

# 精密ろ過膜の浄水処理への適用

## Application of Microfiltration to Drinking Water Treatment



(環)製品開発室  
西尾 弘 伸  
Hironobu Nishio

Most Japanese water purification plants were constructed before the 1960's and they need renovation or reconstruction in the near future. Membrane filtration such as micro- and ultrafiltration is a promising technology to replace the conventional technology of coagulation, sedimentation and sand filtration because it has many advantages.

A national research project "Membrane Aqua Century 21 (MAC21)" was carried out for three years beginning in the fiscal year 1991 by The Water Purification Process Association on the initiative of The Ministry of Health and Welfare.

SHINKO PANTEC participated in the pilot test of this project two times (2nd run: January 1993~July 1993 and 3rd run: September 1993~March 1994), using the hollow fiber type MF membrane system and the rotary flat sheet UF membrane system.

This paper introduces the results obtained through this project.

### まえがき

我国の近代水道は、消化器系伝染病の予防を目的として1887年横浜市で給水を開始して以来100余年を經過し、1991年末で水道普及率は95%に達し、国民生活を支える重要な基盤施設となっている。また、厚生省では21世紀に向けた水道整備の長期目標として「ふれっしゅ水道」計画を立て、全ての国民が利用可能な水道、安定性の高い水道、安全な水道の3つの施策の推進を図り「高水準の水道」を構築することとしている。

しかし、水道施設の老朽化、人手不足、地震、濁水、水源悪化等水道を取り巻く環境は厳しく、かつ複雑多様化し、新たな対応が求められている。これらの問題の中で、維持管理においては、全国の水道事業者の大部分は簡易水道のような小規模施設であり、これら小規模水道での1事業者当たりの職員数は平均約0.5人と極めて小数であることから、施設の維持管理が不十分なことによる水質の事故が懸念されている。このため、維持管理が確実で容易な無人化を前提とした浄水技術が求められている。

また、最近の水道水源の悪化に伴い、生物処理、オゾン処理、活性炭処理といった高度浄水処理を導入する水道事業者が増加しており、これらの施設は従来の凝集沈澱・砂ろ過施設に付加するため、更に用地が必要となり昨今の土地事情から新たな取得は難しく、根幹となる固液分離技術である凝集沈澱砂ろ過の省スペース化並びに代替技術が求められている。

これら維持管理面、省スペース等を満足する固液分離技術として既に超純水分野で実用化されている膜分離技術が注目を集めており、これを浄水処理に適用しようとする試みが盛んに行われている。<sup>1)2)</sup>

このような背景のもと、浄水分野での膜分離技術の実用化を目指した厚生省、国立公衆衛生院及び(社)水道浄水プロセス協会官民共同によるプロジェクト「膜利用型新浄水システム開発研究：MAC21計画<sup>1)</sup>」が1991年より3ヶ年計画で実施され、着実な成果を上げて、技術レベルは既に実用化の段階に達したといえる。<sup>3)</sup>

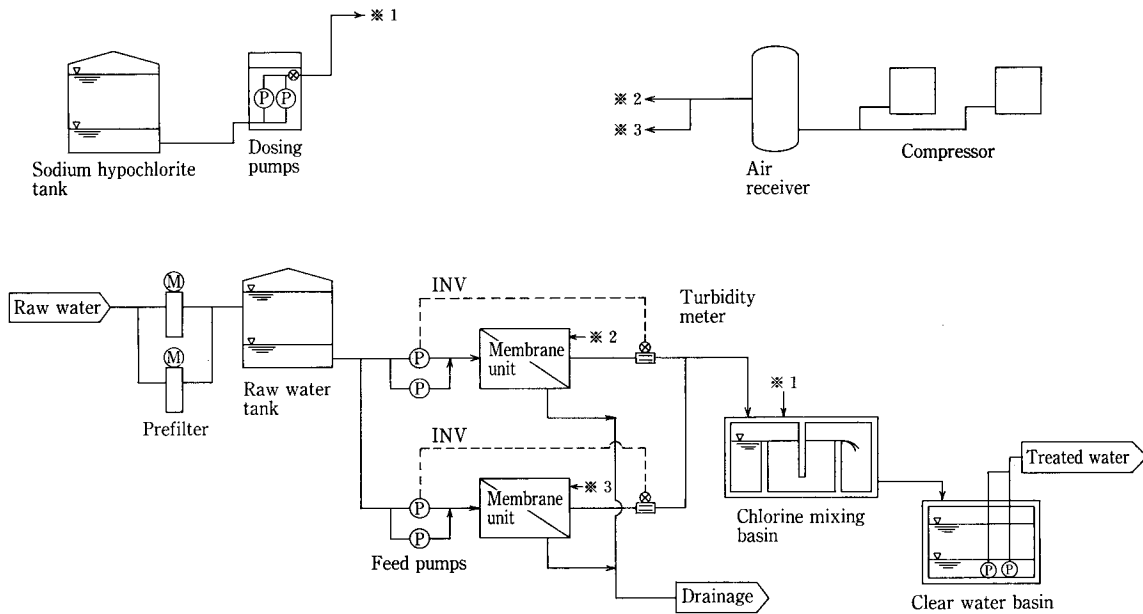
当社は、このMAC21計画に実験参画し、その優れた処理性能から当社膜ろ過装置が浄水処理システムとして実用化可能であることを実証した。本報において、当社膜ろ過装置の概要を述べるとともに、MAC21計画での実証実験結果について報告する。

### 1. 浄水処理における膜ろ過法

現在、浄水処理に膜ろ過法を適用する場合、適用出来る膜は精密ろ過膜(Microfiltration: MF膜)、限外ろ過膜(Ultrafiltration: UF膜)及びナノろ過膜(Nanofiltration: NF膜)<sup>2)</sup>の3種類が上げられるが、大容量処理が可能であること、技術的に実用化の段階にあることから、MF膜とUF膜の2種類の適用が考えられている。

しかし、MF膜、UF膜では溶解性汚染物質(臭気物質、農薬等)の除去は不可能であるため、これに対処するために、1994年度より、厚生省、国立公衆衛生院を中心にNF膜を主体とした基礎研究「膜利用型新高度浄水技術開発研究：高度処理MAC21」が行われている。

浄水処理に膜ろ過法を適用する場合、MF膜、UF膜あるいはMF膜+UF膜といった膜の選定が必要となる。当社では、浄水処理に適した膜を選択するために、実際に河川水を使用した独自の社内実験を実施、MF膜とUF膜の膜ろ過水の水質分析結果を詳細に分析したところ、その処理性に有意差は認められず、それよりも有機膜の場合、膜



第1図 SP-MEMCOR 標準フロー  
Fig. 1 SP-MEMCOR standard schematic flow diagram.

の種類によっては、膜が破損したり、物理洗浄効果が十分に上がらないといった結果が得られている。

従って、浄水における膜ろ過システムは、膜の分離性能から膜を選定するだけでなく、

- ①安全性を最優先とした膜ろ過システムであること
- ②長期安定な運転が行える膜ろ過システムであること
- ③維持管理が容易な膜ろ過システムであること
- ④更に経済性に優れた膜ろ過システムであること

これらを十分に留意したシステムでなければならないと考えられる。

## 2. 膜ろ過法導入の利点

現在、浄水処理に膜ろ過法を導入した場合、次に示すような利点が期待されている。

1) 浄水施設の自動化、無人化が容易となり、凝集剤等の薬品使用量が低減出来る。

従来の凝集沈澱・砂ろ過法では、凝集剤注入率をジャーテストを実施して決定しており、これが無人化、自動化の妨げになっている。膜ろ過法の場合、原則として凝集剤は不要もしくは微量の一定注入（マイクロフロック法）で処理が行えるため、ジャーテストが不要となる。従って、浄水処理工程の管理は、膜ろ過水質及び膜の運転状況（操作圧力、流束等）を計器で監視するだけとなり、設備の無人化が可能となり、遠隔地からの操作も容易になる。

2) 設備がコンパクトになり、維持管理が容易になり、建設工期も短くなる。

従来の浄水処理は、凝集池、沈澱池、砂ろ過池が必要であるが、膜ろ過法では原水を直接ろ過を行うので沈澱池は不要となる。また、膜ろ過法は、砂ろ過のような2次元ろ過ではなく、中空糸型膜を使用することで3次元ろ過となり、設備がコンパクトになり、構成機器も少なく、維持管理が容易になる。また、膜ろ過設備は工場で作成し、現地に搬入するため、建設工期も大幅に短縮出来る。

第1表 標準仕様 (SP-MEMCOR)

Table 1 Standard specifications (SP-MEMCOR)

Type of membrane	Microfiltration (MF)
Material	Organic (polypropylene)
Pore size	0.2 $\mu\text{m}$
Type of module	External pressure type hollow fiber membrane
Membrane surface area	15 $\text{m}^2$ per module
System of filtration	Dead end constant flow filtration
System of physical cleaning	Air back washing

3) 水道水の水質向上が図れる。

砂ろ過と比較して、膜ろ過の場合、ろ過の目開きが非常に小さく（浄水膜ろ過法では、0.5  $\mu\text{m}$  以下が適用される）従来法では除去出来なかった物質（例えば、藻類）が確実に除去出来る。

## 3. 当社膜ろ過装置の特長

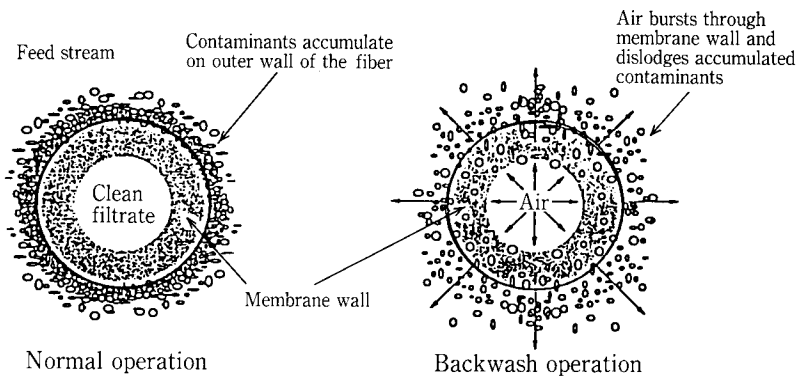
当社膜ろ過装置 (SP-MEMCOR)<sup>\*3</sup> の概要と特長を次に示す。

### 3.1 SP-MEMCOR の概要

浄水処理における SP-MEMCOR の標準的なフローを第1図に、標準仕様を第1表に示す。

構成機器は、原水中の夾雑物除去用のプレフィルタ（通常目開き：0.2 mm）、原水ポンプ、膜モジュール、逆洗用コンプレッサー、消毒用次亜塩素酸ナトリウム注入設備から成る。

膜はポリプロピレン製の公称孔径0.2  $\mu\text{m}$  の中空糸型MF



第2図 逆洗（ガスバックウォッシュ）操作  
Fig. 2 Back wash operation.

膜であり、膜モジュールは膜面積  $15 \text{ m}^2$ （モジュール1本当たり）である。

膜ろ過方式は定流量制御による全量ろ過方式を標準としている。物理洗浄方式は、圧縮空気（600 kPa）による逆圧空気洗浄方式であり、物理洗浄頻度は、1 hr に1～2回を標準としている。

### 3.2 SP-MEMCOR の特長

①海外において浄水分野に豊富な実績を有している。  
全世界で MEMCOR 膜ろ過装置は多数稼働しており、1989年にオーストラリアで浄水用として稼働して以来、1994年6月現在までの全世界における浄水分野での納入実績は24件である。これを膜面積に換算すると約  $13000 \text{ m}^2$  となり、この装置により、全世界で1日に約  $40000 \text{ m}^3$  の飲料水が供給されている。写真1に、浄水用膜ろ過装置（膜処理部寸法： $2.0 \text{ m}^W \times 5.0 \text{ m}^L \times 2.5 \text{ m}^H$ 、浄水能力  $960 \text{ m}^3/\text{d}$ 、オーストラリア カンガルーバレー浄水場）を示す。

②安全性を最優先とした膜ろ過システムである。  
 $0.2 \mu\text{m}$  の MF 膜を採用しているため、膜ろ過水を消毒するのみで飲用することが出来る。また、延伸製法による伸縮性に富んだ膜であるため、膜破損が起こり難い。更に、膜破損に対する検知システムとしてメムブレテスト\*4 と膜ろ過水濁度を常時監視する二重の安全対策を施している。また、万が一、膜の破損を検知した場合、緊急にその系列のみを停止するシステムとなっている。

③長期安定な運転が行える膜ろ過システムである。  
膜ろ過装置を長期に安定に運転するための最も重要な因子は物理洗浄方式の選定にある。MF 膜の物理洗浄方式には、逆圧空気洗浄、逆圧水洗浄及びエアスクラビング洗浄がある。SP-MEMCOR は、これら物理洗浄方式の中から、膜特性（伸縮性）により、洗浄回復性に優れた逆圧空気洗浄（逆洗空気圧 600 kPa）が採用出来る。この強力な物理洗浄機構により長期安定な運転が行える。第2図に、SP-MEMCOR の物理洗浄方式（ガスバックウォッシュ）の模式図<sup>4</sup>を示す。

④維持管理が容易な膜ろ過システムである。  
当社膜ろ過装置の構成機器は非常に少なく、主たる機器は、ポンプとコンプレッサーのみであるから設備がコンパクトになり維持管理が容易になる。更に、オフライン<sup>5</sup>による薬品洗浄等で膜モジュールを取り外す場合、専用の膜モジュール分解ツールを使用するため、膜を傷

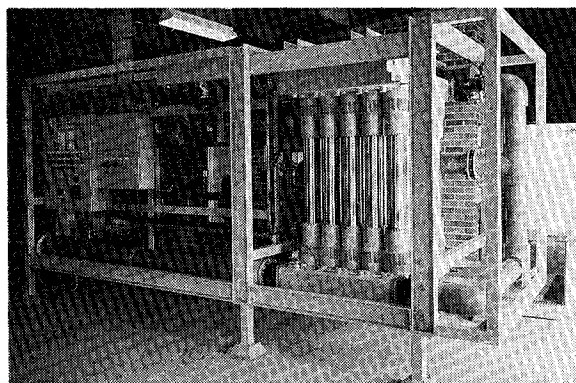


写真1 精密ろ過膜装置（膜面積： $300 \text{ m}^2$ ）（The Bendeela Pondage site, Kangaroo Valley, Australia）

Photo. 1 Microfiltration equipment (membrane surface area:  $300 \text{ m}^2$ ) (The Bendeela Pondage site, Kangaroo Valley, Australia).

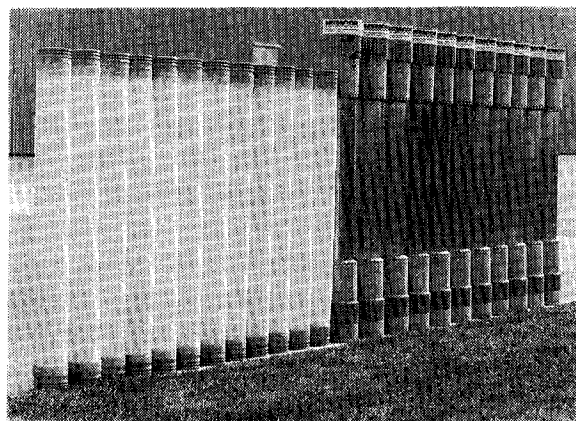


写真2 中空系膜（膜面積： $15 \text{ m}^2$ ）（左）、ハウジング（右）  
Photo. 2 Hollow fiber module (membrane surface area;  $15 \text{ m}^2$ ) (left) and housing (right).

つけたり、乾燥させることなく、短時間で交換が行える。

⑤経済性に優れた膜ろ過システムである。  
SP-MEMCOR は、全量ろ過方式であるために、クロスフロー方式に比較して消費電力が大幅に安くなる。更に、独特な構造の大型膜モジュール（膜面積  $15 \text{ m}^2$ 、写真2に膜モジュールとハウジングを示す）を使用するため、モジュール間の配管による接続は不要となり、更に設置面積が従来法の凝集沈澱砂ろ過の半分程度になる。

次に、消費電力量と設置面積の試算例を示す。

消費電力量試算例（膜ろ過水 1 m<sup>3</sup> 当たり）

処理水量	100 m <sup>3</sup> /d	500 m <sup>3</sup> /d
消費電力	0.4~0.6 kwh/m <sup>3</sup>	0.2~0.4 kwh/m <sup>3</sup>

設置面積試算例（凝集沈澱・砂ろ過を 100 とした場合）

処理水量	100 m <sup>3</sup> /d	500 m <sup>3</sup> /d
凝沈・砂ろ過	100	100
SP-MEMCOR	60	50

（SP-MEMCOR の流速は、1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d とした）

⑥SP-MEMCOR は無人運転を標準としているが、当社のプロセスモニターを採用することにより、市販のパソコンで遠隔地からの監視、運転操作が容易に行える。

#### 4. 厚生省プロジェクト「MAC21 計画」実証実験概要<sup>5)6)</sup>

MAC21計画の実証実験は、1992年5月～1994年3月までの3ヶ年実験参画企業17社（後に18社）により、第1～3期に分けて実施された。（各期6ヶ月間の連続運転）

当社は第2期（1993年1月～1993年7月）、第3期（1993年9月～1994年3月）の実証実験に、中空糸型MF膜装置（第2、3期）、及び、この物理洗浄排水を回収する回転平膜型UF膜装置（第3期）で参画した。次に、この実証実験で得られた成果の一部（主として、MF膜）について述べる。

##### 4.1 実験場所

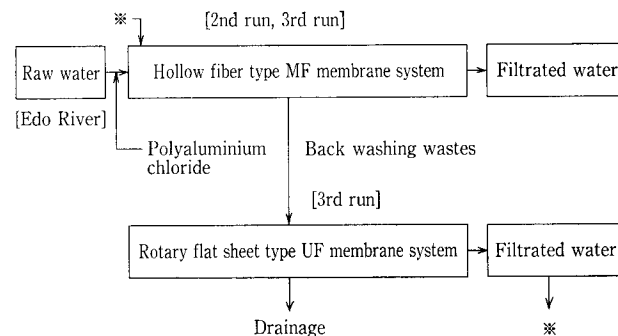
千葉県松戸市七衛門新田540-5

北千葉広域水道企業団北千葉取水場MAC21計画実験場

#### 4.2 実験装置及び実験方法

MAC21計画実証実験は、各期12社の企業が一同に介して実証実験を行うことから、1社当たりの実験機設置スペース（2 m<sup>W</sup>×3 m<sup>L</sup>）及び膜ろ過水量（30 m<sup>3</sup>/d 程度）等種々の制約を受ける。使用原水は、江戸川表流水（取水場沈砂池から取水）または、共通設備沈澱水のどちらかを参画企業が自由に選択出来る。実験参画企業の多くは、江戸川表流水を原水とし、自社装置にて前処理を実施し実証実験を行った。当社も、江戸川表流水を原水とし、自動逆洗式プレフィルター（目開：0.2 mm）及び凝集剤（ポリ塩化アルミニウム）注入のみの前処理でMF膜により原水直接処理を行った。第3図に実験フロー、第2表に膜仕様及び実験条件、写真3にMAC21計画に用いた実験装置を示す。

MF膜の物理洗浄方法は、圧縮空気（600 kPa）による逆圧空気洗浄を20 min に1回の頻度で3 min 間、UF膜の物理洗浄方法は、ブラシによる洗浄を2 hr に1回の頻度で2 min 間行った。MF膜の薬品洗浄は操作圧力が100 kPa に達した時点で、UF膜の薬品洗浄は操作圧力が300 kPa に達した時点で、MF膜、UF膜ともに硫酸、水酸化ナトリウムを使用し実施した。



第3図 MAC21 実験フロー  
Fig. 3 Schematic flow diagram of MAC21.

第2表 MAC21 膜仕様及び運転条件

Table 2 Factors of membrane and operation of MAC21

Type of membrane	Microfiltration (MF)	Ultrafiltration (UF)
Material	Organic (polypropylene)	Organic (polyacrylonitrile)
Pore size	0.2 μm	—
Molecular weight cutoff	—	40 000
Type of module	External pressure type	
	Hollow fiber membrane	Flat sheet membrane
System of filtration	Cross flow constant flow filtration	
System of physical cleaning	Air back washing	Brushing

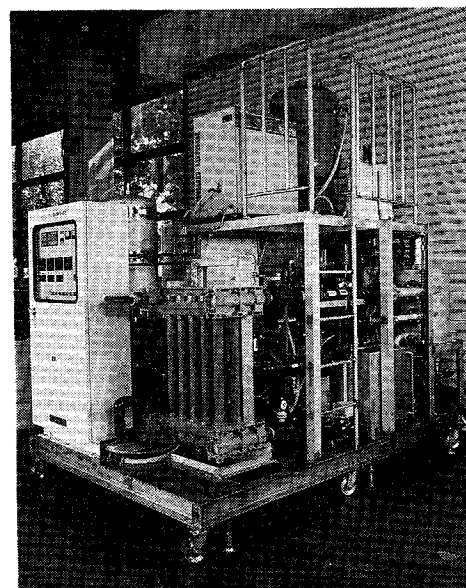


写真3 MAC21 精密ろ過膜装置  
（膜表面積：20 m<sup>2</sup>）

Photo. 3 Microfiltration equipment for MAC21  
（membrane surface area : 20 m<sup>2</sup>）.

第 3 表 薬品洗浄排水分析結果

Table 3 Quality of chemical cleaning wastes

Parameter	Acid waste	Alkali waste
pH (-)	1.9	13.4
SS (mg/L)	730	67
VSS (mg/L)	158	16
Turbidity (unit)	140	70
DOC (mg/L)	190	330
Total iron (mg/L)	16	3.6
Total manganese (mg/L)	65	4.3
Aluminum (mg/L)	170	70

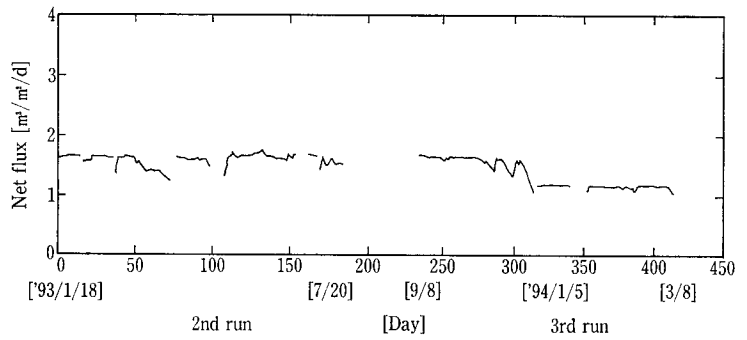
サンプリングは指定された日に参画企業が一齐に実施し、分析は指定された水質項目を第3者の分析機関が行った。

4.3 実証実験結果

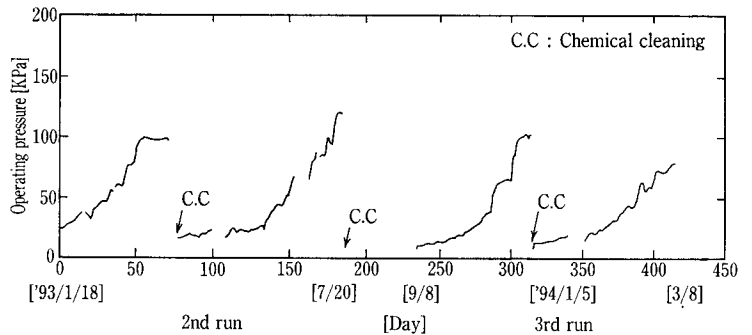
4.3.1 実流束<sup>6</sup>, 操作圧力, 回収率 (MF膜)

第4図にMF膜の実流束, 第5図にMF膜の操作圧力の経日変化を示す。第2期実証実験及び第3期実証実験の開始日より82日目までは、MF膜の設定流束を 1.7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d とし (物理洗浄頻度は20 min に1回), 83日以降は設定流束を1.0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d (物理洗浄頻度は30 min に1回) とした。本実証実験におけるMF膜装置は定流量運転 (供給水ポンプのインバーター制御) であるため、MF膜のファウリングは操作圧力の上昇に現れる。本MF膜の場合、膜ろ過時間の増加とともに、操作圧力は上昇し、50 kPa を越えると急激に増加する傾向が認められた。なお、第2期実証実験期間中の平均操作圧力は 60 kPa であり、第3期は 46 kPa であった。前述のことから、江戸川表流水を対象とした場合、本MF膜は約3ヶ月で薬品洗浄の実施が必要であることがわかった。また、薬品洗浄 (酸、アルカリ) により、操作圧力は、ほぼ完全に回復していることがわかった。薬品洗浄排水の分析結果 (第3表) から、酸洗浄は重金属の除去に、アルカリ洗浄は有機物の除去に効果があることがわかった。

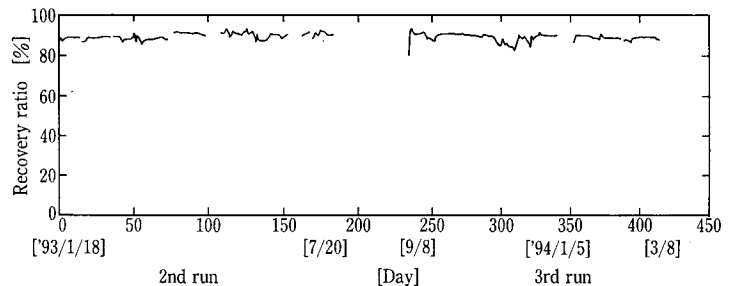
第6図に、MF膜の回収率を、第7図に第3期実証実験の回収装置 (回転平膜型UF膜) を付加させた場合のシステム全体の回収率を示す。本MF膜の回収率は、第2期、第3期を通して、ほぼ一定の88.5% で安定に運転することが出来た。更に、第3期実証実験では、MF膜装置の物理洗浄排水を膜処理で回収することによりシステム全



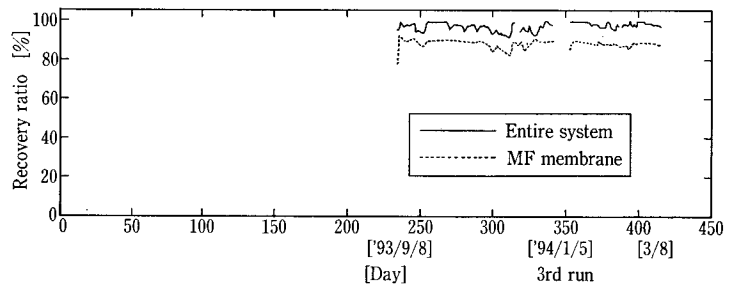
第4図 流束  
Fig. 4 Flux.



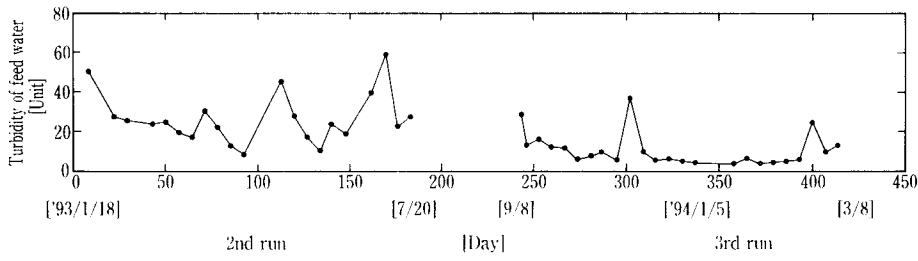
第5図 操作圧力  
Fig. 5 Operating pressure.



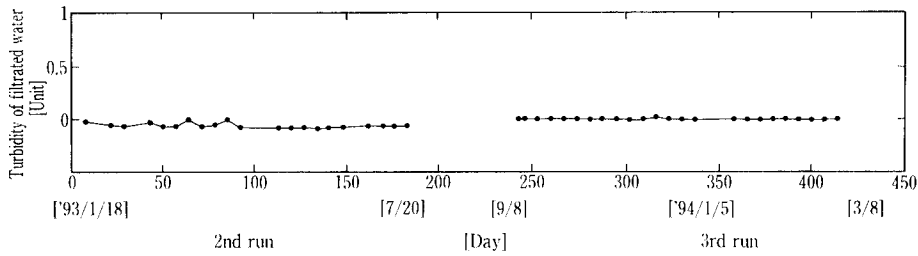
第6図 中空糸膜回収率  
Fig. 6 Recovery ratio of hollow fiber MF membrane.



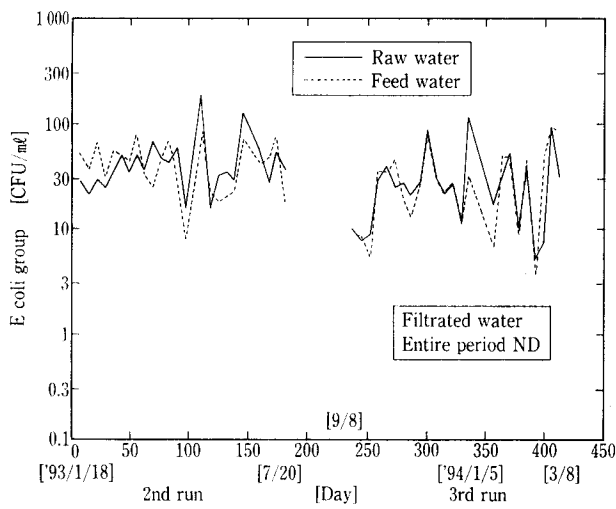
第7図 システム回収率  
Fig. 7 Recovery ratio of entire system.



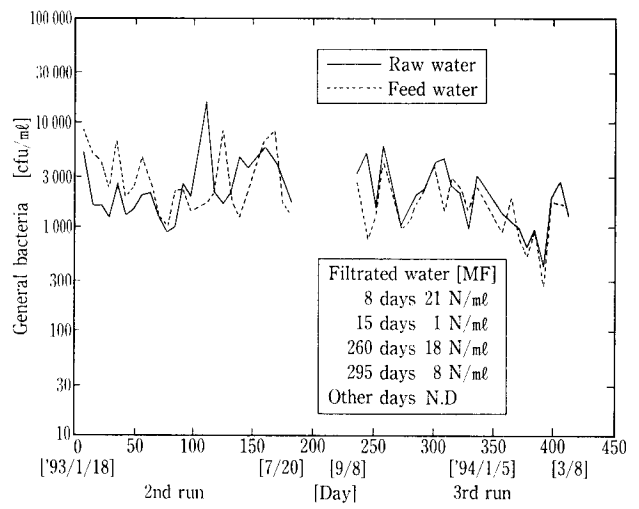
第8図 膜供給水濁度  
Fig. 8 Turbidity of feed water.



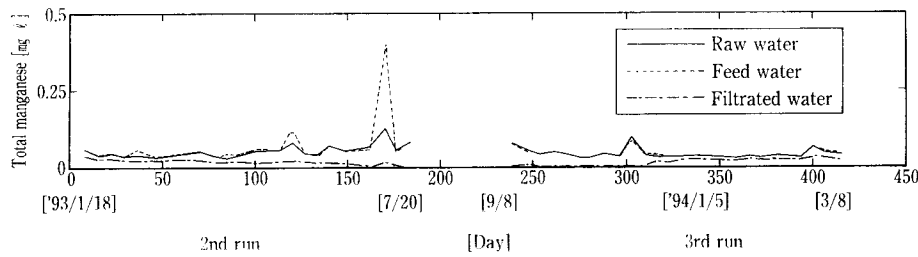
第9図 膜ろ過水濁度  
Fig. 9 Turbidity of filtrated water.



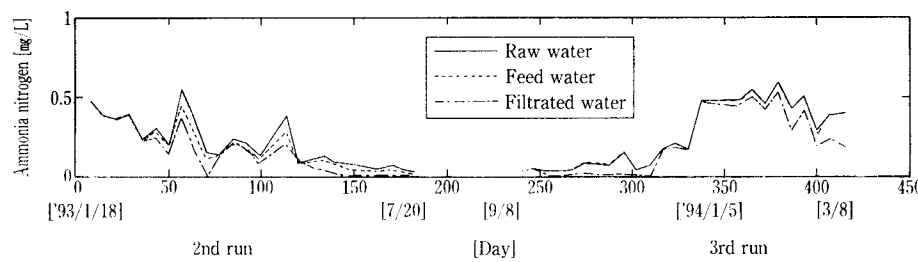
第10図 大腸菌群  
Fig. 10 E coli group.



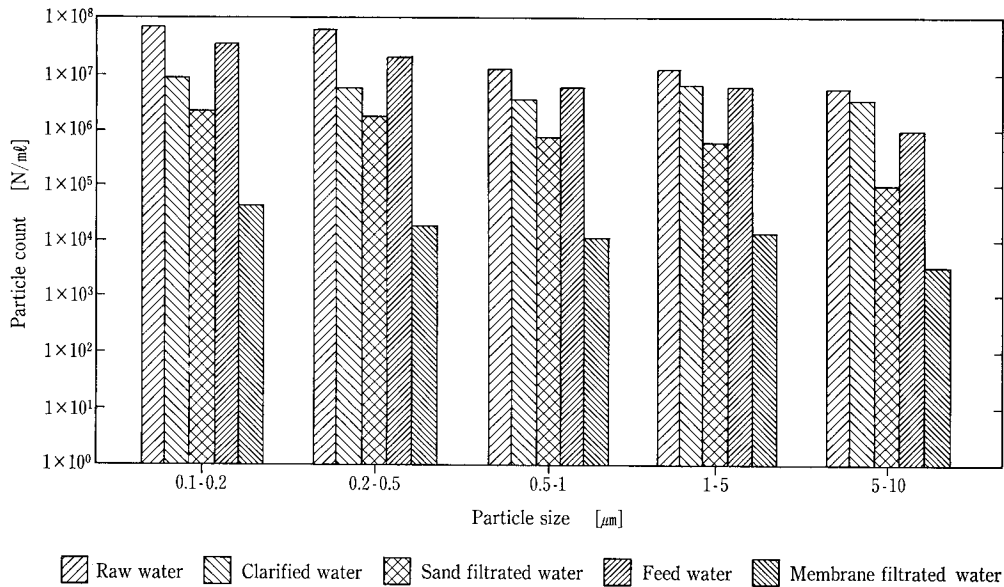
第11図 一般細菌  
Fig. 11 General bacteria.



第12図 総マンガン  
Fig. 12 Total manganese.



第13図 アンモニア性窒素  
Fig. 13 Ammonia nitrogen.



第14図 微粒子数  
Fig. 14 Particle count.

第4表 第2期, 第3期実証実験における汚染物質の除去  
Table 4 The result of contaminant removal in 2nd and 3rd runs

Parameter	Raw water	Filtrated water	Removal ratio
Turbidity (unit)	13.6	0.0	100 %
Color (unit)	12	3	73.1 %
Permanganate value (mg/L)	6.7	2.6	61.7 %
E <sub>260</sub> , 50 mm cell (—)	0.150	0.120	19.8 %
Ammonia nitrogen (mg/L)	0.23	0.17	25.1 %
Total manganese (mg/L)	0.049	0.017	64.4 %
Total iron (mg/L)	0.79	0.01	98.7 %
Aluminum (mg/L)	0.69	0.04	94.9 %
THMFP (mg/L)	0.040	0.026	34.7 %

体として平均98%, 最大99.9%と高い回収率が得られた。

#### 4.3.2 汚染物質の除去性能 (MF膜)

本MF膜の汚染物質の除去性能として, 第8図に膜給水濁度<sup>7)</sup>, 第9図に膜ろ過水濁度, 第10図に大腸菌群, 第11図に一般細菌, 第12図に総マンガン, 第13図にアンモニア性窒素, 第14図に微粒子測定結果 (SEM観察) 及び第4表に各水質項目の除去率を示す。

第2期, 第3期におけるMF膜の供給水濁度は最大59度, 最小3度平均18度であったが, 膜ろ過水濁度は常に0.0度であり, 安定に処理を行うことが出来た。濁度以外の懸濁成分である大腸菌群, 一般細菌についても100%除去が可能であった。また, この懸濁成分の除去に起因して, 過マンガン酸カリウム消費量は61.7%除去され, トリハロメタン生成量は34.7%除去された。

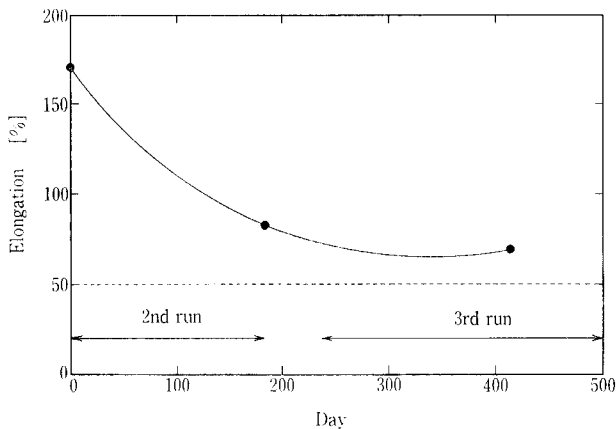
また, 微粒子測定結果から, 微粒子 (粒径0.1~10 μm) 数は, 原水  $3.5 \times 10^7 \sim 9.6 \times 10^5$  個/ml, 凝集沈殿水  $8.6 \times$

$10^6 \sim 3.6 \times 10^6$  個/ml, 砂ろ過水  $2.2 \times 10^6 \sim 9.6 \times 10^4$  個/ml, 膜ろ過水  $4.0 \times 10^4 \sim 3.3 \times 10^3$  個/mlであった。微粒子の除去に関して, 凝集沈殿・砂ろ過に対する膜ろ過の優位性が認められた。

溶解性マンガン, アンモニア性窒素等の溶解性成分については膜処理単独では除去出来ないことがわかる。特にマンガンについては, 第2期, 第3期実証実験において全サンプリング回数48回の内, 膜ろ過水のマンガン濃度が0.01 mg/L (快適水質項目目標値) を越えた回数は34回であった。従って, 溶解性マンガンは, 膜処理単独では快適水質項目目標値に対して安定した対応が出来ないため, 他の処理 (酸化剤添加法<sup>7)</sup>) と併用した膜ろ過システムが必要となる。

#### 4.3.3 薬品洗浄頻度と積算膜ろ過水量との関係

第5表に, 第2期, 第3期実証実験においてMF膜装置の実施した薬品洗浄毎の流束, 単位膜面積当たりの積算膜



第15図 延伸率 (MF膜)  
Fig. 15 Elongation percentage (MF).

第5表 流束と積算膜ろ過水量 (MF膜)  
Table 5 Flux and cumulative quantity of filtrated water (MF)

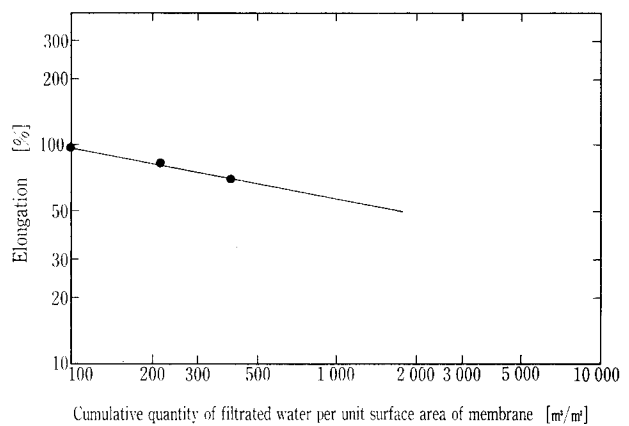
Testing period	Flux (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	Cumulative quantity (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )
'93.1.18~'93.3.31(for 72 days)	1.7	90.8
'93.4.1 ~'93.7.20(for 108 days)	1.7	125.1
'93.9.8 ~'93.11.29(for 82 days)	1.7	106
Average	1.7	107

ろ過水量を示す。これより、江戸川表流水を対象とした本MF膜は、その回収率を約90%に設定した場合、膜面積当たり100 m<sup>3</sup> 膜ろ過を行うと薬品洗浄の実施が必要になることがわかる。このように、水源毎に薬品洗浄実施までの膜ろ過水量を把握しておくことで、膜ろ過設備の設計及び維持管理が容易になるものと思われる。

#### 4.3.4 膜の劣化

有機膜の場合、膜の劣化の原因として、物理的劣化（圧密化、損傷、乾燥）、化学的劣化（加水分解、酸化）及び生物学的劣化が上げられる。本MF膜（材質：ポリプロピレン）の劣化は、中空糸の延伸率に現れる。従って、本実証実験において膜の劣化の状態を調査するために、実証実験終了時に中空糸の延伸率を測定した。

第15図に、本精密ろ過膜の第2期実証実験終了時と第3期実証実験終了時のMF膜の延伸率の経日変化を示す。第2期実証実験終了時の延伸率は83%であり、急激に延伸率が低下したが、第3期実証実験終了時の延伸率は69.5%と減少率は低下した。本MF膜の膜モジュールの機械的強度の点検の目安は延伸率が50%に達した時点であり、単位膜面積当たりの積算膜ろ過水量と延伸率との関係から（第16図）、延伸率が50%になる膜ろ過水量を予測すると、約1800 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>となる。このことから本MF膜は単位膜面積当たり約1800 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> 膜ろ過を行うと膜の機械的強度の点検が必要となることがわかった。即ち、設定流束を1.7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dで運転した場合は2.9 yearに相当し、設定流束を1.0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dで運転した場合は4.9 yearに相当することがわかった。



第16図 積算膜ろ過水量と延伸率  
Fig. 16 Cumulative quantity of filtrated water and elongation percentage.

## むすび

以上、当社浄水用膜ろ過装置 (SP-MEMCOR) の概要及び厚生省プロジェクト「MAC21計画」実証実験結果概要について述べた。

当社膜ろ過装置は、MAC21計画に参画し、江戸川表流水にSP-MEMCORを適用した結果、第2期、第3期実証実験を通して何等トラブルも無く、安定に運転することができ、「除濁」を目的とした浄水プロセスとして十分有効であることを実証した。当社は、今後、精密ろ過膜及び限外ろ過膜では除去出来ない溶解性成分（マンガン、THMFP、農薬等）も除去出来る膜ろ過システムを開発していく所存である。

なお、本実験は「膜利用型新浄水システム開発研究：MAC21計画」の一環として実施したものである。

### (注釈)

- \*1 Membrane Aqua Century 21 project
- \*2 従来の低圧逆浸透膜であるが、浄水では浸透圧以上の圧力でのろ過を行わないので、ナノろ過膜と称している。
- \*3 Shinko Pantec-MEMCOR, MEMCOR は Memtec Limited の登録商標
- \*4 透過側から圧縮空気 (120 kPa) により、膜を膨らませ単位時間における圧力の減少度を測定することにより膜の破損を検知するシステム
- \*5 膜モジュールを浄水工程から遮断すること
- \*6 単位膜面積、単位時間当たりの膜ろ過水量：m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d
- \*7 前処理を行った後の原水濁度

### (参考文献)

- 1) 藤田賢二：“膜分離技術による浄水場の試設計”，(水道協会雑誌)，第59巻，第4号，(1990)，日本水道協会，p. 10
- 2) 藤田賢二：“膜ろ過技術と上水処理”，(工業用水)，第389号，(1991)，工業用水協会，p. 9
- 3) 国包章一ほか：“膜ろ過実証プラント実験における汚染物質の除去”，(第45回全国水道研究発表会講演集)，(1994)，日本水道協会，p. 66
- 4) A B MacCormick：“THE APPLICATION OF MICRO-FILTRATION IN WATER AND WASTEWATER TREATMENT”，MODERN TECHNIQUES IN WATER AND WASTEWATER TREAT WORKSHOP，(1994)
- 5) 西尾弘伸ほか：“膜利用型浄水システム (I)”，(第37回研究発表会発表概要集)，(1993)，日本水道協会関西支部
- 6) 西尾弘伸ほか：“中空糸型精密ろ過膜による浄水処理”，(第45回全国水道研究発表会講演集)，(1994)，日本水道協会，p. 72
- 7) 水道浄水プロセス協会：“マンガン除去実験結果報告書”，(1994)