

S20021

## 製鋼スラグに含まれるマグネシウムの化学状態

## Chemical species of magnesium in steel slag samples

橋本洋平<sup>a</sup>, 家路豊成<sup>b</sup>  
Yohey Hashimoto<sup>a</sup>, Toyonari Yaji<sup>b</sup><sup>a</sup>東京農工大学大学院農学研究院, <sup>b</sup>立命館大学 SR センター  
<sup>a</sup>Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology  
<sup>b</sup>The SR Center, Ritsumeikan University

e-mail: yhashim@cc.tuat.ac.jp

製鋼時に排出されるスラグには、リン、カルシウム、マグネシウムなど肥料として活用できる成分を多く含んでいる。マグネシウムは植物の多量栄養元素として知られているが、スラグや肥料中における化学形態に関する情報が不足している。本研究では、XANES 法を用いて製鋼スラグに含まれるマグネシウムの化学形態を明らかにすることを目的とした。MgO の XANES スペクトルは 1309 eV に特徴的なピークが見られたのに対し、Mg(OH)<sub>2</sub> にはこのピークが観察されず、広範囲にわたるブロードなピークが確認された。分析したスラグの XANES スペクトルにも、1309 eV 付近にピークが観察されたが、スラグによってその強度に差があることも分かった。スラグの Mg K-edge XANES スペクトルは、MgO と Mg(OH)<sub>2</sub> の XANES スペクトルの構造を有していると考えられる。

Steel slag contains nutritional elements for plant growth and may be used for fertilizer of crop production. Magnesium is one of the major elements in steel slag, although the chemical properties of magnesium in steel slag have remained unknown. The objective of this experiment was to investigate chemical species of magnesium in different slag samples using Mg K-edge XANES spectroscopy. A XANES spectrum of MgO has a peak at 1309 eV that is distinct from other magnesium compounds. The result found that the structures of the XANES spectra from slag samples were similar to those of MgO and Mg(OH)<sub>2</sub>. Some slag samples may contain magnesium associated with iron.

**Keywords:** magnesium, Mg K-XANES, steel slag

### 背景と研究目的

製鋼時に排出されるスラグには、リン、カルシウム、マグネシウムなど肥料として活用できる成分を多く含んでいる。リンについては、日本に輸入された食料、飼料および鉄鉱石などに由来する廃棄物である下水汚泥、畜産廃棄物および製鋼スラグなどに年間約26万トンも含まれており、日本の農業分野における年間リン需要量の約27万トンに匹敵する。特に製鋼スラグは、下水汚泥や畜産廃棄物と比較して低水分・高密度であり、肥料として利用しやすいと考えられる。また、スラグにはリン以外に上記に述べたカルシウムやマグネシウムの濃度が高く、アルカリ性を呈するため酸性土壌の改良効果が期待される。

マグネシウムは植物の多量栄養元素として知られているが、スラグや肥料中における化学形態に関する情報が不足している。申請者らの研究では、スラグに含まれているマグネシウムが、作物の養分吸収の向上に貢献している可能性があることを指摘しており、マグネシウムの化学形態に関する情報が必要な段階にきている。本研究では、XANES法を用いて製鋼スラグに含まれるマグネシウムの化学形態を明らかにすることを目的とした。表面敏感な電子収量法は鉱物の最表面の分析に特化している。蛍光収量法による測定も同時に行うことによって、電子収量法よりも深部までの情報を含んだスペクトルを獲得する。両スペクトルの比較から、スラグ表層近傍における、マグネシウムの化学状態についての知見を得ることも目的とした。

## 実験

実験室内で合成したスラグ試料を分析に供した。カルシウムやリンの含有量を変えて性質の異なるスラグ試料を合成した。立命館大学SRセンター BL-10にて、MgのK吸収端XANES測定を行った。分光結晶にはKTP(011)を用い、測定モードは試料電流による全電子収量 (TEY) とSDD検出器を用いた部分蛍光収量 (PFY) にて行われた。

## 結果、および、考察

Fig. 1 に Mg K 吸収端 XANES 測定 (PFY) の結果を示す。マグネシウムの XANES スペクトルは、化学種によって異なることが判明した。MgO の XANES スペクトルは 1309 eV に特徴的なピークが見られたのに対し、Mg(OH)<sub>2</sub> にはこのピークが観察されず、広範囲にわたるブロードなピークが確認された。ケイ化マグネシウムは、1306 eV 付近に小さなピークが見られ、高エネルギー側には特徴的な構造が見られない XANES スペクトルが確認された。標準試料として分析した各種マグネシウム化合物の XANES スペクトルを観察することによって、Mg が O、Al、Fe、Si に結合することによって異なる構造を示すことが分かった。これらの特徴を利用して、製鋼スラグに含まれるマグネシウムの化学種が同定できると考えられた。なお、一部の試料で TEY による測定が難しいことも判明した。

製鋼スラグの Mg K-edge XANES スペクトル (番号 6 ~ 13) は、異なる微細構造を有していることが確認された。いずれのスラグの XANES スペクトルにも、1309 eV 付近にピークが観察されたが、スラグによってその強度に差があることも分かった。スラグの Mg K-edge XANES スペクトルは、MgO と Mg(OH)<sub>2</sub> の XANES スペクトルの構造を有していると考えられる。このことは、一般的にアルカリ性を有する製鋼スラグの性質に鑑みると妥当であると考えられるが、今後詳細な解析をして明らかにしていく。

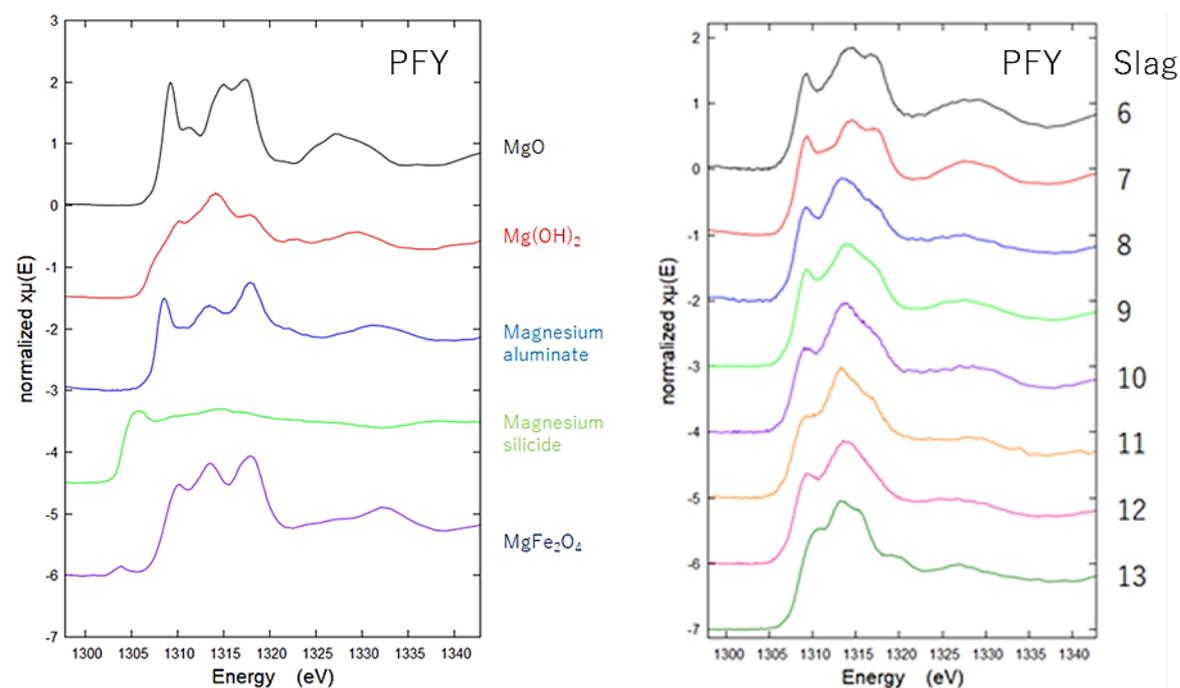


Fig. 1. Observed Mg K-edge XANES spectra.

## 研究成果公開方法／産業への応用・展開について

- ・本研究成果は、国内の学会（投稿先未定）で成果公開予定である。