

海水の淡水化における有害元素の除去

広島大学工学部

学生会員○門田 憲明

広大地域共同研究センター

正会員 今岡 務

中国工業技術研究所

山岡 到保

同上

滝村 修

1. 目的

近年、新しい水資源開発方法として、海水の淡水化が考えられており、その中でも、逆浸透膜を使った逆浸透法は省エネルギー性などから、海水の淡水化方式の主流になりつつある。しかし、逆浸透法を行う上で、海水中に含まれるホウ素は逆浸透膜で除去できないことが明らかとなり、問題となっている。

本研究では、ホウ素の除去ならびに回収について、いくつかの手法に着目し、実験による検討を行うことを目的とした。

2. 方法

本研究では、広島県沿岸でおこなわれた観測データをもとにホウ素の挙動を把握し、海水中に含まれる様々な要因（塩分、DOなど）とホウ素の相互関係を解析した。また、イオン交換樹脂によるホウ素の吸着の高効率化を検討するとともに、新しい吸着材としてキトサン・藻体に着目し、バイオの機能を利用したホウ素の吸着を考え、実験による検討を行った。なお、ホウ素の分析はホウ素発色試薬であるアゾメチンH溶液を用いて、吸光光度法（波長415nm）で行った。

3. 結果および考察

(1) 広島県沿岸におけるホウ素の挙動解析

図1に示す13地点の平成7年4月から9月までの観測データを解析の対象とした。図2に全観測点でのホウ素の変化を示す。瀬戸内海は代表的な閉鎖性海域であり、海域の富栄養化に伴う有機汚濁や有害な赤潮が発生している。このため、ホウ素濃度も4～7 mg/l（一般には4～5 mg/l）という範囲で変動する結果を得た。

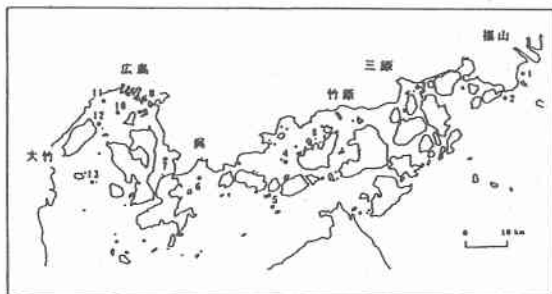


図1 観測点

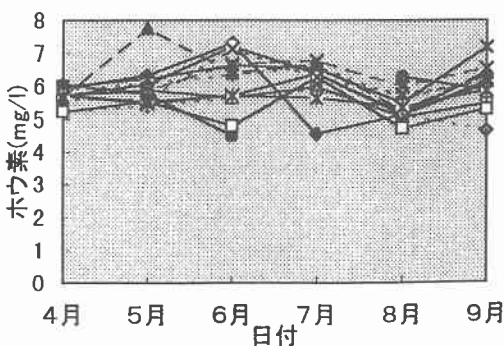


図2 ホウ素の変化

次に、海水中の成分との相互関係についての検討を行った。塩分との関係については、塩分濃度が大きくなるほどホウ素濃度も大きくなることがわかっているが、本実験ではその関係は特に認められなかった。また、本実験では他に DO、NO₂-N、クロロフィルなどとの関係を検討したが、ホウ素との関係はほとんど認められない結果となった。

今回解析に使用したデータは月一回の定期的な観測であったため、観測日の天候や地点（河口付近の観測点は淡水によって海水が希釈される）などによって観測データに大きな影響をあたえることも考えられる。このことから、今後、定期調査の回数を増やすことによって、より詳細なデータを得て、解析する必要があると考える。

(2) ホウ素の吸着実験

① イオン交換樹脂によるホウ素の吸着比較実験

NaCl の影響を図 3 に、温度の影響を図 4 に示す。本実験から、pH や有機汚濁の原因となるフミン酸による吸着影響はほとんどないことが明らかとなったが、NaCl は吸着量に影響をおよぼすことが明らかとなり、樹脂を使用する場合は出来るだけ塩分を除去する方が望ましいと考えられた。また、水温の上昇に伴いホウ素の吸着量が増加した。これより、逆浸透膜の前処理として海水に樹脂を投入してホウ素を除去する方法より、後処理としてホウ素が残留している膜処理水に樹脂を投入してホウ素を除去する方法が効率的であることが示唆された。

② キトサンによるホウ素の吸着実験

蒸留水にホウ酸を入れ、ホウ素濃度 5.25mg/l とした試水を用いて、キトサン(パン粉状)によるホウ素の吸着実験を行った。本実験で、キトサン量、pH の影響を見たが、いずれも元々のホウ素濃度より高い数値が得られた。これは、キトサンの微粒子が遠心分離器にかけても沈降せず、濁り成分による妨害が生じたため吸光光度計で正しく測定できなかったと考えられる。これより、キトサンを吸着材として使う場合、化学処理して官能基を増やすなどの加工が必要であることが示唆された。

③ 藻体によるホウ素の吸着実験

ホウ素の取り込み量の変化を図 5 に、DS を使った温度の影響を図 6 に示す。供試藻類は、緑藻類の *Dunaliella salina*(DS)、珪藻類の *Skeletonema costatum*(SK)、*Chaetoceros debile*(CK)、*Thalassiosira weissflogii*(TA)、ラフィド藻類の *Chattonella antiqua*(CA)、*Heterosigma akashiwo*(HE)を用いた。本実験から、藻体の種により取り込み量に差があるものの、吸着材として利用可能であることがわかった。また、ホウ素の耐性が一番強かった DS を使って、水温の影響を見た。結果から、樹脂と同様に温度を上げると取り込み量が増加する傾向がみられた。

今回、イオン交換樹脂に代わるものとしてキトサンや植物プランクトンにも着目したが、その適切な使用順序など、解決すべき課題として残されている。

ただし、キトサンや藻体は吸着材として安価なので、造水コストを低減化できる利点がある。したがって、実用化に向けて、今後の更なる検討を行う価値があると考えられる。

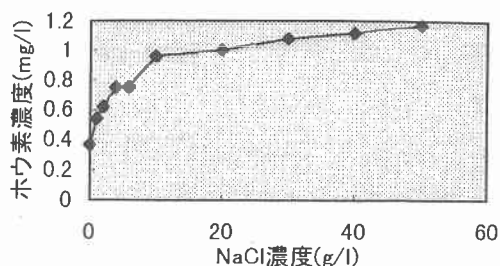


図 3 NaCl の影響

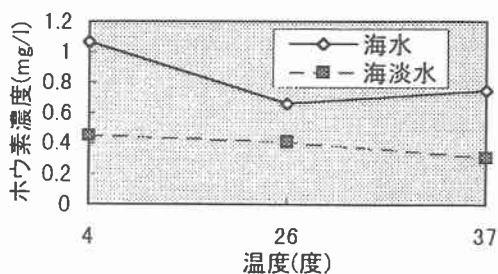


図 4 温度の影響

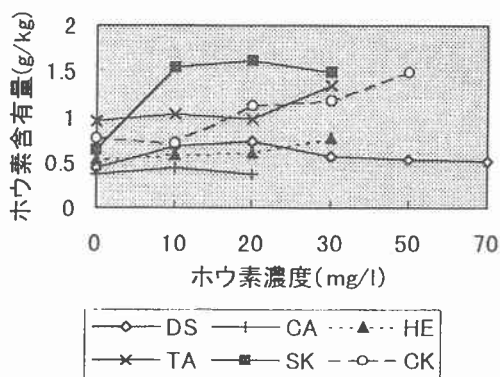


図 5 ホウ素の取り込み量の変化

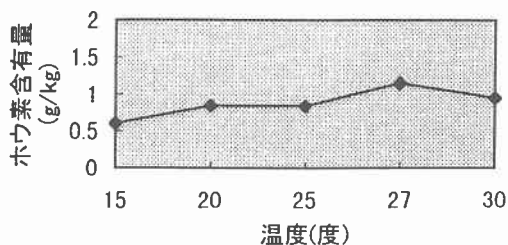


図 6 DS を使った温度の影響