

研究報告 未規制物質等実態調査

前田雅也、水谷博和、山川雅弘、中谷純夫、伊東友夫、高桑三明、松岡行利、
白井宣一郎、鳥居成幸、奥田哲也、高橋康三、地主昭博、早川修二

三重県下29施設の一般廃棄物最終処分場を対象に、未規制物質の実態調査、バイオアッセイによる生態影響調査及び処分場周辺大気中のアスベスト調査を行った。また、同時に規制対象金属についても分析を実施した。

今回調査した未規制物質では、処分場の排出水からニッケル、コバルト、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ジ-n-ブチル及びリン酸トリ-n-ブチルが検出されたが、バイオアッセイによる毒性試験では、処分場が原因と考えられるような結果は認められなかった。また、アスベスト調査の結果においても、周辺大気に対する一般廃棄物最終処分場からの影響はないものと考えられた。

1. はじめに

人間活動における物の生産、消費及び廃棄という過程から、有害な物質が環境中に広がり、極めて深刻な環境破壊を引き起こすことがある。このために各種法令等により物質を定め、規制がなされている。しかし、現時点で規制対象となっていない金属類や化学物質等であっても、人あるいは自然環境に対しリスクを与えることが懸念されている。化学物質についてみた場合、純物質で1000万種を超えており、日本においても数万種にのぼる化学物質が常時、製造・使用されている¹⁾。このうちのほとんどが法律等による規制のない物質である。近年では、社会システムが複雑化し、人間の生活様式が多様化してきたため、様々な物質が廃棄物等として排出される機会が多くなっている。特にプラスチック類は使用量が增大しており、埋立処分される廃棄物の量も増えてきている。プラスチック類にはフタル酸エステル等の可塑剤が添加されている。米国においては、これら可塑剤が地下水等から検出され、埋立処分地が汚染源の一つであるという報告がEPAによってなされている²⁾。

また、有機塩素系殺虫剤であるクロルデンは、我が国において1950年に農薬登録され、1968年には失効したが、その後もシロアリ防除剤として多用され、1985年には輸入量が最高の2,206tに達した。1986年に、安全性の面から「化学物質の審査及び製造等の

規制に関する法律」の第1種特定化学物質に指定され、全ての用途で製造、販売、使用が禁止された³⁾。しかし、1986年以前に埋め立てられた廃棄物や、それ以後も家屋の解体等から発生した廃材にクロルデンが含まれ、処分されている可能性があることから埋立処分場周辺の環境汚染が懸念される。

また、天然に産する鉱物であるアスベストは、極めてすぐれた物性を数多く備えているため、今世紀に入ってから各方面にわたって幅広く利用され、その使用量は飛躍的に増大した。しかし、この粉じんを吸引すると、アスベスト肺、あるいは肺ガン、中皮腫等の障害を引き起こすといった有害性が指摘された。このことを受け、平成元年6月に大気汚染防止法が改正され、アスベスト製品製造工場等から飛散するアスベストについて規制がなされた⁴⁾。一方、一般廃棄物の最終処分場は、アスベストを含む廃棄物が処分されている可能性が考えられるが、規制の対象となっていないため、現在までのところ、あまり調査が行われていない。

これらのことを受けて、今回の調査では、三重県下29施設の一般廃棄物最終処分場を対象に、プラスチック可塑剤（フタル酸エステル類、リン酸トリ-n-ブチル）、クロルデン類、アスベスト及び未規制金属の測定、並びに総合的な評価を目的としてバイオアッセイを実施した。なお、今回は同時に規制対象金属についても分析を行った。

2. 調査方法

2-1. 調査内容

2-1-1. 調査期間

平成7年度から9年度（3ヶ年）

2-1-2. 調査対象施設

三重県内の一般廃棄物最終処分場

2-1-3. 調査対象施設数

3ヶ年で29施設

2-1-4. 調査対象検体

処分場ごとに採取可能な下記の検体〔(1)～(5)〕についてサンプリングを実施した。また、検体の採取位置についての模式図を図1に示した。

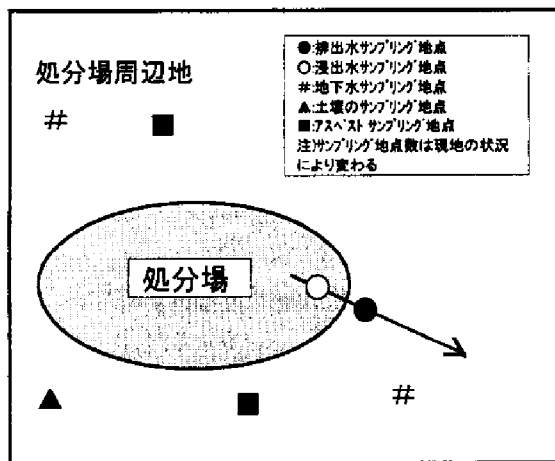


図1 検体の採取位置の模式図

(1) 排出水

排出水は、処分場敷地内から周辺環境中に排出されている水とした。なお、浸出水の処理施設を有しない処分場は、浸出水が直接環境中に排出されるため、排出水として取り扱った。また、処理施設と排水設備をともに有しない処分場において、埋立地内に溜まり水となっている水についても、いずれ環境中に排出されていくものと考え、排出水として扱った。

(2) 浸出水

浸出水は、処理施設を有する処分場において、埋立地から浸出てきた水、つまり処理される前の原水とした。

(3) 処分場周辺の地下水

地下水は、観測井又は周辺の井戸等から採取した。処分場の影響を受けていないと考えられる地下水を地下水の上流側（以下「地下水（上）」という）、ま

た、下流側に位置する、又は処分場の影響を受けていると考えられるものを地下水下流側（以下「地下水（下）」という）として区分した。

(4) 処分場周辺土壌

土壌は、できる限り埋立地に近く、埋立開始当初から手の加えられていない地点を選定し、表面の腐葉土等を取り除いた約15cmの深さから採取した。

(5) 処分場周辺の大気

サンプリングは、主風向を測定し、廃棄物処分場の風上と風下の2地点で採取を行った。

2-2. 調査項目

(1) 金属類

金属類については、下記のように分類した。また、それぞれの金属の基準値及び指針値を表1に示した。

① 有害金属（水質汚濁防止法に定めるカドミウムその他の健康に係る被害を生ずるおそれがある物質に含まれる金属）

カドミウム(Cd)、鉛(Pb)、六価クロム(Cr⁶⁺)、砒素(As)、セレン(Se)、総水銀(T-Hg)

② その他金属（水質汚濁防止法に定める生活環境に係る被害を生ずるおそれのある項目に含まれる金属）

総クロム(T-Cr)、鉄(Fe)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、マンガン(Mn)

③ 未規制金属（規制対象外の金属）

ニッケル(Ni)、コバルト(Co)

(2) プラスチック可塑剤

フタル酸ジメチル(DMP)、フタル酸ジエチル(DEP)、フタル酸ジイソブチル(DIBP)、フタル酸ジ-n-ブチル(DBP)、フタル酸ジヘブチル(DHP)、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル(DOP)、フタル酸ジ-n-オクチル(DNOP)

リン酸トリ-n-ブチル(TBP)

(3) クロロデン類

cis-クロロデン、trans-クロロデン、cis-ノナクロル、trans-ノナクロル

(4) バイオアッセイによる生態影響調査

マイクロトックス毒性試験、Ames試験

(5) アスベスト

表1 金属に係る基準値及び指針値

分類	金属名	排水基準 (mg/L)	環境基準 (mg/L)	土壌環境基準 (mg/L)	環境の指針値 (mg/L)
有害金属	Cd	0.1	0.01	0.01	-
	Pb	0.1	0.01	0.01	-
	Cr ⁶⁺	0.5	0.05	0.05	-
	As	0.1	0.01	0.01	-
	Se	0.1	0.01	0.01	-
	T-Hg	0.005	0.0005	0.0005	-
その他金属	T-Cr	2	-	-	-
	Fe	10	-	-	-
	Cu	3	-	-	-
	Zn	5	-	-	-
	Mn	10	-	-	-
未規制金属	Ni	-	-	-	0.01
	Co	-	-	-	-

備考：排水基準は、排水基準を定める総理府令(昭和46.8.21総令35)による。
 ・環境基準は、水質汚濁に係る環境基準について(昭和46.12.28通告59)による。
 ・土壌環境基準は、土壌の汚染に係る環境基準について(平成3.8.23通告46)による。
 ・環境の指針値は、水質汚濁に係る環境基準についての一部を改正する件の施行等
 について(平成5年3月6日環水第21)による。

3. 分析方法

3-1. 水質の成分分析

3-1-1. 金属類

金属類については、「環境庁長官が定める排水基準に係る検定方法(昭和49年9月30日環境庁告示第64号)」及びJIS K-0102に従って分析を行った。

3-1-2. フタル酸エステル類

3-1-2-1. 試薬

フタル酸エステル類標準：(和光純薬工業(株)、林純薬製工業(株)(DHPのみ))

n-ヘキサン：フタル酸エステル試験用(関東化学(株)製)

アセトン：残留農薬試験用(和光純薬工業(株)製)を全ガラス製ウィッドマ型分留器で蒸留したもの。

無水硫酸ナトリウム：PCB、フタル酸エステル試験用(和光純薬工業(株)製)

硫酸：有害金属試験用(関東化学(株)製)

シリカゲル：ワコーゲルC-200(和光純薬工業(株)製)

精製水：全ガラス製容器にて3回蒸留した後、n-ヘキサンで1回洗浄したもの

3-1-2-2. 前処理及び分析法

検水500mLを1Lの分液漏斗にとり、n-ヘキサン100mLで抽出し、水相を捨て、n-ヘキサン相を精製水100mLで洗浄した。洗液を捨て、n-ヘキサン相を無水硫酸ナトリウムで脱水し、ロータリーエバポレーターで約5mLに濃縮した。

この溶液に、濃硫酸2mLを加えて20秒程度激しく振とうし、n-ヘキサン相を捨て、硫酸相をn-ヘキサン5mLで3回振とうして洗浄し、洗浄後、精製水20m

Lで希釈し、n-ヘキサン5mLで抽出し、希硫酸相を捨てた後、n-ヘキサン相を精製水10mLで3回洗浄した。残ったn-ヘキサン相を無水硫酸ナトリウムで脱水しながら5mLに定容し、内部標準を加えGC/MSで定量した。

3-1-2-3. 分析条件

[GC/MS]

GC:HP-5890 II (Hewlett-Packard)

Column:DB-5(J&W) 0.25mm*30m Filmthickness

0.25μm

Injection Temp.:260℃

Injection Type:Splitless(Purge-On Time

1.5min)

Interface Temp.:290℃

Column Temp.:50℃-20℃/min-170℃-10℃/min

-240℃-5℃/min-300℃(total 3 1.5min)

Column Head Pressure:70kPa(1.2mL/min)

Monitor Ion : DMP 163, 77

DEP 149, 177

DIBP, DBP 149, 223

DHP 265, 149

DOP 279, 149

DNOP 149, 279

IS:Anthracene-d10 188

Chrysene-d12 240

3-1-3. クロルデン類及びリン酸トリ-n-ブチル

3-1-3-1. 試薬

クロルデン類標準：(ジーエルサイエンス(株)製)

リン酸トリ-n-ブチル：(東京化成工業(株)製)

n-ヘキサン、アセトン：残留農薬試験用(和光純薬工業(株)製)

無水硫酸ナトリウム：残留農薬試験用(和光純薬工業(株)製)

塩化ナトリウム：特級(和光純薬工業(株)製)を加熱処理したもの

シリカゲル：ワコーゲルC200(和光純薬工業(株)製)

精製水：全ガラス製容器にて3回蒸留したもの

3-1-3-2. 前処理及び分析法

検水500mLを1Lの分液漏斗にとり、塩化ナトリウム25g加え、n-ヘキサン50mLで2回抽出した。n-ヘキサン相はあわせて、無水硫酸ナトリウムで脱水し

ながら200mLのナス型フラスコに移し、ロータリーエバポレータで約5mLに濃縮した。

調整した5%含水シリカゲルカラムに試料を流し込み、n-ヘキサン20mL、1%アセトン含有n-ヘキサン50mL、10%アセトン含有n-ヘキサン50mLの3フラクションに展開した。これらをロータリーエバポレータと窒素を吹き付けて1mLに定容し、内部標準を加えGC/MSで定量した。

3-1-3-3. 分析条件

[GC/MS]

GC:HP-5890 II (Hewlett-Packard)

Column:DB-5 (J&W) 0.25mm*30m Filmthickness
0.25 μ m

Injection Temp.:260°C

Injection Type:Splitless(Purge-On Time
1.5min)

Interface Temp.:290°C

Column Temp.:50°C(2min)-20°C/min-180°C-
10°C/min-240°C(1min)-
4°C/min-300°C(1min)

Column Head Pressure:70kPa(2.5mL/min)

Monitoring Ion:TBP 99, 155

cis-, trans-Chlordane 373, 375

cis-, trans-Nonachlor 409, 407

IS:Anthracene-d10 188

Chrysene-d12 240

3-2. 土壌の成分分析

3-2-1. 金属類

土壌中の有害金属の分析は「土壌汚染に係る環境基準について(平成3年環境庁告示第46号)」に従い、測定を行った。その他金属及び未規制金属の分析は、土壌からの溶出は上記記載の方法で行い、前処理及び分析は、JIS K-0102に従って分析を行った。

3-2-2. フタル酸エステル類

土壌約70gを振とうびんにとり、そこに精製水を土壌の質量の10倍量加え、約6時間振とうした後遠心分離し、0.45 μ mのメンブランフィルターで吸引ろ過した。ろ液500mLを3-1-2と同様に処理し、分析を行った。

3-2-3. クロルデン類及びリン酸トリ-n-ブチル

土壌約70gを振とうびんにとり、そこに精製水を

土壌の質量の10倍量加え、約6時間振とうした後遠心分離し、0.45 μ mのメンブランフィルターで吸引ろ過した。ろ液500mLを3-1-3と同様に処理し、分析を行った。

3-3. バイオアッセイ

排水、浸出水及び地下水についてマイクロトックス毒性試験を用い、水谷ら⁵⁾と同様の方法で30分後のEC50を測定した。また、排水を対象に山川ら⁶⁾と同様の方法でAmes試験を行った。

3-4. アスベスト

アスベストの捕集・計数は、環境庁によるアスベストモニタリングマニュアルに準じて行った。

3-4-1. 試料の捕集方法

採取には直径47mm、ポアサイズ0.8 μ mのセルローズエステル製フィルターを用い、地上1.5mの位置において、吸引流量10L/minで4時間捕集を行った。また、強風時・降雨時を避け、原則として採取前日の天候も良好な場合にサンプリングを行った。

3-4-2. 計数方法

採取した試料はアセトン・トリアセチン法によってフィルターを透明化し、標本とした。この標本を倍率400倍の光学顕微鏡で50視野を検鏡し、長さ5 μ m以上で、かつ長さとの比が3:1以上の繊維状物質を計数の対象とした。

アスベストの判定には、位相差顕微鏡によって見える繊維の計数を行い、次に位相を解除したときに見えなくなるか見えにくくなった繊維をアスベストとした。

4. 結果及び考察

今回行った調査結果について、調査項目の最大値、最小値、平均値及び検出下限値等を表2に示した。

4-1. 金属類

金属類それぞれの項目について、表2で示した濃度分布を図2に示した。

4-1-1. 有害金属

カドミウムは、90検体中5検体で検出されたが、基準を超過した検体は認められなかった。その最大濃度は土壌の0.004mg/Lであり非常に低い濃度であった。

鉛については、90検体中14検体で検出された。こ

表2 水試料、土壌試料及びアスベストの分析結果

	検出限界未測定表示 (mg/L)	排出水				浸出水				地下水 (上)				
		検出された検体の平均値 (mg/L)	検出された検体の最大値 (mg/L)	検出された検体の最小値 (mg/L)	検出された検体の検体数/各項目の総検体数 (%)	検出された検体の平均値 (mg/L)	検出された検体の最大値 (mg/L)	検出された検体の最小値 (mg/L)	検出された検体の検体数/各項目の総検体数 (%)	検出された検体の平均値 (mg/L)	検出された検体の最大値 (mg/L)	検出された検体の最小値 (mg/L)	検出された検体の検体数/各項目の総検体数 (%)	
有害金属	pH	-	7.3	8.3	6.1	-	7.7	9.0	6.7	-	6.5	7.1	5.5	-
	Cd	<0.001	0.001	0.001	0.001	3/29	10.3	0.002	0.002	1/17	5.9	-	-	-
	Pb	<0.005	0.023	0.041	0.007	3/29	10.3	0.010	0.007	3/17	17.6	0.032	0.033	0.030
	Cr ⁶⁺	N.D.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	As	<0.005	-	-	-	-	0.008	0.008	0.007	2/17	11.8	-	-	-
	Se	<0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T-Hg	<0.0005	0.0013	0.0013	0.0013	1/29	3.4	-	-	-	-	-	-	-
その他金属	T-Cr	<0.01	0.01	0.01	0.01	2/29	6.9	0.02	0.03	0.01	3/17	17.6	-	-
	Fe	<0.1	3.4	25	0.2	15/29	51.7	5.7	24	0.3	13/17	76.5	0.6	1.4
	Cu	<0.01	0.02	0.04	0.01	14/29	48.3	0.03	0.08	0.01	9/17	52.9	0.32	1.2
	Zn	<0.05	0.14	0.37	0.06	7/29	24.1	0.13	0.36	0.05	11/17	64.7	0.31	0.47
	Mn	<0.1	0.9	1.9	0.1	13/29	44.8	1.4	4.0	0.2	12/17	70.6	-	-
未規制金属	Ni	<0.01	0.07	0.49	0.01	9/29	31.0	0.03	0.06	0.01	7/17	41.2	-	-
	Co	<0.01	0.02	0.02	0.01	2/29	6.9	0.01	0.02	0.01	3/17	17.6	-	-
可塑剤	フタル酸ジエチル	<0.0003	-	-	-	-	0.00190	0.00190	0.00190	1/17	5.9	0.0004	0.0004	0.0004
	フタル酸ジイソブチル	<0.0007	-	-	-	-	0.00009	0.00009	0.00009	1/17	5.9	0.00100	0.00100	0.00100
	フタル酸ジ-n-ブチル	<0.0021	-	-	-	-	0.00023	0.00023	0.00023	1/17	5.9	0.00022	0.00022	0.00022
	フタル酸ジ-n-オクチル	<0.0018	0.0025	0.0029	0.0020	2/29	6.9	0.001	0.0020	0.001	3/17	17.6	0.0019	0.0019
	フタル酸ジ-n-デシル	<0.0001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	<0.0077	0.0270	0.0270	0.0270	1/29	3.4	0.0094	0.0095	0.0093	2/17	11.8	-	-
	フタル酸ジ-n-ドデシル	<0.0001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ジフェニル-1,4-ジエチル	<0.0001	0.0003	0.0018	0.0001	16/29	55.2	0.0005	0.0013	0.0001	14/17	82.4	0.0013	0.0013
クロルデン類	cis-9002	<0.0002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	trans-9002	<0.0002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	cis-17002	<0.0002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	trans-17002	<0.0002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
バイオアッセイ	EC50 (30min)	>1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AmeS試験	陰性 (-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注: 「-」は検出限界未測定の検体を示す。

	検出限界未測定表示 (mg/L)	地下水 (下)				土壌				総検体集計				
		検出された検体の平均値 (mg/L)	検出された検体の最大値 (mg/L)	検出された検体の最小値 (mg/L)	検出された検体の検体数/各項目の総検体数 (%)	検出された検体の平均値 (mg/L)	検出された検体の最大値 (mg/L)	検出された検体の最小値 (mg/L)	検出された検体の検体数/各項目の総検体数 (%)	検出された検体の平均値 (mg/L)	検出された検体の最大値 (mg/L)	検出された検体の最小値 (mg/L)	検出された検体の検体数/各項目の総検体数 (%)	
有害金属	pH	-	7.1	8.2	6.6	-	5.9	7.6	4.4	-	6.9	9.0	4.4	-
	Cd	<0.001	-	-	-	-	0.004	0.004	0.004	1/29	3.4	0.002	0.004	0.001
	Pb	<0.005	0.028	0.028	0.028	1/11	9.1	0.009	0.016	0.005	6/29	20.7	0.016	0.041
	Cr ⁶⁺	N.D.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	As	<0.005	-	-	-	-	0.007	0.010	0.005	3/29	10.3	0.007	0.01	0.005
	Se	<0.002	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	1/29	3.4	0.002	0.002	0.002
	T-Hg	<0.0005	-	-	-	-	0.0008	0.0008	0.0008	1/29	3.4	0.0011	0.0013	0.0008
その他金属	T-Cr	<0.01	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	2/29	6.9	0.01	0.03	0.01
	Fe	<0.1	3.5	13	0.2	7/11	63.6	2.9	16	0.1	24/29	82.8	3.6	25
	Cu	<0.01	0.01	0.01	0.01	2/11	18.2	0.02	0.07	0.01	19/29	65.5	0.05	1.2
	Zn	<0.05	0.15	0.19	0.10	2/11	18.2	0.12	0.21	0.08	4/29	13.8	0.16	0.47
	Mn	<0.1	0.7	1.8	0.1	7/11	63.6	0.5	2.2	0.1	15/29	51.7	0.9	4.9
未規制金属	Ni	<0.01	0.02	0.02	0.02	1/11	9.1	0.02	0.03	0.01	3/29	10.3	0.05	0.49
	Co	<0.01	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	2/29	6.9	0.01	0.02	0.01
可塑剤	フタル酸ジエチル	<0.0003	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00097	0.0019	0.00004	2/90
	フタル酸ジイソブチル	<0.0007	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00055	0.00100	0.00009	2/90
	フタル酸ジ-n-ブチル	<0.0021	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00023	0.00023	0.00022	2/90
	フタル酸ジ-n-オクチル	<0.0018	-	-	-	-	0.0018	0.0018	0.0018	1/29	3.4	0.0022	0.0029	0.0018
	フタル酸ジ-n-デシル	<0.0001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	<0.0077	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0153	0.0270	0.0093	3/90
	フタル酸ジ-n-ドデシル	<0.0001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ジフェニル-1,4-ジエチル	<0.0001	0.0004	0.0007	0.0002	4/11	36.4	0.0009	0.0054	0.0001	22/29	75.9	0.0006	0.0054
クロルデン類	cis-9002	<0.0002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	trans-9002	<0.0002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	cis-17002	<0.0002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	trans-17002	<0.0002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
バイオアッセイ	EC50 (30min)	>1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AmeS試験	陰性 (-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注: 「-」は検出限界未測定の検体を示す。

規制基準値* (f/L)	検出された検体の平均値 (f/L)	検出された検体の最大値 (f/L)	検出された検体の最小値 (f/L)	基準を超過した施設数/総施設数	基準超過率 (%)
アスベスト	<10	0.64	2.20	0/28	-

注: 「*」は大気汚染防止法施行令 別表第2の2の施設を有する特定粉じん発生施設に対する基準値を表す。

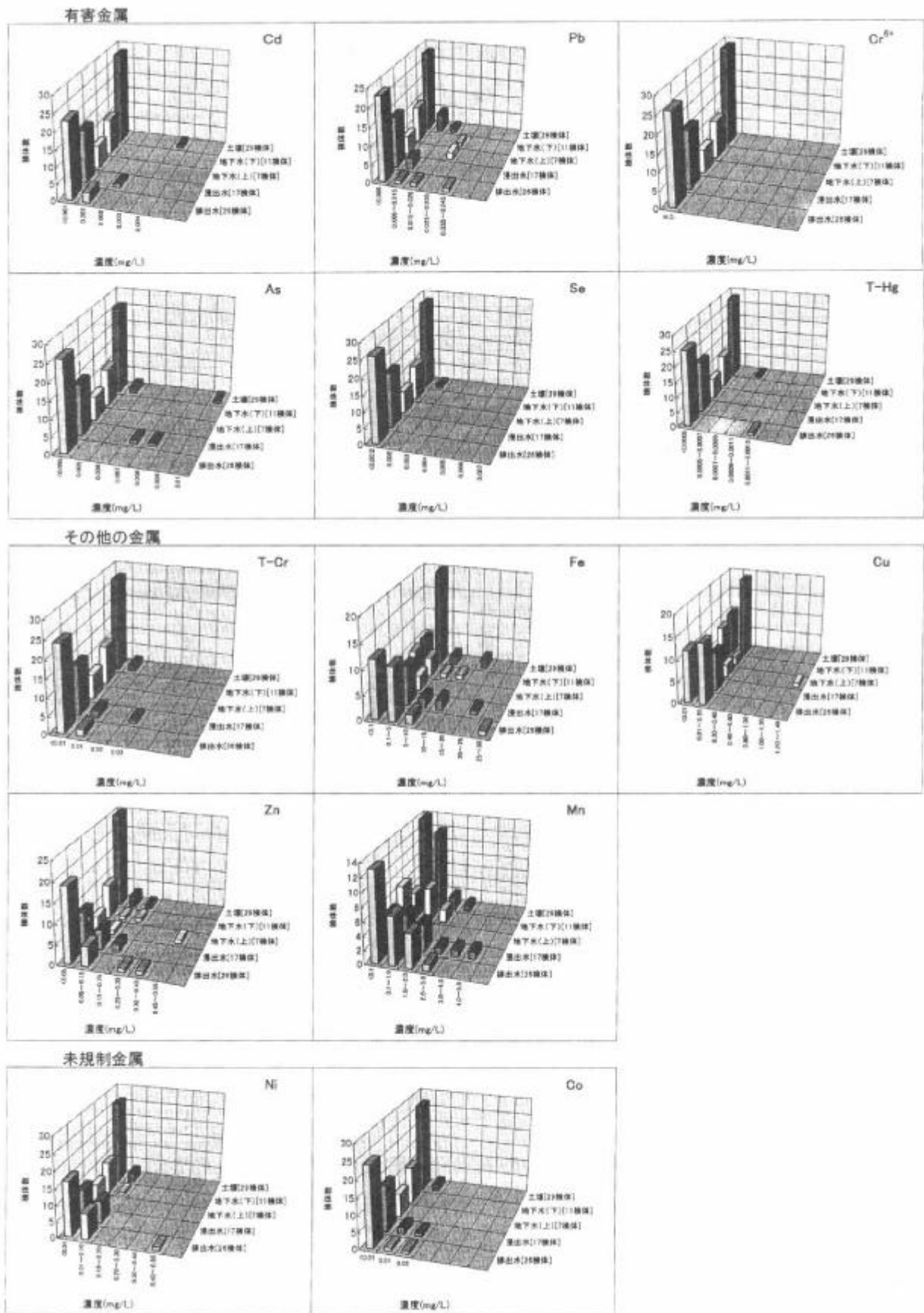


図2 金属類の濃度分布

のうち、1 処分場において地下水（上）と地下水（下）及びこれとは別の処分場で地下水（上）1 検体が環境基準（0.01mg/L）を超過していた。前者の処分場については、排水水及び浸出水から鉛が検出されておらず、また、土壌溶出液中からは鉛の検出が認められたことから地質由来の可能性が高いものと推察される。後者は処分場の土流に位置する湧水であることから、処分場からの影響は考え難い。このことから地質由来である可能性が考えられる。

六価クロムは、全ての検体において検出されなかった。

砒素は、90検体中5 検体で検出されたが、基準を超過した検体は認められなかった。その最大濃度は土壌の0.010mg/Lであった。

セレンは、90検体中土壌1 検体で0.002mg/Lと非常に低濃度で検出された。その他の検体では検出されなかった。

総水銀は、90検体中排水水1 検体及び土壌1 検体計2 検体で検出された。排水水は0.0013mg/Lの濃度で検出され、排水基準（0.005mg/L）未満であり、問題となるような濃度ではなかった。また、土壌の分析値は0.0008mg/Lであり、土壌環境基準（0.0005

mg/L）を超過していたが、この地域は、水銀を含む地層がみられることから、地質由来によるものと考えられる。

4-1-2. その他金属

総クロムは90検体中7 検体で検出され、最大濃度は浸出水の0.03mg/Lであり、排水基準（2mg/L）と比べて約66分の1程度の低い濃度であった。

鉄は90検体中48検体で検出された。このうち排水水の検出範囲は0.2mg/Lから25mg/Lであり、最大値を示した1 検体が排水基準（10mg/L）を超過していた。しかし、基準値は生活環境項目であり、また、今回の調査結果（地下水 0.1mg/L～13mg/L、土壌 0.1mg/L～16mg/L）からもわかるように、鉄は環境中に広範囲に存在しており、問題となる濃度ではないものと思われる。

銅は90検体中48検体で検出され、地下水（上）1 検体（1.2mg/L）を除けば0.20mg/L未満であり、排水基準値（3mg/L）と比較して15分の1程度で比較的低濃度であった。また、1.2mg/L銅が検出された地下水（上）は、4-1-1で鉛の環境基準を超過した湧水と同一検体であることから、同様の原因が考えられる。

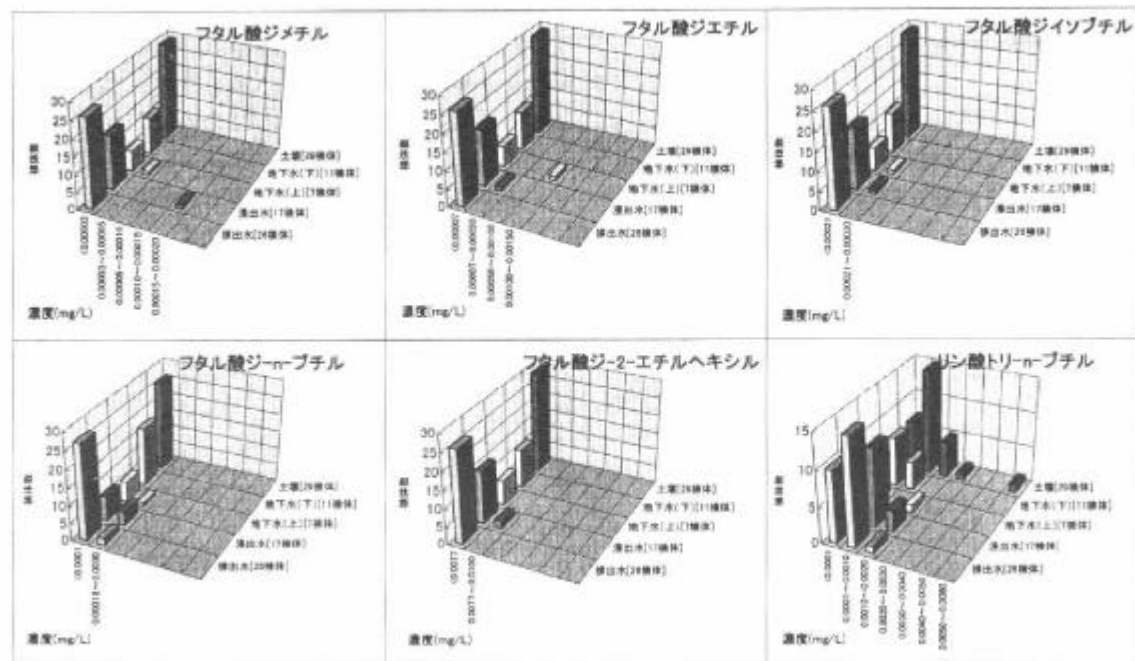


図3 プラスチック可塑剤の濃度分布

のうち、1 処分場において地下水（上）と地下水（下）及びこれとは別の処分場で地下水（上）1 検体が環境基準（0.01mg/L）を超過していた。前者の処分場については、排水水及び浸出水から鉛が検出されておらず、また、土壤溶出液中からは鉛の検出が認められたことから地質由来の可能性が高いものと推察される。後者は処分場の上流に位置する湧水であることから、処分場からの影響は考え難い。このことから地質由来である可能性が考えられる。

六価クロムは、全ての検体において検出されなかった。

砒素は、90検体中5 検体で検出されたが、基準を超過した検体は認められなかった。その最大濃度は土壤の0.010mg/Lであった。

セレンは、90検体中土壤1 検体で0.002mg/Lと非常に低濃度で検出された。その他の検体では検出されなかった。

総水銀は、90検体中排水水1 検体及び土壤1 検体計2 検体で検出された。排水水は0.0013mg/Lの濃度で検出され、排水基準（0.005mg/L）未満であり、問題となるような濃度ではなかった。また、土壤の分析値は0.0008mg/Lであり、土壤環境基準（0.0005

mg/L）を超過していたが、この地域は、水銀を含む地層がみられることから、地質由来によるものと考えられる。

4-1-2. その他金属

総クロムは90検体中7 検体で検出され、最大濃度は浸出水の0.03mg/Lであり、排水基準（2mg/L）と比べて約66分の1程度の低い濃度であった。

鉄は90検体中48検体で検出された。このうち排水水の検出範囲は0.2mg/Lから25mg/Lであり、最大値を示した1 検体が排水基準（10mg/L）を超過していた。しかし、基準値は生活環境項目であり、また、今回の調査結果（地下水 0.1mg/L～13mg/L、土壤 0.1mg/L～16mg/L）からもわかるように、鉄は環境中に広範囲に存在しており、問題となる濃度ではないものと思われる。

銅は90検体中48検体で検出され、地下水（上）1 検体（1.2mg/L）を除けば0.20mg/L未満であり、排水基準値（3mg/L）と比較して15分の1程度で比較的低濃度であった。また、1.2mg/L銅が検出された地下水（上）は、4-1-1で鉛の環境基準を超過した湧水と同一検体であることから、同様の原因が考えられる。

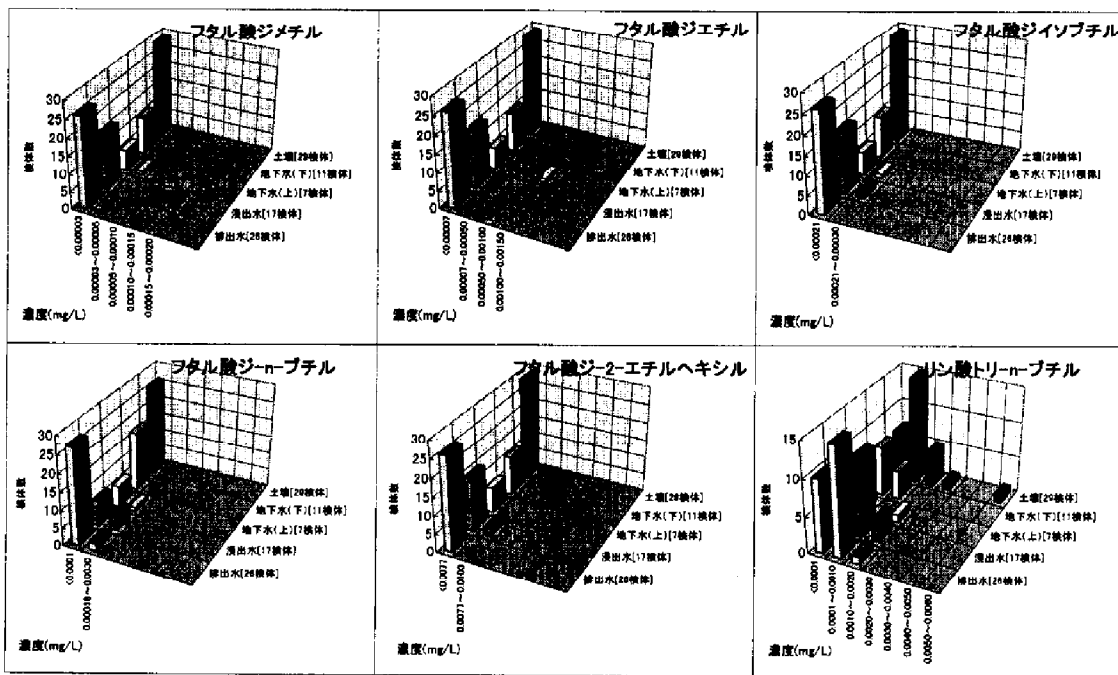


図3 プラスチック可塑剤の濃度分布

亜鉛は、90検体中27検体で検出され、最大値は地下水（上）の0.47mg/Lであり、排水基準（5mg/L）と比べて約10分の1程度で比較的低い濃度であった。

マンガンは90検体中47検体で検出され、0.1mg/Lから4.0mg/Lと広範囲に分布を示したが、排水基準（10mg/L）は下回っていた。

4-1-3. 未規制金属

ニッケルは90検体中20検体で検出され、最大濃度は排水の0.49mg/Lであった。しかし、この処分場の浸出水中からはニッケルが検出されておらず、排水中から検出された原因については不明である。その他の検体については、0.10mg/L未満に集中した濃度分布を示した。水質汚濁防止法に係る環境における濃度を定めた要監視項目の指針値は0.01mg/Lであり、地下水（下）及び土壌の4検体が指針値を超過していた。ニッケルの毒性については様々な報告がされており^{21)・29)}、発ガン性、遺伝毒性等が疑われている。今回の調査では環境の指針値の49倍もの濃度で検出されている検体があったことから、今後も監視していく必要があると思われる。

コバルトは90検体中7検体で検出され、全て0.02mg/L以下であった。現在、比較する指針値等は定められていないが、水谷ら⁵⁾のマイクロトックス毒性試験の結果では、コバルトの標準試料のEC50（30min）は3.3mg/Lであり、今回検出された検体の濃度は比較的低濃度であるものと推察される。

4-2. プラスチック可塑剤

プラスチック可塑剤の検出された項目について、表2で示した濃度分布を図3に示した。

4-2-1. フタル酸エステル類

排水中にフタル酸ジ-2-エチルヘキシル（0.0027mg/L）が1処分場で、フタル酸ジ-n-ブチル（0.0020mg/L, 0.0029mg/L）が2処分場で検出された。環境庁の「化学物質と環境」⁷⁾によると、昭和57年の調査時点では45検体中29検体でフタル酸ジ-2-エチルヘキシルが公共用水域中に0.0001mg/Lから0.0008mg/L、45検体中42検体でフタル酸ジ-n-ブチルが公共用水域に0.00006mg/Lから0.0015mg/Lで検出されている。排水中のフタル酸ジ-2-エチルヘキシルは公共用水域中で検出された最大値の約33倍、フタル酸ジ-n-ブチルは最大値の約1.3倍及び約1.6倍の濃度であった。

地下水（上）中にフタル酸ジメチル（0.00004mg/L）、フタル酸ジエチル（0.00100mg/L）及びフタル酸ジイソブチル（0.00022mg/L）が同一の処分場で、フタル酸ジ-n-ブチル（0.0019mg/L）が別の処分場で検出されたが、これらの処分場の地下水（下）からはフタル酸エステルは検出されておらず、処分場からの影響は考えにくい。

土壌は1処分場でフタル酸ジ-n-ブチル（0.0018mg/L）が検出された他は全て未検出であったことから、今回対象とした処分場周辺の土壌は、フタル酸エステル類による汚染はほとんどないものと思われる。

また、排水処理施設がある処分場の内、浸出水中にフタル酸エステル類が検出された施設について排水と浸出水の濃度を比較したものを図4に示した。浸出水中のフタル酸エステル類は、処理施設で処理された排水からは未検出であった。このことから

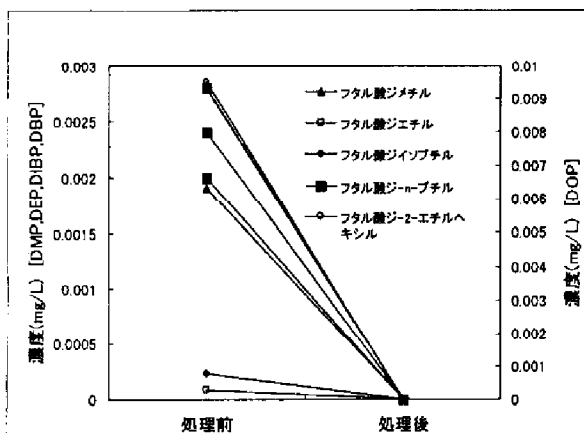


図4 フタル酸エステル類の処理前後の濃度変化

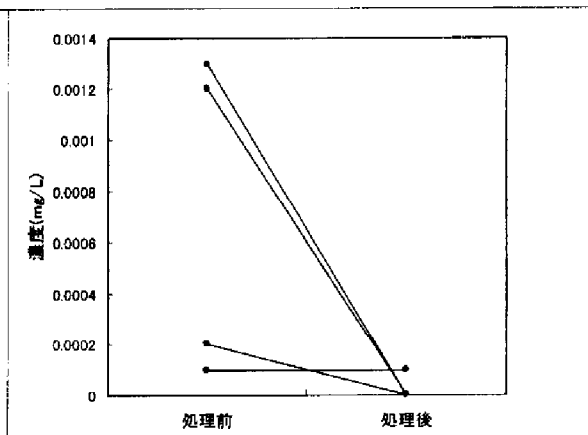


図5 リン酸トリ-n-ブチルの処理前後の濃度変化

適切な処理設備がある処分場では、既存の設備により、フタル酸エステル類が除去されることが推察される。

4-2-2. リン酸トリ-n-ブチル

リン酸トリ-n-ブチルは排水16検体 (0.0001mg/L~0.0018mg/L)、浸出水14検体 (0.0001mg/L~0.0013mg/L)、地下水(上) 1検体 (0.0013mg/L)、地下水(下) 4検体 (0.0002mg/L~0.0007mg/L) 及び土壌22検体 (0.0001mg/L~0.0054mg/L) で検出され、広範囲の濃度分布を示した。

また、4-2-1と同様に、排水処理施設がある処分場の内、浸出水中にリン酸トリ-n-ブチルが検出された施設における排水と浸出水の濃度を比較したものを図5に示した。浸出水中のリン酸トリ-n-ブチルは、処理の前後で1処分場で変化がなかったが、その他の処分場では処理された排水中からは未検出であった。このことから適切な処理設備がある処分場では、既存の設備により、リン酸トリ-n-ブチルが除去されることが推察される。

環境庁の「化学物質と環境」⁹⁾によると、公共用水域における調査結果では、リン酸トリ-n-ブチルが148検体中66検体から検出されており、その濃度は、0.000011mg/Lから0.00026mg/Lであった。この結果と比較して、今回調査した処分場及びその周辺ではやや高い濃度を示していた。特に土壌は約76%もの高い検出率であったことに加え、処分場の浸出水の濃度よりも土壌溶出液のほうが高い値を示す検体が多く存在したことなどの原因は不明であり、今後、サンプリング方法、分析法等を含め、再度検討する必要があるものと考えられる。

4-3. クロロデン類

今回の調査では、クロロデン類が検出された検体はみられなかった。このことから対象とした処分場及びその周辺は、クロロデン類によって汚染されていないものと考えられる。

4-4. バイオアッセイ

マイクロトックスによる毒性試験の結果、1処分場の地下水(上)について、原液濃度の7倍の希釈でEC₅₀(30min)が求められた。この地下水(上)は4-1-1、4-1-2で述べた湧水であり、鉛が0.030mg/L、銅が0.030mg/L検出されている。水谷

ら⁹⁾のマイクロトックス毒性試験の結果では、鉛及び銅の標準試料のEC₅₀(30min)はそれぞれ0.18mg/L、0.18mg/Lであり、このことからこれらの金属がマイクロトックス毒性試験の結果に影響を与えているものと推察される。その他の検体については原液濃度での試験において、全て毒性が認められなかった。

また、排水を対象に原液濃度でAmes試験を行った結果、陽性を示した検体はみられなかった。

4-5. アスベスト

アスベストは0.05f/Lから2.20f/Lの濃度で検出され、大気汚染防止法の特定粉じん発生施設に対する規制基準値10f/Lを下回っていた。アスベスト排出抑制マニュアルによると住宅地域におけるアスベスト濃度は1.04f/L、商業地域で1.42f/L、内陸山間地域で0.43f/L程度であり²⁾、今回の調査結果と比較して同程度の濃度を示したことから周辺大気に対する一般廃棄物最終処分場からの影響はほとんどないものと考えられる。

5. まとめ

三重県下29施設の一般廃棄物最終処分場を対象に、プラスチック可塑剤(フタル酸エステル類、リン酸トリ-n-ブチル)、クロロデン類、アスベスト及び金属の測定、並びに総合的な評価を目的としてバイオアッセイを実施したところ、下記のような知見を得た。

- (1) 有害金属の内、各処分場の排水から排水基準を超えた例はみられなかった。
- (2) 鉛について地下水(上)及び地下水(下)で環境基準を超過した検体はみられたが、処分場の排水及び浸出水からは鉛が検出されていないことから地質由来の可能性が高いものと考えられた。
- (3) 総水銀について、土壌1検体が土壌環境基準を超過していた。この処分場付近の地域は、水銀を含む地層がみられることから、地質由来によるものと考えられた。
- (4) ニッケルは、排水から最大濃度(0.49mg/L)が検出された。この処分場の浸出水からはニッケルが検出されておらず、排水から検出された原因については不明であった。また、

地下水（下）1検体及び土壌4検体について、高濃度ではないが、環境に係る指針値を超過して検出された。

- (5) コバルトは7検体で検出されたが、すべて0.02mg/L以下であった。この濃度は、マイクロトックス毒性試験結果のEC50と比較して低い濃度であるものと推察された。
- (6) 排水水中にフタル酸ジ-2-エチルヘキシル及びフタル酸ジ-n-ブチルが検出された処分場があった。また、地下水（上）中にフタル酸ジメチル、フタル酸ジエチル、フタル酸ジイソブチル及びフタル酸ジ-n-ブチルが検出された処分場があったが、これらの処分場の地下水（下）からはフタル酸エステル類は検出されておらず、処分場の影響は考えにくい。
土壌は1検体でフタル酸ジ-n-ブチルが検出された他は、全て未検出であったことから、フタル酸エステル類による処分場周辺の土壌汚染はほとんどないものと判断された。
- (7) リン酸トリ-n-ブチルは、約63%の検出率で検出され、広範囲の濃度分布を示した。特に土壌は約76%と高い検出率であったが、原因については不明であった。
- (8) フタル酸エステル類及びリン酸トリ-n-ブチルは、既存の処理設備により、除去されることが推察された。
- (9) 今回の調査では、クロルデン類が検出された検体はみられなかったことから、クロルデン類による汚染はないものと考えられた。
- (10) マイクロトックスによる毒性試験の結果、処分場が原因と考えられるような結果は認められなかった。また、Ames試験の結果では、陽性を示した検体はみられなかった。
- (11) アスベスト調査の結果、周辺大気に対する一般廃棄物最終処分場からの影響はないものと

考えられた。

以上のように、今回、調査対象とした項目については直ちに問題となるような結果は認められなかった。しかし、ここ数年、極微量で生体に影響を及ぼすような未規制物質等が問題となっており、これらの物質についても今後調査していく必要があるものと考えられる。

謝辞

今回、検体のサンプリングにあたり、多大なご協力をいただいた市町村、一部事務組合ならびに保健所の方々に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 村田徳治：有害物質、環境研究、100、95(1996)
- 2) 渋谷政夫、小山雄生、渡辺久男：重金属測定法、p95-96、博友社、(1978)
- 3) 財団法人日本公衆衛生協会：外因性内分泌攪乱化学物質問題に関する研究班中間報告書、(1997)
- 4) 環境庁大気保全局大気規制課 監修：アスベスト排出抑制マニュアル、p89、株式会社行政、(1985)
- 5) 水谷博和、山川雅弘、前田雅也、地主昭博、松岡行利、白井宣一郎：バイオアッセイを用いた産業廃棄物の溶出液の毒性評価について、三重県環境科学センター研究報告、16、85(1996)
- 6) 山川雅弘、水谷博和、前田雅也、中谷純夫、伊東友夫、高桑三明、松岡行利：バイオアッセイを用いた産業廃棄物溶出液の毒性評価について（第2報）、三重県環境科学センター研究報告、17、11(1997)
- 7) 環境庁環境保健部環境安全課：平成8年度版 化学物質と環境、p512、(1996)
- 8) 環境庁環境保健部環境安全課：平成6年度版 化学物質と環境、p89-92、(1994)
- 9) 日本科学技術情報センター：大気汚染物質のレビュー、p53-62、(1988)

Inspection of Actual Conditions of Unregulated Substances in Environment

MAEDA Masaya, MIZUTANI Hirokazu, YAMAKAWA Masahiro, NAKAYA Sumio,
ITO Tomoo, TAKAKUWA Mitsuaki, MATSUOKA Yukimichi, SHIRAI Senichiro,
TORII Naruyuki, OKUDA Tetsuya, TAKAHASHI Kouzou, JINUSHI Akihiro
and HAYAKAWA Syuji

We inspected actual conditions of unregulated substances, biological effect by bioassay and asbestos in the air around twenty-nine final domestic waste treatment plants in Mie Prefecture. At the same time, we measured the concentration of regulated metals.

In this inspection, unregulated substances such as nickel, cobalt, bis-2-ethylhexyle phthalate, di-n-butyl phthalate and tri-n-butyl phosphate were found in some drainage from these plants. But these substances in drainage did not have an influence on toxicity test by bioassay. The inspection of asbestos also did not show an influence on the air around the final domestic waste treatment plants.