

大陸間をわたるオゾン汚染

-東アジアの大気汚染物質放出が地球温暖化を促進-

平成13年11月8日

宇宙開発事業団

海洋科学技術センター

地球フロンティア研究システム(宇宙開発事業団と海洋科学技術センターの共同プロジェクト)の大気組成変動予測研究領域の秋元 肇領域長とオリバー・ワイルド` 研究員は全球三次元化学輸送モデルを用いて、東アジア・北米・ヨーロッパの北半球各大陸より放出される大気汚染物質から生成するオゾンが、大陸間を長距離輸送されることを明らかにした。

その結果、特に東アジアから放出される大気汚染物質から生成するオゾンは対流圏上部に輸送され、偏西風に乗って容易に北米、ヨーロッパにまで到達し、温室効果を促進することが判明した。一方、地表に着目した場合、東アジアにはヨーロッパからオゾン汚染の影響がもたらされることが判った。

この成果は、11月16日発行のアメリカ地球物理学会誌「Journal of Geophysical Research」に掲載される。

背景

「気候変動に関わる政府間パネル(IPCC)」の2001年報告書では、対流圏オゾンが地球平均でメタンと同程度の放射強制力を持ち、北半球の大半の地域では大気の質の目標達成が脅かされかねないと述べられている(注1)。また北半球については対流圏オゾンはCO₂に次いで第2の温室効果ガスであり(注2、注3)、さらにオゾンの放射強制力は地域によって大きく変わり、CO₂のような長寿命の温室効果ガスと比べて排出量の変化に素早く応答する。

しかし、これまで対流圏オゾンの北半球全域にわたる大陸間長距離輸送のメカニズムについては知られていなかった。

成果

全球三次元化学輸送モデル(注4)を用いて、東アジア、北米、ヨーロッパの各大陸からの窒素酸化物、一酸化炭素、炭化水素の放出量をそれぞれ10%増加させたとき、大気中で生成されるオゾンが対流圏内のどこでどれだけ増加するかを明らかにした(図1)。

それによると東アジアの大気汚染物質を増加させた場合には、増加したオゾンは上空に効率よく運ばれ、偏西風に乗って北米、ヨーロッパに容易に輸送され、大きな温室効果をもたらすことが判った(図2、注3)。一方、ヨーロッパの大気汚染物質を増加させた場合は、増加したオゾンは比較的低位を輸送され、東アジアの地表付近のオゾンを増加させることが判った(図3)。

問合せ先

地球フロンティア研究システム 合同推進事務局

担当:秋庭 Tel:045-778-5684(直通)

HP: <http://www.jamstec.go.jp/frsgc/jp/index.html>

宇宙開発事業団 広報室 Tel:03-3438-6107~9 HP: <http://www.nasda.go.jp/>

海洋科学技術センター 総務部 普及・広報課 Tel:0468-67-9066

注1:参考資料

1. IPCC 第1ワーキンググループ第3次報告書「政策決定者のための概要」抜粋

1-1

CO₂以外の温室効果ガスの濃度が2100年までにどのくらい変化するかについてのモデル計算の結果は、SRESシナリオの代表例として用いたシナリオ毎に大きく異なり、2000年での値を基準とした場合、CH₄の変化量は-190～+1970 ppb(現在の濃度は1760 ppb)、N₂Oは+38～+144 ppb(現在の濃度は316 ppb)、対流圏のオゾンの総量は-12～+62 %であり、ハイドロフルオロカーボン類(HCFC)、パーフルオロカーボン類(PFCs)及び六フッカ硫黄(SF₆)の濃度については、非常に広い幅で予測されている。シナリオによっては対流圏オゾン総量がCH₄と同程度の放射強制力を持つとの結果が出ており、北半球の大半の地域では、大気の質の目標達成が脅かされかねない。

1-2

対流圏オゾンの総量は1750年以降36%増加したと見積もられている。これは、いくつかのオゾン生成ガスの人為起源による排出が主であり、放射強制力にして0.35 Wm⁻²に相当する。オゾンの放射強制力は地域によって大きく変わり、CO₂のような長寿命の温室効果ガスと比べて排出量の変化にすばやく応答する。

2. 語句の説明

2-1. 放射強制力

地球の熱収支の平衡状態からのずれを対流圏界面における単位面積当たりの放射量(W m⁻²)で表したものの。その要因としては、太陽入射量、大気中の温室効果ガス濃度、雲量などがあり、放射強制力という概念を用いることによってこれらを気候変動の要因として量的に比較することが出来る。なお、ここでは温室効果の度合いを表す尺度として用いられている。

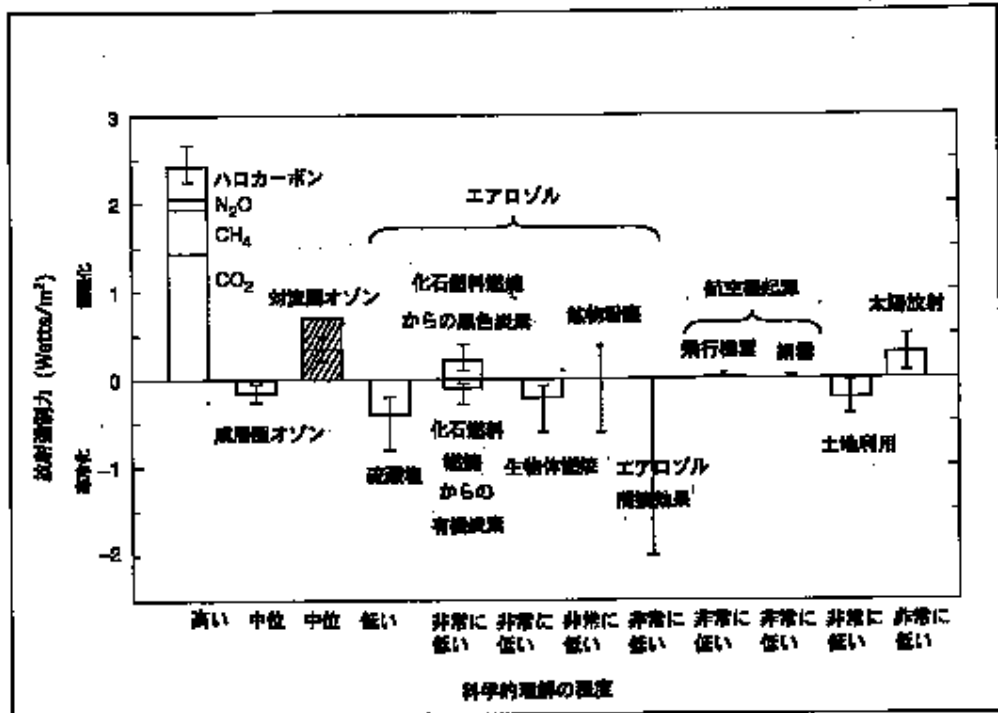
2-2. SRES

Special Report on Emission Scenarios 排出シナリオに関する特別報告。

3. 成層圏オゾンと対流圏オゾン

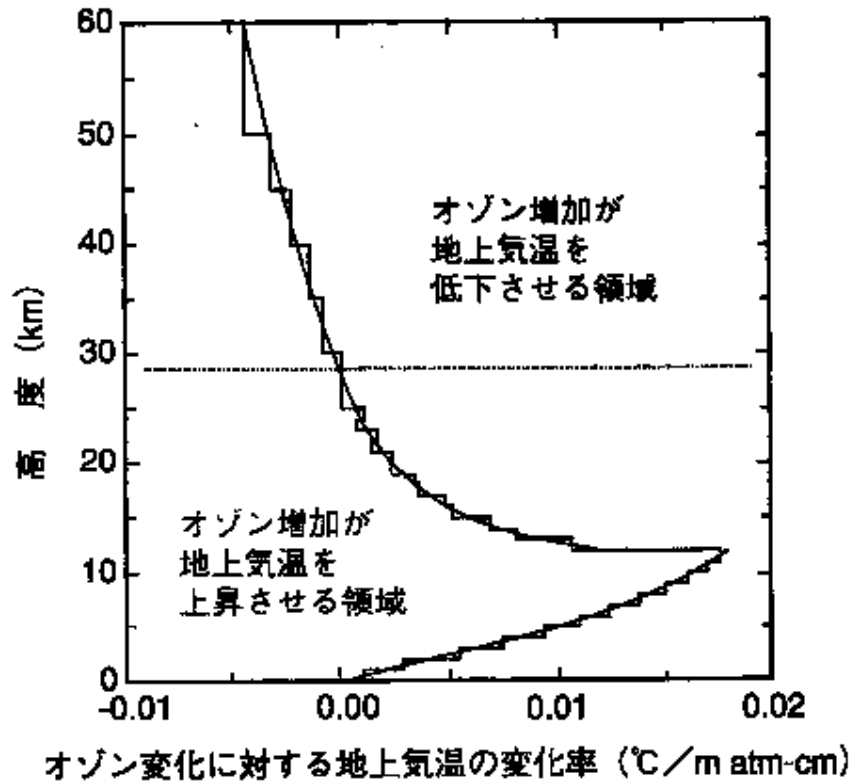
地球大気中のオゾンの約90%は成層圏に存在し、対流圏には残りの約10%が存在する。従って成層圏オゾンが例えば10%減少したとき、それによる地表での紫外線の増加を防ぐために対流圏オゾンの増加で補おうとすると対流圏オゾンはほぼ100%(2倍)増加しなければならない。対流圏オゾンが2倍も増加するとそれによる植物被害、健康影響、温室効果などが深刻化するので、対流圏オゾンの増加で成層圏オゾン減少を補おうと考えるのは非現実的である。対流圏オゾンの増加による環境影響は、今後益々重要になるものと考えられている。

注2：1750年を基準とした2000年の気候システムの地球平均放射強制力



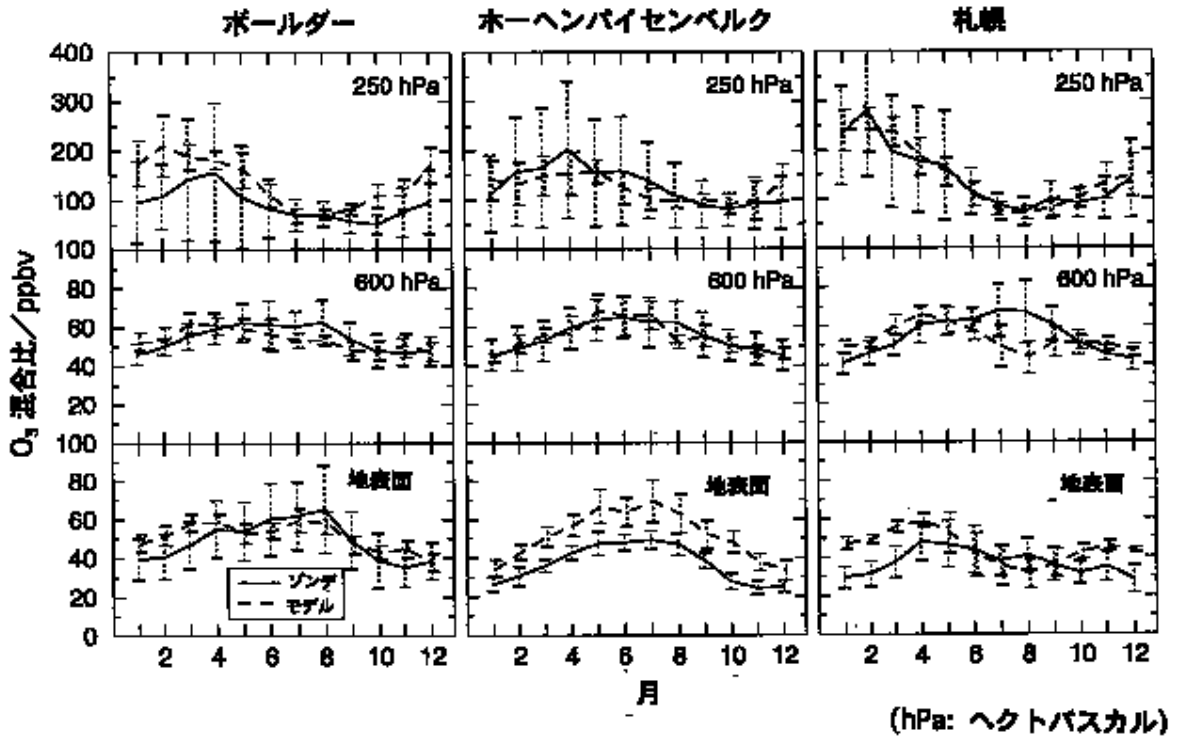
IPCC: Climate Change 2001

注3：オゾン変化に対する地上気温の変化率の高度依存性



高度 10km 付近の上部対流圏のオゾン増加が、地上気温の上昇に最も有効である。

注4：モデルの実測値による検証



ボールドー（米国）、ホーヘンパイセンベルク（ドイツ）、札幌におけるオゾンゾンデ・データ（実線）とモデル・データ（破線）の月平均値での比較（250 hPa: 地上約 10km, 600 hPa: 地上約 4 km）。モデルによる数値と実測値との間にさほど大きな差が見られないことから、モデル・データの信頼性が高いことが示される。