

大気温度傾度の将来変化が黄砂現象に及ぼす影響のシミュレーション

*常松展充¹, 早崎将光¹, 佐藤友徳², 眞子直弘¹, 崔 斐斐¹, 宮澤周司¹, 近藤昭彦¹, 久世宏明¹
¹千葉大学環境リモートセンシング研究センター, ²北海道大学大学院地球環境科学研究院

1. はじめに

気候モデルの予測によると、地球温暖化に伴う気温上昇の度合いは空間的に異なる。すなわち、これは、水平と鉛直の両方向の大気温度傾度の将来変化を意味している。温度傾度の将来変化は、温帯低気圧や熱帯低気圧などの様々な大気現象に影響を及ぼすといわれている(Sugi et al., 2002; Geng and Sugi, 2003)。そして、このことは、黄砂現象に対しても当てはまることが充分に考えられる。本研究では、水平・鉛直方向の大気温度傾度の将来変化が黄砂現象に及ぼす影響を分析している。

2. 実験方法

大気化学物質輸送モデル「WRF-Chem」(Grell et al., 2005; V3.1)を砂塵の発生と輸送のシミュレーションに適用している。これを用いて、まずは、過去に起きた顕著な黄砂イベントの再現実験(control run: CTL-Run)を行った。そして、その再現性の評価を、ライダーなどのリモートセンシング観測データやSPMなどの地上観測データと比較しながら、空間的かつ量的に行った。つぎに、気候予測モデル「MIROC」(K-1 model developers, 2004; V3.2-hires)の計算結果の月平均値(3~4月に限定)から、気温とジオポテンシャル高度について、「温暖化差分」を作成した。本研究でいう温暖化差分とは、A1Bシナリオにもとづく2091年から2100年までの10年間の予測値を平均したものと、20世紀再現実験による1991年から2000年までの10年間の出力値を平均したものと、差のことである。そして、鉛直方向と南北方向の大気温度傾度の将来変化を考慮したうえで、気温とジオポテンシャル高度の温暖化差分を、CTL-Runに用いた再解析データ(NCEP final analysis)に加算し、擬似温暖化実験(pseudo global warming run: PGW-Run)を行った。

3. 結果と考察

最初に、2007年3月29日~4月3日の期間に発生した大規模な黄砂イベントを対象として、実験を行った。PGW-Runの結果では、CTL-Runの結果と比較して、特にタクラマカン砂漠において砂塵のカラム量の減少が目立った。これは、しばしばタクラマカン砂漠に砂塵嵐をもたらす風系である、カザフスタン方面から天山山脈を回りこんでタクラマカン砂漠に流入してくる東風が、PGW-Runでは弱体化したことと関係していた。そして、その東風が弱まったことの原因は、温暖化に伴う、タリム盆地内の地上付近の気温の上昇度合いが、周辺地域に比べ小さく、天山山脈北側地域とタリム盆地の間の地上気圧差が縮小したことであることを、実験結果は示唆している。これらのことは、タクラマカン砂漠で砂塵量が非常に多くなった2003年4月と2002年4月の黄砂イベントを対象とした実験結果においても認められた。

本実験結果は、中国における砂塵嵐の発生の頻度と大気温度は歴史的に見て逆相関であることを示す、多くの先行研究(e.g., Zhang 1985; Yang et al., 2007)を支持する。

本実験結果は同時に、タクラマカン砂漠の砂塵減少をもたらした要因とみられる、前述の「タリム盆地内の気温上昇の度合いが相対的に小さい」ことの原因が、温暖化に伴う鉛直方向の温度傾度の変化(対流圏上層ほど大きく昇温; 大気が現在より安定化)にある可能性を示している。というのも、南北方向の温度傾度の将来変化は考慮せずに鉛直方向の温度傾度の変化のみを与えた実験でも、やはりタリム盆地で気温上昇が緩慢であった。そもそも、温暖化に伴う大気温度傾度の変化の大きさは、本実験に用いた計算領域においては、1kmあたりに換算すれば、南北方向より鉛直方向のほうが遥かに大きく、大気現象に及ぼす影響も大きいものと考えられる。ただし、大気がより安定化することと、タリム盆地内の気温上昇が緩慢になることを結び付ける証拠の特定には至っていない。(一つには、大気がより安定化する結果、深い盆地地形においては、周辺地域に比べて、冷たい空気が対流圏下層にいつそう溜まりやすくなる、ということが推察される。その証拠に、PGW-Runの結果は、タリム盆地における地上気圧の上昇を明示している。)

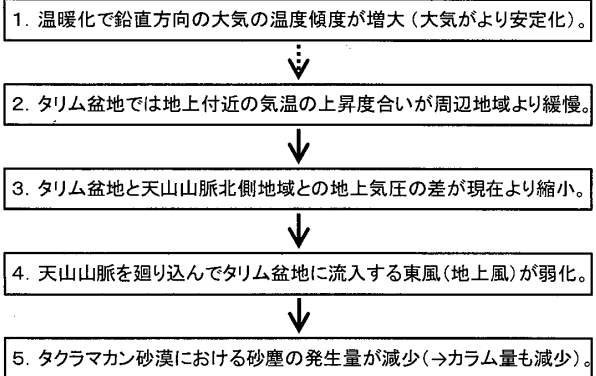


図1. 温暖化がタクラマカン砂漠の黄砂発生量に影響を及ぼすまでの過程を実験結果から考察したもの。点線の矢印は二つの因果関係を結ぶ証拠を現時点で特定できていないことを示す。

引用文献

Geng and Sugi, 2003: *J. Clim.*, **16**, 2262–2274.
 Grell et al., 2005: *Atmos. Environ.*, **39**, 6957–6975.
 K-1 model developers, 2004: K-1 Coupled GCM(MIROC)Description
 Sugi et al., 2002: *J. Meteor. Soc. Japan*, **80**, 249–272.
 Yang et al., 2007: *Atmos. Environ.*, **41**, 9288–9299.
 Zhang, 1985: *Quaternary geology and environment of China*, 101–106.
 謝辞: 本研究は株式会社ウェザーニューズによる寄付金のもと行われています。また、MIROCによる出力データを使用させていただいたことについて、4大学連携VLに感謝致します。