

フーリエ変換型赤外分光計で観測された日本上空における北極オゾン層破壊の影響 Impacts of the Arctic ozone depletion on Japan observed with FTIR

橋本 優希¹; 村田 功^{1*}; 中島 英彰²; 長浜 芳寛²; 森野 勇²; 長浜 智生³
HASHIMOTO, Yuki¹; MURATA, Isao^{1*}; NAKAJIMA, Hideaki²; NAGAHAMA, Yoshihiro²; MORINO, Isamu²; NAGAHAMA, Tomoo³

¹ 東北大学大学院環境科学研究科, ² 国立環境研究所, ³ 名古屋大学太陽地球環境研究所

¹Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, ²National Institute for Environmental Studies, ³Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

極域におけるオゾン層の破壊は南極だけではなく北極においても発生しており、2011年には観測史上最大のオゾン層の破壊が確認された。オゾン層の破壊自体は極域の極渦内部で起る現象であり、人が多く住む中緯度域に直接影響を与えることは少ない。しかし、下部成層圏においてオゾン再生する化学反応は存在しないため、極渦が崩壊するとオゾン破壊の起きた空気塊が拡散し中緯度域におけるオゾンの量は減少するはずである。そこで本研究では、つくば・陸別上空における極渦崩壊前後のオゾン量を比較することによって、北極オゾン層破壊が日本にどの程度影響するかについて調べることが目的とした。

オゾン層の破壊は化学反応が原因で起るが、オゾンの変動要因には力学的変動も含まれているため、オゾン層の破壊の影響を調べるためにはこの力学的変動分を排除しなければいけない。そのために化学的に安定な HF や N₂O をトレーサーとし、O₃-HF 相関や O₃-N₂O 相関を調べることによって北極オゾン層破壊の影響を調べた。

解析には、つくばの国立環境研究所に設置されている FTIR および陸別に設置されている名古屋大学太陽地球研究所の FTIR の観測スペクトルを用い、高度分布導出にはスペクトルフィッティングプログラム SFIT2 を使用した。つくばに関しては 2006 年 10 月～2013 年 5 月の O₃・HF の高度分布、陸別に関しては国立環境研究所が解析した 1997 年 10 月～2008 年 7 月の O₃・HF・N₂O 高度分布を使用した。

O₃-HF 相関や O₃-N₂O 相関の直線フィッティングを決める際に必要なパラメータは傾きとオフセットである。O₃-HF 相関の傾きについては使用する極渦崩壊前の全てのデータを用いてフィッティングした際の傾きを用いた。オフセットは化学破壊量を推定するのに重要であるため、極渦崩壊前の O₃-HF 相関の取り方については全ての年を通して同じ値を用いる方法 A と年ごとにフィッティングをする方法 B の 2 つの方法を用いて結果を比較した。極渦崩壊後のオフセットは年ごとにフィッティングを行い、極渦崩壊前の相関のオフセットとの差を「オゾン変化量」とした。O₃-HF 相関は下部成層圏のいくつかの高度とコラム全量について求め、その結果からオゾン変化量の年ごとの違いを見たところ、高度 19km や 21km、コラム全量について北極オゾン層の破壊が大きい年の方が極渦崩壊後のオゾン変化量が大きい傾向が見られた。

O₃-N₂O 相関に関しては、N₂O の解析の感度が下部成層圏にはなかったためコラム全量のみ相関を取った。O₃-N₂O 相関の直線フィッティングは、年ごとのフィッティングでもかなり相関が良く、傾きやオフセットを一定にしてしまうと明らかに合わない年も出てきてしまったため極渦崩壊前の O₃-N₂O 相関は傾きとオフセットの両方について年ごとにフィッティングを行った。崩壊後の O₃-N₂O 相関は、傾きは極渦崩壊前の値を用いてオフセットだけフィッティングを行った。すると O₃-N₂O 相関についても北極オゾン層破壊の大きい年の方が、オゾン変化量が多い傾向が見られた。

北極オゾン層の破壊の規模とオゾン変化量との間に関係が見られそうだったので、両者の相関を取った。北極オゾン層破壊量の定量化は難しく、標準的なやり方があるわけではないため、気象庁 [2012] と Pommereau et al. [2013]、Rex et al. [2013] の 3 つの指標を用いてそれぞれ比べた。

北極オゾン層の破壊量とオゾン変化量の相関からどの方法や指標を用いるのが妥当かについて考察したところ、方法・指標の両方ともどの方法が最も妥当か判断ができるほどの差はなかった。そのため、すべてに共通して見られる特徴から判断し考察することにした。

その結果、つくばでは高度 21km、陸別では高度 19km において北極オゾン層の破壊量と極渦崩壊後のオゾン変化量との間に良い正の相関が見られた。コラム全量の O₃-HF 相関や O₃-N₂O 相関においても同様に正の相関が見られた。観測地点によって相関の見える高度が異なった結果については、成層圏では大気が等温位面に沿って移動しその等温位面は低緯度に行くにしたがって高度が上昇すること、北極オゾン破壊が下部成層圏の限られた高度範囲で起こることを考えるとこの結果は妥当であると考えられる。

この結果を用いて、日本上空における化学的なオゾン破壊量に対しどのくらい紫外線量が増加するかについて調べた。オゾン全量の化学的変化量を見積もったところ、つくばは最大約 30DU、陸別は最大約 40DU だった。そこでつくばにおいてはオゾン全量変化量が 30DU 減少した時とその中間値にあたる 15DU 減少した時の紫外線増加量、陸別においてはオゾン全量変化量が 40DU 減少した時とその中間値にあたる 20DU 減少した時の紫外線増加量について調べた。その結果、中間値で見てもつくばでは約 6.0%の紫外線が増加し、陸別では約 7.0%の紫外線が増加することが分かった。

AAS22-01

会場:511

時間:4月30日 16:15-16:30

キーワード: フーリエ変換型分光計, 北極オゾン破壊, 中緯度
Keywords: FTIR, Arctic ozone depletion, mid-latitude