

火葬灰およびダスト中クロムの化学状態 Chemical states of chromium in ash and dust from crematory in Japan

塩田憲司*, 大下和徹, 辻本悠真, 藤森崇, 高岡昌輝

京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻, 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 4

Kenji Shiota*, Kazuyuki Oshita, Yuma Tsujimoto, Takashi Fujimori, Masaki Takaoka

Graduate School of Engineering, Kyoto University, 4, Katsura, Nishikyo-ku, Kyoto, 615-8540, Japan

1 はじめに

我が国は世界一の火葬大国であり、平成 23 年度における火葬率は 99.9%、火葬数は 127 万人を超える。また、死亡人口の増加により火葬数も増加の傾向にある[1]。

われわれは、過去に火葬場 10 施設における有害物質の排出実態を調査したが[2][3]、残骨灰(収骨後に残った灰の一部)や集じん灰(集じん機で捕集された灰)中の全クロム含有量が 297~3790mg/kg であり、六価クロムについては土壌対策汚染法に基づいた環境省告示 19 号：含有量試験、および環境省告示 18 号：溶出量試験において含有量基準 250mg/kg および溶出量基準 0.05mg/L を超過する灰が存在する結果であった。特に溶出量試験においては、多いもので溶出量基準の 1900 倍の溶出量を示した。クロム起源としては、ステンレス製架台が主であることも確認した。

一方で火葬場は、宗教上の観点からその排ガスや灰などは大気汚染防止法や廃棄物処理法などの対象外であり、高度な排ガス処理設備を有さないケースや煙突が低いケースなどが見受けられる。これにより周辺大気への影響が懸念されるが、排出されるダストを実際に採取し各種有害物質について分析を行った例は極めて少ない。

本研究では、高度な排ガス処理設備を有さない火葬炉の煙突入口においてカスケードインパクトにより粒径別にダストを採取し、そのダスト中クロムの化学状態を XAFS により分析した。また、集じん装置により捕集された集じん灰、煙突下部に堆積した灰も併せて分析を行った。

2 実験

ダスト試料は、アンダーセンスタックサンプラー(AS-500)を用いて火葬場施設 A の 1 炉の煙突入口にて 9 分画に分級捕集した[4][5]。捕集は午前(am)および午後(pm)に 1 回ずつ、それぞれ約 60~90 分間行った。灰試料は、集じん装置(簡易フィルター)により捕集された集じん灰 2 種(31F、38F)、煙突下部の堆積灰 1 種(SD)を採取した。なお、集じん灰 2 種のうち 1 種についてはダストを捕集した炉とは別の同

施設内の炉において採取されたものである。ダストおよび灰中クロムの XAFS 測定は、PF BL-9A にて多素子 Ge 半導体検出器による蛍光法により行った。ダスト試料は am の 4 分画および pm の 3 分画について、灰試料は 3 種全てについて XAFS 測定を行った。スペクトルの解析は REX2000 ver.2.5.5 (株式会社リガク製)により、標準試料(金属 Cr、三価として Cr_2O_3 、 CaCr_2O_4 、 FeCr_2O_4 、六価として CrO_3 、 CaCrO_4)の線形重ね合せ(LCF)によるクロム化合物存在割合の推定を行った。

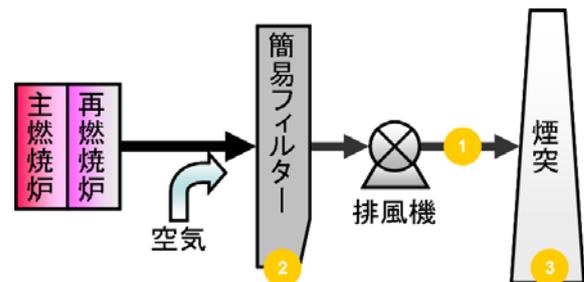


図 1: 施設 A の排ガスフロー
番号は試料採取箇所
1: ダスト、2: 灰、3: 堆積灰

3 結果および考察

図 2 に各試料の Cr-K edge XANES スペクトルを示す。ダスト試料について、am および pm とともに粒径間においてスペクトルに差異が見られ、最小粒径分画(am : $< 0.52 \mu\text{m}$ 、pm : $< 0.37 \mu\text{m}$)においては 5991 eV 付近にプレッジピークがはっきりと確認できた。プレッジピークは六価クロム化合物に代表される四面体配位構造の化合物に由来すると考えられ、粗大粒子と比較して微小粒子に六価クロムが多く存在することが示唆された。灰試料 3 種については、 CaCr_2O_4 または FeCr_2O_4 のスペクトル形状に似ており、三価クロム化合物が主要な存在形態と考えられた。ダストの結果から、微小粒子側に六価クロムが多く存在すると示唆されたが、バルクの灰のスペクトルにおいてプレッジピークは非常に小さく、施設 A の簡易集じん装置では六価クロムを含む微小粒子を十分に除去できていないと考えられた。過去の

調査において、他の施設の灰試料についてはプレエッジピークがはっきりと認められており、火葬場によって異なる結果となった。これは、集じん装置などの排ガス処理設備の違いが原因のひとつと考えられる。LCFの結果を図3に示す。全クロム中六価クロム化合物存在比はダスト試料では最小粒径分画で約40 mol%、および粗大粒子側で10~20 mol%、灰試料では約10 mol%と推定された。LCFからも、六価クロムが小粒径に多く含まれる傾向が確認された。

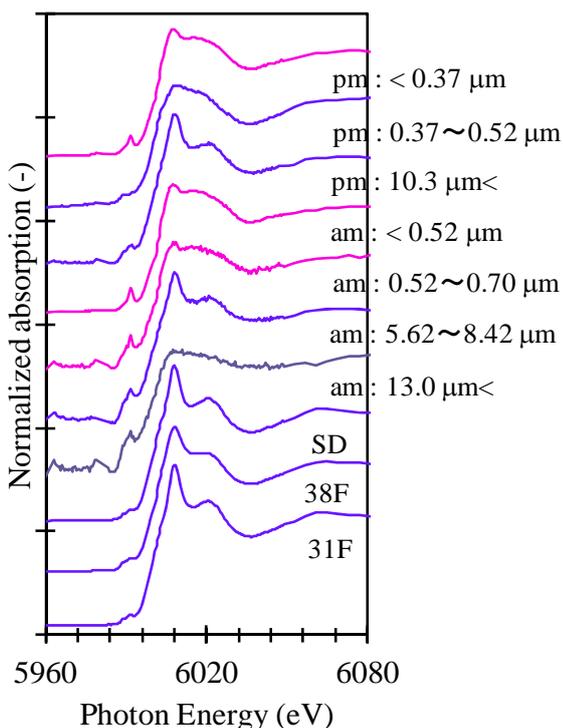


図2: 火葬灰およびダストの Cr-K edge XANES スペクトル

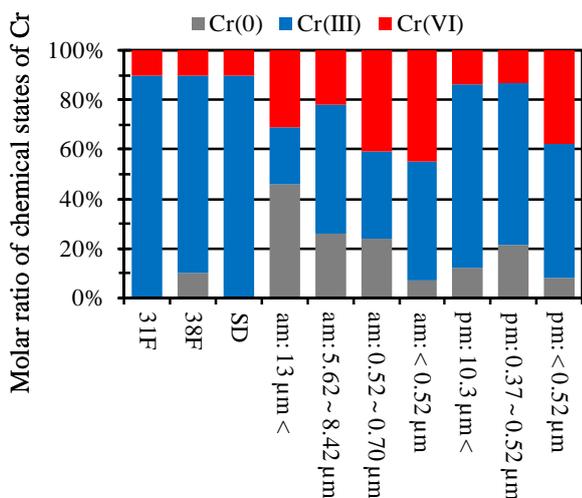


図3: LCFによる火葬灰およびダスト中 Cr の化学状態比

4 まとめ

火葬場施設 A より発生する火葬灰および粒径別のダストについて、Crの化学状態を XAFS により調べた。灰試料中 Cr は、10 mol% が六価と推定された。ダスト試料中 Cr は、六価が粗大粒子で 10~20 mol%、微小粒子で 40mol% と推定され、微小粒子に六価が多く含まれることが解った。

謝辞

実験試料のサンプリングにつきましては、自治体、炉メーカー、分析会社各位に大変お世話になりました。XAFS 測定は 2011G174 において実施されました。ここに感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 厚生労働省, 統計一覧, 2012, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001102012>
- [2] 武田信生, 高岡昌輝, 大下和徹, 江口正司, 環境工学研究論文集, **46**, 377-388, 2009
- [3] 武田信生, 厚生労働科学研究費補助金総合研究報告書, 2010
- [4] 日本工業規格, JIS Z8808
- [5] 日本工業規格, JIS K3202

成果

- 1 本内容の一部は第 1 回物構研サイエンスフェスタ内、第 30 回 PF シンポジウムにおいてポスター発表いたしました。

* shiota.kenji.4x@kyoto-u.ac.jp