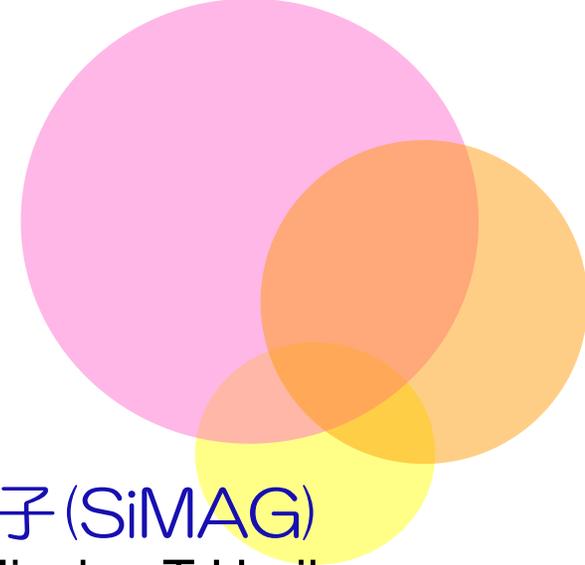


環境調和型マグネタイトの開発と ヒ素除去技術への応用



宮崎大学工学部物質環境化学科
大栄 薫

最近の主な研究の紹介



(1) マグネタイトコーティングシリカ微粒子 (SiMAG)

K.Ohe, Y.Tagai, T.Oshima, Y.Baba M.Shimizu, T.Miyake, T.Horikawa, Adsorption Behavior of Arsenic Using Spherical Porous Silica Particles Covered with Magnetite, *J. Ion Exchange*, **18(4)** (2007) *in press*.

(2) Coフェライト (Co-F)

K.Ohe, R.Tomimatsu, T.Oshima, Y.Baba, Removal of As(III) and As(V) in Groundwater Using Ferrite Adsorbents, *J. Ion Exchange*, **18(4)** (2007) *in press*.

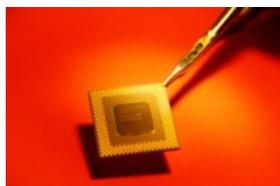
研究背景

水環境中のヒ素

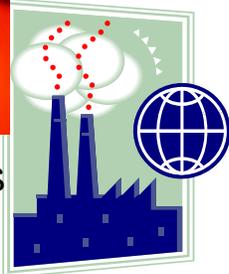


溶出

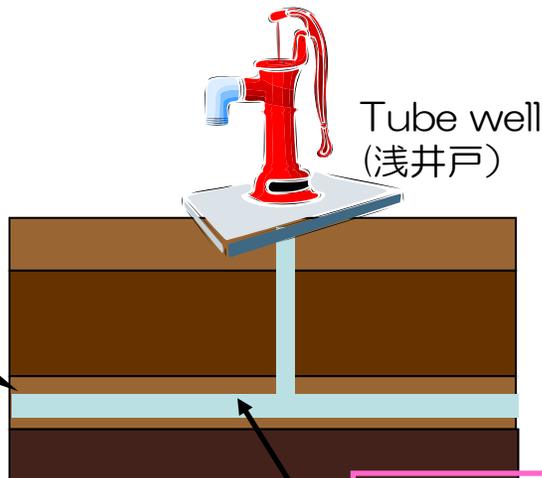
アルセノパイライト
(硫砒鉄鉱)



GaAs, InAs



半導体産業



Tube well
(浅井戸)

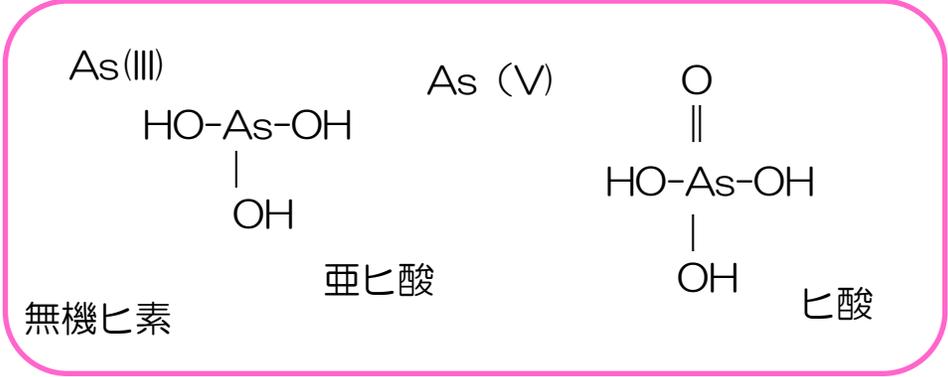
環境水質基準	
WHO guidelines	As < 0.01mg/l
Bangladesh	As < 0.05mg/l

地下水

問題：
地下水および工業業廃水のヒ素汚染



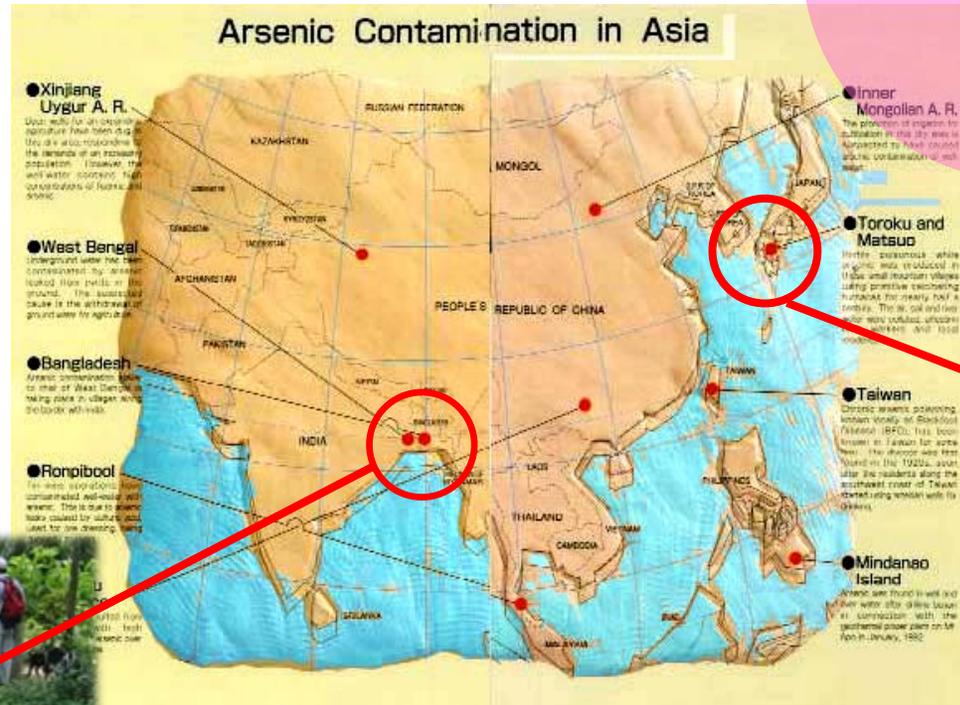
工業廃水



研究目的



ヒ素中毒症状
(角化症)



宮崎県高千穂町旧土呂久鉱山からの地下水

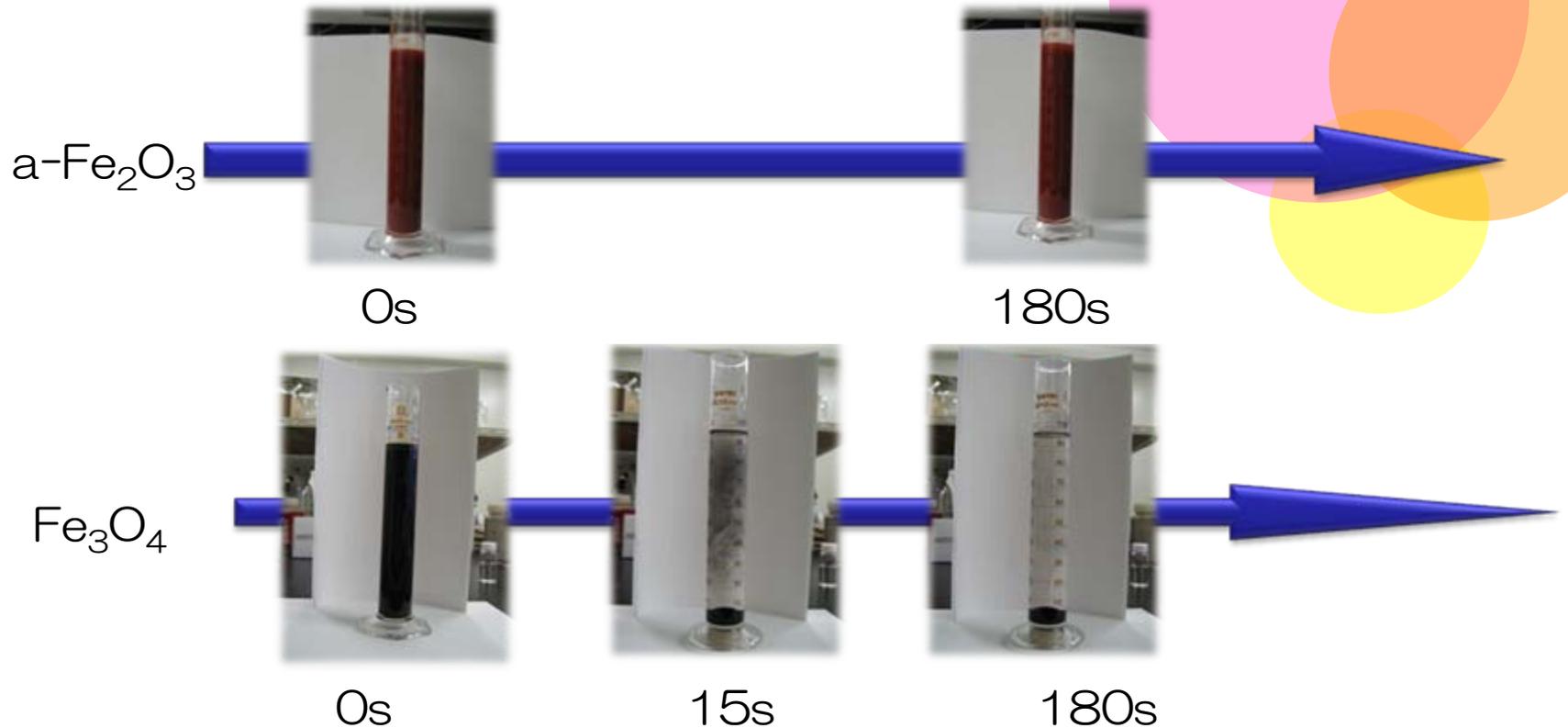


バングラデシュの地下水
環境基準値の50倍以上（500ppb）の
ヒ素濃度検出

環境基準値の4倍
(40ppb) のヒ素濃度
検出 (2003年度)

高性能なヒ素除去材の開発は重要であり、
かつ急務の課題である

マグネタイト微粒子の特徴



マグネタイトの利点

- 調製が簡単である。
- 磁石を用いた迅速な固液分離が可能である。（上図）
- 二次汚染物質を生じないので環境面、経済面で有効である。
- DDSなど生体材料にも利用されているので安全である。

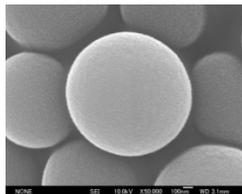
(1) SiMAG (マグネタイトコーティングシリカ微粒子) を用いた砒素の吸着除去

SiMAGの調製法

湿潤シリカ微粒子の調製

エタノール水溶液 (62.5 vol%)
Laurylamine (40 mmol/l)
TEOS (500 mmol/l)

上記原料を25°C、一晩混合攪拌後
遠心分離により微粒子分離



湿潤シリカ微粒子

比表面積 997m²/g

Feイオンの導入

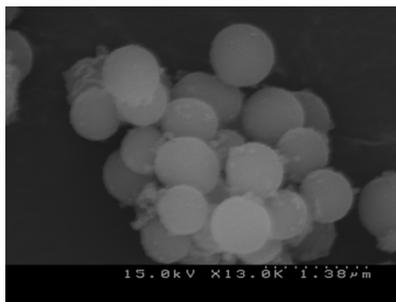
Fe/Si(mol比)=0.11になるようFeSO₄を
50 mlの純水中に溶解する。
そこに得られた湿潤シリカ微粒子を投入。

25°C、一晩混合攪拌後シャーレに取り出し
乾燥機(110°C)で乾燥

マグネタイト含有シリカ微粒子

Feを導入したシリカ微粒子を焼成

500°C、5時間、CO₂雰囲気下



SiMAG

比表面積 540m²/g

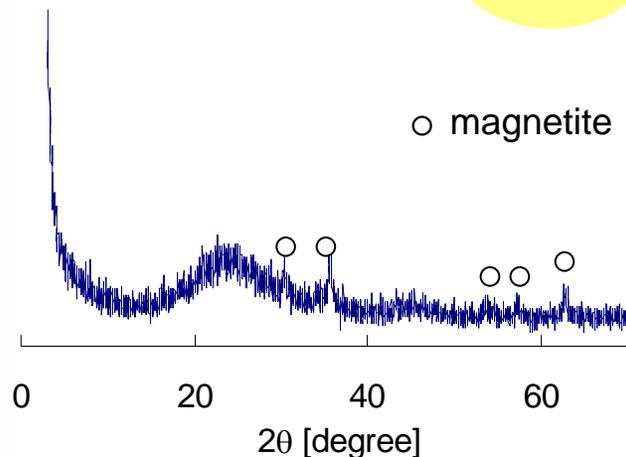


Fig.2 X-ray diffraction pattern of SiMAG.

SiMAGを用いたAs(V)の吸着等温線 (303K)

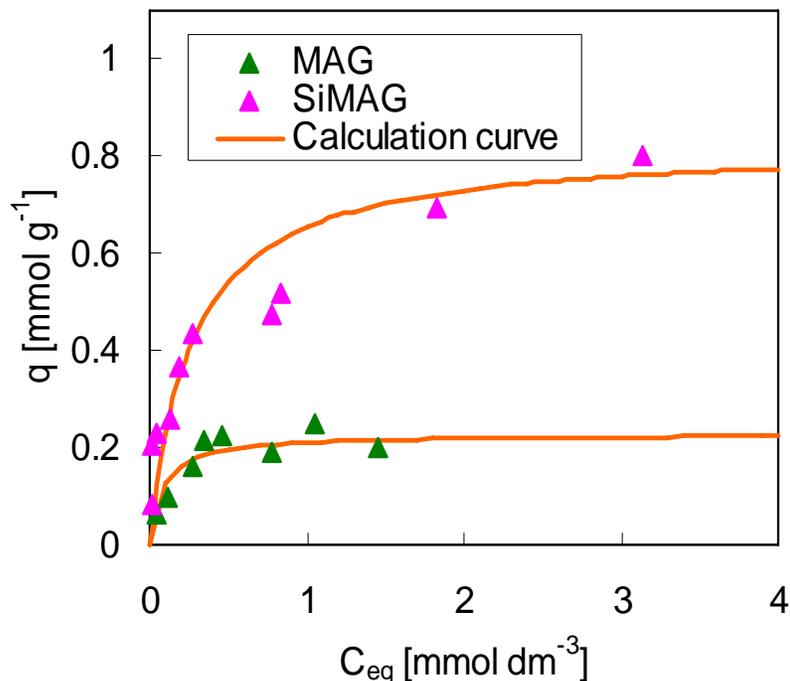


Fig.7 Adsorption isotherm of As(V) at 303K.
 MAG: $\text{pH}_{\text{eq}}=6.4 \pm 0.2$, $w=0.05\text{g}$, $v=0.01\text{dm}^3$
 SiMAG: $\text{pH}_{\text{eq}}=4.4 \pm 0.3$, $w=0.02\text{g}$, $v=0.02\text{dm}^3$

Langmuir equation

$$q = \frac{q_{\text{max}} K C_{\text{eq}}}{1 + K C_{\text{eq}}}$$

q : amount of As adsorption [mmol g^{-1}]

K : adsorption equilibrium constant [$\text{dm}^3 \text{mmol}^{-1}$]

q_{max} : amount of saturated adsorption [mmol g^{-1}]

C_{eq} : equilibrium concentration of As [mmol dm^{-3}]

Table 1 Adsorption capacity (q_{max}) and equilibrium constant (K) for As(III) at 303K using MAG and SiMAG.

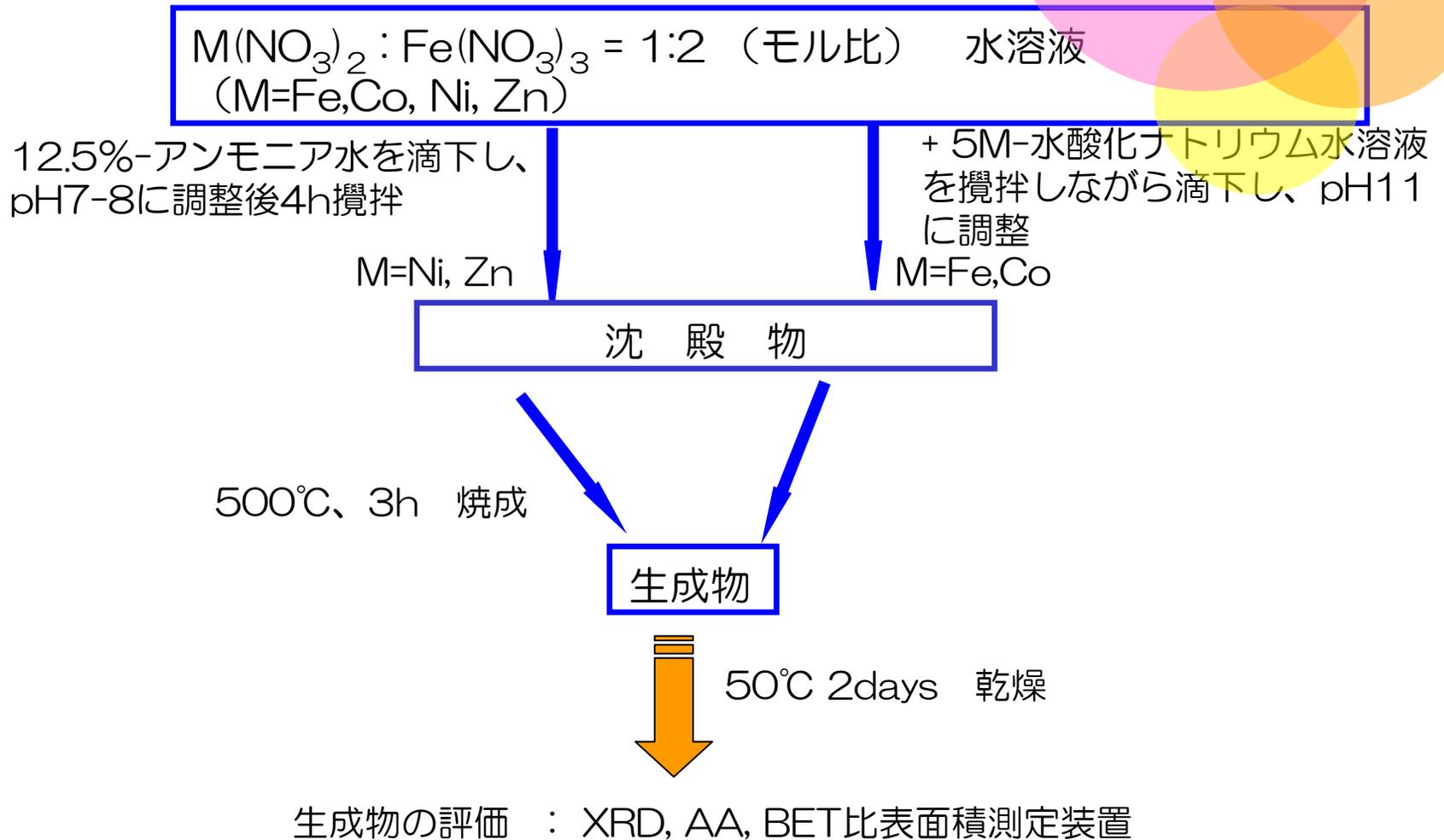
	q_{max} [mmol g^{-1}]	K [$\text{dm}^3 \text{mmol}^{-1}$]
MAG	2.28×10^{-1}	1.21×10
SiMAG	8.15×10^{-1}	4.20

市販鉄系吸着剤 (シュベルトマナイト) $q_{\text{max}}=1.07\text{mmol g}^{-1}$

As(V)の吸着に対してとても高い吸着能力を示した。

(2) フェライト微粒子を用いたヒ素の吸着除去

フェライト微粒子の調製法



Coフェライト (Co-F)を用いたヒ素の吸着等温線(303K)

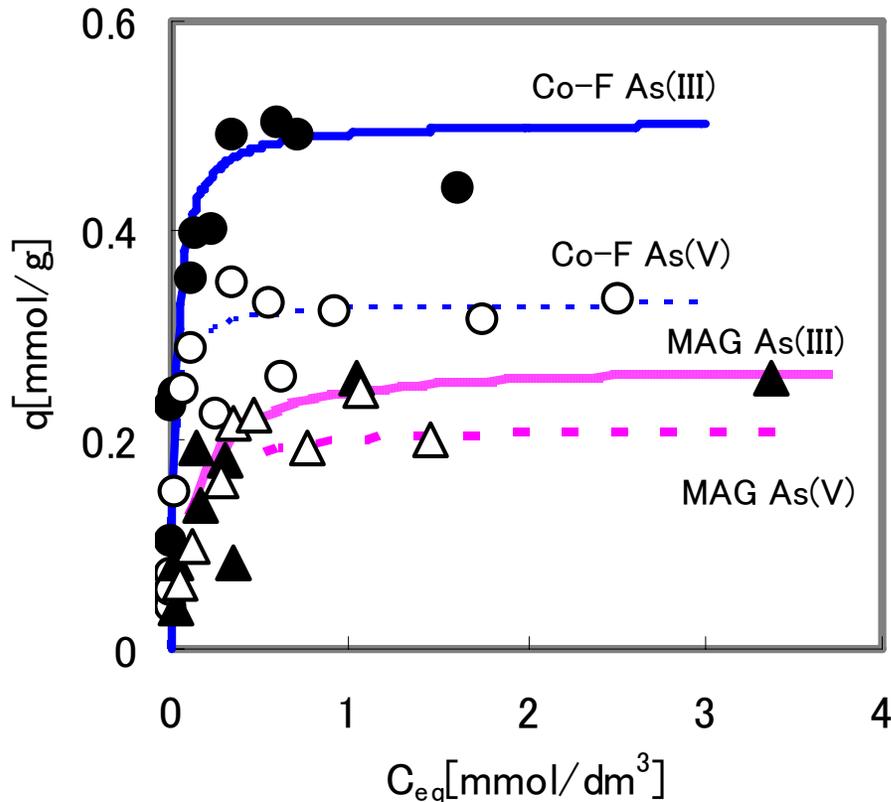


Fig. 6 Adsorption isotherms of As(III) and As(V)

at 303K, solid lines are calculated curves

MAG: magnetite

Co-F: Cobalt ferrite

Table 2 Adsorption capacities (q_{\max}) and equilibrium constants (K) for As(III) and As(V) at 303K using Co-F and MAG.

		q_{\max} [mmol g ⁻¹]	K [dm ³ mmol ⁻¹]
Co-F	As(III)	5.05x10 ⁻¹	3.81x10
	As(V)	3.31x10 ⁻¹	5.07x10
MAG*	As(III)	2.77x10 ⁻¹	4.74
	As(V)	2.28x10 ⁻¹	1.21x10

*K. Ohe *et.al.*, *J.Chem.Eng.Jpn.*, 38, 671-676(2005)

砒素の化合物の中で毒性の高いAs(III)に対する除去剤として期待される。

まとめ

- ・均一な真球状微粒子であるSiMAGおよびCo-Fはヒ素に対して高い飽和吸着量を示した。従って、これらの吸着材はヒ素除去剤としての応用が大いに期待できる。
- ・現在、マグネタイトの高比表面積化を目指し、調製方法特に沈澱試薬、添加金属塩等を検討し、ヒ素除去に効果的な吸着材の開発を行っている。