HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	カルシウム－天然有機物共存系におけるナノろ過膜に与える影響
Author(s)	近藤, 拓也; 小口, 祥史; 大野, 浩一; 亀井, 翼; 眞柄, 泰基; 大谷, 務
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 13, 223-226
Issue Date	2005-11-16
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/1372
Type	bulletin (article)
Note	第13回衛生工学シンポジウム（平成17年11月17日（木）-18日（金） 北海道大学クラーク会館）. 一般セッション. 6 水処理. 6-11
File Information	6-11_p223-226.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

６－１１　カルシウム－天然有機物共存系におけるナノろ過膜に与える影響

○　近藤拓也、小口祥史、大野浩一、亀井翼、眞柄泰基（北海道大学）
大谷務（水道機工）

１．　背景と目的

ナノろ(NF)法は逆浸透法と限外ろ過法の中間に位置する。粒径で 1nm前後、分子量では最大百程度の溶解性、あるいはコロイド性物質を除去対象とする膜ろ過法である。多価イオンや低分子有機物等の除去性に優れた性能を示し、オゾン・活性炭処理等の高度浄水処理の代替技術として近年注目を集めている。しかし、膜処理過程で膜表面及び膜細孔内への目詰まりや付着層の形成、いわゆるファウリングが発生し、処理効率の低下が生じることが問題となっている。これまでの知見として、ファウリングの要因物質は天然有機物(NOM)、カルシウムなどが挙げられているが[1)]、その機構は十分に明らかにされていない。そこで、本研究ではファウリングの主な要因物質とされるカルシウムとNOMに着目し、カルシウム単独で存在する場合、カルシウムとNOMが共存した場合におけるナノろ過膜のファウリングに及ぼす影響の違いについて比較検討することを目的とした。

２．実験方法

実験に用いた膜は、東レ社製の NF 膜(UTC-60、メーカー公称 NaCl 阻止率 55%)である。この性能を Table1 に示す。環境水は北海道苫小牧市白鳥湖水を 0.4μm ガラス繊維ろ紙(ADVANTEC 社製、GB-140)でろ過したものを用いた。その水質を Table 2 に示す。これを原水とし、Table 3 に記したようにそれぞれ試料水の調整を行った。

試料水を加圧ろ過用タンク(ADVANTEC 社製、5L)及び平膜セル(日東電工社製、350mL)に入れ、これらを接続する。その後、膜表面付近を 300rpm で撹拌しながら窒素ガス 0.4MPa で加圧し、半回分式膜ろ過実験を行った。透過水・濃縮水を適宜採取し、Table 1 に示した項目を測定した。実験後、純水を充填し、膜表面付近の撹拌による物理洗浄をした。また必要があればアルカリ洗浄剤(NaOH、pH9)を用いて薬品洗浄を行った。実験前後、洗浄後の純水透過流束を測定し、膜性能の変化を調べた。

	純水透過係数 [m/(d・MPa)]	NaCl 阻止率 [%]	グルコース阻止率 [%]
RUN Ⅰ	1.58	48.1	90.4
RUN Ⅱ	1.78	57.7	92.8
RUN Ⅲ	1.62	56.6	90.6
RUN Ⅳ	1.67	46.3	92.1

Table1 使用膜の純水透過係数と性能（実測値）

Na^{+} [mg/L]	Mg^{2+} [mg/L]	K^{+} [mg/L]	Ca^{2+} [mg/L]	SiO_2 [mg/L]	SO_4^{2-} [mg/L]	Cl^{-} [mg/L]	DOC [mg/L]	E260 [1/cm]
6.61	1.67	1.94	12.1	10.6	4.82	6.77	3.81	0.139

Table2 白鳥湖水水質

	試料水	説明
RUN Ⅰ	純水+Ca[400mg/L]	超純水に$CaCl_2$を 400mg-Ca/L添加
RUN Ⅱ	白鳥湖水	Ca 無添加（原水 Ca 濃度 12.1mg/L）
RUN Ⅲ	白鳥湖水+Ca[200mg/L]	白鳥湖水に$CaCl_2$を 188mg-Ca/L添加
RUN Ⅳ	白鳥湖水+Ca[400mg/L]	白鳥湖水に$CaCl_2$を 388mg-Ca/L添加

Table3 試料水項目

３．結果と考察

3-1　NOM 存在の有無による透過流束変化

RUNⅠ、Ⅳに対する透過流束変化を Fig. 1 に示す。流束の低下度を比較する為に、縦軸には透過流束を初期透過流束で除した値を取った。RUNⅠにおける透過流束は、RUN Ⅳよりも低下した。また、RUN Ⅳでは、NOM の不溶化により形成したと思われるゲル状物質を確認した。このゲルが膜面に付着して、膜の荷電作用を弱めたことで濃度分極が抑制され、RUNⅠに比べて透過流束低下が緩和されたと考えられる。

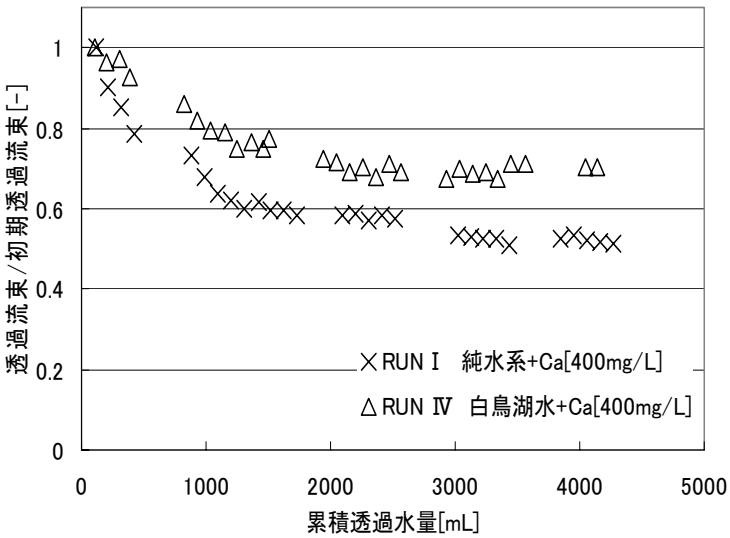

Fig. 1　NOM 存在の有無による透過流束変

3-2　Ca 濃度差による透過流束変化

RUNⅡ～Ⅳに対する透過流束変化を Fig. 2 に示す。カルシウム濃度が高い RUN Ⅲ、Ⅳでは、実験初期において、透過流束が急激に低下した。しかし、累積透過水量が 2000mL を超えたあたりから流束の低下はあまり見られなくなった。一方、カ

ルシウム無添加のRUNⅡにおいては、実験初期の急激な流束低下は見られず、実験中の全般において緩やかに低下した。最終的に、累積透過水量が4000mL付近では、カルシウム濃度によらず、初めからの透過流束の低下度合いに大きな違いは見られなかった。このことも図1と同様にNOMによるゲル状物質が膜表面に付着し、膜の荷電作用を弱めたためではないかと推測される。

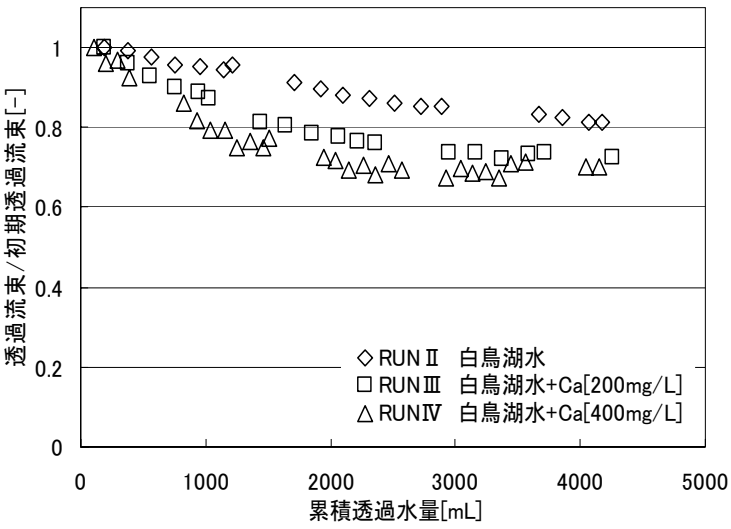

Fig. 2　Ca濃度差による透過流束変化

3-3　不可逆的なファウリング発生の有無

実験前後及び洗浄後の純水透過流束の変化を図3に示す。RUNⅠは、実験後の純水透過流束が若干低下したが、撹拌洗浄のみで回復した。RUNⅡ、Ⅲ、Ⅳにおいては、実験後の純水透過流束が2割程度低下したが、RUNⅡ、Ⅲでは、撹拌洗浄後に純水透過流束が回復した。一方、RUN Ⅳでは、撹拌洗浄だけでは純水透過流束が十分に回復せず、アルカリ洗浄後に純水透過流束が回復した。カルシウム濃度が高くなるとファウリングの性質が変化し、薬品洗浄が必要な不可逆的なファウリングが形成していた。

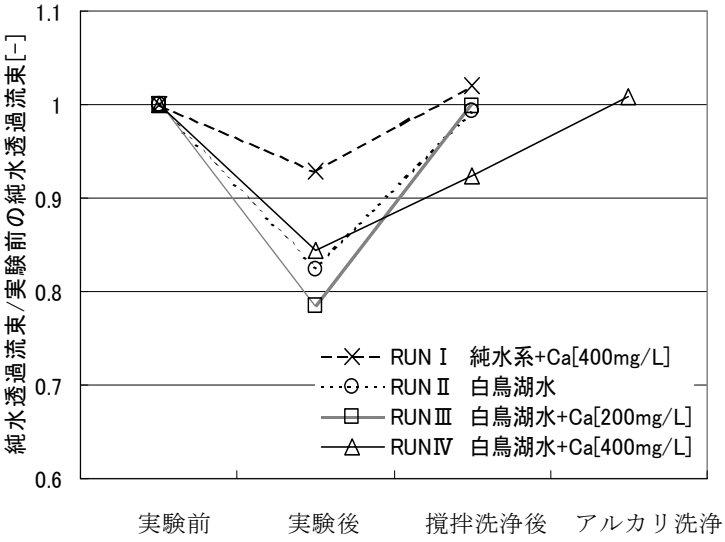

Fig. 3　実験前後及び洗浄後の純水透過流束

4．結論

膜表面付近で形成したNOMによるゲルがカルシウムの濃度分極を抑制し、透過流束低下を緩和することが示唆された。カルシウム濃度差による流束低下の影響は実験初期に顕著に現れる傾向にあったが、最終的な流束の低下度合いに大きな差異は見られなかった。また、カルシウム濃度が高い時、ファウリングの性質が変わり、薬品洗

浄が必要となる不可逆的なファウリングが形成された。

５．今後の課題

カルシウムー天然有機物共存系において膜面に形成されていた不可逆的なファウリングが天然有機物単独で構成されたゲル層であるのか、またはカルシウムと天然有機物による錯体で構成されているのかを調べる。

本実験ではカルシウムと天然有機物に着目したが、白鳥湖水に含まれる他のイオンによる影響がなかったかどうかを再検討する必要がある。

ー参考文献ー

1) 伊藤雅喜、国包章一：半回分式試験によるナノろ過膜の評価方法、水道協会雑誌第 68 巻　第 11 号、pp.21~31 1999