

VII-121

浸漬型MF膜を用いたマンガンとヒ素の除去

○北海道大学大学院 フェロー 渡辺 義公
北海道大学大学院 正員 木村 克輝
富士電機 大和 信大
大阪工業大学 正員 笠原 伸介

1.はじめに

わが国においても膜処理の浄水処理への適用が簡易水道を中心に進みつつある。膜処理は非常に高い固液分離能力を有しているため、クリプトスポリジウムのようなマイクロオーダーの病原微生物の制御には有効であるが、溶解性成分への対応には、何らかの付加プロセスが必要である。特にヒ素については、USEPAが極めて低濃度の基準値を設定しようとしていることから¹⁾、今後厳密な管理が要求されると思われる。本研究では、比較的高濃度の溶存態マンガン、ヒ素を含む実際の水道原水を用いて浸漬型MF膜による連続ろ過実験を行った。溶存態のマンガン、ヒ素は膜処理単独では除去が期待できないので、膜処理前段にて懸濁化のための前処理を行い、マンガンの除去を試みた。

2.実験方法

ろ過原水としてはS市M浄水場の着水井水を用いた。表-1に水質の平均値を示す。濁度、有機物濃度共に低いが、上流に温泉、廃坑があるためにマンガン、ヒ素濃度が比較的高くなっている。実験に用いたMF膜処理装置のフローを図-1に示す。使用したMF膜は孔径 $0.1\mu\text{m}$ のポリエチレン製中空糸膜である。本実験では膜透過水FLUX $0.5\text{m}/\text{d}$ の定流量運転、全量ろ過を行った。

3.実験結果

まず、前処理として、原水に次亜塩素酸ナトリウムを混合した場合の実験結果について述べる。本実験では全量ろ過を行ったため、膜分離槽内に水和二酸化マンガンの蓄積することが予想された。溶存態マンガンを含む原水に次亜塩素酸ナトリウムを加えるだけでは溶存態マンガンの懸濁化に時間がかかるが、水和二酸化マンガンが存在する場合には自触媒反応による迅速な溶存態マンガンの懸濁化が起こり、膜処理との組み合わせによって効率的なマンガンの除去が期待できる。

原水、処理水中のマンガン濃度の経時変化を図-2に示す（原水は溶存態マンガン、処理水は総マンガン）。処理水中の塩素濃度を約 $0.2\text{mg}/\text{L}$ あるいは約 $1.0\text{mg}/\text{L}$ に保って運転を行った結果、処理水中の塩素濃度を高くした場合に溶存態マンガンの除去が認められた。図-3に膜分離槽内の懸濁態マンガンを示す。約2000時間経過時に槽内懸濁態マン

表-1 原水平均水質（下段は溶存態）

水温 ($^{\circ}\text{C}$)	濁度 (TU)	TOC (mg/l)	THMFP ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Fe ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{l}$)	As ($\mu\text{g}/\text{l}$)
8.8	1.9	1.5 (1.4)	41.3	142.2 (49.0)	26.5 (21.4)	12.1 (8.7)

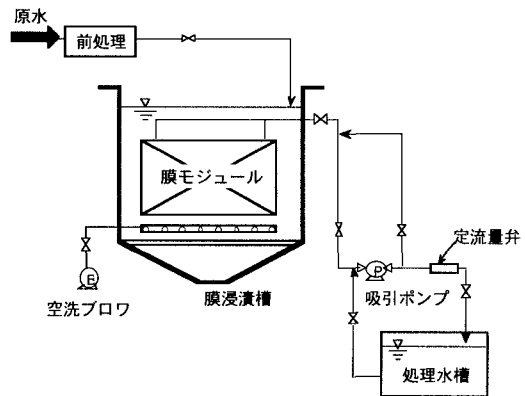


図-1 浸漬型MF膜処理装置フロー

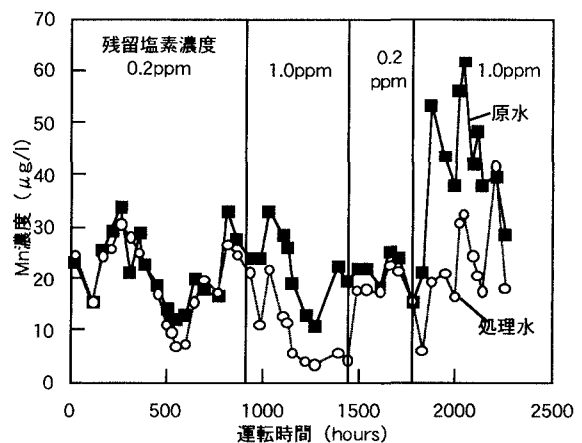


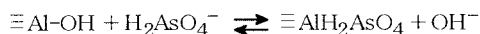
図-2 マンガン濃度経時変化

キーワード：膜処理、前処理、上水汚泥

連絡先（〒060-8628 札幌市北区北13西8 北海道大学大学院工学研究科 Tel&Fax011-706-6275）

ガン濃度が急激に減少しているのは、このときに槽内水を全て排出したためであるが、懸濁態マンガンの濃度の減少にも関わらず、溶存態マンガンの除去が認められた。また、図-2、図-3において1500～2000時間のデータを見ると、ほぼ同量の懸濁態マンガンの量があっても塩素濃度が低い場合は溶存態マンガンの懸濁化が効率的に行われないことが分かり、本プロセスにおけるマンガンの除去効率は塩素濃度に大きな影響を受けることが示唆された。本実験で用いた原水は有機物濃度が非常に低いため、塩素濃度に関わらず生成したトリハロメタンは約 $10 \mu\text{g/l}$ であり、飲料水質基準（ $100 \mu\text{g/l}$ 以下）を満たすことが可能であった。

原水（溶存態）、処理水中のヒ素濃度を図-4に示す。溶存態で流入してくるヒ素は、塩素濃度の多少に関わらず、ほとんど除去されなかった。溶存態のヒ素を除去する方法としては、鉄・アルミニウム塩による凝集、活性アルミナや希土類系の吸着剤による吸着が挙げられる。本研究では、アルミニウム系凝集剤によって生成した上水汚泥がリン酸イオンやヒ素（V）を化学的に吸着することに着目して²⁾、上水汚泥によるヒ素吸着と膜分離の組み合わせを考えた。上水汚泥中の水酸化アルミニウムによるヒ素（V）の化学吸着機構は以下のように予想される。



実験室にてカオリンをPACで凝集（ALT比=1/25）・沈殿させることによって生成した凝集汚泥を用いて行ったヒ素の吸着実験結果を図-5に示す。実験はpH6.5で行った。図中のTU（Turbidity Unit）はPAC注入前の濁度である。図-5の結果を受けて、浄水場で発生した実上水汚泥を原水と混合後、膜処理を行った。その結果、汚泥注入率24ppmで原水の溶存態ヒ素濃度 $5.2 \mu\text{g/l}$ を処理水濃度 $1.1 \mu\text{g/l}$ に、汚泥注入率8ppmで原水の溶存態ヒ素濃度 $11.9 \mu\text{g/l}$ を処理水濃度 $3.4 \mu\text{g/l}$ にすることが可能であった。

4.おわりに

本研究では、MF膜処理に簡易な前処理を組み合わせ、溶存態マンガンの除去を試みた。原水に酸化剤である次亜塩素酸ナトリウムを混合することでマンガンの除去が可能であったが、除去効率は必ずしも高くなく、また塩素濃度に依存する傾向が見られた。安定したマンガンの除去のためには、膜分離槽に蓄積した水和二酸化マンガンの原水との接触をより効率的に行う必要がある。ヒ素については、原水に上水汚泥を混合して膜処理を行うことで良好な除去が可能であった。本法により、従来廃棄物であった上水汚泥の有効利用が可能となる。

参考文献

- 1) Reid, J: Arsenic occurrence: USEPA seeks clearer picture, J. AWWA, 86 (9), pp.44-51, 1994
- 2) 渡辺ら：上水汚泥による下水汚泥の物性改善とリンの化学吸着、衛生工学研究論文集、vol.23, pp.149-156, 1987

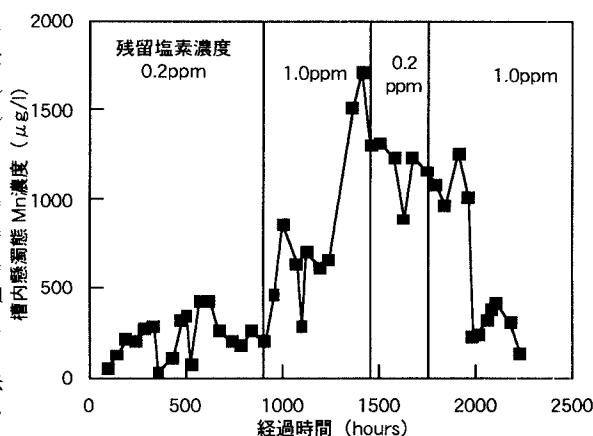


図-3 膜浸漬槽内懸濁態マンガンの濃度経時変化

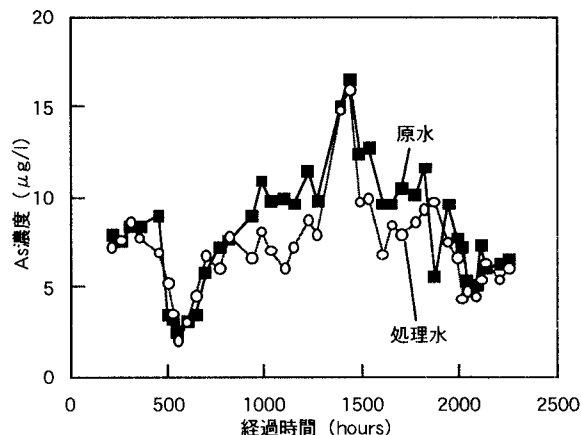


図-4 ヒ素濃度経時変化

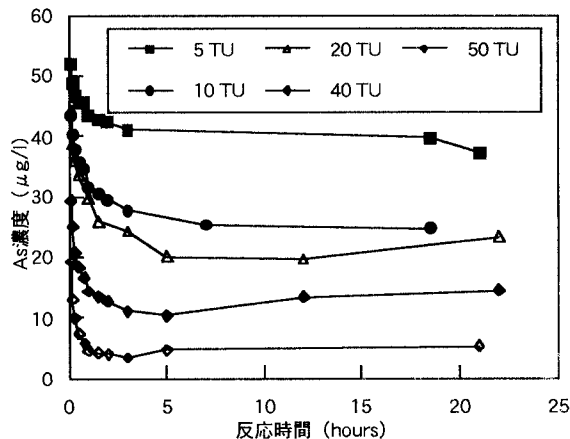


図-5 凝集汚泥を用いたヒ素吸着実験