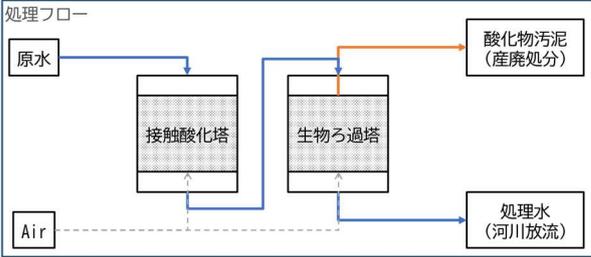


Web シンポジウム『休廃止鉱山のグリーン・レメディエーションと関連分野の最前線』
講演資料

<p>講演番号：03</p>	<p>演題：廃止鉱山から発生する坑廃水を対象とした生物ろ過法の適用性に関する評価</p>																																																																																																																												
<p>発表者：川原里紗</p>	<p>所属：株式会社日本海水</p>																																																																																																																												
<p>キーワード：自然由来重金属類、酸性廃水、鉄酸化菌、生物接触ろ過</p> <p>要旨：国内では自然由来の重金属類を含む地質が多く存在し、地下水がこれらの重金属で汚染され環境基準を超過している場合があることが知られている。重金属類を多く含む地域の事業場や建設工事現場において、汚染された地下水、湧水が発生した場合には自然由来であっても放流先の環境を悪化させないように環境基準や排水基準を満たす水質に処理を実施する必要がある。自然由来の重金属含有水処理は従来、薬剤を用いた凝集沈殿・ろ過処理が広く実施されてきたが、薬剤費用や発生廃物の処理が恒久的に発生するといった課題を抱えている。</p> <p>本資料では、従来法よりも経済的な処理方法として鉄酸化菌を用いた処理方法を国内事業場で発生する重金属含有酸性水の処理に適用した処理事例を報告するとともに、類似の汚染廃水が発生する休廃止鉱山の坑廃水処理への適用性を検討した結果を報告する。</p> <p>国内のある閉鎖事業場において発生する重金属含有酸性水を処理するにあたり①薬剤費用など処理コストが高いこと、②沈殿堆積物の定期的な浚渫にかかる人的労力などの課題を解決する手段として生物接触ろ過処理の適用を実現した。図1に生物接触ろ過処理のフロー概略図を示す。生物接触ろ過処理は、処理塔に鉱物などの微生物保持能の高い材を充填し、そこに鉄酸化菌を繁殖、活性化させることで処理原水に含まれる鉄等を生物酸化させたうえで、酸化析出した水酸化第二鉄等を後段のろ過塔で捕捉するという処理原理である。鉄以外の金属類も共沈、電気的吸着によって同時に処理することができる。表1に処理工程ごとの水質分析結果を示す。生物ろ過塔処理水においてマンガン以外は除去率80%以上で処理目標値を満たす結果となった。また接触酸化塔処理水において2価鉄の除去率は60%で、接触酸化塔が2価鉄を酸化して3価鉄に変化させる効果を果たしていることを確認した。生物接触ろ過処理における金属の除去と鉄酸化菌の関係を確認するため、通水から1年程度経過したろ材を採取しバクテリア解析を実施した結果、すべての処理工程において2種類の鉄酸化菌を検出し処理が進むにつれて鉄酸化菌の存在比が大きくなることが明らかとなった。(表2参照) 水質分析やX線スペクトル解析、バクテリア解析の結果から生物接触ろ過処理においては2価鉄が3価鉄に変化するのに鉄酸化菌が大きく寄与していると考えられ、実際に自然由来の重金属含有酸性水に適用した際に公共水域に排出が可能なレベルまで水質を改善することができた。</p> <p>実用化できた本技術を類似の水質を持つ水処理へ適用するため、自然由来の重金属含有酸性水が発生する事業場として休廃止鉱山の坑廃水処理に着目して伊達鉱山(北海道)での適用可能性について検討した。伊達鉱山と閉鎖事業場との水質を比較した結果を表3に示す。机上にて処理試算を実施した結果、適用の可能性が大きいと判断し今後、現地での実証試験を計画、実行することとなった。</p>	 <p>図1. 生物接触ろ過処理フロー</p> <p>表1. 閉鎖事業場の原水および処理水質</p> <table border="1" data-bbox="829 884 1428 1243"> <thead> <tr> <th>処理対象</th> <th>原水</th> <th>接触酸化塔処理水</th> <th>生物ろ過塔処理水</th> <th>30分曝気処理水</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH</td> <td>-</td> <td>3.1</td> <td>4.9</td> <td>6.5</td> <td>4.9</td> </tr> <tr> <td>T-Te</td> <td></td> <td>46.5</td> <td>35.2</td> <td>1.5</td> <td>44.3</td> </tr> <tr> <td>Fe²⁺</td> <td></td> <td>45.3</td> <td>18.1</td> <td>0.2</td> <td>33.2</td> </tr> <tr> <td>Mn</td> <td></td> <td>7.09</td> <td>6.90</td> <td>2.10</td> <td>6.93</td> </tr> <tr> <td>Al</td> <td rowspan="7">mg/L</td> <td>44.3</td> <td>26.8</td> <td>4.9</td> <td>41.9</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>7.27</td> <td>5.65</td> <td>0.26</td> <td>5.62</td> </tr> <tr> <td>Zn</td> <td>3.71</td> <td>2.93</td> <td>0.56</td> <td>2.11</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>0.041</td> <td>0.030</td> <td><0.01</td> <td><0.01</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>0.062</td> <td><0.01</td> <td><0.01</td> <td><0.01</td> </tr> </tbody> </table> <p>表2. 処理工程におけるバクテリア解析結果</p> <table border="1" data-bbox="829 1377 1428 1612"> <thead> <tr> <th>バクテリア名称</th> <th>原水側溝沈殿物</th> <th>接触酸化塔ろ材</th> <th>生物ろ過塔ろ材</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gallionella 属</td> <td>1クローン</td> <td>1クローン</td> <td>10クローン</td> </tr> <tr> <td>Sideroxy dans 属</td> <td>4クローン</td> <td>7クローン</td> <td>3クローン</td> </tr> <tr> <td>その他の細菌</td> <td>25クローン</td> <td>7クローン</td> <td>2クローン</td> </tr> <tr> <td>鉄酸化細菌の割合</td> <td>5 / 30</td> <td>8 / 15</td> <td>13 / 15</td> </tr> </tbody> </table> <p>表3. 伊達鉱山と閉鎖事業場の水質比較</p> <table border="1" data-bbox="829 1713 1428 1960"> <thead> <tr> <th rowspan="2">処理方法</th> <th colspan="2">伊達鉱山</th> <th colspan="2">閉鎖事業場</th> <th rowspan="2">法令値</th> </tr> <tr> <th>原水</th> <th>処理水</th> <th>原水</th> <th>処理水</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水量</td> <td>[m³/h]</td> <td>4.5</td> <td>9.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>[-]</td> <td>2.99</td> <td>6.23</td> <td>2.86</td> <td>6.50</td> <td>5.8-8.6</td> </tr> <tr> <td>Fe</td> <td></td> <td>132</td> <td>0.18</td> <td>110.0</td> <td>0.2</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Al</td> <td rowspan="3">[mg/L]</td> <td>39.0</td> <td><0.01</td> <td>26.1</td> <td>4.9</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>4.1</td> <td>0.03</td> <td>7.8</td> <td>0.26</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>Zn</td> <td>0.40</td> <td><0.01</td> <td>5.9</td> <td>0.56</td> <td>2.0</td> </tr> </tbody> </table>	処理対象	原水	接触酸化塔処理水	生物ろ過塔処理水	30分曝気処理水	pH	-	3.1	4.9	6.5	4.9	T-Te		46.5	35.2	1.5	44.3	Fe ²⁺		45.3	18.1	0.2	33.2	Mn		7.09	6.90	2.10	6.93	Al	mg/L	44.3	26.8	4.9	41.9	Cu	7.27	5.65	0.26	5.62	Zn	3.71	2.93	0.56	2.11	Cd	0.041	0.030	<0.01	<0.01	Pb	0.062	<0.01	<0.01	<0.01	バクテリア名称	原水側溝沈殿物	接触酸化塔ろ材	生物ろ過塔ろ材	Gallionella 属	1クローン	1クローン	10クローン	Sideroxy dans 属	4クローン	7クローン	3クローン	その他の細菌	25クローン	7クローン	2クローン	鉄酸化細菌の割合	5 / 30	8 / 15	13 / 15	処理方法	伊達鉱山		閉鎖事業場		法令値	原水	処理水	原水	処理水	水量	[m ³ /h]	4.5	9.0			pH	[-]	2.99	6.23	2.86	6.50	5.8-8.6	Fe		132	0.18	110.0	0.2	10	Al	[mg/L]	39.0	<0.01	26.1	4.9	-	Cu	4.1	0.03	7.8	0.26	3.0	Zn	0.40	<0.01	5.9	0.56	2.0
処理対象	原水	接触酸化塔処理水	生物ろ過塔処理水	30分曝気処理水																																																																																																																									
pH	-	3.1	4.9	6.5	4.9																																																																																																																								
T-Te		46.5	35.2	1.5	44.3																																																																																																																								
Fe ²⁺		45.3	18.1	0.2	33.2																																																																																																																								
Mn		7.09	6.90	2.10	6.93																																																																																																																								
Al	mg/L	44.3	26.8	4.9	41.9																																																																																																																								
Cu		7.27	5.65	0.26	5.62																																																																																																																								
Zn		3.71	2.93	0.56	2.11																																																																																																																								
Cd		0.041	0.030	<0.01	<0.01																																																																																																																								
Pb		0.062	<0.01	<0.01	<0.01																																																																																																																								
バクテリア名称		原水側溝沈殿物	接触酸化塔ろ材	生物ろ過塔ろ材																																																																																																																									
Gallionella 属		1クローン	1クローン	10クローン																																																																																																																									
Sideroxy dans 属	4クローン	7クローン	3クローン																																																																																																																										
その他の細菌	25クローン	7クローン	2クローン																																																																																																																										
鉄酸化細菌の割合	5 / 30	8 / 15	13 / 15																																																																																																																										
処理方法	伊達鉱山		閉鎖事業場		法令値																																																																																																																								
	原水	処理水	原水	処理水																																																																																																																									
水量	[m ³ /h]	4.5	9.0																																																																																																																										
pH	[-]	2.99	6.23	2.86	6.50	5.8-8.6																																																																																																																							
Fe		132	0.18	110.0	0.2	10																																																																																																																							
Al	[mg/L]	39.0	<0.01	26.1	4.9	-																																																																																																																							
Cu		4.1	0.03	7.8	0.26	3.0																																																																																																																							
Zn		0.40	<0.01	5.9	0.56	2.0																																																																																																																							