



水銀捕捉用活性炭のプラズマ処理による表面活性化効果の検討 (水銀化合物分析)

義家 亮¹, 成瀬 一郎², 羅 津晶³

1 名古屋大学大学院工学研究科機械システム工学専攻

2 名古屋大学未来材料・システム研究所

3 厦門大学環境与生態学院

キーワード：水銀, 活性炭, 硬 X 線 XAFS

1. 背景と研究目的

昨年 8 月に水銀に関する水俣条約がついに発効となり、石炭燃焼や各種廃棄物焼却の排ガスにおける水銀放出規制が世界的に本格化してきた。水銀はその極めて高い揮発性のため既存の脱塵装置と湿式ガス洗浄装置だけでは回収が困難であり、各種捕捉剤の開発が進められている。申請者は、いくつかの高濃度塩素含有焼却灰について、その水銀捕捉性能が高いことを見出し、その吸着メカニズムの解明のために、AichiSR による硬 X 線 XAFS の XANES スペクトルの観察を行った。その結果、吸着剤粒子上に吸着された水銀は一価の塩化水銀の形で存在することが分かった。一方、比較検討用の試料として試験された活性炭（添加物無し）に捕捉された水銀はゼロ価の元素水銀が支配的であり、化学変化を伴わない物理吸着であることが示唆された。しかし、既存の研究において、一般的な活性炭ベースの捕捉剤についても、プラズマ処理等を施して塩素や硫黄を表面修飾した場合に、元の活性炭材料の数倍以上の水銀捕集率となることが分かっている。活性炭表面に吸着される水銀は、一価または二価の水銀化合物への反応を伴うと予想される。しかし、プラズマ処理による活性炭表面上での塩素や硫黄の活性サイトの状態やその水銀捕捉への効果はまだ不明点が多い。そこで本研究では、プラズマ処理を用いて活性炭に塩素や硫黄を修飾させた試料を調製し、これに様々なガス雰囲気条件で水銀捕捉させた。そうして得られた複数の水銀捕捉活性炭試料について、XAFS により捕捉水銀の化合物形態分析を行った。

2. 実験内容

各種水銀試薬および各種活性炭表面に捕捉された水銀について、硬 X 線 XAFS (AichiSR, BL5S1) による XANES スペクトルを解析することで、各種活性炭表面の水銀化合物形態分析を行った。活性炭試料は元となる原料の種類（石炭, バイオマス）や表面修飾する化合物種やそのマトリックスガスの組成がパラメータとなっている。

3. 結果および考察

図 1 に各種水銀試薬に関する XANES スペクトル（一階微分）を示す。元素水銀 は一つのピークしか持たないのに対して、一価水銀では二つピークとなり、二価水銀ではさらにその二つのピーク間の谷が深くなる傾向にある。また、二つのピーク間の距離や相対的な大小関係は水銀化合物種によって異なる。これらの傾向を整理することによって、実験試料上の水銀に関する化合物種同定も可能である。図 2 に各種活性炭試料に捕捉された水銀に関する XANES スペクトル（一階微分）を示す。すべての試料においてピークは二つ以上存在しており、表面修飾を行った活性炭へ吸着する水銀の化学形態は元素水銀以外の化合物種が支配的であることが示された。また、二つのピーク間の距離や谷の深さの比較により、すべての活性炭試料において、具体的な水銀化合物種としては Hg_2Cl_2 , HgCl_2 , HgS などが支配的であると示唆された。ただし、活性炭に吸着された水銀は複数種が混在しているとも考えられ、今後 もっと詳細に解析していく必要がある。

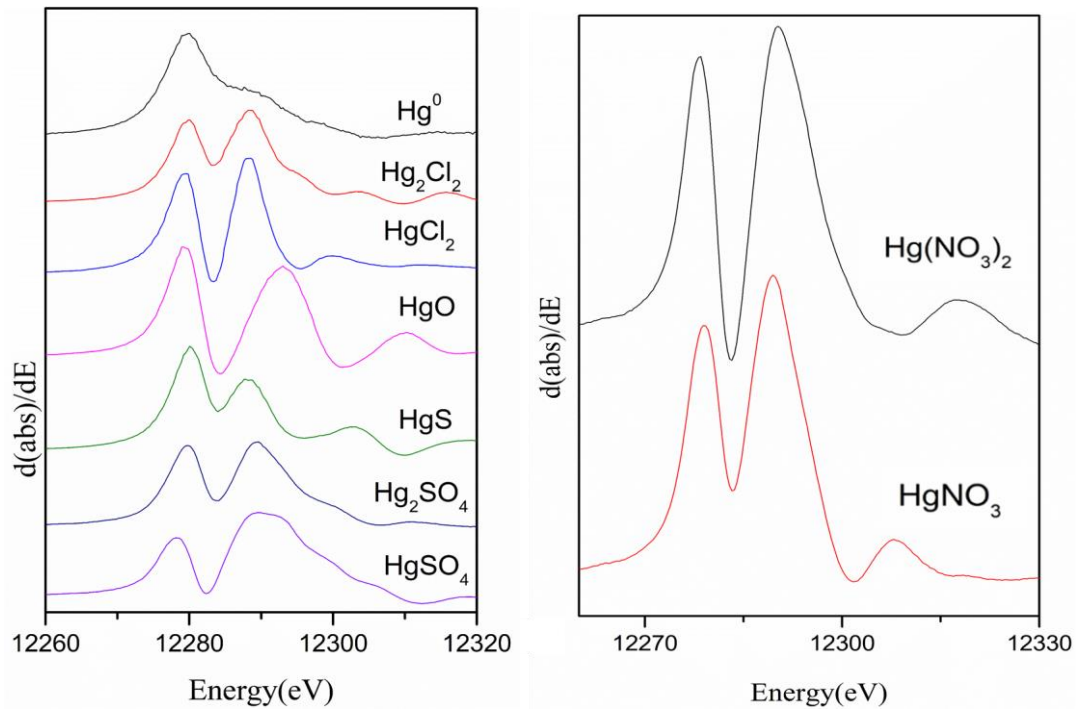


図1 各種水銀試薬に関する XANES スペクトル (一階微分)

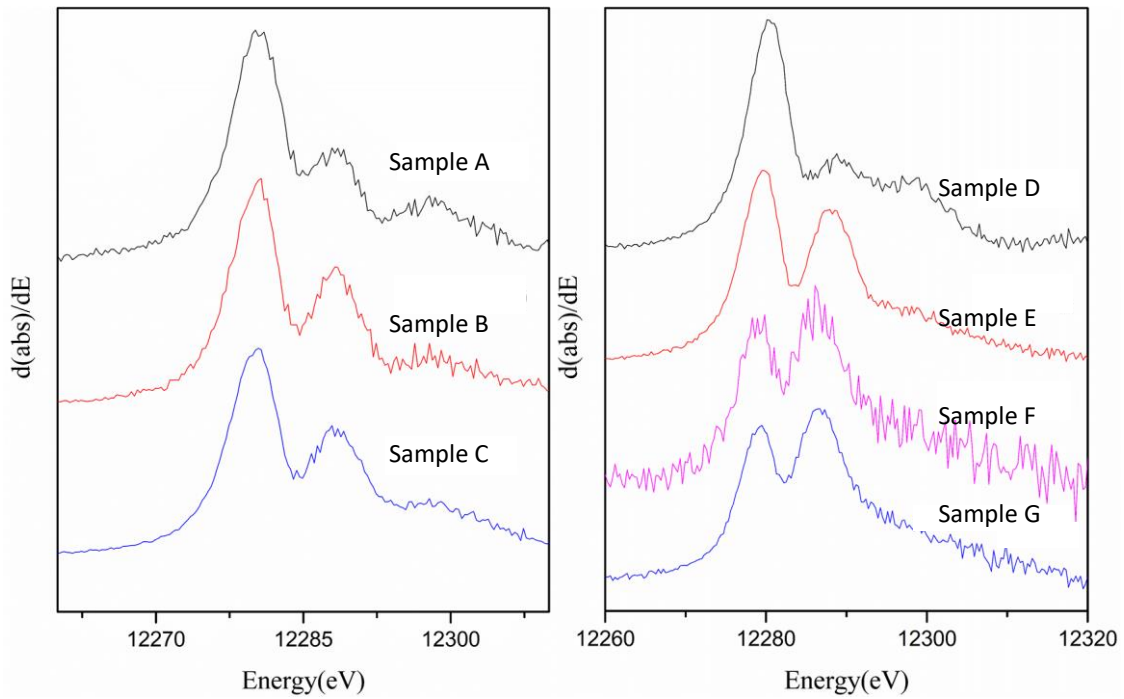


図2 各種活性炭試料に捕捉された水銀に関する XANES スペクトル (一階微分)