

2-2 南極オゾンホール長期変化

衛星観測データからみた南極オゾンホールの経年変化

南極オゾンホールの年最大面積、オゾン欠損量の年最大値、及び年最低オゾン全量の経年変化をそれぞれ図2-4(a)、(b)、(c)に示す。これらの図から、南極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、1990年代半ば以降で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ことがわかる。しかし、2015年の年最大面積が1979年以降第4位となる大きな値を記録したこと、また2016年の年最大面積が最近10年間の平均値と同程度の大きさであること等から、その規模は依然として大きい状態が続いていると考えられる。

南極オゾンホールの規模を年毎の最盛期だけではなく、その年の出現期間全体で評価する指標として日別のオゾンホール面積（オゾンホールの目安となるオゾン全量が220 m atm-cm以下の領域面積）の年積算値を定義し、その経年変化を図2-5(a)に示す。また、南極オゾンホールは11～12月に消滅することが多いため、その縮小ペースの年毎の遅速の目安となる指標として、11月のオゾンホール面積月平均値の経年変化を図2-5(b)に示す。これらの指標においても、年々変動は大きいですが、近年の2006～2011年、2015年に比較的大きな値となっており、オゾンホールの規模が依然として大きい状態であることを示している。

南極オゾンホールの規模は、オゾン層破壊物質の濃度の変化にともなう長期的な変化に加えて気象要因による年々変動がみられ、2000年以降は年々変動が大きい傾向がある。このような年々変動は南極域上空の成層圏の極渦の強さや下部成層圏の気温などの大気の変動に対応していると考えられる。

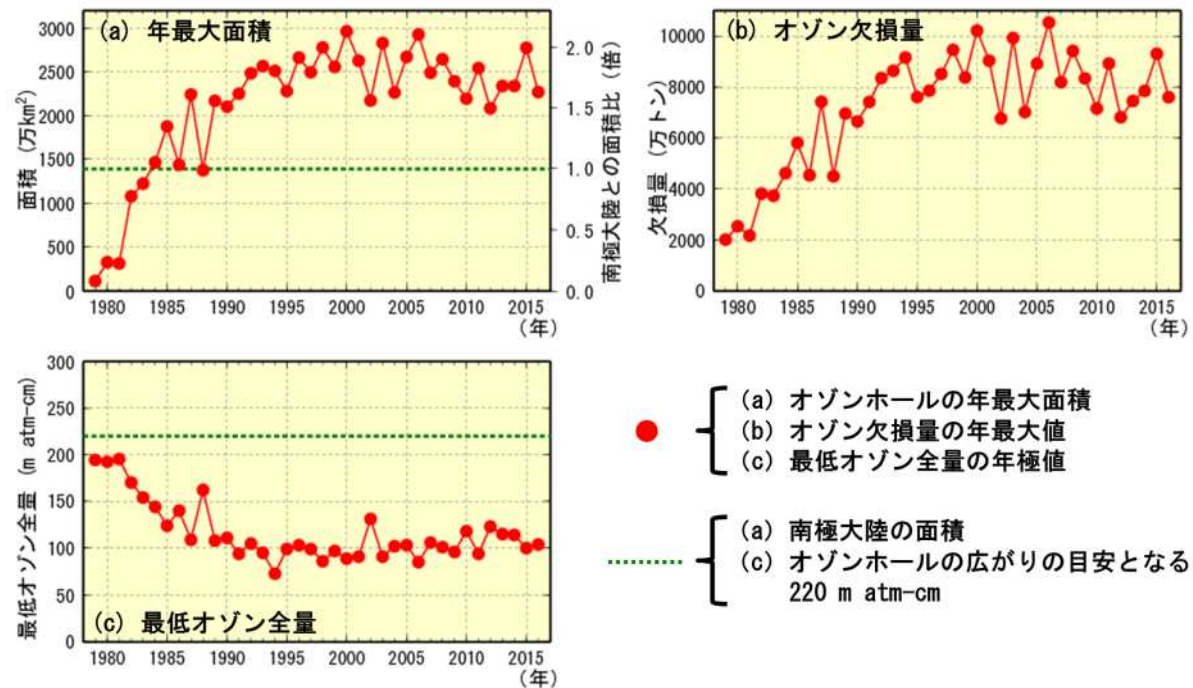


図2-4：南極オゾンホールの規模の経年変化

NASA 提供の衛星観測データをもとに作成（主に TOMS/OMI データを使用。1995 年のみ TOVS の高分解能赤外放射計のデータを使用）。

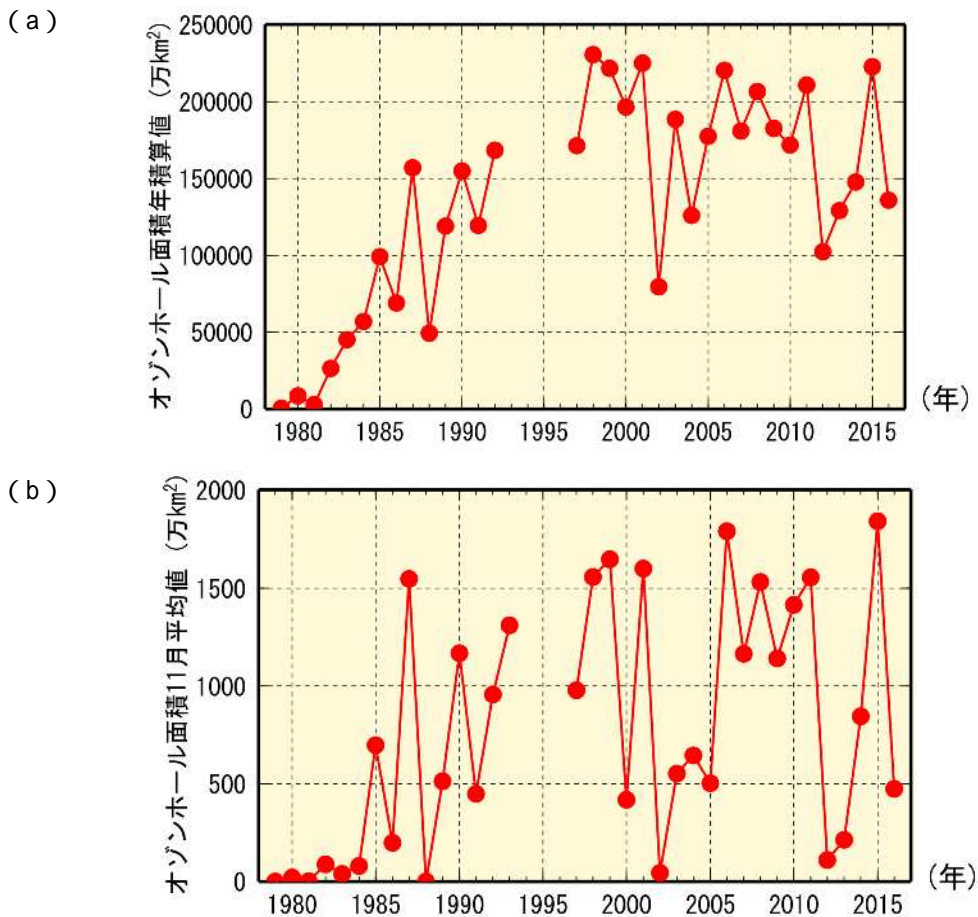


図2-5：南極オゾンホール規模と縮小ペースの経年変化

1979～2016年における220 m atm-cm以下の領域面積の(a)年積算値及び(b)11月平均値の経年変化。NASA提供の衛星観測データをもとに作成。1993～1996年の年積算値と1994～1996年の11月累年平均値についてはデータが十分得られていないため、面積を求めていない。

南極昭和基地上空のオゾン量の経年変化

南極昭和基地における9～12月の月平均オゾン全量の経年変化を図2-6に示す。各月とも1980年頃から減少し、1990年代半ば以降は少ない状態が継続している。2002年の10～11月にオゾン全量が前年に比べ100 m atm-cm以上急増したのは、南極域で9月に成層圏突然昇温が発生して成層圏の気温が上昇し、オゾン破壊が少なかったことによる。また、2009年の11月にオゾン全量が多かったのは、極渦の変動により南極オゾンホールが偏って、昭和基地が南極オゾンホールの外に位置することが多かったためである。

昭和基地上空の成層圏下部にあたる、高度12～20 kmにおける10月の月平均オゾン量の経年変化を図2-7に示す。この高度のオゾン量は南極オゾンホールの発達にともなって大きく減少するため、南極オゾンホールの長期的な変化傾向についての指標になる。この高度のオゾン量は、1980年代から1990年代半ばにかけて急激に減少した後、近年においても1970年代と比較して半分以下の状態が続いている。1992年の極小はピナトゥボ火山噴火(1991年6月)に起因してオゾン破壊が促進されたため(16ページの脚注2を参照)と考えられる。また、2002年にオゾン量が多かったのは、先に月平均オゾン全量の経年変化(図2-6)で述べたとおり、南極域で成層圏突然昇温が発生して成層圏の気温が上昇し、オゾン破壊が少なかったためである。

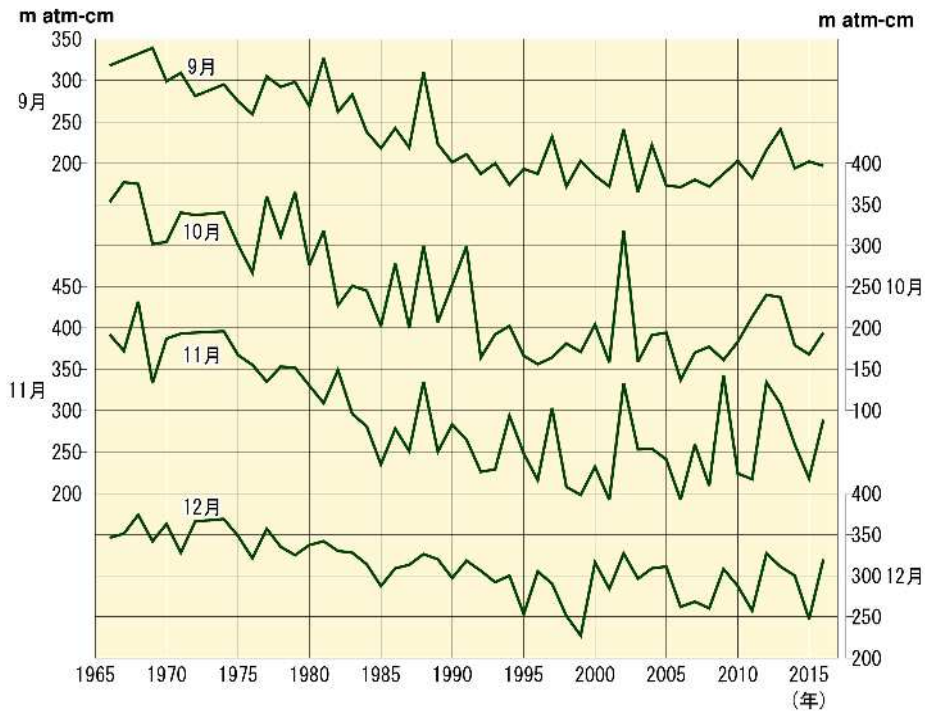


図2-6：南極昭和基地における月平均オゾン全量の経年変化（9～12月）

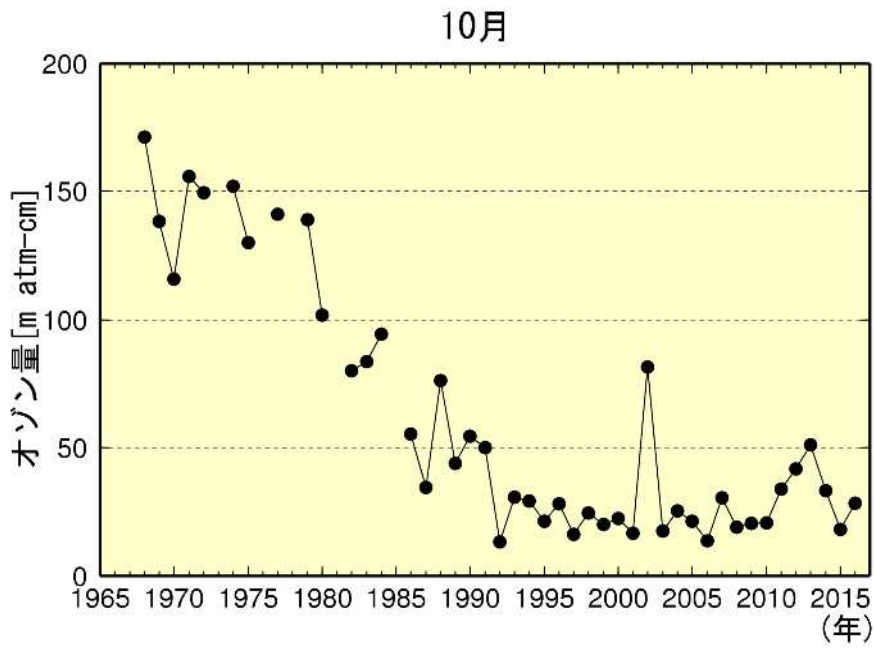


図2-7：南極昭和最地上空（高度12～20km）の10月の月平均オゾン量の経年変化

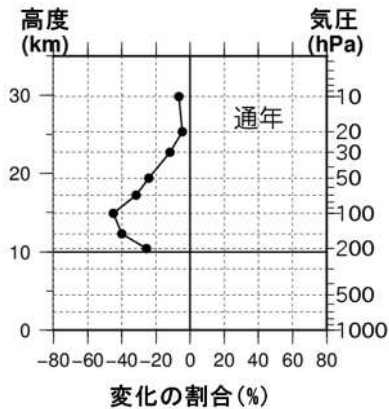
南極昭和基地上空のオゾンの長期変化傾向

南極昭和基地上空のオゾン分圧について、オゾン破壊現象が顕著に現れる以前(1970～1980年)の累年平均値と最近5年間(2012～2016年)の累年平均値の差(%)の高度分布を、通年(図2-8(a))と9～11月の春季(図2-8(b))で示す。これらの解析結果によると、通年と春季ともに高度10～30 km付近で1970～1980年の累年平均値よりも最近5年間の累年平均値の方が低く、特に高度10～20 km付近は-20%以下で顕著に低かった。

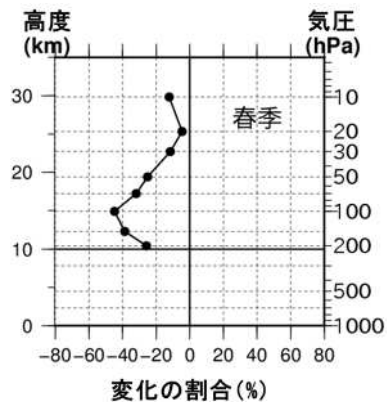
同様に、南極昭和基地上空のオゾン分圧について、2000年以降の長期変化傾向(10年毎の変化率(%))の高度分布を通年(図2-8(c))、春季(図2-8(d))で示す。これらの解析結果によると、通年では高度10～20 km付近で有意な増加傾向がみられるが、春季では全ての高度において有意な増加傾向がみられなかった。

これらのことから、南極昭和基地上空のオゾン分圧は、2000年以降、通年では一部の高度で有意な増加傾向が確認できるが、顕著なオゾン破壊現象が現れる以前と比べると、依然としてオゾン分圧の低い状態が続いている。なお、春季に有意な増加傾向が確認できないのは、同時期に発生するオゾンホール規模が依然として大きい状態であるためと考えられる。

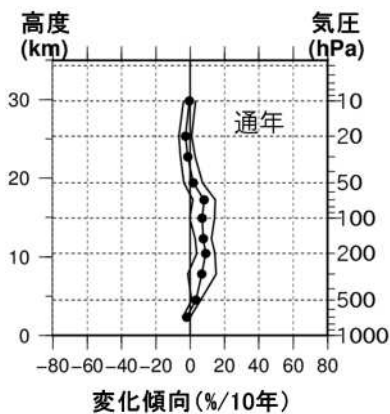
(a) 1970～1980年平均と最近5年平均の差(%)



(b) 1970～1980年平均と最近5年平均の差(%)



(c) 2000年以降の変化傾向(%/10年)



(d) 2000年以降の変化傾向(%/10年)

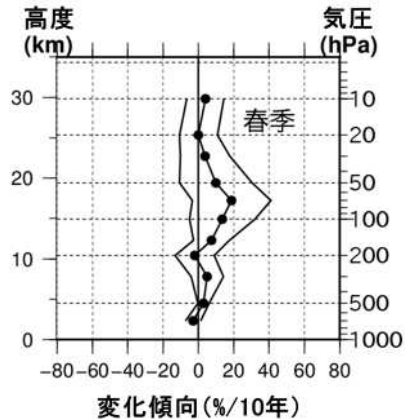


図2-8：南極昭和基地におけるオゾン分圧の長期変化傾向の高度分布

オゾンゾンデ観測から求めた高度別オゾン分圧の長期変化傾向。上段(a)(b)は成層圏におけるオゾン分圧について1970～1980年の累年平均値と最近5年間(2012～2016年)の累年平均値の差(%)を示しており、月別平均値から季節変動成分のみを除去したデータから求めた。下段(c)(d)は2000年以降におけるオゾン分圧の変化傾向(%/10年)を示しており、月別平均値から季節変動及び既知の自然変動による影響を除去した時系列データの回帰直線から求めた(付録2参照)。横軸は変化量、縦軸は高度、下段(c)(d)の外側の折線は95%信頼区間をそれぞれ示す。左(a)(c)は1～12月の月別値から、右(b)(d)は春季(9～11月)の月別値からそれぞれ求めた。