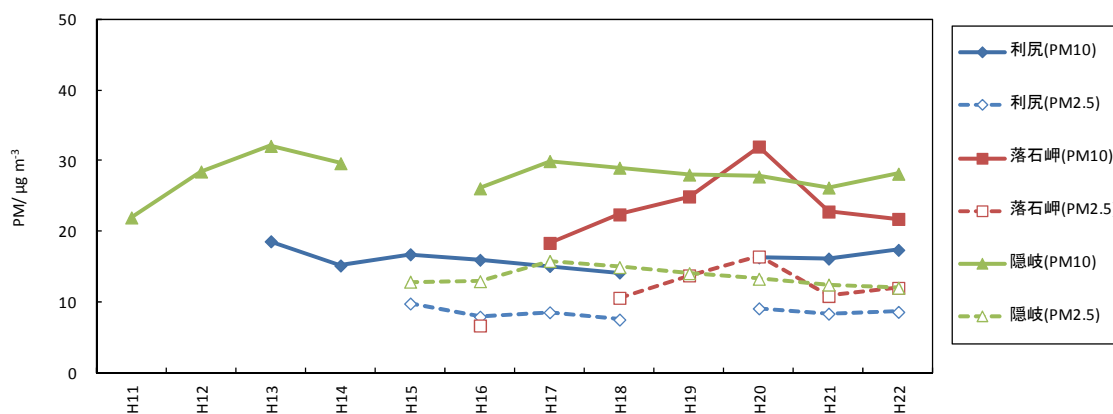


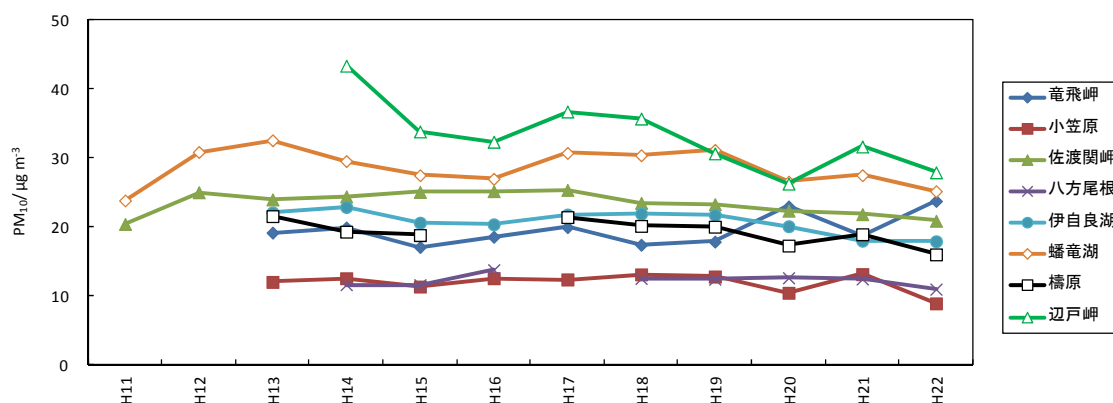
(2) PM₁₀及びPM_{2.5}

平成11年度から22年度におけるPM₁₀濃度及びPM_{2.5}濃度の経年変化を図4-1-4に示した。

調査期間を通して、PM₁₀濃度は小笠原及び八方尾根において濃度が低く、大陸から近い辺戸岬及び隠岐で高かった。また、PM_{2.5}濃度はPM₁₀濃度よりも低い濃度で推移した。なお、長期的傾向については辺戸岬以外において、ほぼ横ばいで推移した。



[a] : PM_{2.5}測定地点



[b] : その他地点

図4-1-4 PM₁₀濃度及びPM_{2.5}濃度の経年変化

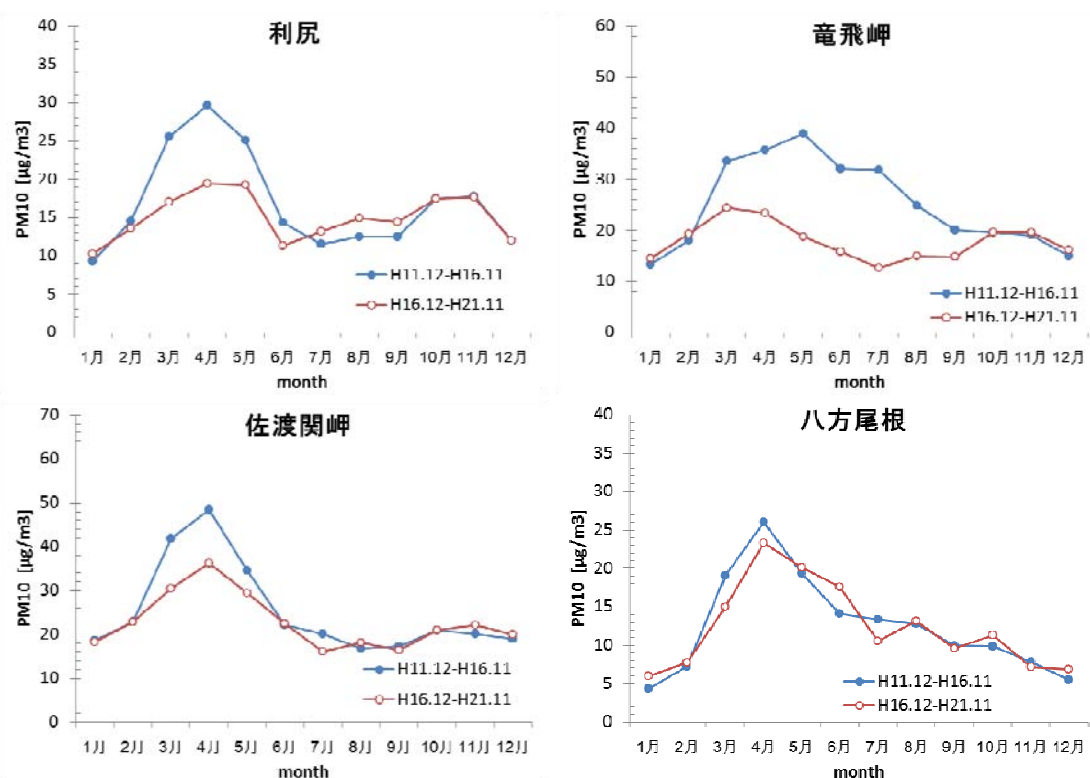
PM₁₀及びPM_{2.5}濃度についても、国内EANET局における平成12年を基準年とした直線回帰により、年平均値のトレンドを調べたところ、PM₁₀については利尻 (-0.3 µg/m³/year)、竜飛岬 (-0.4 µg/m³/year)、佐渡関岬 (-0.4 µg/m³/year)、伊自良湖 (-0.7 µg/m³/year)、隠岐 (-0.3 µg/m³/year)、蟠竜湖 (-0.3 µg/m³/year)、梶原 (-0.4 µg/m³/year)、辺戸岬 (-1.7 µg/m³/year)、小笠原 (-0.1 µg/m³/year) で減少傾向が見られたが、統計的に有意ではなかった。また、PM_{2.5}濃度については、利尻、隠岐ともに顕著な増減傾向が確認されなかった。

このように、多くの国内EANET局の遠隔地点においてPM₁₀濃度の減少傾向が見られたが、データ数が少ないため統計的に有意な増減傾向が評価できなかった。そこで、国内EANET局において前半5年間(平成12~16年)及び後半5年間(平成17~21年)の月間PM₁₀濃度の平均値を比較した(図

4-1-5)。これらの局では春季の極大現象が共通で見られ、この季節変動パターンは前半5年間と後半5年間で変わらなかった。月間PM₁₀濃度を比較すると、小笠原を除いて、特に3～5月の春季で後半5年間の値が前半5年間よりも低かった。この時期には黄砂の飛来が顕著である時期であるため、黄砂の飛来の程度の変動が一部の地点でのPM₁₀濃度の減少傾向の一因になっているのではないかと考えられる。

国内の気象観測所における黄砂観測延べ日数の推移を調べてみると、過去40年程度の長期的に見れば黄砂観測日数は有意な増加傾向 ($p < 0.01$) であったが、上述の10年間(平成12～21年)について着目すると、2000～2002(平成12～14)年にかけて顕著に高かった(図4-1-6)。対象期間前半における高頻度の黄砂飛来イベントが日本国内のPM₁₀濃度のトレンドに大きく影響を及ぼしたことが考えられる。また、中国のEANET局であるJinyunshanとHongwenでは2006(平成18)年以降PM₁₀濃度の減少が顕著であり、日本国内では多くの地点で越境汚染により多くが生成されると考えられる粒子状硫酸塩濃度が減少傾向¹⁾にあったことから、中国大陸における大気質の改善が関与している可能性も考えられる。

(a)



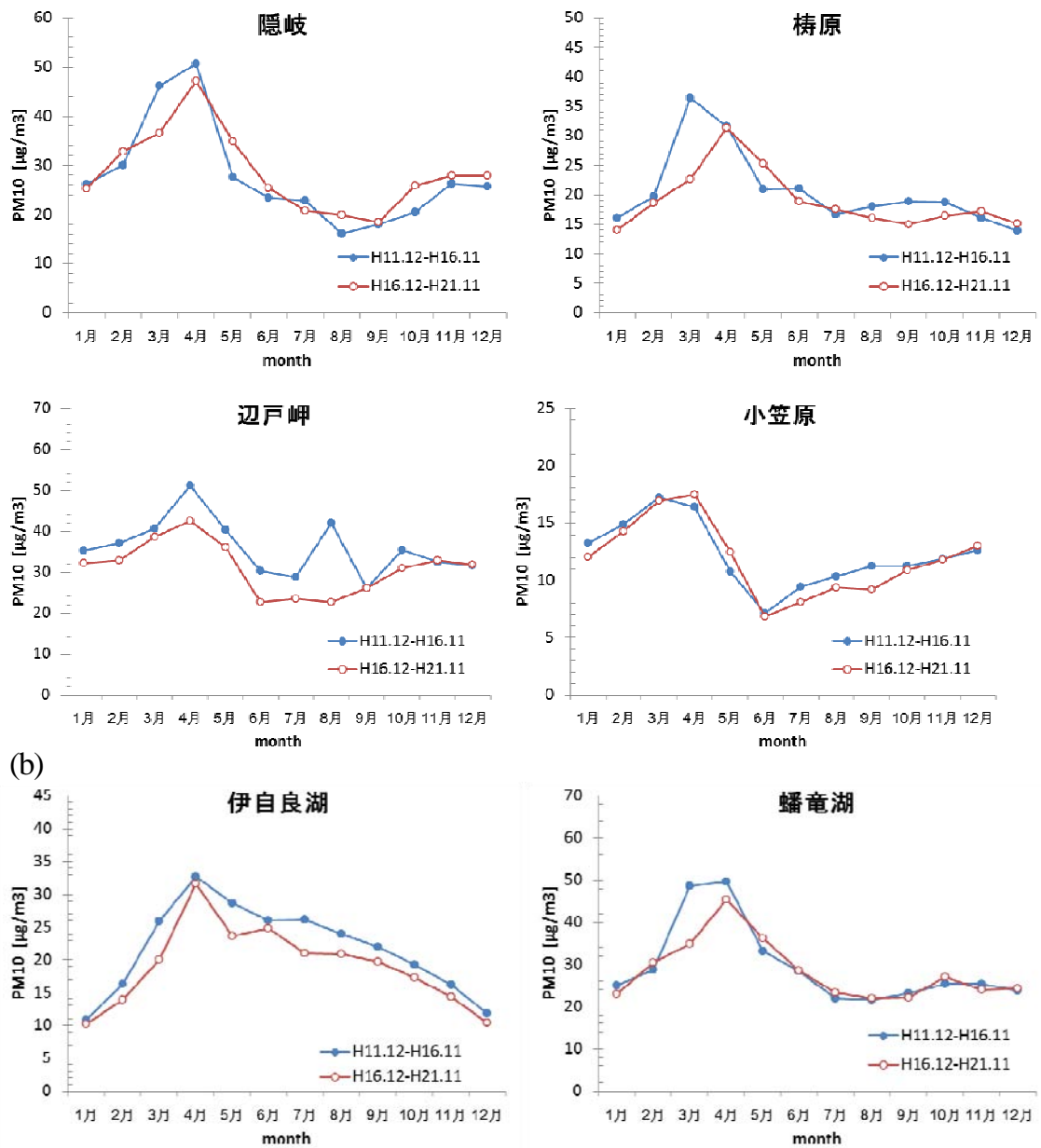


図 4-1-5 国内 EANET 局の(a) 遠隔地域、(b) 都市及び郊外地域におけ前半 5 年間 (平成 12～16 年) 及び後半 5 年間 (平成 17～21 年) の月間 PM₁₀ 濃度の平均値
月間完全度 70% 未満のデータは集計から除いた。

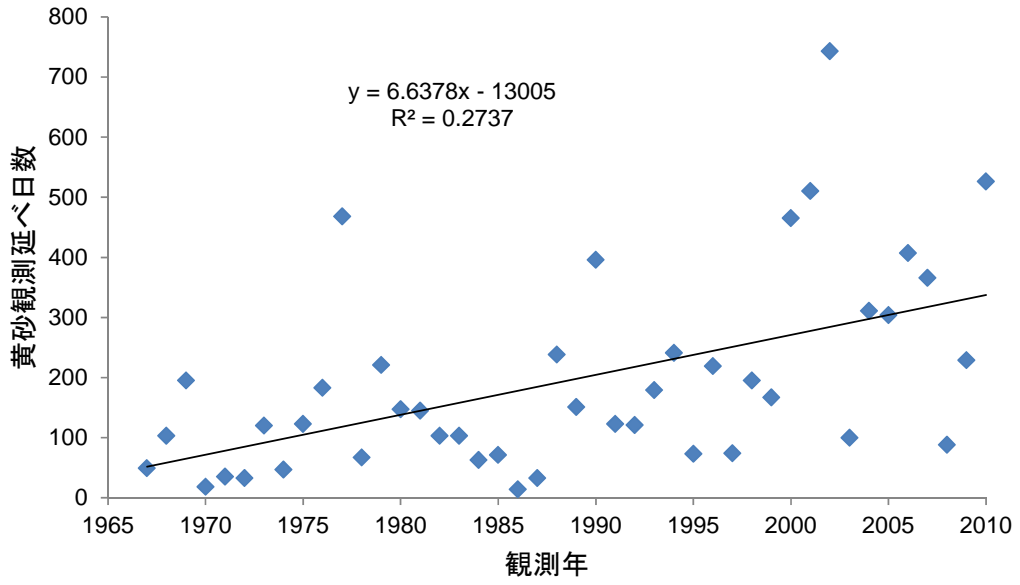


図4-1-6 国内の気象観測所における黄砂観測延べ日数の推移（1967～2009年）

(3) 数値モデルを用いた越境大気汚染現象の解析

①数値モデルによる高濃度イベント時の広域汚染解析の例（平成17年6月20日の例）

図4-1-7には、平成17年6月20日に観測されたオゾンとPM_{2.5}の高濃度イベントについて、領域化学輸送モデルWRF/CMAQによる²80kmメッシュでの計算によって算出された、オゾン、及びPM_{2.5}の主要成分のひとつであるSO₄²⁻の濃度分布、並びに、日本、韓国及び中国中央部の排出量感度モデル実験により得られた各地域起源の排出量の影響量分布を示す。日本付近の濃度分布に着目すると、6月20日には、日本海南西地域においてオゾンとSO₄²⁻の高濃度が確認できた。また、6月19-21日の間に、汚染塊が日本海を北東方向へ移動することがモデル実験で示され、この汚染塊の広域的輸送影響が示唆された。この期間について、オゾン濃度に関しては、日本の排出量の影響に加えて中国中央部及び韓国の影響を受けている可能性が、また、SO₄²⁻に関しては、中国中央部の影響が大きい可能性がモデル実験によって示された。

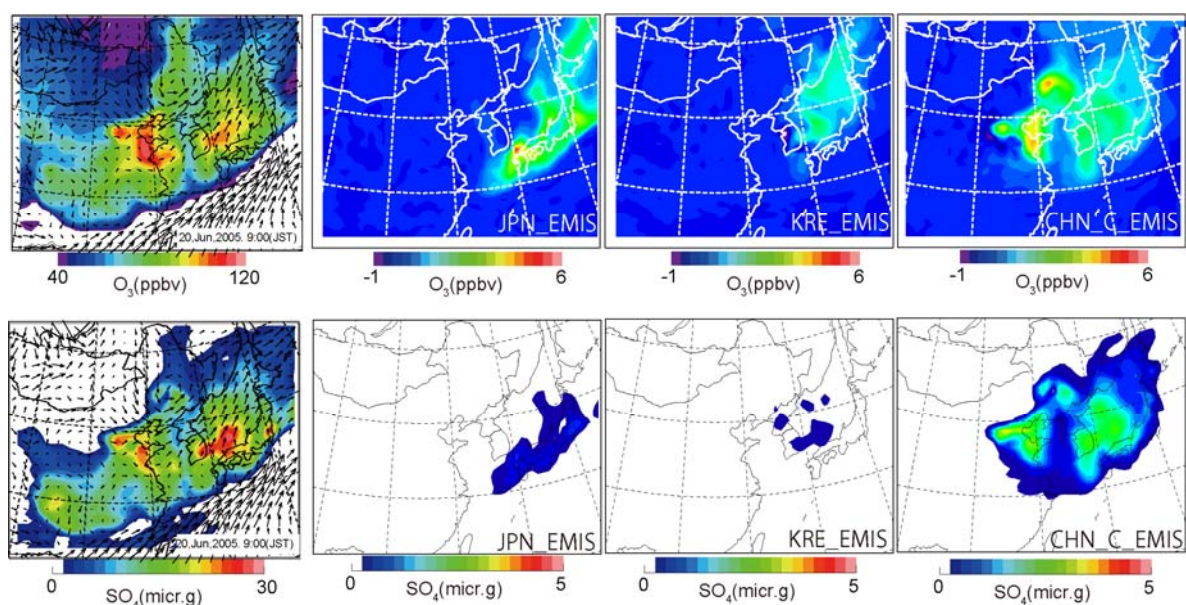


図4-1-7 平成17年6月20日午前9時(日本時間)の高濃度イベント時のモデル解析例、JPN_EMIS (日本の排出量の影響)、KRE_EMIS (韓国の排出量の影響)、CHN_C_EMIS (中国中央部の排出量の影響)

【数値モデルによる観測値の再現性の評価について】

①平成 17 年オゾン濃度の観測値と数値モデル計算値の比較

国内 EANET 局においてオゾン濃度の 1 時間値の観測値と領域モデル計算値を比較したところ、オゾン濃度の季節変動特性や遠隔観測地（伊自良湖、蟠竜湖以外の局）におけるオゾン濃度の 1 時間値を良好に再現できていた（図 4-1-8）。

一方、非遠隔地（伊自良湖、蟠竜湖）については、ここで使用した数値モデルは空間解像度が 80km と大きく、観測地近傍の排出量の影響を考慮できないため、夜間のオゾン濃度減少を表現できていないことがわかった。北日本域（利尻、竜飛）については、領域モデルの境界に近いことから、特に冬季において、境界濃度の設定に起因すると思われる数値モデルの系統的なオゾン濃度の過小評価が見られた。

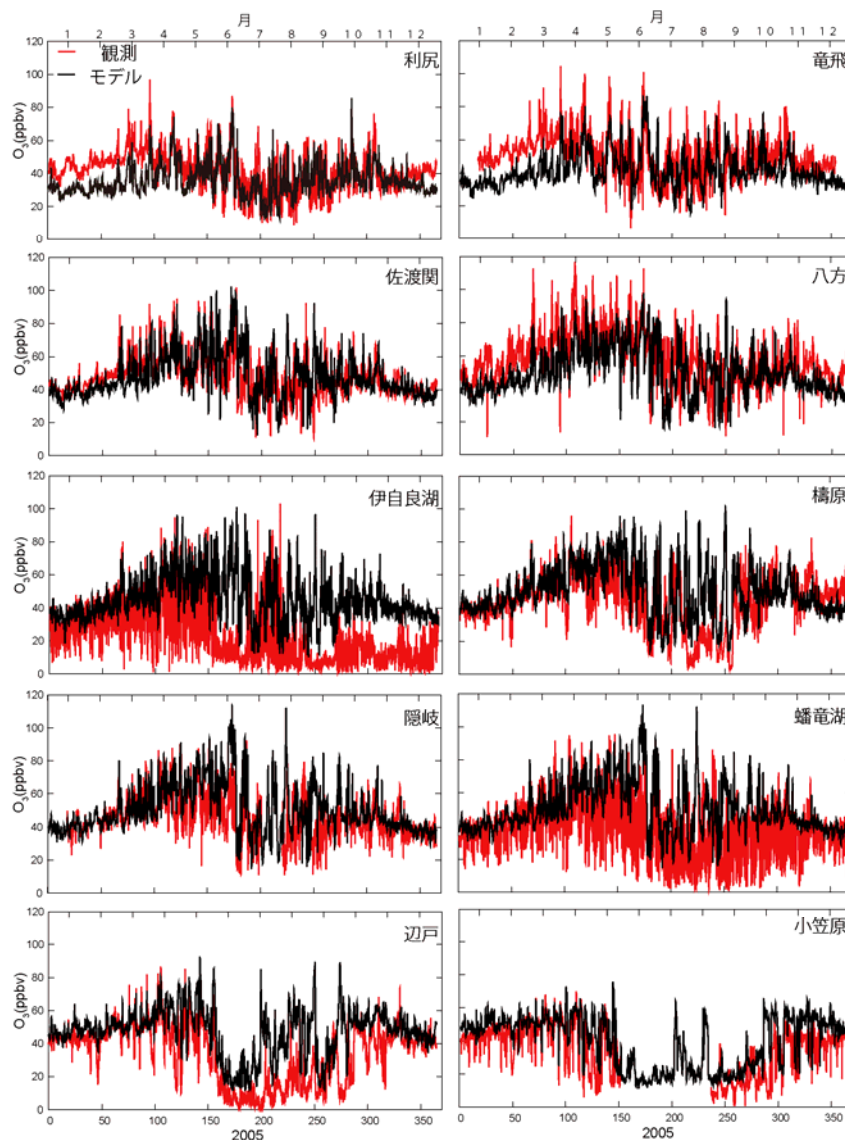


図 4-1-8 国内 EANET 局におけるオゾン濃度の 1 時間値の観測値とモデル計算値の比較（平成 17 年）

②平成 17 年 PM_{2.5} 濃度の観測値と数値モデル計算値の比較

利尻及び隠岐において PM_{2.5} 濃度の 1 時間値の観測値と領域モデル計算値を比較したところ、年間を通して、領域モデルは PM_{2.5} 濃度を過小評価していた (図 4-1-9)。一方、領域モデルは 5～6 月にかけて見られるような PM_{2.5} の高濃度イベントを概ね再現できていた。

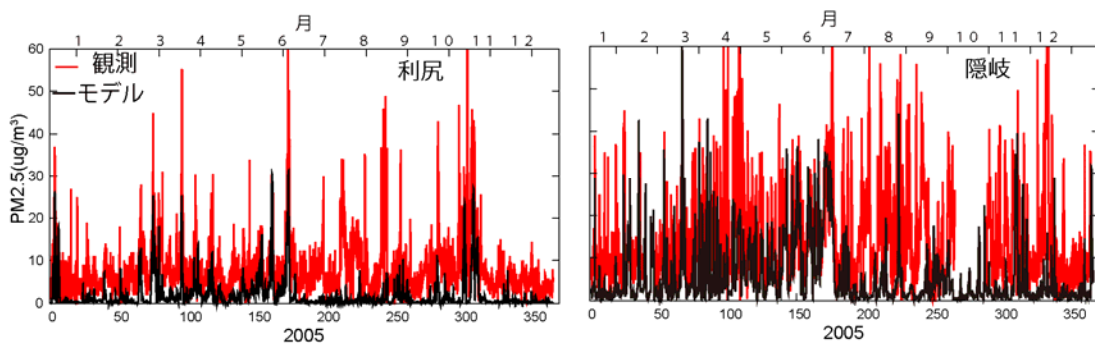


図 4-1-9 利尻及び隠岐における PM_{2.5} 濃度の 1 時間値の観測値とモデル計算値の比較 (平成 17 年)

②近年の中国華北平原の NO₂ カラム濃度変化と日本遠隔地域のオゾン濃度変化

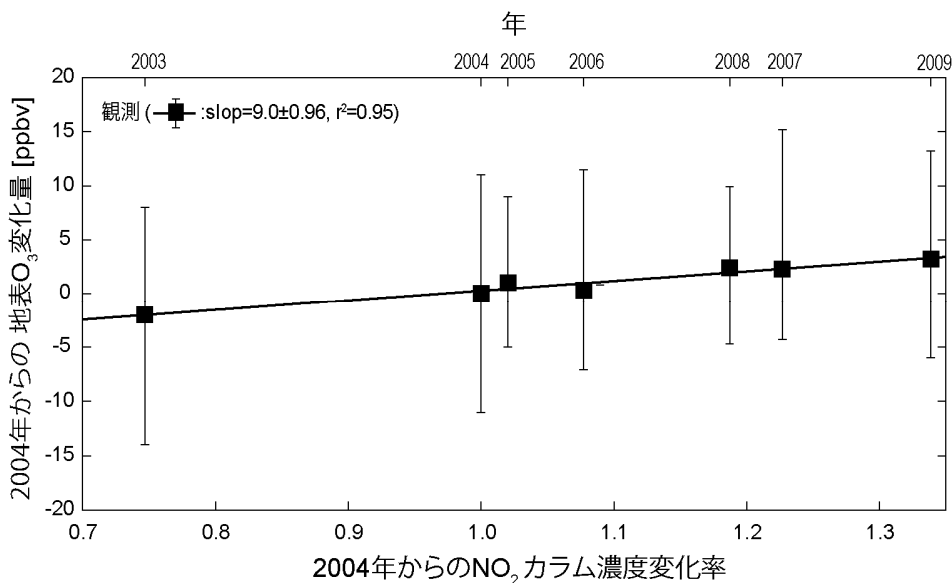


図 4-1-10 中国華北平原の衛星 NO₂ カラム濃度 (4 月の月平均値) と国内 EANET 局遠隔地域のオゾン濃度 (4 月の中間値) の変化量³⁾

NO₂ カラム濃度は 2004 (平成 16) 年に対する相対値、オゾン濃度の変化量は 2004 年を基準とした増減値で示した。

図 4-1-10 には、2003～2009 (平成 15～21) 年間の、春季の中国華北平原における衛星観測による NO₂ カラム濃度 (地表から上空までの全 NO₂ 濃度の積算値) 変化と国内 EANET 局遠隔地域 (8 局) のオゾン濃度変化の関係を示す。オゾン観測濃度は地点によってばらつきが大きいものの、2004 (平

成 16) 年を基準とした中国華北平原の NO₂ カラム濃度変化率 (x 軸) と遠隔地域のオゾン濃度 1 ヶ月中間値の変化量 (y 軸) に正の相関が存在し、中国華北平原での NO₂ カラム濃度が 10% 増減した場合に日本遠隔地域のオゾン濃度も 0.9 ppbv 増減していることがわかる。このことは大陸からの汚染物質の輸送により、遠隔地域のオゾン濃度が増加していることを示唆している。さらに、排出量感度モデル実験によって、このオゾン濃度の増加のうちの 60% は人為的な前駆物質の排出量の増加によるものと推定された。一方、人為的な排出量の感度のみを評価するモデル実験では、残りの 40% は説明できなかった。

(引用文献)

- 1) Network Center for EANET (2011) EANET Data Report 2010.
- 2) Yamaji, K., Ohara, T., Uno, I., Tanimoto, H., Kurokawa, J., and Akimoto, H. (2006) Analysis of the seasonal variation of ozone in the boundary layer in East Asia using the Community Multi-scale Air Quality model: What controls surface ozone levels over Japan?, *Atmos. Environ.*, 40(10), 1856-1868.
- 3) Yamaji, K., Uno, I., Irie, H. (2012) Investigating the response of East Asian ozone to Chinese emission changes using a linear approach, *Atmos. Environ.* (in press)