が、高知県を中心に200mmを超え、所により500mmを超える大雨となった。
 - 5日0時39分に高知県に顕著な大雨に関する気象情報が発表され、線状降水帯による非常に激しい雨が降り続き、命に危険が及ぶ土砂災害や洪水による災害発生の危険度が急激に高まっていることが呼びかけられた
 - 3時間降水量では、高知県須崎で208.0mm(5日1時10分まで)、高知県窪川で194.5mm(5日0時30分まで)となり、観測史上1位を更新した
 - 24時間降水量では、高知県須崎で409.0mm(5日3時00分まで)となり、7月の1位を更新した
- その他、3日に愛知県、京都府、福井県、5日には長崎県、熊本県、福岡県、北海道、青森県で記録的短時間大雨情報が発表された。また、3日13時30分頃、栃木県宇都宮市下栗町から西刑部町にかけてダウンバーストによる突風が発生した
- **線状降水帯の発生した時間帯を考慮し、5日0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7月5日に高知県で発生した線状降水帯事例の概要を示す。

地上天気図・衛星水蒸気画像 (4日9時～5日21時)



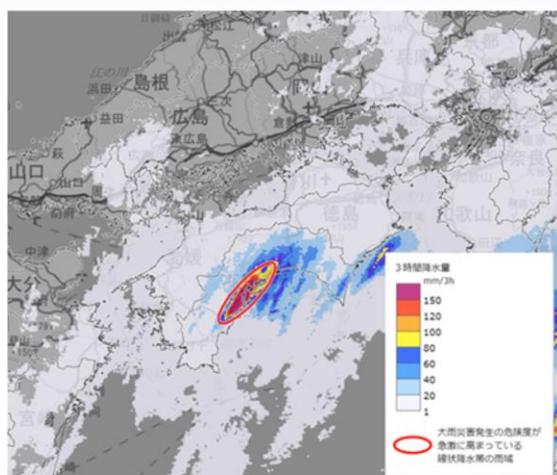
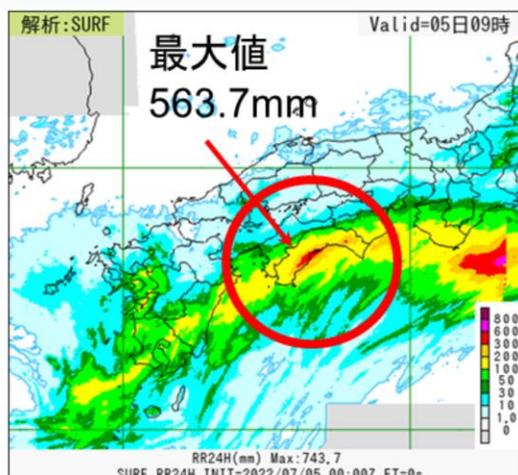
台風と太平洋高気圧の縁辺からの下層暖湿気が日本付近に入り続け、西日本で対流雲が発達した。

図は令和4(2022)年7月4日9時から5日21時にかけての地上天気図(上段)、気象衛星ひまわりによる水蒸気画像(下段)を示す。

台風と太平洋高気圧の縁辺からの下層暖湿気が日本付近に入り続け、西日本で対流雲が発達した。

解析雨量

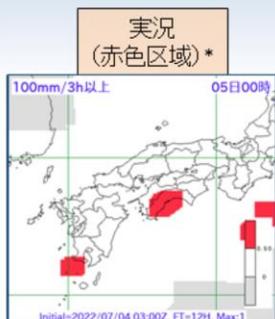
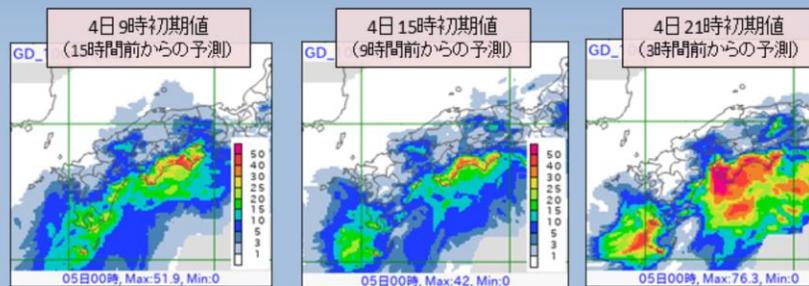
24時間(左図:5日9時対象)と線状降水帯発生時の3時間解析雨量
(右図:5日0時30分対象)



7月5日9時までの24時間解析雨量(左図)と5日0時30分対象の線状降水帯発生時の3時間解析雨量を示す。高知県では、線状降水帯の発生により、大雨となった。

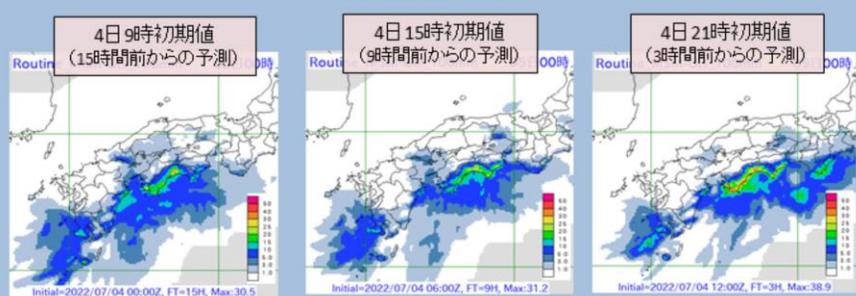
大雨発生確率ガイダンス(3時間100mm以上)の予測結果 (5日0時対象)

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(%)

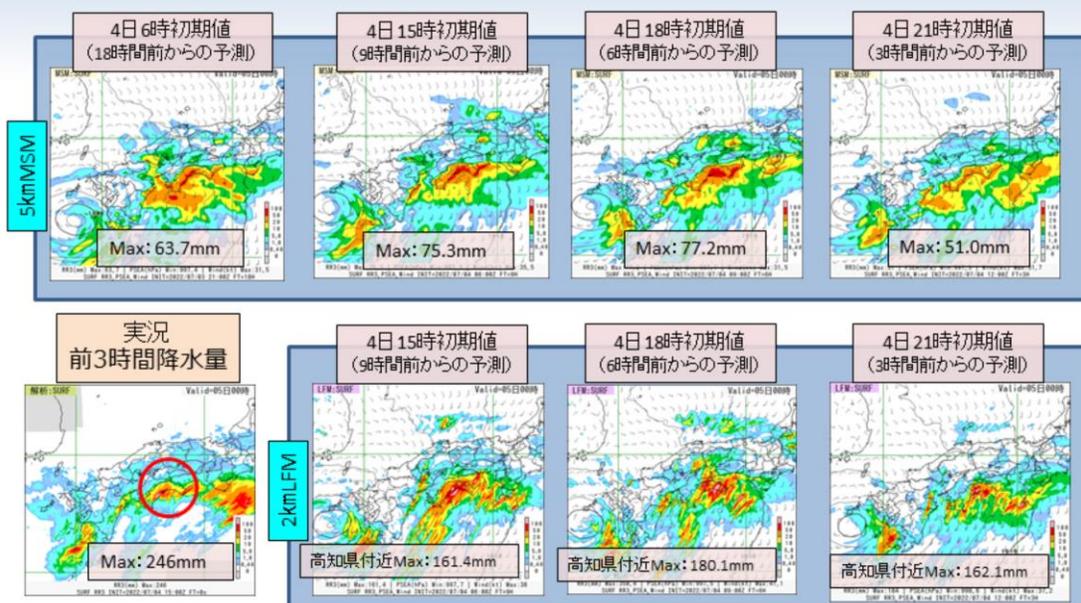


- ▶15時間前から5kmMEPSでは高知県を中心に40%以上、5kmMSMでは最大30%台の確率が予測されていた。
- ▶3時間前から、5kmMEPSでは50%を超える確率が予測されていた。

令和4(2022)年7月5日0時対象の3時間100mm以上の大雨発生確率ガイダンス(2.8節参照)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、左から15時間前、9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。

15時間前から5kmMEPSでは高知県を中心に40%以上、5kmMSMでは最大30%台の確率が予測され、3時間前から、5kmMEPSでは50%を超える確率が予測されていたことを確認した。

現業数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (5日0時対象【上段:5kmMSM、下段:2kmLFM】)



掲載の図はすべて、前3時間降水量・地上風・海面更正気圧

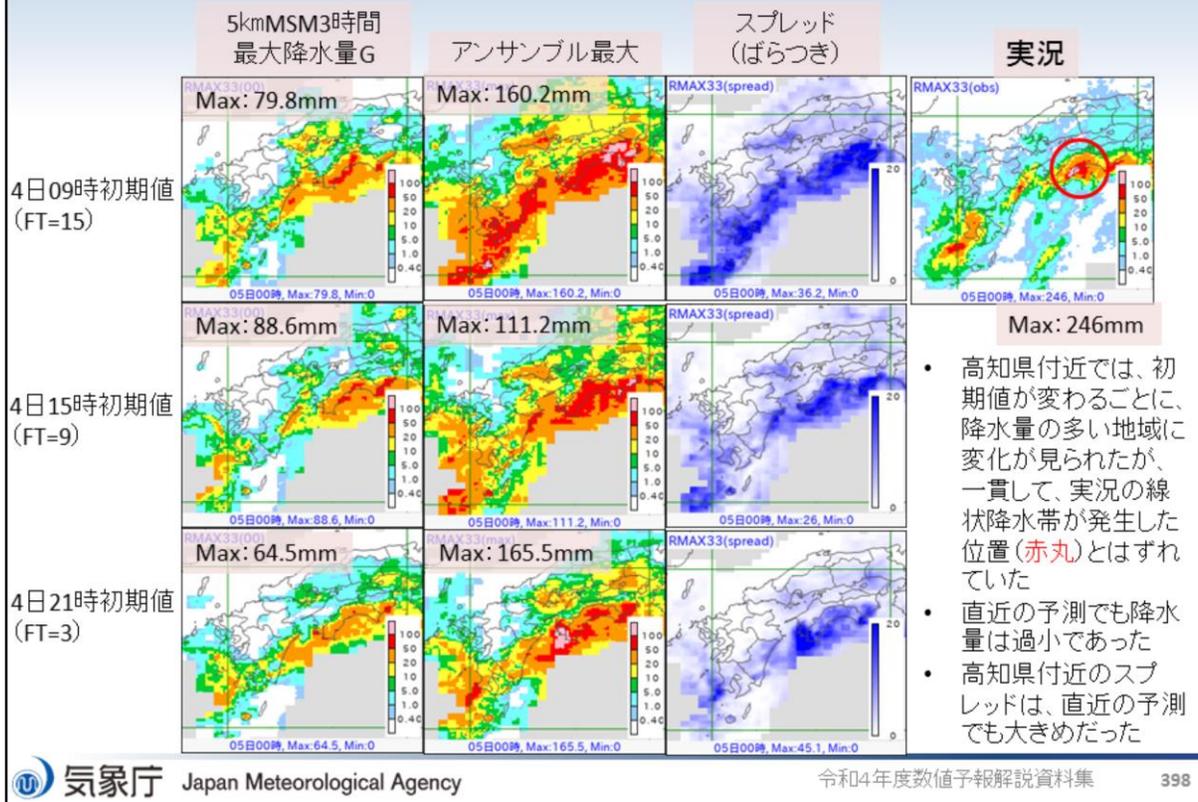
- ▶高知県の線状降水帯(赤丸付近)による降水量予測は、5kmMSMは過小傾向。
- ▶LFMの予測降水量は、実況に近い。ただし、実況と100mm程度の差があり、過小傾向。

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7月5日0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、7月4日6時初期値の18時間前からの予測(2kmLFMは4日15時初期値の9時間前からの予測)から順番に7月4日21時初期値の3時間前からの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。

高知県の線状降水帯(赤丸付近)による予測降水量に着目すると、5kmMSMは過小傾向、2kmLFMは5kmMSM比で実況に近いが、実況と100mm程度の差があり、過小傾向である。

5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンス(5日0時対象)

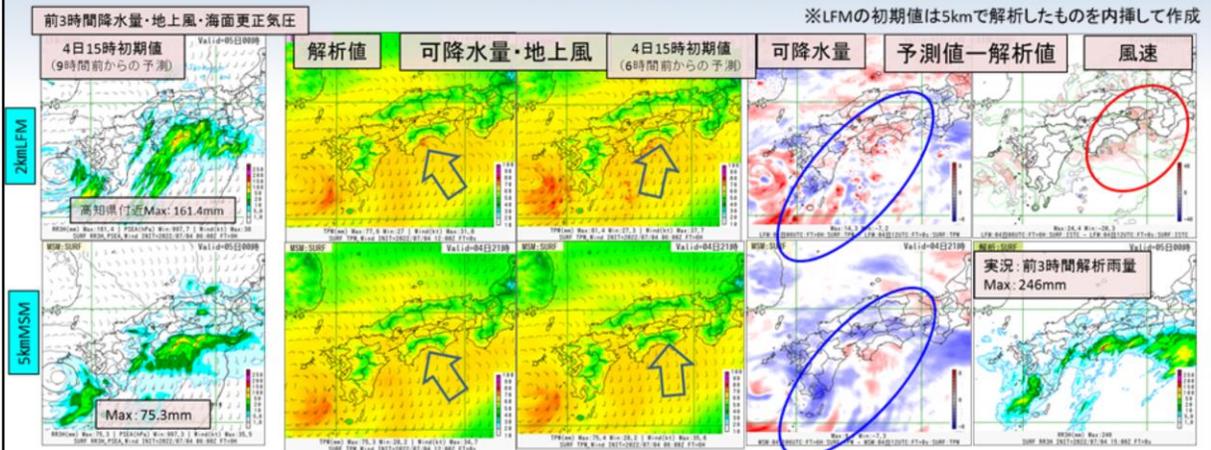


令和4(2022)年7月5日0時を対象とした5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。右上図が7月5日0時の観測の5km格子3時間最大降水量、左側から5kmMSM3時間最大降水量ガイダンス、5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンスメンバー最大値、スプレッド(ばらつき)を示し、上段から下段に向かって、7月4日9時初期値15時間予測、15時初期値9時間予測および21時初期値3時間予測の結果をそれぞれ示す。降水量、スプレッドの単位はいずれもmmである。スプレッドは、青色が濃いほどスプレッドが大きいことを示す。

以下の特徴が見られた。

- ・高知県付近では、初期値が変わるごとに、降水量の多い地域に変化が見られたが、一貫して、実況の線状降水帯が発生した位置(赤丸)とはずれていた
- ・直近の予測でも降水量は過小であった
- ・高知県付近のスプレッドは、直近の予測でも大きめだった

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:4日21時】



5kmMSMと2kmLFMとも共通で予測値は解析値と比べて、可降水量は九州東岸から四国沿岸部は多い傾向(青い楕円の領域)だが、四国や紀伊半島のはるか沖合では少ない傾向。四国沖の領域(赤い楕円の領域)に着目すると、地上の風向・風速が異なる(解析値の風向が南東～南南東、予測値の風向が南～南南西で、風速の予測値が解析値に比べて強い)。予測降水量と実況との間に差が生じたことに関係した可能性がある。参考として2kmLFMと5kmMSMの5日0時対象の予測降水量の結果(左図)と実況(右下図)を示した。高知県付近で比較すると、実況比で過小であった。



令和4(2022)年7月4日21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5日0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)、4日15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)、4日15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。また、右下図は、5日0時対象の前3時間解析雨量(mm)である。特徴は以下のとおりである。

5kmMSMと2kmLFMとも共通で予測値は解析値と比べて、可降水量は九州東岸から四国沿岸部は多い傾向(青い楕円の領域)だが、四国や紀伊半島のはるか沖合では少ない傾向がみられた。四国沖の領域(赤い楕円の領域)に着目すると、地上の風向・風速が異なる(解析値の風向が南東～南南東、予測値の風向が南～南南西で、風速の予測値が解析値に比べて強い)。予測降水量と実況との間に差が生じたことに関係した可能性がある。参考として2kmLFMと5kmMSMの5日0時対象の予測降水量の結果(左図)と実況(右下図)を示した。高知県付近で比較すると、実況比で過小であった。

まとめ

- 7月5日に高知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
 - 15時間前から高知県を中心に最大30%台の確率が予測されていた。3時間前から、30%を超える確率の領域が拡大した
- 5kmMSMおよび2kmLFMによる予測結果
 - 予測降水量は、5kmMSMは過小傾向、2kmLFMの予測降水量は、100mm以上で実況に近い。ただし、実況と100mm程度の差があり、過小傾向
- 5kmMEPSガイダンスによる予測結果
 - 初期値が変わるごとに、降水量の多い地域に変化が見られたが、一貫して、実況の線状降水帯が発生した位置とはずれ、予測降水量は過小であった
- 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
 - 可降水量は九州東岸から四国沿岸部は多い傾向だが、四国や紀伊半島のはるか沖合では少ない傾向。四国沖では、地上の風向・風速が異なっていた。予測降水量と実況との間に差が生じたことに関係した可能性がある

令和4(2022)年7月5日の高知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。



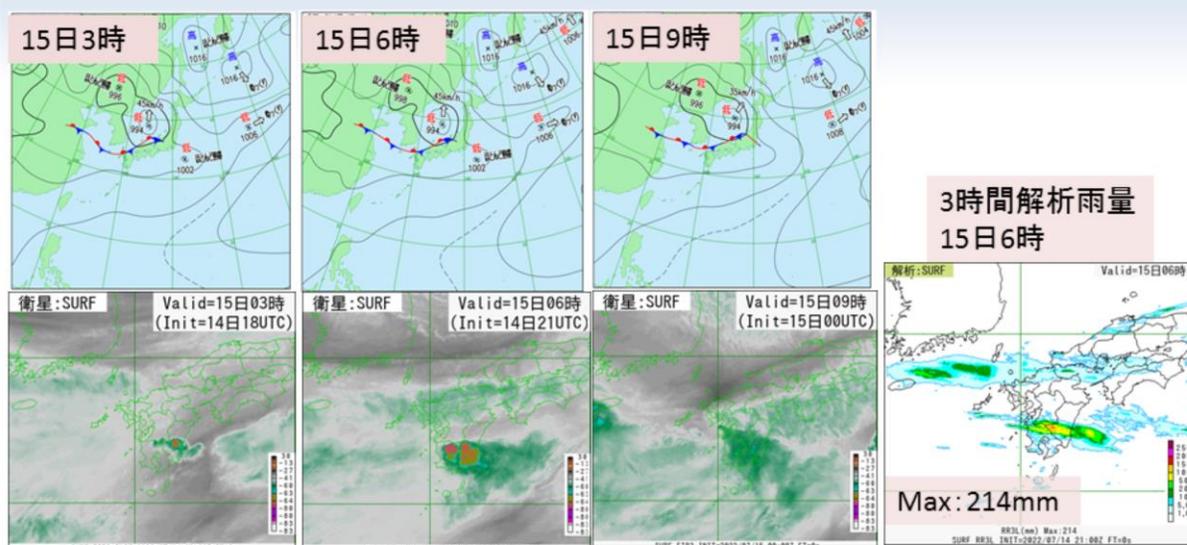
第3章 事例解析編

3.2.2 九州南部における大雨事例 (7月15日)

概要

- 九州北部に停滞している梅雨前線に向かって、暖かく湿った空気が流入し、大気の状態が不安定となった。宮崎県を中心に総雨量が200mmを超える大雨となり、宮崎県加久藤では15日5時までの1時間降水量が93.0mmの猛烈な雨が観測され、15日の日降水量が234.5mmに達した
- また、5日5時30分に宮崎県えびの市付近で120mm以上、同日6時には宮崎県高原町付近で約120mmの記録的短時間大雨情報が発表された
- 記録的短時間大雨情報が発表された時間帯を考慮し、15日6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

地上天気図・衛星水蒸気画像



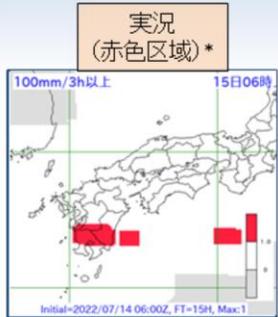
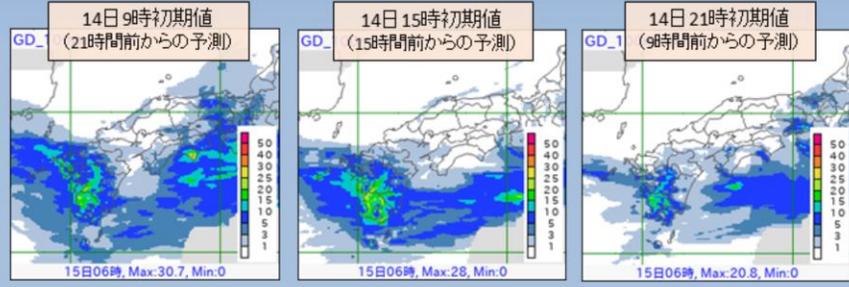
九州北部に停滞している梅雨前線に向かって、暖かく湿った空気が流入し、大気の状態が不安定となり、対流雲が発達した。九州南部では、3時間に200mmを超える大雨となった。

図は令和4(2022)年7月4日9時から5日21時にかけての地上天気図(上段)、気象衛星ひまわりによる水蒸気画像(下段)を示す。また、下段右に3時間解析雨量(mm)の結果を示す。

九州北部に停滞している梅雨前線に向かって、暖かく湿った空気が流入し、大気の状態が不安定となり、対流雲が発達した。九州南部では、3時間に200mmを超える大雨となった。

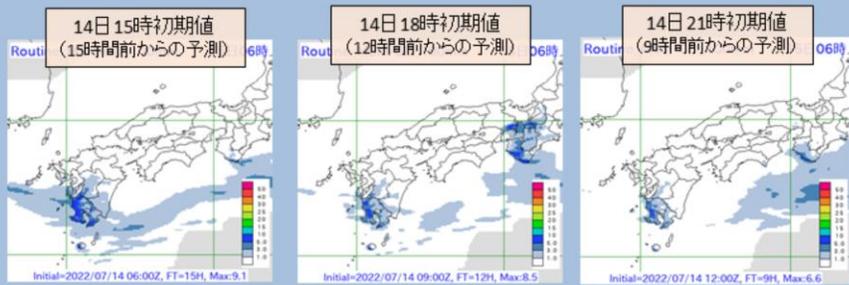
大雨発生確率ガイダンス(3時間100mm以上)の予測結果 (15日6時対象)

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(%)

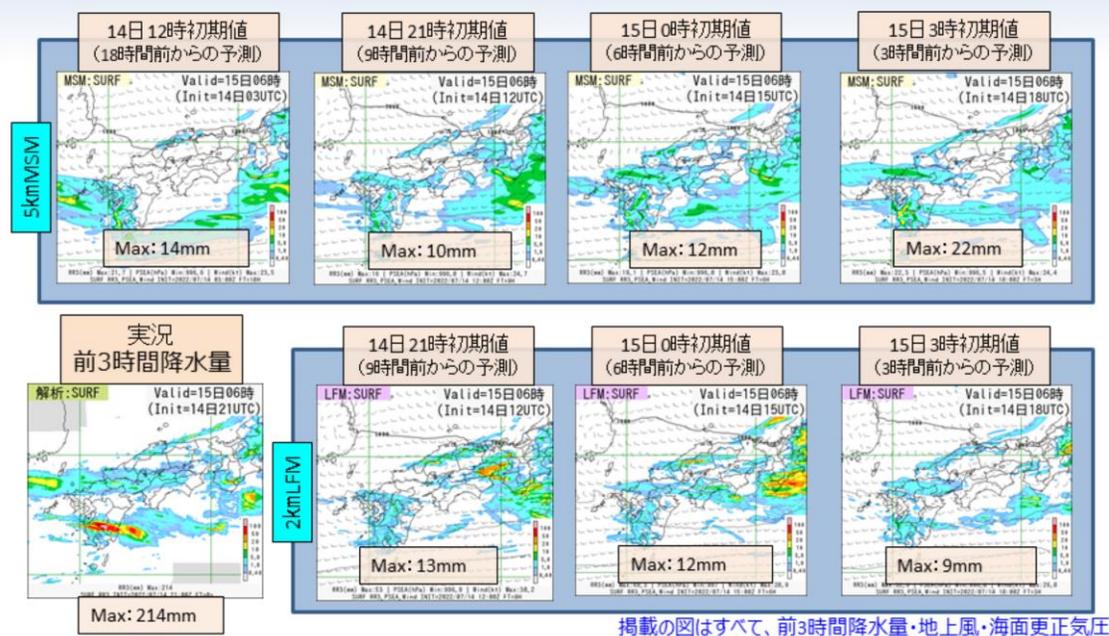


▶21時間前から5kmMEPSでは九州南部を中心に20%以上が予測されていたが、5kmMSMでは10%程度の確率予測だった。

令和4(2022)年7月15日6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21時間前、15時間前、9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、9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。

21時間前から5kmMEPSでは九州南部を中心に20%以上が予測されていたが、5kmMSMでは10%程度の確率予測だった。

現業数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (15日6時対象【上段:5kmMSM、下段:2kmLFM】)



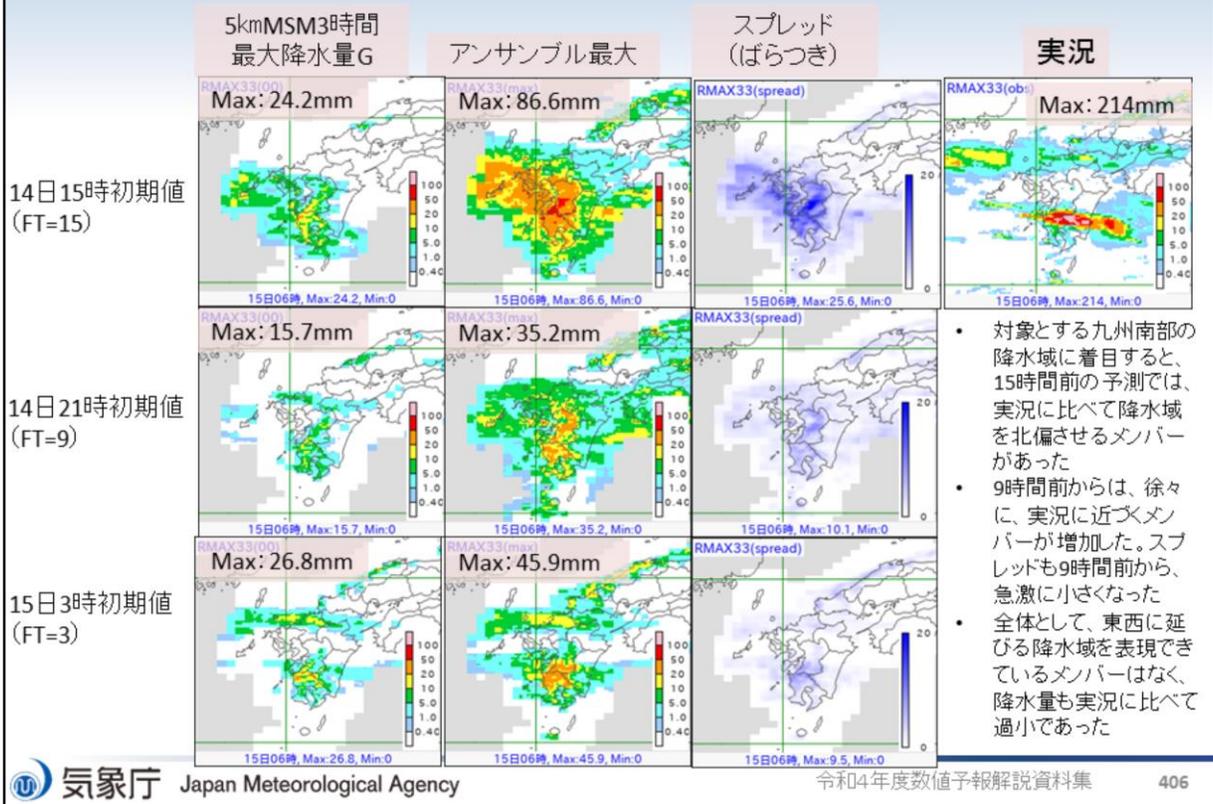
▶5kmMSM・2kmLFMの九州南部の予測降水量は、過小

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7月15日6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、7月14日12時初期値の18時間前からの予測(2kmLFMは14日21時初期値の9時間前からの予測)から順番に7月15日3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。

5kmMSM・2kmLFMの九州南部の予測降水量は、過小であった。

5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンス(15日6時対象)



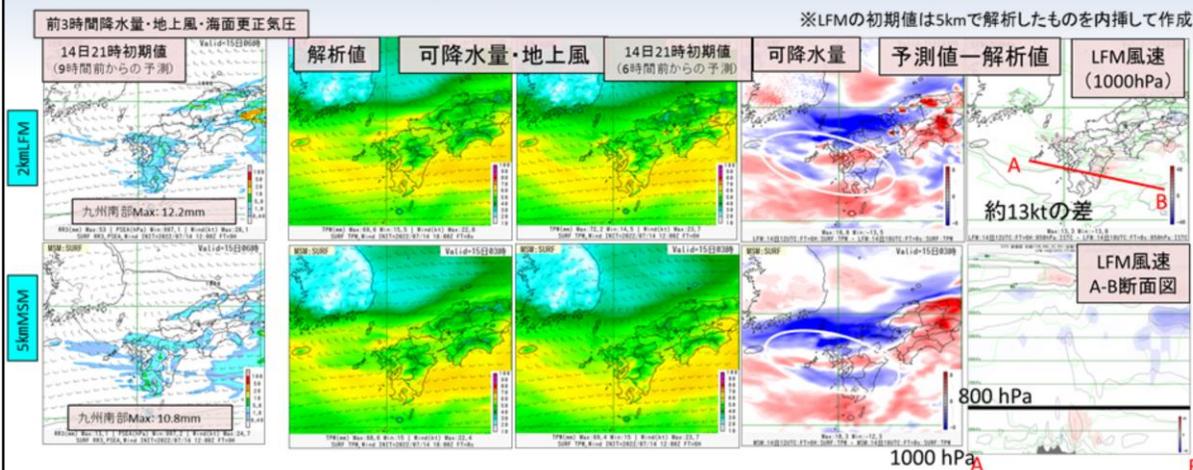
令和4(2022)年7月15日6時を対象とした5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。右上図が7月15日6時の観測の5km格子3時間最大降水量、左側から5kmMSM3時間最大降水量ガイダンス、5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンスメンバー最大値、スプレッド(ばらつき)を示し、上段から下段に向かって、7月14日15時初期値15時間予測、21時初期値9時間予測および15日3時初期値3時間予測の結果をそれぞれ示す。降水量、スプレッドの単位はいずれもmmである。スプレッドは、青色が濃いほどスプレッドが大きいことを示す。

対象とする九州南部の降水域に着目すると、以下の特徴が見られた。

- ・15時間前の予測では、実況に比べて降水域を北偏させるメンバーがあった
- ・9時間前からは、徐々に、実況に近づくメンバーが増加した。スプレッドも9時間前から、急激に小さくなった
- ・全体として、東西に延びる降水域を表現できているメンバーはなく、降水量も実況に比べて過小であった

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:15日3時】

※LFMの初期値は5kmで解析したものを内挿して作成



5kmMSMと2kmLFMとも共通で予測値は解析値と比べて、可降水量は帯状の降水域(白楕円の領域)ではコントラストがはっきりしないこととその領域より北側では少なく、南側では多い傾向。白楕円の領域内の宮崎県沿岸付近に着目すると、下層の風向・風速が異なる(解析値の風向が南成分、予測値の風向が西成分を持つ風で、風速の予測値が九州東海上で解析値に比べて強い)。参考として2kmLFMと5kmMSMの15日6時対象の予測降水量の結果(左図)を示した。実況比で過小であった。

令和4(2022)年7月15日3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15日6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)、14日21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)、14日21時初期値の6時間前からの1000hPaの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)と前述の図内のABの風速の解析値からの差分値の断面図である。特徴は以下のとおりである。

5kmMSMと2kmLFMとも共通で予測値は解析値と比べて、可降水量は帯状の降水域(白楕円の領域)ではコントラストがはっきりしないこととその領域より北側では少なく、南側では多い傾向であった。白楕円の領域内の宮崎県沿岸付近に着目すると、下層の風向・風速が異なる(解析値の風向が南成分、予測値の風向が西成分を持つ風で、風速の予測値が九州東海上で解析値に比べて強い)。参考として2kmLFMと5kmMSMの15日6時対象の予測降水量の結果(左図)を示した。実況比で過小であった。

まとめ

- 7月15日の九州南部における大雨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
 - 21時間前から5kmMEPSでは九州南部を中心に20%以上が予測されていたが、5kmMSMでは10%程度の確率予測だった
- 5kmMSMおよび2kmLFMによる予測結果
 - 5kmMSM・2kmLFMの九州南部の予測降水量は、過小であった
- 5kmMEPSガイダンスによる予測結果
 - 東西に延びる降水域を表現できているメンバーはなく、降水量も実況に比べて過小であった
- 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
 - 予測値は解析値と比べて、可降水量は帯状の降水域ではコントラストがはっきりしないこととその領域より北側では少なく、南側では多い傾向であった。宮崎県沿岸付近に着目すると、下層の風向・風速が異なっていた(解析値の風向が南成分、予測値の風向が西成分を持つ風で、風速の予測値が九州東海上で解析値に比べて強い)

令和4(2022)年7月15日の九州南部における大雨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

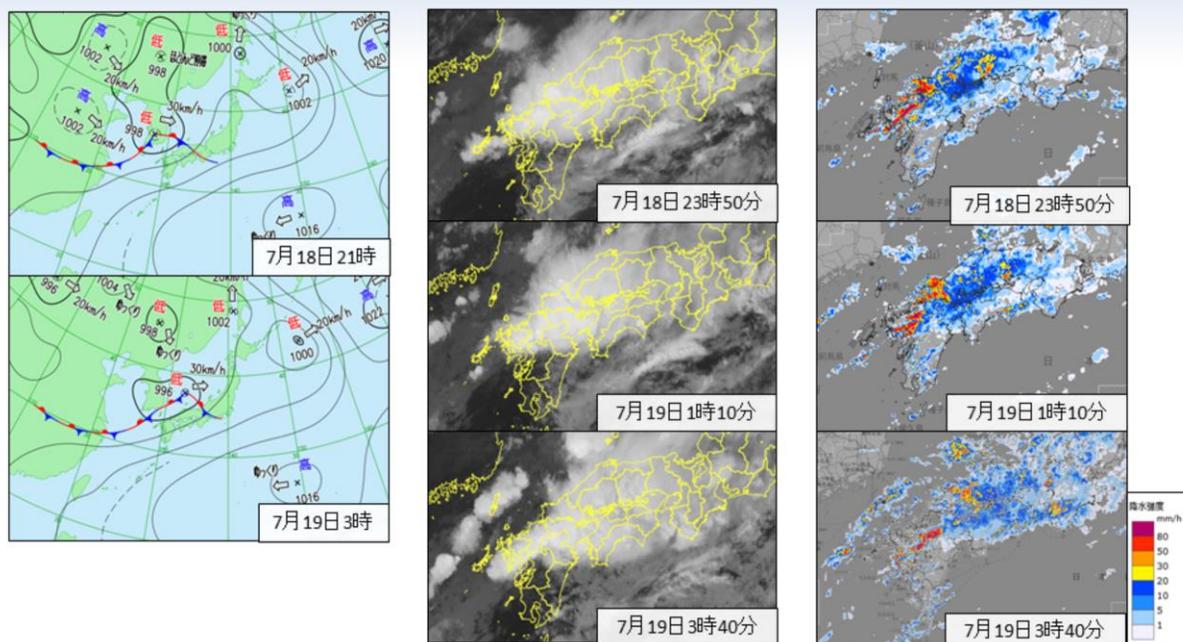
3.2.3 九州北部で発生した線状降水帯事例 (7月19日)

概要

- 黄海から日本海に進む低気圧や前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込んだ影響で、西日本では18日から20日にかけて九州を中心に大雨となった
- 18日の夜遅くには山口県、そして19日未明には福岡県及び佐賀県、明け方には福岡県及び大分県で線状降水帯が発生し、猛烈な雨が降った
- 福岡県久留米では、3時までの3時間に116mm、19日の日降水量は、184.5mmに達した
- 19日3時40分には大分県玖珠町付近で約120mm、日田付近で約110mmの記録的短時間大雨情報が発表された
- **予測降水量が多かった19日3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7月19日に九州北部で発生した線状降水帯事例の概要を示す。

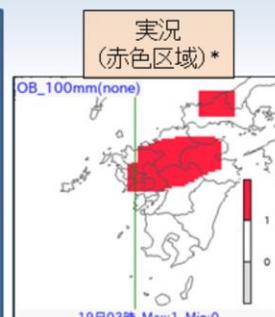
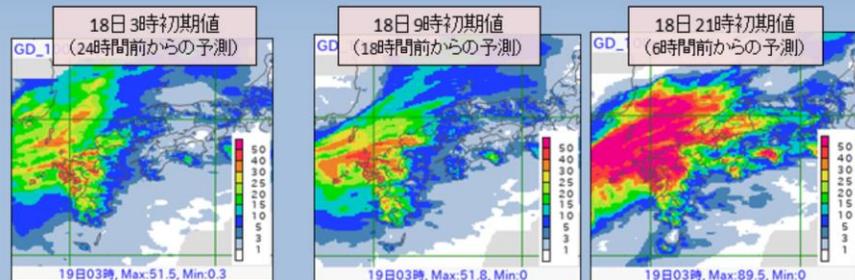
地上天気図(左図)・衛星赤外画像(中図)・気象レーダーによる降水強度(右図)(18日～19日)



図は令和4(2022)年7月18日から19日にかけての地上天気図、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。黄海から日本海に進む低気圧や前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込み、九州北部を中心に対流雲が発達した。

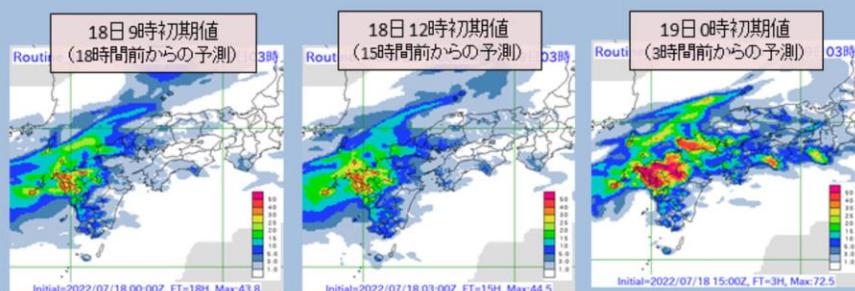
大雨発生確率ガイダンス(3時間100mm以上)の予測結果 (19日3時対象)

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では、24および18時間前からは、実況で対応する地域では**30%以上の確率で比較的高い値であった**。5kmMSMでも、同様な傾向であった
▶3時間前からは、実況で対応する地域では**50%以上**が予測されていた



気象庁 Japan Meteorological Agency

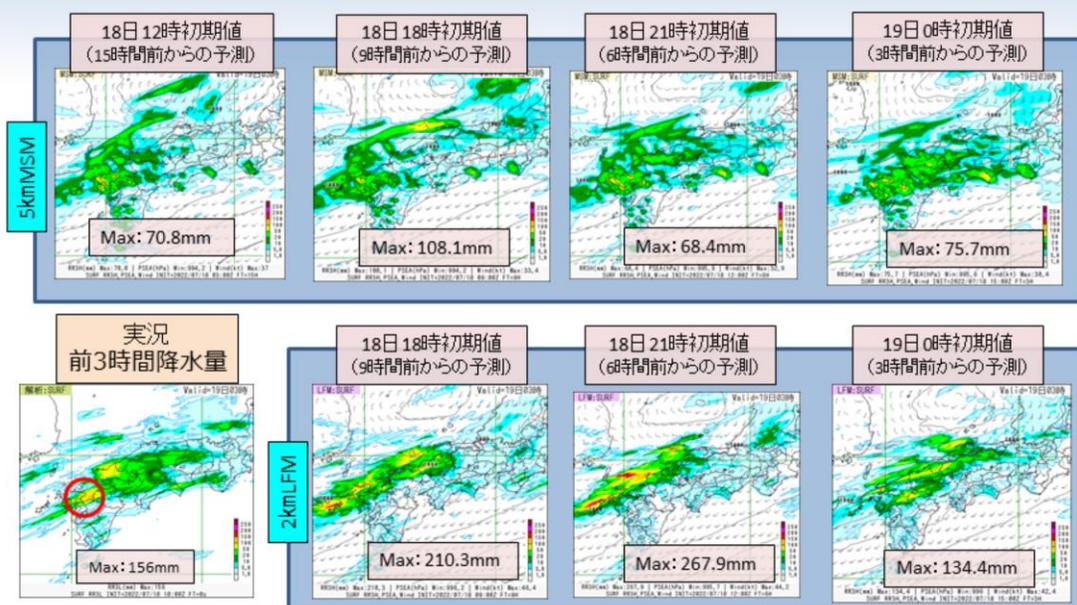
令和4年度数値予報解説資料集

412

令和4(2022)年7月19日3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では、24および18時間前からは、実況で対応する地域では30%以上の確率で比較的高い値であった。5kmMSMでも、同様な傾向であった。3時間前からは、実況で対応する地域では50%以上が予測されていた。

現業数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (19日3時対象【上段:5kmMSM、下段:2kmLFM】)



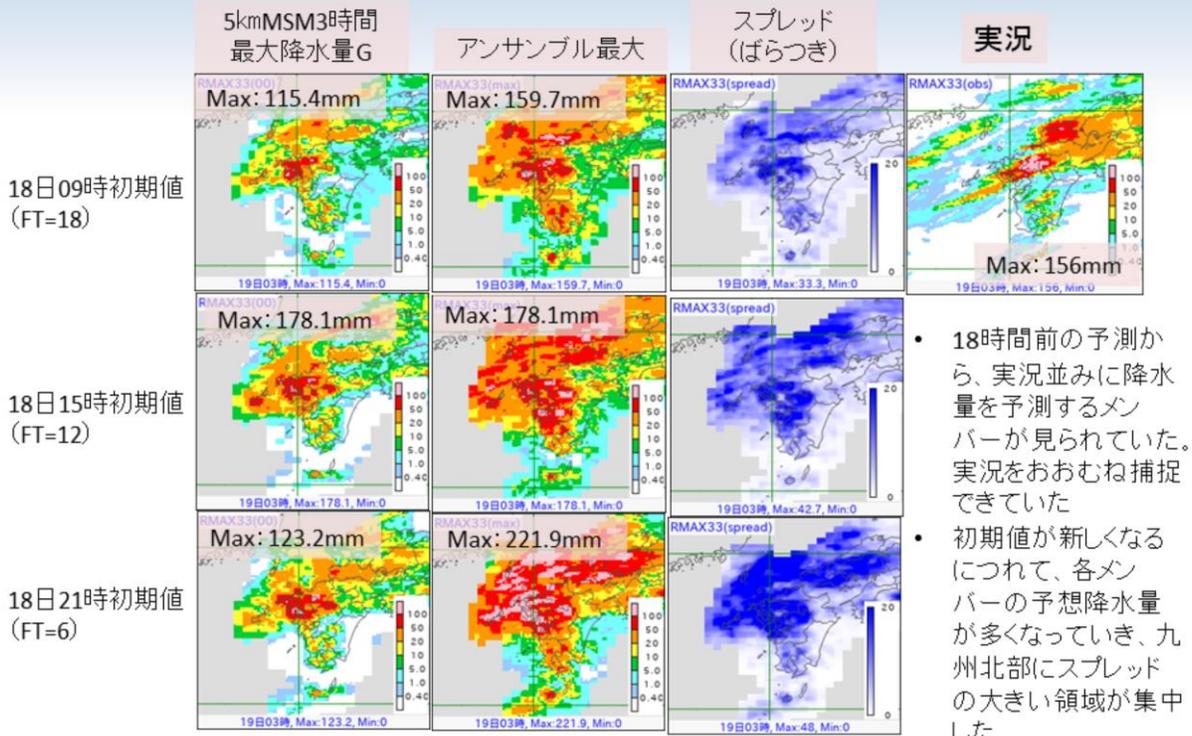
掲載の図はすべて、前3時間降水量・地上風・海面更正気圧
 ▶九州北部の線状降水帯(赤色円)の降水について:5kmMSMの予測降水量は過小傾向であった。2kmLFMでは、実況に近かったが、150mm以上(赤色区域)の予測降水量に着目すると北西方向への位置ずれの傾向が見られた

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7月19日3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、7月18日12時初期値の15時間前からの予測(2kmLFMは18日18時初期値の9時間前からの予測)から順番に7月19日0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。

九州北部の線状降水帯(赤色円)の降水について:5kmMSMの予測降水量は過小傾向であった。2kmLFMでは、実況に近かったが、150mm以上(赤色区域)の予測降水量に着目すると北西方向への位置ずれの傾向が見られた。

5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンス(19日3時対象)

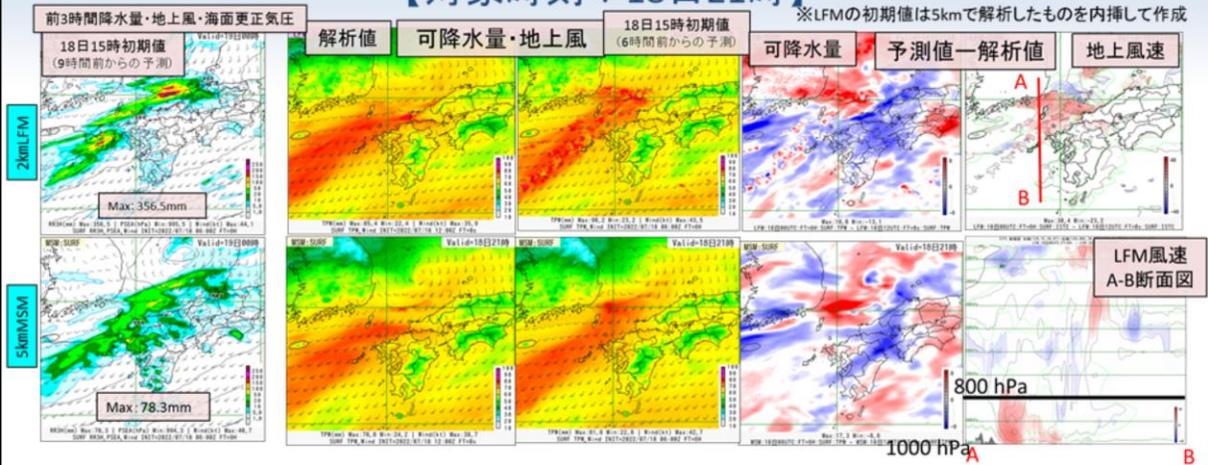


令和4(2022)年7月19日3時を対象とした5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。右上図が7月19日3時の観測の5km格子3時間最大降水量、左側から5kmMSM3時間最大降水量ガイダンス、5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンスメンバー最大値、スプレッド(ばらつき)を示し、上段から下段に向かって、7月18日9時初期値18時間予測、15時初期値12時間予測および18日21時初期値6時間予測の結果をそれぞれ示す。降水量、スプレッドの単位はいずれもmmである。スプレッドは、青色が濃いほどスプレッドが大きいことを示す。

対象とする九州北部の降水域に着目すると、以下の特徴が見られた。

- ・18時間前の予測から、実況並みに降水量を予測するメンバーが見られていた。実況をおおむね捕捉できていた
- ・初期値が新しくなるにつれて、各メンバーの予想降水量が多くなっていき、九州北部にスプレッドの大きい領域が集中した

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：18日21時】



5kmMSMと2kmLFMとも共通で予測値は解析値と比べて、可降水量は降水の予測されている場所が多い傾向、その周辺で少ない傾向が見られた。また、降水の予測されている場所では、予測値で風速が強い傾向が見られた。可降水量の5kmMSMと2kmLFMの解析値に差が見られた(LFM解析値の方が可降水量が多い)。参考として2kmLFMと5kmMSMの19日0時対象の予測降水量の結果(左図)を示した。実況比で2kmLFMでは過大、5kmMSMでは過小であった。

令和4(2022)年7月18日21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19日0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)、18日15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)、18日15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。前述の図内のABの風速の解析値からの差分値の断面図である。特徴は以下のとおりである。

5kmMSMと2kmLFMとも共通で予測値は解析値と比べて、可降水量は降水の予測されている場所が多い傾向、その周辺で少ない傾向が見られた。また、降水の予測されている場所では、予測値で風速が強い傾向が見られた。可降水量の5kmMSMと2kmLFMの解析値に差が見られた(LFM解析値の方が可降水量が多い)。参考として2kmLFMと5kmMSMの19日0時対象の予測降水量の結果(左図)を示した。実況比で2kmLFMでは過大、5kmMSMでは過小であった。

まとめ

- 7月19日の九州北部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では、24および18時間前からは、実況で対応する地域では30%以上の確率で比較的高い値であった。5kmMSMでも、同様な傾向であった
- 5kmMSMおよび2kmLFMによる予測結果
 - 5kmMSMの予測降水量は過小傾向であった。2kmLFMでは、実況に近かったが、150mm以上の予測降水量に着目すると北西方向への位置ずれの傾向が見られた
- 5kmMEPS最大降水量ガイダンスによる予測結果
 - 18時間前の予測から、実況並みに降水量を予測するメンバーが見られていた。実況をおおむね捕捉できていた
- 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、可降水量は降水の予測されている場所で多い傾向、その周辺で少ない傾向が見られた。また、降水の予測されている場所では、予測値で風速が強い傾向が見られた

令和4(2022)年7月19日の九州北部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。



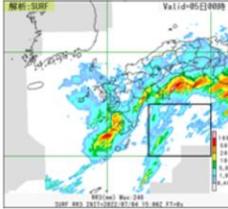
第3章 事例解析編

3.2.4 環境場

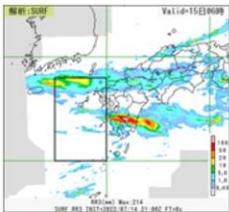
豪雨をもたらした環境場

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。

高知県事例検証領域(矩形領域)
132.0E - 135.0E, 30.0N - 32.5N



九州2事例検証領域(矩形領域)
127.5E - 130.0E, 30.0N - 34N



令和4年7月の豪雨事例

高知県の事例(3.2.1項の事例)

- 平均場: 1991年~2020年の7月上旬
 - ・ 長期再解析(JRA-3Q):7月1日 9時 - 11日 3時
- 期間平均:2022年7月4日~7月5日
 - ・ GSM予報値:7月4日 9時 - 6日 3時
 - ・ MSM予報値:7月4日 9時 - 6日 3時

九州南部の事例(3.2.2項の事例)

- 平均場: 1991年~2020年の7月中旬
 - ・ 長期再解析(JRA-3Q):7月11日 9時 - 21日 3時
- 期間平均:2022年7月14日~7月15日
 - ・ GSM予報値:7月14日 9時 - 16日 3時
 - ・ MSM予報値:7月14日 9時 - 16日 3時

九州北部の事例(3.2.3項の事例)

- 平均場: 1991年~2020年の7月中旬
 - ・ 長期再解析(JRA-3Q):7月11日 9時 - 21日 3時
- 期間平均:2022年7月18日~7月19日
 - ・ GSM予報値:7月18日 9時 - 20日 3時
 - ・ MSM予報値:7月18日 9時 - 20日 3時

令和4(2022)年7月の豪雨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7月の豪雨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。

高知県の事例(3.2.1項の事例)

平均場:1991年-2020年の7月上旬
長期再解析(JRA-3Q):7月1日 9時 - 11日 3時
期間平均:2022年7月4日 - 7月5日
GSM予報値:7月4日 9時 - 6日 3時
MSM予報値:7月4日 9時 - 6日 3時

九州南部の事例(3.2.2項の事例)

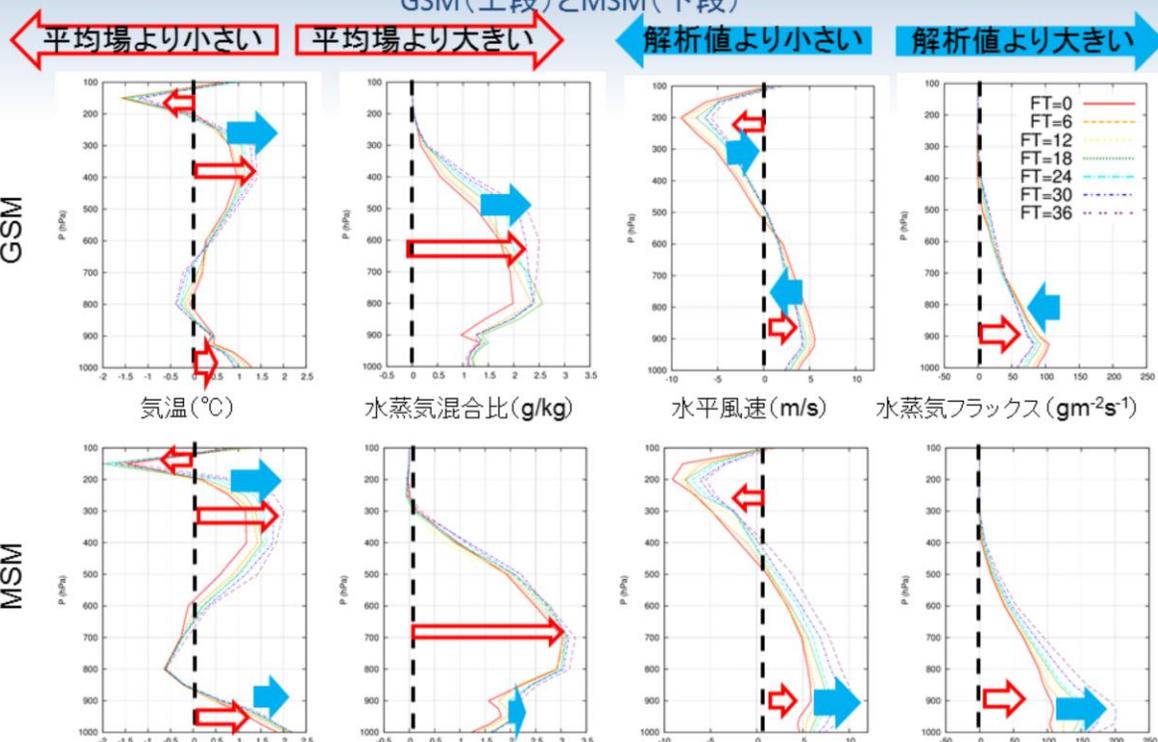
平均場:1991年-2020年の7月中旬
長期再解析(JRA-3Q):7月11日 9時 - 21日 3時
期間平均:2022年7月14日 - 7月15日
GSM予報値:7月14日 9時 - 16日 3時
MSM予報値:7月14日 9時 - 16日 3時

九州北部の事例(3.2.3項の事例)

平均場:1991年-2020年の7月中旬
長期再解析(JRA-3Q):7月11日 9時 - 21日 3時
期間平均:2022年7月18日 - 7月19日
GSM予報値:7月18日 9時 - 20日 3時
MSM予報値:7月18日 9時 - 20日 3時

高知県事例 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7月の高知県の事例の気温(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。各グラフは高知県の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100~200hPaで平均場比で低く、200~600hPaと900hPaから下層で平均場比で高い
- ・GSMおよびMSM共通で200~600hPaでは解析値比で予測値は高く、900hPaより下層ではMSMでは予測値が高く、GSMでは低くなる傾向

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300hPaより下層では平均場比で水蒸気量が多い
- ・GSMおよびMSM共通で300hPaより下層では解析値比で予測値は水蒸気量が多い

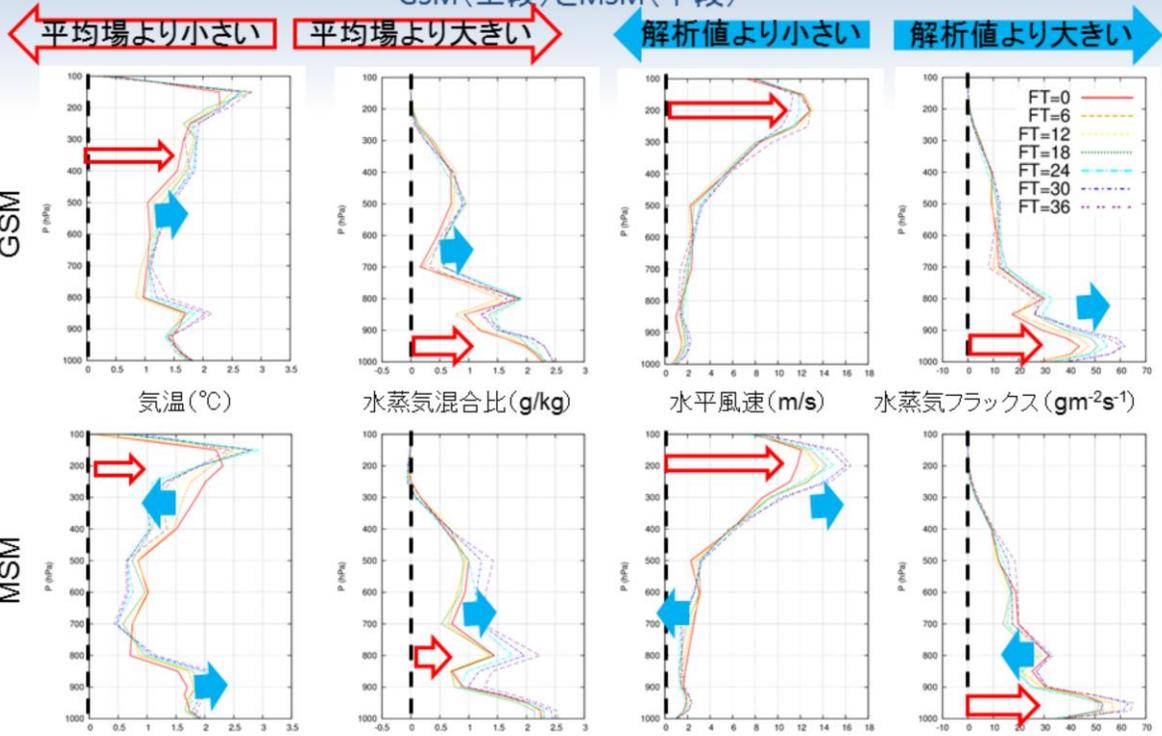
③水平風速

- ・GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に200~400hPaで平均場比で風速が弱く、600hPaより下層で平均場比で風速が強い
- ・GSMでは200~400hPaでは解析値比で風速の予測値が大きく、600hPaより下層では小さい
- ・MSMでは200hPaから下層では解析値比で風速の予測値が大きい

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700hPaから下層で解析値比で小さい
- ・MSM予測値では700hPaから下層で解析値比で大きい

九州南部事例 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7月の九州南部の事例の気温(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。各グラフは九州南部の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平均場比で高い
- ・GSMでは、300~900hPaでは解析値比で予測値は高く、MSMでは300~700hPaで予測値が低く、800hPaから下層で高い

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300hPaより下層では平均場比で水蒸気量が多い
- ・GSMおよびMSM共通で500hPaより下層では解析値比で予測値は水蒸気量は多い傾向

③水平風速

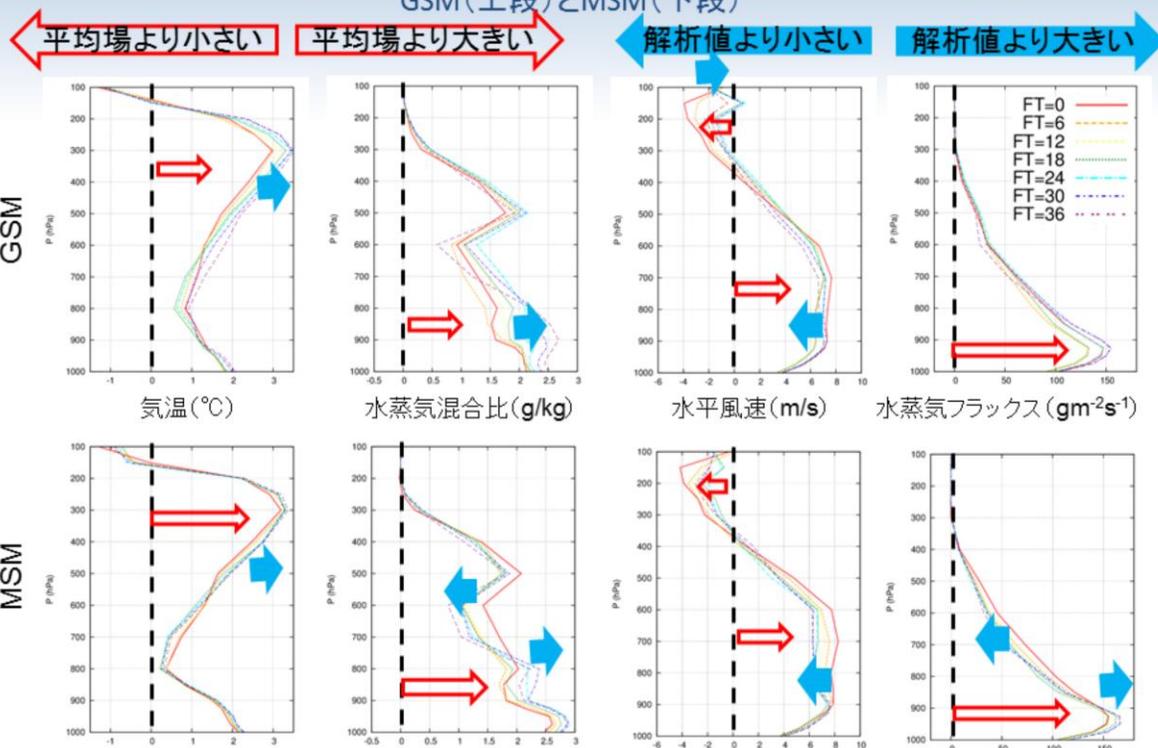
- ・GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に平均場比で風速が強い
- ・GSMでは解析値比で予測値との違いは小さい
- ・MSMでは500hPaから上層で解析値比で風速の予測値が大きく、700~900hPaでは風速の予測値が小さい

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300hPa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から下層で解析値比で大きい
- ・MSM予測値では700~900hPaで解析値比で小さく、900hPaより下層で解析値比で大きい

九州北部事例 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7月の九州北部の事例の気温(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。各グラフは九州北部の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平均場比で高い
- ・GSMでは200~600hPa、MSMでは300~500hPaでは解析値比で予測値は高く、GSMでは800hPa、MSMでは700hPaで予測値が低い

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300hPaより下層では平均場比で水蒸気量が多い

・GSMでは500hPaより下層で解析値比で水蒸気量の予測値は多い傾向、MSMでは400~700hPaでは水蒸気量の予測値は少なく、800hPaから下層では多い傾向

③水平風速

・GSMおよびMSM共通で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、400hPaから下層で風速が強い

・GSMでは200~400hPaで解析値比で風速の予測値が大きく、600hPaより下層では風速の予測値が小さい

・MSMでは200~300hPaで解析値比で風速の予測値が大きく、500~800hPaでは風速の予測値が小さい

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400hPa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500~800hPaで解析値比で小さく、900hPaより下層で解析値比で大きい

まとめ

	高知	九州南部	九州北部
気温	GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に100～200hPaで平均場比で低く、200～600hPaと900hPaから下層で平均場比で高い	GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に平均場比で高い。予測値は解析値比で800hPaから下層で高い。	GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に平均場比で高い。GSMでは200～600hPa、MSMでは300～500hPaでは解析値比で予測値は高い。
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300hPaより下層では平均場比で水蒸気量が多く、解析値比で予測値は水蒸気量は多い	GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に300hPaより下層では平均場比で水蒸気量が多い。500hPaより下層では解析値比で予測値は水蒸気量は多い傾向	GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に300hPaより下層では平均場比で水蒸気量が多い。MSMでは400～700hPaでは水蒸気量の予測値は少なく、800hPaから下層では多い傾向
水平風速	GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に200～400hPaで平均場比で風速が弱く、600hPaより下層で平均場比で風速が強い。MSMでは200hPaから下層では解析値比で風速の予測値が大きい	GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に平均場比で風速が強い。MSMでは500hPaから上層で解析値比で風速の予測値が大きく、700～900hPaでは風速の予測値が小さい	GSMおよびMSM共通で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、400hPaから下層で風速が強い。MSMでは200～300hPaで解析値比で風速の予測値が大きく、500～800hPaでは風速の予測値が小さい
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。MSM予測値では700hPaから下層で解析値比で大きい。	GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に300hPa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700～900hPaで解析値比で小さく、900hPaより下層で解析値比で大きい	GSMおよびMSM共通で解析値および予測値共に400hPa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500～800hPaで解析値比で小さく、900hPaより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7月の事例については、概ね水蒸気量の予測は解析値並みかむしろ解析値に比べて多かった。一方で水平風速の予測については、各事例で予測値の大小が目立つ結果となり、水蒸気フラックスの予測値へも影響していることが分かった。高知および九州南部の事例では2km LFMの予測降水量が過小で風向風速に違いがあったことと整合する結果であった。また、九州北部の事例では2km LFMは予測降水量が実況に近いが位置ずれが見られたものであるが、位置ずれの部分で風向風速の予測が関わっている可能性がある。風向風速の予測は、水蒸気量の分布(水蒸気量の収束など)にも影響する可能性がある。

。



第3章 事例解析編

3.2.5 まとめ

第3.2.1項から第3.2.4項にかけて述べた、令和4(2022)年7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7月の豪雨事例の数値予報の結果のまとめ

- 7月5日の高知県で発生した線状降水帯事例、7月15日の九州南部における大雨事例、7月19日の九州北部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ていることが確認できたが、九州南部における大雨事例のように大雨のポテンシャルを捉えることが難しい事例もあった
- 5kmMSMの予測降水量は過小な場合が多かった
- 2kmLFMや5kmMEPSにおいても、九州北部で発生した線状降水帯事例のように、位置ずれはあるが、線状降水帯を捉えている場合があった
- 環境場の確認では、水平風速の予測については、各事例で予測値の大小が目立つ結果となった。水蒸気量の予測は概ね適切か解析値に比べて多かった
- 事例解析においても解析値と予測値において、風向風速の違いや水蒸気量の濃淡の違い、LFMの線状の降水域の位置ずれを確認したことから、風向風速の表現の改善が予測降水量の精度向上の1つの鍵になる可能性がある
- その他の7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、3.2節の冒頭の表を参照願いたい

参考文献

- 気象庁 2022:線状降水帯予測精度向上に向けた技術開発・研究をオールジャパンで実施します, 報道発表資料,
https://www.jma.go.jp/jma/press/2205/31a/SLMCS_AllJapan20220531.html
- 気象庁, 2021:全球モデルの水平解像度向上、物理過程改良に向けた開発: 数値予報開発センター年報(令和3年), 気象庁 数値予報開発センター, 66-75.
- 藤田司, 2012:プロダクト利用上の注意点.平成24年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 54-67.