

II - 535

琵琶湖水のUF膜ろ過における有機物除去性

岐阜大学 学生員 金田修司, 林本隆行
岐阜大学 正 員 湯浅 晶, 篠田成郎

1. 研究目的

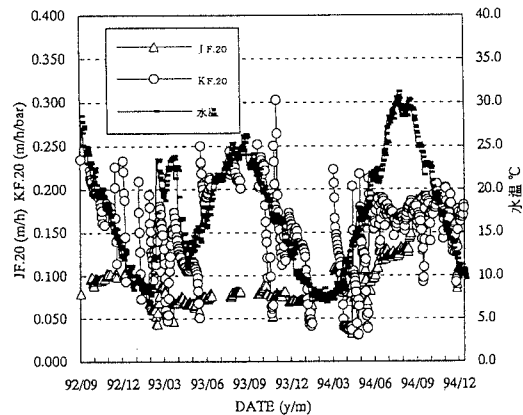
膜ろ過浄水法の実用化にあつては、原水の水質変動に対する膜の透過性能とろ過水質の安定性あるいは変動特性を把握することが必要である。本研究では、琵琶湖水を原水としてUF膜ろ過パイロットプラントの運転を2年間行い、過マンガン酸カリウム(KMnO_4)消費量と紫外外部吸光度E260を指標とする有機物の除去性とUF膜透過性能の関係について検討した。

2. UF膜ろ過パイロットプラントの概要

滋賀県長浜市の下坂浜浄水場内に中空糸UF膜モジュール(内圧クロスフロー型、セルロース系、膜分離孔径10nm、排除分子量10万Dalton、膜面積7.2 m^2)を用いたろ過装置を設置し、湖岸から700m沖合の標準水深4.17mの地点から取水している(取水口は湖底より1.67m)琵琶湖水を原水として、凝集・フロック形成などの前処理を行わないUF膜ろ過実験を1992年9月から1994年12月まで行った。ろ過工程と逆洗工程の操作条件を表1に示す。ろ過工程は、ろ過流量制御方式を行い、膜の閉塞の度合に応じて膜ろ過フラックスを0.05~0.18 m^3/h (20℃換算)の範囲の任意の値に制御して運転した。また、逆洗工程は、圧力制御方式で行い、逆洗効果を高めるために逆洗用透過水に NaClO 溶液を注入した。図1に示されるように、2年間の運転期間中、膜の軽微な閉塞あるいは深刻な閉塞により膜の透過性能(補正膜透過係数 $K_{F,20}$)は0.05~0.25($\text{m}^3/\text{h}/\text{bar}$, at 20℃)の範囲で増減を繰り返した。

表1 ろ過工程と逆洗工程の操作条件

原水供給流量 $Q_G(20^\circ\text{C})$	0.72 m^3/h
ろ過流量 $Q_F(20^\circ\text{C})$	0.72 m^3/h
ろ過フラックス $J_F(20^\circ\text{C})$	0.033~0.193 $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$
循環流量 Q_C	4.5 m^3/h
クロスフロー速度 V_C	0.90 m/s
原水圧力: モジュール入口	0.7~2.0 bar
原水圧力: モジュール出口	0.5~0.6 bar
ろ過水圧力	0.2 bar
ろ過工程時間	30~60 min
逆洗工程時間	45~60 s
逆洗時の塩素注入濃度	5 $\text{mg}/\text{Cl}_2/\text{L}$

図1 補正膜透過係数 $K_{F,20}$

3. 原水とUF膜ろ過水の水質

原水とUF膜ろ過水の水質を図2~3に示す。原水の紫外外部吸光度は、波長260nmにおける吸光度測定値から波長546nmにおける吸光度測定値を差し引いて濁質の影響を補正した値を紫外外部吸光度E260(1cmセル換算)としてあらわした。

KMnO_4 消費量は通常は2~4.5 mg/L の範囲であるが、冬期に低く夏期に高くなる傾向を示す(図2)。 KMnO_4 消費量が夏期に若干高くなるのは夏期に増殖した藻類が影響しているためと考えられる。また、原水の KMnO_4 消費量の変動にかかわらずUF膜ろ過水の KMnO_4 消費量は比較的安定しており、深刻な渇水となった1994年夏期を除くと通常は1.5~3 mg/L の範囲であった。原水の紫外外部吸光度E260(1cmセル換算)は通常は0.01~0.03の範囲(図3)で変動し、夏期に高くなる傾向を示した。UF膜ろ過水のE260は、1994年夏期を除くと通常は0.002~0.02の範囲であった。原水のTOCとDOC(0.45 μm メンブレンろ過)は、通常はそれぞれ1.5~2.7 mg/L と1.4~2.2 mg/L の範囲であり、原水中の全有機炭素に占める藻類などの懸濁態有機炭素の比率は、通常は10~20%程度であった。また、UF膜ろ過水のTOC(=DOC)は、通常は0.7~1.8 mg/L の範囲であった。

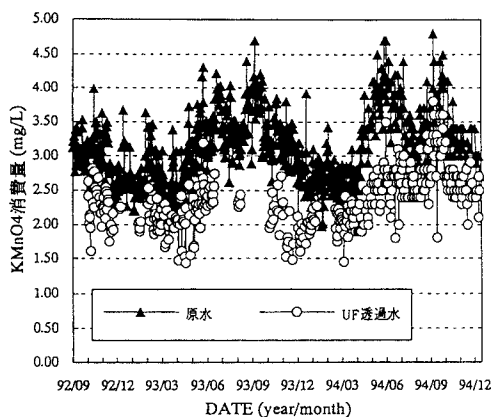
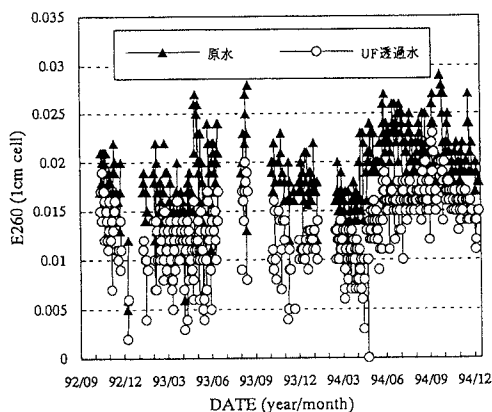
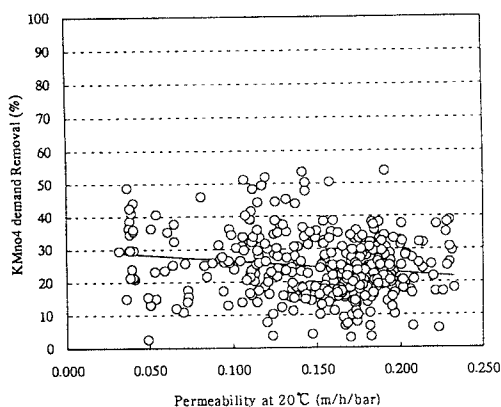
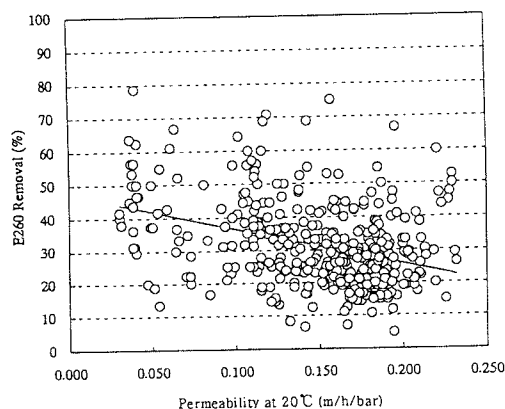
図2 KMnO_4 消費量

図3 紫外外部吸光度E260（1cmセル）

4. UF膜ろ過による有機物の除去性とUF膜透過性能の関係

KMnO_4 消費量および紫外外部吸光度E260の除去率と補正膜透過係数 $K_{F,20}$ （ m/h/bar , at 20°C ）との関係をそれぞれ図4と図5に示す。図4にみられるように、 KMnO_4 消費量の除去率は変動が大きいものの、膜透過係数 $K_{F,20}$ が低下するにつれて、 KMnO_4 消費量であらわされる有機物の除去性が高くなる傾向が示される。膜透過係数 $K_{F,20}$ が低い時期（低水温の冬期）には KMnO_4 消費量の除去率が若干高く、膜透過係数 $K_{F,20}$ が高い時期（高水温の夏期）には KMnO_4 消費量の除去率が低い日が多くなっている。ただし、夏期にも KMnO_4 消費量の除去率が高くなることは、藻類などの懸濁態の有機物の影響があらわれているためである。溶存性の有機物量の指標である紫外外部吸光度E260の除去率は図5に示されるようにほぼ10～60％の範囲で変動しているものの、膜透過係数 $K_{F,20}$ が低下するにつれてE260発現性溶存有機物の除去性が徐々に高くなる傾向が示されている。このように膜透過係数 $K_{F,20}$ と溶存有機物の除去性の関係は、UF膜で分離されるような溶存性高分子有機物の量が原水中に多くなるにつれてUF膜が閉塞しやすくなる可能性を示している。あるいはまた、原水中の溶存性有機物に占める高分子有機物の比率は同じであっても、低水温の冬期には有機物が膜内部に吸着しやすくなるなどの理由で膜内部が閉塞し、膜の分離サイズが実質的に徐々に減少して、より低分子の有機物も除去されるようになっていく可能性を示している。

図4 KMnO_4 消費量除去率と膜透過係数 $K_{F,20}$ の関係図5 E260除去率と膜透過係数 $K_{F,20}$ の関係

5. まとめ

UF膜ろ過による有機物の除去率は、原水中の懸濁態有機物や高分子有機物の存在比率に大きく左右されるために変動が大きいものの、膜が閉塞して透過性能が低下しやすい時期には有機物の除去性が高くなる傾向が示された。