

電解凝集法における生成した鉄化合物の形態解析 Analysis of iron compounds produced from electrocoagulation process

見島伊織¹¹ 埼玉県環境科学国際センター 〒347-0115 埼玉県加須市上種足 914Iori MISHIMA^{1,*}¹ Center for Environmental Science in Saitama,
914 Kamitanadare, Kazo, Saitama, 346-0015, Japan

1 はじめに

近年、小規模排水処理においては有機物除去に加え、窒素およびリンの同時除去が求められている。特にリンについては、水域の富栄養化抑制の観点から安定した除去が重要であり、電解凝集法の一つである鉄電極を用いた電解法によるリン除去技術が注目されている。この手法では、電極から溶出する Fe イオンがリン酸と反応し、難溶性化合物として沈殿することでリンが除去される。

一方で、処理過程において Fe は酸化還元状態を変化させるため、その挙動によっては一度固定化されたリンが再び溶出する可能性がある。したがって、リン除去機構の詳細な理解には、処理系内に存在する Fe の化学状態を適切に把握することが不可欠である。Fe の状態分析には XAFS が有効であり、湿潤状態の試料を対象とできる点に特徴がある。しかし、放射光施設の利用機会は限られているため、試料採取後に保存を経て測定を行うケースが多い。この際、保存過程における酸化の影響を無視することはできず、前処理方法の違いが測定結果に影響を及ぼす可能性がある。

そこで本研究では、連続運転中の排水処理リアクターから得られた汚泥を用い、試料調製方法の違いが Fe の XAFS スペクトルに与える影響を評価した。

2 実験

無酸素槽と好気槽を直列に配置した実験用リアクターを構築し、人工下水を連続的に供給した。好気槽には担体としてスポンジを充填した。流入水の組成は、BOD 200 mg/L、窒素 45 mg/L、リン 5 mg/L とし、槽容積はそれぞれ 21 L および 14 L、流量は 10 L/d とした。リン除去を目的として、好気槽上部に鉄電極を設置し、流入リン量に対して当量となるよう定電流で通電した。運転中に各槽から汚泥を採取し、XAFS 分析用試料とした。

試料調製は、(i)ろ過による湿潤試料の回収、および(ii)凍結乾燥による水分除去の 2 条件で行った。ろ過試料はガラス繊維ろ紙上に捕集した状態で保持した。すべての操作は酸化を抑制するため、窒素雰囲気下で実施した。

測定はフォトンファクトリーにて行い、Fe K 吸収端について透過法または蛍光法によりスペクトルを取得した。

3 結果および考察

取得したスペクトルは図 1 のとおりであり、いずれの試料においても約 7110~7120 eV 付近に吸収端を示した。好気槽由来の試料では、ろ過および凍結乾燥のいずれの条件においてもスペクトル形状および吸収端位置に顕著な差異は認められなかった。このことから、好気条件下では Fe は既に酸化状態で安定化しており、試料調製過程の影響を受けにくいと考えられる。

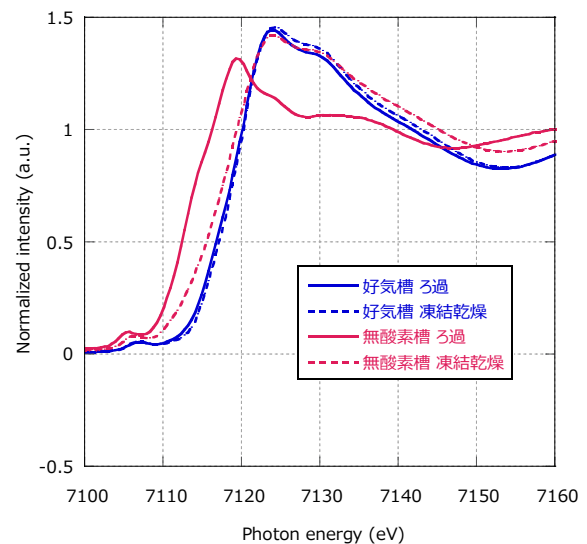


図 1 : 試料の XAFS スペクトル

これに対し、無酸素槽由来の試料では、凍結乾燥試料の吸収端が湿潤試料に比べて高エネルギー側へ移動する傾向が確認された。一般に、吸収端エネルギーの増加は酸化度の上昇を示唆することから、この差異は試料調製中の酸素曝露による Fe の酸化に起因すると考えられる。すなわち、凍結乾燥工程においても完全に酸化を防ぐことは難しく、特に還元的環境にあった試料では影響が顕在化することが示された。

4 まとめ

鉄電解を利用した排水処理系から得られた汚泥を対象に、XAFS 分析における試料調製方法の影響を検討した。その結果、好気条件下の試料では前処理の影響は限定的であった一方、無酸素条件下の試料

では凍結乾燥に伴う酸化が確認された。これより、還元状態のFeを評価する場合には、乾燥処理を伴わない湿潤試料の利用が有効であることが示された。

謝辞

本研究の遂行にあたり、JSPS 科研費 JP20H03096、JP21K12301 の支援を得た。

* mishima.iori@pref.saitama.lg.jp