

양돈분뇨 퇴비화공정에서 발생하는 침출액의 화학적처리

정태영 · 오인환* · 김동수**

건국대학교 축산대학

Chemical Treatment of Leachate from Swine Manure Composting System

Chung Tae-Young, Oh In-Whan* and Kim Dong-Soo**

College of Animal Husbandry, Konkuk University

Summary

This experiment was conducted to investigate the efficiency and compatibility of the coagulation and settling processes of leachates from the compost of two swine farms. And results obtained are as follows :

1. In the farm A where COD_{Cr} , COD_{Mn} and BOD_5 of original leachate were 4,400, 2,950 and 87mg/ℓ, respectively, the rate of coagulation and settling process was more efficient in the leachate treated with the conjugate of Alum and cation polymer than that of Alum and anion polymer. The concentrations of BOD_5 , T-N and T-P of the effluent after treatment with the conjugate of Alum and cation polymer under the optimum condition were 19, 257.5 and 0.4 mg/ℓ, respectively which are under the governmental regulation level.
2. In the farm B where COD_{Cr} , COD_{Mn} and BOD_5 of original leachate were 4,720, 3,040 and 95mg/ℓ, respectively, the conjugate of $FeCl_3$ 1,500mg/ℓ and cation polymer 10mg/ℓ ($FeCl_3$ +FO4240) was most effective coagulation and settling agent compared with the others. The concentrations of BOD_5 , T-N and T-P of the effluent after treatment with $FeCl_3$ +FO4240 were 15.3, 829.4 and 2.8mg/ℓ, respectively. And the concentration of T-N was higher than the governmental regulation level, presumably because of too high concentration of NH_4^+ -N in the leachate.

(Key words : Leachate, Effluent, Coagulation, Settling, BOD_5 , TN, TP)

서 론

축사로부터 발생하는 양돈분뇨는 대부분 혐기화된 slurry 형태이다. 그리고 발생하는 slurry 양돈분뇨의 대부분은 slurry 처리비용

의 과다소요 등 경제적인 문제 때문에 농지에 관행적으로 환원되거나 해양배출로 처리되고 있는 실정이다. 그러나 농지 환원은 환경 용량을 고려한 적절 관리대책이 없는 경우가 빈발하고 농지에 영양 물질이 축적되어

* 건국대학교 생물산업기계공학과(Dept. of Agricultural and Biosystems Engineering, Konkuk University)

** 농협중앙회(National Agricultural Cooperative Federation)

비점오염원으로 수질오염이 심화되고 있다 (안재환 등, 2000). 또한 시·군의 축산폐수 공공처리시설 경우에도 부적합한 처리공법 적용과 운전 미숙으로 완벽한 처리가 이루어지지 않은 상태로 수계에 방류시키고 있는 실정이다(지재성, 1991).

양돈농가는 slurry 분뇨처리를 위하여 톱밥 퇴비화방법을 활용하는 경우가 많다. 그러나 기존의 퇴비화방법은 퇴비단에서 발생하는 침출수의 처리가 어렵기 때문에 침출수 발생을 최소화하거나, 발생시키지 않고 전량퇴비화 하는 방향으로 진행되어 왔다. 이 경우 고품질 퇴비를 얻기 어려우며 과도한 톱밥 사용으로 인한 토양의 sponge 현상발생으로 농작물 뿌리의 활착이 제대로 일어나지 않는 문제점 발생을 초래하기도 한다(유철호 등, 2000).

최근 많은 양돈농가로부터 퇴비단에서 발생하는 침출수를 손쉽고 경제적으로 처리할 수 있는 방법을 제시해 달라는 요구가 많다. 따라서 퇴비화에 따른 과잉 침출수를 하부로 배출하는 퇴비화방법으로 양돈 slurry를 처리하거나, 정화처리를 위한 전처리방식으로 slurry중 고형물질을 제거코자 퇴비단을 filter로 이용하는 방법 등에 관한 연구(농협중앙회, 2002)가 진행되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 한가지 방법으로써 2개 양돈장을 대상으로 검증을 실시하였다. 즉, slurry 퇴비화처리를 주목적으로 하여 유입량의 10% 정도가 퇴비단 하부로 침출되는 양돈장과, 분뇨중 고형물처리를 위하여 유입량의 50% 정도가 퇴비단 하부로 침출되는 양돈장의 침출수를 대상으로 화학적 응집처리방법 적용 가능성 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험대상 및 방법

가. 실험대상농장

슬러리 양돈 분뇨의 퇴비단 침출수 처리를 위하여 충북 진천시에 위치한 A양돈장 퇴비

단 침출수 및 경기도 이천시 B양돈장 퇴비단 침출수를 채수하여 실험을 수행하였다.

A양돈장 퇴비단의 경우 폭 8m, 길이 50m, 높이가 1.8m이며 톱밥과 양돈 분뇨 슬러지의 완전 혼합 방식으로 퇴비화하는 방식을 채택하고 있었으며, B양돈장 퇴비단의 경우 폭 4m, 길이 35m, 높이가 1.5m로 A양돈장 퇴비화 시설에 비해 작은 규모로 침출수 배출을 주목적으로 톱밥상 상단부만 교반하는 방식을 채택하고 있었다.

A양돈장의 경우 퇴비화가 주목적으로 톱밥과 축산분뇨의 완전 교반이 일어나도록 운전하였으며, 침출수 발생량을 최소화하기 위해 침출수를 퇴비단에 재 주입하는 방식으로 처리하고 있었다. 조사 당시 모돈 800두와 체중 25kg 이하의 자돈 3,000두를 사육하고 있었으며, 세척수를 다량 사용하고 있어 슬러리의 수분 함량이 매우 높아 분뇨배출량이 15m³/일에 달하였다.

이에 반해 B양돈장의 경우 축산분뇨 전처리차원에서 분뇨를 퇴비단에 주입시킴으로써 발생하는 침출수를 정화처리하기 위함이 주목적이었다. 톱밥층 위에 슬러리 형태의 축산분뇨를 약 30cm 정도 채우고 상단부의 슬러리만 교반하므로써 원활한 침출수의 배출이 일어나도록 하였다. 이와같은 처리방법의 차이 때문에 A양돈장 퇴비단을 통한 축산분뇨의 침출율은 약 10.9%인데 반해 B양돈장의 경우 50% 수준으로 B양돈장의 침출율이 A양돈장에 비해 약 5배정도 높았다.

나. 침출수의 응집침전 공정

응집제로는 공업용 8% Alum과 35% FeCl₃가 사용되었으며 응집 보조제로는 Nalco사의 음이온성 polymer(S/VF Floerger AN 923SH)와 양이온성 polymer(FO 4240SSH)를 0.1% (W/W) 용액으로 조제하여 사용하였다. 최적 pH 조절을 위해 시약용 분말 NaOH를 증류수에 녹여 1N NaOH 용액 및 진한 황산 용액을 1N H₂SO₄ 용액으로 희석하여 사용하였다. 침출수의 응집침전 실험은 Jar tester기

(YUYU SCIENTIFIC M.F.G)에서 500 ml 용량의 비이커에 시료 400 ml로 실험을 수행하였다. 실험에 사용한 Jar tester기는 최대 300 RPM까지 급속 교반이 가능하였으며 급속 교반은 240 rpm에서 2분간 수행하였다. 이때 응집제를 투여하였으며 pH 조절 시약으로 pH를 맞추어 주었다. 완속 교반은 30 rpm에서 15~30분 수행하였으며 이 시기에 응집 보조제를 투입하였다. 완속 교반이 끝나면 정지 상태로 침전을 30분간 수행하여 상등수를 채취하여 분석하였다.

2. 분석 방법

pH와 DO는 pH 미터기(Orion 520A)와 DO 미터기(YSI 55)를 사용하여 측정하였다. 부유물질(SS)은 103~105℃에서 총 부유고형물의 건조 질량을 측정하였으며, COD_{Cr}은 Standard method에 의거하여 Open reflux Titrimetric method로 측정하였다. COD_{Mn}은 공정시험법에 의거하였으며, BOD₅는 5일 동안 DO가 소모한 양을 측정하여 계산하였다. 총인(T-P)은 Standard method에 의거하여 Vanadomolibdophosphoric acid colorimetric method로 측정하였다. TKN 역시 Standard method에 의거하여 Macro-Kjeldahl method로 측정하였으며 NO₂⁻-N 및 NO₃⁻-N은 spectrophotometer (HACH, DR-2000)에 의한 Colorimetric method에 의거하여 측정하였다.

응집에 의한 폐수 처리는 주로 유기물 제거가 주목적이었으며 이온성 물질들은 응집에 의해 처리가 잘 되지 않았으므로 최적 응집 조건을 얻기 위한 기초 실험에서는 색도(Color)와 COD_{Cr}만을 분석하였으며, 최적 실험에서는 BOD₅, COD_{Mn}, COD_{Cr}, TKN (Organic-N, NH₄⁺-N), NO_x-N(NO₂⁻-N and NO₃⁻-N), T-P, SS 등을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. A양돈장 침출수의 응집 실험결과

가. 퇴비단 침출수 원수의 성상

실험에 사용한 A양돈장 퇴비단 침출수 원수의 성상을 Table 1에 나타내었다. COD_{Cr} 및 COD_{Mn} 값이 4,400과 2,950 mg/l 인데 비하여 BOD₅ 함량이 87 mg/l로 생물학적으로 이용 가능한 유기물의 양은 적게 나타났다. 이는 슬러리 돈사의 축산분뇨가 퇴비단을 거치면서 이용 가능한 탄소원이 미생물들에 의해 대부분 사용되었기 때문으로 판단된다. 한편 유기성 질소의 경우 154 mg/l로 무기성 NH₄⁺-N(40mg/l)에 비해 약 4배정도 더 많이 관찰되었고 NO₃⁻-N의 경우 293 mg/l로 나타났다.

Table 1. Characteristics of leachate at farm A

Item	Concentration (PtCo, mg/l)
Color (PtCo)	21,000
CODMn	2,950
Organic - N	154
NO ₂ ⁻ - N	18
T - N	505
CODCr	4,400
BOD5	87
NH ₄ ⁺ - N	40
NO ₃ ⁻ - N	293
T - P	43

나. 최적 조건에서의 응집효율

응집에 최적 pH 선정을 위하여 임의의 일정량(525mg/l) Alum에 pH를 변화시키며 침전상등액의 색도와 COD_{Cr} 제거율은 상태를 검토하여 최적인 pH4를 구하였으며, FeCl₃ 경우 적정 pH 선정실험에서 완속교반 후 1시간이상 경과하여도 침전상태가 극히 불량하여 별도로 측정치 못하였으며, 본 실험에서는 pH4를 최적조건으로 진행하였다.

Table 2. Removal efficiency of color and COD_{Cr} at anion polymer 125 mg/ℓ according to Alum concentration

Alum	Color	Color RE ^a (%)	COD _{Cr}	COD _{Cr} RE (%)
Influent	21,000		4,400	
250	5,380	74.4	1,960	55.5
500	2,190	89.6	1,334	69.5
750	1,028	95.1	992	77.5
1000	772	96.3	896	79.6
1250	628	97.0	800	81.8

a : removal efficiency.

A양돈장의 경우 응집제로는 최적 pH 검토 시 알게 된 침전성으로 판단해 불매 Alum이 FeCl₃에 비하여 좋았기에, Alum을 응집제로 선택하였으며, 침전성을 더욱 향상시키고자 폴리머(고분자 응집제) 첨가가 요구되었다. Alum 농도는 Table 2에서와 같이 음이온 폴리머 125 mg/ℓ 첨가에서 Alum이 250 mg/ℓ 로 저농도로 주입되었을 때 색도 제거율은 74.4%, COD_{Cr}은 55.5%을 보였다. 500mg/ℓ 로 주입농도를 높게 하였을 때는 색도 제거율이 74.4%, COD_{Cr} 제거율이 69.5%로 향상되었으며 750mg/ℓ 이상에서는 각각 95.1%, 77.5%를 보였다. 1,000 mg/ℓ 및 1,250mg/ℓ 의 농도에서는 750mg/ℓ 보다 약간 높은 제거효율을 보였으나 그 증가율이 낮아 최적 Alum 농도는 750mg/ℓ 로 나타났다.

한편, 폴리머 적정주입 농도를 조사한 바 음이온 62.5mg/ℓ, 양이온 31.3mg/ℓ ~187.5 mg/ℓ 이 각각 처리효율이 좋은 것으로 나타났다.

따라서, 음이온 및 양이온 고분자 응집제에 의한 처리 효율을 비교하기 위하여 Alum 750mg/ℓ, 음이온 및 양이온 고분자 응집제를 각각 62.5mg/ℓ 로 일정하게 한 뒤 응집침전 실험을 수행하였던 바 그 결과는 Table 3 및 Fig. 1과 같다. 응집침전 실험 결과 COD_{Cr}, COD_{Mn}, 유기질소(Organic - N)의 제거효율은 음이온성 폴리머의 경우 제거효율이 각각 76.7, 80.0, 68.8%로 양이온성 폴리머의

76.3, 78.3 및 65.1%에 비해 약간 더 높은 경향을 나타내었다. 반면 BOD₅, NH₄⁺ - N, NO₂⁻ - N, NO₃⁻ - N, T-N 및 T-P의 제거율은 양이온성 폴리머의 경우 각각 78.3, 13.2, 100, 42.3, 49.0 및 99.0%로서 음이온성 폴리머 69.7, 5.0, 98.3, 4.4, 27.5 및 95.3%에 비해 좋았다. 특히 NO₃⁻ - N의 경우 음이온성 폴리머에 의한 제거효율이 4.4%로 거의 제거되지 않는데 반해 양이온성 폴리머에 의한 제거율은 42.3%로 10배 정도의 차이를 보였다.

이상의 결과를 종합하여 불매 A양돈장 slurry 퇴비단 침출수의 화학적 응집 처리를 위해서는 응집제로 Alum 적용시, 응집보조제로는 양이온 폴리머가 더 효과적임을 알 수 있었다. 또한 특정지역내 허가대상농가의 축산폐수처리시설 방류수 수질기준인 BOD₅, T - N, T - P 각각 50, 260, 50mg/ℓ 과 비교하여 불매 음이온 폴리머를 주입한 응집실험 결과 BOD₅, T - N, T - P가 각각 26.5, 366.4, 2mg/ℓ 로서 T - N이 수질기준에 부적합하였다. 한편, 양이온 폴리머에 의한 응집 실험 결과는 19, 257.5, 0.4mg/ℓ 로서 수질기준에 적합한 처리 효율을 보였다. 부유물질의 경우 응집 상등수의 경우 두 폴리머 모두에서 10mg/ℓ 이하값을 보였다. 본 실험에 나타난 음이온 및 양이온처리에 의해 나타난 효율은 법에 명시된 특정지역을 제외한 기타지역 수질기준 즉 BOD₅와 부유물질 합량 각 150mg/ℓ 을 모두 충족시켜 주었다.

Table 3. Removal efficiency of leachate treatment according to Alum and polymer concentration (Alum : 750mg/ℓ , Polymer : 62.5mg/ℓ)

	Leachate	Alum + A.P ^a	Alum + A.P R.E ^b	Alum + C.P ^c	Alum + C.P R.E
COD _{Cr}	4,400	1,024	76.7	1,040	76.3
COD _{Mn}	2,960	590	80.0	640	78.3
BOD ₅	87.5	26.5	69.7	19	78.3
NH ₄ ⁺ - N	40	38	5.0	34.7	13.2
Organic - N	154.5	48.1	68.8	53.8	65.1
NO ₂ ⁻ - N	18	0.3	98.3	0	100
NO ₃ ⁻ - N	293	280	4.4	169	42.3
T - N	505.5	366.4	27.5	257.5	49.0
T - P	43.2	2	95.3	0.4	99.0

a : Anion polymer b : Removal efficiency c : Cation polymer.

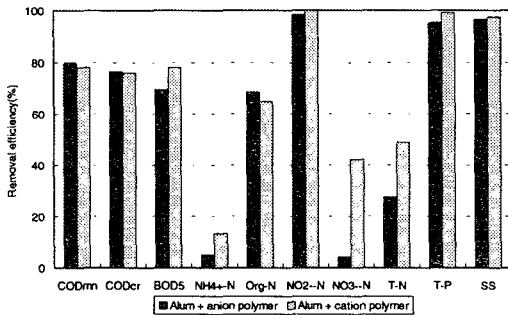


Fig. 1. Removal efficiency of leachate treatment according to Alum and polymer concentration (Alum: 750 mg/ℓ , Polymer : 62.5mg/ℓ).

2. B양돈장 침출수의 응집 실험

가. 퇴비단 침출수 원수의 성상

실험에 사용한 이천시 B양돈장 퇴비단 침출수 원수의 성상을 Table 4에 나타내었다. COD_{Cr} 및 COD_{Mn} 및 BOD₅가 각각 4,720, 3,040 및 95mg/ℓ로서 인천시 A양돈장 퇴비단 침출수와 거의 비슷한 값을 보였다. 그러나 암모니아성 질소(NH₄⁺ - N)의 경우 818 mg/ℓ로 인천시 A양돈장 퇴비단 침출수에 비해 약 20배 가량 높게 나타났다. 이는 A양

Table 4. Characteristics of leachate at farm B

Item	Leachate (PtCo, mg/ℓ)
Color (PtCo)	22,500
COD _{Mn}	3,040
Organic - N	150
NO ₂ ⁻ - N	0
T - N	997
COD _{Cr}	4,720
BOD ₅	95
NH ₄ ⁺ - N	818
NO ₃ ⁻ - N	29
T - P	92

돈장의 경우 퇴비화를 목적으로 퇴비를 완전 혼합하고 장기간 숙성시켜 생물학적 질산화가 일어날 수 있는 최적의 조건으로 운전한 데 반해 B양돈장은 침출수 배출이 목적으로 톱밭층에 원수가 채류하는 시간이 짧아 불안정한 질산화가 진행되기 때문으로 판단된다. 또한 A양돈장은 침출수의 발생을 최소화 하기 위해 발생된 침출수를 재 주입하는 방식을 채택하여 암모니아성 질소는 계속 생물학

적으로 질산화되어 감소된 것으로 판단된다. A양돈장의 충분한 질산화의 결과 침출수 중에 질산성 질소($\text{NO}_3^- - \text{N}$)의 농도가 293mg/l로 높게 나온 반면 B양돈장의 경우 29mg/l로 나타났다는 사실로서 위 판단을 입증할 수 있다. 아질산성 질소($\text{NO}_2^- - \text{N}$)는 검출되지 않았으며 유기질소의 농도는 A양돈장과 비슷한 150mg/l이었다. 총질소는 위에서 언급한 암모니아성 질소의 영향으로 A양돈장에 비해 약 2배정도 더 높게 검출되었고 총인(T-P) 경우도 약 2배정도 더 높게 검출되었다.

나. 최적 조건에서의 응집효율

A양돈장 실험경우와 같이 최적 pH를 선정할 검토하였으며, pH4에서 색도 제거율이 90% 이상, COD_{Cr} 제거율이 81%로 가장 좋은 효율을 보여 실험은 pH4로 진행하였다. 응집보조제인 고분자 응집제는 B양돈장 침출수의 경우 음이온 폴리머의 응집효율이 양이온 폴리머에 비해 현격히 낮아 실험에서 배제하였으며, 양이온 폴리머는 Nalco사 제품의

FO4240 및 세인 상사의 C312을 사용하였다.

본고에서는 생략하였으나, Alum과 C312 폴리머의 응집실험 결과, Alum과 FO4240 응집실험과 비교할 때 C312 폴리머 농도 25mg/l에서 가장 좋은 효율을 보였으며 전체적인 효율이 FO4240에 비해 좋게 나타났다. 그러나 Alum의 경우 FeCl_3 와 고분자 응집제보다 효율이 낮았기에, 본고에서는 Alum과 C312 결합의 경우와 FeCl_3 와 FO4240 고분자 응집제가 결합된 응집 실험 최적 조건에서 처리효율을 Table 5와 Fig. 2에 비교해보았다.

실험 결과 표에서 보는 바와 같이 측정항목 모두에서 FeCl_3 와 폴리머 FO4240이 결합되었을 때의 응집효율이 Alum과 C312 폴리머 결합때 보다 좋았으며, FeCl_3 농도가 높을수록 효율이 높아졌다. 특히 COD_{Mn} , COD_{Cr} , BOD_5 및 유기질소의 경우 Alum과 폴리머 C312에 의한 응집에 비해 FeCl_3 와 폴리머 FO4240에 의한 응집이 10~20% 정도 제거효율이 좋게 나타나 침출수 내 유기성 물질 제거에 있어 FeCl_3 가 적합함을 보여주었다. 그

Table 5. Removal efficiency of leachate treatment according to conjugate reagent and polymer concentration

	Influent	A+C mg/ l (%)	F1+F mg/ l (%)	F2+F mg/ l (%)
COD_{Cr}	4720	1152 (75.6)	480 (89.8)	212 (95.5)
COD_{Mn}	3040	500 (83.6)	206 (93.2)	87 (97.1)
BOD_5	94.8	24.5 (74.1)	15.3 (83.9)	10.7 (88.7)
$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	817.6	800 (2.2)	790 (3.4)	788 (3.6)
Organic - N	150.8	33.6 (77.7)	34.7 (77.0)	15.6 (89.7)
$\text{NO}_2^- - \text{N}$	0	0	0	0
$\text{NO}_3^- - \text{N}$	29	5 (82.8)	4.7 (83.8)	3.9 (86.6)
T - N	997.4	838.6 (15.9)	829.4 (16.8)	807.5 (19.0)
T - P	91.7	3.4 (96.3)	2.8 (96.9)	2.2 (97.6)
SS	400	6 (98.5)	4 (99)	2 (99.5)

A+C : Alum(750mg/l) + Cation polymer(C312) 25mg/l .
 F1+F : FeCl_3 (1500mg/l) + Cation polymer(FO4240) 10mg/l .
 F2+F : FeCl_3 (3500mg/l) + Cation polymer(FO4240) 10mg/l .
 () : Removal efficiency(%).

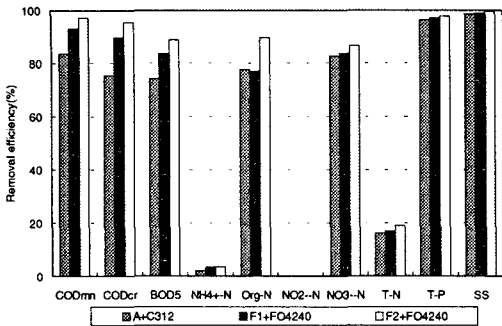


Fig. 2. Removal efficiency of leachate treatment according to conjugate reagent and polymer concentration (A+C312 : Alum + polymer C312, F1+FO4240 : FeCl₃ 1500mg/ℓ + cation polymer, F2+FO4240 : FeCl₃ 3500mg/ℓ + cation polymer).

러나 암모니아성 질소, 질산성 질소 및 총인의 경우 처리에 따른 제거효율의 차이는 크지 않았다.

특정지역내 설치허가 대상의 방류수 수질기준인 BOD₅, 부유물질 및 총인 농도 각 50mg/ℓ 과 비교하여 볼 때 FeCl₃(1500mg/ℓ)와 폴리머 FO4240에 의한 응집 결과 각각 15.3, 5.0, 2.8mg/ℓ로서 기준이내인 것으로 나타났다. 그러나 총 질소의 경우에는 모든 처리구에서 암모니아성 질소가 대부분 제거되지 않아 807.5~836.6mg/ℓ로서 배출기준인 260 mg/ℓ을 초과하였다. 따라서 B양돈장 퇴비단 침출수의 경우 응집처리 이외의 생물학적 처리를 통하여 암모니아성 질소를 제거하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

3. 응집 실험에 의한 침출수처리 비교

축산분뇨 처리를 위해 현재 개별축산농가에서 가장 많이 사용하는 방법은 수분조절제(주로 톱밥)와 가축분뇨를 혼합하여 퇴비화하는 방법으로 A양돈장 퇴비화 시설과 같은 완전혼합식이 주종을 이루고 있다. 이러한 형태의 퇴비화 시설에서 발생된 침출수는 재순환을 통해 발생량을 최소화시키고 있으며

이로 인해 암모니아성 질소의 농도는 생물학적 질산화의 결과 퇴비단 내에서 상당부분 제거된다. 이에 반해 침출수의 정화 처리를 주목적으로 한 B양돈장 퇴비단 침출수의 경우 암모니아성 질소는 퇴비단 내에서 생물학적 질산화를 이루기 위한 충분한 시간을 갖지 못하여 높은 농도로 배출되고 있는 실정이다.

축산폐수처리시설의 방류수 수질기준을 충족시키기 위하여 각종 응집제와 응집보조제를 사용하여 나타난 처리효율은 Table 6과 같다.

응집침전 방법에 의한 퇴비단 침출수 처리시 COD_{Cr}, COD_{Mn}, 유기질소 및 총인 제거율은 뛰어났으나, 암모니아성질소의 경우 응집침전방법으로 거의 제거되지 않았다. 그러므로 침출수 내 암모니아성 질소의 농도가 낮은 A양돈장 퇴비화 침출수의 경우 응집침전 방법만으로도 축산폐수처리시설의 방류수 수질기준에 부합하는 효율을 얻을 수 있을 것으로 예상되나, B양돈장의 퇴비화 침출수의 경우 높은 암모니아성 질소 농도로 인하여 응집침전 단독으로 처리하기엔 적합하지 않을 것으로 판단된다.

이상에서 양돈 slurry 분뇨 처리를 위한 퇴비단 운전시 발생하는 침출수의 응집 실험 결과를 살펴보았다. 이와 유사한 실험으로 축산폐수공동처리장 저류조 폐수를 1차 생물학적 처리(MLE 공정)한 처리수를 FeCl₃ 4,300mg/ℓ와 고분자 응집제로 Nalco사의 양이온성 폴리머(E-855) 10mg/ℓ을 사용하여 응집처리한 실험결과(정운진, 2000)와 비교하여 살펴보면, A, B양돈장 퇴비단 침출수와 축산폐수공동처리장 저류조 폐수에 대한 1차 생물학적 처리수의 수질은 COD_{Cr}의 경우 각각 4,400, 4,720, 3,600 mg/ℓ로 비슷한 경향을 보였으나, 응집처리 후 결과는 각각 1,040, 480, 420 mg/ℓ로서 76.3, 89.8 88.3%의 제거효율을 보였다. 즉 양돈 slurry 분뇨 처리에 있어 1차 처리로 퇴비단 또는 생물학적 처리 뒤, 2차 처리로 응집 처리를 하였을 경우 비

Table 6. The comparison of removal efficiency on each element at farm A and B

(unit : mg/ℓ)

Item	farm A treatment ¹⁾	farm B treatment ²⁾
COD _{Cr}	1040 (76.3)	480 (89.8)
COD _{Mn}	640 (78.3)	206 (93.2)
BOD ₅	19 (78.3)	15.3 (83.9)
NH ₄ ⁺ - N	34.7 (13.2)	790 (3.4)
Organic - N	53.8 (65.1)	34.7 (77.0)
NO ₂ ⁻ - N	0	0
NO ₃ ⁻ - N	169 (42.3)	4.7 (83.8)
T - N	257.5 (49.9)	829.4 (16.8)
T - P	0.4 (99.0)	2.8 (96.9)
SS	7 (97.4)	4 (99)

¹⁾ Alum + cation polymer.

²⁾ FeCl₃ 150mg/ℓ + cation polymer.

() : Removal efficiency (%).

슷한 제거효율을 얻을 수 있었다. 또한 경제성 및 재활용 측면을 고려할 때 퇴비단 시설을 거친 뒤 응집처리하는 것이 더 효과적일 것으로 기대되나 앞으로 이에 대한 더 많은 실험을 통하여 입증되어야 할 것이다.

적 요

Slurry type 고농도 양돈분뇨의 퇴비화과정에서 발생하는 침출수를 응집침전 방법으로 처리시 그 효과를 검증하기 위하여 본 실험을 실시하였다. 이를 위해 퇴비화가 주목적인 완전혼합식 진천시 소재 A양돈장 퇴비단 침출수와 정화처리를 위해 침출수 배출이 주목적인 이천시 소재 B양돈장 퇴비단 침출수의 응집침전 실험을 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. A양돈장 퇴비단 침출수의 응집실험 결

과, 적정 농도는 Alum 750mg/ℓ, 양이온 폴리머는 62.5mg/ℓ 이었으며 BOD₅, T - N, T - P의 농도는 각각 19, 257.5, 0.4mg/ℓ 로 축산폐수처리시설의 방류수 수질기준에 적합한 처리효율을 보였다.

2. B양돈장 퇴비단 침출수의 응집실험 결과, 적정 농도는 FeCl₃ 1,500mg/ℓ 와 FO4240 10mg/ℓ 이었으며 BOD₅, T - N, T - P의 농도는 각각 15.3, 829.4, 2.8mg/ℓ 로 축산폐수처리시설의 방류수 수질기준에는 T - N 농도가 높아 부적합하였다. 이는 침출수내 암모니아성 질소의 농도가 높았기 때문으로 사료된다.

3. 개별 축산농가의 퇴비단 침출수 처리를 위해서는 침출수 내 암모니아성 질소의 농도가 낮을 경우 응집 침전에 의한 처리만으로도 방류수 수질기준에 도달할 수 있으나, 암모니아성 질소의 농도가 높을 경우에는 후단에 생물학적 처리 시설이 필요할 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

1. 안재환, 이현동. 2000. “축산폐수의 적정관리방안 연구”, 한국물환경학회지, Vol. 16, No. 2, pp. 255-264.
2. 지재성. 1991. “축산폐수관리의 효율성 및 경제성 향상방안 연구”, 환경관리공단.
3. 유호철, 허 덕, 정민국. 2000. “가축분뇨 자원화 촉진을 위한 제도개선연구”, 한국농촌경제연구원.
4. 환경부. 2002. 오수·분뇨 및 축산폐수 처리 통계.
5. 농협중앙회. 2002. “돈분뇨 무방류 자원화(액비/퇴비) 실용기술 개발”.
6. 도드람양돈협동조합. 2002. “Dodram - newtec. 공정을 이용한 돈분뇨슬러리 처리”.
7. 정윤진. 2000. “가축 분뇨의 분리 정화 기술 개발”.