

アジア大陸の影響による大気微量気体・エアロゾル・降水降下塵の化学組成変動に関する研究

松枝秀和、澤 庸介、五十嵐康人（地球化学研究部）

1. はじめに

近年、アジア地域は人口増加とともに、急激な経済発展による人間活動の増大が顕著である。このため、大気汚染物質や汚染煙霧及び黄砂などが広域に拡散し、西太平洋地域の気候、陸上・海洋生態系並びに健康に対して、深刻な影響を及ぼすことが懸念されている。また、将来の地球規模の気候変動に対しても、アジア大陸の発生源による影響評価が重要な研究課題となっている。

気象研究所では地球化学研究部を中心として、平成17年度から3年計画で融合型経常研究を実施し、アジア大陸の影響による西部北太平洋地域の大気化学環境変動の実態把握と、その変動を支配する輸送メカニズムや大陸発生源との関係を解明することを目的として研究を進めてきた。本発表では、最新の研究成果の概要について報告する。

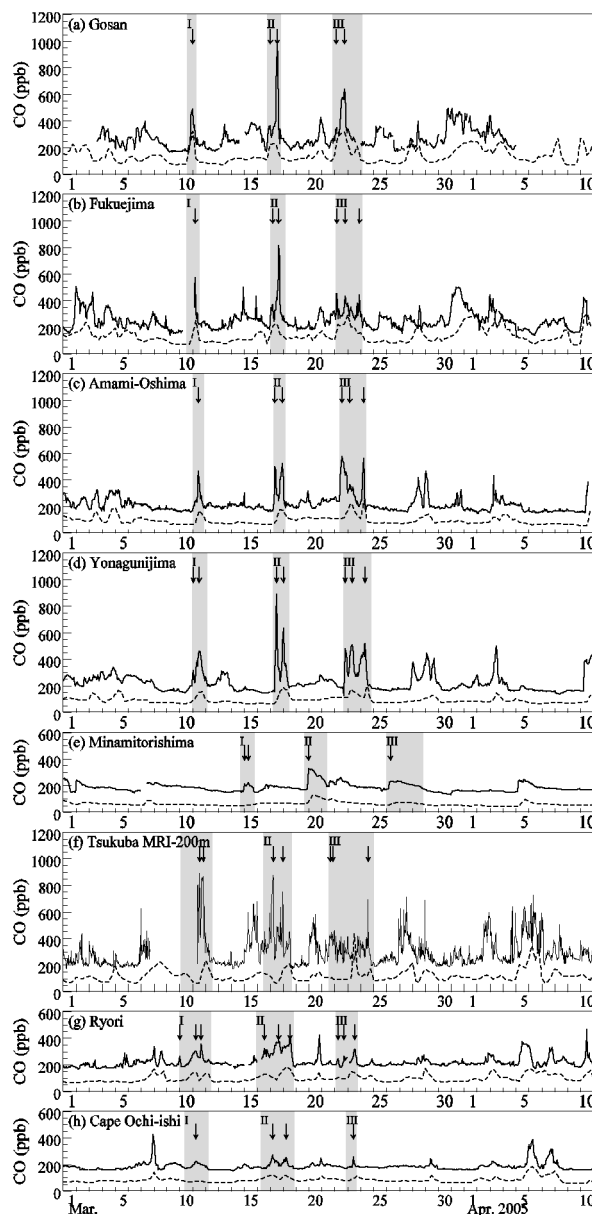
2. 成果の概要

2.1. 汚染気塊のアウトフロー現象

大陸からの汚染の拡散を追跡する上で、一酸化炭素（CO）は有効な化学トレーサーである。本研究では、2005年3月から4月に実施された国際共同観測（EAREX2005）において、COの濃度上昇により見出された3つの顕著な汚染イベントに着目した。同じ期間に西部北太平洋の様々な地点で得られたCOの観測データと比較することによって、汚染空気塊の広域分布とその時間変化の実態を明瞭に把握することができた（第1図）。3次元の全球輸送モデルを利用した実験では、汚染イベントの通過に伴う各観測地点のCO濃度の上昇現象をほぼ捉えることができた。モデルの結果を解析することによって、寒冷前線の発達とその東進に伴う大陸からの汚染気塊のアウトフローの空間構造とその時間変化を詳細に理解することができた（Sawa et al., 2007）。さらに、COの発生源を地域別に分けたモデル実験から、中国、韓国、日本などの汚染源の寄与も明らかになってきた。

2.2. 二酸化炭素の異常低下現象

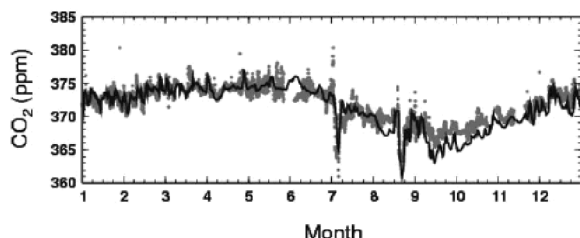
大陸から約2000km離れた南鳥島において観測されている二酸化炭素（CO₂）濃度の長期観測記録から、夏季にCO₂濃度が異常に低下する興味深い現象が見出された（第2図）。



第1図 西部北太平洋の8地点で同時観測された一酸化炭素（CO）濃度の時間変動（実線）とモデル実験の結果（点線）。

この現象について、微量気体組成の変化、流跡線解析及び3次元の全球輸送モデル実験による検討を行った。その結果、陸上植生の強いCO₂吸収を受けた気塊が、シベリア、中国北方及び東南アジア地域から遠方の南鳥島へ長距離輸送されていることが判明した（Wada et al., 2007）。いずれの輸送においても、低気圧と高気圧が隣接配置する特異的な気象条件の

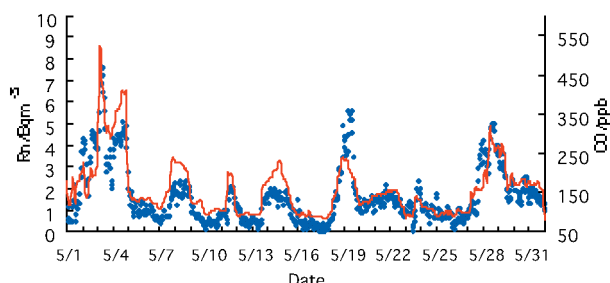
形成とそれに伴う急速な南北輸送によって、陸域生態系の影響が遠方まで到達しうることが明らかになった。これは、夏季に特徴的な現象で、春季の寒冷前線の発達に伴う大陸からのアウトフロー現象とは全く異なるメカニズムであることがわかった。



第2図 南島島で観測された2001年の二酸化炭素 (CO₂) 濃度の時間変動 (黒線) とモデル実験の結果 (灰色)。

2.3. ラドン濃度の変動

大気中ラドン (Rn-222) は大陸から飛来する空気塊の有効なトレーサーである。2006年から開始した与那国島におけるラドン濃度の変動は、CO濃度の上昇と連動しており、春季に数日スケールで起こる汚染が大陸起源であることを明瞭に示した (第3図)。さらに、Rn/COの増大比がイベントによって異なることが見出され、大陸上での空気塊の輸送履歴に関する情報が得られることがわかってきた。

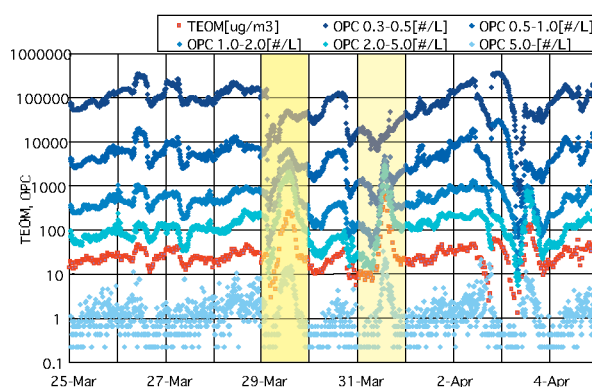


第3図 2006年5月に与那国島で観測されたラドン (青印) と一酸化炭素 (赤線) の濃度変動。

2.4. ダスト現象

気象研究所にTEOM測定装置を設置して大気浮遊塵重量濃度を連続測定し、風塵現象を観測した。本装置は、フィルター上に大気浮遊塵を捕集し、その積算重量を振動子によって電氣的に計測するもので、PM10以下の粒径画分の重量を測定している。また、並行してOPCを用いて個数粒径分布の時間変動も観測し、ダスト事象発生時には化学分析用の試料も採取した。具体的には、2006年の春季に観測された顕著な二つのダスト事象に着目し解析した (第4図)。利用可能な黄砂目視記録やSPMデータ、気象データなどから、3/29のダスト事象は黄砂によるもの、3/31のダスト事象は近傍の風塵と判断

できた。3/31の1時間値では600mgm⁻³を超える濃度が測定され、近傍の風塵でもアジア大陸での風塵現象時と大差ない高濃度のダストが浮遊することが明らかとなった。また、粒径分布データ解析の結果、黄砂時には粒径に関係なく全体に粒子数が増加するのに対し、近傍からの風塵では小粒径粒子部分の増加が小さかった。イオン成分の分析では、3/29の黄砂ではnss - Ca²⁺濃度が3/31の風塵と比し顕著であり、nss-SO₄²⁻についても黄砂の方が濃度が大という結果が得られた。このように、物理的な観測と化学観測を組み合わせることで、ダスト輸送の特徴を見出すことができた。ダストの長距離輸送の量的な評価を行う際に有用な情報と言える。



第4図 つくば市の気象研究所で観測した大気浮遊塵重量濃度 (TEOMによる ; mgm⁻³) と粒径別粒子個数濃度 (OPCによる ; 個L⁻³)。

3. まとめ

本研究では、アジア大陸の影響による微量気体やエアロゾルの変動を観測によって明らかすると同時に、モデル実験を通じた輸送メカニズムの解明について研究を進めることができた。今後、アジア地域の発生源の増大と地域気候の変化に伴う長期的な大気化学環境変動に関して、観測とモデルを一体化させた研究をさらに推進していくことが必要である。

参考文献

- (1) Sawa, Y., T. Tanimoto, S. Yonemura, H. Matsueda, A. Wada, S. Taguchi, T. Hayasaka, H. Tsuruta, Y. Tohjima, H. Mukai, N. Kikuchi, S. Katagiri, and K. Tsuboi, 2007, *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2006JD008055, (in press).
- (2) Wada, A., Y. Sawa, H. Matsueda, S. Taguchi, S. Murayama, S. Okubo, and Y. Tsutsumi, 2007, *J. Geophys. Res.*, 112, D07311, doi:10.1029/2006JD007552.

※本研究は、融合型経常研究「アジア大陸の影響による大気微量気体・エアロゾル・降水降下塵の化学組成変動に関する研究(H17-19)」として行われた。主任研究者：松枝秀和、研究分担者：澤庸介、五十嵐康人、石井雅男、時枝隆之、齊藤秀、青山道夫、篠田佳宏、緑川貴、廣瀬勝己、和田晃 (地球化学研究部)、内山明博、山崎明宏、古林絵里子、工藤玲 (気候研究部)、岡田菊夫、柴田清孝、財前祐二、直江寛明、千葉長 (環境・応用気象研究部)