

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。札幌と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が、札幌では最近の5年間の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年平均値と比べて少ない状況にあり、オゾン層破壊前のレベルには回復していない。一方、那覇と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、那覇とも一時的にオゾンが少ないのは、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。

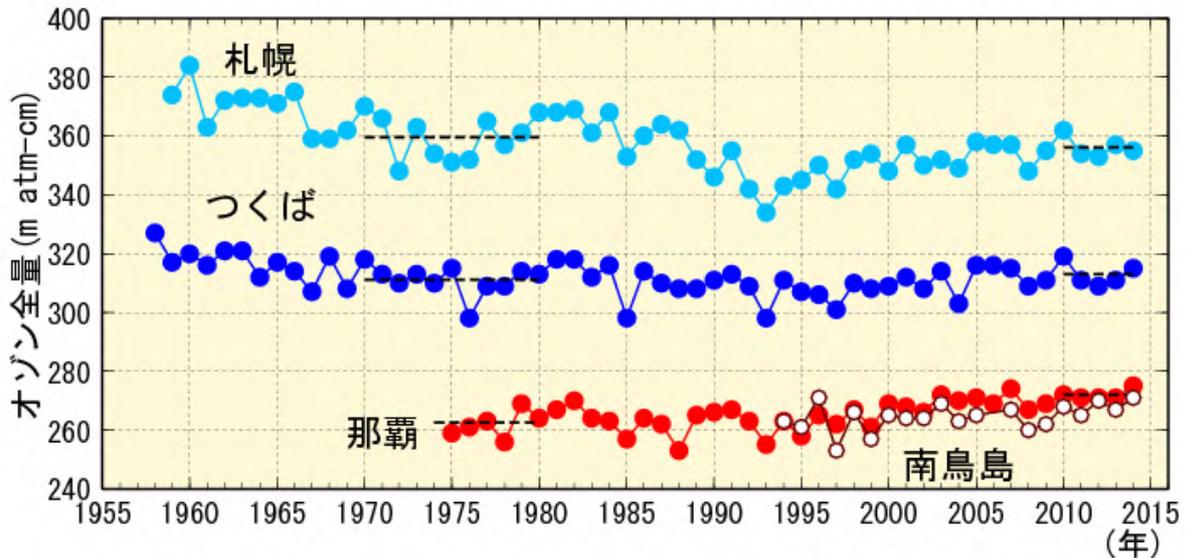


図2-11：日本上空のオゾン全量の年平均値の経年変化

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た（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）。黒破線は1970～1980年平均値（那覇は1975～1980年）と最近5年間（2010～2014年）の平均値。

日本上空のオゾン全量の季節別経年変化

札幌、つくば、那覇、南鳥島のオゾン全量の季節平均値の経年変化を図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時期の平均値として1970～1980年の平均値、世界平均のオゾン量の減少傾向が止まり、オゾン量がほぼ一定となっており、最もオゾン全量が少なかった時期の平均値として1994～2008年の平均値、また、近年の状態として最近5年間（2010～2014年）の平均値も示している。いずれも最近5年間の平均値は1994～2008年の平均値より増えているものの、札幌の春・秋・冬とつくばの冬ではオゾン層破壊前の時期の平均値までは回復していない。一方、那覇の全ての季節、つくばの冬以外と札幌の夏では、オゾン層破壊前の時期の平均値より最近5年間の平均値の方が高い。

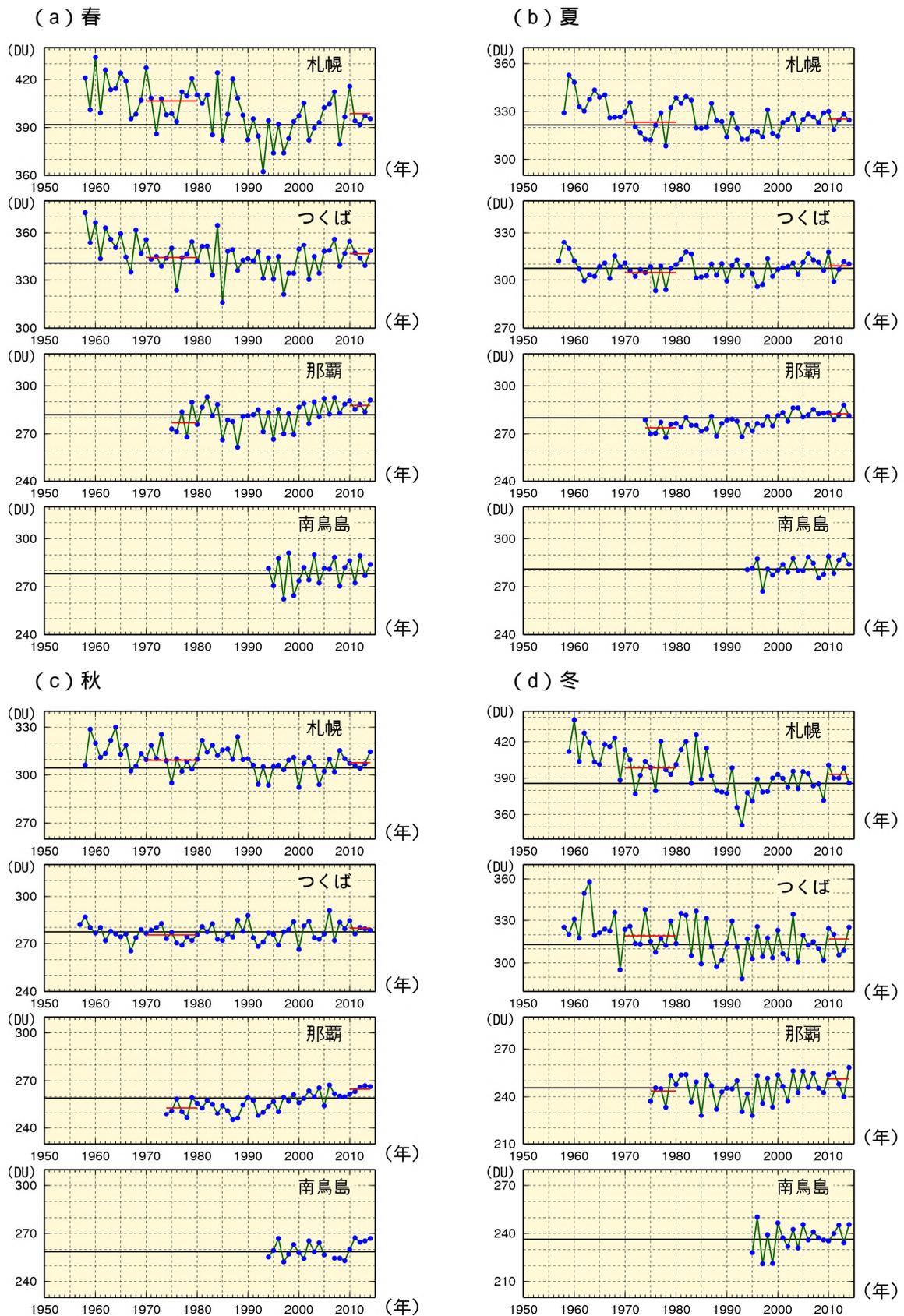


図2-12：日本上空のオゾン全量の季節平均値の経年変化

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)についての値。3か月のうち1つでも月平均値に欠測がある場合は、季節平均値も欠測としている。黒線は1994~2008年の平均値、赤線は1970~1980年の平均値(那覇は1975~1980年もしくは1974~1980年)と最近5年間(2010~2014年)の平均値。

日本上空のオゾン全量の長期変化傾向

国内3地点の地上観測データを用いたオゾン全量（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：黒線）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年以降の期間の長期的な変化傾向（赤線）を図2-13に示す（付録3参照）。各地点のオゾン全量の経年変化（黒線）をみると、1990年代半ばまでの減少に対し、2000年代半ば以降の増加がみられる。

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、札幌では10年当たり約4%、つくばでは10年当たり約1%の割合で減少した。

2000～2014年の変化傾向をみると、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、札幌とつくばでは10年当たり約1%、那覇では10年当たり約2%の割合で有意な増加がみられた。

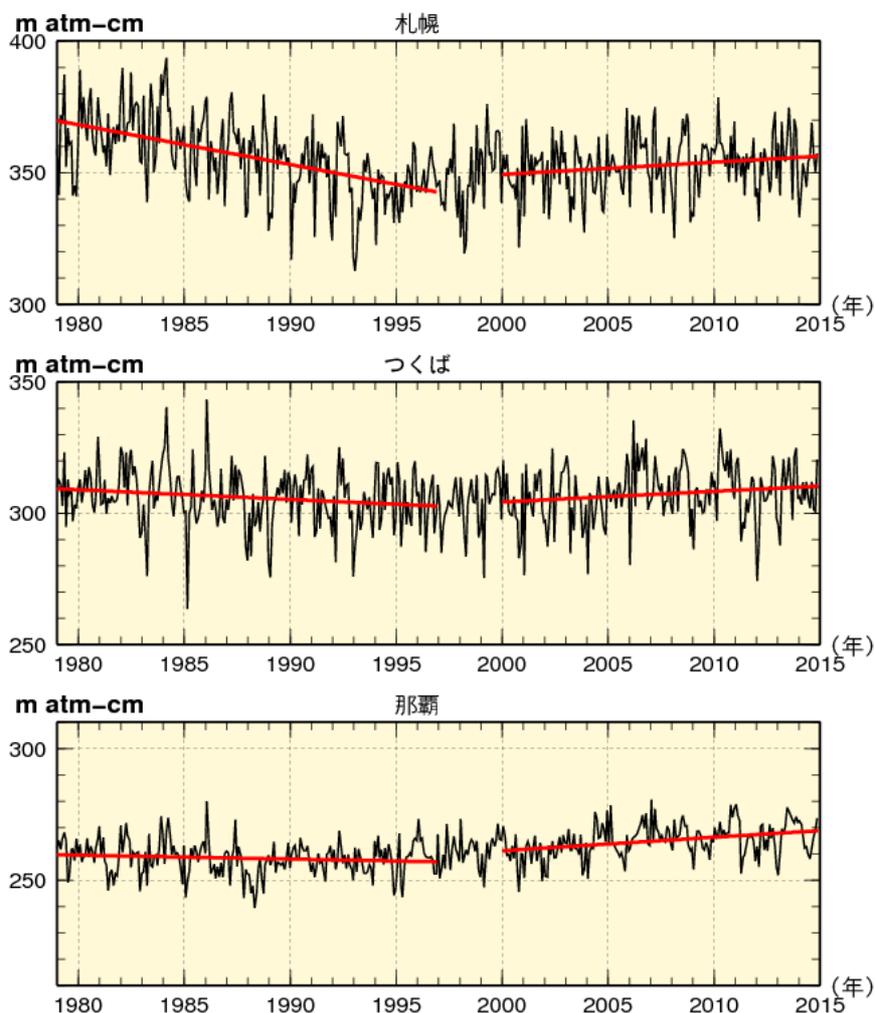


図2-13：日本上空のオゾン全量の長期変化傾向

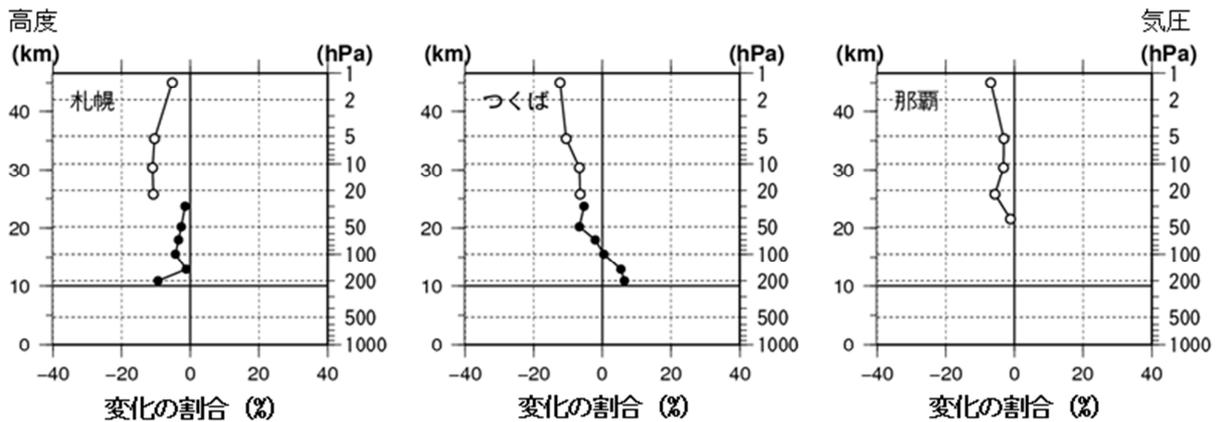
国内のオゾン全量観測による1979年以降のオゾン全量(m atm-cm)。黒線は、太陽活動など既知の周期的な自然要因と相関の高い変動成分を除去した値である。赤線は、1979～1996年及び2000～2014年の回帰直線を示す。上から、札幌、つくば、那覇のデータ。

日本上空のオゾン鉛直分布の長期変化傾向

日本上空のオゾン鉛直分布の長期変化傾向をみるため、1970～1980年までの平均値（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（2010～2014年）との差（％）について鉛直分布を図2-14aに示す。札幌ではほぼ全ての高度でオゾン層破壊前の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でも同様である。

2000年以降の変化傾向（図2-14b）をみると、上部成層圏では、つくばは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付近のみであった。一方、対流圏から下部成層圏では、3地点とも有意な増加傾向がみられた。

(a) 1970～1980年の平均と最近5年間の平均との差（％）



(b) 2000年以降の変化傾向（％/10年）

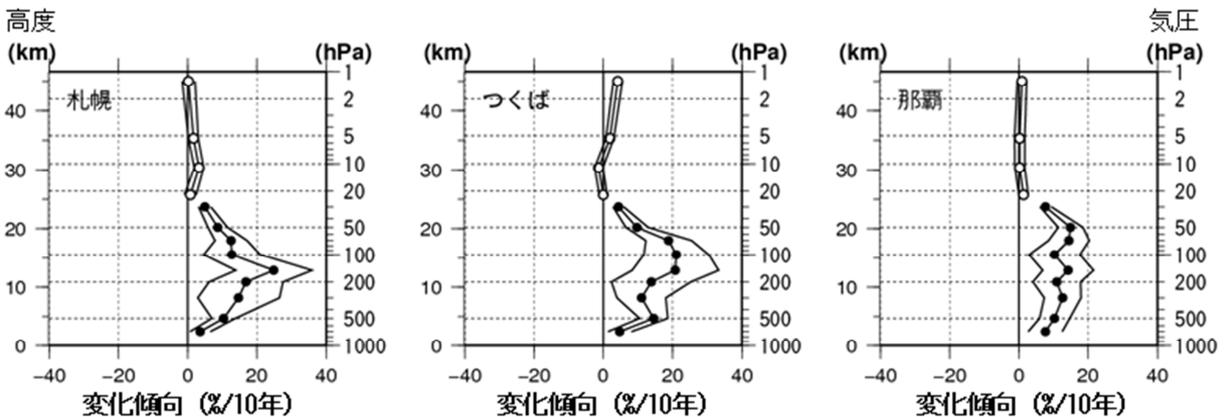


図2-14：日本上空のオゾン鉛直分布の長期変化傾向

(a) 1970～1980年平均のオゾン量と最近5年間（2010～2014年）平均との差（％）、(b) 2000年以降の変化傾向（％/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。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)では反転観測の結果のみ示す。(a)は月別平均値から季節変動成分のみを除去し、(b)は季節変動およ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。なお、反転観測の約45 kmの印は、高度40 km付近より高い気層について合計した量について表している。