HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	凝集剤由来のアルミニウムがナノろ過膜のファウリングに与える影響
Author(s)	澤岡, 大輔; 小口, 祥史; 大野, 浩一 他
Description	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 . 6-10
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 13, 219-222
Issue Date	2005-11-16
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/1371
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-10_p219-222.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

６－１０　凝集剤由来のアルミニウムがナノろ過膜のファウリングに与える影響

○ 澤岡大輔、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

近年、新たな高度浄水処理としてナノろ過法が注目を集めている。しかし、膜ろ過の処理過程においては不純物が膜表面に付着、または膜細孔内に目詰まりすることでファウリングが生じるという問題がある。また、本研究室では、沖縄県にて、大型 NF プラントによる実証実験を行った。その実験においては凝集処理後に残留した溶存アルミニウムがファウリングを引き起こすのではないかと懸念された。しかし、プラントの実験においては酸注入によりｐH を酸性にすることで安定した運転が行えるという結果が得られた。そこで本研究では、溶存アルミニウムに着目し、半回分式実験において、pH4 の酸性下で様々な条件において溶存アルミニウムがファウリングを引き起こすことがないか検討することを目的とした。

２．実験方法

実験には東レ社製のNF膜（UTC-60、メーカー公称NaCl阻止率55%）を用いて膜ろ過を行った。その性能をTable 1に示す。原水として用いた沖縄県石川浄水場内における実験プラント水の水質をTable 2に示し、実際に用いた試料水及び撹拌条件を Table 3 に示す。試料水の pH はすべて HCl によって pH4 ±0.1 に調整した。また、添加するアルミニウムとしては硫酸アルミニウムを使用した。すべての試料水は前処理として 0.40μm ガラス繊維ろ紙（ADVANTEC）でろ過を行った。試料水を加圧ろ過用タンク（容量 5L、ADVANTEC）とそれに接続した平膜用セル容器（容量 350mL、日東電工）内に入れ、窒素ガス 0.4MPa で加圧した。撹拌子により膜表面付近を撹拌しながら透過水を適宜採取し、透過流束及び表１に示した各項目を測定した。ろ過実験終了後に超純水をセル内に入れ、膜表面付近を撹拌することにより物理洗浄を行った。また、実験前後と撹拌洗浄後に純水透過流束を測定した。

Table 1 使用膜の性能（実測値）

	純水透過係数 [m/(d･MPa)]	NaCl 阻止率 [%]	グルコース阻止率 [%]
Ⅰ	1.98	46.6	95.7
Ⅱ	1.88	48.2	95.8
Ⅲ	1.97	45.7	96.2
Ⅳ	2.48	40.6	85.4

Table 2 実験プラント水水質

PH [-]	E260 [1/cm]	DOC [mg/L]	Na [mg/L]	Ca [mg/L]	Al [μg/L]	Cl^- [mg/L]	SO_4^{2-} [mg/L]	SiO_2 [mg/L]
6.88	0.062	4.13	43.9	24.4	15.3	58.4	59.0	16.6

Table 3 試料水及び実験条件

	試料水		撹拌速度 [rpm]
	原水	アルミニウムの添加量	
RUN1	実験プラント水	100	100
RUN2	実験プラント水	100	300
RUN3	実験プラント水	－	100
RUN4	超純水	100	100

３．結果と考察

3－1　撹拌速度の影響とアルミニウムの添加の影響

RUN1～3 の累積透過水量に対する透過流束の変化を Fig. 1 に示す。流束の低下度を比較するために、縦軸には透過流束を実験初期の透過流束で除した値を取った。撹拌速度が異なる RUN1 と RUN2 では、透過流束の低下に差がみられなかった。このことから、pH4 では撹拌速度の違いによる濃度分極の影響に差が現れなかったと考えられる。また、アルミニウムを添加した RUN1 と添加していない RUN3 でも、透過流束の低下に差がみられなかった。このことから、溶存アルミニウムの濃度差による影響がなかったため、pH4 では溶存アルミニウムは膜に悪影響を及ぼさないと考えられる。

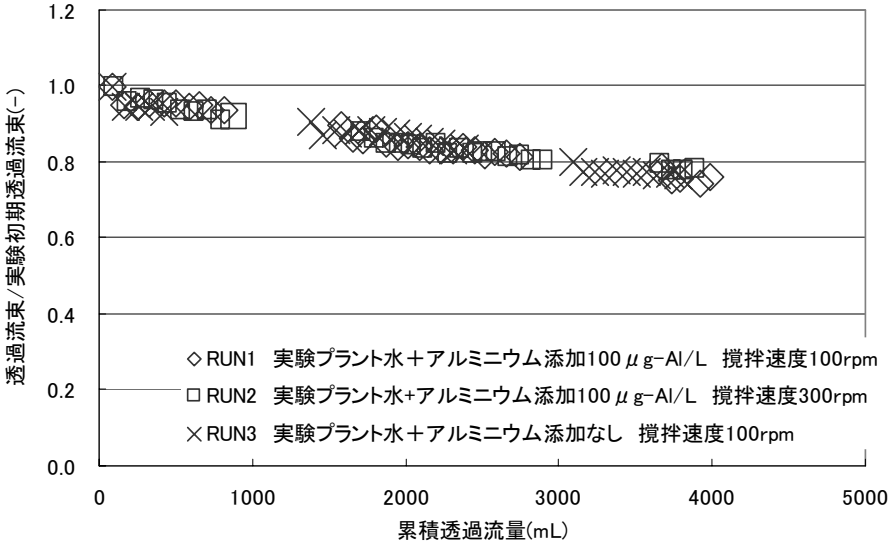

Fig. 1　撹拌速度の影響とアルミニウムの添加の影響による透過流束の変化

3－2　共存物質の影響

RUN1 と RUN4 の累積透過水量に対する透過流束の変化を Fig. 2 に示す。両者では実験終盤で透過流束に違いがみられた。これは RUN4 の試料水に比べ、RUN1 の試料水に含まれるイオンの濃度が高いため、浸透圧の大きさが異なったために差が生じたものであり、ファウリングのせいではないと考えられる。

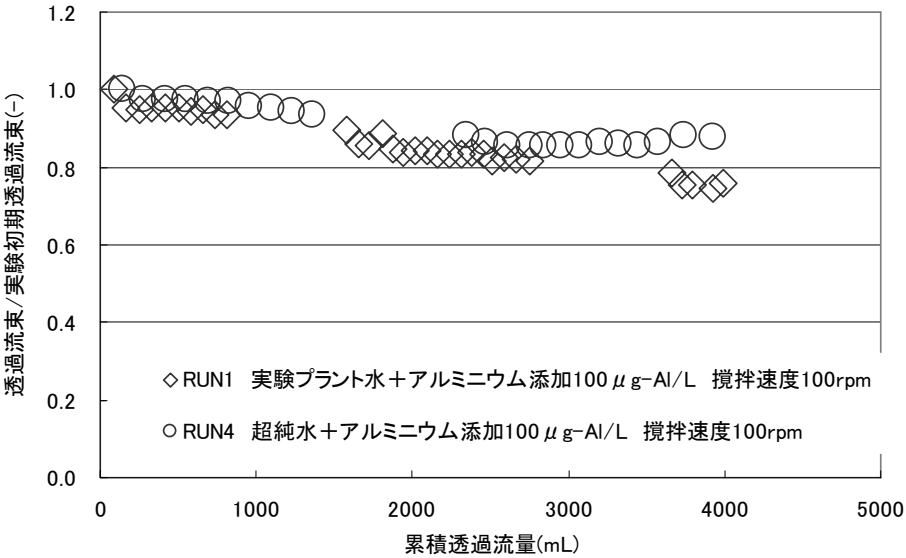

Fig. 2　共存物質の影響による透過流束の変化

3－3　純水透過流束の変化

実験前後及び撹拌洗浄後の純水透過流束の変化を Fig. 3 に示す。RUN1、RUN3、RUN 4 においては実験を通して純水透過流束は変化しなかった。しかし、RUN2 においては実験後に純水透過流束が上昇した。何らかの要因があったと考えられるが、原因の究明には至らなかった。いずれの場合においても、純水透過流束が低下しなかったため、pH4 の場合、溶存アルミニウムによるファウリングはみられなかったと考えられる。

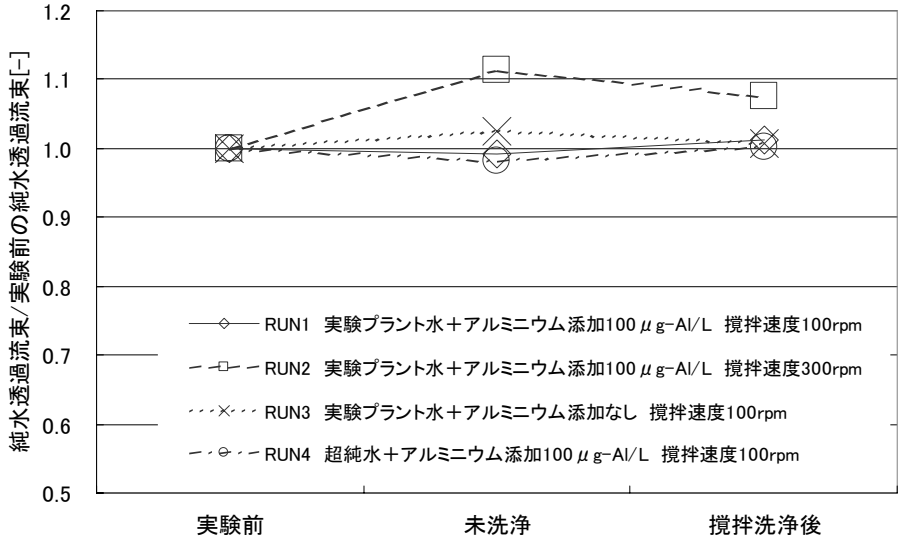

Fig.3　実験前後及び撹拌洗浄後の純粋透過流束の変化

3－4　アルミニウムの阻止率

各ナノろ過膜を用いた膜ろ過実験によって得られた透過水及び実験終了後に採水した濃縮水のアルミニウムの濃度からアルミニウムの阻止率を求めた。阻止率は平均濃度式[1)]によって求めた。その結果をFig. 4 に示す。実験プラント水を用いた場合には阻止率が 100%に近い値を示したのに対し、超純水を用いた場合では阻止率が 80%強という値を示した。共存物質によってアルミニウムの形態が変わることにより阻止率が変化した可能性が考えられる。

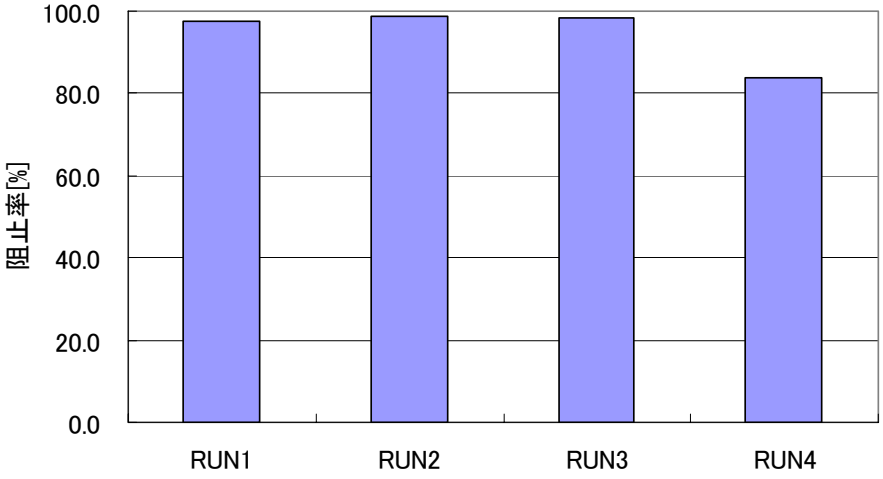

Fig.4　アルミニウムの阻止率

4. 結論

本研究では、溶存アルミニウムに着目し、半回分式実験において、pH4 の酸性下で様々な条件において溶存アルミニウムがファウリングを引き起こすか検討した。その結果、以下のことが明らかとなった。

□ pH4 の場合、アルミニウムの添加量、撹拌速度、共存物質の有無という条件を変えて実験を行ったが、いずれの場合においても溶存アルミニウムによるファウリングは見られず、安定した運転を行うことが出来た。

□ 実験プラント水を用いた場合と超純水を用いた場合でアルミニウムの阻止率が異なった。共存物質によってアルミニウムの形態が変わることにより阻止率に影響が出た可能性が考えられた。

今後の課題としては、以下のことが挙げられる。

■ pH を含めて各条件を変化させ、溶存アルミニウム自体による、あるいは溶存アルミニウムが膜処理中に不溶化することによるファウリングの影響についてより詳しく調べる。

■ 共存物質によってアルミニウムの阻止率が異なったメカニズムについて、その詳細を明らかにする。

－参考文献－

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、p.21～31、1999