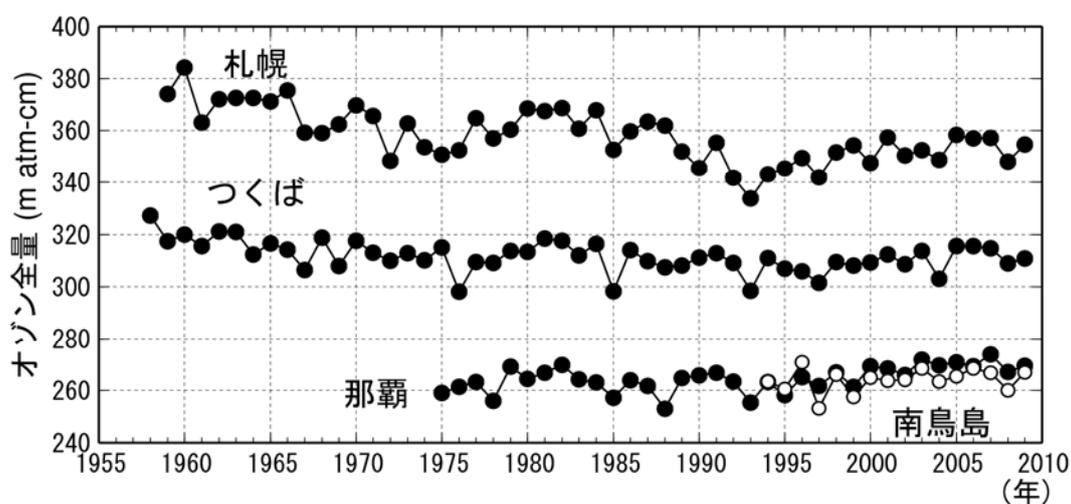


第2章 日本上空のオゾン層

2-1 日本上空のオゾン層の経年変化と長期変化傾向

日本上空のオゾン全量の経年変化

札幌、つくば、那覇、南鳥島のオゾン全量の年平均値の推移を図Ⅱ2-1に示す。札幌とつくばのオゾン全量は、主に1980年代を中心に1990年代はじめまで減少が進んだ。1990年代半ば以降は、国内4地点ともにほとんど変化がないか、緩やかな増加傾向がみられる。また、1980年代のオゾンの減少は高緯度ほど大きい傾向がある。一般にオゾン層破壊物質によるオゾンの減少は高緯度ほど大きい傾向があるが、この図からも1990年代半ばまではその傾向がみられる。



図Ⅱ2-1：日本上空のオゾン全量の年平均値の推移

札幌、つくば、那覇、南鳥島におけるオゾン全量の年平均値の経年変化（観測開始から2009年）。この図の値は、季節変動など既知の周期的な自然要因と相関の高い変動成分を除去する前の観測値を年平均したものである。

日本上空のオゾン全量の季節別経年変化

日本上空のオゾン全量の季節平均値に対する差の推移（経年変化）を図Ⅱ2-2に示す。長期的にみると、札幌ではどの季節も1990年代以降負偏差を示すことが多く、春季と冬季に特に顕著である。ただし、2000年代は1990年代と比較して負偏差が小さくなっている。一方、那覇の夏季と秋季には増加傾向がみられ、最近10年は顕著になっている。

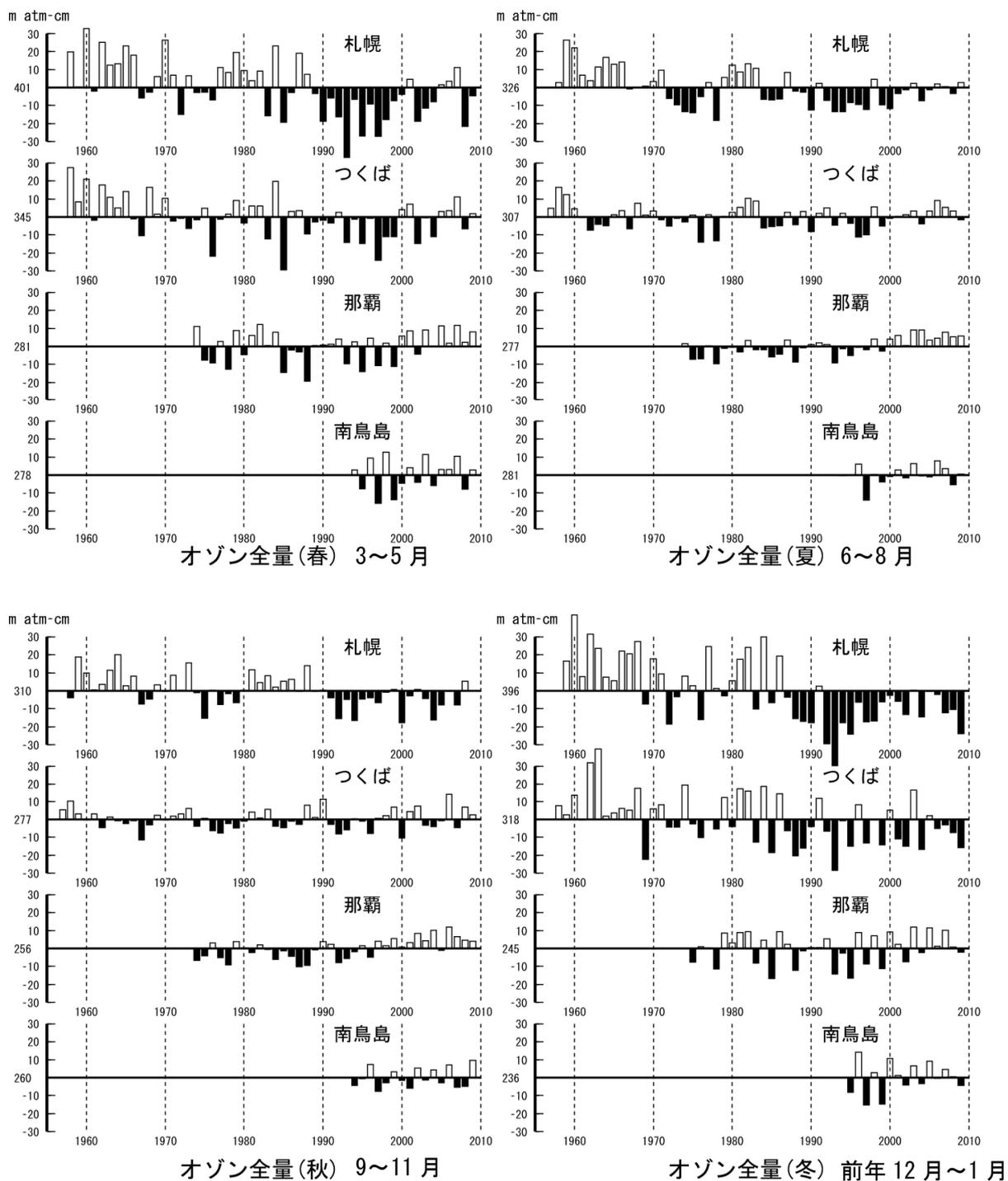


図 II 2-2 : 日本上空のオゾン全量の季節平均値の経年変化

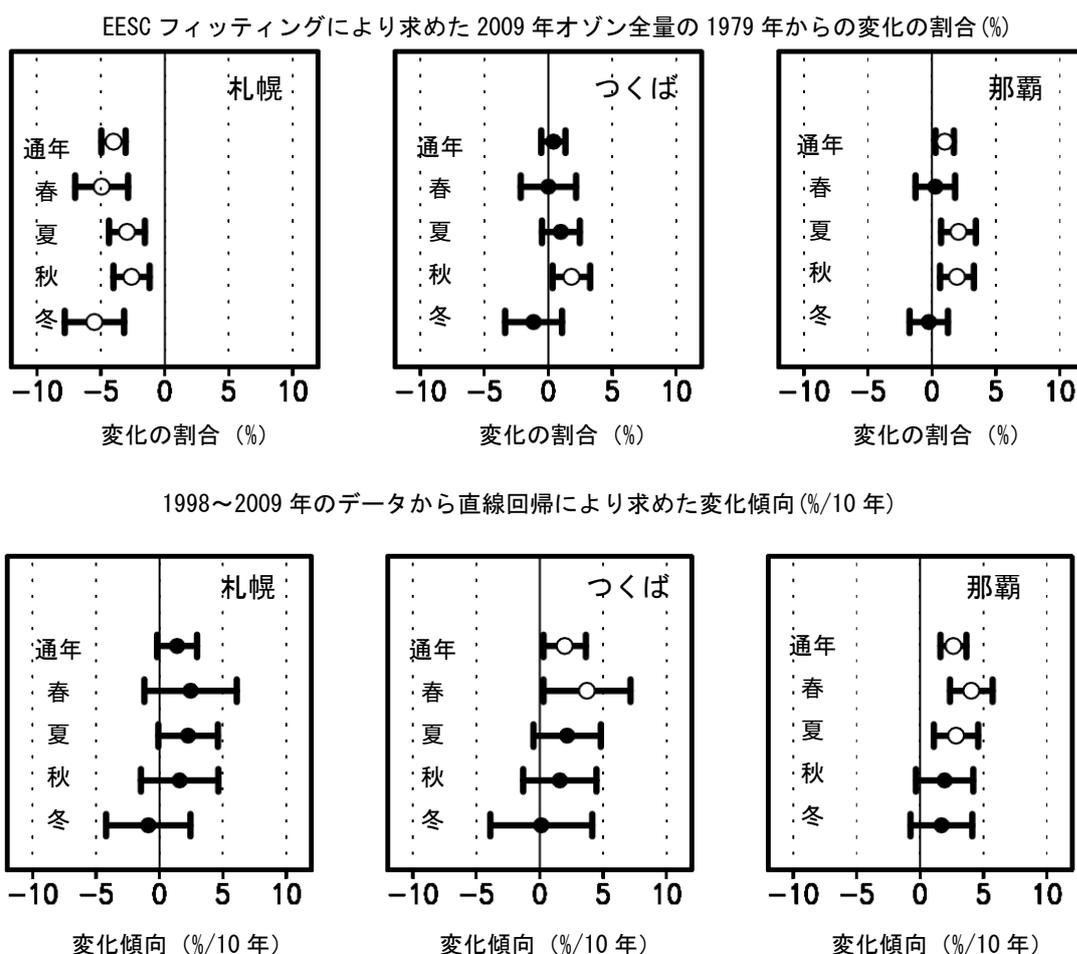
札幌、つくば、那覇、南鳥島におけるオゾン全量の季節平均値に対する差の推移。
 上段は春(3~5月)、夏(6~8月)、下段は秋(9~11月)、冬(前年12月~2月)についての値。

日本上空のオゾン全量の長期変化傾向

日本上空のオゾン全量の長期変化傾向を示すため、国内3地点の地上観測データを用いた2009年のオゾン全量の1979年からの変化の割合(%)を、図II 2-3上段に示す。これは、季節変動など既知の周期的な自然要因と相関の高い変動成分を除去したのち、EESCフィッティングにより求めたものである。また、最近の変化傾向を示すため、1998～2009年のデータから直線回帰により求めた変化傾向を図II 2-3下段に示す。

2009年のオゾン全量の1979年からの変化の割合(%)が統計的に有意な減少(95%信頼区間の範囲がすべて減少)を示しているのは、札幌の通年および全ての季節である。減少の割合は特に冬季と春季に大きく、それぞれ-5.5%、-4.9%であった。通年では-4.0%となった。つくばでは秋季に有意な増加がみられ、通年およびほかの季節に有意な増加減少はみられない。那覇では通年と夏季と秋季に有意な増加がみられる。

1998～2009年の直線回帰による変化傾向をみると、つくばと那覇で通年に有意な増加がみられ、つくばでは春季に、那覇では春季、夏季に有意な増加をしている。ただし、北半球中緯度の増加傾向は、大気の流れに関係した力学的要因が寄与している可能性があり、成層圏の塩素量の減少のみが原因とみることはできない(解説9参照)。また、那覇の対流圏ではこの期間で増加傾向がみられるため、対流圏オゾンの寄与の可能性も考えられる(次節「日本上空のオゾン鉛直分布の長期変化傾向」参照)。



図II 2-3：日本上空のオゾン全量の長期変化傾向

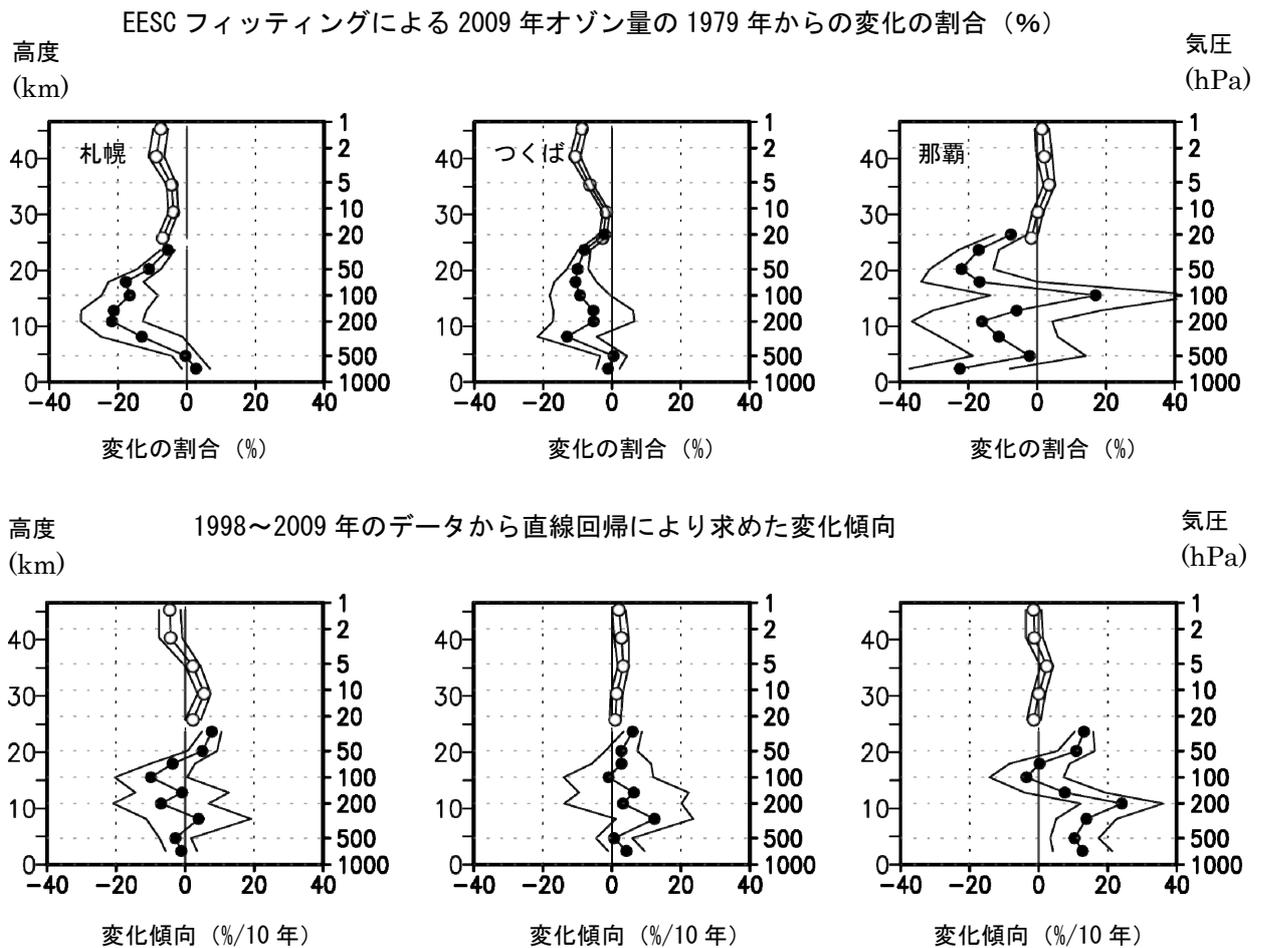
EESCフィッティングにより求めた2009年オゾン全量の1979年からの変化の割合(上段、%)と、1998～2009年のデータから直線回帰により求めた変化傾向(下段、%/10年)。丸印についている横線は95%信頼区間の範囲。この範囲がすべて増加または減少(統計的に有意な増加または減少)であれば白丸で示した。通年、春、夏、秋、冬は、それぞれ1～12月、3～5月、6～8月、9～11月、12～2月。

日本上空のオゾン鉛直分布の長期変化傾向

日本上空のオゾン鉛直分布の長期変化傾向をみるため、2009年のオゾン量の1979年からの変化の割合(%)の鉛直分布を図Ⅱ2-4上段に示す。これは国内3地点のオゾンゾンデ観測データとドブソン分光光度計による反転観測データから、EESCフィッティングにより求めたものである。

2009年オゾン量の1979年からの変化の割合(%)は、上部成層圏については札幌とつくばの高度40km付近(2hPa付近)で減少が大きい。下部成層圏では、いずれの地点においても高度20km付近(50hPa付近)の領域で減少が大きく、札幌の高度10km付近でも減少が大きい。

1998～2009年のオゾンデータから直線回帰により求めた変化傾向の鉛直分布を、図Ⅱ2-4下段に示す。これをみると、那覇では高度10km以下で統計的に有意な増加傾向がみられる。



図Ⅱ2-4：日本上空のオゾン鉛直分布の長期変化傾向

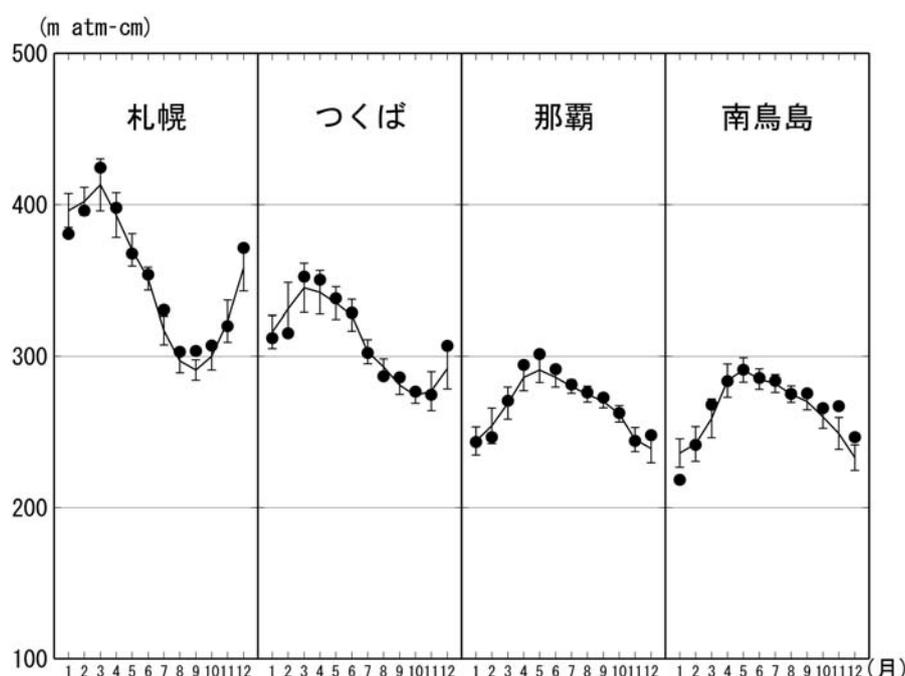
上段：2009年オゾン量の1979年からの変化の割合(%)。EESCフィッティングにより求めた。下段：1998～2009年のデータから直線回帰により求めた変化傾向(%/10年)。●印はオゾンゾンデ観測データ、○印は反転観測データによる。外側の折線は95%信頼区間の範囲。

2-2 2009年の日本上空のオゾン層の状況

オゾン全量の長期的な傾向は、1980年代を中心とした減少期間と、1990年代半ば以降のほとんど変化がないか緩やかに増加している期間におおむね分かれている(2-1節)。ここでは、2009年のオゾン全量の年々変動を評価するため、減少傾向がみられなくなった期間の平均(1994~2008年の平均)を比較の基準(参照値)とする(なお、本報告より参照値期間を変更している。詳しくは、60ページ用語解説参照)。参照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」と評価する。

2009年のオゾン全量の年平均値は、国内4地点ともに「並」であった。2009年の月平均値の推移を図Ⅱ2-5に示す。オゾン全量の月平均値はほとんどの月で「並」であり、概ね平均的な季節変動であったといえる。

次に、オゾン層の破壊が進んだ1980年代より前の1959~1980年平均のオゾン全量を基準として、その偏差(%)を表Ⅱ2-1に示す。1950年代末からオゾン全量の観測を行っている札幌とつくばのみ比較した。1980年以前と比較して、年平均値では札幌が2.9%、つくばが0.7%少なかった。季節別では、札幌では冬季・春季に少なく、つくばでは冬季にもっとも少なかった。



図Ⅱ2-5：2009年の日本上空の月平均オゾン全量の推移

国内4地点(札幌、つくば、那覇、南鳥島)における月平均オゾン全量の推移。●印は2009年の月平均値。折線(実線)は参照値。縦線はその標準偏差。ただし、参照値は1994~2008年の平均値。

表Ⅱ2-1：2009年の日本上空のオゾン全量の1980年以前の平均的なオゾン全量からの偏差(%)

札幌、つくばにおける季節平均オゾン全量の評価。比較となる基準値は、札幌・つくばとも1959~1980年の平均値。年平均、春、夏、秋、冬は、それぞれ1~12月、3~5月、6~8月、9~11月、前年12月~2月の平均を意味する。

	年平均	春季(3~5月)	夏季(6~8月)	秋季(9~11月)	冬季(前年12月~2月)
札幌	-2.9%	-3.0%	-0.3%	-0.9%	-8.4%
つくば	-0.7%	-0.3%	-0.1%	+1.5%	-6.5%