

## 都市ごみ中の水銀における処理および管理手法に関する調査研究（2）

寺嶋有史・辰市祐久・飯野成憲・小泉裕靖

\*\*\*\*\*

【要約】『水銀に関する水俣条約』の発効が決定し、国内で新たに設定された大気への水銀排出基準が施行される（平成30年4月1日以降）。それを受けて、実験室レベルのガス状水銀における吸着・反応処理実験装置を開発しつつ、その装置を用いて乾式処理での各種活性炭の性能を把握することを試みた。その結果、一般臭気用活性炭においては160℃以上の高温では水銀を除去することは困難である一方、水銀除去用活性炭においては160℃以下では顕著に効果があるものの、200℃では実使用に耐えられる活性炭は限られることが明らかになった。

\*\*\*\*\*

### 【目的】

排ガス処理を反映した実験室レベルのガス状水銀における吸着・反応処理実験装置を開発するとともに、焼却排ガス中のガス状水銀における活性炭処理に関する基礎的検討を行い、その排出の効果的な抑制と管理に関する技術情報を提供することを目的とした。

### 【方法】

水銀抑制技術全般等についての最新情報を把握しつつ<sup>1)</sup>、実験室レベルのガス状水銀における吸着・反応処理実験装置（前報では「ガス状金属水銀と塩化水銀の分析システム」と記載）を開発するとともに、各種活性炭のガス状水銀に対する吸着性能を評価した。

### 【結果の概要】

#### (1) ガス状水銀における吸着・反応処理実験装置の開発について

水銀等ガス供給部、水銀の吸着・反応と濃度測定部および水銀回収部からなる吸着・反応処理実験装置を開発した。実験装置の全体図を図1に示す。都市ごみ焼却炉排ガス中の主なガス状水銀は金属水銀と塩化水銀であるが、今回はガス状金属水銀についての測定を行った。ガス状金属水銀は、温度制御（10℃）された水銀蒸気発生器内で飽和水銀蒸気を発生させ、これを窒素ガスで移送し、三方コックから流路ガス中に合流させることにより、希釈して導入した。本装置では活性炭の種類とガス温度を変えて、それぞれの条件における「吸着・反応管」前後の水銀濃度を同時に連続測定することにより、各活性炭におけるガス状金属水銀の排出挙動が連続的に明らかとなった。

#### (2) 供試活性炭におけるガス状金属水銀(Hg<sup>0</sup>)の排出挙動について

4種類の供試活性炭(表1参照)において、各ガス温度(4水準:室温、100℃、160℃、200℃)においてHg<sup>0</sup>を供給し「吸着・反応管」を通過して流出するHg<sup>0</sup>の排出挙動を検討した。Hg<sup>0</sup>の排出挙動を評価するために、水銀除去率を式(1)により定義して数値化を行った。図2は活性炭Aの各ガス温度(3水準:室温、100℃、160℃)における吸着・反応管の入口と出口で測定された水銀濃度の推移を示す。グラフの縦軸は測定された水銀濃度[μg/Nm<sup>3</sup>]であり、横軸は測定時刻を示す。式(1)の各種算値は、横軸上の2本の矢印(測定時刻の開始と終了を示す)間で積算された値を示す。図2によれば、活性炭A(一般臭気用)においては、室温で水銀除去率は比較的高い水準にあるものの、ガス温度が上昇するにつれて水銀除去率が低下し、160℃では水銀除去率は5.0%となった。同様に、水銀除去用活性炭(B、C、D)においても水銀排出挙動を測定した結果、160℃まではいずれの活性炭でも水銀除去率は100%であり、顕著な水銀除去効果を示した。しかし、200℃において、活性炭C、Dでは添着物質と思われる流出が確認され測定不能となったが、活性炭Bでは水銀除去率は100%のままであった。これらをまとめて表2に示す(表中の数字は、N=2測定の平均値)。

### 【参考文献】

- 1) 高岡昌輝：廃棄物燃焼過程における水銀の挙動と制御、廃棄物学会誌、Vol. 16, NO. 4, pp. 213-222 (2005)

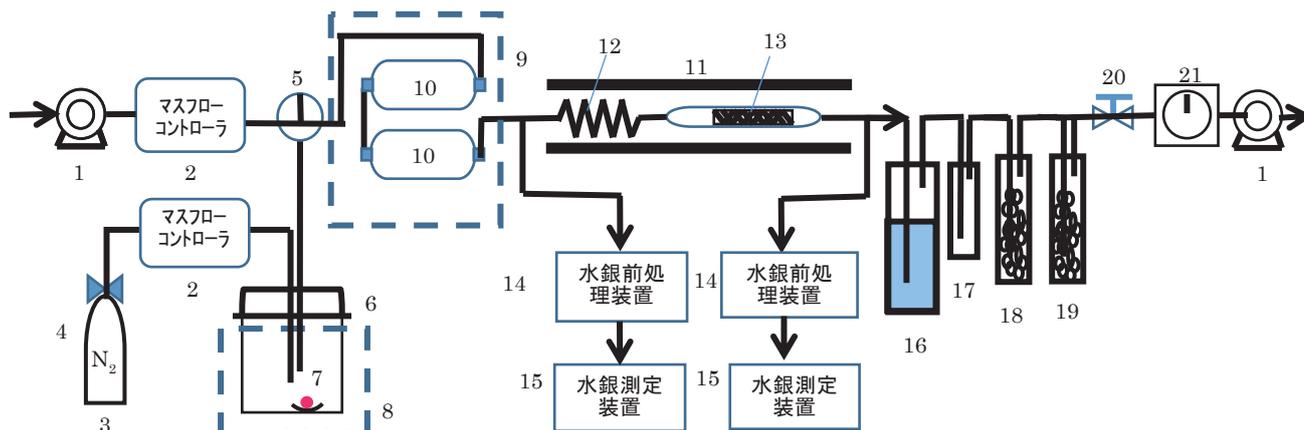


図1. ガス状水銀における吸着・反応処理実験装置の全体図

1:エアポンプ(ターボファン型)、2:マスフローコントローラ、3:高圧ガスボンベ、4:圧力調整器、5:三方コック、6:水銀蒸気発生器(ガラス製)、7:金属水銀、8:恒温槽(冷却水循環式)、9:恒温槽、10:ガス混合管(ガラス製、10×2本)、11:筒状電気炉、12:コイルチューブ(テフロン製)、13:吸着・反応管、14:水銀前処理装置、15:水銀測定装置、16:インピソジャー(硫酸酸性KMnO<sub>4</sub>)、17:水分トラップ、18:インピソジャー(CaCl<sub>2</sub>)、19:インピソジャー(水銀除去用活性炭)、20:流量調整コック、21:ガスフローメーター

表1. 供試活性炭の物性(メーカー情報から作成)

試料名	除去対象	種類別	形状	粒径(mesh)
A	一般臭気	無添着	粒状(破碎型)	4~8
B, C, D	水銀ガス	添着	粒状(破碎型)	4~8~10

供試活性炭はいずれも市販されており、Aは一般臭気用(無添着)、B~Dは水銀除去用でそれぞれ異なる物質で添着されていた。なお、比較のために形状と粒径は近似な活性炭を用いた。

$$\text{水銀除去率(\%)} = \frac{(\text{吸着・反応管入口における測定水銀濃度の積算値} - \text{同出口の積算値})}{\text{吸着・反応管入口における測定水銀濃度の積算値}} \times 100 \quad (1)$$

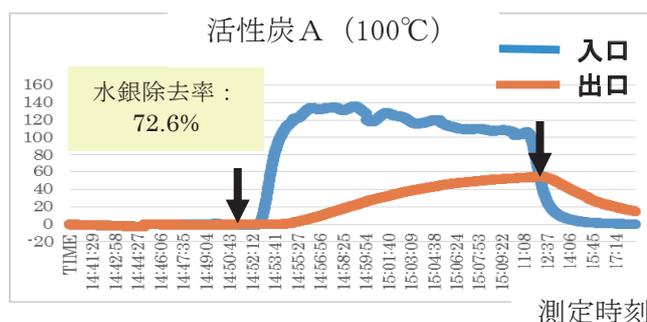
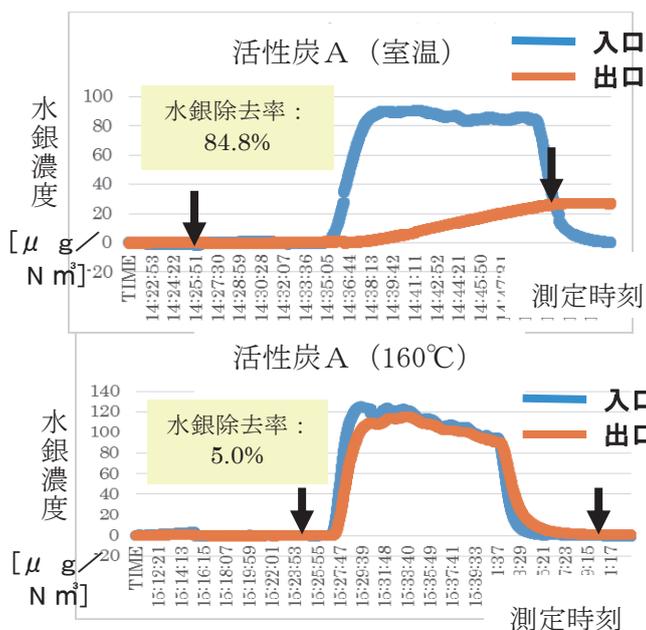


図2. 活性炭A(室温、100°C、160°C)における水銀排出挙動と水銀除去率

表2. 供試活性炭における水銀除去率(Hg<sup>0</sup>)

各活性炭/ ガス温度(°C)	室温 (25)	100	160	200
活性炭A	85.6	65.4	5.7	9.3
活性炭B	100	100	100	100
活性炭C	100	100	100	*
活性炭D	100	100	100	*

\*:測定不能