



Title	有機色度成分によるナノろ過膜の閉塞特性
Author(s)	井齋, 拓也; 福土, 憲一; 佐藤, 敦久
Description	第7回衛生工学シンポジウム (平成11年11月11日 (木) -12日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 7 水処理 2 . P7-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 7, 237-241
Issue Date	1999-11-01
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7299">https://hdl.handle.net/2115/7299</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	7-7-2_p237-241.pdf



## 7-2 有機色度成分によるナノろ過膜の閉塞特性

○井齋 拓也 (八戸工業大学)、福士 憲一 (八戸工業大学)  
佐藤 敦久 (八戸工業大学)

### 1. はじめに

精密ろ過や限外ろ過を用いた浄水処理は、実用化の段階にすでに入っている。しかし、現状は導入初期のために、小規模浄水場で比較的清澈な原水のみを対象としている。今後、本格的に浄水場に膜を導入したり、やや汚濁が進んだ原水を対象とするような場合、膜を利用した浄水技術の長期的な信頼性・安定性をしばらくは確認しつつ技術開発を進めていく必要がある。

一方、この数年来、ナノろ過を利用した高度浄水処理実験についても基礎研究が進んでいる。浄水に適した膜の種類、運転方法、処理特性など、かなりの部分が解明されつつあるが、原水の性状に応じたナノろ過の適正な運転方法や処理水質の限界など、長期的な信頼性・安定性を意識した基礎研究がさらに必要である。

筆者らは、八戸圏域水道企業団の主水源である河川水を対象に、限外ろ過 (UF) + ナノろ過 (NF) 方式で現場実験を行ってきた。図-1 はその運転結果の一部である<sup>1, 2)</sup>。河川水、UFろ過水、NF膜入口のE260 (紫外線吸光度波長 260nm、1cmセル) の平均値は、各々約 0.05、0.025、0.13 である。明らかに閉塞を起こしており、主な原因物質は色度成分であると考察している。そこで、本研究では、色度成分による NF 膜の閉塞特性に関して、人工実験を行い、あわせて NF 膜の望ましい利用形態について考察を行った。

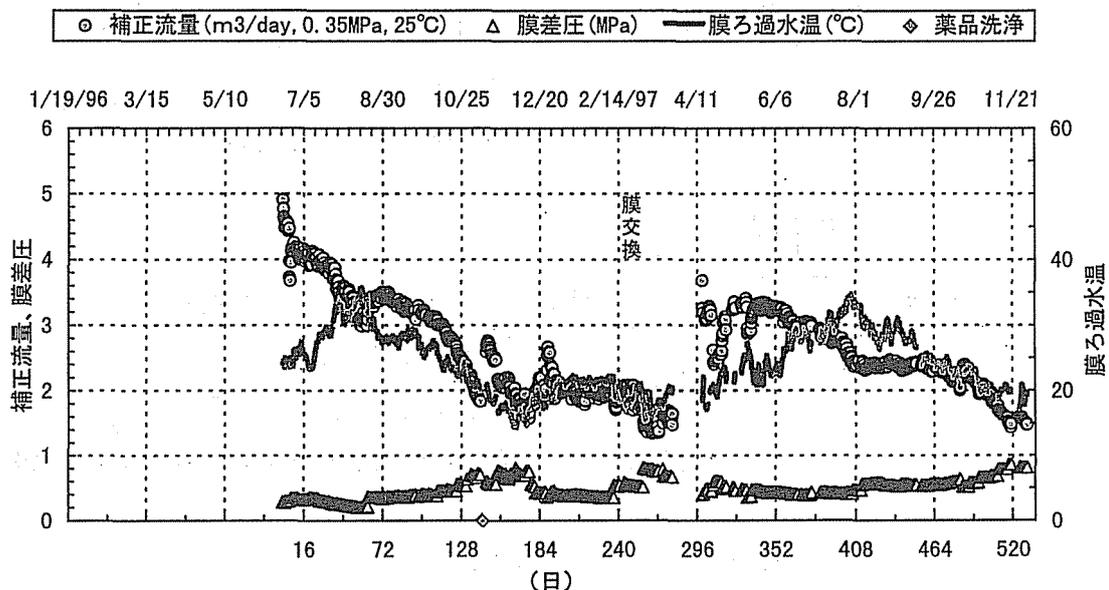


図-1 NF 運転結果 (現場実験)

### 2. 実験方法

(1) 原水：色度成分と成分が類似しているクラフトパルプ黒液を大学井戸水で希釈し、NF膜入口でE260が約0.05または、0.025となるよう調整した。これは現場実験での値を参考にし、か

つNF膜で濃縮水非循環を仮定した場合のやや危険側濃度を想定したものである。なお、大学井戸水の濁度、E260 はともに 0 である。

(2) 装置と運転：表-1 と図-2 に示した UF と NF 装置を用い、UF ろ過水を NF 供給水とした。実験後半では UF をカットし、その影響を検討した。なお、NF の回収率は 90% とした。

(3) 評価方法：運転状況に関して、膜差圧、水温、ろ過水流量等を 10 分間隔で記録整理した。水質は、NF 供給水、NF 濃縮水、NF 膜入口、NF ろ過水について E260 を分析した。

表-1 膜ろ過装置の諸元

限外ろ過 (UF)	ナノろ過 (NF)
膜モジュール：酢酸セルロース中空糸 分画分子量 15 万 クロスフロー内圧型	膜材質：架橋ポリアミド系複合膜 エレメント：スパイラル型 4 1/4×1m×1 本 (濃縮水循環)
膜面積：1.4m <sup>2</sup> ×2 本	NaCl (500mg/l) 排除率：55%
流束：1.0m <sup>3</sup> /日	標準的な透過水量：4.5m <sup>3</sup> /日
膜面流速：1.0m/sec	
逆洗：ろ過水使用、60 分毎、次亜添加	

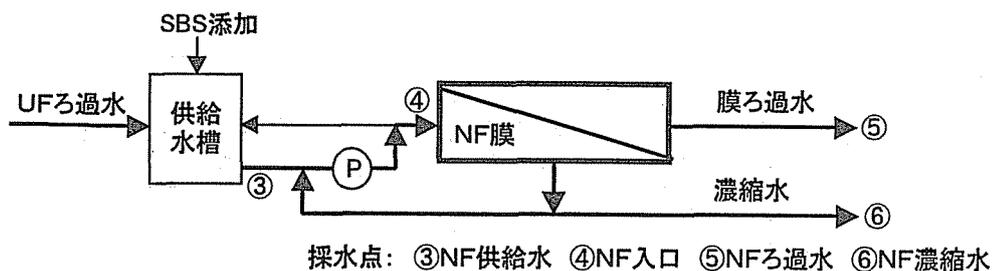
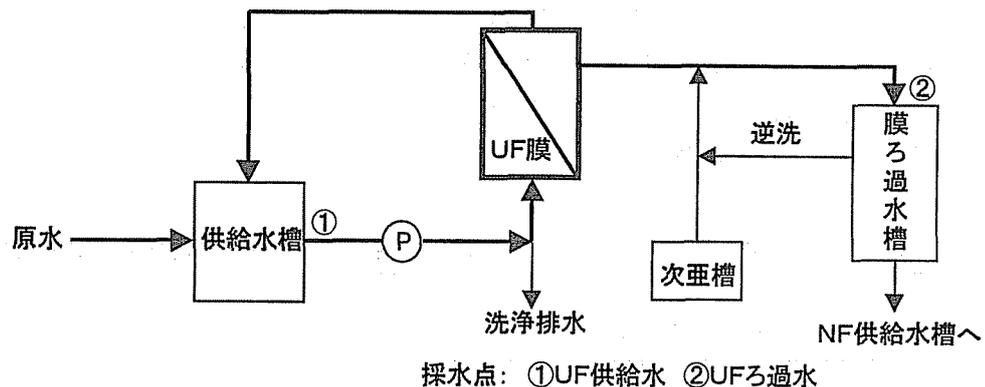


図-2 UF・NF装置フローシート

### 3. 実験結果

(1) 膜入口濃度が E260=0.05 の場合

図-3 に運転状況を、図-4 に E260 の水質データを示す。UF ありで NF を運転した場合、補正流量の減少はほとんどない。実験当初 (25 日目頃まで) は、補正流量が低下したが、これは KP

水濃度の制御に失敗し、膜入口濃度が高くなった期間があったためと考えられる。以後は、補正流量が一定していることから、膜の閉塞がみられないことがわかる。

UF なしにした場合は、明らかに補正流量が減少している。別の研究<sup>3)</sup>より、UF では分子量数千以上の色度成分が若干除去されており、この影響が大きいと考えられる。

水質については、UF の有無にかかわらず、NF により E260 成分はほとんど除去されており、図-1 の現場実験の水質結果<sup>1, 2)</sup>とよく一致している。

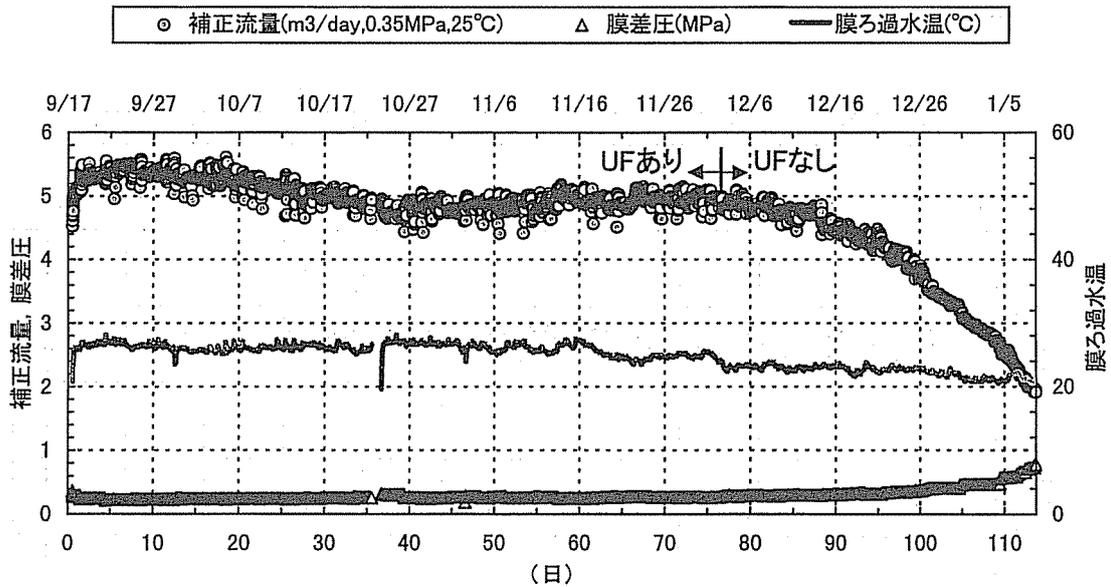


図-3 NF 運転結果(人工実験、膜入口 E260=0.05)

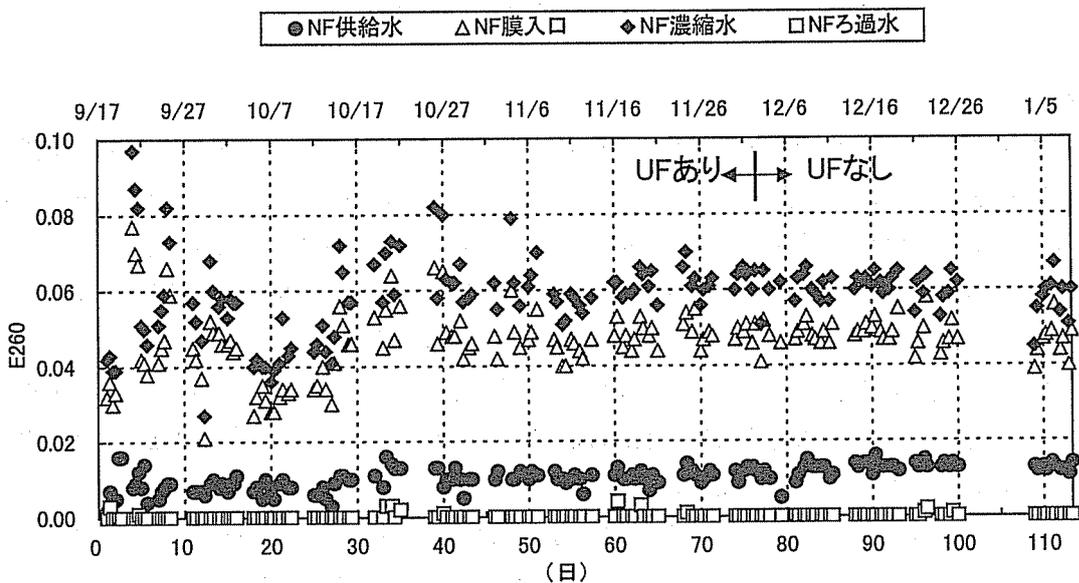


図-4 NF 水質結果(人工実験、膜入口 E260=0.05)

## (2) 膜入口濃度が E260=0.025 の場合

図-5 に運転状況を示す。(1) の場合と同様に UF ありで NF を運転した場合、補正流量の減少はほとんどない。実験当初 (20 日目頃まで) は、補正流量が若干低下したが、これは (1) と同様に KP 水濃度制御がややうまくいかなかったためである。

UF なしにした場合は、補正流量の減少がかすかにみられるが、ほとんど変化がない。膜入口の濃度がこの程度の低い場合、閉塞の進行は極めて遅いと考えられる。

水質については、図を省略するが、UF の有無にかかわらず、NF により E260 成分がよく除去されている。

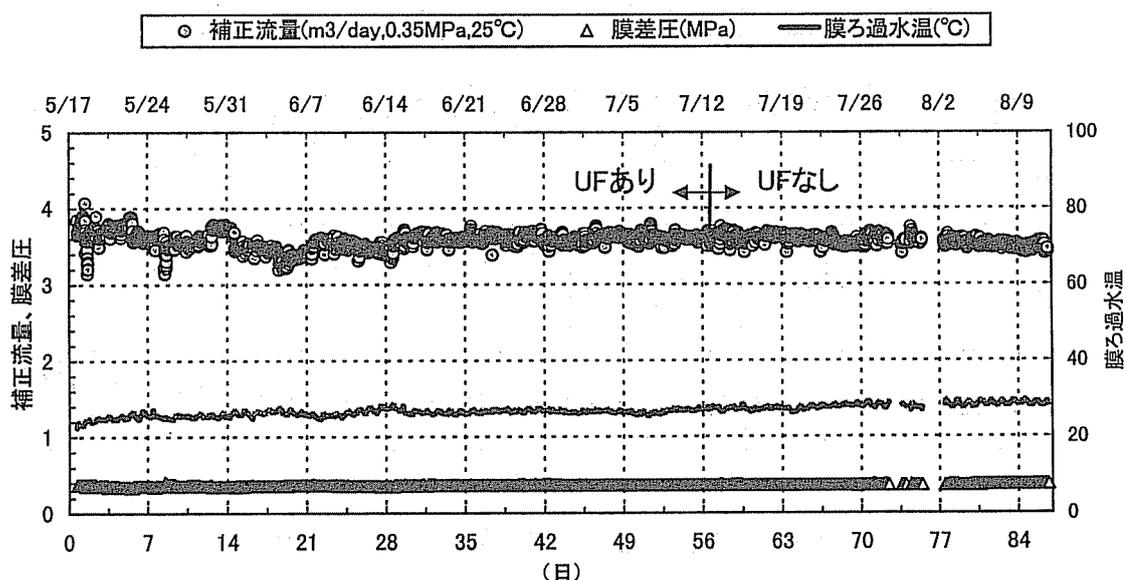


図-5 NF 運転結果(人工実験、膜入口 E260=0.025)

## 4. まとめ

本実験においては UF ありの場合、NF 膜入口の E260 が 0.05 または、0.025 であれば、回収率 90% でも閉塞がほとんどない。ただし、E260 が 0.05 と濃い場合は UF を省いた場合は明らかに補正流量が減少する。また、膜入口の E260 が 0.025 と薄い場合は UF なしでも閉塞はほとんど見られない。これらのことから、UF または既存の処理法で高分子フミン成分を若干除去したり、膜入口濃度が薄ければ、色度成分による NF の閉塞は避けられそうである。

NF については、浄水処理への具体的な適用方法が未だ確定していない。高度処理 MAC の実証実験等により、色度や農薬等に対する高い除去性が確認され、浄水処理適用への道が大きく開けた。また、エネルギーコストに関しても、より低圧で運転可能な膜の研究開発が進みつつあり、NF が広く普及する可能性は高い。しかし、NF を現行の浄水システム末端に単純に組み込んで全量処理・一元給水することは、ナノろ過水という上質水を全用途に使用することになり、水質の利用という観点から問題がある。

丹保らはすでに、NF のもっとも有効な利用法として配水管末端でのローカルな利用を提唱している。すなわち、現行の配水管網末端の地区ごとに小規模な NF 装置を設置し、配水ラインを分岐させて NF に通し、「部分上質水道」を給水する方法である。さらに、この発想の延長線上

として、筆者らは「家庭用NF浄水器」の可能性も考えている。圧力ブースターの取り付け、濃縮水の取り出しなど、具体的課題はあるが、技術上の大きな問題はないと考えられる。いずれにしても、濃縮水非循環式で一過型の運転とし、回収率は50%程度でもよい。その場合、不純物成分の濃縮率は2倍であり、これを現行の配水・給水ラインに戻しても飲用以外の目的に充分使える。また、現行の浄水をろ過するのであるから、上記の結果からも、E260成分の値が高い場合を除いてファウリングの心配はほとんどないと考えられる。

#### <参考文献>

- 1) 織田、福士ほか：河川水を対象とした限外ろ過とナノろ過による膜処理現場実験、第48回全国水道研究発表会講演概要集、pp.246-247（1997）
- 2) 王、福士ほか：河川水を対象とした限外ろ過とナノろ過による膜ろ過実験、第49回全国水道研究発表会講演概要集、pp.188-189（1998）
- 3) 織田、福士、佐藤ほか：有機色度成分による限外ろ過膜のファウリングに関する実験的研究、環境工学研究論文集、第32巻、pp.29-38（1995）
- 4) 丹保：第5回衛生工学シンポジウムでの講演（1997.11）