

オゾン層等の現状と今後の見通しについて

－「オゾン層観測報告:2002」及び「オゾン層破壊の科学アセスメント:2002」－

気象庁では、毎年オゾン層に関する気象庁の観測データ及び全球的なデータをもとにオゾン層等の状況について調査解析し、公表しています。このたび、2002年の状況を取りまとめ「オゾン層観測報告:2002」として刊行しました。この報告書には、世界気象機関(WMO)等が最近のオゾン層の状況と今後の見通しに関する科学的知見を取りまとめた「オゾン層破壊に関する科学アセスメント:2002」の総括要旨の和訳も同時に掲載しています。

1 2002年のオゾン層等の状況について －「オゾン層観測報告:2002」より－ 2002年のオゾン層等の状況の特徴として以下が挙げられます。

(1) 南極オゾンホール*

2002年の南極オゾンホールの特徴は、最大時の面積が1991年以降最小で、形状が変形、2つに分裂し、1989年以降最も早く消滅したことです(図1)。この原因として、2002年冬季には、対流圏からの影響を強く受けたことにより、成層圏の極点付近を中心とする強い西風の流れ(極渦*という)が弱められ、過去20年間で観測されたことのない大規模な昇温が起こったこと(図2)など、成層圏の気象状況がオゾンホールを弱める要因となる特徴をもっていたことが挙げられます。

(2) 全球及び日本上空のオゾン層の状況

2002年の月毎のオゾン全量*は、全球平均では、年の前半と年末に月別平均値より少ない傾向にありました。一方、日本上空では、月別平均値と比べて、年の前半に少ない傾向が、年の後半に多い傾向が見られました(図3)。

長期的には、全球では低緯度を除いて、オゾン全量の減少傾向が続いており、特に高緯度の春季に顕著です(図4)。国内でも、札幌、つくば、鹿児島国内3地点でオゾン全量の減少傾向が見られます。

(3) 紫外域日射の状況

有害紫外線(UV-B*)量は、オゾン量が減少すると増加することが観測から確認されています。この関係から、1990年以降のUV-B量は、オゾン量の多かった1970年代に比べると、地点及び季節によっては最大で約6~7%増大していると推測されます。

文中の*印は別紙用語説明参照

2 オゾン層の現状及び今後の見通しについて –「オゾン層破壊の科学アセスメント:2002」より–

1987年に採択された「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」では、議定書締約国は、世界の専門家から成る委員会によって評価された最新の科学・環境・技術・経済面の情報にもとづいて、将来における議定書関連の政策決定を行うことが求められています。このため、世界気象機関(WMO)と国連環境計画(UNEP)は、最近のオゾン層の状況及び今後の見通しに関する科学的知見を集約した「オゾン層破壊の科学アセスメント」を1989年以降3～4年毎に作成してきました。今回の2002年版科学アセスメントは、その5番目の評価報告書で、当庁職員を含む世界各国の300名近い科学者の協力により1998年以降4年をかけて作成されました。本アセスメント作成に際して、当庁は人的貢献とともに、オゾン層観測や解析の成果を提供するなど積極的に協力を行ってきました。

「オゾン層破壊の科学アセスメント:2002」の主な内容は以下のとおりです。

- 対流圏では、オゾン層破壊物質の総量は1992-1994年のピーク以来ゆっくりと減少しているが、その中で臭素量は依然増加している。
- 成層圏では、オゾン層破壊物質の総量はピークかそれに近いが、その中で臭素量は依然として増加している。
- ハロゲン化合物による春季の南極域のオゾン層破壊は、過去10年間ずっと大きかった。
- 南北両半球の中緯度において、依然としてオゾン層は破壊されている。
- 化学・気候モデルでは、成層圏のオゾン層破壊物質が予想通り減少すると、南極域の春季のオゾン量は2010年までには増加に転じ、1980年レベルまで回復するのは今世紀中頃と予測されている。
- オゾン全量の減少が、UV放射量の増加をもたらしている。

さらに、今後の政策決定を行う上で、以下の点に留意するよう求めています。

- 議定書の完全遵守をもってしても、オゾン層は特に今後10年程度は脆弱のままである。モントリオール議定書の遵守が履行されなければ、オゾン層の回復は遅れるか、あるいは妨げられることさえありうる。
- オゾン層破壊と気候変化の問題は相互に結びついている。

なお、「オゾン層観測報告:2002」の本文及び「オゾン層破壊に関する科学アセスメント:2002」の総括要旨の和訳は気象庁ホームページ(http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/info_ozone.html)において公表します。「オゾン層破壊に関する科学アセスメント:2002」の全文は、本年3月にWMOのホームページ(http://www.wmo.ch/web/arep/reports/o3_assess_rep_2002_front_page.html)において既に公開され、印刷物も今月刊行される予定です。

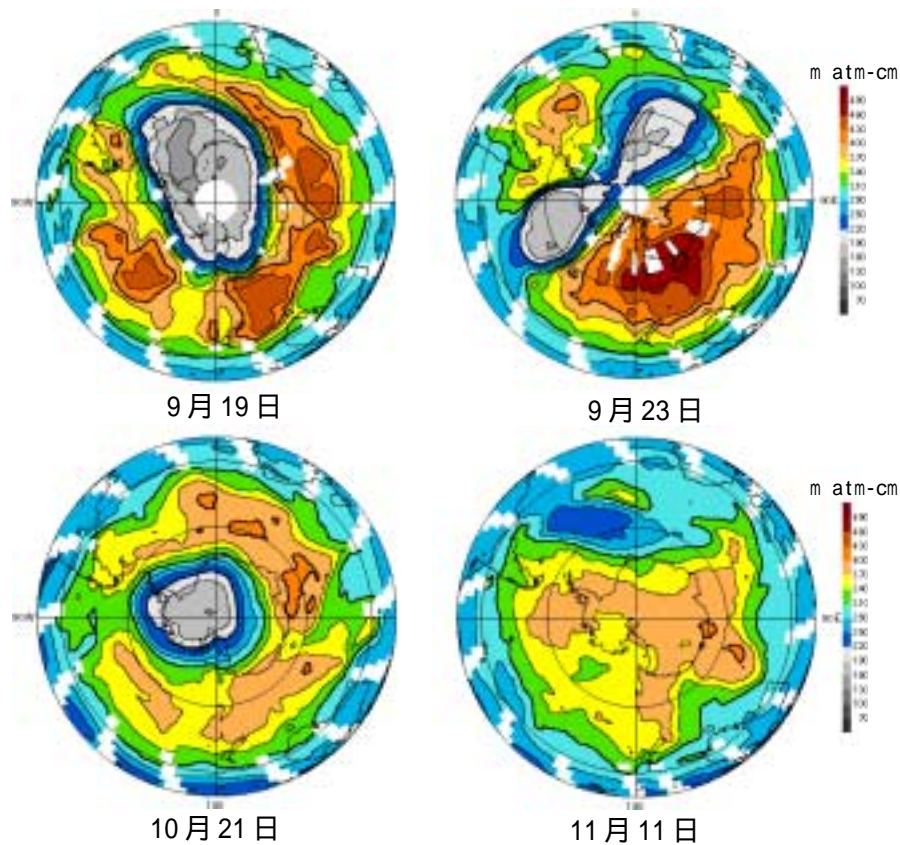


図1 2002年のオゾンホール形状の変化

米国航空宇宙局 (NASA) 提供のオゾン全量マッピング分光計 (TOMS) データをもとに作成した、オゾン全量分布図。2002年のオゾンホール (220m atm-cm以下の灰色の領域) は9月19日に面積が最大となった (左上の図) 後、大きく変形して9月23日に二つに分裂した (右上の図)。その後、ひとつは消滅し、もう一方の再発達に伴って面積は10月21日まで再び増加した (左下の図) 後次第に縮小し、11月11日に消滅した (右下の図)。

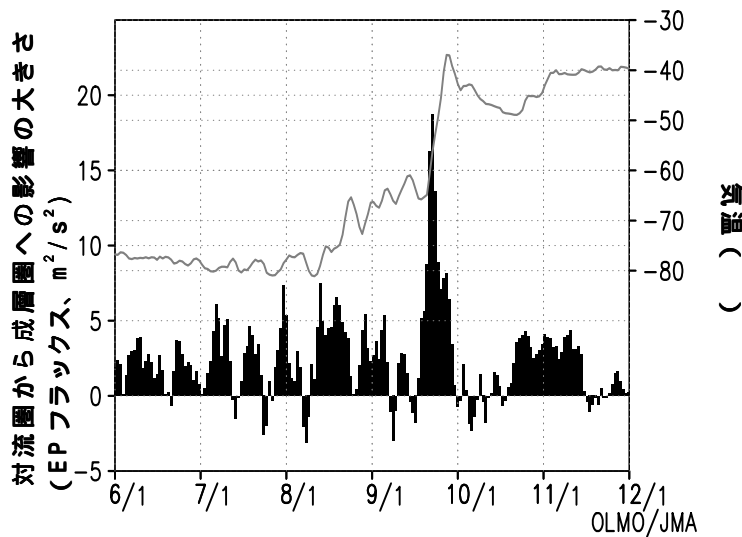


図2 南極域上空の成層圏気温の推移と対流圏からの影響

棒グラフは対流圏から成層圏への影響の大きさの指標 (EPフラックスという) を、折線グラフは30hPaにおける南緯60°以南の平均気温を示す。9月中旬に対流圏から成層圏が強い影響を受けたことが、過去20年間で見られなかったほどの成層圏気温の上昇やオゾンホールの分裂をもたらした要因と考えられる。

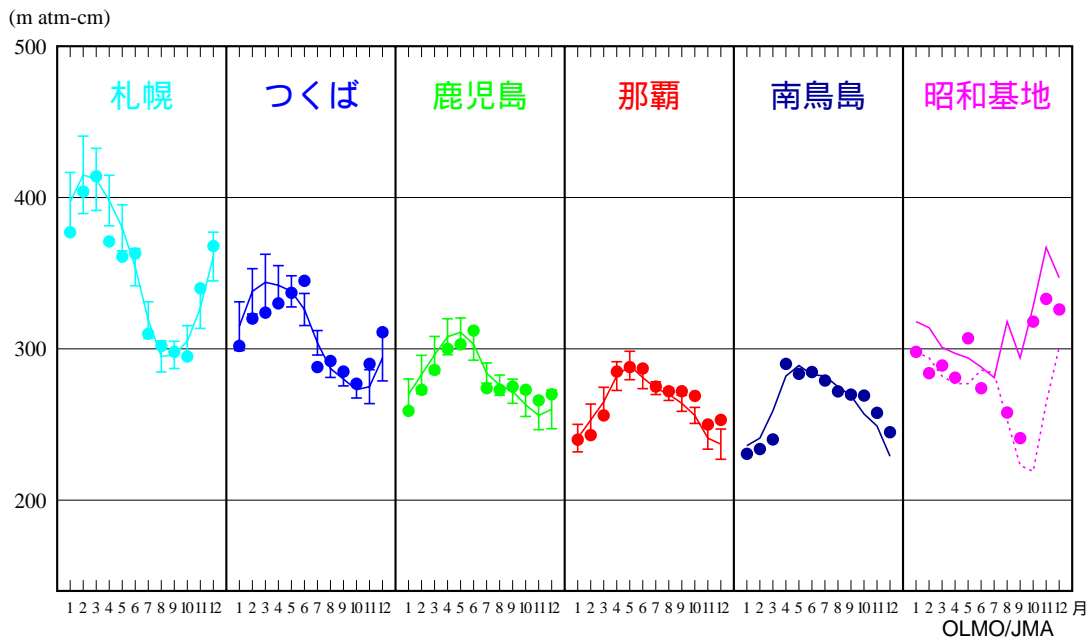


図3 月平均オゾン全量と参照値

国内5地点及び南極昭和基地における月平均のオゾン全量の推移。印は2002年の月平均値、折れ線は参照値(1971～2000年の平均値)、縦線はその標準偏差。ただし、南鳥島の参照値は1994～2001年の平均値、昭和基地は1961～1980年の平均値。昭和基地の点線は1981～2000年の平均値でオゾンホール発生以降の状況を表している。

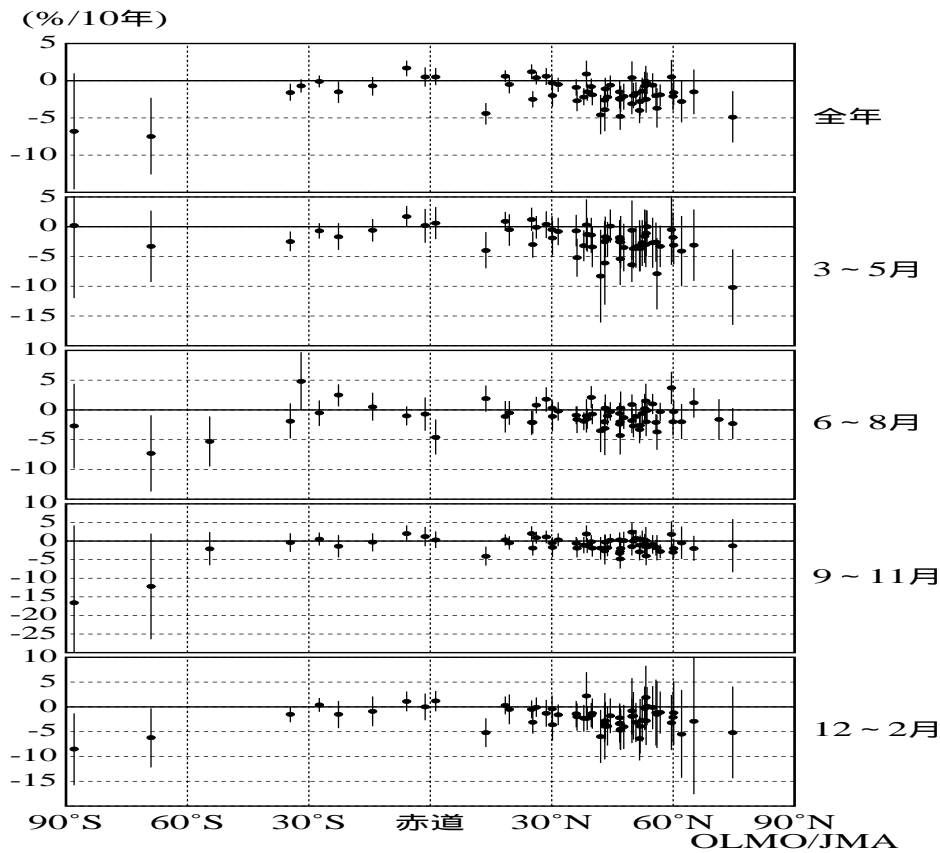


図4 地上観測データによる20年間のオゾン全量トレンドの緯度分布

1983～2002年の各観測点におけるオゾン全量のトレンド。横軸が緯度、縦軸がトレンド。それぞれの点が、各観測地点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。上から順に、全年、3～5月、6～8月、9～11月、12～2月におけるトレンド(%/10年)。

【用語説明】

1) オゾン全量(m atm-cm)

地表から大気圏上限までの気柱に含まれるすべてのオゾンを1気圧、0°Cとして地表に集めた時にできるオゾンだけからなる層の厚みをセンチメートル単位で表し、この数値を 1000 倍したものを m atm-cm(ミリアトムセンチメートル)または DU(Dobson Unit:ドブソン単位)の単位で表す(300m atm-cm は 3mm の厚さに相当する)。1m atm-cm 中に含まれる分子数は、単位面積(1m²)あたり、 2.687×10^{20} 個となる。日本付近では通常、250~450m atm-cm 程度の値となる。

2) オゾンホール

1980 年代初め頃から、9月から11月にかけて南極上空のオゾン全量が著しく少なくなる現象が現れるようになった。このオゾンが著しく減少した状態をオゾンホールという。通常は9月下旬から10月上旬に最盛期を迎える。

3) 極渦(極夜渦)

極域上空の成層圏においては、太陽光が射さない冬季(極夜)の間に、非常に気温の低い極域を取り巻くように吹く強い西風が発達し、その周囲との空気の交換が著しく制限される。これを極渦といい、オゾンホールはこの極渦領域内で発達する。

4) UV-B

紫外域日射は波長により、A 領域(UV-A: 波長 315~400nm (nm: ナノメートル=10 億分の1メートル))、B 領域(UV-B: 波長 280~315nm)、C 領域(UV-C: 波長 100~280nm)に分類される。このうち、UV-B は成層圏オゾンにより一部吸収され、残りが地表に到達するが、UV-C は、大気中の酸素やオゾンにすべて吸収され地上に到達しない。