

第2章 オゾン層・紫外線の長期変化

【要約】

オゾン層

世界全体のオゾン全量は、1990年代後半以降は減少傾向が止まり、2000年以降ではわずかな増加がみられるが、1970年代と比較すると少ない状態が続いている。

南極オゾンホール¹の規模は1990年代半ばにかけて拡大したが、1990年代半ば以降は、年々変動はあるものの長期的な拡大傾向はみられなくなった。

春季の北半球高緯度におけるオゾン全量は、1990年以降、顕著な減少が数年おきに発生している。

国内のオゾン全量は、特に札幌とつくばで1990年代初めまで減少が進み、1990年代半ば以降は、国内各地点で緩やかな増加傾向がみられる。

紫外線

札幌とつくばの紅斑紫外線量年積算値は、1990年代初め以降それぞれ10年あたり5%前後の割合で増加している。年間の日最大UVインデックス8以上の日数も各地点で増加している。

南極昭和基地での紫外線に大きな変化傾向は見られない。

2-1 世界のオゾン層の長期変化

近年のオゾン全量の状況

1970～2014年までの地上および衛星からの観測による月別オゾン全量偏差を、世界全体、北半球中緯度、低緯度及び南半球全体について図2-1に示す。各月の値は1994～2008年の平均値に対する偏差(%)である。なお、1994～2008年は、世界平均のオゾン量の減少傾向が止まり、オゾン量がほぼ一定となっており、最もオゾン全量が少なかった時期の平均値として比較の対象に用いた。

地上観測データから求めた世界のオゾン全量偏差では、いずれの領域においても、過去5年間(2010～2014年)のオゾン全量の平均値は、1994～2008年の平均値より0.5～0.9%高いが、1970～1980年の平均値(この時期にはオゾン層破壊現象がまだ現れていないと見なしうる)と比べると低緯度を除き3～4%低く、依然として1980年以前のレベルより低い状態が続いている。なお、南半球全体および低緯度はそれぞれ観測点が10地点および12地点と、北半球中緯度(40地点)に比べて少なく、精度が低い可能性がある。

世界全体のオゾン全量に2000年以降わずかな増加がみられることは、クロロフルオロカーボン類等のオゾン層破壊物質の大気中濃度が緩やかに減少していることと、自然変動によるオゾン量の増加が関係していると考えられている。北半球中緯度では、1990年代にオゾン全量の少ない時期が顕著に認められるが、これは、ピナトゥボ火山噴火(1991年6月)の影響²や北極域成層圏で低温となった冬が数回あったことにもない、オゾン破壊が促進されたためと考えられている(WMO, 2014)。

² ピナトゥボ火山噴火(1991年6月)にともない、成層圏のエロゾル粒子が増加し、その粒子表面での不均一反応(巻末「用語解説」参照)によってオゾン破壊が促進された(WMO, 2011)

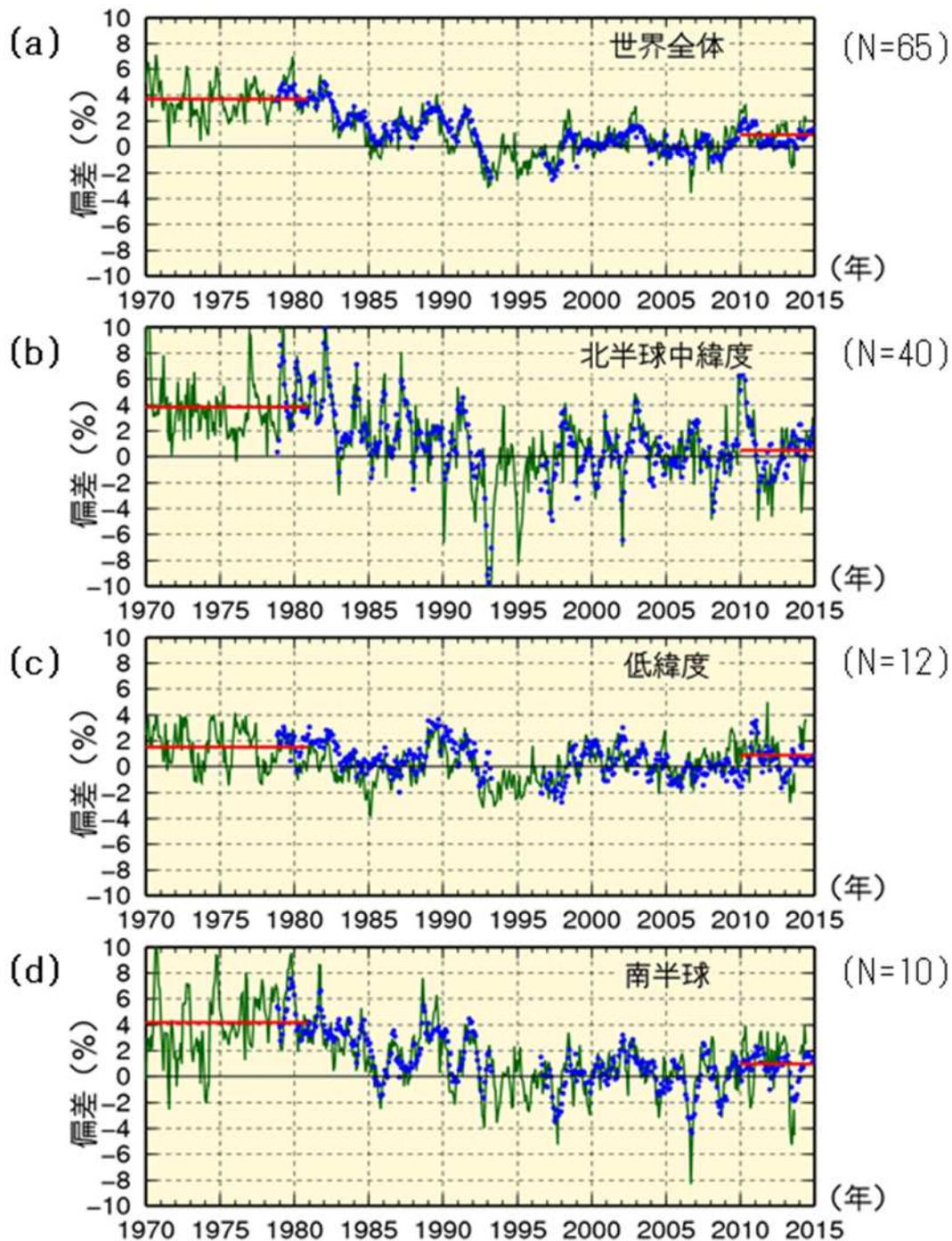


図2-1：世界のオゾン全量偏差(%)の長期変化

緑実線は世界の地上観測によるオゾン全量偏差(%), 青丸は衛星観測データによるオゾン全量偏差(%)で、季節変動成分を除去している(付録2参照)。比較の基準値は1994~2008年(世界平均のオゾン量の減少傾向が止まり、オゾン量がほぼ一定となっており、最もオゾン全量が少なかった時期)の平均値。赤実線は地上観測データの1970~1980年(この時期にはオゾン層破壊現象がまだ現れていないと見なしうる)の平均値と過去5年(2010~2014年)の平均値。(a)世界全体(衛星データは北緯70度~南緯70度の平均)、(b)北半球中緯度(北緯30~60度平均)、(c)低緯度(北緯30度~南緯30度平均)、(d)南半球全体(衛星データは0度~南緯70度平均)のオゾン全量の変化の割合を示す。世界の地上観測地点は世界オゾン・紫外線資料センター(WOUDC)のデータを用いており、各領域で使用した地点数は各図の右上のカッコ内に示した。衛星データはNASA提供のデータを用いた。

オゾン全量の緯度帯毎の長期変化傾向

衛星観測による緯度帯ごとの1979～1996年の変化傾向を図2-2a、2000～2014年のデータの変化傾向を図2-2bに示す。地上観測の各地点の変化傾向も示す。1979～1996年の変化傾向では、低緯度帯の一部（北緯20度～南緯10度）を除き、有意な減少傾向がみられ、地上観測も概ね同様の傾向を示している。南半球では特に高緯度で減少傾向が大きい。これは南極オゾンホールへの出現に対応している。

2000～2014年の変化傾向では、北半球においては北緯10～70度で有意な増加傾向がみられたが、中緯度（北緯40～60度）の地上観測データに着目すると変化傾向にばらつきがみられ、また一部の観測地点では減少傾向となっていた。南半球では、南緯40度以南で有意な増加傾向がみられ、特に南緯60度～70度で増加傾向が大きく、1979～1996年の減少傾向と同じく南極オゾンホールへの影響を受けている可能性がある。

2000年以降の世界全体のオゾン全量の増加傾向には、大気中のオゾン層破壊物質の減少と自然変動が影響していると考えられている。しかし、自然変動と比べてオゾン層破壊物質が及ぼすオゾン全量の変化が小さいため、オゾン層破壊物質がオゾン全量に及ぼす影響を正確に見積もることは現状では難しい（WMO, 2014）。

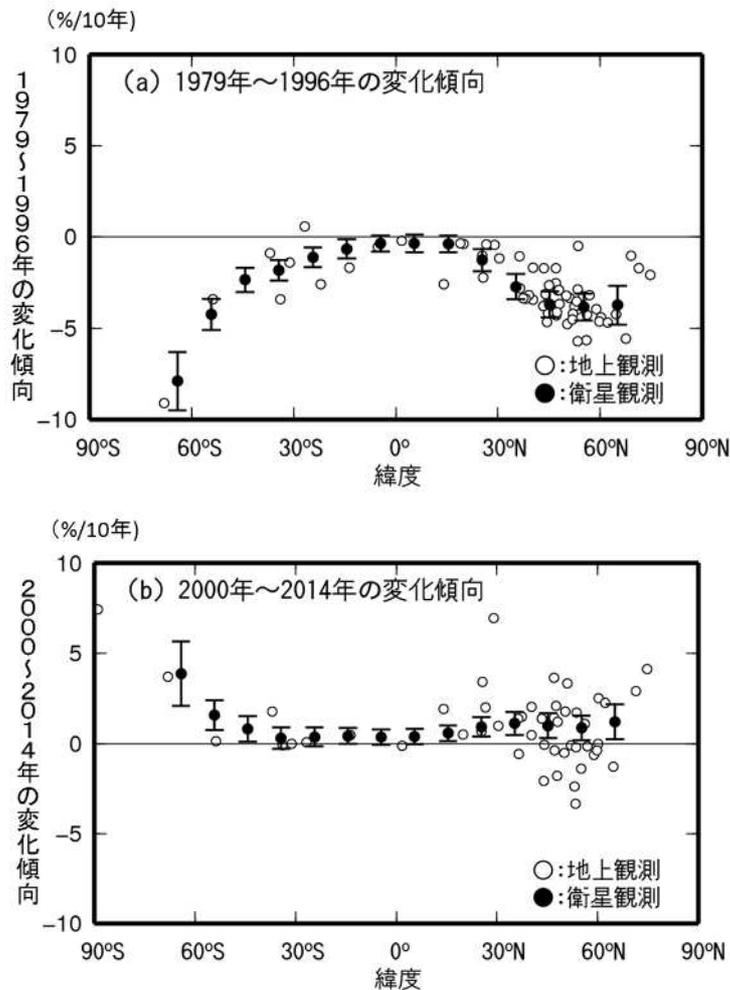


図2-2：オゾン全量の長期変化傾向の緯度帯別分布

(a) 1979～1996年の変化傾向（%/10年）と、(b) 2000～2014年の変化傾向（%/10年）。

衛星観測データは緯度帯（10度）ごとにプロットしている。衛星観測データの縦線は95%信頼区間の範囲。世界の観測地点のオゾン全量データ（最近4年間（2011～2014年）に観測データのない地点を除く56地点）およびNASA提供の衛星観測データから作成。

緯度帯別の長期変化傾向の季節変化を示すため、図2-3に、(a)1979～1996年、(b)2000～2014年の変化傾向(%)を緯度ごとに月別に示した。1979～1996年では、年間を通して低緯度帯を除き、南北両半球のほとんどの領域で有意な減少傾向がみられた。北半球高緯度では3～4月に、南半球中高緯度では8～12月にオゾンの減少の割合が大きく、極域での冬季から春季にかけてのオゾン層破壊の影響が比較的大きかったことを示している。

2000年以降ではほとんどの領域で増加傾向が見られるが、有意なものは北緯30度付近の11～12月と南半球高緯度の1～4月等である。8～10月に南半球高緯度では10年あたり2%以上の顕著な増加がみられるが、有意なところは8月の一部のみで、ほとんどの時期では有意性がみられない。これらの領域では、オゾンホールが現れる場所が移り変わることに伴う年変動が大きいことが影響していると思われる。

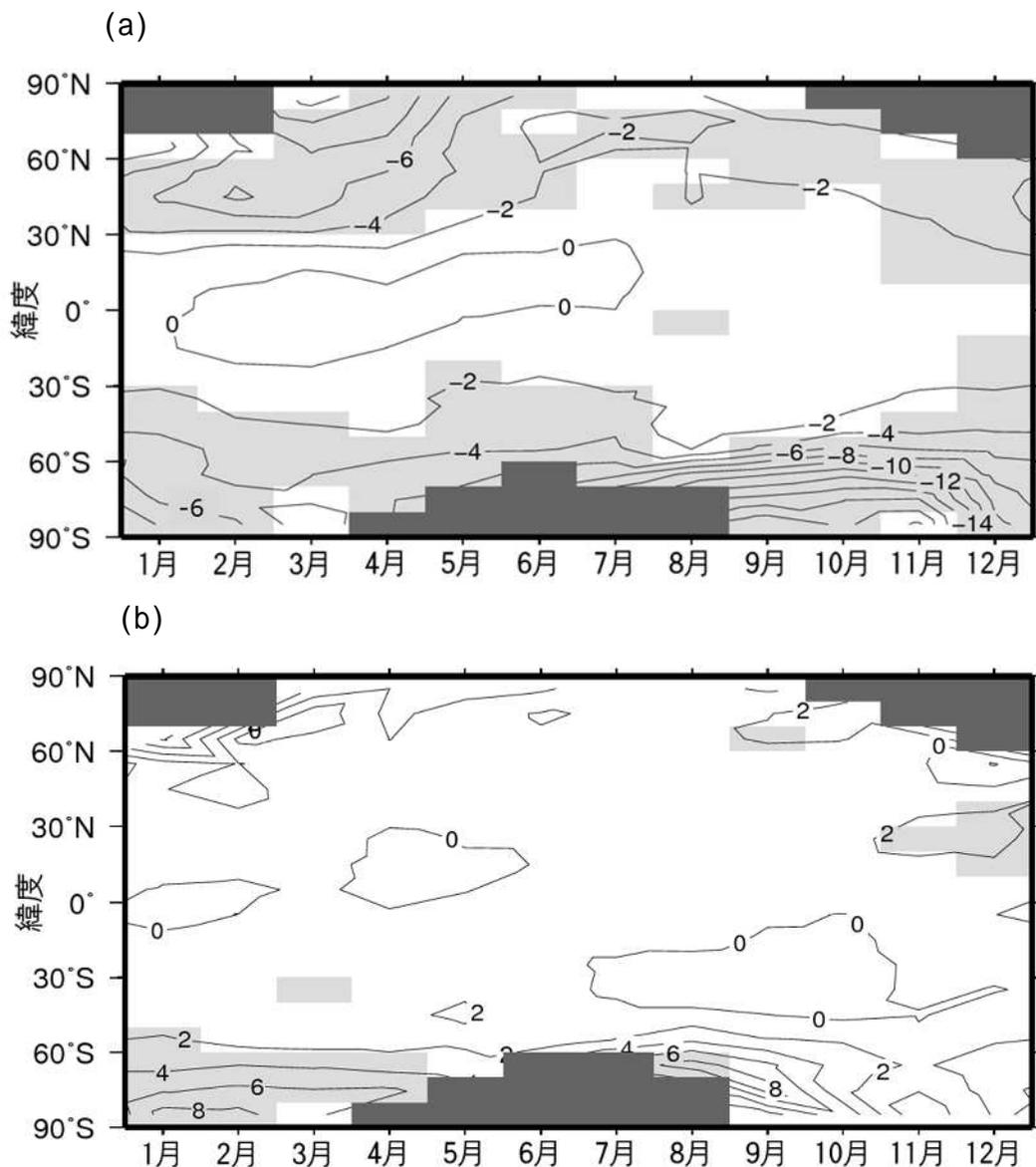


図2-3：帯状平均したオゾン全量の緯度帯別長期変化傾向の季節変化

(a) 1979～1996年と(b) 2000～2014年のオゾン全量の変化傾向(%/10年)の月別分布。衛星観測による帯状平均オゾン全量データを用いて求めた。等値線間隔は2%。薄い陰影部は95%信頼区間で有意に増加または減少している領域。濃い陰影部は太陽高度角の関係で観測できない領域。NASA提供の衛星観測データから作成。