

埼玉県におけるオゾン層破壊物質等のモニタリング

大気環境担当 竹内庸夫

1 はじめに

地球環境問題の一つにオゾン層破壊が挙げられる。この問題は、1974年にRowlandらがフロンガスによるオゾン層破壊の可能性を指摘してから急速に関心を集め、1987年のモントリオール議定書により国際的な取組が開始された。

この取組の一環として、オゾン層破壊物質の影響を地球規模で観測するために、世界各国ではバックグラウンド地域においてフロン類の大気測定を実施している。しかし、これらの物質の発生は人為的なものであるため、対策の効果をいち早く知り、さらに効果的な対策へ還元するためには都市域における観測が有効と考えられる。そこで、埼玉県では1990年度からオゾン層破壊物質の大気濃度モニタリングを実施している。ここでは、これまでの調査によって得られた大気の状態等の知見について紹介する。

2 フロン類と地球環境

オゾン層破壊物質には特定フロン、1,1,1-トリクロロエタンなどがあるが、これらはオゾン層を破壊して有害紫外線が増える原因となるだけでなく、地球温暖化にも大きく寄与している。表1にこれらの性質を示す。代替フロンのうち、HFCと称されるものはオゾン層破壊には寄与しないが、地球温暖化効果が高いので、ここではこれも含めて対象とし、以下、フロンを中心に述べる。

国際的なオゾン層保護対策は、モントリオール議定書に決められ、その後、数次にわたる規制強化が示された。表2に現在の規制の概要を示す。我が国ではオゾン層保護法により使用量等の削減を目指した対策が進められ、家電リサイクル法及びフロン回収破壊法により、回収、破壊の対策が法制化されている。地球温暖化対策としては、表2に挙げた京都議定書の目標値が示され、今後は議定書の批准を経て、国際的な取組が始められる。

3 調査方法

調査地点は、図1に示す県内の都市部と山間部の3地点である。都市部として、県南の浦和ではさいたま市の県大久保合同庁舎屋上で、県北の熊谷では熊谷市役所屋上で、山間部として、東秩父では堂平山山頂付近の標高840mにある大気汚染常時監視測定局前庭で調査を実施した。

毎月月上旬と中旬の2回、内容積2Lのステンレス製真空ビンを使用して、試料大気を瞬間的に採取した。分析は1990年度から2000年度までは液体酸素による冷却濃縮GC-ECD法、1998年度からは液

表1 フロン類の性質

物質	大気中 寿命(年)	オゾン層 破壊係数 ¹⁾	地球温暖 化係数 ²⁾
CFC11	45	1	4600
CFC12	100	1	10600
CFC113	85	0.8	6000
1,1,1-トリクロロエタン	4.8	0.1	140
四塩化炭素	35	1.1	1800
HCFC22	11.9	0.055	1700
HCFC141b	9.3	0.11	700
HCFC142b	19	0.065	2400
HFC134a	13.8	0	1300

¹⁾: CFC12=1、²⁾: CO₂=1とした相対値
(IPCC, Third Assessment Report, 2001 及びオゾン層保護法より)

表2 各議定書の主な内容

種類	対象物質	内容(先進国)
モントリオール 議定書	CFC	1994年 25%以下等
	1,1,1-トリクロロエタン	1996年 全廃*
	四塩化炭素	2004年 65%以下 2010年 35%以下 2015年 10%以下 2020年 全廃*
京都 議定書	HFC	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , HFC, PFC, SF ₆ のCO ₂ 換算合計で 2008~2012年の平均 6%(日本の場合)削減

*: エッセンシャルユースなど除外あり



図1 調査地点

体室素による冷却濃縮 GC/MS 法により行った(一時期併用)。調査対象物質は、1990 年度の調査開始当初から CFC11、CFC12、CFC113、1,1,1-トリクロロエタンの 4 物質、1998 年度から HCFC22 と HFC134a を加え、2000 年度からはさらに HCFC141b と HCFC142b を追加した。また、同時に有機塩素化合物であるトリクロロエチレン等も分析した。

4 調査結果

4.1 濃度推移

調査の結果得られたフロン類濃度の年間平均値を、国内のバックグラウンドとして測定されている北海道(環境省, フロン等オゾン層影響微量ガス監視調査, 2001)及び岩手県(気象庁, 気候変動監視レポート(年次報告))の結果と合わせて、図2に示す。

1990 年度から数年間はバックグラウンド地域と比較して県内の濃度が高く、さらにこの3地点でも都市

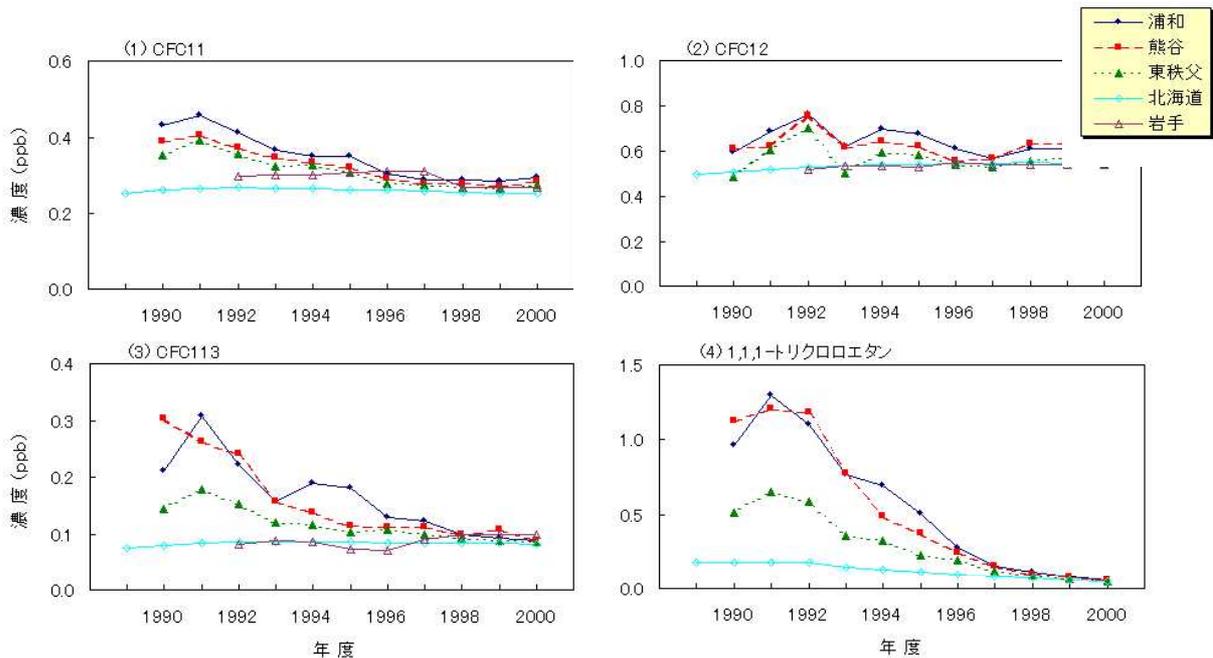


図2 特定フロン類濃度の経年推移

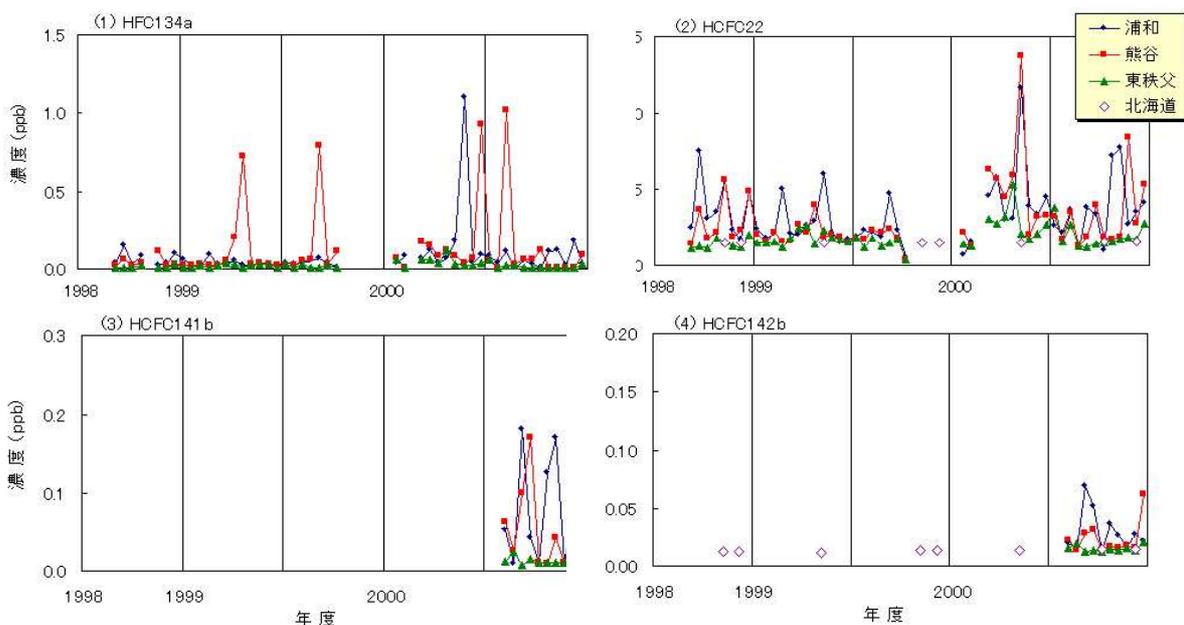


図3 代替フロンの濃度推移

部と山間部では明らかな濃度差が認められた。しかし、その後は濃度低下が見られ、都市部、山間部、バックグラウンド地域とも近似したレベルになってきている。特に、CFC113と1,1,1-トリクロロエタンでは濃度低下が顕著であり、現在では3つの地域区分の濃度差はほとんど見られない。これは、この2物質の主な用途が洗剤であるため全廃規制後の排出がほとんどないこと、大気中寿命が比較的に短いことによる。これに対し、CFC11とCFC12は濃度低下が緩やかであり、現在でも若干の地域差が見られる。これはこの2物質の主用途が発泡剤や冷媒であるため全廃規制後も製品中に長く留まり、製品の廃棄に伴って排出されること、大気中寿命が長いことによる。このような地域特性は、得られた個々のデータの統計解析によっても裏付けられる。

代替フロンについては、各回の測定値の推移を図3に示す。濃度変動の下限側は北海道と同レベルであるが、都市部において頻りに高濃度が現れ、大気への排出が行われていることが分かる。

4.2 対策の大気への影響

脱フロン対策として、発泡剤及び冷媒の分野では代替フロンへの転換が行われており、この影響は上に述べたように代替フロンの高濃度ピークの出現として表れている。一方、洗剤分野では一つの選択肢としてトリクロロエチレン等の塩素系洗剤への転換があり、これは人体有害性の点で懸念される。全廃規制の前後にはこの転換が実施されたと考えられ、図4に示すように大気濃度にも反映されていた。しかし、1998年度以降はトリクロロエチレン濃度の上昇は頭打ちとなっており、これ以上の転換は進まなかったと考えられる。このことは図5に示すように、国内の供給量統計からもいえる。

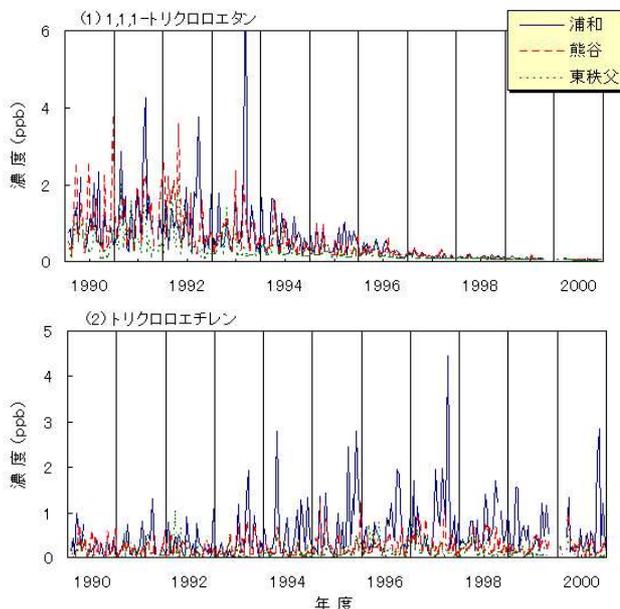


図4 塩素系洗剤の濃度変動

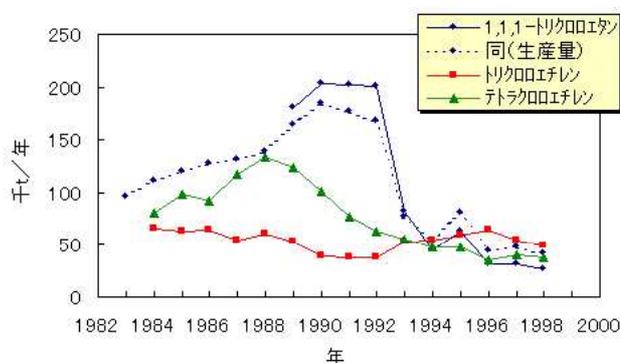


図5 塩素系洗剤の国内供給量の推移

5 おわりに

これまで述べてきた以外にも、季節変動、時間変動などにも対策の効果が表れており、各地点や物質の性質及び用途によって特徴的な濃度変動特性が把握できた。また、上空の試料採取を行うことにより、全廃規制後の特定フロン類は立体的に均一な濃度分布であること、代替フロンは高度が高くなるほど濃度低下することなどを把握している。

以上のように、1990年度から11年間の調査の結果、オゾン層保護対策としてのフロン規制の効果が大気濃度に表れていることが確認できた。しかし、CFC11、CFC12の濃度低下は緩やかであり、現在はほぼ横ばいで推移している。これらの安定なフロンは大気への排出がなくても濃度が減少するには時間がかかり、成層圏の濃度に効果が表れるにはさらに長期間を要する。そのために、今でもオゾンホールは面積は年々大きくなっている状況である。したがって、今後は製品からの回収の徹底により大気排出を抑制することが必要である。これからもこれらの対策の効果や影響を監視するために、モニタリングを継続していく予定である。