

VII-90 ナノろ過膜による高濃度廃水の処理時における有機物と窒素の阻止特性

東京大学工学系研究科 学生会員 江川 健
 “ 正会員 浦瀬太郎
 東京大学環境安全研究センター 正会員 山本和夫

1. はじめに

近年限外濾過膜と逆浸透膜の中間の除去性能を持つナノ濾過膜（NF膜）の開発が進められている。NF膜は荷電しており比較的大きな細孔を持つにもかかわらず電荷を持つ溶質を阻止すると考えられている。この研究ではNF膜を通常低圧とされている1MPa（約10kg/cm²）よりさらに低圧の0.5MPa以下で運転させたとき、NF膜の有機物と窒素に対する阻止性能について、高濃度域を対象に調べることを目的とした。高濃度廃水中の有機物、色、アンモニア、硝酸・亜硝酸イオンの阻止率について調べ考察した。

2. 装置と方法

NF膜はNTR-7250, NTR-7410, NTR-759HR, NTR-729HFの4種類の平膜（日東電工）を用いた。これらは全てマイナスに荷電した複合膜である。これらの膜を運転圧力0.5, 0.3, 0.1MPaで運転した。高濃度人工廃水（組成は表1参照）を膜のファウリングを防ぐために生物処理+MF膜処理の前処理をした処理水および埋立地浸出水をろ過の対象とした。

TOCは自動測定器（TOC-500, 嶋津）で測定し、アンモニアはキャピラリ電気泳動法またはインドフェノール法で測定した。また色は390nmの吸光度で、硝酸・亜硝酸態窒素はHPLC法で測定した。

表1 人工廃水組成

Beef extract	67.7mg/l
ヘパトソ	101.6mg/l
ニトロフミン酸	159.6mg/l
タンニン酸	156.9mg/l
リクニッスルホン酸ナトリウム	91.2mg/l
ラクリル硫酸ナトリウム	35.4mg/l
硫酸アンモニウム	1410.0mg/l
塩化鉄6水和物	24.2mg/l

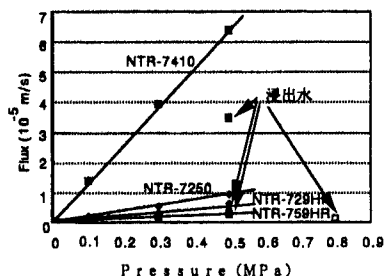


図-1 各膜のフラックスの値の操作圧力依存性

3. 結果と考察

3-1 人工廃水を生物処理+MF膜処理

で前処理したものを原水とした場合

フラックスは運転圧力に比例した（図1参照）。TOC（図2参照）、色（表2参照）といった有機物は運転圧力に関わらず阻止率が高かった。色度成分の分子量は数百から数千と大きいと考えられるので妥当な結果である。アンモニアは運転圧力を下げると阻止率が低下したがNTR-7410を除いて高い阻止率になった（図3

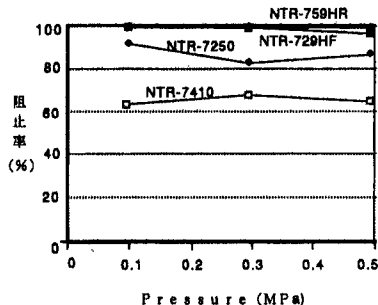


図-2 生物処理水をナノ濾過した場合のTOCの阻止率

参照）。硝酸・亜硝酸イオンは圧力を下げると阻止率は下がり阻止率がマイナスになる膜もみられた。すなわちバルク側より透過液側に濃縮された（図4参照）。これは溶液中にある他のマイナスイオンである硫酸イオン、塩化物イオンは硝酸イオン・亜硝酸イオンに比べNF膜による阻止率が大きいため溶液中の電荷バランスをとるために硝酸・亜硝酸イオンが優先的に膜を通過したと考えられる。

3-2 埋立地浸出水を原水とした場合

浸出水は濃度が濃すぎてフラックスがどの膜もかなり小さくなった（図1参照）。そのためNTR-759HR膜は0.8MPaで、残りは0.5MPaで運転した。

TOC（図5参照）、色（表2参照）は高い阻止率を示した。しかしアンモニアはNTR-759HR膜以外では阻止率が30%以下であった。濃度が濃いと浸透圧が高くなりフラックスが低下し、同時に膜の荷電による阻止能力も低くなる。このため阻止率は大きく低下したと考えられる。

表2 390nmの吸光度の値

生物処理水 E390	埋立地浸出水 E390
原液 0.40~0.46	原液 1.18~1.55
759HR 0.01~0.02	759HR 0.01
729HF 0.01	729HF 0.02
7250 0.04	7250 0.01~0.02
7410 0.03~0.04	7410 0.23~0.24

（原液本：E390=0.00）

4. 結論

有機物と窒素を高濃度に含む廃水をナノろ過処理する際の、ナノろ過膜の有機物と窒素に対する阻止特性を調べた。

- (1) 廃水中の有機物（TOC）、色など分子量の比較的大きなものは高濃度でも低圧運転でも阻止率は高い。
- (2) 荷電膜の特徴として電荷を持つ溶質（ NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- 等）は溶質の電荷、溶液中の電荷のバランスにより阻止率が決まる。そのため NH_4^+ のような対イオンでも阻止率は高くなる。また運転圧力を下げるとアンモニアは阻止率が若干低下した程度だが硝酸・亜硝酸は阻止率は大きく下がり阻止率がマイナスになる場合もあった。したがって窒素除去という点では硝化を促進させてからナノろ過することは得策ではないといえる。
- (3) 埋立地浸出水程度に濃い溶液は、低圧力運転ではどの膜もフラックスは小さく、またイオン性物質の阻止率も小さかった。

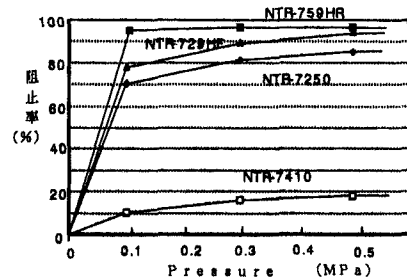


図-3 生物処理水をナノ濾過した場合の $\text{NH}_4\text{-N}$ の阻止率

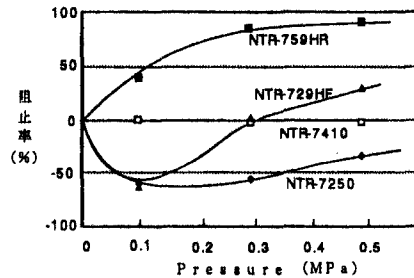


図-4 生物処理水をナノ濾過した場合の $\text{NO}_3\text{-N}$ の阻止率

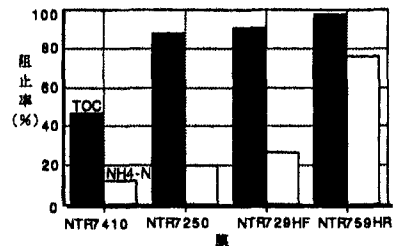


図-5 浸出水処理時のTOCおよびアンモニア性窒素の阻止率
NTR-759HRのみ0.78MPaで評価。それ以外の膜は、0.49MPaの圧力で運転。