

粉末添着活性炭によるガス状金属水銀の吸着・反応除去

寺嶋有史・辰市祐久・長谷川明良・小泉裕靖

【要約】排ガス処理の吹き込み剤として使用される粉末添着活性炭に対するガス状金属水銀の吸着・反応除去について検討した。その結果、塩化水素を添着した塩化水素添着活性炭は使用実績のある他の化合物を添着した活性炭と比較して、最も効果があることを見いだした。

【目的】

「水銀に関する水俣条約」が発効し、国内で新たに大気への水銀の排出規制が施行されている(2018年4月1日以降)。本研究では、都市ごみ焼却炉排ガス処理の吹き込み剤として使用される粉末活性炭において、種々の添着剤に対するガス状金属水銀の基礎的吸着・反応挙動について検討を行い、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する。

【方法】

既報¹⁾で示した「ガス状水銀と共存ガスの吸着・反応処理実験装置」を、粉末活性炭が充てんできる「縦型吸着反応管とボックス型恒温槽」(図中の赤字点線囲み)を組み込んだ実験装置(図1)に改造した。粉末添着活性炭は、金属水銀と化合物を生成しやすい塩化物3種(CaCl₂、FeCl₃、NH₄Cl)と、化合物を生成すると期待される無機酸3種(塩酸、硫酸、リン酸)の計6種類の添着剤を用いて実験室レベルで調製した。また、これまでに報告例がない添着剤候補である塩酸(添着物:塩化水素)と、水銀除去用添着剤として実績のあるCaCl₂については、種々の添着率(塩化水素:0.04~3.47wt%、CaCl₂:0.1~10.0wt%)のサンプルを調製し、水銀除去効果をあらかじめ比較した。なお、塩化水素は揮発性があるため、揮発性がないと仮定して算出した相当添着率を用いて、CaCl₂と比較した。

実験は上記改造装置を用いて行い、これら6種の粉末添着活性炭に対するガス状水銀の吸着・反応除去について検討した。なお、本装置の実験条件については既知文献²⁾や種々の検討により確立し、代表的な実験項目であるガス流量は2.0±0.3[L/min]、粉末活性炭の充てん量は3.0gとした。

【結果の概要】

ガス状水銀の吸着・反応除去の指標として水銀除去率¹⁾を用いた。

(1)水銀除去用添着剤として実績のある塩化カルシウム(CaCl₂)と塩化水素(HCl)との比較

塩化水素添着活性炭はCaCl₂添着炭と比較し、約3分の1の添着率でほぼ同等の水銀除去効果があることが明らかになった。また、水銀除去率における両者の差は添着率0.18wt%の活性炭において最も大きくなった。

(2)水銀除去用添着剤の比較

6種の添着剤の比較は、それぞれ添着率0.18wt%の添着活性炭に対する水銀除去率により実施した。また、バグフィルタ稼働温度域を考慮して、ガス温度160℃、200℃で実験を行った。各添着活性炭の水銀除去率を、図2にまとめて示す。なお、凡例の表示は水銀除去率の高い順に並べて示す。

図2によれば、6種の添着活性炭は無添着炭に比べてすべて効果があることは明らかであるが、塩化水素(HCl)添着炭はそれらの中で最も効果があることが明らかになった。

- 【参考文献】1)寺嶋有史ら：一般臭気用活性炭による共存ガス存在下でのガス状水銀の吸着・反応除去、東京都環境科学研究所年報, pp. 4-5(2019)
2)西谷隆司ら：ごみ焼却飛灰の金属水銀除去能と除去機構、廃棄物学会論文誌, Vol. 7, No. 2, pp. 78-87(1996)

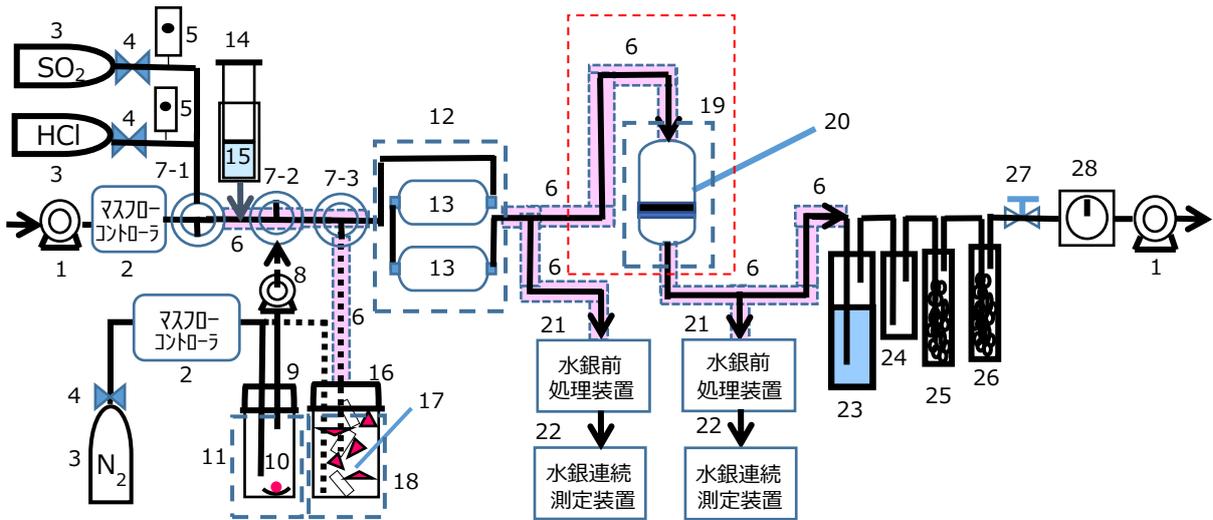


図1. 「ガス状水銀と共存ガスの吸着・反応処理実験装置(縦型)」の全体図

1:エアポンプ(ダイヤフラム型)、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(HCl、SO₂、N₂)、5:ガス流量計、6:保温ヒーター、7-1:三方コック(PP製)、7-2:三方コック(コック部:PTFE)、7-3:三方コック(コック部:ガラス)、8:ミニポンプ、9:Hg⁰蒸気発生器(ガラス製、約5L)、10:Hg⁰(液体、●)、11:恒温槽(冷却水循環式)、12:恒温槽、13:ガス混合管・予熱管(ガラス製、1L×2本)、14:ガスタイトシリンジ(マイクロファイバー制御、水分量の調節)、15:純水または希塩酸、16:HgCl₂蒸気発生器(ガラス製、約40mL)、17:HgCl₂(粉末、▲)、18:湯浴、19:ボックス型恒温槽、20:縦型吸着反応管、21:排ガス中水銀前処理装置、22:水銀連続測定装置、23:インピンジヤー(硫酸酸性KMnO₄)、24:水分トラップ、25:インピンジヤー(CaCl₂)、26:インピンジヤー(水銀除去用活性炭)、27:流量調整コック、28:ガスフローメーター(湿式)

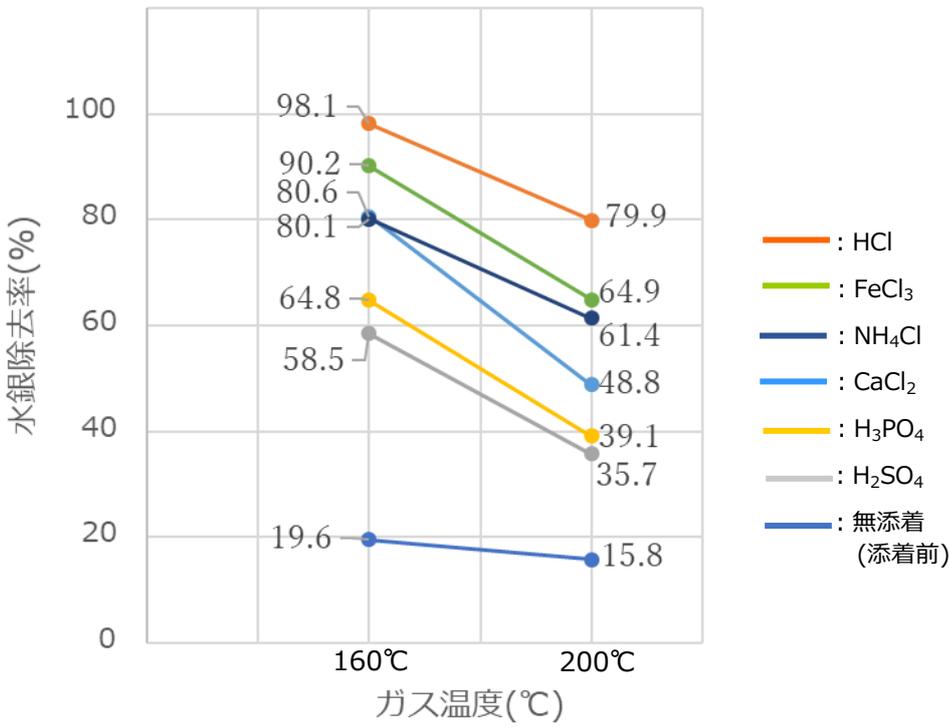


図2. 各種添着活性炭(6種; 添着率:0.18wt%)における水銀除去率

各添着剤は全て水銀除去率の向上に効果があったが、塩化水素(HCl)の効果が最も高かった。