

지역 양분관리를 위한 조사료 단지의 양분수지 개선효과

양헌용 · 김정균 · 오병욱 · 서일환*

전북대학교 지역건설공학과

Improvement of Nutrient Balance using Feed Crops for Regional Nutrient Management

Heon-yong Yang, Jung-Gyun Kim, Byung Wook Oh, and Il-hwan Seo*

Jeonbuk National University, Department of Rural Construction Engineering, Jeonju, 54896, Korea

Abstract. Livestock facilities in Korea are on their way of enlargement resulting in increment of livestock manure. When the livestock manure treated inappropriate way during application to the agricultural area, environmental damage can be occurred such as bad smell, water and air pollution. Therefore it is important to make a good management plan for livestock manure treatment. In order to effectively apply organic fertilizer made by livestock manure in terms of quantity and quality, the current status of nutrient in agricultural land should be calculated quantitatively by scientific way. The OECD suggest member countries to calculate the nutrient balance as an agricultural environment indicator which represents the difference between nutrient inputs and outputs of the amount of nutrients in various ways. In this paper, we calculated the nutrient balances according to three cities which have different characteristics such as urban or rural areas. To reduce the nutrient balance, we considered how to reduce the amount of chemical fertilizer by using organic fertilizer made by livestock manure. And public treatment facilities for livestock manure can be a good solution except civil complaints for location selection. Among the options, manure fertilizer application to the agricultural area for cultivation of forage crops was mainly considered to reduce the nutrient balance by decreasing input of chemical fertilizers and increasing output of crop production. Using the field monitoring data, it can be calculated that the daily nitrogen reductions by 116.5 kg/ha and the daily phosphorus increments by 2.7 kg/ha.

Additional key words : forage, integrated crop-livestock circulation, manure fertilizer, nutrient balance

서 론

축산시설은 생산성 증대를 위하여 점차 기업화되고 있으며, 생산성을 높이기 위하여 동물을 밀집 사육하고 있다. 가축분뇨 발생량은 증가하고 있으나, 발생한 가축분뇨를 자원화하여 살포할 수 있는 경지면적은 점차 줄어들고 있다. 통계청에 따르면 전국 경지면적은 2008년 1,759천 ha에서 2017년 1,621천 ha로 10년 사이에 약 8%가 지속적으로 감소하는 반면에, 주요 가축사육두수(한·육우, 젖소, 돼지, 닭)는 같은 기간 동안 132백만 마리에서 186백만 마리로 29%가 증가하였다. 2012년 가축분뇨의 해양투기가 금지되면서, 발생과 처리의 불균형으로 인하여 가축분뇨로 인한 수질, 악취와 같은 환경적인 문제와 민원이 증가하고 있다. 가축분뇨를 처리하는 방법은 자원화, 정화처리, 에너지화, 소각 등이 있으며, 이 중

에서 경제성과 효율성을 고려하였을 때 가장 현실적인 방법은 자원화하여 농경지에 환원하는 것이다(Yoo, 1996).

가축분뇨 퇴액은 질소, 인산, 칼륨 등 작물이 성장하는데 필요한 영양소와 함께 다양한 유기물을 함유하고 있어 과거부터 친환경 유기질 비료로 활용되어 왔다. 하지만 과다 사용되거나 부숙이 덜 된 가축분뇨 퇴액을 사용하는 경우 수계, 토양, 대기에 대한 환경오염을 일으킬 수 있으며, 악취 및 미세먼지를 발생시켜 주변 농가 민가에 피해를 준다(Lee, 2007; Shin 등, 2017). 가축분뇨로 인한 문제를 해결하기 위해서는 가축분뇨 퇴액비의 올바른 사용과 무기질 및 유기질 비료를 포함하는 양분의 적절한 관리방안이 필요하다. 양분의 발생량과 사용량을 과학적 및 정량적으로 파악하는 것이 필요하지만, 토양의 성질과 재배작물의 특성, 수계와의 거리 등에 따라 지역적으로 양분 소모의 특성이 복잡하여 토질, 대기질, 수질에 미치는 양분의 영향을 정량적으로 분석하는 것은 어렵다(Fernall, 2010).

양분이 환경에 미치는 잠재적 및 종합적인 영향을 관리하기

*Corresponding author: ihseo@jbnu.ac.kr

Received November 30, 2019; Revised January 20, 2020;

Accepted January 22, 2020

위하여 양분수지가 활용될 수 있다. 양분수지(Nutrient balance)는 다양한 경로를 통하여 농경지에 유입되는 양분투입량(Input)과 농경지에서 소비되는 양분산출량(Output)의 차이로 산정되는 것으로 양분이 환경에 잠재적으로 미치는 영향을 과학적 및 정량화하여 제시하기 위하여 사용된다. 양분투입량에는 보통 유기질비료 투입량, 가축분뇨 발생량, 생물학적 질소고정량, 질소의 대기침적량, 파종식재용 재료를 통한 유입량을 포함하며, 양분산출량은 작물생산량과 사료작물 생산량으로 나누어진다. OECD에서는 양분수지를 양분관리를 위한 지표로서 활용하고 있으며(Kremer, 2013), 우리나라에서도 매년 국가통계자료를 바탕으로 양분수지를 산정하여 OECD에 제출하고 있다(KLEI, 2018). 우리나라의 양분수지는 질소 기준 245kg-N/ha로 OECD 국가 중 1위를 기록하고 있으며, 이는 우리나라와 농경 특성이 유사한 일본(153 kg-N/ha), 농경지 대비 가축의 사육밀도가 높은 네덜란드(140kg-N/ha)와 벨기에(132kg-N/ha)의 양분수지와 비교해 보았을 때 약 40% 높은 수치이다(OECD, 2017).

Lee (2003)은 농경지에서 농업활동으로 인한 양분의 입·출입을 모니터링하여 양분수지를 산정한 바 있다. 농경지 뿐 아니라 양분을 지역단위로 산정하는 연구도 진행되었다(Kim과 Kim, 2005). 유럽의 축산 및 농업방식이 우리나라와 차이가 있기 때문에 우리나라 실정에 맞는 양분수지를 산정하기 위한 연구가 이루어진 바 있으며(Hong 등, 2006), 농경지에서 축산분뇨의 사용실태를 축산 선진국들과 비교를 하여 단위 면적 당 양분부하율을 산출하였고(Kim 등, 2008), 작물별 표준 시비량을 기준으로 투입되는 양분의 양을 비교하여 양분의 토지 부하량을 분석하는 연구가 이루어졌다(KREI, 2015).

양분수지를 관리하기 위해서는 유입되는 양분의 양을 줄이고 작물생산을 통하여 산출되는 양을 늘리는 것이 핵심이다. 하지만, 가축의 사육두수를 줄이거나 정화시설을 설치하여 양분유입을 줄이는 방법과 농경지를 확장하여 양분산출을 늘리는 방법을 도입하는 것은 현실적인 어려움이 있다. 반면 자원순환농업을 고려한 조사료생산은 기존의 농경지에 이모작으로 또는 휴경지를 활용할 수 있으며, 가축분뇨 퇴액비 살포지 확보에 기여할 수 있다. 조사료는 1년에 최대 3회까지 경작할 수 있으며, 생산속도가 빨라 많은 양분을 빠르게 소비하는 특징이 있어 양분관리를 위하여 우선 고려될 수 있는 수단이다.

본 연구에서는 도시화가 급격히 이루어지고 있는 지역(A 시), 밭 중심의 넓은 농경지를 가진 지역(B 시), 논 중심의 농경지를 가진 지역(C 시)의 서로 다른 특성을 가진 시군을 대상으로 양분수지를 산정하였으며, 가축분뇨에 대한 문제 해결이 시급한 A 시를 중심으로 양분수지를 관리하기 위한 다양한 방안 중에서 지역에서 발생하는 가축분뇨를 활용하여 생산된 퇴

액비만으로 운영되는 조사료 단지를 조성하는 경우에 대한 효과를 검토하였다. 이를 위하여 선행연구 데이터와 현장모니터링을 통하여 가축분뇨 부속유기질비료만을 사용하여 생산하는 조사료단지에서의 양분수지 개선효과를 추정하였다.

재료 및 방법

1. 분석 대상지역

양분수지를 사용하여 지역의 양분사용 특성을 파악하기 위하여 가축분뇨의 발생량이 높고, 서로 다른 농축업 특징을 가진 3개의 시군을 선정하였다. A 시는 주요 축종(소, 돼지, 가금류) 중 가축분뇨의 발생량에서 돼지가 차지하는 비중이 높아 가축분뇨 액비를 살포할 수 있는 살포지가 필요한 실정이다. 하지만, 도시화로 인해 농경지 면적이 2013년 8,924ha, 2015년 8,153ha로 매년 5% 수준으로 지속적으로 감소하고 있으며(KOSIS, 2015) 2015년 기준으로 논·밭의 비율이 전체 농경지의 62%로 밭보다 높아 모내기 이후인 5월에 돈분 액비를 살포한 후, 발생량이 증가하는 여름철에는 살포지가 부족한 문제를 가지고 있다. A 시의 주요작물은 벼, 단감, 딸기가 있으며 단감과 딸기의 경우 양분산출량이 상대적으로 작게 산정되는 작물이다(Yoon, 2016). 지역적인 특성에 따라 작물로 소비할 수 있는 양분의 양이 제한적인 문제점을 보완하기 위하여 공동자원화시설을 중심으로 가축분뇨 액비 저장시설을 확보하기 위하여 노력하고 있다. B 시의 경우, 가금류 사육두수가 높으며(Table 1), 지형이 평탄하여 넓은 농경지를 확보하고 있으며, 농경지의 면적이 2013년 19,612ha, 2015년 19,257ha로 감소폭이 적다(KOSIS, 2015). 주요작물로는 벼, 콩, 들깨가 있으며 밭 중심의 농경지 면적이 상대적으로 넓어 가축분뇨 퇴액비 생산 시 살포할 수 있는 농경지를 확보하기 쉽다(Yoon 등, 2016). 하지만 발생하는 가축분뇨의 절대적인 양이 크기 때문에 양분관리에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다. 해당 지자체는 지역농협을 중심으로 양분에 대한 에너지화 사업에 대한 관심과 지원을 늘리고 있다. C 시의 경우, 가축사육두수가 상대적으로 적으며, 농경지 면적은 넓다. 특히 논이 전

Table 1. Livestock breeding head Status and Arable land area of for each cities in 2015.

	The number of livestock (head)			Paddy area (ha)	Field area (ha)	Farm land (ha)
	cow	swine	Poultry			
A city	28,500	182,172	1,000,987	5,080	3,073	8,153
B city	24,113	181,594	5,546,782	12,026	7,250	19,275
C city	7,072	46,814	777,974	13,241	1,364	14,605

체 농경지의 91%를 차지하여 모내기 전후로 액비를 살포할 수 있는 충분한 경지를 확보하고 있다. 주요작물로는 벼, 보리, 밀 등 상대적으로 양분산출량이 높게 산정되는 작물 재배비중이 높다(Yoon, 2016).

2. 양분수지 산정법

OECD에서 제시하고 있는 양분수지 산정법은 경계(Boundary)에 따라, 농가수지(Farm budget), 토양수지(Soil budget), 토지수지(Land budget) 산정법으로 나누어진다(Oenema 등, 2003; Schroder 등, 2004; Bach 와 Frede, 2004; Nevens 등, 2006). 농가수지 산정법은 농가를 기준으로 유·출입된 모든 생산물에 포함된 양분(N, P)을 고려하는 것으로, 가장 상세하게 양분의 이동경로를 파악할 수 있으나, 신뢰할 수 있는 정확도를 가진 자료를 확보하는 것이 매우 어렵다는 한계가 있다. 토지수지(Land budget) 산정법은 Fig. 1 과 같이 지역을 경계로 대기·토양·물을 모두 고려하며, 가축분뇨 발생량과 보통비료·유기질비료의 판매량이 모두 지역에서 소비되는 것을 가정하고 있다. 토지수지는 양분의 사용이 지역환경에 미치는 모든 잠재적인 영향을 분석하는 목적으로 활용될 수 있다. 본 연구에서는 지역을 중심으로 환경에 대한 잠재적인 영향을 종합적으로 판단하기 위하여 토지수지 산정법을 이용하였다.

3개 시에 대한 양분수지를 산정하기 위하여 가장 중요한 것은 양분유입과 양분산출에 대한 통계자료를 확보하는 것이다. 양분유입 항목 중 보통비료 살포량과 유기질비료 살포량은 지자체 및 농협을 통하여 획득한 비료의 판매량 통계자료를 활용하여 계산하였다. 판매된 비료의 종류에 따라 포함하는 질소와 인 함량이 서로 달라 비료 판매량과 비료별 양분함량을 바탕으로 총 투입된 양분의 양을 계산하였다.

토지수지 산정법에 따라 지역에서 발생하는 모든 가축분뇨는 다양한 경로로 지역 환경으로 배출되는 것으로 산정하였다. 가축분뇨 발생량은 농식품부 농업경영체 등록정보 조회 서비스(AgriX)를 통하여 해당 지역별 및 축종별 사육두수를 파악하였으며, 축종별 가축분뇨 발생원 단위, 축종별 질소와 인산환산계수, 사육두수를 곱하여 총 발생량을 계산하였다.

생물학적 질소고정량은 콩과식물과 공생하는 미생물에 의해 공기 중의 질소를 고정하는 것을 의미하며, 콩과작물 재배 면적에 질소 고정계수를 곱하여 산정하였다. 콩과작물에는 대두, 완두, 녹두 등이 있으며 질소고정계수는 각각 77.5, 74.5, 74.5를 사용하였다. 질소의 대기침적은 농경지면적에 대기질소 침적 계수를 곱하여 산정하였다. 대기 중 질소침적계수는 2005년~2014년 사이 우리나라 대기 질소 침적계수의 평균값인 2.41을 사용하였다(Ahn 등, 2014). 파종식재용 재료를 통한 유입은 종자와 같이 파종/식재용 작물에 포함되어 있는 질소와 인의 유입량으로 작물별 재배면적과 질소 및 인 변환계수 평균값을 반영하여 산정하였다(Kremer, 2013). 양분산출량은 작물생산 및 작물부산물 산출량으로 이루어져 있다. 작물생산량은 지역별 및 작물별 생산량과 국립농업과학원에서 제공하는 작물별 질소 및 인의 함량을 곱하여 산정하였다. 작물부산물 산출은 작물생산량과 국립농업과학원 식품성분표에 제시된 작물잔사 발생계수 및 잔사내 질소 및 인의 성분함량을 사용하여 산정하였다. 양분산출을 위하여 AgriX에서 구할 수 있는 모든 작물에 대하여 작물계수를 반영하여 산정하였다.

3. 실험 방법

연구대상지역으로 선정된 3개 시군에 대하여 2015년을 기준으로 양분수지를 산정하였다. 지자체에 따라서 통계자료의

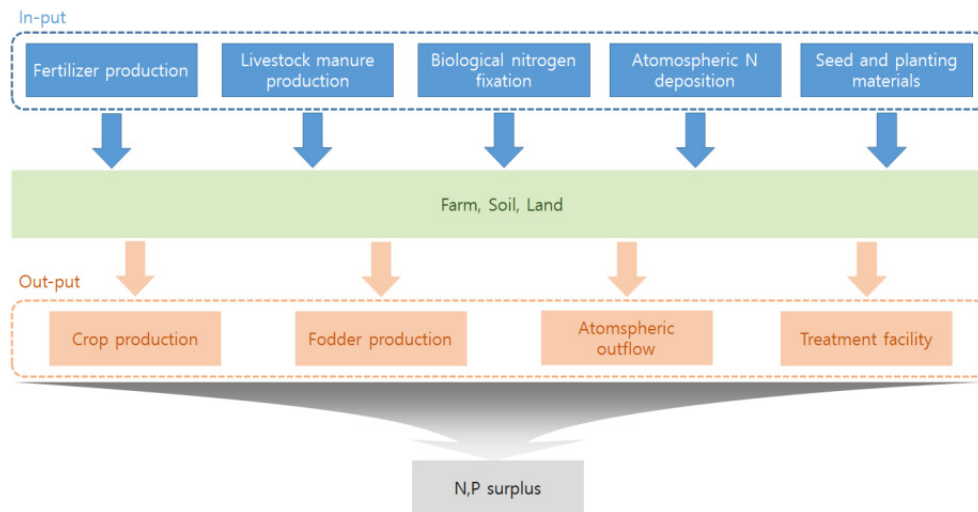


Fig. 1. Schematic diagram for calculating Nutrient balance.

확보수준이 달라 모든 데이터를 확보할 수 있는 가장 최신연도를 기준으로 하였다. 양분수지 산정결과를 바탕으로 지역의 양분관리 특성의 차이를 분석하였으며, 양분수지 관리를 위하여 적용할 수 있는 다양한 대안을 검토하였다. 실험대상 지역 중 A 시의 경우 가축분뇨 발생량이 높으면서 동시에 급격한 도시화로 인해서 농경지가 점차 줄어들고 있어 양분수지가 매우 높게 나타나는 지역이다. 따라서 양분관리가 매우 시급하며, 가축분뇨 문제 해결을 위하여 우선 적용방안으로 가축분뇨 퇴액비를 조사료 생산에 활용하여 살포지 확보 및 조사료 확보 시 양분관리 효과를 분석하였다. 이를 위하여 지역에서 발생하는 가축분뇨 돈분을 이용하여 액비를 생산 및 유통하는 액비유통센터와 연계하여 돈분 액비만을 사용하여 인근 휴경지에 조사료 작물을 재배하였다. 재배면적은 약 0.5 ha(1,500평) 규모로 수단글라스를 재배하였으며, 7월에 약 150톤의 액비를 살포한 후, 2017년 7월 17일~2017년 11월 3일까지 약 4개월 동안 2주 간격으로 현장 모니터링을 통하여 토양 내 질소와 인의 변화양상을 분석하였다.

토양시료채취는 대상 농경지를 대표할 수 있도록 하였으며, 고랑,수로 인근, 조사료 생장이 특이한 지역을 피하여 5개의 구역을 선정할 후 깃발로 지점을 표시하여 시험마다 동일한 구역에서 토양시료를 채취하였다(Fig. 2). 토양시료는 구역별로 반경 3 m 이내에서 근근부의 토양 샘플 10개를 채취한 후, 잡초, 돌 등 이물질들을 제거한 후 잘 섞어 하나의 대표 샘플로 사용하였다. 토양 샘플은 밀봉하여 분석실로 이송하여 원소분석법을 사용하여 TN (Total nitrogen, 총 질소), TP (Total phosphors, 총 인)를 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 양분수지 산정 및 분석

지역별 농업특성을 고려한 양분관리 현황파악을 파악하기 위하여 2015년을 기준으로 양분수지를 산정하였다(Table 2). 기타 항목에는 대기침적, 종자유입, 생물학적 고정 등을 포함하고 있다. A 시의 경우 3개의 연구 대상지 중에서 가장 높은 질소 308.9kg/ha, 인 111.6kg/ha의 양분수지를 나타냈다. 이는 질소 기준으로 우리나라 전체 평균인 245kg/ha 보다 약 1.26배 높으며, 도시화로 인한 축산물의 소비량 증대와 농경지 면적의 감소가 가장 큰 원인으로 분석된다. 이와 함께 악취 민원으로 인하여 주거지역 인근 농경지에 가축분뇨 퇴액비 살포지 확보에 어려움을 겪고 있다. 부족한 농경지 면적에 비하여 증가하는 가축분뇨에 대한 처리요구량을 수용하기 위하여 공공처리시설의 신설 및 증설계획을 바탕으로 보완하고 있

다. B 시의 경우, 가축분뇨 발생량과 화학비료의 사용량이 많으나, 상대적으로 가축분뇨 퇴액비를 살포할 수 있는 농경지가 넓으며, 가축분뇨를 처리하는 공공처리시설이 동시에 운영되고 있다. 이로 인하여 양분수지가 154.9kg-N/ha, 60.3 kg-P/ha로 우리나라 평균 질소 양분수지의 63% 수준을 보이고 있다. C 시의 경우, 넓은 농경지를 확보하고 있으며 90.8% 가 논을 중심으로 이루어져 있어, 모내기 전후로 액비를 살포



Fig. 2. Experimental site for growing sudangrass and sampling points (red stars) for analysis of nutrient change.

Table 2. Nutrient balances calculated for each cities in 2015.

City name	A city		B city		C city	
	kg-N/ha	kg-P/ha	kg-N/ha	kg-P/ha	kg-N/ha	kg-P/ha
Input						
Chemical fertilizer	156.6	59.4	143	44	247.2	63.3
Livestock manure	277.9	60	126	27.7	42.1	9.2
Organic fertilizer	24.7	8	0.2	0.1	9.7	2.6
etc.	28.3	-	28.7	-	28.7	-
Total (A)	487.5	127.4	297.9	71.8	327.7	75.1
Output						
Crop production	37.5	6.6	42.2	7.7	57.6	10.7
Fodder production	2.8	0.5	2.8	0.5	3.6	0.7
Atmospheric outflow	83	-	83.2	-	83.3	-
Treatment facility	55.3	8.8	14.8	3.3	-	-
Total (B)	178.6	15.9	143	11.5	144.5	11.4
Nutrient Balance (A-B)	308.9	111.5	154.9	60.3	183.2	63.7

할 수 있는 환경이 조성되어 있으며 발생하는 가축분뇨의 양도 상대적으로 적다는 특징이 있다. 그러나 보통비료가 차지하는 비율이 전체 투입량의 75%로 단계적으로 저감이 가능한 것으로 판단된다. C 시는 공공처리시설이 없어 가축분뇨를 퇴액비 자원화 시설과 에너지화 시설에 의존하고 있어, 양분관리 진행상황을 고려하여 공공처리시설을 추가로 신설하는 방안을 고려해볼 수 있다.

양분수지 산정결과를 분석한 결과 A 시의 경우 양분유입량은 B 시와 C 시에 비해 각각 1.63배, 1.48배 높은 수치를 보인다. 이는 보통비료 사용량은 B 시와 C 시에 비해 비슷하거나 오히려 낮은 수치를 보이지만, 유기질비료 투입량이 많다. 특히, 가축분뇨 발생량이 B 시, C 시와 비교하였을 때 2.2배, 6.6

배가 높다(Fig. 3). 양분산출량은 A 시가 B 시, C 시에 비해 1.25배, 1.23배로 절대적인 수치는 더 높지만, 양분산출량 대비 양분유입량이 2.7배로 2.0배(B 시)와 2.2배(C 시)와 차이가 있음을 확인할 수 있으며 이는 상대적으로 A 시는 공공처리시설을 운영하여 가축분뇨를 처리하고 있으나 발생하는 가축분뇨 대비 작물의 생산을 통해 순환할 수 있는 농경지 면적이 부족하기 때문이다(Fig. 4). 제한적인 농경지 면적으로 인한 양분소모량이 부족한 부분을 1년에 여러 번 수확할 수 있는 사료작물의 재배면적을 늘리는 방안을 생각해볼 수 있다.

2. 조사료재배를 통한 가축분뇨 액비 살포효과

가축분뇨 퇴액비의 살포처 확보에 따른 양분관리 효과를

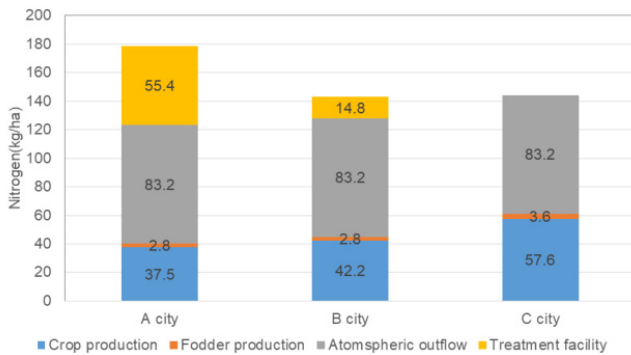


Fig. 3. Output factors for calculating nutrient balance for each cities.

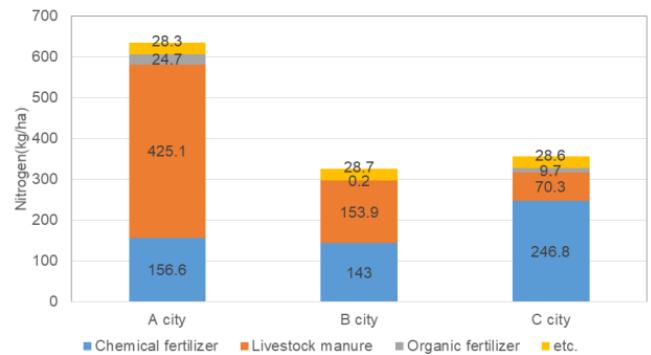


Fig. 4. Input factors for calculating nutrient balance for each cities.



Fig. 5. Sampling and field monitoring in the experimental site cultivating forage.

Table 3. Nitrogen and phosphorous concentrations on soil samples.

(unit: mg/kg)

Point	Nitrogen concentrations on soil samples						Phosphorous concentrations on soil samples					
	1	2	3	4	5	Avg	1	2	3	4	5	Avg
Sowing	4,281	4,582	3,556	3,207	2,971	3,680	338	324	374	240	153	286
8/8	3,002	3,810	2,222	2,335	2,143	2,703	333	437	376	229	363	348
8/23	2,249	2,762	2,541	1,701	2,541	2,302	286	286	-	197	384	288
9/15	-	2,433	2,433	2,020	2,433	2,259	341	366	371	345	344	354
Harvest	2,901	1,642	1,425	1,472	1,425	1,717	401	387	338	252	280	332

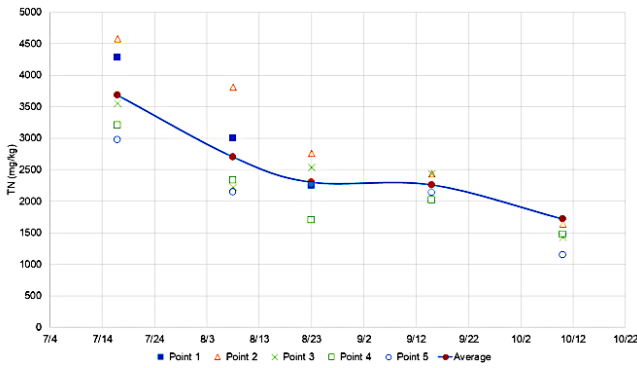


Fig. 6. TN concentration during experimental period for forage cultivation using livestock liquid fertilizer.

검토하기 위하여 조사료 단지 조성에 대한 효과를 현장 모니터링을 하였다. Fig. 5와 같이 조사료의 파종에서 수확까지 5 차례에 걸친 현장 모니터링을 수행하였다. 액비 살포 후 종자가 발아한 후 자라는 속도가 빠르지 않았으나, 비가 온 후부터 급격하게 성장하여, 약 2~2.3 m 높이까지 성장하였다. 실험 농경지에는 가축분뇨 액비 외의 다른 비료는 투입하지 않았다. 파종 후 추수까지는 88일이 소요되었으며, 현장 모니터링 때마다 토양 샘플링을 통하여 토양 내 양분(TN, TP)의 변동을 원소분석법을 활용하여 분석하였다(Table 3). 토양 내 총 질소는 액비 살포 및 파종 시 초기농도 3,689mg/kg, 수확 후 농도 1,717 mg/kg로 53.5%가 소모되었으며, 총인은 초기농도 285.8 mg/kg, 수확 후 농도 331.5mg/kg으로 16.0%가 증가하였다. 이를 일단위로 환산하면, 총질소는 22.4mg/kg·day가 감소하였으며, 총인은 0.519mg/kg·day가 증가하였다. 이는 일반적으로 돈분 액비에 포함되어 있는 질소와 인의 비율이 2.6:1 정도로 일반적인 작물의 요구량보다 인의 비중이 높기 때문이다(NIAST, 2005). 질소의 경우 지하로 침투되어 유출되는 반면 인은 표면의 흙과 결합하여 지표면에 남기 때문에 표토 근권부에 대한 샘플 채취 방법을 고려하였을 때, 인이 증가한 것으로 판단된다. 총질소와 총인의 평균농도 감소량을 바탕으로 조사료단지 조성에 따른 가축분뇨 액비를 살포한 토양의 양분변화량을 추정된 결과 질소의 경우 116.5kg/ha·day 감소하며, 인은 2.70kg/ha·day 증가하는 것으로 나타났다(Figs. 6, 7).

적 요

2015년 현재 우리나라는 OECD 국가 중 질소기준 양분수지가 1위로 양분관리가 시급한 실정이다. 양분관리를 위해서는 축사에서 발생하는 가축분뇨의 자원화를 통하여 생산된 가축분뇨 퇴·액비를 농경지에 올바르게 살포하여 양분이 순환

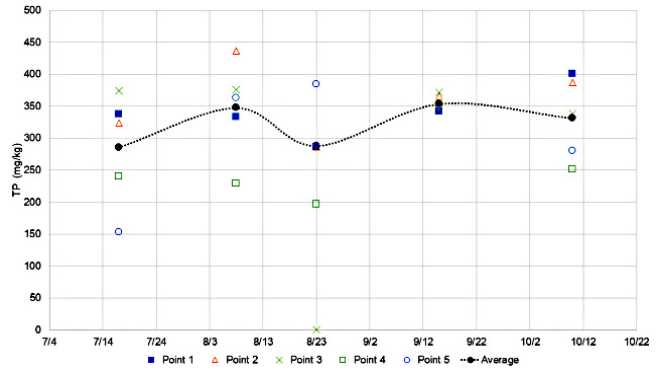


Fig. 7. TP concentration during experimental period for forage cultivation using livestock liquid fertilizer.

될 수 있는 구조를 만드는 것이 매우 중요하다. 이는 무기질 및 유기질 비료의 사용량을 줄일 수 있어 농경지에 대한 양분관리와도 연계되어 있다. 본 연구에서는 양분수지를 활용하여 연구대상지역에 대한 양분현황을 파악하였으며, 경제성과 효율성을 고려하여 조사료의 생산을 통한 가축분뇨 퇴·액비의 적절한 활용을 통하여 양분관리 효과를 검토하였다. 지역에서 발생하는 가축분뇨로 생산된 퇴·액비를 지역으로 다시 재순환할 수 있도록 하여, 가축분뇨 액비만으로도 충분한 양의 조사료 생산이 가능함을 보여주었으며, 농경지의 토양에서의 총 질소의 농도저감을 확인할 수 있었다. 질소농도의 감소는 작물의 사용량 뿐 아니라 토양에 축적되거나 지하수 및 지표수로 유출되는 것이 포함되어 수질개선의 효과를 예상할 수 있다.

추가 주제어: 가축분뇨, 경축순환, 미세먼지, 사료작물, 양분수지

사 사

이 논문은 농촌진흥청 농축산 미세먼지 발생실태 및 저감기술 개발사업(PJ01426904)의 연구지원을 받아 수행하였습니다.

Literature Cited

- Ahn, J.Y., S.D. Lee, J.S. Han, J.S. Choi, J. Oh, Y.H. Lee, J.S. Park, M.Y. Sung, J.H. Park, and Y.D. Son. 2014. Study on the characteristics of regional scale wet and dry acid deposition(I), 11-1480523-002150-01, National Institute of Environmental Research, 24 (in Korean).
- Bach, M., Hans-Georg Frede, 2004, Assessment of agricultural nitrogen balances for municipalities – example baden-wuerttemberg (Germany), European Water Management Online, Official Publication of the European Water Asso-

- ciation (EWA), 1-4.
- Fernall, D., 2010. Soil Nutrient Balances Reviewing and Developing to Meet Customer Needs, UK:Department for Environment and Rural Affairs, 5-6.
- Hong, S.K. and J.O. Song, 2006, A Analysis of Nutrition Balance in Chungju Area, Korean Journal of Agricultural Management and Policy, 33(4):1127-1150 (in Korean).
- Kim, C.G and T.Y. Kim. 2005, Scheme for Implementing Regionally Based Maximum Nutrients Loading System, Korean Journal of Agricultural Management and Policy, 33(2):326-350 (in Korean).
- Kim, C.G., H.K. Jeong, P.E. Im, and T.H. Kim. 2015, Directions for Introducing Total Maximum Nutrient Loading System of Cultivated Land, Korea Rural Economic Institute(KREI), C2015-5:128-138 (in Korean).
- Kim, P.J., Y.B. Lee, Y. Lee, H.B. Yun, and K.D. Lee. 2008, Evaluation of Livestock Manure Utilization Rates as Agricultural Purpose in Developed OECD Countries by Using Nutrient Balances, Korean Journal of Environmental Agriculture, 27(4):337-342 (in Korean).
- Korea Livestock Economy Research Institute(KLEI), 2018, Development nutrient management manual, 1-3.
- KOSIS(Korean Statistical Information Service.), 2015, <http://kosis.kr/index/index.do>
- Kremer, 2013, Methodology and Handbook Eurostat/OECD – Nutrient Budgets, Luxembourg : Commission european, 18-64.
- Lee, S.C, 2007, Direction of Natural Circulation Eco-friendly Livestock Policy, Korean Animal Improvement Association, 38-43 (in Korean).
- Lee, Y, 2003, Nutrient balance of Korean agricultural land, Korean Society Of Soil Sciences And Fertilizer, 14:28-39 (in Korean).
- National Institute of Agricultural Sciences and Technology (NIAS), 2005, Integrated Nutrient Management to Cultivation for field crops(INM), 11-1390093-000126-14, 206.
- Nevens, F., I. Verbruggen, D. Reheul, and G. Hofman, 2006, Farm gate nitrogen surpluses and nitrogen use efficiency of specialized dairy farms in Flanders : Evolution and future goals, science direct, Agriculture systems 88, 143-147.
- OECD, 2017, The Nitrogen Cycle and Policy – Towards Coherent Solutions, Environment policy committee, 25-30.
- Oenema, O., Hans Kros, Wim de Vries, 2003, Approaches and uncertainties in nutrient budgets: implications for nutrient management and environmental policies, science direct, Europ. J. Agronomy 20, 3-10.
- RDA, ,Supply and Demand Status and Forecast of roughage in Korea , <http://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psb/psbk/kidofcomdtyDtl.ps?menuId=PS00067&kidofcomdtyNo=31591>
- Rural Development Administration(RDA), 2008, The unit load of livestock excreta in Korea, <http://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psg/psga/psgaa/exhstwonUnitCalc.ps?menuId=PS03132>
- Rural Development Administration(RDA), 2009, The study to Re-Establish the Amount and Major Compositions of manure from livestock, 11-1390000-002309-01, National Institute of Animal Science, Rural Development Administratio, 1-109.
- Rural Development Administration (RDA), 2009, The study to Re-Establish the Amount and Major Compositions of manure from livestock, 11-1390000-002309-01, National Institute of Animal Science, Rural Development Administratio, 1-109.
- Shin, D.W., H.S. Joo, E.J. Seo, and C.Y. Kim. 2017, KEI, Mangement Strategies to Reduce PM-2.5 Emission : Emphasis-Ammonia, 9-34.
- Schroder, J.J., D. Scholefield, F. Cabral, and G. Hofman, 2004, The effects of nutrient losses from agriculture on ground and surface waterquality: the position of science in developing indicators for regulation, Science Direct, 7(1):15-23.
- Yoo, C.H, 1996, A study on the promotion of the Resources of Livestock Manure, Jonural of Rural Development, 19(3): 157-172 (in Korean).
- Yoon, Y.M., C.H. Kim, H.H. Koo, S.Y. Oh, J.M. Hong, S.H. Yoon, C.K. Kim, and M.H. Lee. 2016, A study on the basis for the introduction of total amount of nutrients, 11-1480000-001461-01, Minstry of environment, 91 (in Korean).