

R1447-

## Change in iron form of accumulated sludge in small scale wastewater treatment plants for phosphorus removal

見島 伊織<sup>a</sup>, 濱みずほ<sup>b</sup>, 田畑洋輔<sup>b</sup>, 横山裕太<sup>c</sup>, 中島淳<sup>c</sup>, 片山真祥<sup>d</sup>  
Iori Mishima<sup>a</sup>, Mizuho Hama<sup>b</sup>, Yosuke Tabata<sup>b</sup>, Yuta Yokoyama<sup>c</sup>, Jun Nakajima<sup>c</sup>, Misaki Katayama<sup>d</sup>

<sup>a</sup> 埼玉県環境科学国際センター, <sup>b</sup> フジクリーン工業株式会社, <sup>c</sup> 立命館大学理工学部  
<sup>d</sup> 立命館大学 SR センター

<sup>a</sup> Center for Environmental Science in Saitama, <sup>b</sup> Fuji Clean Co.,Ltd, <sup>c</sup> Department of Science and Engineering, Ritsumeikan University, <sup>d</sup> The SR Center, Ritsumeikan University

鉄電解により供給された Fe の一部は FePO<sub>4</sub> を形成すると考えられるが、残りの Fe は、直ちに別形態の不溶化 Fe となり、循環によって浄化槽全体を移動、蓄積する。このような汚泥中の Fe の形態に関する情報を得ることはリン除去の進行を評価する上で非常に有効となる。そこで、物質の構造や形態の解析で用いられている XAFS 測定を応用し、フルスケールのリン除去型浄化槽における蓄積汚泥の Fe の形態を調べた。

It is thought that a part of iron supplied by the iron electrolysis forms FePO<sub>4</sub>. However, other iron would be accumulated in small scale wastewater treatment plant. It is important to get the information of iron state for evaluation of the phosphorus removal. Therefore, chemical iron state sampled from actual small scale wastewater treatment plants was analyzed using XAFS.

**Keywords:** Fe K-XANES, iron electrolysis, phosphorus removal

**背景と研究目的:** 小規模分散型の排水処理を担う個別の浄化槽において、鉄電解法を組み込み窒素およびリン除去を可能とした型が数社から開発されている。本浄化槽では、好気槽に挿入した鉄電極へ通電することによって、陽極から鉄を溶出させ、Fe とリンの結合を促し FePO<sub>4</sub> を形成させる。これにより、排水中からのリン除去が進行する。本浄化槽においては、大きく分けて好気槽 1 槽、嫌気槽 2 槽の合計 3 つの槽がある。槽内では流入水量に対して数倍の循環をしており、好気槽上部では常時曝気および鉄電解が行われている。従って、鉄電解により供給された Fe の一部は FePO<sub>4</sub> を形成すると考えられるが、残りの Fe は、直ちに別形態の不溶化 Fe となり、循環によって浄化槽全体を移動、蓄積することになる。実際の鉄電解装置を組み込んだ浄化槽汚泥には黒色や赤茶色など様々な色相の状態があり、これは、Fe の形態の際によるものと考えられる。一方で、市販の標準物質の Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> は黒色、α FeOOH は黄色、α Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は赤茶色、FePO<sub>4</sub> は白色である。実際の浄化槽汚泥は、これらの物質が混じり合っていると考えられる。このような汚泥中の Fe の形態に関する情報を得ることはリン除去の進行を評価す

る上で非常に有効となる。そこで、物質の構造や形態の解析で用いられている、XAFS (X-ray absorption fine structure) 測定を応用しフルスケールのリン除去型浄化槽における蓄積汚泥の Fe の形態を調べることにした。

**実験方法:** 鉄電解法を組み込んだ浄化槽 Plant1~Plant3 の 3 基を調査対象とした。それぞれの浄化槽につき、好気槽 (Aerobic tank)、嫌気ろ床槽第 1 室 (Anoxic tank 1)、嫌気ろ床槽第 2 室 (Anoxic tank 2) の下部の採泥を行い、ろ紙に捕集、105°C にて乾燥させた後に XAFS 測定に供した。

乾燥後の浄化槽汚泥は立命館大学 SR センター BL-3 において透過法にて XAFS 測定を行った。得られた標準物質のスペクトルを 7300eV で規格化し、試料のスペクトルとパターンフィッティングすることで試料中の Fe 形態を推定した。パターンフィッティングには XAFS 解析ソフトウェア REX2000 ((株) リガク) を使用した。

**結果および考察:** 標準物質および試料の XAFS スペクトルは図 1 に示したとおりである。いずれも 7110~7120eV 付近に吸収端があり、強度の急激な上昇がみられた。とくに、

Fe の酸化数の低い標準物質のスペクトルは低エネルギー側に吸収端があった。FeCO<sub>3</sub> は吸収端の位置、ジャンプ後の右肩にかけたスペクトルが他の標準物質と異なっていた。Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> では7145eV 付近にも緩やかなピークが観察された。FePO<sub>4</sub> は吸収端付近とジャンプ後の右肩のスペクトルに特徴があった。

試料のスペクトルは概ね α-FeOOH や α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に近い形状であった。試料のスペクトルを対象として、パターンフィッティングを行うこととした。FeCO<sub>3</sub>、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、α-FeOOH、α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、FePO<sub>4</sub> で説明するとし最も R が低い場合の結果を表 1 に示す。Plant3 を除き、好気槽で α-FeOOH が存在した。FeCO<sub>3</sub> はいずれにおいても存在したが、各浄化槽においては好気槽で存在量が低めであった。Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> は、Plant1 および Plant2 の好気槽で低かったが、Plant3 では 22%程度と、やや高かった。嫌気槽では α-FeOOH ではなく、α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が多かった。このような変化から、電解により好気槽で生成された直後は α-FeOOH の形態であるが、嫌気槽に蓄積する過程で α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に変化した可能性があると考えられた。実際のリン除去は、Plant1 および Plant2 で良好、Plant3 でやや不良であり、前述の鉄形態の相違がリン除去を評価できる可能性が示唆された。すべての試料において、鉄形態の存在量から計算した平均価数は、好気槽で 2.9 程度で、嫌気槽ではそれに比べやや低かった。ただし、今回は XAFS 測定の前処理として試料の乾燥をしているため、現場の情報を得るためには他の前処理法についても検討するべきと考えられる。

**今後の課題：** 今後、適切な前処理方法を検討した上で実際の浄化槽汚泥の XAFS 測定を行い、パターンフィッティングなどの解析を行う予定である。

論文・学会等発表 (予定)

[1] Mishima et al., 9th IWA International Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industries, 2014.

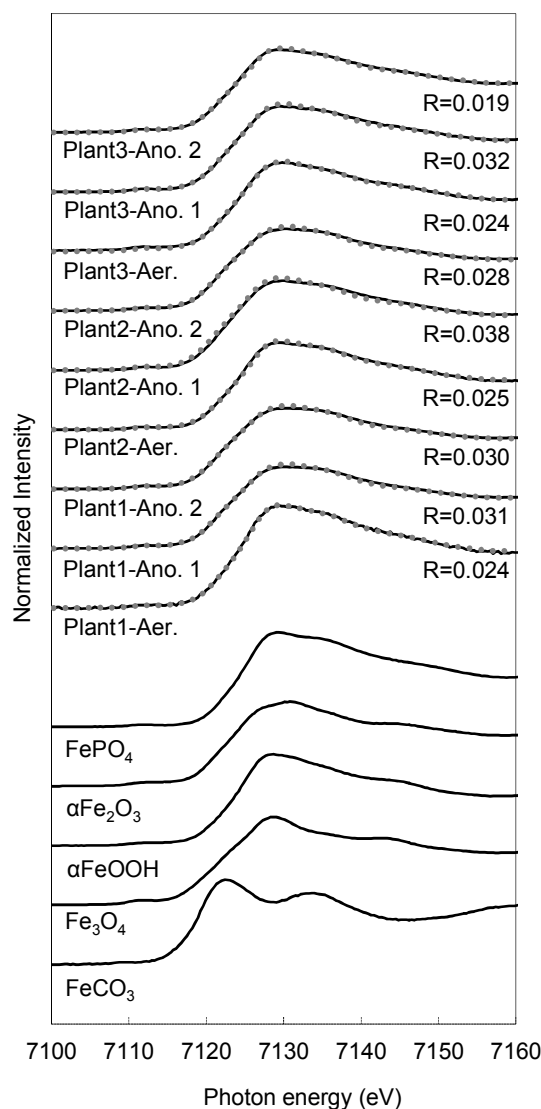


図 1 標準物質および試料の XAFS スペクトル

表 1 フィッティングの結果

		FeCO <sub>3</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	α-FeOOH	α-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FePO <sub>4</sub>	R	Mean valence
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
Plant1	Aerobic tank	7.3		48.9		43.8	0.024	2.93
	Anoxic tank 1	13.0	8.7		36.6	41.6	0.031	2.84
	Anoxic tank 2	14.5	10.3		37.0	38.3	0.030	2.82
Plant2	Aerobic tank	9.0	3.9	42.8		44.3	0.025	2.90
	Anoxic tank 1	10.4	22.7		29.5	37.4	0.038	2.82
	Anoxic tank 2	14.0	12.2		40.2	33.6	0.028	2.82
Plant3	Aerobic tank	3.0	21.9		31.2	43.9	0.024	2.90
	Anoxic tank 1	7.1	17.2		31.6	44.1	0.032	2.87
	Anoxic tank 2	7.7	20.3	10.4	22.9	38.6	0.019	2.85