



이귀향

(주)세진환경 이사

서울산업대학교 석사 논문

# 2단 SBR 공정을 이용한 돈사폐수 처리에 관한 연구(6)

## 목 차

### 1. 서론

### 2. 이론적 고찰

#### 1. 축산폐수, 폐기물의 현황 및 특성

- 1) 축산현황
- 2) 축산분뇨 발생량
- 3) 오염물질 발생량과 성상
- 4) 축산시설 및 관계법규
- 5) 축산폐수 처리방법

#### 2. 생물학적 질소 및 인의 제거공정

- 1) 생물학적 질소전환 및 제거
- 2) 생물학적 인제거 공정
- 3) 생물학적 질소 인 동시제거 공정

### 3. 실험장기 및 방법

### 4. 실험결과 및 고찰

1. 돈사폐수의 특성 및 주요 성분분석 결과
2. 2단 SBR 공정에서 유입부하량에 따른 유기물제거 효과
3. 2단 SBR 공정에서 유입부하량에 따른 질소제거 효과
4. 24hr/1cycle에서의 pH 및 ORP 변화

### 5. 결론

### 3. 2단 SBR공정에서 유입부하량에 따른 질소 제거 효과

생물학적 질소제거방법은 단백질, 요소와 같은 유기성 질소와 무기물 형태로 존재하는 질소원들을 미생물에 의해 유기질소는 암모니아성 질소로 분해시키고, 분해된 암모니아성 질소는 미생물의 증식에 필요한 영양소로 흡수되거나 에너지원과 전자수용체로 사용되어 제거된다. 제거원리는 크게 두 부류로 나누어 지는데 첫째는 미생물의 동화작용(Assimilation)에 의한 질소제거 방법이고 둘째는 유입폐수내의 암모니아와 유기질소 등이 일정조건하에서 질산성 질소와 아질산성질소로 산화되는 질산화(Nitrification)과정과 질산화를 거친 질산성 질소등이 처리시스템에서 환원되어 대기중에 질소가스로 배출됨으로써 질소화합물을 제거하는 과정인 탈질소화(Denitrification)과정으로 구분된다.

이 과정에서 질소가스에 의한 슬러지 부상현상이 일어날 수도 있는 것으로 보고되기도 한다. 그러나 질소 가스 자체는 미생물의 성장을 저해하지 않는 무독성 물질이고 또한 질산염은 훌륭한 전자수용기이기 때문에 무산소 상태에서의 탈질화는 bacteria의 성장을 촉진하는 역할을 한다.

암모니아성 질소는 동물의 배설물 중에 유기성 화합물이 분해 될 때, 첫 번째로 생성되는 무기화합물로서 그 자체는 무해하며 물속에 존재하는 암모니아는 NH<sub>3</sub>보다 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>(암모니아 이온)로 존재한다. 또한 질소는 미생물 성장에 필요한 영양염류로서 일반적으로 세포를 구성하는 단백질이 12-14% 정도 존재한다. 본 실험에서 질소제거는 이러한 과정으로 이용한 것으로 질산화 되기 이전에

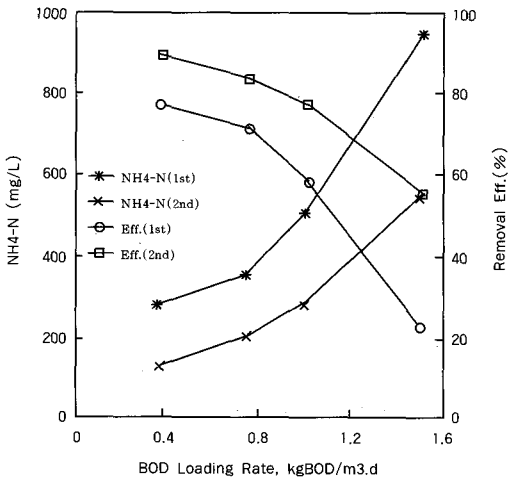


Fig. 4-6 Comparison of Effluent NH<sub>4</sub>-N Concentration and Removal efficiency with BOD loading rate.

충분한 유기물이 제거될 수 있도록 시간 조정을 하여 1차 호기기간 동안 용존산소가 질산화 하는 데 사용되도록 하였다.

암모니아성 질소의 경우 1단에서 BOD 부하 0.375 - 0.75kg BOD/m<sup>3</sup>·d 일 때 유출수에 잔류농도는 200 - 300 mg/L로 80 - 75%의 효율을 나타내었다. 그러나 부하량이 증가할수록 처리효율이 1단의 경우 가장 높은 부하에서 20% 정도로 상당히 저하

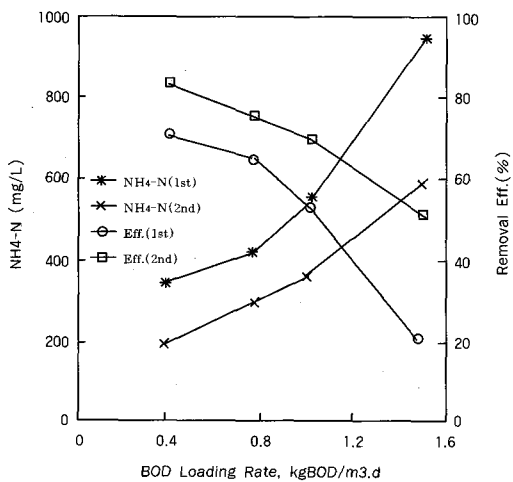


Fig. 4-7 Comparison of Effluent Concentration of T-N and Removal efficiency with BOD loading rate.

되는 경향을 보였는데 이는 암모니아성 질소의 농도가 너무 높아 이에 따른 독성현상이 발현된 것으로 사료된다. 그리고 2단에서 유출수중 잔류농도는 100 - 200mg/L로 80 - 85%의 효율을 나타내었다. 2단의 경우 폭기조내 미생물 농도가 1500 - 2000 mg/L 정도로 일반 활성슬러지법 적용시 요구되는 농도보다 낮아 미생물 농도를 2,500 - 3,000mg/L 으로 유지시킬 경우 더 높은 처리효율을 얻을 수 있을 것으로 사료된다. 1단과 2단에서 유출수 농도와 처리효율을 Fig.4-6에 나타내었다. 그

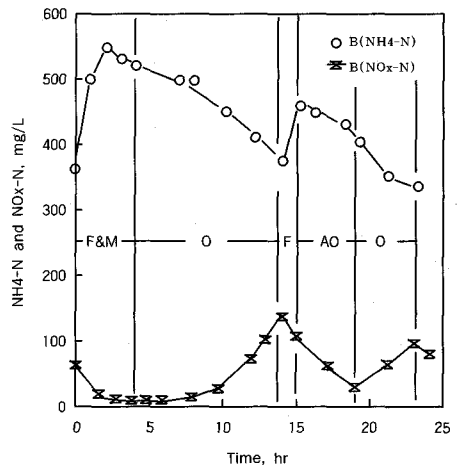


Fig. 4-8 Changes of NH<sub>4</sub>-N and NO<sub>x</sub>-N with Reaction time in B Reactor

림에서 나타난 것처럼 부하가 증가할수록 처리효율이 급격히 감소하는 것을 알 수 있으며 2단에서 30 - 40% 정도 더 처리되는 것으로 나타났다.

다음 Fig.4-7은 유출수 중 암모니아성 질소, 아질산성 질소, 질산성 질소의 농도를 T-N으로 나타낸 것으로 암모니아성 질소와 비슷한 경향을 나타내는 것을 알 수 있다.

Fig.4-8은 1cycle동안의 암모니아성 질소와 NO<sub>x</sub>-N의 경향을 나타낸 것으로 암모니아성 질소의 경우 유입부분에 계속적인 농도의 증가를 보이다가 이후 호기부분에 질산화가 진행됨에 따라 호기후반에 급격한 농도의 감소를 보였다. NO<sub>x</sub>-N의 암모

니아성 질소와 반대되는 경향을 보였는데 F&M 부분에 유기물의 공급으로 2차 호기기간에 질산화 된 부분이 이 기간에 90%정도의 탈질을 하는 것으로 나타났고 호기부분에 질산화 된 양에 비례하여 후반부에 급격한 농도의 증가를 보였고 무산소 기간에 탄소원의 공급으로 70-80%의 탈질이 이루어졌다. 이로 보아 탈질은 무산소기간에 비해 유입기에 더 활발히 이루어지는 것으로 나타났다.

#### 4. 24hr/1cycle에서의 pH 및 ORP변화

24hr 1cycle 동안의 각 기간에 따른 pH동향을 Fig. 4-9에 나타내었다. pH는 유기물 제거과정에서는 그 필요성이 미약하나 질소제거 과정에서는 그 지표로 사용될 만큼 중요한 인자이다. 질산화에서 요구되는 pH범위는 7-9인데 암모니아성 질소가 아질산성 질소로 산화되는 부분에서 우점종인 Nitrosomonas의 최적 활성범위는 pH 8.0 - 8.5로 약 알칼리성 상태를 요구한다. 그리고 아질산성 질소에서 질산성 질소로 산화되는 부분에서는 pH 7.3 - 8.4 범위를 유지하여야 하는 것으로 알려져 있다. 또한 탈질화 과정은 산성인 물에서 거의 반응이 일어나지 않으므로 pH 6.0 이상을 유지하여야 한다. 본 실험에 따르면 유입부분에 알칼리성상태의 원수유입과 탈질로 인하여 혐기후반에 pH 8.5 이상까지 증가한 후 호기성상태가 진행됨에 따라 서서히 감소하다가 후반부에 질산화가 활발히 진행됨으로써 pH 7.0 까지 내려갔고 무산소기간에 산발효조액 주입으로 유입부분에서와 같은 pH 범위를 보였고 다음 호기부분에서 다시 감소하는 경향을 보였다. 이것으로 보아 SBR공정을 이용하여 한 반응조내에서 질산화와 탈질화를 동시에 달성하는데 부족한 점이 없는 것으로 나타났다. 탈질화의 간접지표로 이용되는 ORP 값의 반응시간에 따른 변화를 Fig. 4-10 나타내었다. 일반적으로 무산소기간에 ORP값이 -200mV 이하일 경우 탈질이 활발히 이루어지는 것으로 알려져 있는데 본 실험에서는 F&M 부분에 -350mV이하로 내려가 이 부분에 1차적인 탈질이 활발히 이루어지는 것으로 나타났

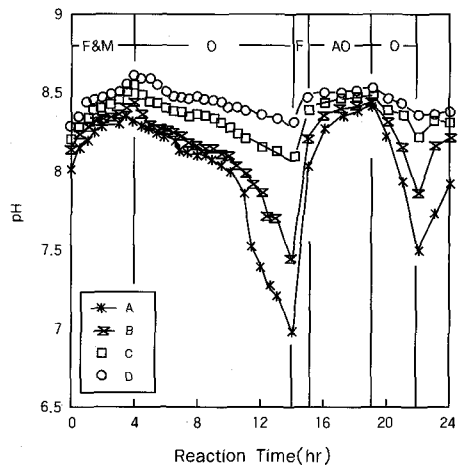


Fig. 4-9 Changes of pH with Reaction time in Each Reactor

고 다음 호기기간에 공기의 공급으로 반응기 내부에 호기성 상태가 진행됨에 따라 0 - +50mV 범위를 유지하다가 무산소 기간에 탄소원의 유입으로 2차 탈질이 이루어 짐에 따라 -300mV 까지 감소하였고 2차 호기기간에 점차 증가하는 경향을 나타내었다.

#### IV. 결론

본 연구는 연속 회분식 반응기(SBR)를 이용한 D 농장의 돈사 폐수처리에 대한 것으로 BOD 부하

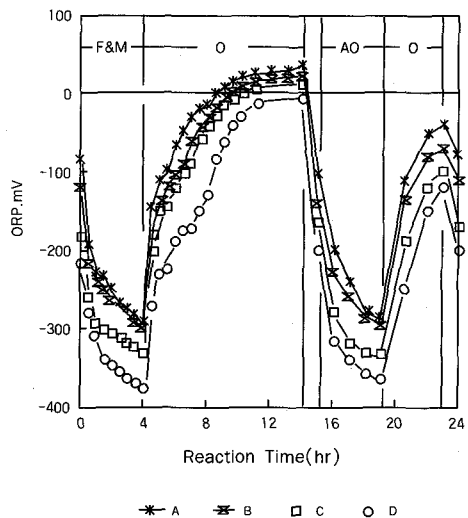


Fig. 4-10 Changes of ORP with Reaction time in Each Reactor

변화에 따른 유기물 및 질소제거의 경향과 2단 공정 도입에 따른 적용가능성을 검토하고자 Bench-scale 실험을 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 유입 BOD 농도가 평균 3,000mg/L, 유입부하량 0.375~1.5kg/m<sup>3</sup>·d의 범위에서 2단 SBR 공정 실험결과, I단의 경우 부하변화에 따른 처리수 BOD 농도는 40~250mg/L로 나타났고, II단에서 40~50%정도 더 처리되어 제거효율 95~99%의 양호한 처리효과를 얻을 수 있었다.
2. 축산폐수 방류수의 BOD 농도를 30mg/L이하로 유지시키기 위해서 유입 BOD 부하량이 0.75kg/m<sup>3</sup>·d 이하로 되도록 운전하여야 하며, BOD 150mg/L이하로 배출시키기 위한 유입 BOD 부하량은 1.5kg/m<sup>3</sup>·d 정도인 것으로 나타났다.
3. 총질소의 경우 유입원수의 암모니아성 질소 농도가 1,000mg/L 이상으로 고농도로 존재함에도 불구하고 유입부하량이 0.75kg/m<sup>3</sup>·d 일 때 I단에서 질소 제거 효율은 70%의 효율을 보였고 II단에서 85%의 비교적 높은 제거효율을 나타내었다.
4. 탈질에 따른 ORP 변화는 유입 및 혼합기간에 원수의 유입으로 -300~-350mV로 나타나 1차적인 탈질이 일어나는 것을 알 수 있으며, 호기기간에 0~+50mV 까지 증가하였고 호기기간에 산화된 질소는 무산소 기간에 탄소원의 주입으로 2차 탈질이 일어나 -250~-300mV 범위의 ORP값을 나타내었다.
5. 24hr 1cycle 동안의 pH 측정결과 원폐수의 유입 시 pH 8.5 까지 증가하였으나, Oxid 기간에 질산화가 진행됨에 따라 pH 7.0으로 내려갔고 이후 무산소 기간에 탈질이 일어남에 따라 유입시와 유사한 pH 증가를 보였다.

참 고 문 헌

- (1) 박홍석, "연식회분식 고정화 시스템을 이용한 질소 인의 동시제거" 한국과학기술원
- (2) Tacsai Osadect al. "Removal of Nitrogen and phosphorus from swine wastewater by the activated sludge units with the intermittent aeration process", Wat. Res. Vol.25, No.11, P1377-1383, 1991
- (3) 농림수산부, "농림수산 통계연보", P112-137 (1991)
- (4) 환경처, "오수 분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률", 환경보전협회 (1992)
- (5) Seywer, C.N., Activated Sludge Oxidation, Factors involved in Prolongation the High initial Rate of oxygen Utilization by activated Sludge mixture, Sewage Works Journal 11, No. 4, pp 335-336 (1933)
- (6) Deinema M.H. vanloosrecht, M. and Scholten, A. "Some Physiological Characteristics of Acinetobacter spc. Accumulating Large Amounts of phosphate", Water Sci. & Tech. 17, pp 119-125, 1985
- (7) Florents, M. an Hartmann, P. "Screening for phosphate Accumulating Bacteria Isolated from Activated Sludge, Environ. Technol. Lett. 5, pp. 457-463, 1984.
- (8) John F. Manning, Robert L. Irvine. "The biological removal of Phosphorus in a Sequencing

- batch reactor", J.WPCF, V.57, No.1, P 87-94
- (9) John C. Palsand Robert L. Irvine. "Nitrogen removal in a low-loaded single tank sequencing batch reactor", J. WPCF, V.57, No.1 (1985)
- (10) 이수구, "축산 폐수폐기물의 물리화학적 처리에 관한 연구", 환경과학연구협의회 (1991)
- (11) Johnson, W.K and Schrosfer, G.J. "Nitrogen Removal by Nitrification and Denitrification", J.Water Poll. Control Fed., V.36 (1964)
- (12) 환경처, "환경 오염 공정시험법", 동화기술 (1992)
- (13) APHA, et al. "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", APHA-AWWA-WPCF, 17th ed. (1989)
- (14) G. Bortona, et al. "Nitrification, Denitrification and biological phosphate removal in sequencing batch reactors treating piggery wastewater", Wat.Sci. Tech. Vol. 26, No.5-6, pp. 977-985, 1992
- (15) Y. S. Wong et al. "Significance of external carbon sources on simultaneous removal of nutrients from wastewater", Wat. Sci. Tech. Vol. 26, No. 5-6, pp. 977-985, 1992
- (16) 국립환경연구원, 폐하수중 질소의 생물학적 제거 기술에 관한 연구, 과학기술처 (1990)
- (17) Philip A. Herzbrun, et al. "Biological treatment of hazardous waste in sequencing batch reactors", J.WPCF, V.57, No.12 (1985)
- (18) Robert W. Dennis et al. "Effect of fill:react ratio on sequencing batch biological reactor", J.WPCF, V.51, No.2
- (19) P.Y. Yang et al. "Field IABR Process for the Treatment of Duiite Swine Wastewater", ASCE, V.3(1), (1988)
- (20) Warren L. Jonset et al. "Operation of a three-stage SBR system for nitrogen removal from wastewater", J.WPCF, V.62, NO.3 (1990)
- (21) Marcia h. bates and ALI Tomblain, "THEEFFECTS OF THE COD:PRATIO LABORATORY ACTIVATED SLUDGE SYSTEMS", Wat. Res. V.15 P.999-1004 (1981)
- (22) Madan L. Arora et al. "Technology evaluation of sequencing batch reactor", J.WPCF, V.57, NO.8 (1985)
- (23) Mervyn C. Goronszy et al. "Biological Phosphorous removal in a fed-batch reactor without anoxic mixing sequence", J.WPCF, V. 63, NO. 3 (1991)
- (24) Irvine R.L. "Sequencing batch biological reactor-an overview", J.WPCF, V.51, NO.2 (1979)
- (25) Robert L. Irvine et al. "The effect of loading rate on batch-activated sludge effluent quality", J.WPCF, V.51, NO.2 (1979)
- (26) E.C. Hoepker et al. "The effect of loading rate on batch-activated sludge effluent quality", J.WPCF, V.51, NO.2 (1979)
- (27) Mervyn C. Goronszy, "Intermittent operation of the extended aeration process for small system", J.WPCF, V.51, NO.2 (1979)

ABSTRACT

A Study on the Swine Wastewater Treatment using Two-stage Sequencing Batch Reactor

Lee, Gui Hyang  
(Supervised by professor Lee, SooKoo)  
Dept. of Environmental Engineering  
Graduate School of Engineering  
Seoul National Polytechnic University

The Wastewater from livestock farms shows the high organic concentration which was over 3000mg/L of BOD concentration in swine wastewater especially. Also the nitrogen concentration and red tide phenomena with phosphorous. Most of the livestock facilities in Korea are small-scale and their locations are regionally scattered. Their wastewater treatment plants were not well operated due to the variation of influent load, high ammonia concentration and economic status. For the small-scale farms, the wastewater treatment system has to be simple and operated to remove nitrogen compound as advanced treatment system.

In this study, the sequencing batch(SBR) was used to treat the swine wastewater and two stage system was adopted to improve the removal efficiency. SBR system was operated as the follows 24hr cycle time: filling, mixing, oxid, anoxic, setting and draining.

The experimental results showed that the effluent BOD concentration in the second stage could be obtained within 30mg/L and the removal effluent nitrogen could be obtained up to 85%. In order to sustain the effluent BOD concentration within 30mg/L, the BOD volumetric loading rate has to be controlled within 0.75kgBOD/m<sup>3</sup>·d, while the loading rate to be controlled within 1.5kgBOD/m<sup>3</sup>·d to obtain the effluent concentration 150mg/L in the condition of total nitrogen, nitrite and nitrate was 70% in the first stage and 85% in the second stage for the volumetric BOD loading rate 0.75kg/m<sup>3</sup>·d. The ORP increase due to the aeration and nitrification, and decrease with influent loading and denitrification in the range of -250~50mV. The change of pH showed that the influent loading and denitrification increased pH, while the aeration and nitrification increased pH due to the production of acid.

This two stage SBR system showed that swine wastewater could be treated with high removal efficiencies of BOD and nitrogen with excellent settlability.