

高度浄水処理における低水温時リン添加の影響

○北海道大学大学院 学生員 羽根 康史
 北海道大学大学院 正会員 木村 克輝
 北海道大学大学院 フェロー 渡辺 義公

1. はじめに

近年、水道水源水質の悪化に伴い、既存の浄水処理施設による良好な水道水質の確保が困難になりつつある。しかし、水道水源の水質改善は進んでいないのが現状であり、新たな水源の確保は困難な場合がほとんどである。一方で人々の水道水への要望はますます高度なものとなってきた。本研究グループは、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の生物酸化と厳密な固液分離を同時に達成できるプロセスとして、回転平膜の表面に生物膜を固定しながら膜ろ過を行う水処理プロセスを提案している。実水道水源を用いたパイロットスケール実験より本プロセスは、高水温時において安定した処理を行えることを確認している¹⁾。本研究では、低水温時における運転性および処理性について検討した。

2. 実験方法

実験は、江別市上江別浄水場内において、2000年9月下旬より行った。実験フローを図-1に示す。原水は千歳川表流水を使用し、前処理としてJMSによる凝集沈殿を行った。凝集剤としては、ポリ塩化アルミニウム(PAC)を用い、アルミニウム換算で約5mg/Lとなるよう注入した。JMS上澄水を回転平膜モジュール(総面積4.5m²、分画分子量75万のポリスルホン製UF膜を装着)へ供給した。また11月下旬から1月中旬までの間、生物活性の低下を補うためにリン酸二水素カリウムをリン換算で0.05mg/Lとなるように膜分離槽内に直接添加した。連続運転時においては、水回収率が約90%になるように膜分離槽からのオーバーフローを発生させ、膜回転数は20rpmで固定した。膜透過水Fluxを0.5m/dに設定し、定流量運転を行うとともに、一定期間毎に吸引ポンプを休止させる間欠運転(ろ過30分、休止2分)を実行した。過度に膜間差圧が上昇した際には、数mm大のスポンジ片を投入後、膜回転数を上昇させる(70rpm、60分)スポンジ洗浄を行うこととした。本実験と同様の実験において回転平膜表面に蓄積したケーキ層を種微生物とし、膜分離槽内に13.6g-SSの微生物投入後、連続実験を開始した。

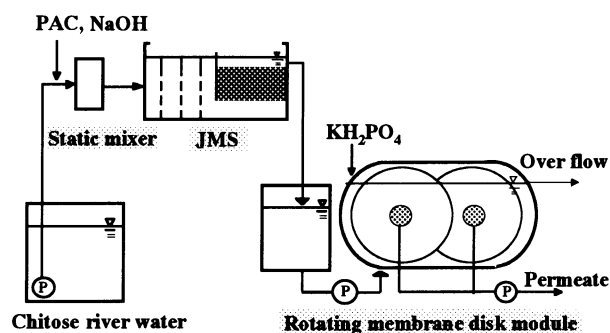


図-1 実験フロー

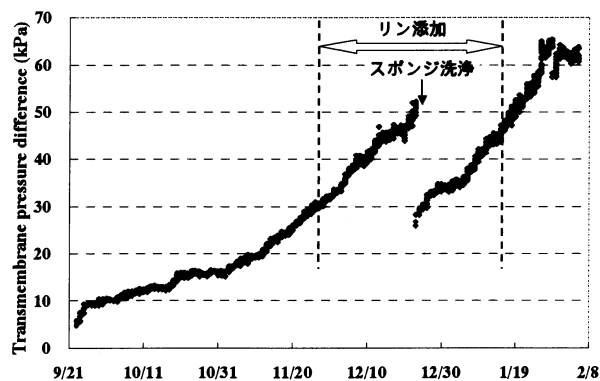


図-2 膜間差圧経日変化

3. 実験結果

図-2に膜間差圧経日変化を示す。図中のデータは、20℃に温度換算したものである。運転開始時から約3ヶ月間、薬品洗浄を行うことなく運転の継続が可能であった。低水温時においてもスポンジ洗浄は有効であり、ほぼ完全に膜表面付着ケーキを除去することができた。またリン添加に起因する膜間差圧の上昇は見られなかった。図-3に $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度変化を、図-4に水温経日変化を示す。原水中の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度は水温が約10℃以下になると増加し、それに伴い、処理水中の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度も増加した。そこで生物活性を上昇させるためにリンの添加を行ったところ、リン添加約10

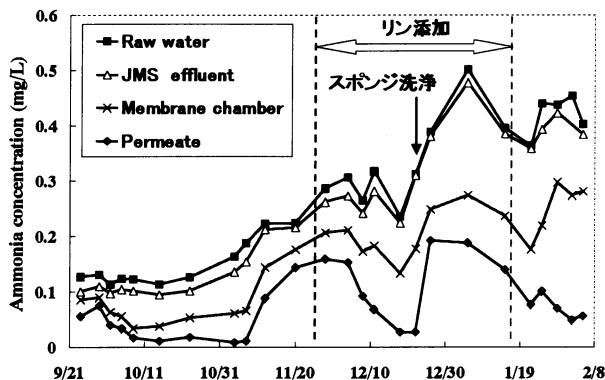


図-3 アンモニア性窒素濃度経日変化

キーワード：高度浄水処理、膜ろ過、アンモニア性窒素、リン、AOC
 連絡先 〒060-8628 札幌市北区北13条西8 Tel 011-706-6267

日後から $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 処理性の向上が見られ、リン添加中止後も $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の酸化は継続して観察された。図-5 にマンガン濃度測定結果を示す。高水温時では生物学的なマンガンの酸化によって、本プロセスにおいてもマンガンが良好に処理されることが確認されている¹⁾。しかし、低水温時では、リン添加後もマンガン処理性の向上は見られなかった。図-6 にリン濃度経日変化を示す。リン添加前の JMS 上澄水中における全リン濃度ならびに溶存態リン濃度は、それぞれ約 0.01mg/L 、約 0.004mg/L であった。また、リン添加前の膜透過水中におけるリン濃度は、 0.002mg/L 以下に抑えられていた。リン添加開始直後は、リン添加前と同様に、膜透過水中のリン濃度は 0.002mg/L 以下に抑えられていたが、約 10 日後以降から約 $0.003\sim 0.004\text{mg/L}$ に上昇した。処理水中リン濃度の微量な増加に伴い、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 処理性の向上が観察された。また、スポンジ洗浄後においては、膜透過水中リン濃度が増加した。リン添加を開始した直後は、添加したリンの大部分が、鉄、アルミニウムを多量に含む付着ケーキ層に吸着されていたが、添加の継続に伴い、リン吸着サイトが飽和し、結果として処理水中にも漏出してきたのではないかと考えられる。図-7 に Assimilable Organic Carbon (AOC) 濃度測定結果を示す。AOC は配水管内の二次増殖ポテンシャルを表現する 1 つの指標である。配水管内における微生物の再増殖を引き起こさない、生物学的に安定である水の AOC 濃度として $10\mu\text{g/L}$ が提示されている²⁾。スポンジ洗浄前においては、水温に関係なく、処理水中の AOC 濃度は約 $10\sim 20\mu\text{g/L}$ に低減されていたが、膜洗浄後、多量のリンが処理水中へ漏出するとともに、処理水中の AOC 濃度は上昇した。このことより、生物活性の低下を補うために添加したリンは、見かけの AOC 濃度を増加させていた可能性があると考えられる。

4. まとめ

低水温時においても、スポンジ洗浄は有効であり、長期間の運転が無薬洗で可能であった。リンを添加することにより、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 処理性の維持が可能であるが、マンガン処理性の向上は観察されなかった。リン添加は、膜透過水中のリン濃度を増加させた。これに伴うと考えられる AOC 濃度の上昇が観察され、配水管内における二次増殖を抑制するためには、有機物のみならず、リンについても注意を払う必要があると考えられる。

本研究の遂行にあたっては、科学技術振興事業団 (CREST) の援助を受けるとともに、江別市水道部のご協力を得ました。記して謝意を表します。

参考文献： 1) Kimura K., Watanabe Y. and Ohkuma N. (2000) A novel biofilm-membrane reactor for advanced drinking water treatment—a pilot-scale study. *Proceedings of the Conference on Membrane in Drinking and Industrial Water Production*, Vol. 1, pp.619-628. 2) Van der Kooij D. (1992) Assimilable organic carbon as an indicator of bacterial regrowth. *Journal of AWWA*, Vol. 84 (2), pp.57-65.



図-4 水温経日変化

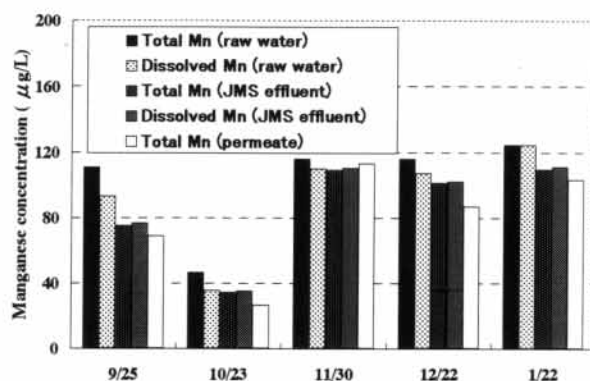


図-5 マンガン濃度測定結果

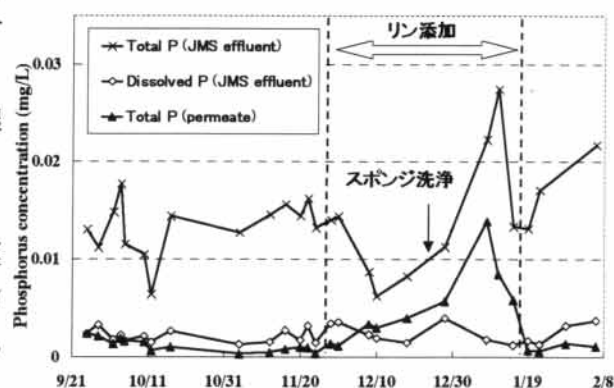


図-6 リン濃度経日変化

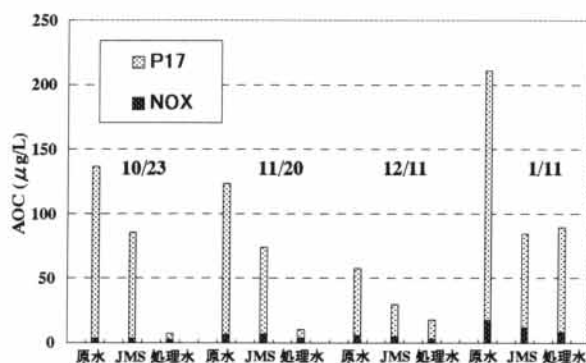


図-7 AOC濃度変化