

報告

東京湾上におけるフロン測定結果

早 福 正 孝 宇 田 川 満 伊 藤 政 志

1 はじめに

関東地方、特に東京湾岸の一都二県の大気汚染状況を検討する場合には、東京湾が気象に及ぼす影響は無視し得ない。特に海陸風の影響は大きく、工場地域や市街地で発生した汚染物質は陸風により海上に移流した後、海風で陸へ引き戻される現象が起きる。これらの汚染物質の移流機構を解明する目的として、東京湾内にある東京灯標で各種大気汚染物質の測定を行ってきた。

本報ではその内、近年地球環境問題として取り上げられているフロン (CFC-11、12、113) について検討を加えたものである。

2 調査方法

1) 調査場所

東京灯標 (海上保安庁：以下、灯標とする) は羽田空港沖東約 5 km に位置 (北緯35°33'46"、東経139°49'53") する無人灯台である (写真)。灯台機能は自家発電で稼働されている。

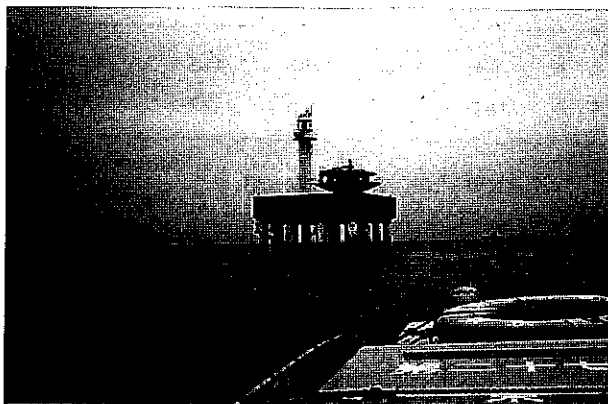


写真 東京灯標

対照地点としての調査は、当研究所 (江東区) で行った。当研究所は準工業地域にあり、灯標は当研究所から南南東約13kmに位置している。

2) 調査期間

調査は1990年7月から1993年3月まで行った。

3) 大気採取方法

フロンガス分析用大気は両テフロンコック付ガラス製真空瓶で採取した。採取は原則として、灯標に設置してある自動測定機の点検時に行い、同じ日に対照地点である当研究所でも同様の採取を行った。試料採取は、夜間を含めた灯標の特別調査を除けば、両地点とも日中のみである。採取時間は、通常灯標が10~14時、対照地点が9~17時である。

4) 分析方法

分析はECD (Ni⁶³、10mCi) 付ガスクロマトグラフで行った。分析条件は次のとおりである。

カラム：Carbopack B / 5%Fluorcol (60/80mesh)

10×1/8 inch OD SP alloy

温度：50℃ (恒温)

ガス：Research Grade N₂ 70ml/min

分析は試料100~200mlを液体酸素で濃縮後、加熱してガスクロマトグラフへ導入して行った。

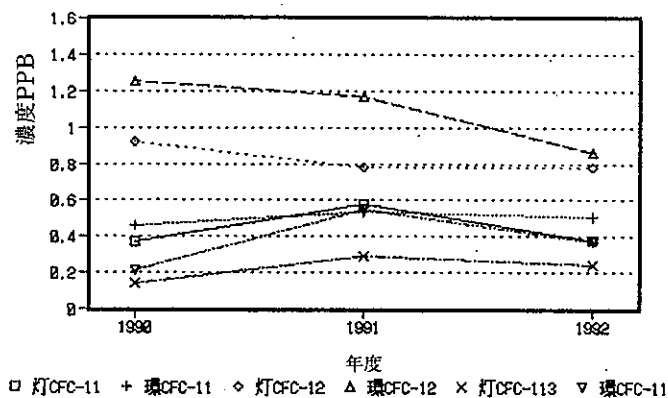


図1 フロン濃度の経年変化
灯標・江東

3 結果と考察

1) フロン濃度の経年変化

表1 フロン調査結果

灯 標				江 東			
CFC-11				CFC-11			
単位 ppb				単位 ppb			
年度	1990	1991	1992	年度	1990	1991	1992
平均値	0.37	0.58	0.38	平均値	0.46	0.54	0.51
最高値	1.03	2.03	1.06	最高値	1.32	1.97	2.67

CFC-12				CFC-12			
年度	1990	1991	1992	年度	1990	1991	1992
平均値	0.92	0.78	0.78	平均値	1.25	1.17	0.86
最高値	13.21	2.48	6.45	最高値	4.71	3.33	4.25

CFC-113				CFC-113			
年度	1990	1991	1992	年度	1990	1991	1992
平均値	0.14	0.29	0.24	平均値	0.21	0.55	0.37
最高値	0.50	1.97	1.13	最高値	1.28	2.68	2.98

3年間の両地点の平均濃度と最高濃度を表1に示す。その内平均濃度をプロットしたのが図1である。両地点とも同じような傾向を示している。すなわちCFC-12は1990年度から濃度の減少傾向を示しているが、CFC-11と113は1991年度から減少し始めている。巻出ら¹⁾が1979年から測定しているバックグラウンド濃度の測定結果によると、1990年までこれらのフロンは急増加の一途であったが、この年を境に増加速度が鈍り始めてきたと報告されている。都市の濃度は後述するように、測定地点には各種発生源から高濃度の汚染質が直接移流して来るような影響を受けることも多いため経年的な濃度増減の傾向はつかみにくい。しかし報告されているバックグラウンド濃度の増加速度の低下を考慮して図1をみると、都市の濃度も減少し始めてきているものと思われる。特に、灯標の濃度変化及び灯標の一都二県に囲まれている海上の位置からみると、これは単に東京だけの濃度の減少ではなく、他県をも含めた濃度の減少とみれる。これはフロン削減対策の効果が次第に現れてきたものと考えられる。

2) 高濃度のフロン

平均濃度を両地点で比較すると、近傍に発生源がない灯標の方が全体的には濃度は低いが(図1)、表1の最高濃度のフロンをみると灯標にもかなりの高濃度のフロンが出現しているのがわかる。灯標のCFC-12の13.21 ppb(1990年11月20日8時)は、環境濃度としては出現例が少ない高濃度である。このときの天候は雨、風向NNE、風速4.5m/secである。風向からみて東京方面からの高濃度のフロンが移流されてきたものであろう。CFC-12が1 ppb以上、CFC-11と113が0.5 ppb以上を「高濃度」とした場合の出現割合と風系別に分類した出

表2 高濃度の出現割合

1 ppb以上のCFC-11					
単位 %					
出現割合	N系	S系	E系	W系	
灯標	23.4	37.3	14.7	14.7	0.0
江東	34.0	23.6	40.6	5.7	2.8

0.5 ppb以上のCFC-12					
出現割合	N系	S系	E系	W系	
灯標	15.1	40.4	7.1	4.8	0.0
江東	32.5	40.6	38.6	7.9	5.0

0.5 ppb以上のCFC-113					
出現割合	N系	S系	E系	W系	
灯標	6.3	81.3	0.0	12.5	6.3
江東	13.1	42.1	2.6	2.6	2.6

注 N系=NW~NE、S系=NW~NE
E系=ENE~ESE、W系=WNW~WSW
気象データの欠測のため%の合計は100%になっていない。

現割合を示したのが表2である。この結果から、灯標と江東の高濃度の出現割合を比較すると、灯標のCFC-12と113の高濃度の出現は江東の約1/2であるのに対し、CFC-11の場合は江東の7割程度出現していることがわかる。風系別にみると、灯標は3成分ともにN成分の風、従って東京方面から移流してくる高濃度の気塊の影響を多く受けているものと思われる。一方、江東の場合は

CFC-11と12がN及びS成分、CFC-113がN成分のときに高濃度が出現しやすいが、E及びW成分の風向のときは高濃度の出現は少ない。灯標はS成分の風向のときには高濃度の出現割合が少なく、N成分のときに多いのに対して、江東は逆にS成分の風向のときにCFC-11と12の高濃度の出現割合が多い。このことから、両地点ともにCFC-11と12については、臨海地域からの高濃度の気塊の影響をかなり受けているものと思われる。CFC-113は両地点ともにN成分のときに高濃度が出現しやすいことから、臨海地域よりももっと内陸からの移流の影響を受けているものと思われる。

3) フロンの風系別分類

2) では高濃度出現時の風向特性をみたが、全データを風系別に平均濃度を求めてプロットしたのが図2である。

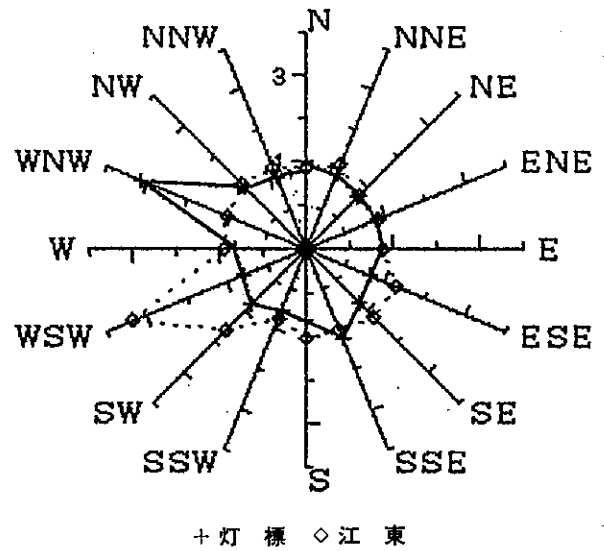


図2-2 風向別濃度(CFC-12:単位PPB)

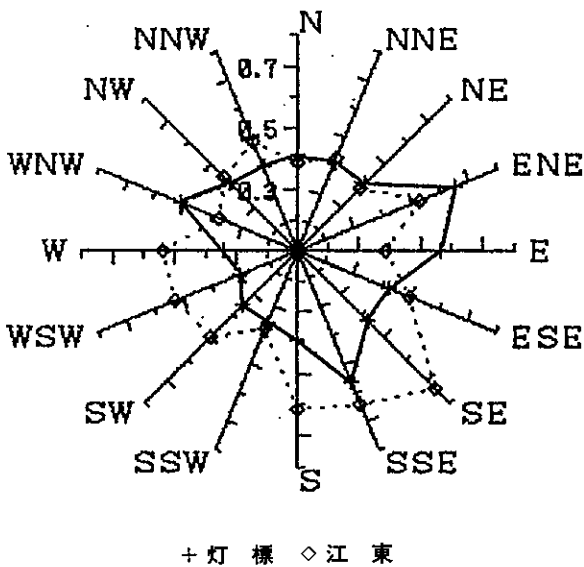


図2-1 風向別濃度(CFC-11:単位PPB)

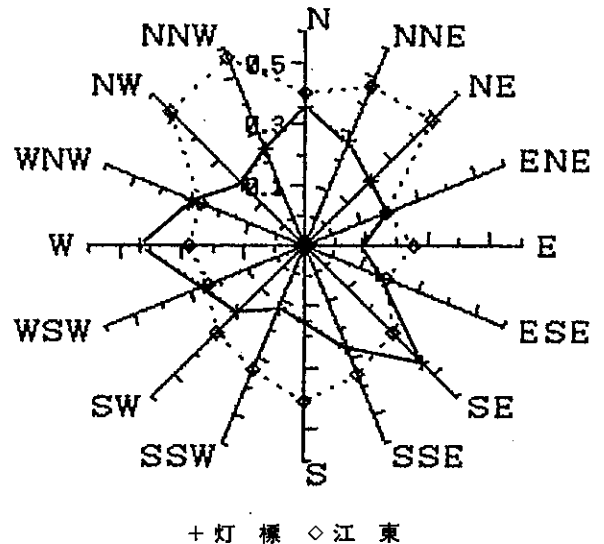


図2-3 風向別濃度(CFC-113:単位PPB)

CFC-11は、灯標がENE、E、SSEの東成分の風のときにやや濃度が高くなるのに対して、江東はS～SEの風向のときに濃度が高くなる傾向がある。CFC-12は、灯標も江東も風向特性がない。なお灯標のWNWと江東WSWは出現回数が少ないため、濃度と風向の関係については明確な判断はできない。CFC-113は、灯標がN、W及びSEで濃度が高いのに対して、江東はNW～NE及

びSに濃度が高い。このようにフロンの種類によって、風向特性が異なるのは、主としてCFC-11が発泡剤、CFC-12が冷媒、及びCFC-113が洗浄剤に使われており、その使用場所がかなり異なることによるものと思われる。その中でもCFC-12が最も広範囲に発生源（自動車、冷蔵庫、クーラー等）が分布しているため、平均的にみれば風向特性が現れにくいものと思われる（図2-2）。

4) 特別調査の一例

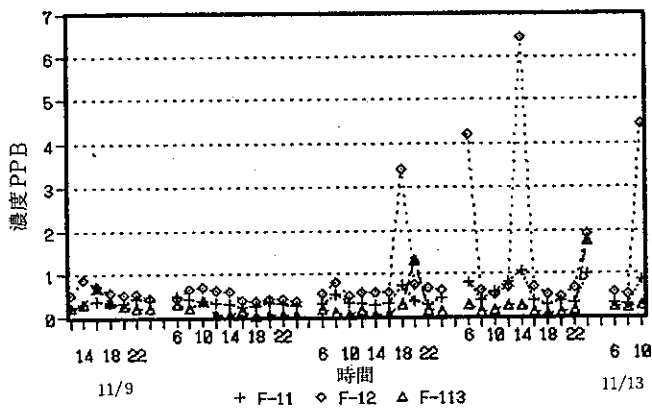


図3 灯標におけるフロン
1992/11/09~11/13

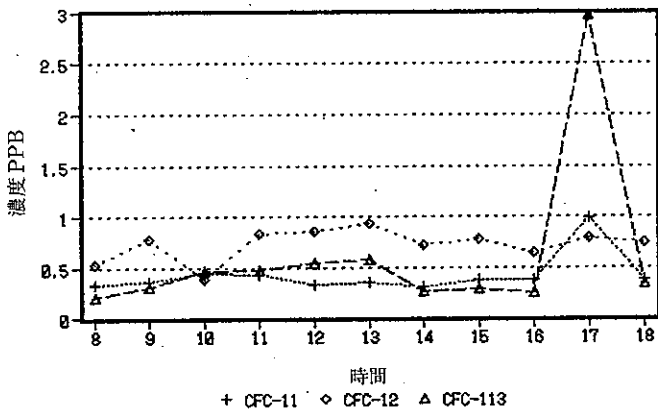


図4 江東におけるフロン
1992/11/12

1992年11月9日から11月13日まで灯標で行った特別調査の一例を図3に示す。図4には、この期間中に対照地点の江東で行った11月12日の結果を示す。灯標の11月11日の18時、12日の6、14、24時及び13日の10時に非常に高い濃度のCFC-12が出現した。11月11日18時以外の4例は全てN成分の風向である。この4例は明らかに東京方面から移流されてきたものである。11月11日の場合はSWの風向であることから川崎あるいは横浜方面から移流されてきたものと思われる。CFC-12の濃度が上昇したときはCFC-11と113の濃度も上昇を示している。一方、江東では11月12日17時にCFC-113が非常に高濃度を示し、同時にCFC-11の濃度も上昇している。このときの江東の風向はS、灯標はS~SWである。図3、4から、灯標を通る濃度の低い南風が臨海地域の高濃度発生源の

大気を運び、江東の濃度を上昇させたものである。灯標で高濃度になった12日14時の江東は、風向がEであったため高濃度現象はみられなかった。灯標のCFC-12の高濃度現象は、灯標と陸地との距離がかなりあるにもかかわらず、これだけの高濃度が出現するという事は、かなり大量のCFC-12を放出、あるいは漏洩させている発生源の存在が推定される。そのフロンを含んだ気塊が、大きく拡散されずに灯標に到達したものと考えられる。

4 まとめ

東京湾上にある東京灯標と対照地点として陸上にある当研究所において、3種類のフロン(CFC-11、12、113)の測定をした結果次のことが明らかになった。

1) 都市のフロンもバックグラウンドのフロンと同様に濃度の減少傾向を示し始めたと思われる。これは行政や業界の削減対策が効果を示してきたものといえる。

2) 灯標で出現した高濃度のフロンは、風系からみて東京からの影響の割合が大きい。

3) 各フロンの風向別平均濃度をみると、CFC-12はCFC-11や113と異なり、両地点とも風向特性がない。

4) 灯標の特別調査から、非常に高い濃度のCFC-12が繰り返し検出された。灯標と陸地の距離及び風向を考慮すると、大量に放出あるいは漏洩させている発生源の存在が考えられる。

5 終わりに

本調査にあたって、海上保安庁及び東京都港湾局の方々、ならびに当研究所旧大気部の多くの職員の方々に協力していただきましたことを深謝いたします。

参考文献

- 1) 巻出義紘ら：日本化学会春季季講集(1992)