

微生物処理と膜ろ過装置を 組み合わせた新たな排水処 理技術を開発



株式会社クボタ（以下、同社）は、農業機械事業、水環境事業等を国内外で展開している企業である。水環境事業については、水道管やポンプなどの製造販売や、水処理施設のエンジニアリング及びメンテナンスなど、水に関する総合的なサービスを提供している。同社は、微生物による浄化と、膜による固液分離を組み合わせた「膜分離活性汚泥法（MBR : Membrane Bio Reactor）」という排水処理技術を 1986 年から開発、現在では、世界各地で発生する水不足や水質汚染の問題解決に貢献している。

ポイント

- 微生物処理と膜ろ過装置を組み合わせた新たな排水処理技術を開発
- 微生物及び膜ろ過装置の機能を最大限に引き出すことを主眼に置いた研究開発
- 顧客に対する充実した技術サポートを通じた国内外での更なる事業拡大

株式会社クボタ		
所在地	大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目2番47号	
従業員数	39,410人（2017年12月31日現在 連結）	
創業年	1890年	
資本金（億円）	841	
売上高（億円） ※連結ベース	2015年12月	12,448（9ヶ月）、16,886（12ヶ月、参考情報）
	2016年12月	15,961
	2017年12月	17,515

① 製品の特徴

同社は、下水や産業排水を処理する膜分離活性汚泥法（MBR）に用いられる膜ろ過装置を製造・販売している。MBR 施設の中核は、同社が開発した液中膜®である。MBR は、従来の排水処理法である標準活性汚泥法（従来法）と比較して、3つのメリットがある。

処理水がそのまま再利用可能なほど、高い浄化作用を持つ

1つ目のメリットは、排水中に含まれる濁り成分を除去し、従来法よりも衛生的安全性の高い処理水が得られることである。MBR で用いられる液中膜®は、浄化に利用した微生物と浄化された処理水を分離するためのフィルターである。膜の孔径は平均 0.2 μm と極めて細かく、排水に含まれる病原菌などを非常に高い精度で分離することが可能であり、大腸菌さえも通さない。そのため、処理水は極めて衛生的であり、そのまま中水（生活排水などを処理して再利用する水で、トイレ用水や散水用水などに用いられる）や工業プロセスで用いる用水として再利用することが可能となる。

設備の省スペース化により導入がしやすくなる

2つ目のメリットは、設置面積が大幅に小さく、設置場所に制限のある施設においても導入できることである。活性汚泥を高濃度で維持しながら運転できるため、ばっ気槽（污水处理の工程で、活性汚泥とともに空気を吹き込んで、汚濁物質を微生物の働きを利用して分解する施設）を小さくすることができる。また、固液分離を膜ろ過装置で行うため、沈殿槽が不要になり、フロー全体で必要となる設置面積が小さくなる。

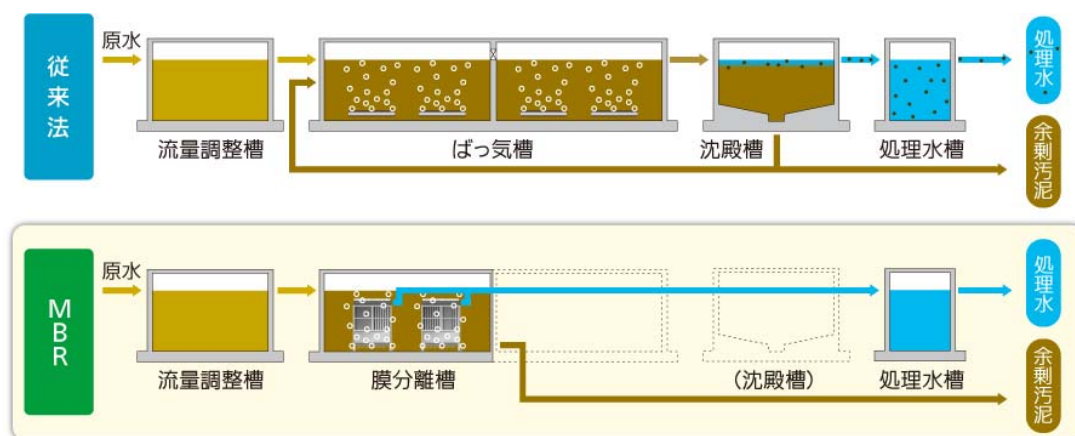


図 43 従来法と MBR のフローと必要な設備の違い 出所) 株式会社クボタ

メンテナンスが容易であり、管理がしやすい

3つ目のメリットは、液中膜®及び処理施設の構造及び処理フローがシンプルであるため、メンテナンスを容易に行えることである。従来の微生物を使った排水処理（標準活性汚泥法）は、処理施設の構造及び処理フローが複雑である上に、沈殿池等のメンテナンスが難しく、原水の水量や水質の変動に対応しにくいという課題があった。一方、MBR は運転状況を遠隔監視できることや、洗浄用の水槽を用意しなくとも薬液洗浄ができることなどから、メンテナンスが簡易にできる設計となっている。また、設備更新の際も、液中膜®の膜カートリッジの中から、問題のある 1 枚を特定し、交換することができるため、作業の無駄が少なくて済む。

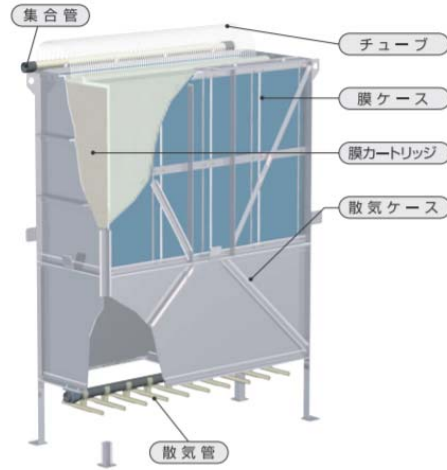


図 44 液中膜®の構造 出所) 株式会社クボタ

② 事業参入の経緯

各種事業で培った高い製造技術により MBR 施設の開発に成功

MBR 施設は、脱窒槽、硝化槽（膜槽）、処理水槽等の各種水槽とスクリーン、ポンプ、液中膜®、ブロワ、攪拌機などの機器で構成されている。これらの処理システムを開発するためには、多様かつ高度な技術が求められる。同社は 1962 年に水処理事業部を新設して以来、公共事業関連の浄水処理、下水処理、し尿処理システムの開発を実施しており、そこで培った総合水処理技術が MBR の開発に活かされている。

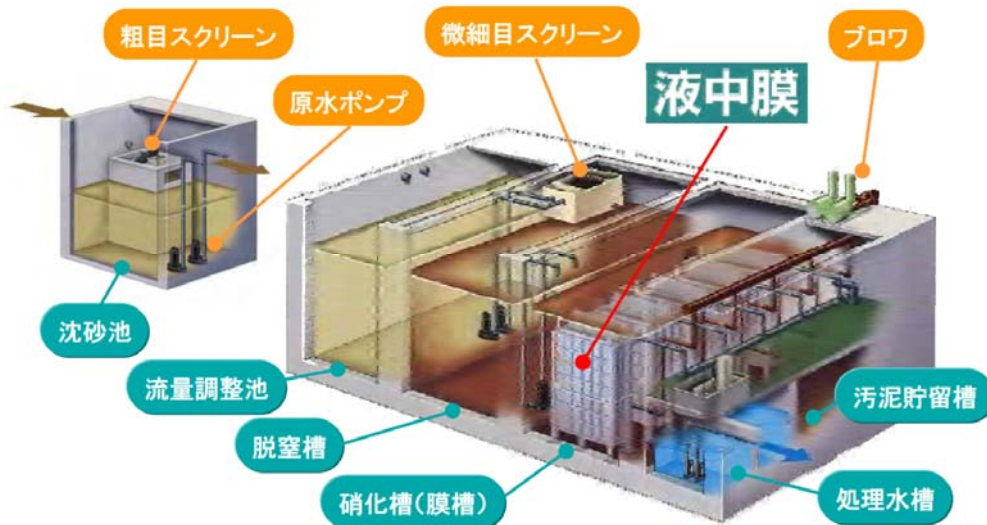


図 45 MBR 施設の全体像 出所) 株式会社クボタ

省エネ化により国内大規模施設での MBR の導入を達成

1986年に膜技術の開発を開始、当時から事業を行っていたし尿処理プラント事業向けの膜ろ過装置として1991年、液中膜®の商品化に至った。日本国内では1993年にし尿処理向けに MBR の第1号機を販売して以降、浄化槽、産業排水、農業集落排水等の分野で実績を積み上げていった。

海外向けの事業拡大の転機となったのは、1998年の英国 Porlock 下水処理場への納入である。当時、欧州では都市排水に関する EU 指令が発令され、厳しい排水基準が設けられていた。その排水基準を満たす排水処理技術として MBR が候補に挙がり、施設のコンパクト性や高度な処理水質が評価されて納入することとなった。これは、同社の MBR についての欧州第1号案件であった。本件がきっかけとなり、欧州各国、更には北米・中東・中国・東南アジア等でも案件を獲得できるようになった。

国内の下水処理市場においては、2005年に国内初の下水 MBR 施設として福崎浄化センターが運転を開始して以来、徐々に導入が進み、2011年には国内最大級の下水処理場が堺市に導入された。

MBRには標準活性汚泥法と比べて、電力消費量が高いという課題があり、省エネ型 MBR システムの開発に向けた取り組みが実施されている。一般的な高度処理型の標準活性汚泥法排水設備の消費電力が0.2~0.3kWh/m³であるのに対して、東芝との共同研究にて同社が開発した省エネ型 MBR システムは0.25kWh/m³以下を目指している。同社では今後は中大規模下水処理場の既設更新や高機能化に MBR が採用されることを目指している。

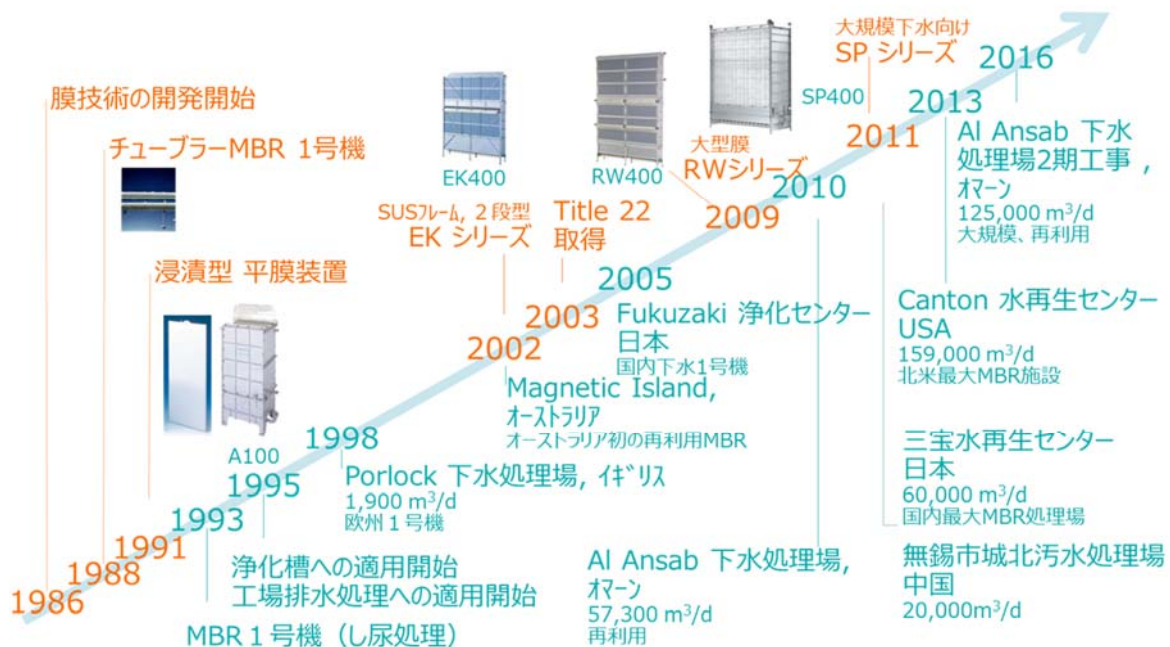


図 46 クボタ MBR 膜の歴史 (出所) 株式会社クボタ

③ 成功・差別化要因

技術開発者による事業開発体制の構築

同社では、1986年よりし尿処理プラント向けの高度処理技術として、膜ろ過技術の開発に取り組み、1993年には、し尿処理向けに1号機を納入した。本格的な事業開発は、し尿処理プラント等を担当する事業部の技術部に所属していた担当者が液中膜を拡販するためのプロジェクトチーム「EM（液中膜）プロジェクト」のリーダーに就任して取り組んだ。同社によると、1986年の技術開発開始以来、1993年の1号機納入実績はあったものの、約10年程度は利益が出ない状態であった。それでも、「EMプロジェクト」において、技術者が直接顧客とコミュニケーションを取り、継続的な商品開発・改良を行う体制を維持することで、国内においては、し尿処理、浄化槽、産業排水、農業集落排水等へのMBR導入、海外では欧州での案件獲得等に繋がった。1998年には「膜事業推進部」を設立、2002年には「ESEKシリーズ」を発売して多数の案件を獲得するなど更なる事業拡大に成功、その後は2009年に「RMRWシリーズ」、2011年に「SPシリーズ」を発売し、現在では5,600以上の施設での導入実績を持つに至っている。

微生物及び膜ろ過装置の機能を最大限に引き出すことを主眼においた研究開発

同社は、MBRに利用する微生物及び膜ろ過装置の最適な運転条件の把握に関する研究開発を行っている。兵庫県尼崎市に研究開発部門を保有し、原水水質、温度、微生物の濃度や膜の状態に応じて、曝気量や膜の薬液洗浄などの様々なパラメータをどのように組み合わせれば微生物及び液中膜が最大限の能力を発揮できるかについて研究している。その際に同社では、排水処理施設の運転条件、膜のメンテナンス方法等の運転ノウハウの蓄積を重視しており、熟練技術者が保有しているMBRを用いた排水処理施設の設計・運転・メンテナンス・運転トラブル対策等の暗黙知を形式知に変換する活動にも取り組んでいる。

ユーザーの悩みに着目した商品開発

従来の水処理膜ユーザーは使用段階での悩みを抱えていた。具体的には「使用環境によっては膜の汚れ・詰まりがひどく、能力が落ちてしまって、数年間の使用で膜交換が必要になり、膜の交換コストが嵩んでしまう」、「エネルギー消費量が多く、電気代が嵩んでしまう」等である。同社は、顧客のこうした悩みを解消するための手段に焦点を当てて商品開発を行った。例えば、排水中に含まれる夾雑物に強く、耐久性に優れた平膜状の膜を開発することで、膜寿命を伸ばすことに取り組み、前述の英国Porlock処理場では10年間の使用で膜交換率が6.4%という実績を残した。また、エネルギー消費の削減に向けては、前述のESEKシリーズの開発では、膜を縦方向にシンプルに2段積層することで膜洗浄に用いるブロワのエネルギー大幅削減を実現した。

充実したサポート体制

同社は、国内下水市場及びアジア地域で液中膜®を用いた環境プラント販売事業を展開する一方で、それ以外の国内産業排水市場や海外の北米、欧州、中東地域等では膜装置販売事業を展開している。

膜装置販売事業を展開している地域においては、エンドユーザー向けに排水処理施設を設計・設置するエンジニアリング会社をパートナーにしている。同社ではこうしたエンジニアリング会社が、同社の液中膜®を用いた MBR 施設を適切に設計・設置できるように、設計支援や技術情報交流、トラブル対応・保証契約提供などのサポートを行っている。

④ 事業ビジョン・展望

未参入国での事業立ち上げ

同社では既に日本、北米、欧州、中東、中国、アジア等地域で液中膜®を用いた事業展開を行っているが、未参入地域での事業立ち上げにも併せて取り組んでいる。

例えば、欧州地域においては EU 加盟の際には、様々な環境基準をクリアする必要があり、その際に基準を満たさない多くの下水処理施設で更新工事が実施される可能性がある。そこで同社は、現地パートナーと共同で MBR の案件形成に取り組んでいる。

⑤ 政府への要望

下排水の再利用等の推進

MBR で処理した水は、中水や灌漑用水として再利用することができる。水資源に乏しいオマーンなどの中東諸国では、灌漑用水としての再利用が可能である点を評価され、下水処理施設を中心に MBR の採用が進んでいる。一方、比較的水資源に恵まれる日本国内では、省スペースであることなどは評価されているが、再利用可能な水が得られる点については十分評価されておらず、結果として MBR 採用が十分には進んでいないと同社では考えている。同社では日本国内における水不足地域等における下水や産業排水の再利用の更なる推進や大規模下水処理場における高度処理対応がより一層進むことを期待している。



株式会社クボタ
膜システム部 技術グループ長

大井 裕亮 さん

1997年入社、入社2年目より3年間、国内下水向け液中膜®の実証試験を担当。

現在は液中膜®の国内外向け営業秘術及び技術開発を担当。
