환경영향평가 제21권 제5호(2012) pp.725~734

연구논문

NIER-MASS 프로그램을 이용한 가축매립지 침출수 연계처리 방안 연구

정동환 · 이철구 · 신진수 · 김현우 · 윤수향 · 김용석 · 유순주 · 김신조
국립환경과학원 물환경공학연구과
(2012년 8월 31일 접수, 2012년 9월 23일 승인)

A Study on Treatment Measures of Carcass Disposal Site Leachate into the Livestock Manure and Sewage Treatment Facilities using NIER-MASS program

Dong-Hwan Jeong · Chulgu Lee · Jinsoo Shin · Hyunwoo Kim · Soohyang Yoon · Yongseok Kim · Soonju Yu · Shinjo Kim
Water Environmental Engineering Research Division, National Institute of Environmental Research
(Manuscript received 31 August 2012; accepted 23 September 2012)

Abstract

The outbreak of foot and mouth disease in November 2010 raised many social, economic and environmental issues and water contaminations by leachate from carcass disposal sites particularly emerged as a serious concern. In oder to efficiently handle these problems, a critical method is required to transport leachate to livestock manure and sewage treatment plants and purify it. This study aims to present the best applicable method to transport leachate from carcass disposal sites into livestock manure and sewage treatment facilities. We investigated the biological and chemical characteristics such as BOD, COD, SS, TN, TP and Total coliforms. Current conjugated treatments in livestock manure and sewage treatment plants was studied by surveying the operations of those facilities. The NIER-MASS(National Institute of Environmental Research - Mass Balance Evaluation System of Sewage Treatment Facilities) program was applied to present the best conjugated treatment method through estimating the maximum daily load to meet the water quality standards in effluent.

Keywords : foot and mouth disease, carcass disposal site leachate, NIER-MASS Program, sewage treatment facility, livestock manure treatment facility

Corresponding Author: Shinjo Kim, Han-river Environment Research Center, National Institute of Environmental Research, 68-72 Dumulmeori-gil, Yangseo-Myeon, Yangpyeong-gun, 476-823 Gyeonggi-do, Korea Tel: 82-31-770-7250 Fax: 82-31-773-2268 E-mail: sjkim1212@korea.kr or sjkim@me.go.kr

I. 서 론

2010년 11월 경북에서 발생한 바이러스성 급성 가축전염병인 구제역이 전국적으로 확산되어 많은 가축이 도살 처분되었고, 영국 등 외국에서도 구제역으로 인해 도살 및 매립 처분하는 경우가 발생하고 있다(Ko *et al.*, 2009, Mayr, 2001, Sutmoller, 2003, Schijven, 2005, MacArthur, 2002, Scudamore, 2002). 약 350만 마리의 가축이 매장되었고 대량 가축매립에 따른 침출수의 누출 우려와 더불어 지하수와 주변 하천오염으로 인한 먹는물 수질문제 등이 제기되었다. 가축매립지 침출수는 "가축매몰지 사후관리 기본지침"(농림수산식품부, 2011)에 따라 차집 · 수거하여 pH 5 이하나 pH 10 이상으로 처리하여 가축분뇨처리시설이나 공공하수처리시설 등으로 연계하여 처리하도록 하고 있다. 미국 농무부 농식물검역청(2004)에 따르면 구제역 가축매립지 침출수에서 암모니아성 질소 2,000 mg/L 이상, COD 100,000 mg/L 이상 검출되는 것으로 나타났다. 따라서 가축매립지 침출수는 적시에 처리하지 않을 경우 토양을 비롯한 지하수 및 하천 오염의 우려가 제기되고 있어 체계적 · 기술적인 대응방안이 시급하다. 또한, 가축매립지로부터 발생한 침출수는 고농도의 유기물과 다량의 유지류를 함유하고 있어 일반적인 가축분뇨 및 공공하수 처리시설의 원수와 다른 특성을 보이므로 연계하여 처리하는 경우 처리효율에 영향을 초래할 가능성이 있으므로 적절한 처리방안 마련이 필요하다.

본 연구에서는 국내 · 외 침출수의 수질성상을 조사 · 분석하였고 전국 12개 시 · 도로부터 국내 침출수 발생과 처리현황 및 가축분뇨 · 공공하수 처리시설의 일반현황을 조사하였다. 또한, 가축매립지 침출수 및 가축분뇨, 하수의 원수 특성을 조사하고 처리방법에 따른 NIER-MASS 프로그램을 이용한 효율성 비교분석을 통해 가축분뇨 및 하수 처리시설과의 적절한 침출수 연계처리 방안을 제시하고자 하였다.

II. 국내 가축매립지 침출수 연계처리 현황

가축매립지 침출수는 유기물 및 질소, 인의 부하량이 매우 높아 2차 환경오염 방지를 위해서 가축분뇨처리시설 및 공공하수처리시설 등과 연계처리가 필요하다. '08년 기준 공공하수처리장(500 m^3/일 이상)은 410개소, 가축분뇨 · 위생분뇨 처리시설은 258개소로 각각 처리용량은 27,509,733 m^3/일 및 47,114 m^3/일에 달하고, 가축분뇨 · 위생분뇨 처리시설에서 1차적으로 처리한 후, 처리수를 공공하수처리시설에서 재처리하거나, 공공하수처리시설과 직접 연계처리할 경우 큰 문제가 없을 것으로 예상된다.

현재 우리나라에서는 침출수에 대하여 공공하수처리시설의 연계처리 시 일시적 충격부하 등을 방지하기 위하여 필요한 항목(BOD, COD, TP, TN 등)에 대하여 수질검사를 실시하고 있다. 침출수 이동을 위한 구제역 및 AI 바이러스는 산성(pH 5 이하) 또는 알칼리(pH 10 이상)제제를 사용하여 바이러스를 사멸한 후 하수처리시설에 연계처리를 실시하고 있다. 우리나라에서 발생된 구제역 가축매립지 침출수의 처리방식을 살펴보면 전체 83개의 처리시설 중 대부분 가축분뇨 · 위생분뇨처리시설(48개소)과 공공하수처리시설(17개소)로 연계하여 처리하고 있으며 그밖에도 폐수처리시설이나 소각장 등지로 연계하여 처리중인 것으로 조사되었다(표 1).

가축매립지로부터 침출수를 A 가축분뇨처리시설로 연계처리하여 운영한 사례를 조사한 결과 표 2에 나타내었는데 부하량비가 높게 조사되었다. 침출수 부하량비는 항목에 따라 다르게 나타났는데, BOD

표 1. 국내 구제역 침출수의 처리방식 분류

처리 분류	개소	비율(%)	비고
가축분뇨 · 위생 분뇨처리시설	48	58	25개소: 하수처리 시설 연계처리
공공하수처리시설	17	20	
기타	18	22	폐수처리시설(2), 소각(1), 톱밥(1), 미발생(12), 보관(2)
합 계	83	100	

표 2. A 가축분뇨처리시설에서의 연계처리 현황(2011)

항 목 / 구 분	유입수				방류수		비 고
	침출수(35 m^3/d)		원폐수(2,179 m^3/d)		연계처리(mg/L)		침출수
	농도(mg/L)	부하량(kg/d)	농도(mg/L)	부하량(kg/d)	전	후	부하량비(%)
BOD	32,954.8	106.8	2,988.4	379.1	64.1	63.8	28.2
COD	16,133.0	52.3	3,554.3	450.9	48.8	47.5	11.6
SS	9,267.0	30.0	10,144.2	1,286.9	41.5	61.0	2.3
TN	6,327.1	20.5	545.2	69.2	16.5	26.5	29.6
TP	685.0	2.2	147.3	18.7	1.9	1.3	11.9

표 3. B 공공하수처리시설에서의 연계처리 현황(2011)

항 목 / 구 분	유입수				방류수		비 고
	침출수	원하수	가압부상조(mg/L)		연계처리(mg/L)		침출수
	(27.3 m^3/d)	(6,620 m^3/d)	전(침출수+하수)	후	전	후	부하량비(%)
BOD	71,103	78.8	90.8	617.7	4.3	5.9	12.8
COD	12,895	14.3	70.7	481.1	9.4	8.3	3.0
SS	10,773	11.9	78.5	534.3	4.7	5.6	2.2
TN	3,434	3.8	18.5	125.8	8	12.2	3.0
TP	344	0.4	2.3	15.8	1.2	1.5	2.4

와 TN의 경우는 적정 기준치인 10%를 훨씬 웃도는 28.2%와 29.6%로 나타났으며, COD 11.6%, TP 11.9%로 적정 기준치인 10%와 근접하나 SS는 2.3%로 기준치에 크게 미치지 못하는 것으로 나타났다. 항목별 농도 차이를 살펴보면, BOD, COD, TP의 경우 연계처리 전 · 후 큰 변화가 없었으며, SS, TN의 경우 침출수 투입 후 처리수에서 농도가 증가하였다.

가축매립지 침출수를 B 공공하수처리시설으로 연계처리한 예로서 부하량비가 가장 높은 곳을 표 3에 나타내었다. 연계처리수의 부하량비는 BOD의 경우 10%를 약간 웃도는 12.8%로 나타났으며, 나머지 COD, SS, TP는 기준치에 크게 미치지 못하는 것으로 나타났다. 연계처리 전후 항목별 농도 차이를 살펴보면, COD는 농도가 약간 낮아졌지만 나머지 항목에서는 비슷하거나 다소 높아졌다.

III. 가축매립지 침출수 발생 및 처리 특성

1. 국내 침출수 발생 현황

영국 EA는 2001년 FMD(foot and mouth disease) 매립지에서 환경영향을 조사한 결과, 가축 매립 2개월 후 침출수는 100 마리의 소에서는 17 m^3, 1000 마리의 양에서는 약 16 m^3가 발생된다고 하였으며, 침출수는 매립 첫 주에 부피의 약 50%가 유출되고 2달 이내에 거의 다 유출된다고 추정하고 있다(환경부, 2008).

표 4. 국내 가축매립지 침출수 발생량

시 · 도	매립기간	침출수(m^3)
부산	'11.02.06 ~ '11.07.06	-
인천	~ '11.04.18	7.2
대구	~ '11.09.22	18.9
대전	'11.03.10 ~ '11.07.19	4.2
울산	~ '11.10.06	-
경기도	'10.12.19 ~ '11.10.19	960.5
강원도	~ '11.09.11	2,091.4
전북	'11.01.06 ~ '11.06.28	99.0
경북	'10.12.25 ~ '11.08.31	1,030.8
경남	~ '11.08.22	5.3
충북	~ '11.10.06	230.7
충남	'10.12.02 ~ '11.10.09	1,227.9
총계		5,675.9

자료 : 국립환경과학원, 2011.

지자체 공무원을 대상으로 설문조사한 결과 국내

가축매립지의 침출수 발생량을 표 4에 나타내었다. 침출수의 지역별 발생비율을 보면 강원도 36.8%, 충청남도 21.6%, 경상북도 18.2%, 경기도 16.9%로 나타났으며, 즉 전체 침출수 발생량 5,675.89 m^3 중 강원도에서 2,091.4 m^3로 전체 침출수 발생량의 약 37% 정도를 차지하는 것으로 조사되었다(표 4).

2. 국내 · 외 가축매립지 침출수의 특성

가축매립지로부터 나오는 침출수는 대부분이 가축분뇨와 성상이 유사한 BOD와 같은 유기물 및 질소 · 인의 무기물질로 구성되어 있으며, 오염물질농도는 매립경과기간에 따라 달라지는데 실제 국내 BOD농도는 약 100,000 mg/L(최대 150,000 mg/L) 정도로서 유입 평균 축산폐수의 5배, 하수의 500배 이상 높은 수준에 해당한다. 가축 매립지 침출수의 수질성상은 BOD 82,000~148,000 mg/L, COD 29,300~48,600 mg/L, TN 16,700~23,472 mg/L, TP 600~1,246 mg/L 등으로 조사되었다(표 5).

표 5. 국내 침출수 및 하수처리장 · 가축분뇨처리장의 유입수 수질현황

항목 (mg/L)	침출수 ('11.2)	가축 · 분뇨 처리장('09)	하수 처리장 ('08)
BOD	82,000~148,000	17,650	161
COD	29,300~48,600	10,355	104
TN	16,700~23,472	3,837	44
TP	600~1,246	543	5

※ 전국 가축 · 분뇨처리시설 및 하수처리시설 유입 평균농도
자료: 국립환경과학원, 2011.

표 6은 2009년까지 국내 · 외 가축매립지 침출수의 주요 발생농도를 조사 · 분석한 결과로서 국내 AI 매립지 및 영국, 스코틀랜드, 캐나다의 침출수 발생현황을 나타냈는데 나라별 · 시기별로 차이가 있는 것으로 조사되었다. 이는 나라별 기후, 토양특성, 매립방법 등의 차이에서 기인하는 것으로 판단된다.

그림 1은 2011년 가축매립지 침출수 성상의 시 · 군별 평균편차를 항목별로 나타낸 것으로 BOD와 COD는 각각 인천 강화지역에서 167,895 mg/L, 217,700 mg/L로, SS의 경우 충북 청원지역에서 49,310 mg/L로 가장 높게 검출되었다. TN의 경우에는 경기 이천지역에서 14,187 mg/L, TP는 인천 서구에서 943 mg/L, 대장균군수는 충남 괴산지역에서 5,202,505 개수/100mL로 가장 높은 농도로 검출되었다.

표 6. 국내 · 외 매립지 침출수 주요 발생농도

항 목	한국[1]		영국[2]	스코틀랜드[3]	캐나다[4]
	2008	2009	(2001)	(2002)	(2009)
전기전도도 (μs/cm)	29,617 (833~78,557)	11,998 (686~44,570)	–	11,210 (5~45,000)	–
BOD (mg/L)	11,826 (617~27,500)	18,909 (48.2~157,140)	– (2,200~200,000)	12,700 (300~38,500)	–
COD (mg/L)	21,235 (1,853~50,367)	7,346 (51.2~55,524)	10,000 1,100~300,000	20,414 (500~134,200)	–
암모니아성질소 (mg/L)	3,922 (6~13,618)	1,356 (2.4~8,062)	600~6,000 (140~9,600)	3,294 (28~19,200)	12,600 (2,400~19,200)
질산성질소 (mg/L)	2.2 (ND~4.6)	1.0 (0~2.0)	40~700 (1~710)	2.1 (0.2~10.0)	3.1 (ND~25)
염소이온 (mg/L)	552 (7.4~1,849)	313 (14~1,494)	75~1,400 (75~1,400)	–	2,600 (2,140~3,810)
인산염인 (mg/L)	486 (0~3,464)	7 (0~45)	110 (10~334)	55 (1~476)	1,500 (920~2,090)
pH	–	–	6.0~8.0 (5.8~9.0)	6.9 (5.9~8.0)	

1) 국립환경과학원, 2011. 2) UK Environment Agency, 2001. 3) MacArthur and Milne, 2002. 4) Pratt, 2009.

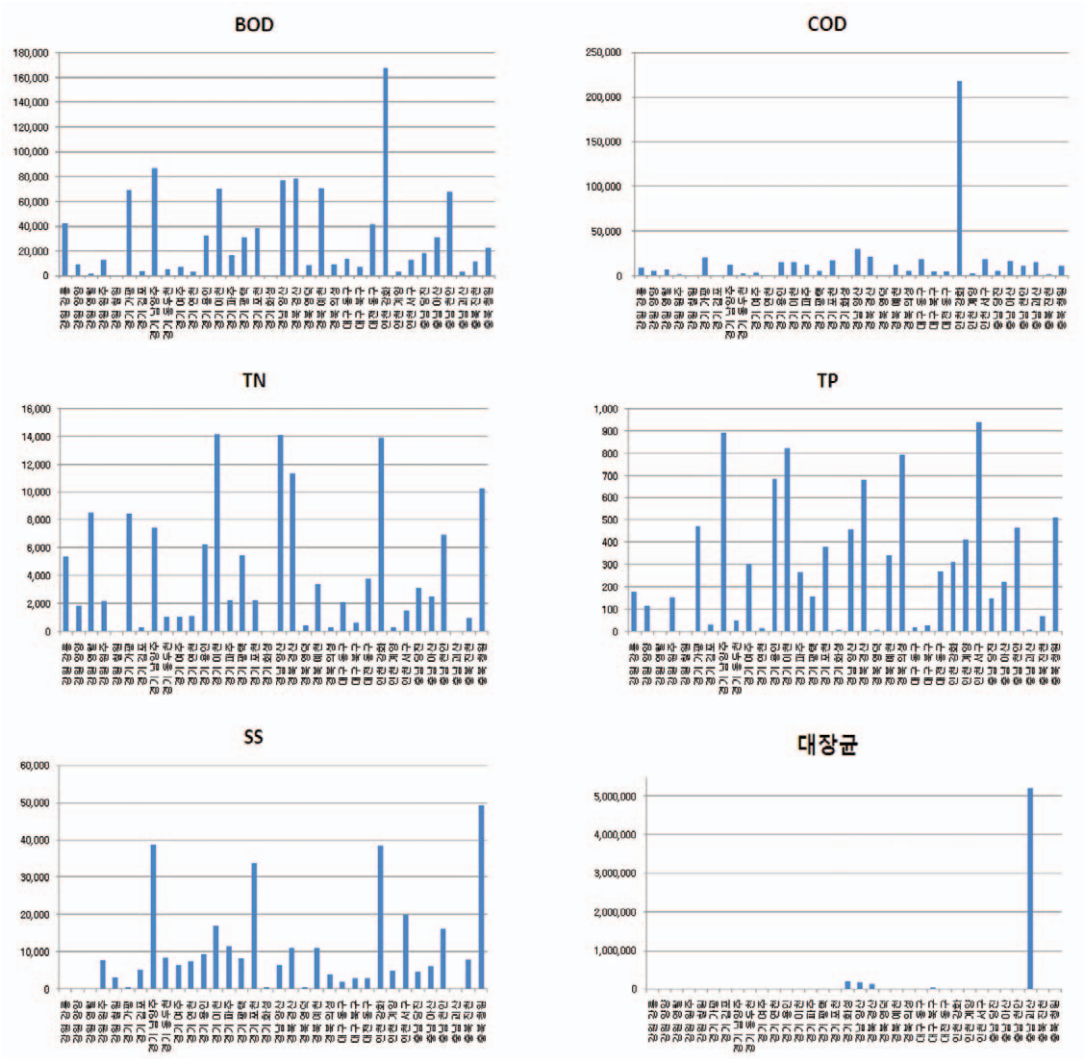


그림 1. 가축매립지 침출수 수질현황

IV. NIER-MASS 프로그램을 이용한 침출수 연계처리 방안

1. NIER-MASS 프로그램의 개요

2004년 국립환경과학원에서 환경기초시설 관리인 등 운영자에게 손쉬운 운영환경을 제공하고 효율을 높이기 위하여 분뇨, 가축분뇨 및 산업폐수 등을 공공하수처리시설과 연계한 기본정보 조사분석, 하수연계처리의 적정성 평가방안 도출 등 하수 연계처리 평가 · 분석 프로그램(NIER-MASS program)을 개발하였다. NIER-MASS 프로그램은 하수처리공정의 기본적인 자료를 DB화, 처리공정 구성, 운영현황 자료 입력, 관련인자 입력, 실행 및 출력 기능, 도움말 기능으로 구성되어 있다. 세부적으로 처리공정은 평가 · 분석 대상 하수처리장명과 처리공정을 입력하고, 운영현황 자료에는 수량 및 수질 분석 자료와 처리시설의 제원을 입력하도록 구성되어 있고, 실행 및 출력에는 평가 · 분석 결과를 보고서 형식으로 출력할 수 있도록 구성되어 있다. 적용 가능한 공정으로 전처리 시설에 침사지, 유량조정조, 물리화학적 처리공법에 1차 침전지, 사여과지, 주처리 공법에 표준활성슬러지, 생물학적 질소인제

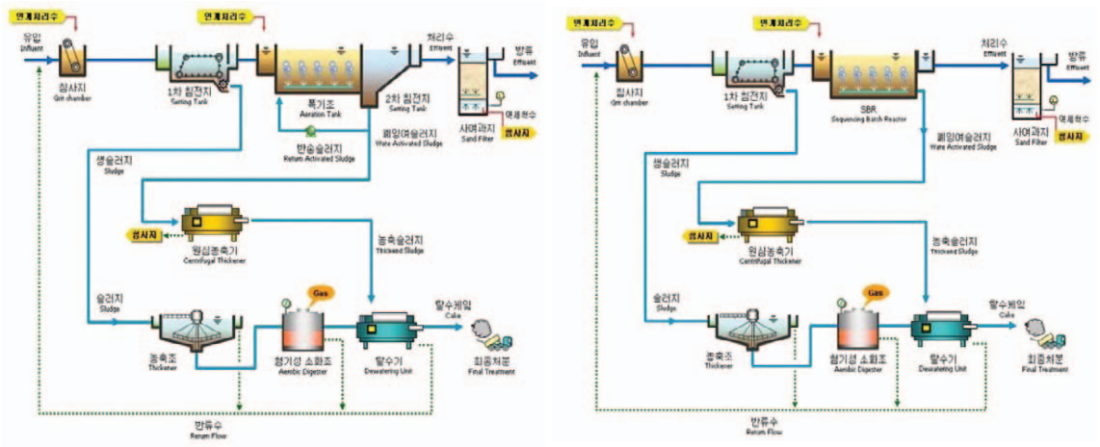
거, 생물학적 질소제거, 생물학적 인제거, SBR, 산화구, 슬러지 처리공법에 농축조, 원심농축기, 혐기성소화조, 탈수기 등을 이용, 공정을 설계하여 활용할 수 있다.

2. NIER-MASS 프로그램의 적용 및 연계처리 모의 결과

본 연구에서는 가축매립지 침출수와의 하수처리장의 연계처리 시설별 처리성의 적정성 확인 및 연계처리수의 유입량 및 투입위치 결정, 연계처리 가능한 최대투입량 산정에 이용하였다. 공공하수도시설 운영 · 관리 업무지침에 따라 침출수의 공공하수처리 연계처리 시 기본적으로 충격부하에 의한 처리장의 정상운전을 방해할 수 있으므로 총질소 및 총인의 설계 오염부하량의 10% 이내에서 투입한다. 가축분뇨를 공공하수 처리시설과 연계 처리하기 위하여 NIER-MASS 프로그램 내 A_2O 및 SBR 공법을 적용하여 침출수를 투입하였을 때 연계처리 방안을 분석하였다.

NIER-MASS 프로그램에서 적용한 공정은 A_2O와 SBR 두 가지이며, 사여과지 등 보조 공정을 적용하였다. 그림 2에 A_2O와 SBR 공정을 도식화하였다. 연계처리 프로그램의 공공하수 처리용량은 10,000 m^3/일을 기준으로 적정한 연계처리가 가능하다고 보아 이를 본 연구에 적용하였으며, 유입 수질 농도는 BOD 100 mg/L, COD 150 mg/L, SS 100 mg/L, TN 28 mg/L, TP 4 mg/L이다. 분석대상은 전국 35개 시 · 군 590개 시료의 최대(⊤), 최소(⊥), 평균(◆)값이며, 연계 처리되는 구제역 침출수 유량은 1 m^3/일과 10 m^3/일로 가정하였고 일일 연계처리 침출수에 대해 1, 10, 100배 희석배수를 고려하였다. 마지막으로 연계처리수의 유입 지점은 공공하수처리시설의 침사지 전단부와 폭기조 전단부 두 곳으로 나누어 분석하였다.

침출수 특성 및 희석배수에 따른 NIER-MASS 모의 결과를 그림 3에 제시하였는데, 처리공정별 방류수의 BOD 차이는 연계처리수를 10 m^3/day와 1 m^3/day로 가정하여 비교할 때 거의 없는 것으로 나타났다. 10 m^3/day 의 경우 희석배수가 높아짐에 따라 방류수내 BOD 농도가 다소 줄어들었으나 1 m^3/day 로 가정하였을 때에는 희석배수에 상관없이 BOD값이 4.1 mg/L 정도로 일정하였다. 연계처리수의 유입 지점에 따라서도 침사지 전단부, 포기조 전단부에 따라서 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. COD의 경우도 이와 비슷한 경향을 보였다. 총질소와 총인 그리고 SS의 경우 처리 공정에 따른 차이가 뚜렷하여 A_2O 공정이 SBR에 비하여 제거효율이 높은 것으로 나타났다. 반면에 같은 공정 내에서는 연계처리수 투입 위치나 희석 배수의 차이에도 불구하고 방류수내 각 성상의 농도에는 큰 차



(a) (b)

그림 2. NIER-MASS 프로그램 단위공정 순서도 (a) A_2O 공정 (b) SBR 공정

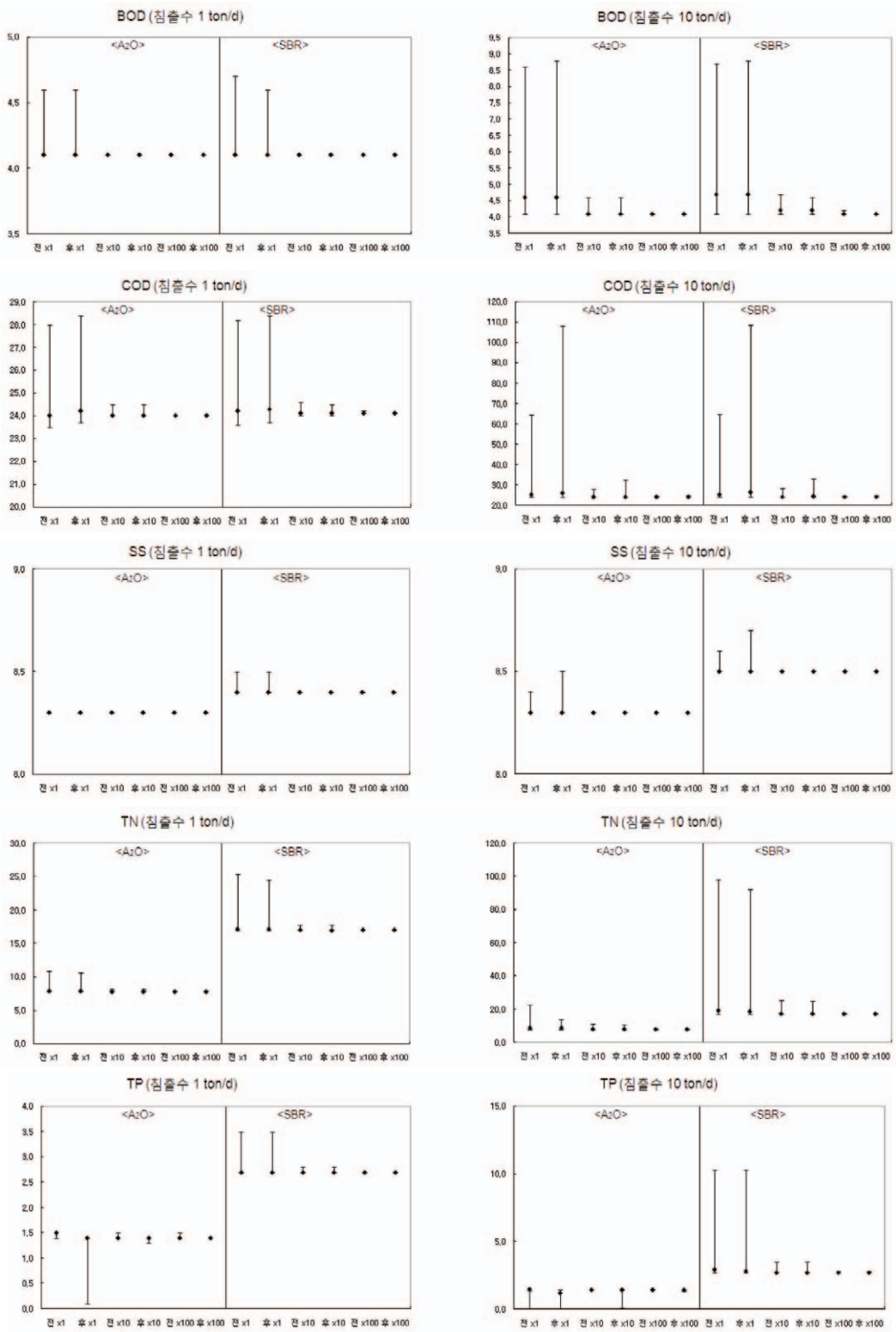


그림 3. 침출수 투입 위치와 희석배수 차이에 따른 공정별 처리효율

표 7. 침출수 예측발생량에 따른 가축 · 위생분뇨 및 하수 처리장 비교

구 분	처리용량 (m^3/일)	평균유입BOD (mg/L)	연계처리 침출수 유량 (처리용량의 10%, m^3/일)	비 고
가축 · 위생 분뇨처리시설	47,110	17,650	약 5,000(전량처리)	'09년 272개소
공공하수 처리시설	약 27,500,000	161	약 11,000,000(4배처리)	'09년 500 m^3/일 이상 437개소

※ 침출수의 예측 최대발생량: 1,000 m^3/일(60,000 m^3/2개월), 평균 BOD : 100,000 mg/L

이가 없었다. 침출수 전국 평균농도를 연계처리수의 농도로 설정하고 연계처리수의 최대 부하량을 침사지 전단부와 폭기조 전단부에 각각 다르게 적용하여 단계적으로 모의한 결과 총인을 제외한 방류수 수질기준을 만족하는 최대 침출수 연계처리 투입량은 A_2O의 경우 각각 128 m^3/day, 59 m^3/day로, SBR은 15 m^3/day, 18 m^3/day로 나타났다.

3. 가축매립지 침출수 가축분뇨 및 하수 처리시설 연계처리 고찰

가축매립지 침출수의 오염물질 농도는 매립 경과 기간에 따라 달라지는데 실제 국내 BOD농도는 대략 100,000 mg/L 정도로서 유입 가축분뇨 BOD 농도의 5배, 하수 BOD 농도의 500배 이상 높은 수준인 것으로 나타났다. 따라서 침출수의 가축 · 위생 분뇨처리시설 연계 시 5배 희석, 공공하수처리시설 연계 시 500배 희석하여야 한다.

가축 · 위생분뇨처리시설 및 하수처리시설의 평균 BOD 농도를 기준으로 할 경우 이론적으로는 가축 매립지 예측 최대 침출수의 연계처리 시 가축 · 위생분뇨처리시설의 경우 일일발생 침출수가 전량, 공공하수처리시설에서는 일일발생량의 4배까지 처리가 가능하다(표 7). 지역에 따라 가축 매립 발생 규모의 차이가 존재하므로 연계처리 시 이를 고려하여 활용하는 것이 필요하다.

가축매립지 침출수의 효과적인 연계처리를 위한 고려사항을 살펴보면, 우선 연계처리 시 유기물과 암모니아 유입량 증가에 따라 용존산소와 pH의 급감이 우려되므로, 운전인자의 모니터링을 강화하고 용존산소농도 및 pH의 적정 유지가 중요하다. 공공하수처리시설로 이송된 침출수를 pH에 의한 영향을 배제하기 위하여 하수와 희석 또는 산, 알칼리제를 사용하여 pH를 6.5~8범위로 조정한다. 또한 공공하수처리장에서 수용가능한 오염물질의 부하량을 초과하지 않는 범위에서 침출수 희석률을 고려하여 연계처리한다. 고농도의 침출수 유입에 따른 일시적 충격부하 방지를 위해 유량조정조 등 이와 유사한 기능이 가능한 공공하수처리시설에 연계처리한다. 기본적으로 충격부하에 의한 처리장의 정상 운전을 방해할 수 있으므로 총질소 및 총인의 설계 오염부하량의 10% 이내에서 투입한다. 총질소 및 총인의 설계치가 없는 경우, 해당 공공처리시설의 실제 유입 오염부하량의 10% 이내에서 연계처리한다. 총질소 및 총인의 오염부하량이 10%를 초과하더라도 공공하수처리시설의 적정 운영에 지장이 없다고 해당 공공하수도관리청이 판단하는 경우에는 적정 범위내에서 연계처리가 가능하다. 그리고 침출수는 하수에 비해 대장균군수의 농도가 높은 점을 감안하여 소독시설을 철저히 운영할 필요가 있다.

침출수를 펌프를 이용해 강제 흡입할 경우, 분해되지 않은 생체조직이 흡입되어 유지성분 및 SS의 농도가 매우 높아 필요시 전처리 공정이 요구된다. 유지성분은 연계처리시 물리적 처리시설 및 기계설비에 흡착되어 처리성능을 저하시킬 수 있다. 또한, 활성슬러지 공정에서 24시간 처리시 25% 정도 제거하므로(Wakelin and Forster, 1997) 생물학적 처리과정 중 제거율이 낮고 고농도 유기성 폐수로 인해 하수처리시설의 부하에 크게 영향을 미친다.

V. 결 론

2010년 11월 전국으로 구제역이 확산되어 대규모

가축이 매립되었고 이에 따른 매립지 침출수의 누출로 인한 지하수나 주변 수계 오염, 음용수 문제 등이 사회적 이슈로 부각되었다. 이러한 대규모 매립지로부터 발생되는 침출수를 농림수산식품부의 지침에 따라 pH처리 후 주변의 가축분뇨공공처리시설이나 공공하수처리시설 등으로 연계 처리하고 있다. 본 연구는 우리나라 가축매립지 침출수 및 가축분뇨, 하수의 성상 및 생화학적인 특성을 조사하고 처리 방법에 따른 효율성 비교 분석을 통해 적절한 침출수 연계처리 방안을 모색하고 그 적용가능성을 평가하기 위해 수행하였다.

가축매립지 침출수는 대부분 가축분뇨 및 위생분뇨 처리시설에 연계처리 중인 것으로 조사되었다. 공공하수도시설운영 · 관리업무지침을 통해 가축매립지 침출수는 기본적으로 충격부하에 의한 처리장의 정상운전을 방해하지 않는 총질소 및 총인의 오염부하량의 10%이내에서 투입하도록 권고하고 있으나, 사례별로 살펴본 결과 성상별 부하량이 10%를 상회하는 처리장도 있었다. 가축매립지 침출수 최대 발생 예상량으로부터 가축 · 위생분뇨 공공처리시설에서는 일일 발생 침출수를 전량, 공공하수처리장에서는 4배까지 처리 가능한 것으로 나타났다. 그러나 구제역 발생 및 매립지 규모에도 지역적 차이가 존재하므로 이를 정확히 파악하여 연계처리하는 것이 필요하다. 국내 축산분뇨 및 공공하수처리장의 제반 사항들을 바탕으로 연계처리에 대한 과학적, 체계적인 접근 및 평가를 위하여 NIER-MASS 프로그램을 이용하였다. 각 성상 항목별 침출수 전국 평균농도를 연계처리수의 농도로 설정하고 연계처리수의 부하량을 침사지 전단부와 포기조 전단부에 각각 다르게 적용하여 단계적으로 모의한 결과, 방류수 수질기준을 만족하는 범위에서 최대 침출수량을 연계하여 처리하는 것이 가능한 것으로 나타났다.

참고문헌

국립환경과학원, 2004, 환경기초시설 연계처리시스템 운영평가 및 개선 연구(Ⅱ) : 하수처리시설 연계처리를 중심으로.

국립환경과학원, 2011, 가축매몰지 침출수의 축산분뇨 · 하수처리장 이송연계처리방안 연구.

농림수산식품부, 2011.02.17, 가축매몰지 사후관리 기본지침.

환경부, 2008, 가축 매몰에 따른 환경오염관리방안 마련.

환경부, 2012.04.04, 공공하수도시설 운영 · 관리 업무지침(생활하수과-891호).

Ko, Y.J., Jeoung, H.Y., Lee, H.S., Chang, B.S., Hong, S.M., Heo, E.J., Lee, K.N., Joo, H.D., Kim, S.M., and Park, J.H., 2009, A recombinant protein-based ELISA for detecting antibodies to foot-and-mouth disease virus serotype Asia 1. Journal of virological methods, 159(1), 112-118.

MacArthur, A., and Milne, J., 2002, Leachate characteristics and management requirements arising from the foot and mouth operations in Scotland, Proceedings of 2002 integrated waste management and pollution control, 305-314.

Mayr, G.A., O'Donnell, V., Chinsangaram, J., Mason, P.W., and Grubman, M.J., 2001, Immune responses and protection against foot-and-mouth disease virus(FMDV) challenge in swine vaccinated with adenovirus-FMDV constructs, Vaccine, 19(15-16), 2152-2162.

Pratt, D.L., 2009, Environmental Impact of Livestock Mortalities Burial, Thesis of Master Degree, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada.

Schijven, J., Rijs, G.B.J., and Roda Husman, A.M., 2005, Quantitative risk assessment of FMD virus transmission via water,

Risk analysis, 25(1), 13-21.

Scudamore, J., Trevelyan, G., Tas, M., Varley, E., and Hickman, G., 2002, Carcass disposal: lessons from Great Britain following the foot and mouth disease outbreaks of 2001, Revue scientifique et technique-Office international des epizooties, 21(3), 775-787.

Sutmoller, P., Barteling, S.S., Olascoaga, R.C., and Sumption, K.J., 2003, Control and eradication of foot-and-mouth disease, Virus research, 91(1), 101-144.

UK Environment Agency, 2001, The environmental impact of the foot and mouth disease outbreak : An interim assessment.

USDA APHIS(United State Department of Agriculture/Animal and Plant Health Inspection Service), 2004, Carcass disposal : A comprehensive review.

Wakelin, N.G., and Forster, C.F., 1997, An investigation into microbial removal of fats, oils and greases, Bioresource Technology, 59(1), 37-43.

최종원고채택 12. 09. 25