

表9 分散処理方式の施設内容や施設規模

①計画年間日平均処理量 ②施設規模

処理方式 事業主体	焼却	RDF	コンポスト化	最終処分 *不燃 **灰
A1 93,859人 (収集人口)	①58.7t/日 ②54t/日×2炉 (全連続式)			14.7t/日* 5.9t/日**
A2 24,296人	①15.2t/日 ②16t/日×2炉 (機ハッチ式)			3.8t/日* 1.5t/日**
		①16+.6t/日 ②26.2t/日×1		2.4t/日* 1.7t/日**
	①7.3t/日 (その他ごみ) ②10.6t/日×1 (機ハッチ式)		①11.1t/日 (生ごみ) ②19.5t/日×1	1.1t/日 (コンポスト不適物) 1.0t/日**
B1 31,287人	①19.6t/日 ②21t/日×2炉 (機ハッチ式)			4.9t/日* 2.0t/日**
		①21.4t/日 ②32.5t/日×1		3.1t/日* 2.1t/日**
	①9.4t/日 (その他ごみ) ②13.6t/日×1 (機ハッチ式)		①15.1t/日 (生ごみ) ②25.1t/日×1	1.5t/日 (コンポスト不適物) 1.0t/日**
B2 36,769人	①23.0t/日 ②24t/日×2炉 (機ハッチ式)			5.8t/日* 2.3t/日**
		①26.1t/日 ②38.2t/日×1		3.8t/日* 2.5t/日**
	①11.1t/日 (その他ごみ) ②16t/日×1炉 (機ハッチ式)		①17.7t/日 (生ごみ) ②29.5t/日×1	1.8t/日 (コンポスト不適物) 1.1t/日**

①条件の設定

焼却施設の建設費については、前掲の表7に示した施設規模に応じた単価を用いる。コンポスト化施設やRDF施設の建設費については、施設規模を考慮する必要があるため、上記の焼却炉の施設規模と建設費の関係を用いて検討する。

焼却炉100t/日以上16炉の平均施設規模と平均建設費313.9t/日、144.4億円焼却炉49t/日以下16炉の平均施設規模と平均建設費18.75t/日、16.69億円以上の数値を、下式のスケールメリットを示す一般式に当てはめ、係数を計算すると、 $a=177$ 、 $b=0.766$

が得られ、よく言われる0.75乗則に近い結果となった。

$$\text{建設費(百万円)} = a \times (\text{施設規模})^b$$

そこで、コンポスト化施設、RDF施設の建設費を上式により、表9に設定した施設規模に当てはめて計算すると、以下のようになる。

RDF施設	25.2 t/日	64 百万円/年
	32.5 t/日	78 百万円/年
	38.2 t/日	88 百万円/年
コンポスト施設	19.5 t/日	48 百万円/年
	25.1 t/日	61 百万円/年
	29.5 t/日	72 百万円/年
最終処分施設	20.6 t/日	15 百万円/年
	8.1 t/日	6 百万円/年
	6.9 t/日	5 百万円/年
	5.2~5.3 t/日	4 百万円/年
	4.1 t/日	3 百万円/年
	2.1~2.9 t/日	2 百万円/年

一方、ランニングコストは、表7に示した単価と同じとする。

## ②建設費・維持管理費の計算

以上の条件設定から、各分散処理方式の経済性を比較した結果が表10である。

表10 分散化処理方式の経済性の比較

分散化方式	施設等種類	インシャルコスト 百万円/年	ランニングコスト 百万円/年	合計 百万円/年		
焼却方式	焼却	A1	248	214		
		A2	142	55		
		B1	187	71		
		B2	213	84		
	最終処分	A1	15	15		
		A2	4	4		
		B1	5	5		
		B2	6	6		
	合 計		820	454		1,274
	焼却+RDF方式	焼却	A1	248		214
A2			64	36		
B1			78	47		
B2			88	55		
RDF利用*				131	138	
		最終処分	A1	15	15	
A2			3	3		
B1			4	4		
B2			5	5		
合 計		636	517	1,153		
焼却+コンポスト 方式	焼却	A1	248	214		
		A2	47	27		
		B1	61	34		
		B2	71	41		
	コンポスト	A2	48	8		
		B1	61	11		
		B2	72	13		
	最終処分	A1	15	15		
		A2	2	2		
		B1	2	2		
		B2	2	2		
	合 計		629	369		998

\* RDF利用施設は共有するとしているが、そこへの輸送等は考慮していない。

# 廃棄物処理におけるダイオキシン類の 排出抑制技術に関する研究（その5）

ダイオキシン類を含む灰の処理とリサイクルに関する研究

平成9～11年度 総合報告書

平成11年度 総括報告書

平成12年3月

財団法人 廃棄物研究財団

# 廃棄物処理におけるダイオキシン類の 排出抑制技術に関する研究（その5）

ダイオキシン類を含む灰の処理とリサイクルに関する研究

平成9～11年度 総合報告書

平成 11 年度 総括報告書

平成12年3月

財団法人 廃棄物研究財団

## はじめに

平成9年1月に厚生省より「ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン」(新ガイドライン)が示され、また、平成11年7月に「ダイオキシン類対策特別措置法」が公布され、我が国の廃棄物処理における環境保全対策は新しい局面を迎えることとなった。

このガイドラインでは、ごみ処理に係るダイオキシン類の排出削減のための総合的なプログラムが盛り込まれており、廃棄物処理過程におけるダイオキシン類の排出削減対策の推進を図るとともに対策の推進状況について継続的にフォローアップすることが極めて重要な意味を持つことが示されている。

以上の状況を踏まえ、本研究では、ダイオキシン類の排出削減対策のフォローアップ検証、環境中のダイオキシン類の挙動調査、焼却対象物とダイオキシン生成の関係及び新たなダイオキシン類の処理・削減技術等の廃棄物処理におけるダイオキシン類の発生と挙動に関する総合的な調査・研究を、平成9年度から3ヵ年計画で実施した。

本研究の実施に当たっては、厚生省から厚生科学研究費補助金を受け、当財団内に学識経験者、地方自治体及び民間企業からなる「廃棄物処理におけるダイオキシン類の発生と挙動に関する調査研究委員会」を設置し、共同研究を行った。

ここに、本研究をご指導いただいた研究委員会の委員長をはじめ、各委員並びに貴重なご意見・ご助言を戴いた関係各位に厚くお礼申し上げる次第である。

平成12年3月

財団法人 廃棄物研究財団  
理事長 山村勝美

平成9～10年度委員会

廃棄物処理におけるダイオキシン類の発生と挙動に関する研究委員会名簿

	氏名	所属
委員長	酒井伸一	京都大学 環境保全センター 助教授
委員	岩本文哉	兵庫県生活文化部環境局環境整備課産業廃棄物対策室長
”	柴田真年	北海道環境生活部環境室廃棄物対策課一般廃棄物係長
”	大迫政浩	国立公衆衛生院 廃棄物工学部 主任研究官
”	岡島重信	立命館大学 総合理工学研究機構 エコ・テクノロジー研究センター 客員研究員
”	川本克也	関東学院大学 工学部建築設備工学科 教授
”	栗原英隆	横浜市環境事業局施設部 部次長兼施設課長
”	小林陽一	仙台市環境局環境部環境計画課 計画係長
”	佐藤研二	東邦大学 理学部物理学科 教授
”	澤地 實	大阪市環境事業局 処理技術担当部長
”	塩崎良治	大津市環境部環境企画課 参事
”	田辺信介	愛媛大学 沿岸環境科学研究センター 教授
”	中村一夫	京都市環境局環境企画部地球環境政策課 担当課長
”	藤吉秀昭	(財)日本環境衛生センター 環境工学部 次長
”	安田憲二	神奈川県環境科学センター 環境工学部 副部長
”	渡辺 功	大阪府立公衆衛生研究所 環境衛生課 主任研究員

平成11年度委員会

廃棄物処理残さ物のダイオキシン類対策に関する研究委員会名簿

	氏名	所属
委員長	武田 信生	京都大学大学院 工学研究科 教授
委員	大迫 政浩	国立公衆衛生院 廃棄物工学部 主任研究官
”	川本 克也	関東学院大学 工学部建築設備工学科 教授
”	近藤 和義	川崎市環境局施設部処理計画課 課長
”	酒井 伸一	京都大学 環境保全センター 助教授
”	瀬川 道信	京都市環境局施設部施設整備課 担当係長
”	藤吉 秀昭	(財)日本環境衛生センター 環境工学部 次長
”	松藤 敏彦	北海道大学大学院 工学研究科 助教授



# ダイオキシン類を含む灰の処理とリサイクルに関する研究

## 平成9～11年度 総合報告書

### 目次

	頁
第1章 調査研究の目的と概要	
1. 調査目的	1
2. 調査全体計画	1
第2章 ダイオキシン類を含む灰の処理とリサイクルに関する研究	
1. 集じん灰処理方式によるダイオキシン類溶出抑制効果	3
2. 焼却残渣のダイオキシン類と循環・安定化手法の検討	9
3. 超臨界水による飛灰処理技術	14
4. 溶融脱塩素化に関する調査	19
5. 廃棄物処理残渣物のダイオキシン類対策に関する研究	22

# 平成11年度 総括報告書

## 目次

	頁
第1章 調査研究の目的と概要	31
第2章 残渣物の安定化、高度処理に関する研究	33
2.1 排水処理汚泥の安定化処理に関する研究（実験）	33
2.2 洗煙排水処理の高度化に関する研究（実験）	40
2.3 焼却残渣のダイオキシン類と循環・安定化手法の検討（実験）	63
第3章 処理過程でのダイオキシン類の挙動に関する研究	85
3.1 水系へのダイオキシン類溶存因子に関する研究（実験）	85
3.2 未燃炭素のダイオキシン類吸着挙動に関する研究（実験）	89
第4章 ダイオキシン類を含む残渣物の実態、低減化技術の調査	93
4.1 残渣物の実態に関する調査（文献調査）	93
4.2 残渣物のダイオキシン類低減化技術に関する調査（文献調査）	104
4.3 排ガス処理に伴う残渣物に関する調査（文献調査）	143
第5章 処理した残渣物のリサイクルに関する調査	155
5.1 熔融処理によるリサイクルについての調査（文献調査）	155
5.2 焼結処理によるリサイクルについての調査（文献調査）	168
5.3 セメント化（エコセメント）によるリサイクルについての調査（文献調査）	177
5.4 物理選別処理によるリサイクルについての調査（文献調査）	188
5.5 重金属類回収によるリサイクルについての調査（文献調査）	213
第6章 ダイオキシン類対策特別措置法への対応現状技術の検討	223
第7章 まとめと今後の課題	233

平成9～11年度

総 合 報 告 書

## 第 1 章 調査研究の目的と概要

### 1. 調査目的

本調査研究は、1997年1月に通知された「ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止ガイドラインーダイオキシン類削減対策プログラム（新ガイドライン）」、および、その後実施された法規制によるダイオキシン類削減対策の効果を事後評価することを主目的とし、効果確認の作業の機能を担いつつ、厚生科学研究としての「ダイオキシン類総合対策研究」の一環として調査研究を進めた。

### 2. 調査全体計画

本調査研究で取り組む課題は、新ガイドラインにおいて今後の課題とされた項目の中から、下記（1）～（4）の研究テーマに分け、さらに表 1-1 に示すように分割し調査研究をおこなった。

- （1）廃棄物の組成とダイオキシン類の生成に関する研究
- （2）ごみ処理施設から排出されるダイオキシン類の挙動に関する研究
- （3）ごみ処理施設におけるダイオキシン排出削減の改造とその効果に関する研究
- （4）ダイオキシン類を含む灰の処理とリサイクルに関する研究

調査研究の実施にあたり、「廃棄物処理におけるダイオキシン類発生と挙動に関する研究委員会」を組織し、平成9年度から平成11年度の3年間の調査研究を行った。なお、平成11年度については、本研究の一部について「廃棄物処理残さ物のダイオキシン類対策に関する研究委員会」を組織し調査研究を行った。

表 1-1 廃棄物処理におけるダイオキシン類の発生と挙動に関する調査研究項目

調査研究項目	平成 9年度	平成 10年度	平成 11年度
廃棄物の組成とダイオキシン類の生成に関する研究			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・塩素源とダイオキシン類生成との関係に関する文献調査</li> <li>・ダイオキシン類生成に関する海外動向調査</li> <li>・実焼却炉における焼却物の組成とダイオキシン類の生成との関係</li> <li>・燃焼過程における塩素源とダイオキシン類の生成挙動調査</li> <li>・RDF燃焼時におけるダイオキシン類の挙動調査</li> <li>・くん焼状態でのダイオキシン類発生状況の把握</li> </ul>	○  ○	○  ○	○  ○  ○
ごみ処理施設から排出されるダイオキシン類の挙動に関する研究			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ダイオキシン類の大气沈降沈着解析</li> <li>・ダイオキシン類の拡散予測モデル</li> <li>・廃棄物焼却施設からのダイオキシン類環境影響把握調査</li> <li>・豊能郡美化センターにおけるダイオキシン類の発生と挙動調査</li> </ul>	○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○
ごみ処理施設におけるダイオキシン排出削減の改造とその効果に関する研究			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ごみ焼却施設からのダイオキシン類総排出量実態調査</li> <li>・ごみ焼却施設からの総排出量実態調査</li> <li>・設備改造によるダイオキシン類削減調査</li> <li>・活性炭吸着による排ガス中のダイオキシン類分解処理技術</li> <li>・ごみ焼却施設周辺環境等のダイオキシン類調査</li> <li>・ごみ焼却施設の改善効果に関する研究</li> <li>・大阪湾等のダイオキシン類歴史トレンド解析</li> <li>・コンポストによるリサイクルフローの解析</li> <li>・広域化等によるシステムの経済性の検討</li> </ul>	○ ○  ○  ○ ○ ○ ○	○ ○  ○  ○ ○ ○ ○	○   ○  ○ ○ ○
ダイオキシン類を含む灰の処理とリサイクルに関する研究			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・集じん灰処理方式によるダイオキシン類等溶出抑制効果</li> <li>・焼却残渣のダイオキシン類と循環・安定化手法の検討</li> <li>・超臨界水による飛灰処理技術</li> <li>・溶融脱塩素化に関する調査</li> <li>・廃水処理汚泥の安定化処理に関する研究</li> <li>・処理過程でのダイオキシン類の挙動に関する研究</li> <li>・ダイオキシン類を含む残渣物の実態、低減化技術に関する調査</li> <li>・処理した残渣物のリサイクルに関する調査</li> <li>・ダイオキシン類特別措置法と現状対策技術を比較した対応策の検討</li> <li>・洗煙排水処理の高度化に関する研究</li> </ul>	○   ○	○  ○	○    ○ ○ ○ ○ ○

(注) ○印は調査研究の実施を示す。

## 第2章 ダイオキシン類を含む灰の処理とリサイクルに関する研究

### 1. 集じん灰処理方式によるダイオキシン類等溶出抑制効果

#### 1. 1 調査目的

集じん灰の処理方式別によるダイオキシン類等の溶出抑制効果を調査する目的で、全国から燃焼形式、集じん方式及び集じん灰の処理方式の異なる13施設を選定し、ダイオキシン類および重金属類について含有量試験及び環境庁告示第13号溶出試験を行った。次年度は前年度の調査結果を基に処理前の溶出量が多く、かつ、処理後の溶出抑制効果の低かった試料を中心に、タンクリーチング法も併せて実施し、詳細に溶出抑制効果の検証を行ない、溶出試験法の違いによる結果も評価した。また、焼却施設から排出され、飛灰とは処理が違ふ凝集沈殿汚泥についても同様の試験を行った。

#### 1. 2 調査方法

- 1) 調査対象物質：ダイオキシン類(PCDDs, PCDFs)、プラナ-PCB(次年度のみ)、重金属類(Pb, Cd)
- 2) 対象施設：13施設のストーカまたは流動床炉でEPまたはバグフィルターを有する施設(セメント固化4、キレート処理2、酸抽出1、セメント+キレート4、混合灰セメント固化2)

表 5-1-1 調査対象施設等

灰種類	処理方式	燃焼形式	集じん方式	施設記号
飛灰	セメント固化	ストーカ	EP	AS1
			バグ	AS2
		流動床	EP	AF1
			バグ	AF2
	キレート処理	ストーカ	EP	BS1
		流動床	バグ	BF1
	酸抽出法	ストーカ	EP	CS1
	セメント固化+キレート	ストーカ	EP	DS1
			バグ	DS2
		流動床	EP	DF1
バグ			DF2	
混合灰	セメント固化	ストーカ	バグ	ES1
		流動床	EP	EF1

表 5-1-2 次年度の調査対象概要

施設記号	含有量試験		溶出試験方法		
	処理前		処理後		
	含有量		環境庁告示 13 号 (有姿)	環境庁告示 13 号 (粉碎)	タンクリーチング (オランダ)
AS1	○●		○●	○●	◎
AS2	○●		○□●	◎●	◎
AF1	○●		◎●	◎●	◎
CS1	○●		◎●	◎●	◎
DS2	□●		□●	□●	□
EF1	○●		◎●	◎●	◎
FS1	■		■		■
FS2	■		■		■

FS1,FS2 は凝集沈殿汚泥

調査対象物質

- ◎■ : ダイオキシン類、コプラナーPCBs、Pb、Cd
- : コプラナーPCBs
- : Pb、Cd
- : 平成 9 年度調査 (ダイオキシン類、Pb、Cd)

分析試料 : (A) 原灰中含有量、(B) 原灰の溶出試験液 (初年度のみ)、(C) 処理灰の有姿溶出試験液、(D) 処理灰の粉碎後試料の溶出試験液、(E) タンクリーチング法による溶出試験液 (次年度のみ)

### 3) 溶出試験方法 :

- (1) 第一ステップ; 環境庁告示第 13 号による。処理灰は有姿及び粉碎両方で溶出試験を実施。粉碎の場合、固化物を 0.5 ~ 5mm に粉碎したものを溶出試験に供した。
- (2) 第二ステップ; 第一ステップの分析結果から溶出抑制効果の低い試料を中心に、次年度に環境庁告示 13 号及びタンクリーチング法の 2 方法を行い、調査対象物質としてコプラナーPCBs を加え、詳細に検討した。また、焼却施設から排出され、飛灰とは処理が違うものとして凝集沈殿汚泥についても含有量・溶出試験(環告 13 号・タンクリーチング法)を行った。

### 4) タンクリーチング法試験方法 :

試料体積の測定と試料表面積の測定を事前に行い、溶出溶媒は蒸留水を精密分析用硝酸を用いて pH4±0.1 に調整したものを使用した。

分析必要液量が得られる容量のビーカー (5L) に試料体積の 5 倍量の溶出溶媒 (pH4) を入れ、試料を入れたステンレス製水きり器をゆっくり浸し、6 時間後、溶出溶液を採取しろ過する。一方、試験試料に対し新たに溶出溶媒をはじめと同量加え、この操作を試験開始時から 1 日後、4 日後、16 日後に採取するために繰り返す。試験開始時から 6 時間後、1 日後、4 日後、16 日後それぞれの溶出溶液をろ過後、そのろ液を分析用溶液とした。

5) 分析方法 : Pb, Cd ; ICP-AES 法

ダイキシン類、コプラナー-PCB ; HRGC-HRMS 法

「廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定分析マニュアル」に準拠

(平成9年2月 厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課)

### 1. 3 調査結果

表5-1-3に初年度の分析結果の概要を示す。

重金属類に関しては原灰の溶出試験結果と比較し、処理灰における溶出抑制効果は概ね90%以上であった。

ダイオキシン類については非常に微量ではあるが、溶出試験液で検出されたものが数例あった。最大値は13pg-TEQ/Lで、流動床EP集じん灰のセメント固化処理灰の溶出によるものであった。処理灰では有姿よりも粉砕の溶出で増加したものが2例あったが、基本的に有姿と粉砕における同族体分布の違いは見られなかった。また、灰処理方式、燃焼形式及び集じん方式の違いによる明瞭な差はみられなかった。

溶出液のダイオキシン類同族体分布は、原灰における分布とは異なり、低塩素化成分(特にT4CDFs)が主体であった。これは低塩素化成分の方が溶出されやすいことを示唆している。

いずれも溶出液中のダイオキシン類濃度は非常に微量であり、定量下限値よりもさらに低いレベルまでの数値を評価に用いると、本溶出試験条件では原灰中に存在するダイオキシン類の総量に対して処理灰溶出液中に約 $\times 10^{-6}$ のオーダーで溶出することがわかった。多いものでは原灰中に存在するダイオキシン類の総量に対して約0.0018%に相当する。

次年度調査結果を表5-1-4に示す。溶出試験環告13号法では、溶出溶液中濃度はダイオキシン類TEQで0.0071~6.7pg-TEQ/L、コプラナーPCB TEQで0.00057~0.38pg-TEQ/Lであった。トータルTEQ(ダイオキシン類+コプラナーPCB)のレベルは最終処分場浸出水とほぼ同じレベルであった。

タンクリーチング試験法については、ダイオキシン類TEQで0.014~3.7pg-TEQ/L、コプラナーPCB TEQで0.0003~1.5pg-TEQ/Lであった。ダイオキシン類とコプラナーPCBは必ずしも同じ挙動を示さず、浸漬時間が長くなってもコプラナーPCBは溶出し続けているものがあつた。Pb,Cdについて



はともに 1 日後までにほぼ溶出を終えている。表面積当りの溶出量は、累積溶出量でダイオキシン類 TEQ で 1.8~160 pg/m<sup>2</sup>、コプラナーPCB TEQ 0.036~48 pg/m<sup>2</sup>であった。

環告 13 号とタンクリーチング試験いずれの溶出液中でも TEQ の高い傾向を示したものは、EF1(セメント固化、流動、EP、混合灰)及び AS1(セメント固化、ストーカ、EP、飛灰)など含有量の高い EP 設置施設の灰であった。いずれの溶出試験方法においても、PCDDs、PCDFs、コプラナーPCB の溶出率に違いはなかった。

凝集沈殿汚泥 (FS1, FS2) については、Pb,Cd 及びダイオキシン類については含有量は FS1,FS2 ともに飛灰と同じレベルであった。

タンクリーチング試験の累積溶出率と環告 13 号の溶出率を比較するとほぼ同程度であった。

ダイオキシン類の溶出率では FS1 は  $1.37 \times 10^{-6}$ ~ $3.63 \times 10^{-6}$  オーダーでほぼ一定しており、FS2 は  $5.83 \times 10^{-8}$ ~ $4.33 \times 10^{-6}$  オーダーであった。また、凝集沈殿汚泥の溶出率を、他の飛灰試料の処理灰と比較するとほぼ同じレベルであった。

#### 1. 4 今後の課題

今回の溶出試験で最もダイオキシン類の溶出率の高かった試料については、集じん灰の性状分析(灰の粒度分布等)や溶出液中の有機性分の分析として TOC (全有機炭素)、TS (全蒸発残留物)、VS (燃焼性残留物) 等を調査し、溶出要因の究明を行う必要がある。

集じん灰の溶出試験法は、ダイオキシン類の様に強毒性で有機物や灰及び活性炭への強い吸着を示し、且つ脂溶性の高い物質については、さらに今後様々な環境要因を想定した方法で検討する必要があるといえる。特にダイオキシン類の分析においては抽出効率を向上させるための前処理として塩酸処理を適用しているがこのような条件下に近い酸性雨の条件下での溶出試験、あるいは最終処分場のように、ダイオキシン類を溶出しやすくする成分、例えば油分、溶剤、界面活性剤、フミン質などの影響も考慮して評価する必要があると思われる。さらに溶出試験後のろ過方法如何でも微粒子等のろ液への混入の差が分析結果に大きく影響し得る可能性もある。今後、水系からのダイオキシン類の生物濃縮を考慮した場合、更に微量のレベルでの評価や、集じん灰の溶出試験評価方法の確立および安全性の評価方法の確立が必要と思われる。

表 5-1-3 公定法の定量下限値に基づいた分析結果概要 (平成 9 年度調査結果一覧)

灰種類	処理方式	燃焼形式	集じん方式	施設記号	分析値														
					処理前							処理後 (溶出試験のみ)							
					含有量			溶出量				溶出量報告13号			溶出量報告13号 有姿				溶出量報告13号 粉砕
					Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	PCDD/Fs (ng-TEQ/g)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	PCDD/Fs (pg-TEQ/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	PCDD/Fs (pg-TEQ/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	PCDD/Fs (pg-TEQ/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	PCDD/Fs (pg-TEQ/L)
飛灰	セメント固化	ストーカ	EP	AS1	5340	286	48	<0.05	0.046	N.D.	<0.05	0.005	N.D.	<0.05	0.005	N.D.	<0.05	<0.005	N.D.
					489	31.7	0.34	16	<0.005	N.D.	0.1	<0.005	N.D.	0.12	<0.005	0.064			
	流動床	EP	AF1	2270	17.7	3.3	<0.05	<0.005	3.8 / 13	<0.05	<0.005	5.4	<0.005	<0.005	5.1				
				467	4.17	0.29	0.82	<0.005	N.D.	0.07	<0.005	N.D.	0.07	<0.005	0.0021				
	キレート処理	ストーカ	EP	BF1	2390	81.3	0.87	56	<0.005	N.D.	<0.05	0.006	N.D.	<0.05	0.005	N.D.			
					1210	17.2	2.2	14	<0.005	N.D.	<0.05	<0.005	N.D.	<0.05	<0.005	N.D.			
酸抽出法	ストーカ	EP	CS1	5730	160	6.1	<0.05	0.016	N.D.	<0.05	<0.005	0.044	<0.05	<0.005	0.029				
				2260	184	0.62	0.07	<0.005	0.012	<0.05	<0.005	N.D.	<0.05	<0.005	N.D.				
混合灰	セメント固化 + キレート	流動床	EP	DS2	3680	122	1.7	140	<0.005	0.31	2.5	<0.005	N.D.	<0.05	<0.005	N.D.			
					1050	21.9	2.9	0.85	<0.005	0.94	0.1	<0.005	N.D.	<0.05	<0.005	N.D.			
	セメント固化	ストーカ	EP	DF2	2310	6.17	0.29	0.09	<0.005	0.63	<0.05	<0.005	N.D.	<0.05	<0.005	N.D.			
					1660	51.3	0.74	49	<0.005	N.D.	0.32	<0.005	N.D.	0.37	<0.005	N.D.			
流動床	EP	EF1	2560	26.4	5.2	0.36	<0.005	1.8	0.12	<0.005	0.67	<0.005	0.24	<0.005	0.4				

表 5-1-4 公定法の定量下限値に基づいた分析結果概要 (平成 10 年度調査結果一覽、タンク・チグ'法含む、凝集沈殿試験料含む)

灰種類	処理方式	燃焼形式	集じん方式	施設記号	測定条件*	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	ダイオキシン類				PCBs			DDDF-PCB TEQ (pg-TEQ/L)	
								I-TEQ (pg-TEQ/L)	PCDDs (pg/L)	PCDFs (pg/L)	PCDD/DFs (pg/L)	I-TEQ (pg-TEQ/L)	non-o (pg/L)	mono-o (pg/L)		di-o (pg/L)
飛灰	セメント固化	Zレーク	EP	AS1	原灰含有量*	<0.01	<0.005	72	52	120	4.5	32	30	1.8		
					報告	<0.01	<0.005	1.7	<0.005	0.11	0.38	0.11	0.38	0.11	0.38	
					TL**	<0.01	<0.005	0.91	40	64	7.9	4.8	0.0099	N.D.	7.9	4.8
					13号粉砕	<0.01	<0.005	0.061	29	50	12	8.3	0.43	12	170	28
					6時間	<0.01	<0.005	0.49	38	71	7.2	4.3	0.12	4.1	7.2	4.3
	AS2	原灰含有量*	<0.01	<0.005	0.053	16	44	4.5	0.00064	N.D.	4.8	3.8	0.054			
	報告	<0.01	<0.005	0.22	36	59	0.13	0.13	0.13	0.13	150	180	71			
	TL	<0.01	<0.005	0.2	24	36	0.0071	0.0071	0.0071	0.0071	5.4	17	10			
	13号粉砕	<0.01	<0.005	0.03	27	47	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089	N.D.	3.7	2.3			
	6時間	<0.01	<0.005	0.049	20	27	0.00041	0.00041	0.00041	0.00041	N.D.	3.7	2.3			
混合灰	セメント固化 + キレート	流動床	EP	AF1	原灰含有量*	<0.01	<0.005	11	11	22	9.7	2.7	2.7	0.036		
					報告	<0.01	<0.005	0.071	11	22	0.0057	0.0057	0.0057	2700	5100	3800
					TL	<0.01	<0.005	0.46	34	53	1.5	1.5	1.5	N.D.	5.4	3.2
					13号粉砕	<0.01	<0.005	0.046	19	36	0.0079	0.0079	0.0079	N.D.	6.7	3
					6時間	<0.01	<0.005	0.53	31	48	0.00074	0.00074	0.00074	N.D.	7.2	2.3
	CS1	原灰含有量*	<0.01	<0.005	0.051	24	44	0.0015	0.0015	0.0015	N.D.	8.4	8.3	0.053		
	報告	<0.01	<0.005	0.32	22	48	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	1500	1800	730			
	TL	<0.01	<0.005	0.75	55	89	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	3.1	8.7	2.2			
	13号粉砕	<0.01	<0.005	0.017	9.1	18	0.00083	0.00083	0.00083	N.D.	1.3	8.8	1.6			
	6時間	<0.01	<0.005	0.31	45	76	0.00067	0.00067	0.00067	N.D.	6.5	3.8	0.018			
凝集沈殿汚泥	セメント固化 + キレート	流動床	EP	DS2	原灰含有量*	3400	73	-	-	-	-	-	-	-		
					報告	<0.01	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					TL	<0.01	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					13号粉砕	<0.01	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					6時間	<0.01	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	EF1	原灰含有量*	<0.01	<0.005	0.065	28	60	0.0019	0.0019	0.0019	N.D.	7.7	5.4	0.13		
	報告	<0.01	<0.005	0.14	1	8.1	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	N.D.	2.7	3.1			
	TL	<0.01	<0.005	0.37	120	250	0.19	0.19	0.19	0.19	7.1	7.1	3.8			
	13号粉砕	<0.01	<0.005	0.56	41	66	0.22	0.22	0.22	0.22	2000	3500	1900			
	6時間	<0.01	<0.005	1.9	74	140	0.14	0.14	0.14	0.14	5.1	12	7.7			
飛灰	セメント固化	Zレーク	EP	FS1	原灰含有量*	<0.01	<0.005	71	230	300	0.3	34	14	5.6		
					報告	<0.01	<0.005	5.3	71	120	0.34	0.34	0.34	7.1	34	14
					TL	<0.01	<0.005	2.8	39	160	0.01	0.01	0.01	5.8	24	5.8
					13号粉砕	<0.01	<0.005	0.065	13	29	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	24	5.3
					6時間	<0.01	<0.005	0.43	56	260	0.24	0.24	0.24	7.2	24	5.4
	FS2	原灰含有量*	<0.01	<0.005	0.018	10	12	0.0013	0.0013	0.0013	8.5	38	13	6.7		
	報告	<0.01	<0.005	0.028	13	3.1	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	150	150	55			
	TL	<0.01	<0.005	0.02	11	5.5	0.46	0.46	0.46	0.46	N.D.	17	6.5			
	13号粉砕	<0.01	<0.005	0.014	7.7	4	0.12	0.12	0.12	0.12	6.3	30	6.4			
	6時間	<0.01	<0.005	0.015	7.2	3.5	0.029	0.029	0.029	0.029	3.2	25	5.1			

含有量は原灰、溶出試験は処理灰について調査した。\*) 含有量の単位は Pb・Cd : mg/kg、ダイオキシン類・コプラナーPCBs : pg-TEQ/g、pg/g \*\* ) TL: Tank Leaching (タンク・チグ'法)

## 2. 焼却残渣のダイオキシン類と循環・安定化手法の検討

### 2. 1 目的

焼却残渣の埋立地の逼迫と資源の有効活用という観点から、焼却残渣の有効利用が望まれており、溶融スラグや焼却灰の土木用材等への利用技術や、飛灰や溶融飛灰からの有価金属回収技術が検討されている。ここで、有効利用しようとするこれらの焼却残渣等の溶出、含有レベルは事前に的確に把握しておく必要がある。このような背景から、各種焼却残渣やその処理物等からのダイオキシン類や有害物質等の溶出レベル、挙動を調査し循環・安定化手法検討のベースとすることを目的に研究を行った。

### 2. 2 研究内容

研究に用いた焼却残渣等サンプルの発生経路や処理方法などの履歴を十分に調査し明確にすると同時に、その履歴が残渣中のダイオキシン類や重金属等有害物質の含有や溶出等にどう影響するのかに注目して研究した。また、焼却残渣との比較のため建設廃材関連サンプルについての調査も行った。試験は溶出試験と含有量分析を実施し、特に溶出試験では環境庁告示 46 号試験以外に、酸性雨等による影響等も考慮し、低 pH 条件も含めた溶出試験も実施した。調査成分は、ダイオキシン類と重金属類を中心とした。これらの試験結果から、残渣の履歴による有害物質の含有・溶出レベルを調べ、また、建設廃材と各種残渣等の含有・溶出レベルの比較を行い考察した。

### 2. 3 結果と考察

#### 1) 含有量分析結果・考察

結果を表 5-2-1 に示す。

#### <焼却灰物理選別工程サンプル>

PCDD/DFs の含有は、焼却灰、焼却灰物理選別灰、ボイラ灰で大差なく、10 ~16 pg-TEQ/g であった。これらの値は日本での土壤環境基準の 1000 pg-TEQ/g の 1/50 以下であった。コプラナーPCBs の含有レベルは、PCDD/DFs とコプラナーPCBs を合計した毒性当量の 2~4 % であった。重金属等の含有濃度は、それぞれ、Pb 690~1100mg/kg、Cd 4.1~11mg/kg、F 61~120mg/kg、B 51~110mg/kg、Cr6+ <1、As 1.1~4.1mg/kg であった。今回の焼却灰は破碎ごみの影響があるためか Pb 含有は比較的高かった。