

酸性環境下における硫と鉄鉱の溶解

酸性鉱山廃水問題とは

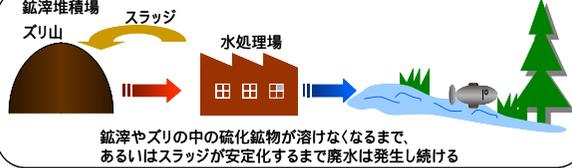
ヒ素を含む廃水の処理

国内で約30鉱山
世界全体での数は不明だが、相当な数に及ぶと考えられる。

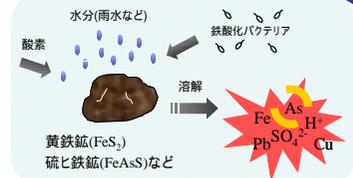
～ ヒ素を含む酸性鉱山廃水の例 ～

Mine name	Country	Description	T-As	pH
Summitville ²⁾	USA	Adit	0.13 ~ 3.9	2.37 ~ 3.25
Summitville ²⁾	USA	Dump	0.1 ~ 5.7	2.31 ~ 2.9
Richmond ²⁾	USA	Adit	56.4 ~ 340	-1 ~ -0.48
McNulty ²⁾	USA	Dump	0.005	1.9
Penjom ³⁾	Malaysia	Adit	2.97	2.5
Iron Duke ³⁾	Zimbabwe	Adit	72	0.52
Dizon ³⁾	Philippine	Open pit	0.063	2.1

上記のSummitville鉱山における廃水の一例 単位: ppm
pH DO SO₄ Al As Ca Cd Cu Fe Mg Mn Pb Si Zn
2.94 10 1920 130 0.4 93 0.2 120 310 34 18 0.32 31 20



鉱滓やスリの中の硫化鉱物が溶けなくなるまで、あるいはスラッジが安定化するまで廃水は発生し続ける



ヒ素イオンはAs(V)のほうがAs(III)と比べて一般に毒性が低く、除去もしやすい。

研究目的

ヒ素を含む酸性鉱山廃水の発生抑制方法を開発するために
硫と鉄鉱の溶解メカニズムを明らかにする

～ 溶出するヒ素の酸化数を決める因子を明らかにしたい～

ヒ素を含む酸性鉱山廃水生成の原因鉱物

硫と鉄鉱 (Arsenopyrite)

化学式 FeAsS

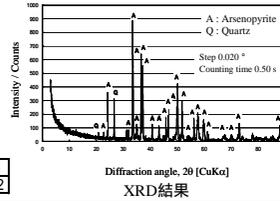


試料と分析方法

粒子径分布: 38-75 μm
(乾式ふるいによる)

湿式分析結果 (モル比)

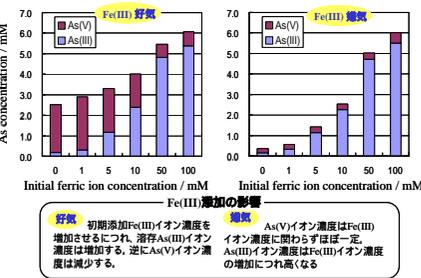
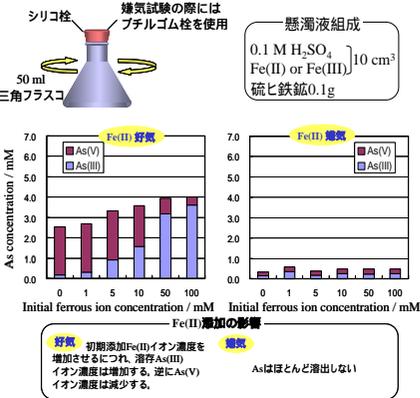
Fe	As	S	Si	Cu	Ca
1	1.02	0.97	0.07	0.01	0.02



使用した試薬
Fe(III): Fe₂(SO₄)₃ · nH₂O
Fe(II): FeSO₄ · 7H₂O
As(III): As₂O₃
As(V): Na₂HAsO₄

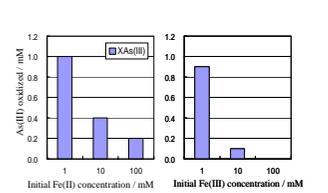
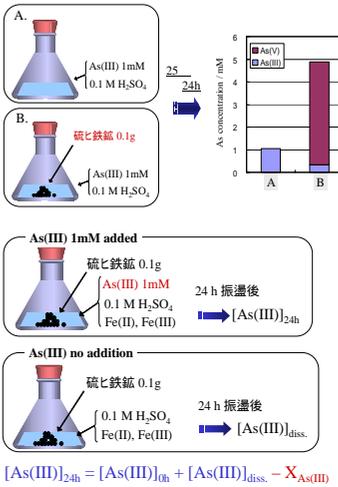
液の分析方法
・0.2 μmメンブレンフィルターでろ過
・T-As: ICP-AES
・As(III): チオナリド錯塩法
・As(V): T-AsとAs(III)の差より算出

溶解に及ぼす酸素とFe(III)イオンの影



・酸素がないと硫と鉄鉱はほとんど溶解しない
・As(V)が溶存するためには酸素が必要である。
・鉄イオンが多いほど、溶存するT-As中のAs(III)の割合が高くなる。

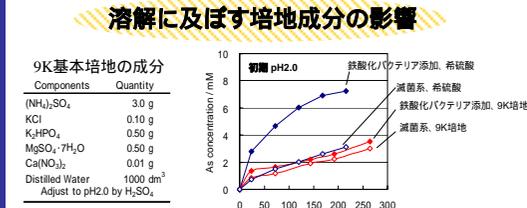
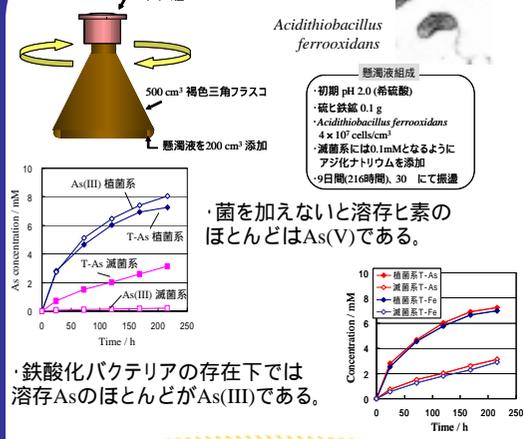
硫と鉄鉱存在下でのヒ素の酸化



$$X_{As(III)} = \text{初期添加したAs(III)(1mM)の酸化量}$$

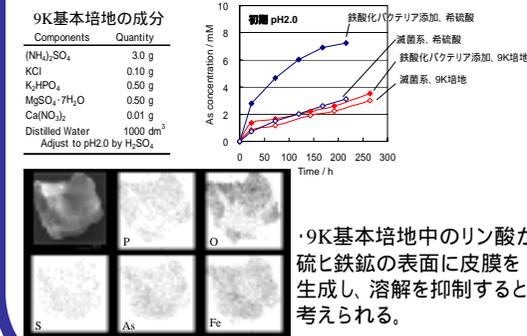
・硫と鉄鉱と溶存酸素により溶存As(III)は酸化される。また、鉄イオンはこれを阻害する。

溶解に及ぼす鉄酸化バクテリアの影響



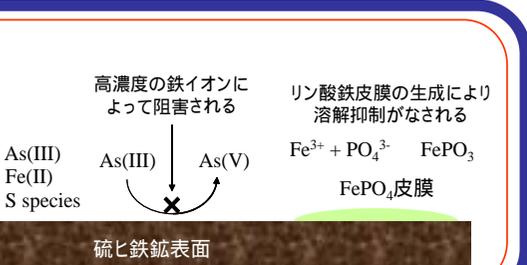
・菌を加えないと溶存ヒ素のほとんどはAs(V)である。
・鉄酸化バクテリアの存在下では溶存AsのほとんどがAs(III)である。

溶解に及ぼす培地成分の影響



・9K基本培地中のリン酸が硫と鉄鉱の表面に皮膜を生成し、溶解を抑制すると考えられる。

SEM-EDXによるマッピング



まとめ ～ 溶存ヒ素の酸化数を決める因子

- ・硫と鉄鉱から溶出したAs(III)は溶存酸素により硫と鉄鉱の表面を反応の場として酸化を受ける。
- ・Fe(III)は硫と鉄鉱によるAs(III)の酸化を抑制する。
- ・鉄酸化バクテリアの活動している系では鉄イオン濃度が高い。そのため溶存As(III)の酸化は抑制されると考えられる。
- ・9K培地中のリン酸は硫と鉄鉱表面にリン酸鉄の皮膜を生成し、溶解を抑制する。

