

(c) : 台座冷却および整骨作業中、炉表 (N=17, N=16)

(d) : 台座および床の清掃作業中、炉表 (N=22, N=14)

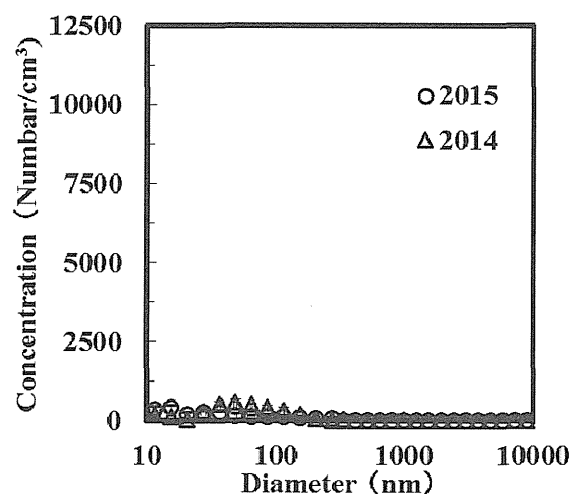


図 5-30 火葬炉周辺屋外における 10 nm~10 μ m 粒子の平均個数濃度とその信頼区間 (N=5, N=4)

2.3.3 作業種毎の濃度変動

粉じん計の空間サンプリング結果より、収骨後の清掃作業において、個数濃度に明らかな増加が認められた (表 5-17)。しかし、SMPS、OPS の計測結果では、個数濃度の計測値の上昇が見られなかった。この結果から、清掃作業の詳細な濃度変動を解析した。なお、比較のため、2014 年度 (整骨、清掃作業)、2015 年度 (清掃作業) による粉じん計、SMPS、OPS のそれぞれ計測した時系列濃度変動と計測点を図 5-31~5-33 に示す。

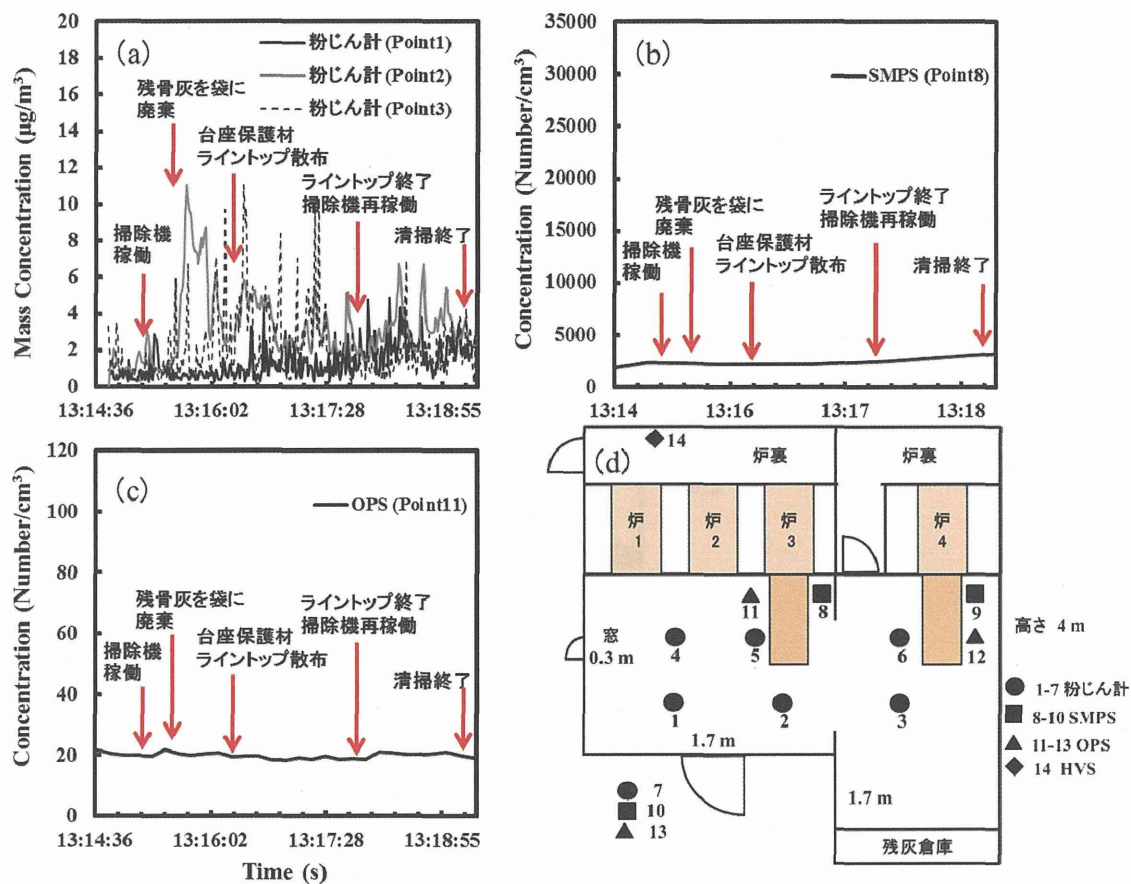


図 5-31 清掃時における粉じん計、SMPS、OPS による時系列解析結果 (2015 年度)

(a) : 粉じん計による濃度変動計測、(b) : SMPS による濃度変動計測

(c) : OPS による濃度変動計測、(d) : 各機器の計測場所

粉じん計の結果は、掃除機を稼働させ、残骨灰を処理する際に高いピークを示し、6 倍ほど値が増加した。台座保護材の散布が終わり、清掃が終了すると値が徐々に低減し、作業開始前の 2 倍の値で濃度変動が落ち着いた。これに対し、SMPS と OPS の計測結果では、明確な濃度変動は観測されなかった。サンプリングポイントが異なった影響も考えられるが、SMPS、OPS は近傍にて計測を行ったため、より激しい濃度変動の計測が期待された。なお、昨年度 (2014 年度) の同施設の計測結果では、清掃作業時において高い濃度変動が観測されている。

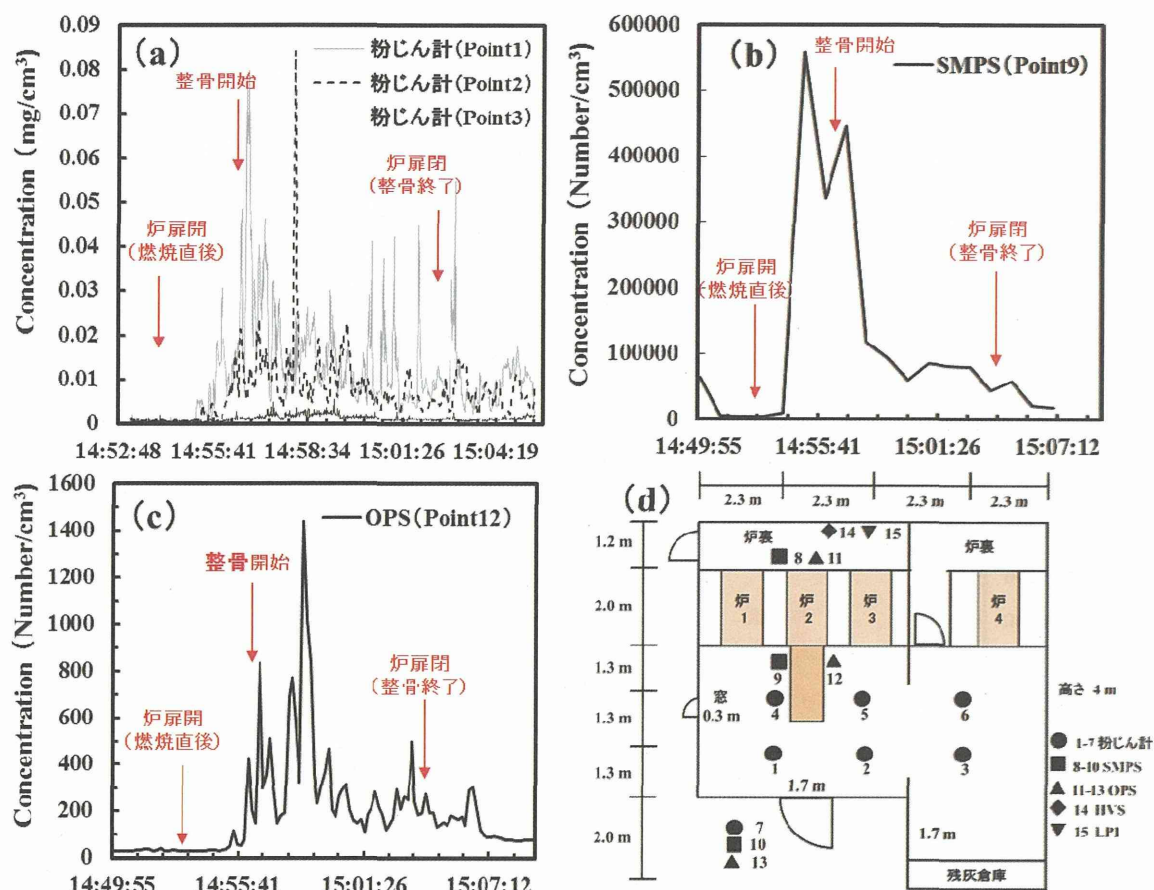


図 5-32 整骨時における粉じん計、SMPS、OPS による時系列解析結果（2014 年度）

(a) : 粉じん計による濃度変動計測、(b) : SMPS による濃度変動計測

(c) : OPS による濃度変動計測、(d) : 各機器の計測場所

図 5-32 中の炉扉開は、燃烧を終えた後に台座を炉外に引出し、扇風機で風冷して温度を下げている状態である。台座に作業者が近づける程度まで温度が下がった段階で、整骨作業を開始した（図 5-32 中の整骨開始）。この作業に入ると、300 nm までの粒子の個数を計測する SMPS による経時変化では、個数濃度が 6×10^6 （個/cm³）近くまで上昇を示し（図 5-32b）、300 nm から 10 μ m までをモニタリングできる OPS では 800（個/cm³）まで上昇した（図 5-32c）。粉じん計による計測では、台座に最も近い粉じん計 Point 1 で、ベースラインに対して質量濃度換算で 10 倍程度の値まで急激な上昇が見られた（図 5-32a）。すべての計測器において、整骨作業が終了し、炉の扉を閉めた頃（図 5-32 中の「炉扉閉」）から徐々に、濃度が減少する傾向にあった。

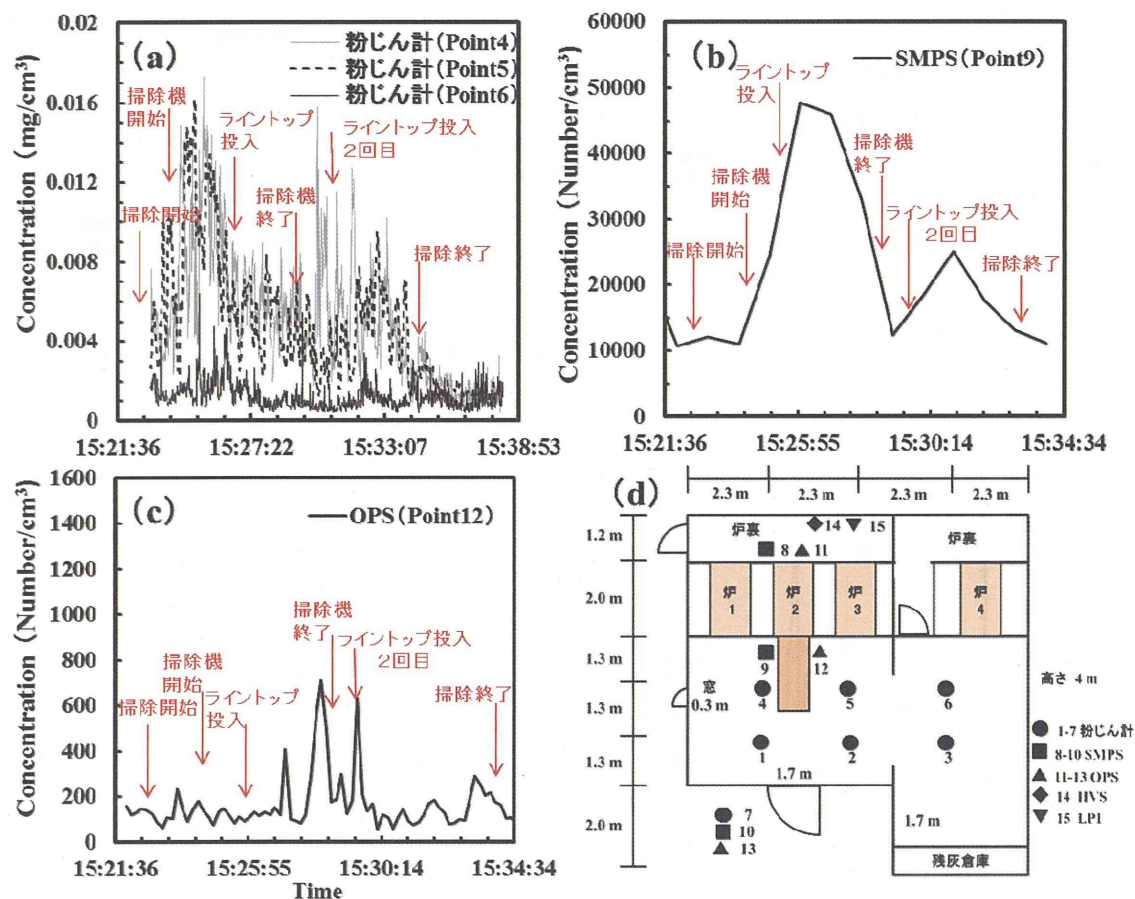


図 5-33 清掃時における粉じん計、SMPS、OPS による時系列解析結果（2014 年度）

(a) : 粉じん計による濃度変動計測、(b) : SMPS による濃度変動計測

(c) : OPS による濃度変動計測、(d) : 各機器の計測場所

台座の清掃開始時の濃度変化について図 5-33 に示す。清掃内容には、マグネットによる金属の回収、金属ステージの回収と、比較的大きな残骨の回収、スコップ状器具による残灰の回収があり、最終的には残った粉状の灰などを掃除機で回収した（図 5-33 中の「掃除機使用」）。掃除機を使用していた作業者は、炉内の残灰や台座の上、台座の床を掃除機で吸引していた。もう 1 名の作業者が並行して、台座の保護材（消石灰）（図 5-33 中の「ライントップ投入」）を 2 回の作業に分けて（図 5-33 中の「ライントップ投入 2 回」）、台座の上に散布しこれを整形した。

SMPS と OPS は作業の直近で計測を行っていたため、1 回目のライントップ投入に反応した。粉じん計では 1 回目のライントップ投入時は掃除機との並行作業のためか、急激な粉じん濃度上昇は確認できなかったが、掃除機終了後の 2 回目投入時には、SMPS、OPS、粉じん濃度とすべての計測器に上昇が認められた。

2.3.4 電子顕微鏡によるフィルターの観察と元素分析

HVS による捕集フィルターに対して定性分析と簡易的な定量分析を行った。その結果を表 5-19 に示し、観察結果を図 5-34 に示す。

表 5-19 フィルター簡易質量測定結果

Element	Collection (%)	Blank (%)
C	6.85	2.81
O	42.98	42.74
Na	8.72	7.82
Mg	1.15	1.05
Al	1.45	1.51
Si	30.51	33.65
Cl	1.22	0.06
K	1.45	1.93
Ca	5.68	8.42

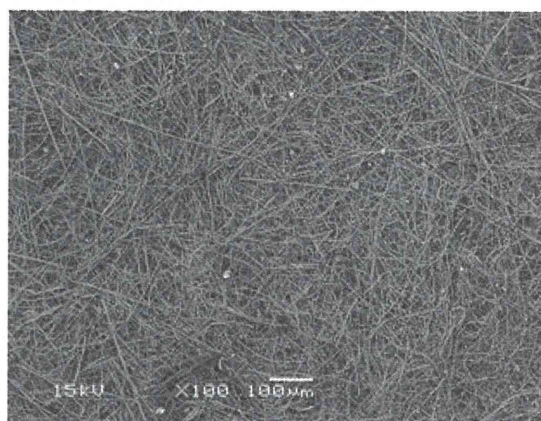


図 5-34 HVS による捕集フィルターに対する電子顕微鏡画像

表 5-19 は、HVS を用いて捕集したフィルター表面の選定した元素種の重量パーセント濃度を示す (Collected 列)。ブランクフィルター (Blank 列) に対し、炭素の割合がやや増加し、これ以外の元素では特に高い値を示すものは無かった。燃焼由来の粒子が多く浮遊している可能性が考えられる。

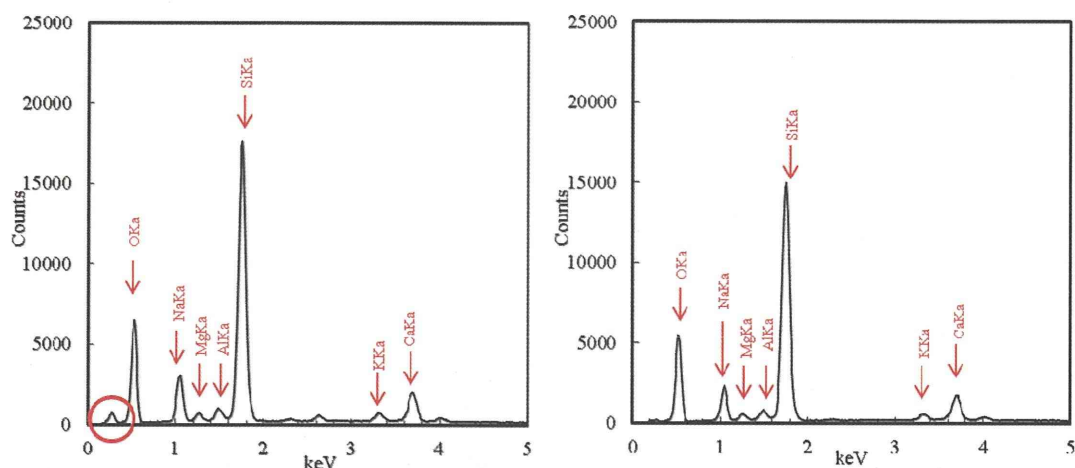


図 5-35 蛍光 X 線分析によるスペクトルの比較

左図：捕集したフィルター、右図：ブランクフィルター、赤丸：C (炭素) の $K\alpha$

図 5-35 の結果より、捕集したフィルターは、ブランクフィルターとほぼ同じピークを示した。唯一、炭素 (図 5-35 中の赤丸) のカウント値が増加しており、表 5-19 の値を示した。次に、捕集した粉じんをフォーカスし、倍率を上げて形態観測とマッピングを行った (図 5-36)。

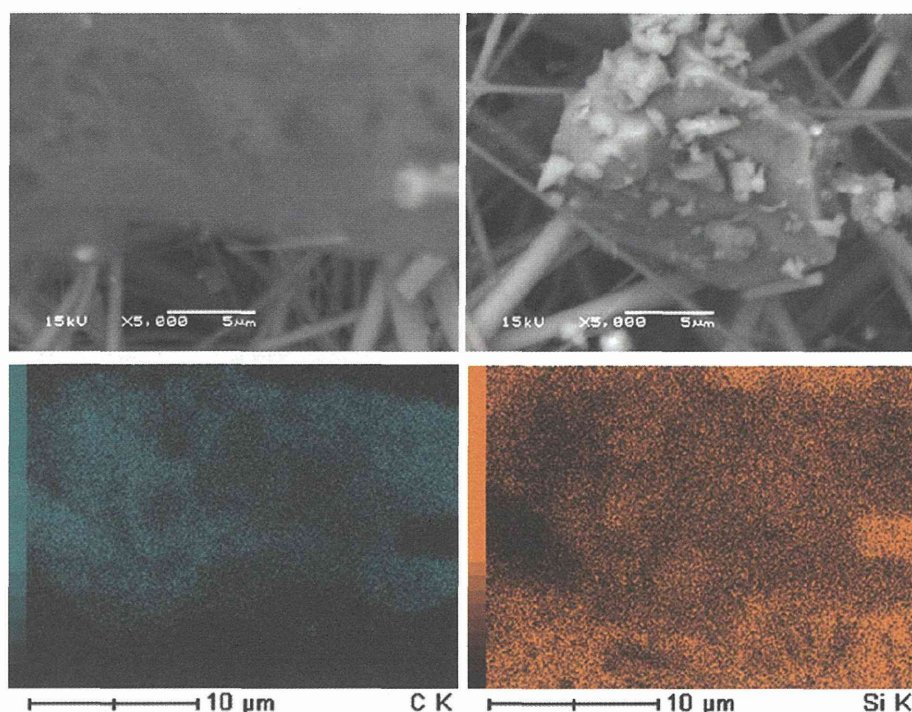


図 5-36 電子顕微鏡による HVS によって捕集したフィルターの形態観測（倍率 5000 倍）

左上：フィルターに捕集した粉じん 1、右上：フィルターに捕集した粉じん 2

左下：粉じん 1 の炭素元素マッピング像、右下：粉じん 1 のシリカ元素マッピング像

図 5-36 左上で観察した粉じんは、図 5-36 左下からも主成分がカーボンであることが推測できた。また、図 5-36 右下からもシリカを多く含んでいることも分かった。図 5-36 右上の粉じん 2 においても、同様の分析を行ったところ、アルミニウムと塩素を検出した。捕集したフィルターには、このような 10 μm 以上の粗大粒子やダストが多く観察できた。

また、LPI による分級捕集したフィルターについても、同様に電子顕微鏡にて観察を実施した（図 5-37）。観察対象としたフィルターは、個数濃度が高く目視による付着が確認できたもの（捕集粒径は 130～220 nm）を選定した。

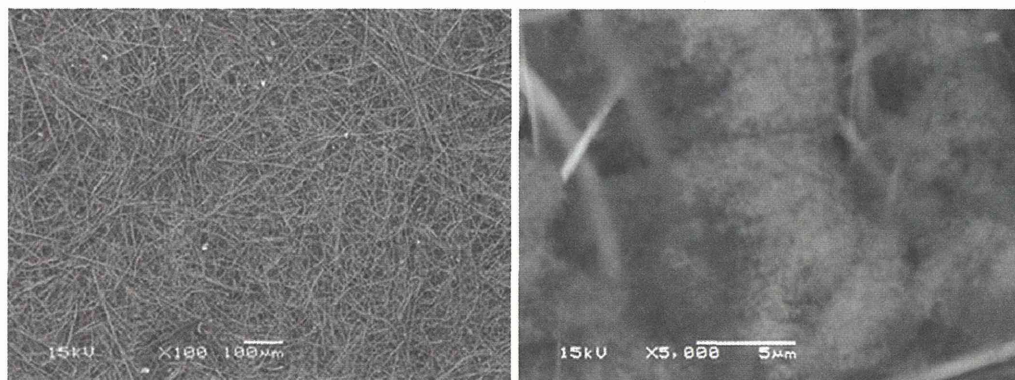


図 5-37 LPI による分級捕集フィルター（130～220 nm）の観察像

左図：100 倍像、右図：左図と同じエリアにおける 5,000 倍像

図 5-37 の右図から、分級捕集したフィルターでは極微小粒子が凝集、堆積していることが分かる。HVS によるフィルター観察では、10 μm ほどの粗大ダストが多数確認できたが、粒径別によるフィルター観察では、微粒子が無数に凝集して堆積した状態のものが多く存在した。この領域でも蛍光 X 分析を行ったところ、特徴的な金属は検出されず、炭素が主成分であった。

2.3.5 ICP-MS による定量分析

ICP-MS による各種フィルターに対する選定元素の定量結果（2014 年度）を以下（表 5-20）に示す。

表 5－20 ICP-MS による定量結果 単位（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

	Cr	Ni	Cu	Pb	Co	Cd
HV filter	0.345	0.229	0.057	0.02	N.D.*	N.D.*
LPI filter (<60 nm)	N.D.*	N.D.*	N.D.*	N.D.*	N.D.*	N.D.*

* N. D. ; Not Detected、定量限界である 0.018 ppb 以下の濃度を示す。

労働安全衛生法に基づく作業環境測定基準で定める管理濃度は、クロム、カドミウム、鉛 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、ニッケル 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、コバルト 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、カドミウムであり、本調査によって得られたこれらの値は、管理濃度以下を示した。環境省のモニタリング調査と比較すると、全てのこれらの調査値よりも低い値であった。

2.3.6 ICP-MS による粉じん中の総クロム、六価クロムに対する定量分析

フィルター上に捕集した粉じん中の総クロム量と、六価クロム溶出処理を行った後のクロム量（六価クロム）を ICP-MS を用いて定量した結果（2015 年度）を表 5-21 に示す。

表 5－21 C調査地における作業時間平均濃度（ ng/m^3 ）

	総クロム濃度	六価クロム濃度	六価クロム割合(%)
捕集総粉じん	53.3 (47.3-59.5)	7.7(7.6-7.7)	14.5

Mean (Min-Max)

六価クロムの総粉じん中の総クロムに対する含有率は 14.5 %であった。表 5-21 の結果は、日本産業衛生学会の定めるクロム許容量度（0.05 mg/m^3 、六価クロム 0.01 mg/m^3 ）を大きく下回る値であった。2014 度の同施設による総クロム濃度は、345.0 ng/m^3 であり、六価クロム濃度は定量下限値（1.7 ng/m^3 ）以下であった。

2.3.7 六価クロムに対するリスクアセスメント

六価クロムにおける非発がん、発がんに対するリスク評価値を表 5-22 に示す。

表 5-22 六価クロムのリスク評価値 (ng/m³)

リスク評価の参照値	
非発がん	5
発がん	0.71

捕集した総粉じん中の六価クロムの大気濃度 7.7 ng/m³ は、表 5-22 のリスク評価参照値と比べると、非発がん、発がんリスク評価の参照値を共に上回る結果となった。この結果から、六価クロムに対するリスクは無視できないものの、実際の労働時間や、作業種が異なる労働体系、換気状況の変化などから、早急に対策を求めるレベルでは無い可能性が高い。また、六価クロムの測定法は、土壌からの溶出を想定した試験法であることから、フィルターからの溶出方法についても、検討の余地がある。しかしながらこれらを勘案しても、保護具の着用や、特に瞬発的に粉じん濃度が上がる作業時の保護具の徹底、強制換気の運転、などに努める必要があると言える。なお、2014 年度は、定量下限値以下であり、リスクはなしの結果を得た。

2.4 D調査地における結果

2.4.1 粉じん計による作業環境測定

(i) A 測定

粉じん計により 6 箇所の測定を行い、それぞれ 10 分ずつ（燃焼中の計測だけ 6 分ずつ）、炉の手前と奥に移動し測定を行なった。K 値は、HVS と併設させた粉じん計の値から 0.0047 を得た。この値を用いて第一評価値、第二評価値を求め、下記の値を得た。

$$EA_1 = 0.33 \text{ mg/m}^3$$

$$EA_2 = 0.1 \text{ mg/m}^3$$

遊離珪酸率は 0 % であった。この割合から管理濃度は 3 mg/m³ と求まり、第一評価値は、管理濃度以下となった。

(ii) B 測定

粉じん計による作業別質量濃度計測結果を表 5-23 に示す。

表 5－23 粉じん計による作業別質量濃度計測結果 (mg/m³)

Operation	Point1	Point2	Point3	Point4	Point5	Point6
清掃	0.16	-	0.44	0.16	-	0.21
炉稼働	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04
収骨後	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04

B 測定値は、表 5-23 において最も高い重量濃度である Point 3 の清掃時の 0.44 mg/m³ を用いた。この値と管理濃度を比較すると、管理濃度を越えない値であった。A、B の測定結果より、当調査施設は第 1 管理区分に相当する。

(iii) 建築物衛生法に規定される管理基準値との比較

建築物衛生法では、浮遊粉じんに対する建築物環境衛生管理基準値を 0.15 mg/m³ 以下と定めている。本年度の調査では、清掃時の値において、すべての計測点で基準値を上回った。

2.4.2 SMPS、OPS による粒度分布

両粒子計数器は 1 分毎にデータを取得できるように設定し、10 分間の計測を実施した。その時の個数濃度の平均値と信頼区間 (3σ) のグラフを図 5-38 に示す。

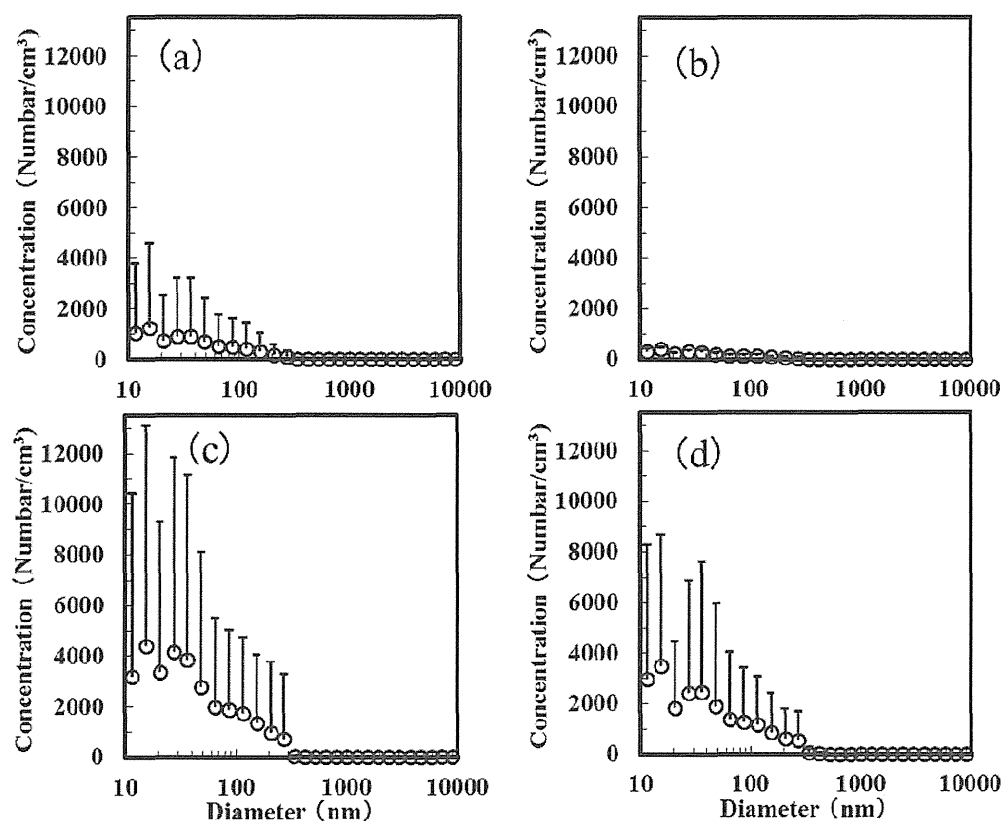


図 5－38 各種作業における 10 nm～10 μm 粒子の平均個数濃度とその信頼区間

(a) : 前日分の清掃 (N=22)、(b) : 炉裏の燃焼前 (N=17)

(c) : 燃焼中 (N=11)、(d) : 炉前の収骨後 (N=22)

もっとも個数濃度の増加が観測された作業は炉の運転中であり、燃焼中に炉前で計測した値である（図 5-38 c）。そして収骨が行われた後に計測した値も同様に上昇が見られ（図 5-38d）、施設内で作業が行われてない時の平均個数濃度（図 5-38 b）と比べると数千の個数濃度の値を示した。計測した値は各作業中において 15 nm 付近に共通したピーク粒子を確認した。燃焼時には、収骨後の状態と比べ、数十 nm 付近の個数濃度値の上昇も見られた。これは、燃焼時に熱由来の粒子が発生したと考えられる。

2.4.3 作業種毎の濃度変動

粉じん計の空間サンプリング結果より、前日火葬した炉を一齐に清掃する作業の際、質量濃度に明らかな増加が認められた（表 5-23）。しかし、SMPS、OPS の計測結果では、個数濃度の計測値の上昇が他の作業に比べて見られなかった。この結果から、清掃作業の詳細な濃度変動を解析した。粉じん計、SMPS、OPS のそれぞれ計測した時系列濃度変動と計測点を図 5-39 に示す。

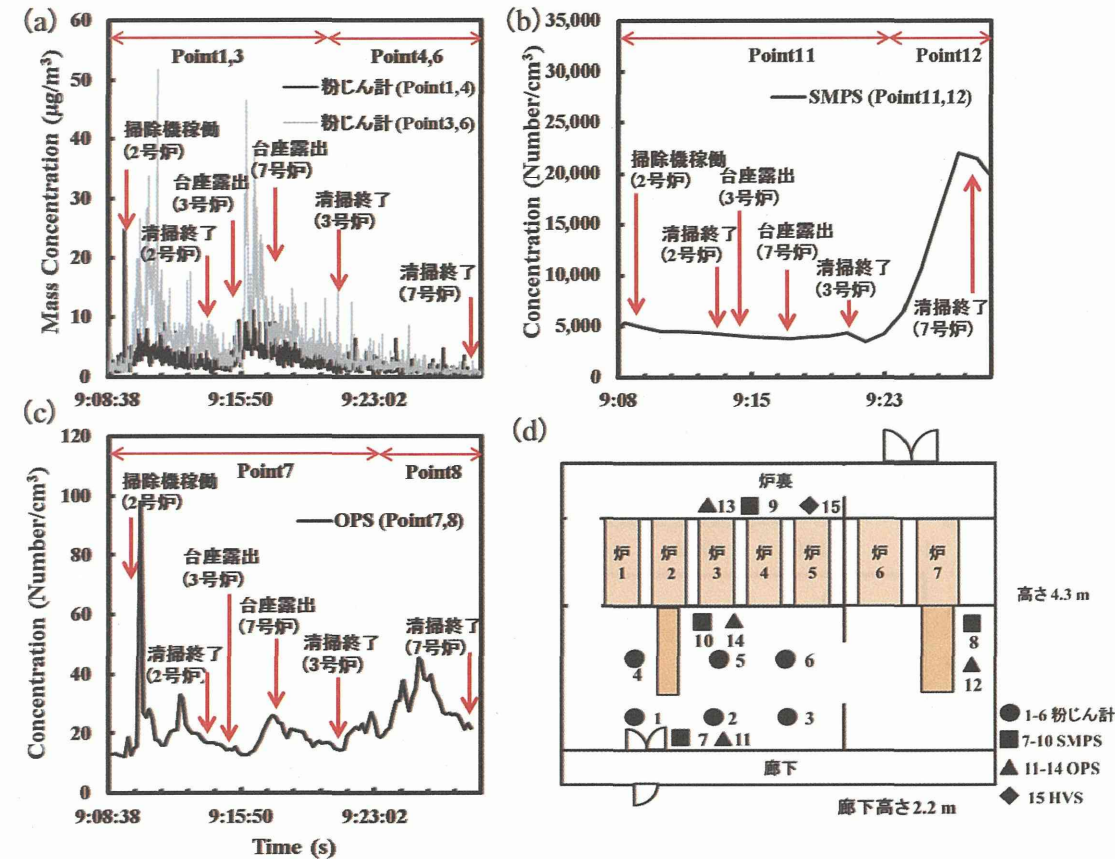


図 5-39 清掃時における粉じん計、SMPS、OPS による時系列解析結果
 (a) : 粉じん計による濃度変動計測、(b) : SMPS による濃度変動計測
 (c) : OPS による濃度変動計測、(d) : 各機器の計測場所

粉じん計の計測結果 (a) から、掃除機が動き出し、計測場所によっては最大で 5 倍程度の上昇が見られた。台座の露出によっても濃度が最大で 5 倍近く上昇した。OPS の個数濃度上

昇率も同様に 5 倍程度であった。SMPS、OPS は作業当初、3 号炉に対し、作業近傍での計測が困難であったため、入口ドア近くで観測を行ったことから、数値の上昇が確認されなかった。しかし、7 号炉の作業時に近傍で計測が可能となり、その結果、最大で 23,000 個/cm³ の値を計測した。このため、3 号炉の作業近傍で計測が当初から可能であった場合、図 5-38 a の値が他の作業同様に高い上昇を示したと推測される。

2.4.4 ICP-MS による粉じん中の総クロム、六価クロムに対する定量分析

HVS を使用し、フィルター上に捕集した浮遊粉じん中の総クロム量と六価クロム溶出処理を行った後のクロム量（六価クロム）を ICP-MS を用いて定量した結果を表 5-24 に示す。

表 5－24 D 調査地における作業時間平均濃度

	総クロム濃度	六価クロム濃度	六価クロムの割合
捕集総粉じん	N.D.*	N.D.*	－

* N. D. ; Not Detected、定量限界である 0.095 ppb 以下の濃度を示す。

当該調査地において六価クロムは定量下限値以下であった。

2.4.5 六価クロムに対するリスクアセスメント

当該調査地では、六価クロム濃度が検出下限値以下であったことから、非発がん、発がんともにリスクはないとの結果を得た。

3. 作業環境調査のまとめ

六価クロムなど有害物質の所在、放射性物質の動向、粉じんの濃度を確認し、作業環境の適否を把握するため、測定を行った。測定は、2 年度にわたり、3 か所の火葬場の火葬炉周り及び台座周辺を作業工程に応じて工程数実施した。1 か所は 2 年連続で調査を行った。今回測定した 2 施設は、建設年次が 1990 年以前の古い施設で、旧型式の装置であり、規模も 7 基以下で小規模のものであった。また、1 施設は、新型の炉を備えた 10 基以上の規模である。調査は、作業環境測定法、建築物衛生法に準拠して行い、粉じん曝露について評価した。

3.1 作業環境測定による結果

- ① 粉じん中の遊離ケイ酸はいずれの調査とも認められていない。
- ② 粉じん計による作業環境の測定からは、いずれの施設も第 1 管理区分（全作業時間を通した作業場の幾何平均濃度とその幾何標準偏差から求めた評価値、瞬間的な高濃度暴露が予測される単位作業に対する暴露濃度評価値ともに管理濃度基準値⁰を下回る場合、作業環境測定法⁴⁾に基づき、作業環境管理が適切である）と判断される状態であった。
- ③ A 調査地では、整骨と清掃作業が短時間で行われる。この作業時に粉じん計による質

量濃度、SMPS、OPS による粒子個数濃度計測ともに最も高い濃度を記録した。本調査地では、火葬炉が多く、また新旧の炉が混在している。また作業は、複数の炉を同時に行うため、炉の新旧に着目し、計測を行った。粉じん計による質量濃度計測の結果は、2 年度を通じて調査を行ったすべての施設の中で最も値が低い結果を得た。すべての作業を通じ、6 点の観測点での濃度差は、最大で 4 倍ほどの差異が観測された。次に、作業別平均粒子個数濃度計測の結果、整骨、清掃作業時に開始前に比べ、ピーク粒径の個数濃度は、4～5.5 倍高くなった。新型は、4～5 倍、旧型路では 5～6 倍増加し、作業平均濃度で比較すると顕著な差異は観測されなかった。しかし、個数濃度の経時計測結果から、その作業中の最大個数濃度差が旧型の 3 号炉、8 号炉はそれぞれ 3.5 倍、2.5 倍の増加であったのに対し、新型炉 9、10 号炉は、それぞれ 2 倍、1.3 倍程度であった。新しい炉のほうが、瞬間的な放出量は少ない結果が得られた。粒径分布については、新旧で差が見られなかった。まとめると、質量、個数濃度ともに、整骨、清掃作業が最も高い濃度を示し、個数濃度計測では、一瞬の扉が開いた瞬間は、新型の炉の暴露が少なかったが、作業全体を通じた平均暴露量では、その差は若干の差異として現れた。粒径分布に差異は見られなかった。

- ④ D 調査地では、清掃時、炉運転中、収骨後に粉じん濃度が高くなる現象が認められた。粉じん計による作業別平均質量濃度計測は、清掃時にもっとも濃度が高くなり、作業全体を通じ、観測点で得た最も低い値に対し、最大で 10 倍に達した。また、SMPS、OPS による粒子数濃度計測は、燃焼前の炉裏に比べ、ナノ、マイクロサイズの個数濃度ともに 5 倍ほど上昇した。炉運転中が最大となり、燃焼前に比べ、10 倍増加した。収骨後も個数濃度が高い状態が継続し、燃焼前の炉裏と比べ、粒子個数濃度は 8 倍ほど高い状態を維持した。
- ⑤ C 調査地は、2 年続けて調査を行った。2014 年度の結果について述べる。粉じん計による作業別平均質量濃度計測は、整骨作業時にもっとも上昇し、燃焼前に比べ、最大で 19 倍濃度が高くなる観測点が存在した。清掃作業時では 11 倍の上昇を示した。経時質量濃度計測結果から解析すると、燃焼終了後、整骨作業を行う際、炉の扉が開いた直後に急激に増加した。SMPS、OPS による作業別平均個数濃度計測では、燃焼時に 1.7 倍、整骨時に 40 倍増加した。清掃時は 6.9 倍計測された。
- 次に 2015 年度の調査結果について述べる。粉じん計による作業別平均質量濃度計測は、炉運転中、整骨作業時は上昇せず、清掃作業時に 2 倍の上昇を示した。経時変化から解析すると、整骨前に比べ、5～10 倍ほど増加する瞬間が計測された。SMPS、OPS による作業別平均個数濃度計測では、燃焼前に比べ、燃焼時に 8 倍、整骨時に 11 倍増加した。清掃時は増加がほとんど計測されなかった。これは抱えて計測を行ったため、吸入口から粒子の捕捉が妨げられたことに起因した計測ミスが想定される。2015 年度は 2014 年度に比べ 10 nm 付近にピークが存在する粒度分布となり、燃焼由来の 1 次粒子が多く発生していたことが確認された。

3.2 建築物衛生法による結果

浮遊粉じんに対する建築物環境衛生管理基準値として 1 日の使用時間中の平均値を 0.15 mg/m^3 以下と定めている⁵⁾。A 調査地の結果は、すべての計測場所において管理基準値を下回った。C 調査地の結果（2014 年度）は、整骨作業時に 2 か所で管理基準を上回る観測点が存在した。しかし、作業場における 1 日の幾何平均濃度は 0.06 mg/m^3 であり、管理基準を満たした。2015 年度は、清掃時に台座近くの計測場所において 1 か所、基準値を上回ったが、作業場における 1 日の幾何平均濃度は 0.06 mg/m^3 であり、管理基準を満たした。D 調査地の結果は、清掃時に計測した 4 点すべてにおいて基準値を上回ったが、作業場における 1 日の幾何平均濃度は 0.09 mg/m^3 であり、管理基準を満たした。

3.3 六価クロムの非発がん性リスク、発がん性リスク評価

日本産業衛生学会の定めるクロム許容濃度（ 0.05 mg/m^3 、六価クロム 0.01 mg/m^3 ）を基準とし、本調査場の作業濃度はこれを下回った。許容濃度の定義は、労働者が 1 日 8 時間、週間 40 時間程度、肉体的に激しくない労働強度で有害物質に暴露される場合の平均濃度がこれ以下ならば、健康上悪い影響が見られないと判断される濃度である。

本調査では、呼吸器系への非発がんリスク（肺機能の低下）をスウェーデンのめっき工場インタビュー調査 1)¹⁾から報告を元に発症リスクを算出した。また発がんリスク（肺がん）はアメリカのコホート研究 2)²⁾からリスクを算出した。これらのリスク参照値は、非発がんリスクが 5 ng/m^3 、発がんリスクが 0.71 ng/m^3 と算出された。2015 年度の C 調査地は、リスクが否定できない結果となり、2014 年度の C 調査地、A、D 調査地はリスクなしの結果を得た。産業衛生学会の定める許容暴露濃度の比較では、どちらの調査地も健康影響がないと判断される。疫学調査の結果から参照した値を用いたリスクアセスメントを行った場合、C 調査地では、非発がん、発がんともにリスクの可能性が示唆された。

参考文献

- 1) Lindberg E, Hedenstierna G (1983). Chrome planting: Symptoms, finding in the upper airways, and effects on lung function. Archives of Environmental Health 38(6):367-374.
- 2) Mancuso TF (1975). Consideration of chromium as an industrial carcinogen. In : Hutchinson TC, ed., Proceedings of the international conference on heavy metals in the environment. Toronto, Canada : Toronto Institute for Environmental Studies, pp 343-356.
- 3) 環境省有害大気汚染物質モニタリング調査結果
(https://www.env.go.jp/air/osen/monitoring/mon_h24/index.html)
- 4) 労働安全衛生法第 65 条の 2 第 2 項
平成 26 年 9 月 29 日厚生労働省告示第 377 号第 2 条別表第 1
- 5) 建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令第 2 条

第5節 本研究の結論及び火葬場の運営維持管理上の留意点

本調査では、六価クロムなど有害物質の所在、放射性物質の動向、粉じんの濃度を確認し、作業環境の適否を把握するため、測定を行った。以下の知見が得られた。

1) 火葬場における放射性物質

2施設において、残灰および飛灰中の放射性物質の調査を行ったところ、残灰 327、飛灰 129 検体において、医療用器具や投与薬に起因する放射性物質は検出されなかった。一方で事故由来放射性物質である Cs-134、137 及び天然由来の K-40 が検出される施設はあった。Cs-134 と Cs-137 の濃度は合わせて 300Bq/kg 以下であった。

2) 火葬場における六価クロム

2施設における調査では、残灰、飛灰ともにクロムはすべての試料で検出された。炉内の架台について、ステンレス鋼が使用されている炉はセラミック素材の炉に比べて有意に2倍以上残灰及び飛灰中クロム濃度が高かった。

残灰 10 サンプル及び飛灰 10 サンプルについて、六価クロムの含有量及び溶出濃度を測定すると、残灰の 4 サンプルが含有量の環境基準 (250mg/kg) を超え、溶出試験では、全 20 サンプル中 19 サンプルが環境基準 (0.05mg/L) を超えた。飛灰の場合、六価クロムが含まれるとほぼすべてが溶出する傾向があったが、残灰は必ずしもそうではなかった。

3) 火葬場における空間線量率調査

火葬場の作業環境における空間線量率の調査では、火葬炉使用耐火レンガからもある一定の天然の放射性物質が含まれ、その近傍ではバックグラウンド (0.07 μ SV/h) よりやや高い空間線量率 (0.1~0.38 μ SV/h) が検出された。内部被ばくについては考慮できないが、外部被ばく量からの評価では、耐火レンガによる追加線量は 58.4 μ SV/年と推定され、一般公衆に対する年実行線量限度 (1mSV/年) と比べても 1桁低い値であり、健康上問題のある値ではなかった。

火葬炉内空間線量率の変化をモニターした結果、医療器具及び投与薬を由来とする放射性物質による変化は認められなかった。台車が前室に存在する状態では、耐火レンガ由来の線量増加が認められ、空間線量率は前室内で 0.13~0.321 μ SV/h であった。

4) シード線源からの被ばく量の再評価

前立腺永久挿入密封小線源治療患者が退院後 1 年間は火葬されない、という条件が厳密に守られる場合は、一般公衆に対する年実効線量限度を超えることはないと推定され、特段の処置をとる必要はないと考えられる。しかし、この条件が厳密に守られない場合は、放射線作業従事者ではない火葬場作業者の被ばく量が一般公衆に対する年実効線量限度を超える場合も考えられる。また、これらの評価においては体内被ばくの可能性が無視されていることから、その可能性の有無について、さらなる調査が必要だと考えら

れる。

現在把握されている1年以内に死亡し、シード線源を摘出することなく火葬された割合が約0.04%であることを考慮すると、作業者のリスクが極めて高いということは考えにくい。しかし、今後の本手法の治療の拡大などの動向を注視する必要がある。

5) 作業環境測定

3施設における火葬炉周りの作業環境測定調査より、粉じん曝露について評価した。粉じん中の遊離ケイ酸含有率を測定した結果、遊離ケイ酸は認められず、粉じん計による作業環境測定の結果からは、管理区分はいずれの施設も第一管理区分（作業環境管理が適切であると判断される状態）となった。炉運転中及び台車における整骨・収骨作業中に粉じん濃度が高くなる現象が認められた。また作業により、建築物衛生法に基づく遊離粉じんの基準値を超える値が計測された。

六価クロムの非発がん性リスク、発がん性リスクを評価した所、1施設において、捕集した総粉じん中の六価クロムの大気濃度が、リスク評価参照値と比べると、非発がん、発がんリスク共に、上回る結果となった。この結果から、六価クロムに対するリスクは無視できないものの、実際の労働時間や、作業種が異なる労働体系、換気状況の変化などから、早急に対策を求めるレベルでは無い可能性が高かった。

以上の知見より、火葬場の運営維持管理上の留意点及び対策を述べる。

- 1) 飛灰・残灰中の有害物質濃度を把握すること。有害物質としてダイオキシン類、水銀、六価クロムなど多種のものがあるが、特に六価クロムについては環境基準を超える頻度も高く、その実態を各火葬場が把握すべきである。また、その飛灰・残灰の扱いは飛散防止に努めるなどし、一般の作業環境からは隔離して保管し、その後の処理・処分を行うべきである。処理・処分に関しては有害物質が含まれることを十分認識し、たとえ有価物が含まれているとしても特別管理廃棄物に準じた取り扱いをすべきである。
- 2) 飛灰・残灰中には有害物質が含まれ、労働安全衛生法の有害な業務に準じるとの認識に立ち、作業環境測定を年1回程度は実施すべきである。
- 3) 火葬炉作業中及び残灰・飛灰の取り扱い時は六価クロムによる曝露リスクが小さいながらも存在することがわかったことから、保護具の着用や、特に瞬発的に粉じん濃度が上がる作業時の保護具の徹底、強制換気の運転などに努める必要がある。
- 4) 作業環境では、サンプリング場所によって、発生源近くの粉じん濃度の高い場所が存在するので、建築物環境衛生管理基準として判断する場合、作業環境測定に基づく第一管理区分の作業現場であったとしても、局所的に基準値を超える値が予測され、発生源の濃度を抑えるための局所排気などの対策が有効である。
- 5) 放射性物質による外部曝露リスクは現時点では低いと推定されるが、内部曝露の評価はなされていない。内部曝露を防ぐ観点からは、3)と同様の保護具の着用や強制換気の運転、局所排気などの対策が有効と考えられる。

- 6) マスクの着用 (DS3 もしくは RS3 以上を推奨) は、すべての施設において実施できる対策であるが、強制換気 (プッシュプル方式を推奨) ・局所排気については設備の整備に関連するものである。したがって、火葬炉建設あるいは改修時に対策として盛り込むべきである。

第6章 感染症への対応

第1節 厚生労働省からのガイドラインの概要

平成 27 年 9 月 24 日付、健感・健衛発 0924 第 1 号「一類感染症により死亡した患者の御遺体の火葬の取り扱いについて」が、厚生労働省健康局結核感染症課長及び同衛生課長から通知された。これによると、平成 25 年に策定された「新型インフルエンザ等対策ガイドライン」において、「埋火葬の円滑な実施に関するガイドライン」が策定されているが、一類感染症である「エボラ出血熱」の流行を踏まえて「一類感染症により死亡した患者の御遺体の火葬の実施に関するガイドライン」(別添)がまとめられた。その概要は次のとおりである。

- 1 一類感染症により死亡した患者の御遺体の火葬の実施に当たっての準備として次のような事項が定められている。
 - (1) 医学的専門知識を有する職員のみでは対応がこんなとなることが予想されることから、関係する職員にも研修の機会を設けること。
 - (2) 都道府県は、感染症に対して火葬担当部局と医療機関の担当部局が連携して、あらかじめ、遺体の搬送を行う事業者及び火葬場を定めておくこと。
 - (3) 選定される火葬場は、感染症指定医療機関からの距離等も考慮し、デレッキ操作が相対的に少なくて済む火葬炉を有する施設が望ましいとされている。
- 2 対応の原則としては、次のようなことが定められている。
 - (1) 一類感染症により死亡した患者の遺体は、24 時間以内に火葬しなければ ならない。
また、火葬については、保健所職員が立ち会うことが望ましい。
 - (2) 感染症指定医療機関の医療関係者は、遺体について、全体を密封し、御遺体から出た体液を一定時間内部にとどめることができる非透過性納体袋に収容し、袋の外側を消毒する。
 - (3) 保健所は、遺体からの感染を防ぐため、遺族に次の事項を説明して理解を求めることとされている。
 - ① 遺体の火葬場以外の場所への移動を制限する。
 - ② 遺体に触れることがないようにする。
 - ③ 遺体の搬送や火葬に際しては、非透過性納体袋に収容・密封し、棺に納めるとともに、そのまま火葬しなければならない。
 - (4) 遺体の搬送にあたって、次のような対応が定められている。
 - ① 保健所は、あらかじめ定めた搬送業者を手配する。
 - ② 遺体の搬送に従事する者は、必ず手袋を着用する。
 - ③ 手袋は原則として保健所が回収し、適切に廃棄する。
 - (5) 遺体の火葬については、次のような対応が定められている。
 - ① ご遺体の火葬については、保健所は、一類感染症により死亡したこと及びご遺体が非透過性納体袋に収納されていることを必ず伝達すること。
 - ② 火葬する際に、血液、体液、分泌物、排泄物等が火葬作業に従事する者の身体に飛散す

る可能性がある場合には、手袋、不織布製マスク、フェイスシールドまたはゴーグル、エプロン等を使用する。これらの器具が汚染された場合には単回使用のものは原則として保健所が回収の上、適切に廃棄し、再利用するものは適切な消毒を行う。また、火葬炉にデレッキ棒を差し入れて作業を行った場合は消毒を行う。

③ これらを遵守し、御遺体が非透過性納体袋に収容され納棺された状態で火葬炉に搬入してそのまま火葬を完了する限りにおいては、他の利用者の火葬場への搬入を制限したり、他の御遺体の火葬を停止したりする必要はない。

④ 火葬作業に従事する者は、火葬終了後、火葬炉内の燃焼室下部など、体液が付着した場合は、適切に消毒する。

(6) その他留意事項として、次の事項が定められている。

100℃を超える温度にさらされた場合には一類感染症のウイルスは失活するため焼骨に触れて感染することはない。遺体の火葬に要する費用は、一般的な遺族の火葬費用の負担との均衡を考慮し、関係者で十分に相談して決めることが望ましいとされている。

第2節 ガイドラインを踏まえた火葬場での対応について

(1) 趣旨

一類感染症である伝染性が強く、死亡率が高い疾病であるエボラ出血熱がわが国にも発生し、その適切な対応が求められている。今般、その一環として「一類感染症により死亡した患者のご遺体の火葬の実施に関するガイドライン」（平成27年9月24日都道府県衛生主管部長などに対する厚生労働省通知。以下「課長通知」という。）が発信された。同通知では、管内の市町村、医療機関、火葬場等に周知するとともに、体制整備等に万全を期するよう指示されている。

この通知は、基本的には、都道府県等の衛生部局の指示のもとに、適切な火葬場を定め、適切な対応を保健所職員の指示のもとに行うことを定めており、これに従って対応すべきものであるが、以下においては、合わせて火葬場において、留意すべき事項について検討したものであり、このことをマニュアルに追加記載すべきである。

(2) 火葬場において留意すべき事項

1) 研修への参加

「課長通知」においては、「医学的専門知識を有する者だけでは対応が困難」として、「関係し得る職員に対し、必要な研修その他の機会を設け、知識の共有を行う」旨記載している。このような趣旨から、都道府県段階で適切な研修の機会が設けられることとなるが、火葬場管理者においても、管下の職員にもこの研修に参加させ、火葬場内部での伝達講習を行わせる等知識の共有を図るものとする。

2) 火葬場の指定

「課長通知」においては、都道府県は一類感染症で死亡したご遺体に関し「搬送事業者及び火葬場を」「あらかじめ指定しておくこと」としており、その要件として「感染症医療機関からの距離等も考慮するが、」「点検口やデレッキ棒挿入口を開閉してのデレッキ作業が相対的に少なくて済む火葬炉を多く有することが望ましいこと」、また、「あらかじめ必要な調整（ご遺体の搬入方法、火葬の手順や注意事項、手袋や骨壺等搬送及び火葬に必要な物品の準備、廃棄方

法等) をしておくことが望ましい」としている。従って、指定された火葬場においては、保健所と密接に連携しつつ、必要な調整を行い、あらかじめ、その内容を文書化し、関係職員に周知しておくことが必要である。

3) ご遺族への対応

「課長通知」では、ご遺体を「非透過性納体袋」に収容し、ご遺体から出た体液を一定の時間内部にとどめることとしている。従って、ご遺族がご遺体に触れることのないよう、体液に触れることのないよう、保健所職員の指導に従い、ご遺族に理解を求めるよう配慮する必要がある。

4) ご遺体の火葬

保健所は、一類感染症で死亡したご遺体であること、透過性納体袋に収容されていることを伝達された場合は、通知の記載に従い以下の点に留意して対応すべきである。

- ① 血液、体液、分泌物、排泄物等が火葬作業に従事する者の体に飛散する可能性がある場合には、手袋、不織布マスク、フェイスシールド又はゴーグル及びエプロンを使用するものとし、これらが汚染された場合には、単回使用のものは原則として保健所が回収ものとし、再利用するものは、適切な消毒を行うものとする。
- ② 火葬炉のデレッキ挿入口からデレッキ棒を差し入れて作業を行った場合は、適切に消毒を行うこととする。
- ③ 通知に従い「上記の留意事項を遵守してご遺体が適切な火葬される限り」「他の利用者の入場制限、他の火葬の停止を行う必要がない。」ことを職員に周知する必要がある。
- ④ 「火葬炉の燃焼室下部等に体液が付着した個所がある場合は、保健所職員の指示に従い、適切に消毒することが必要である。」
- ⑤ 「通知では」「100℃を超える温度にさらされた場合にはウイルスは失活する ことについて情報を共有しておくこと」と記載されているので、火葬場においては、職員にそのことを徹底し、適切な温度管理を行わせることが必要である。

【別添資料】

健感発 0924 第 1 号

健衛発 0924 第 1 号

平成 27 年 9 月 24 日

都 道 府 県
保 健 所 設 置 市
特 別 区

衛生主管部(局)長殿

厚生労働省健康局結核感染症課長
(公印省略)

厚生労働省健康局生活衛生課長
(公印省略)

一類感染症により死亡した患者の御遺体の火葬の取扱いについて(通知)

近年、海外における感染症の発生状況、国際交流の進展による人や物の移動の活発化及び迅速化、保健医療を取り巻く環境の変化に伴い、感染症対策の充実が要請されている。

このような中、「新型インフルエンザ等対策ガイドライン」(平成 25 年 6 月 26 日新型インフルエンザ等及び鳥インフルエンザ等に関する関係省庁対策会議)において「埋火葬の円滑な実施に関するガイドライン」が策定されているところである。

今般、一類感染症であるエボラ出血熱の近時の流行も踏まえ、「一類感染症により死亡した患者の御遺体の火葬の実施に関するガイドライン」を別添のとおり取りまとめたので、御了知の上、管内の市町村、医療機関、火葬場及び墓地の経営者、管理者その他の関係者に周知いただくとともに、各地方公共団体衛生主管部(局)におかれては、別添ガイドラインを参考に、体制整備等に万全を期されるよう、特段の御配慮をお願いする。