

東アジアにおけるフッ素系温室効果気体の濃度トレンドと中国からのVOC排出実態の解析

Atmospheric halocarbon trends in East Asia and investigation of VOC emissions from China

横内 陽子 [1]; 斉藤 拓也 [1]; 向井 人史 [2]

Yoko Yokouchi[1]; Takuya Saito[1]; Hitoshi Mukai[2]

[1] 国立環境研; [2] 国環研

[1] NIES; [2] NIES

1. はじめに — 温室効果気体であるフッ素系温室効果気体 (以下、F ガス) のうち、成層圏オゾン破壊物質である CFC 類は近年そのグローバルな排出量が減り、2003 年には 80 年代後半の 10% 以下となった。しかし、CFC 類の暫定的な代替物質である HCFC 類の排出量はなお高レベルにあり (ex. 2006 年の HCFC-22 排出量推定値: 172.4 Gg/y) また、最終的な代替物質である HFC 類の多くはその排出量が年々増加している (ex. HFC-134a の排出量推定値: 0.1Gg/y (1990 年)-138.2Gg/y (2006 年)) (AFEAS; <http://www.afeas.org>)。一方、F ガス排出の分布も、先進国における規制と発展途上国の経済成長が相まった結果、地球規模で変容している。ヨーロッパでは多くの F ガス排出量が減少している (Derwent et al., 2007) のに対して、中国における HCFC 消費量は世界全体の 45 % に上ると推定されている (UNEP, 2008)。おそらく今後は、東アジアにおける F ガスの大量排出がこれらのガスのグローバルな収支を左右するものと考えられる。このため、国立環境研究所ではアジア大陸の影響を検出するのに適した波照間島において、F ガスを含む多成分 VOC 高頻度観測を実施している (2004 年 ~)。本研究では、代表的な F ガス類の東アジア域における経年変化、季節変化を明らかにすると共に中国からの VOC 排出の実態について考察した。

2. 観測 — 波照間島にある国立環境研究所観測ステーション (24.1 °N, 123.8 °E) で、40m タワーから大気を取り込み、自動大気濃縮装置/キャピラリー GC-MS による VOC 類の毎時間観測を進めた (Yokouchi et al., 2006)。対象化合物は、CFC 類 (6 成分)、HCFC 類 (5 成分)、HFC 類 (5 成分)、PFC 類 (3 成分)、ハロン類 (2 成分)、SF₆ などの F ガスに加えて、テトラクロロエチレン (C₂Cl₄) などのハロゲン系溶剤 (5 成分)、ベンゼン、n-ペンタン、他 10 成分である。

3. ベースライン濃度の経年変化と季節変化 — 2004 年 5 月 ~ 2008 年 10 月の間に 28000 組以上の観測データが得られた。HFC-152a, HFC-134a, HCFC-22, HCFC-142b, HCFC-141b とテトラクロロエチレンについて、この地域のベースライン濃度変動を把握するため、毎月のデータから平均値 ± 1 内のデータを抽出する操作を 2 度繰り返して、その平均を各月のベースライン濃度とした。このベースライン濃度変動を AGAGE の報告値と比較した結果、いずれの化合物も北半球バックグラウンドを代表する Mace Head (アイルランド) のベースライン濃度と南半球バックグラウンドを代表する Cape Grim (タスマニア) のベースライン濃度の間を振動する季節変化を示した。HFC、HCFC 類については、経年的な増加傾向を示し、HFC-134a の場合、年平均濃度は 37.4 ppt (2005)、41.8 ppt (2006)、46.9 ppt (2007) と年 10 % 以上の増加を示した。気団のバックトラジェクトリーと合わせて考えると、波照間の F ガスベースライン濃度は北半球低 ~ 中緯度の濃度を反映していると言える。逆に各緯度帯の F ガスベースライン濃度の推定が波照間島の観測データからある程度可能になる。

4. 中国起源 VOC 排出量に関する考察 — バックトラジェクトリー解析によって中国起源の汚染イベントを特定し、その際の各成分の濃度増加比を調べて中国からの排出割合を考察した。F ガスの主要な組成は 2004 年 ~ 2008 年にかけて大きく変わらず、HCFC-22 が約 50 % (モル比) を占め、これに HFC-23、HCFC-141b が 10 % 前後で続いた。温室効果気体としての寄与率は HFC-23 によるものが最大で約 40 % を占め、これに HCFC-22 が続いた。HFC-32 / HCFC-22 比、HFC-134a / HCFC-22 に増加傾向がみられるとともに、HFC-23 / HCFC-22 比にやや減少傾向が見られた。一方、F ガス以外の VOC 類については、炭化水素やハロゲン系溶剤の排出が多いことが分かった。2005 年の HCFC-22 排出量の推定値、約 55Gg/y (Yokouchi et al., 2006; Stohl et al., 2008) を基準にすると、中国からの年間排出量はベンゼン; 約 400Gg/y、ジクロロメタン; 約 200Gg/y と見積もられた。

参考文献

Derwent, R.G., et al. (2007), *Atmospheric Environment*, 41, 757-767.

Stohl, A., et al. (2008), *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 8, 19063-19121.

UNEP (2008), *OZONACTION HCFC Phase out: Convenient Opportunity to Safeguard the Ozone Layer and Climate.*

Yokouchi, Y., et al. (2006), *Geophysical Research Letters*, 33, L21814.