

2 - 2 日本上空のオゾン層

2 - 2 - 1 オゾン全量の状況

ここでは、国内4地点(札幌、つくば、鹿児島、那覇)における、ドブソン分光光度計によるオゾン全量データ及び南鳥島におけるブリューワー分光光度計によるオゾン全量データに基づき、2002年における日本上空のオゾン層の状況について述べる。

図2-2-1は月平均オゾン全量の推移を示しており、参照値(1971年～2000年の月別平均値、但し那覇は1974年～2000年の月別平均値)と比較すると、少なかったのは札幌の1、4、5月、つくばの2、3、7月、鹿児島の1、7月で、多かったのは、つくばの6、9、11、12月、鹿児島の10、11月、那覇の9～12月であった。特につくばの7月は観測開始以来最も少なく、那覇の10、12月は観測開始以来最も多かった。南鳥島は1～3月まで少なめで、年の後半は多めであった。

札幌、つくば、鹿児島、那覇において、参照値との差が標準偏差以内にあるときを「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。また、南鳥島では、統計期間が短いため、標準偏差は計算していない。このため、1994～2001年の平均値より多い場合を「多め」、少ない場合を「少なめ」とした。

なお、上記のような国内のオゾン全量の多い・少ない等の評価は、TOMSデータ(1979～1992年の平均を参照値として採用)を用いたオゾン全量の状況とは基準となる平均をとる期間が異なるため、単純に比較できないことに注意が必要である。

2 - 2 - 2 オゾン高度分布の状況

オゾンゾンデ観測による日本上空のオゾン高度分布の状況を述べる。図2-2-2は、国内4地点の2001年1月～2002年12月の2年間にわたるオゾン分圧と、参照値(1971～2000年の平均、ただし那覇は1989～2000年の平均)との差を示したものである。オゾン分圧が最も高い高度は、高緯度ほど低く札幌で20～24km(約50～30hPa)、緯度の低い那覇では24～28km(約30～15hPa)になる。また、高緯度ほど、オゾ

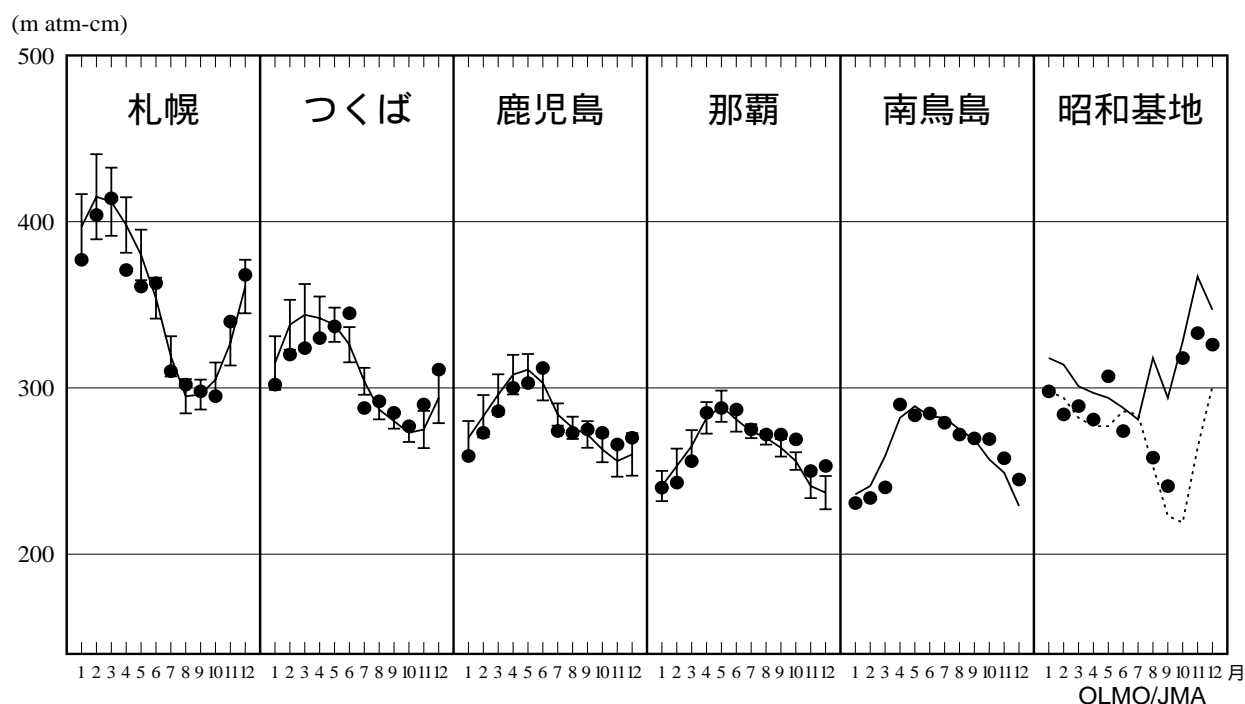


図2-2-1：月平均オゾン全量と参照値

国内5地点(札幌、つくば、鹿児島、那覇、南鳥島)及び南極昭和基地における月平均オゾン全量の推移。印は2002年の月平均値、折線は参照値(1971～2000年の平均値)、縦線はその標準偏差。ただし、南鳥島の参照値は1994～2001年の平均値、昭和基地は1961～1980年の平均値。昭和基地の点線は1981～2000年の平均値。なお、南鳥島では統計期間が短いため、標準偏差は算出していない。

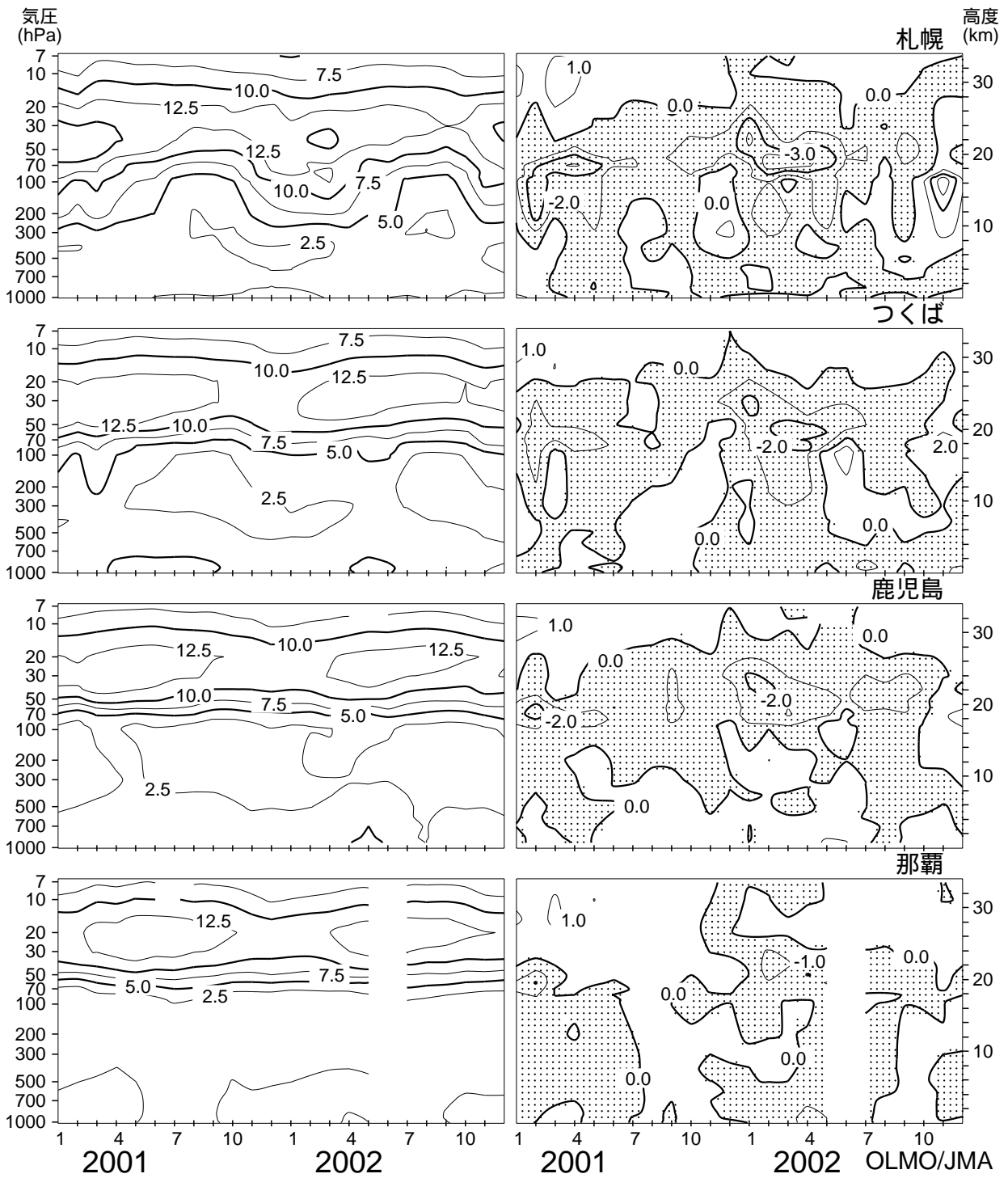


図2 - 2 - 2 : オゾン分圧及び参照値との差の高度・月分布図

上から順に札幌、つくば、鹿児島、那覇における、月別及び高度別の2001～2002年のオゾン分圧(左)及び参照値からの差の等値線図。等値線間隔は、分圧は2.5mPa 毎、偏差は1mPa 毎。右図の点域の部分は参照値との差が負の領域。なお、6月、那覇は天候不順によりオゾンゾンデ観測を行えなかった。

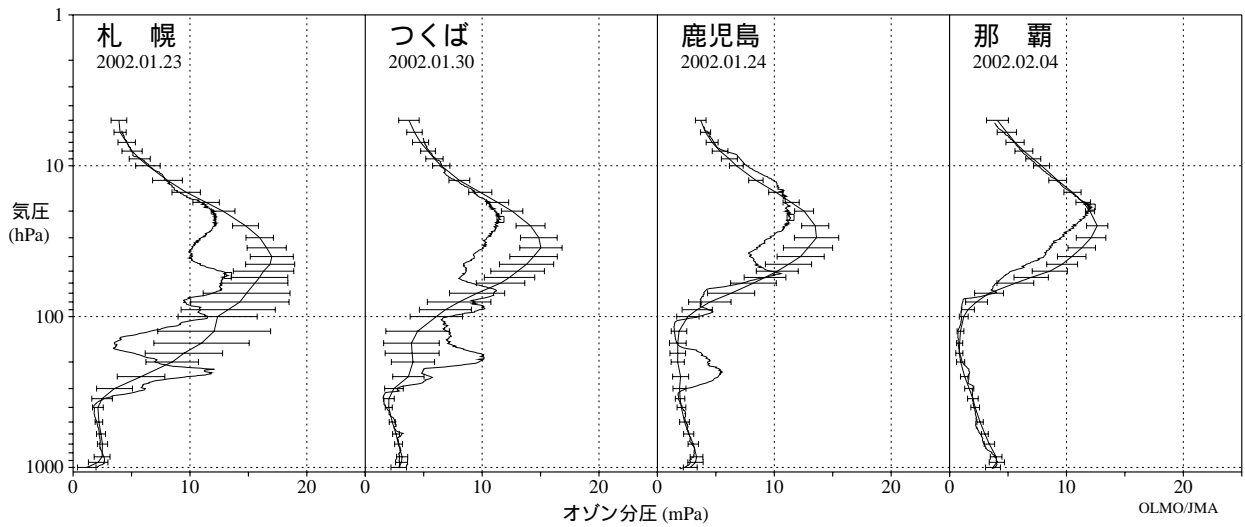


図2 - 2 - 3 : 2002年1~2月の日本国内オゾン観測点の代表的オゾン鉛直分布

札幌、つくば、鹿児島、那覇における、2002年1~2月の代表的なオゾンゾンデ観測の結果を参照値とともに示す。

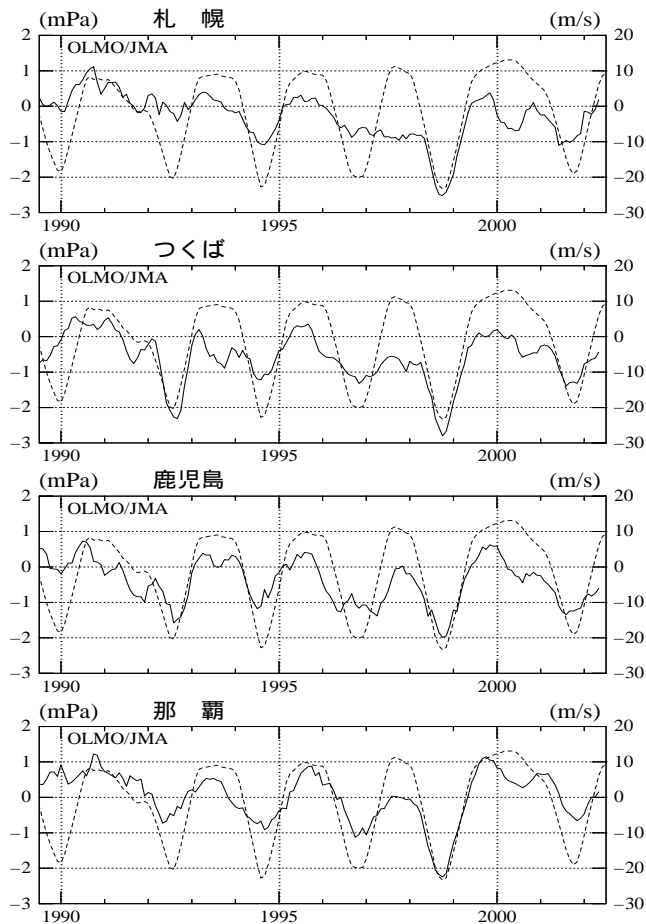


図2 - 2 - 4 : 国内オゾン観測点におけるQB0 (点線) と30hPaにおけるオゾン分圧の偏差 (実線) の関係
QB0指数は7ヶ月移動平均したもので、オゾン分圧の偏差は月別平均値の参照値からの偏差を7ヶ月移動平均した後、前方に4ヶ月ずらしたものの。

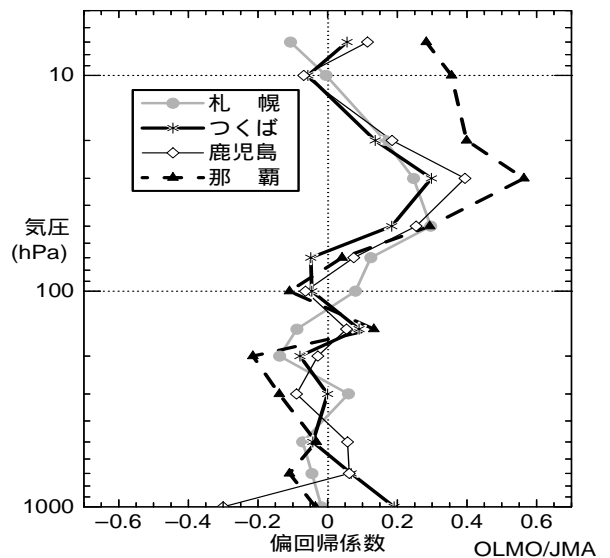


図2 - 2 - 5 : 国内オゾン官署におけるQB0とオゾン変動の高度別偏回帰係数

横軸は各高度のオゾン変動を太陽活動、QB0等を説明変数として、重回帰解析を行ったときにQB0以外の説明変数を一定としたときにQB0の変化によってオゾンがどの程度変化するかを示すおよその量を示す。

ン分圧の季節変化が明瞭である。2001～2002年にかけて4地点に共通した特徴として、2001年のはじめから2002年の10月ころまで、オゾンピークよりやや低い高度（高度約20km付近）を中心に、参照値より低い傾向が見られ、特に札幌、つくば、鹿児島島の3地点では、1～4月に2mPaを超える負の偏差が見られた。また、2002年の方が2001年よりも範囲・偏差の大きさとともに大きかった。特に負の偏差が大きかった2002年1月～2月の各地のゾンデ観測で特徴的なプロファイルを図2-2-3に示す。

上記の高度域のオゾン変動については、成層圏のオゾン輸送に関係する準2年周期振動(QB0)と関連があることが知られている(Hollandsworth et al., 1995)。このため、全年を通じて資料のある1990年1月から2002年12月までについて、QB0の指標であるシンガポール上空50hPa面の東西風(QB0指数)に対する30hPa面のオゾン分圧の偏差の関係を調べてみると、QB0に対して約4ヶ月の遅れで各地点ともオゾン分圧の偏差がよく対応していることが分かった(図2-2-4)。さらに各地点での高度別の変動について、QB0、太陽活動などを説明変数として重回帰解析を行ったところ、図2-2-5に示されるように、30hPaを中心にして低緯度ほどオゾン分圧の偏差とQB0の関連が強いことがわかった。

2-3 南極域上空のオゾン層

2-3-1 南極オゾンホール

1980年代初め頃、春季の南極域上空のオゾン全量は、それまでと比較すると著しく少なくなっていることが気象庁等の観測により発見された。これは後にオゾンホールと呼ばれるようになった現象である。オゾンホールは、クロロフルオロカーボン等から遊離した活性塩素等の増加と、南極域の冬季から春季にかけての特有の気象条件によって、急速なオゾン破壊が下部成層圏で起こる現象である。南極域では冬季、成層圏に形成される極渦(極夜渦ともいう)により、南極域上空とその周囲との空気の交換が著しく制限され、南極域上空の成層圏大気は周囲から孤立する。冬季は太陽光が当たらないため、極渦の内部は放射冷却により著しく低温になる。成層圏の気温が低下すると、極域成層圏雲(PSCs: Polar Stratospheric Clouds)と呼ばれる微細な粒子からなる雲が成層圏に形成される。極域成層圏雲は、硝酸や水蒸気などが低温で凝縮した液相や固相の粒子として形成され、大きく分けて下部成層圏の気温が概ね-78(195K)以下で発生するタイプIのもの、概ね-85(188K)以下で発生するタイプIIのものがある。前者には硝酸が多く含まれるのに対し、後者は氷晶(H₂O)が主成分であると考えられている(WMO, 1999)。極域成層圏雲の粒子の表面で起きる不均一反応(気体分子が固体または液体の表面で起こす反応など、異なる相の間で起こる化学反応。異相反応ともいう。)により、成層圏の塩素の大部分を占める硝酸塩素(ClONO₂)や塩化

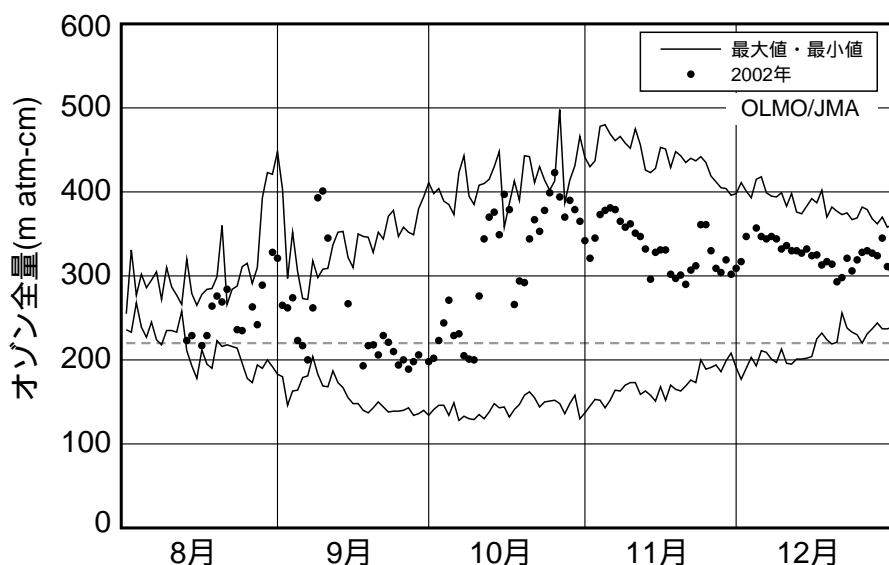


図2-3-1：南極昭和基地におけるオゾン全量の推移

図中の細実線は観測開始(1961年)以来のオゾン全量観測値(日代表値)の最大値及び最小値、は2002年の観測値。図中の点線はオゾンホールの目安である220m atm-cm。