

## 研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB	地下き裂中での水酸アパタイト多孔体合成による汚染地下水反応性バリアの形成				
研究テーマ (欧文) AZ	Formation of reactive barrier for contaminated groundwater by in-situ synthesis of porous hydroxyapatite material within subsurface fractures				
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓)ワタナベ	名)ノリアキ	研究期間 B	2009 ~ 2010 年
	漢字 CB	渡邊	則昭	報告年度 YR	2011 年
	ローマ字 CZ	Watanabe	Noriaki	研究機関名	東北大学
研究代表者 CD 所属機関・職名	東北大学 大学院環境科学研究科 助教				
<p>概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)</p> <p>水酸アパタイト(Hydroxyapatite : HA)は、天然に産し、有機物に対する吸着能とフッ素や重金属に対するイオン交換能をもつ結晶質物質である。人体中には骨や歯の無機主成分として存在し、当然ながら生体親和性が高く、汚染物質の分解に有用な微生物の足場とすることも期待できる物質である。HA多孔体による地下き裂改質により、環境負荷が少なく、長期間幅広い汚染物質を固定もしくは分解するための反応性バリアの形成が期待できる。</p> <p>そこで、HAを地下き裂内で合成する方法として、リン酸カルシウムセメント (Calcium Phosphate Cement : CPC)を用いた方法を考案した。CPCは、リン酸カルシウムの溶解析出反応により水酸アパタイトへと転化する過程で硬化するものである。HAを生成するリン酸カルシウムはいくつか知られているが、HAのみを生成できる組み合わせとして、第二リン酸カルシウム(Dicalcium Phosphate Anhydrous : DCPA)とリン酸四カルシウム(Tetra-calcium Phosphate : TTCP)を選定した。水にDCPAとTTCPを等モルで加えると、理想的にはHAのみを生成する。CPCを用いると、原料をスラリー状にしてき裂に流し込むことができ、HAのみの生成でpH変化もないため環境負荷がない。</p> <p>本研究ではまず、反応温度(37°C~110°C)と水/セメント比(0.5~0.6)がHA多孔体の空隙率と浸透率に及ぼす影響を評価した。その結果、空隙率と浸透率に及ぼす影響はわずかであり、様々な条件が予想される地下き裂内でも室内実験と同様にHA多孔体を合成できることがわかった。次に、透明き裂モデル内でHA多孔体を合成し、き裂内の水の流れを評価した。その結果、合成したHA多孔体(空隙率:約65%、透水率:約<math>1 \times 10^{-14} \text{ m}^2</math>)では、空隙率と浸透率が小さく多孔体中を水が通化しにくいいため、汚染物質の反応性バリアとしての効率は良くなかった。しかし、水溶性粒子をCPCに混入することで、HA多孔体の空隙率と浸透率を改善する方法を考案し、水溶性粒子のモデルとしてNaClを用い、空隙率と浸透率をそれぞれ最大で約1.4倍、約100倍まで制御できることを明らかにした。</p>					
キーワード FA	地下き裂	水酸アパタイト多孔体	汚染地下水	反応性バリア	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	水酸アパタイト多孔体のその場合成による地下亀裂の改質							
	著者名 <sup>GA</sup>	井奥、佐藤、渡邊、 上高原	雑誌名 <sup>GC</sup>	第21回アパタイト研究会講演要旨集					
	ページ <sup>GF</sup>	21~22	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	0	9	巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

#### 欧文概要<sup>EZ</sup>

Hydroxyapatite is well known as one of famous materials that can remove contaminants from water. Since hydroxyapatite occurs naturally, contaminants contained in groundwater may be removed effectively with no environmental impact when a porous hydroxyapatite material is formed within subsurface fractures that act as predominant pathways of groundwater in nature.

For this reason, a method of synthesizing a porous hydroxyapatite within subsurface fractures has been proposed. Although there are various methods to synthesize hydroxyapatite, use of calcium phosphate cement consisting of dicalcium phosphate anhydrous and tetra-calcium phosphate is appropriate for the following reasons. The calcium phosphate cement with water can be easily injected into subsurface fractures by forming slurry, and can produce only hydroxyapatite with no pH change so that use of the cement may have no environmental impact.

This study first evaluated influence of reaction temperature (37 °C-110 °C) and water/cement ratio (0.5-0.6) on porosity and permeability of the porous hydroxyapatite material. As a result, no influence was confirmed, indicating porous hydroxyapatite, designed in laboratory, can be synthesized within subsurface fractures under various conditions. This study then evaluated water flow through a subsurface fracture with and without the porous hydroxyapatite material, by using a transparent fracture model that reproduced an internal structure of a real fracture. As a result, it seemed to be difficult for water to flow through the porous hydroxyapatite due to insufficient porosity (65%) and permeability ( $1 \times 10^{-14} \text{ m}^2$ ), indicating inefficiency of the material as a reactive barrier for contaminated groundwater, without any improvements of the porosity and permeability. For this reason, a method to improve the porosity and permeability by a water-soluble particle has been proposed. Use of NaCl as a model particle demonstrated that porosity and permeability could be increased by factors of approximately 1.4 and 100 at the maximum, respectively.