

フーリエ変換型赤外分光計を用いたつくば上空O₃、HCl、HFの高度分布観測

Vertical profiles of O₃, HCl and HF observed with Fourier transform spectrometer at Tukuba

後藤 秀美¹, 村田 功^{1*}, 中島 英彰², 森野 勇²

Hidemi Goto¹, Isao Murata^{1*}, Hideaki Nakajima², Morino Isamu²

¹東北大院・環境, ²国立環境研究所

¹Environmental Studies, Tohoku Univ, ²NIES

つくばの国立環境研究所ではフーリエ変換型赤外分光計 (FTIR) を設置し、地上から大気微量成分を観測している。FTIRは波数分解能が高く、インバージョン法により成分によっては高度分布を求めることができ、また観測できる波長範囲が広く多成分同時観測が可能という利点がある。多成分を同時観測できると、それぞれの比較から力学的変動と化学的変動を分離することも可能となる。本研究は、FTIRによる高度分布導出方法を確立することと、その結果を用いてO₃・HCl・HFの解析から、中緯度域における極域からの影響によるO₃の変動を明らかにすることを目的としている。

高度分布導出のためのスペクトル解析には、Rinslandらによって開発されたインバージョンプログラムSFIT2を用いている。リトリバルを行う際、初期高度プロファイルへの依存度や温度依存性が問題となる。解析に適した波数領域を使用し、初期高度プロファイルの不確定性を表すパラメータSaやS/Nの最適化も精度の良い高度分布導出には不可欠である。

まず、O₃高度分布導出精度の検証を行うために、波数領域やパラメータの検討を行った後、つくばの高層気象台のオゾンゾンデデータと同日観測の2006年の12例を比較した。その結果3051.29–3051.90cm⁻¹の波数領域でSa=20%、S/N=200として解析をすることで、高度20–30kmにおいて3–15%の精度で導出可能であることを確かめた。

HClの高度分布はAURA衛星搭載のMLSの観測データと比較し検証を行った。2004年から2007年の間で、月に1–2例極域からの影響など目立ったイベントが無い日を選択し、計57例を比較した。その結果2925.88–2926.00cm⁻¹の波数領域を用いてSa=30%、S/N=300として解析をすることで、高度20–30kmの範囲で10–25%の精度で高度分布の導出が可能であった。

HFの高度分布はUARS衛星搭載のHALOEの観測データと比較し検証を行った。HFは2001年から2005年の同日観測8例を比較し、4038.88–4039.07cm⁻¹と4109.88–4110.10cm⁻¹の2つの波数領域を使用してSa=40%、S/N=400として解析をすることで、高度20–30kmの範囲で12–38%の精度で導出可能であることを確かめた。

中緯度域の成層圏O₃量は、極渦の崩壊に伴うO₃量の少ない気塊の移流など極域からの影響を少なからず受ける。解析を行った2005–2008年に関して、年に1–2例O₃・HFの気柱全量が前後のデータと比べ大きな値となることがあり、極域からの影響があったと考えられた。また、気柱全量の時系列変化だけでは見えない極域からの影響は、化学的に安定なHFをトレーサーとし、O₃–HF相関・HCl–HF相関を調べることで見つけることが出来る。以上のような極域から影響があったと考えられる日について、ポテンシャル渦度解析・粒跡線解析を用いて気塊の起源を調べた。いずれの日も概ねO₃–HF相関、HCl–HF相関と対応していることが確かめられ、FTIRによ

る観測で極域からの影響を捉えることができた。

2005年から2008年の解析結果の中で、極域からの影響を捉えた日は11例ある。それらは3つに分類することができ、①約19–31kmの全高度にO₃破壊のあった気塊が到来した場合が1例（2005/3/16）、②高度19km付近にのみO₃破壊のあった気塊が到来した場合が7例、③高度19km付近に極域起源であるがO₃破壊は起きていない極渦周辺の気塊が到来した場合が3例であった。今回の結果からは、極域からの影響は概ね高度19km付近に現れることが多かった。

①の場合は気柱全量でもO₃の化学的減少が見えて、その気柱全量でのO₃破壊量は約50DUであった。②の場合、高度19kmにおけるO₃減少量は、通常の中緯度域におけるO₃量と比較すると1ppm程度であることが多かった。さらに②は、(1)気柱全量で見ても化学的変動によりO₃が減少している場合と、(2)気柱全量では減少していない場合に分けることができた。(1)は2005/4/23の1例のみで、HF全量との比較から、化学的変動により約40DU通常に比べ減少していた。(2)は残りの6例で、気柱全量ではO₃破壊が判別できなくても、高度分布を導出したことでO₃の化学的変動が特定できた。

また、解析に用いているインバージョン法の特性上、高度毎の解に相関があることの影響で、ある高度のみ混合比が大きく変化した場合、解がその急激な変動を捉えきれず、得られる高度分布が振動解のようになってしまうことがあるという問題点も発見された。