

복합미생물제제를 이용한 RCM공법의 선박오수 처리장치 적용에 관한 연구

하신영* · 송지경* · † 김인수

*한국해양대학교 대학원, † 한국해양대학교 환경공학과 교수

요 약 : 본 연구에서는 유입수의 변동이 심하고 전문가가 부재한 환경인 선박에서 발생하는 오수의 효과적인 처리를 위하여 RCM공법을 선박오수처리장치에 적용하는 실험실 규모의 실험을 수행하였다. 질소·인의 고도처리 효율과 선박이라는 특수환경과의 접목성을 검토한 결과 RCM공정에 유효미생물을 주입하는 방법은 선박환경에 적합한 것으로 평가되었다. 또한 RCM공정은 활성슬러지 공정에서 배출되는 슬러지는 배출시키지 않고 슬러지액화분해조(SDC)에서 재분해하여 순환함으로써, 최근 해양투기가 금지됨으로 인해 문제가 되고 있는 슬러지의 발생량을 최소화하여 친환경적인 수처리가 가능하다. 복합미생물제제 주입 후 미생물 관찰결과 고도처리에 유리한 미생물종의 출현을 확인하였으며 이들의 상호기작으로 질소·인의 처리에 도움을 주어 처리효율이 높은것이라 판단된다. 유기물 제거효율 실험결과 BOD₅, CODcr T-N, T-P의 처리효율이 각각 96, 97, 78, 81.68 %로 나타나 Membrane이나 Filter없이도 강화되어가는 해양오염기준을 충족시킬 수 있는 공정으로 판단된다.

핵심용어 : 복합미생물제제, 선박오수처리, RCM(Rumen Cometabolism)공법, 고도처리, 미생물 변화양상

1. 서 론

해양환경 부영양화 문제가 최근 심각하게 대두되고 있으며 국내·외에서 강화되고 있는 규제에 맞출 수 있는 선박용 오수처리장치를 개발하고 있지만 전문가의 부재와 변동량이 많은 오수의 특성 때문에 처리가 힘든 질소와 인의 처리가 미흡한 실정이다.

이에 본 연구에서는 유기물과 영양염류의 고도처리가 가능할 수 있도록 복합미생물제제를 이용하여 처리장치에 유기물의 처리는 물론 탈질에 효과적인 필요한 풍부한 미생물원을 공급하며, 슬러지가 최소한으로 발생하는 RCM(Rumen Cometabolism)공법(Ha,2012)을 선박 오폐수처리시설에 도입하여 연구하였다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 실험장치

본 연구에서는 선박운행 시 처리가 힘든 잉여슬러지가 발생하지 않는 RCM공법을 선박오수처리장치에 적용하고자 하

였으며 Lab-Scale로 제작한 실험장치의 개략도를 Fig.1에 도시하였다.

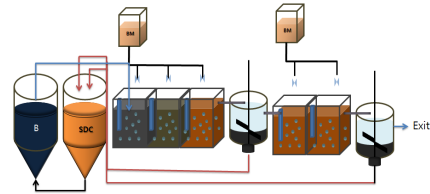


Fig. 1 Schematic diagram of RCM(Rumen Cometabolism) system

2.2 실험방법

1) 시료의 성상 및 반응조 운전방법

반응조 가동에 사용한 시료는 한국해양대학교 학생기숙사에서 발생하는 오수를 이용하여 선박에서 배출되는 오수와 거의 유사한 실제 시료로 가동하여 현장실험과 유사한 결과를 얻을 수 있도록 하였다. 유입된 오수의 특성은 Table 1과 같다. 반응기는 2013년 6월부터 2013년 9월까지 약 3개월 동안 연속 운전하였으며, Han 등 (2010)과 같이 수온은 20℃로 유지하고, DO 2.0 ~ 5.0 mg/L, pH 6.5 ~ 7.5, F/M비 0.15

† 교신저자 : 연희원, iskim@kmou.ac.kr

* 연희원,hsy4625@kmou.ac.kr

kg·BOD/kg·MLVSS·DAY로 운전하였다.

Table 2. Characteristics of influent

Parameter	Concentration(mg/L)	
	Range	Mean
BOD ₅	100 ~ 200	150
COD _{cr}	200 ~ 250	225
T-N	20 ~ 95	50
T-P	4 ~ 10	8
TSS	150 ~ 350	260

3) 분석방법

영양염류는 Standard method 4500(Leonre,1998)와 수질공정시험법 참조하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.2 처리효율 평가

1) 유기물 농도변화

반응기의 유입수와 방류수의 부유물질(SS) 농도변화와 제거 효율을 모니터링 한 결과를 Fig. 9에 나타내었다. 유입수의 COD_{cr}농도는 215~ 288 mg/L, 방류수 농도는 7.4 ~ 11.7 mg/L로 부유물질 제거율은 약 95.6% 제거됨을 알 수 있었다.

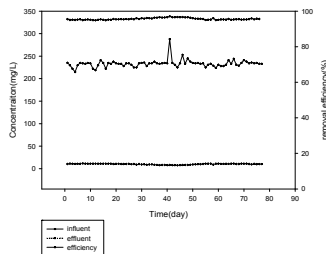


Fig. 9 Variations and removal efficiency of COD in effluent.

2) 영양염류 농도변화

반응기의 영양염류 농도변화 관찰을 위해 유입수와 방류수의 총질소(T-N), 총인(T-P)의 농도변화와 제거 효율을 모니터링 한 결과를 Fig. 12에 나타내었다. 유입수의 T-N농도는 38.1 ~ 78.84 mg/L, 방류수 농도는 8.1 ~ 16.752 mg/L로 (Kim,2012)에서 수행한 BM미생물제제를 이용한 크루즈선 SBR공정의 오·폐수처리장치실험에서 도출된 제거율 70 ~ 75%보다 RCM 공정 적용시 약간 높은 78%의 제거율이 관찰되었다. 반응기의 유입수와 방류수의 총인(T-P) 농도변화와 제거 효율을 모니터링 한 결과를 Fig. 12에 나타내었다. 유입수의 T-P농도는 3.841 ~ 8.268 mg/L, 방류수 농도는 0.811 ~ 1.574 mg/L로 부유물질 제거율은 약 81.68% 제거됨을 알 수 있었다.

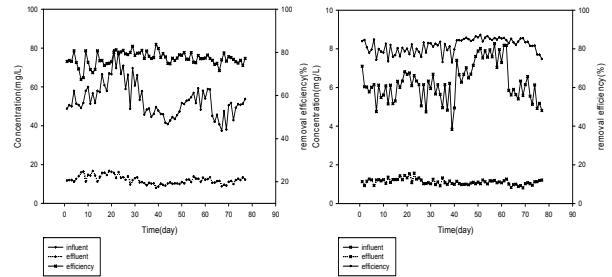


Fig. 12 Variations and removal efficiency of T-N(left) T-P(right) in effluent.

4. 결 론

본 연구는 복합미생물제제를 이용한 RCM공정을 선박오수 처리장치에 적용한 연구로서, 선박에서 발생하는 오폐수의 처리효과를 검증하기 위해 Lab-scale 실험장치를 이용하여 연구를 진행하였다. 본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 도출하였다.

복합미생물제제를 이용한 선박오수용 RCM(Rumen Cometabolism)공정에서는 배출수의 BOD₅의 처리효율은 96%, COD_{cr} 평균 처리효율은 95.6%, TSS 처리효율은 97%, T-N 처리효율은 78%, T-P의 처리효율은 81.68%로 국토해양부 및 MEPC 규정에 만족하는 효율이 나타났으며, Filter나 Membrane System를 사용하지 않아도 충분히 오수를 처리할 수 있음을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] Kim, I. S. et al.(2012), "Advanced Treatment of Shipboard Sewage by SBR Process with BM", Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 36, No. 8, pp. 643-649.
- [2] Lee, E. S. and Kim, I. S.(2011), "Shipboard sewage treatment by SBR process with BM", Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 35, No. 10, pp. 817-822.
- [3] Ha, S, Y.(2012), Refractory wastewater treatment by Indigenous Microorganisms, Korea Maritime University
- [4] Han, S, H. et al.(2010), "Ship Sewage Treatment Using Fixed Media Method", Journal of the Korean Society for Marine Environment Engineering, Vol. 13, No. 2, pp. 99-104.