

表B.1 対象とした火葬炉と測定対象

火葬炉	施設A		施設B		施設C		施設D		施設E		施設F		施設G		施設H	
	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
再燃焼炉																
主燃焼室・再燃焼室	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
集じん機	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
集じん機後段の排ガス処理	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
排ガス冷却方式	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
排気方式(炉・系列)	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
燃料	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
実験番号	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2	F-1	F-2	G-1	G-2		
実施日	2008/11/12	2008/11/12	2008/11/21	2008/11/21	2008/11/25	2008/11/25	2008/11/28	2008/11/28	2008/11/11	2008/11/12	2008/11/13	2008/11/13	2008/12/2	2008/12/2		
火葬開始時間	10:25	13:59	11:00	14:15	13:23	15:13	11:25	14:40	12:49	12:29	12:37	14:23	12:00	14:21		
火葬終了時間	11:23	14:56	12:06	15:14	14:11	16:21	12:29	15:25	13:49	13:32	13:36	15:27	13:25	15:25		
火葬時間	0:58	0:57	1:06	0:59	0:48	1:08	1:04	0:45	1:00	1:03	0:59	1:04	1:25	1:04		
火葬遺体数	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
年齢	64歳	75歳	91歳	79歳	98歳	85歳	66歳	80歳	75歳	88歳	93歳	91歳	80歳	67歳		
性別	女性	女性	女性	女性	女性	女性	男性	女性	女性	男性	男性	女性	男性	男性		

※火葬44件について
測定・詳細は
表C.2.1に記載

表 B.2.1 各施設における測定項目

火葬炉	施設A	施設B	施設C	施設D	施設E	施設F	施設G	施設H
排ガス中 水銀濃度測定(JIS)	2検体	2検体	2検体	2検体	2検体	2検体	2検体	—
排ガス中 形態別水銀連続分析	2検体	2検体	2検体	2検体	—	—	2検体	44検体
灰中重金属、フッ素、ホウ素 含有量・溶出量調査	残骨灰 集じん灰	残骨灰 集じん灰	残骨灰 集じん灰	—	残骨灰	残骨灰 集じん灰	残骨灰	—

表 B.2.2 測定方法

対象	測定項目	測定方法
排ガス	排ガス温度	JIS Z 8808 熱電対による連続測定
	排ガス流速	JIS Z 8808 ピトー管法
	水分	JIS Z 8808 吸収法
	ばいじん濃度	JIS Z 8808 円形ろ紙または円筒ろ紙法
	O ₂	JIS K 0301 ジルコニア方式(連続分析)
	水銀	JIS K 0222 過マンガン酸カリウムによる測定 形態別連続湿式連続分析(MS-1A +DM-6B)
残骨灰 集じん灰	水銀	環境省告示18、19号に規定される溶出量試験、含有量試験
	六価クロム	
	フッ素	
	ホウ素	
	カドミウム	

2.2 排ガス中水銀の排出挙動調査

詳細な水銀排出挙動調査は施設A～D、および施設G、Hで形態別水銀湿式連続分析計を用いて行った。

施設A～D、および施設Gにおいては、2.1におけるJIS法による測定と同時に行い、1箇所の火葬場につき2回測定を行い、計10件の火葬について行った(表B.1)。それぞれHg⁰濃度およびHg²⁺濃度を連続測定した。排ガスサンプリングは、全ての火葬場で排風機の後段で行った。具体的には、排気塔出口の前段にある測定孔、あるいは測定孔が無い場合は、排気塔出口から煙道に直接サンプリングチューブを挿入し実施した。施設Hにおいては、排気塔出口前においてHg⁰濃度およびHg²⁺濃度を2008年1月31日から4月17日の約80日間について44件の火葬について連続測定した。また、3月10日～3月17日の7件の火葬については、水銀連続分析と同時に酸素濃度を連続分析計により測定した。なお、施設Hは、研究代表者らが平成19年度に実施した火葬炉調査(2007調査)⁷⁾の施設Dと同一施設である。

排気塔出口前から水銀連続分析計までのサンプリングラインは、施設により10m以内に設置できる場合は、そのラインを加熱導管により180°Cに加熱したが、例えば、施設Hの場合は20m程度あり、このような場合は、後半部分の10mについて加熱導管を用いて180°Cに加熱した。

連続測定は、湿式の形態別水銀連続測定装置(日本インスツルメンツ社製のMS-1A+DM-6B)を用いた。形態別水銀湿式連続測定装置の写真および前処理フローを図B.2.1および図B.2.2に示す。この装置は、北米で広く用いられている Ontario Hydro Method をベースとして開発されたものであり、フローに示されているように、排ガスはKCl溶液に水銀が溶解するかどうかにより、金属状(0価): Hg^0 と2価の水銀: Hg^{2+} に分けられるもので、最終的な検出方法は原子吸光法で検出下限は $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ である^{9), 10)}。

再燃焼炉の着火と同時に連続分析計の測定を開始し、主燃焼炉の着火から主燃焼炉の消火までを測定時間とした。



図 B.2.1 形態別水銀湿式連続分析計

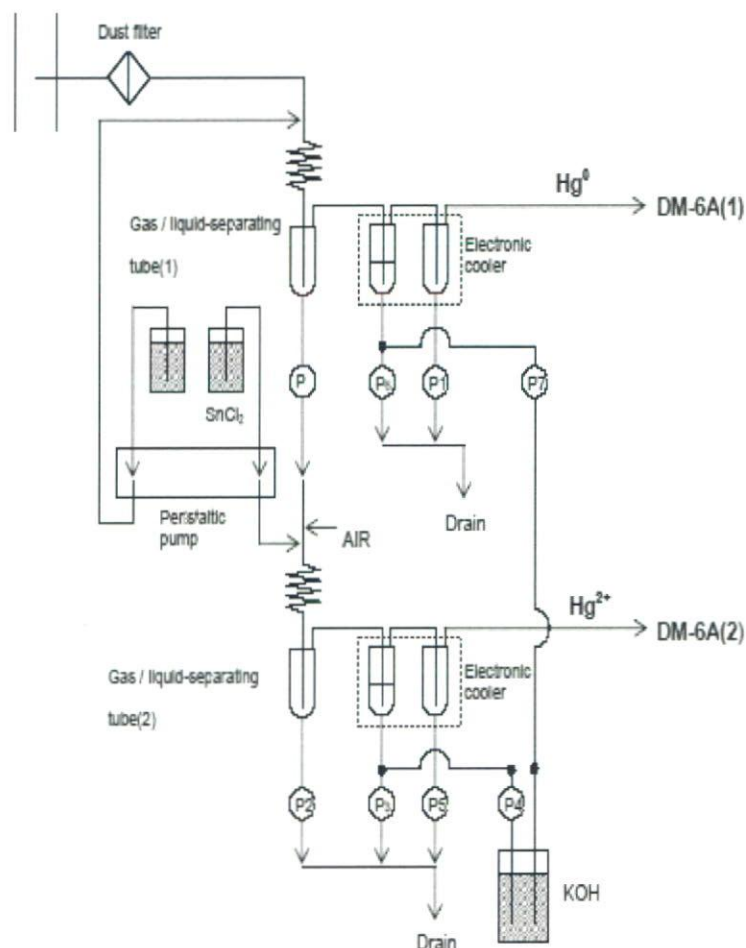


図 B.2.2 形態別水銀湿式連続分析計の前処理部フロー

2.3 残骨灰、および集じん灰中の重金属、フッ素、およびホウ素の調査

施設 D、H を除く全ての火葬場で、2 回目の排ガスサンプリング終了の約 1 時間後に、残骨灰を採取し、さらに、施設 A~C、施設 F では集じん灰を採取した。残骨灰・集じん灰については廃棄物ではなく、必ずしも最終保管場所が周辺環境への影響を考慮されているかどうかはわからないため、土壌汚染対策法に基づいた溶出試験、含有量試験で評価した。

具体的には、これらの固体サンプルに対して、土壌対策基本法の環境省告示 18 号に基づく溶出量試験と環境省告示 19 号に基づく含有量試験を行い、溶出量および含有量を評価した。測定対象は水銀、六価クロム、フッ素、およびホウ素にカドミウムを加えた。

C. 実験結果および考察

1. 排ガス中水銀の排出濃度調査

1.1 排ガス中の水銀濃度

各施設における、水銀濃度および関連項目の測定結果を表C.1.1に示す。実測濃度について、定量下限値($<0.006 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$)を超えたものはA-2($0.024 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$)、C-2($0.007 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$)、D-1($0.020 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$)であった。水銀濃度の範囲としては、 $<0.006 \text{ mg/m}^3_{\text{N}} \sim 0.024 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ であった。

定量下限値以下の値を $0.006 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ と見なした場合の算術平均値は、 $0.0084 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ であり、定量下限値以下の値を $0 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ と見なした場合の算術平均値は、 $0.0036 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ であったことから、排ガス中水銀濃度の平均値は $0.0036 \sim 0.0084 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ の範囲にあると考えられる。

表 C.1.1 水銀濃度 (JIS 法)、および関連項目の測定結果

項目	火葬 時間	排ガス 温度	排ガス流量		ばいじん	水銀		O ₂	
			湿り	乾き		実測	O ₂ 12%換算		
単位	分	°C	m ³ _N /h	m ³ _N /h	g/m ³ _N	mg/m ³ _N	mg/m ³ _N	%	
A	A-1	58	144	9,540	9,160	<0.008	<0.006	<0.045	19.8
	A-2	57	147	8,010	7,780	<0.006	0.024	0.135	19.4
B	B-1	66	86	14,300	13,900	<0.007	<0.006	<0.039	19.6
	B-2	59				<0.006	<0.006	<0.036	19.5
C	C-1	48	88	14,600	14,200	0.005	<0.006	<0.028	19.1
	C-2	68				0.005	0.007	0.033	19.1
D	D-1	64	166	11,500	11,200	0.032	0.020	0.090	19.0
	D-2	45	144	10,200	9,880	0.032	<0.006	<0.032	19.3
E	E-1	60	290	4,760	4,560	0.130	<0.006	<0.019	18.1
	E-2	63	296	3,770	3,590	0.160	<0.006	<0.017	17.9
F	F-1	59	247	3,890	3,700	0.150	<0.006	<0.015	17.4
	F-2	64	230	5,150	4,860	0.100	<0.006	<0.019	18.1
G	G-1	84	400	4,440	4,130	0.190	<0.006	<0.010	15.8
	G-2	64				0.170	<0.006	<0.012	16.6
最大値	84	400	14,600	14,200	0.190	0.024	0.135	19.8	
最小値	45	86	3,770	3,590	0.005	<0.006	<0.010	15.8	
中央値	62	166	8,010	7,780	0.032	0.006	0.030	19.1	
算術平均値	61	203	8,200	7,910	0.072	0.0084	0.038	18.5	
幾何平均値	61	182	7,270	6,970	0.030	0.0073	0.029	18.4	

※定量下限値以下の値については、定量下限値とみなし、中央値、算術平均値、幾何平均値を算出

※ばいじんについてはO₂12%換算値

火葬炉は多くの場合で熱交換器などをもたず、空気吹き込みによる排ガス冷却を行っている施設がほとんどで、その影響で各施設により排ガス以外の空気による希釈効果が異なる。そのため、酸素換算を行わないと施設間の濃度の比較は公平でない。O₂12%換算濃度とした場合の水銀濃度は、各施設の酸素濃度によりその値は大きく異なった。一部は定量下限値以下の議論であるため、あまり意味をなさないが、 $<0.010\sim 0.135\text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ となった。また、定量下限値以下の値を、最大で見積もった場合と $0\text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ と見なした場合から、排ガス中水銀濃度のO₂12%換算の平均値としては、 $0.018\text{ mg/m}^3_{\text{N}}\sim 0.038\text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ の範囲にあると考えられる。この値は、国内の都市ごみ焼却炉で、各自治体が独自に設定する自主目標値や現実的な要求値としての $30\sim 50\mu\text{g/m}^3_{\text{N}}$ を超える場合もある範囲にあった¹¹⁾。特に、バグフィルターを有する施設Aや施設Cにおいても、比較的高濃度の水銀排出が見られたが、これまでの調査事例では通常のバグフィルターでは水銀の除去は不可能である。これはごみ焼却と異なり、ガス雰囲気異なること、ばいじん層が火葬炉では形成されないことなどが影響していると考えられる¹²⁾。したがって、水銀除去には活性炭吸着技術などを用いたさらなる処理が必要となってくる。施設Cにおいてはこの活性炭吸着設備を有しているが、ダイオキシン類除去を想定したものであることや、一般的に、ダイオキシン類よりも水銀の方が破過しやすいという報告もあることから^{13)、14)}、必ずしも効率的に除去できていない可能性がある。今後、実施設において水銀の活性炭吸着除去特性について調査する必要がある。

また、本測定では、14検体中11検体は定量下限値以下となったため、正確な水銀濃度、および排出量の見積のためには、定量下限値をさらに低くできるような方法を検討する必要がある。

排ガス排出口の直前での水銀濃度は、被火葬物中に含まれる水銀量が多いほど高くなり、逆に火葬時間×排ガス流量(1体あたりの排ガス総量)が多いほど低くなる。1体あたりの排ガス総量は、施設Gが最も小さく $4,400\sim 5,800\text{ m}^3_{\text{N}}/\text{人}$ であったが、水銀濃度は定量下限値以下であった。一方、施設Cの2回目では1体あたりの排ガス総量が最大の $16,100\text{ mg}/\text{人}$ であったが、水銀は定量下限値以上で検出され $0.007\text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ であった。これらのことから、本質的には、1体あたりの排ガス総量よりも、被火葬物中に含まれる水銀の量の影響が大きいと考えられる。ただし、排出量が同じである場合、火葬が通常と比較して長時間かかる場合は、濃度は通常時よりも定量下限値を下回る可能性が高くなる。

総じて、今後、水銀についてガイドライン等の行政指導を検討する場合は、サンプリングを含めた分析方法について、定量下限値をさらに低くできるような方法を今後検討する必要がある、また結果の示し方について濃度をベースとするのか、または、1火葬での排出量をベースとするのかということに言及する必要があると思われる。

1.2 排出される水銀量およびその推定

水銀実測濃度に燃焼時間中の排ガス流量と火葬時間に乗じることによって、排出される総水銀量を算定した。この結果を、表 C.1.2 に示す。一部の水銀濃度が定量下限値以下であったため、正確な推定はできないが、定量下限値を最大に見積もった場合と、 $0 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ と見なした場合それぞれについて、算術平均を算出すると、その範囲は $37.8 \text{ mg/人} \sim 73.8 \text{ mg/人}$ となった。2005 調査では、水銀排出量は算術平均で 51.8 mg/人 と見積られていることから⁶⁾、ほぼ合致していると考えられる。

イギリスでは火葬場からの水銀排出量が規制されるようとしているが、規制値案は水銀排出量 150 mg/4人 (37.5 mg/人) である¹⁵⁾。今回測定した 14 検体では、A-2、C-2、D-1 について、この規制値案を大きく超過していた。また、定量下限値との関係から、明らかに超えていないといえるのは 6 検体だけであった。

排ガス中水銀測定における JIS 法では、ばいじん中の水銀濃度は対象としておらず、ガス状の水銀のみを対象としている。本測定ではばいじん濃度および集じん灰中水銀濃度をそれぞれ測定していることから、特にバグフィルターにおいて、どの程度集じん灰へ移行しているかを推測した。

まず、集じん機を持たない施設 E、G における排ガス中ばいじん測定結果より、おおよそバグフィルター前では、 $C_{in} : 163 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ のばいじんが存在するとした。また、施設 A～C におけるばいじん測定結果(この場合、後段の触媒装置、活性炭吸着装置ではばいじん濃度は変わらないとした。)を C_{out} (mg/m^3_{N}) とし、排ガス量 (O_2 12% 換算) : V ($\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}$) と火葬時間 t (h) を用いて、火葬 1 件あたりの集じん灰量 D (mg/人) を (C.1.1) 式によって求めた。

$$D = (C_{in} - C_{out}) \cdot V \cdot t \quad (\text{C.1.1})$$

(C.1.1) 式からは、火葬 1 件あたりの集じん灰の発生量は、施設 A において $183 \sim 214 \text{ g/人}$ 、施設 B について $333 \sim 387 \text{ g/人}$ 、 $379 \sim 537 \text{ g/人}$ と算出された、これらの値に、後

表 C.1.2 水銀排出量の算出結果
(JIS 法ベース)

項目	水銀排出量		
	最大値	最小値	
単位	mg/人	mg/人	
A	A-1	53	0
	A-2	177	177
B	B-1	92	0
	B-2	82	0
C	C-1	68	0
	C-2	113	113
D	D-1	239	239
	D-2	44	0
E	E-1	27	0
	E-2	23	0
F	F-1	22	0
	F-2	31	0
G	G-1	35	0
	G-2	26	0
算術平均値		74	38

述する集じん灰中の水銀含有量(表C.3.1)の値を乗じ、1体あたり集じん灰に移行する水銀量を算出すると、施設A、B、およびCではそれぞれ0.24～0.28mg/人、0.19～0.22mg/人、および3.68～5.21mg/人と計算された。表C.1.2に示す排ガスとして排出される水銀量に比較すると、最小値が0のケースがあるため一概には言えないが、A-2やC-2のケースでは非常に小さい。したがって、集じん灰への移行は大きくないことが推測された。ただし、この結果は集じん灰中水銀濃度を土壤汚染対策法の含有量で計算したものであることに注意せねばならない。

2. 水銀挙動調査

上記の調査では、各施設における水銀排出実態をJIS法により調査した。しかしながら、JIS法は火葬時間中の平均水銀濃度を示すだけでその経時変化を知ることはできない。そこで、施設A～D、施設G～Hにおいて連続分析計を用いて水銀排出挙動の経時変化を調査し、2005調査結果⁹⁾と比較し、新たな傾向があるかどうかを確認した。施設A～D、施設Gについては、JIS法に対応させる形で各2件ずつ、施設Hにおいては、2008年1月31日～4月17日までの44件、計54件の結果について報告する。

2.1 排ガス中水銀濃度

表C.2.1に水銀連続分析計による測定結果を、各火葬に関する時刻およびご遺体の年齢・性別とともに示す。御遺体の年齢分布は52歳～99歳であり、男性、女性ともに27検体ずつのデータが得られた。連続計のデータは負の値をすべて0に直し、補正した。

まず、施設A～D、および施設GについてC.1.1におけるJIS法による測定結果と比較すると、C-2、D-1についてJIS法では7、20 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ であったのに対し、連続分析では3、30 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ であり、概ね対応がとれていた。またJIS法で定量下限値6 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ 以下となった場合についても、連続分析では、全て6 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ 以下の値を示しており、この点も矛盾はなかった。しかし、A-2についてのみ、JIS法の24 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ に対し、連続分析では、0.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ であった。同時に同様の箇所から分析を実施しているため、これらの値はほぼ同様の値になるはずである。しかし、その値は大きく異なる結果となった。この点に関してはサンプリング時の状況に依存していると推測されるが、はっきりとわからなかった。今後、JIS法と連続分析を同時に行った場合において、より多くのデータを収集していくことが必要である。

全施設54回の平均濃度は総濃度で3.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ であった。この値はO₂12%換算されていないが、燃焼時間における連続計における酸素濃度は各施設の平均で18.5%程度であったことから、O₂12%換算濃度値は約3.5倍の値、つまり11.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ であった。この

表 C.2.1 排ガス中水銀の形態別連続分析測定結果

施設	日	性別	火葬時間 (分)	年齢 (歳)	Hg ⁰ 濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$)	Hg ²⁺ 濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$)	総水銀濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$)	Hg ⁰ の割合 (%)	O ₂ 濃度 (vol.%)
A-1	11月12日	女性	58	64	0.1	0.1	0.2	50	19.8
A-2	11月12日	女性	57	75	0.5	0.4	0.9	55	19.4
B-1	11月21日	女性	66	91	0.2	0.1	0.3	63	19.6
B-2	11月21日	女性	59	79	0.1	0.3	0.4	28	19.5
C-1	11月25日	女性	48	98	0.3	0.1	0.4	74	19.1
C-2	11月25日	女性	68	85	2.7	0.3	3.0	89	19.1
D-1	11月28日	男性	64	66	30.1	0.3	30.3	99	19.0
D-2	11月28日	女性	45	80	1.3	0.1	1.4	93	19.3
G-1	12月2日	男性	84	60	2.7	0.1	2.8	96	15.8
G-2	12月2日	男性	64	67	0.2	0.1	0.3	65	16.6
H-1	1月31日	女性	100	64	4.6	0.1	4.7	98	—
H-2	2月2日	男性	87	89	0.6	0.3	0.9	67	—
H-3	2月5日	男性	85	69	1.2	1.5	2.7	44	—
H-4	2月6日	女性	91	82	0.6	0.5	1.1	55	—
H-5	2月11日	女性	74	90	0.9	0.3	1.2	75	—
H-6	2月16日	女性	92	73	0.3	0.1	0.4	75	—
H-7	2月20日	男性	105	61	0.6	0.1	0.7	86	—
H-8	2月22日	女性	107	81	0.3	0.1	0.4	75	—
H-9	2月23日	女性	78	84	0.1	0.1	0.2	50	—
H-10	2月24日	女性	81	97	0.2	1.9	2.1	10	—
H-11	2月25日	男性	76	85	0.4	0.3	0.7	57	—
H-12	3月5日	男性	97	77	5.4	0.4	5.8	93	—
H-13	3月7日	男性	71	79	0.8	0.6	1.4	57	—
H-14	3月9日	女性	60	91	0.7	0.6	1.3	54	—
H-15	3月10日	男性	107	82	0.3	2.3	2.6	12	18.0
H-16	3月11日	男性	79	75	0.1	2.7	2.8	4	17.7
H-17	3月13日	女性	88	74	0.1	1.3	1.4	7	17.8
H-18	3月14日	女性	85	91	0.1	1.6	1.7	6	17.9
H-19	3月16日	男性	100	92	0.1	0.4	0.5	20	18.2
H-20	3月17日	女性	73	90	0.1	0.1	0.2	50	18.5
H-21	3月18日	女性	80	88	0.1	0.1	0.2	50	18.7
H-22	3月19日	女性	90	57	0.2	0.1	0.3	67	—
H-23	3月20日	男性	80	80	0.2	0.1	0.3	67	—
H-24	3月21日	男性	83	82	0.8	0.1	0.9	89	—
H-25	3月22日	女性	78	66	81.2	1.5	82.7	98	—
H-26	3月23日	男性	87	87	0.7	0.1	0.8	88	—
H-27	3月24日	男性	85	80	0.1	0.1	0.2	50	—
H-28	3月25日	女性	67	92	1.0	0.2	1.2	83	—
H-29	3月28日	女性	81	80	1.4	0.1	1.5	93	—
H-30	3月29日	男性	105	87	0.8	0.1	0.9	89	—
H-31	3月30日	男性	80	87	0.1	0.1	0.2	50	—
H-32	3月31日	男性	78	86	0.4	0.1	0.5	80	—
H-33	4月1日	女性	77	92	0.1	0.1	0.2	50	—
H-34	4月2日	男性	104	74	0.4	0.1	0.5	80	—
H-35	4月5日	男性	85	84	1.3	0.3	1.6	81	—
H-36	4月6日	男性	98	82	0.9	0.4	1.3	69	—
H-37	4月10日	男性	85	72	0.7	0.8	1.5	47	—
H-38	4月11日	男性	75	85	0.6	0.1	0.7	86	—
H-39	4月12日	女性	66	52	0.1	0.1	0.2	50	—
H-40	4月13日	男性	65	79	0.4	0.1	0.5	80	—
H-41	4月14日	女性	82	82	0.2	0.1	0.3	67	—
H-42	4月15日	男性	71	80	0.1	0.1	0.2	50	—
H-43	4月16日	男性	70	99	1.4	0.1	1.5	93	—
H-44	4月17日	女性	83	77	1.9	0.2	2.1	90	—
算術平均			80	80	2.8	0.4	3.2	64	18.5
最大値			107	99	81	2.7	83	99	19.8
最小値			45	52	0.1	0.1	0.2	4	15.8
標準偏差			15	11	12	0.6	12	26	1.1
中央値			80	82	0.4	0.1	1	67	18.7

値は、都市ごみ焼却炉煙突排ガスと比べると同程度かやや高い値であるといえる¹⁶⁾。2005 調査⁶⁾では $29.2\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ であったことから約 1/3 の濃度であった。

しかし、この値は、D-1、H-25にて出現したきわめて大きな水銀排出濃度2例($30.3\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ 、 $82.7\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$)の影響を大きく受けている。この値は2005年調査⁶⁾における最大値($25.2\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$)と比べて同程度、あるいは約3倍以上であった。これらの濃度の O_2 12%換算値は、それぞれ、 $137\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ 、 $257\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ であり、国内の都市ごみ焼却炉で、各自治体が独自に設定する自主目標値や現実的な要求値としての $30\sim 50\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ を超えていた¹¹⁾。これらの検体を除く総水銀濃度は、 $0.1\sim 5.8\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ であった。

この2例における高濃度水銀排出の0価水銀(Hg^0)の時間トレンドを、**図 C.2.1**に示す。これらの2例については、水銀連続分析計の上限($1,000\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$)を振り切っていた時間があり、その間についてはガウス関数によって補正し、データとした。図より、D-1では最大約 $1,300\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ まで、H-25では最大約 $2,500\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ まで達していたと推測された。また、参考までに3番目に高い濃度を示したH-12の Hg^0 の経時変化、および2005年調査時で同様の傾向を示した Hg^0 の時間トレンド⁶⁾を**図 C.2.1**に同時に示す。

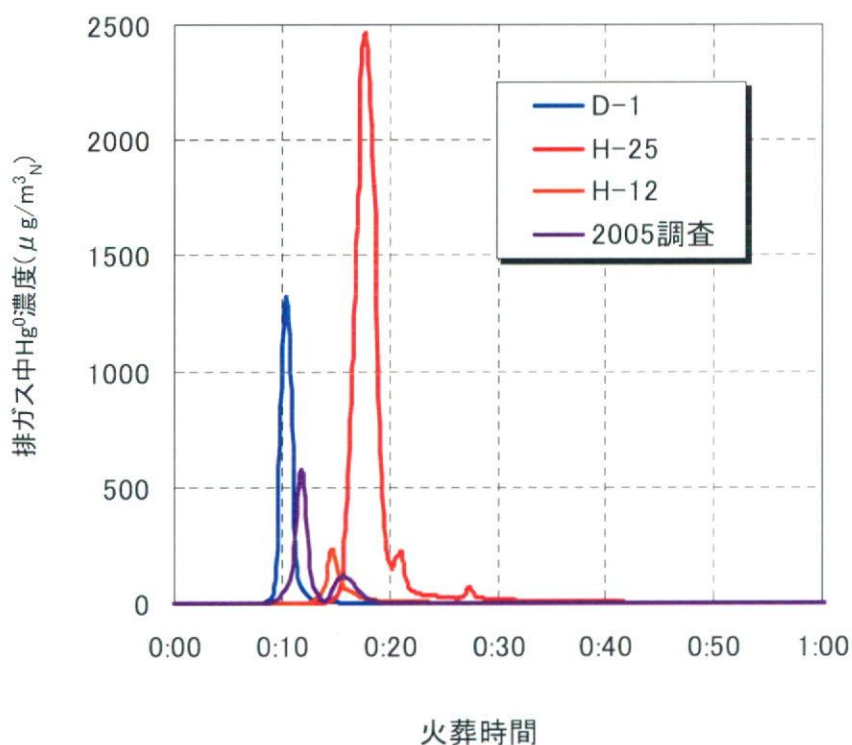


図 C.2.1 排ガス中水銀の形態別連続分析測定結果 (一部)

これら4つのトレンドデータは、火葬開始後約10～20分に Hg^0 の大きなピークが現れることが特徴であった。この場合、図示していないが、2価水銀(Hg^{2+})は低濃度で推移している。この水銀の由来は歯科アマルガム中の水銀によるものと推測され、火葬開始後約10～20分程度で高濃度水銀が出始めるのが特徴である^{17)、18)}。このような特徴的な変化を示したものは、19検体/54検体であった。歯科アマルガムを有する火葬対象者は、将来的な死亡者増加とともに2020年頃にピークを迎える予測があり⁶⁾、今後、このような高濃度の水銀排出が増加することが想定されるため、留意する必要がある。

前述したように、本研究での連続測定による排ガス中水銀濃度は、2005年調査における排ガス中水銀濃度よりも低い傾向にあった。この理由としては3つのことが考えられる。一つ目は、御遺体のアマルガム含有量が、本研究で調査した範囲では低かった、あるいは2005年調査時が高かったことである。これは、各施設を管轄とする地方自治体住民の歯科治療やアマルガム使用状況などに左右されるが、本調査では不明である。二つ目は、排ガスサンプリングにおいて損失があった可能性がある。これは、特に施設Hにおいて、サンプリングの位置等の制約から加熱導管が10mでは不足したこと、施設Hにおける排ガスはススが多かったことから、吸着等の損失が想定された。しかし、サンプリングラインにおいて吸着損失がある場合、次の測定時に温度の高い排ガスが導入された際に、ピークを生じることがしばしば認められる。施設Hでの測定では再燃焼炉着火から主燃焼炉着火までの期間にピークが認められたこともあったが、それほど高い濃度ではなく($5\sim$ 数十 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$)程度が1分程度続く程度であったため、吸着損失の影響はそれほど大きくないと考えられる。三つ目は、平均濃度は火葬時間および排ガス流量に左右される。過去に調査した施設では平均火葬時間が1時間程度であったことから⁶⁾、表C.2.1より、本研究で対象とした施設、特に施設Gや施設Hでは約1.5倍かかっていることになる。したがって、総排出量(濃度×排ガス量×火葬時間)が同レベルであっても、火葬時間が長ければ濃度が低くなることが一因であるといえる。

2.2 水銀形態について

火葬排ガス中水銀の形態として、0価水銀濃度、2価水銀濃度、総水銀に占める0価水銀の割合を求めた結果を表C.2.1に示す。いくつかのデータについては平均濃度が $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ 未満(検出下限値未満)であったため、計算上は $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ とした。0価水銀の平均濃度は $2.8\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ 、2価水銀の平均濃度は $0.4\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ であった。それぞれの平均濃度を比較すると0価の割合は87%を超えるが、これはD-1、H-25のデータの影響が極めて大きいことによる。しかし、それぞれの日における総水銀に占める0価水銀の平均割合は4～99%でばらつき、算術平均で64%であったことから、上記2つのデータが

なくとも平均的に水銀の形態は0価の水銀が主であることがわかった。過去の研究事例でもこの割合はかなりばらついているが、歯科アマルガム由来と考えられる大きなピークが認められる場合は、表C.2.1におけるD-1、H-25のデータから0価水銀の占める割合が圧倒的に大きいことが明らかであり、問題となるような高濃度排出である場合は0価水銀が主たる形態であるといえる。排ガス中の水銀は一般に0価水銀であるとバグフィルター等で除去しにくい¹²⁾。とされていることから、このようなケースに対し、活性炭吸着設備等の対策が必要であると考えられる。

2.3 排出される水銀量およびその推定

C.1.2におけるJIS法による水銀排出量の推定と同様に54件の火葬について、水銀排出量を計算した結果を表C.2.2に示した。排出水銀量の範囲は、0.72mg/人～362mg/人となり、算術平均は19.4mg/人となった。2005年調査結果⁹⁾(51.8mg/人)と比べると低かった。

JIS法による排ガス中水銀濃度の実態調査においては、施設Hを対象としていないため、施設Hを除く5施設計10検体について、排出水銀量の算術平均を算出すると46 mg/人であり、JIS法からの排出水銀量の推算値が、37.8～73.8mg/人にあることと合致した。また、概ね2005年調査結果と同レベルにあることが示された。

以上のことから、施設Hにおいて、他の施設や過去の結果よりも水銀排出量が低かったことが予想される。この理由としては、一部、排ガス中の水銀濃度が低かったことと同様の理由が考えられ、御遺体のアマルガム保有数の差、排ガスサンプリングラインでの水銀の損失等が原因であると推測される。

ここで、施設Hのみでの調査結果と、2005調査結果⁹⁾とを比較する形で排出量と性別、年齢との関係を表C.2.3に示した。データ数は十分とはいえないが2005調査と同様に、65～69歳で男女とも最大の値を示した。性別における排出量の違いについては、男性が5.6mg/人、女性が22.1mg/人と大きな差があったが、H-25(女性)のデータを除くと、女性平均は4.8 mg/人に減少し、2005調査と同様に男女間の差はあまり見られなかった。極端に大きな水銀排出量が見られたH-25においては、御遺体の年齢が66歳であった。これは、歯科アマルガムの治療歴からの推測では、45～70歳くらいまでの年代がもっともアマルガムを保持していると考えられる⁹⁾ことと合致していた。

年代別の排出量を個別にみると、2005調査結果と比較して、65～69歳以外は、施設Hでの調査結果が全体的に低い傾向を示した。65～69歳の火葬のみ排ガスサンプリングラインでの損失が存在したとは考えにくく、測定に問題はないと考えられ、本研究結果での水銀排出量が少なかった要因としては、施設Hの管轄自治体における御遺体中のアマルガム量が少なかったことに由来するのではないかと推測された。

表 C.2.2 水銀排出量の算出結果(連続分析ベース)

施設	火葬時間 (分)	総水銀濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	排ガス量 ($\text{m}^3\text{N}/\text{h}$)	総排出量 ($\text{mg}/\text{人}$)
A-1	58	0.2	9,160	1.8
A-2	57	0.9	7,780	6.5
B-1	66	0.3	13,900	4.1
B-2	59	0.4	13,900	4.8
C-1	48	0.4	14,200	4.4
C-2	68	3.0	14,200	48.0
D-1	64	30.3	11,200	362.4
D-2	45	1.4	9,880	10.2
G-1	84	2.8	4,130	16.3
G-2	64	0.3	4,130	1.2
H-1	100	4.7	3,250	25.5
H-2	87	0.9	3,250	4.2
H-3	85	2.7	3,250	12.4
H-4	91	1.1	3,250	5.4
H-5	74	1.2	3,250	4.8
H-6	92	0.4	3,250	2.0
H-7	105	0.7	3,250	4.0
H-8	107	0.4	3,250	2.3
H-9	78	0.2	3,250	0.8
H-10	81	2.1	3,250	9.2
H-11	76	0.7	3,250	2.9
H-12	97	5.8	3,250	30.5
H-13	71	1.4	3,250	5.4
H-14	60	1.3	3,250	4.2
H-15	107	2.6	3,250	15.1
H-16	79	2.8	3,250	12.0
H-17	88	1.4	3,250	6.7
H-18	85	1.7	3,250	7.8
H-19	100	0.5	3,250	2.7
H-20	73	0.2	3,250	0.8
H-21	80	0.2	3,250	0.9
H-22	90	0.3	3,250	1.5
H-23	80	0.3	3,250	1.3
H-24	83	0.9	3,250	4.0
H-25	78	82.7	3,250	349.4
H-26	87	0.8	3,250	3.8
H-27	85	0.2	3,250	0.9
H-28	67	1.2	3,250	4.4
H-29	81	1.5	3,250	6.6
H-30	105	0.9	3,250	5.1
H-31	80	0.2	3,250	0.9
H-32	78	0.5	3,250	2.1
H-33	77	0.2	3,250	0.8
H-34	104	0.5	3,250	2.8
H-35	85	1.6	3,250	7.4
H-36	98	1.3	3,250	6.9
H-37	85	1.5	3,250	6.9
H-38	75	0.7	3,250	2.8
H-39	66	0.2	3,250	0.7
H-40	65	0.5	3,250	1.8
H-41	82	0.3	3,250	1.3
H-42	71	0.2	3,250	0.8
H-43	70	1.5	3,250	5.7
H-44	83	2.1	3,250	9.4
算術平均	80	3.2	4,550	19.4
最大値	107	83	14,200	362
最小値	45	0.20	3,250	0.72
標準偏差	15	12	3,192	67
中央値	80	0.9	3,250	4.3

表 C.2.3 年代、性別ごとの水銀排出量 (mg/人)

年齢	2005年調査(n=34)			本研究:施設H調査結果(n=44)		
	男性	女性	全体	男性	女性	全体
-59	35.8	—	35.8	—	0.9	0.9
60-64	68.7	—	68.7	4.0	25.5	14.7
65-69	146.0	132.0	142.0	12.4	349.5	181.0
70-74	79.5	18.6	64.3	4.5	4.0	4.3
75-79	22.0	20.2	21.3	12.2	9.4	11.7
80-84	42.1	24.7	37.7	4.9	3.2	4.2
85-89	—	—	—	2.8	0.2	2.5
90-94	19.0	67.8	43.4	2.0	3.6	3.3
95-	64.6	48.5	58.2	5.1	9.4	7.3
全体	54.9	45.7	51.8	5.6	22.1	13.3

3. 残骨灰、集じん灰中の重金属およびフッ素、ホウ素

残骨灰は、施設D、Hを除く全ての火葬場で、集じん灰は、施設A~C、施設Fにおいて採取し、測定した。以下に各元素の溶出量、含有量試験結果について述べる。

3.1 水銀

表C.3.1、および図C.3.1に各サンプルの、水銀の溶出量、含有量試験の結果を示した。まず、残骨灰中の水銀含有量は、すべて0.05mg/kg未満であった。ただし、この含有量は土壤汚染対策法で規定されている方法によるもので1N塩酸により溶出する量を示している。集じん灰中の水銀含有量は、F集じん灰では、0.05mg/kg未満であったが、A~C集じん灰においては0.57~9.7mg/kgであった。土壤汚染対策法における水銀の含有量基準は15mg/kgであることから、残骨灰については全く問題ない。集じん灰については基準値以下であったが施設によっては超える場合もありうる濃度であった。

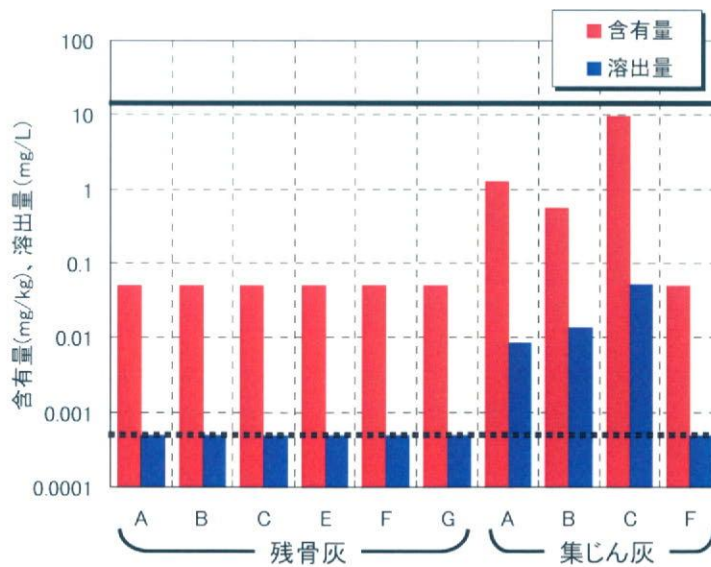
溶出量についても、残骨灰はすべて0.0005mg/L未満であり、土壤環境基準(0.0005mg/L)を下回っていたが、A~C集じん灰において、0.0085~0.053mg/Lであり、土壤環境基準を上回っていた。特にC集じん灰については最も溶出量が高く基準の100倍以上であった。これはC集じん灰の水銀含有量は最も高いことから容易に推測できることであるが、A集じん灰、およびB集じん灰についてはこの傾向は見られず、含有量と溶出量の間には必ずしも比例関係があるわけではなかった。

以上の傾向は、2007調査において、残骨灰4検体、集じん灰2検体について調査した結果⁷⁾と同様の結果であり、特に、集じん灰中水銀の溶出量が基準を大きく超える傾向にあり、注意が必要であることが確認された。

表 C.3.1 残骨灰、集じん灰中水銀の含有量、溶出量試験結果

	含有量(mg/kg)		溶出量(mg/L)	
	残骨灰	集じん灰	残骨灰	集じん灰
A	<0.05	1.3	<0.0005	0.0085
B	<0.05	0.57	<0.0005	0.014
C	<0.05	9.7	<0.0005	0.053
E	<0.05	—	<0.0005	—
F	<0.05	<0.05	<0.0005	<0.0005
G	<0.05	—	<0.0005	—

※「土壤汚染対策法施行規則」環境省令第29号(平成14年)による水銀の含有量基準：15mg/kg、溶出量基準：0.0005mg/L



※定量下限値以下の値は、定量下限値として図示。
 ※実線：含有量基準値、破線：溶出量基準値

図 C.3.1 残骨灰、集じん灰中水銀の含有量、溶出量試験結果

3.2 六価クロム

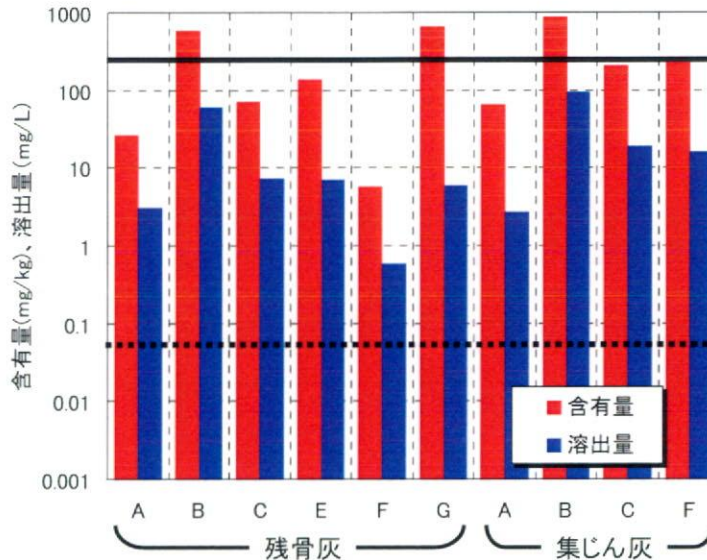
表 C.3.2、および図 C.3.2 にそれぞれのサンプルについて、六価クロムの溶出量、含有量試験の結果を示した。まず、含有量に関しては10検体中、B残骨灰、B集じん灰、G残骨灰の3サンプルにおいて、含有量基準(250mg/kg)を超過するケースが見られた。また全体として、施設により大きく濃度は異なるが、同じ施設においては集じん灰の方が高くなる傾向が見られた。

溶出量に関しては、全ての残骨灰、集じん灰において、土壤汚染対策法により規定されている溶出量基準(0.05mg/L)の10～1,900倍の濃度が検出された。

表 C.3.2 残骨灰、集じん灰中六価クロムの含有量、溶出量試験結果

	含有量(mg/kg)		溶出量(mg/L)	
	残骨灰	集じん灰	残骨灰	集じん灰
A	26	66	3	2.7
B	580	880	60	96
C	70	210	7.2	19
E	140	—	7.1	—
F	5.7	230	0.58	16
G	670	—	5.9	—

※「土壤汚染対策法施行規則」環境省令第29号(平成14年)による
六価クロムの含有量基準：250mg/kg、溶出量基準：0.05mg/L



※実線：含有量基準値、破線：溶出量基準値

図 C.3.2 残骨灰、集じん灰中六価クロムの含有量、溶出量試験結果

以上の傾向は、2007調査において、残骨灰4検体、集じん灰2検体について調査した結果⁷⁾と同様の結果であり、六価クロムの観点からは、残骨灰、集じん灰について取扱に注意が必要であることが確認された。

(1) 六価クロムの由来

六価クロムの由来について、江口は、火葬炉から排出される残骨灰、集じん灰中の六価クロムの調査を行い、クロムの由来は主に、棺桶を乗せるステンレス製(SUS310S) 架台であると推測している¹⁹⁾。SUS310Sのようなステンレス鋼では表面に Cr_2O_3 のような不動態膜が形成され、これにより高温・酸化雰囲気下で内部構成元素の酸化が防がれ強度が保持されているが²⁰⁾、高温・酸化雰囲気下で塩基性のアルカリ土類金属化合物により、 Cr_2O_3 は容易に酸化され、水溶性の六価クロム化合物を形成するとされる²¹⁾。人骨には主成分であるヒドロキシアパタイト($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$)に加え、マグネシウム、炭酸イオンなどが含まれており²²⁾、高温・酸化雰囲気下で六価クロム生成能を有すると考えられる。また火葬炉内における耐火物には、 Cr_2O_3 が含まれる可能性があり、これが六価クロムの由来になっていることも否定できない。

(2) 六価クロム溶出量と含有量との関係

図C.3.3に、本研究での調査結果、および2007調査結果⁷⁾における、各灰の六価クロム含有量と溶出量との関係を示した。図より2つの残骨灰に関しては例外があるものの、六価クロム含有量と溶出量については、残骨灰、集じん灰に関わらず、一定の相関関係が認められた。このことは、アルカリ緩衝液(5mM炭酸ナトリウム+10mM炭酸水素ナトリウム溶液)による抽出量と、蒸留水による溶出量との関係を意味している。

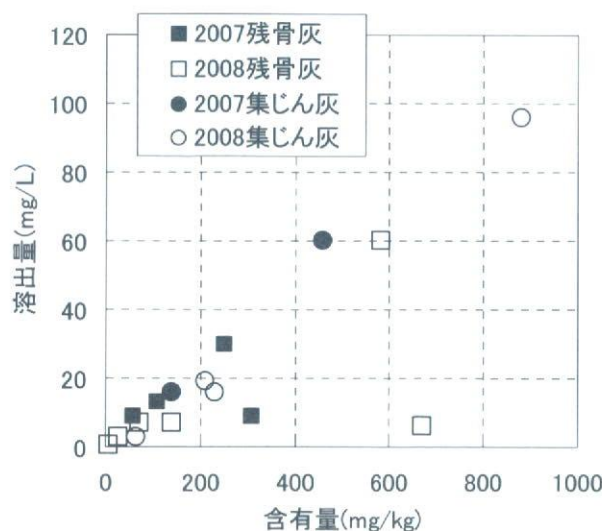


図 C.3.3 残骨灰、集じん灰中六価クロムの含有量と溶出量との関係

そこで、六価クロム溶出量の値を、サンプルの灰重量あたりの値に換算し、含有量と比較したものを表C.3.3に示した。表より、ほとんどのサンプルについて、含有量と溶出量換算値から求めた溶出率はほぼ100%程度となり、含有量として生成された六価クロムはそのほとんどが水溶性成分として存在し、溶出量として定量されていることが示唆された。すなわち、図C.3.3に認められた相関関係は、六価クロムの含有量と溶出量のほぼ1対1の対応によるものと位置づけることができる。この場合は、残骨灰、集じん灰に関わらず、その中の六価クロムの化学形態が類似したものになっていることが推察された。

しかし、2種類の残骨灰については、この関係性がほとんど認められず、溶出率は30%以下であった。これらの灰に関しては、この施設での排ガス酸素濃度が、15.0～16.6%であり、他の条件が17.4～20.0%であったことから、炉内が比較的還元雰囲気であったために、生成される六価クロムの化学形態が変化していることによると推測された。ただし、この場合においても、含有量基準および、溶出量基準は超過しているため、例えば、対策として、炉内の雰囲気制御により酸素濃度を低下させ、六価クロムの生成を抑制することには限界があると考えられる。

表 C.3.3 残骨灰、集じん灰中六価クロムの含有量と溶出量から求めた溶出率

		含有量 A (mg/kg)	溶出量 B (mg/L)	溶出量換算値 C=B×10 (mg/kg)	溶出率 C/A
残骨灰	2007-A	250	30	300	1.20
	2007-B	58	9	90	1.55
	2007-C	110	13	130	1.18
	2007-D	310	9	90	0.29
	2008-A	26	3	30	1.15
	2008-B	580	60	600	1.03
	2008-C	70	7.2	72	1.03
	2008-E	140	7.1	71	0.51
	2008-F	5.7	0.58	5.8	1.02
	2008-G	670	5.9	59	0.09
集じん灰	2007-A	140	16	160	1.14
	2007-B	460	60	600	1.30
	2008-A	66	2.7	27	0.41
	2008-B	880	96	960	1.09
	2008-C	210	19	190	0.90
	2008-F	230	16	160	0.70

※溶出量換算値Cは、 $B \times 10$ は、土壤汚染対策法で規定される溶出量試験において、溶媒（体積）：試料（重量）が10：1であることによる。

(3) 排出量の推定について

六価クロムに関しては、2007調査⁷⁾、および本研究にて、全ての残骨灰、および集じん灰について溶出量基準を超過することが明らかになったが、特に集じん機が設置されていない火葬炉においては、その排出量を把握しておくことが重要である。そこで以下の方法により、火葬1件あたりの六価クロム排出量を推定した。

まず、六価クロムに関しては、表C.1.1に示す排ガス温度86～400℃においてはそのほとんどが固体で存在すると考えられるため、ばいじんに含まれるものとした²³⁾。また、ばいじんに含まれる六価クロムとしては、施設A～C、施設Fで得られた集じん灰中の六価クロム含有量を用いた。ただし、ここで用いた六価クロム含有量は、土壤汚染対策法にて規定されるアルカリ緩衝液による抽出量であることに注意を要する。集じん機がなく、集じん灰の六価クロム含有量が把握できない場合には、ばいじん中の六価クロム濃度は、施設A～C、施設Fの最大値～最小値の範囲を用いた。

以上の前提により、以下の(C.3.1)式にしたがって、火葬炉排ガス排出口付近における排ガス中六価クロム濃度： $G_{Cr(VI)}$ ($\text{mg}/\text{m}^3_{\text{N}}$)を求めた。

$$G_{Cr(VI)} = G_{DUST} \cdot C_{Cr(VI)} \cdot 10^{-3} \quad (\text{C.3.1})$$

ただし C_{DUST} : 排ガス中ばいじん濃度($\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$)(O_2 12%換算値)
 $C_{Cr(VI)}$: 集じん灰の含有量試験による六価クロム含有量(mg/kg)

次に(C.3.2)式により、求めた $G_{Cr(VI)}$ に各施設の火葬1件あたりの排ガス量を乗じ、火葬1件あたりの六価クロム排出量： $E_{Cr(VI)}$ ($\text{mg}/\text{人}$)を推定した。

$$E_{Cr(VI)} = G_{Cr(VI)} \cdot V \cdot t \quad (\text{C.3.2})$$

ただし V : 排ガス量(O_2 12%換算)($\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}$)
 t : 火葬時間(h)

以上の試算結果を表C.3.4に示した。表より、まず、排ガス中の六価クロム濃度は、バグフィルター+触媒装置、あるいは活性炭吸着設備の設置された施設A～Cにおいて、 O_2 12%換算値で、0～5.72 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ 程度と見積もられた。

A.Santarsieroらは、イタリアのバグフィルターを有する火葬炉において、煙突の直前で排ガス中のばいじんに含まれるクロムを、酸分解後ICP-MSで測定し、排ガス中クロ

表 C.3.4 火葬炉における排ガス中六価クロム濃度と排出量の推定

項目	火葬時間	排ガス流量	ばいじん	集じん灰 六価クロム 含有量	排ガス中 六価クロム濃度		六価クロム排出量	
		乾き O ₂ 12%換算			最大値	最小値	最大値	最小値
単位	分	m ³ _N /h	g/m ³ _N	mg/kg	μg/m ³ _N	μg/m ³ _N	mg/人	mg/人
A	58	1318	<0.007	66	0.462	0	0.58	0
B	63	2239	<0.0065	880	5.720	0	13.34	0
C	58	2998	0.005	210	1.050	1.050	3.04	3.04
D	55	2167	0.032	(66-880)	28.16	2.11	55.42	4.16
E	62	1358	0.145	(66-880)	127.60	9.57	177.66	13.32
F	62	1546	0.125	230	28.75	28.75	45.55	45.55
G	74	2203	0.180	(66-880)	158.40	11.88	430.31	32.27

※排ガス中ばいじん濃度、六価クロム濃度についてはO₂12%換算値

※六価クロム含有量は、土壤汚染対策法で規定される含有量試験に基づいた、アルカリ緩衝液による抽出量であり、全含有量ではないことに注意

ム濃度を求め、その値が、 $6 \pm 1 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ (O₂11%換算値)であったと報告している²⁴⁾。高温・酸化雰囲気中で生成されたばいじん中のクロムがすべて六価であり、酸分解処理と、本研究でのアルカリ緩衝液による抽出を同等と仮定すれば、排ガス中の六価クロム濃度は本研究とほぼ同じオーダーであると言える。電気集じん機が設置された施設D、スクリーン式集じん機が設置された施設Fにおいては、 $2.11 \sim 28.16 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ 程度であり、施設A～Cの場合よりやや高い範囲にあった。集じん機が設置されていない施設E、施設Gにおいては、 $9.57 \sim 158.4 \mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ の範囲にあると推定され、少なくとも施設A～Cよりも高い濃度レベルにあると推測される。

六価クロムの排出量に関しては、バグフィルターを有する施設A～Cにおいて $13.34 \text{mg}/\text{人}$ 以下、集じん機のない施設E、施設Gにおいて、 $13.32 \sim 430.3 \text{mg}/\text{人}$ と見積もられた。施設A～Cにおいては、排ガスを經由した火葬炉外への排出が、バグフィルターや高度排ガス処理設備により最大で97%程度抑制されていると考えられた。

我が国では、大気中の六価クロムは大気汚染防止法により要監視項目としては挙げられているものの、環境基準や規制値が現時点で存在しないため²⁵⁾、これらの排出濃度について安全性を評価することができない。また、周辺土壌環境への影響についても、本研究では対象としていないため、将来的には、より詳細な調査が必要である。しかし、ダイオキシン排出抑制を目的に設置されたバグフィルターや高度排ガス処理設備は、六価クロム排出抑制にも効果があることが示唆された。