



Title	生物接触ろ過による地下水の鉄・マンガン除去
Author(s)	黒木, 省三; 杉澤, 滋
Description	第6回衛生工学シンポジウム (平成10年11月5日 (木) -6日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 4 水処理 1 . 4-4
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 6, 127-130
Issue Date	1998-11-01
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7335">https://hdl.handle.net/2115/7335</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-4-4_p127-130.pdf



#### 4-4

### 生物接触ろ過による地下水の鉄・マンガン除去

黒木 省三(ユニチカ㈱)、○杉澤 滋(ユニチカ㈱)

#### 1.はじめに

筆者らは、上水道における生物処理に関して、球状繊維担体を用いた生物接触ろ過の開発を進めてきた。河川表流水を用いた実験より、本生物接触ろ過はごく短時間の処理で優れた原水水質改善効果を発揮することを確認してきた<sup>1)2)3)4)</sup>。今回、地下水を原水とした場合について、球状繊維担体による生物接触ろ過の生物作用による硝化及び鉄・マンガンの酸化除去がどの程度可能であるか把握するため、某市浄水場においてプラント実験を行い基本的な処理性に関する若干の知見を得たのでここに報告する。

#### 2.実験装置及び実験条件

実験装置は、最大処理水量 37m<sup>3</sup>/日規模で、内径約 300mm、高さ 4500mm の透明塩ビ製カラムに所定量の繊維担体を充填し、下向流で原水を流下させた。実験に用いた球状繊維担体の基本物性を表-1に、生物接触ろ過の運転条件を表-2に示す。

生物処理に必要な溶存酸素を確保するために、滞留時間約 30 分の原水着水槽において曝気を行った後、生物ろ過カラムへ通水した。ただし、実験③以降では曝気を停止させた。ろ層の洗浄は空気・水併用洗浄とした。

表-1 繊維担体の基本物性

形 状	繊維の球状集合体
粒 径	5~7mm
材 質	ポリエステル
真 比 重	1.38
充填嵩密度	90kg/m <sup>3</sup>

表-2 生物接触ろ過の運転条件

実験 No	実験期間	通水方式	ろ層高さ	ろ過速度	接触時間	曝気
実験①	0 日目~ 29 日目	下向流 2 段処理	2.0mH×2 段	480m/日	12 分	有
実験②	29 日目~ 47 日目	下向流 1 段処理	2.0mH	240m/日	12 分	有
実験③	48 日目~ 55 日目	下向流 1 段処理	2.0mH	240m/日	12 分	無
実験④	127 日目~183 日目	下向流 1 段処理	2.0mH	240m/日	12 分	無
実験⑤	186 日目~351 日目	下向流 1 段処理	2.0mH	360m/日	8 分	無

通水開始:平成 8 年 9 月 12 日

#### 3.実験結果及び考察

##### 3-1.原水水温

原水水温は、17.5~21.0℃の範囲で安定して推移し、実験期間中の平均水温は、19.2℃であった。地下水質の特長である極めて小さい較差は、微生物による浄化作用を主機構とする本生物接触ろ過に対して大きな利点である。

##### 3-2.アンモニア性窒素の硝化

通水開始よりアンモニア性窒素の硝化は徐々に進行し、硝化菌の馴致に要した日数は約 3 週間であった。馴致後は、接触時間 12 分とした 1 段処理において、平均原水アンモニア性窒素濃度 0.33mg/L(最小 0.20~最大 0.45mg/L)に対して、平均処理水アンモニア性窒素濃度 0.02mg/L(最

小 0.00～最大 0.06mg/L)、平均硝化率 91%(最小 75～最大 100%)であった。

接触時間 8 分とした 1 段処理においては、平均原水アンモニア性窒素濃度 0.39mg/L(最小 0.20～最大 0.64mg/L)に対して、平均処理水アンモニア性窒素濃度 0.03mg/L(最小 0.00～最大 0.23mg/L)、平均硝化率 92%(最小 52～最大 100%)であった。

いずれの条件においても良好な

硝化機能が認められた。ただし、1～2 週間程度運転を休止した後の運転再開時には、処理水アンモニア性窒素濃度の上昇も認められたことから、運転管理においては留意が必要と思われる。

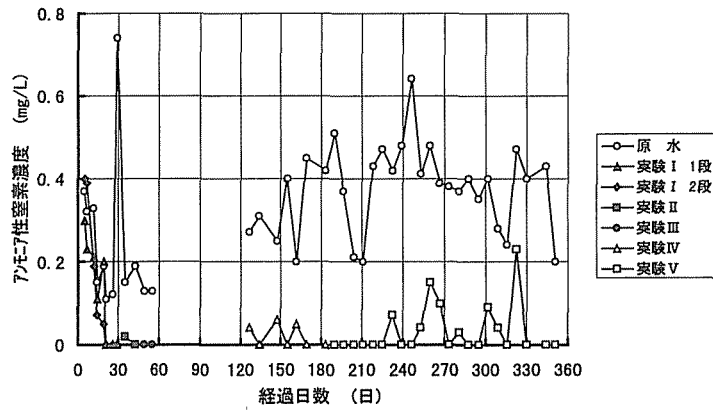


図- 1 アンモニア性窒素濃度の推移

### 3-3.鉄除去

原水中の鉄の 80%が懸濁性であり、通水開始当初より良好な除去性が得られ、鉄除去に関与する細菌の馴致に要した日数は、約 1 週間であった。また、曝気を行った運転では処理が不安定であった。これは曝気を行った場合、溶解性鉄が原水中の溶性珪酸の影響を受け微細コロイド状で捕捉困難な水酸化鉄を生成したためと推察される。原水溶性珪酸濃度は、50～55mg/L 程度であった。

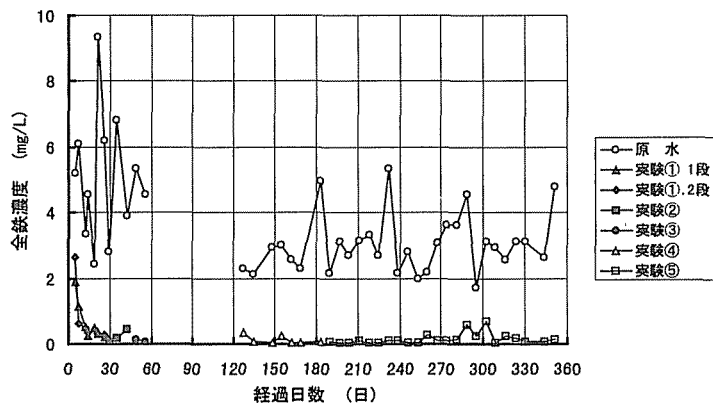


図- 2 全鉄濃度の推移

曝気処理を行った場合、接触時間 12 分とした 1 段処理において、平均原水全鉄濃度 5.36mg/L(最小 3.91～最大 6.81mg/L)に対して、平均処理水全鉄濃度 0.30mg/L(最小 0.16～0.44mg/L)、平均除去率 94%(最小 89～98%)であった。これに対して、曝気処理を停止し接触時間 12 分とした 1 段処理において、平均原水全鉄濃度 2.89mg/L(最小 2.14～最大 4.97mg/L)に対して、平均処理水全鉄濃度は 0.13mg/L(最小 0.04～最大 0.35mg/L)、平均除去率 95%(最小 85～最大 98%)と除去性が向上した。また、接触時間 8 分とした 1 段処理において、平均原水全鉄濃度 3.07mg/L(最小 1.71～最大 5.35mg/L)に対して、平均処理水全鉄濃度は 0.15mg/L(最小 0.02～0.67mg/L)、平均除去率 95%(最小 79～最大 99%)であった。

1～2 週間程度運転を休止した場合の運転再開時に若干処理性の悪化が認められた以外は、良好な除鉄効果が認められた。

### 3-4.マンガン除去

原水中のマンガンは 80%が溶解性であった。通水開始よりマンガン除去率は徐々に増加傾向を示したが、マンガン除去に関与する細菌の馴致の進行は遅く、馴致に要した日数は約 2 ヶ月であった。

馴致後は、接触時間 12 分とした 1 段処理において、平均原水全マンガン濃度 0.41mg/L(最小 0.02~最大 0.21mg/L)に対して、平均処理水全マンガン濃度は 0.07mg/L(最小 0.02~0.21mg/L)、平均除去率 78%(最小 39~最大 97%)であった。

接触時間 8 分とした 1 段処理において、平均原水全マンガン濃度 0.53 mg/L(最小 0.30~最大 0.81mg/L)に対して、平均処理水全マンガン濃度は 0.07mg/L(最小 0.01~最大 0.19mg/L)、平均除去率 86%(最小

63~最大 98%)であった。いずれの条件においても良好な除マンガン機能が認められた。ただし、1~2 週間程度運転を休止した場合、運転再開時に全マンガン除去率が 40%程度にまで低下し、運転を休止することによる生物膜への影響が他の水質項目に比して顕著に認められた。

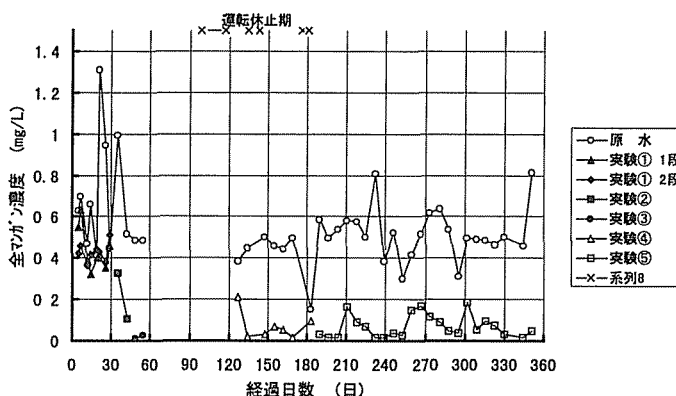


図- 3 全マンガン濃度の推移

### 3-5.担体付着細菌

通水開始より 55 日目に繊維担体付着細菌の観察及び定量を行った。単位担体体積あたりの付着硝化細菌(亜硝酸菌及び硝化菌)数は  $2.0 \times 10^{14}$ MPN/m<sup>3</sup>-担体であった。また、鉄酸化細菌は、出現が多い順に、*Toxothrix sp.*、*Siderocapsa sp.*、*Leptothrix sp.*、*Siderocystis sp.* が観察された。

### 3-6.物理化学処理との組み合わせによる処理効果

運転休止あるいはろ層の洗浄による生物処理機能の不安定さを補い、最終的に水質基準を満足する処理フローを確認するために、本生物接触ろ過と物理化学処理の組み合わせによる処理効果の把握を行った。運転操作の影響が最も大きい水質項目がマンガンであることを考慮し、物理化学処理として塩素・マンガン砂による急速ろ過プロセスを生物接触ろ過に後置することとした。また、鉄等の懸濁成分の除去を確実にするために急速ろ過の前処理として凝集処理も併用することとした。処理フローを図- 4 に示す。

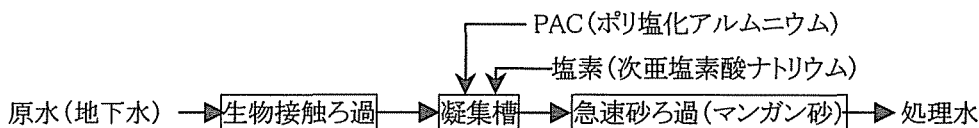


図- 4 物理化学処理との組み合わせによる処理効果確認フロー

生物接触ろ過の運転条件は、ろ過速度 360m/日、接触時間 8 分の 1 段処理とした。急速砂ろ過は、ろ層高さ 60cm となるようにマンガン砂を充填し、ろ過速度 120m/日で通水を行った。また、凝集槽においては、急速混和下において PAC を 2mg/L 及び次亜塩素酸ナトリウムを急速ろ過水の遊離残留塩素濃度が 0.5~1.0mg/L となるように注入した。

処理結果は、図- 5 及び図- 6 に示すように、洗浄後の通水開始初期より急速ろ過水の全鉄濃度は 0.01mg/L 未満、全マンガン濃度は 0.005mg/L 未満で推移し良好な除去効果が得られた。また、

急速ろ過水の濁度も、通水開始初期より0.00度を維持していた。

通水はろ過継続時間72時間目で打ち切りとしたが、生物接触ろ過及び急速砂ろ過の損失水頭はいずれも100cm以下となり、急激な圧力損失の上昇は認められなかった。

この結果より、運転操作要因による生物処理機能の不安定さを補うための、凝集処理及び塩素・マンガ砂による急速ろ過の物理化学処理との組み合わせが非常に有効であることが確認された。

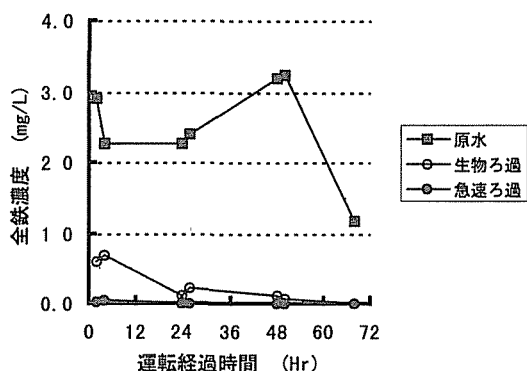


図-5 全鉄濃度の経時変化

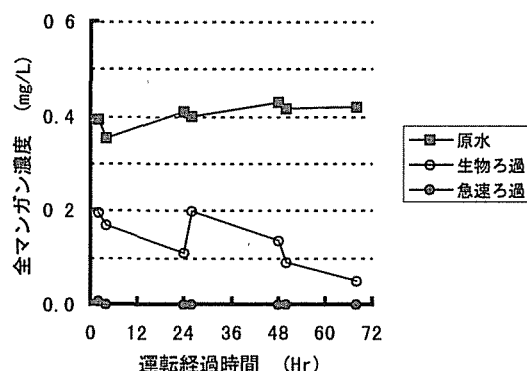


図-6 全マンガン濃度の経時変化

#### 4.まとめ

球状繊維担体による生物接触ろ過方式は、ろ過速度240~360m/日、担体層高2.0m、接触時間8~12分の運転条件で、地下水に対しても濁度除去、硝化、鉄・マンガ除去が良好に行い得ることが確認された。しかし、運転休止あるいはろ層の洗浄等の運転操作要因による生物処理機能の低下が見られ、特に除マンガ機能の低下が他の水質項目に比して顕著に認められた。この運転操作要因による生物処理機能の不安定さを補うためには、凝集処理及び塩素・マンガ砂による急速ろ過の物理化学処理との組み合わせが非常に有効であることが確認された。

このような生物接触ろ過と物理化学処理の組み合わせによるシステムでは、処理性の向上及びシステム全体として薬品使用量が削減されるなどのメリットが得られ、地下水の鉄・マンガ除去方法として十分効果を発揮するシステムであると考えられる。

#### <参考文献>

- 1) 黒木、的場、杉澤:第43回全国水道研究発表会講演集、p214~p216、1992.
- 2) 黒木、的場、杉澤:第44回全国水道研究発表会講演集、p213~p215、1993.
- 3) 黒木、的場、杉澤:第46回全国水道研究発表会講演集、p110~p111、1995.
- 4) Sasa, Tukiya, Matoba, Sugisawa: IWSA Specialized Conference on Advanced Treatment and Integrated System Management into 21st Century.(Water Osaka '95)、p136~p141、1995.