

都市活動に由来する亜鉛の存在形態評価

小島啓輔^{*1}, 春日郁朗¹, 栗栖太², 古米弘明²

1 東京大学大学院工学系研究科 都市工学専攻

2 東京大学大学院工学系研究科 水環境制御研究センター

*e-mail: kojima@env.t.u-tokyo.ac.jp

都市活動に由来する亜鉛の重要な起源の一つとして道路塵埃が考えられる。古くから下水道整備がなされた大都市では、雨天時に汚水に加えて道路塵埃を含む路面排水も同じ管渠を流れる合流式の排除方式になっている場合が多い。下水処理場の処理能力を超えるような降雨が発生した場合には、雨天時下水は未処理のまま受水域に排出され、生態系に悪影響を及ぼすことが懸念されている。重金属は、その存在形態によって溶解性や毒性などの性質が大きく異なるため、総量だけでなく存在形態を加味して評価する必要がある。2003年には水生生物保全の観点から、環境基準(生活環境項目)に全亜鉛が追加されたが、存在形態については考慮されていない状況である。そこで本研究では、都市活動に伴って排出される亜鉛の存在形態に関する情報を得ることを目的として、道路塵埃および合流式下水道管渠内堆積物中の亜鉛の存在形態を XAFS によって評価した。

XAFS スペクトルの測定は高エネルギー加速器研究機構の共用ビームライン BL-12C を利用した。試料中の Zn 含有量が少ないため、19 素子固体半導体検出器を用いた蛍光収量法により Zn の K 吸収端の XAFS スペクトルを測定した。

図 1 に、道路塵埃と合流式下水道管渠内堆積物中(両試料ともに粒径 63 μm 以下)の亜鉛の K 吸収端 XANES スペクトルと標準試料によってパターンフィッティングした結果を示す。パターンフィッティングの整合性(R)は Takahashi *et al.*⁽¹⁾を参照した。合流式下水道管渠内堆積物と道路塵埃の XANES の形状が異なることから、両者の亜鉛の存在形態に差異があることが示唆された。標準試料のピーク位置との比較から、道路塵埃に含まれる亜鉛の主要な存在形態は、酸化亜鉛、炭酸亜鉛、硫酸亜鉛などが候補として挙げられた。標準試料を用いてパターンフィッティングしたところ、道路塵埃中の亜鉛の存在形態は炭酸亜鉛が主要な形態(90%)で、続いて酸化亜鉛(10%)となった。整合性を示す R 値は 0.067 と比較的大きな値となったが、道路塵埃の亜鉛起源として考えられるゴム(加硫促進剤)や塗料、亜鉛めっきには炭酸亜鉛や酸化亜鉛を含むことが想定され、これらが主要な存在形態であることは妥当と考えられる。

一方、合流式下水道管渠内堆積物中の亜鉛の存在形態については、標準試料のピーク位置との比較から硫化亜鉛であることが推定された。管渠内堆積物の存在する環境は、還元的雰囲気下であることが予想され、亜鉛が硫化物として存在しているという結果は妥当と考えられる。道路塵埃と同様に、パターンフィッティングをしたところ、合流式下水道管渠内堆積物中の亜鉛の存在形態は硫化亜鉛が 70% を占め、続いて炭酸亜鉛が 22%、亜鉛単体が 8% を占めた(R=0.021)。

以上より、粒径 63 μm 以下の道路塵埃と合流式下水道管渠内堆積物中の亜鉛の主要な存在形態は、それぞれ炭酸亜鉛、硫化亜鉛であることが示された。道路塵埃は合流式下水道管渠内堆積物の主要な起源であることを考えると、管渠内に堆積している間に亜鉛の存在形態が大きく変容している可能性が示唆された。

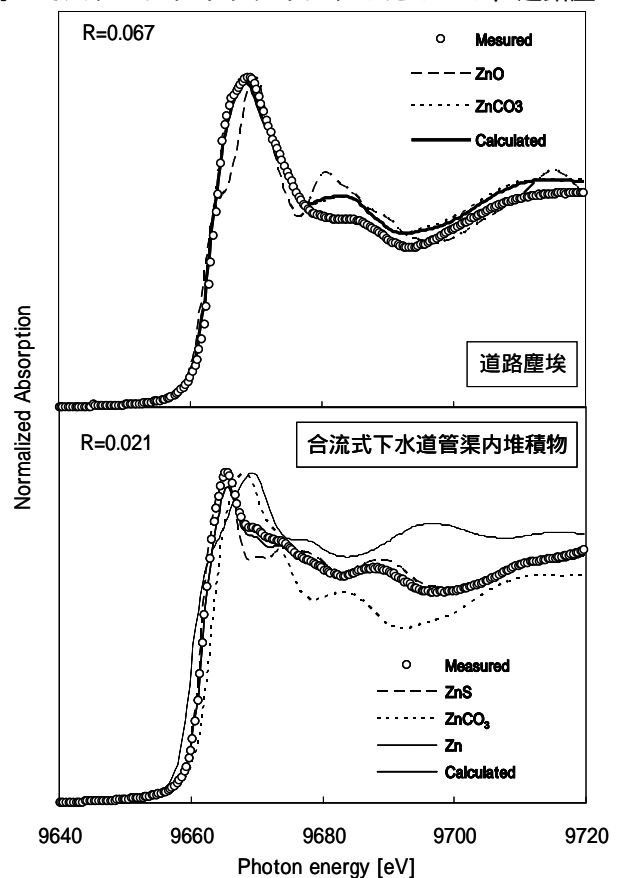


図 1 道路塵埃及び合流式下水道管渠内堆積物中の亜鉛の K 吸収端 XANES スペクトルとパターンフィッティング結果

(1) Y. Takahashi *et al.* (2006), *Environ. Sci. Technol.*, Vol. 40, pp. 5052-5057