

京都大学工学部 正員 岩井重久 正員 北尾高嶺
 正員 菅原正孝 長尾正悟
 栗田工業 広瀬洋一

1. はじめに

最近、下水や工場廃水の高度処理の必要性が叫ばれるようになってきたが、わが国における河川、海、湖沼などの公衆用水域の水質は、良くても現状維持、ほとんどは年々悪化の一途をたっている。さらに、近き将来予想される水資源の逼迫と相まって使用済みの水を再利用しようという動きがあることから高度処理あるいは三次処理に対する期待はますます高まりつつある。ここでは、種々の高度処理法のうちでもその実用化がかなり有望視されている逆浸透圧法 (Reverse Osmosis) をとりあげ、おもに下水の二次処理水を対象に、2, 3 の実験的研究を行なったので、その一部を報告する。

2. 実験装置および方法

図-1 に実験装置のフローシートを示す。装置は連続式であり、一定の条件下で再循環を行なうことにより長時間の運転が可能である。貯留槽中の原水はポンプにより加圧送水され、アキュムレーター (圧力緩衝器) を通過後、逆浸透圧セルに送り込まれる。透過水 (処理水) はセルの周辺から浮出してくるようになっており、また、余剰の原水は再び貯留槽に戻される。圧力の微量調整はニードルバルブにて行なう。使用した半透膜は通常の Loeb 型膜 (アセチルセルロースを基材とし、添加剤にネームアミド、溶剤としてアセトンを用いる) で、有効面積は 120 cm^2 である。また、実験に供した原水としては、京都市吉祥院下水処理場の二次処理水を東洋3紙 No. 5C でろ過して、浮遊物質をある程度除害したものを供した。なお、Run 2 の原水は、この二

表-1 実験条件

	Run 1	Run 2
操作圧 (kg/cm^2)	4.2	4.2
送水量 (ml/min)	360	712
レイルス数	1,910	3,780
回収率 (%)	約 50	約 50
処理対象汚濁物質	BOD COD $\text{NH}_4\text{-N}$ $\text{NO}_3\text{-N}$	COD $\text{NH}_4\text{-N}$ Ni , Cu , Hg Zn , Cd , Co

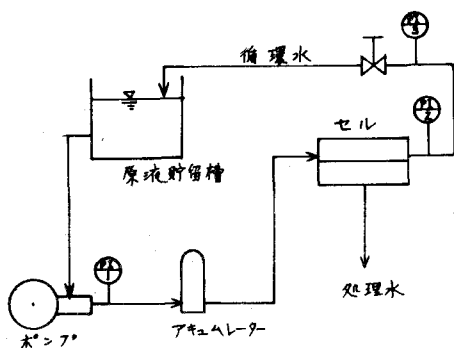


図-1 実験装置のフローシート

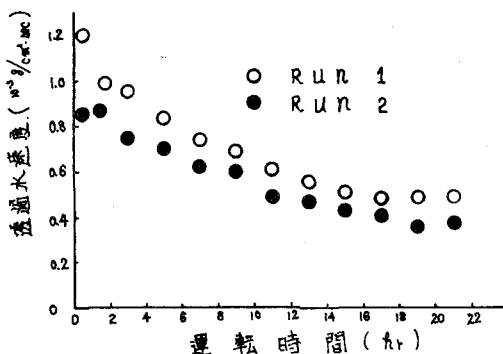


図-2 水の透過速度の時間的变化

水処理水に重金属を添加して作成した。

3. 実験結果および考察

(1) 水の透過速度の時間的变化

図-2 に水の透過速度が時間とともに減少していく様子を示す。Run-1 では新しい膜を使用したの下であるが、最初の1時間の透過速度は $1.20 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^2 \cdot \text{sec}$ ($1.04 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{D}$) であったものが 20 時間後には $0.486 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^2 \cdot \text{sec}$ ($0.421 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{D}$) となり、初期の約 41% まで低下している。とりわけ、最初の2時間程で急激な減少傾向が認められるが、これは、原水の中の汚濁物質による膜の閉塞というよりは、高圧を受けることによって膜自体が圧縮されたためと考えられる。Run-2 では、Run-1 で用いた膜を引き続き使用したが、膜面上における原水側のレイノルズ数を 3,780 と Run-1 の約 2 倍にあげた結果、濃度分極の影響が軽減されたことにより初期の透過速度は $0.825 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^2 \cdot \text{sec}$ と Run-1 の最終透過速度の 2 倍近くに、また、Run-1 の初期の 70% 程度にまで回復していることがうかがえる。その後は、Run-1 と同様な減少傾向を示して、20 時間後には初期の 43% に低下した。それ以上は実験を続けなかったものの、どのような傾向を示すのか分らないが、20 時間前後でやや減少速度がにぶってきていることが観察される。

(2) 汚濁物質の除去特性

図-3 に Run-1 の結果を示す。原水を循環させている関係上、時間とともに原水濃度は次第に高くなっていくが、それとともに BOD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ については、処理水の水質も悪化してくる。しかし、除去率に関しては、BOD で 92~95%、 $\text{NH}_4\text{-N}$ で 98~99% と時間的変動はあまり認められない。一方、COD については、原水濃度の増加にもかかわらず、つねに安定した処理水がえられており、したがって除去率も時間とともに 92~96% と徐々に高くなっていく傾向にある。Run-2 の実験の一部を表-2 に示すが、特徴的なことは、いずれの重金属についても処理水の水質が時間とともに BOD などの場合とは全く逆に次第に良くなっている点である。以上のように、汚濁物質によってその除去特性に相異が認められるという事実が明らかになった。

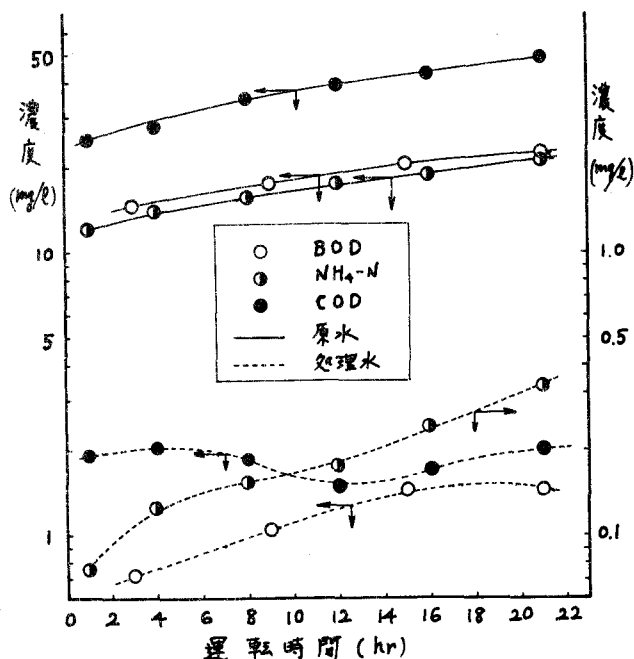


図-3 原水および処理水の時間的变化

表-2 重金属の処理実験結果

	Zn	Ni	Hg	PH
原水濃度	0.80	4.00	4.50	7.75
2hr	0.16	0.10	0.54H	6.83
4	0.18	0.10	"	—
6	0.13	0.10	"	6.74
8	0.11	0.05	"	—
10	0.04	0.05	"	6.77

濃度単位: mg/l