

## 21 世紀水倶楽部 2012 年研究集会

「海外における水再生・循環利用－最新事情－」報告

### 1 開会挨拶

21 世紀水倶楽部理事長 亀田泰武

21 世紀水倶楽部で理事長を務めております亀田です。

本日は、お寒い中、この研究集会にご参加いただきましてありがとうございます。

昨年末、中東のドバイへ旅行してまいりました。仕事ではなく私的な旅行で、写真をたくさん撮りました。ドバイは近代的な都市で、海水淡水化も積極的に進めています。水道水を飲んでみましたが、その味は日本と変わらず、味付けをしているようです。また、下水処理水の灌漑などへの循環利用が進んでいます。

さて、今日は日本下水道事業団の村上理事、当倶楽部会員の内田さん、そして、NEDO の斎野主査をお迎えして、海外の水再生・循環利用についてご講演を頂き、意見交換を行う予定です。皆様にとりまして、実りあるものになるよう願っております。

### 2 「膜技術を巡る海外の状況と JS の国際展開」

日本下水道事業団理事 村上孝雄

今日の講演では、6 つのテーマについてお話したい。まず、ろ過膜の種類や用途について、次に、水処理膜の市場について、3 つ目が MBR の普及状況と再利用動向について、4 つ目が標準化の動向について、5 つ目が JS の国際展開支援について、最後に、今後の課題と展望である。

MBR の分類としては、大きく浸漬型と槽外型がある。浸漬型にはさらに一体型と別置型があり、日本では一体型が多い。

MBR の普及地域としては北米が 33%、欧州が 25%、中東が 25%、アジアが 28%である。用途としては下水処理場で 70%が使われている。図-1 はノルウェーの TorOve 教授の講演から引用したものであるが、MBR の普及について世界的には年間成長率が 20%と予測されている。中でも、中東が 25%、中国が 20%と高い伸び率が予測されている。欧州における MBR の導入理由を見ると、省スペース、高度な処理水質が大きな理由となっている。特に、EU 重要水域における厳しい放流水質基準の設定が大きなインセンティブになっていると考えられる。

今後大きな伸びが期待される中国では、2012 年から第 12 次 5 年計画が始まり、国家方針として、「環境危機」が大きな問題となっており排水処理も重要な課題であり多くの設備投資が必要であること、排水基準を国家 1 級 A にするにあたり多くの技術開発が必要であり、膜のニーズが大であること、排水再利用率を 10%より 40%に高めること等が述べ

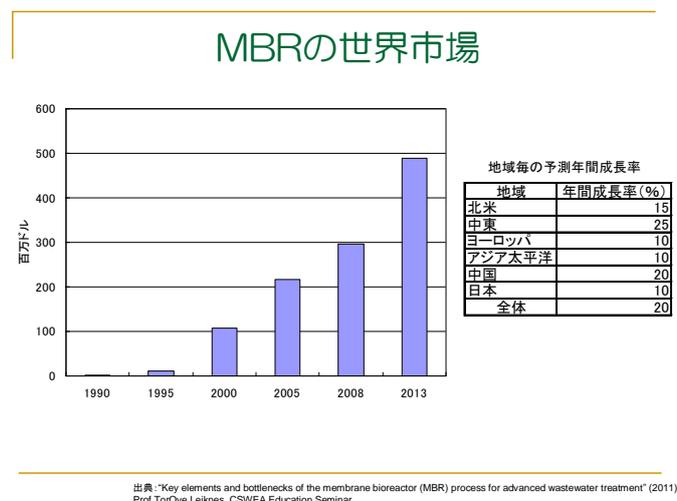


図-1 MBR の世界市場

られている。

欧州における MBR の標準化では、ドイツの Frechen 教授が議長となって CEN が主体で進められており、CWA15897 合意書として取りまとめている。この中では、浸漬型 MBR を対象に、特に、膜分離槽別置型のメリットが強調されており、互換性を持たせるための考慮が列記されている。

図-2 は JS の考えている国際展開をわかりやすく示したものである。JS ではこれまでの研修実績、国際協力実績、技術力、

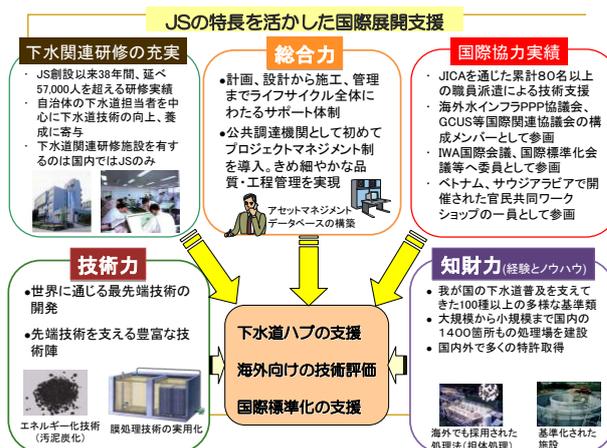


図-2 JS の特長を活かした国際展開支援

そしてこれまで養ってきた経験とノウハウを結集して、日本の海外水ビジネスの支援を積極的に行っていききたい。

日本の下水道技術は世界トップクラスではあるが、世界が認めてくれているかはかなり疑問である。2011年10月にドイツで開催されたIMFの国際膜技術会議では、韓国からの参加者が31人、口頭発表者が8人、中国からは参加者21人、口頭発表者11人であったが、わが国からは参加者14人、口頭発表者3人と、さびしい状況であった。最近では、民間企業だけでなく、自治体や公的機関の国際展開がなされており、技術の国際規格化への参加も進展しているが、もっと世界に向けたさらに積極的な情報発信が必要である。

### 3 「カリフォルニア州南部沿岸地域の下水道と水資源・水環境問題」

21世紀水倶楽部会員 内田信一郎

表題はこのようになっているが、「処理水1m<sup>3</sup>の再利用は水資源1m<sup>3</sup>を節約する」というわかりやすい言葉があったので、これを副題にしている。

本日は、4つのテーマでお話したい。カリフォルニア州南部沿岸地域の概要、下水道の整備状況、下水処理水の再利用状況、そして、最後に再利用の課題等についてである。

カリフォルニア州南部沿岸地域というのは、ロサンゼルス市を中心に、ロサンゼルス郡、オレンジ郡、サンディエゴ郡である。気候的には地中海式気候で、雨は少なく、夏は涼しく、冬は暖かい地域で非常に過ごしやすい。このため、人口が増加しており、水資源開発には古くから取り組んできている。導水路としては、1970年に州が建設したカリフォルニア導水路(約8m<sup>3</sup>/秒)、1913年ロサンゼルス市が建設したロサンゼルス導水路(約13m<sup>3</sup>/秒)、1941年連邦が建設したコロラド川導水路(約48m<sup>3</sup>/秒)がある。この内、コロラド川からの導水量が2003年から50%削減されており、代替の水資源開発が進められている。水資源の管理としては、カリフォルニア州水資源局が量的な管理、南カリフォルニア都市圏水資源公団が浄水処理と上水販売等とWater Bankの管理、地域の水道公社等が配水と高度下水処理水の再利用、オレンジ郡下水道(管理)組合は下水処理水の再利用等を担っている。Water Bankとは地下ダムのことで、地下浸透地が5~6ヶ所あり、貯水量6~7億m<sup>3</sup>/所である。

ロサンゼルス市最大のハイペリオン下水処理場（処理能力約 130 万 m<sup>3</sup>/日）では、二次処理水を場内で約 8 万 m<sup>3</sup>/日、場外で西部地域水道公社が約 11 万 m<sup>3</sup>/日を高度処理して再利用している。ロサンゼルス郡には下水処理場 1 ヶ所と 10 ヶ所の下水再生処理場がある。再生水の用途（表-1）としては、公園、ゴルフ場、農場などに約 14 万 m<sup>3</sup>/日利用されており、4 ヶ所の地下水涵養施設から約 19 万 m<sup>3</sup>/日地下浸透されている。南オレンジ郡下水道公社（約 14.3 万 m<sup>3</sup>/日）では、約 4.6 万 m<sup>3</sup>/日が再利用されている。サンディエゴ郡ではサンディエゴ都市圏が下水道事業を担っており、ノースベイ下水再生場では酸素注入嫌気好気法+アンスラサイトろ過+電気浸透法+UV 消毒を行い、約 12 万 m<sup>3</sup>/日を再利用している。

市民への節水意識啓発のためにアーバインランチ上下水道局では、節水装置設置時のキャッシュバック制度（表-2）を設けている。例えば、高い節水型洗濯機を購入すると約 33,500 円/台のキャッシュバックが受けられる。

カリフォルニア州は人口増加地域で、様々な水資源の確保や節水対策を行っているが、それでも水不足が懸念されており、農業用水の水利権の一部転用や海水の淡水化も進められている。そうした中で再利用の課題としては、処理水の TDS が高いこと、MF 膜や RO 膜での処理コストと再生水供給管の建設コスト、トイレから蛇口への心理面、微量有害物質の地下滞水層への蓄積等が挙げられる。

## 5 「NEDO の海外水再生支援」

（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構 斎野秀幸

本日は 21 世紀水倶楽部主催の研究集会講師としてお招き頂きありがとうございます。まず、NEDO の海外水再生支援の背景を簡単に紹介したい。世界の水需要は、2025 年には 2000 年に比べて約 3 割増加すると予測されている。このため、水ビジネス市場の成長が見込まれ、特に、中国、サウジアラビア、インド、スペインが注目されている。世界の主要プレーヤーとしては、水メジャーといわれるフランスのヴェオリアとスエズが有名であるが、近年、シンガポールのハイフラックスや韓国のドゥーサン等が注目されている。それに比べてわが国の企業はサブ・コントラクターとしての機器納入や装置建設等が主体で、影が薄い。NEDO としては、運営・管理を含むプライムコントラクターとして本邦企

表-1 三次処理水再利用先の分類と実績  
(ロサンゼルス郡: 2009年度)

① 公園 (103 か所)	13600m <sup>3</sup> /日
② ゴルフ場 (22 か所)	15000m <sup>3</sup> /日
③ 学校 (101 か所)	6300m <sup>3</sup> /日
④ 道路中央分離帯 (104 か所)	3200m <sup>3</sup> /日
⑤ 公共施設 (25 か所)	4500m <sup>3</sup> /日
⑥ 商業施設 (179 か所)	3400m <sup>3</sup> /日
⑦ 育苗センター (21 か所)	610m <sup>3</sup> /日
⑧ 墓地 (7 か所)	4200m <sup>3</sup> /日
⑨ 住宅地域内 (17 か所)	950m <sup>3</sup> /日
⑩ 教会 (10 か所)	150m <sup>3</sup> /日
⑪ 工場等 (20 か所)	10700m <sup>3</sup> /日
⑫ 農場 (11 か所)	49900m <sup>3</sup> /日
⑬ 環境保護 (1 か所)	26000m <sup>3</sup> /日
小計	138500m <sup>3</sup> /日 (42%)
⑭ 地下水涵養 (4 か所)	189800m <sup>3</sup> /日 (58%)
合計	328400m <sup>3</sup> /日

表-2 節水装置設置時のキャッシュバック  
(アーバインランチ上下水道局)

① 高い節水型洗濯機:	33500円/台
② 高効率回転散水ノズル:	800円/個
③ 天気予報連動灌漑装置:	6000円/台
④ 高効率水洗便器:	15000円/台
⑤ 水量がゼロに近い便器:	30000円/台
⑥ コンピュータ制御灌漑設備:	2500円/機
⑦ 電導度付空調機:	62500円/機
その他、多数あり。	

- キャッシュバック資金はオレンジ郡水道局と地域水道公社や水道企業体

業の海外市場への早期参入支援と将来の競争力強化を図っている。

NEDO では、省水型・環境調和型水循環プロジェクトを推進しており、水資源管理技術研究開発として日本国内、中国、UAE、オーストラリア、シンガポール、オマーンで実証研究を行っている。図-3は北九州市のウォータープラザ北九州で実施されている海淡・

下水再利用統合システムの概要を示している。ここでは省エネ化と低コスト化を目指したシステムとなっている。RO膜は通常のφ8インチではなくφ16インチの大型膜を使用している。海外の見学者からは、海水RO濃縮液の塩濃度が海水と同レベルに抑えられることが大きな関心を集めている。図-4はUAEで検討されている小規模分散型水循環システムの概要を示している。これまでのような中央集約型処理ではなく、居住区であるレイバーキャンプ毎に分散して排水処理を行い、その処理水は近くの工業エリアで使用するというモデルを想定している。中東では排水を橙色のタンクローリーで輸送しているが、中央集約型処理では輸送距離が長くコストがかかっていたが、分散型処理にすれば経済性もよくなると想定される。

これからの水ビジネスでは、設計・調達・建設から事業の運営・管理まで関与し、プロジェクトを一貫して行うことを目指さなければならないが、それはなかなか困難である。そこで、これまでの事業範囲から、まずは少しでも範囲を広げた分野への展開を目指したり、あるいは海外企業の買収等を通じて、従来よりなるべく広い範囲をカバーした事業展開を目指したりすることが必要ではないだろうか。

## 6 意見交換

司会 21世紀水倶楽部理事 渡部春樹

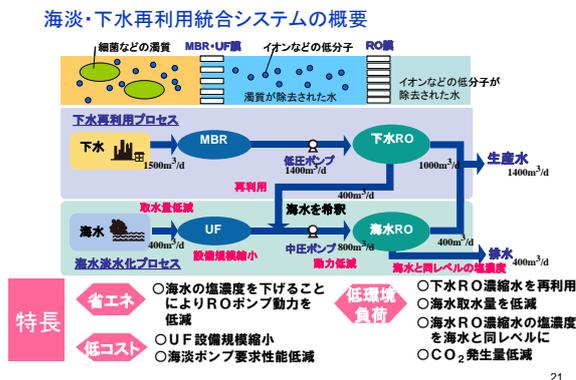
(司会) 村上氏への質問を最初にお願したい。

(Q1) MBRのランニングコストはどうか、また、MBRのEUにおける標準化の動向にどのように対処していくべきか。

(村上) ランニングコストについては、H15の技術評価の時点では電力消費はOD法と同程度、膜の交換費が少し高くなるということであった。現在10数年膜を交換せずに使用しているイギリスの初期の事例の実績も出てきているし、電力消費も1m<sup>3</sup>たり0.5kWh程度の実績値がでていたので、OD法に比べても遜色のないところまで来ているのではないかと。

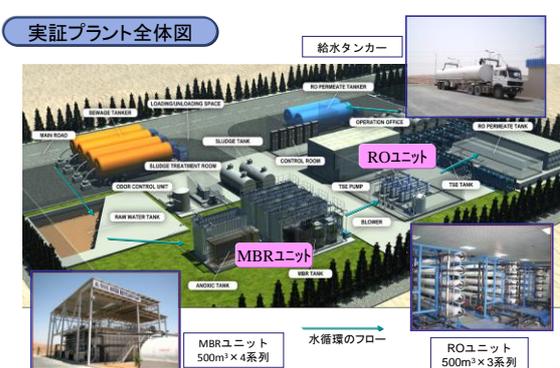
MBRの欧州規格については現在CEN(欧州標準化委員会)において、強制力のないステートメントのCWA(CEN Workshop Agreement)の段階となっている。WSの座長で

図-3 (1)ウォータープラザ北九州、周南



21

図-4 (2)UAEにおける小規模分散型水循環



29

あるドイツの Frechen 教授によれば、これを次の段のガイドラインにしたいという意向があるようだが、これがすぐ欧州基準あるいは世界基準の ISO になっていくものでもないと思う。

(Q2) EU で規格のグレードを上げていくという話になった場合は、日本の関与はどのようなのか。

(村上) EU 内の基準作りの話であるので、日本が直接関与できることにならないが、世界からの意見も積極的に聞いていこうという姿勢であるので、日本の意見を聞かないということではないと思う。また、細かい規定を作って他を排除していくということではなく、ユーザーの側に立って互換性をより助長するような側面もある基準作りであると理解している。

(司会) 次に内田氏への質問に移る。

(Q3) ロスアンジェルス近郊では 1970 年代にサンフェルナンド地震があり、わが国の地震対策にも影響があったと理解しているが、こうしたリスクに対して、水道、下水道の設備はどのように対処しているのか。

(内田) この辺は活断層がいっぱいあって地下浸透にも影響が出るという話は聞いたことがあるが、そうした問題について情報を把握していない。

(司会) 発表の中で節水装置を入れるとキャッシュバックがあるということのようであるが、その効果は如何か。

(内田) 発表で示したようにアーバインランチ上下水道局では各節水装置の設置に対しキャッシュバックを行っている。ロスアンジェルスでは処理人口は増えているのに流入下水量は横ばいあるいは減っているという状況である。これは節水が随分と行き渡っている証であり、普通の家庭では洗濯機、食洗器、水洗トイレの 3 機種は多くで節水型が導入されている。キャッシュバック効果であるかもしれない。

(司会) それでは最後に斎野氏への質問をお願いします。

(内田) 海水と下水の淡水化ではどのぐらいコストの差があるのか。

(斎野) NEDO の民間プロジェクトではお金の話はなかなか難しいところであるが、大掴みのところ、海水の淡水化は 1m<sup>3</sup> 当たり 100 円、下水はその半分の 50 円というところではないか。

(司会) 通常では下水のラインの取り扱いはどうなっているのか。

(斎野) 下水再生水化でできるラインは放流処分が一般的である。今回の海水淡水化との組合せの例では海水ラインの希釈水として用いている。

(内田) 下水再生水化の費用に関しては、オレンジ郡の水道局の GWRS の例では、下水処理水の MF、RO、促進酸化法のプロセスで、補助金がある場合で 39 円/m<sup>3</sup>(1 ドル 100 円換算)、浸透地に送水してリチャージするポンプ代を入れると将来的には 73 円/m<sup>3</sup> という値が示されている。この場合 MF のラインは下水管放流、RO からののは海域放流である。

(司会) 今日の主題は海外での水ビジネスが何故進展しないのかということで、これまで市場を獲得できなかった理由を探りたいと思う。村上氏より発表があったが、そのへんのところもう少し詳しく説明いただきたい。

(村上) 54 番のスライドにもあるように、海外水ビジネス市場の予測として、全体で 87

兆円の大きな市場が予測されていて、下水処理でも材料、設計、建設部分で 21 兆円、管理・運営部分で 14 兆円が予測されているが、管理・運営部分も随分と大きくこれが見過ごされてきたということがある。わが国が優秀な技術を持ちながら市場を獲得できなかった理由としては、海外の仕事は要素技術 EPC としての受注に特化してきたため、一過性のものであるきらいがあった。何故こうなってきたかということ、わが国の公共事業では設計、施工、維持管理が分離して発注されるのが普通ということで、特定の仕事に特化した会社が出来上がっており、トータルの仕事として請け負うチャンスが少なかったことにもよっていると思われる。加えて、トップセールス、とくに公的機関による後方支援不足ということが挙げられる。

これからの方向としては、途上国は決して各個の設備、施設が欲しいということではなくて、下水道というサービス、社会システムが欲しいということであるので、上流の計画から、設計、建設、維持管理までのトータルなサービスを提供していくことが海外進出の鍵となると言われている。市場獲得に向けた動きとしては、これまでのスエズ、ベオリアの水メジャーの巨人が控えていてなかなか難しいと言われてきたが、最近では新興の総合会社が出来つつあり、水メジャーの相対的シェアが下がってきている。日本にも十分チャンスはあるのではないかと考えている。JS でも最近、国際室をつくってこうした動きに対する側面支援をスタートさせたところである。

(司会) 村上氏の最後のスライドにもあったようにコンソーシアムなどにより総合力を発揮することが重要と考えられる。また、水ビジネスを考える場合、水のサービスを提供するのが基本ということを押さえておく必要がある。内田氏から紹介いただいたカリフォルニア州の例も、水のサービスを提供するということを基本に 30 年、40 年やってきたものである。本日参会の自治体、会社の方々も、サービスの提供ということを考えてしながら水ビジネスの展開を図られるのではないかと思う。

以上をもって本研究集会を閉会とする。