

工場地域における化学物質汚染実態調査 (第3報)

早 福 正 孝 佐々木 裕子 泉 川 碩 雄
吉 岡 秀 俊 秋 山 薫 岩 崎 好 陽
横 田 久 司 渡 辺 正 子 若 林 明 子

要 旨

都内の足立区、荒川区、北区にまたがる工場地域において化学物質による環境汚染の実態調査を行った。今回は、板橋区や大田区で実施した調査と異なり、典型的な冬型の気圧配置の中での調査であった。

強風下の工場由来の有機塩素系化合物は濃度の低下がみられたが、自動車由来が多い芳香族炭化水素の濃度は有機塩素系化合物ほどの濃度低下はみられなかった。CFC-113は小笠原の7～8倍の高濃度であった。工場地域は、対照地域の多摩より有機塩素系化合物の汚染が強いが、芳香族炭化水素は同じ汚染レベルであった。昼間と夜間の汚染レベルを比較した結果、夜間の汚染レベルを上げる要因は気象因子、特に大気安定度の強弱が大きな影響を与えることが明らかとなった。

Study of the Environmental Pollution with Hazardous Chemicals in Industrial Area (III)

Masataka Soufuku, Yuko Sasaki, Sekio Izumikawa
Hidetoshi Yoshioka, Kaoru Akiyama, Yosiharu Iwasaki
Hisashi Yokota, Masako Watanabe and Meiko Wakabayashi

Summary

A study on environmental pollution by hazardous chemicals in industrial area of Adachi, Arakawa and Kita ward was conducted. This study was done in typical winter monsoon period, which is different from the investigation of Itabasi and Ohta ward.

Organic chlorinated compounds from industrial source were of low concentration under strong wind. Nevertheless aromatic hydrocarbon from automobile source were not of low concentration in comparison with organic chlorinated compounds. Chlorofluorocarbon -113 in industrial area were 7 to 8 times polluted compared to the Ogasawara islands. The pollution by organic chlorinated compounds in industrial area was more than the reference Tama area, but aromatic hydrocarbons remained the same. As a result of comparison between daytime and nighttime, principal factor of heavy pollution at nighttime was primarily meteorological factor, especially which has strong influence when atmosphere became stable.

1 はじめに

第1報¹⁾では板橋区の、第2報²⁾では大田区の工場地域における化学物質による環境汚染の実態を報告した。本報では板橋区近隣の足立区、荒川区、北区にまたがる

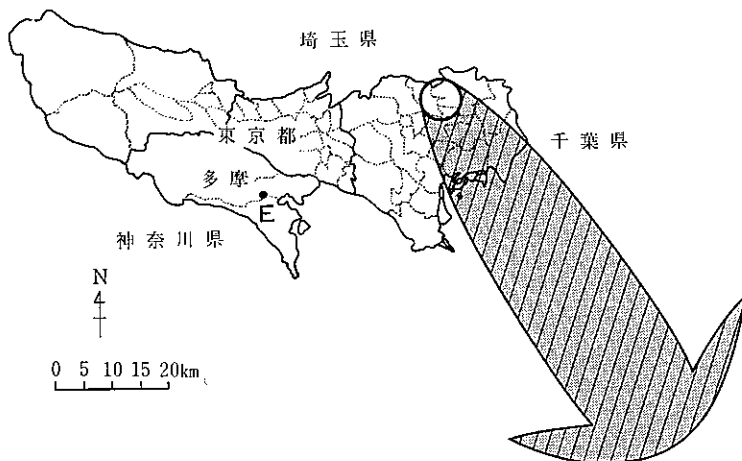
工場地域における化学物質による環境汚染を述べる。

今回は、大気関係に絞って環境調査を実施した。対象物質は、今までと同様に、東京都が実施した工場へのアンケート調査結果（「有害物質対策補完調査」³⁾）から

使用量や排出量の多いもの、及び地球環境に影響を及ぼすもの等を勘案して選定した。調査対象物質は23物質である。

2 調査地域の概要

本調査地域は、都内23区の東部を流れる荒川及び隅田川を挟んだ足立区、荒川区、北区にまたがる工場地域である。前回までの工場地域に比べると規模はやや小さいが、北西側には埼玉県川口市の大きな工場地域が隣接している。調査地点の近くには環状7号線、明治通り、北本通り等交通量の多い道路がある(図1)。



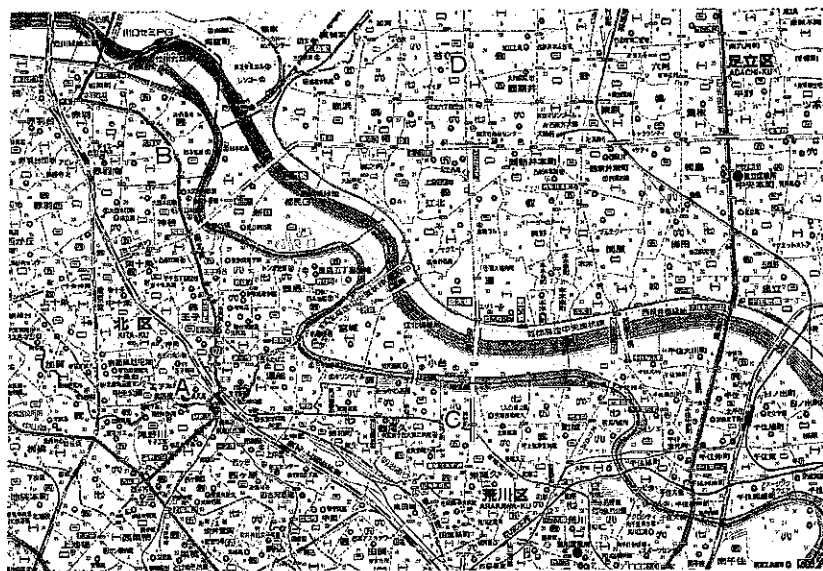
3 調査方法

(1) 調査場所

調査は、区内4ヵ所と、対照地域として多摩市の1ヵ所の調査地点で行った(図1)。多摩の測定地点は、東京西部の丘陵部を大規模開発してできた多摩ニュータウン内にある住居地域で、近辺には工場等はない。調査のバックグラウンド地域として、前回同様、小笠原島で調査を行った。

調査地点は次のとおりである。

- A地点：北区役所大気汚染測定室(区立：以下「北区」とする。)
- B地点：北区立岩淵第二小学校大気汚染測定室(区立：同「岩淵」)
- C地点：荒川区西尾久区民センター大気汚染測定室(区立：同「尾久」)



「地図使用承認©昭文社第96E061号」

図1 測定地点図

D地点：足立区立鹿浜第一小学校大気汚染測定所

(区立：同「鹿浜」)

E地点：多摩大気汚染総合測定室

(都立：同「多摩」)

(2) 調査期間

調査は、前回までと同様、例年都内の大気汚染が悪化しやすい晩秋から初冬にかけて実施した。工場地域及び対照地域の調査は、1995年11月27日から12月1日まで、バックグラウンド地域の調査は、1995年10月17日から19日までの期間で行った。

(3) 測定項目

大気関係の測定項目は表4に示してある23物質である。

(4) 採取及び分析方法

真空瓶からの試料はガスクロマトグラフ (GC)、吸着管からの試料はガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) を用いて分析した。対象物質の採取方法と分析条件は次のとおりである。

ア 炭化水素成分 (真空瓶採取の分)

(ア) 採取方法

両端テフロン製コック付きガラス製真空瓶を用いて10、13、16時に大気を加圧して採取した。採取時間は5～10分である。

(イ) 分析方法

大気試料は、液体酸素で0.2～0.5ℓ濃縮して、水素炎イオン化検出器付きガスクロマトグラフ (FID-GC) を用いて分析を行った。分析条件は次のとおりである。

・低沸点成分

カラム：Active Alumina 80/100mesh

3 mm i.d. × 2 m (ガラスカラム)

カラム温度：80℃、3分保持後5℃/minで150℃まで昇温

キャリアーガス：N₂ 50ml/min

・高沸点成分

カラム：5% SP-1200+Bentone 34(Uniport HP) 80/100 mesh

3 mm i.d. × 2 m (ガラスカラム)

カラム温度：60℃、3分保持後5℃/minで100℃まで昇温

キャリアーガス：N₂ 40ml/min

濃度は、高压容器入りプロパンの標準ガスを用いて相

対感度法で求めた。

イ フロンガス

(ア) 採取方法

ア(ア)と同じ。

(イ) 分析方法

試料は、液体酸素で0.1～0.2ℓ濃縮し、酸素成分除去後、加熱してGCへ注入した。高沸点成分はプレカット回路で除去した。分析条件は次のとおりである。

カラム：Carbopack B/ 5% Fluorcol 60/80mesh metal 10×1/8 inch

カラム温度：50℃

キャリアーガス：N₂ 70ml/min

濃度は、高压容器入り対象フロンの高濃度標準ガスを段階的に希釈して検量線を作成して求めた。

ウ 上記以外の成分

(ア) 採取方法

活性炭充填のORBO-32吸着管 (内径6mm ×長さ10cmのガラス管に活性炭0.6mg充填) を用いて0.2～0.5ℓ/minの流速で10時～16時及び16時～翌日10時の昼間と夜間の大気を別々に採取した。

(イ) 試料の調整

試料採取した吸着管を活性炭層部で切り内部の活性炭を10mlの遠心分離管に取り、二硫化炭素を5ml加え、20分間超音波抽出する。抽出液を遠心分離器で分離し、その上澄液を試料液とした。

(ウ) 分析方法

分析は、GC-MSを用いて行った。分析条件は、次のとおりである。

GC部

カラム：DB-1301

0.25mm i.d. × 30m、膜厚 1.0 μm

キャリアーガス：He 20Psi

温度：40℃、3分保持後5℃/minで150℃まで昇温

試料注入温度：230℃

試料注入方法：スプリットレス法

MS部

イオン源電圧：70eV

イオン源温度：200℃

濃度は、試料液を選択イオンモニタリング (SIM) 法により分析し、1点検量線法で求めた。

表1 調査結果 (吸着管採取)

単位: ppb

NO.	物質名	北区	岩淵	鹿浜	尾久	4カ所			多摩			小笠原			検出限界
		平均	平均	平均	平均	平均	最低	最高	平均	最低	最高	平均	最低	最高	
1	1,2-ジクロロエタン	ND	0.01	0.01	ND	0.01	ND	0.11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.04
2	1,1,1-トリクロロエタン	1.47	0.40	1.57	0.36	0.95	0.26	6.74	0.28	0.14	0.40	ND	ND	ND	0.04
3	四塩化炭素	0.16	ND	0.17	ND	0.08	ND	0.98	0.02	ND	0.09	2.11	1.10	3.71	0.04
4	トリクロロエチレン	0.61	0.44	0.89	0.65	0.65	ND	1.32	0.11	ND	0.25	ND	ND	ND	0.03
5	テトラクロロエチレン	0.20	0.20	0.25	0.06	0.18	ND	0.45	0.05	ND	0.15	ND	ND	ND	0.04
6	クロホルム	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.20
7	n-酢酸ブチル	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.07
8	シクロヘキサン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01
9	メチルシクロヘキサン	ND	0.06	ND	ND	0.02	ND	0.56	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.07
10	n-ヘプタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01
11	ベンゼン	3.39	3.04	2.94	3.30	3.17	1.55	4.46	3.03	1.31	3.69	2.50	1.57	3.70	0.01
12	エチルベンゼン	1.95	2.53	1.24	1.46	1.79	0.44	3.77	1.84	0.80	2.35	ND	ND	ND	0.01
13	m, p-キシレン	3.39	4.08	2.08	2.73	3.07	1.36	5.40	3.52	1.49	4.63	0.21	0.12	0.30	0.01
14	o-キシレン	0.94	1.09	0.60	0.69	0.83	0.40	1.53	0.95	0.40	1.18	ND	ND	ND	0.01
15	スチレン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.04
参考	トルエン	3.58	2.94	4.00	2.85	3.34	1.81	7.70	1.17	0.56	1.95	0.20	0.10	0.30	0.01

注) ND:未検出

表2 調査結果 (真空瓶採取)

単位: ppb

NO.	物質名	北区	岩淵	鹿浜	尾久	4カ所			多摩			小笠原			検出限界
		平均	平均	平均	平均	平均	最低	最高	平均	最低	最高	平均	最低	最高	
16	エチレン	2.50	1.37	2.75	1.85	2.12	0.91	7.91	1.83	0.12	4.22	—	—	—	0.01
17	アセチレン	1.02	0.40	1.34	1.57	1.08	0.14	7.14	1.01	0.55	1.97	—	—	—	0.01
18	n-ヘキサン	0.73	0.66	0.54	0.61	0.62	ND	1.64	0.40	ND	0.65	—	—	—	0.01
19	i-プロピルベンゼン	ND	0.01	0.01	0.06	0.02	ND	0.28	ND	ND	ND	—	—	—	0.01
20	n-プロピルベンゼン	1.10	1.75	0.67	0.06	1.10	0.43	3.73	0.89	0.38	2.17	—	—	—	0.01
21	CFC-11	0.31	0.30	0.28	0.44	0.33	0.24	2.50	0.30	0.28	0.36	0.33	0.30	0.41	0.005
22	CFC-12	0.83	0.74	0.72	0.69	0.74	0.49	1.51	0.83	0.64	1.26	0.89	0.53	1.71	0.005
23	CFC-113	0.48	0.48	0.47	0.80	0.56	0.10	7.81	0.65	0.23	1.02	0.08	0.07	0.11	0.005

注) ND:未検出、—:未測定

表3 昼間と夜間の濃度 (吸着管採取)

単位: ppb

NO.	物質名	10～16時 平均濃度					16～10時 平均濃度				
		北区	岩淵	鹿浜	尾久	多摩	北区	岩淵	鹿浜	尾久	多摩
1	1,2-ジクロロエタン	ND	0.02	ND	ND	ND	ND	0.03	ND	ND	
2	1,1,1-トリクロロエタン	1.69	0.43	1.52	0.37	0.28	1.18	0.37	1.63	0.34	0.27
3	四塩化炭素	0.20	ND	0.16	ND	ND	0.13	ND	0.19	ND	0.04
4	トリクロロエチレン	0.68	0.35	0.95	0.56	0.05	0.51	0.54	0.82	0.76	0.19
5	テトラクロロエチレン	0.22	0.15	0.29	0.04	0.03	0.16	0.27	0.19	0.09	0.07
6	クロロホルム	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	n-酢酸ブチル	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	シクロヘキサン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	メチルシクロヘキサン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.14	ND	ND	ND
10	n-ヘプタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	ベンゼン	4.08	3.48	3.19	3.74	3.50	2.53	2.48	2.63	2.74	2.44
12	エチルベンゼン	2.23	2.65	1.33	1.70	2.14	1.59	2.38	1.12	1.16	1.45
13	m, p-キシレン	3.98	4.56	2.24	3.04	4.18	2.65	3.47	1.90	2.33	2.70
14	o-キシレン	1.09	1.17	0.58	0.75	1.10	0.76	0.98	0.62	0.61	0.76
15	スチレン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

注) ND:未検出

4 結果と考察

前2回の調査は、調査期間中大気安定し強いスモッグが形成されたこともあったが、今回の調査期間は、典型的な冬型の気圧配置で、強い北風と快晴の連続であった。そのため汚染濃度は、概して前2回の調査に比べ低い結果となった。

調査結果は、表1と表2に示すとおりである。表3には、吸着管採取から得られた昼間と夜間の結果を示してある。

前述のように北の卓越風により、板橋区、大田区の調査結果よりも全体的に濃度は低く、成分によっては分析の検出限界に達しなかったものも多く、強度の大気安定度のときの汚染レベルは把握できなかったが、以下に述べるような幾つかの知見が得られた。

図2より今回の特徴をみると、工場等からの由来が大

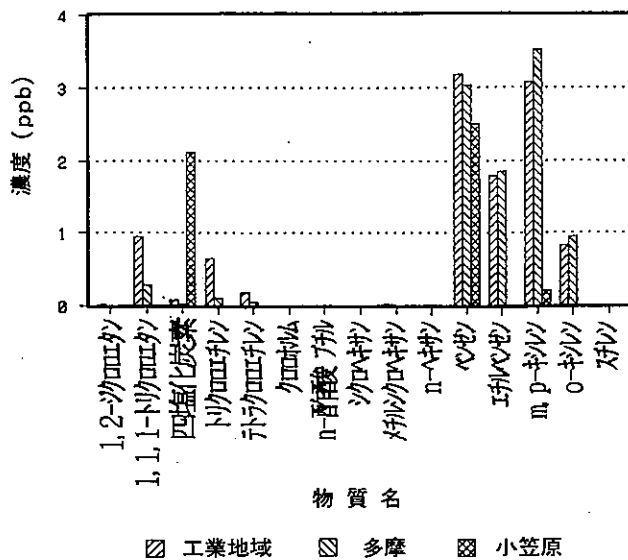


図2 各調査場所の濃度比較

きいとみられる有機塩素系化合物の濃度低下は大きい、自動車由来の寄与が大きいとみられる芳香族炭化水素の濃度は、有機塩素系化合物ほどの減少はみられない。ベンゼンは、むしろ平均濃度では前回よりも高濃度の結果となっている。これは、採取地点近傍の道路環境の影響を受けたことによるものといえる。このような影響を受けたとすると、常に汚染物質の中で高濃度を示していたトルエンも当然高濃度となるはずであるが、本調査では表1に示すように、異常と思われるような低濃度であった。これについて吸着管による採取法及び分析法の細部にわたり点検を行ったが、大きな異常な点は発見できなかった。分析上で最も大きな変化は、分析カラムを前回までのSPB-5からの今回のDB-1301に変えたことであるが、通常このカラムの交換による影響は考えにくい。得られた結果を過去の各所のデータ⁹⁾と比較しても本調査の濃度は低すぎる。しかし、薩摩林ら⁹⁾による報告では、かなり低い結果が報告されている例もあるので、今回の結果は表1に参考値として付記することにとどめ、解析には使用しなかった。

特定フロンは、1995年12月31日をもって国内における生産が全て中止されており、フロン類に関しては、その生産中止直前の調査となった。フロンは、CFC-11と12について工業地域、多摩及び小笠原のいずれも大きな濃度差はないが(表2)、洗浄剤として使用されているCFC-113の濃度は、小笠原の0.08ppbがほぼ地球のバックグラウンドレベルであるのに対し、調査期間中の本土の濃度は7~8倍の濃度レベルであった。CFC-113の最高濃度7.81ppb(尾久)は、通常検出される濃度ではない。強風の中でも検出されるからには、かなり近隣に大きな発生源があるものと思われる。この高濃度がフロン生産中止と何らかの関係があるかどうかは不明である。

図3には、工場地域内の4調査地点と多摩との汚染の比較をするために、各測定地点/多摩比で示した。工場地域は、住宅地域の多摩に比べ、有機塩素系化合物の使用量が多いため比は大きくなるが、芳香族炭化水素は多摩と同様に自動車による影響が大きいため比は小さくなるのがわかる。各調査地点の昼間と夜間の比をみたのが、図4、5である(図中、NDで割り算できないものは記載していない)。工場地域は、いずれも夜間に比べ昼間の濃度が高く、板橋区¹⁾や大田区²⁾の場合

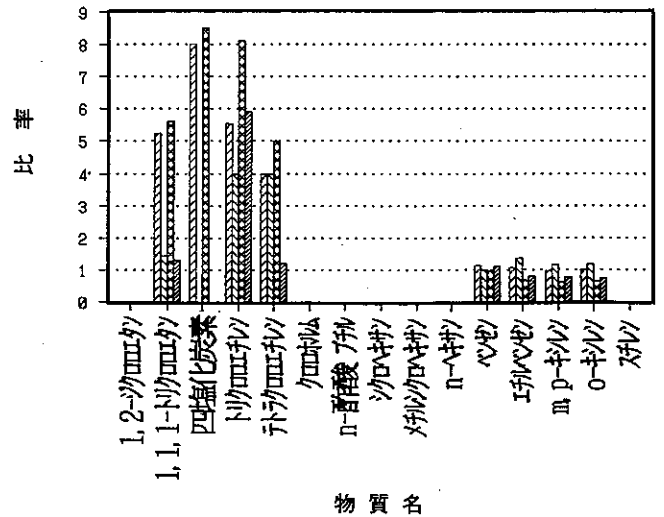


図3 各測定地点/多摩比

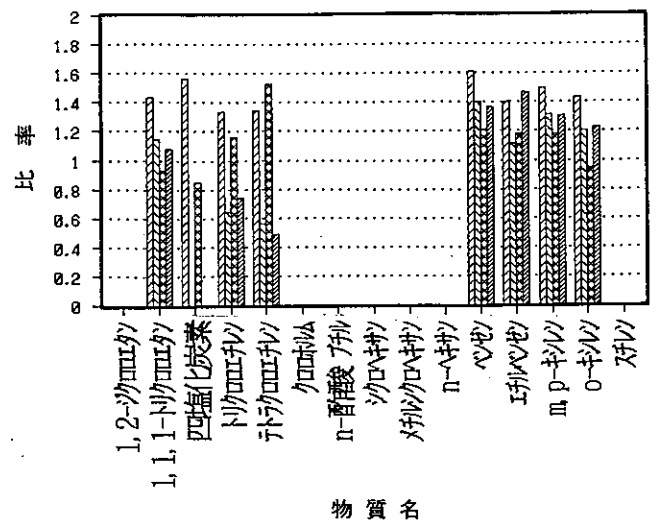


図4 昼間/夜間比(工場地域)

とやや異なっている。社会活動が主として昼間であることから、汚染物質は昼間に多く排出される。夜間の濃度の方が高いのは、夜間の大気安定度が高いために汚染が蓄積され結果として高濃度になりやすいためであるが(板橋、大田)、今回のように強風による拡散効果が大きな場合は、排出量の少ない夜間は低濃度になると考えられる。

今回の調査結果を前回と同様に、健康リスクの観点から大気環境指針値等と対比させたのが表4である。今回

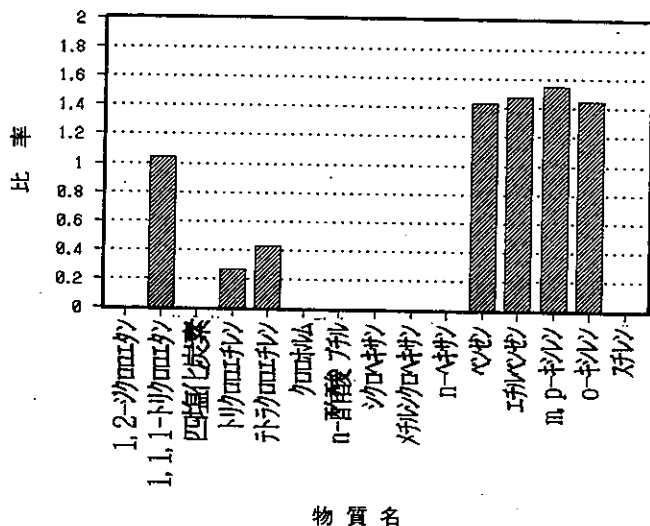


図5 昼間/夜間比 (多摩)

表4 調査結果と指針値等との関係 (工場地域 1995年)

単位: ppb

NO.	物質名	指針値等	3区(4地点)		多摩		備考
			平均	最高	平均	最高	
1	1,2-ジクロロエタン *	0.25	0.01	0.11	ND	ND	T
2	1,1,1-トリクロロエタン		0.95	6.74	0.28	0.40	
3	四塩化炭素 *	0.16 **	0.08	0.98	0.02	0.09	T
4	トリクロロエチレン	47 *	0.65	1.32	0.11	0.25	
5	テトラクロロエチレン *	34 *	0.18	0.45	0.05	0.15	
6	クロロホルム *	0.2 **	ND	ND	ND	ND	T
7	n-酢酸ナトリウム		ND	ND	ND	ND	
8	シクロヘキサン		ND	ND	ND	ND	
9	メチルクロロケタン		0.02	0.56	ND	ND	
10	n-ヘキサン		ND	ND	ND	ND	
11	ベンゼン *	3 **	3.17	4.46	3.03	3.69	T
12	エチルベンゼン		1.79	3.77	1.84	2.35	
13	m,p-キシレン		3.07	5.40	3.52	4.63	
14	o-キシレン		0.83	1.53	0.95	1.18	
15	スチレン *		ND	ND	ND	ND	T
16	エチレン	11	2.12	7.91	1.83	4.22	G
17	アセチレン		1.08	7.14	1.01	1.97	
18	n-ヘキサン (皮)		0.62	1.64	0.40	0.65	
19	i-プロピルベンゼン		0.02	0.28	ND	ND	
20	n-プロピルベンゼン		1.10	3.73	0.89	2.17	
21	CFC-11		0.33	2.50	0.30	0.36	
22	CFC-12		0.74	1.51	0.83	1.26	
23	CFC-113		0.56	7.81	0.65	1.02	

注) *: 発がんに関与すると、確認あるいは疑われている物質
 (皮): 経皮的に侵入し、全身的影響を起しうる物質
 *: 大気環境指針値(暫定値; 日本)
 **: オランダの基準値(target value)⁹⁾
 (注) guide value (G), 95percentile, 24h average
 それ以外は, target value (T)、年平均値
 基準値等は設定されている $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 表示を1気圧、25°Cに換算してある。
 ND: 不検出
 NO. 1~15: 吸着管採取 (工場地域 n=36、多摩n=9)
 NO. 16 ~23: 真空瓶採取 (工場地域 n=60、多摩n=15)

の調査対象23物質中、7物質に指針値等がある。指針値等は、24時間値や年平均値で、調査結果は今回の調査期間中の値であるため単純な数値比較はできないが、健康リスクを考える一つの目安になるものと思われる。今回の調査結果から平均値が指針値等を越えたのは発がん性

のあるベンゼンのみである。工場地域も多摩も自動車の影響を受けた結果と推定できる。四塩化炭素は最高値がオランダの基準値を越えた結果となっている。しかしながら、表1からわかるように小笠原の四塩化炭素は平均値2.1ppb(n=8、最高値 3.7ppb)であり、オランダの基準値0.16ppbをはるかに越えた濃度を示している。この濃度は過去の調査結果⁹⁾では観測されていない高濃度であり、仮に一時的な値としても今後の検討課題としたい。

5 まとめ

前2回の調査と全く異なった、典型的な冬型の気象条件下での工場地域における化学物質汚染調査を行った結果、次のような知見が得られた。

① 強風下における工場由来と思われる有機塩素系化合物は、かなりの濃度低下を示したが、芳香族炭化水素は有機塩素系化合物ほどの濃度低下を示さなかった。これは面的発生源の自動車の影響を強く受けた結果といえる。

② 洗浄剤として使用されているCFC-113の調査期間中の本土の濃度は、小笠原の7~8倍の高濃度であった。

③ 工場地域と多摩の汚染を比較した結果、有機塩素系化合物については、工場地域は多摩より汚染が強いが、芳香族炭化水素は同じ濃度レベルであった。

④ 昼間と夜間の汚染強度を比較した結果、板橋区や大田区の場合と異なり、夜間の汚染強度の方が低い結果となった。これは、夜間の大気安定度が低い結果として、汚染の蓄積が少なかったためといえる。

⑤ 各汚染物質と指針値等の関係をみると、今回の調査結果ではベンゼンのみがオランダの基準値を越えていた。しかし小笠原では、四塩化炭素が基準値を大きく越える結果となった。これについては、さらに観測を継続する必要がある。

6 3カ年の調査結果の総括

3カ年にわたる工場地域の環境調査の結果を大気と水質関係とに分けて以下に総括する。

(1) 大気関係

① 大気安定度の強い条件下の板橋、大田地域と今回の場合とでは幾らか異なる結果が得られているが、共通

することは、工場地域は住居地域の多摩に比べると汚染レベルが高い。その中でも有機塩素系化合物の濃度が高いことが特徴的である。

② 3種類のフロンの中で洗浄剤として使用されているCFC-113は小笠原に比べると濃度がかかなり高い。それに比べCFC-11、12の場合は本土と小笠原との差は小さい。

③ 昼間と夜間の汚染レベルを比較した結果、夜間の汚染レベルを上げる要因は気象因子、特に大気安定度の強弱が大きな影響を与えることが明らかとなった。

④ 大気環境指針値等と調査結果を比べた結果では、幾つかの物質が指針値等を上回る結果となった。その中でも、近く環境基準物質に指定される予定のベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンに次いで、四塩化炭素とクロロホルムが注目すべき物質といえる。

⑤ 調査結果の中には、通常出現しないような高(低)濃度の物質が観測された。その原因は不明なことが多く、検討すべき課題が多く残された。

(2) 水質関係

水質関係は、最初の2ヵ年(板橋区、大田区)にわたって河川水、地下水及び雨水等について化学物質による汚染実態調査を行った。

① 工場地域は多摩地域に比べ検出された物質数も多く、かつ濃度も高く化学物質による汚染が進んでいることが明らかとなった。特に有機塩素系化合物の汚染が進んでおり、中でもcis-ジクロロエチレンは板橋、大田いずれの区の地下水からも地下水評価基準値を越える高濃度汚染が観測された。

② 両調査地域は、いずれも下水道がほぼ100%普及している。工場から下水処理場を経由した処理水による河川の汚染は、揮発性有機化学物質で見たかぎりでは、ほとんどないことが示唆された。

③ ベンゼン等の芳香族炭化水素が地下水、河川水、雨水から検出されるか、あるいは痕跡が認められた。これは大気から水への溶解による可能性があると思われるが、これについては今後さらに検討していく必要がある。

④ ジクロロメタンは他の有機塩素系化合物と異なり、河川水や雨水からは頻りに検出されるか、もしくは痕跡が認められたのに対し、地下水からはほとんど検出されなかった。この原因としては、ジクロロメタンの使用、保管、廃棄方法あるいは水溶解度等の物性の違い等が考

えられるが、さらに解明していく必要がある。

⑤ アルコール類、エステル類、ケトン類の都内における使用量は多く、大気では検出されているにもかかわらず、水質関係では検出されなかった。この原因は、これらの物質の排出経路が主に大気系であること、分解性が比較的高いこと、さらに検出限界値が高かったことが考えられる。

謝 辞

1995年度の調査に当たって、北区環境保全課、荒川区環境保全課、足立区環境保全課及び多摩環境保全事務所にも多大なご協力を戴いたこと、深謝いたします。

引用文献

- 1) 早福正孝ら：工場地域における化学物質汚染実態調査(第1報)，東京都環境科学研究所年報1994 p. 193-201.
- 2) 早福正孝ら：工場地域における化学物質汚染実態調査(第2報)，東京都環境科学研究所年報1995 p. 255-266.
- 3) 東京都環境保全局：有害化学物質対策補完調査，三菱化成安全科学研究所(平成5年3月)。
- 4) 東京都環境科学研究所：化学物質による環境汚染(平成7年3月) p.72.
- 5) 薩摩林光ら：炭化水素の光化学反応とオゾン生成，長野県公害衛生研究所報告，15，p.11-16(1992)。
- 6) OECD：Control of Hazardous Air Pollutants in OECD Member Countries (1993)。