

1-2 2015年の南極オゾンホール

衛星による観測

衛星観測データ（付録 1-3 参照）の日別値から求めた 2015 年の南極オゾンホール（巻末「用語解説」参照）の規模の推移を図 1-3 に示す。2015 年の南極オゾンホールは例年と同様に 8 月に発生し、その面積は過去 10 年間（2005~2014 年）に比べ小さい規模で推移した後、9 月初めに拡大した。その後、例年ならば縮小し始める 9 月中旬以降も拡大し続け、10 月 9 日に 2015 年の最大面積である 2,780 万 km²（南極大陸の約 2 倍）まで広がった。南極オゾンホールが南極大陸の約 2 倍の面積まで拡大したのは 9 年ぶりとなった。10 月中旬以降は過去 10 年間の最大面積と同程度が大きい状態を維持しながら縮小し、12 月下旬に消滅した（図 1-3a）。オゾン欠損量は 10 月 10 日に年最大値である 9,310 万トン、最低オゾン全量は 10 月 4 日に年最低値である 100 m atm-cm となった（図 1-3b、c）。

衛星観測を開始した 1979 年以降でみると、2015 年の最大面積は 1998 年と同じ第 4 位の大きさであり（詳細は 2-2 節参照）、10 月に観測された南極オゾンホールとしてはこれまでで最大だった（図 1-4）。また、2015 年のオゾン欠損量の年最大値は観測開始以来第 6 位だった。一方、2015 年の最低オゾン全量は観測開始以来第 14 位であったが、10 月以降の最低オゾン全量は、過去 10 年間と比較するとほぼ最低値を取りながら推移した。

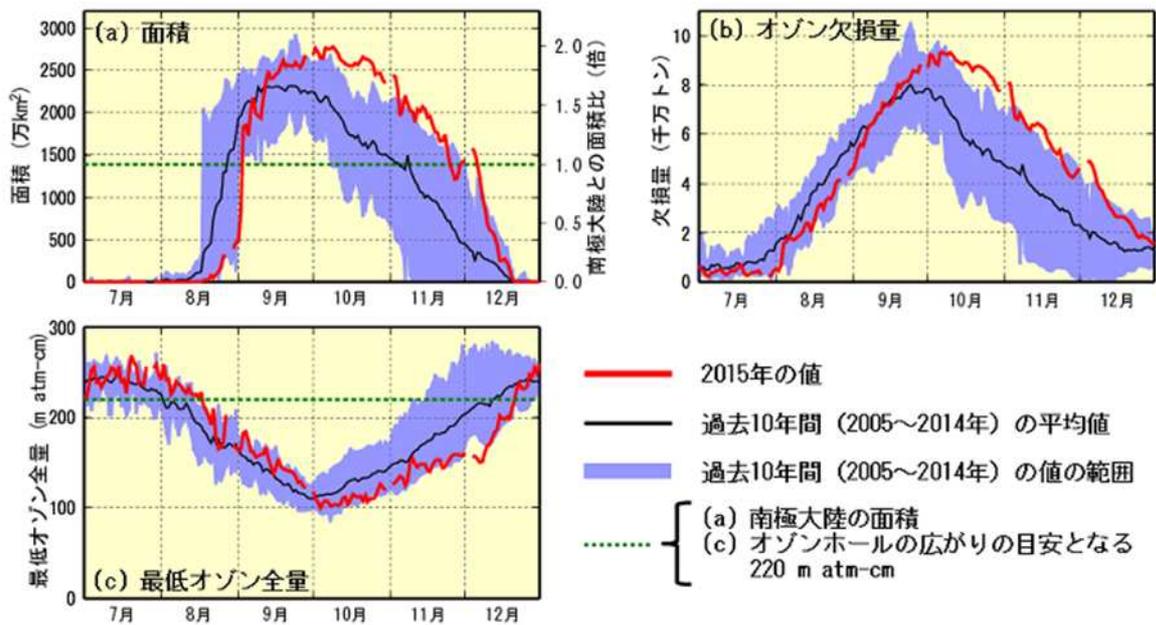


図1-3：南極オゾンホールの規模（2015年7～12月）
NASA提供の衛星観測データをもとに気象庁で作成。

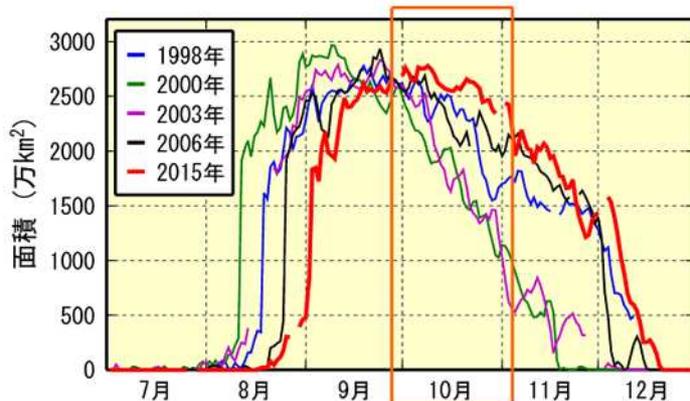


図1-4：南極オゾンホールの規模が大きかった年のオゾンホール面積の推移
1979年以降において南極オゾンホールの年最大面積が大きかった上位5つの年（1998、2000、2003、2006及び2015年）のオゾンホール面積の推移。橙色の枠内は10月のオゾンホール面積の推移。NASA提供の衛星観測データをもとに気象庁で作成。

南極昭和基地における地上観測

南極昭和基地で観測した2015年のオゾン全量日代表値の推移を図1-5に示す。2015年の昭和基地上空のオゾン全量をみると、8月中旬からオゾンホールが目安である220 m atm-cmを下回る日がみられ、9～10月は概ね220 m atm-cm以下で推移した。また、10月7日に2015年の最小値である140 m atm-cmを記録した。11月以降、オゾン全量は短い周期で顕著な増減を繰り返しており、11月下旬～12月上旬にかけては過去最低と同程度のオゾン全量で推移した。その後、オゾンホール消滅前の12月中旬に300 m atm-cm程度まで急増した。9月下旬及び11月にみられた大きな変動は、オゾンホールの出現している領域が移動または変形したことに伴い、昭和基地がこの領域の内外を出入りしたことに対応する。

2015年の昭和基地上空における月平均オゾン全量をみると、8～11月は1994～2008年の累年平均値と同程度だったが、12月は累年平均値よりも少なかった（図1-6）。2015年の10月にオゾンホールの最大面積が観測開始以来第4位の大きさ、かつ10月以降の最低オゾン全量が過去10年間と比較してほぼ最低値を推移しているにもかかわらず、10～11月の月平均オゾン全量が累年平均値と同程度だったのは、オゾンホール内においても、昭和基地上空では顕著なオゾン減少域に入ることが少なかったためと考えられる。

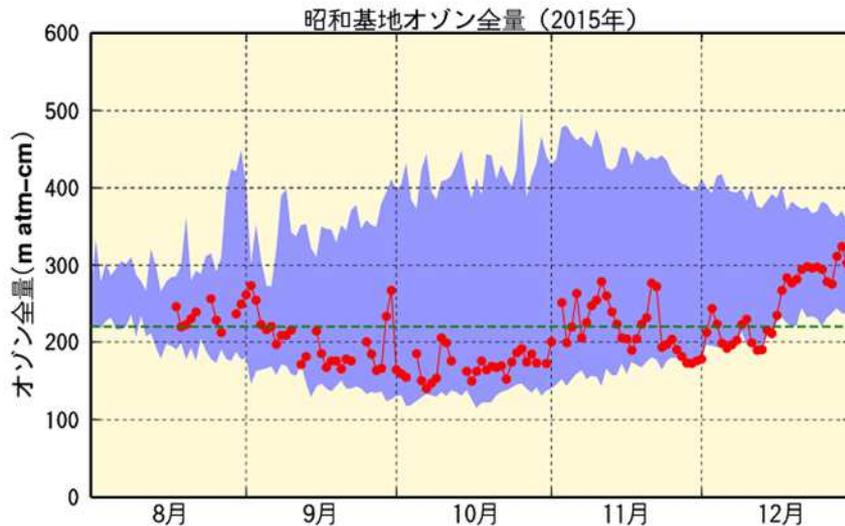


図1-5：南極昭和基地におけるオゾン全量日代表値（2015年8～12月）

は2015年の観測値（日代表値）。濃い青色の領域の上端と下端は観測開始（1961年）以来の最大及び最小値。緑色の破線はオゾンホールの目安である220 m atm-cmを示す。

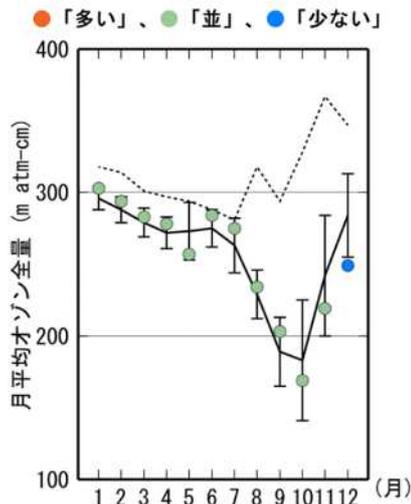


図1-6：2015年の南極昭和基地における月平均オゾン全量

印は2015年の月平均値。実線は1994～2008年の累年平均値、縦線はその標準偏差。点線は南極オゾンホールが出現する以前である1961～1980年の月別累年平均値。1994～2008年の月別累年平均値からの差が標準偏差以内のときを「並」、それより大きいときを「多い」、それより小さいときを「少ない」とした。

南極昭和基地におけるオゾンゾンデ観測

南極オゾンホール鉛直構造の特徴は、通常はオゾンが多い高度14～22 km付近において、オゾンが大きく減少することである。2015年の昭和基地上空におけるオゾン分圧（巻末「用語解説」参照）の鉛直分布を図1-7に示す。オゾン分圧（図1-7a）をみると、7月まで10 mPa以上となっていた高度14～22kmのオゾン分圧は、8月に入って減少しはじめ、9月中旬～10月下旬にかけてのオゾン分圧は2.5 mPa以下となった。11月初旬に高度17kmより高い領域で顕著なオゾン分圧の増加が見られた後、高度16 km付近より上空のオゾン分圧は短い周期で増減した。12月中旬以降、高度16～24 km付近のオゾン分圧は急増して10 mPa以上に戻った。こうした変動は図1-5のオゾン全量の変動と概ね対応している。

月平均値の規格化偏差（図1-7b）をみると、高度14～20 km付近における2～3月の規格化偏差は正偏差が卓越しており一部の高度では規格化偏差が+4以上であった。4月以降、この規格化偏差の正偏差は解消傾向を示し、10月以降は負偏差が卓越していた。

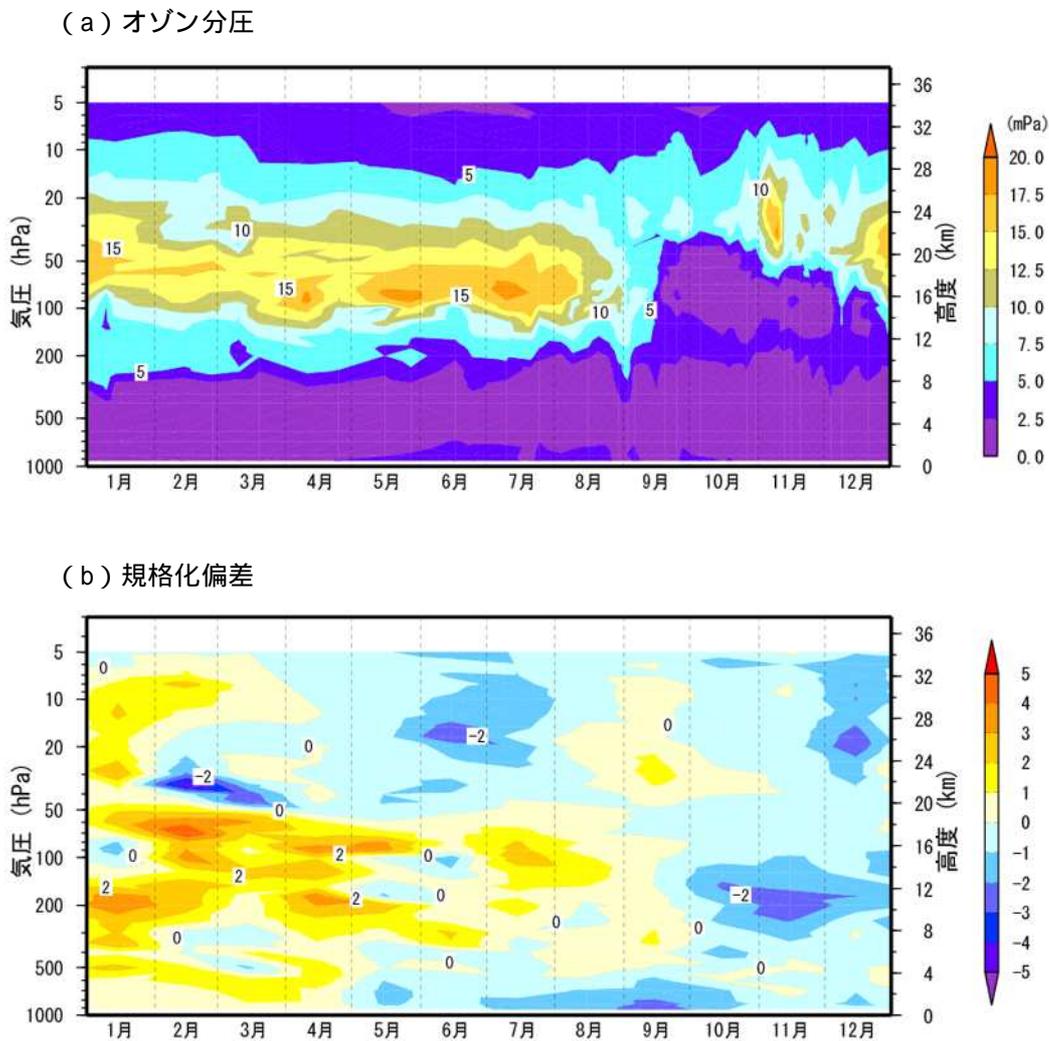


図1-7：南極昭和基地の (a) オゾン分圧と (b) その規格化偏差の高度分布（2015年1～12月）

オゾン分圧図 (a) は個々の観測値を、規格化偏差図 (b) は月平均値を用いて作成。規格化偏差は1994～2008年における月平均値の累年平均値からの偏差を標準偏差で割った値。観測値のない高度については、前後の期間のオゾン分圧から内挿処理を行っている。なお、1994～2008年の累年平均値及び標準偏差の図は、気象庁ホームページ(http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/ozonehp/3-20ozone_avemap.html)に掲載している。

2015年の南極オゾンホールに関連する下部成層圏の気象状況

南極オゾンホールの形成に大きな役割を果たす極域成層圏雲（巻末「用語解説」参照）が生成されるための気象条件は、南半球の冬季から春季にかけて極渦が安定し、下部成層圏の低温（ -78 以下の低温）が持続することである。冬季の極域成層圏の低温の面積が大きいほど、その年の南極オゾンホールの規模が大きくなる傾向がある。

2015年の南極域上空の下部成層圏（50 hPa）における領域最低気温（図1-8a）をみると、5月上旬から -78 以下となり、9月中旬までは過去の累年平均値（衛星観測を開始した1979年から2014年までの平均値）と同程度だった。その後、9月下旬に再び -90 近くまで下がった後、過去最低と同程度で推移し、領域最低気温が -78 を上回ったのは例年より遅い10月下旬だった。また、南極オゾンホールの規模と密接な関係のある -78 以下の領域の面積（図1-8b）をみると、5月～7月中旬にかけては過去の累年平均値と同程度だったが、7月下旬以降は累年平均値よりも大きい規模を維持した。その後、9月中旬に過去の平均値程度に縮小したが、9月下旬は規模を維持し、10月上旬から過去の最大値程度で推移した後、10月下旬に消滅した。

このことから、2015年の南極オゾンホールが例年ならば縮小し始める9月中旬以降も継続して発達した要因としては、南極域上空の下部成層圏において極渦が安定していたため、 -78 以下の低温域が例年より継続して広がったことが考えられる。

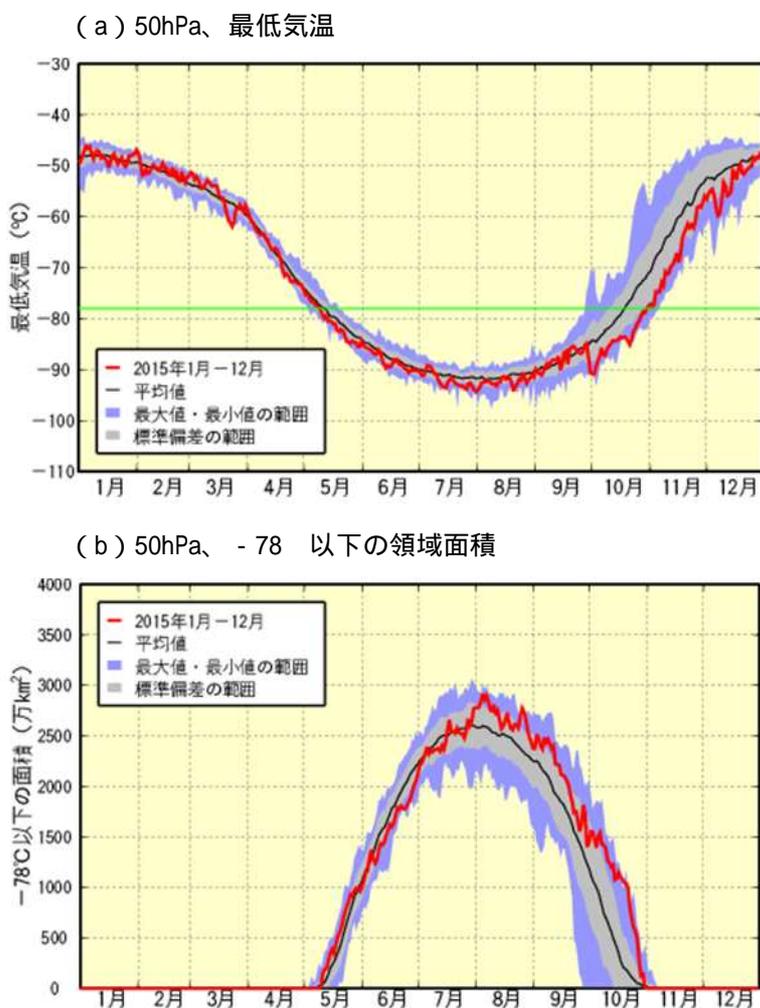


図1-8：2015年の南極域上空の (a) 下部成層圏の最低気温及び (b) 気温が -78 以下の領域の面積
赤線は2015年の南緯60度以南の50 hPa（高度約20 km）面における (a) 日別の領域最低気温及び (b) 極域成層圏雲の出現する目安となる -78 以下の領域の面積。黒線は1979～2014年の累年平均値。また、紫色の領域の上端と下端は同期間における面積及び最低気温の値の最大値及び最小値を、灰色の領域は標準偏差の範囲をそれぞれ示す。(a)の緑線は極域成層圏雲出現の目安である -78 を示す。JRA 55解析値（Kobayashi *et al.*, 2015）をもとに作成。JRA 55については巻末「用語解説」を参照。