

II-499

MF、UF膜の性質とその処理性評価

北海道大学工学部 正会員 丹保憲仁
北海道大学工学部 小澤源三
水道機工株式会社 江原康浩

[1] はじめに

清浄河川水を水源とする浄水システムにMF膜、UF膜を用いる場合に、通常適当と考えられる50~100kPa程度の操作圧で、どの程度のフラックスを長時間安定して得られるかを、図-1に示すようなクロスフロー方式の中空糸(内圧)膜について検討した。異種の膜を4系列同時に2,000時間余にわたり運転して、実験結果を比較して、①適切な膜を選び、②何故その膜が有効であるかの機構を検討した。使用した膜はアルミナセラミックMF(孔径 $0.1\mu\text{m}$)膜、UF膜としては親水性の低い方の側から、ポリアクリロニトリル(PAN)(分画分子量50,000、13,000、6,000Da)、ポリスルホン(PS)(分画分子量10,000、6,000Da)、セルロースアセテート(CA)(分画分子量150,000、100,000Da)である。アルミナセラミック膜は内径6mmの管状で、初期純水透過率が33m/dである。ポリアクリロニトリル以下の中空糸膜は内径0.8mm程度である。

[2] 実験結果

○濁度については全ての場合、 0.1mg/l 以下に、大腸菌群については完全に、色度(紫外部吸光度E260)については20~30%の除去が得られた。鉄については殆ど完全に除去できた。マンガンについては500時間を経過するあたりから80%程度の除去率を得るようになった。

○フラックスがどの程度維持できるかが実用化の鍵となる。100kPaで膜洗浄を行い、30分に1回30秒の洗浄を膜透過水を用いて200kPaで行う

ことによって、フラックスが経時的にどのように変化するかを示したのが、図-2、3、4、5、6、7、8である。又、膜フラックスの変化に大きな影響があると考えた、 $0.45\mu\text{m}$ メンブレンフィルターを通過したフミン質類(紫外部260nmの吸光度E260を指標として)の分子量分布を濁度が10~20度になる高水時と2~3度以下の低水時について、それぞれ図-9、10のようである。ちなみに高水時急速ろ過システムの除去性は図-11のようである。

[3] 結論

1)膜フラックスの長時間保持に対して、膜孔径と似たような寸法の不純物の存在が極めて大きな障害になる。従って、膜の孔径又は分画分子量は、原水中にそのようなコロイド成分、懸濁成分が存在しない寸法を選ぶこととなる。札幌市の水道原水でいえば、 $0.03\mu\text{m}$ 、分子量数十万Da付近であれば上述の不純物寸法以下ということになる。

2)上述のような膜寸法を考えた場合に、膜の親水性の大小が操作の継続に大きく影響する。親水性の大きなセルロースアセテート(CA)が最もフラックスを高く保持し続けやすい。親水性がより少ないポリスルホン(PS)とポリアクリロニトリル(PAN)の順にフラックスの低下が見られる。

3)親水性の劣るPS、PAN膜はともに操作の初期に細孔内壁にフミン質を吸着させてその孔隙を小さくする。吸着成分の分子量が1,000Da以

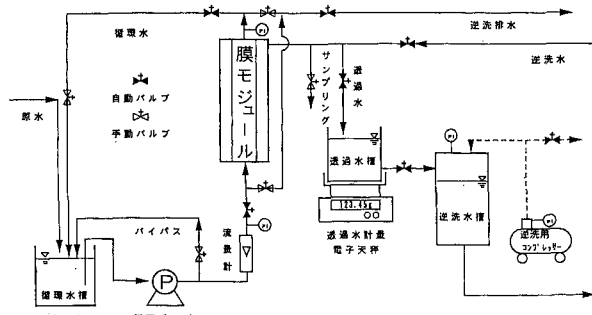


図-1 膜処理システムの1系列分のフローチャート

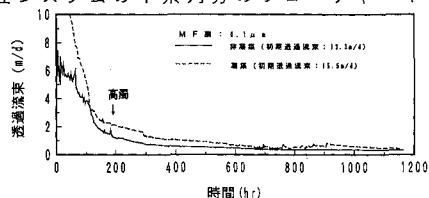


図-2 実験No.1, 2 (MF非凝集、凝集)の透過流量経時変化

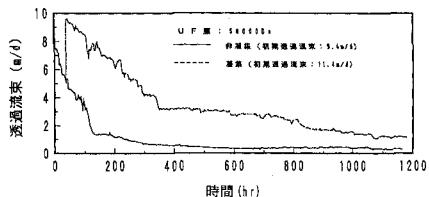


図-3 実験No.3, 4 (UF非凝集、凝集)の透過流量経時変化

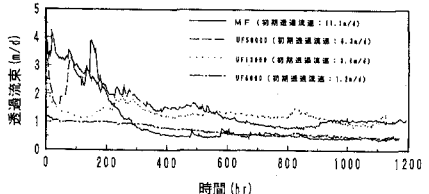


図-4 実験No.1', 3', 5, 6 (MF, UF50000, UF13000, UF6000)の透過流量経時変化

上と大きいところから、非可逆的と考えてよい形で反応が進行することが予想される。従って、比較的寸法が大きく、高い濃度のフミン質の存在が見られる高水流出（高濁）が運転の初期に存在すると（図-9）、急激なフラックスの低下を示し、以後回復しない。しかしながら、初期の河川流況が安定で、低水流出時における低分子のフミン質が卓越流出する状況では（図-10）、吸着分子量が小さいために孔隙の減少が限られる。いったんフミン質が孔隙表面に吸着すると、膜は親水化されて親水性膜と似たような挙動を示す。従って、以後のフラックスの低下は極めて少ないものとなる。アルカリ薬品洗浄後はこれら吸着成分のほぼ全てが除かれる。

4) 通水をある時間（300時間）経て、フミン質によりその細孔内壁が親水化した膜、または親水性の膜は逆洗を繰り返すことによって閉塞した不純物を孔隙外に追い出すことができるようである。従って高濁がきて孔隙がコロイド等によって閉塞し、フラックスの低下を示した系も、時間の経過とともにこれら閉塞原因となった組成成分を徐々に孔隙外に排出するので、フラックスは徐々に回復する。

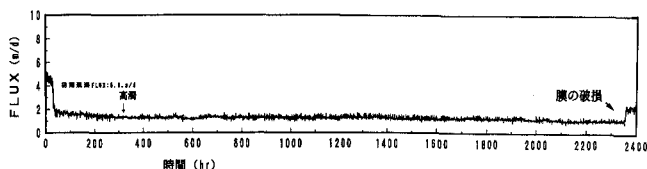


図-5 FLUX経時変化 CA150000

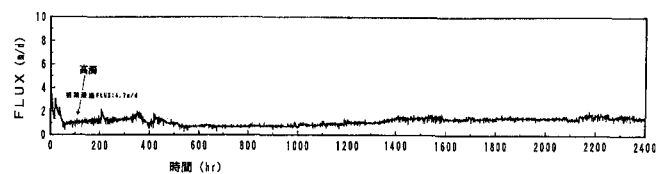


図-6 FLUX経時変化 CC100000

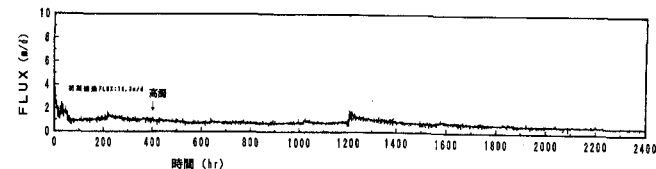


図-7 FLUX経時変化 PS10000

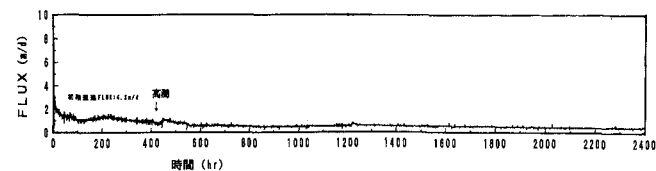


図-8 FLUX経時変化 PAN13000

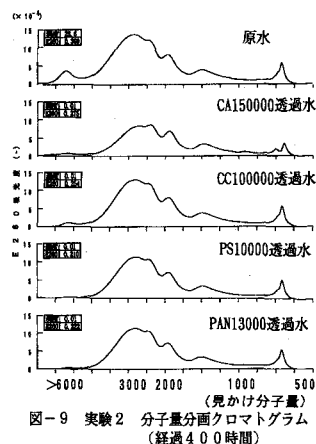


図-9 実験2 分子量分画クロマトグラム（経過400時間）

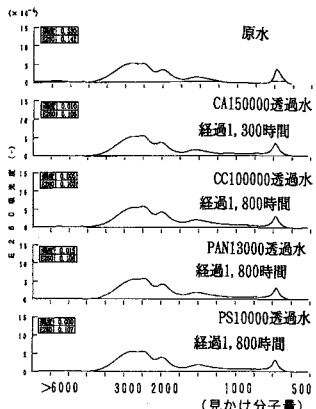


図-10 実験2 分子量分画クロマトグラム（安定期'94.1.18）

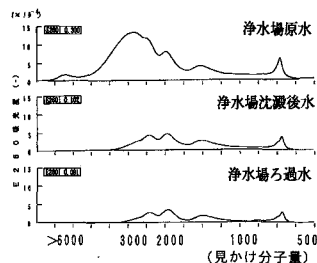


図-11 分子量分画クロマトグラム（浄水場処理水'93.11.15）
*実験2運転開始後417時間