

膜分離法を用いた深層水の濃縮と脱塩（Ⅲ）

生産システム課 九曜英雄
富山県食品研究所 加藤肇一
新日本製鉄㈱ 木村春男

1. 緒言

深層水の多目的・多段階利用を行うために、用途に応じた塩分濃度の深層水を製造することは非常に重要である。そこで、20%程度の濃縮深層水と脱塩水を製造することを目的に、NF 膜/RO 膜/NF 膜の3段階による脱塩濃縮装置を開発してきた^{1, 2)}。1段目のNF 膜でスケール成分の硫酸イオンを除去し、2段目のRO 膜で脱塩水と濃縮深層水を製造する。濃縮深層水をさらに濃縮するために、3段目のNF 膜を用いている。

本装置を用いた昨年度までの実験により以下の結果が得られている。

①RO 膜モジュールによる濃縮は15%までが限界であり、20%までの超濃縮を行うには、3段目のNF 膜の使用が不可欠であると考えられた。そこで、種類の異なるNF 膜を用い、20%濃縮を試みてきたが成功しなかった。

②RO 膜モジュールを昇圧1段法から昇圧2段法にすることによって15%の濃縮深層水を安定に製造できる。

そこで、本年度はさらに種類の異なるNF 膜を選定し20%濃縮を試みるとともに、RO 膜の昇圧2段法による濃縮の長期安定性を評価した。また、NF 膜による硫酸イオンの除去のため、深層水原水が70%も捨てられており、回収率が低い。そこで、原水回収率の向上の可能性について検討したので、併せて報告する。

2. 実験装置

装置は富山県水産試験場内に設置され、実際に富山県滑川市沖から取水された深層水を供給して実験を行っている。膜分離濃縮脱塩装置のプロセスを図1に示す。本装置は、昨年度までの昇圧1段法から昇圧2段法に変更されており、通常はNF 膜、RO 膜の2段階で装置を常時運転している。高濃縮化実験のときにのみ3段目のNF 膜も使用した。また、回収率向上実験では、1段目NF 膜の排水を原水に100%戻すように配管を変更した。

3. 結果

3. 1 3段目NF 膜を用いた高濃縮について

3段目のNF 膜として、最終的に日東電工製NTR7250（ポリビニルアルコール系、NaCl 阻止率90%）、NTR729HF（ポリビニルアルコール系、NaCl 阻止率92%）、

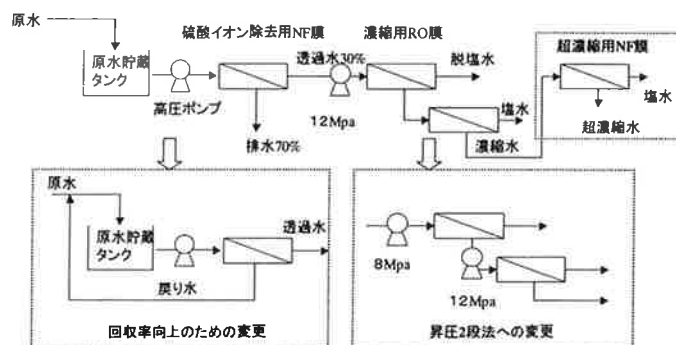


図1. 膜分離濃縮脱塩プロセスおよび変更点

LF10（ポリビニルアルコール系、NaCl 阻止率99.5%）、東レ製SC-8100（酢酸セルロース系、NaCl 阻止率96%）の材質、塩阻止率の異なる4種類の膜を使用した。NTR7250、NTR729HF、LF10の場合は1%程度の塩濃度の増加が認められたが、SC-8100は、透過水さえも出なく、全く濃縮できず、20%の塩濃度を達成できるNF 膜を選定することはできなかった。

3. 2 RO 膜昇圧2段法による長期連続運転

RO 膜昇圧2段法では、1段目のRO 膜に8Mpa、2段目に12Mpaの圧力を加えて連続運転させている。この方法では、1段目の透過水は0.03%の脱塩水、濃縮水は6.4%のものが得られる。2段目の透過水は2.2%の塩水、濃縮水は14%のものが得られる。図2に、5ヶ月間連続運転させたときの、濃縮水の電気伝導度の変化を示した。電気伝導度は、濃縮水の塩分濃度と相関があり、塩分濃度の変化に対応することから、濃縮水の濃度変化がなかったことがわかる。また、供給ポンプの圧力変動もなかったことから、5ヶ月間の運転において、膜の劣化、目詰まりがなく、安定した濃縮が行われていることがわかった。

3. 3 1段目NF 膜における回収率の向上

1段目NF 膜においては、膜の目詰まりの原因となるスケール成分の硫酸イオンの除去が行われており、硫酸イオン濃度が減少した透過水が2段目のRO 膜へと供給されている。この水量は、原水の30%であり、硫酸イオンの濃縮された残りの70%の深層水は、排水として捨てられ深層水の7割を無駄にしていた。この原水の30%の透過水量は回収率と言われ、この値が大きいくほど、深層水を有効に利用していることになる。そこで、NF 膜の濃縮水である排水を原水に戻り水として戻すことによって回収率を改善すること

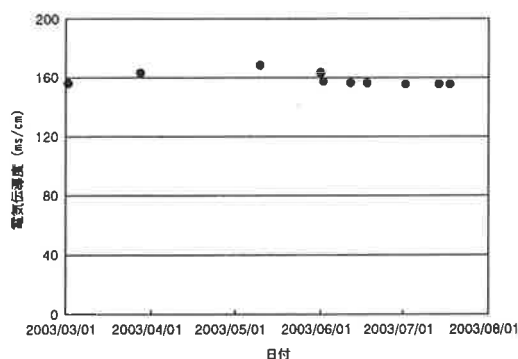


図2. RO膜昇圧2段法による濃縮水の安定性

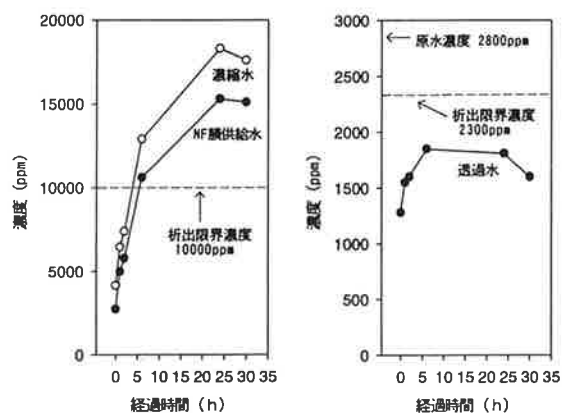


図3. 回収率100%時のNF膜供給水、透過水、濃縮水の硫酸イオン濃度の経時変化

して戻すことにより、原水、すなわち NF 膜への供給水の硫酸イオン、RO 膜へ供給する透過水の硫酸イオン濃度も高くなり、それが硫酸カルシウムの析出となり、膜の目詰まりを誘発すると考えられる。深層水の加熱濃縮による硫酸カルシウムの析出実験から、硫酸イオンの析出限界濃度は、NF 膜供給水で 10,000ppm、RO 膜供給水である透過水は最終的に塩分 15% で、約 4.4 倍に濃縮されることから、2,300ppm と推定された。実際に、戻り水を開始したときからの硫酸イオン濃度の増加を図 3 に示した。透過水の硫酸イオンは 30 時間経過後も 1,600ppm であり、RO 膜での析出は回避できることがわかる。しかし、NF 膜供給水は、運転 6 時間後には 10,000ppm を超えることから、NF 膜での析出が起こる。そこで、6 時間後には、原水槽の原水を全て交換する必要があることがわかった。処理開始前後の原水槽内の 1,000L は未使用量になるが、深層水原水の使用量は 6 時間で 3,600L であったことから、回収率は 78% にまで改善できることがわかった。

4. まとめ

膜分離法によって、目標とするところの 20% 濃縮はできなかったが、RO 膜 2 段昇圧法によって 15% 濃縮深層水を長期間安定に製造することができるようになった。また、1 段目 NF 膜の濃縮水を戻り水として回収することによって、原水の回収率を 78% までに高めることができた。

「参考文献」

- 1) 富山県工業技術センター研究報告、No.16(2002)
- 2) 富山県工業技術センター研究報告、No.17(2003)

を試みた。この状態では、原水供給量と膜の透過水量は同じで、回収率は 100% になる。しかし、濃縮水を戻り水と

キーワード：膜、深層水、海水、濃縮、脱塩

Concentration and Desalination of Deep Sea Water by Membrane Filtration

Production Technology Sec. Hideo KUYO

Toyama Prefectural Food Research Institute Keiichi KATO

Shin Nippon Steel co. Haruo KIMURA

In order to product concentrated deep sea water and desalted water continuously by membrane filtration, a new type of apparatus was developed. That was consist of three step filtrations. First step has NF membrane filtration, second has RO membrane filtration, and last has NF membrane filtration. The target concentration of concentrated deep sea water was set 20% in salinity. In experiment, we could reached 15% in salinity by two step filtration of NF/RO membrane, but could not get 20% of concentrated sea water. Then four type of third NF membrane was used for raising the salinity, but any of these could not.

In this apparatus, first NF membrane was set for removal of sulfonate ion that cause a generation of scale and concentrated sea water was wasted. This volume was 70% of supplied deep sea water and very wasteful. Then de-sulfonated water that permeated through NF membrane was returned to deep sea water and recovery ratio of deep sea water was improved to 78%.