

表 5-1-10 (1) コプラナー P C B s 濃度測定結果 (実測濃度)

サンプル名 サンプル量 単位		脱硝塔出口 3.117m ³ N ng/m ³ N	原灰 40.0g ng/g	スラグ 91.54g ng/g	溶融飛灰 20.0g ng/g
3,3',4,4'-T ₄ CB	#77	<0.02	0.044	<0.0005	0.0037
3,4,4',5-T ₄ CB	#81	<0.02	0.0082	<0.0005	<0.002
3,3',4,4',5-P ₅ CB	#126	<0.02	0.022	<0.0005	0.0052
3,3',4,4',5,5'-H ₆ CB	#169	<0.02	0.0042	<0.0005	0.005
2,3,3',4,4'-P ₅ CB	#105	0.065	0.0091	<0.0005	0.0025
2,3,4,4',5-P ₅ CB	#114	<0.02	0.002	<0.0005	0.0049
2,3',4,4',5-P ₅ CB	#118	0.16	0.0093	<0.0005	0.0031
2',3,4,4',5-P ₅ CB	#123	<0.02	0.0021	<0.0005	<0.002
2,3,3',4,4',5-H ₆ CB	#156	<0.02	0.0049	<0.0005	0.0042
2,3,3',4,4',5'-H ₆ CB	#157	<0.02	0.0031	<0.0005	0.0023
2,3',4,4',5,5'-H ₆ CB	#167	<0.02	0.0018	<0.0005	<0.002
2,3,3',4,4',5,5'-H ₇ CB	#189	<0.02	0.0027	<0.0005	0.008
2,2',3,3',4,4',5-H ₇ CB	#170	<0.02	0.003	<0.0005	0.007
2,2',3,4,4',5,5'-H ₇ CB	#180	0.027	0.0028	<0.0005	0.0049

表 5-1-10 (2) コプラナー P C B s 濃度測定結果 (毒性等量 : WHO/IPCS 1993)

サンプル名 サンプル量 単位		脱硝塔出口 3.117m ³ N ng-TEQ/m ³ N	原灰 40.0g ng-TEQ/g	スラグ 91.54g ng-TEQ/g	溶融飛灰 20.0g ng-TEQ/g
	I-TEF ¹				
3,3',4,4'-T ₄ CB #77	0.0005	0	0.000022	0	0.00000185
3,3',4,4',5-P ₅ CB #126	0.1	0	0.0022	0	0.00052
3,3',4,4',5,5'-H ₆ CB #169	0.01	0	0.000042	0	0.000050
2,3,3',4,4'-P ₅ CB #105	0.0001	0.0000065	0.00000091	0	0.00000025
2,3,4,4',5-P ₅ CB #114	0.0005	0	0.0000010	0	0.00000245
2,3',4,4',5-P ₅ CB #118	0.0001	0.00016	0.00000093	0	0.00000031
2',3,4,4',5-P ₅ CB #123	0.0001	0	0.000000021	0	0
2,3,3',4,4',5-H ₆ CB #156	0.0005	0	0.00000245	0	0.0000021
2,3,3',4,4',5'-H ₆ CB #157	0.0005	0	0.00000155	0	0.00000115
2,3',4,4',5,5'-H ₆ CB #167	0.00001	0	0.000000018	0	0
2,3,3',4,4',5,5'-H ₇ CB #189	0.0001	0	0.00000027	0	0.00000080
2,2',3,3',4,4',5-H ₇ CB #170	0.0001	0	0.00000030	0	0.00000070
2,2',3,4,4',5,5'-H ₇ CB #180	0.00001	0.00000027	0.000000028	0	0.000000049
Total TEQ ^{1,2}		0.000023	0.0023	0(<0.000028)	0.00058

表 5-1-10 (3) コプラナー P C B s 濃度測定結果 (毒性等量 : WHO/IPCS 1997)

サンプル名 サンプル量 単位		脱硝塔出口 3.117m ³ N ng-TEQ/m ³ N	原灰 40.0g ng-TEQ/g	スラグ 91.54g ng-TEQ/g	溶融飛灰 20.0g ng-TEQ/g
	I-TEF ¹				
3,3',4,4'-T ₄ CB #77	0.0001	0	0.0000044	0	0.00000037
3,4,4',5-T ₄ CB #81	0.0001	0	0.00000082	0	0
3,3',4,4',5-P ₅ CB #126	0.1	0	0.0022	0	0.00052
3,3',4,4',5,5'-H ₆ CB #169	0.01	0	0.000042	0	0.000050
2,3,3',4,4'-P ₅ CB #105	0.0001	0.0000065	0.00000091	0	0.00000025
2,3,4,4',5-P ₅ CB #114	0.0005	0	0.0000010	0	0.00000245
2,3',4,4',5-P ₅ CB #118	0.0001	0.00016	0.00000093	0	0.00000031
2',3,4,4',5-P ₅ CB #123	0.0001	0	0.000000021	0	0
2,3,3',4,4',5-H ₆ CB #156	0.0005	0	0.00000245	0	0.0000021
2,3,3',4,4',5'-H ₆ CB #157	0.0005	0	0.00000155	0	0.00000115
2,3',4,4',5,5'-H ₆ CB #167	0.00001	0	0.000000018	0	0
2,3,3',4,4',5,5'-H ₇ CB #189	0.0001	0	0.00000027	0	0.00000080
Total TEQ ^{1,2}		0.000023	0.0023	0(<0.000028)	0.00058

3. ロータリーキルン式灰溶融炉

1) 調査概要

ロータリーキルン方式の灰溶融実証施設（平成8年3月竣工、処理能力：12 t／日）において、隣接する清掃工場より持ち込まれた混合灰（焼却灰と飛灰の混合物）を溶融したときの、処理前混合灰・排ガス（BF入口、煙突）・スラグ・溶融飛灰中のダイオキシン類含有量を分析した。また、投入混合灰量と、溶融処理後の排ガス量・スラグ量・溶融飛灰量から、ごみ1 t当たりのダイオキシン類排出量を算出した。なお、本清掃工場では、焼却灰と飛灰は分離されず、混合された状態で排出されている。この混合灰を、本実証施設において、乾燥などの前処理をせずにそのまま溶融している。

本実証施設のフロー概略を図5-1-3に示す。

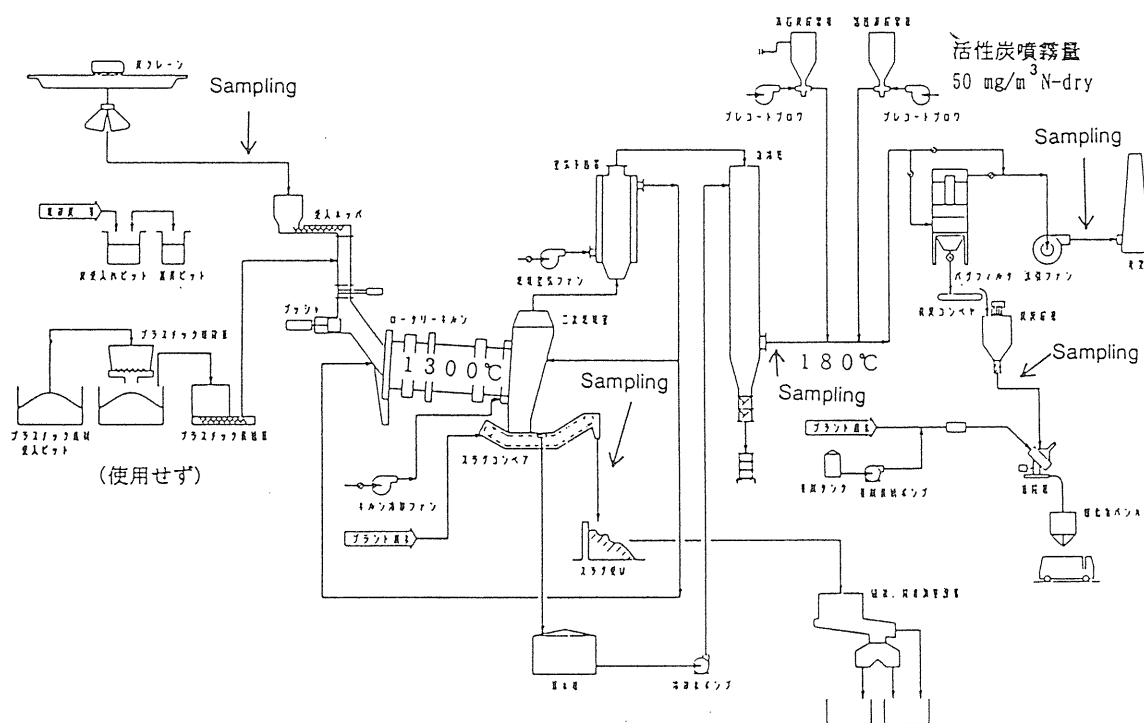


図 5-1-3 灰溶融実証施設 フロー概略図

2) 調査結果

各サンプルにおけるダイオキシン類濃度、及びごみ 1 t 当たりの排出量を示したフローシートを図 5-1-4 に示す。また、ダイオキシン類の分析結果の詳細を表 5-1-11 (1)、(2) に、その同族体分布を図 5-1-5 に示す。

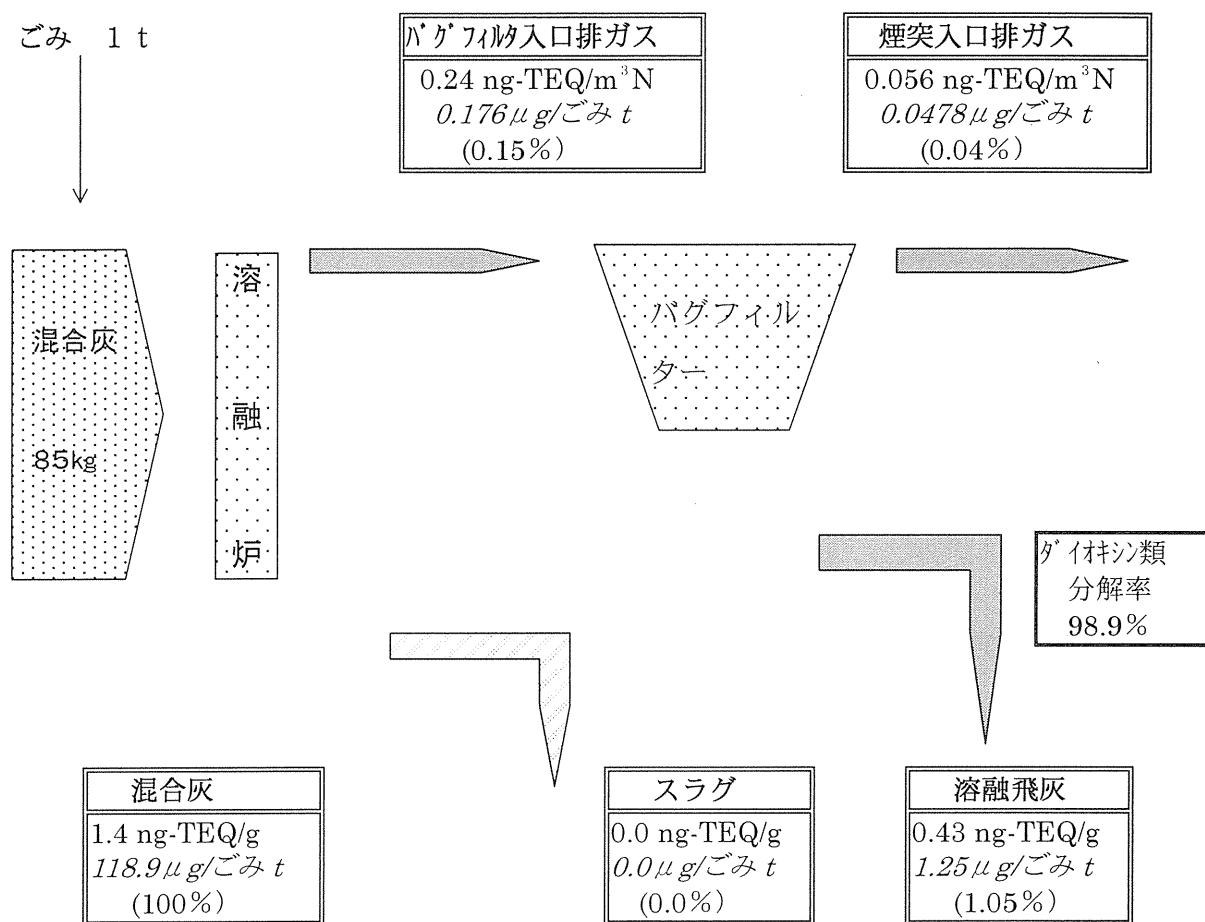


図 5-1-4 ダイオキシン類排出量フローシート

3) 調査結果及び考察

溶融前の混合灰中のダイオキシン類濃度は、 1.4 ng-TEQ/g であった。旧ガイドライン非適用炉の機械化バッチ炉で、電気集塵機を備え付けている焼却プラントからの排出灰（焼却灰＋飛灰）としては、概ね標準的な濃度である。本プラントにおいては、ごみ 1 t から 85kg の混合灰が発生しているので、ごみ 1 t 当たり $118.9 \text{ } \mu\text{g-TEQ}$ のダイオキシン類が発生していることになる。

これに対し、処理後の濃度は、ごみ 1 t 当たりに換算して（排ガス中のダイオキシン類を除く）、排ガス $0.0478 \text{ } \mu\text{g-TEQ/ごみ t}$ 、スラグ $0.0 \text{ } \mu\text{g-TEQ/ごみ t}$ 、溶融飛灰 $1.25 \text{ } \mu\text{g-TEQ/ごみ t}$ 、合計で $1.30 \text{ } \mu\text{g-TEQ/ごみ t}$ であり、処理前混合灰中のダイオキシン類の 98.9% が分解された計算となった。

焼却施設における排ガスが適正に処理され、排ガス中のダイオキシン類濃度が $0.1 \text{ ng-TEQ/m}^3\text{N}$ ($=0.5 \text{ } \mu\text{g-TEQ/ごみ t}$) になっていると仮定すると、ダイオキシン類の総排出量は、灰の溶融処理後の排出量と合わせても、新ガイドラインに謳われている $5 \text{ } \mu\text{g-TEQ/ごみ t}$ 以下にすることが可能となることが示唆される。

なお、溶融処理後のダイオキシン総量の内、 87.7% が溶融飛灰中に、 12.3% が排ガス中に残存し、スラグ中には残らなかった。さらに、バグフィルタ前後においては、BF入口でのダイオキシン類が $0.176 \text{ } \mu\text{g-TEQ/ごみ t}$ であったのに対し、煙突入口では $0.0478 \text{ } \mu\text{g-TEQ/ごみ t}$ 、溶融飛灰中には $1.25 \text{ } \mu\text{g-TEQ/ごみ t}$ となり、収支がずれる結果となった。この原因としては、バグフィルタにおいてダイオキシン類が生成している可能性が考えられる他、データのバラツキや、排ガスと飛灰のサンプリング時間のずれなどが起因しているものと思われる。

表 5-1-11 (1) ダイオキシン類 実測濃度

サンプル名 サンプル量 酸素濃度 単位	混合灰 40.02 g — ng/g	BF入口排ガス 0.81 m ³ N 3.5% ng/m ³ N	煙突排ガス 2.447 m ³ N 5.4% ng/m ³ N	スラグ 20.0 g — ng/g	溶融飛灰 20.0 g — ng/g
2378-T4CDD	0.057	0.010	<0.008	<0.0008	0.0037
12378-P5CDD	0.38	0.036	0.014	<0.0008	0.022
123478-H6CDD	0.61	0.070	0.028	<0.002	0.042
123678-H6CDD	1.5	0.17	0.056	<0.002	0.17
123789-H6CDD	1.2	0.11	0.042	<0.002	0.0080
1234678-H7CDD	8.6	1.8	0.41	<0.002	2.3
O8CDD	14	5.0	0.67	<0.004	12
2378-T4CDF	0.21	0.079	0.014	<0.0008	0.027
12378-P5CDF	0.40	0.21	0.042	<0.0008	0.10
23478-P5CDF	0.59	0.24	0.056	<0.0008	0.20
123478-H6CDF	0.70	0.37	0.098	<0.002	0.30
123678-H6CDF	0.81	0.60	0.084	<0.002	0.47
123789-H6CDF	0.11	0.066	0.028	<0.002	0.061
234678-H6CDF	1.5	0.90	0.15	<0.002	1.1
1234678-H7CDF	3.9	3.3	0.52	<0.002	2.8
1234789-H7CDF	0.81	0.68	0.15	<0.002	1.0
O8CDF	3.2	3.9	0.66	<0.004	7.9
T4CDDs	20	0.98	0.15	0.015	0.34
P5CDDs	22	0.98	0.28	0.0039	0.80
H6CDDs	28	2.1	0.72	<0.002	2.6
H7CDDs	16	3.5	0.79	<0.002	4.8
O8CDD	14	5.0	0.67	<0.004	12
Total PCDDs	100	13	2.6	0.019	21
T4CDFs	5.9	2.7	0.42	0.0057	1.5
P5CDFs	7.5	3.6	0.69	0.0023	3.2
H6CDFs	9.2	5.4	1.1	<0.002	5.4
H7CDFs	7.8	6.4	1.2	<0.002	7.7
O8CDF	3.2	3.9	0.66	<0.004	7.9
Total PCDFs	34	22	4.1	0.0080	26
Total PCDD/DFs	130	35	6.7	0.027	47

表 5-1-11 (2) ダイオキシン類 毒性等価濃度

サンプル名		混合灰	BF入口排ガス	煙突排ガス	スラグ	溶融飛灰
サンプル量		40.02 g	0.81 m ³ N	2.447 m ³ N	20.0 g	20.0 g
酸素濃度		—	3.5%	5.4%	—	—
単位		ng-TEQ/g	ng-TEQ/m ³ N	ng-TEQ/m ³ N	ng-TEQ/g	ng-TEQ/g
	I-TEF					
2378-T4CDD	1	0.057	0.0051	0	0	0.0037
12378-P5CDD	0.5	0.19	0.0095	0.0040	0	0.011
123478-H6CDD	0.1	0.061	0.0036	0.0010	0	0.0042
123678-H6CDD	0.1	0.15	0.0087	0.0030	0	0.017
123789-H6CDD	0.1	0.12	0.0057	0.0020	0	0.0080
1234678-H7CDD	0.01	0.086	0.0093	0.0024	0	0.023
O8CDD	0.001	0.14	0.0026	0.00039	0	0.012
Total PCDD TEQ		0.68	0.045	0.013	0	0.079
2378-T4CDF	0.1	0.021	0.0041	0.0010	0	0.0027
12378-P5CDF	0.05	0.020	0.0055	0.0010	0	0.0050
23478-P5CDF	0.5	0.295	0.060	0.016	0	0.10
123478-H6CDF	0.1	0.070	0.019	0.0050	0	0.030
123678-H6CDF	0.1	0.081	0.031	0.0050	0	0.047
123789-H6CDF	0.1	0.011	0.0034	0.0020	0	0.0061
234678-H6CDF	0.1	0.15	0.046	0.0090	0	0.11
1234678-H7CDF	0.01	0.039	0.017	0.0030	0	0.028
1234789-H7CDF	0.01	0.0081	0.0035	0.00090	0	0.010
O8CDF	0.001	0.0032	0.0020	0.00038	0	0.0079
Total PCDF TEQ		0.70	0.19	0.043	0	0.35
Total TEQ *		1.4	0.24	0.056	0(<0.0016)	0.43
* Total TEQは有効数字を2桁とした値です						
上記はO ₂ 12%換算濃度から算出した値です(排ガスのみ)						

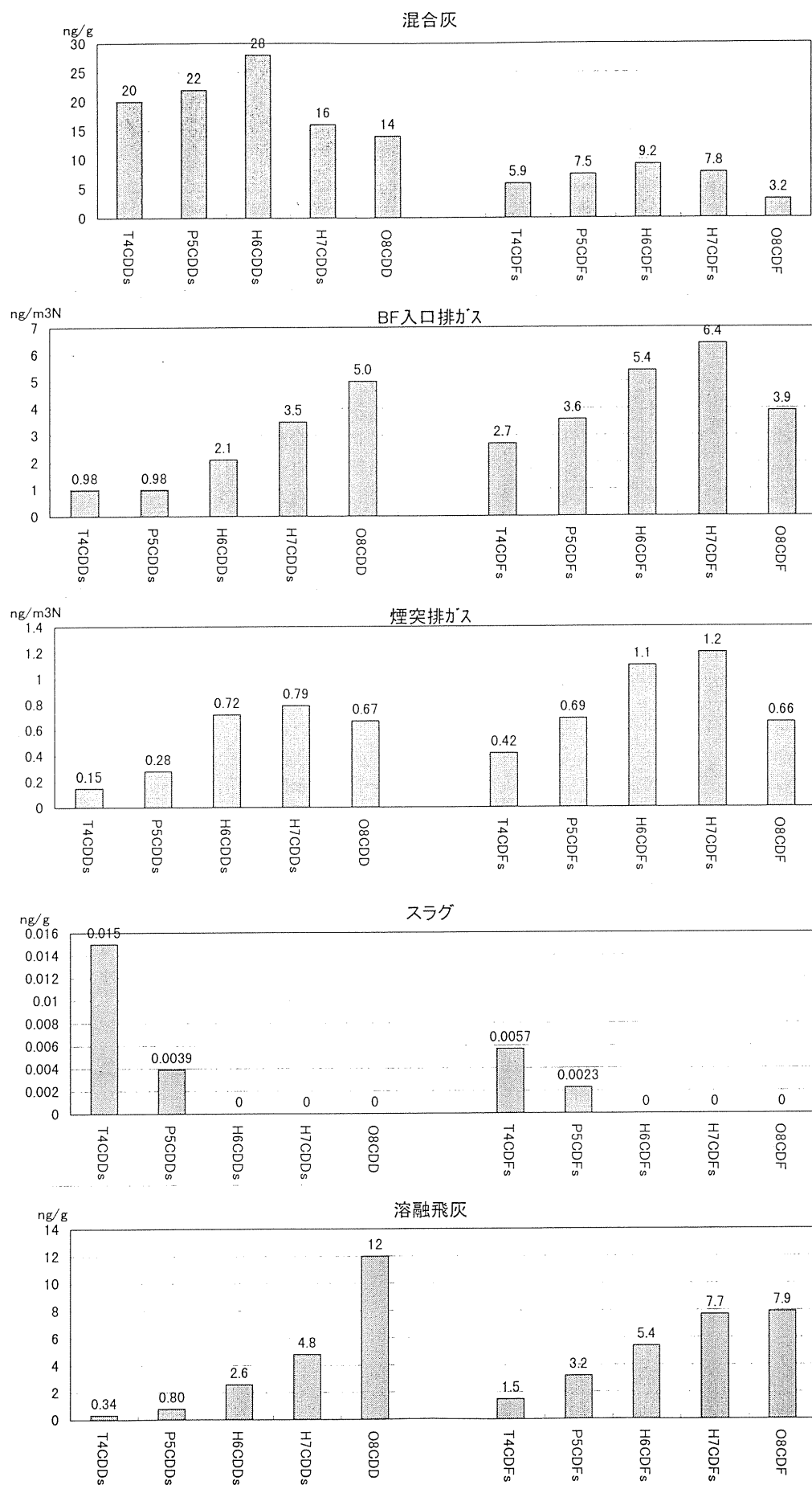


図 5-1-5 ダイオキシン類 同族体分布

5.2 飛灰処理効果確認調査

5.2.1 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処理効果を調査する目的で、昨年度第一ステップとして、全国から燃焼方式、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、ダイオキシン類及び重金属類について含有量試験及び溶出試験を行った。今年度は第二ステップとして、昨年度の調査結果を基に、処理前の溶出量が多く、かつ、処理前に対する処理後の溶出抑制効果の低かった試料を中心に、より詳細にその試料について溶出抑制効果の検証を行う。更に、他の溶出試験も併せて実施し、試験法の違いによる集じん灰の処理効果を検討する。

5.2.2 調査方法

調査対象施設の概要を表 5-2-1 に、調査方法の概要を表 5-2-2に示す。

(1) 試料(対象施設)

- ① ダイオキシン類について処理前の溶出量が多く、かつ、溶出抑制効果の低かった試料(AF1、EF1)
- ② 集じん灰処理後にダイオキシン類が検出された試料(AS2、CS1)
- ③ 鉛の溶出量が最も多い試料(DS2)
- ④ 及びダイオキシン類及び重金属の含有量が多い試料(AS1)

以上 6 試料とする。

(2) 溶出試験方法

環境庁告示 13 号及びタンクリーチング試験(溶媒の更新回数 3 回程度)の 2 方法とする。

(3) 調査対象物質

今年度は調査対象物質として新たにコプラナーPCBs を加え、ダイオキシン類、コプラナーPCBs、Pb、Cd の 4 物質とする。

(4) サンプルング法

試料を 1 日 3 回程度採取し、等量混合したものを 1 試料とした。

表 5-2-1 調査施設の概要

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
	酸抽出法	ストーカ	EP	CS1
	セメント固化+キレート	ストーカ	バグ	DS2
混合灰	セメント固化	流動床	EP	EF1
凝集沈殿汚泥		ストーカ	EP	FS1
		ストーカ	EP	FS2

表 5-2-2 調査概要

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 (粉砕)	タンククリーニング (オランダ)
AS1	○●	○●	○●	◎
AS2	○●	○□●	◎●	◎
AF1	○●	◎●	◎●	◎
CS1	○●	◎●	◎●	◎
DS2	□●	□●	□●	□
EF1	○●	◎●	◎●	◎
FS1	■	■		■
FS2	■	■		■

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

■:ダイオキシン類、Pb、Cd

●:平成 9 年度調査(ダイオキシン類、Pb、Cd)

溶出試験方法：

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砕の両方で溶出試験を行う。粉砕の場合、固化物を 0.5 ～5mm に粉砕したものを溶出試験に供する。試料が蒸留水に対して 10%(w/vol.)になるように調整し(試料約 500g に対して 5 リットルの蒸留水

を使用)、pH5.8～6.2 の範囲で 6 時間振とうして溶出液を作成。溶出液のろ過には Whatman 社製 ろ紙 GF/B をし使用し、ろ液のみを分析に用いた。

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更に溶出試験を行い詳細に検討する(タンクリーチング法)。

焼却施設から排出され、飛灰とは処理が違うもので溶出試験の必要がある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。

分析試料：(A)原灰中含有量、(B)処理灰の有姿溶出試験液、(C)処理灰の粉碎試料の溶出試験液、(D)タンクリーチング法による溶出試験液の各4点。

(タンクリーチング試験方法は後述)

分析方法：Pb,Cd；ICP-AES 法

ダイオキシン類；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)

コプラナーPCBs；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)

タンクリーチングテスト試験方法

試料体積の測定

- [1] 固化物(ある大きさを持った形ある試料)(AS1,AS2,AF1,DS2,EF1)

満水状態の容器に試料を入れ、あふれ出た水の体積をもって試料体積とする。

- [2] 紛体、流動物(焼却灰・飛灰等の原灰、汚泥等の無定形の試料)(CS1)

試料を入れるシャーレの容積をもって試料体積とする。

試料表面積の測定

- [1] 固化物(AS1,AS2,AF1,DS2,EF1)

理想形(幾何的立体)を想定し、その表面積の計測に必要な寸法を測り、計算によって求めた面積を試料表面積とする。

- [2] 紛体、流動物(CS1)

試料を入れるシャーレの開口部面積をもって試料表面積とする。

試験実施のための試料調整

- [1] 固化物(AS1,AS2,AF1,DS2,EF1)

ステンレス製の水きり器に必要量の試料をそのまま入れる。

- [2] 紛体、流動物(CS1)

試料を空隙なくシャーレの開口部のすりきりまで入れ、必要体積分作成し、これをビーカ

一に入れ表面の露出を可能にするよう加工したステンレス製水きり器に入れる。

溶出溶媒の調整

蒸留水(精密分析用硝酸用いてpH4±0.1に調整)。

試験の実施

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 倍量の硝酸溶液(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す(重金属分析用試験液の場合は500mL ビーカー、ポリエチレン製不織布を使用して同様の操作を行った)。

6 時間後、溶出溶液を採取し1 μ mガラス繊維ろ紙(Whatman 社製 ろ紙 GF/B)を用いてろ過する。

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する。

またその溶出溶液の、pH 測定を行った。

表 5-2-3 タンククリーニングテストに用いた試料片の容積・表面積・重量及び溶出溶媒の量

	Pb,Cd				ダイオキシン類・コプラナーPCBs			
	試料片			溶媒量 (mL)	試料片			溶媒量 (mL)
	容積 (mL)	表面積 (cm ²)	重量 (g)		容積 (mL)	表面積 (cm ²)	重量 (g)	
AS1	55	251	97.2	275	830	2056	1298	4150
AS2	85	188	157	425	830	3047	1765	4150
AF1	76	123	131	380	820	1288	1403	4100
CS1	95	69.4	164	475	810	625	1821	4050
DS2	850	5600	1270	4250	-	-	-	-
EF1	60	251	101	300	880	2126	1482	4400
FS1	930	625	1331	4650	930	625	1331	4650
FS2	900	625	1278	4500	900	625	1278	4500

5. 2. 3 調査結果

調査結果の表と図の一覧を以下に示す。

表 5-2-4 公定法の定量下限値に基づいた分析結果概要(平成10年度調査結果一覧)

表 5-2-5 分析結果概要(Pb,Cd の平成9年度調査結果との比較)

表 5-2-6 公定法の定量下限値に基づいた分析結果概要(ダイオキシン類、コプラナー PCBs、平成9年度調査結果との比較)

表 5-2-7 公定法の定量下限値に基づいた分析結果概要(タンクリーチングテスト)

表 5-2-8 公定法の定量下限値よりも更に低くみた分析結果概要

表 5-2-9 表面積当りの溶出量

表 5-2-10 浸漬時間 1 日当りの溶出量

表 5-2-11 Cd,Pb の溶出率

表 5-2-12 ダイオキシン類・コプラナーPCBs の溶出率

図 5-2-1 Cd,Pb の累積溶出量

図 5-2-2 AS1 の累積溶出量

図 5-2-3 AS2 の累積溶出量

図 5-2-4 AF1 の累積溶出量

図 5-2-5 CS1 の累積溶出量

図 5-2-6 EF1 の累積溶出量

表 5-2-13 ダイオキシン類分析結果

表 5-2-14 コプラナーPCBs の分析結果

図 5-2-7 ダイオキシン類同族体グラフ

図 5-2-8 コプラナーPCBs グラフ

溶出試験報告 13 号について

溶出溶液中濃度はダイオキシン類実測濃度(PCDDs+PCDFs)で 22~410pg/L、ダイオキシン類 TEQ で 0.0071~6.7 pg-TEQ/L、コプラナーPCBs 実測濃度 8.6~210pg/L、コプラナーPCBsTEQ で 0.00057~0.38 pg-TEQ/L、トータル TEQ(ダイオキシン類 TEQ+コプラナーPCBsTEQ)は 0.0077~6.7 pg-TEQ/L であった(表 5-2-4)。トータル TEQ は最終処分場浸出水とほぼ同じレベルであった。トータル TEQ に占めるコプラナーPCBs の TEQ の割合の高いものは AS2,EF1 であり、それぞれ 37%,28%であった(表 5-2-4)。

以下昨年度調査(第一ステップ)で再検証が必要であった点についてまとめる。

- ①ダイオキシン類について処理前の溶出量が多く、かつ、溶出抑制効果の低かった試料(AF1、EF1);AF1 についてはダイオキシン類の溶出抑制比率は昨年度 58.46%から本年度 99.95%と良くなった。EF1 ではダイオキシン類の溶出抑制比率は昨年度 62.78%から本年度 68.89%と変化無いが、鉛は昨年度溶出抑制比率 66.67%から本年度-22.22%で本年度の処理後は昨年度の処理前よりも多く溶出している(表 5-2-5、表 5-2-6)。
- ②集じん灰処理後にダイオキシン類が検出された試料(AS2、CS1);今年度の調査においては処理後の溶出試験で全試料についてダイオキシン類が検出されている(表 5-2-5)。

③鉛の溶出量が最も多い試料(DS2);処理後の溶出量は定量下限値未満になった(表 5-2-4、表 5-2-5)。

④ダイオキシン類及び重金属の含有量が多い試料(AS1);AS1 は含有量が昨年データでもっとも高かったが、本年度の処理後の溶出試験(環告 13 号(有姿))ではダイオキシン類の TEQ・実測濃度ともに最も高かった(表 5-2-4)。

溶出抑制効果を見ると、EF1 は Pb・ダイオキシン類において溶出抑制比率は低く、コプラナーPCBs の TEQ は溶出試験(環告 13 号有姿)で最も高い値を示していることから、EF1 は溶出抑制効果が低いと予想される。また、AS1 は溶出抑制比率を計算できなかったが溶出試験(環告 13 号有姿)のダイオキシン類の TEQ・実測濃度で最も高い値を示しており、コプラナーPCBsTEQ も低いレベルではないことから、AS1 も溶出抑制効果が低いと考えられる。

タンクリーチングテストについて

ダイオキシン類実測濃度は 8.1~250 pg/L、ダイオキシン類 TEQ は 0.014~3.7 pg-TEQ/L、コプラナーPCBs 実測濃度は 5.8~96pg/L、コプラナーPCBsTEQ 0.0003~1.5 pg-TEQ/L であった。ダイオキシン類とコプラナーPCBs は必ずしも同じ挙動を示さず、試料片の溶出溶媒への浸漬時間が長くなっても溶出しつづけていた。その溶出濃度も減衰していないものもあった(表 5-2-7)。

試料間でみると、累積溶出濃度ではダイオキシン類(実測濃度)は EF1>AS1>AF1>CS1>AS2、コプラナーPCBs(実測濃度)は AF1>EF1>AS1>CS1>AS2 であった(表 5-2-9)。

表面積当りの溶出量ではダイオキシン類(実測濃度)は EF1>CS1>AF1>AS1>AS2、コプラナーPCBs(実測濃度トータル)は AF1>EF1>CS1>AS1>AS2 であった(表 5-2-9、図 5-2-2~5-2-6)。

溶出率ではダイオキシン類・コプラナーPCBs(実測濃度)ともに AS2>EF1>AF1>CS1>AS1 であった(表 5-2-11)。(TEQ は定量下限値前後の数値であるため、実測濃度のトータルでの評価が適当であると考えられるため TEQ での評価は行わなかった)。

Pb,Cd とともに 1 日後までにほぼ溶出を終えている。16 日後まで溶出しつづけている AS2 の Pb については、1 日後までに約 85%が溶出している(表 5-2-7、図 5-2-1)。EF1、AS2 のタンクリーチングテストでは 6 時間後に環告 13 号法以上に溶出しているが、時間と共に減少している。昨年度調査で Pb 含有量が多く、かつ、処理前の溶出量が多かった DS2 については低かった。

溶出試験(環告 13 号法とタンクリーチングテスト)について

環告 13 号法(有姿・粉砕)とタンクリーチングテスト(累積)の溶出率についてみると(本年度調査のみ)、ダイオキシン類で $2.15 \times 10^{-8} \sim 3.00 \times 10^{-5}$ 、コプラナーPCBs では $5.88 \times 10^{-8} \sim 1.4 \times 10^{-3}$ 、Pb では $2.73 \times 10^{-5} \sim 4.29 \times 10^{-3}$ 、Cd では 7.91×10^{-5} となった(表 5-2-11、5-2-12)。

溶出率はダイオキシン類よりもコプラナーPCBs の方が高いが、コプラナーPCBs の溶出液濃度は極めて低いレベルでの比較であるため実験系全体の誤差を含んだものである。

ダイオキシン類の溶出率は環告 13 号(有姿)で AS2>EF1>CS1>AS1>AF1、環告 13 号(粉砕)で AS2>AF1>EF1>CS1、タンクリーチングテストで AS2>EF1>AF1>CS1>AS1 であった。溶出率で見ると環告 13 号法とタンクリーチングテストでは結果に大きな違いはないが、タンクリーチングテストを 64 日まで続けてもダイオキシン類・コプラナーPCBs が溶出し続けるか、溶出し続けた場合、累積溶出量が環告 13 号法と比べてどの程度変化するか等タンクリーチングテストについては今後更に検討する必要がある。

環告 13 号法とタンクリーチング法いずれの溶出液中濃度でも TEQ が高い傾向を示したものは、EF1(セメント固化/流動/EP/混合灰)及び含有量が高かった AS1(セメント固化/スカー/EP/飛灰)をはじめ EP 設置施設の灰であった(表 5-2-4)。

凝集沈殿汚泥(FS1,FS2)について

Pb,Cd 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。溶出試験では環告 13 号法では検出されなかったがタンクリーチングテストでは溶出している画分があった。検出されているものは定量下限値付近の濃度であり、十分な評価が難しい。

ダイオキシン類については含有量は飛灰とほぼ同程度であった。タンクリーチングテストでは FS1 は 6 時間後・1 日後・4 日後・16 日後と次第に溶液中濃度が高くなっている。しかし、1 日当りの溶出量に換算すると次第に低くなっている。更に PCDDs,PCDFs 同族体分布も含有量の分布とは異なり、低塩素化成分が多く溶出している。一方、FS2 では溶液中濃度はほぼ一定になっている。

ダイオキシン類の溶出率では FS1 は $1.37 \times 10^{-6} \sim 3.63 \times 10^{-6}$ でほぼ一定しており、FS2 は $5.83 \times 10^{-8} \sim 4.33 \times 10^{-6}$ であったが、FS2 の溶出率が低い原因は定量下限を下回るものが多い場合の TEQ である。タンクリーチングテスト(累積)の溶出率と環告 13 号法の溶出率を比較すると、ほぼ同程度であった。

また、凝集沈殿汚泥の溶出率を他の飛灰試料処理灰と比較するとほぼ同じレベルであった。

表5-2-4 公定法の定量下限値に基づいた分析結果概要(平成10年度調査結果一覧)

含有量は原灰、溶出試験は処理灰について調査した。

灰種類	処理方式	燃焼形式	集じん方式	施設記号		分析値									
						Pb	Cd	ダイオキシン類				PCBs			
						(mg/L)	(mg/L)	TEQ (pg-TEQ/L)	PCDDs (pg/L)	PCDFs (pg/L)	PCDD/DFs (pg/L)	TEQ (pg-TEQ/L)	non-o- (pg/L)	mono-o- (pg/L)	di-o- (pg/L)
飛灰	セメント固化	ストーカ	EP	AS1	原灰含有量*	-	-	-	-	-	-	370	9100	13000	5400
					環境省13号	-	-	1.7	72	52	120	0.11	4.5	32	30
					TL**	-	-	-	-	-	-	0.38	12	170	28
					6時間	<0.01	0.008	0.91	24	40	64	0.00099	N.D.	7.9	4.8
					1日	<0.01	<0.005	0.061	21	29	50	0.43	12	8.3	1.8
					4日	<0.01	<0.005	0.49	33	38	71	0.12	4.1	7.2	4.3
					16日	<0.01	<0.005	0.053	28	16	44	0.00064	N.D.	4.8	3.8
					原灰含有量*	-	-	-	-	-	-	4.5	150	180	71
					環境省13号	0.19	<0.005	0.22	23	36	59	0.13	3.8	17	10
					TL**	0.21	<0.005	0.2	38	24	62	0.00071	N.D.	5.4	4.5
					6時間	0.2	<0.005	0.03	24	12	36	0.00089	N.D.	8.7	2.3
					1日	0.09	<0.005	0.049	20	27	47	0.00041	N.D.	3.7	3.5
					4日	0.04	<0.005	0.035	16	9.7	26	0.00081	N.D.	7.8	2.7
					16日	0.01	<0.005	0.016	10	1.7	12	0.00056	N.D.	5.5	1.4
		流動床	EP	AF1	原灰含有量*	-	-	-	-	-	-	97	2700	5100	3800
					環境省13号	<0.01	<0.005	0.0071	11	11	22	0.00057	N.D.	5.4	3.2
					TL**	0.01	<0.005	6.7	180	230	410	0.0046	1.4	17	25
					6時間	<0.01	<0.005	0.46	19	34	53	1.5	32	56	8.1
					1日	<0.01	<0.005	0.046	22	14	36	0.00079	N.D.	6.7	3
					4日	<0.01	<0.005	0.53	31	17	48	0.00074	N.D.	7.2	2.3
					16日	<0.01	<0.005	0.051	24	20	44	0.0015	N.D.	8.4	8.3
					原灰含有量*	-	-	-	-	-	-	63	1500	1800	730
					環境省13号	<0.01	<0.005	0.32	26	22	48	0.0024	3.1	8.7	2.2
					TL**	0.03	<0.005	0.75	34	55	89	0.0015	1.3	8.8	1.6
					6時間	<0.01	<0.005	0.017	9.1	8.8	18	0.00083	N.D.	6.5	3.8
					1日	<0.01	<0.005	0.31	31	45	76	0.00067	N.D.	5.3	3.1
					4日	<0.01	<0.005	0.13	28	32	60	0.0019	1.1	7.7	5.4
					16日	<0.01	<0.005	0.014	7.1	1	8.1	0.0003	N.D.	2.7	3.1
	セメント固化+キレート	流動床	バグ	DS2	原灰含有量*	3400	73	-	-	-	-	-	-	-	-
					環境省13号	<0.01	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-
					TL**	<0.01	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-
					6時間	0.03	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-
					1日	<0.01	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-
					4日	<0.01	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-
					16日	<0.01	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-
混合灰	セメント固化	流動床	EP	EF1	原灰含有量*	-	-	-	-	-	-	90	2000	3500	1900
					環境省13号	0.44	<0.005	0.56	25	41	66	0.22	5.1	12	7.7
					TL**	0.73	<0.005	1.9	66	74	140	0.14	4.9	14	9.2
					6時間	2.3	<0.005	1.4	35	80	120	0.17	5.1	20	5.8
					1日	0.09	<0.005	2.4	77	170	250	0.2	5.7	15	8.8
					4日	<0.01	<0.005	0.065	13	29	42	0.0024	N.D.	11	4.7
					16日	<0.01	<0.005	3.7	120	130	250	0.19	3	7.1	3.8
					環境省13号	0.73	<0.005	1.9	66	74	140	0.14	4.9	14	9.2

注) PCDD/FsのTEFはI-TEF、co-PCBsのTEFはWHO,1993のTEFを用いた。

*) 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法

表5-2-5 分析結果概要(Pb,Cd、平成9年度調査結果との比較)

灰種類	処理方式	燃焼形式	集じん方式	施設記号	分析値								溶出抑制比率	
					処理前				処理後(溶出試験のみ)(環告13号)					
					含有量		溶出量		溶出量(有姿)		溶出量(粉碎)			
					Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Pb (%)	Cd (%)
飛灰	セメント固化	ストーカ	EP	AS1	-	-	-	-	-	-	-	-	98.81 99.38	89.13
				AS2	5340	286	<0.05	0.046	<0.05	0.005	<0.05	<0.005		
			489	31.7	16	<0.005	0.1	<0.005	0.12	<0.005				
	流動床	EP	AF1	-	-	-	-	<0.01	<0.005	0.01	<0.005			
				2270	17.7	<0.05	<0.005	<0.05	<0.005	<0.05	<0.005			
	酸抽出法	ストーカ	EP	CS1	-	-	-	-	<0.01	<0.005	0.03	<0.005		
					5730	160	<0.05	0.016	<0.05	<0.005	<0.05	<0.005		
セメント固化+キレート	ストーカ	EP	DS2	3400	73	-	-	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005			
				3680	122	140	<0.005	2.5	<0.005	0.55	<0.005			
混合灰	セメント固化	流動床	EP	EF1	-	-	-	-	0.44	<0.005	0.73	<0.005	-22.22	
					2560	26.4	0.36	<0.005	0.12	<0.005	0.24	<0.005	66.67	

昨年度調査結果

溶出抑制比率(%)=(処理前溶出量-処理後溶出量)÷(処理前溶出量)×100

注)処理前溶出量は平成9年度調査結果を用いて算出した。

表5-2-6 公定法の定量下限値に基づいた分析結果概要(ダイオキシン類、コプラナーPCBs、平成9年度調査結果との比較)

灰種類	処理方式	燃焼形式	集じん方式	施設記号			分析値														溶出抑制比率 (PCDD/Fs TEQ)			
							含有量								溶出量(環告13号)									
							ダイオキシン類				PCBs				ダイオキシン類				PCBs					
							TEQ (ng-TEQ/g)	PCDDs (ng/g)	PCDFs (ng/g)	PCDD/DFs (ng/g)	TEQ (ng-TEQ/g)	non-o- (ng/g)	mono-o- (ng/g)	di-o- (ng/g)	TEQ (pg-TEQ/L)	PCDDs (pg/L)	PCDFs (pg/L)	PCDD/DFs (pg/L)	TEQ (pg-TEQ/L)	non-o- (pg/L)	mono-o- (pg/L)	di-o- (pg/L)		
飛灰	セメント固化	ストーカ	EP	AS1	処理前	含有量					0.37	9.1	13	5.4										
					溶出量	48	2800	1300	4100	-	-	-	-											
					処理後	溶出量 (有姿)									N.D.	N.D.	1.5	1.5						
					溶出量 (粉碎)									N.D.	N.D.	1.6	1.6	0.11	4.5	32	30		◎	
																		0.38	12	170	28			
															N.D.	N.D.	1.8	1.8	-	-	-	-		
		バグ	AS2	処理前	含有量					0.0045	0.15	0.18	0.071											
				溶出量	0.34	18	12	30	-	-	-	-												
				処理後	溶出量 (有姿)									0.22	23	36	59	0.13	3.8	17	10		◎	
				溶出量 (粉碎)									N.D.	0.83	N.D.	0.83								
											0.2	38	24	62	0.00071	N.D.	5.4	4.5						
											0.064	7.9	13	21	-	-	-	-						
	流動床	EP	AF1	処理前	含有量					0.097	2.7	5.1	3.8											
				溶出量	3.3	150	210	360	-	-	-	-												
処理後				溶出量 (有姿)									13	70	820	890								
溶出量 (有姿)												0.0071	11	11	22	0.00057	N.D.	5.4	3.2		99.95			
溶出量 (有姿)												5.4	30	390	420						58.46			
溶出量 (粉碎)												6.7	180	230	410	0.0046	1.4	17	25					
										5.1	26	420	450	-	-	-	-							
酸抽出法	ストーカ	EP	CS1	処理前	含有量					0.063	1.5	1.8	0.73											
				溶出量	6.1	320	200	520	-	-	-	-												
				処理後	溶出量 (有姿)									N.D.	N.D.	2.5	2.5							
				溶出量 (有姿)									0.32	26	22	48	0.0024	3.1	8.7	2.2		◎		
				溶出量 (有姿)									0.044	13	12	25						◎		
				溶出量 (粉碎)									0.75	34	55	89	0.0015	1.3	8.8	1.6				
										0.029	14	5.7	20	-	-	-	-							
セメント固化+キレート	ストーカ	バグ	DS2	処理前	含有量																			
				溶出量	1.7	51	51	100	-	-	-	-												
				処理後	溶出量 (有姿)									0.31	8.2	38	46							
				溶出量 (有姿)									N.D.	0.51	3.3	3.8								
				溶出量 (有姿)																				
				溶出量 (粉碎)									N.D.	1.1	11	12								
混合灰	セメント固化	流動床	EP	EF1	処理前	含有量					0.09	2	3.5	1.9										
					溶出量	5.2	130	370	500	-	-	-	-											
					処理後	溶出量 (有姿)									1.8	27	150	180						
					溶出量 (有姿)									0.56	25	41	66	0.22	5.1	12	7.7		68.89	
					溶出量 (有姿)									0.67	4.8	31	36						62.78	
					溶出量 (粉碎)									1.9	66	74	140	0.14	4.9	14	9.2			
										0.4	3.4	37	40	-	-	-	-							

昨年度調査結果

注) PCDD/FsのTEFはI-TEF、co-PCBsのTEFはWHO,1993のTEFを用いた。

溶出抑制比率(%)=(処理前溶出量-処理後溶出量)÷(処理前溶出量)×100

注) 処理前溶出量は平成9年度調査結果を用いて算出した。

◎: 処理前の溶出試験では検出されなかったが処理後の溶出試験で検出されたもの

表5-2-7 公定法の定量下限値に基づいた分析結果概要(タンクリーチングテスト)

灰種類	処理方式	燃焼形式	集じん方式	施設記号		分析値									
						タンクリーチングテスト									
						Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	ダイオキシン類				PCBs			
								TEQ (pg-TEQ/L)	PCDDs (pg/L)	PCDFs (pg/L)	PCDD/DFs (pg/L)	TEQ (pg-TEQ/L)	non-o- (pg/L)	mono-o- (pg/L)	di-o- (pg/L)
飛灰	セメント固化	ストーカ	EP	AS1	6時間	<0.01	0.008	0.91	24	40	64	0.00099	N.D.	7.9	4.8
					1日	<0.01	<0.005	0.061	21	29	50	0.43	12	8.3	1.8
					4日	<0.01	<0.005	0.49	33	38	71	0.12	4.1	7.2	4.3
					16日	<0.01	<0.005	0.053	28	16	44	0.00064	N.D.	4.8	3.8
				バグ	6時間	0.2	<0.005	0.03	24	12	36	0.00089	N.D.	8.7	2.3
					1日	0.09	<0.005	0.049	20	27	47	0.00041	N.D.	3.7	3.5
					4日	0.04	<0.005	0.035	16	9.7	26	0.00081	N.D.	7.8	2.7
					16日	0.01	<0.005	0.016	10	1.7	12	0.00056	N.D.	5.5	1.4
		流動床	EP	AF1	6時間	<0.01	<0.005	0.46	19	34	53	1.5	32	56	8.1
					1日	<0.01	<0.005	0.046	22	14	36	0.00079	N.D.	6.7	3
					4日	<0.01	<0.005	0.53	31	17	48	0.00074	N.D.	7.2	2.3
					16日	<0.01	<0.005	0.051	24	20	44	0.0015	N.D.	8.4	8.3
	酸抽出法	ストーカ	EP	CS1	6時間	<0.01	<0.005	0.017	9.1	8.8	18	0.00083	N.D.	6.5	3.8
					1日	<0.01	<0.005	0.31	31	45	76	0.00067	N.D.	5.3	3.1
					4日	<0.01	<0.005	0.13	28	32	60	0.0019	1.1	7.7	5.4
					16日	<0.01	<0.005	0.014	7.1	1	8.1	0.0003	N.D.	2.7	3.1
混合灰	セメント固化+キレート	流動床	バグ	DS2	6時間	0.03	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-
					1日	<0.01	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-
					4日	<0.01	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-
					16日	<0.01	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-
		流動床	EP	EF1	6時間	2.3	<0.005	1.4	35	80	120	0.17	5.1	20	5.8
					1日	0.09	<0.005	2.4	77	170	250	0.2	5.7	15	8.8
					4日	<0.01	<0.005	0.065	13	29	42	0.0024	N.D.	11	4.7
					16日	<0.01	<0.005	3.7	120	130	250	0.19	3	7.1	3.8

注)PCDD/FsのTEFはI-TEF、co-PCBsのTEFはWHO,1993のTEFを用いた。

試験液のpH

Cd,Pb用試験液		ダイオキシン類・PCBs用試験液	
(温度)	pH	(温度)	pH
23.0℃	9.2	23.2℃	9.2
24.0℃	9.0	24.3℃	9.4
22.2℃	9.3	23.6℃	9.2
25.0℃	9.4	24.5℃	9.0
23.0℃	11.9	23.2℃	12.3
24.0℃	12.0	24.3℃	12.4
22.2℃	12.5	23.6℃	12.5
25.0℃	12.5	24.5℃	12.4
23.0℃	11.0	23.2℃	11.5
24.0℃	11.4	24.3℃	11.4
22.2℃	11.5	23.6℃	11.5
25.0℃	10.5	24.5℃	10.9
23.0℃	10.0	23.2℃	9.8
24.0℃	10.2	24.3℃	10.2
22.2℃	10.3	23.6℃	10.0
25.0℃	9.7	24.5℃	9.7
23.0℃	11.8	-	-
24.0℃	11.9	-	-
22.2℃	11.9	-	-
25.0℃	12.7	-	-
23.0℃	11.8	23.2℃	12.2
24.0℃	11.9	24.3℃	12.2
22.2℃	11.8	23.6℃	12.1
25.0℃	11.5	24.5℃	11.5