

## 2-4 日本上空のオゾン層の長期変化

### 日本上空のオゾン全量の経年変化

気象庁が観測を行っている国内3地点（札幌、つくば、那覇）のオゾン全量の年平均値の経年変化を図2-10に示す。札幌及びつくばのオゾン全量は、1980年代から1990年代半ばまで減少した後、緩やかな増加傾向がみられる。また、那覇のオゾン全量は、1990年代半ば以降、緩やかな増加傾向がみられていたが、近年はオゾン全量が少ない年が続いている。

最近5年間（2014～2018年）の累年平均値を、オゾン層破壊現象が顕著に現れる以前の1970～1980年（那覇は1975～1980年）の累年平均値と比較すると、つくばでは同程度まで回復しているが、札幌では依然少ない状況にあり、1970～1980年のレベルには回復していない。

札幌、つくば及び那覇における1993年を中心とした一時的なオゾン全量の減少は、1991年のピナトゥボ火山噴火にともない、成層圏エアロゾルが増加し、オゾン層破壊が促進されたためと考えられる。

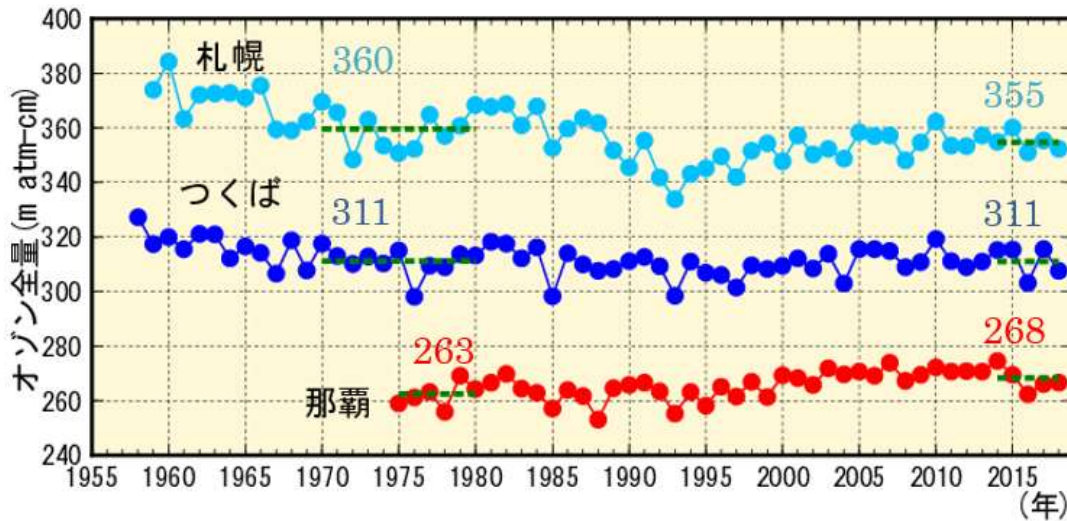


図2-10：日本上空のオゾン全量の年平均値の経年変化

国内3地点（札幌、つくば、那覇）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ている（太陽活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）。緑破線は1970～1980年（那覇は1975～1980年）の累年平均値と最近5年間（2014～2018年）の累年平均値。

### 日本上空のオゾン全量の季節別経年変化

国内3地点（札幌、つくば、那覇）のオゾン全量の季節別の経年変化を図2-11に示す。図中の赤線はそれぞれ1970年（那覇は1975年）～1980年（オゾン層破壊現象が顕著に現れる以前）、1994～2008年（オゾン量の減少傾向が止まり、オゾン量がほぼ一定で最も少なかった期間）、及び2014～2018年（最近5年間）の累年平均値を示している。札幌とつくばでは、冬と春に1980年から1990年代半ばまでの減少が顕著にみられる。最近5年間と1970年（那覇は1975年）～1980年の累年平均値を比べると、オゾン全量の減少が顕著であった札幌の冬と春では、依然として少ない状態が続いているが、夏と秋は同程度となっている。また、那覇では全ての季節で多くなっている。

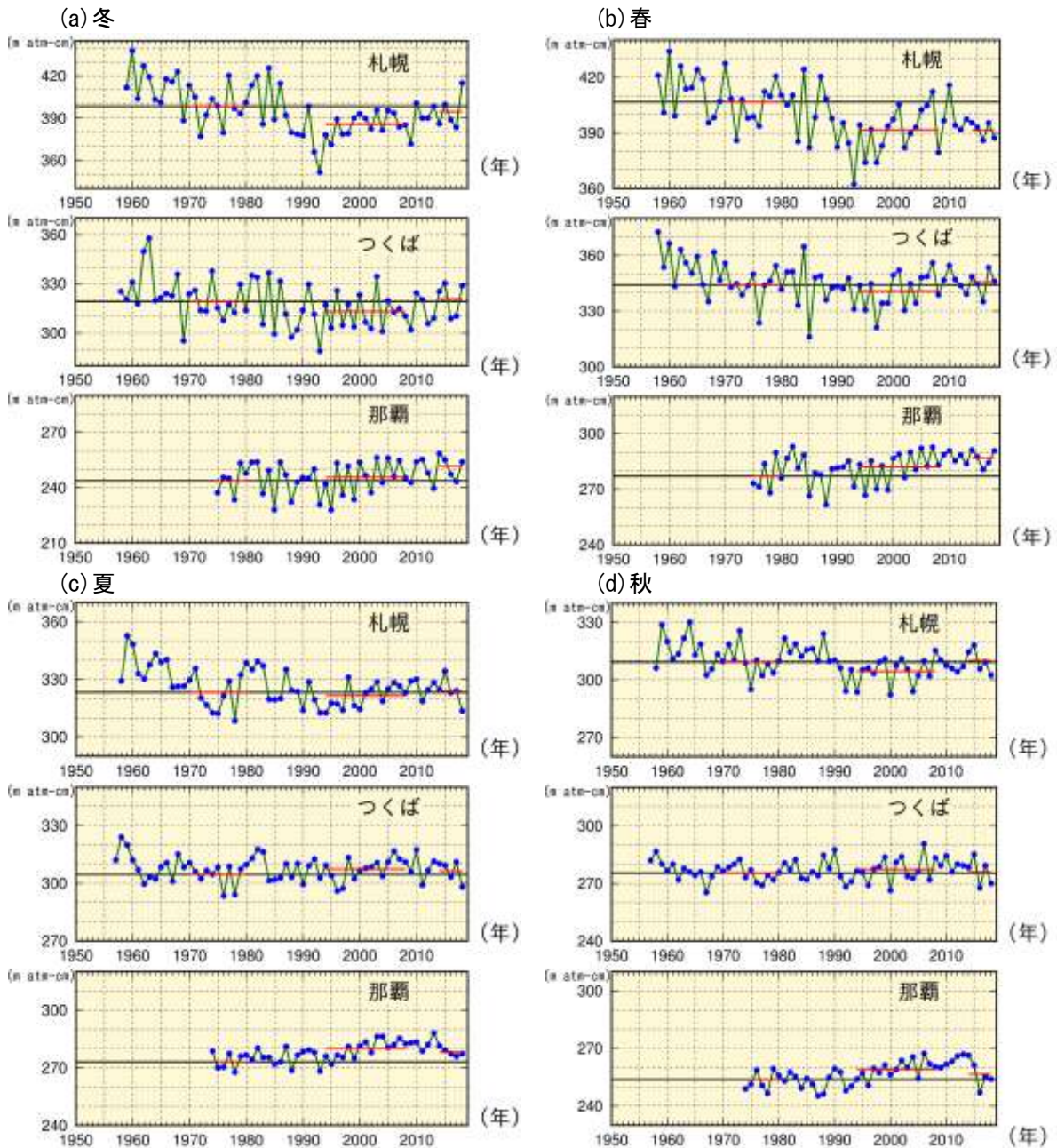


図2-11：日本上空のオゾン全量の季節別平均値の経年変化

国内3地点（札幌、つくば、那覇）におけるオゾン全量の季節別平均値の経年変化。(a) 冬（前年12月～2月）、(b) 春（3～5月）、(c) 夏（6～8月）、(d) 秋（9～11月）の平均値を示しており、3か月のうち1つでも月平均値に欠測がある場合は季節別平均値を欠測としている。赤線は、それぞれ1970～1980年（那覇は1975～1980年）、1994～2008年、及び最近5年間（2014～2018年）の累年平均値を、黒線は比較の基準として1970～1980年（那覇は1975～1980年）の累年平均値を示す。

## 日本上空のオゾン全量の長期変化傾向

国内3地点（札幌、つくば、那覇）におけるオゾン全量の経年変化及びオゾン層破壊が進んだとみられる1979～1996年までの期間とわずかな増加がみられる2000年以降の期間における長期的な変化傾向を図2-12に示す。解析に使用したオゾン全量は、太陽活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値である（付録2、3参照）。

1979～1996年までの期間について、札幌とつくばでは有意（95 %信頼区間において統計的に有意）な減少傾向を示し、10年あたりの変化率は、札幌で-4.1 %、つくばで-1.2 %となった。2000～2018年の期間について、国内3地点で有意な増減はみられなかった。

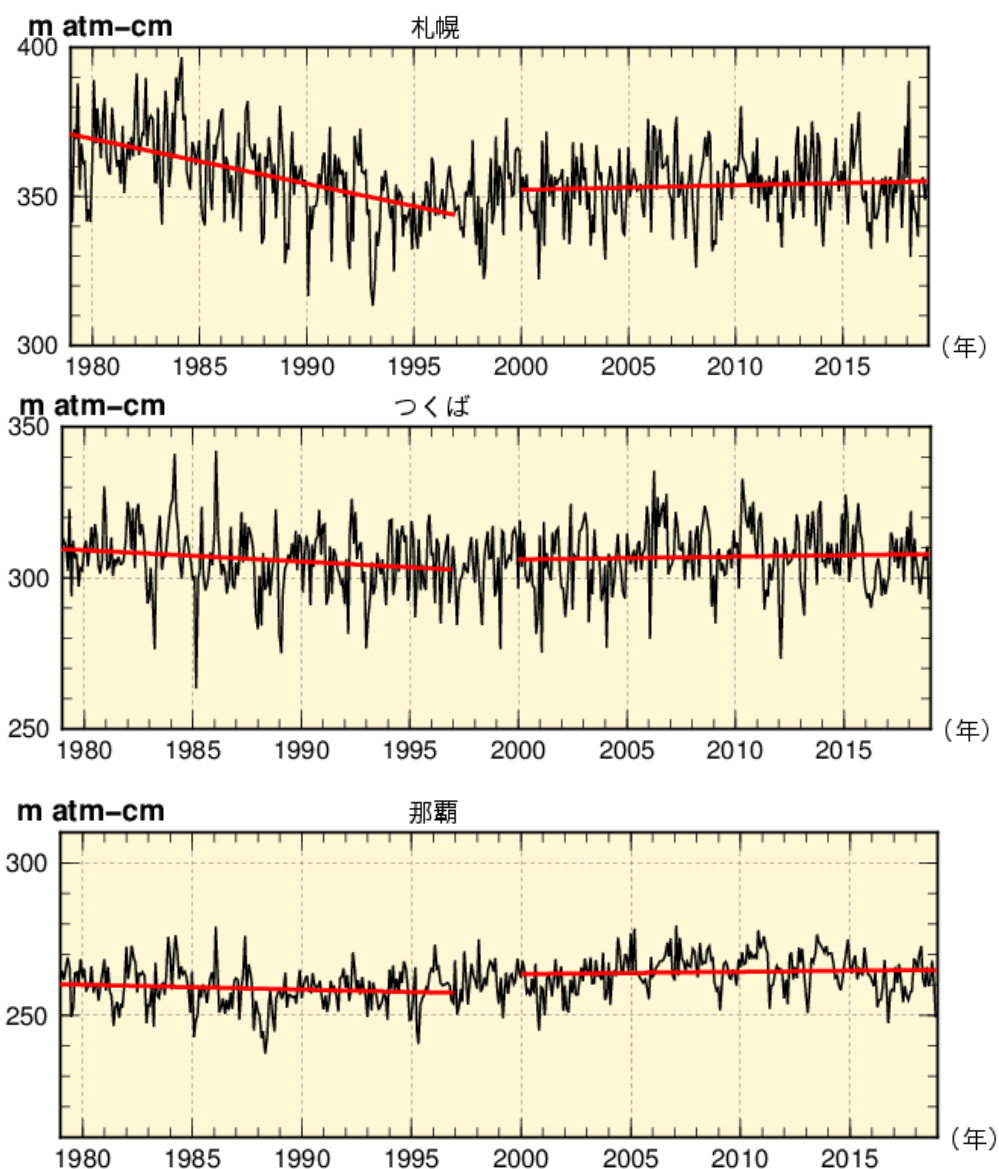


図2-12：日本上空のオゾン全量の長期変化傾向

国内3地点（札幌、つくば、那覇）における1979年以降のオゾン全量(m atm-cm)の経年変化。黒線は各地点のオゾン全量の月平均値を示しており、太陽活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値である。赤線は1979～1996年及び2000～2018年の回帰直線を示している。上から札幌、つくば、那覇のデータ。

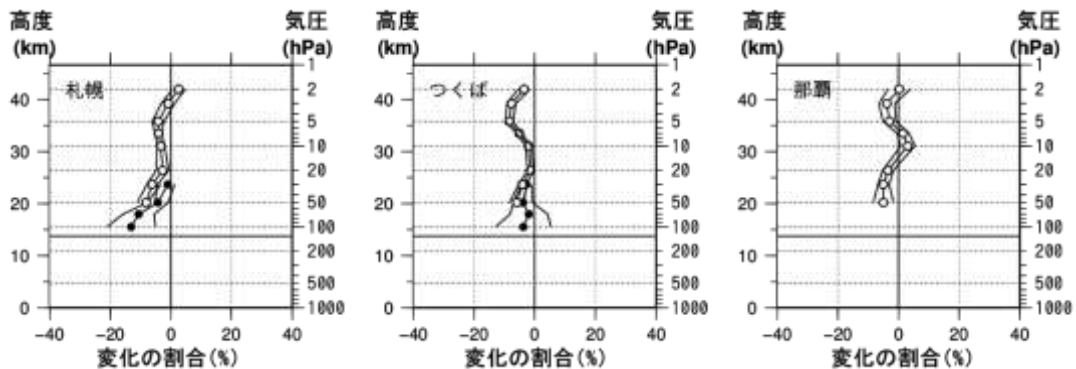
## 日本上空のオゾン鉛直分布の長期変化傾向

本項目は2018年版よりオゾンゾンデ観測データの均質性向上のために、過去データの再計算手法を変更したため、2017年版までの報告から大きく変更された（付録1-1参照）。最新版を参照されたい。

国内3地点（札幌、つくば、那覇）の上空のオゾン分圧について、オゾン層の破壊が進んだとみられる1979～1996年の長期変化傾向（10年あたりの変化率（%））を図2-13(a)に示す。解析には、高度約15～22 kmのオゾンゾンデ観測データ、高度約20～42 kmの反転観測データを用いた。なお、反転観測データは、層別オゾン量からスプライン補間により推算した各気圧面のオゾン分圧値を使用した。札幌では、オゾンゾンデ観測の高度約15～20 kmにおいて、また反転観測の高度約20～35 kmで有意な減少傾向となり、特に高度約25 km以下において減少率が大きい。つくばではオゾンゾンデ観測、反転観測ともに高度約20 km以上で有意な減少傾向となり、特に高度30～42 kmの上部成層圏において減少率が大きい。那覇の反転観測では高度約20～25 kmと高度約35～38 kmで有意な減少傾向となった。

同様に国内3地点上空の2000年以降（つくばは2000～2018年、札幌と那覇においては、2000～2017年）のオゾン分圧の長期変化傾向（10年あたりの変化率（%））の高度分布を図2-14(b)に示す。札幌の反転観測の高度約25 km以上で有意な増加傾向となった。つくばでは、反転観測の高度約32～38 kmで有意な増加傾向となった。また、高度約20～23 kmでは、反転観測では有意な増加となったが、オゾンゾンデ観測では有意な減少傾向となっている。那覇のオゾンゾンデ観測では高度約15～18 kmで有意な減少傾向がみられた。

(a) 1979～1996年の変化傾向（%/10年）



(b) 2000年以降の変化傾向（%/10年）

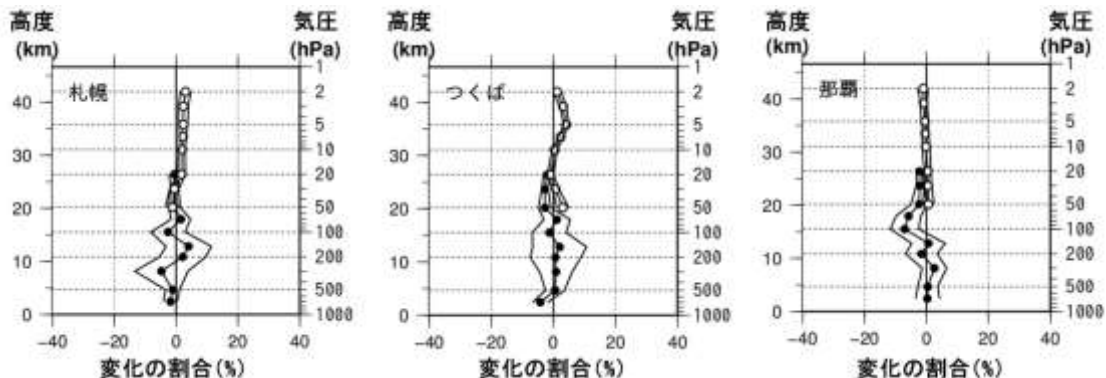


図2-13：日本上空のオゾン鉛直分布の長期変化傾向

国内3地点（札幌、つくば、那覇）の上空における高度別のオゾン分圧について、(a)1979～1996年及び(b)2000年以降の変化傾向（%/10年）を示している。●印はオゾンゾンデ観測、○印は反転観測によって得られたデータ。那覇では1989年より前のオゾンゾンデ観測データがないため、(a)では反転観測のデータのみ示している。(b)では、つくばにおいては2000～2018年、札幌と那覇では、2018年1月でオゾンゾンデ観測が終了したため、2000～2017年の変化傾向を示している。(a)、(b)ともに季節変動及び既知の自然変動による影響の成分を除去している（付録2参照）。また、外側の折線は95%信頼区間の範囲。