

## 水需要の拡大に伴い増加する膜市場

### 【ポイント】

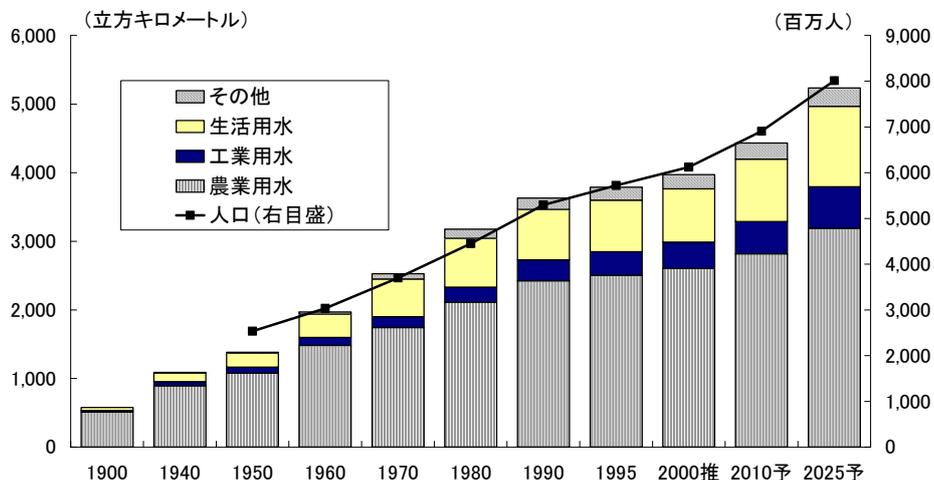
1. 世界の水使用量は拡大を続けており、今後も安全な飲料水の供給増加や人口増加等により、2025年には2000年比較で3割近く増大すると予測されている。
2. 水処理技術は、上水製造、下排水処理、海水淡水化などで用いられ、従来のろ過法や蒸発法に加え、膜を利用した膜分離法が急成長している。
3. 水処理プロセスの中に、膜分離による処理を適用することにより、水処理コストの低下・安全性の向上・省スペース化などの利点が見られる。
4. 成長が続く水処理向け膜市場には、韓国・中国メーカーの新規参入も相次ぎ、競争激化が懸念されているが、国内メーカーは対策を打っており、今後も成長が予想される。

### 1. 増大する世界の水使用量

現在の水環境は、世界人口の急速な増加などにより、自然の浄化作用だけでは水量と水質の確保が困難になっている。国連開発計画の「人間開発報告書 2006」によれば、安全な飲料水を継続して利用できない人口が11億人、衛生設備（下排水処理など）を継続して利用できない人口が26億人いると推定されている。

地球に存在する水の総量は約14億 $\text{km}^3$ （立方キロメートル）であり、そのうち97.5%が海水で、淡水（塩分を含まない水）は、わずか2.5%程度である。さらに、淡水のうち継続的に利用可能な水量は0.3%の約10万 $\text{km}^3$ である。地域的に淡水の資源にかたよりのため、中東やアジア・アフリカなどの地域で不足が深刻化している。また、産業の発展による水質も問題となっており、国連では、こうした水問題について「2015年までに安全な飲料水と基本的な衛生施設を継続的に利用できない人々の割合を半減する」という目標を掲げている。今後の人口の増加も加わり、世界の水使用量が2025年には約3割（2000年比）増加すると予測される。

図表1. 世界の水使用量と人口予測



(資料)UNESCO及び国連データを基に富国生命投資顧問作成

図表2. 水処理方法の主な要素技術

| 区分      | 主な要素技術  | 概要                                     |
|---------|---------|--|
| 物理化学的処理 | 粗大浮遊物分離 | 浮遊した比較的大きな固形物を除去する前処理                  |
|         | 沈殿・浮上   | 重力を用いた処理。凝集剤による粗大化沈殿や加圧浮上法など           |
|         | ろ過      | ろ材に対する付着とふるい分けによる処理                    |
|         | 膜分離     | 膜孔の大きさ・電気特性によるふるい分け処理                  |
|         | 酸化・消毒   | 細菌・ウイルスなどの殺菌・不活性化など、オゾン、塩素、紫外線などを用いる   |
|         | 析出      | 重金属などの溶解物質を不溶化し分離                      |
|         | 吸着      | 活性炭などの固体物質に付着させて分離                     |
|         | イオン交換   | イオン交換体を用いた目的イオンの除去                     |
|         | 電気化学    | 電気透析・電気分解による処理                         |
|         | 蒸発      | 加熱または減圧により蒸発させ、水蒸気を凝縮させる処理             |
| 生物的処理   | ガス分離・溶解 | 気体と水を接触させることによる溶解物質を分離                 |
|         | 活性汚泥法   | 有機物の好気性微生物による処理、浮遊式・生物膜式や膜分離式がある       |
|         | 嫌気処理法   | 嫌気性微生物を用いた処理、酸生成・酢酸生成・メタン生成の3つの工程による処理 |
|         | 脱窒・脱りん法 | 嫌気・好気反応を組み合わせた処理                       |

## 2. 普及が進む膜利用の水処理ビジネス

水不足への対策は、供給面では水処理技術の向上による下排水の再利用や海水の淡水化などであり、需要面では節水・節水技術（節水農業や節水家電など）の開発等があげられる。水処理の方法は、基本的に2つの方法に大別され、汚濁物質の大きさ・比重・化学的特性により分離する物理化学的な処理方法と、微生物による吸収・分解作用を用いた生物的な処理方法である。水処理施設は、原水の性質と処理水の水準（処理後に要求される水質レベル）に応じて、各要素技術（図表2）を組合せた処理プロセスが構築されている。水処理プロセスで重要なのは、設置・維持・管理も含めた総合的なコスト管理である。こうした中で、低コスト化を実現する技術として注目されているのが、膜を利用した膜分離による水処理である。

膜分離による水処理は、1960年代に海水淡水化を目的として研究開発された。当初はコスト問題などから工場用の超純水製造など特定用途のみに採用されてきた。しかしながら、従来の塩素処理では死滅できない感染細菌（クリプトスポリジウム）が水道水へ混入し、93年の米国で約40万人が感染した事件をきっかけに、安全性の高まりから、欧米を中心に上水処理（主に飲料水として利用）においても、膜分離法の採用が広がり始めた。近年では、膜の性能向上や動力回収装置によるエネルギー消費量の低下などにより、水処理コスト低下が飛躍的に進んでいる。この結果、中東を中心とした海水淡水化プラントでの採用が大きく進んでおり、海水淡水化による水処理では膜分離法が2003年末には7 km<sup>3</sup>/年間を上回るまでに普及している。既に、従来海水淡水化の主流であった蒸発法を上回り、5割を超えるまでに増加している。

さらに、下排水の再利用においても、コスト面や省スペース化といったメリットから採用が本格化しており、膜を使った水処理マーケットの成長が続いている。

図表3. 水処理膜の種類

| 略称       | 膜の機能                              | 分離対象・用途                                    |
|----------|-----------------------------------|--|
| MF(精密ろ過) | 100nm～10 μm程度の粒子をふるい分け<br>分離性能は孔径 | 懸濁物質・細菌など溶解していないものを除去<br>上水の除濁や下水処理などに使用   |
| UF(限外ろ過) | 数～数十nm程度以上の粒子をふるい分け<br>分離性能は孔径    | ウイルス・コロイド物質など溶解していないものを除去<br>工業用水の浄化などに使用  |
| NF(ナノろ過) | 1nm程度以上の粒子をふるい分け<br>静電効果により分離     | 活性炭吸着に近い水準の溶解性物質を除去<br>海水淡水化前処理、上水製造（農薬除去） |
| RO(逆浸透)  | 浸透圧を超える圧力をかけることによる分離              | イオンの分離<br>海水淡水化・超純水の製造などに使用                |

(備考) 1nm(ナノメートル) = 10億分の1メートル、1 μm(マイクロメートル) = 100万分の1メートル

### 3. コスト低下につながる膜処理技術

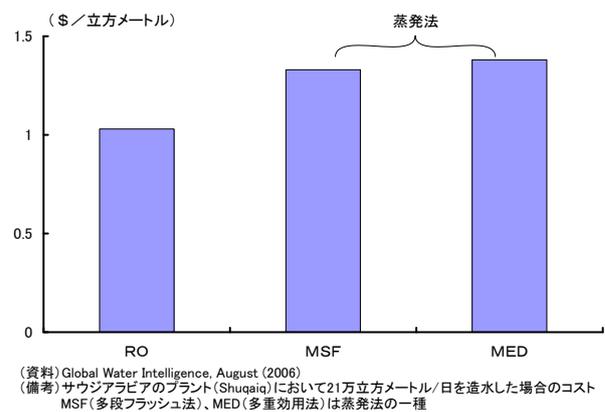
膜による分離は、①膜の物理化学的特性（孔の形状・大きさ・帯電状態など）、②分離対象物質の物理化学的特性（形状・大きさ・帯電状態など）、③圧力差等の駆動力、3つの要素の組合せによって行われる分離手法である。

膜の種類は、分離対象物質の大きい物から順に、精密ろ過膜（MF膜）、限外ろ過膜（UF膜）、ナノろ過膜（NF膜）、逆浸透膜（RO膜）の4つに大別される。MF膜は、感染細菌や花粉・毛髪などの物質の通過を阻止し、主に下水処理や上水製造などに用いられる。UF膜は微細なウイルスなどを除去し、上水製造や工業用水浄化に使用される。NF膜は農薬やたんぱく質などの物質を除去し、海水淡水化の前処理などに利用されている。RO膜は、イオンを分離し海水淡水化・超純水製造・下排水再利用に用いられる（図表3）。

水処理のプロセスは、様々な処理の中に、これら膜を最適なかたちで利用し、要求される水質を造りだしている。また、同プロセスは、処理コストの低下（図表4）・安全性の向上・省スペース化などが要求される。たとえば、RO膜法による海水淡水化コストは、この十数年の間に1/3程度に削減されたといわれる。プラントの大型化に加え、膜の化学構造や形態の変更による性能向上、高効率ポンプエネルギー回収装置の効率向上がコスト低減に大きく貢献している。

MF膜と活性汚泥法を利用した膜分離活性汚泥法は、下水処理の省スペース化やコスト削減に寄与している。さらに、RO膜を使った処理を加えることで、より水質レベルの高い中・上水としての再利用が可能となっている。こうした組合せ技術によって、水処理プロセスの効率性を改善できるかどうか、今後更なる拡大のポイントとなる。

図表4. 造水コスト比較例



### 4. 拡大する水処理膜ビジネスの日本企業への影響

水処理に使われる膜市場は、現状約800億円と推測され、中期的にも年率10%以上(2025年には7,000億円との予測もある)の市場拡大が予測される。これらの膜を製造している国内化学繊維メーカーは、競争優位にあり高シェアを維持している。市場シェアは、RO膜市場で60%程度、MF・UF膜で40%程度となっている。また、膜市場拡大をビジネスチャンスと捉え新規参入を表明している国内メーカーもある。しかし一方で、膜の加工技術をキャッチアップした韓国・中国企業の新規参入も多く、今後競争が激化する懸念も浮上している。

こうした環境下において、国内メーカーは、継続的に収益を拡大するために、

- ① 膜の組合せ技術の蓄積
- ② 処理水質に応じた多様な膜の品揃え
- ③ 保守技術の蓄積によるメンテナンス市場の取込み

など、より大きな水処理市場を見据えた対策を打っており、今後もこの市場での収益拡大が期待される。

(富国生命投資顧問(株) アナリスト 岡本 大典)