



Title	浄水膜処理における活性炭を用いた前処理方法の研究
Author(s)	棕橋, 俊文; 柴田, 一栄; 戸松, 裕貴 他
Description	第9回衛生工学シンポジウム (平成13年11月1日 (木) -2日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 4 水処理 1 . 4-1
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 9, 189-193
Issue Date	2001-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7168
Type	departmental bulletin paper
File Information	9-4-1_p189-193.pdf



4-1

浄水膜処理における活性炭を用いた前処理方法の研究

三機工業（株） 椋橋俊文、柴田一栄
戸松裕貴、○佐々木素喜

1. はじめに

膜ろ過処理は、より良い浄水水質が得られること、維持管理が容易であるなどの利点を持っているため、簡易水道などの小規模な水道施設を中心に普及し始めている。しかし、中・大規模の水道施設において水源汚染が進んでいることが懸念され、膜ろ過処理を適用することを前提とすると長期間安定して運転するためにはどのように膜汚染を抑制するか、膜のみでは除去が困難な有機物をどのように除去するかなどの課題が残されており、適切な前処理を組み入れることが必要となってきた。

そこで、都市部における有機系の汚染が生じている河川水を実験対象の原水に見立て、膜ろ過処理の前処理として、一つは粒状活性炭を活用した生物活性炭ろ過処理方法、もう一つは粉末活性炭をライン注入する方法の2系列を組み入れた実験プラントにより実証実験を行ってきた。これらの前処理を適用することによりその効果が確認され、安定した運転が行われたこと、水質が大きく改善されたことなどの知見が得られたので以下に報告する。

2. 実験方法

実験には、江戸川の表流水を原水として千葉県北千葉広域水道企業団北千葉取水場内に図1に示すフローで実験設備を設置し、同取水場の沈砂池より取水した原水を用いて行った。なお、前処理方法の生物活性炭ろ過処理および粉末活性炭ライン注入処理による膜汚染の軽減効果を評価するため、対照系を含む計3系列の膜ろ過処理装置を用いた。対照系では前処理を行わず直接膜ろ過処理を行い、粉末活性炭系では粉末活性炭をライン注入して膜ろ過処理を行った。また、生物活性炭系では原水を生物活性炭ろ過塔に送り、その処理水について膜ろ過処理を行った。

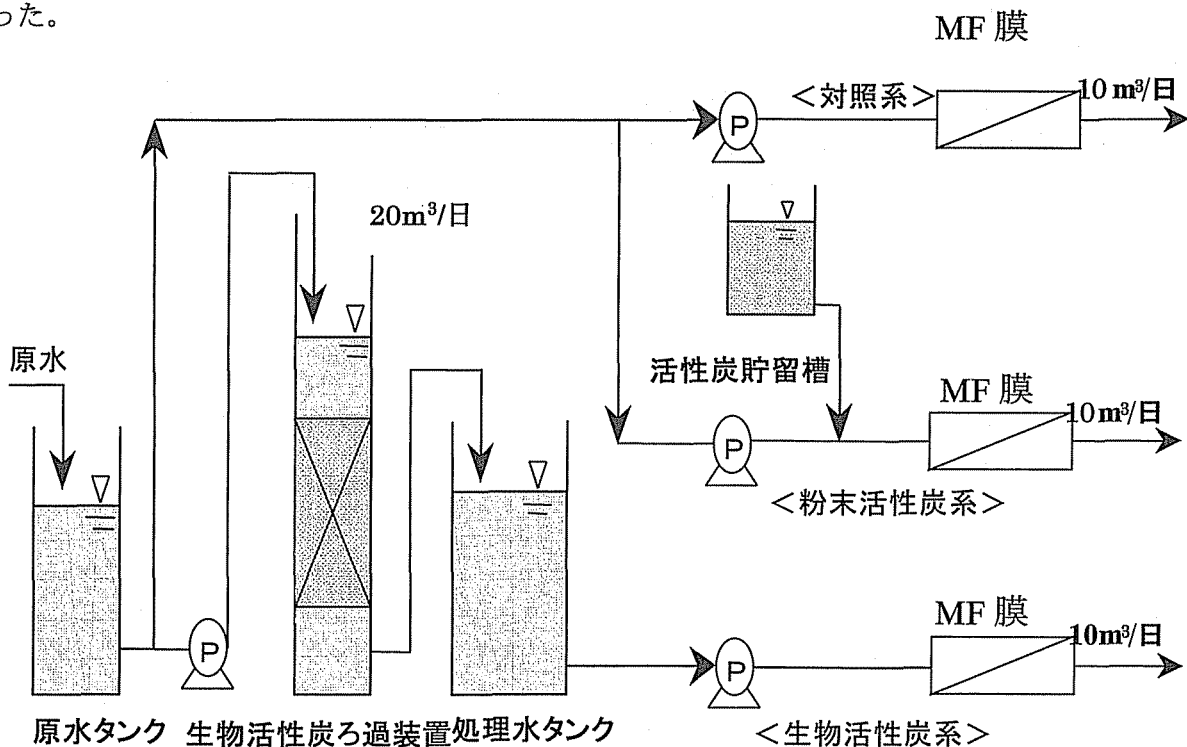


図1 実験プラント概略フロー

次に、膜ろ過装置の仕様と運転条件を表1に示す。ろ過方式は定流量の全量ろ過方式で、設定膜ろ過流速は $1.5\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ とした。膜の洗浄方法は逆圧水洗浄とエアスクラビングとを同時に20秒間行った後、逆圧水洗浄のみを20秒間行った。なお、洗浄水には有効塩素濃度が約 $5\text{mg}/\text{L}$ になるように次亜塩素酸ナトリウムを添加した。

表2に示すように実験に供した粉末活性炭は平均粒径が $10\mu\text{m}$ で、スラリー状の粉末活性炭を濃度が $5\text{mg}/\text{L}$ になるようにバッチ式ライン注入した。なお、ライン注入した粉末活性炭は膜の洗浄毎に逆先排水とともにその都度系外に排出するように運転を行った。

そして、生物活性炭ろ過塔の仕様と運転条件を表3に示す。通水方式は下向流式で、空塔速度は $4.2/\text{hr}$ であった。なお、生物活性炭塔への強制的な空気の供給は行わず、原水中の溶存酸素のみで微生物の増殖・生育を行った。

3. 実験結果および考察

3-1 生物活性炭塔での挙動

粒状活性炭を用いた生物活性炭塔については昨年11月中旬より運転を開始し、付着生物の馴養を行った。その結果、図2（アンモニア性窒素の経日変化）および図3（アンモニア性窒素の除去率）に示すように季節的には水温が低下する時期であったが、約2ヶ月後にはアンモニア性窒素の除去率が約90%までに達した。

このことから粒状活性炭への硝化菌の付着・増殖が行われ、生物活性炭としての作用が進んでいたことを確認した。

表1 膜ろ過装置の仕様と運転条件

膜形式	外圧式中空糸
膜材質	ポリフッ化ビニリデン (PVDF)
公称孔径	$0.1\mu\text{m}$
膜面積	7.0m^2
ろ過方式	定流量全量ろ過
洗浄方法	逆圧水洗浄+エアスクラビング
洗浄間隔	1回/30分

表2 粉末活性炭の仕様と運転条件

平均粒径	$10\mu\text{m}$
注入量	$5\text{mg}/\text{L}$ （最終濃度として）
注入方法	粉末活性炭スラリーのバッチ注入 （洗浄排水は系外に排出）

表3 生物活性炭ろ過塔の仕様と運転条件

ろ過面積	0.2m^2
通水方式	下向流式
処理水量	$20\text{m}^3/\text{day}$
空塔速度	$4.2/\text{hr}$
ろ材	粒状活性炭 （平均粒径： 1mm ）
層厚	1m
洗浄方法	水逆洗
洗浄間隔	2回/日

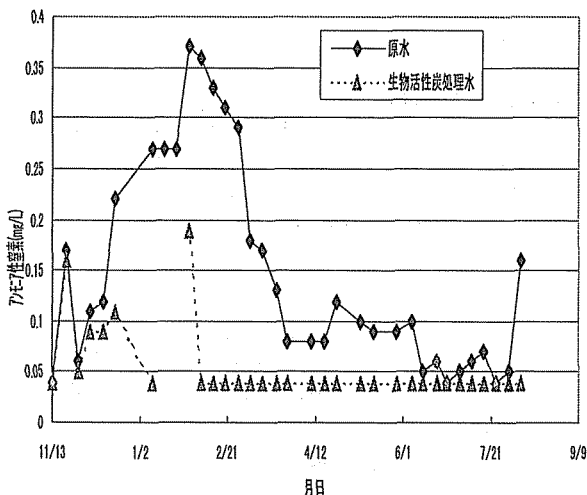


図2 生物活性炭塔前後でのアンモニア性窒素の経日変化

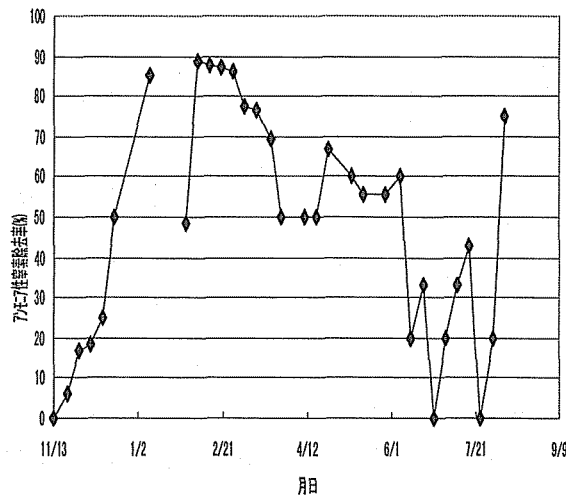


図3 生物活性炭塔前後でのアンモニア性窒素の除去率

次に、生物活性炭におけるE260の経日変化を追跡すると、図4に示すように原水のE260の変動と並行して生物活性炭塔ではE260が除去されており、実験開始より約10ヶ月経過しているが、順調にE260が除去されていることを確認した。なお、今回用いた粒状活性炭の等温吸着量の式（図5）より破過時間を求めると計算上約150日間であり、この数値から見ると物理的な吸着作用ではすでに破過に達したことになるが、現在生物が付着してきた粒状活性炭では吸着能が助長されてきたものと考えられた。ただし、生物活性炭としての生物分解作用などについてはさらなる研究が必要となるものと考えられた。

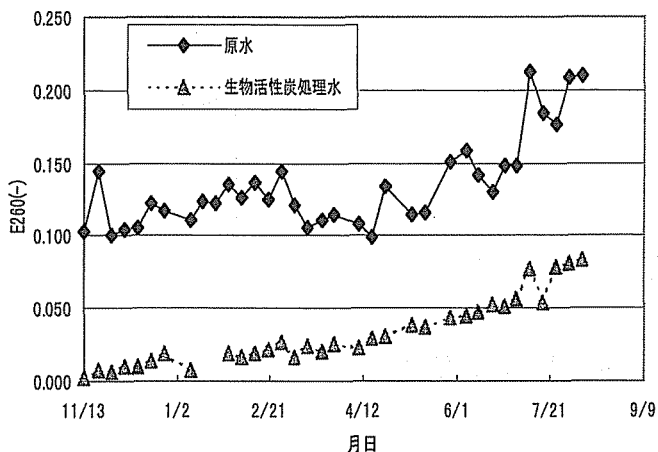


図4 生物活性炭塔前後でのE260の経日変化

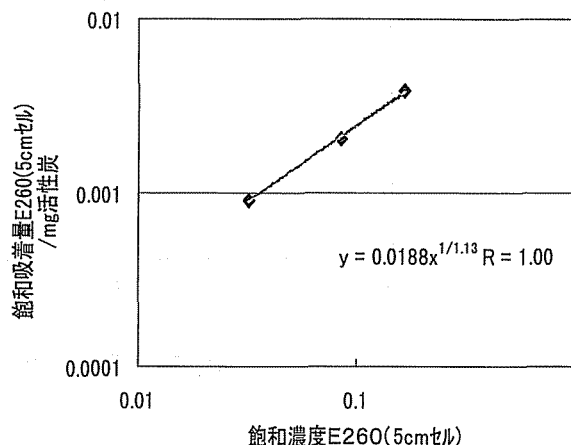


図5 粒状活性炭の原水E260吸着等温線(温度約25°C)

3-2 膜差圧の変化

膜差圧（膜モジュールの入口圧力と出口圧力の差）の経日変化を図6に示す。また、実験期間中の原水の水温と濁度の変化を図7に示す。実験開始後1ヶ月間は、水温の変化や原水濁度の変化の影響を受け、膜差圧が上昇したが、7月23日ごろより比較的安定した膜差圧を示した。また、開始初期に膜差圧が上昇した理由としては逆洗水への次亜塩素酸ナトリウム添加量が十分に調整できてなく逆洗の効果が低かったものと考えられた。

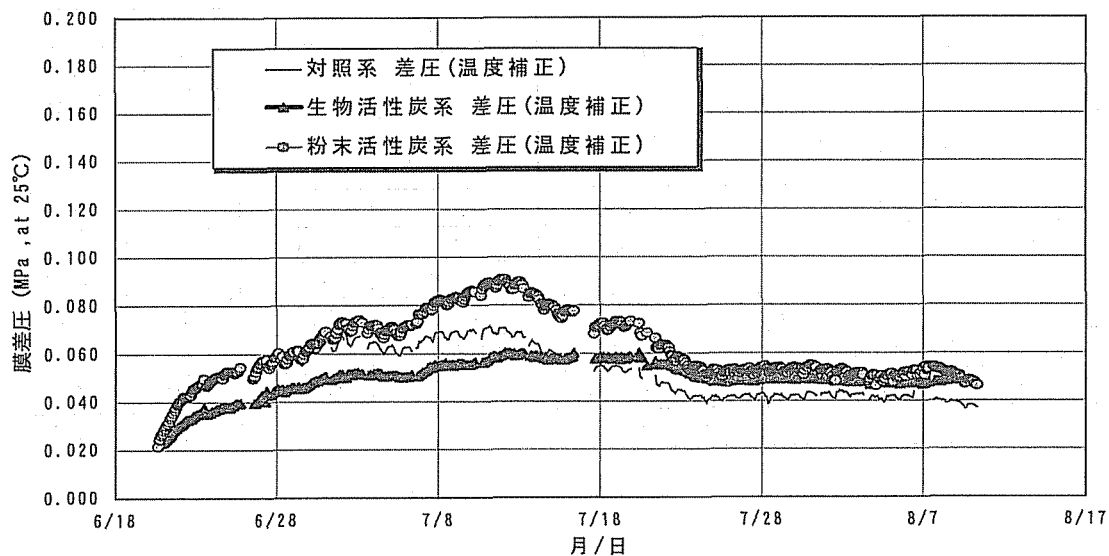


図6 膜差圧の経日変化

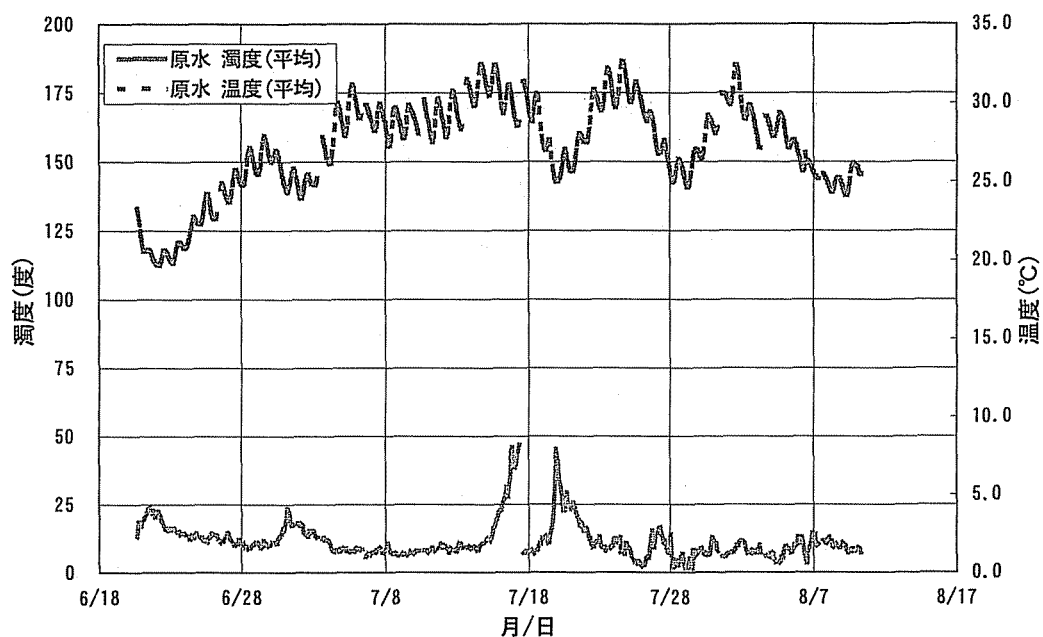


図7 原水の水温および濁度の経日変化

3-3 各システムの水質

原水、生物活性炭処理水および各系の膜ろ過処理水の水質を表4に示す。生物活性炭処理水は、TOC、DOC、過マンガン酸カリウム消費量、E260および色度において、原水に対して高い除去率を示した。

膜ろ過処理水では、粉末活性炭系、生物活性炭系ともに対照系よりも大きな除去率を示しており、システム全体として見た場合、生物活性炭系が粉末活性炭系よりも各除去率が高い結果となった。

表4 各システムの水質

	原水	生物活性炭処理水	膜ろ過処理水		
			対照系	粉末活性炭系	生物活性炭系
アンモニア性窒素(mg/L)	0.36~ 0.04	0.04 以下	—	—	—
硝酸性窒素(mg/L)	1.68	1.87	—	—	—
TOC(mg/L)	2.37	0.83	1.47	1.09	0.74
DOC(mg/L)	1.53	0.73	1.41	1.02	0.62
過マンガン酸カリウム消費量(mg/L)	7.16	1.83	3.61	2.37	1.56
溶解性マンガン(mg/L)	0.01	0.005 以下	—	—	—
E260 (—) 50mm ㍷	0.176	0.069	0.172	0.101	0.063
色度 (度)	34.6	3.5	2.5	1.0	0.6

4. おわりに

江戸川表流水を原水とした実証実験によって得られた知見を次にまとめた。

- ・生物活性炭処理では運転開始以来約10ヶ月を経過したが、物理的な吸着作用の他にアンモニア性窒素については生物学的除去も行われていたことを確認した。
- ・生物活性炭系に用いた粒状活性炭および粉末活性炭の吸着作用により原水中の有機物などが除去され、これにより水質を大幅に改善することができた。
- ・粉末活性炭系、生物活性炭系ともに運転管理指標の一つである膜差圧を追跡すると、支障なく安定した運転を行うことができた。

5. 謝辞

この研究は「高効率浄水技術開発研究（ACT21）」の持込み研究の一環として実施したものである。本実験にご協力頂いた関係各位には感謝の意を表します。