

(様式第4号)

**実施課題名** 地下水浄化材料のキャラクタリゼーション  
**English** Characterization of reactive materials for groundwater remediation

**著者氏名** 笹木圭子  
**English** Keiko SASAKI

**著者所属** 九州大学  
**English** Kyushu University

### 1. 概要

天然の炭酸マグネシウムを焼成して得た酸化マグネシウムは、ホウ酸イオンをよく吸着し、土壌・地下水浄化材料のひとつとして用いられる。これまで、申請者らは、酸化マグネシウムを吸着剤としたときのホウ酸イオンの吸着等温線の決定、吸着平衡に到達した後の試料のXRDによる結晶学的構造の解析およびXPSによる表面化学状態分析などを行ってきた。これらの結果を統合的に解釈し、当該試料へのホウ酸イオンの取り込み機構や取り込んだ状態の描像の推定を進めてきた。

**(English)**

Magnesium oxide is used as one of effective sorbents for borate in ground waters. However, the mechanism has been not yet clear, therefore, the longevity of the sorbents cannot be reasonably estimated. For present, the authors have investigated on sorption isotherm of boric acid ion onto MgO, and characterization of the residues after sorption by XRD and XPS. Comprehensive understanding provides that the mechanism would be explained by simple sorption and co-precipitation with Mg(OH)<sub>2</sub> until now.

### 2. 背景と研究目的：

ホウ素は生態系への過剰摂取による有害性が指摘されており、わが国では1998年にフッ素とともに環境基準項目となった新興汚染物質である。地下水の原位置浄化技術である透過型浄化壁(permeable reactive barrier, PRB)のフッ素およびホウ素への実用化は公表されておらず、開発途上段階にある。この技術は、一度設置すると半永久的に使用されるため、計画段階での寿命評価が極めて重要である。本実験の重要な目的は、酸化マグネシウムが、ホウ酸イオンを取り込む機構と取り込んだ後の状態を知ることにある。提出者らはこれまで、吸着後残渣のXRDによる結晶学的考察やXPSによる化学状態分析を得ているが未だ不明な点が多い。

また、これまでホウ素のような軽元素を含む地球化学試料のXPSやXANESに関するデータベースは不足しており、これらの新興汚染物質については、地表水のみならず、土壌汚染対策法で対象となる土壌や地下水においても、これらのデータベースが、収着などの不動化技術に関するデータ解釈に不可欠であり、今後ますますそのニーズが高まると考えられる

### 3. 実験内容：

測定する物質はMgO、Mg(OH)<sub>2</sub>、MgB<sub>2</sub>、NaB(OH)<sub>4</sub>、試料a、試料bとした。試料aは四ホウ酸ナトリウム飽和水溶液を煮沸させたものに塩化マグネシウム水溶液を添加し、静置させた後の沈殿物を回収したものである。試料aはそのXRDから、Mg<sub>7</sub>B<sub>4</sub>O<sub>13</sub>およびNaClからなることが確認された。試料bはホウ酸水溶液中にMgOを添加し、溶液中のB濃度が平衡に達した後回収した残渣であり、すべてのXRDピークはMg(OH)<sub>2</sub>または未反応のMgOに帰属された。この試料中のモル比B/Mg = 0.39である。以上の物質に関してBL12にて、Mg K-edge (1300 eV) およびB K-edge (188 eV) のXANES測定を電子収量法により行った。Mg K-edgeおよびB K-edgeに関する実験条件を以下の表にまとめた。

表1 B K-edgeおよびMg K-edgeにける測定エネルギー領域、ステップ幅、使用ミラー

	Start Energy	Stop Energy	Step Energy	mirror
B K-edge	182	190(first region)	0.5	M22
		195(second region)	0.05	
		203(third region)	0.1	
		225(fourth region)	0.2	
Mg K-edge	1285	1306(first region)	0.5	M21
		1315(second region)	0.1	
		1340(third region)	0.25	
		1440(fourth region)	0.5	

#### 4. 結果、および、考察：

測定結果を図 1 および 2 に示す。

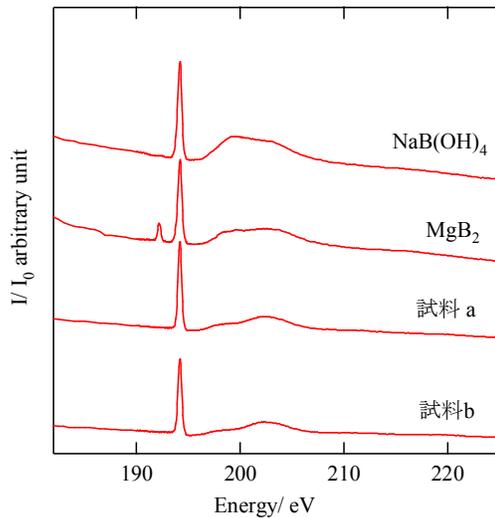


図 1 標準試料と未知試料の B K-edge スペクトル

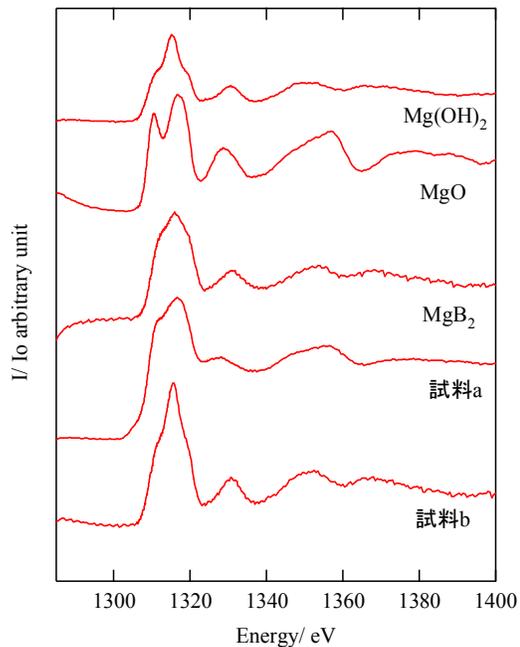


図 2 標準試料と未知試料の Mg K-edge スペクトル

B K-edge では、いずれの試料も 194.2X eV 付近に主ピークが認められ、MgB<sub>2</sub> では他の試料では認められないピークが 192.2Y eV 付近に加わって観測された。また、吸収端のエネルギー位置は、全ての試料が同じであり、いくつかの文

献値ともほぼ一致した。

Mg K-edge においては、吸収端のエネルギー位置はほぼ一致するが、XANES および XAFS 領域のスペクトルの形状に違いが認められた。MgO および Mg(OH)<sub>2</sub> のスペクトルは、参考文献とほぼ一致した。試料 a は Mg<sub>7</sub>B<sub>4</sub>O<sub>13</sub> の Mg K-edge の構造を反映していると考えられる。試料 b はこれらの標準物質のうち Mg(OH)<sub>2</sub> の Mg K-edge の構造に比較的近く、B をとりこんだ影響は明らかに現れなかった。

#### 5. 今後の課題：

試料 a は Mg 側からみて、B と結合している化合物のみからなるものではなく、Mg(OH)<sub>2</sub> と MgO との混合物であるため、B の含有量は小さい(B/Mg=0.39)にもかかわらず、Mg 側からの解析を困難にしている。Mg 側から見て B と結合している化合物のみをとりだすことができれば、XAFS のほかにもさまざまな手法が有効になってくるので、試料合成法が課題と思われる。

#### 6. 論文発表状況・特許状況

なし

#### 7. 参考文献

S. Naoe, Physica. B 158 (1989) 615-616.  
T. Yoshida et al., Physica B 208 & 209 (1995) 581-582.  
M. E. Fleet, S. Muthupari, J.Non-Crystalline Solid 225 (1999) 233-241.  
太田敏明, X線吸収分光法-XAFS とその応用-

#### 8. キーワード

MgO, ホウ酸, 地下水浄化

