



Title	膜を用いた色度成分除去技術の検討
Author(s)	北沢, 照啓; 大熊, 那夫紀; 山田, 秀治 他
Description	第3回衛生工学シンポジウム (平成7年11月9日 (木) -10日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 1 水処理、廃棄物処理 . 1-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 3, 7-11
Issue Date	1995-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7873
Type	departmental bulletin paper
File Information	3-1-2_p7-11.pdf



1-2

膜を用いた色度成分除去技術の検討

北沢照啓、大熊那夫紀、山田秀治、奥野 裕（日立プラント建設）

1、はじめに

水道原水が着色する主な原因には懸濁性もしくは溶解性の色度成分によるものが考えられるが、原水が地下水である場合懸濁物質が含まれていないので色度の原因は溶解性物質が主体となる。溶解性の色度原因物質としてはフミン質、コロイド性の鉄、マンガン酸化物、その他染料等の混入が挙げられる。

今回、地下水を原水とする浄水場において複数ある井戸の中で地下300m付近から取水している井戸の原水色度が高いため、これを飲料水として利用できないという問題があった。この色度成分を除去する方法を検討するため各種処理実験を行った結果、従来からフミン質による色度除去に用いられている「オゾン+活性炭」法が有効であることを確認した。しかし、浄水場の敷地面積が限られていることから新たな設備として「オゾン+活性炭」の適用は困難であった。

一方、近年省スペース、維持管理の容易さ等の利点から新しい浄水技術として膜が注目されており、「膜利用型浄水システム開発研究」（MAC21計画）においてすでに河川水の濁度、細菌を主な処理対象とした場合の処理実験結果が報告¹⁾されている。本報告によると濁度成分、細菌に対しては良好な結果が得られているもののフミン質等の溶解成分については原水濃度が低いため高い除去率は求められなかった。

フミン質に関しては、既にマイクロフロックが生じる凝集pH領域が知られて²⁾いる。そこで、本研究では地下水の原水で問題となっている溶解性色度成分の除去に対して、これをフロック化するのに有効な前処理条件を把握し、さらにフロックを分離除去する膜を組み合わせることにより省スペースな色度除去システムの確立を試みた。

2、実験概要

表1に原水の水質を示す。今回実験対象とした地下水は某水源地より採水しており、複数ある井戸から原水色度が高いため取水量を制限されている井戸を選択した。原水は色度が11度と高く外観は透明で微黄色に着色している。

フミン質を起因とする色度成分は分子量が小さいためUF膜（膜孔径0.01 μ m）で直接分離除去することは困難である。そこで、前処理として色度成分の凝集が最も有効に生

ずるpH領域（5付近）に原水を調整し、凝集剤の架橋作用によって数 μ m～数十 μ mのマイクロフロックを形成し、これを後段のUF膜で分離除去することが可能である。従って処理フローとしては原水に次亜塩素酸ナトリウムを添加しアンモニア性窒素と溶解性の鉄、マンガン酸化物を酸化するとともに遊離残留塩素を確保し、次に原水のpH調整をした後、凝集剤を添加、急速混和によりマイクロフロックを形成させて膜により分離するものである。実験手順はこの処理フローに基づいてバッチ実験による前処理条件の把握、さらにパイロットプラントでの

表1 原水水質

水質項目	単位	原水水質
水温	($^{\circ}$ C)	19
pH		8.2
色度	(度)	11
濁度	(度)	0.1~0.2
総Fe	(mg/l)	0.04
総Mn	(mg/l)	0.02
E260 (1cmセル)		0.063
NH ₄ -N	(mg/l)	0.79
KMnO ₄ 消費量	(mg/l)	3.6
TOC	(mg/l)	1.4

性能確認を行うものとした。

また、処理水の目標値としては、処理水色度において3度以下とし、色度計（2波長比較方式）により測定及び評価した。

3、実験装置及び実験方法

(1) バッチ実験

処理方法を検討するため図1に示すフローによる予備実験を行った。実験の操作は、原水に塩素要求量に応じた次亜塩素酸ナトリウムを加えた後硫酸によりpHを調整し、更にPACを添加後急速攪拌を行い、平膜テストセルにて加圧透過した。使用した膜はUF平膜（φ75mm）で分画分子量75万、材質はポリスルホン系である。操作圧力は49（kPa）とした。

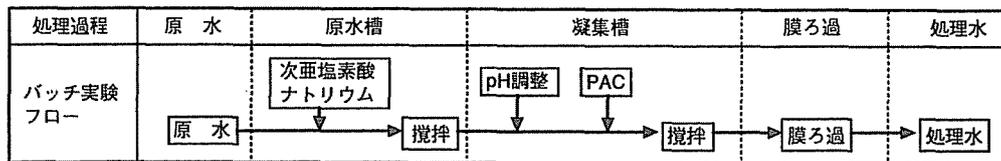


図1. バッチ実験処理フロー

(2) パイロットプラントによる現地連続実験

図2にパイロットプラント処理フローを、表2、表3及び表4にそれぞれ運転条件、物理洗浄条件、膜モジュール仕様を示す。実験に使用した原水は、井水取水管から分岐したものを連続的に受水して日量60m³の処理を行った。

処理フローはバッチ実験と同様であるがpH調整方法は、凝集槽に硫酸を注入しpH 5～6の範囲に設定できるように自動制御を行った。また運転は、膜供給ポンプのインバータ制御により透過水量一定とし、膜モジュールの洗浄は自動運転のタイマーにより30分に1回空気洗浄と処理水による逆洗を行っている。

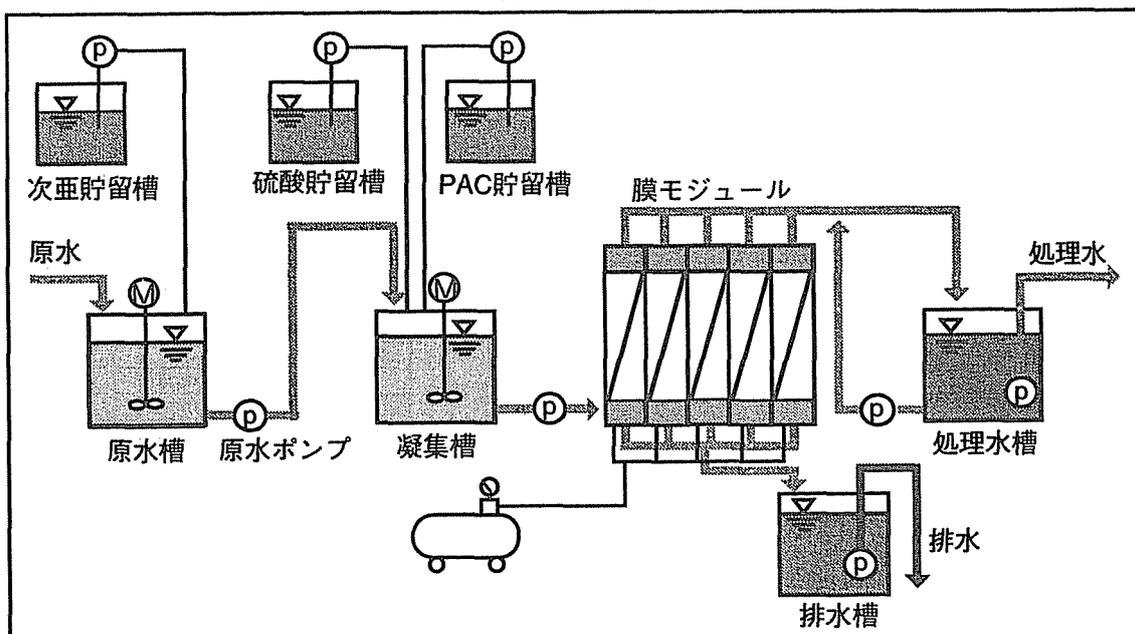


図2 パイロットプラント処理フロー

表2 運転条件

ろ過方式	全量ろ過
流量制御方法	透過水量一定制御
設定実流量	1.0 (m ³ /m ² /日)
処理流量	60m ³ /日
原水槽攪拌時間	3分
凝集槽攪拌時間	5分

表3 物理洗浄方法

逆洗頻度	1回/30分
逆洗方法	空気スクラビング洗浄、逆圧水洗浄
逆洗時間	2分間
圧力	空気49kPa、水98~196kPa
逆洗フロー	1 空気洗浄：60秒 2 空洗・水洗：10秒 3 オーバーフロー：50秒

表4 膜モジュール仕様

使用方式	外圧全ろ過方式
有効膜面積 (m ²)	12
中空系径 (mm)	外径0.45/内径0.35
分画分子量	200万
材質	PAN

4、実験結果と考察

(1) バッチ実験

pHと処理水色度の関係を図3に示す。凝集が生じるpH領域は、凝集剤の荷電中和能力が高く、フミン質が不溶化し始めるpH5~6付近であることが知られているが、本結果でもpH6以下になると凝集が進み処理水色度が低下する傾向がある。目標とする色度3度以下を満足するpH領域としては6以下であると考えられる。

次に図4にPAC添加率と処理水色度の関係を示すPAC添加率の増加に応じて処理水色度が下がる傾向が傾向が認められた。図からpH6に調整した場合、処理水色度3度を達成するPAC添加率は25ppm以上であることが分かった。また、凝集した粒径分布を求めたところ図5に示すように粒子径は、7~40μmの範囲に分布し、メジアン径は16μmであった。UF膜の公称孔径が0.01μmであることから膜の運転において目詰まりが促進する粒径でないことを確認した。

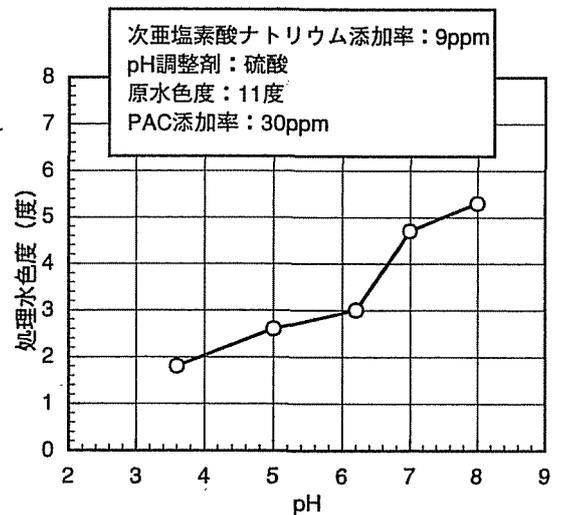


図3 pHと処理水色度の関係

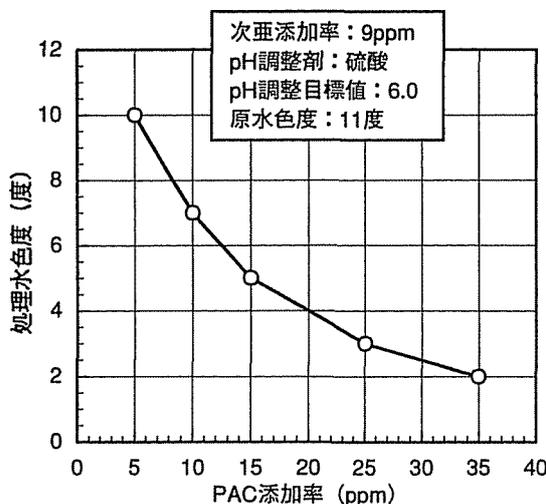


図4 PAC添加率と処理水色度の関係

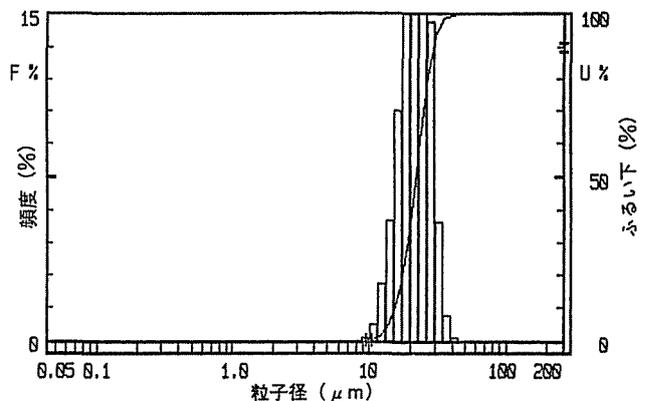


図5 粒径分布測定結果

(2) パイロットプラントによる連続実験

連続実験の運転結果を表5に示す。次亜塩素酸ナトリウム添加後の攪拌時間3分、PAC添加後の攪拌時間5分として運転を行い、PAC添加率20ppm、原水色度11度に対し処理水色度3.0で安定して処理が行えた。色度以外の他の水質項目についても水質基準以下の値を示した。鉄とマンガンはほとんどが溶解した形で原水中に存在しているが、これらは膜処理後に鉄が98%以上マンガンが88%以上除去されている。また、各処理過程における水質項目の挙動を追ったところ鉄とマンガンは、次亜塩素酸ナトリウムによって完全に酸化を受けておらず大部分は溶解性そのままフロック化した色度成分に取り込まれて膜で分離されていると考えられる。また、フロックとともに膜面で分離された鉄、マンガンは30分に1回の物理洗浄によって洗浄排水中に濃縮されて系外に排出されるが、物質収支から一部は膜内部に付着し蓄積されていると思われる。

図6に連続運転日数47日間の水温、流束、膜間差圧経日変化を示す。水温は平均値で22℃で年間を通じて20℃前後で安定している。流束は、透過水量を一定に制御しているため実流束1.0m³/m²/日、温度補正流束(25℃)1.1m³/m²/日でほぼ一定であった。

膜間差圧は、運転日数とともに上昇する傾向が見られる。運転初期差圧23.9kPaに対して47日経過後71.9kPaに達している。差圧上昇の主な原因としては、SIMS分析等の結果から考えてPAC添加により一部のフロック化しない未凝集のアルミが膜内部に蓄積していると思われる。

表5 処理水及び排水水質

水質項目	単位	原水	処理水	洗浄排水
色度	(度)	11.0	3.0	—
pH		8.13	5.80	6.20
濁度	(度)	0.3	0.0	—
水温	(℃)	22.4	22.4	22.8
E260×10-3	(Abs)	51	18	—
KMnO4消費量	(mg/l)	2.1	<0.8	—
溶存Fe	(mg/l)	0.041	<0.0008	<0.0008
総Fe	(mg/l)	0.042	<0.0008	1.29
溶存Mn	(mg/l)	0.025	0.0035	0.016
総Mn	(mg/l)	0.028	0.0035	0.54

—は未測定

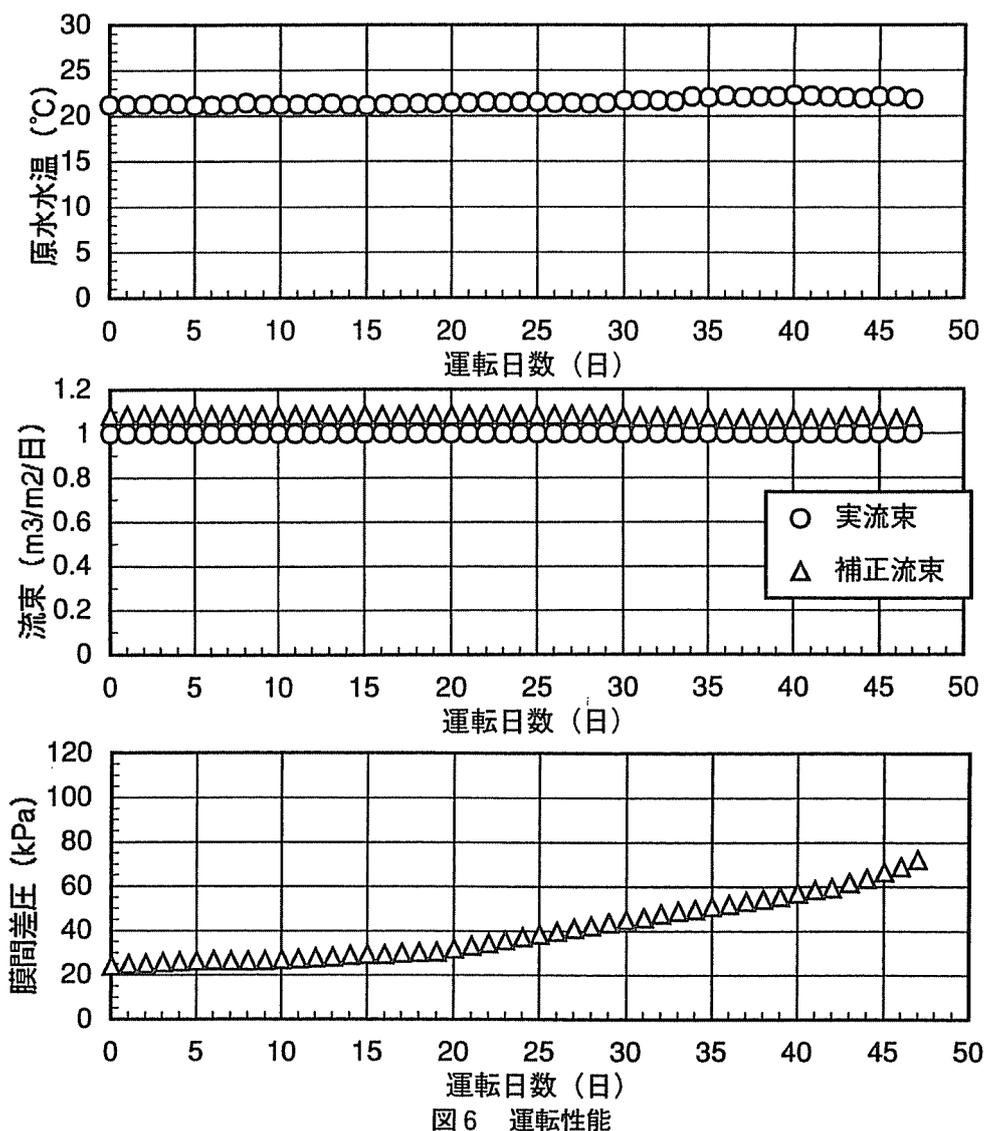


図6 運転性能

5、まとめ

今回の実験でフミン質に起因する地下水の溶解性色度成分を連続的に凝集、膜処理によって除去可能な条件を把握した。また連続運転を行うことによって膜間差圧の上昇速度等の運転性能を確認することができた。今後さらにパイロットプラントの運転を継続し、薬品洗浄間隔、洗浄方法について検討を行いたい。

【参考文献】

- (1) (社)水道浄水プロセス協会：「膜利用型新浄水システム開発研究」
平成5年度 総合研究報告書、1994
- (2) 丹保憲仁：新体系土木工学88上水道、技報堂出版、1983