

ウ．我が国での解析結果

図9に世界の観測地点における地上からのデータを使用して求めた最近20年間（1984～2003年）のオゾン全量トレンドの緯度分布を示す。過去20年間のトレンドでは、通年及び各季節とも低緯度域を除いて多くの地点で減少傾向となっている。特に北半球の30度以北では通年及び3～5月に有意な減少を示している地点が多い。南半球高緯度域（南緯60度以南）の9～11月は南極オゾンホール出現に伴い、10%/10年を超える減少を示している。これらの解析結果から、過去20年間のオゾン全量のトレンドは、低緯度域を除いて明らかな減少を示しているといえる。

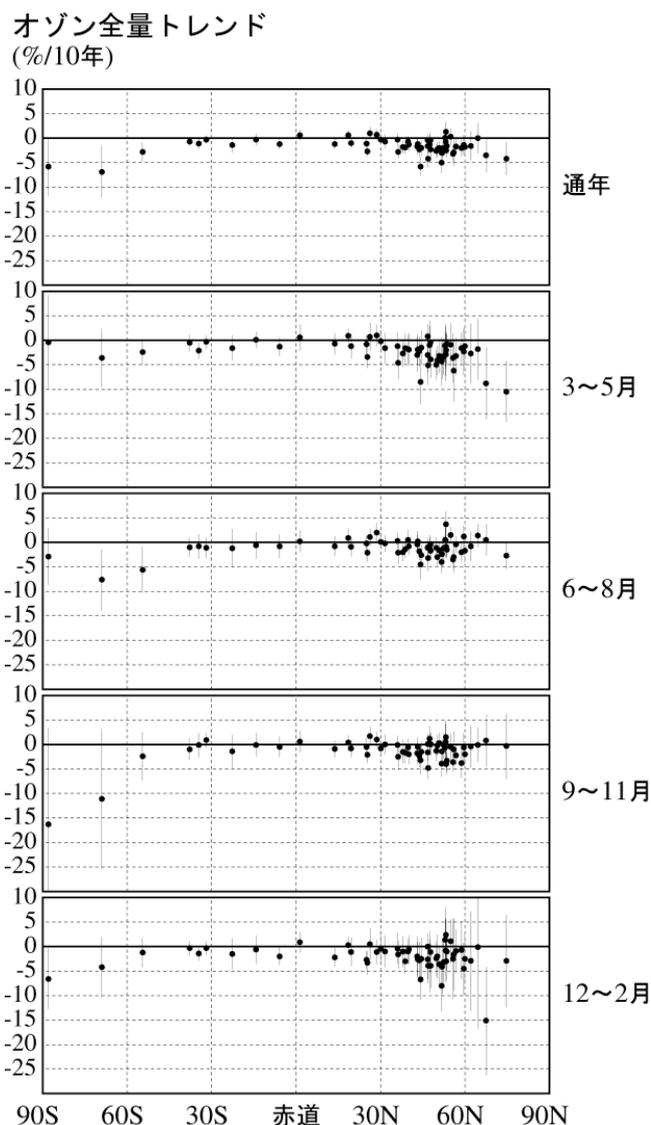


図9 オゾン全量トレンドの緯度分布（1984～2003年）

1984～2003年の観測地点（58地点）における、季節変動、太陽活動、QBOの影響を除去したオゾン全量に直線回帰を適用したトレンド。横軸に緯度、縦軸にトレンドを表す。それぞれの点が各観測所におけるトレンドを示し、縦棒はそのトレンドの95%信頼限界の範囲を示す。上から順に、通年、3～5月、6～8月、9～11月、12～2月におけるトレンド（%/10年）。

（出典）気象庁 オゾン層観測報告2003

図 10 に 1979 年 1 月から 2000 年 12 月までの TOMS によるオゾン全量データから求められたトレンドを示す。点域は変化率が $-3\% / 10$ 年を超える領域である。同じ緯度帯でも経度方向によりトレンドが異なる。北緯 60 度帯付近ではシベリア北部及びヨーロッパ北部上空で減少率が大きく、北アメリカ西部は減少率が小さい。また南緯 60 度帯ではオーストラリア南方から南太平洋上空でオゾン減少率が比較的小さく、南アメリカ南方からアフリカ南方上空にかけて減少率が大きい。

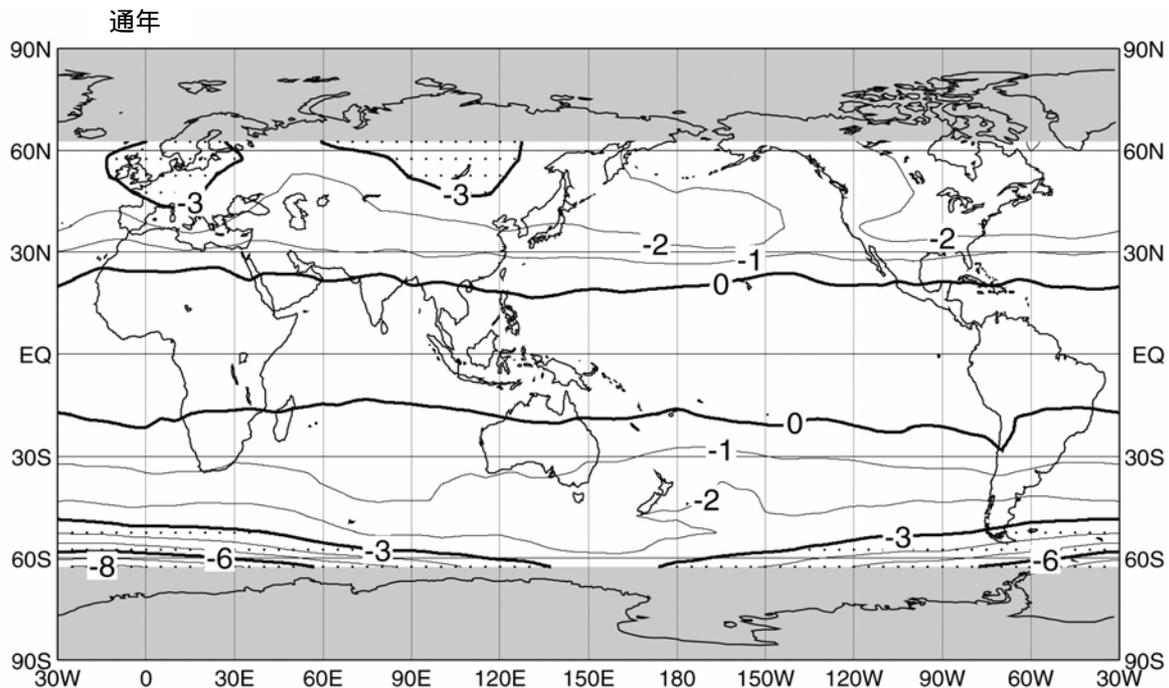


図 10 オゾン全量のトレンドの全球分布 (1979~2000 年; 通年)

NASA 提供の TOMS データにより作成。格子点 (5° メッシュ) ごとのオゾン全量時系列に季節変動、太陽活動、QBO による変動成分を除去した後、直線回帰を適用して評価。等値線は $1\% / 10$ 年毎、点域は $-3\% / 10$ 年を超える領域。なお、両極域については、人工衛星による観測では、冬季のデータが得られないため、トレンドが求められない。なお、TOMS には 2000 年の中頃より観測装置に起因する誤差 (主に光学系の特性変化) が見られるようになったため、現在 NASA でデータの見直しが行われている。TOMS データを用いたトレンドについては、2001 年以降の TOMS データの検証が十分でないため、2000 年までのデータを使って評価した結果を示した。

(出典) 気象庁 オゾン層観測報告 2003

図 11 に図 10 と同期間について求めた緯度別に平均したオゾン全量トレンドの月別分布を示す。南半球高緯度ではオゾンホールが出現する 9 ~ 12 月に、また、北半球高緯度では 3 ~ 4 月にオゾンの減少傾向が大きい。

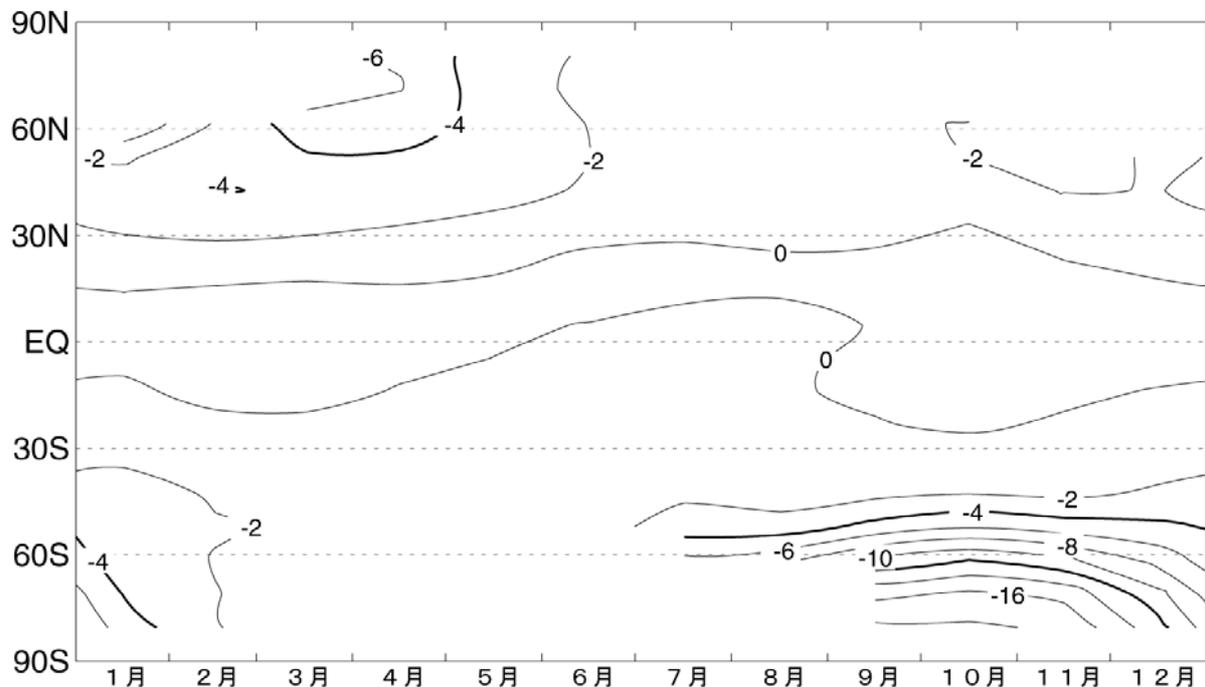


図 11 オゾン全量トレンドの緯度別・月別変化 (1979~2000 年)

TOMS データにより作成。格子点 (5° メッシュ) ごとの月平均オゾン全量について、緯度 10° 毎の緯度別の平均値を求め、季節変動、太陽活動、QBO による変動成分を除去した後、直線回帰を適用して評価。等値線は 2% / 10 年毎。なお、両極域については、人工衛星による観測では、冬季のデータが得られないため、トレンドが求められない。なお、TOMS には 2000 年の中頃より観測装置に起因する誤差 (主に光学系の特性変化) が見られるようになったため、現在 NASA でデータの見直しが行われている。TOMS データを用いたトレンドについては、2001 年以降の TOMS データの検証が十分でないため、2000 年までのデータを使って評価した結果を示した。

(出典) 気象庁 オゾン層観測報告 2003

(3) オゾンの高度分布のトレンド

図 12 にドブソン分光光度計を用いた反転観測によるオゾンの高度別トレンドを示す。ここではアローザ（スイス、北緯 47 度）、ボールダー（アメリカ、北緯 40 度）、オート・プロバンス（フランス、北緯 44 度）、ベルスク（ポーランド、北緯 52 度）のデータを用いた。これによると、高度 40km の上部成層圏で最も大きな減少が見られ、さらに下部成層圏でも大きな減少が見られた。

図 13 には、オゾンゾンデ観測の 8 つのデータを統合したオゾン高度別トレンドを示す。これによると、1980～2000 年のオゾントrendは 1980～1996 年のそれよりも減少トレンドが小さく、特に、下部成層圏の高度 12～18km の間で違いが大きい。オゾンの濃度は 1980 年代後半から 1990 年代前半にかけて減少が顕著であるが、1990 年代後半は一定あるいは増大傾向にある。そのため、1997～2000 年のデータを追加することによって線形近似したオゾン減少トレンドは小さくなる。成層圏下部では、1991 年 6 月のピナトゥボ火山噴火の影響等により 1992～1993 年のオゾン濃度の低下が激しい。そのため、その後のオゾンの増大傾向が大きく、1997～2000 年のデータの追加の影響が大きい。

また、図 14 は S A G E の衛星データより求めた、オゾントrendの緯度 - 高度変化を示す。中高緯度の高度 40km 付近で減少トレンドが大きい。

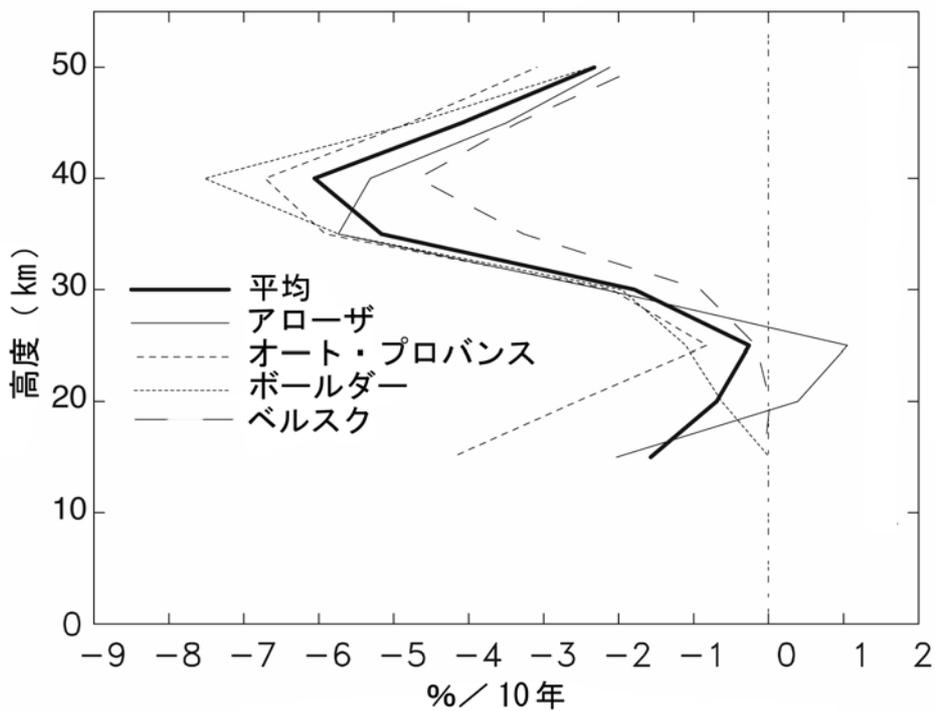


図 12 オゾンの高度別トレンド（1979～1999 年）

太線は 4 カ所の平均トレンドを示す。

(出典) WMO/UNEP 科学パネル報告書（2002 年）

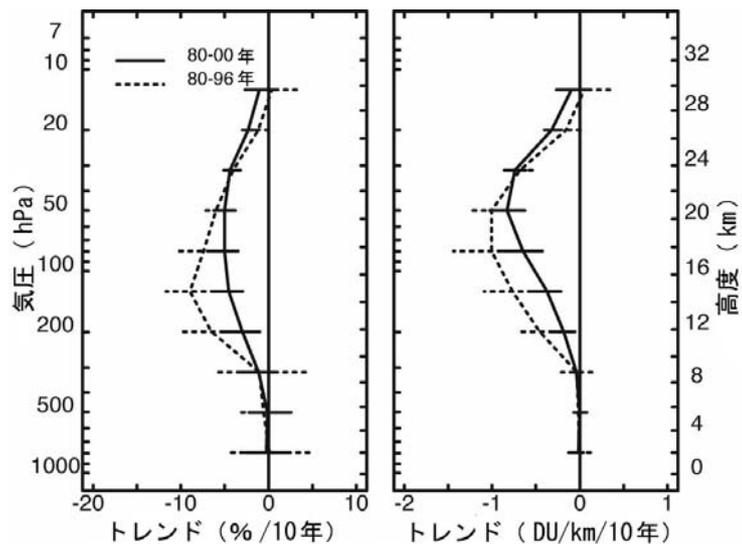


図 13 オゾンゾンデ観測の高度別オゾントレンド

北緯 36 度～59 度に位置する 8 つのオゾンゾンデ観測地のデータ。点線は 1980～1996 年の年平均トレンド、実線は 1980～2000 年の年平均トレンド、横線はそれぞれの標準偏差（±2）を示す。左図は%/10 年、右図は DU/km/10 年。

（出典）WMO/UNEP 科学パネル報告書（2002 年）

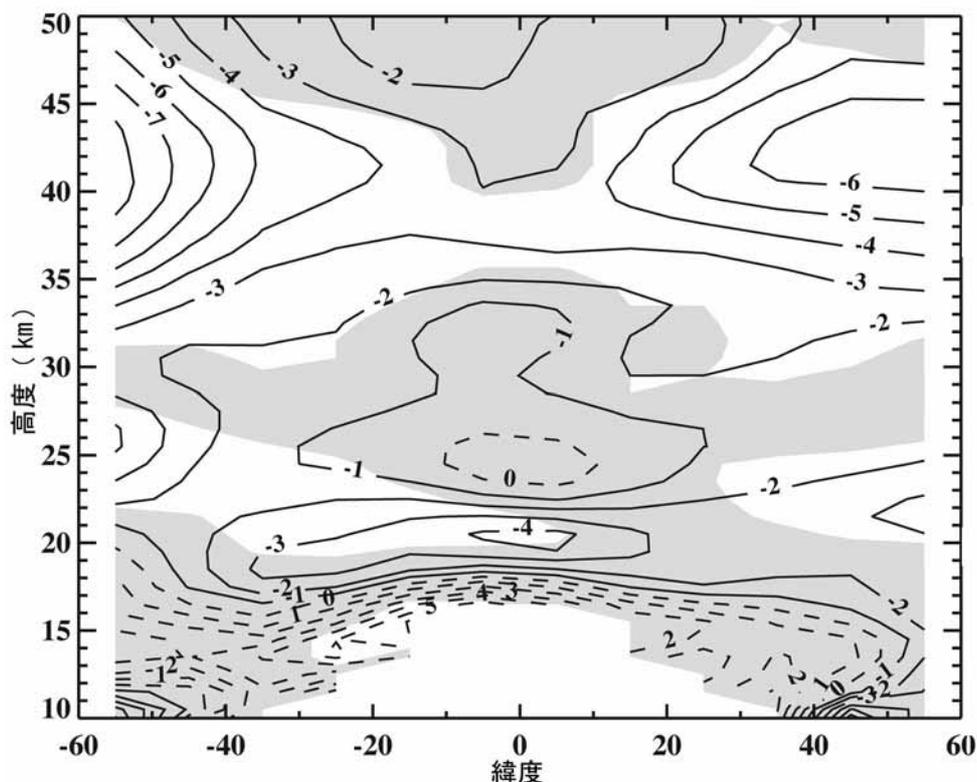


図 14 成層圏オゾントレンドの緯度・高度変化(1984～2000)

1984～2000 年の期間における SAGE - の衛星データによる 10 年当たりの年間トレンド（%/年）。陰影部は 95% の信頼幅で統計的に有意でない領域。

（出典）WMO/UNEP 科学パネル報告書（2002 年）