

概要

1. オゾン層の状況

■地球規模のオゾン層の状況（P13～）

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。

2017 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、北半球から赤道付近にかけて広い地域で負偏差、南半球では正偏差となった。特に南半球高緯度の正偏差は顕著であった。

世界の月平均オゾン全量偏差の分布を月毎に見ると、北半球では、1 月から負偏差の領域が多く、2 月から 3 月にかけてはロシアからアリューシャン列島にかけて大きな負偏差域がみられた。また、4 月以降はほぼ北半球全域で負偏差となったが、10 月ごろから徐々に解消された。また、南半球では、3 月頃から正偏差の地域が広がり、南半球の冬にあたる 6 月頃からはほぼ全域で正偏差となった。さらに、8 月以降、南半球高緯度では大きな正偏差となったが、これは南極オゾンホールが例年と比べて小さく推移したことが要因として考えられる。

■南極域上空のオゾン層の状況（P21～）

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、年々変動による増減はあるものの、長期的な拡大傾向は見られなくなった。しかし、その規模は依然として大きい状態が続いている。

2017 年のオゾンホールの最大面積は 9 月 11 日に観測された 1,878 万 km²（南極大陸の約 1.4 倍）であり、1988 年以来の小さな値となった。2017 年のオゾンホールの面積が近年と比較して顕著に小さかった要因としては、8 月中旬以降、極渦が円形から楕円形に度々変形し、下部成層圏の気温が 8 月中旬以降かなり高く推移したことが考えられる。

■北半球高緯度域のオゾン層の状況（P30～）

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。

2017 年 3 月のオゾン全量偏差分布は、ロシアからアリューシャン列島にかけて -10% 以上の負偏差となっているが、概ね極渦に対応した負偏差域はロシア付近のみで、オホーツク海より東の負偏差域においては、圏界面高度が高かったことが要因となっている。また、北半球高緯度の下部成層圏の気温の状況から、オゾン層破壊の規模は大きくなかったと考えられる。

■我が国におけるオゾン層の状況（P33～）

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年代半ばまで減少した後、緩やかな増加傾向がみられる。また、那覇と南鳥島では2000年以降、緩やかな増加傾向が見られる。

2017年の日本上空のオゾン全量の月平均値は、1994～2008年の平均値と比べ、札幌、つくばでは9月と12月に多く（この期間の平均値に標準偏差を加えた値以上となった）、さらにつくばでは3月と6月も多かった。那覇では1年を通して並（標準偏差以内）となったが6月と9月は少なかった（この期間の平均値から標準偏差を引いた値以下となった）。南鳥島は、1年を通して並か多いとなった。

■オゾン層の将来予測（P37～）

数値モデル予測によると、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されている。オゾン全量が1960年（人為起源のオゾン層破壊物質による大規模なオゾン層破壊が起こる前）レベルまで回復する時期は、北半球の中・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年レベルに戻るのには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（P85～）

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、約 1%/年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 は約 2%/年の割合で増加している。また、HFC-134a の増加率は約 5%/年で極めて大きい。HCFC-141b、HCFC-142b は、調査開始以来増加し続けていたが、近年その増加はゆるやかになり、2014 年以降は濃度の明瞭な増加は認められない。

■ 日本の都市域における大気中濃度の状況（P103～）

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（P108～）

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、P129～）

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す、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。

紅斑紫外線は、人体に及ぼす影響を示すために、波長によって異なる影響度で重み付けして算出した紫外線量である。

■南極域の太陽紫外線の状況（P144～）

南極昭和基地における紅斑紫外線量日積算値の 2017 年の月平均値は、オゾンホールが発達する 9 月以降では 1994～2008 年の平均値よりも小さく推移し、10 月と 12 月は小さい状況であった。特に 9 月、10 月は観測開始（1993 年）以来 3 番目に小さく、12 月は 2 番目に小さい値となった。

2017 年の紅斑紫外線量日積算値は 9 月下旬、10 月中旬と下旬、11 月下旬以降で平均値（1994～2008 年）よりも小さく、11 月上旬から中旬は平均値よりも大きい状況であった。これは、概ねオゾン全量の変動とよく対応した逆相関を示している。

■日本国内の紫外線量の経年変化（P147～）

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）の紅斑紫外線量について、気象庁が観測を開始した 1990 年代初めからの経年変化をみると、札幌、つくばでは統計的に有意に増加している。増加の特徴として、札幌では 1990 年代半ばから 2000 年代に増加し、つくばでは 1990 年代に増加がみられ、また 2010 年以降は紅斑紫外線量が多い年が続いている。なお、那覇では、1990 年代に増加傾向が見られたが、2000 年以降目立った増加はみられない。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（P148～）

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（オゾンホールが顕著に現れ始めた年）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の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。