

生産中止後の都内フロンの大気濃度について

小 峯 美奈子* 早 福 正 孝 古明地 哲 人
紺 野 良 子** 岩 崎 好 陽

(*非常勤研究員 **現水質保全部)

要 旨

地球環境汚染物質である特定フロン（フロン11、フロン12、フロン113）について、1988年度より、都内一般環境においてガスクロマトグラフ法による測定を実施し、その濃度変動を検討した。その結果、都内3地点の年平均値は、3地点での最終観測年である1997年度において、フロン12>フロン11>フロン113の順であった。また、この10年間において、フロン12及びフロン113については回収・破壊等の対策効果が現れ、都内一般環境濃度は、日本のバックグラウンドレベル（岩手県綾里）に接近してきた。しかし、フロン11については低減傾向は見られず、同じくバックグラウンドレベルの2倍程度の濃度で推移している結果が得られた。

キーワード：フロン、モニタリング、削減対策

Atmospheric Concentration of CFCs in Tokyo following No-production Regulations

Minako Komine*, Masataka Soufuku, Tetsuhito Komeiji
Ryoko Konno** and Yoshiharu Iwasaki

*Associate Researcher **Water Quality Protection Division

Summary

Concentration of chlorofluorocarbon levels, for CFC-11, CFC-12, and CFC-113 in Tokyo was measured using an automatic gas chromatographic method since fiscal 1988 and the changes were compared. As a result, yearly averages in fiscal 1997 at three measuring points were in the order of CFC-12>CFC-11>CFC-113. Environmental concentration in Tokyo shows the effectiveness of recovery and destruction activities for those chemicals and concentrations of CFC-12 and CFC-113 are coming close to the background level in Japan - Ryori, Iwate prefecture. Meanwhile, CFC-11 levels don't decrease over the past 10 years and remain about twice the background level.

Keywords : chlorofluorocarbon, monitoring, reduction measures

1 はじめに

人体に及ぼす毒性が低いことにより戦後急速に生産量を増やしたクロロフルオロカーボン（以下フロン）に対して、カリフォルニア大学のローランドらは1974年6月にオゾン層を破壊する危険性を指摘した。また、フロンは地球温暖化物質としても二酸化炭素に続き重要な原因

物質となっていることが明らかにされてきた。

このようにフロン類に対して、国際的な規制の動きが高まり、1992年に開催された「第4回モントリオール議定書締結国会議」においては、1996年以降の特定フロン5種類の生産が禁止された。その後もフロン使用を抑える傾向が続いているが、今までに生産され、大量に使用

され今なお電気製品などに含まれているフロン類の量は計り知れない程大きい。国内においては1986～1996年にかけて特定フロンは年間約100,000トン生産された¹⁾。これらの特定フロンが今後徐々に大気中に放出されていく危険性が指摘されている。

そのため、特定フロンについては、生産規制だけではなく、現在存在するフロン類を如何に回収し、安全に破壊できるかが重要な課題となってくる。東京都は平成4年に「東京都地球環境保全行動計画」を作成し、更に平成7年に「東京都地球温暖化防止対策地域推進計画」を策定し、対策に取り組んできた²⁾。

それらのフロンの対策の効果を確認する目的で、東京都は、都内において88年度からフロン3物質の測定を実施した。本報告では生産停止以降を含め、都内のフロン濃度の動向について検討したものである。

2 フロンの測定

(1) 測定地点

測定地点は地域特性を考慮して、都内の下記の3地点を選定した。

ア 能ヶ谷測定局（町田）：町田市能ヶ谷1512

（採取口：地上約18m）住宅地域

イ 都庁地球環境測定局（都庁）：新宿区西新宿2-8-1

（採取口：地上約230m）商業地域

ウ 環境科学研究所測定局（環研）：江東区新砂1-7-5

（採取口：地上約33m）準工業地域

町田と都庁については98年度以降、測定を停止した。

(2) 測定方法

フロン類の測定はガスクロマトグラフ式自動測定器（ヤナコ応技製YON-IS型）で行った。検出器は非放射線式電子捕獲器（ECD）である。

試料300mlを正時前10分間冷却濃縮後、カラムに加熱導入し、分離測定する。測定はフロン11、フロン12、フロン113について実施した。1回の分析周期は60分であり、これを1時間値としてデータ処理した。各成分の校正は高圧ボンベに充填したフロン11、フロン12、フロン113の3種混合の標準ガス（各々約1ppb）を用いて行った。測定機器の詳細については、泉川らが報告している³⁾。

3 結果と考察

(1) 経年変化

自動測定による94～98年度の3地点の年平均濃度を表1に示す。測定開始の93年度はデータ数が少ないため年平均値は求めていない。3地点での最終測定年度である97年度の平均値は、フロン12（0.69ppb）＞フロン11（0.63ppb）＞フロン113（0.14ppb）であった。各成分濃度の経年変化を図1～3に示した。なお図1～3には88～92年度に都内3地点（環研、衛研、多摩）の手分析による測定結果についても記載した^{4)～8)}。

表1 年平均濃度と高濃度値

	フロン12			フロン11			フロン113		
	町田	都庁	環研	町田	都庁	環研	町田	都庁	環研
94年度	0.71	0.83	1.72	0.58	0.56	0.85	0.22	0.20	0.42
95年度	0.59	0.68	0.72	0.62	0.61	0.56	0.16	0.19	0.18
96年度	0.68	0.67	0.87	0.47	0.53	0.56	0.13	0.16	0.15
97年度	0.66	0.73	0.69	0.63	0.64	0.63	0.15	0.15	0.12
98年度	-	-	0.70	-	-	0.54	-	-	0.11
95～97年度平均値	0.64	0.70	0.69	0.57	0.59	0.58	0.15	0.17	0.15
3地点平均	-	0.68	-	0.58	-	-	0.15	-	-
高濃度値	-	2.03	-	1.75	-	-	0.48	-	-

*測定開始年である93年度は測定数が少量のため省いた。

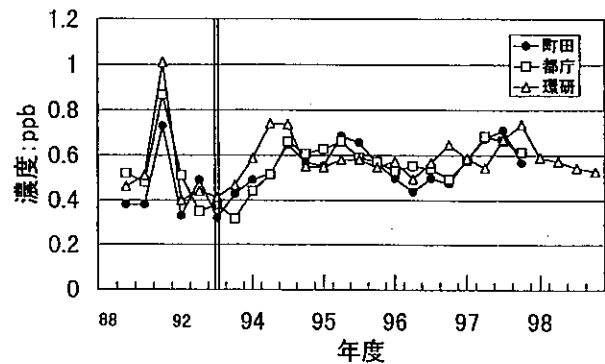


図1 経年変化 フロン11（88～98年度）

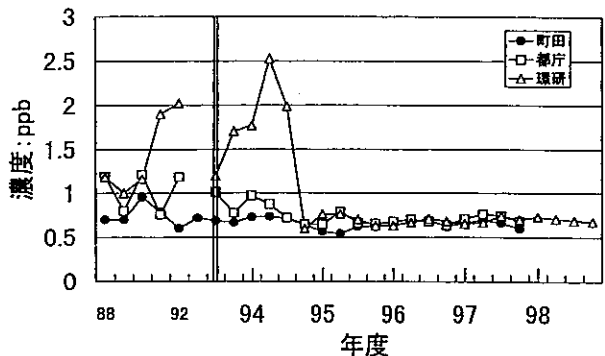


図2 経年変化 フロン12（88～98年度）

この図を見るとフロン12、フロン113については生産規制がかけられる以前から濃度が低下してきたことがわかる。これに対してフロン11については生産規制後も低減傾向はみられない。

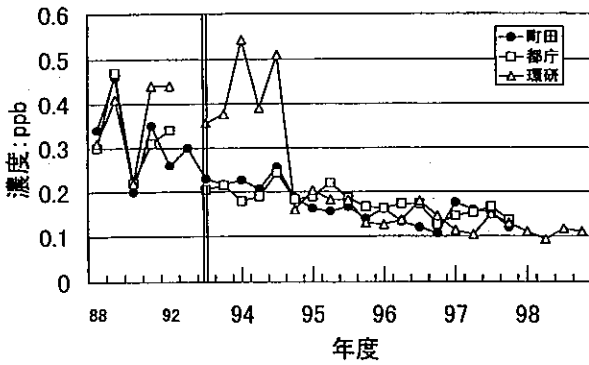


図3 経年変化 フロン113 (88~98年度)

各成分の経年変化の詳細な結果は以下の通りである。フロン12は90~94年度にかけて高濃度が多く見られた。生産停止年の95年度以降は減少傾向から横ばい傾向を示しており、バックグラウンド（ここでは気象庁の綾里測定所とする^{10)~15)}に比べ約2~3割高い値ではあるが、都市域における濃度の安定が見られる。全国の特定制フロンの出荷量の推移を見ると86年以降出荷量は減少している(表2)⁹⁾。

表2 全国のフロン出荷量推移

(単位:万トン)

年	フロン12	フロン11	フロン113
1986	3.82	2.94	6.37
1987	4.09	3.42	7.73
1988	4.12	3.42	8.04
1989	4.14	3.25	8.34
1990	2.76	2.36	5.78
1991	2.14	2.10	5.08
1992	1.80	1.42	2.68
1993	2.17	1.15	1.18
1994	1.08	0.94	1.09
1995	0.54	0.78	1.18
1996	0.19	0.08	0.18
合計	26.85	21.86	47.65

フロン11は著しい低減傾向はみられなかった。その要因として、フロン11は主として断熱材や発泡剤に使用されている(図4)のため、充填されたものがすぐに大気中に多量に放出される可能性が低く、また回収においても技術的、経済的にも効率が悪い。そのため、生産中止後に製品が老朽化・廃棄される過程で大気中に放出され濃度が低下しないものと考えられる。

フロン113は88年度以降から減少傾向が続いている。これは洗浄剤としてのフロン113が順調に他の洗浄剤に転換されているためと思われる。

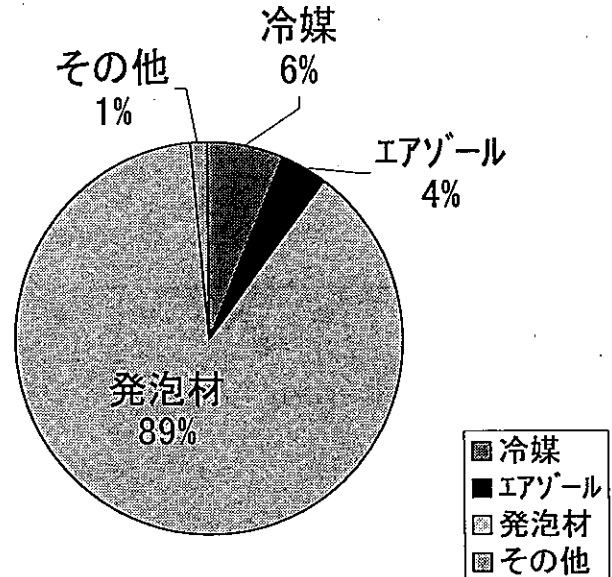


図4 全国のフロン11の生産量の割合 (1995)

綾里の年平均値と各地点の年度平均値^{10)~15)}の比率を図5~7に示す。98年度の環研においてはフロン12が約1.3倍、フロン11が約2倍、そしてフロン113はほぼ同一濃度となった。フロン12、フロン11は95年度以降から3地点ともに同程度の比率で横ばい傾向にある。これは環境汚染の比較的少ない地点においても都市域と同様な減

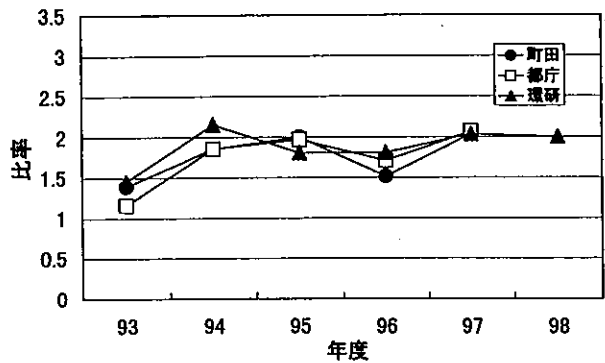


図5 綾里との比率 フロン11

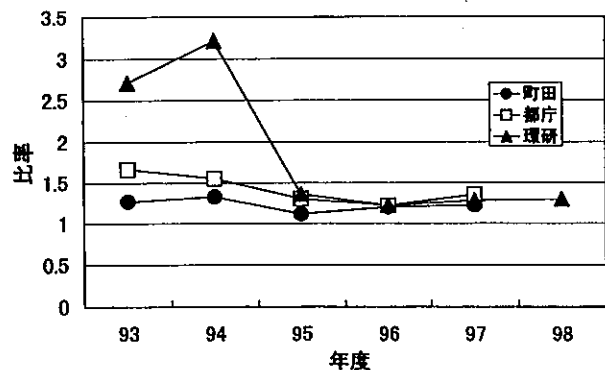


図6 綾里との比率 フロン12

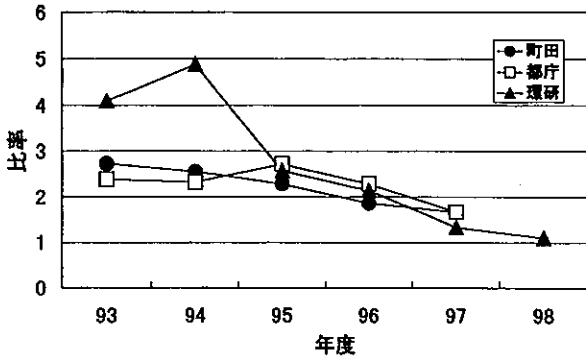


図7 綾里との比率 フロン113

少があると考えられる。フロン11については生産停止後も綾里の2倍程度の割合を保ち続けており、都市域での濃度が一定になってきている。フロン113は95年度以降から順調に比率が下がっている。98年度にはバックグラウンドレベルである綾里との濃度差がほとんどなくなった。これは削減対策、代替物質への転換といった削減対策効果が観測結果から裏付けられたと見てよいだろう。

(2) 高濃度の出現頻度の割合

生産中止をしたことにより、高濃度の出現頻度が変化しているのかをみるため、3地点の年平均値(95~97年度)を基準とし、その3倍以上の値を高濃度と定義して出現頻度調べた(表1)。したがって、高濃度値はフロン12が2.03ppb、フロン11が1.75ppb、フロン113が0.46ppb以上とした。出現頻度を表3に示す。フロン12、フロン11、フロン113ともに高濃度の出現頻度は生産停止以前よりも明らかに減少してきている。特にフロン12、フロン11は96年度には高濃度は出現していない。生産停止後にあたる96年以降の年平均濃度の減少からも、規制による効果が現れていると思われる。

表3 高濃度出現頻度

年度	フロン12			フロン11			フロン113		
	町田	都庁	環研	町田	都庁	環研	町田	都庁	環研
96	-	6	27	5	-	-	130	150	285
97	-	-	-	-	-	-	18	55	92
98	2	-	-	-	-	-	27	35	24

地上の高濃度の発生要因について各地点での気象状態を見るために、気象要素が併設測定されている環研と町田の風向・風速の関連を見た。フロン12とフロン11については表3にあるように出現頻度が少ないため対象をフロン113に絞った。風向、風速の頻度を図8、9に示す。図8より2地点とも他の大気汚染物質と同様に弱風時に

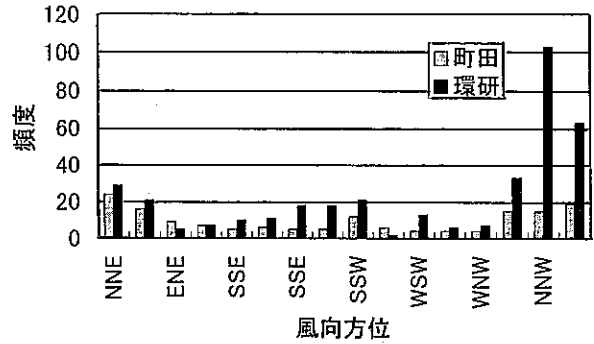


図8 高濃度値の出現頻度(風向)

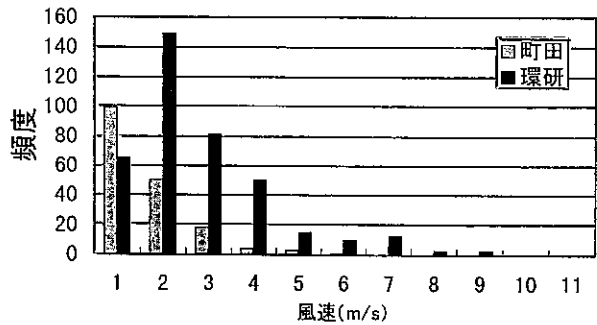


図9 高濃度時の出現頻度(風速)

高濃度が得られた。図9では環研で多少N系の風の時に高濃度が得られた。また町田においても風向における特性を子細にみると、やはりN系の風の時に出現頻度が高い。これらのことから両地点の北方部にフロン113を大量に使用している事業所等の存在が考えられる。

(3) 生産停止後のフロンの回収量と環境濃度

フロン類の生産量は国際的に生産規制が実施される以前から減少し、その結果、大気中のフロン濃度においても減少から横這い傾向になった。冷媒用フロンの90~96年の総出荷量は全国で約98900トン。うちフロン12は約84300トン(約85%)。発泡剤フロンの90~96年の総出荷量は87000トン。うちフロン12は10200トン(約12%)であった⁹⁾。

全国の冷媒用フロンの出荷量は約23000トン、発泡剤フロンの出荷量は約9000トン、洗浄剤の出荷量は約12000トンであった¹⁾。生産中止前の93年度に東京都が行った調査¹⁰⁾によればフロン11の推定総購入量は約30トン、推定総排出量は約24トン、フロン12はそれぞれ約6トン、約5トン、フロン113はそれぞれ約809トン、約703トンであった。このように東京地域におけるフロンの使用は主に洗浄剤によるものである。購入したほとんどはそのまま排出されていたことがわかる。

一方、フロン12は主に冷媒用フロンとしてカーエアコ

ンや家庭用電気冷蔵庫などに使用され、廃棄後の大気放出を防止するための回収・処理破壊が各自治体等で進められている。東京都では廃家電品適正処理協力センターによって廃冷蔵庫のフロン回収が行われている¹³⁾。97～99年5月までに回収されたフロンは約3.1トンであった。また東京都清掃局でも廃冷蔵庫からのフロン回収を行っている(表4)¹⁴⁾。この表を見ると94～98年度の5年間で回収された10トンのほぼ全てが破壊処理されている。しかし、93年度1年間で東京地域のフロン12の排出量が約5トンに対して回収・破壊処理がいかに少量であるかがわかる。フロン11は廃冷蔵庫の断熱材として使用されている事が多いが、フロン12のような処理方法が確立されていないため、環境濃度に影響を与える可能性が非常に高い。

表4 清掃局による廃冷蔵庫のフロン回収量¹⁴⁾

年度	処理台数(台)	回収量(kg)	破壊量(kg)
94	22158	1476	1089
95	31439	2326	2180
96	53383	2770	2070
97	49071	2655	3188
98	51144	2594	2669
合計	207195	11821	11196

放出されたフロン類が自然分解されるには長期の時間を要する。放出量が早急にかつ大量に削減された場合、その結果として、フロン類の環境濃度は更に減少し、オゾン層の破壊と温暖化への寄与も必然的に減少するはずである。そのためには実験規模ではなく、大量に破壊処理ができるような社会システムの確立が必要である。断熱材フロンに関しては技術開発等が全国的に遅れており、義務化はされていない。また回収・破壊処理における運搬のコストや、代替物質などの問題点をいかに減らしていくかが今後の課題となると考えられる。東京都は家電リサイクル法に伴い、廃冷蔵庫の断熱材に用いられているフロン回収を製造メーカーに義務づける独自の制度を検討し始めている¹⁵⁾。今後はフロン11の対策が重要である。

4 まとめ

一連のフロン測定によって以下の結果が得られた。

都内のフロン濃度の経年変化はこの10年間に於いて減少傾向にある。これは規制効果が測定結果によって明ら

かになってきていると考えられる。98年度における環研の濃度はバックグラウンドである綾里と比較するとフロン12が約1.3倍、フロン11が約2倍、フロン113は、ほぼ同一になった。

高濃度の出現頻度は年々減少している。フロン113について風向・風速との関係で出現頻度をみると他の大気汚染物質と同様に弱風であるとき比較的出現しやすい結果が得られた。

特定フロンは生産停止後、全球的には減少傾向にあるが、フロン11の多くは発泡剤などの密閉された状態で存在しており、廃棄された場合、大気放出される可能性が高い。回収も技術的、経済的にも困難なのが現状である。そこで東京都清掃局は廃冷蔵庫の断熱材に用いられているフロン回収を制度化する検討を開始した。このような規制の効果をみるためにも今後も東京都内におけるフロン測定を長期的に継続する必要がある。

引用文献

- 1) 環境庁大気保全局企画課：これからのオゾン層保護対策, P. 392-394 (1996)
- 2) 東京都：地球温暖化防止対策推進計画(平成7年度), P. 2-9
- 3) 泉川碩雄ら：地球環境影響物質に関する調査研究, 東京都環境科学研究所年報1994, P. 185-192
- 4) 東京都環境科学研究所：化学物質による環境汚染に関する研究(第1報), 東京都環境科学研究所年報1990, P. 212-218
- 5) 東京都環境科学研究所：化学物質による環境汚染に関する研究(第2報), 東京都環境科学研究所年報1991, P. 259-267
- 6) 東京都環境科学研究所：化学物質による環境汚染に関する研究(第3報), 東京都環境科学研究所年報1991-2, P. 289-297
- 7) 東京都環境科学研究所：化学物質による環境汚染に関する研究(第4報), 東京都環境科学研究所年報1992, P. 291-300
- 8) 東京都環境科学研究所：化学物質による環境汚染(平成6年3月), P. 45-67
- 9) フロン黒書編集委員会：地球環境政策フォーラム, フロン黒書(1997), P. 20, P. 47-57
- 10) 気象庁：気候変動の監視レポート1998, P. 29

- 11) 気象庁：気候変動の監視レポート1997, P. 27
- 12) 気象庁：気候変動の監視レポート1996, P. 23
- 13) 気象庁：地球温暖化監視レポート1995, P. 7
- 14) 気象庁：大気バックグラウンド汚染観測年報（平成6年度）, P. 33-38
- 15) 気象庁：大気バックグラウンド汚染観測年報（平成5年度）, P. 21-26
- 16) 東京都：有害化学物質対策補完調査（平成4年度東京都委託業務報告書）（平成5年3月）
- 17) 東京都廃家電品適正処理協力協議会：（廃冷蔵庫冷媒フロン回収実績報告（平成11年5月度）
- 18) 清掃局ごみ対策削減室：資料（1999年）
- 19) 都政新聞社：都政新報（1999年8月3日）