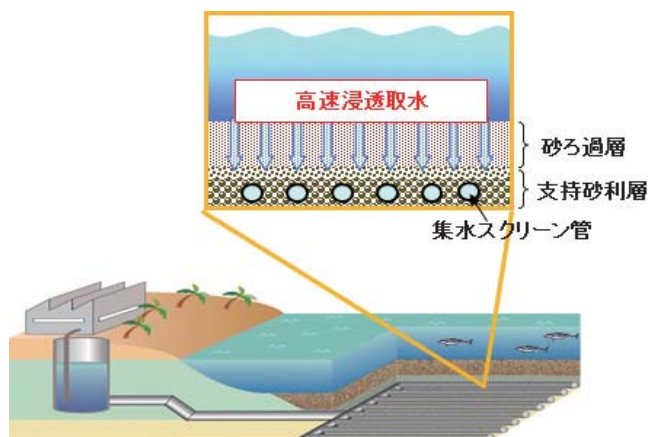


# 高速海底浸透取水方式を用いた RO法海水淡水化システムの開発

Development of Seawater Reverse Osmosis Desalination System  
Using High-speed Seabed Infiltration System (HiSIS)



新 里 英 幸	Hideyuki Niizato	①
乾 真 規	Masaki Inui	②
吉 良 典 子	Noriko Kira	③
井 上 隆 之	Takayuki Inoue	④
岡 本 豊	Yutaka Okamoto	⑤

## あ ら ま し

本論では、従来の逆浸透（RO）法海水淡水化プラントの様々な問題を解決する新しい前処理技術を提案する。このRO膜の前処理のプロセスは、海水取水のための高速海底浸透取水システム（HiSIS）と限外ろ過（UF）膜から構成される。我々は、HiSISの最適な浸透速度を見出すために海水ろ過実験を行って、HiSISとUFの前処理システムによって処理される海水の水質等を評価した。実験結果として、HiSISは安定に稼働し、100m/日の高速な浸透速度でさえ高い性能を有することを確認した。我々は、HiSISとUFプロセスの組合せがRO法海水淡水化プラントの前処理法として効果的であると結論付けた。

## Abstract

This paper presents a new pretreatment technology that solves the various problems with a conventional seawater reverse osmosis (SWRO) desalination plant. Our pretreatment process prior to the reverse osmosis (RO) stage consists of a high-speed seabed infiltration system (HiSIS) for seawater intake and an Ultra-Filtration (UF) membrane. We performed an experiment to find the most appropriate infiltration velocity for the HiSIS, and evaluated the quality of seawater treated by the HiSIS and UF systems. The experimental results confirmed that the HiSIS remained stable and provided high performance even at a high infiltration speed of 100 m/day. We concluded that the combination of the HiSIS and the UF process is an effective pretreatment method for an SWRO desalination plant.

## 1. 緒 言

海水淡水化プラントの方式は蒸発法（MSF, MED等）と逆浸透法（RO）に大別され、近年エネルギー消費量の少ない後者の採用実績が増加し、今後も世界的に伸長すると予測されている。

しかし、RO法は原海水の性状に敏感で、種々の前処

理プロセスが試行されているが、未だにRO膜バイオフィアウリングの対策の決め手がない。また、RO膜の所定能力を維持するため、洗浄用の薬品量を増やしたり、薬品を変えたりしているが、逆にRO膜の交換頻度を短くすることになり、初期計画の運転・維持コストを逸脱する設備が多く存在している。

我々が株式会社ナガオカと共同で提案するRO法海水淡水化の前処理法である高速海底浸透取水システム；High-speed Seabed Infiltration System (HiSIS) はこれらの不具合の解決を目指している。これは、図1に示すように海底面下から深度方向に向かって順に砂ろ過材と砂利を敷設し、その砂利層に集水管（スクリーン）を設置して海底面から海水を高速で浸透取水するシステムで

① Hitz日立造船㈱ 技術開発本部 環境・プラント研究室 博士(工学)、技術士(船舶・海洋)

② Hitz日立造船㈱ 技術開発本部 環境・プラント研究室 技術士(機械)

③ Hitz日立造船㈱ 環境・エネルギー・プラント本部 開発センター

④ Hitz日立造船㈱ 環境・エネルギー・プラント本部 プラント・エネルギー計画部

⑤ Hitz日立造船㈱ 技術開発本部 環境・プラント研究室

ある。これにより海底における浸透取水の面積を大幅に縮小し、かつ集水管は海洋生物が付着しないため海洋生物を除去する塩素系薬剤や一般的に砂ろ過に必要な凝集剤は不要となる。このためRO膜を劣化させる原因の一つである残留塩素は存在しないため、RO膜の交換頻度を長くすることができる。

また、HiSISの後流側に限外ろ過（UF）膜を組み込み、HiSISで排除できない海中物質を取り除く。このようなHiSISとUF膜を用いたRO法海水淡水化システムを実用化するために、その性能を立証する必要がある。

よって、HiSISを模擬した砂ろ過カラム装置、UF膜装置とRO膜装置を、順に配備した実験施設を使用し、大阪湾の海水のろ過を長期間継続して、それぞれの処理水の水质を比較検証した。

本実験より、RO膜の前処理性能の確認に用いられる指標：Silt Density Index (SDI<sub>15</sub>,15分間法) は平均2.0の値を示し、その推奨値である3.0以下となる結果を取得した。

本論では本実験について詳細に報告する。

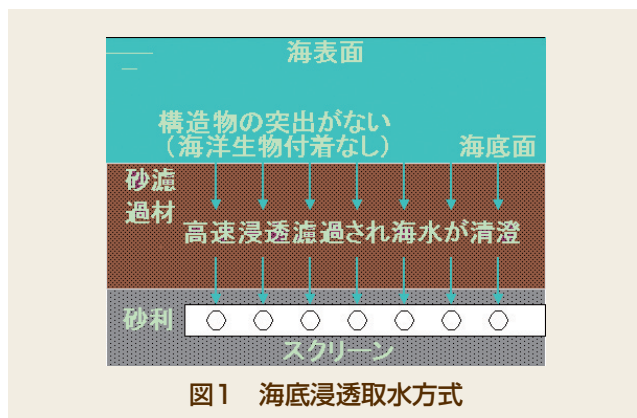


図1 海底浸透取水方式

## 2. 従来技術の問題点

2.1 一般的なRO法海水淡水化プロセス 図2に示すように、一般的なRO法海水淡水化プロセスでは直接海水取水方式を採用しており、多くの薬品が投入されている。例えば、海中の取水塔に海洋生物が付着する防止対策として塩素系薬剤が注入されている。これは薬剤による海域環境汚染に繋がる懸念がある。また、他の薬剤投与の事例として、1次ろ過の際に、コロイド粒子（粒径 $1\mu\text{m}$ 以下の土粒子）を集合密着（フロック）

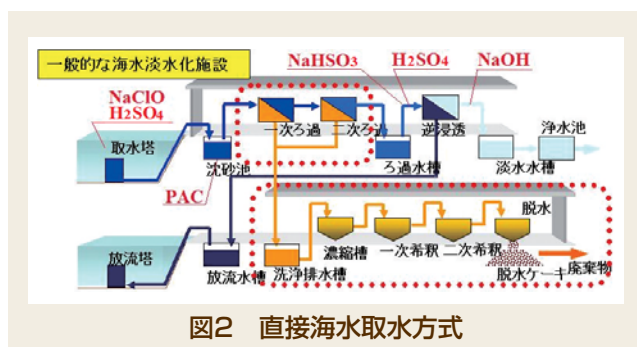


図2 直接海水取水方式

させるために凝集剤を投与したり、残留塩素からRO膜を保護するために塩素を還元させる還元剤の注入を行ったり、pH値を向上させるために苛性ソーダを注入したりするなど様々である。このうち還元剤の注入がRO膜のバイオフィウリングを発生させる要因とも言われている。

このように、直接海水取水方式のRO法海水淡水化プロセスでは多くの薬品を必要とし、薬品によるランニングコストは非常に高くなる。

### 2.2 RO法の前処理としての海底浸透取水方式

薬品投与、特に取水塔への塩素系薬剤の注入および1次ろ過における凝集剤の投与を少なくする改善法としては、図3に示すような海底浸透取水方式<sup>1), 2)</sup>がある。

この方式は海水を集水する配管（浸透取水部）を海底下の砂利層中に設置するため、集水管には海洋生物が付着せず塩素系薬剤の注入は不要になる。また、直接海水取水方式の1次ろ過で使用されている砂ろ過の機能を、海底下の砂層に持たせることになり、凝集剤の注入も必要としない。また、塩素系薬剤の注入を必要としないことから、還元剤の注入も不要となり、RO膜で生じるバイオフィウリングの発生率を減少させる効果も期待できる。このように、従来技術で必要であった薬品によるランニングコストを大幅に削減することができる。

さらに、直接海水取水方式では1次ろ過で発生する海水中の夾雑物に対して分離処理を行い、廃棄物として処理することは必要不可欠であるが、海底浸透取水方式は分離処理工程の必要性が全く生じないことから廃棄物処理コストを要しない。

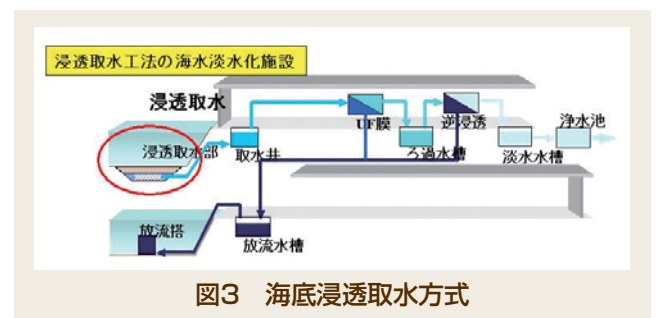


図3 海底浸透取水方式

2.3 海底浸透取水方式の問題点 前節で述べたように、海底浸透取水方式によるメリットは非常に大きい。しかしながら、海底浸透取水方式は一般的に緩速ろ過方式（浸透速度 $5\text{m}/\text{日}$ ）が採用されており、製造淡水量を多く必要とする場合には、広大な浸透取水面積が必要となる。このため取水候補地の選定が困難になると共に、海洋土木工事等の初期コストが増加する原因となっている。よって、世界的に見ても海底浸透取水方式はあまり普及していない。

## 3. HiSISを利用したRO法海水淡水化プロセス

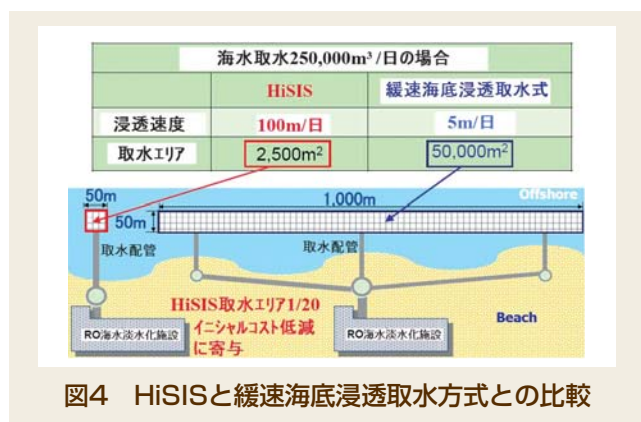
開発したHiSISでは最大浸透速度 $100\text{m}/\text{日}$ で運転可能なため、浸透速度が $5\text{m}/\text{日}$ の場合と比較して浸透取水面積を $1/20$ に狭小化可能となる。例えば、図4に示すよ

うに、海水の取水量が25万 $m^3$ /日と仮定した場合に、従来の緩速海底浸透取水方式（浸透速度：5m/日）では、浸透取水面積は5万 $m^2$ 必要となる。

一方、HiSISの場合は最大浸透速度100m/日で運転すると、浸透取水面積は2,500 $m^2$ となる。このように従来の緩速海底浸透取水方式よりも海洋土木工事の初期コストを大幅に低減することができる。

また、RO法海水淡水化プロセスの前処理としてHiSISの後流側にUF膜を組み込み、HiSISで排除できないバクテリアやウイルスをUF膜で取り除く。

以上より、海水はRO膜前段では非常に清澄な海水となり、RO前処理薬剤使用量の大幅削減およびRO膜バイオフィウリングの抑制が可能となり、膜の交換コストやランニングコストを低減することが可能となる。

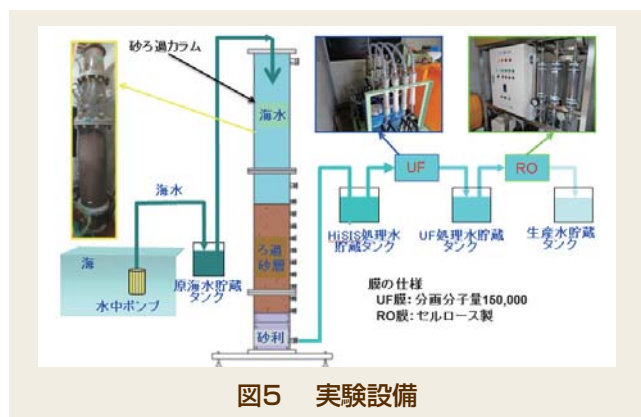


## 4. 実験方法

HiSISの性能を見極めるためHiSISを模擬した砂ろ過カラム設備、その後流側にUF膜とRO膜処理設備を用いて、実際の海水を順次ろ過し、そのろ過前後の水質を確認する実験を平成24年1月から約1年間実施した。

**4.1 実験設備と実験条件** 図5に示すように、大阪湾の海水を水中ポンプで直接取水し、各ろ過設備を経て海水を淡水化させる。ここでは、海域から取水した海水を原水タンクに貯留し、このタンクからポンプを使って、砂と支持砂利で構成された砂ろ過カラム設備に海水を注入する。

このとき実験条件として、浸透速度 (LV) を 5, 25,



50, 100, 150m/日の5ケース行うため、カラムは5本用意した。また、LV=100m/日のケースのみ、そのカラム後流側にUF膜とRO膜を設置して海水を淡水化させた。一連のプロセス中において薬品は一切使用していない。

**4.2 水質分析について** 図5のプロセスにおいて、HiSISとUF膜の性能評価を行うために、各処理水および海水の原水の水質を分析する。このとき、カラム内の砂ろ過による物理的除去性能を評価するためにSDI<sub>15</sub>や濁度を分析した。また、RO膜のバイオフィウリングの要因に繋がる指標としてクロロフィルaとアデノシン三リン酸 (ATP) を分析した。さらに長期運転における砂ろ過内に生物膜が発生し、その生物的除去による性能を把握する指標として、アンモニア態窒素 (NH<sub>3</sub>-N) と溶存酸素 (DO) を分析した。

ここで、SDI<sub>15</sub>では15分間法を、濁度、DO とNH<sub>3</sub>-Nは携帯用の分析装置を用いた。また、クロロフィルa等のいくつかのサンプルは日本国内の標準的な分析方法<sup>3)</sup>に従い、分光光度法を用いた。ATPについては生物発光法を用いたATP分析装置で測定した。

## 5. 実験結果

### 5.1 水質分析結果

**5.1.1 SDI値** 図6に海水原水、砂ろ過処理水 (LV=5, 100m/日の場合) とUF膜処理水のSDI<sub>15</sub>の計測結果を示す。このとき2月から7月までの期間の海水原水に関しては、懸濁物質が多かったために15分法では測定不可能であった。

図より、2月～6月の間、浸透速度LVに関係なく、SDI<sub>15</sub>はほぼ同じ傾向で推移する。7月以降については、LV=100m/日の場合の方が、LV=5m/日の場合よりも小さく推移する傾向となった。

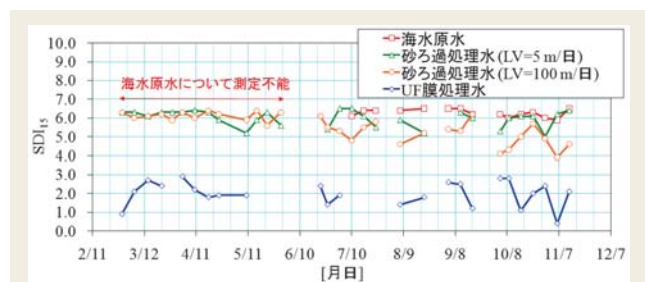


表1に海水原水、砂ろ過処理水 (LV=5, 25, 50, 100, 150m/日の場合) とUF膜処理水に関するSDI<sub>15</sub>の時系列データの統計値を示す。ここでは、海水原水の平均値に対する各系処理水の平均値の割合を減少率として示している。表より、緩速の浸透速度であるLV=5m/日の場合の減少率は5%程度である。一方、他の浸透速度LV=25, 50, 100, 150m/日の場合の減少率は10%以上を示しており、より高速で浸透させる方がSDI<sub>15</sub>の減少率は大きくなることを表している。すなわちLV=25m/日以上で海水を浸透させる方が、緩速の浸透速度よりも細かい無

機コロイド等を砂ろ過層内で除去していると推測される。

また、表中では、UF膜処理水の最大値は2.9を示しており、平均値は2.0である。RO膜メーカーはRO膜の前処理の段階におけるSDI<sub>15</sub>値として、約3.0を推奨している。本実験ではUF膜の原水は浸透速度LV=100m/日の場合の砂ろ過処理水を用いており、高速砂ろ過とUF膜の組合せにより、その推奨値を満足していることを意味している。これより凝集剤を必要としない高速砂ろ過処理においても十分な処理性能を有していることがわかる。

表1 SDIの計測結果

	海水原水*)	砂ろ過処理水 各LV [m/日]の場合					UF膜処理水
		5	25	50	100	150	
最小値	5.9	5.0	3.7	3.5	3.9	3.6	0.4
最大値	6.5	6.5	6.4	6.5	6.4	6.5	2.9
平均値	6.3	6.0	5.7	4.9	5.5	5.5	2.0
減少率		5%	10%	22%	12%	12%	68%

\*) 測定不能日は除く

### 5.1.2 濁度

図7に海水原水、砂ろ過処理水 (LV=5、100m/日の場合) の濁度の計測結果を示す。図より、海水原水は春と秋の季節において濁度の値が大きくなることを表している。しかしながら、浸透速度LVに関わらず、砂ろ過処理水の濁度の計測値は概略0.05～0.5 NTU程度の低い値で推移していることがわかる。

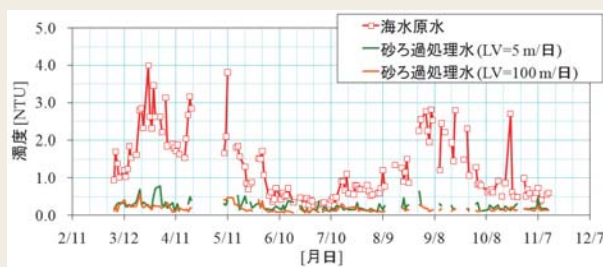


図7 各系処理水の濁度の経時変化

表2に海水原水、砂ろ過処理水 (LV=5、25、50、100、150m/日の場合) に関する濁度の時系列データの統計値を示す。ここでも、海水原水の平均値に対する各系処理水の平均値の割合を減少率として示している。

表より、緩速の浸透速度であるLV=5m/日の場合の減少率は81%程度である。一方、他の浸透速度LV=25、50、100、150m/日の場合の減少率は82～88%を示しており、より高速で浸透させる方が濁度の減少率は大きくなることを表している。

SDI<sub>15</sub>値の結果と同様に、LV=25m/日以上で海水を浸透させる方が、緩速の浸透速度よりも懸濁物質を

表2 濁度の計測結果

単位 [NTU]	海水原水	砂ろ過処理水 各LV [m/日]の場合				
		5	25	50	100	150
最小値	0.27	0.07	0.07	0.06	0.06	0.08
最大値	3.99	0.79	0.71	0.43	0.58	0.86
平均値	1.26	0.24	0.18	0.15	0.17	0.22
減少率		81%	86%	88%	86%	82%

砂ろ過層内で除去できていると言える。

また、表中では、LV=50m/日の砂ろ過処理水が最も減少率が大きい値88%を示している。他方、表1で示すようにSDI<sub>15</sub>の場合でも減少率22%と最も大きい値を示している。これより、無機コロイド等や懸濁物質に関しては緩速の浸透速度よりも高速の浸透速度の方が砂ろ過での除去性能が高く、その中でも浸透速度LV=50m/日の方がより効果が大きいことを表している。

### 5.1.3 クロロフィルa

最近RO膜のバイオフィウリングの要因として、透明細胞外高分子粒子または生体外分泌高分子粒子と呼ばれるTransparent Exopolymer Particles (TEP) が挙げられている。TEPに関しては1990年代にその存在が発見されており、その後の研究の結果、海水中に浮遊するいろいろな粒子の凝集を媒介し、海洋の物質循環や食物網の媒介制御因子としての役割を果たしていることが示されている。しかし、TEPは主に植物プランクトンが細胞外に分泌する多糖類の凝集によって生成されると考えられているが、その詳細なメカニズムや海水中のバクテリアがTEP生成にどのように関連しているかについては十分に解明されていない。

著者らはこのTEPがRO膜のバイオフィウリングに与える影響が大きい<sup>4)</sup>と考えており、植物プランクトンの指標を表すクロロフィルaが高速の浸透速度による砂ろ過によってどの程度除去できるかを確認した。

図8に海水原水、砂ろ過処理水 (LV=5、100m/日の場合) のクロロフィルaの計測結果を示す。図より、海水原水のクロロフィルaの分析値は特に3～6月の期間、最大で45μg/Lを示しているが、砂ろ過による処理水はその期間を含めて、年間を通じて分析装置の最大計測範囲である0.1μg/L以内であることがわかる。これは浸透速度に関わらず我々が提案する砂ろ過の構成 (砂層の厚さ、砂の粒径、支持砂利層の厚さや砂利径) が、クロロフィルaの除去に有効であることを表している。

また砂ろ過処理水中のクロロフィルaを減少させることが可能となったことで、後流側のRO膜バイオフィウリング発生抑制効果が大きくなることが期待される。

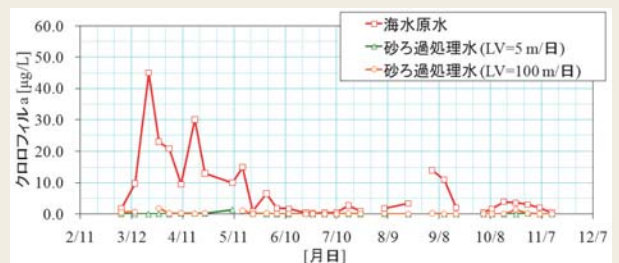


図8 各系処理水のクロロフィルaの経時変化

### 5.1.4 ATP

Vesaら<sup>5)</sup>はATPがRO膜バイオフィウリングの要因であり、直接海水取水よりも浸透海水取水の方がATPの除去効果は大きいことを示している。本実験においても、図9に示すように、砂ろ過処理水は海水のATP値よりも年間を通じて小さくなる傾向を

示している。また、UF膜処理水はさらにその値を減少させていることを表している。

よって、砂ろ過とUF膜との組み合わせは海水中のATPをより小さくする可能性が高いことがわかる。

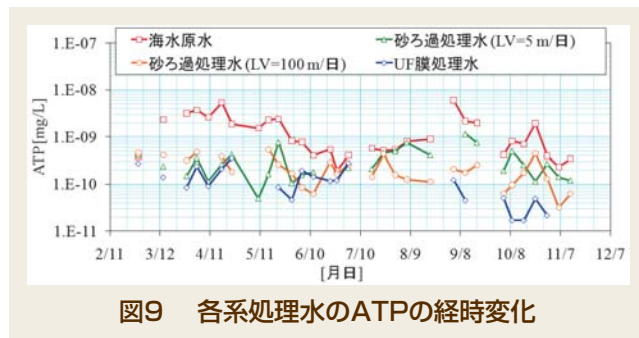


図9 各系処理水のATPの経時変化

より具体的な数値によって比較するために、表3に砂ろ過処理水 (LV=5, 25, 50, 100, 150m/日の場合) とUF膜処理水について海水原水の統計値に対する各系処理水の統計値の割合を減少率として示している。表より、ATPの減少率の平均値は砂ろ過浸透速度LV=5m/日の場合を除いて、砂ろ過 (LV=25, 50, 100, 150m/日) およびUF膜の処理水は70%以上の海水中のATPを削減することを表している。我々は海底浸透取水方式の場合にLV=25m/日以上浸透速度を「高速」と定義しているが、本結果よりATPに関しても高速浸透ろ過の方が緩速浸透ろ過よりも性能が良いことが確認された。

表3 ATPの減少率

単位 [%]	砂ろ過処理水 各LV [m/日]の場合					UF膜処理水
	5	25	50	100	150	
最小値	3.6	14.0	32.6	16.7	20.3	78.1
最大値	95.3	95.8	97.1	96.5	94.0	98.9
平均値	59.9	74.8	79.4	79.4	70.6	93.9

**5.1.5 NH<sub>3</sub>-NとDO** 海洋においていくつかの生態系モデル<sup>6)</sup>が示されている。その一つの既存モデルは、生物を介在した窒素循環、リン循環、酸素循環の3つの物質循環により構成されており、植物プランクトンの増殖に関連して循環している。具体的には次のように考えられている。

植物プランクトンは光合成によってアンモニア態窒素 (NH<sub>3</sub>-N) や溶存態無機リン (DIP) を吸収して増殖する。植物プランクトンは生命活動の中で分泌物を排出するが、この分泌物は有機物質として窒素やリンの溶存態物質等を発生させると共に、無機物質として溶存態無機リンやアンモニア態窒素を生じさせる。供給された有機物は溶存酸素 (DO) により酸化されて有機物質へと回帰し再度利用される。このときアンモニア態窒素は硝化されて硝酸態窒素に変化し、有機物質も溶存酸素によって酸化される。このように海中の生態系においてNH<sub>3</sub>-NやDOは植物プランクトンと深い関わりを有している。

図10と11に海水原水、砂ろ過処理水 (LV=5、100m/日の場合) のNH<sub>3</sub>-NやDOの計測結果を示す。図10より、海水中のNH<sub>3</sub>-N値は浸透速度 (LV) に関わらず砂ろ過

によって、その処理水は小さくなることわかる。

図11より海水中のDO値は砂ろ過処理によって年間を通じて小さくなっている。また、浸透速度LV=5m/日の方がLV=100m/日の場合よりも、DO値の減少量は多い。

これらの結果より、砂ろ過層内に生物膜が形成され、滞留した細菌がNH<sub>3</sub>-Nを摂取する間に、特に、遅い速度で海水をろ過する方が、長時間を要して海水中の溶存酸素を消費したものと推測される。

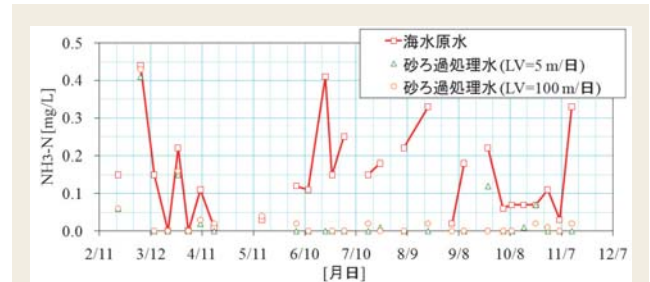


図10 各系処理水のNH<sub>3</sub>-Nの経時変化

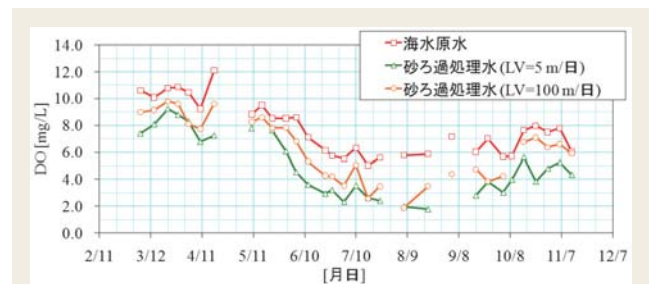


図11 各系処理水のDOの経時変化

## 5.2 海洋生物付着の様子

図5に示すように、海水を取水し、その海水原水を貯留するRaw seawater tankとその原水を砂ろ過した処理水 (LV=100m/日) を溜めたFiltrate tankのそれぞれの内側の様子を撮った写真 (運転開始から数カ月後) を図12に示す。図中の左写真は砂ろ過処理前を、右写真は砂ろ過処理後をそれぞれ示している。

両写真を比較して明らかのように、砂ろ過処理前のタンク内側壁面に海洋生物が付着しているが、砂ろ過処理後のタンク内には全く海洋生物は付着していない。このことから海水を高速に砂ろ過させた場合でも、その処理水は非常に清澄になることを表している。

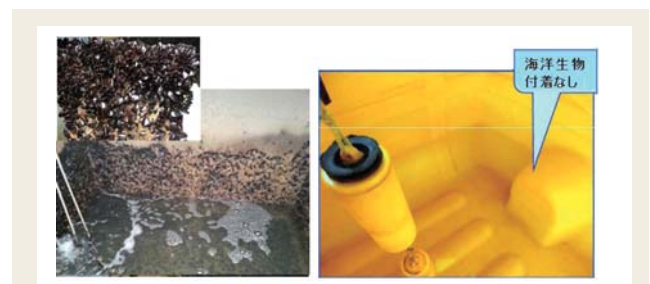


図12 海洋生物写真(左:処理前,右:処理後)

## 5.3 カラム内の砂ろ過内の圧力について

前述までの水質分析結果より海水の高速浸透ろ過は十分な砂ろ過性能を有していることが確認できた。

次に、砂ろ過層のどの領域で海水中の懸濁物質等を捕捉しているかを調べるために図13の左図に示すようにカラム下側から上方に向かってNo.1～10まで10cmピッチで、マノメータを設置した。各マノメータは水柱メートルで実測されるために、海水の密度1025kg/m<sup>3</sup>を用いて圧力に変換した計算結果を図13の右図に示している。ここでは、基準圧をNo.10マノメータとして、各マノメータNo.について浸透速度LV=25、100m/日の2ケースに関するゲージ圧を表している。

図より、両ケース共にマノメータNo.9はNo.10から10cmの距離があり、その水圧分の1 kPaを示している。また、マノメータNo.1のゲージ圧に関しては、LV=25m/日の場合2.3kPa、LV=100m/日の場合7.2 kPaであり、後者の方が前者よりも3倍程度大きい。これはより高速で浸透させることで砂ろ過層内の動圧分が大きくなっていることを表している。

表4に、砂層の深さ方向について深度10cmごとの圧力勾配を示す。これは各マノメータに作用する圧力の差分をマノメータ間の距離10cmで除した値である。この圧力勾配の値が大きいほど、そのマノメータ間の領域における砂層の圧力抵抗が大きいことを示している。すなわち、圧力勾配の最大値が、その砂層領域で懸濁物質を最も多く捕捉していることを表している。

表4 深度10cmごとの圧力勾配

マノメータ間	深度10cmごとの圧力勾配 [kPa/cm]	
	LV=25 m/日の場合	LV=100 m/日の場合
No.9～8	0.0201	0.1387
No.8～7	0.0121	0.1709
No.7～6	0.0101	0.1236
No.6～5	0.0101	0.0704
No.5～4	0.0101	0.0452
No.4～3	0.0151	0.0352
No.3～2	0.0151	0.0201
No.2～1	0.0151	0.0151

表より、LV=25m/日の場合にはマノメータNo.9～No.8の勾配が他のマノメータ間の勾配よりも大きく、一方、LV=100m/日の場合にはNo.8～No.7の勾配が最も大きい。これは海水や均等な清澄砂であれば水深方向に対して線形関係を有するが、砂層内には懸濁物質を捕捉することから圧力差が生じると考えられる。すなわち、LV=25m/日の場合であれば、No.9～8の区間(砂層表面から10cmの領域)で捕捉され、LV=100m/日の場合

はNo.9～7(砂層表面から20cmの領域)で捕捉されていると推測できる。

よって、LV=100m/日で浸透ろ過を行った場合、砂層のより深い領域まで懸濁物質は到達することから、定常的に高速浸透ろ過を行うためには砂層表面から20cm程度までの領域を洗浄すれば良いと言える。

## 6. 結 言

RO法海水淡水化の前処理法として、HiSISとUFのプロセスを提案し、本論ではHiSISにとって最適な浸透速度を見出すことおよびその砂ろ過による海水の単独処理や砂ろ過とUF膜ろ過による海水の複合処理についてそれぞれの性能を評価した。本実験では実海水を使用し、結果として以下の知見を取得した。

- HiSISとUF膜を組み合わせたRO法海水淡水化の前処理システムはプロセス中に薬品を注入することなく、RO膜メーカーが推奨する「SDI<sub>15</sub>値を3.0以下」について平均値2.0程度となることを立証した。
- 塩素系薬剤を使用しない状況でも高速ろ過処理した海水中には海洋生物は発生せず、水質もより清澄となることを確認した。
- LV=5～150m/日まで異なる浸透速度で砂ろ過させた結果、浸透速度に関係なくHiSISとUFの前処理システムは、海水中のSDI<sub>15</sub>、クロロフィルa、ATP等を十分に除去することができた。
- 浸透速度LVの実験ケースのうち、LV=50m/日の場合が最もSDI<sub>15</sub>、濁度、ATPの値を減少させるケースであった。
- 我々が呼んでいる高速浸透取水はLV=25m/日以上速度であるが、砂層表面および砂層内で懸濁物質等を捕捉した。

以上より、本前処理システムはRO法海水淡水化プロセスにおける有効性が高いことを確認した。

なお、本実験では、海底浸透取水を模擬したカラム装置を陸上に設置してHiSISの高速ろ過の性能評価を実施したが、実海域の海底に浸透取水装置を設置したわけではない。HiSISとUF膜を組み合わせた本前処理システムの実用化のためには、実際に高速海底浸透取水装置を海底に設置して、その性能評価を行う必要がある。

このため平成25年3月にAbu Dhabi Water & Electricity Authority (ADWEA: アブダビ水電力庁) とアラビア湾岸にHiSISを海底に設置するRO法海水淡水化パイロットプラントの建設に合意し、日本政府の補助金を得て、平成26年度に実海域実証試験を行う予定である。

## 7. 謝 辞

本研究開発は、株式会社ナガオカとの共同研究として実施された。開発において関係者各位にご協力いただき、特に当社顧問の本多静夫氏には多大なる助言を賜った。

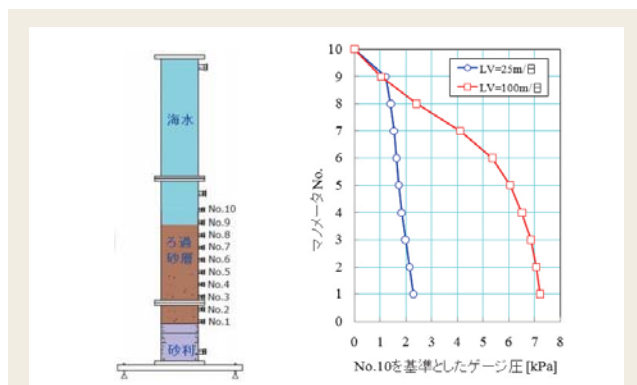


図13 砂層内の圧力

関係各位の皆様方に深く感謝の意を表する。

## 参考文献

- 1) 深見秀樹, 栗原正美, 林秀郎ほか:海水淡水化施設における浸透取水に関する実証実験, 土木学会第57回年次学術講演会論文集, **2002**, 75-76.
- 2) 岡本英靖, 林秀郎, 梶原俊昭ほか:海水浸透取水施設の特長と試運転時の水質変動, 土木学会第60回年次学術講演会論文集, **2005**, 25-26.
- 3) Standard Methods for the Examination of Water, **2001**, JWWA.
- 4) Berman,T. and Hohenberg,M. : Don't fall foul of biofilm through high TEP levels. Filtration & Separation, **2005**, 42, 30-32.
- 5) Vesa, M.J. and Ortiz, M. et al. : Measurement of biofouling in seawater: some practical tests, Desalination, **2008**, 220, 326-334.
- 6) 和田明 : 海洋環境水理学, 丸善(株), **2007**, 117-123.

### 【文責者連絡先】

Hitz日立造船(株) 技術開発本部 技術研究所  
環境・プラント研究室 流体グループ  
新里英幸  
Tel : 06-6551-9435 Fax : 06-6551-9906  
e-mail : niizato@hitachizosen.co.jp

Hitachi Zosen Corporation  
Technology Development Headquarters  
Technical Research Institute  
Environmental Systems & Plant Laboratory  
Hideyuki Niizato  
Tel : +81-6-6551-9435 Fax : +81-6-6551-9906  
e-mail : niizato@hitachizosen.co.jp



新里英幸



乾真規



吉良典子



井上隆之



岡本豊