

## 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4地点（札幌、つくば、那覇、南鳥島）のオゾン全量の年平均値の経年変化を図2-11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。つくばにおける最近5年間の累年平均値は、オゾン層破壊現象がまだ現れていないと見なしうる1970～1980年の累年平均値と比べ、同程度まで回復しているが、札幌に関しては、依然少ない状況にあり、オゾン層破壊前のレベルには回復していない。また、那覇及び南鳥島では期間を通して緩やかな増加傾向が見られる。

なお、1993年を中心として札幌、つくば及び那覇において一時的にオゾン全量が少ないのは、1991年のピナトゥボ火山噴火に伴い増加した成層圏エアロゾルの影響でオゾンが破壊されたためと考えられる。

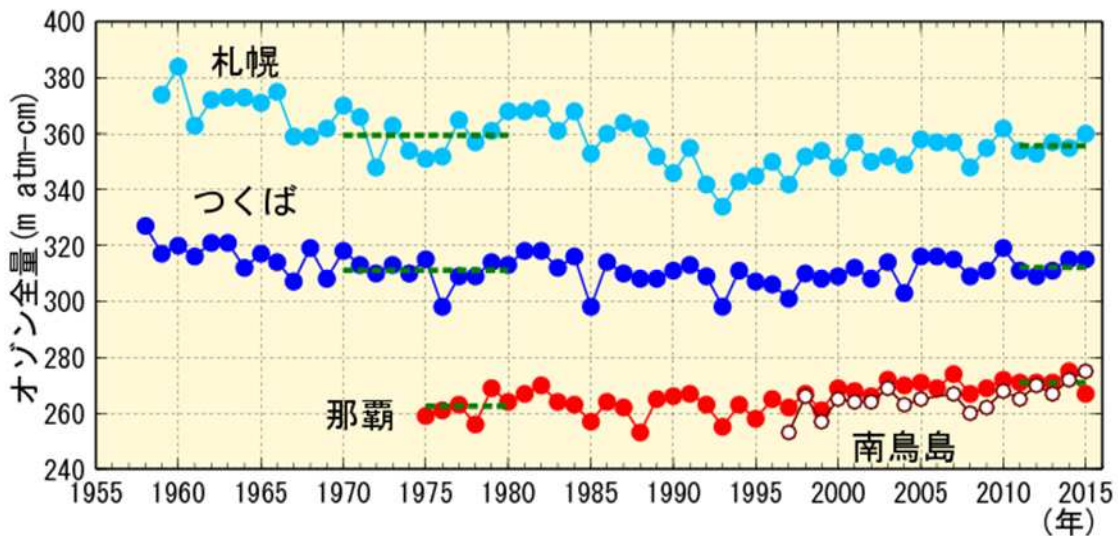


図2-11：日本上空のオゾン全量の年平均値の経年変化

国内4地点（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。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年の累年平均値（那覇は1975～1980年の累年平均値）と最近5年間（2011～2015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4地点（札幌、つくば、那覇、南鳥島）のオゾン全量の季節別の経年変化を図2-12に示す。図2-12にはオゾン層破壊現象がまだ現れていないと見なしうる1970～1980年の累年平均値、世界平均のオゾン量の減少傾向が止まり、最もオゾン全量が少なく安定した時期として1994～2008年の累年平均値、また、近年の状態として最近5年間（2011～2015年）の累年平均値も示している。国内4地点の最近5年間の累年平均値はどの季節においても（ただし、札幌での春・冬とつくばでの冬を除く）1994～2008年の累年平均値と同程度または増加している。

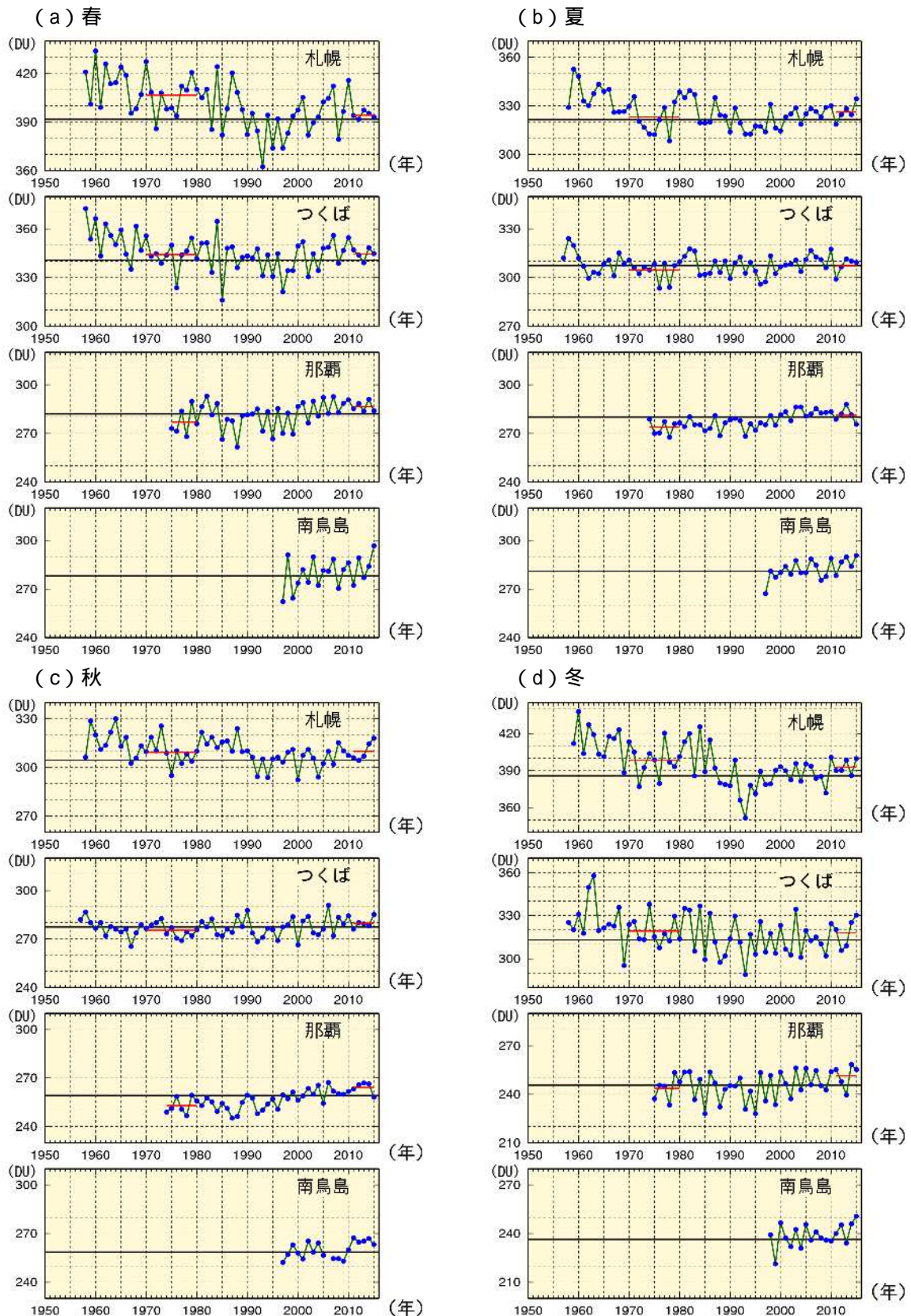


図2-12：日本上空のオゾン全量の季節別平均値の経年変化

国内4地点（札幌、つくば、那覇、南鳥島）におけるオゾン全量の季節別平均値の経年変化。（a）春（3～5月）、（b）夏（6～8月）、（c）秋（9～11月）、（d）冬（前年12月～2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。黒線は1994～2008年の累年平均値。1970年代から観測を行っている札幌、つくば及び那覇については1970～1980年の累年平均値（那覇は1975～1980年または1974～1980年の累年平均値）及び最近5年間（2011～2015年）の累年平均値を赤線で示す。

### 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と、オゾン層破壊が進んだとみられる1979～1996年までの期間と僅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2-13に示す。図2-13において、国内3地点のオゾン全量は、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3参照）。

国内3地点の1979～1996年のオゾン全量は減少傾向を示していた。特に札幌とつくばでは有意に減少しており、10年当たりの変化率は、札幌で - 4.1%、つくばで - 1.2%となった。

2000～2015年のオゾン全量の変化傾向をみると、各地点とも図2-2に示した緯度帯別の長期変化傾向と同様に増加傾向を示しており、10年当たりの変化率は、札幌とつくばで + 1.5%、那覇で + 1.4%となり、有意な増加がみられた。

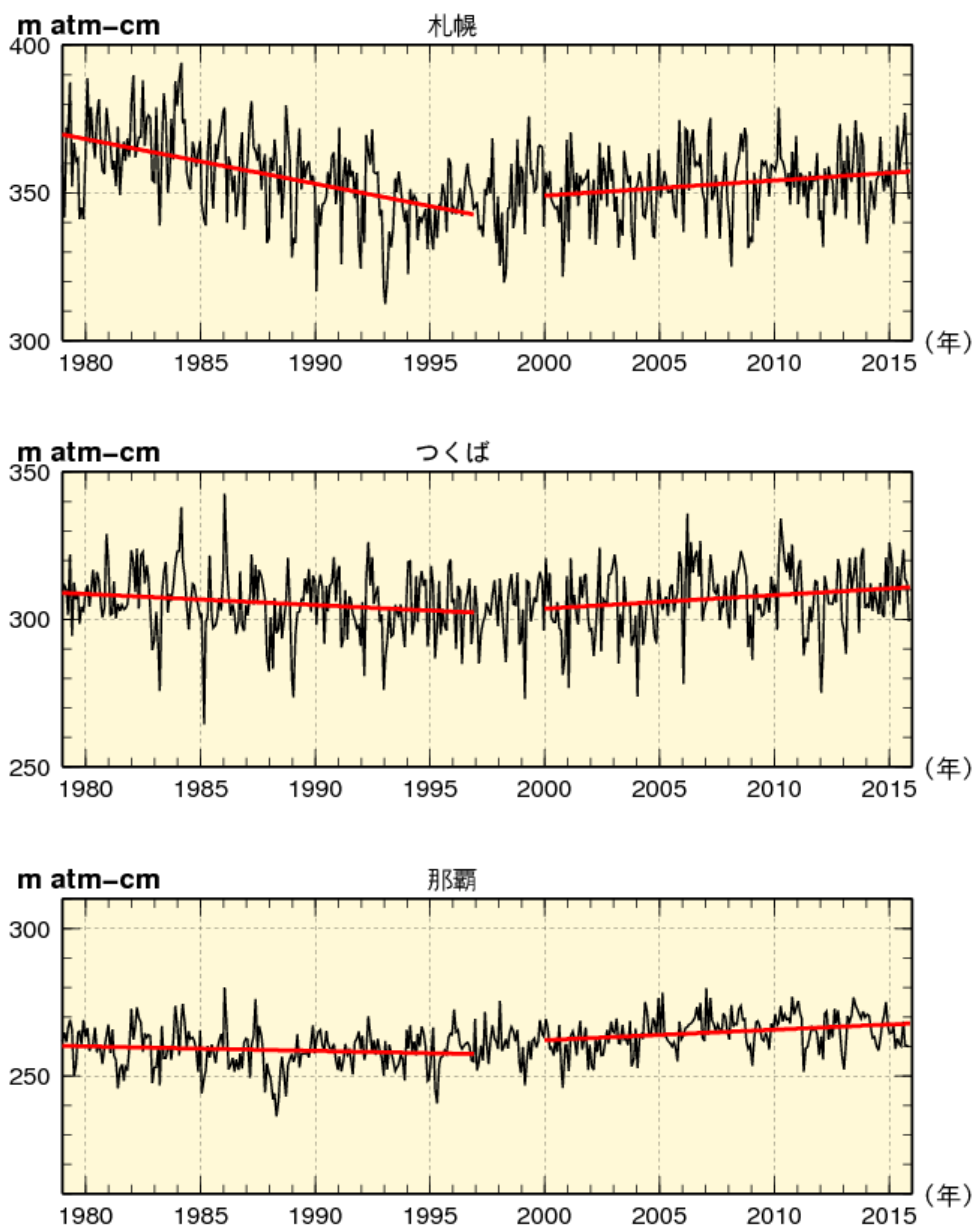


図2-13：日本上空のオゾン全量の長期変化傾向

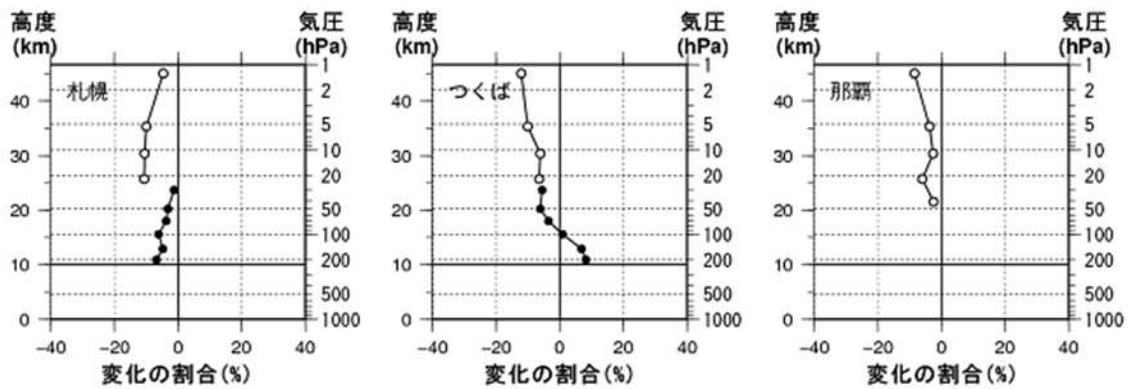
国内3地点（札幌、つくば、那覇）における1979年以降のオゾン全量(m atm-cm)の経年変化。黒線は各地点のオゾン全量を示しており、太陽活動など既知の周期的な自然要因と相関の高い変動成分を除去した値である。赤線は1979～1996年及び2000～2015年の回帰直線を示している。上から札幌、つくば、那覇のデータ。

## 日本上空のオゾン鉛直分布の長期変化傾向

日本上空のオゾンの鉛直分布の長期変化傾向をみるため、国内3地点（札幌、つくば、那覇）におけるオゾン量の1970～1980年平均と最近5年平均の差（％）の高度分布を図2-14aに示す。この図では、オゾンゾンデ観測及び反転観測によって得られたオゾン量について1970～1980年の累年平均値（この時期にはオゾン層破壊現象がまだ現れていないと見なしうる）と最近5年間（2011～2015年）の累年平均値の差の高度分布を示している。図2-14aをみると、札幌ではほぼ全ての高度においてオゾン層破壊前の累年平均値までは回復しておらず、つくばや那覇の上部成層圏においても同様の傾向がみられる。

2000年以降のオゾン量の変化傾向の高度分布（図2-14b）をみると、上部成層圏ではつくばにおいて5 hPa（高度35 km）以上で有意な増加傾向がみられる。札幌と那覇でも増加傾向がみられたが、有意なものは札幌の高度約30～35 km付近と那覇の高度約25 km付近のみであった。一方、対流圏から下部成層圏においては、3地点とも有意な増加傾向がみられた。

(a) 1970～1980年平均と最近5年平均の差（％）



(b) 2000年以降の変化傾向（%/10年）

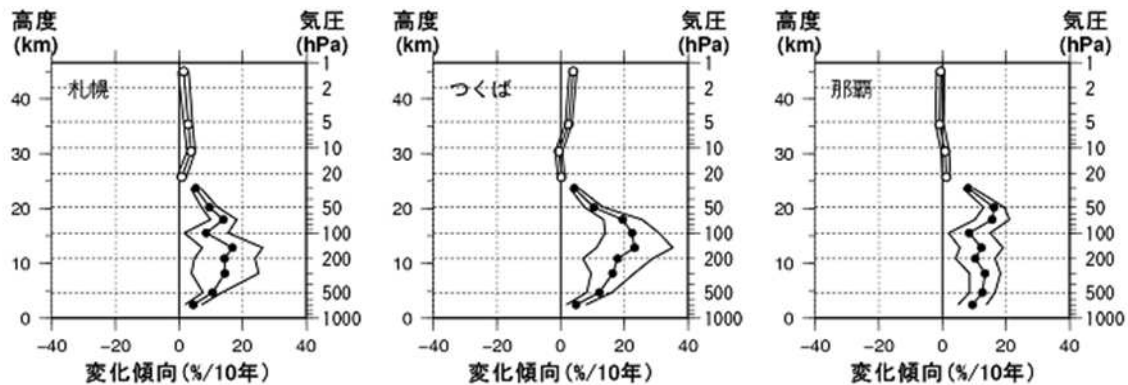


図2-14：日本上空のオゾン鉛直分布の長期変化傾向

国内3地点（札幌、つくば、那覇）の上空における各高度のオゾン量について、(a) 1970～1980年の累年平均値と最近5年間（2011～2015年）の累年平均値の差（％）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。(a)では月別累年平均値から季節変動成分のみを除去し、(b)では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。反転観測の約45 kmの印は、高度40 km付近より上空のオゾン量を合計して求めている。