



Title	鉄共存下における水中溶存砒素の除去技術
Author(s)	宮林, 哲司; 大熊, 那夫紀; 奥野, 裕
Description	第9回衛生工学シンポジウム (平成13年11月1日 (木) -2日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 5 リスク評価と環境修復 . P5-3
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 9, 235-237
Issue Date	2001-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7177
Type	departmental bulletin paper
File Information	9-5-3_p235-237.pdf



5-3

鉄共存下における水中溶存砒素の除去技術

○宮林哲司、大熊那夫紀、奥野 裕（日立プラント建設）

1. はじめに

近年、井戸を取水源とした飲料水の砒素汚染が世界的に深刻な問題となっている。飲料水中の砒素は皮膚癌などの健康被害を引き起こすため、WHO、UNICEF 及び各国の関係機関が実態調査ならびに対策技術の選定を行っている^{1) 2) 3)}。また、砒素は鉄またはマンガンとともに地下水中に溶出すると言われており²⁾、砒素で汚染された井戸水には砒素とともに鉄、マンガンが共存すると考えられる。また、地下水中には溶存酸素がほとんど含まれていないことから、鉄は2価イオンの形態をしており、酸化することによって凝集剤として利用できる可能性がある。そこで、井戸水中に共存する鉄を利用した砒素除去について検討した。

2. 実験方法

2. 1 回分実験

鉄による砒素除去の効果と pH の影響を検討するため回分実験を行った。窒素曝気により脱気したビーカー内のイオン交換水に NaHCO_3 を加えて所定の pH に調整し、砒素と鉄が所定の濃度になるように原子吸光度計用 As(III) 標準液と $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を加えた。Fe(II) は空気曝気で容易に Fe(III) に酸化されるため、溶存酸素濃度が飽和になるように空気曝気し、所定時間経過後のビーカー内試料を No. 5A ろ紙でろ過して、ろ液の総砒素、総鉄濃度を測定した。なお、井戸水は溶存酸素のない還元雰囲気であると考え、鉄源として Fe(II)、砒素源として As(III) を用いた。

2. 2 連続実験

空気曝気で生成した鉄の凝集フロックを分離して砒素の除去効果を検討するため、マンガン砂ろ過および砂ろ過カラムに連続通水した。図1に連続実験装置を示す。マンガン砂（ $\phi 0.5\text{mm}$ 程度）またはろ過砂（ $\phi 0.5\text{mm}$ 程度）は、有効容積 212mL のガラス製カラムに 100mL を充填した。原水タンク内で回分実験の場合と同様にイオン交換水を脱気、pH 調整、砒素および鉄濃度を調整し、30 分間空気曝気した後 $\text{SV}10\text{h}^{-1}$ でカラムに通水した。通水開始から 1 時間後の処理水をサンプルとし、総砒素および総鉄濃度を測定した。

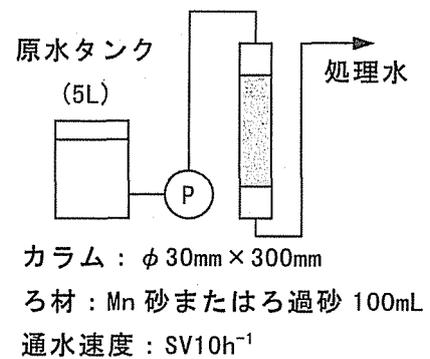


図1 連続実験装置

3. 実験結果及び考察

3. 1 回分実験

(1) 鉄濃度の影響

原水の鉄濃度を変化させた場合の砒素除去特性を図2に示す。原水砒素濃度 0.25mg/L に対し曝気 30 分後のろ過水砒素濃度は、原水鉄濃度 1mg/L 、 5mg/L 、 10mg/L の場合それぞれ 0.23mg/L 、 0.21mg/L 、 0.098mg/L となり、鉄フロック形成による砒素除去の効果を確認できた。

鉄除去量と砒素除去量の関係を図3に示す。鉄の除去量の増加にともない砒素の除去量も増加した。また、原水鉄濃度 1mg/L と 5mg/L の場合に比べて、原水鉄濃度 10mg/L の場合は、鉄の

除去量に対する砒素の除去量が多かった。これは、原水鉄濃度 10mg/L の場合には水酸化第二鉄のフロック形成が十分行われ、補足された砒素が多かったためと考えられる。

(2) pH の影響

原水の pH を変化させた場合の砒素除去特性を図 4 に示す。pH7.1 から 9.2 の範囲では、pH が高いほどろ過水砒素濃度の減少が速くなった。これは、弱アルカリ性においては、中性の場合よりも曝気による水酸化第二鉄の生成速度が速いため、それに伴い砒素の減少速度も速くなったと考えられる。また、pH が高いほど、ほぼ最終的な砒素濃度が低くなった。これは、弱アルカリ性において水酸化第二鉄の溶解度が低く、水酸化第二鉄とともに析出した砒素が多くなったためと考えられる。

図 5 に除去された砒素と鉄の比率に及ぼす pH の影響を示す。pH が高いほど、除去された鉄に対する砒素の比率が高くなった。これは、鉄源として用いた $FeSO_4$ は弱アルカリ性で凝集効果が高いことと、As(III) は中性付近ではほとんど H_3AsO_3 として存在するが、pH が高くなるにしたがい $H_2AsO_3^-$ に変化し、水酸化第二鉄によって捕捉されやすくなったためと考えられる。

3. 2 連続実験

(1) マンガン砂の効果

図 6 に連続実験における鉄濃度の影響を示す。原水砒素濃度 0.15mg/L に対し、鉄を添加せず砂ろ過した場合には、ほとんど砒素を除去することができなかった。

原水鉄濃度が増加するにしたがい処理水砒素濃度は減少し、原水鉄濃度 8.9mg/L の場合に約 0.05mg/L の砒素を除去することができたが、処理水中に 0.096mg/L の砒素が残留した。一方マンガン砂でろ過した場合には、鉄を添加しない場合でもほぼ完全に砒素を除去することができ、共存する鉄では除去しきれない砒素をマンガン砂で除去できることを確認した。

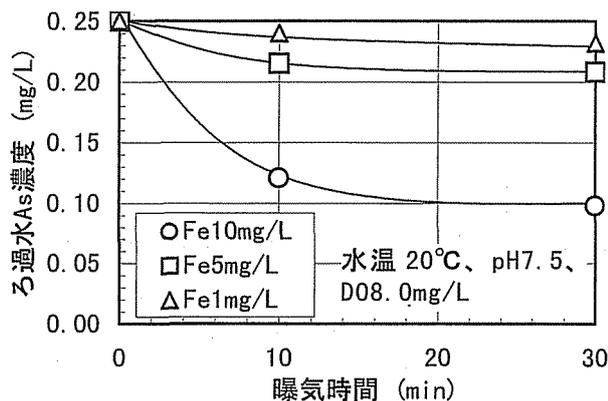


図2 Fe濃度変化時の砒素除去特性

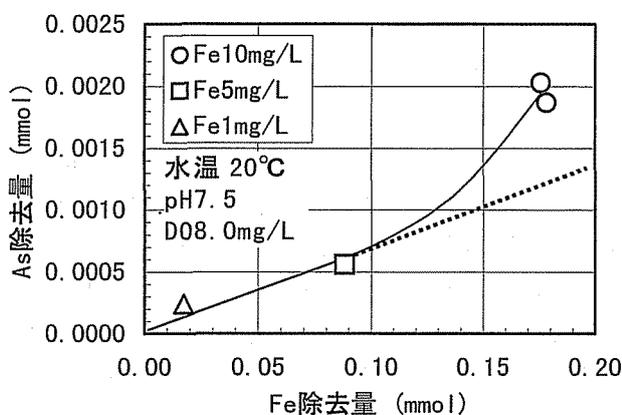


図3 Fe除去量とAs除去量の関係
(曝気 30 分後)

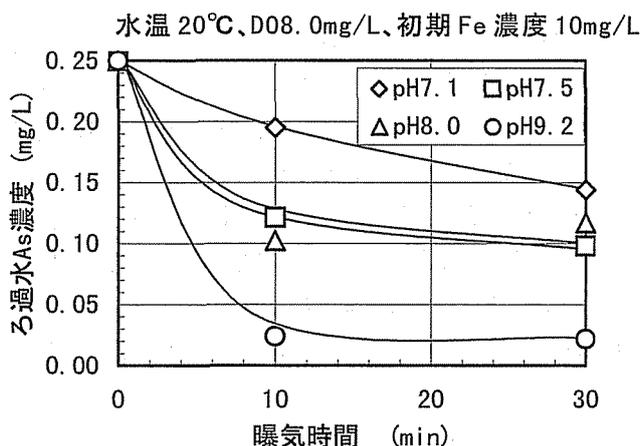


図4 pH変化時の砒素除去特性

(2) 高濃度砒素に対する性能

図7に原水砒素濃度を2.5mg/L程度まで増加させた場合の処理水砒素濃度を示す。原水鉄濃度3mg/Lと7mg/Lでは、処理性能に大差はなかった。また、原水砒素濃度1mg/L程度でも鉄凝沈とマンガン砂ろ過で0.05mg/L以下に除去できることを確認した。

4. まとめ

井戸水中に砒素とともに存在する鉄を利用した砒素除去技術を検討し、以下の知見を得た。

- (1) 共存する Fe(II)を酸化することによって砒素を除去することができた。
- (2) 効率的に砒素を除去するためには、鉄フロックの形成とアルカリ性側での pH の制御が重要である。
- (3) マンガン砂でろ過することにより溶存している砒素を除去することができた。
- (4) 鉄凝沈、マンガン砂ろ過の組み合わせで1mg/Lの砒素を0.05mg/L以下まで除去できた。

今後の課題として、マンガン砂による砒素除去のメカニズムの解明、As(III)とAs(V)の処理特性の差を明確化するとともに、本砒素除去技術の長期安定性を確認する。

【参考文献】

- 1) WHO, Fact Sheets No. 210(1999)
- 2) UNICEF, Arsenic Mitigation in Bangladesh(2000)
- 3) Office of Water, EPA, Arsenic in Drinking Water(2000)

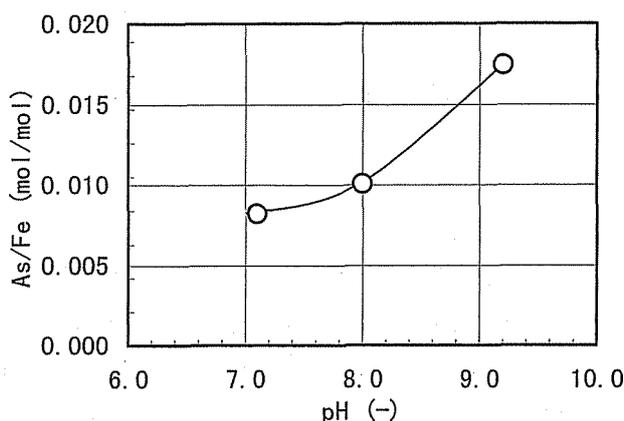


図5 鉄利用効率のpH依存

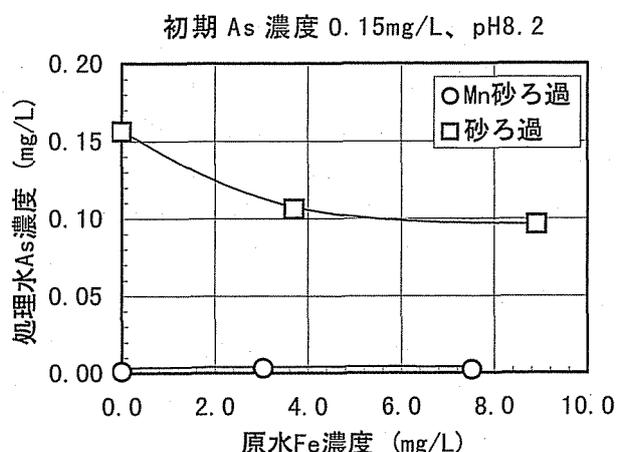


図6 連続実験におけるMn砂の効果

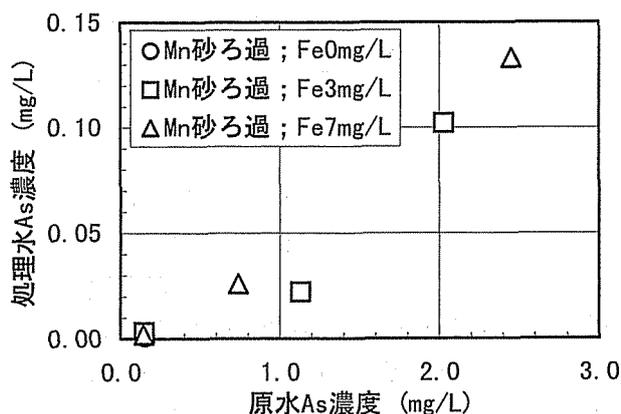


図7 高濃度原水に対する性能