



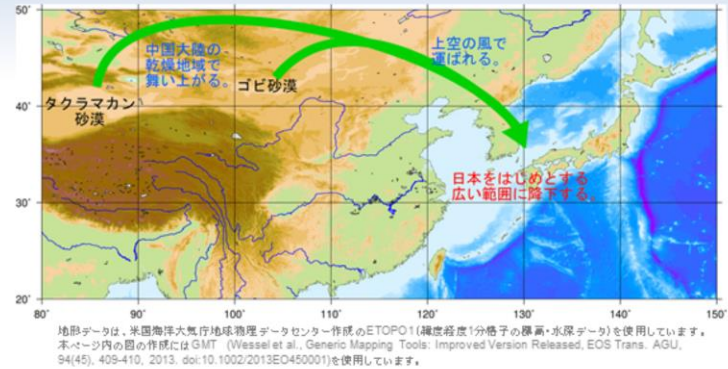
第1章 基礎編

1.7.16 エーロゾルモデル

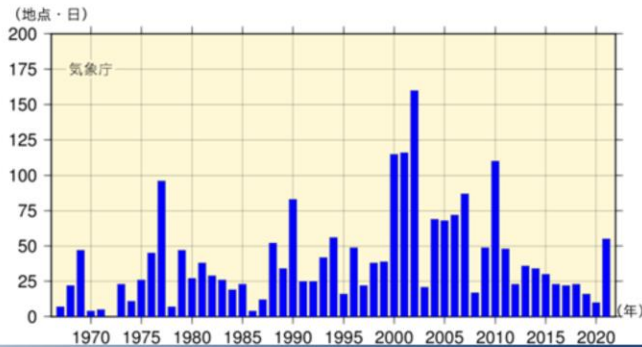
【黄砂】地域～大陸間規模での監視・予測

黄砂現象とは

- ▶ 東アジアの砂漠域や黄土地帯から強風により大気中に舞い上がった黄砂粒子が浮遊しつつ降下する現象を指す
- ▶ 日本では春に観測されることが多く、時には空が黄褐色に煙ることがある



日本における黄砂観測のべ日数の推移



気象庁 Japan Meteorological Agency

令和4年度数値予報解説資料集

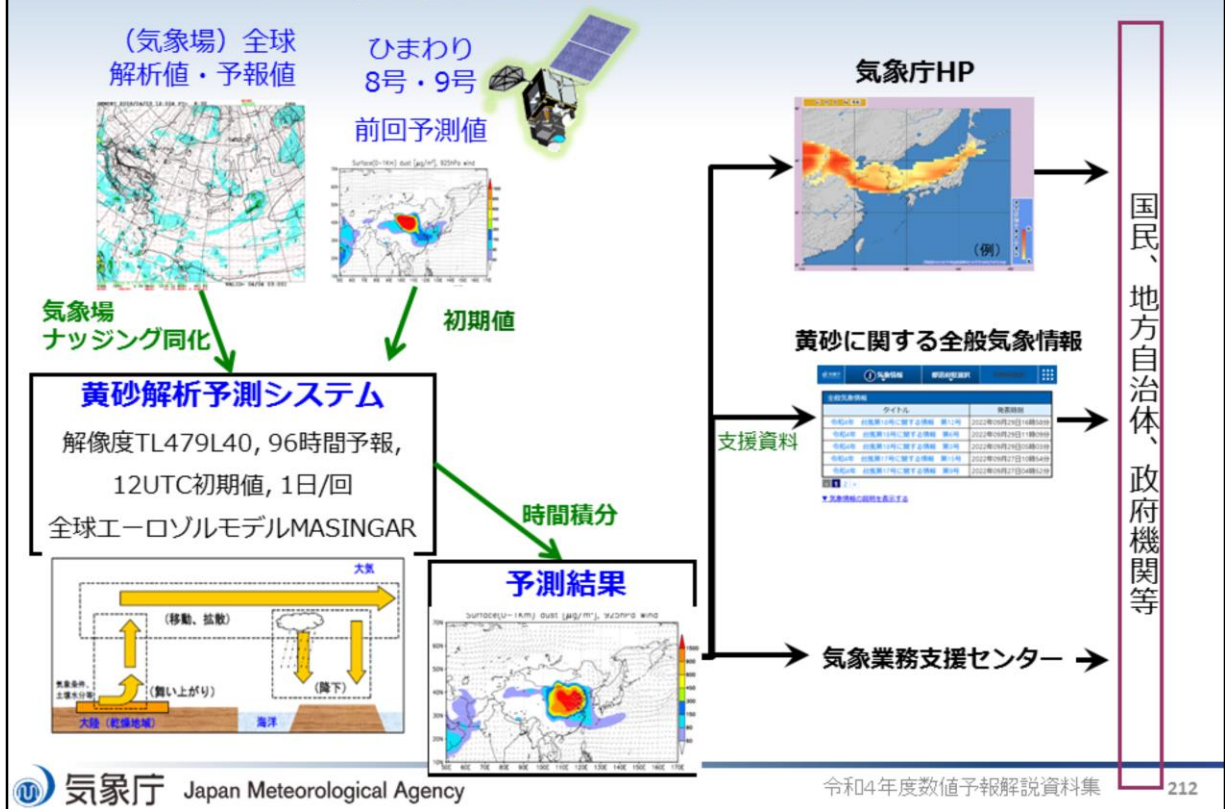
211

黄砂現象とは、東アジアの砂漠域(ゴビ砂漠、タクラマカン砂漠など)や黄土地帯から強風により吹き上げられた多量の砂じん(砂やちり)が、上空の風によって運ばれ、浮遊しつつ降下する現象を指す。日本における黄砂現象は、春に観測されることが多く、時には空が黄褐色に煙ることがある。

黄砂現象発生の有無や黄砂の飛来量は、発生域の強風の程度に加えて、地表面の状態(植生、積雪の有無、土壌水分量、地表面の土壌粒径など)や上空の風の状態によって大きく左右される。黄砂粒子はいったん大気中に舞い上がると、比較的大きな粒子(粒径が10マイクロメートル以上)は重力によって速やかに落下するが、小さな粒子(粒径が数マイクロメートル以下)は上空の風によって遠くまで運ばれる。例えば、東アジアが起源の黄砂粒子が太平洋を横断し、北米やグリーンランドへ輸送されたことも報告されている。

黄砂観測は現在、札幌・仙台・東京・新潟・名古屋・大阪・広島・高松・福岡・鹿児島・那覇の国内11地点で目視観測されている。グラフは、1967年から2021年まで黄砂の観測を続けている上記11地点についての年別黄砂観測のべ日数を示す。のべ日数(地点・日)とは、各日の観測地点数の年間総計である。同統計期間での黄砂観測のべ日数は増加しているとみられる(信頼水準90%で統計的に有意)が、これは2000～2010年に黄砂観測のべ日数が多かった結果を反映しているためである。黄砂観測日数及び黄砂観測のべ日数とも年々の変動が大きく、変化傾向を確実に捉えるためには今後のデータの蓄積が必要である。なお、この11地点の月別黄砂観測日数平年値(1991年から2020年までの平均)は、1.2日(2月)、4.4日(3月)、6.2日(4月)、2.7日(5月)、他は0.5日未満である(気象庁 2022)。

黄砂解析予測システム



黄砂分布の予測には、黄砂発生域での黄砂の舞い上がり、移動や拡散、降下の過程等を組み込んだ数値モデルを用いている。地上風速や土壌水分、積雪被覆、植生等と考慮して黄砂発生域での黄砂の舞い上りを評価している。

気象庁で用いている黄砂解析予測システムは、大気大循環モデルMRI-AGCM3と全球エアロゾルモデルMASINGAR mk-2を結合する構成となっている。水平格子間隔は約40km、鉛直層が40層(地表～約55km)で、粒径(直径)0.2マイクロメートル～20マイクロメートルの黄砂を10段階に分割して、96時間先までの黄砂の濃度などを予測している。さらに、モデルで予測するエアロゾルの3次元分布から計算した光学的厚さ(Aerosol Optical Thickness, AOT)を、静止気象衛星「ひまわり」の観測AOTデータで修正(2次元変分法)することで観測情報を取り込み、前日の黄砂分布状況を解析している。仕様の詳細については田中・小木(2017)などを参照いただきたい。

黄砂情報のページの黄砂解析予測図は、この数値モデルの結果をもとに、地表付近(高度1kmまで)の濃い黄砂(黄砂濃度が90マイクログラム/立方メートル以上の領域、視程では10km未満に相当)の予測領域などを表示している。

ナudging (Nudging method): 予測値を、たとえば一定の時定数で、参照値(解析値・観測値)に近づける修正。データ同化の簡便な方法のひとつ。

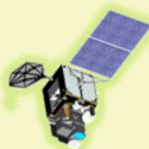
エアロゾル観測データの同化

2020年1月 ひまわり衛星データを用いた
エアロゾル同化システムの導入

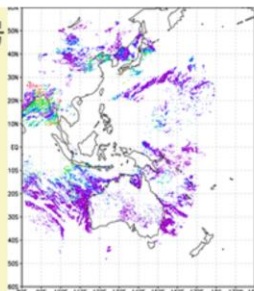


黄砂解析・予測
の改善

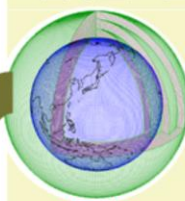
ひまわり8号・9号



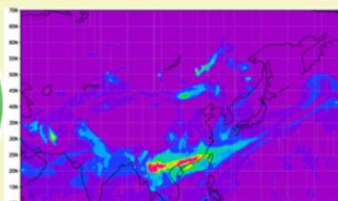
観測



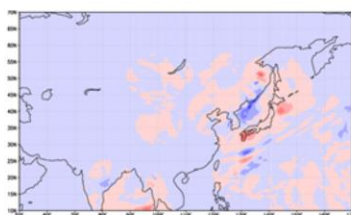
全球エアロゾルモデル



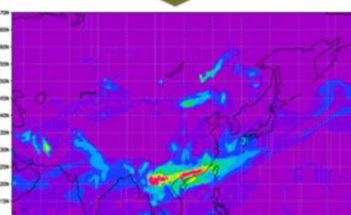
モデル



データ同化



(補正量)



解析値

同化要素：(鉛直積算)
光学的厚さ
同化頻度：1日1回
同化手法：2次元変分法
(2D-Var)
対象領域：ひまわり観測領域
(東アジア・オセアニア)



気象庁 Japan Meteorological Agency

令和4年度数値予報解説資料集

213

2020年1月29日より、気象衛星ひまわり8号・9号の観測データを黄砂解析予測モデルに同化する手法を導入し、黄砂分布の解析予測を改善した。それまでは、黄砂をはじめとしたエアロゾルに関する観測データの取り込みを行っておらず、モデル内で過剰・過少な黄砂が予測された場合でも補正できていなかった。このため、黄砂の予測精度を向上させるためには、エアロゾルの観測データをモデルの入力値として利用することが課題となっていた。

2015年7月より運用を開始した気象衛星ひまわり8号及び待機運用中のひまわり9号による観測から、広範囲かつ高精度な大気中のエアロゾル観測データが高頻度に得られるようになった。データ同化手法を導入してこれらの観測データをモデルで利用することにより、黄砂予測濃度の再現性向上のための改良を行った。この結果、データ同化手法を導入した黄砂解析予測モデルにおいて、日本付近における黄砂の解析予測精度が向上することを確認できた(気象庁 2019)。

参考文献

- 気象庁, 2019: 配信資料に関する技術情報 第523号. URL: <https://www.data.jma.go.jp/suishin/jyouhou/pdf/523.pdf>
- 気象庁, 2022: 黄砂観測日数の経年変化. URL: https://www.data.jma.go.jp/gmd/env/kosahp/kosa_shindan.html
- 田中泰宙, 小木昭典, 2017: 気象庁全球黄砂予測モデルの更新について. 測候時報, **84**, 66-71.