

概要

1. オゾン層の状況

■地球規模のオゾン層の状況（P14～）

地球規模のオゾン全量は 1980 年代から 1990 年代前半にかけて大きく減少したが、その後減少傾向が緩和し、1990 年代後半からはわずかな増加傾向がみられる。ただし、オゾン全量は 1970 年代と比べて現在も少ない状態が続いている。

2014 年の年平均オゾン全量の地球規模の分布を、オゾン量の減少傾向が止まり、オゾン量がほぼ一定であった 1997～2006 年の平均値の分布と比較すると、低緯度域では、赤道付近で平均値より少ない領域が帯状に見られた一方、これ以外の低緯度域から南北中緯度にかけて平均値より多かった。南極大陸では、ほとんどの領域で 1997 年～2006 年の平均値より多く、一部で 10%以上となった。これは南極オゾンホールが例年と同程度か小さい規模で推移したことと対応している。

■南極域上空のオゾン層の状況（P22～）

南極域（南緯 60 度～南緯 90 度）の春季に形成されるオゾンホールの規模は、1980 年代から 1990 年代半ばにかけて急激に拡大したが、1990 年代後半以降では、年々変動はあるものの、長期的な拡大傾向は見られなくなっている。しかし、現時点では、年々変動が大きいため、オゾンホールの規模に縮小の兆しがあるとはまだ言えず、南極域のオゾン層は依然として深刻な状況にある。

2014 年のオゾンホールの最大の面積は 10 月 1 日に観測された 2,340 万 km²（2013 年と同じ面積）であり、過去（2004～2013 年）の平均値と同程度であった。

■北半球高緯度域のオゾン層の状況（P31～）

北半球高緯度域では気象条件によるオゾン全量の年々変動が大きいため、長期的な変化傾向は見えにくいものの、1990 年代以降はそれ以前に比べ顕著に少ない年が多い。

2014 年春季の北半球高緯度域上空では、オゾン全量は 1997～2006 年の平均値と比較して 2～3 月にヨーロッパ東部から東シベリアにかけて 10%以上少なかった。これはオゾン層破壊促進に関係する北半球高緯度域の低温域（-78℃以下）の面積の大きい状況が 2 ヶ月程度持続していたことから、2014 年冬季から春季に、オゾン層の破壊が起きた可能性があると考えられる。

■日本上空のオゾン層の状況（P34～）

札幌・つくば・那覇及び南鳥島で観測された日本上空のオゾン全量は、札幌とつくばにおいて 1980 年代から 1990 年代半ばまで減少傾向が現れていたが、1990 年代後半以降には各地点とも増加傾向が見られる。

2014 年の日本上空のオゾン全量の月平均値は、4 観測地点ともにおおむね 1994～2008 年の平均値と同程度かそれより多かったが、札幌とつくばでは、全般に平均値に近く、那覇では年の初めと終わりに多く、12 月はその月として観測開始以来最も多かった。南鳥島では、2 月、5 月、10 月、12 月に多く、それ以外の月は平均値と同程度だった。

■オゾン層の将来予測（P38～）

モントリオール議定書の科学評価パネル報告書に記載されている数値モデル予測の多くの結果は、オゾン層の回復時期は南北両半球で異なり、南半球の回復は北半球に比べてやや遅れると予想している。オゾン全量が 1960 年レベルまで回復する時期は、北半球では中・高緯度域で 2030 年頃、また南半球中緯度（南緯 35 度～南緯 60 度）では 2055 年頃と予測されている。一方、南極域の回復はほかの地域よりも遅く、1960 年レベルに戻るのは 21 世紀末になると予測されている。また数値モデル予測からは、オゾン層の回復には、温室効果ガスの増加による成層圏の低温化並びに気候変化に伴う大気循環の変化が影響を与えることが示唆されている。

2. 特定物質等の大気中濃度

■ 特定物質等の大気中バックグラウンド濃度の状況 (P84～)

北半球中緯度域（北緯 30 度～北緯 60 度）の平均的な状況を代表するような国内の観測地点（北海道内など）において、それまで増加し続けてきた特定物質（オゾン層保護法に基づき生産等が規制されているフロン等）のうち、CFC-12 の大気中濃度は 1990 年代後半以降最高濃度でほぼ横ばいであったが 2006 年頃から減少し始めている。CFC-11、CFC-113、四塩化炭素の大気中濃度は 1990 年代半ば以降、年間約 1%の割合で減少している。一方、大気中での寿命の短い 1,1,1-トリクロロエタンの大気中濃度は 1990 年代以降急速に減少した。

ハロン-1211 の大気中濃度は 2000 年代に入って増加傾向が鈍化し、近年は減少に転じた。しかし、ハロン-1301 については、現在も引き続き増加している。

HCFC-22、HCFC-141b、HCFC-142b 及び HFC-134a の大気中濃度は近年急速に増加している。特に HFC-134a の増加率は年間約 6%で極めて大きい。

■ 日本の都市域における大気中濃度の状況 (P100～)

日本の都市域の代表例として川崎市内で連続測定した CFC-11、CFC-12、CFC-113、四塩化炭素、1,1,1-トリクロロエタンの大気中濃度は、次第に変動幅が小さくなるとともに、北海道における大気中濃度とほとんど変わらなくなってきている。変動幅の縮小や濃度の低下には、日本における生産の全廃及び排出抑制等が進んだ結果が反映されていると考えられる。

一方で、HCFC-22、HCFC-141b、HCFC-142b 及び HFC-134a は、近年やや放出量が減少する傾向を示しているものの、依然として頻繁に高い濃度で検出されている。このことは、これらの物質は現在も多方面で利用されていることや、過去に製造・充填された機器装置等から大気中に放出されていることが反映されていると考えられる。

■ 特定物質の大気中濃度の将来予測 (P105～)

オゾン層を破壊する CFC の生産と消費は、モントリオール議定書に基づいて先進国では 1995 年末までに、途上国では 2009 年末までに全廃されたが、大気中寿命が非常に長いため、今後、CFC の大気中濃度は極めてゆるやかに減少していくと予測される。一方、CFC と比べるとオゾン層破壊係数の小さい HCFC については、同議定書の規制スケジュールに従って生産・消費の削減が進められている途中段階にあり、HCFC の大気中濃度は引き続き増加するが、今後 20～30 年でピークに達し、その後減少すると予測される。

3. 太陽紫外線の状況

■紫外線の概要 (P8、P125～)

オゾン層は、太陽から地球にやってくる紫外線のうち、UV-C (200～280nm) のすべてと UV-B (280～315nm) のほとんど (約 90%) を吸収する。これらは有害紫外線と呼ばれる。しかし波長が長い UV-A (315-400nm) は吸収しない。地表面に生物が生存できるのは、このオゾン分子が地表面から離れた高度領域にオゾン層として存在し、UV-B、UV-C に対するシールドとして働いているおかげである。

地表で観測される紫外線は、オゾン全量その他、太陽高度、雲の状況、エアロゾルの量、地表面の反射率、海拔など、様々な要因によって変動する。また、それらの影響は波長によって異なる。

UV-B は、核酸などの重要な生体物質に損傷をもたらし、皮膚の光老化や皮膚がん発症率の増加、さらに白内障発症率の増加、免疫抑制など、人の健康に影響を与えるほか、陸域、水圏生態系に悪影響を及ぼす。成層圏オゾン層の破壊により UV-B の地上への照射量が増大すると、それらの悪影響が増大することが懸念される。

■南極域における紫外線の状況 (P140～)

南極昭和基地における紅斑紫外線量日積算値の 2014 年の月平均値は、いずれも 1994～2008 年の平均値と同程度であった。2014 年 11 月初めと中頃において、紅斑紫外線量日積算値が 1994～2008 年の平均値より低かったことは、オゾン全量が 1994～2008 年の平均値を超える時期に対応していた。

■日本国内の紫外線量の経年変化 (P142～)

北半球中緯度 (北緯 30 度～北緯 60 度) のいくつかの観測点では、地表に到達する紫外線は 1990 年以降増加している。国内の紫外線観測地点 (札幌・つくば・那覇) の紫外線量について気象庁が計測を開始した 1990 年代初めからの経年変化をみると、3 地点とも増加傾向がみられるが、統計的に有意に増加しているのは札幌とつくばである。なお、那覇では、1990 年代に増加した後、2000 年代以降は変化傾向がみられなくなった。こうした傾向は、上空のオゾン量の変化に関連するというよりは、雲量やエアロゾル量の変化による影響と考えられるが、紫外線量の増加に対してそれぞれの程度寄与があるのか明らかではない。

■太陽紫外線の将来予測 (P144～)

晴天条件での紫外線量はオゾン全量に依存する。そのため、オゾン層破壊の影響により、現在の晴天時の紅斑紫外線量は、引き続き高い状況が続いていると思われる。オゾン層の回復が期待される中で、今後の晴天時の紫外線量は、北半球中高緯度 (北緯 30 度～北緯 90 度) では、2020 年代には 1980 年レベルの紫外線量に戻ると予想されている。一方、南半球では 1980 年レベルの紫外線量に戻るには北半球よりやや遅れ、さらに南極域 (南緯 60 度～南緯 90 度) では今世紀半ばになると予想されている。なお、紫外線量は雲量、エアロゾル、気候変化の影響も強く受けるため、紫外線量の今後の変化予測には大きな不確実性がある。