Journal of Korean Society of Water and Wastewater
Vol.22. No3. pp. 359-366 June. 2008

상하수도학회지, 논문
22권 3호, pp. 359-366, 6월. 2008

DAF 공정을 이용한 축산폐수의 고형물 분리와 부상특성

Solid Separation and Flotation Characteristics of Livestock Wastewater Using DAF Process

강병준·유승준·이세일·곽동희*

Kang, Byong-Jun · Yoo, Seung-Joon · Lee, Se-il · Kwak, Dong-Heui*

서남대학교 환경화학공학부

(2008년 4월 21일 접수 ; 2008년 6월 9일 채택)

Abstract

The series of experiments under the various conditions were carried out to evaluate the feasibility of dissolved air flotation (DAF) as an alternative of conventional gravity sedimentation (CGS) and to investigate the decrease of the loadings following to biological wastewater treatment processes in livestock wastewater system.

On the basis of the experiment result between CGS and DAF processes, for the other water quality criteria as well as suspended solid the removal efficiency of DAF process was about 20~25 % better than CGS process on average. In addition, the particle removal efficiency of DAF process became higher in proportion as the increase of air to solid (A/S) ratio and the general wastewater treatment efficiency of DAF process was enough to meet the requirement of loading decrease to following biological process even at low A/S ratio range. Though DAF process is widely known as an solid separation unit, there was not the notable relationship between particle separation efficiency and several pollutant removal efficiencies like COD_{Cr} and nutrients (T-N, T-P). Assume that the COD_{Cr} was removed as the fraction of particle separation in this experiment, the removal efficiency of T-N and T-P were sensitive to removal efficiency of COD_{Cr}, especially.

Key words : Livestock Wastewater, Bubbles, Dissolved air flotation (DAF), Particle, Solid separation

주 제 어 : 축산폐수, 기포, 용존공기부상, 입자, 고형물 분리

1. 서 론

국내의 수질환경에서 축산폐수의 영향은 외국의 일반적 상황에 비하여 매우 크다고 볼 수 있으며 폐수발생량 측면에서는 많지 않으나 축산폐수에 의한 오염부하량으로 환산하면 수계에 미치는 부하량은 매우 큰 것으로 알려져 있다. 현재 우리나라에서 발생하는 전체 폐수발생량의 0.6%를 차지하고 있으나, 배출 BOD 부하량에서는 전체배출량의 26%를 차지해 미처리되어 방류될 경우 수계의 심각한 오염을 일으킬 수 있는 가능성이 있다. 축산분뇨는 높은 오염부하량과

*Corresponding author Tel: +82-63-620-0223, FAX: +82-63-620-0211, E-mail: kwak124@hanmail.net(Kwak, D.H.)

다량의 분성분의 함유로 인해 처리시 여러 가지 문제점을 나타내고 있다(곽, 2000).

축산폐수처리에 있어서 질소 및 인을 제거하는 고도처리 기술이 절실히 요구되고 있지만 기존의 생물학적 방법으로는 처리에 한계가 있어서, 유입되는 축산폐수 원수의 개량과 부하량 저감과 같은 새로운 처리방법에 대한 연구가 절실히 요구되고 있다. 특히, 안정적인 축산폐수처리를 위해서는 고농도의 축산폐수 원수에 대한 전처리공정이 도입되어 처리 가능한 수준으로 유입 부하량의 감소가 필요하다. 전국 축산폐수공공처리시설의 전처리공정은 일반적으로 Rotary Screen→Screw Press→Cyclone→원심탈수기 공정으로 구성되어 있는 협잡물종합처리기를 비롯하여, 스크린, 벨트프레스, 원심분리기, 부상조 등으로 구성되어 있다. 축산폐수공공처리장의 처리효율은 매우 불규칙하며, 처리효율이 낮은 곳에서는 후단의 생물학적 처리공정에 악영향을 미치게 된다(정, 2006).

따라서 현재 축산폐수처리에 적용되어지고 있는 유기물질, 질소와 인 등의 제거와 더불어 미세 입자의 분리를 적절히 달성할 수 있는 처리공정이 요구된다. 특히 입자의 제거에는 중력 침전(conventional gravity sedimentation, CGS)보다 좁은 시설면적과 높은 부하량으로 효율적으로 입자를 분리할 수 있는 용존공기부상(dissolved air flotation, DAF)이 유용할 것으로 여겨진다(Kwak, et al., 2005). 이에 따라 국내에서 축산폐수처리의 낮은 처리효율로 인한 문제 해결을 위하여 기존에 개발된 생물학적 축산폐수처리공정에 입자의 분리에 효과적인 것으로 알려져 있는 DAF 공정의 적용에 대한 연구가 필요한 시점이다.

본 연구에서는 국내 축산폐수처리의 당면과제인 축산폐수처리시설의 부하량 저감을 위하여 우사 폐수를 대상으로 DAF 공정의 적용 가능성을 살펴보고자 하였다. 초기에 발생하는 축산폐수는 매우 다양한 크기의 협잡물을 포함하여 고형물가 매우 높으므로 통상 원심분리나 스크린과 같은 고액분리 공정을 거쳐 폐수처리공정으로 유입된다. 이와 같은 1차 협잡물 제거후 폐수처리공정으로 유입되는 축산폐수 역시 상당한 고형물 농도를 나타내어 생물학적 폐수처리에 어려움을 유발한다. 이와 같은 상황을 고려하여 본 연구에서는

Table 1. Dimension of DAF pilot plant and equipments

Compressor	Recycling pump	Filter, Controller
Inflow air 111ℓ /min	Capacity 40ℓ /min	Max pressure 9.9 kgf/㎠
Outflow air 60ℓ /min	Total head 12m	Control range 0~10kgf/㎠
80bar(116psi), 1,700rpm		Air flow rate 0~10ℓ /min
Saturator	Recycling tank	
Diameter 148mm	Length 441mm	Recycling pot height 100mm
Height 430mm	Width 441mm	Head space height 94mm
Total volume 7.40ℓ	Height 594mm	Effec. volume 78ℓ
	Total volume 115ℓ	Recycle pot height 100mm

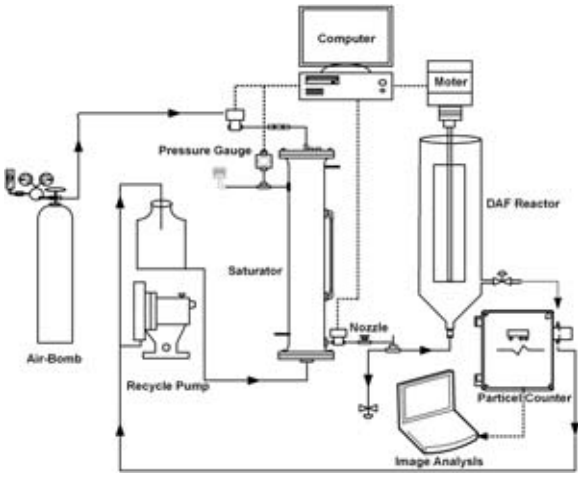

Fig. 1. Schematic diagram of batchwise DAF pilot plant used in this study.

DAF 공정을 생물학적 처리공정의 전처리공정으로 적용하여 고형물뿐만 아니라 유기물질과 영양염류의 유입 부하를 경감시키고자 하였다. 아울러, 궁극적으로는 축산폐수처리 공정의 처리효율 향상을 도모하여 국내 수계의 수질보전에 기여할 목적으로 축산폐수의 부상처리에 대한 연구를 실시하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험장치

본 연구를 수행하기 위하여 실험실 규모의 DAF pilot plant를 사용하였다. 이 DAF pilot plant에는 응집제 투입 및 교반장치를 설치하여 적절한 약품혼합 및 급속교반과 완속교반을 실시한 후 형성된 플록과 미세 기포가 원활히 결합할 수 있도록 하였고, 원통부상컬럼 하단에서 포화된 순환수가 유입할 수 있도록 제작되었다. 균일한 압력조정과 이물질의 혼입을 억제하기 위하여 압력조절장치(pressure controller)와 필터를 포화기(saturator) 유입전에 설치하였고 이 포화기(saturator) 측부에는 순환수와 압입된 공기의 용해상태를 감시할 수 있도록 별도의 액위계를 설치하였다. 타이머를 부착하여 기포의 체적농도를 자동조절이 가능하여 반복되는 실험의 오차를 줄일 수 있도록 하였고, 가압탱크는 5kg/cm^{2}으로 운전하였으며 일정한 기포 체적농도를 유지하기 위하여 가압장치대신 공기봄베(air bombe)를 사용하였다. 본 연구에서 사용한 DAF pilot plant의 모식도는 Fig. 1에 나타내었으며 그 주요 구성요소의 세부 사양은 Table 1과 같다.

2.2 실험시료

대상 시료는 전라북도의 축산농가인 D농장의 초기 배출

상하수도학회지, 논문
22권 3호, pp. 359-366, 6월. 2008

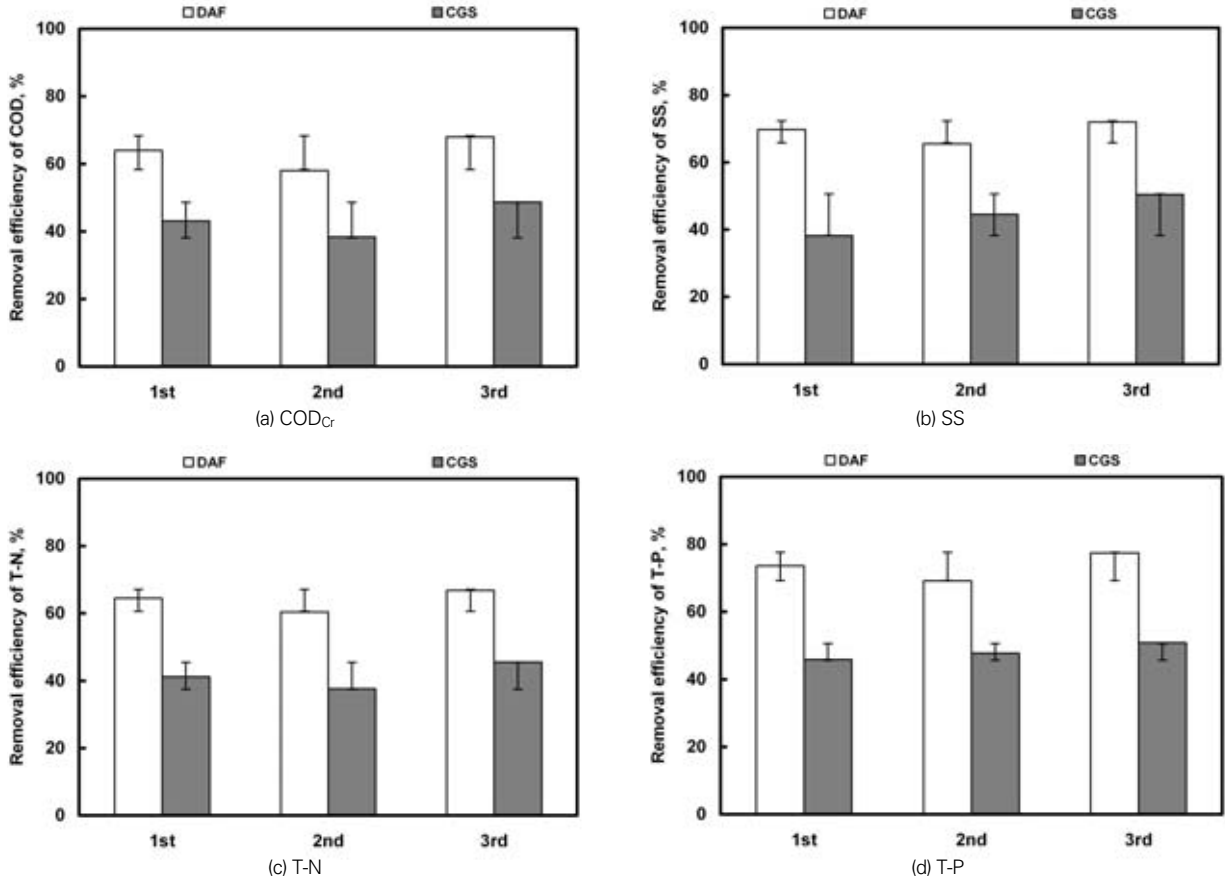

Fig. 2. Comparison of removal efficiency between CGS and DAF processes.
* Saturator pressure: 5.0 atm, recycle ratio 50%, coagulant dose (PACl): 50ppm

인 젖소 분 · 뇨의 혼합 시료를 채취하여 실험의 시료로 사용하였다. D농장은 계류식 우사에서 200여 마리의 젖소를 사육하고 있으며 하루에 발생하는 분뇨는 1999년 7월 8일 환경부고시 제1999-109호(오수 · 분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률시행령 제20조 제3항 별표5의 규정)에서 발표된 사육두수 및 가축별 배출원단위에 관한 자료(젖소 발생원단위 45.6ℓ /d)를 적용하면 9,120ℓ /d의 분뇨가 발생하는 중규모의 농장이다. 이 농장에서 발생하는 초기 분뇨의 성상은 다음의 **Table 2**와 같다. 통상 관로이송이나 수거된 축산폐수는 하수처리장이나 분뇨처리장에서 축산폐수는 협잡물을 제거하기 위해서 분쇄후 스크린이나 원심분리기 등을 이용하여 초기 협잡물을 제거한다. 본 실험에서 사용한 시료 또한 400㎛ Mesh를 사용하여 협잡물을 선별하여 여액을 실험 시료로 사용하였다.

Table 2. Water quality characteristics of livestock wastewater used in this study

Description	Range of wastewater quality					
	pH	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD_{Cr} (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
Max.	7.6	18,000	20,000	60,000	4,200	780
Min.	7.2	15,000	12,000	48,000	3,000	550
Average	7.40	16,500	16,000	54,000	3,600	665

2.3 운전 및 실험방법

실험에 사용된 원수는 전라북도 완주군에 소재한 D 목장(젖소 50여두 사육)에서 채취한 축산폐수이다. 실험을 위하여 채취한 축산 분 · 뇨 혼합물의 함수율이 낮아 증류수를 이용하여 10배를 희석함으로써 축산폐수처리장과 비슷한 함수율과 농도를 유지시켰으며, 400㎛ mesh를 이용해 협잡물을 제거 후 실험 원수로 사용하였다. 실험장치는 **Fig. 1**에 나타낸 실험실 규모의 회분식 DAF pilot plant를 회분식으로 운전하였다. DAF 실험장치에서 부상조의 가압수 주입은 순환비를 일정하게 변경 할 수 있는 타이머가 장착되어 있어 30, 50, 70, 100%의 정확한 순환수를 주입함으로써 반복되는 실험에서 오차를 줄였다. 순환비의 가압비는 5 atm으로 고정하여 운전하였다. 응집제는 PACl와 $FeCl_3$를 사용하였으며 부상처리가 끝나면 부상조 하단 10% 지점 샘플링 포트에서 시료를 채취하여 분석하였다.

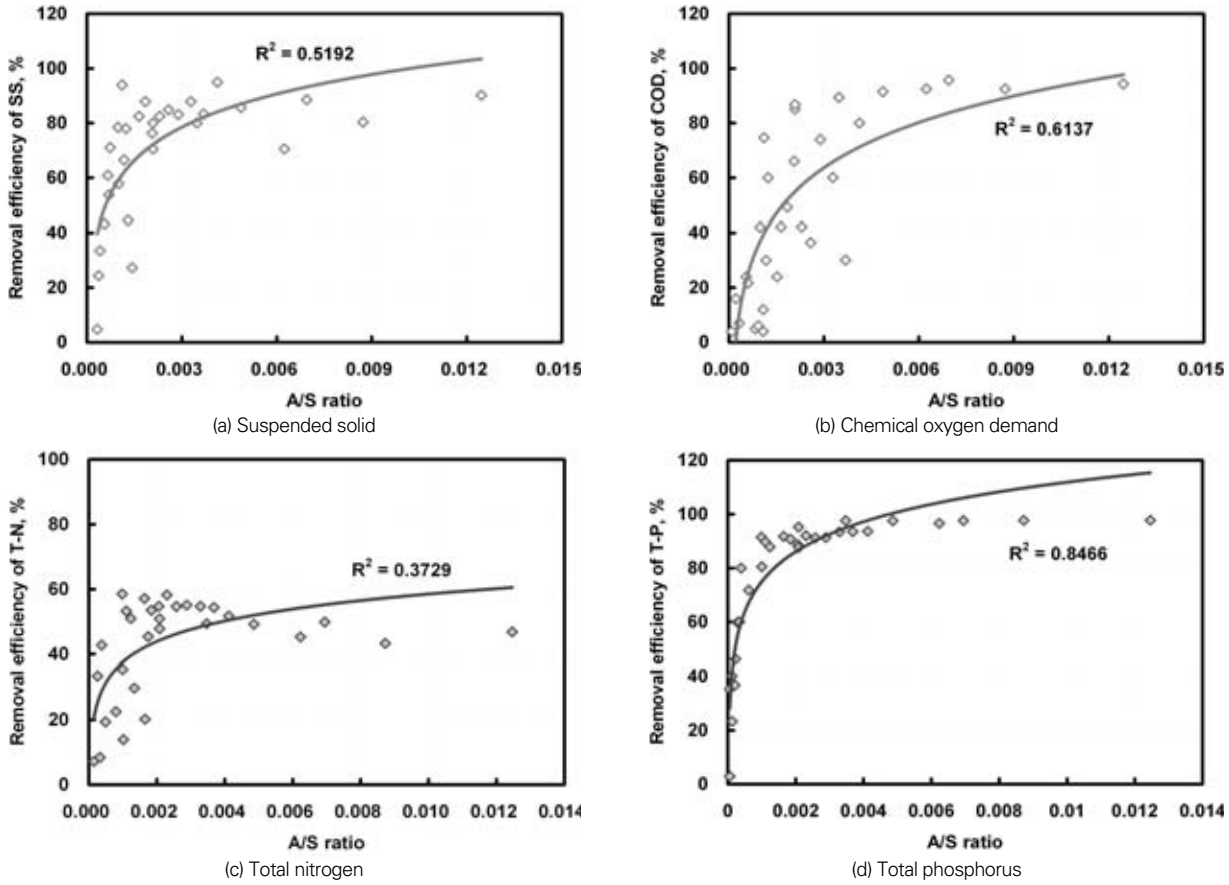

Fig. 3. Removal efficiency of DAF process depending on A/S ratio.

응집제 주입량은 50ppm – 120ppm 범위에서 Jar-test를 이용하여 응집제 최적주입량을 결정하였다. 1분간의 급속교반을 통하여 응집제를 충분히 혼합하고 3분간 짧은 완속교반을 실시하여 플록이 필요이상으로 크지 않도록 하여 실험에 사용하였다.

DAF 공정을 이용한 축산폐수의 부상특성과 효율을 비교하기 위하여 실시한 중력침전 실험에서도 원칙적으로 부상실험과 동일한 조건을 적용하였고, 탁도와 COD_{Cr}, T-N, T-P, SS 등의 항목별 제거율을 지표로 사용하였다. 축산폐수 처리실험에 있어서 교반과 플록형성과정을 포함하여 응집공정 등 전처리 조건은 동일하게 적용하였으나 고액분리에 있어서는 각 공정의 특성을 고려하여 부상은 10분후 하등수를 채수하였고, 침전은 30분의 침전시간을 둔 후 상등수만 분취하여 분석하였다.

본 연구에서 실시한 모든 실험은 수질오염공정시험법 및 동 시험방법에 의거 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 실험원수 특성

DAF 공정은 기포와 결합시켜 교형물을 분리하므로 CGS 공정에 비하여 입자의 이화학적 특성을 더 많이 반영한다. 축산폐수의 부상 및 침전처리 이전에 폐수중에 함유된 고형물의 성분을 살펴보았다. 본 실험을 위하여 현장에서 채취한 시료를 400 ㎛의 mesh를 이용하여 협잡물을 제거하고, 일

Table 3. Results of solid composition measurement for livestock wastewater

Description	Solid composition of livestock wastewater					
	Solid concentration			Solidfraction(%)		
	Total	Volatile	Fixed	Total	Volatile	Fixed
TS	TS	VS	FS	TS	VS	FS
	16,600	12,800	3,800	100	77.1	22.9
SS	SS	VS	FSS	SS	VSS	FSS
	4,700	1,600	3,100	28.3	9.6	18.7
DS	DS	VDS	FDS	DS	VDS	FDS
	11,900	11,200	700	71.7	67.5	4.2

상하수도학회지, 논문
22권 3호, pp. 359-366, 6월. 2008

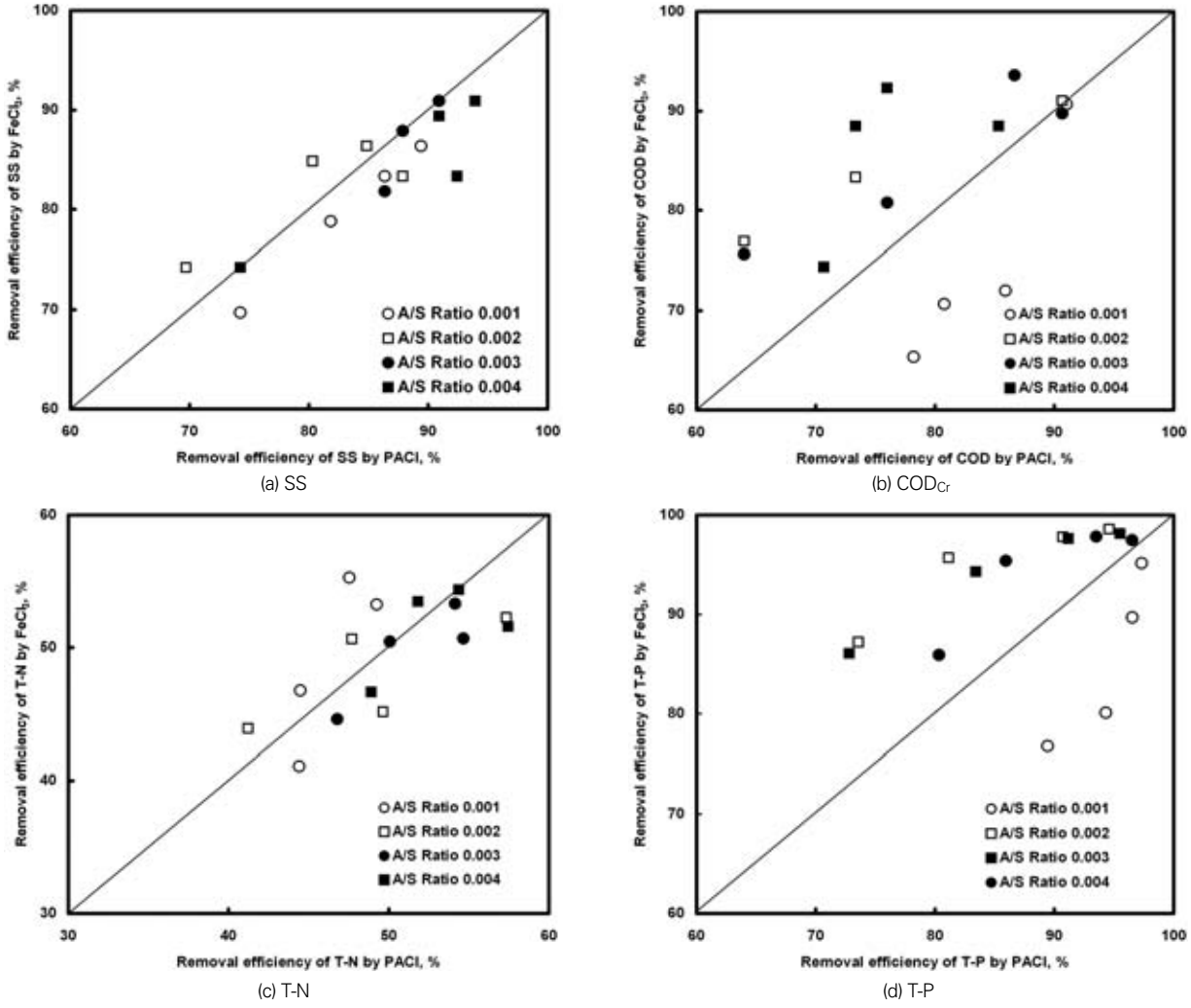

Fig. 4. Comparison of removal efficiency coagulated by PACl with FeCl3 using DAF process.

련의 실험에 사용하였다. 초기 시료로부터 협잡물을 제거하고 실험에 사용한 시료의 평균 COD_{Cr} 3,660 mg/L, T-N 401 mg/L, T-P 70 mg/L, SS 4,700 mg/L이었다.

축산폐수의 고형물 조성성분은 다음의 Table 3과 같다. TS 16,600 mg/L를 나타내는 시료에 있어서, SS와 DS는 28.3 %와 71.7 %를 나타내었다. 한편, VS와 FS는 총고형물(TS)의 77.1 %와 22.9 %를 각각 나타내었다.

또한, 총고형물(TS)중 휘발성유기고형물(VSS)과 잔존성 부유고형물(FSS)은 각각 9.6 %, 18.7 %를 차지하였으며, 총 부유고형물을 기준으로는 휘발성유기고형물(VSS)과 잔존성 부유고형물(FSS)이 각각 34.0 %, 66.0 %를 구성하고 있었다. 또한 총고형물(TS)중 휘발성용존고형물(VDS)과 잔존성 용존고형물(FSS)은 각각 67.5 %, 4.2 %를 차지하였으며, 총용존고형물(TDS)중에서는 휘발성용존고형물(VDS)과 잔존성용존고형물(FDS)은 94.1 %, 5.9 %로 구성되어 있었다.

3.2 CGS과 DAF 효율 비교

앞에서 살펴본 축산폐수 시료를 대상으로 응집제 50ppm과 반송율 50%, 포화기 5atm의 동일한 조건에서 침전과 부상처리를 실시한 후 그 효율을 상호 비교하였다. 실험오차를 줄이기 위하여 각 3회씩 실시된 항목별 DAF 공정의 평균 제거율은 SS 69.1 %, COD_{Cr} 63.3 %, T-N 63.9 % 그리고 T-P 73.4 %이었다. 이에 반하여 CGS 공정의 평균 제거율은 SS 44.4 %, COD_{Cr} 43.4 %, T-N 41.5 % 그리고 T-P가 48.1 %를 나타내었다.

CGS에 비하여 DAF공정이 SS는 평균 24.6 %, COD_{Cr}은 평균 20.0 %, T-N 평균 22.4 %, T-P는 평균 25.3 % 더 높은 제거 효율을 나타내었다. 한편 회분식으로 수행된 본 실험에서 DAF 공정에서 포화기(saturator)에서 가압된 포화수의 순환비(recycle ratio)는 20%를 적용하였으며, 이 순환수에 의한 희석분율을 제외한 순수 처리율은 SS 61.3 %,

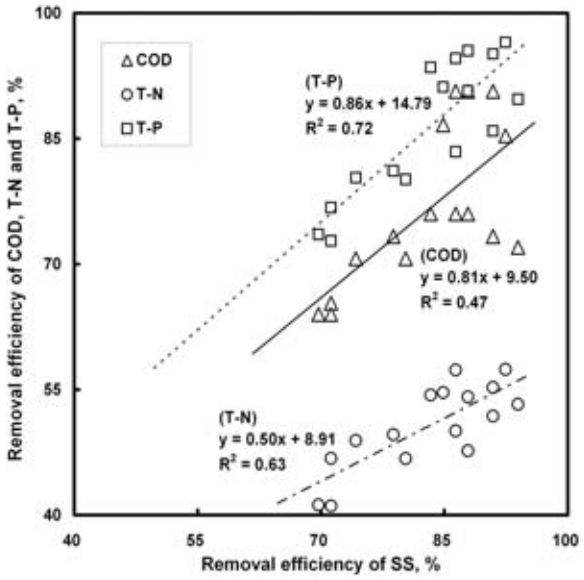

Fig. 5. Relationship between SS removal efficiency and removal efficiency of other water quality criteria (COD_{Cr}, T-N and T-P).

COD_{Cr} 54.2 %, T-N 54.9 % 그리고 T-P가 66.8 %로써 DAF 공정이 CGS 공정에 비하여 SS는 16.9 %, COD_{Cr}은 10.8 %, T-N은 13.4 % 그리고 T-P는 18.7 %가 높게 나타났다.

DAF 공정이 CGS와 마찬가지로 입자분리 공정의 하나인 점을 고려할 때, DAF 공정에서 제거된 COD_{Cr}, T-N 및 T-P는 기본적으로 SS와 같은 고형물 입자에 함유된 부분(fraction)이 부상분리에 의하여 제거되었을 가능성이 높고, 이와 같은 고형물 입자의 용존/비용존, 유기/무기 등의 특성에 따라 제거효율이 영향을 받을 것이다.

3.3 A/S Ratio에 따른 부상효율

DAF공정에서는 주입되는 기포의 단위 체적에 기초한 기포체적농도(bubble concentration)가 중요한 인자로써 다루어진다(이 등, 2003). 본 연구에서는 이 기포체적농도를 고형물의 상대적인 비로 나타낸 A/S ratio의 변화에 따른 처리특성을 살펴보았다. 다음의 **Fig. 3**에서는 A/S ratio에 따른 SS, COD_{Cr}, T-N, T-P 제거 효율을 나타내고 있다. 본 실험에서 적용한 A/S ratio 범위는 대략 0.001~0.004이다. A/S ratio가 증가함에 따라 제거율이 증가하는 경향을 보이고 있는데, 고농도의 축산폐수에서 낮은 A/S ratio에서도 높은 제거율을 보이고 있어 전체적으로 처리효율은 양호한 상태를 보이고 있다. 높은 A/S ratio 일수록 제거율이 증가하나 일정 부분 이상의 A/S ratio 에서는 제거율의 한계를 보여주고 있어, 적정 A/S ratio는 0.002로 판단된다. T-P의 경우 제거율이 90% 이상으로 A/S ratio가 증가함에 따라 미소하게 증가는 하지만 낮은 A/S ratio에서도 제거율이 높은 것으로 나타났다. T-N의 경우는 전체적인 제거율이 40%이상으로 다른 수질항목의 전체 제거율이 80%이상이 되는 제거율에 비하면 다소 낮은 수치이다.

3.4 응집제의 종류에 따른 부상효율

DAF 공정은 CGS 공정과는 달리 응집과정에서 형성된 플록의 비중과 같은 이화학적 특성에는 상대적으로 덜 민감하여 응집제의 종류에 따라 그 효율의 차이가 크지 않은 것으로 알려져 있다(Han et al., 2001).

다음의 **Fig. 4**는 환경통계에서 두 변수의 비교에 주로 사용되는 Youden 도표를 사용하여 응집제 종류에 따른 SS, COD_{Cr}, T-N, T-P의 제거효율을 상호 비교하였다. 이 Youden 그래프에서는 대각선을 중심으로 두 응집제별 처리효율을 비교하여, 시각적으로 보다 명확하게 처리효율의 우열을 구분 할 수 있다. 대각선을 기준으로 분포하는 각 항목별 처리효율을 살펴보면, SS와 T-N의 경우 PACl 응집제가 COD_{Cr}와 T-P의 경우 $FeCl_3$ 응집제가 제거효율이 미소하게 우수하였으나, 작은 차이에 비교는 크게 유의하지는 않고 응집제의 종류에 따라 특정한 패턴이나 변동 인자를 찾기 어려웠다.

3.5 입자의 고액분리에 따른 COD_{Cr}, T-N 및 T-P 처리효율

Jar-test를 이용하여 최적응집제 주입량을 결정하였으며, 실험오차를 줄이고 재현성 확보를 위하여 3번의 반복실험을 실시하여 그 평균값을 이용하였다. 앞에서 언급되었던 DAF 공정에서 제거된 COD_{Cr}, T-N 및 T-P는 기본적으로 SS와 같은 고형물 입자에 함유된 부분(fraction)이 부상분리에 의하여 제거되었을 가능성을 확인하기 위하여 본 축산폐수의 부상 처리실험 결과를 각 수질항목별 상관성 분석을 통하여 살펴보았다.

다음의 **Fig. 5**는 DAF 공정을 이용하여 축산폐수중의 입자의 분리과정에서 제거되는 SS와 타 수질항목 제거효율과의 상관성을 나타낸 것이다. SS 제거율과 COD_{Cr} 제거율과의 관계를 보면, SS 제거율이 증가함에 따라 COD_{Cr} 제거율 증가를 보이고 있으나, 상관성이 0.47로 다소 낮다. 다음으로 T-N의 제거율과의 상관성은 0.63으로 높지 않은 수치를 나타내며, SS제거율에 따른 T-P의 제거율은 정확도에서 신뢰할 수 있는 범위는 아니지만 결정계수(determination coefficient)가 0.72로 상대적으로 다소 높은 값을 나타내고 있다. 본 실험은 가축의 분과 뇨를 포함한 사료, 축사에서 혼입된 이물질 등 다양한 형태의 입자가 포함된 점을 고려할 때, 순수 가축분뇨로만 형성된 축산폐수만을 처리한다면 T-P의 제거는 입자화된 고형물의 제거율과 직접적인 관련성을 보일 것으로 예상된다.

상하수도학회지, 논문
22권 3호, pp. 359-366, 6월. 2008

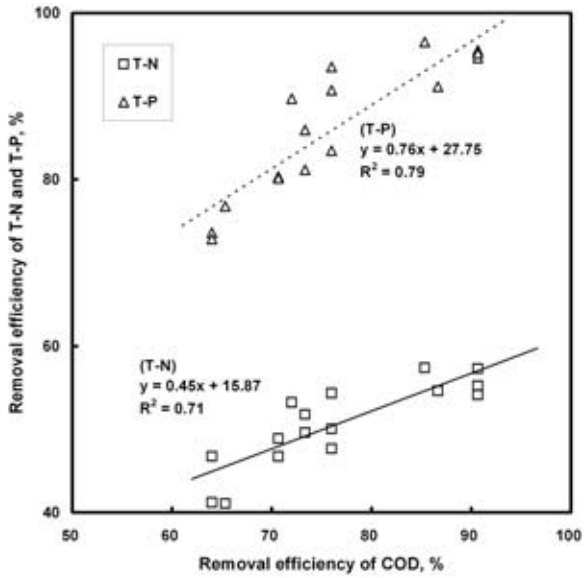

Fig. 6. Relationship between COD_{Cr} removal efficiency and removal efficiency of other water quality criteria (T-N and T-P).

3.6 COD_{Cr} 제거에 따른 T-N과 T-P 제거효율

DAF 공정은 일반적인 생물학적처리 공정처럼 용존 물질을 산화하거나 분해하는 반응을 목적으로 하지 않고 고액분리를 목적으로 고안된 공정이다. 따라서 근본적으로 고형물 입자의 분리효율에 다른 수질항목도 의존할 수밖에 없다. 앞에서 살펴본 것처럼 SS(부유성 입자)의 제거에 따라 COD_{Cr}와 T-N, T-P의 제거효율도 다소의 차이를 가지면서 약간의 상관성을 보였다. 일반적으로 DAF 공정에서는 조류와 같은 유기성 입자가 점토질과 같은 무기 입자보다 기포와의 충돌-결합 효율이 높아서 그 제거효율이 우수한 것으로 알려져 있다(Kwak et al, 2006). 이를 고려하여 COD_{Cr}의 제거가 입자의 제거분으로 달성된다고 가정하고, 이 유기성 입자(COD_{Cr})의 제거에 따른 영양염류(T-N, T-P)의 관계를 살펴보았다. 다음의 **Fig. 6**에 나타낸 바와 같이 COD_{Cr}제거율에 따라 T-N 및 T-P 제거율의 결정계수가 각각 0.71과 0.79로 나타나 SS 제거율과의 상관성보다 더 높은 수치를 나타내었다. 결론적으로 축산폐수의 처리공정에서 생물학적 처리공정의 부하량 저감을 위하여 고액분리용 전처리공정으로 DAF 공정을 적용할 경우 입자에 기초한 고형물 부하량뿐 아니라 COD_{Cr}와 같은 유기물질 및 영양염류도 상당부분 제거하여 후속공정에 미치는 부하량을 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

4.결 론

본 연구에서는 국내 축산폐수처리의 당면과제인 축산폐수처리시설의 부하량 저감을 위하여 DAF 공정을 고액분리용 전처리공정으로 적용하여 그 처리특성을 살펴보았다. 본 연구에서는 DAF 공정을 생물학적 처리공정의 전처리공정으로 적용하여 고형물뿐만 아니라 유기물질과 영양염류의 유입 부하를 경감시키고자 하였다. 실제 운영중인 우사폐수를 처리하여 입자분리 효율과 제반 특성을 조사하고 평가한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. CGS와 DAF공정을 이용하여 축산폐수에 대한 처리효율을 상호 비교한 결과, SS는 평균 24.6 %, COD_{Cr}은 평균 20.0 %, T-N 평균 22.4 %, T-P는 평균 25.3 %더 높은 제거 효율을 나타내어 DAF공정이 축산폐수처리시스템에서 후속 처리공정의 부하량 저감을 위한 전처리공정으로 적용성이 좋을 것으로 판단되었다.
2. A/S ratio가 증가함에 따라 제거율이 증가하는 경향을 보였으며, 고농도의 축산폐수에서 낮은 A/S ratio에서도 높은 제거율을 보이고 있어 전체적으로 DAF 공정의 적용성이 양호한 결과를 보였다. 높은 A/S ratio 일수록 제거율이 증가하나 일정 부분 이상의 A/S ratio에서는 제거율의 한계가 있었다.
3. 고형물 입자의 고액분리에 기초한 SS 제거율과 COD_{Cr} 제거율과의 관계를 보면, SS 제거율이 증가함에 따라 나타나는 수질항목별 제거율은 COD_{Cr}, T-N 그리고 T-P 순이었으며 항목별로 상관성이 다소 차이를 보였다.
4. COD_{Cr}의 제거가 고형물 입자제거로 달성된다는 가정하에서, 이 유기성 입자(COD_{Cr})의 제거에 따른 영양염류(T-N, T-P)의 관계를 살펴본 결과, COD_{Cr}제거율에 따라 T-N 및 T-P 제거율의 상관성이 SS 제거율과의 상관성보다 더 높은 수치를 나타내었다.

KSWW

감사의 글

본 연구는 2008년도 전북지역환경기술개발센터 조사연구사업으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 곽동희 (2000), 축산폐수공공처리시설의 운영 · 관리 요령, ***축산폐수공공처리시설 관련업무 종사자 토론회 논문집***, 무주리조트, pp.23-71
2. 정성욱 (2006), ***응집침전 부상분리 및 펜톤 산화를 이용한 축산폐수 전처리 연구.*** 박사학위 논문, 경상대학교.

3. 곽동희, 김성진, 임영환 (2004), 용존공기부상(DAF) 공정을 이용한 생물학적 플록의 부상분리, ***상하수도학회지***, **18**(5), pp.649-655.
4. 곽동희, 김성진, 이화경, 정홍조, 이재욱, 정팔진 (2002), DAF 공정에서 무기고형입자의 유체역학적 충돌효율과 부상특성, ***상하수도학회지***, **16**(6), pp.655-662.
5. 김성진, 강병준, 박상욱, 이재욱, 정홍조, 곽동희 (2006), 미세기포에 의한 활성슬러지의 부상특성, ***상하수도학회지***, **20**(4), pp.501-507.
6. 이성우, 이현동, 한명호, 곽동희, 김충환 (2003), ***고도상수처리*** (원리 및 응용), 동화기술
7. 최도영, 김성진, 정홍조, 이세일, 백도현, 이재욱, 곽동희 (2005), 점토와 조류입자의 제타전위가 부상분리효율에 미치는 영향, ***상하수도학회지***, **19**(4), pp.437-445.
8. Kwak, D.-H., Jung, H.-J., Kim, S.-J., Won, C.-H., Lee, J.-W. (2005), Separation Characteristics of Inorganic Particles from Rainfalls in Dissolved Air Flotation: A Korean Perspective, ***Separation Science and Technology,*** **40**, pp.3001-3016.
9. Kwak, D.H., S.J. Kim, H.J. Jung, C.H. Won, S.B. Kwon, H.W. Ahn and J.W. Lee (2006), Removal of Clay and Blue-green Algae Particles through Zeta Potential and Particle Size Distribution in Dissolved Air Flotation Process, ***Water Science and Technology: Water Supply***, **6**(1), pp.95-103
10. Han, M.Y., Kim W.T., and Dockko S. (2001). Collection efficiency factor of bubble and particle (αbp) in DAF: Theory and experimental verification, ***Journal of Wat. Sci. & Tech.***, **43**(8), 139-144.