

【調査報告】

廃棄物処理施設におけるダイオキシン類に係る 作業環境の実態について (第1報)

Work Environment due to Dioxin in Waste Incinerator (1)

宮原 哲也*、谷口 三紀生*、西 隆行*、立石 康彦*

Tetsuya MIYAHARA, Mikio TANIGUCHI,
Takayuki NISHI, and Yasuhiko TATEISHI

【要約】廃棄物焼却処理施設におけるダイオキシン類に係る作業環境調査結果より、焼却施設においては、稼働年数が経つにつれて機械装置類の劣化が進むため、集じん器室や灰出コンベヤ室等では粉じん濃度が高くなり、第2管理区分や第3管理区分に該当する例がみられた。

ダイオキシン類濃度においてガス状と粒子状の平均的比率は、ガス状:35%、粒子状:65%程度であった。それぞれのPCDD/FSの同族体比率は、粒子状では比較的多くの同族体が出現、ガス状の場合はT4CDDsとT4CDFsが多く出現、という特徴的な傾向がみられた。

D値を単位作業場所別にみると、集じん器室は、粉じん濃度及びダイオキシン類濃度が灰出コンベヤ室よりも低いにも関わらず、その2倍以上の13pg-TEQ/mg程度と高く、機器損傷等により粉じんが漏洩した場合は、作業環境の悪化がおきやすい状況にある。

キーワード：作業環境、ダイオキシン類、D値、粉じん濃度

1. はじめに

厚生労働省においては、平成13年4月25日付で労働安全衛生規則の改正（平成13年厚生労働省令第120号）を行い、事業者が講ずべき基本的な措置を一体的に示し、これらを事業主が総合的に講ずることを内容とする「廃棄物焼却施設内作業におけるダイオキシン類ばく露防止対策要綱」を策定し、労働者のダイオキシン類へのばく露防止の徹底を図ることとした。なかでも、運転・点検作業等において講ずべき措置として、6か月以内ごとに1回、定期的に作業場所の空気中のダイオキシン類濃度の測定を実施することとしている。

本報告は、ダイオキシン類に係る作業環境調査結果を整理することにより、一般廃棄物焼却処理施設における作業環境の現状についてまとめたものである。

2. 調査方法

本調査は、平成11～13年度に実施した「ダイオ

キシン類に係る作業環境調査報告書」の調査結果を対象とした。

調査対象の焼却処理施設の規模は、

～100 t/日	2施設
101t/日～200 t/日	2施設
201 t/日以上	2施設

である。

2. 1 調査施設の稼働年数

調査対象の各施設の稼働年数については、

1年未満	1施設 (a施設)
1～10年	2施設 (b、c施設)
11～20年	3施設 (d、e、f施設)

である。

3. 作業環境測定方法

3. 1 単位作業場所

調査対象とした6施設において「ダイオキシン類による健康障害防止のための対策要綱」に従って選定された単位作業場所とそれを測定した施設数は次のとおりである。

* (財) 日本環境衛生センター西日本支局環境科学部
Dept. of Environmental Science, West Branch, JESC

- ① 焼却炉室 5 施設
- ② 集じん器室 3 施設
- ③ ダスト処理室 4 施設
- ④ 灰出コンベヤ室 5 施設
- ⑤ 灰搬出室 4 施設

- ③ 併行測定
ダイオキシン類の採取と併行して行う測定。

3. 2 粉じん測定

以下の測定区分毎にローボリュームエアサンプラーを用いて、吸引量を毎分30ℓに設定し、A測定及びB測定では20～30分間採取した。

- ① A測定
調査対象の単位作業場所を6m以下のメッシュに区切り、その交点で行う測定。1単位作業場所あたり最低でも5点以上を確保。
- ② B測定
実際の作業が行われる時間のうち粉じん濃度が最も高くなると思われる時間に、当該作業が行われる位置において行う測定。

3. 3 空気中のダイオキシン類濃度

各単位作業場所毎に1地点で行う。毎分500～1,000ℓの吸引量を4時間以上(ガス状物質と粉じんの含量としてダイオキシン類濃度を測定する際は2時間以上)採取した。

3. 4 作業環境の評価

対象となる作業場におけるA、B各測定結果より求めた評価値(D値より推定したダイオキシン類濃度)を管理濃度と比較することにより、管理区域を判定した。「廃棄物焼却施設内作業におけるダイオキシン類ばく露防止対策要綱」に示される管理区域は、表-1のとおりであり、図-1のフローに示すように、粉じん濃度及びダイオキシン類濃度調査結果をもとに単位作業場所を区分すると定められている。

表-1 管理区域と定義

管理区域	定義
第1管理区域	当該単位作業場所のほとんど(95%以上)の場所で気中有害物質の濃度が管理濃度を超えない状態であり、作業環境管理が適切であると判断される状態。
第2管理区域	当該単位作業場所の気中有害物質の濃度の平均が管理濃度を超えない状態であるが、第1管理区域に比べ、作業環境管理に改善の余地があると判断される状態。
第3管理区域	当該単位作業場所の気中有害物質の濃度の平均が管理濃度を超える状態であり、作業環境管理が適切でないと判断される状態。

資料：作業環境基準の適用について(基発第605号：昭和63年9月16日)

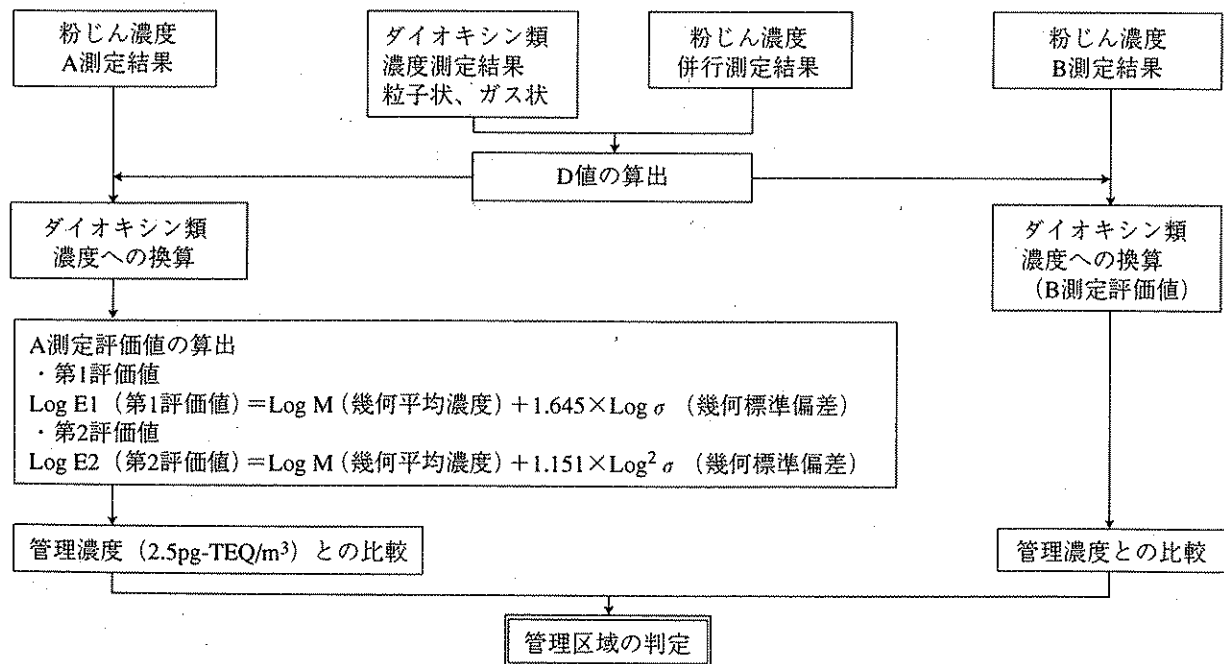


図-1 管理区分の判定方法

4. 調査結果及び考察

4.1 粉じん濃度について

粉じん測定の結果は表-2のとおりである。

表-2 粉じん測定結果 (単位: mg/m³)

施設名	測定回数	初室			集じん器室				灰出コンベヤ室				灰搬出室				
		測定点数	平均	範囲	B測定	測定点数	平均	範囲	B測定	測定点数	平均	範囲	B測定	測定点数	平均	範囲	B測定
a	1回目	30	0.16	0.03~0.43	0.19									5	0.13	0.03~0.20	0.73
b	1回目	16	0.15	0.03~0.60	0.07				10	0.1	0.03~0.20	0.23	6	0.1	0.03~0.20	0.3	
	2回目	16	0.17	0.03~0.26	0.1				10	0.11	0.03~0.30	0.1	6	0.2	0.10~0.40	0.3	
	3回目	16	0.12	0.06~0.29	0.28				10	0.21	0.19~0.22	0.24	6	0.06	0.03~0.10	0.16	
	4回目	16	0.14	0.08~0.30	0.45				10	0.24	0.20~1.47	0.35	6	0.11	0.07~0.13	0.13	
c	1回目								14	0.15	0.03~0.26	0.2	6	0.04	0.03~0.10	0.03	
	2回目								14	0.15	0.03~0.10	0.06	5	0.04	0.03~0.10	0.03	
d	1回目	12	0.23	0.03~0.73	0.5	9	0.16	0.03~0.33	0.2	6	5.87	0.10~19	1.9				
	2回目	12	0.13	0.02~0.30	0.26	9	0.19	0.07~0.42	0.23	6	0.13	0.02~0.20	0.14				
e	1回目	8	0.04	0.02~0.06	0.13	6	0.05	0.03~0.08	0.07	6	0.15	0.05~0.29	0.25				
	2回目	8	0.06	0.03~0.23	0.2	6	0.03	0.03~0.03	0.03	6	0.06	0.03~0.16	0.2				
f	1回目	25	0.28	0.03~1.1	1.2	10	0.38	0.13~1.0	0.9	9	0.1	0.03~0.26	0.26	5	0.21	0.06~0.40	1
	2回目	25	0.11	0.03~0.23	0.18	10	0.05	0.03~0.10	0.13	9	0.06	0.03~0.13	0.1	5	0.32	0.20~0.43	0.4
	3回目	25	0.43	0.03~2.1	2.15	10	0.12	0.01~0.23	0.24	9	1.3	0.26~3.5	3.6	5	0.26	0.10~0.60	0.53

施設名	測定回数	ダスト処理装置室			ダストセメントサイロ室				養生コンベヤ室				固化物積出作業室				
		測定点数	平均	範囲	B測定	測定点数	平均	範囲	B測定	測定点数	平均	範囲	B測定	測定点数	平均	範囲	B測定
a	1回目	5	0.15	0.13~0.37	0.1												
b	1回目	5	0.26	0.20~0.40	0.13	10	0.14	0.03~0.43	0.43								
	2回目	5	0.09	0.03~0.30	0.2	10	0.15	0.03~0.26	0.43								
	3回目	5	0.02	0.02~0.03	0.03	10	0.02	0.02~0.03	0.02								
	4回目	5	0.02	0.02~0.03	0.02	10	0.02	0.02~0.03	0.02								
c	1回目	5	0.04	0.03~0.10	0.3					14	0.06	0.03~0.13	0.03	8	0.04	0.03~0.10	0.03
	2回目	5	0.08	0.03~0.16	0.03					14	0.1	0.03~0.23	0.1	8	0.06	0.03~0.13	0.83
d	1回目	5	0.26	0.06~0.36	1.1												
	2回目	5	0.24	0.07~0.52	0.23												
e	1回目																
	2回目																
f	1回目																
	2回目																
	3回目																

4.1.1 単位作業場所別の特徴

① A測定結果

単位作業場所別のA測定粉じん濃度測定結果(各施設の平均値)は表-3、図-2のとおりである。

灰出コンベヤ室を除く各単位作業場所の粉じん濃度は平均値で0.1~0.2mg/m³の範囲内で大きな差はみられなかったが、灰出コンベヤ室は他の単位作業場所と比較して粉じん濃度が高い結果が得られた。これはd施設灰出コンベヤ室での測定結果5.87mg/m³(0.10~19mg/m³)の影響を受けているためである。異常に高い値となっている理由は、灰出シュートの破損部からの排ガス漏洩によるものである。

d施設のデータを除いた場合の平均値及び範囲は、0.27mg/m³(0.03~3.5mg/m³)であり、やはり灰出コンベヤ室は他の作業単位場所と比較し高い傾向がみられた。

表-3 A測定粉じん濃度結果

単位作業場所	平均濃度(範囲) mg/m ³
焼却炉室	0.17 (0.03~2.1)
集じん器室	0.14 (0.01~1.1)
ダスト処理室	0.13 (0.02~0.52)
灰出コンベヤ室	0.63 (0.03~19)
灰搬出室	0.15 (0.03~0.60)

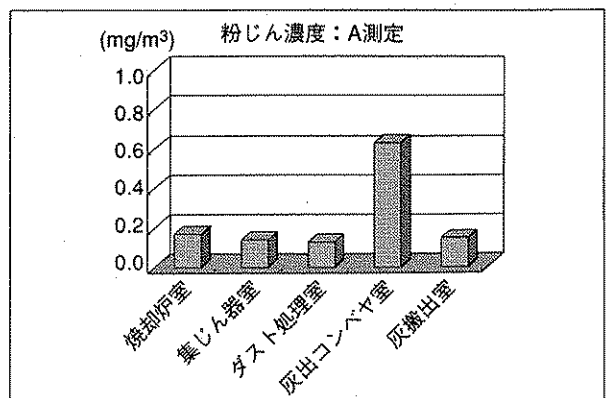


図-2 A測定粉じん濃度結果 (各施設平均値)

② B測定結果

単位作業場所別のB測定粉じん濃度測定結果は表-4、図-3のとおりである。

集じん器室とダスト処理室の粉じん濃度はほぼ同じレベルであり、他の単位作業場所と比較し低い傾向がみられた。ただし、灰出コンベヤ室はA測定の結果と同様に、粉じん濃度が高い傾向がみられた。

B測定値は、作業等により粉じん濃度が最も高くなる時間帯を測定することから、一般的にはB測定値≧A測定値の関係にあると考えられる。

したがって、各単位作業場所においてA測定値がB測定値より大きい場合(d施設のように)、機器装置類に不都合が生じている可能性などの原因について検討する必要がある。

4.2 ダイオキシン類濃度について

4.2.1 ダイオキシン類濃度の結果

ダイオキシン類濃度の測定結果は、表-5、6のとおりである。

作業室内空気中のダイオキシン類濃度の測定については、ポリウレタンフォームでガス状の、石英繊維ろ紙で粒子状のダイオキシン類を捕集し別々に分析し、その合計値をダイオキシン類濃度の測定値とすることとなっている。

単位作業場所別にダイオキシン類濃度の測定結果を比較すると、灰出コンベヤ室が他の単位作業場所と比較してやや濃度が高い傾向がみられた。また、ガス状と粒子状のダイオキシン類濃度の比率は、平均値でガス状:32~38%、粒子状:62~68%であった。

表-4 B測定粉じん濃度結果

単位作業場所	平均濃度 (範囲) mg/m ³
焼却炉室	0.48 (0.03 ~ 3.3)
集じん器室	0.26 (0.03 ~ 0.24)
ダスト処理室	0.24 (0.02 ~ 1.1)
灰出コンベヤ室	0.59 (0.06 ~ 3.6)
灰搬出室	0.36 (0.03 ~ 0.73)

表-5 ダイオキシン類濃度

単位作業場所	平均濃度 (範囲) pg-TEQ/m ³
焼却炉室	0.29 (0.12 ~ 0.44)
集じん器室	0.58 (0.055 ~ 1.1)
ダスト処理室	0.54 (0.11 ~ 1.6)
灰出コンベヤ室	0.79 (0.18 ~ 2.8)
灰搬出室	0.41 (0.1 ~ 1.1)

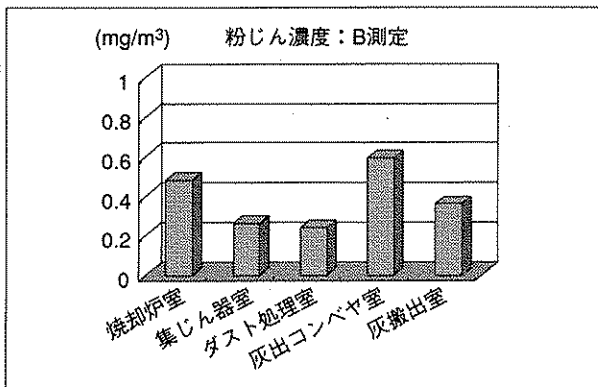


図-3 B測定粉じん濃度結果

表-6 ダイオキシン類測定結果

施設名	炉室			集じん器室			灰出コンベヤ室			灰搬出室			ダスト処理装置室			
	pg-TEQ/m ³	粒子%	ガス%	pg-TEQ/m ³	粒子%	ガス%	pg-TEQ/m ³	粒子%	ガス%	pg-TEQ/m ³	粒子%	ガス%	pg-TEQ/m ³	粒子%	ガス%	
a	0.12									0.1						0.11
b	0.22						0.2			0.12						
c	0.279	65	35				0.81	51	49	0.33	52	49	0.175	50	50	
d							0.34	65	35	0.28	54	46	0.26	50	50	
e	0.25	48	52				0.93	82	18				1.62	93	7	
f	0.35			0.055			2.8									
	0.33	70	30				1.04	87	14							
	0.35			1.1			0.51			1.1						
	0.44	64	36	0.58	67	33	0.3	53	47	0.5	80	20				
平均	0.29	62	38	0.58	67	33	0.79	68	33	0.41	62	38	0.54	64	36	

4. 2. 2 同族体分布の特徴

PCDD / FS の同族体比率を粒子状とガス状についてみると、いずれの単位作業場所別においても粒子状では比較的多くの同族体が出現しており図-4の上段のようになる。これに対してガス状の場合はT4CDDsとT4CDFsが多く出現しており図-4の下段のような特異的なパターンであった。

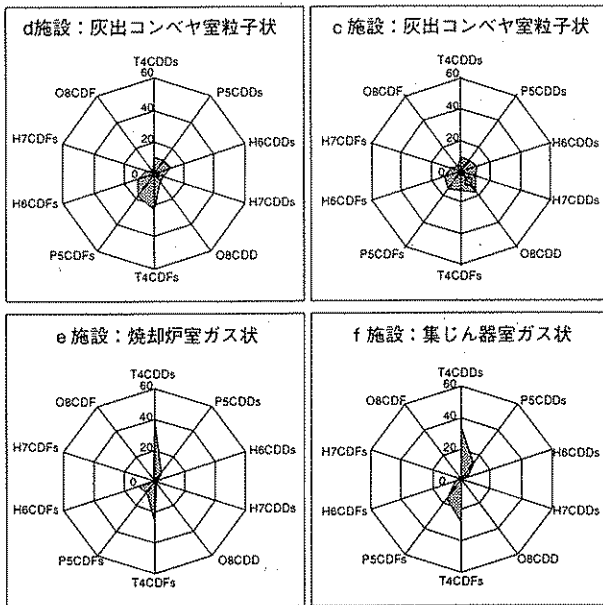


図-4 ダイオキシン類同族体組成比の例 (実測濃度もとに作成)

4. 3. 1 D 値

D値とは、作業室空气中の粉じん濃度とダイオキシン類を同時併行して測定し、以下の式から求める換算値で、粉じん1mg中のダイオキシン類の量を示している。

$$D \text{ 値} = \frac{\text{ダイオキシン類の濃度 (pg-TEQ/m}^3\text{)}}{\text{粉じんの濃度 (mg/m}^3\text{ または cpm)}}$$

D値の算出結果は、表-7のとおりである。e施設は稼働後20年程度経過した施設であり、炉室を中心として、装置機器上に粉じんが堆積している状況であった。これらの除去を行うとD値はかなり低下した。

また、D値を単位作業場所別にまとめると表-8、図-5のように、ダスト処理室がもっとも小さく3pg-TEQ/mg程度、焼却炉室・灰出コンベア室・灰搬出室がほぼ同程度で5pg-TEQ/mg前後、集じん器室が最も高く13pg-TEQ/mg程度であった。

表-8 単位作業場所別 D 値

単位作業場所	平均値 (範囲) pg-TEQ/mg
焼却炉室	5.63 (0.31 ~ 18.52)
集じん器室	12.82 (10.28 ~ 15.28)
ダスト処理室	3.2 (0.2148 ~ 7.83)
灰出コンベア室	4.74 (0.204 ~ 18.54)
灰搬出室	4.55 (0.839 ~ 7.33)

4. 3 評価について

評価方法については、図-1管理区分の判定方法に示したように、粉じんとダイオキシン類の測定結果からD値を求め、各作業単位場所ごとに評価値を算出し管理濃度と比較することにより行う

表-7 D 値の算出結果 (pg-TEQ/mg)

施設名	炉 室	集じん器室	灰出コンベア室	灰搬出室	ダスト処理装置室
a	2.59			0.839	1.85
b	0.345		0.204	1.319	
	0.31		0.37	7.33	7.83
c			1.637	3.178	2.921
d	10.26		1.269		0.2148
e	18.52	15.28	18.54		
	6.35		5.33		
f	2.108	10.28	9.273	12.22	
	4.5335	12.89	1.327	2.415	
平均	5.63	12.82	4.74	4.55	3.2

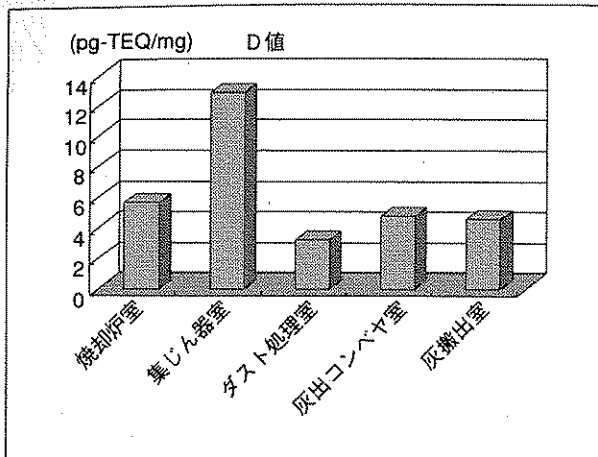


図-5 単位作業場所別 D 値

4. 3. 2 評価結果

① 評価結果について

全ての単位作業場所において第1管理区分と評価された施設は6施設中の3施設であり、いずれも稼働10年未満の施設であった。

② 単位作業場所別の評価結果について

評価結果を単位作業場所にみると、稼働10年以上経過した施設では集じん器室及び灰出コンベヤ室において第2管理区分、第3管理区分と評価される例がみられた。

③ 総じて焼却施設においては、稼働年数が経つにつれて機械装置類の劣化が進むため、圧力バランスの不都合やシール部の劣化などにより排ガスの漏洩、粉じんの漏れなどがおきやすい状況にあると考えられる。

5. 対策事例の紹介

継続して調査を実施している施設において前年度の評価結果で第2管理区分及び第3管理区分と評価された単位作業場所において対応策を講じて作業環境が改善された事例を紹介する。

① e 施設

炉室：第2管理区分⇒第1管理区分

対策：局所排気装置の設置により室内の気流を調整し、粉じんの滞留を解消。

② d 施設

灰出コンベヤ室：第3管理区分⇒第2管理区分

対策：灰出コンベヤシュート部の破損を補修。

③ f 施設

集じん器室：第3管理区分⇒第2管理区分

対策：鉄骨、ダクト、機器装置等に堆積した粉じんの除去及び湿潤化。

6. まとめ

① 評価結果を単位作業場所にみると、稼働10年以上経過した施設では集じん器室及び灰出コンベヤ室において第2管理区分、第3管理区分と評価される例がみられた。

② 単位作業場所での粉じん濃度は、A測定及びB測定ともに、灰出コンベヤ室が他の単位作業場所と比較して高い傾向がみられた。これは、今回の調査対象とした施設のうち10年以上稼働している施設が3施設あり、装置の劣化による影響もあると考えられる。また、灰出コンベヤ室は地下室(炉底下部)となっていることが多く、その換気能力によるところもあると考えられる。

③ B測定値は、作業等により粉じん濃度が最も高くなる時間帯を測定することから、一般的にはB測定値 \geq A測定値の関係にあると考えられる。

ただし、B測定値が異常に高い場合は作業方法の適否について検討する余地がある。また、逆にA測定値がB測定値より大きい場合は、機器装置類に不都合が生じている可能性などの原因について検討する必要がある。

④ 単位作業場所別のダイオキシン類濃度は上記との関係もあり、灰出コンベヤ室が他の単位作業場所と比較してやや濃度が高い傾向にあった。

⑤ ダイオキシン類濃度においてガス状と粒子状の平均的比率は、ガス状:35%、粒子状:65%程度であった。それぞれのPCDD/FSの同族体比率は粒子状では比較的多くの同族体が出現し、これに対してガス状の場合はT4CDDsとT4CDFsが多く出現していた。

- ⑥ D値を単位作業場所別にみると、集じん器室が最も高かった。集じん器室のD値は、粉じん濃度及びダイオキシン類濃度が灰出コンベヤ室よりも低いにも関わらず、灰出コンベヤ室D値の2倍以上の13pg-TEQ/mg程度であった。

7. 参考文献

- 1) 厚生労働省労働基準局 (2001) : 廃棄物処理施設内作業におけるダイオキシン類ばく露防止対策要綱
- 2) 環境庁大気保全局 (2000) : ダイオキシン類に係る大気環境調査マニュアル