

(平成30年5月30日一部修正)
平成30年1月29日
気象庁予報部

配信資料に関する技術情報 第479号

～降水15時間予報の提供開始～

気象庁では、台風等により夜間から明け方に大雨となる可能性について前日夕方等の時点で把握できるようになるなど、現状より早い段階で市町村長の避難準備・高齢者等避難開始や住民の自主避難の判断を支援するため、平成30年6月から、7時間先から15時間先までの前1時間降水量を予測する降水15時間予報の提供を開始する予定です。

1. 降水15時間予報の概要

降水15時間予報は、メソ数値予報モデル(MSM)と局地数値予報モデル(LFM)を統計処理するなどして加工したデータ等を組み合わせることで、7時間先から15時間先までの前1時間降水量を、地表面を約5km四方の領域(緯度3分・経度3.75分)の格子に分割し、1時間間隔で予測するプロダクトです。従前より提供を行っている降水短時間予報では6時間先までの前1時間降水量を予測していますが、その先の15時間先まで予測を行うことにより、夜間から明け方における降水量の予測を前日夕方までに提供することが可能となります。

2. 提供開始時期

平成30年6月を予定しています。具体の提供開始日時及び試験配信の日程は後日別途ご連絡します。

3. ファイル形式

降水15時間予報のファイル形式は、国際気象通報式 FM92 GRIB 二進形式格子点資料気象通報式(第2版)(以下GRIB2)です。

GRIB2の詳細については国際気象通報式・別冊に記述されています。フォーマットの詳細については別添1を参照願います。

降水15時間予報のファイル形式の概要は以下のとおりです。

ファイル形式	GRIB2	
格納要素	前1時間降水量	
格子系	格子系	等緯度経度
	配信領域	北緯 20 度～48 度 東経 118 度～150 度 (図1 参照)
	格子の間隔	0.0500 度 (緯度) × 0.0625 度 (経度)
	格子の数	560 (緯度) × 512 (経度)
予報時間等	7 時間先～15 時間先までの 1 時間ごとの予想	
作成頻度	1 時間毎	
ファイルサイズ	約 200KB	

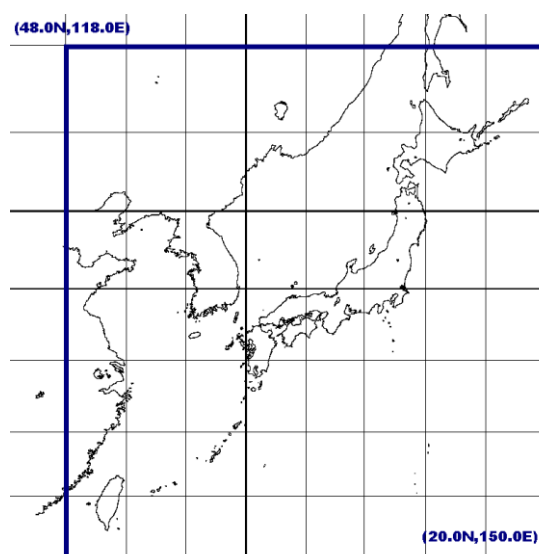


図1 降水 15 時間予報の計算領域

4. ファイル名

Z_C_RJTD_yyyyMMddhhmmss_SRF_GPV_G115km_Prr60lv_FH07-15_grib2.bin

※ Z と C の間にはアンダースコアが 2 個設定されている点に注意してください。
その他のアンダースコアは 1 個です。yyyyMMddhhmmss はデータの年月日時分秒を UTC (協定世界時) で表します。

5. サンプルデータ等

サンプルデータは (一財) 気象業務支援センターに提供しますので、必要な場合はご利用下さい。

6. その他

数値予報モデルで大雨を予測できない場合は降水 15 時間予報でも大雨を予測できないことに留意してください。

降水 15 時間予報の精度に関する詳細については別添 2 を参照願います。

【改訂履歴】

●平成 30 年 5 月 30 日

- ・プロダクト名の確定に伴い、文書から「(仮称)」を削除。
- ・精度等に関する添付物を「別添 2」として付加。

以上

降水15時間予報 データフォーマット (GRIB2通報式)

注意事項

- ・データの経度方向の格子間隔は3.75分、緯度方向の格子間隔は3分 (GIS第三次メッシュ5*6個分相当) である。経度118～150度、緯度20～48度の領域を、経度方向には512格子、緯度方向には560格子 (図1参照) で区切ったデータから、必要な矩形領域を抽出して提供する。
- ・各フォーマット中のバイナリーデータは、ビッグエンディアンで設定する。
- ・実際のデータは、ランレングス圧縮後、第7節の6バイト目以降に設定する。圧縮に用いるレベルの最大値はそのファイル中の最大値を用いるのでファイルによって値が異なる点に注意。
- ・レベルに対応する代表値は、必ずGRIB2に埋め込まれたものを利用すること (周知後に変更される可能性があります)。
- ・GRIB2中の作成ステータスを利用して試験を行う場合があるので、必ず作成ステータスを参照するようにお願いします。

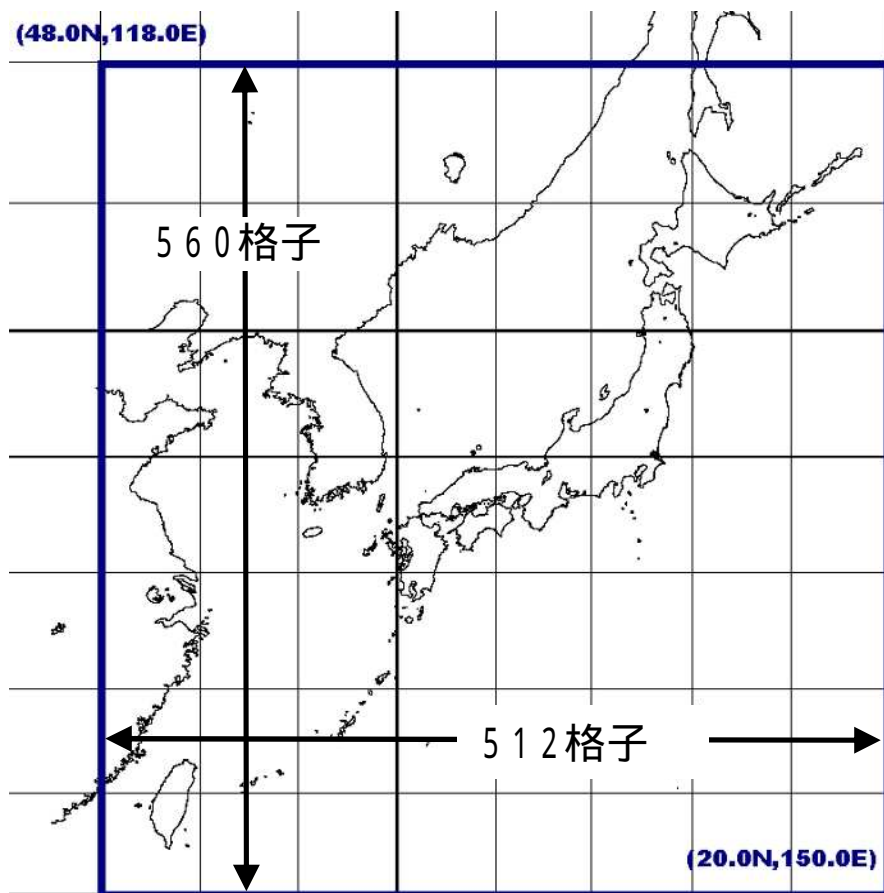


図1 全データ領域

()降水15時間予報GPVに用いるGRIB2のフォーマットおよびテンプレートの詳細

節番号	節の名称・該当テンプレート	オクテット	内容	表	値	備考		
第0節	指示節	1-4	GRIB		"GRIB"	国際アルファベットNo.5 (CCITT IA5)		
		5-6	保留		missing			
		7	資料分野	符号表0.0	0	気象分野		
		8	GRIB版番号		2			
		9-16	GRIB報全体の長さ		*****			
		第1節	識別節	1-4	節の長さ		21	
				5	節番号		1	
				6-7	作成中核の識別	共通符号表C-1	34	東京
				8-9	作成副中核		0	
				10	GRIBマスター表バージョン番号	符号表1.0	19	現行運用バージョン番号
11	GRIB地域表バージョン番号			符号表1.1	1	地域表バージョン1		
12	参照時刻の意味			符号表1.2	1	予報の開始時刻		
13-14	資料の参照時刻(年)				1			
15	資料の参照時刻(月)				1			
16	資料の参照時刻(日)				1			
17	資料の参照時刻(時)				1			
18	資料の参照時刻(分)				1			
19	資料の参照時刻(秒)				1			
20	作成ステータス	符号表1.3	T	0=現業プロダクト、1=現業的試験プロダクト				
21	資料の種類	符号表1.4	1	予報プロダクト				
第2節	地域使用節	不使用			省略			
第3節	格子系定義節	1-4	節の長さ		72			
		5	節番号		3			
		6	格子系定義の典拠	符号表3.0	0	符号表3.1参照による 可変、全国の例(20-48N,118-150E)では 512×560=286720		
		7-10	資料点数		*****			
		11	格子点数を定義するリストのオクテット数		0			
		12	格子点数を定義するリストの説明		0			
		13-14	格子系定義テンプレート番号	符号表3.1	0	緯度・経度格子		
		15	地球の形状	符号表3.2	4	GRS80回転楕円体		
		16	地球球体の半径の尺度因子		missing			
		17-20	地球球体の尺度付き半径		missing			
		21	地球回転楕円体の長軸の尺度因子		1			
		22-25	地球回転楕円体の長軸の尺度付きの長さ		63781370			
		26	地球回転楕円体の短軸の尺度因子		1			
		27-30	地球回転楕円体の短軸の尺度付きの長さ		63567523			
		31-34	緯線に沿った格子点数		*****	可変、全国の例では 512		
		35-38	経線に沿った格子点数		*****	" 560		
		39-42	原作成領域の基本角		0			
		43-46	端点の経度及び緯度並びに方向増分の定義に使われる基本角の細分		missing			
		47-50	最初の格子点の緯度	10-6度単位	*****	可変、全国の例では、48N-(1/20)/2=47975000		
		51-54	最初の格子点の経度	10-6度単位	*****	" 118E+(1/16)/2=118031250		
		55	分解能及び成分フラグ	フラグ表3.3	0x30			
		56-59	最後の格子点の緯度	10-6度単位	*****	可変、全国の例では、20N+(1/20)/2=20025000		
		60-63	最後の格子点の経度	10-6度単位	*****	" 150E-(1/16)/2=149968750		
		64-67	方向の増分	10-6度単位	62500	1/16		
		68-71	方向の増分	10-6度単位	50000	1/20		
		72	走査モード	フラグ表3.4	0x00			
		第4節	プロダクト定義節	1-4	節の長さ		66	
				5	節番号		4	
				6-7	テンプレート直後の座標値の数		0	
				8-9	プロダクト定義テンプレート番号	符号表4.0	50012	降水15時間予報プロダクト
				10	パラメータカテゴリ	符号表4.1	1	湿度
				11	パラメータ番号	符号表4.2	200	1時間降水量レベル値
				12	作成処理の種類	符号表4.3	2	予報
				13	背景作成処理識別符	符号表JMA4.1	150	短時間予報ルーチン
				14	予報の作成処理識別符	符号表JMA4.2	missing	
				15-16	観測資料の参照時刻からの繰切時間(時)		0	
				17	観測資料の参照時刻からの繰切時間(分)		10	
18	期間の単位の指示符			符号表4.4	0	分		
19-22	予報時間				1			
23	第一固定面の種類			符号表4.5	1	地面又は水面		
24	第一固定面の尺度因子				missing			
25-28	第一固定面の尺度付きの値				missing			
29	第二固定面の種類			符号表4.5	missing			
30	第二固定面の尺度因子				missing			
31-34	第二固定面の尺度付きの値				missing			
35-36	全時間間隔の終了時(年)				1			
37	全時間間隔の終了時(月)				1			
38	全時間間隔の終了時(日)				1			
39	全時間間隔の終了時(時)				1			
40	全時間間隔の終了時(分)				1			
41	全時間間隔の終了時(秒)				1			
42	統計を算出するために使用した時間間隔を記述する期間の仕様の数				1			
43-46	統計処理における欠測資料の総数				0			
47	統計処理の種類			符号表4.1.0	1	積算		
48	統計処理の時間増分の種類			符号表4.1.1	2	同じ予報開始時刻を持ち、予報時間に増分が加えられる		
49	統計処理の時間の単位の指示符			符号表4.4	0	分		
50-53	統計処理した期間の長さ				60	1		
54	連続的な資料場間の増分に関する時間の単位の指示符				0			
55-58	連続的な資料場間の時間の増分				0	連続的な処理の結果		
59-66	数値予報資料利用情報				2			
第5節	資料表現節			1-4	節の長さ		*****	
				5	節番号		5	
				6-9	全資料点数		*****	可変、全国の例では 512×560=286720
				10-11	資料表現テンプレート番号	符号表5.0	200	格子点資料 - ランゲルス圧縮
				12	データのビット数		8	
				13-14	今回の圧縮に用いたレベルの最大値		V	Vは可変(<=M)
		15-16	レベルの最大値		M			
		17	データ代表値の尺度因子		X	X:通報する代表値は10**X倍されている。		
		16+2×m-17+2×m	レベルmに対応するデータ代表値		R(m)	m=1~M、レベル0は欠測値、単位はmm		
		第6節	ビットマップ節	1-4	節の長さ		6	
5	節番号				6			
6	ビットマップ指示符				255	ビットマップを適用せず		
第7節	資料節	1-4	節の長さ		*****			
		5	節番号		7			
		6-nn	ランゲルス圧縮オクテット列		D	資料テンプレート7.200で記述された形式		
第8節	終端節	1-4	7777		"7777" 国際アルファベットNo.5(CCITT IA5)			

! 値が"missing"の場合、そのデータは全ビット1の値、英数字の変数名や"*****"は可変を示す。

1 時刻の表現

降水15時間予報の降水量レベル値に
 プロダクト定義テンプレート4.50012を適用した場合の各項目の表現
 (2017年12月08日1200UTCを初期値とする降水15時間予報の場合)

	参照時刻	予報時間	開始時刻 (+)	統計 期間	全時間の終了時
予測時間7時間	2017.12.08.12:00	360	2017.12.08.18:00	60	2017.12.08.19:00
予測時間8時間	2017.12.08.12:00	420	2017.12.08.19:00	60	2017.12.08.20:00
.....					

単位 = 分

単位 = 分

2 データ使用フラグの詳細

数値予報資料利用情報

< 8バイト中の配置 > (は2ビットを表す、 は保留2ビット)

64	60	56	52	48	44	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4	
																L M
																F S
																M M
																資 資
																料 料

< 数値予報資料利用情報各2ビットの内容 >

- 0 利用なし
- 1 利用あり
- 2 保留
- 3 保留

降水 15 時間予報の精度等

降水 15 時間予報は、全体の傾向として降水分布をとらえ、見逃しや大外れが少ない予測となるように設計しています。その点を踏まえ、位置ずれを考慮し一定の範囲内の降水量分布の適切さを示す Fractions Skill Score (FSS)、降水量の出現頻度の適切さを示すバイアスコア (BI) を用いて、精度検証を行いました。

1. 統計的な精度検証

検証では、解析雨量の 5 km 格子平均を真値として、6 時間先までの予報である降水短時間予報、7～15 時間先の予報である降水 15 時間予報及び MSM (メソ数値予報モデル) の平均降水量ガイダンス¹ について、陸域周辺を対象とした 5 km 格子で比較しました。

FSS²による検証

降水 15 時間予報に用いている MSM の特性を考慮し、府県予報区程度の広がりにおける精度について調べるため、6 格子ずれを許容 (これは約 65km 四方、概ね富山県程度の広さで比較することに対応します。) する FSS で検証を行いました。

第 1 図に FSS の検証結果を示します。1mm と 10mm のどちらのしきい値においても、降水 15 時間予報の精度は降水短時間予報の予報時間後半と同程度かやや低く、予報時間の経過に連れてゆるやかに減少します。一方、予報期間を通して降水 15 時間予報は MSM の平均降水量ガイダンスより FSS の値が大きく、MSM ガイダンスに比べ全体の傾向として降水分布をより良くとらえていることを示しています。

なお、6 格子ずれよりも狭い 2 格子ずれを許容 (これは約 25km 四方、概ね東京 23 区の広さで比較することに対応します。) する FSS で検証を行った場合も、同様の傾向となります。

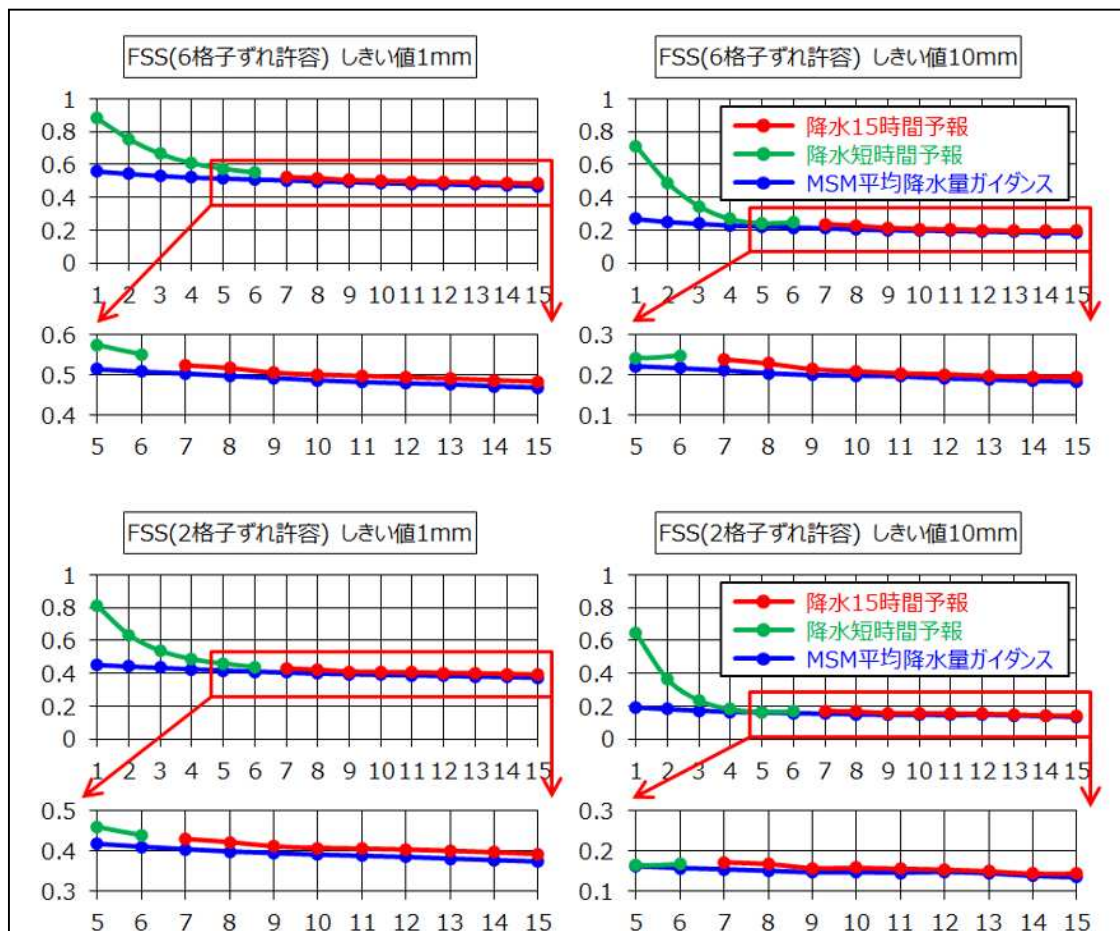
BI による検証

BI は、しきい値を超過した観測の格子数に対するしきい値を超過した予測の格子数の割合で、1 の場合は予測された頻度が実況に等しく、1 より大きければ予測された頻度が実況より多いことを示します。

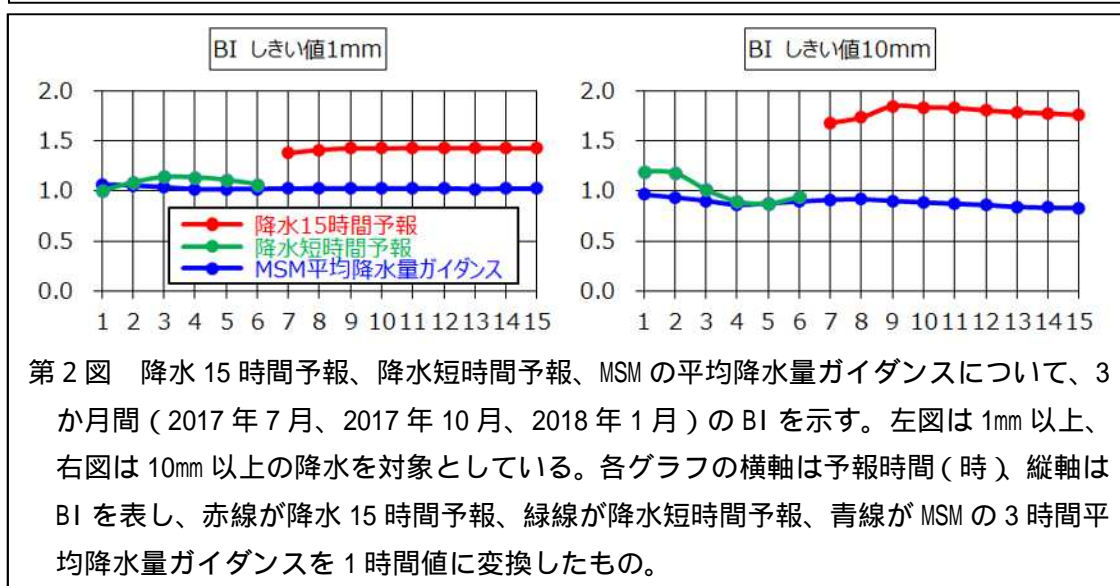
第 2 図に BI の検証結果を示します。降水 15 時間予報の BI は、しきい値 1 mm では 1.5 程度、10 mm では 1.8 程度とどちらのしきい値においても 1 より大きい値となっており、頻度がやや高いものの見逃しが少ないことを示唆しています。また、降水 15 時間予報はしきい値 10 mm で 1 よりやや小さくなる MSM の平均降水量ガイダンスに比べても、見逃しが少ない予測をしていることを示しています。

¹ 平均降水量ガイダンスとは、モデルの降水量予測値を統計的な処理で補正し、格子内の平均降水量を算出したもの。

² FSS の詳細については、本紙の末尾に記載した (参考 1) 及び (参考 2) をご覧ください。



第1図 降水15時間予報、降水短時間予報、MSMの1時間降水量について、3か月間(2017年7月、2017年10月、2018年1月)の6格子ずれを許容するFSS(上段)及び2格子ずれを許容するFSS(下段)を示す。左図は1mm以上、右図は10mm以上の降水を対象としている。いずれも、スコアの違いを明確化するため赤で囲った部分を拡大して表示している。各グラフの横軸は予報時間(時) 縦軸はFSSを表し、赤線が降水15時間予報、緑線が降水短時間予報、青線がMSMの3時間平均降水量ガイダンスを1時間値に変換したもの。



第2図 降水15時間予報、降水短時間予報、MSMの平均降水量ガイダンスについて、3か月間(2017年7月、2017年10月、2018年1月)のBIを示す。左図は1mm以上、右図は10mm以上の降水を対象としている。各グラフの横軸は予報時間(時) 縦軸はBIを表し、赤線が降水15時間予報、緑線が降水短時間予報、青線がMSMの3時間平均降水量ガイダンスを1時間値に変換したもの。

2 . 降水 15 時間予報の予測例

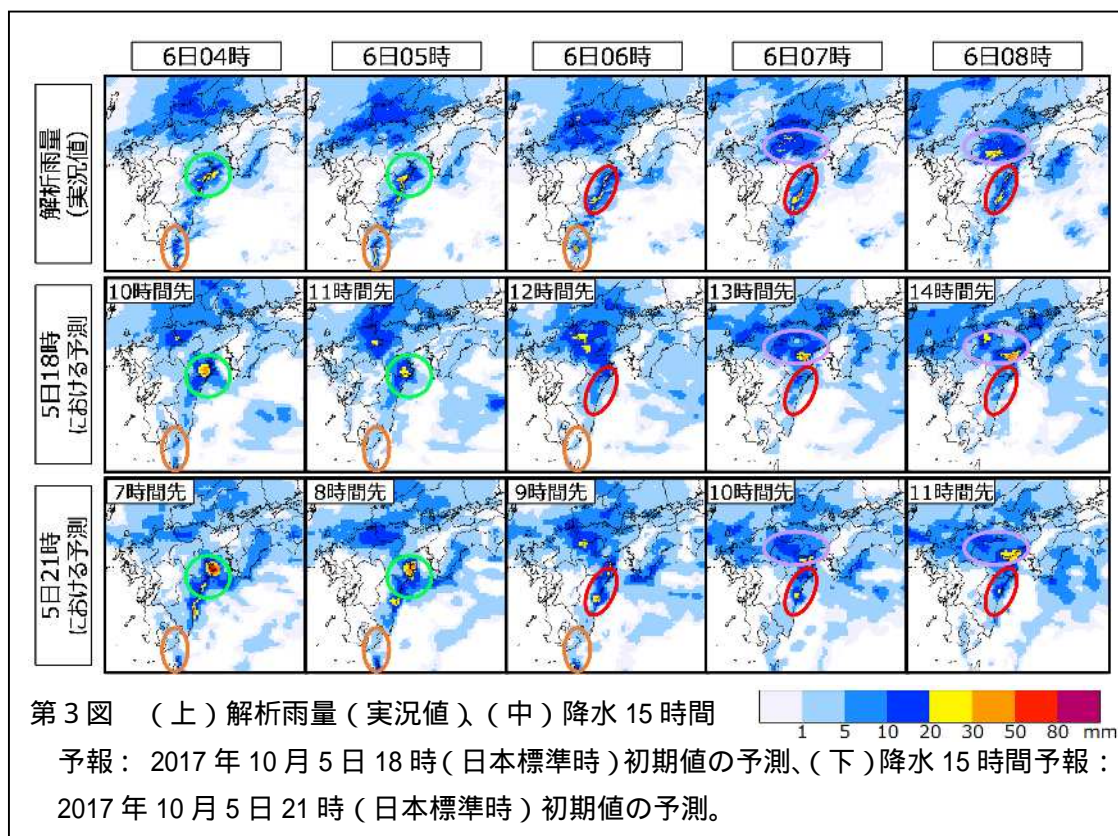
降水 15 時間予報の予測例として、以下のような 5 つの事例を示します。

- 初期時刻によって予測が変化する場合
- 予測が実況と比べて過大または過小となる場合
- 予測と実況の時間ずれが生じる場合
- 予測と実況の位置ずれが生じる場合
- 予測ができない場合

初期時刻によって予測が変化する場合（第 3 図）

大分県と宮崎県の県境付近の強い降水域（緑色の丸）や大分県付近の強い降水域（紫色の丸）は、中段に示す 5 日 18 時の時点で予測されています。さらに、5 日 21 時の時点でそれまで予測されていなかった種子島付近の強い降水域（オレンジ色の丸）や宮崎県中部の強い降水域（赤色の丸）も予測されるようになります。

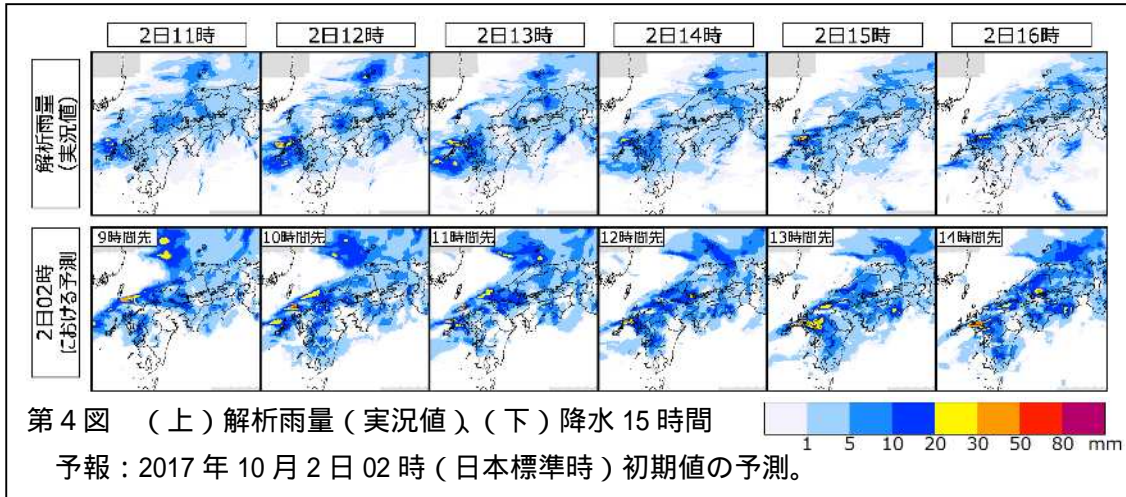
このように、初期時刻によって予測が大きく変化場合があります。一般的に、予報時間が短いほど精度は高くなりますので、最新の予報をご利用ください。



予測が実況と比べて過大または過小となる場合（第4図）

降水域の範囲の予測は概ね実況と合っていますが、中国地方や四国地方を中心にやや強めの予測となっています。

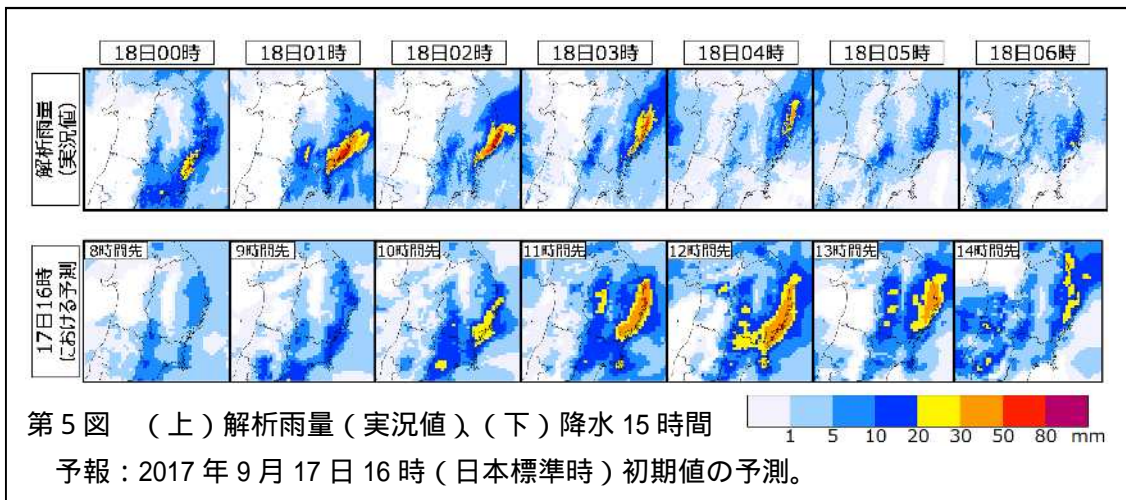
このように、予測の強度が実況より過大となることや過小となる場合がありますので、強度に関する誤差があることを踏まえてご利用ください。



予測と実況の時間ずれが生じる場合（第5図）

降水15時間予報は17日16時の時点で18日未明における東北太平洋側の強い降水域が予測されていますが、そのタイミングは実況よりも2時間程度遅いものとなっています。

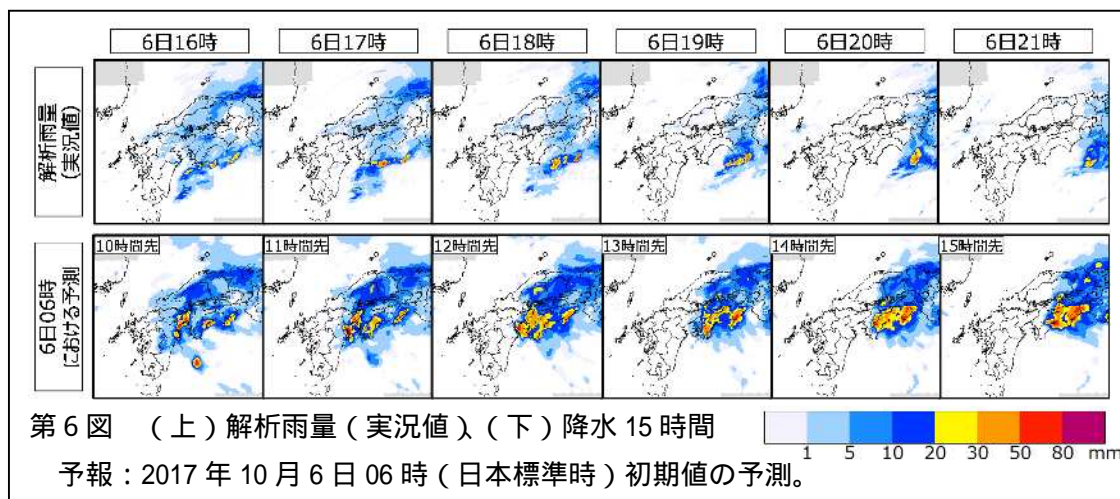
このように、低気圧等の進むスピード等により、予測と実況の時間ずれが生じる場合がありますので、時間的な誤差があることを踏まえてご利用ください。



予測と実況の位置ずれが生じる場合（第6図）

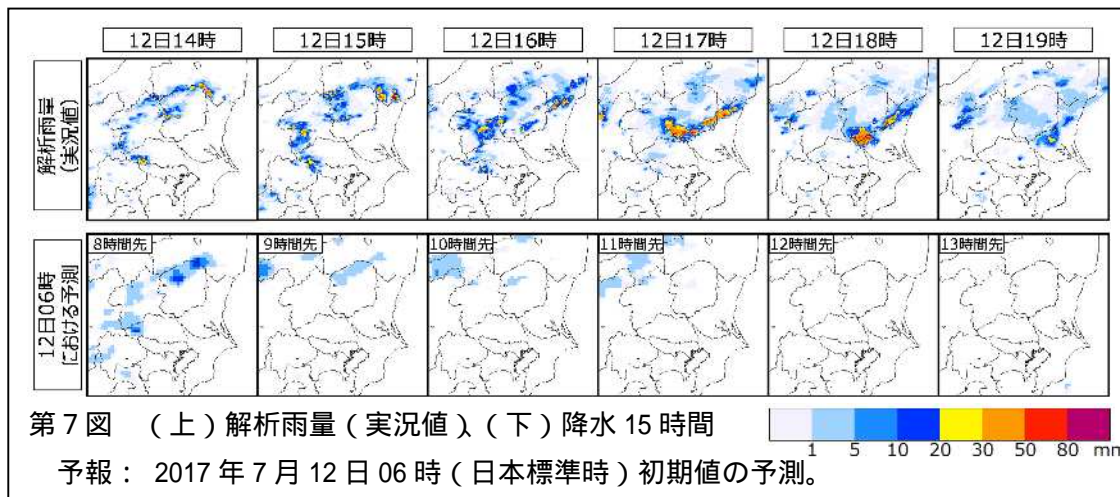
降水 15 時間予報では強い降水域が四国地方にかかると予測されていますが、実況では四国の南海上を移動しており、位置がずれています。

このように、低気圧や前線の位置等により、予測と実況の位置ずれが生じる場合がありますので、位置的な誤差があることを踏まえてご利用ください。なお、この事例では、予測自体も過大となっています。



予測ができない場合（第7図）

関東地方では局地的に強い降水域がかかっていますが、降水 15 時間予報では予測されていません。このように、大気不安定による局地的な大雨等では、予測ができない場合があります。



3 . 降水 15 時間予報の活用

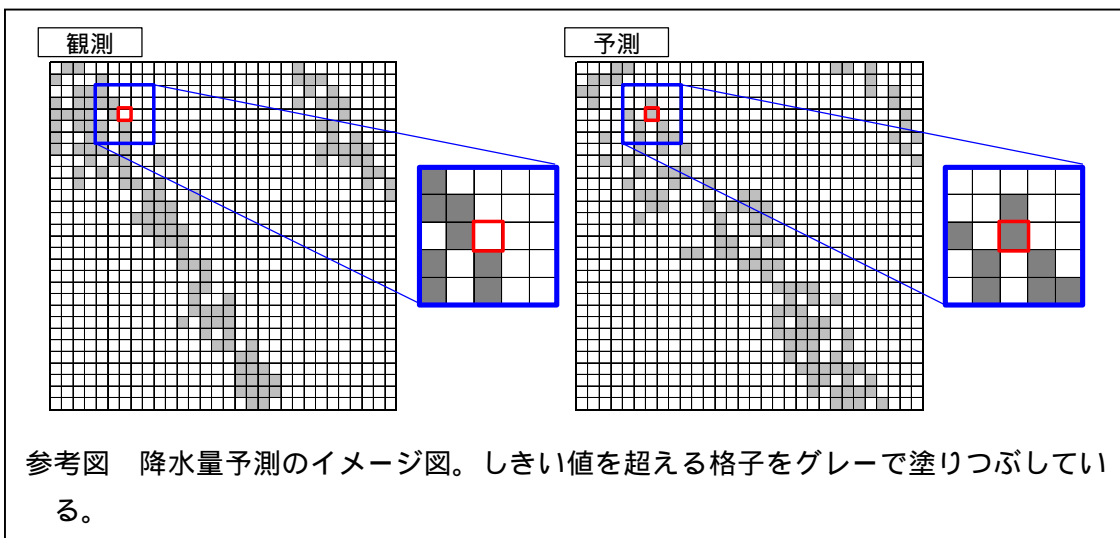
降水 15 時間予報を用いることで、これまで降水短時間予報による 6 時間先までだった降水量予測を 15 時間先まで確認することができ、例えば台風等により夜間から明け方にどこで大雨となる見込みかについて前日夕方の時点で把握できるようになります。このことにより、特に夕方に発表された注意報において、夜間から翌日早朝に大雨警報（土砂災害）に切り替える可能性が高い旨に言及されている場合に内閣府の避難勧告等に関するガイドラインで必要とされている「避難準備・高齢者等避難開始」の発令や高齢者等の避難開始の判断を支援する手段として活用できます。

なお、降水 15 時間予報を利用する際には、2 . で述べた事例のように、初期時刻によって予測が大きく変化する場合があること、降水域の強度や降水域がかかる時間及び場所がずれる場合があること、等に留意してください。

(参考 1) FSS の概要

FSS は位置ずれを考慮し、一定の範囲内の降水量分布の適切さを示す指標で、完全予報では 1、無意味な予報では 0 となります。参考図に降水量予測のイメージを示します。例えば 2 格子ずれを許容する FSS を算出する場合、赤で囲んだ格子を検証する際には青で囲んだ 5×5 格子内の格子数を比較します。この場合、赤で囲んだ格子は観測と予測で一致していませんが、青で囲んだ 5×5 格子内のしきい値を超える格子数はともに 8 で一致しています。

このように、 m 格子ずれ (m は整数) を許容する場合、検証対象格子の周囲 $(2m+1) \times (2m+1)$ 格子内のしきい値を超過する格子数を比較し、降水量分布の適切さを判断します。FSS の算出方法は、「(参考 2) FSS の算出」を参照してください。



(参考 2) FSS の算出

観測値と予測値について、しきい値を超過する場合 1、超過しない場合 0 と二値化することができます。これは、任意のしきい値を q として、観測値 O_r 、予測値 F_r について以下のように表せます。

$$I_o = \begin{cases} 1 & O_r \geq q \\ 0 & O_r < q \end{cases}$$

$$I_F = \begin{cases} 1 & F_r \geq q \\ 0 & F_r < q \end{cases}$$

この I_o と I_F に m 格子ずれの空間スケールを考慮し、 $(2m + 1) \times (2m + 1)$ 格子の領域平均値を算出します。添え字の i, j は格子番号です。

$$O^{(m)}_{i,j} = \frac{1}{(2m + 1)^2} \sum_{k=-m}^m \sum_{l=-m}^m I_o[i + k, j + l]$$

$$F^{(m)}_{i,j} = \frac{1}{(2m + 1)^2} \sum_{k=-m}^m \sum_{l=-m}^m I_F[i + k, j + l]$$

この $O(m)$ と $F(m)$ によって、二乗平均誤差($MSE_{(m)}$)が以下の通り算出されます。 N_x と N_y は検証領域のx方向とy方向の格子数です。簡単のため検証領域を矩形領域と仮定しています。

$$MSE_{(m)} = \frac{1}{N_x N_y} \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} [O(m)_{i,j} - F(m)_{i,j}]^2$$

また、観測と予測の二乗和の平均値を参照値($MSE_{(m)ref}$)として算出します。これは、観測と予測の適合がないMSEに相当します。

$$MSE_{(m)ref} = \frac{1}{N_x N_y} \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} [O^2(m)_{i,j} + F^2(m)_{i,j}]$$

さらに、完全予報の場合の二乗平均誤差($MSE_{(m)perfect}$)は0となることを用いて、 $FSS_{(m)}$ は以下の通り定義されます。

$$FSS_{(m)} = \frac{MSE_{(m)} - MSE_{(m)ref}}{MSE_{(m)perfect} - MSE_{(m)ref}} = 1 - \frac{MSE_{(m)}}{MSE_{(m)ref}}$$

この式から明らかなように、FSSは0から1の値をとります。

参考文献

- 幾田 泰醇, 2010: 高分解能モデルの降水予報精度評価に適した検証手法 平成 22 年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 11-17
- Roberts, N.M. and H. W. Lean, 2008: Scale-Selective Verification of Rainfall Accumulations from High-Resolution Forecasts of Convective Events. Monthly Weather Review, 136, 78-97