

## 第2章 日本上空のオゾン層

### 2-1 2010年の日本上空のオゾン層の状況

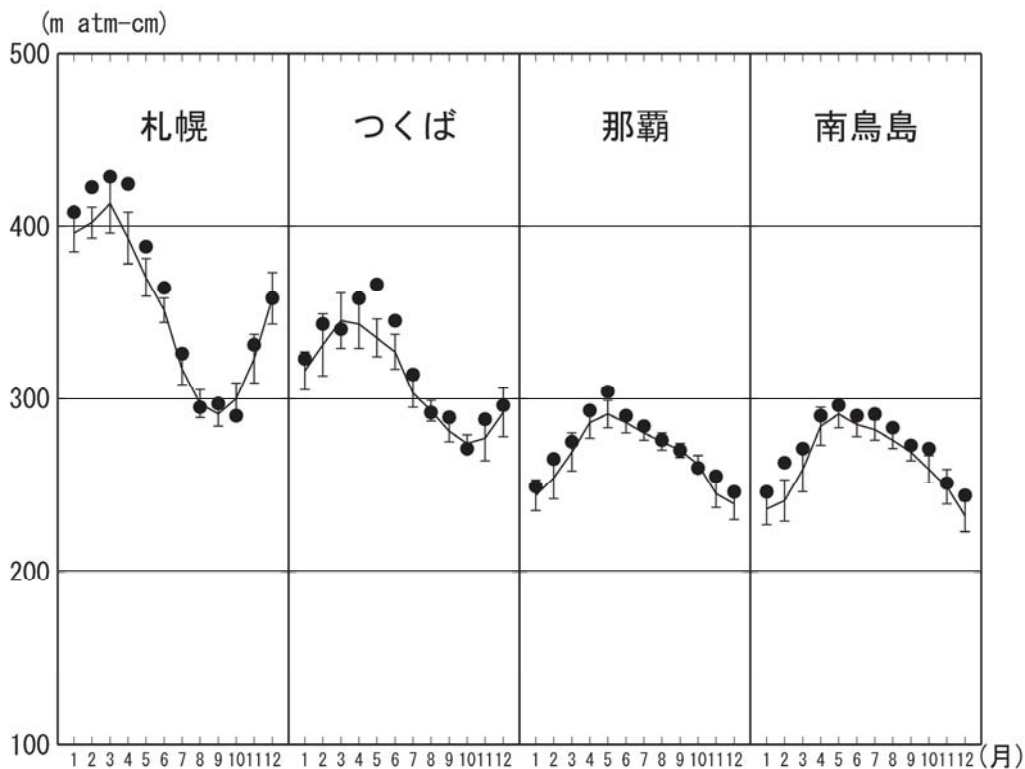
気象庁で観測している日本上空のオゾン全量について2010年における月平均値の年変化を図Ⅱ2-1に示す。

参照値（1994～2008年の累年平均値）からの差が同期間の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。

2010年のオゾン全量の月平均値は、札幌では1～2月と4～6月に、つくばでは4～7月と9月に、那覇では5月と11月に多かった。特につくばと那覇の5月は、その月として観測開始以来最多となった。

オゾンゾンデ観測による日本上空のオゾン分圧・偏差の高度分布（資料3）をみると、札幌・つくばでは年の前半に下部成層圏で参照値よりも2mPa以上高くなっており、特に札幌では3～5月には50hPa～200hPa付近で4mPa以上の正偏差となった。つくばでも5～6月に50hPa～200hPa付近の高度で正偏差、那覇では年を通じてほぼ50hPa～100hPa付近の下部成層圏で正偏差となった。

なお、日本上空のオゾン全量は長期的にみると1990年代半ばを境にして、減少傾向から緩やかな増加傾向に転じている（2-2節参照）。ここで図Ⅱ2-1および資料3に関して示した評価は、減少傾向がみられなくなった近年の平均的な状態との比較であることに留意されたい。



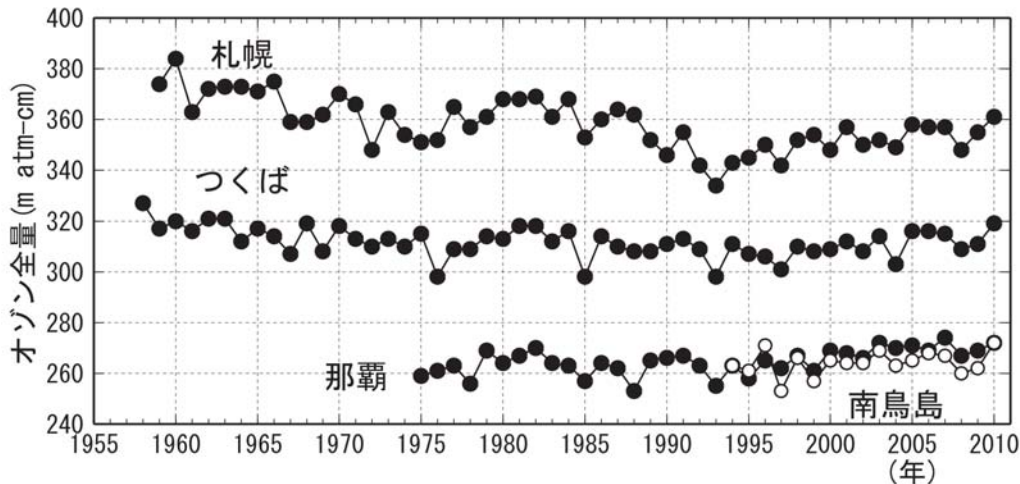
図Ⅱ2-1：2010年の日本上空の月平均オゾン全量

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2010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年の累年平均値。

## 2-2 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Ⅱ2-2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年代初めまで減少が進んだ。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。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。

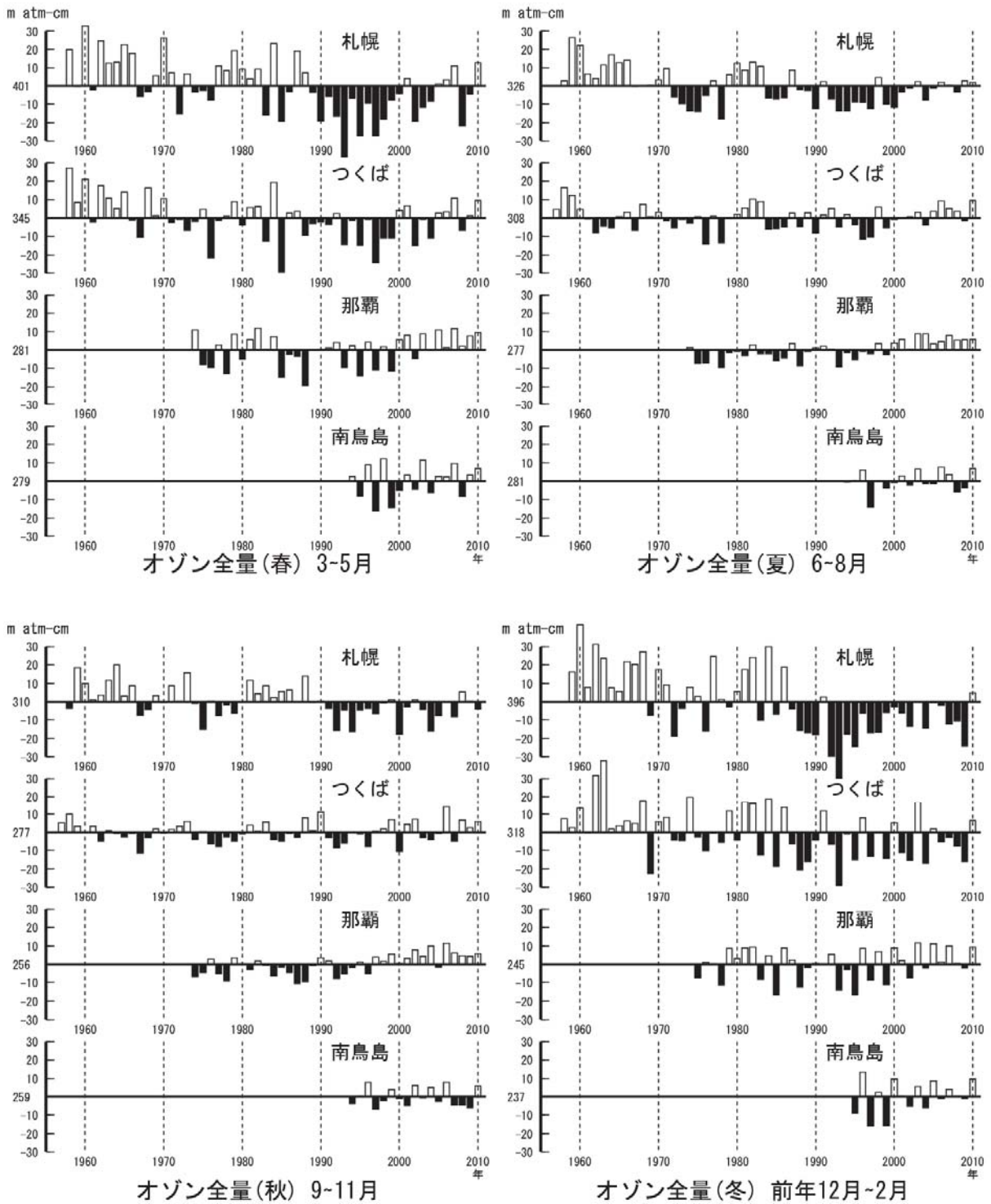


図Ⅱ2-2：日本上空のオゾン全量の年平均値の経年変化

札幌、つくば、那覇（以上●印）、南鳥島（○印）におけるオゾン全量の年平均値の経年変化。この図では、観測値をそのまま使用した（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は除去していない）。

### 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ついて観測全期間平均からの偏差の経年変化を図Ⅱ2-3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。また、つくばの冬季でも1980年代から1990年代初めまでの減少傾向が明瞭である。一方、那覇の全ての季節で2000年代以降に正偏差を示すことが多く、1990年代半ば以降増加傾向がみられる。南鳥島の春季と冬季についても1990年代半ばからの増加傾向がみられる。



図Ⅱ-2-3：日本上空のオゾン全量の季節平均値の偏差の経年変化

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全期間平均からの偏差の経年変化。

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。

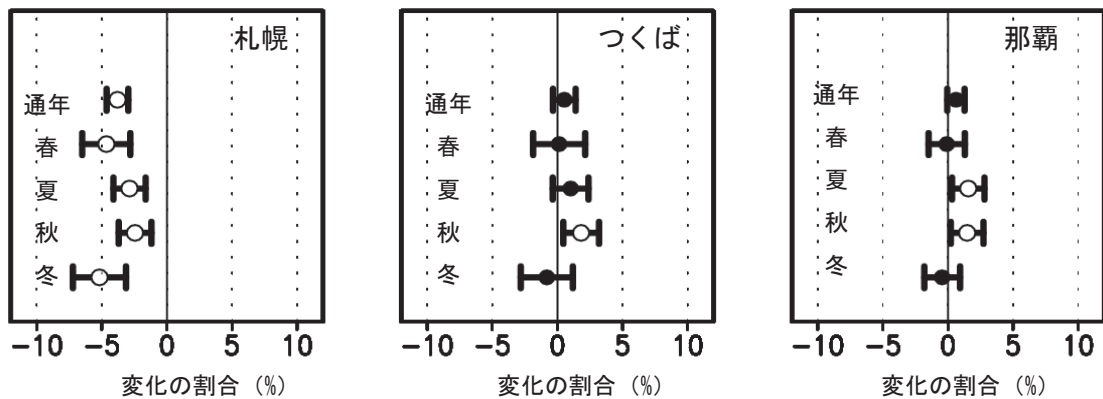
## 日本上空のオゾン全量の長期変化傾向

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2010年オゾン全量の1979年からの変化の割合(%)を、図Ⅱ2-4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、1998～2010年のデータから直線回帰により求めた変化傾向を図Ⅱ2-4下段に示す。

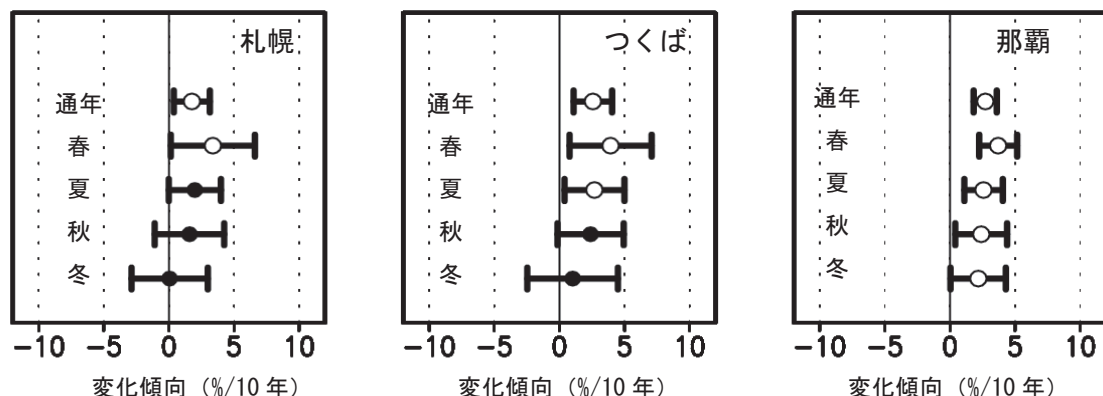
2010年オゾン全量の1979年からの変化の割合(%)が統計的に有意な減少(95%信頼区間の範囲が全て減少)を示しているのは、札幌の通年および全ての季節である。減少の割合は特に冬季と春季に大きく、それぞれ-5.2%、-4.6%であった。通年では-3.8%となった。つくばでは秋季に有意な増加がみられ、通年およびほかの季節に有意な増加減少はみられない。那覇では夏季と秋季に有意な増加がみられる。

1998～2010年の直線回帰による変化傾向をみると、3地点ともに通年で有意な増加がみられた。季節別にみると、札幌の春季、つくばの春季・夏季に、那覇の全季節で有意な増加をしており、増加の割合は、春季・夏季の順に大きい。ただし、北半球中緯度の増加傾向は、大気循環の自然変動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)。

EESC フィッティングにより求めた 2010 年オゾン全量の 1979 年からの変化の割合 (%)



1998～2010年のデータから直線回帰により求めた変化傾向(%/10年)



図Ⅱ2-4：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2010年オゾン全量の1979年からの変化の割合(上段、%)と、1998～2010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。



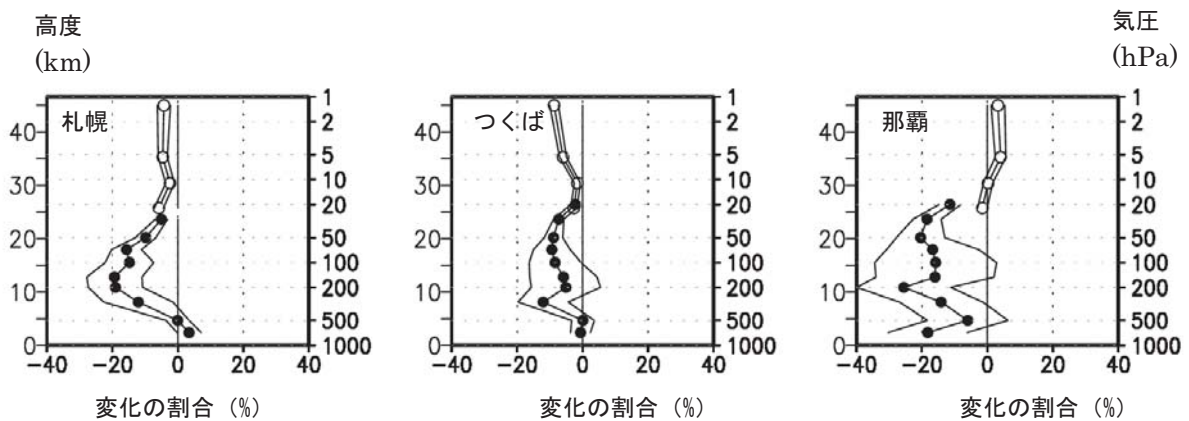
## 日本上空のオゾン鉛直分布の長期変化傾向

日本上空のオゾン鉛直分布の長期変化傾向をみるため、2010年のオゾン量の1979年からの変化の割合(%)の鉛直分布を図Ⅱ2-5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オゾン分光光度計による反転観測データから、季節変動など既知の周期的な自然要因と関連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。

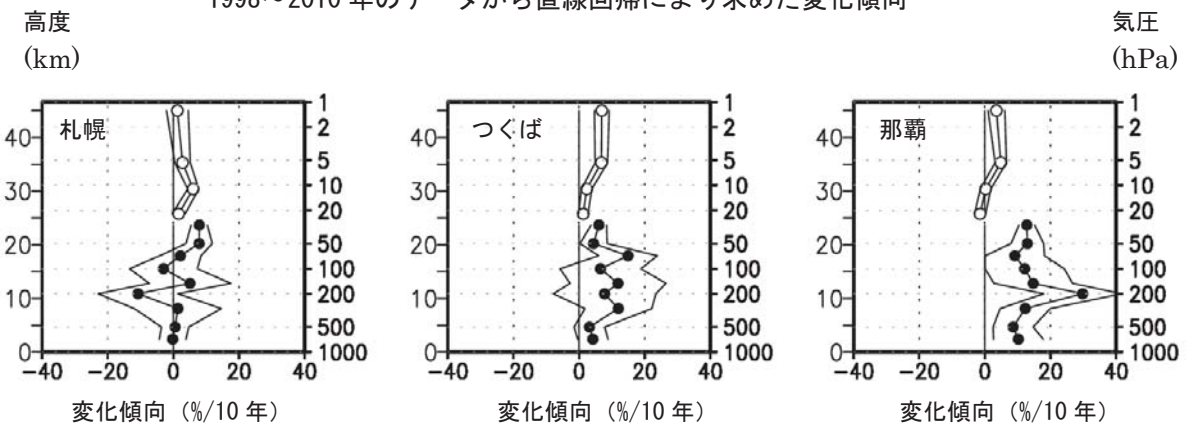
2010年オゾン量の1979年からの変化の割合(%)は、上部成層圏については札幌とつくばの高度約35km以上(～5hPa付近以上)で減少が大きい。下部成層圏では、札幌は高度10～20km(200～50hPa)付近、つくばと那覇では20km(50hPa)付近で有意に減少している。この二つの高度のオゾン減少は、ともにCFC類などから解離した塩素によるものであるが、その破壊メカニズムは異なっている。高度35km以上での減少は、塩素原子との気相反応のみによるのに対し、高度10～20km付近の減少は主にエアロゾル粒子表面での不均一反応によって活性化される別の触媒反応サイクルによると考えられている(「解説7」参照)。

1998～2010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Ⅱ2-5下段に示す。上部成層圏では、札幌の高度30km付近、つくばの高度30km以上、那覇の35km付近で増加傾向がみられる。下部成層圏では、那覇の高度20km付近以下で概ね約10%/10年の増加傾向があり、統計的に有意である。

EESC フィッティングによる 2010 年オゾン量の 1979 年からの変化の割合 (%)



1998～2010年のデータから直線回帰により求めた変化傾向



図Ⅱ2-5：日本上空のオゾン鉛直分布の長期変化傾向

上段：2010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：1998～2010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。なお、反転観測の約45kmの○印は、高度40km付近より高い気層について合計した量の変化傾向を表している。