

触媒懇談会ニュース

触媒学会シニア懇談会

浄水の確保と利用について

元出光興産 蔵本正彦

1. はじめに

水は人類が生存するために必要不可欠なものです。地球上の水の大半が海水であったり、陸上でも渇水地区があったり、汚水状態で中々飲料に使用できないなど生活水として十分に確保できない場所も多い。また、最近では、災害も多く、被災地では浄水を確保するのに時間が掛かったりしている。そこで今回、SDGs の観点からも浄水の確保や水の利用について考えてみることにした。河川・貯水やダム（水力発電）、農業用水などの一般的利用については、今回、除外して最近注目されている災害時の水の確保や利用などを中心に取り上げてみた。

2. 水資源について

地球上の水資源は、国土交通省の資料¹⁾から、約 14 億 Km³ であり、内訳は

- ・海水等 約 13.51 億 km³ 97.4%
- ・淡水 約 0.35 億 km³ 2.53%

氷河等	約 0.24 億 km ³	1.76%
地下水	約 0.11 億 km ³	0.76%
河川、湖沼等	約 0.001 億 km ³	0.01%

となっている。人類が利用可能な水は地球の水資源の約 0.8% 未満である。

3. 水処理技術について

南アフリカや中東などでは、降雨量が少ないこともあり、海水の淡水化が広く検討されている。日本の水処理技術は進んでお

り、世界貢献も大きい。

世界の水問題に対する日本技術の貢献について紹介する。

世界の水問題に貢献する日本の技術²⁾

1) 海水淡水化技術

古く（1980 年代）は、加熱して純粋な、蒸気を取り出し、残った濃い塩水を再び海に戻すという方法をとっていたが、最近では、効率の良い膜を利用した RO（Reverse Osmosis：逆浸透膜）法が主流です。RO 法で使用される RO 膜は日本メーカーが世界の 50% 以上のシェアを占めている³⁾。

アメリカや中東、アフリカなど慢性的な水不足で苦しむ地域を中心に導入され、一日当たり 6,000 万トンの真水の生産に成功している³⁾。

ただ、中東ではまだ熱式淡水化技術を利用しているところが多く、大量の排塩水（高濃度塩水）の排出が環境にもたらす影響の課題なども指摘されている³⁾。

2) 下水の浄化処理技術

海水に比べ 1/3 のコストで飲み水を作れる資源として下水が注目されている。日本では下水の利用は少ないが、水資源の少ない中東地域では 80% が再利用されている。この下水処理技術として最適と考えられているのが、日本が開発した膜分離活性汚泥法 (MBR) と RO 膜を組み合わせたシステムである³⁾。

海から遠く離れた地域で利用できることから北アメリカや中東を中心に多くの途上国で導入されている。三菱ケミカルアクア・ソリューションズ（株）では、地下水に注目し、分散型・給水システム（膜ろ過処理技術）を展開しており、ケニアなどの浄水事業に貢献している⁴⁾。

3) 生物浄化法(EPS)

「Ecological Purification System」(EPS)

微生物の浄化作用を活かして水をろ過し、安全な水を作り出す方法

この技術を利用したヤマハ発動機（株）の浄化装置「ヤマハクリーンウォーターシステム」は一日で 8,000 リットルの浄水の供給ができ、2019 年 6 月の時点で世界 13 か国に 36 機設置されている。濁度の高いセネガル川の水の浄化にも貢献している⁵⁾。

信州大学の中本信忠名誉教授は、生物浄化法による安全な飲料水の普及の功績が認められ、第 21 回日本水大賞「国際貢献賞」を受賞された。緩速ろ過法を更に進化させた生物浄化法は、現在、フィジーやサモアで普及している⁶⁾。

4) 災害時の水確保<携帯型浄水ボトル>

・携帯型浄水ボトル「ナティオ」

平成 30 年、信州大学の手嶋勝弥教授とトクラス（株）は、信州大学の結晶育成技術「フラックス法」を用いて水中の重金属を除去する新素材を開発、本素材を用いた携帯型浄水ボトル NaTIO（ナティオ）を販売開始した。浄化フィルターには、活性炭の他、重金属を吸着除去する多層構造の三チタン酸ナトリウムが用いられている⁷⁾。

・携帯浄水ボトル「LIFESAVER BOTTLE」

TRADEX（株）は「防災産業展 2019」で携帯浄水ボトル「LIFESAVER BOTTLE」を展示した。活性炭・ろ過フィルターをもち、細菌・ウイルス・微生物を 99.99% 除去できるという。使い方は水を入れてポンプするだけという⁸⁾。

・浸透膜浄水システム「クリスタル・ヴァレー」

アーキヤマデ（社）では逆浸透膜浄水システム「クリスタル・ヴァレー」を販売。海水、河川など様々な水を浄水し飲料水を生産する。4 本のカートリッジを内蔵し、不純物を選別して除去し、イオン化したミネラルだけ透過する。

（特殊活性炭フィルター/微粒子ろ過フィルター/逆浸透膜フィルター/ミネマリンフィルター（特殊活性炭+ミネラル添加）

実際に災害用浄水機（CV レスキュー）や家庭用浄水機（クリスタル・ヴァレー）など活用されているとのこと⁹⁾

5) 飲料水の殺菌・消毒

日本軽金属（株）では、安全な水を作るということで固形のジアゾー（次亜塩素酸ソーダ NaClO₅ 水塩：SHC5）の工業化に成功した。不純物を低減した高純度品とのこと。従来の酸化物は毒性や爆発性があったが、危険性が低く安全性が高く殺菌・消毒効果を有している¹⁰⁾。

4. 水の製造について

水そのものを作る方法も検討されている。アクアテック（株）では東日本大震災の際、水確保の問題があり、それを機会に空気と電気で作る「エアリス（AIRLITH）」を開発した。実際の震災時に利用された。原理は、空気に温度差をつけて結露をさせて水を作るというものである。高性能 HEPA フィルターを搭載しており、これで空気中の微細な埃を除去している。能力は 1 時間で 500ml の水をつくることのできるとのこと。震災時には更に 10 倍もの能力をもつ大型マシンも登場して活躍した。実績を積んでいるが、世界的な半導体不足により、現在、半導体の入手が困難となっており、納入には時間を要する状態とのことである¹¹⁾。その他、（株）MIZHA でも同様な「空水機」を販売している¹²⁾。

5. 魚の養殖について

観点は異なるが、水をうまく利用した陸

上養殖が広がっている。

(株) FRD ジャパンでは、バクテリアで水をきれいにする閉鎖型循環式陸上養殖システムを開発している。バクテリアを活用した独自のろ過技術により、海水や地下水を利用せず、水道水から作った人工海水を循環させながら養殖を行うことが可能となっている。従来の循環型陸上養殖システムでは、主に硝酸のような除去できない物質の蓄積を防ぐため、最低でも1日30%前後の水替えが必要でしたが、(株) FRD ジャパンでは、硝酸をバクテリアの力で除去する「脱窒装置」を開発。これにより、水替え不要の完全閉鎖循環による陸上養殖が可能になった。場所を選ばず、低コストで美味しい魚が養殖できる未来の養殖システムとのこと。サーモントラウトやふぐなどを養殖している¹³⁾。

実証実験プラント：30 トン/年

2018～(埼玉 9 か月、木更津 9 か月)

商業プラント：2,000 トン/年

2022 着工予定

魚を養殖しつつ、同時に野菜を栽培するシステム「アクアポニックス」が展開されている。基本原理は、水棲生物の糞尿及び残餌に由来する魚毒性の強いアンモニアや亜硝酸を微生物によって、魚毒性の少ない硝酸まで硝化することで閉鎖環境の中で水棲生物を長期生存あるいは増殖させるものである。一方で、時間の経過と共に硝酸が水中に蓄積してくるため、その硝酸を系から定期的に引き抜くことが必要となるが、この引き抜きの役割を肥料として利用できる果菜を用いることで、水産物と農産物の両方を生産しようとするのがアクアポニックスの一つの特徴である¹³⁾。

好アンモニア性植物として稲、茶、ブルーベリー、パイナップル、里芋など、好硝酸性植物としてトマト、トウガラシ、ジャガイモ、エンドウ、キャベツなどがあげられる。千葉県大原高校では、野菜(チンゲンサイや水菜、小松菜など栽培水槽に、魚

(ホンモロコ)を育てている。水を交換することなく、野菜、魚ともに育っているとのこと¹⁵⁾。

アクアポニックスについては(株)プラントフォーム(新潟)を初め、(株)アクポニ(湘南)、(株)荏原製作所でも取り組みが始まっている。

海外ではドイツ(ベルリン)のECFファームでも2014年から魚の養殖と野菜の水耕栽培を組み合わせた「アクアポニックス農法」を行っている¹⁶⁾。

その他、岡山理科大学の山本俊政准教授は人工飼育水(好適環境水)を利用した魚の養殖を検討している¹⁷⁾。海水魚が海水よりも早く育つという「好適環境水」は場所を問わず魚の養殖を可能にするだけでなく、資源の枯渇・過疎・人口減少などの様々な課題解決に貢献する。ナトリウム、カリウム、カルシウムといった魚の代謝に必要な3種類の電解質を真水に加えたものである。すでにマグロ、クエ、ウナギ、バナメイエビなどで成功し、種類も増やしている。タイやカンボジアなど海外への導入も検討されている。また、上述のアクアポニックスの研究も始められている。

6. 水の利用(+添加剤)

1) 殺菌剤利用

アース製薬(株)では、水に亜塩素酸イオンを配合した除菌スプレー:アクアクリエートを開発販売している¹⁸⁾。

(株)エースネットが開発したMA-Tシステム(MA-T:亜時生成型亜塩素酸イオン水溶液)は、菌を見つけた時だけ除菌(必要時に必要な分のみ水性ラジカルが反応、ウイルスや菌が存在する時だけ姿を変えて攻撃・分解し、効果を発揮する)するという¹⁹⁾。

2) 急速冷蔵利用

ブランテックインターナショナル(株)では魚介類を急速冷却できる食塩水氷「ハイブリッドアイス」(23.5%塩水:-20℃)を

開発した。ハイブリッドアイスは冷凍速度も速いので鮮度も保つことができるとのこと²⁰⁾。

冷凍技術では、水ではなくアルコールを利用した液体高速冷凍機（凍眠）が（株）テクニカンで開発販売されている²¹⁾。

新鮮な活魚を輸送するために日建リース工業（株）によって開発された「魚活ボックス」がある。この技術は、水槽内の海水に二酸化炭素を一定濃度溶け込ませて魚を低活性化（眠ったような状態）させることで、一度に多くの魚を生きたまま輸送できるという²²⁾。

4. おわりに

水については、日本は水源も比較的豊富で上水も良く整備されているが、世界ではまだ十分に整備されておらず、飲み水確保も難しいところが多い。日本では浄水技術も進んでいるので広く世界で活用できるように支援していくべきである。生活用水による河川の汚染や赤潮や最近では火山噴火（噴石：軽石）による海上養殖も被害を受けており、海水魚の安定的な陸上養殖も注目されてきている。また廃プラスチックによる海洋汚染なども問題になってきている。このような環境変化に影響されないような浄水化や陸上養殖など安定な製造・供給が可能な状況を作っておく必要性が増していると言える。ここであげた事例はその一つかもしれないが、色々工夫がなされており、このような試みを広げていくことが今後必要になってくると思われる。

参考文献

- 1) 国土交通省 HP（世界の水資源）
- 2) NEDO、三代川洋一郎、「水資源の循環利用に向けた技術開発と海外展開」
- 3) (株) アピステ、アピステコラム
- 4) 三菱ケミカルアクア・ソリューションズ（株）HP、分散型水処理・給水システム
- 5) マイナビニュース、2021.11.15
- 6) 信州大 中本信忠名誉教授
Yahoo ニュース 2019.6.28
- 7) 信大独創図鑑より
水を安全に変える、信大クリスタルが買える
- 8) TRADEX（株）HP
- 9) アーキヤマダ（株）HP
- 10) 日本軽金属（株）HP
- 11) アクアテック（株）HP
- 12) (株) MIZHA、HP
- 13) (株) FRD ジャパン、HP
- 14) アクアポニクス
- 15) 朝日新聞、2021.11.14
- 16) 世界のアーバン・ファーミング最新事情 vol3(2019.5.26)
- 17) 岡山理科大 山本敏政准教授
事業構想、2019年2月号
- 18) アース製菓（株）HP
- 19) (株) エースネット HP
- 20) プランテックインターナショナル（株）
日経ビジネス 2019.5.10
- 21) (株) テクニカン HP
- 22) 農林水産省広報 aff08August2020