

관리형 매립시설 침출수 중 SCN^- 제거를 위한 SBR공정

심세현, 황석환

포항공과대학교 환경공학부 환경생물공정연구실

전화 (054) 279-8317, FAX (054) 279-8299

Abstract

This research was conducted as a part of continuous development of a bioprocess to treat thiocyanate(SCN^-) in the leachate from an industrial landfill site. Detailed characteristics of the leachate, physical and chemical, was analyzed in this study. Time to reach equilibrium in SCN^- degradation at different temperature, similar to the annual variation, was investigated for possible adaptation of the bioprocess in the treatment site. Complete mineralization of SCN^- to ammonia, bicarbonate and sulfate at all temperature range with except 5°C trial was observed with different time elapsed to reach equilibrium, which shortened as the process of Fill-Draw proceeded. The final metabolites were mainly nitrate and sulfate. No fouling odor was detected and the settling characteristic of the biomass after the treatment was good(i.e., sludge volume index(SVI) ≤ 80). Using MWT sludge as an inoculum showed better performance with respect to the elapsed time for treatment and sedimentation characteristics than those of using 2BET sludge.

서론

SCN^- 은 사진현상 인화, 제초제와 살충제 생산, 염색, 아크릴 섬유 생산, 황화요소의 제조, 금속 정제, 전기도금과 같은 다양한 산업에 사용되고 있다.¹⁾ 또한 SCN^- 은 토양 멸균 및 부식 방지에도 사용되고 있다.⁵⁾ SCN^- 은 자가영양 박테리아(예, Thiobacillus sp.)가 에너지원과 질소, 황, 탄소원으로 이용할 수 있는 무기물질이다. SCN^- 의 산화는 다음과 같다. 첫째, SCN^- 이 OCN^- (cyanate)와 HS^- 로 가수분해되고, OCN^- 은 NH_4^+ 와 HCO_3^- 로 가수분해된다. HS^- 는 SO_4^{2-} 로 산화된다.^{1),2)} NH_4^+ 는 호기성 조건에서 NO_2^- , NO_3^- 로의 질산화를 일으킨다. 본 연구에서는 SCN^- 을 함유하고 있는 인근 제철소 내 관리형 매립시설에서 나오는 침출수를 기질로 하고 미생물의 다양성을 확보하고 있는 포항하수종말처리장 폭기조 슬러지(MWT)와 SCN^- 에 적용되어 있는 인근 제철소 내 2BET 폭기조 슬러지를 접종하여 온도변화에 따른 SCN^- 제거일수의 변화를 관찰하였으며, SCN^- 분해에 의한 NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} 의 변화를 비교하였다.

재료 및 방법

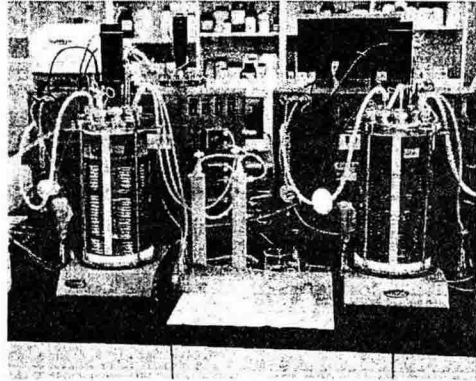
1) 폐수 채취 및 성상분석

본 실험에 사용된 폐수는 인근 제철소 내 관리형 배립시설에서 나오는 침출수이다. pH는 13정도인 침출수를 샘플링하여 4℃에서 보관하였으며 5N HCl로 pH를 7로 중화하여 기질로 사용하였다.

본 연구에서는 침출수의 성상분석에 정확성을 기했으며 CODcr, SCN, Solids의 정량은 standard methods³⁾에 의거하였다. 음이온과 양이온의 농도는 Metrohm사의 Ion Chromatography로 측정하였으며, 중금속은 유도결합 플라즈마(ICP)를 이용하여 측정하였다.

2) 반응기

접종 슬러지는 포항하수종말처리장의 폭기조 슬러지와 인근 제철소 내 2BET 폭기조 슬러지를 사용하였다. 반응기는 연속회분식반응기로서 Working volume은 6.5L이고 초기 접종량은 1,400mg VSS/L로 하여 온도를 10℃, 20℃, 30℃로 변화시켜 각 온도에 따른 SCN⁻변화를 관찰하였다. 0.2N HCl, 0.2N NaOH를 buffer로 사용하여 pH를 7.0으로 유지하였다.



<그림1> 반응기

결과 및 고찰

1) 폐수 성상분석

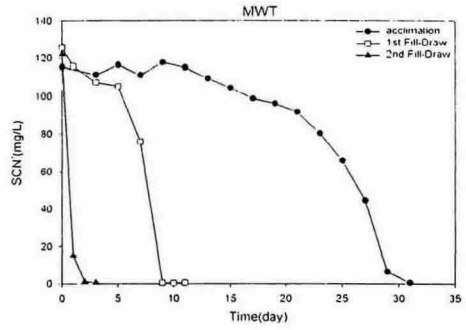
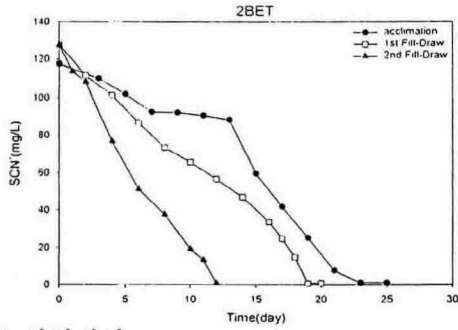
침출수의 물리·화학적 성상은 다음 표와 같다.

(mg/L)

SCN	TCOD	SCOD	TS	TSS	TDS
142.1	783	768	7,947	91	7,761

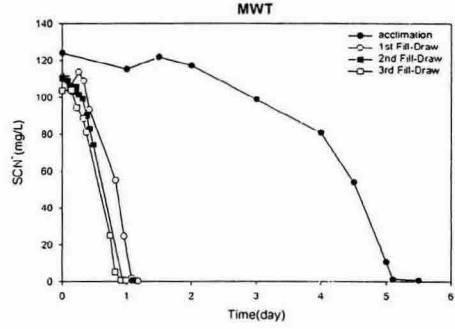
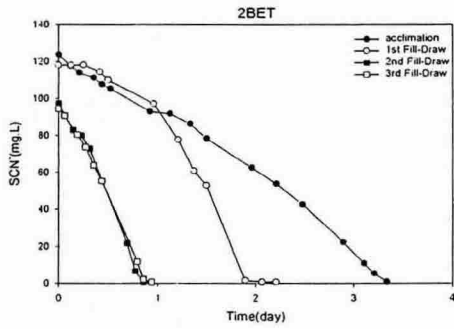
Al	As	Cr	Cu	Fe	Zn
31	0.045	0.023	0.017	0.687	0.02

Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Cl	NO ₂	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
897	248	2,239	6.2	2,049	51	21.1	398

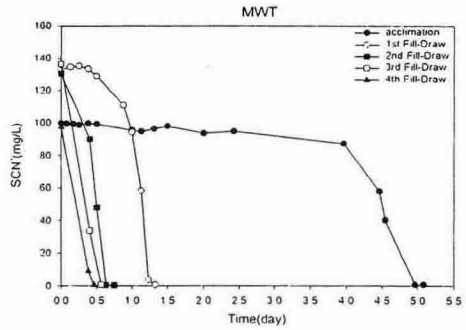
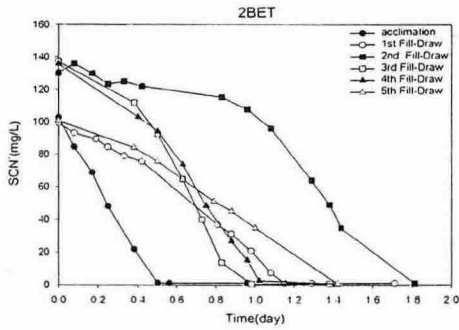


2) 실험결과

<그림 2> 10°C에서의 SCN 변화



<그림 3> 20°C에서의 SCN 변화



<그림 4> 30°C에서의 SCN 변화

온도변화에 따른 연속회분식 반응조(SBR)운전에서 SCN 변화를 보면 10°C에서는 초기적응단계에서 2BET 폭기조 슬러지를 접종한 반응기가 25일, MW폭기조 슬러지가 31일만에 SCN이 완전제거되었다. 적응된 이후에는 MWT 폭기조 슬러지를

집중한 반응기가 SCN 제거 소요시간이 2BET 폭기조 슬러지를 집중한 반응기에 비해 짧아졌음을 알 수 있다. 20℃에서도 초기적응단계 2BET 폭기조 슬러지를 집중한 반응기가 MWT 폭기조 슬러지를 집중한 반응기보다 SCN 제거 소요시간이 빨랐으나, 적응된 이후에는 두 반응기 모두 1일만에 SCN 이 완전제거되었다. 30℃에서는 초기적응단계에서는 2BET 폭기조 슬러지를 집중한 반응기가 0.5일, MWT 폭기조 슬러지를 집중한 반응기가 5일만에 SCN 이 완전제거되었다. 그러나 적응단계 이후 2BET 폭기조 슬러지를 집중한 반응기는 SCN 제거시간이 늘어났다가 1일에 수렴하여 SCN 이 제거되는 양상을 보여주었다. 적응단계이후 MWT 폭기조 슬러지를 집중한 반응기는 0.5일에 수렴하여 SCN 이 제거되는 양상을 보여주었다.

요약

미생물에 독성영향을 미치는 것으로 알려진 SCN 이 포항제철소내 관리형 매립시설에서 나오는 침출수에 함유된 농도는 미생물에 의해 제거될 수 있었다. 온도에 따른 SBR 운전 결과를 통하여 적응된 이후에 비해서 초기에 긴 적응기간이 필요하다. 온도가 증가함에 따라 초기 적응기간이 짧아지고 수렴하는 SCN 제거소요시간이 짧아짐을 알 수 있었다. SCN 이 미생물의 에너지원과 질소, 황, 탄소원으로 사용되어 제거됨을 온도변화에 따른 SBR운전으로 알 수 있었다.

참고문헌

1. Chien-ho Hung and Spyros G. Pavlostathis, "Aerobic biodegradation of thiocyanate"(1997), Water Research, 31, 2761-2770
2. Chien-ho Hung and Spyros G. Pavlostathis, "Kinetics and Modelling of Autotrophic Thiocyanate Biodegradation"(1999), Biotechnology and Bioeng, 62, 1-11
3. APHA-AWWA-WEF. "Standard Methods for the examination of water and wastewater"(1999). 20th edition. Washington, D.C., American Public Health Association.
4. C. Boucabeille, A. Bories and P. Ollivier, "Degradation of thiocyanate by a Bacterial coculture"(1994), Biotechnology Letters, 16, 425-430
5. 권혁기, "회전원판법을 이용한 COG 응축수내 시안화합물의 처리"(1997), 포항공과대학교 화학공학과 석사논문, 5-15