

平成 28 年 11 月 8 日
気象庁地球環境・海洋部

配信資料に関する技術情報 第 436 号

～ 黄砂予測モデルの高解像度化と改良に伴う新形式 GPV の配信について～
(配信資料に関する技術情報 (気象編) 第 151 号、第 186 号、第 404 号、
H19.1.24 付「お知らせ」関連)

黄砂予測モデル (平成 16 年 1 月運用開始) の高解像度化と黄砂粒子舞い上がり計算部の改良を行い、それを地上気象観測通報 (SYNOP 報) に対して統計的検証した結果、改良前のモデルより黄砂予測の精度が向上することが確認できました (改良の概要については別添資料 1 を参照してください) 。これにより、黄砂予測モデルの高解像度化と改良を行った新形式 GPV の配信を開始しますのでお知らせします。

なお、旧形式 GPV の配信停止時期については、別途お知らせします。

1 . 新形式 GPV の配信開始予定日

平成 29 年 2 月中旬頃から配信を開始する予定です。データの配信回数及び配信時刻は旧形式 GPV と同様、1 日 1 回、日本時間午前 4 時過ぎの予定です。なお、サンプルデータを気象業務支援センターを通じて提供しますので、必要な場合はご利用ください。

配信開始の日時が確定しましたらあらためてお知らせします。

2 . 新形式 GPV の概要

新形式 GPV の概要は以下のとおりです。詳細なフォーマット及びファイル名については別添資料 2 を参照してください。

データ領域：東経 110 度から 150 度、北緯 20 度から 50 度 (旧形式 GPV と同じ)

格子間隔： 東西方向、南北方向ともに 0.5 度 (等緯度経度)

格子点数： 東西方向 81、南北方向 61

ファイルサイズ：

予報時間が 48 時間まで 1 ファイルあたり約 160KB

予報時間が 48 時間を超え 96 時間まで 1 ファイルあたり約 80KB

ファイル形式：

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)

平成 28 年 11 月 8 日
気象庁地球環境・海洋部

黄砂予測モデルの高解像度化と改良の概要

1. 高解像度化と改良の内容

(1) 黄砂予測モデルの高解像度化

現在、約 110km 相当の格子間隔で計算している黄砂予測モデルの水平解像度を、約 40km 相当の格子間隔に高解像度化します。高解像度化により、空間的に詳細な黄砂予測情報の提供が可能となります。また、局所的な強風も適切に表現されるようになり、ゴビ砂漠やタクラマカン砂漠といった砂塵嵐発生域における黄砂粒子の舞い上がり量の再現性も向上することが期待できます。さらに、地形が精細に表現されることによって、大陸域で舞い上がった黄砂粒子の日本に向かう長距離輸送の再現性が向上します。

(2) 黄砂粒子舞い上がり計算部の改良

日本で観測される黄砂は、大陸の乾燥地域における砂塵嵐で舞い上げられた黄砂粒子が日本まで長距離輸送されることによって引き起こされます。黄砂予測モデルは、これら黄砂現象発現に関わる一連の様子を計算機シミュレーションによって予測するものです。しかしながら、現行のモデル（以下、旧モデル）では、春季に黄砂予測が過大（空振り）となる傾向がある一方で、冬季には黄砂予測が過小（見逃し）となる事例もみられました。

旧モデルでは、植生分布データの情報を使って、砂漠地・乾燥裸地等が卓越する格子を黄砂粒子放出可能な格子と設定し、それらの格子における地表付近の風速に応じて黄砂粒子の舞い上がりを計算しています。しかし、ひとくちに乾燥地域といっても、その地域の中でも黄砂粒子が舞い上がりやすい場所、舞い上がりにくい場所があります。例えば、いわゆる砂漠の中にあるくぼ地などには小さな砂粒が多いことから黄砂粒子が舞い上がりやすいと考えられ、逆に、ゴビ砂漠等のレキ砂漠では細かな砂が少ないため黄砂粒子は舞い上がりにくいということが知られています。また、乾燥地域内に存在する河川近くや低木植栽がまばらに存在する地域では、地面が砂地であっても黄砂粒子は舞い上がりにくくなります。旧モデルでは、乾燥地域内のそのような特徴を考慮せず一律に黄砂粒子が舞い上がりやすい地域と認識していたため、黄砂粒子の舞い上がりが現実よりも過大に計算され、春季の黄砂現象の空振りを引き起こしていることがわかりました。このため、過去数年間の衛星観測データを解析し、乾燥地域内に分布する黄砂粒子が舞い上がりやすい場所、舞い上がりにくい場所を面的なマップとして整理し、春季における過大な黄砂粒子の舞い上がりを抑制するような改良を行いました。

他方、冬季のシミュレーションにおいては、降雪や長期間の寒気の形成によって地中温度が 0 を下回ることで地面が凍ることも考慮され、強風下であっても黄砂粒子の舞い上がりが抑制されるような工夫が施されています。しかしながら、旧モデルではこの抑制効果が強すぎたため、冬季の黄砂粒子の舞い上がりの過小評価、そして、日本域での黄砂現象

の見逃しの事例が複数回発生していました。このため、今回の黄砂予測モデルの改良にあわせ、この凍結した土壌からの黄砂粒子舞い上がりを抑制するパラメータを再調整することにしました。

黄砂粒子の舞い上がりに関するこれら 2 つの改良を加えることで、黄砂現象の予測精度の向上が実現しました。

2. 予測精度の検証

平成 25 年から平成 28 年にかけての 4 年間の黄砂シーズン（3～5 月）において、地上気象観測通報（SYNOP 報）中の現在天気における黄砂現象の有無を、改良前後のモデルによる黄砂現象有無の予測結果と比較し、モデル予測精度の統計的検証を行いました。図 1 に、旧モデルと新モデルによる黄砂予測のスレットスコア*1の比較結果を示します。各予測期間を通じて、新モデルの方が旧モデルより精度が改善していることが分かります。なお、この検証では、モデルによる黄砂現象有無のしきい値として、地表付近の黄砂の濃度（ダスト下層濃度） $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上、を採用しています。この値は、気象庁ホームページの黄砂情報（予測図）で黄砂領域として色付けを開始している濃度になります。

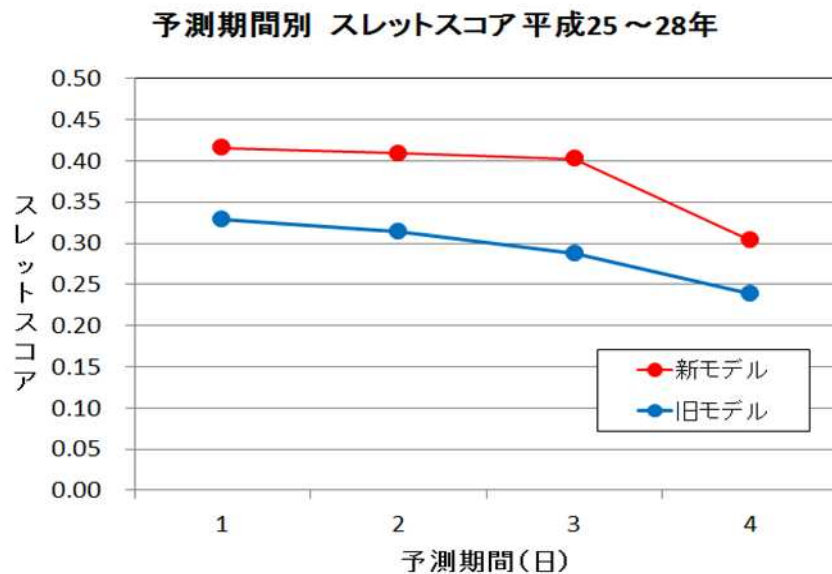


図 1 黄砂予測モデルの予測期間別スレットスコアによる統計検証結果

3. 改善事例

(1) 春季（平成 27 年 6 月 6 日）の事例

図 2 は、平成 27 年 6 月 6 日に黄海付近に黄砂が予測された事例です。新モデルでは、解像度の向上により黄砂粒子を舞い上げる局所的な強風や、黄砂粒子を輸送する気象場の再

*1 スレットスコア：全ての現象予測事例から予測・実況共に現象無しの事例を除いた事例数に対する、予測・実況ともに有りである事例数の比

現性が改善したため、黄砂域の広がりをもっと適切に表現できるようになっています。この事例では、実況と比較すると、旧モデルで過大に予測されていた九州地方の黄砂が、新モデルでは適切に表現されています。また、新モデルでは地表付近の黄砂域をより明瞭にみることができ、これまで以上にきめ細かな黄砂予測情報の提供が可能となります。

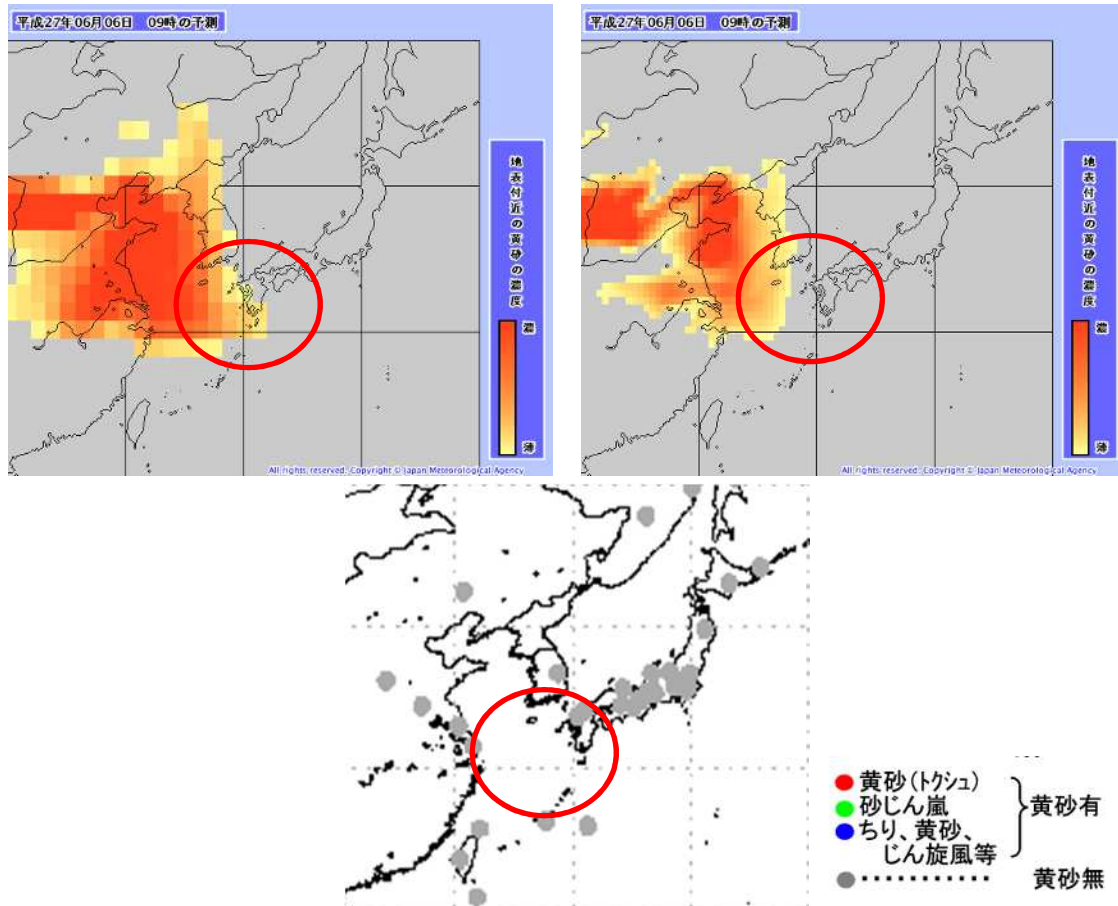


図 2 平成 27 年 6 月 6 日 9 時 (JST) の黄砂予測モデルによる地上付近の黄砂濃度の予測結果と黄砂観測地点 (左上: 旧モデル、右上: 新モデル、下: 地上気象観測通報 (SYNOP 報) による黄砂観測実況)

(2) 冬季 (平成 27 年 2 月 23 日) の事例

旧モデルで黄砂現象の見逃しが発生した平成 27 年 2 月 23 日の事例では、黄砂粒子舞い上がり計算部を改良したことで予測に改善がみられました。韓国及び日本で黄砂が観測されたのは 2 月 23 日ですが、その 2 日前の 2 月 21 日、旧モデルでは、モンゴル南部での黄砂粒子の舞い上がりが強く抑制されていました。新モデルでは、土壌が凍結している格子からも黄砂粒子の舞い上がりが表現されるようになり (図 3)、2 月 23 日の黄海を中心に黄砂域が観測された地上観測実況にも良く合致するようになりました。

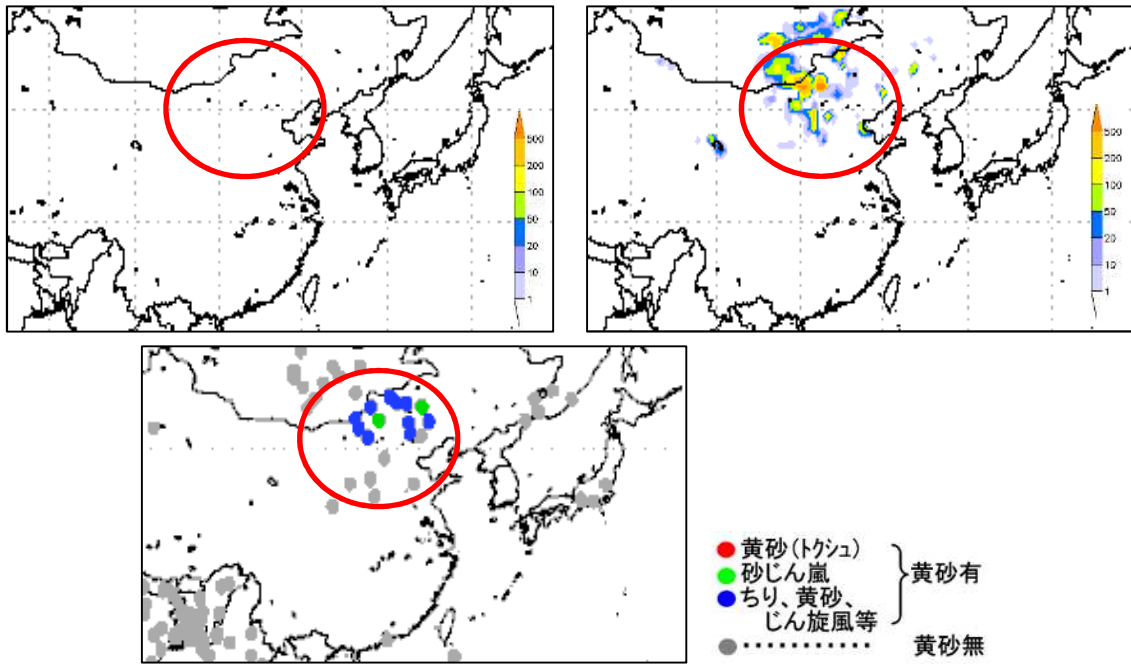


図 3 平成 27 年 2 月 21 日 21 時 (JST) の黄砂予測モデルによる黄砂粒子舞上がり量の予測結果 (左上: 旧モデル、右上: 新モデル) と SYNOP 報による黄砂 / 砂塵嵐等の観測実況図 (下)

黄砂予測モデル格子点値の解説

1. 概要

- 作成回数 : 1 日 1 回
 予報時間 : 96 時間
 (予報時間が 48 時間までは 3 時間間隔、48 時間を超え 96 時間までは 6 時間間隔)
 格子系 : 等緯度経度(0.5 度格子)
 領域 : 日本付近(東経 110~150 度、北緯 20~50 度)
 データ内容 : 地上要素

	ダスト下層濃度	ダスト気柱積算量
地上		

用語説明

- ・ダスト下層濃度 : 地表付近(高度 1km まで)の平均濃度。目視・視程観測や生活実感と合うと考えられる。単位は kgm^{-3} 。
- ・ダスト気柱積算量 : 単位面積あたりのダスト量をモデル全層(地表~約 55km)で積算した量。衛星観測や光学的厚さなどの観測との対応が良いと考えられる。単位は kgm^{-2} 。

2. ファイルフォーマット等の詳細

- ファイル名 : 「黄砂予測モデル格子点値ファイル名」参照
 レコード形式 : 「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)(GRIB2)」により、24 時間毎に 1 ファイルに格納。
 ファイルサイズ : 予報時間が 48 時間までは 1 ファイルあたり約 160KB、48 時間を超え 96 時間までは 1 ファイルあたり約 80KB。4 ファイルの合計約 480KB。

・黄砂予測モデル格子点値ファイル名

ファイル名称	サイズ (KB)	データ内容
Z_C_RJTD_yyyyMMddhhmmss_MSG_GPV_GI10p5deg_Pys_ByyyyMMddhhmmss_FyyyMMddhh-yyyMMddhh_grib2.bin	約 160(~FT48)、 約 80(~FT96)	ダスト下層濃度、ダスト気柱積算量 (日本付近)。(GRIB2)

このファイル名は、国際的な資料交換に用いるため、世界気象機関(WMO)により採用されたファイル命名規則に準拠し、任意部分を当庁において定義したものである。

- Z_C : Z と C の間には、アンダースコア“_”が 2 つ続く“__”
 yyyyMMddhhmmss : データ提供年月日時を表す。mmss は 0000 とする。
 ByyyyMMddhhmmss : 数値予報の初期値年月日時を表す。mmss は 0000 とする。計算機の障害等により、最新の初期値による計算結果が提供できない場合には、それ以前の初期値を用いて計算した結果が提供される場合がある。
 FyyyMMddhh-yyyMMddhh : 予報開始の年月日時と予報終了の年月日時を表す。

3. 黄砂予測モデル格子点値に用いるGRIB2のフォーマット及びテンプレートの詳細

	節の名称	オクテット	内容	表	値	備考
第 0 節	指示節	1~4	G R I B		GRIB	国際アルファベットNo.5
		5~6	保留		0xFFFF	
		7	資料分野	符号表 0 . 0	0	気象分野
		8	G R I B 版番号		2	
		9~16	G R I B 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	作成中枢の識別	共通符号表 C - 1	34	東京
		8~9	作成副中枢		0	作成副中枢ではない
		10	G R I B マスター表バージョン番号	符号表 1 . 0	2	マスター表バージョン 2
		11	G R I B 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
		13~14	資料の参照時刻 (年)		*****	
		15	資料の参照時刻 (月)		*****	
		16	資料の参照時刻 (日)		*****	
		17	資料の参照時刻 (時)		*****	
		18	資料の参照時刻 (分)		*****	
		19	資料の参照時刻 (秒)		*****	
		20	作成ステータス	符号表 1 . 3	0	現業プロダクト
		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				
第 3 節	格子系定義節	1~4	節の長さ		72	
		5	節番号		3	
		6	格子系定義の出典	符号表 3 . 0	0	符号表 3 . 1 参照
		7~10	資料点数		4941	
		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	符号表 3 . 1 1	0	リストなし
		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	6	半径6371229.0mの球体と仮定した地球
		16	地球球体の半径の尺度因子		0xFF	
		17~20	地球球体の尺度付き半径		0xFFFFFFFF	
		21	地球回転楕円体の長軸の尺度因子		0xFF	missing
		22~25	地球回転楕円体の長軸の尺度付きの長さ		0xFFFFFFFF	missing
		26	地球回転楕円体の短軸の尺度因子		0xFF	missing

		27~30	地球回転楕円体の短軸の尺度付きの長さ		0xFFFFFFFF	missing
		31~34	Ni - 緯線に沿った格子点数		81	
		35~38	Nj - 経線に沿った格子点数		61	
		39~42	基本角		0	
		43~46	基本角の細分		0xFFFFFFFF	missing
		47~50	La1-最初の格子点の緯度		50000000	10 ⁻⁶ 度単位(50.0degree)
		51~54	Lo1-最初の格子点の経度		110000000	10 ⁻⁶ 度単位(110.0degree)
		55	分解能及び成分フラグ	符号表 3 . 3	0x30	i, j 方向増分あり。
		56~59	La2-最後の格子点の緯度		20000000	10 ⁻⁶ 度単位(20.0degree)
		60~63	La2-最後の格子点の経度		150000000	10 ⁻⁶ 度単位(150.0degree)
		64~67	Di - i 方向の増分		500000	10 ⁻⁶ 度単位(0.5degree)
		68~71	Dj - j 方向の増分		500000	10 ⁻⁶ 度単位(0.5degree)
		72	走査モード	符号表 3 . 4	0x00	+i 方向、-j 方向に、かつ i 方向の格子点を連続して走査する
第 4 節	プロダクト定義節	1~4	節の長さ		34	
		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	0	ある時刻、水平面における解析又は予報
		10	パラメータカテゴリー	符号表 4 . 1	13	エアロゾル
		11	パラメータ番号	符号表 4 . 2	192, 193	ダスト下層濃度、ダスト気柱積算量
		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	J M A 定義	250	黄砂予報モデル
		14	解析又は予報の作成処理識別符		0xFF	missing
		15~16	観測資料の参照時刻からの締切時間(時)		2	2時間
		17	観測資料の参照時刻からの締切時間(分)		30	30分
		18	期間の単位の指示符	符号表 4 . 4	1	時
		19~22	予報時間 - 単位は第18オクテットで定義		3, 6, 9, ...	予報時間。予報時間が48時間までは3時間間隔、48時間を超え96時間までは6時間間隔
		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		0xFF	missing
		25~28	第一固定面の尺度付きの値		0xFFFFFFFF	missing
		29	第二固定面の種類	符号表 4 . 5	0xFF	missing
		30	第二固定面の尺度因子		0xFF	missing
31~34	第二固定面の尺度付きの値		0xFFFFFFFF	missing		
第 5 節	資料表現節	1~4	節の長さ		21	
		5	節番号		5	
		6~9	全資料点の数		4941	

		10~11	資料表現テンプレート番号	符号表 5 . 0	0	格子点資料-単純圧縮
		12~15	参照値R		*****	データ中の最小値とする
		16~17	二進尺度因子E		*****	オリジナルの値 Y と資料節で示される値 X は
		18~19	二進尺度因子D		*****	次の関係となる : $Y \times 10^0 = R + X \times 2^E$
		20	単純圧縮による各圧縮値のビット数		16	個々の格子点値を表すのに用いるビット数
		21	原資料場の値の種類	符号表 5 . 1	0	浮動小数
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	ビットマップを適応せず
第 7 節	資料節	1~4	節の長さ		9887	
		5	節番号		7	
		6~9887	二進資料値		*****	
第 8 節	終端節	1~4	7 7 7 7		7777	国際アルファベットNo.5

実際のデータにおいては、第4節（第11オクテットにより要素、第19~22オクテットにより予報時間を指定）～第7節が、必要な回数繰り返し出現する。

4 . 符号表 4 . 2 : プロダクト分野及びパラメータカテゴリーによるパラメータ番号

プロダクト分野 0 : 気象プロダクト, パラメータカテゴリー 1 3 : エーロゾル

番号	パラメータ	単位
0	エーロゾルの種類	符号表 4 . 2 0 5
1~191	保留	
192	ダスト下層濃度	kgm ⁻³
193	ダスト気柱積算量	kgm ⁻²
194~254	地域的使用のため保留	
255	欠測	