

## アクアテック・アムステルダム視察記 会場ではバイオガス関連&かん水用装置に脚光



グローバルウォーター・ジャパン代表 国連環境アドバイザー 吉村 和就

1972年荏原インフィルコ入社。荏原製作所本社経営企画部長、国連ニューヨーク本部の環境審議官などを経て、2005年グローバルウォーター・ジャパン設立。現在、国連テクニカルアドバイザー、水の安全保障戦略機構・技術普及委員長、経済産業省「水ビジネス国際展開研究会」委員、千葉工業大学非常勤講師などを務める。著書に『水ビジネス 110兆円水市場の攻防』（角川書店）、『日本人が知らない巨大市場 水ビジネスに挑む』（技術評論社）、『水に流せない水の話』（角川文庫）など。

オランダ・アムステルダムで2013年11月8日までの4日間、第24回Aquatech国際展示会およびセミナーが開催された（写真1）。欧州における飲料水、上下水道、廃水処理など水に特化したイベントで、70カ国から1万8,500人が参加した。出展ブース数は約750に上り、大型化する膜処理技術、バイオマス関連、汚泥処理分野、殺菌装置分野の展示に注目が集まった。同時に、産業界のリーダーによる「グリーン経済のための統合的な水解決策」も討議された。筆者は、欧州における水政策や最先端の水処理技術の動向を探るべく展示会や国際会議に参加。その概要を紹介する。

東インド会社を通じて世界に広げられた。日本も江戸時代以降、オランダの干拓技術を学び、多くの湿地や沼地を農地に変えた。このオランダ治水の考え方（低水治水）は長らく日本の近代治水の模範とされ、1896（明治29）年の河川法制定まで採用された。

オランダは欧州6カ国を横断するライン川（総延長1234km）の最下流に当たるため、上流国で汚染された表流水や地下水を飲まざるを得ず、水処理技術が発達した。世界的に有名な「KIWA水質研究所」は1948年に設立され、水に関わる環境およびエネルギー問題を扱っている。KIWAの研究部であったKWR水循環研究所が現在、水セク

ター全体を扱っている。学界では、デルフト工科大学、ワーゲニンゲン大学が先端的な水処理分野で有名である。

### イノベーション賞を獲得した水処理技術

今回のアクアテック・イノベーション賞に応募した70の革新的な技術から選抜された興味深い技術を紹介する。



写真1 会場となったアムステルダムRAI国際会議・展示場

### オランダ王国と水の関係

オランダの歴史は、水との戦いでもある。国土の4分の1が海抜ゼロメートル以下にあり、13世紀以来、国土を守るために堤防を築き、風車で運河に水を吐き出してきた長い歴史がある。それゆえ干拓技術が発達し、その技術はオランダ

図1 フミン酸由来の色度除去フロー

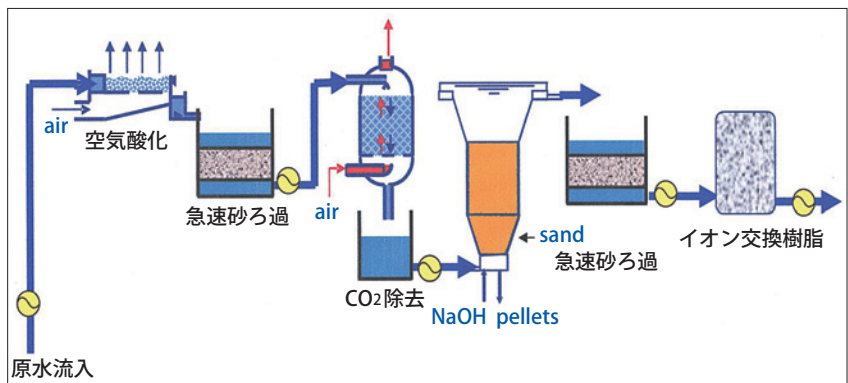


写真2 色度除去用イオン交換樹脂塔



接触時間：60～110秒  
 除去性能：TOC 45g/L-レジン  
 KMnO4 150g/L-レジン  
 オランダ・スパネンバーグ浄水場  
 (年間2500万トン浄水処理)

・フミン酸を肥料に…ビッテンズ社 (Vitens、オランダ)

地下水を飲料水にする場合、特に自然由来のフミン酸が問題である。フミン酸は、植物などが微生物によって分解された黒褐色の物質で、通常の水処理では除去が難しい物質の一つである。この技術は難分解性のフミン酸を食品グレードの肥料に変換し、さらに色度、TOC(全有機炭素)、COD(化学的酸素要求量)も同時に除去できる。

処理工程は空気酸化後、砂ろ過フィルターを通し、炭酸ガスを除去し、さらに砂ろ過を経てイオン交換樹脂にて吸着処理する(図1)。使われるイオン交換樹脂は製糖の脱色に使われるイオン交換樹脂で、食品グレードである。吸着後のイオン交換樹脂は直接肥料として使われ、農産物の収量増加はもちろん、使用農薬の減少、リン肥料の低減に役立っている。

また、吸着済みイオン交換樹脂を食塩再生し、その濃縮液はRO膜(逆浸透膜)にて水分を除去、液体肥料や粉体肥料としても活用されている。写真2はオランダ・スパネンバーグ浄水場のイオン交換塔で、欧州で最大級の処理能力(年間2500万

表 従来法によるメタン発酵と嫌気性MBR法の比較

| 比較項目          | 従来法によるメタン発酵                | 嫌気性MBR法                     |
|---------------|----------------------------|-----------------------------|
| 固形物の滞留時間      | 水の滞留時間の1～2倍                | 同4～8倍                       |
| COD容積負荷率      | 2～5kgCOD/m <sup>3</sup> /d | 5～10kgCOD/m <sup>3</sup> /d |
| 槽容量           | 大                          | 小                           |
| フットプリント(設置面積) | 大                          | 小                           |
| COD除去率        | 85～95%                     | 98～99.5%                    |
| 処理水水質         | SS(浮遊固形物)が多い               | SSがゼロ                       |
| エネルギー生産量      | 高い                         | より高い                        |

出所：Biothane, presentation by Jeroen van der Lubbe

m<sup>3</sup>)を有する。原水となる地下水はピート(泥炭層)地帯から取水している。オランダの国土の大部分は軟弱な泥炭層である。

・嫌気性膜分離膜(MBR)装置…

X-フロー・ペントエア社 (X-Flow/Pentair、米国)

嫌気性膜分離膜はペントエア社と仏ヴェオリア社の子会社、バイオセン(Biothane)社が共同で開発した嫌気性システムである(表)。メタン菌(代謝でメタンを生成する細菌)を高濃度で保持できるため、高効率でメタン発酵ができ、さらに分離膜にUF膜(限外ろ過膜)を使うので、分離液はそのまま放流できる特徴を持つ。処理水は再利用水として使用

可能だ。①高効率なメタンガス発生量②コンパクト設計、最小限のフットプリント③高品質な処理水水質(SS<懸濁)がゼロ、COD、BOD<生物化学的酸素要求量>99%除去可能④容易なメンテナンス⑤膜寿命は5年以上⑥完全な自動運転可能—などの特徴がある。ペントエア社は食品、バイオ、オイル&ガス市場に注力している。

・エコミックス(Aecomix)リアクター…ネイハイス(Nijhuis Water Technologies、オランダ)

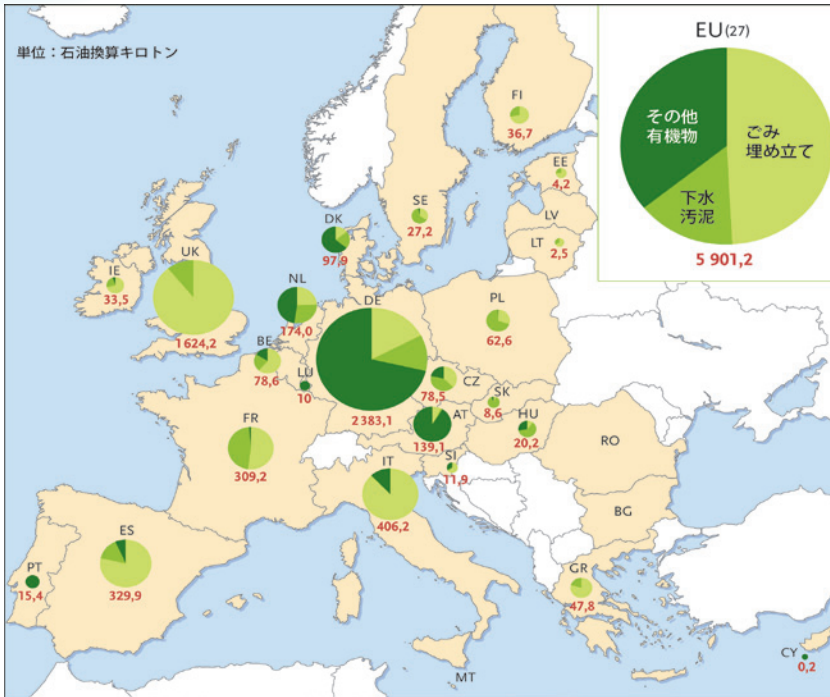
大容量の有機性廃液を排出する、食品製造工場、大規模下水処理場向けに開発されたシンプルな嫌気性メタン発酵処理装置(写真3)で、次

写真3 エコミックスリアクター



出所：Nijhuis Water Technologies

図2 欧州各国におけるバイオガス生産量



※ドイツが最大の産出量を占める 出所：Source：Biogasbarometer/EUROBSERVER

に増え、現在4000カ所以上で稼働中)。大型のものは固定価格買い取り制度 (FIT) を利用した発電事業がメインである。

## 欧州におけるバイオガス市場の伸び

2000年以降、欧州委員会の水枠組み指令や地球温暖化対策として、バイオガス市場が拡大した。特にドイツではバイオガスによる発電事業が毎年22%の伸びを記録している。その原料は都市下水の汚泥、生ごみ、商業施設や産業からの有機物、農産物からの有機物群である。バイオガス市場はFITの普及とともにさらに市場が拡大するとみられている(図2)。



写真4 Rwb・メタウォーター展示ブース (中央が筆者)

- ・高速ろ過システム (セラミック膜)
  - …Rwb—メタウォーター (オランダ、日本)

雨水などを直接高速ろ過することにより固形物を完全に除去できるシステムで、既存の処理施設にも適応できる。セラミック膜を用いることにより長寿命、安定した除去性能 (SS、バクテリア、クリプトスポリジウムを除去) を有し、飲料水グレードの処理水を得ることが出来る。

RWB社 (Rood Wit Blauw Holding B.V.) は、オランダを代表する水道エンジニアリング会社の一つで、日本のメタウォーター社と2007年にセラミック膜の技術ライセンス契約を締結。13年8月には、メタウォーター社が欧州市場開拓のためRWB社に資本参加している(写真4)。

のような特徴がある。

- ・一つの大きな反応槽の中で、加圧空気による浮上分離で前処理を行う
- ・総固形物負荷量は40,000mg/L以上保持可能
- ・有機物負荷量は20,000mg/L以上保持可能

- ・有機物除去量は98%以上
- ・油脂による詰まりなしでメタン発酵が可能
- ・低廉な運転コスト

欧州ではバイオガス活用が進み、このような装置の市場が急拡大している(ドイツでは2000年から4倍

- ・早期バイオ・ファーリング検出センサー…メコロット・ナショナルウォーター (Mekorot National Water、イスラエル)

膜処理において膜の生物汚染(バイオ・ファーリング)が大きな問題になっている。イスラエルのメコロット社は、ユニークな視点で技術開発をしている企業で、70年以上の歴史を持つ。今回は海水淡水化に使われるRO膜のバイオ・ファーリング汚染状況の早期検出装置を自動化している。この装置はUF/MF(精密ろ過)膜などにも応用でき、幅広いアプリケーションが期待できる。

- ・N<sub>2</sub>Oコントロールの出来る排水処理システム…ユニセンス (Unisense、デンマーク)

地球温暖化係数が二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)と比べ、310倍と言われている亜酸化窒素。世界排出量の8割は下水処理場を含む排水処理から排出されており、大きな問題になっている。

この技術は下水処理場で亜酸化窒素の発生状況をリアルタイムで検出し、その排出量を最適化するモニタリングシステムである。酸素の影響

を受けずに亜酸化窒素を精密に測定できるマイクロチップ型センサーを採用している。ユニセンス社はデンマークのオーフス大学(Aarhus University)の研究者が設立した企業で、特にナノテクノロジーを応用した技術開発が得意である。

- ・高効率紫外線殺菌装置…トロージャン (Trojan Technologies、カナダ)

通常、飲料水の殺菌には塩素や次亜塩素酸が使われるが、欧州では伝統的に紫外線殺菌装置(UV)が使われている。自然水にわざわざ化学物質(塩素)を入れて発がん性物質を作り出したり、味が変わったりすることを嫌うためだ。

特にオランダでは塩素の使用が禁止され、UV装置で水道水は滅菌されている。UV装置では、UVランプの性能が殺菌効果を大きく左右する。UVランプには低圧型、中圧型、高圧型があるが、今回の装置は1本のUVランプに低圧と中圧型の両方のメリットを兼ね備えたハイブリッド型で、高殺菌能力、省エネを図っている。

世界の紫外線殺菌市場は年率12.5%で伸びており、2018年には

20億ドル(約2000億円)に達すると予測されている。健康志向と安全性確保から、欧米では大型化したUV装置が注目されている。

日本では(株)西原環境がカナダ・トロージャン社と長年にわたり業務提携し、日本国内で低圧ランプ型UV装置を主体に多くの納入実績がある。

## 膜関連の動向

会場では、かん水(低濃度塩分の水)向けに開発された大流量向け電気透析膜装置も目に付いた(写真5)。現在、膜市場は海水淡水化がメインだが、海水淡水化用RO膜の価格は年々下がっており、日本の膜メーカー(東レ、日東電工など)は苦勞している。今後、膜市場での処理対象水は、かん水が多くなると見られる。今回の展示品のように詰まりが少なく、電力消費量も少なく、維持管理が容易といった特徴を持つ大型の電気透析膜装置が注目されるだろう。

## 欧州市場のゆくえ

ユーロ圏が金融危機に襲われる前は、欧州の水関連ビジネス市場は環境規制の高まりと経済発展で順調に伸びてきた。そのユーロ圏各国はいまだ金融危機の谷間から抜け出せずにおり、今回の展示会も従来のような盛り上がりを感じられなかった。欧州水市場は今後4.82兆ドル(OECD・2030年予測)になると予測され発展は間違いないものの、「中休み戦略」として水メジャーを含む欧州勢は中東、中央アジア、アフリカ、東南アジア地域にビジネスの軸足を移しているようにも思えた。E

写真5 脱塩膜関連の動向(モジュールの大型化)

電気透析膜装置(EDI)



処理能力：125m<sup>3</sup>/h ~ 10,000 m<sup>3</sup>/h  
処理水電導度：0.1μS以下  
製造者：Pure Water Group(オランダ)

連続式電気透析装置(CEDI)



高流量用電気透析膜モジュール  
製造者：シーメンス(ドイツ)