

고농도 오존을 적용한 DOF와 PO2 시스템의 축산폐수처리

이병호[†] · 김성혁

울산대학교 건설환경공학부

(2005년 9월 7일 접수, 2005년 11월 21일 채택)

Livestock Wastewater Treatment Using the DOF and PO2 System with High Concentration of Ozone

Byoung-Ho Lee[†] · Sung-Hyuk Kim

Civil and Environmental Engineering, University of Ulsan

ABSTRACT : Livestock wastewater is known to be very difficult to treat because it contains highly non-biodegradable organic material. Thus the DOF(Dissolved Ozone Flotation) system and the PO2(Pressurized Ozone Oxidation) system were built at the livestock wastewater treatment plant, and characteristics of treatments were investigated in this paper.

Suspended Solids(SS) removal efficiency was over 94% by DOF system. 90% of COD_{Mn} was removed, from 620 mg/L down to 63 mg/L by the DOF-PO2 system. During the period of operation, SCOD_{Cr} was removed an average of 82%, from 890 mg/L down to 160 mg/L. 96% of UV-254 absorbance was also removed. TP removal efficiency was over 98%, from 27 mg/L to 0.35 mg/L, and TN was also removed 68% along with suspended solids.

It was possible to meet effluent standards of the livestock wastewater treatment plant by the DOF-PO2 system along with biological treatment.

Key Words : Livestock Wastewater, Ozone, DOF, PO2, Contact Oxidation

요약 : 축산폐수는 고농도의 난분해성 유기물질을 많이 함유하고 있기 때문에 처리하기가 매우 어려운 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 현장에 건설된 오존을 이용한 시스템인 DOF(Dissolved Ozone Flotation)와 PO2(Pressurized Ozone Oxidation)에 의한 축산폐수의 처리특성을 조사하였다.

DOF-PO2의 유입수내에 존재하는 SS의 제거율은 94%를 상회하여 약 400 mg/L의 농도를 22 mg/L까지 낮출 수 있었다. COD_{Mn}의 제거율도 90%정도로 620 mg/L로 유입되어 63 mg/L로 유출되었다. SCOD_{Cr}은 890 mg/L 정도가 유입되었으며 82%가 제거되어 160 mg/L 정도로 유출되었다. UV-254흡광도는 96%제거 되었다. 특히 TP의 제거율은 98%가 넘었고 27 mg/L가 유입되어 0.35 mg/L만이 유출되었다. TN도 SS의 제거와 함께 68%정도 제거되었으나 오존에 의한 제거효과는 없었다.

DOF-PO2시스템에 의한 고농도 오존산화공정을 미생물처리공정과 같이 적용할 경우 축산폐수처리공정의 방류수 수질기준을 맞출 수 있었다.

주제어 : DOF, PO2, 축산폐수, 고농도 오존, 접촉산화공정

1. 서론

축산폐수는 고농도의 난분해성 유기물질을 함유하고 있기 때문에 처리에 하기 어려운 것으로 알려져 있으며 다양한 처리방법이 시도되고 있다.^{1~3,6,7)} 부 등(2001)은 축산폐수에서 색도와 난분해성 유기물질의 제거에 펜톤과 오존을 이용한 처리방법을 제안하였다. 박 등(1999)은 축산폐수를 처리할 때 유기물질과 질소부하율이 처리에 미치는 영향을 제시하였다.⁹⁾ 또한 이 등(1998)은 SBR을 이용한 축산폐수처리 방법을 제안하였다.¹⁰⁾ 이와 같은 난분해성 유기물질의 제거를 위해서 많은 연구자들은 오존을 이용하여 축산폐수를 처리하

고자 시도하였다.^{1,4,5)} 최 등(2004)은 축산폐수에 포함된 COD를 PAC 250 mg/L를 주입한 후 응집침전에 의해 910 mg/L를 340 mg/L까지 낮추었고, 오존을 세라믹 디퓨저에 의해 100분 동안 800 mg/L를 주입하여 다시 105 mg/L까지 낮추어 88.5%를 제거할 수 있다고 발표했다.⁴⁾ 장 등(2000)은 축산폐수의 COD_{Mn}의 농도 284 mg/L에 오존을 6시간 접촉시켜 400 mg/L를 주입한 결과 40 mg/L까지 낮추어 86%의 제거율을 얻었다.¹¹⁾ 축산폐수는 고형물질을 고농도 함유하고 있기 때문에 고형물질의 제거도 중요한 처리공정의 하나이다. 그리고 축산폐수에 함유된 고형물질은 활성미생물이 많이 존재하기 때문에 침전보다는 부상이 유리하다.⁸⁾

본 연구에서는 고형물 분리에 유리한 DAF(Dissolved Air Flotation) 시스템에 난분해성의 처리에 유리한 오존을 결합한 DOF(Dissolved Ozone Flotation)시스템과 오존을 고농도

[†] Corresponding author
E-mail: bhlee@ulsan.ac.kr
Tel: 052-259-2279

Fax: 052-259-2629

로 투입할 수 있게 고안된 PO2(Pressurized Ozone Oxidation) 시스템을 축산폐수처리에 적용하였다. 축산폐수처리장에 건설한 DOF-PO2시스템의 실 플랜트에서 오존에 의해서 처리되는 축산폐수의 특성에 대해서 연구하였다.

2. 실험방법 및 내용

2.1. 실험방법

본 연구는 경기도 P시 축산폐수처리장에 실제의 플랜트를 건설한 후 시운전하는 기간 동안 수행하였다. 연구기간은 2005년 5월 1일부터 2005년 6월 30일 까지 2개월에 걸쳐서 수행하였으며, 샘플은 3일마다 채취하여 분석하였다.

유입유량은 평균 8.4 m³/일로 운전하였다. DOF 시스템에 사용된 응집제의 평균 농도는 Alum의 경우 305 mg/L, FeCl₃은 122 mg/L이었으며, 응집보조제로 polymer 9.7 mg/L를 사용하였다. DOF 시스템에 반송율은 유입유량 대비 20~25%로 운전하였으며, DOF 반응조에서 유출되는 전량을 PO2 반응조에 주입하였다.

DOF-PO2 시스템에서 오존가스의 주입량은 7 m³/hr이었으며, 유입 유량대비 오존 발생기의 발생량에 의한 주입농도는 평균 100~110 mg/L이었고, 오존의 주입농도 변화에 따른 처리특성을 조사하기 위하여 운전기간 동안 40~180 mg/L까지 변화시키면서 수질인자들의 처리특성을 조사하였다.

본 연구에서 인자들의 분석은 Standard Methods와 환경오염공정시험법, 그리고 HACH DR/2010 Spectrophotometer를 이용하여 분석하였다.

2.2. 실험장치

DOF 시스템은 DAF(용존공기부상)에서 이용하는 공기 대신 오존을 넣는 시스템이고, PO2시스템은 밀폐된 반응조에 축산폐수와 오존을 동시에 주입하여 오존의 이용효율과 반응효율을 높인 시스템이다.

본 연구에 사용된 DOF와 PO2시스템은 200 m³/일 규모이며, 두 시스템이 결합되어 일체화된 한 개의 시스템으로 건설되었으며 플랜트의 운전에 대한 흐름도를 Fig. 1에 나타내었다.

DOF의 전체적인 체류시간은 40분이며, 응집 반응조의 체류시간이 20분, 그리고 부상반응조의 체류시간이 약 20분이었고, PO2 반응조의 체류시간은 2분이었다.

2.3. 연구내용

DOF 시스템으로 유입되는 원수는 미생물 접촉공정을 거

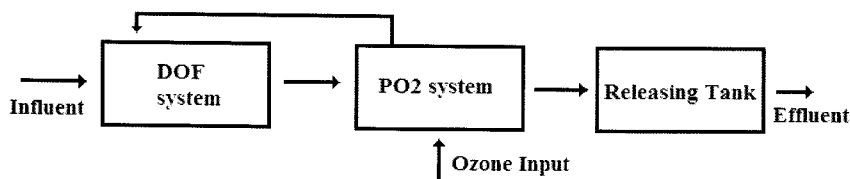


Fig. 1. Schematic diagram of an ozone contact system by the DOF and PO2 Processes.

Table 1. Characteristics of the DOF System Influent

parameters	SS	COD _{Mn}	SCOD _{Cr}	UV-254	TP	TN
range (mg/L)	409	619.9	893.8	12.043	27.04	78.89
average (mg/L)	200~820	560~730	802~1,008	11.422~12.786	22.01~29.06	32.46~380.85

친 배출수를 사용하였으며, 원수의 특성을 Table 1에 나타내었다.

오존의 농도변화에 따라서 Table 1에 제시된 수질인자들의 처리특성을 분석하였다.

현장에 건설된 실제의 플랜트를 대상으로 연구하였기 때문에 체류시간, A/S비, 반송율 등에 대한 구체적인 실험을 하는 것은 제한적이었다. 응집제의 양은 Jar Test를 통한 최적의 상태로 운전하였고, 가압탱크의 기압도 일정하게 유지하였다.

3. 결과 및 고찰

축산폐수를 1차로 미생물처리 한 후 DOF-PO2시스템에 의해서 오존산화공정이 적용되었고, DOF-PO2의 유출수에 다시 미생물 접촉산화공정을 적용하여 방류수 수질기준을 맞춘 다음 하천으로 유입시켰다. 본 연구는 일련의 처리공정 중에서 오존을 적용한 DOF-PO2시스템에 대한 결과를 분석한 것이다.

3.1. DOF system에 의한 처리 특성

DOF 시스템은 오존가스를 고압으로 PO2시스템의 반응조에 용해시킨 후 PO2시스템에서 원수유량의 20~25% 정도를 취하여 DOF의 부상조에서 방출시키면 미세한 오존기포가 석출하게 되는데 이 미세한 오존기포를 이용하여 SS를 부상 제거시키는 시스템이다.

DOF 시스템의 전 단계인 미생물 접촉산화공정의 방류수가 DOF 시스템에 유입되면, 이를 응집제로 응집시킨 후 오존이 용해된 가압수와 혼합시키면 오존가스가 석출되어 생긴 미세한 기포가 SS를 부상시켜 제거한다. 응집과 부상을 통하여 SS와 TP(총인)이 주로 제거가 된다.

유입수의 SS농도는 220~820 mg/L로 변화폭이 컸지만, 처리수의 농도는 1~60 mg/L사이를 나타냈으며 평균 22 mg/L로 비교적 안정적인 처리수질을 얻었다. 현장플랜트의 운전에 의한 SS처리 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 미생물 처리공정을 거친 유출수를 DOF의 유입수로 사용했기 때문에

SS의 성분에 활성미생물이 많이 존재한다. 이 활성미생물이 배출하는 다양한 기체들과, 고압상태에서 용해되었던 오존 가스가 석출되는 과정에서 발생하는 미세한 기포에 의해서 SS들은 쉽게 부상되었다.

투입된 오존의 농도가 SS의 제거에 미치는 영향을 보기 위해서 오존의 농도에 따른 SS의 제거 경향을 분석하였다. Fig. 3에서 볼 수 있는 것과 같이 투입된 오존의 농도가 증가함에 따라 제거율도 증가하였다. 이는 폐수 속에 이온 상태로 존재하는 친수성물질이 오존에 의해 산화되어 이온을 잃게 되기 때문에 소수성물질로 바뀌어 석출된 후 다른 슬러지들과 함께 부상되어 제거된 것으로 분석된다. 그러나 대부분의 물질은 응집체에 의해서 응집 부상되어 처리되는 것으로 나타났다. DOF에서 A/S비는 0.3~0.4(mL/mg)로 운전하였으며, 오존이 전혀 들어가지 않아도 SS의 제거율은 91%가 되기 때문에, 본 연구에 사용된 폐수속의 SS를 응집 부상에 의해서 약 37 mg/L까지 낮출 수 있는 것으로 분석된다. 그러나 본 연구에서와 같이 원수에 포함된 SS의 농도가 더 높아지면 오존에 의해 제거되는 SS의 농도도 더 높아질 것으로 분석된다. 비록 투입된 오존의 농도에 비해서 제거되는 양은 작은 것처럼 보이나 오존에 의해서 제거되는 부분은 난분해성 물질이기 때문에 방류수 수질기준을 맞추기 위해서는 매우 주요한 부분이 될 수 있다.

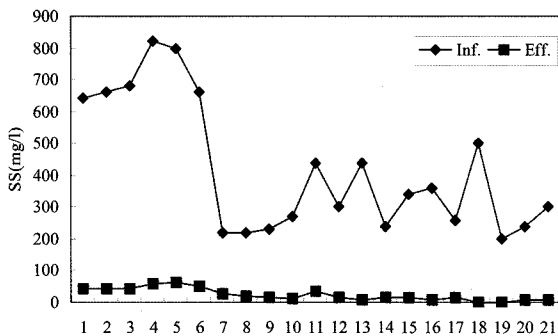


Fig. 2. Removal of SS with time by the DOF system (May 1, 2005~June 30, 2005; livestock wastewater).

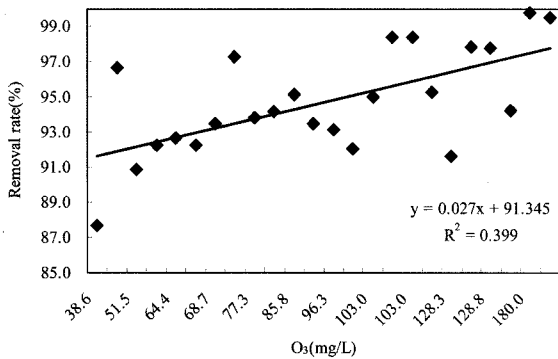


Fig. 3. Regression line of SS removal rate vs. ozone concentration in the DOF system (livestock wastewater).

TP (총인)도 화학적 응집과정을 거친 후 부상과정에서 99% 이상 제거되었다. 원수에 포함된 약 27.0 mg/L의 TP가 DOF 시스템의 처리에 의해서 평균 0.35 mg/L까지 제거되었다. TP가 응집에 참여하기 때문에 유무기성 TP 성분들이 SS와 함께 제거된다. TP가 화학적 응집에 의해 제거되는 것은 비교적 잘 알려졌기 때문에 여기서는 구체적인 실험결과를 제시하지 않았다.

TP는 투입된 오존의 농도가 증가함에 따라 오히려 제거율이 줄어드는 것으로 나타났다. 이에 대한 분석결과를 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4와 같은 결과가 나타나는 것은 오존의 투입농도가 증가하면 콜로이드나 유기성으로 존재하는 TP의 성분이 분해되어 이온성 TP 성분으로 변하여 응집에 참여하지 않는 부분이 늘어나기 때문으로 분석된다. 일부 오존에 의해서 응집효율이 증가하는 반면 일부 유기물질은 저분자로 분해되고 그 과정에서 용존성 물질로 바뀐다. 따라서 응집에 의해 제거되는 비율 보다 분해에 의해 제거되는 비율이 높기 때문에 나타나는 현상이다.

그러나 99% 이상의 TP가 DOF의 응집 부상 공정에 의해 제거되고 난 후에 남은 TP의 양 중에서 오존 농도가 증가하면 일부의 인이 방출되기 때문에 TP의 농도가 약간 높아지는 경향은 있으나, 오존에 의해 방출되는 인의 양은 응집 부상 공정에 의해 제거되는 양에 비하면 매우 낮은 수준이다. 이와 같이 TP가 98~99% 정도가 DOF에서 제거되기 때문에 DOF의 전단과 후단에 구성된 미생물처리공정에서 TP의 제거 부담이 줄게 된다. 그러면 TP의 제거를 위해 존재하는 혐기조가 필요 없어지고 처리장의 부지 면적도 많이 줄어들게 되며 이의 건설비도 줄어들게 된다.

3.2. DOF-PO2 시스템에 의한 처리

응집 부상 공정에 의해 SS와 함께 제거되고 남아 있는 유기 물질들은 고농도의 오존이 적용되는 PO2시스템에서 처리된다. PO2 시스템에 적용되는 고농도의 오존은 대기압에서 적용되는 오존의 용해도 보다 최고 5배 이상이 높기 때문에 오존의 활성에너지를 5배 이상 올릴 수 있다. 고농도의 오존을 적용시키면 낮은 농도로 장기간 접촉시키는 것 보다 짧은 시간 동안 접촉을 시켜도 높은 효과를 얻을 수 있다.^{4,11)} 이

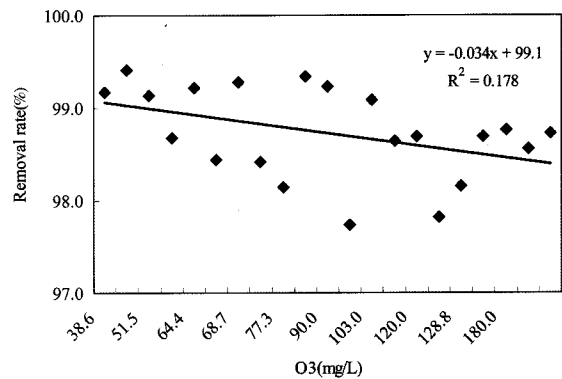


Fig. 4. Regression line of removal rate of TP vs. ozone concentration by the DOF system (livestock wastewater).

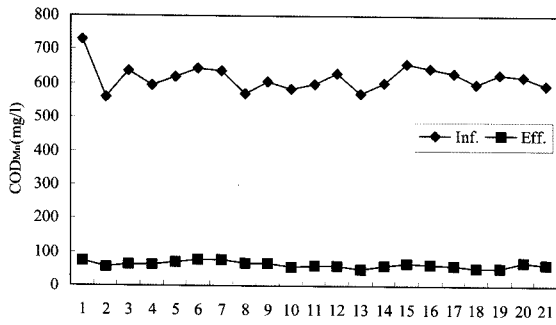


Fig. 5. Removal of COD_{Mn} with time by the DOF and PO2 system (May 1, 2005~June 30, 2005; livestock wastewater).

는 축산폐수 내에 존재하는 난분해성 물질들을 분해시키는데 낮은 농도로 장시간 접촉시키는 것 보다 고농도로 단시간 접촉시키는 것이 분해율이 높기 때문이다.

운전기간 동안 DOF 시스템으로 들어오는 유입수의 COD_{Mn}의 농도는 570~730 mg/L였고, 평균 농도는 620 mg/L이었다. 그러나 DOF-PO2시스템에 의해서 처리된 후의 농도는 약 47.0~77.0 mg/L였고, 평균 63 mg/L로 낮아져 약 90%의 제거율을 나타내었다. COD_{Mn}의 처리결과를 Fig. 5에 나타내었다.

COD_{Mn}도 SS의 제거에 의해서 약 88%이상이 제거되어 평균 약 74 mg/L까지 낮출 수 있는 것으로 분석된다. 오존의 투입에 따른 COD_{Mn}의 제거율에 대한 결과를 Fig. 6에 정리하였다. Fig. 6에서 오존의 농도를 높임에 따라 COD_{Mn}의 제거율이 비례하여 증가하는 것을 볼 수 있는데, 이것은 난분해성 물질이 오존에 의해 분해되는 과정에서 산화되어 산소 요구량을 감소시켰기 때문이다. Fig. 6을 분석해보면 오존 100 mg/L를 주입 했을 때가 오존을 주입하지 않았을 때보다 약 1.3%의 제거율이 높아지는 것으로 예측되고, COD_{Mn}은 6.0~7.0 mg/L정도 더 낮아질 것으로 예측된다. 따라서 오존 48 mg/L가 주입되어 난분해성 COD_{Mn} 3.9 mg/L을 제거할 수 있다고 볼 수 있다. 이처럼 고농도의 오존이 투입된 것에 비해서 처리율이 낮게 보이는 이유는 유입수에 포함된 COD_{Mn} 성분이 높기 때문이고 이들이 대부분 SS과 함께 제거되기 때문에 오존에 의해서 제거되는 양이 상대적으로 작

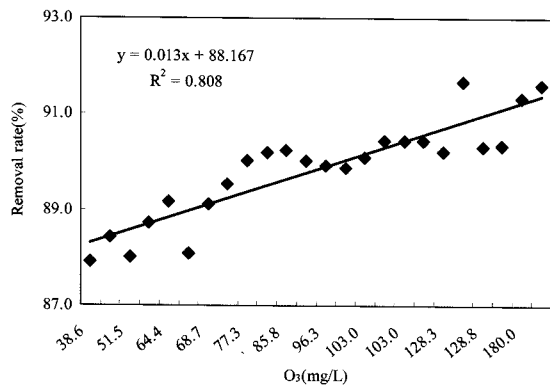


Fig. 6. Regression line of COD_{Mn} removal rate vs. ozone concentration by the DOF-PO2 system (Livestock wastewater).

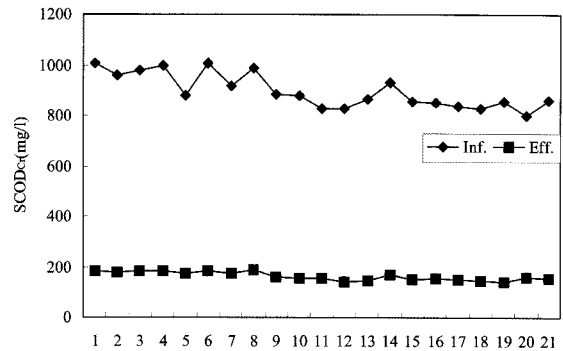


Fig. 7. Removal of SCOD_{Cr} with time by the DOF and PO2 system (May 1, 2005~June 30, 2005; livestock wastewater).

기 때문이다. 그러나 오존에 의해서 처리되는 COD_{Mn}의 성분은 미생물의 분해에 저항성이 큰 난분해성이기 때문에 큰 의미가 있으며, 오존에 의해 제거되지 않는 부분도 저분자 물질로 분해되어 DOF-PO2시스템의 차기공정인 미생물 접촉조에서 추가로 많이 줄어들게 된다.

용존성 유기물질의 총량을 재기 위해서 SCOD_{Cr}의 농도가 사용되고 있다. 총 COD_{Cr}의 농도는 용존성 SCOD_{Cr}에 부유성 COD_{Cr}을 합한 값이다. 그런데 부유성 COD_{Cr}은 DOF의 응집부상공정에 의해서 대부분 제거가 되기 때문에 처리의 관점에서는 용존성 SCOD_{Cr}의 농도가 중요하다. 차기 공정까지 처리에 부담을 주는 인자가 SCOD_{Cr}이다. SCOD_{Cr}에 대한 실험결과를 Fig. 7에 정리하였다.

유입수의 SCOD_{Cr} 농도가 800~1,010 mg/L 사이에서 평균 894 mg/L가 유입되었으나 DOF-PO2에 의한 처리 후에는 134~186 mg/L를 나타내었으며 평균 160 mg/L까지 82%가 처리되었다. 본 연구를 위해서 운전한 기간 동안 투입된 오존의 농도는 약 100~110 mg/L였다.

용존성 유기물질이라도 축산폐수에서와 같이 고농도로 존재할 때는 대부분이 응집에 참여하는 것으로 생각된다. 그러기 때문에 미생물 처리를 거친 난분해성 용존 유기물질이 DOF시스템을 거치는 동안에 응집된 후 부상에 의해서 80% 이상이 제거되어 179 mg/L까지 제거가 가능한 것으로 분석된다. DOF 시스템에도 오존이 투입되기 때문에 용존성 유기물질의 응집효율이 높아져서 공기를 이용한 단순한 응집부상에 의한 제거율보다 제거율이 더 높아진 것으로 분석된다.

DOF시스템에 의해서 SS가 제거된 후엔 PO2시스템에서 고농도의 오존에 의해 약 20 mg/L가 더 제거가 되는 것으로 나타났다. DOF-PO2시스템에서 오존의 투입 농도에 따른 SCOD_{Cr}의 제거율에 대한 그래프를 Fig. 8에 나타내었다.

UV-254 흡광도란 빛의 파장이 254 nm인 밴드를 흡수하는 유기물의 양이 물속에 존재하는 정도를 말하는 수치이다. UV-254 흡광도가 높다는 것은 분자량이 큰 유기물의 농도가 높다는 의미이며, 같은 유기물의 농도를 가진 물에서 UV-254흡광도가 높다는 것은 분자량이 큰 유기물질이 더 많이 존재한다는 것을 의미한다. 따라서 주어진 샘플의 흡광도가 줄어든다는 것은 고분자 유기물질이 저분자 유기물질로 분해되었다는 것을 말한다.

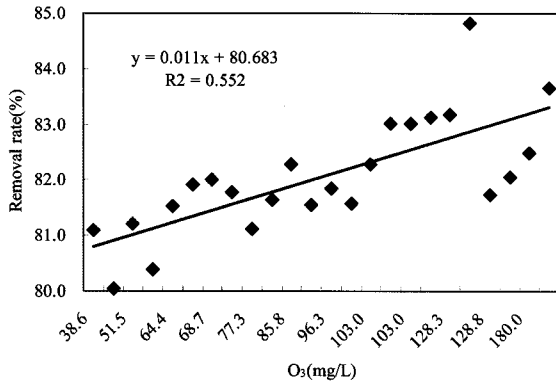


Fig. 8. Regression line of removal rate of SCOD_{Cr} vs. ozone concentration by the DOF-PO2 system (livestock wastewater).

DOF-PO2시스템으로 유입되는 UV-254 흡광도는 Fig. 9에서 볼 수 있는 것과 같이 유출수의 흡광도와 비교했을 때 상대적으로 높았다. 그러나 DOF 시스템에 의한 SS의 부상처리 후에는 약 95% 정도가 낮아졌다. 유입수에 존재하는 흡광도는 대부분은 부유성 유기물질에 의한 것으로 볼 수 있다.

UV-254 흡광도는 축산폐수가 PO2 시스템에서 고농도의 오존과 접촉되는 과정에서 고분자 유기물질이 저분자 유기물질로 분해되어 더욱 낮아졌다. DOF-PO2시스템에 유입되는 유기물질은 미생물 처리를 거친 유출수이기 때문에 거의가 난분해성 물질들로 구성되어 있다. 따라서 UV-254흡광도가 낮아지는 것은 차기 공정의 미생물 접촉조에서 난분해성 유기물질이 추가로 처리될 수 있는 것으로 볼 수 있다.

Fig. 10을 분석해보면 UV-254 흡광도는 오존 100 mg/L를 주입했을 때 약 1% 정도의 흡광도가 줄어들 것으로 예측된다. DOF-PO2시스템의 유입수에 대한 흡광도는 11.4~12.8 사이이고 평균 12로 측정되었다. 이러한 흡광도가 오존 100~110 mg/L를 투입한 DOF-PO2에 의해 처리한 후에는 평균 0.48로 낮아져 96%가 제거되었다. UV-254흡광도의 제거는 DOF-PO2시스템의 다음 공정에 도입된 미생물 처리에서 추가로 유기물질이 제거될 수 있는 여건을 만들어 주는 것이다. 실제로 축산폐수 내에 존재하는 많은 양의 유기물질이 제거되어 COD_{Mn}과 BOD의 방류수 수질기준을 맞추어 하천으로 직접 방류시킬 수 있었다.

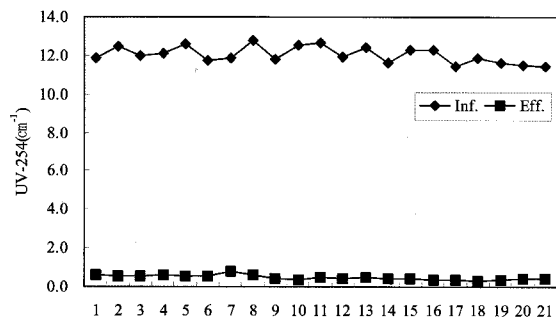


Fig. 9. Removal of UV-254 absorbance with time by the DOF and PO2 system (May 1, 2005~June 30, 2005; livestock wastewater).

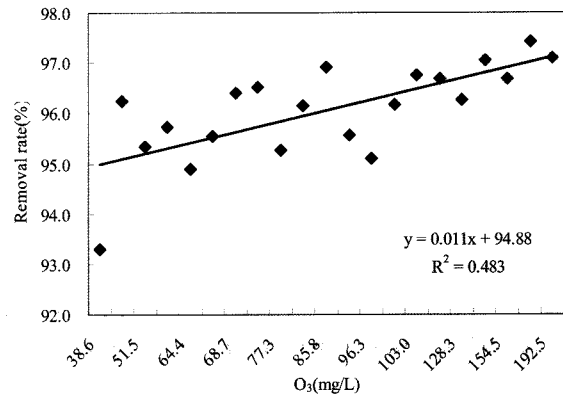


Fig. 10. Regression line of removal rate of UV-254 absorbance vs. ozone concentration by the DOF-PO2 system (livestock wastewater).

Table 2. Concentrations of Water Quality Parameters in Influent and Effluent and Their Removal Rates by the DOF-PO2 System (P Livestock Wastewater)

parameter	influent(average)	effluent(average)	removal rate(%)
SS (mg/L)	409	22	94.7
COD _{Mn} (mg/L)	619.9	63.0	89.8
SCOD _{Cr} (mg/L)	893.8	160.5	82.1
UV-254	12.043	0.476	96.0
TP (mg/L)	27.04	0.35	98.7
TN (mg/L)	78.89	18.92	68.7

DOF-PO2시스템에 의한 처리결과를 Table 2에 정리하였다. Table 2에 나타난 수질인자들의 처리정도와 제거율은 대부분 SS와 함께 DOF시스템에 의해서 제거되었다. 특히 SS와 TP, 그리고 UV-254 흡광도의 제거율이 높은 것을 볼 수 있다. COD_{Mn}과 SCOD_{Cr}, UV-254흡광도는 PO2시스템에서 고농도의 오존에 의해 추가로 처리되었다. 여기서 질소가 68% 가량 제거가 된 것은 SS 속에 포함된 부분이 제거된 것이고, 오존에 의해서는 거의 제거되지 않았다.

오존이 적용된 DOF-PO2시스템에 의한 축산폐수의 처리는 처리율도 매우 높고, 유출수의 수질도 큰 변화없이 안정적인 처리가 되었다.

따라서 DOF-PO2에 의한 처리는 축산폐수의 처리에 효과적인 뿐만 아니라 오존의 이용효율이 높고, 짧은 체류시간으로 인하여 축산폐수처리장의 부지면적을 최소화할 수 있으며, 건설비도 줄일 수 있는 시스템으로 생각된다.

4. 결론

축산폐수는 난분해성 유기물질을 많이 함유하고 있기 때문에 처리가 어려운 것으로 알려져 있다. 난분해성 유기물질을 많이 함유한 축산폐수를 처리하기 위하여 오존이 도입되고 있으나 아직도 현장에서는 방류수 수질기준을 맞추기가 어렵다. 본 연구에서는 오존의 이용효율을 높이고, 오존을 고농도로 적용할 수 있는 DOF-PO2공법을 적용한 축산폐수

처리장의 실 플랜트에 대한 연구를 수행하였다.

운전기간 동안 DOF-PO2시스템에 오존을 100~110 mg/L 주입하였고, 응집제를 평균 Alumn 305 mg/L, FeCl₃ 122 mg/L, 응집보조제로 polymer 9.7 mg/L를 주입하였다. 그리하여 유입수내에 존재하는 SS의 제거율이 A/S비가 0.3~0.4(mL/mg)에서 94%를 상회하여 약 400 mg/L의 농도를 22 mg/L까지 낮출 수 있었다. COD_{Mn}의 제거율도 90% 정도로 620 mg/L로 유입되어 63 mg/L로 유출되었다. SCOD_{Cr}은 890 mg/L정도가 유입되었으며 82%가 제거되어 160 mg/L 정도로 유출되었다. UV-254흡광도는 96%제거 되었다. 특히 TP의 제거율은 98%가 넘었고 27 mg/L가 유입되어 0.35 mg/L만이 유출되었다. 고농도 오존의 주입으로 TN도 SS의 제거와 함께 68%정도 제거되었으나 오존에 의한 제거효과는 없었다.

디퓨저에 의한 오존 접촉과 미생물처리에 의해 방류수 수질기준을 맞추지 못한 축산폐수 처리장에 DOF-PO2시스템의 오존접촉과 미생물처리에 의해 방류수 수질기준을 맞추어 운전할 수 있었다.

본 연구에서는 DOF-PO2시스템에서 오존의 역할에 대해서만 수행하였으나 체류시간, 반송률, A/S비 등에 따른 처리 효과에 대한 구체적인 연구도 계속 이루어져야 한다.

참고문헌

- 부경민, 김남호, 이성학, 전병희, 김창원, "축산폐수의 최종처리를 위한 색도 및 난분해성 유기물 제거," 대한환경공학회 춘계학술연구발표회 논문집, 이화여자대학교, pp. 11~12(2001).
- 신민석, 이광형, 김달중, 한무영, "전기부상에 의한 축산폐수의 처리," 한국물환경학회, 대한상하수도학회, 공동추계학술발표회 논문집, pp. 387~390(2001).
- 류홍덕, 민경국, 이상일, "SBR 형태의 접촉 안정형 공정에서 축산폐수의 용존 유기물 흡착 특성," 대한환경공학회지, **25**(12), 1504~1510(2003).
- 최용수, 홍석원, 권기환, 정일호, "축산폐수 생물학적 처리수의 후처리를 위한 물리화학적 단위공정비교," *Jour. of Korean Society on Water Quality*, **20**(2), pp. 110~119(2004).
- 조용현, "미세스크린 및 약품응집과 오존산화방식에 의한 축산폐수처리 연구," *Jour. of Environmental Research*, **1**(1), pp. 137~143(2001).
- 김훈, 채병윤, 김형수, "막결합형 생물처리공정(MBR)을 적용한 축산폐수의 고도처리기술," 대한상하수도학회, 한국물환경학회 공동추계학술발표회 논문집, BEXCO, 부산광역시, pp. D33~D36(2003).
- 이철희, 윤용식, 이병호, 성기문, "망상형 회전미생물 접촉조와 생물반응조를 이용한 축산폐수처리(RABC Process)," 대한 상하수도학회, 한국물환경학회, 공동추계학술발표회 논문집, BEXCO, 부산광역시, pp. F13~F15(2003).
- Edzwald, J, "Principles and application of DAF," *Water Science and Tech.*, pp. 1~23(1995).
- 박현수, 박성균, 이기공, 정윤진, "고농도 축산폐수 처리시 유기물 및 질소부하율에 대한 연구," 대한환경공학회 추계학술연구발표회 논문집, 광주과학기술원(1999).
- 이수구, 박상현, 조창호, 임병란, "SBR을 이용한 축산폐수처리에 관한 연구(I)," 한국폐기물학회지, **15**(1), 49~56 (1998).
- 장준기, 황규대. "축산폐수 잔류유기물제거에 관한 연구," 대한상하수도학회, 한국물환경학회, 공동추계학술발표회 논문집, 한국수자원공사, pp. 305~308(2000).