

## はじめに

1985年の「オゾン層の保護のためのウィーン条約」、1987年の「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」の採択といった国際的なオゾン層保護の動きの中で、わが国では1988年に「特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律」が公布、施行された。これを受けて、気象庁では1989年にオゾン層解析室を設置（1996年7月オゾン層情報センターに改組）し、当庁が実施しているオゾン観測の結果を中心に、センターで入手したオゾン観測データを用いて、毎年オゾン層の状況を調査解析し、その成果を年次報告として公表してきた。

本年度の報告では、第1章では、全球、日本上空、南極域、北半球域と、地域ごとにそれぞれ2008年のオゾン層の状況と経年変化について述べる。第2章では、日本上空、南極域の地域ごとに2008年の紫外線の状況と経年変化について述べる。この間、解説を適宜置いた。また、分布図・時間変化図等を資料1～7とした。解析に用いた観測資料の説明などは頻用する用語とともに付録としてまとめた。

1995年12月にウィーンでモントリオール議定書第7回締約国会合が開催された。この会合において、クロロフルオロカーボン類（CFCs）の代替物質としてのハイドロクロロフルオロカーボン類（HCFCs）の先進国における全廃時期が、2030年から実質上2020年に前倒しされた。同時に、HCFCsの消費量の上限が一律に下げられ、それまで明確でなかった開発途上国におけるCFCs等の規制スケジュール等が明確化された。また、1997年にモントリオールで開催された第9回締約国会合では、先進国における臭化メチル（ $\text{CH}_3\text{Br}$ ）の生産および消費の全廃を2010年から2005年に前倒しすることが決定された。さらに1999年に北京で開催された第11回締約国会合では、HCFCsの生産量規制を導入するなど規制の強化が図られた。2007年のモントリオールでの第19回締約国会合では、途上国でのHCFCs全廃時期を2040年から2030年に前倒しすることが決定された。

一方、国内では、各種機器に使用されているフロンの大気中への放出抑制を目的に、業務用冷凍空調機器およびカーエアコンを対象に、機器が廃棄される際にフロンの回収等を義務づけた「特定製品に係るフロン類の回収及び破壊の実施の確保等に関する法律（フロン回収破壊法）」が2001年6月に公布され、業務用冷凍空調機器については2002年4月から、カーエアコンについては同年10月からフロンの回収等の施策が進められた。2007年10月には、改修・破壊の際の書面の交付義務等を盛り込んだ改正フロン回収破壊法が施行されるなど、オゾン層保護に向けた一層の強化が行われている。フロン回収破壊法の他にも、「特定家庭用機器再商品化法」、「使用済自動車の再資源化等に関する法律」に基づき、製品中に含まれるフロン類の回収が義務づけられている。

このような規制の強化の背景として、オゾン層破壊が急激に進行し気候や地上の生物に影響を及ぼす可能性があること、オゾン層破壊を引き起こしている塩素・臭素化合物の大部分はCFCs等人為起源であることへの認識の高まりがある。CFCs等の規制により、対流圏の塩素・臭素化合物の濃度はピークを過ぎ、成層圏においても現在の状況は1990年代後半のピーク時から減少傾向にあることが観測から示されている。しかしながら、議定書の完全遵守をもってしても、オゾン層が破壊以前の状態にまで回復するのは今世紀半ばと考えられている。

なお、主要なオゾン層破壊物質であるCFC-11とCFC-12などは温室効果ガスでもあり、これらの濃度上昇が規制により減少したことにより温室効果も抑制されている。その量は、2010年までに「気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書」の第一約束期間の温室効果ガス削減目標の5倍相当になるという報告もある。

世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）は、1988、1989、1991、1994、1998、2002、2006年と過去7回にわたり「WMO/UNEPオゾン層破壊の科学アセスメント」を公表し、オゾン層破壊の現状や見通しについて科学的評価を与えている。なお、最新の「オゾン層破壊の科学アセスメント:2006」の総括要旨については、日本語訳を「オゾン層観測報告:2006」の巻末に掲載している。

本報告書の作成にあたり、気候問題懇談会検討部会の近藤洋輝部会長をはじめ委員各位には、貴重なご助言をいただいた。ここに厚くお礼を申し上げる。

なお、2008年のデータには一部暫定値が含まれるため、本報告の細部については今後若干変更される可能性があるが、結論が大きく変わることはない。

## 気候問題懇談会検討部会

平成21年3月現在

部会長	近藤 洋輝	海洋研究開発機構 地球環境フロンティア研究センター 特任上席研究員
専門委員	植松 光夫	東京大学海洋研究所 海洋科学国際共同研究センター センター長・教授
	木本 昌秀	東京大学気候システム研究センター 副センター長・教授
	田宮 兵衛	帝京平成大学 現代ライフ学部 教授
	三上 岳彦	帝京大学 文学部 教授
	山中 康裕	北海道大学大学院 地球環境科学研究院 准教授

(敬称略)

## 目次

はじめに	
要旨	
1 オゾン層の状況	1
1-1 全球のオゾン層	1
1-1-1 2008年のオゾン層の状況	1
1-1-2 全球のオゾン層の経年変化と長期変化傾向	3
(解説1) オゾンの平均的な分布とその形成メカニズム	7
(解説2) オゾン量の経年変動に影響を及ぼす自然の要因1(太陽活動とQB0)	9
(解説3) トレンド(長期変化傾向)の評価	10
1-2 日本上空のオゾン層	13
1-2-1 2008年の日本上空のオゾン層の状況	13
1-2-2 日本上空のオゾン層の経年変化と長期変化傾向	15
1-3 南極オゾンホール	19
1-3-1 2008年南極オゾンホールの状況	19
1-3-2 南極オゾンホールの経年変化	23
(解説4) 南極でオゾンホールが発生するメカニズム	27
(解説5) オゾンホールの規模の統計的な推定方法	27
1-4 北半球高緯度のオゾン層	28
1-4-1 2008年北半球高緯度のオゾン層の状況	28
1-4-2 北半球高緯度のオゾン層の経年変化	30
(解説6) 北極で南極のようなオゾンホールが発生しない理由	31
(解説7) オゾン量の経年変動に影響を及ぼす自然の要因2(力学的要因)	32
(解説8) オゾン層破壊物質の経年変化	33
2 紫外線の状況	34
2-1 国内の紫外線	34
2-1-1 2008年の国内の紫外線の状況	34
2-1-2 国内の紫外線の経年変化	35
2-2 南極域における紫外線	37
2-2-1 2008年の南極域における紫外線の状況	37
2-2-2 南極域における紫外線の経年変化	38
(解説9) 紫外線についての知識	39
(解説10) 世界の晴天時UVインデックス分布	42
(解説11) 紫外線対策へのUVインデックスの活用方法	42
資料	43
資料1 月平均オゾン全量・比偏差 全球分布図(2008年)	43
資料2 南極各国基地におけるオゾン全量の推移(2008年)	45
資料3 南半球旬平均オゾン全量分布図(2008年8~12月)	46
資料4 南極昭和基地における月別オゾン高度分布(2008年9~12月)	48
資料5 10月の南半球月平均オゾン全量分布図(1979~2008年)	49
資料6 国内のオゾン全量日代表値(2008年)	52
資料7 国内の日最大UVインデックス(2008年)	53
付録	54
付録1 解析に使用した観測資料	54
付録1-1 オゾンの地上観測データ	54
付録1-2 衛星によるオゾン観測データ	56
付録1-3 紫外線の観測データ	58
付録2 観測装置の較正体制	58
用語解説	59
参考文献	62

## 要 旨

気象庁では、現在、オゾン層の観測を札幌、つくば、那覇、南鳥島および南極昭和基地で実施している。また、紫外線の地上到達量の状況を把握するために、札幌、つくば、那覇および南極昭和基地で紫外域日射観測を実施している。

これらの観測データおよび気象庁オゾン層情報センターが入手したデータを解析した結果、2008年におけるオゾン層と紫外線の状況は以下のとおりである。

### オゾン層の状況

#### 全球のオゾン層

##### 2008年の状況

2008年のオゾン全量\*の全球分布をみると、ほとんどの地域で参照値\*より少なかった。特に、南半球中高緯度と北半球中高緯度では参照値からの比偏差\*が-5%を下回ったところが多かった。

##### 経年変化

オゾン全量の全球的な経年変化をみると、低緯度を除いて1980年代を中心に減少が進み、現在も少ない状態が続いている。

#### 日本上空のオゾン層

##### 2008年の状況

2008年の日本上空のオゾン全量は、札幌では、年間を通して「並」か「少ない」の範囲だった。つくばでは、2月と5月に少なかったが、8月から10月にかけてオゾン全量が多かった。那覇では年間を通して「並」か「多い」の範囲であり、7月から10月にかけてオゾン全量が多かった。

##### 経年変化

日本上空のオゾン全量の経年変化をみると、主に1980年代を中心に減少が進み、1990年代半ば以降はほとんど変化がないか、緩やかな増加傾向がみられる。

#### 南極オゾンホール

##### 2008年の状況

2008年のオゾンホールは、面積\*、オゾン欠損量\*（破壊量）ともに最近10年間（1999年以降）の平均を上回る規模であった。これは、オゾン層破壊の促進に関する南極域上空の低温域（-78℃以下）の面積が6月から8月にかけて大きかったことが原因の一つと考えられる。

##### 経年変化

南極オゾンホールの規模の変化を長期的にみると、1980年代から1990年代半ばにかけて急激に拡大した。その後は増加傾向が緩やかになっているものの、依然として大きい状態が続いている。

---

\*は「用語解説」(p59～61)を参照

## 北半球高緯度のオゾン層

### 2008年の状況

2008年2月から4月にかけて北半球中高緯度ではオゾン全量が参照値より少なく、特に3月の月平均では中央アジアから東シベリアにかけて-15%を下回る領域があった。2月中旬にスカンジナビア半島付近にオゾン全量の少ない領域がみられ、この領域の下部成層圏気温は平年より低かったことから、極域成層圏雲\*発生によるオゾン減少があった可能性がある。

### 経年変化

衛星データによると、北半球高緯度の1990年以降のオゾン全量はそれ以前に比べ少なくなっている。

## 紫外線の状況

### 国内の紫外線

#### 2008年の状況

2008年の日本国内の紫外線量は、3地点とも年間を通して「並」か「多い」の範囲であり、通常、紫外線量の多い時期である6月から8月にかけての平均は、全ての地点で参照値より多めであった。

#### 経年変化

国内3地点のうち札幌の紫外線量は、1990年代初めから増加傾向にある。つくば、那覇は統計的に有意ではないものの同様の傾向を示している。

## 南極域における紫外線

### 2008年の状況

2008年の南極昭和基地の紫外線量は、オゾンホール最盛期から消滅期である10月以降は多めであり、特に12月は参照値に比べて多かった。

### 経年変化

南極昭和基地で紫外線量の多い時期である11月～1月平均の紫外線量の長期変化には、統計的に有意な増減は見られない。

---

\*は「用語解説」(p59～61)を参照