

膜分離を利用した焼却炉解体工事排水処理のための PAH 類の固液分配特性

東京工業大学大学院 学生会員 田中 俊至
正会員 浦瀬 太郎

1. はじめに

清掃工場の湿式解体工事では、有害物を含んだ汚水が発生している。膜分離法による排水処理は大きな可能性を持っており、解体工事排水の現場処理への適用可能性もその処理の確実性・安全性から期待される。しかし、固液分離のみでどこまで有害物質を除去できるかは明らかではない。また、除去できた・できないのみの議論ではどのような場合に除去できるのかやどのような要因に除去率が影響されるのかが明らかでなく、技術として完成されたとは言えない。

そこで、本研究では PAH 類（多環芳香族炭化水素）に着目し、物質の物理化学的性質と原水の水質条件（懸濁濃度、溶存有機物濃度）が有害物質の固液分配へ与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要・分析方法

清掃工事の湿式解体現場から採取した泥水の性状を表 1 にまとめた。泥水は濃灰色で DOC・塩類濃度はあまり高くなく、微細な懸濁物質が多い排水であった。その泥水に鉄塩による凝集処理、ガラス繊維フィルター（GFC フィルター）によるろ過分離を行い、PAH 類の存在形態（凝集性 - 溶存態）あるいは（溶存態 - 粒子態）を調べた。定量的に議論するためには高濃度のサンプルが必要とされることを考慮して、外部から PAH 類の標準液を添加し同様に分析をした。

また、無機物質の代表としてカオリン粘土を懸濁質として用い、PAH 類の標準液を添加し模擬排水として懸濁物濃度や溶存有機物濃度が PAH 類の存在形態に与える影響を調べた。なお、有機物源として廃棄物処分場浸出水を用いた。

PAH 類はヘキサンで液々抽出した後、ヘキサン層に窒素を吹き付け濃縮し、GC/MS で濃度を測定した。

表 1 採取した泥水の性状

項目	SS	平均粒径	DOC	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe	Cu	Pb
濃度	1036mg/l	14.5 μm	9.9mg/l	31mg/l	113mg/l	21.3mg/l	0.72mg/l	0.25mg/l

3. 実験結果と考察

3.1 清掃工事の湿式解体現場排水 PAH 類存在形態

採取した泥水とその泥水に PAH 類の標準液を添加したサンプルに鉄塩による凝集による分離、ろ過による分離を施したときの粒子態あるいは凝集性存在比と Log Kow の関係を図 1 に示す。図 1 に示すように、凝集による分離でもろ過による分離でも Log Kow が高いほど粒子態存在比が高くなるという結果を得た。このことは Log Kow が高い、すなわち疎水性の PAH 類は懸濁物に吸着した粒子吸着態として存在していることが明らかになった。

また、両者の傾向は一致しており、懸濁液に外部から PAH 標準液を添加しても固液の平衡状態はもともと存在していた PAH 類とほとんど同じであることが分かった。

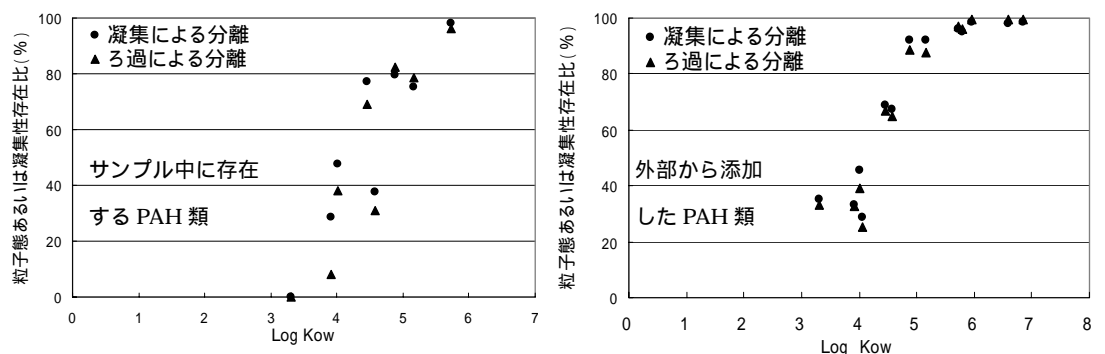


図 1 解体湿式現場排水における Log Kow と粒子態存在比の関係

キーワード：固液分離 PAH 類 水・オクタノール分配係数 湿式解体

連絡先：152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 Tel：03-5734-3548 Fax：03-5734-3577

3.2 カオリン懸濁液中での PAH 類存在形態

カオリン粘土を懸濁質として用いたときの粒子態あるいは凝集性存在比と Log Kow の相関性を図 2 に示す。解体現場の泥水に比べるとばらつきが大きいがこの場合も疎水性の PAH 類は粒子態として存在していた。

3.3 懸濁物濃度が PAH 類の存在形態に及ぼす影響

本実験ではカオリン粘土の濃度の異なる 4 種類の懸濁液について GFC フィルターによる分離をし、その際の Benzo(a)pyrene における粒子態存在比とカオリン懸濁液濃度の関係を図 3 に示すとともにモデル式による理論曲線を加えた。さらに、解体現場の泥水における Benzo(a)pyrene についても同時にプロットした。

$$[モデル式] : K_{SS} = \frac{[PAH_{ad}]}{[SS][PAH_{dis}]}$$

K_{SS} : 懸濁物への収着係数 [SS] : 懸濁物濃度 (mg/l)

[PAH_{ad}] : 粒子吸着態として存在している PAH 類濃度 (mg/l)

[PAH_{dis}] : 溶存態として存在している PAH 類濃度 (mg/l)

図 3 に示すように懸濁粒子濃度が高いと粒子態存在比も高くなる結果になった。

3.4 溶存有機物濃度が PAH 類の存在形態に及ぼす影響

3.2 でカオリン懸濁液 (SS=90(mg/l)) を用いても解体現場の泥水と同様の結果が得られたことを考えて、カオリン懸濁液と浸出水 (TOC=530(mg/l)) の混入割合を変えることにより溶存有機物濃度を変化させ、GFC フィルターによる分離をした。

その際の Chrysene ,Benzo(a)pyrene の粒子態存在比と溶存有機物濃度の関係を示すとともに下のモデル式による理論曲線を図 3 に示す。

$$[モデル式] : K_{DOC} = \frac{[PAH_{ad}]}{[DOC][PAH_{dis}]}$$

K_{DOC} : PAH 類の溶存有機物への収着係数

[DOC] : 溶存有機物濃度 (mg/l)

浸出水割合が増加するにつれ粒子態存在比が下がった。このことは PAH 類が浸出水に含まれる PAH 類以外の溶存有機物に吸着し、GFC フィルターを通過し、粒子態へ分配される PAH 類濃度が減少したためであると考えられる。

4 . 結論

PAH 類は親水性のものほど溶存態として存在し、疎水性のものほど粒子吸着態として存在していることがわかった。懸濁物濃度や溶存有機物の濃度が PAH 類の溶存 - 粒子態 - 有機物吸着態間の分配に与える影響は、その平衡関係を数式で記述することにより定量的に推定することが可能であった。本研究により膜分離を用いた建設現場排水処理装置の有害物質除去特性を推定するための基礎情報が得られた。

謝辞：採水に関しては(株)清水建設にご協力いただきました。

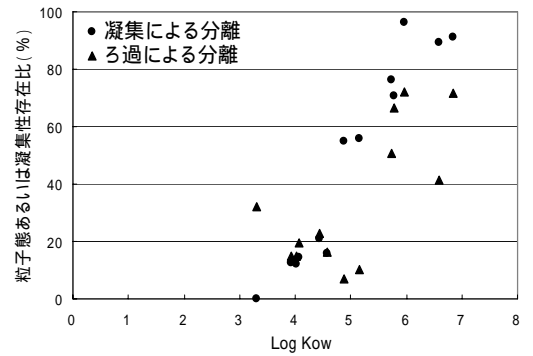


図 2 カオリン懸濁液における Log Kow と粒子態存在比の関係

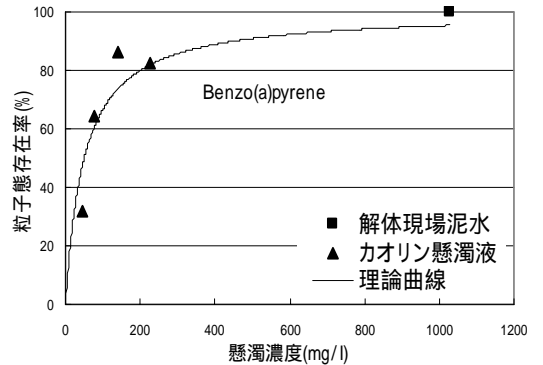


図 3 解体現場泥水とカオリン懸濁液における懸濁濃度と粒子態存在比

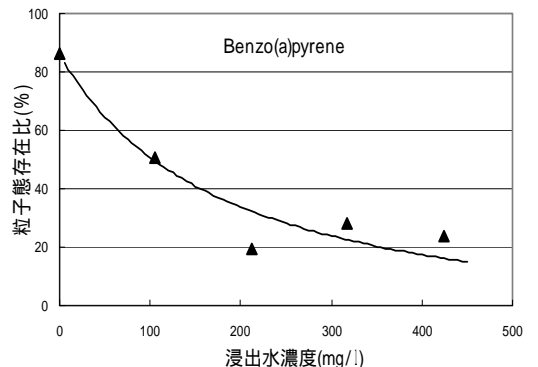
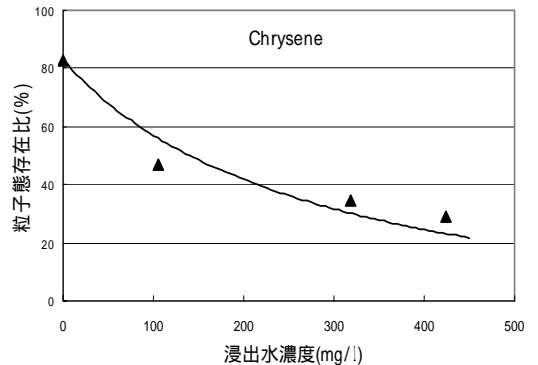


図 4 浸出水濃度と粒子態存在比の実験値と理論曲線