

# 酸性水の自然自律型排水処理方法に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 29～令 1

担当チーム：防災地質チーム

研究担当者：倉橋稔幸、岡崎健治、田本修一、大日向昭彦

## 【要旨】

本研究では、酸性水の自然自律型排水処理方法を検討するため、鉄酸化細菌の溶存鉄低減能力に着目し、鉄酸化細菌による酸性水の溶存鉄浄化実験を行った。その結果、温度条件(常温(20℃), 低温(5℃))の違いにかかわらず、鉄酸化細菌により酸性水中の約9割の溶解性鉄(二価鉄)を低減させることが可能であることを明らかにした。また、ホタテ貝殻による酸性水のバッチ中和反応試験を行い、ホタテ貝殻の酸性水中和効果及び必要添加量を確認した。これらの結果より、酸性水が中和されるとともに酸性水中の溶解性鉄や砒素といった金属成分が効率よく低減される鉄酸化細菌とホタテ貝殻を組み合わせた排水処理方法を提案した。

キーワード：自然自律型排水処理方法、鉄酸化細菌、酸性水、溶解性鉄(二価鉄)、砒素

## 1. はじめに

トンネル工事の際に発生する掘削ずり等の建設発生土中に黄鉄鉱をはじめとする硫化鉱物が含まれていることがある。この硫化鉱物が大気中の酸素や雨水と接触することで酸化・分解反応が起こり、酸性水を発生させる<sup>1)2)</sup>(図-1)。酸性水には鉄が多く溶存し、中和処理の障害となっている。通常酸性水は濁水処理設備において、薬剤により中和処理されるとともに鉄分もこの過程で同時に処理され、水質汚濁防止法に定められた排水基準を満たした状態で河川等の公共用水域に放出されている。このため、多くの手間と費用を要している。

そこで、資源やエネルギーをできるだけ消費せず自然の浄化作用により経済的に酸性水を浄化する自律型排水処理方法として、溶存鉄低減能力を有する鉄酸化細菌の活用を検討した。鉄酸化細菌とは、水中に溶存する二価鉄を酸化して三価鉄とし、これを体内に沈積する能力を持った細菌である<sup>3)</sup>(図-2)。この能力を活用することで酸性水中の溶存鉄を低減し、水質の改善を図れる可能性がある。

本研究では、鉄酸化細菌の溶存鉄低減能力を確認するため、鉄酸化細菌による酸性水の溶存鉄浄化実験を行った。また、北海道内において産業廃棄物として大量に廃棄されているホタテ貝殻を中和材としてバッチ中和反応試験を行った。さらに、これらの実験結果を踏まえ、鉄酸化細菌とホタテ貝殻を組み合わせた酸性水の水質浄化実験を行った。

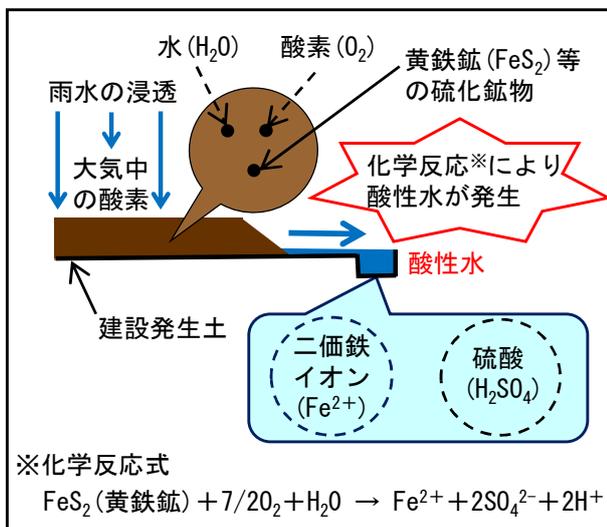


図-1 建設発生土における酸性水発生概念図

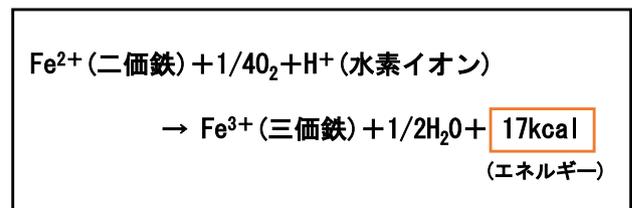


図-2 鉄酸化細菌の作用

鉄酸化細菌は二価鉄を三価鉄に酸化し、体内に沈積させる。細菌はその時発生するエネルギーを利用して生育する。



写真-1 鉄酸化細菌の培地

表-1 顕微鏡観察による菌種の同定結果

| 菌種   | ガリオネラ<br>(Gallionella) | シデロコッカス<br>(Siderococcus) |
|--|------------------------|---------------------------|
| 出現頻度   | +++                    | +                         |
| 《凡例》<br>+++ : 非常に多く出現する(顕微鏡のすべての視野に数個体以上)<br>++ : 多く出現する(顕微鏡のすべての視野に1個体以上)<br>+ : 出現する(顕微鏡の幾つかの視野に散見)<br>- : 出現しない |                        |                           |

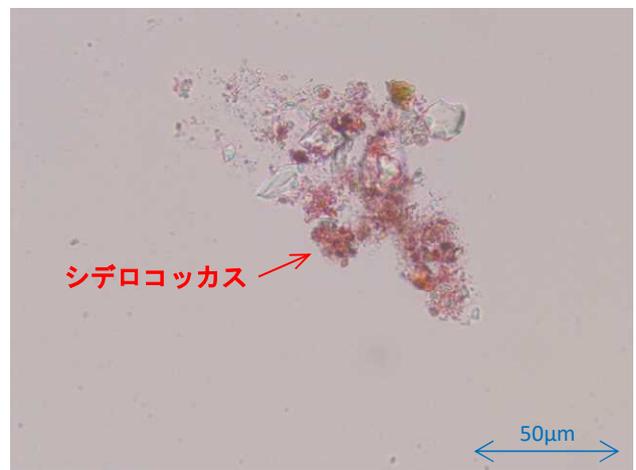


写真-2 鉄酸化細菌の顕微鏡写真(左: ガリオネラ、右: シデロコッカス)

## 2. 研究方法

### 2. 1 鉄酸化細菌による溶存鉄浄化実験

#### 2. 1. 1 試料採取

実験に使用した酸性水の溶媒を道南の鉱山跡地で採水した。酸性水の水素イオン指数(pH)は1.8、電気伝導度(EC)は650mS/m、溶解性鉄(二価鉄)濃度は128mg/Lであった。一方、実験に使用した鉄酸化細菌は道央のトンネルで採取した(写真-1)。鉄酸化細菌は菌種により独特の外観を形成する特徴がある。「工業用水中の鉄細菌の存在を顕微鏡によって定性的に判定する試験方法(JIS K 0350-80-10)」で菌種を同定した。その結果、表-1に示すようにリボンをねじったような形状のガリオネラ(写真-2(左))のほか、小球形の細胞が不規則に集まり小さな集塊状となるシデロコッカス(写真-2(右))が散見された。

#### 2. 1. 2 溶存鉄浄化実験方法

本実験は、「ISO 21268-3 上向流カラム通水試験」を準用して実施した。図-3に示すように実験装置は、溶媒タンク、ポンプ、カラム、採水タンクから構成される。実験条件を表-2に示す。まず、カラムに浄化材である鉄酸化細菌45g(湿潤重量)と母材である珪砂5号450gを充填した。鉄酸化細菌45gを2層に分け(22.5gずつ)、供試体の底部と中間部に敷設した。次に、溶媒である酸性水をカラム下端から12mL/hの速度で通水した。液面がカラムの上端に達し珪砂5号が湿潤したことを確認した後、ポンプを停止し72時間静置した。その後、12mL/hの速度で累積液固比(L/S)(L:酸性水の累積通水量[mL]、S:珪砂5号の充填量[g])が20(累積通水流量9,000mL)になるまで酸性水を継続して通水した。累積液固比(L/S)が5(2,250mL通水時)、

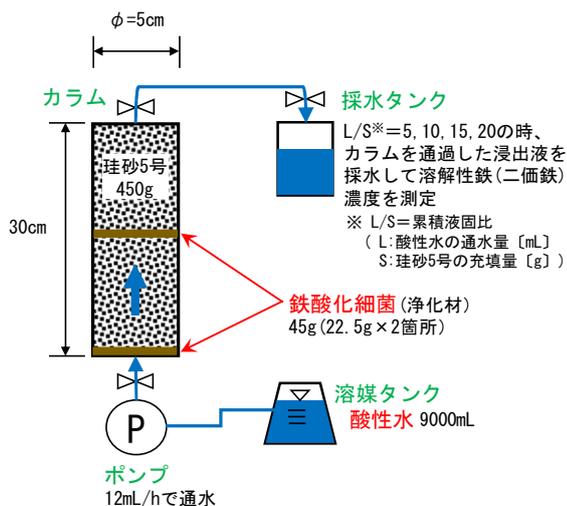


図-3 浄化実験装置の模式図

10(4, 500mL 通水時), 15(6, 750mL 通水時), 20(9, 000mL 通水時)の時に、カラム内を通過した浸出液を採水し、それぞれを検液として溶解性鉄(二価鉄)濃度を測定した。溶解性鉄(二価鉄)濃度は0.2 $\mu$ mメンブランフィルターで濾過した検液50mLに、硝酸が4%になるように添加したものを分析試料とし、フェナントロリン吸光度法(JIS K0120 57.1)で測定した。なお、ケース1の常温(20℃)とケース2の低温(5℃)の2つの温度条件で実験を行った。

## 2.2 ホタテ貝殻による酸性水のバッチ中和反応試験

### 2.2.1 試料

試験に使用した酸性水は、2.1節で使用したものと同じものである。一方、中和材は、酸性水の中和対策として広く用いられている炭酸カルシウムを主成分とするホタテ貝殻を使用した。本試験では、道南で水揚げされたホタテの貝殻を乾燥させ、表-3の粒度試験結果が示すように粒径2mm以下に粉砕した粉末状のものを使用した(写真-3)。

### 2.2.2 バッチ中和反応試験方法

酸性水のバッチ中和反応試験は、「環境庁告示第46号試験」に示される方法を準用して実施した。バッチ中和反応試験の模式図を図-4に示す。酸性水1000mLに対して、ホタテ貝殻粉末をそれぞれ2g(酸性水1000mLに対する重量割合0.2%), 5g(酸性水1000mLに対する重量割合0.5%), 10g(酸性水1000mLに対する重量割合1%)を添加した。振とう幅は4~5cm、毎分200回の速度で1時間平行振とうした。振とう後10~30分程度静置した後、毎分約3000回転で20分間遠心

表-2 浄化実験の実験条件

|          |   |
|----------|---|
| カラム充填材   | 浄化材：鉄酸化細菌 45g(湿潤重量)<br>母材：珪砂5号 450g                         |
| 溶媒       | 酸性水 9,000mL   |
| 溶媒の通水速度  | 12mL/h  |
| 浸出液の採水頻度 | 累積液固比(L/S)=5, 10, 15, 20<br>(L：酸性水の累積通水量[mL]、S：珪砂5号の充填量[g]) |
| 温度条件     | ケース1：常温(20℃)<br>ケース2：低温(5℃)                                 |

表-3 ホタテ貝殻の粒度試験結果

| 粒径      | 2~0.075mm<br>(砂分) | 0.075~<br>0.005mm<br>(シルト分) | 0.005mm未満<br>(粘土分) |
|---------|-------------------|-----------------------------|--------------------|
| ホタテ貝殻粉末 | 76.1%             | 19.2%                       | 4.7%               |



写真-3 ホタテ貝殻の粉末

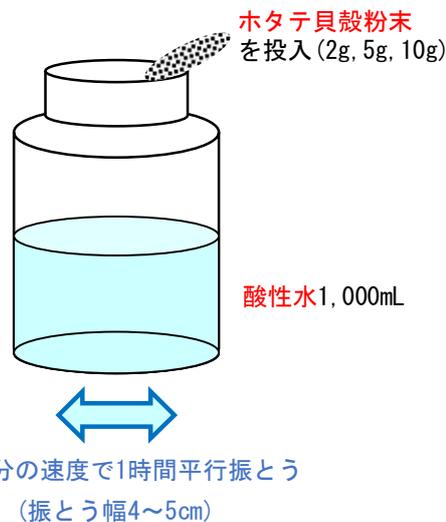


図-4 酸性水のバッチ中和反応試験の模式図

分離した後の上澄み液を孔径  $0.45\ \mu\text{m}$  のメンブランフィルターで濾過し、その濾液を検液として水素イオン指数 (pH) を測定した。水素イオン指数 (pH) はガラス電極法 (JIS K0120 12.1) により測定した。

## 2. 3 鉄酸化細菌とホタテ貝殻を用いた自然自律型排水処理実験

### 2. 3. 1 試料

溶媒である酸性水は、2. 1節及び2. 2節で使用したものと同一のものを使用した。一方、カラム充填材である鉄酸化細菌については2. 1節で使用したもの、ホタテ貝殻については2. 2節で使用したものと同一のものを使用した。

### 2. 3. 2 自然自律型排水処理実験方法

本実験は、「ISO 21268-3 上向流カラム通水試験」を準用して実施した。図-5に示すように実験装置は、溶媒タンク、ポンプ、カラム、採水タンクから構成される。カラムの上下中間部に直径7mmの貫通孔を設けた仕切板を設置し、上部と下部に分離した。上部には溶存鉄の浄化層として、浄化材である鉄酸化細菌45g (湿潤重量) と母材である珪砂5号450gを充填した。鉄酸化細菌45gを2層に分け、22.5gずつ浄化層 (カラム上部) の底部と中間部に敷設した。一方、下部には酸性水の中和層として、中和材であるホタテ貝殻粉末90gと母材である珪砂5号を均等に混合したものを充填した。実験条件を表-4に示す。溶媒である酸性水をカラム下端から12mL/hの速度で通水した。液面がカラムの上端に達し珪砂5号が湿潤したことを確認した後、ポンプを停止し72時間静置した。その後、累積液固比 (L/S) (L : 酸性水の累積通水量 [mL]、S : カラム上部 (浄化層) の珪砂5号の充填量 [g]) が20 (累積通水流量9,000mL) になるまで継続して通水した。累積液固比 (L/S) が5 (2,250mL通水時)、10 (4,500mL通水時)、15 (6,750mL通水時)、20 (9,000mL通水時) の時にカラムを通過した浸出液を採水し、それぞれを検液として水質分析した。なお、温度条件は常温 (20°C) とした。

### 2. 3. 3 浸出液の水質分析方法

浸出液の水質分析では、水素イオン指数 (pH)、溶解性鉄濃度及び砒素濃度を測定した。まず、水素イオン指数 (pH) は  $0.45\ \mu\text{m}$  メンブランフィルターで濾過した検液をガラス電極法 (JIS K0120 12.1) により測定した。次に、溶解性鉄濃度は  $0.2\ \mu\text{m}$  メンブランフィルターで濾過した検液50mLに、硝酸が4%になるように添加したものを分析試料とし、ICP発光分光分析法 (JIS K0120 57.4) で測定した。続いて、砒素濃度は  $0.45\ \mu\text{m}$  メンブランフィルターで濾過した検液を ICP 質量分析法 (JIS

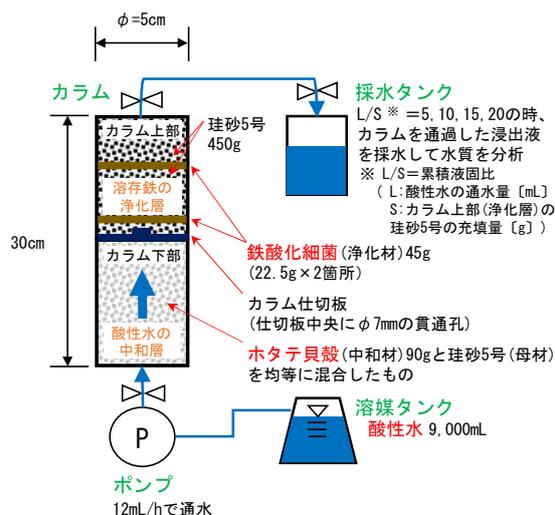


図-5 自然自律型排水処理実験装置の模式図

表-4 自然自律型排水処理実験の実験条件

|                   |   |
|-------------------|---|
| カラム上部充填材 (仕切板の上部) | 浄化材：鉄酸化細菌 45g (湿潤重量)<br>母材：珪砂5号 450g  |
| カラム下部充填材 (仕切板の下部) | ホタテ貝殻 (中和材) 90gと珪砂5号 (母材) を均等に混合したもの  |
| 溶媒                | 酸性水 9000mL  |
| 溶媒の通水速度           | 12mL/h  |
| 浸出液の採水頻度          | 累積液固比 (L/S) = 5, 10, 15, 20<br>(L : 酸性水の累積通水量 [mL]、S : カラム上部 (浄化層) の珪砂5号の充填量 [g]) |
| 温度条件              | 常温 (20°C)   |

K012 61.4) で測定した。

### 2. 3. 4 酸性水通水後のカラム内の電子顕微鏡観察及び元素分析方法

鉄酸化細菌に沈積された鉄分を観察するため、酸性水9000mLの通水終了後にカラム内の鉄酸化細菌充填箇所から試料を採取し、電子顕微鏡で観察するとともに元素分析を行った。走査電子顕微鏡 (SEM) を使用し、鉄酸化細菌の分布や形態観察を行った。一方、元素分析は走査電子顕微鏡 (SEM) に付属するエネルギー分散型 X線分析装置 (EDS) を使用し、試料に含まれる元素を元素毎に2次元的な分布画像として得られる元素マッピングを行った。

## 3. 研究結果

### 3. 1 鉄酸化細菌による溶存鉄浄化実験結果

#### 1) ケース 1 (常温 (20°C)) の実験結果

ケース 1 (常温(20℃))の実験結果を図-6 に示す。溶解性鉄(二価鉄)濃度 128mg/L であった酸性水が、累積液固比 5(2, 250mL 通水時)では 7.4mg/L、累積液固比 10(4, 500mL 通水時)では 8.2mg/L、累積液固比 15(6, 750 mL 通水時)では 7.2mg/L となり、通水終了時の累積液固比 20(9, 000mL 通水時)でも 5.4mg/L に低減されていた。累積液固比 20(9, 000mL 通水時)の溶解性鉄(二価鉄)除去率は 96%であり、通水流量が増加しても 9 割程度の溶解性鉄(二価鉄)が安定して低減されていることを確認した。

### 2) ケース 2 (低温(5℃))の実験結果

ケース 2 (低温(5℃))の実験結果を図-7 に示す。溶解性鉄(二価鉄)濃度 128mg/L であった酸性水が、累積液固比 5(2, 250mL 通水時)では 15.4mg/L、累積液固比 10(4, 500mL 通水時)では 8.9mg/L、累積液固比 15(6, 750mL 通水時)では 6.6mg/L、通水終了時の累積液固比 20(9, 000mL 通水時)でも 5.2mg/L に低減されていた。累積液固比 20(9, 000mL 通水時)の溶解性鉄(二価鉄)除去率は 96%であり、ケース 1 (常温(20℃))と同様に、通水終了時まで 9 割程度の溶解性鉄(二価鉄)が安定して低減されていることを確認した。

### 3) 常温条件と低温条件の比較

溶解性鉄(二価鉄)濃度が128mg/Lであった酸性水が、通水終了時の累積液固比20(9, 000mL通過時)では、ケース 1 (常温(20℃))の場合5.4mg/Lとなり、ケース 2 (低温(5℃))の場合5.2mg/Lとなった。いずれのケースにおいても酸性水中の96%の溶解性鉄(二価鉄)が低減されており、温度条件にかかわらず酸性水中の9割程度の溶解性鉄(二価鉄)が低減されている。溶解性鉄(二価鉄)が低減された要因としては、いずれのケースにおいても図-2に示す鉄酸化細菌の作用により溶解性の二価鉄が三価鉄となり鉄酸化細菌に沈積し、酸性水中の二価鉄が減少したものと考えられる。以上の結果から、温度条件にかかわらず、鉄酸化細菌の作用により酸性水中の9割程度の溶解性鉄(二価鉄)を低減させることが可能であることが分かった。

## 3. 2 ホタテ貝殻による酸性水のバッチ中和反応試験結果

酸性水へのホタテ貝殻粉末添加量と水素イオン指数(pH)の関係を図-8 に示す。ホタテ貝殻粉末を 2g(酸性水に対する重量割合 0.2%)添加すると水素イオン指数(pH)が 2.8に、5g(酸性水に対する重量割合 0.5%)添加すると水素イオン指数(pH)が 4.7に、10g(酸性水に対する重量割合 1%)添加すると水素イオン指数(pH)が 6.5にそれぞれ上昇した。酸性水にホタテ貝殻

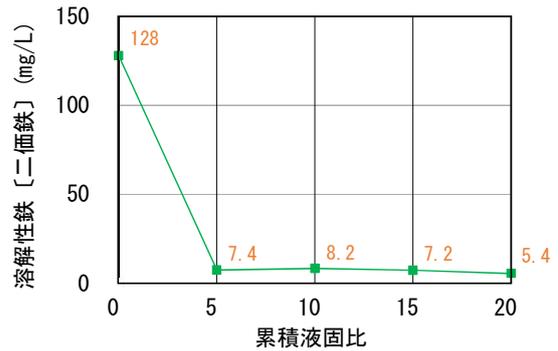


図-6 ケース 1(常温(20℃))の溶解性鉄(二価鉄)濃度変化

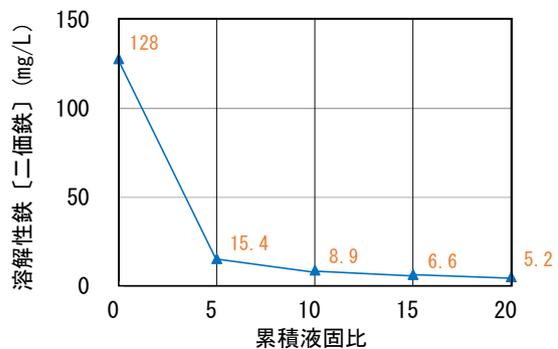


図-7 ケース 2(低温(5℃))の溶解性鉄(二価鉄)濃度の変化

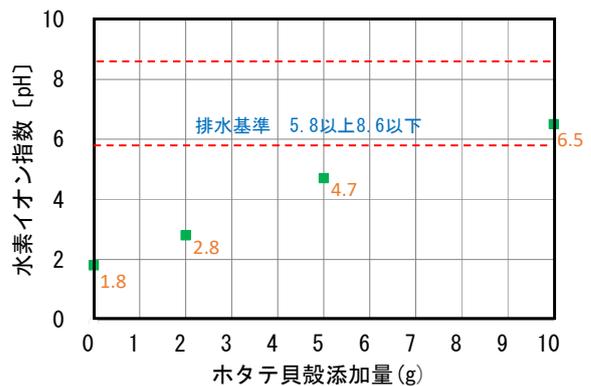


図-8 ホタテ貝殻添加量と水素イオン指数 (pH) の関係

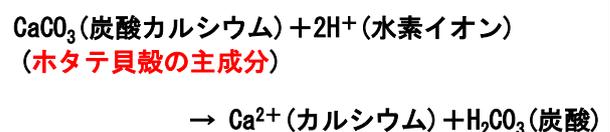


図-9 ホタテ貝殻(炭酸カルシウム)の作用

を添加すると図-9 に示すようにホタテ貝殻の主成分である炭酸カルシウムと酸性水中の水素イオンが反応し、カルシウムと炭酸が生成される。この過程で水素イオンが消費され、酸性水中の水素イオンが減少したため、水素イオン指数(pH)が上昇したものと考えられる。以上の結果からホタテ貝殻の酸性水中和効果が確認され、水素イオン指数(pH)が1.8の酸性水の場合、酸性水に対する重量割合1%のホタテ貝殻を添加すれば、水質汚濁防止法に基づく一律排水基準(水素イオン指数(pH)5.8以上8.6以下)を満たす中性域に中和可能であることが分かった。

### 3.3 鉄酸化細菌とホタテ貝殻を用いた自然自律型排水処理実験結果

#### 3.3.1 浸出液の水質分析結果

##### 1) 水素イオン指数(pH)の測定結果

図-10 に水素イオン指数(pH)の測定結果を示す。実験開始前の酸性水の水素イオン指数(pH)は1.8であったが、累積液固比5(2,250mL 通水時)では7.6に、累積液固比10(4,500mL 通水時)では7.7に上昇し、累積液固比15(6,750mL 通水時)及び累積液固比20(9,000mL 通過時)では累積液固比10(4,500mL 通水時)と同値7.7のまま一定であった。酸性水通水終了時の累積液固比20(9,000mL 通過時)の水素イオン指数(pH)は7.7であり、通水流量が増加しても水質汚濁防止法に基づく一律排水基準(水素イオン指数(pH)5.8以上8.6以下)を満たす中性域に安定して中和されていることを確認した。これは、カラム下部に充填したホタテ貝殻の酸性水中和効果によるものと考えられる。

##### 2) 溶解性鉄の測定結果

図-11 に溶解性鉄の測定結果を示す。実験開始前の酸性水の溶解性鉄濃度は308mg/Lであったが、累積液固比5(2,250mL 通水時)、累積液固比10(4,500mL 通水時)、累積液固比15(6,750mL 通水時)及び累積液固比20(9,000mL 通水時)では検出限界(0.01mg/L)より低い結果となった。通水終了時の累積液固比20(9,000mL 通水時)でも濃度が大幅に低減され検出限界(0.01mg/L)より低くほぼ全ての溶解性鉄が除去されており、酸性水の通水量が増加しても溶解性鉄が水質汚濁法に基づく一律排水基準である10mg/L以下に安定して低減されていることを確認した。カラム上部に充填した鉄酸化細菌の溶存鉄低減能力の効果によるものと考えられる。

##### 3) 砒素の測定結果

図-12 に砒素の測定結果を示す。実験開始前の酸性水の砒素濃度は8.1mg/Lであったが、累積液固比5(2,2

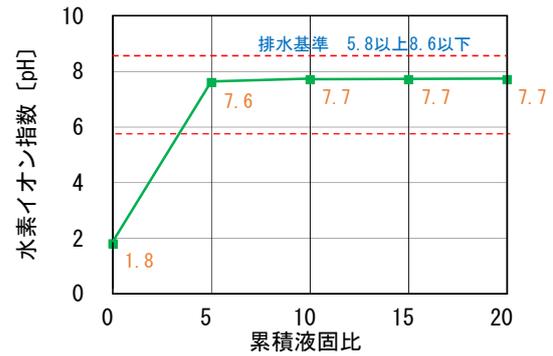


図-10 水素イオン指数(pH)の変化

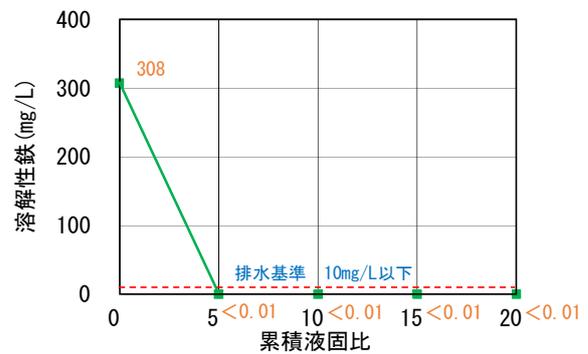


図-11 溶解性鉄の濃度変化

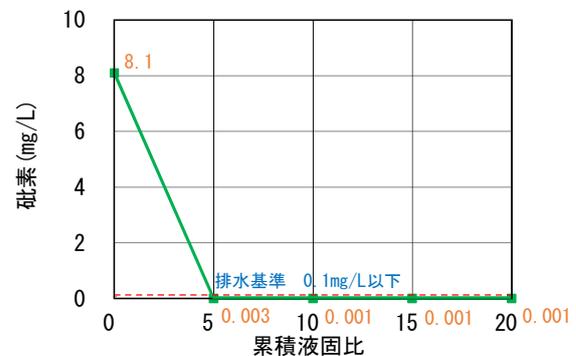


図-12 砒素の濃度変化

50 mL 通水時)では0.003mg/Lに、累積液固比10(5,000 mL 通水時)、累積液固比15(6,750mL 通水時)及び累積液固比20(9,000mL 通水時)では0.001mg/Lに低減されていた。通水終了時の累積液固比20(9,000mL 通水時)でも砒素濃度が0.001mg/Lと大幅に低減されており、酸性水の通水量が増加しても、水質汚濁法に基づく一律排水基準である0.1mg/L以下に安定して低減されていることを確認した。砒素が低減された要因としては、



写真-4 カラムの最下部に発生した赤褐色沈殿物  
(酸性水 9,000mL 通水終了後に撮影)

次のことが考えられる。鉄酸化細菌及びホタテ貝殻を充填したカラムへの酸性水の通水が開始されると、カラムの最下部に通水開始前にはなかった赤褐色の沈殿物が現れた(写真-4)。これは、カラム下部に充填したホタテ貝殻により酸性水が中和され水素イオン指数(pH)が上昇したため、酸性水中の三価鉄と水酸化物イオンが反応して発生した水酸化鉄であり(図-13)、水酸化鉄は不溶性のためカラムの最下部に沈殿したものと考えられる。砒素はこの水酸化鉄に吸着されやすい性質があるため、水酸化鉄に吸着されたものと推測される。そこで3. 3. 2項では、赤褐色沈殿物を走査電子顕微鏡(SEM)で観察するとともにエネルギー分散型X線分析装置(EDS)による元素マッピングを行い、赤褐沈殿物の成分元素を分析した。

### 3. 3. 2 酸性水通水後のカラム内の電子顕微鏡観察及び元素分析結果

#### 1) 鉄酸化細菌充填箇所から採取した試料の分析結果

カラム内の鉄酸化細菌充填箇所から採取した試料の走査電子顕微鏡(SEM)観察写真とエネルギー分散型X線分析装置(EDS)による鉄の元素マッピング画像を写真-5にそれぞれ示す。写真-5(上)に示す走査電子顕微鏡(SEM)観察写真では、ガリオネラやシデロコッカスといった鉄酸化細菌の分布が確認された。走査電子顕微鏡(SEM)で観察されたガリオネラ等の鉄酸化細菌の分布と写真-5(下)に示すエネルギー分散型X線分析装置(EDS)による鉄の元素分布を対比すると両者の分布は一致しており、鉄が鉄酸化細菌に沈積されていることが分かる。

#### 2) カラム最下部に発生した赤褐色沈殿物試料の分析結果

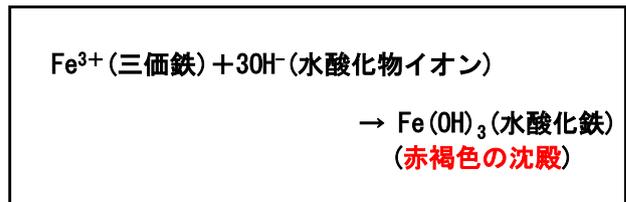


図-13 水素イオン指数(pH)の上昇に伴う水酸化鉄の生成

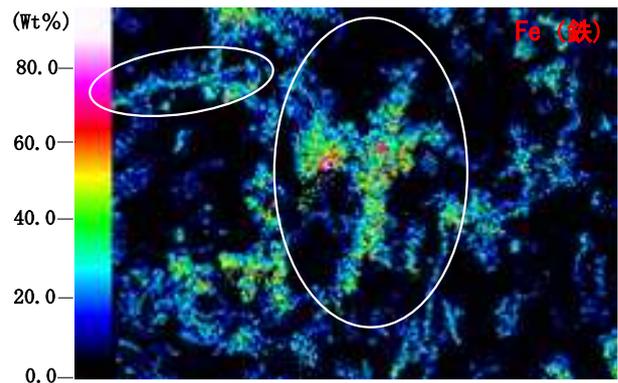
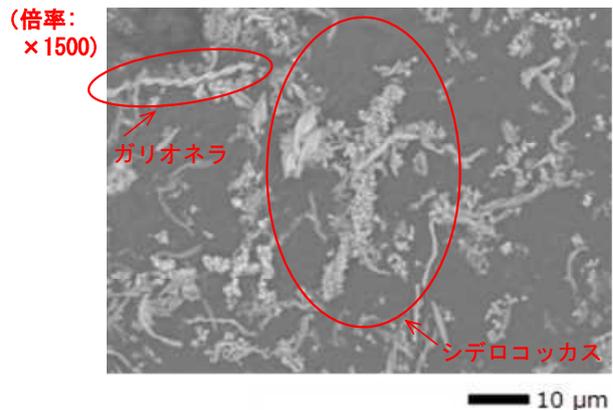


写真-5 カラム内の鉄酸化細菌充填箇所から採取した試料の走査電子顕微鏡(SEM)の観察写真(鉄酸化細菌)(上)とエネルギー分散型X線分析装置(EDS)による鉄のマッピング画像(下)

カラム最下部に発生した赤褐色沈殿物の走査電子顕微鏡(SEM)観察写真とエネルギー分散型X線分析装置(EDS)による元素マッピング画像を写真-6に示す。エネルギー分散型X線分析装置(EDS)による元素分析の結果、赤褐色沈殿物から鉄と砒素が検出された(写真-6(中)(下))。走査電子顕微鏡(SEM)による赤褐色沈殿物の分布(写真-6(上))とエネルギー分散型X線分析装置(EDS)による鉄のマッピング画像の鉄の元素分布(写真-6(中))を対比すると、両者の分布が一致してい

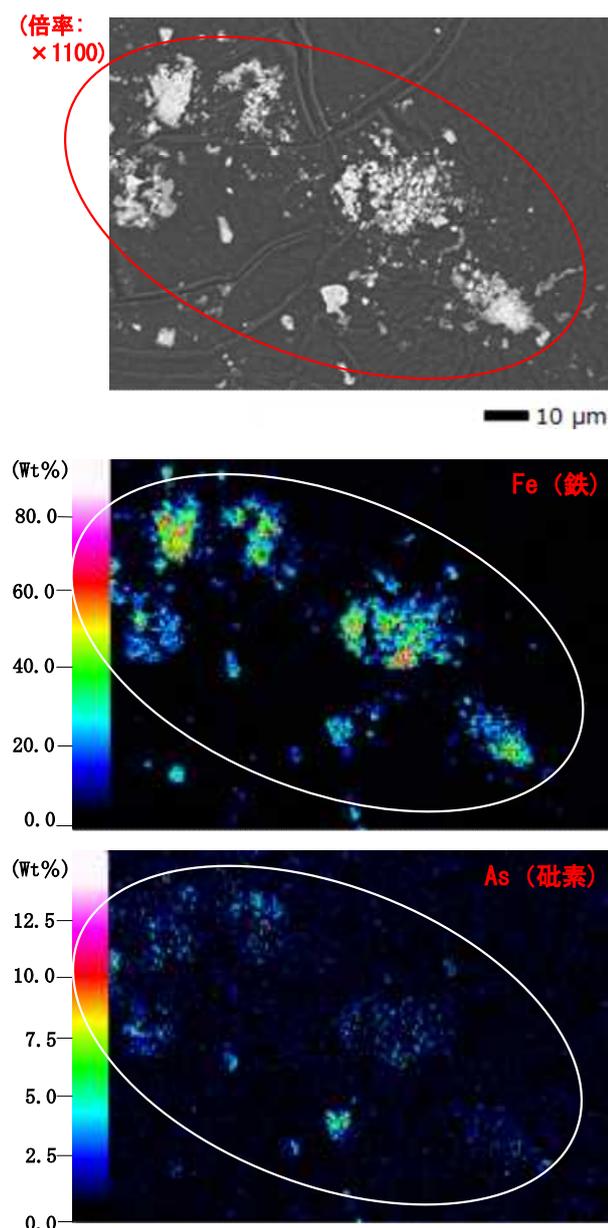


写真-6 カラム最下部に発生した赤褐色沈殿物試料の走査電子顕微鏡 (SEM) の観察写真 (水酸化鉄) (上) とエネルギー分散型 X 線分析装置 (EDS) による鉄のマッピング画像 (中) とエネルギー分散型 X 線分析装置 (EDS) による砒素のマッピング画像 (下)

ることから、赤褐色沈殿物は水酸化鉄と考えられる。また、エネルギー分散型 X 線分析装置 (EDS) による鉄のマッピング画像の鉄の元素分布 (写真-6 (中)) とエネ

ルギー分散型 X 線分析装置 (EDS) による砒素のマッピング画像の砒素の元素分布 (写真-6 (下)) を対比すると、両者の分布が一致していることから、砒素は水酸化鉄に吸着されたものと考えられる。

#### 4. まとめ

本研究で得られた成果は、以下のとおりである。

- 1) 鉄酸化細菌の溶存鉄低減能力を確認するため、ガリオネラを主体とする鉄酸化細菌をカラム充填し、溶解性鉄 (二価鉄) 濃度 130mg/L 程度の酸性水を通水させる溶存鉄浄化実験を行った。その結果、温度条件 (常温 (20°C), 低温 (5°C)) の違いにかかわらず、鉄酸化細菌の作用により、酸性水中の溶解性鉄 (二価鉄) の 9 割程度を低減することが可能であることを明らかにした。
- 2) ホタテ貝殻による酸性水のバッチ中和反応試験を行った結果、水素イオン指数 (pH) 1.8 の酸性水の場合、酸性水に対する重量割合 1% のホタテ貝殻を酸性水に添加すれば、水質汚濁防止法に基づく一律排水基準 (水素イオン指数 (pH) 5.8 以上 8.6 以下) を満たす中性域に中和可能であることが分かった。
- 3) 薬剤を使用せず自然の浄化作用を活用して水質を浄化する自然自律型排水処理実験として、ガリオネラを主体とする鉄酸化細菌とホタテ貝殻をカラムに充填し、溶解性鉄濃度 300mg/L 程度の酸性水を通水させる水質浄化実験を行った。その結果、鉄酸化細菌とホタテ貝殻を組み合わせた方法により、溶解性鉄や砒素といった酸性水中の金属成分を水質汚濁防止法に基づく一律排水基準以下に効率よく低減するとともに、酸性水を水質汚濁防止法に基づく一律排水基準を満たす中性域に中和可能であることを示した。

#### 参考文献

- 1) 五十嵐敏文, 大山隆弘, 斎藤典之 : 黄鉄鉱を含む堆積岩の溶出水酸性化ポテンシャルに関する実験的検討, 応用地質, 第 42 巻, 第 4 号, pp. 214-221, 2001.
- 2) 服部修一, 太田岳洋, 木谷日出男 : 酸性水発生に関わる掘削残土の応用地質学的検討, 応用地質, 第 43 巻, 第 6 号, pp. 359-371, 2003.
- 3) 小島貞男, 須藤隆一, 千原光雄 : 環境微生物図鑑, 講談社, pp. 3-5, 1995.

# A STUDY ON IRON PURIFICATION OF ACIDIC WATER BY IRON-OXIDIZING BACTERIA

Research Period : FY2017-2019

Research Team : Cold Region Construction  
Engineering Research Group  
(Geological Hazards)

Author : KURAHASHI Toshiyuki

OKAZAKI Kenji

TAMOTO Shuichi

OBINATA Akihiko

**Abstract** : We conducted a column test of iron purification by iron-oxidizing bacteria to neutralize the acidic water efficiently. It resulted that combining iron-oxidizing bacteria with scallop shells enabled to neutralize the acidic water, and to reduce metal components such as dissolved iron and arsenic in the acidic water.

**Key words** : iron purification, iron-oxidizing bacteria, acidic water, dissolved iron, arsenic