

Assessment of Agricultural Nutrient Surplus in Pig-concentrated Region in Korea

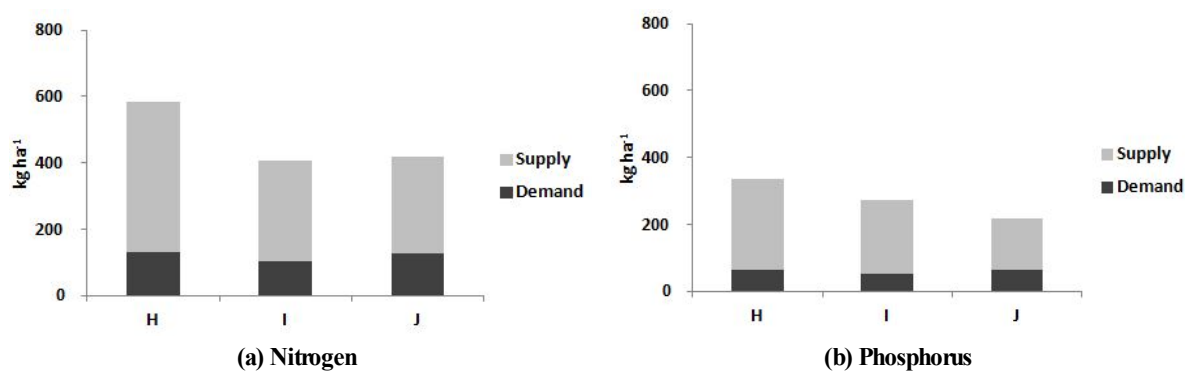
Yejin Lee, and Hong-Bae Yun*

Soil and Fertilizer division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon-si, Gyeonggi-do, 441-707, Korea

(Received: October 24 2013, Accepted: November 18 2013)

Assessment of nutrient balance in region unit is important to make a decision on nutrient management in agriculture. In this study, the nutrient demand in arable land and nutrient supply from livestock manure and chemical fertilizer were estimated from pig-concentrated areas. Three regions (H, I and J) were selected on the basis of pig numbers per unit area of arable land. In H and I regions, nitrogen amount from pig manure occupied about 50% of total livestock manure. Nutrient supply was three times higher compared to the nutrient demand in each of 3 regions. Soil available phosphate of higher pig-populated area in regional unit was higher than less populated livestock area. Therefore, livestock manure-derived regional management and monitoring of soil nutrient contents is necessary for the minimization and improvement of nutrient surplus.

Key words: Pig concentration region, Nutrient surplus, Livestock manure



Nitrogen and phosphorus supply and demand per unit area of arable land in H, I and J regions.

*Corresponding author : Phone: +82312900319, Fax: +82312900208, E-mail: hbaeyun@korea.kr

§Acknowledgement: This paper is the result of the project (PJ00856902) conducted by Rural Development Administration.

Introduction

폐기물의 해양 배출 금지에 관한 협정인 런던의정서가 발효됨에 따라 우리나라는 2012년부터 가축분뇨 해양배출이 전면 금지되었다. 원유 쿼터제가 시행되고 있는 젓소를 제외한 주요 축종의 사육두수는 유지 또는 일부 증가하는 추세이나 전국 농경지 면적은 감소하고 있어 결과적으로 가축분뇨를 수용할 수 있는 농경지의 양분부하가 우려되는 상황이다. 가축사육이 밀집될 경우 분뇨 및 오폐수가 유출되어 하천의 부영양화와 악취 등 비점오염을 유발할 가능성이 커지고, 전체적인 양분수지를 높이는 원인이 된다.

OECD 농업환경지표 중 농업양분지표는 비료사용량, 가축분뇨 발생량 등 농경지 양분 투입량과 농산물 생산에 의한 반출량을 구하여 양분수지를 평가하는 것으로서 OECD 회원국의 농업 정책을 평가하기 위한 지표로 활용되는데 (Kim and Kim, 2005), 1985년부터 2006년까지 우리나라의 질소, 인산 수지는 가축 사육두수 증가로 인해 높은 수준을 유지하는 것으로 나타났으며 (Kim et al., 2008), OECD 주요 회원국의 양분수지를 비교한 결과 우리나라와 같이 집약적인 농업을 하는 나라에서 높은 양분수지를 나타내 정책적으로 양분수지 개선을 위한 노력이 필요한 것으로 나타났다 (Lee et al., 2002).

전국적으로 양분 부하량을 평가하기 위하여 시군 단위로 양분정보를 관리하는 시스템 구축 연구가 수행되었으며 (Lee et al., 2006), 지역 사례 연구로는 경기도 내 시군에서 가축분뇨 유래 양분 발생량과 잉여량을 산정하고 (Kang et al., 2008), GIS를 이용하여 축산농가와 가축분퇴비 제조시설 분포, 양분 잉여량 및 필요량을 분석하는 프로그램 개발 연구가 수행된 사례가 있다 (Roh et al., 2010).

본 연구에서는 우리나라에서 돼지 사육두수가 많은 지역을 대상으로 돈분뇨로부터의 양분 발생량과 농경지 양분 필요량을 분석하여 잠재적 양분 잉여량을 평가하고, 해당 지역의 농경지 양분 함량을 분석하여 양분수지 개선을 위한 방안을 모색하고자 하였다.

Materials and Methods

대상지역 선정과 잠재적 양분 부하량 분석 전국에서 농경지 단위면적당 돼지 사육두수가 많고 행정구역이 다른 3개 시군을 대상지역으로 선정하였다. 통계자료는 통계청, 행정통계 2010년도 자료를 활용하였으며, 가축분뇨로부터의 양분 발생량은 국립축산과학원의 가축분뇨 배출 원단위와 가축분뇨 비료성분 함량 (NIAS, 2008)으로 산정하였다 (Table 1). 잠재적 양분 부하량 산정을 위하여 통계자료의 화학비료 공급량과 가축분뇨 양분 발생량으로 투입량을 구하고, 작물별 재배면적과 국립농업과학원의 작물별 시비처방기준 (NAAS, 2010)의 비료 표준사용량을 기준으로 양분 필요량을 계산하였다. 가축분 유래 질소는 퇴비화에 의한 질소 손실량 40%를 감안하였으며 (Lee et al., 2009), 자연적으로 공급되거나 제거되는 양분은 환경조건에 따라 다르기 때문에 본 연구에서는 질소고정이나 작물 수확으로 인한 양분 손실량은 고려하지 않았다.

돼지 밀집, 비밀집 지역의 토양화학성 분석 돼지 밀집정도가 농경지의 양분 집적에 영향을 미치는지 비교하기 위하여 3개 시군의 읍면을 돼지 밀집과 비밀집 지역으로 구분하여 농경지 토양의 화학성을 분석하였다. 돼지 밀집 지역은 농경지 단위면적 (ha) 당 사육 두수가 20마리 이상인 지역으로 구분하였다. 토양 화학성은 국립농업과학원의 토양 및 식물체 분석법 (NIAS, 2000)에 준하여 분석하였으며, 밀집, 비밀집 지역 간 토양 화학성 차이는 R version 3.0.2의 Welch two sample t-test로 통계 분석하였다.

Results and Discussion

잠재적 양분 발생량과 양분 필요량 3개 시군의 가축 사육두수와 농경지 면적은 Table 2와 같다. 가축사육두수는 H 시군이 가장 많았으나 농경지 면적은 J 시군이 가장 넓어 농경지 단위면적 (ha)당 돼지 사육두수는 H 시군에서 35마리, I 시군은 23마리, J 시군은 12마리였다.

3개 시군에서 돈분 유래 양분 발생량이 총 가축분뇨 유래

Table 1. Livestock manure production amount and nutrient content.*

Animal type	Amount of manure production (kg/day-an animal)		Nitrogen content (%)		Phosphorus content (%)	
	Feces	Urine	Feces	Urine	Feces	Urine
Korean cattle	8.0	5.7	0.50	0.68	0.60	0.07
Dairy cattle	19.2	10.9	0.33	1.02	0.49	0.27
Pig	0.88	1.74	0.96	0.80	0.83	0.09
Layer chicken	0.1247	-	1.39	-	0.29	-
Broiler chicken	0.0855	-	1.19	-	0.62	-

* NIAS (2008)

Table 2. Number of livestock and arable land area in the 3 regions.*

Regions	----- Number of livestock -----				-- Arable land(ha) --	
	Korean cattle	Dairy cattle	Pig	Chicken	Paddy	Upland
H	62,759	4,297	498,891	2,800,837	10,548	3,860
I	19,772	24,333	397,116	3,440,000	9,747	7,486
J	73,570	6,710	274,523	6,139,744	16,129	6,754

* MFAFF, 2010

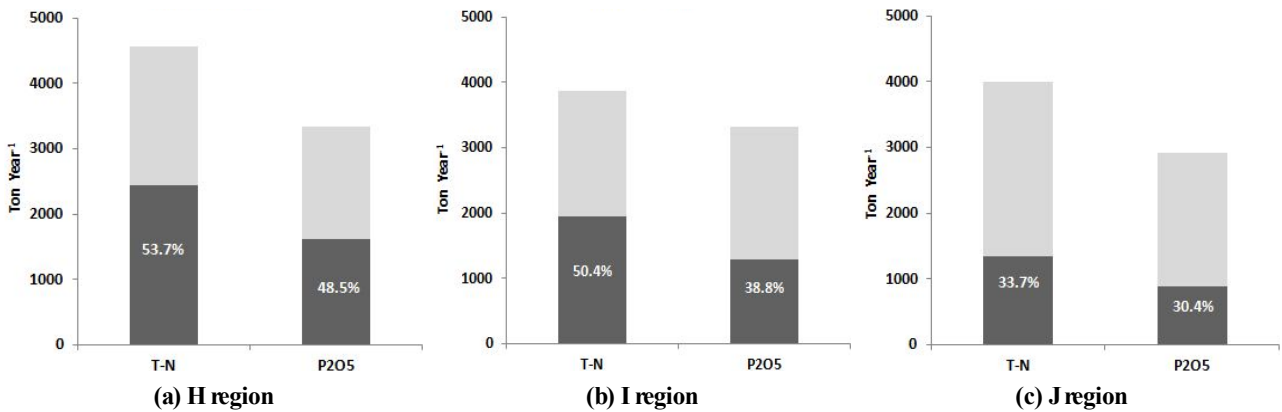


Fig. 1. Potential nutrient amount generated by livestock manure and percentage of pig manure in a) H, b) I and c) J regions.

Table 3. Annual nutrient demands of arable land in 3 regions.

Regions	----- T-N demand (ton) -----				----- P ₂ O ₅ demand (ton) -----			
	Paddy	Upland	Orchard	Total	Paddy	Upland	Orchard	Total
H	1286	576	40	1902	632	246	21	899
I	1228	343	228	1799	603	150	121	874
J	2263	441	189	2893	1164	221	97	1482

Table 4. Annual potential nutrient supplies from livestock manure and chemical fertilizer.

Regions	----- T-N supply (ton) -----			----- P ₂ O ₅ supply (ton) -----		
	Livestock manure	Chemical fertilizer	Total	Livestock manure	Chemical fertilizer	Total
H	4,554	1971	6,525	3,328	622	3,950
I	3,862	1338	5,200	3,316	487	3,803
J	3,987	2647	6,634	2,925	579	3,504

양분 발생량에서 차지하는 비율을 보면 H 시군과 I 시군은 질소의 약 50% 이상, 인산의 약 40~50% 정도가 돈분에서 발생될 수 있는 것으로 나타났다. 반면에 J 시군은 타 축종의 비율이 높아 돈분에 의한 양분 발생비율은 약 30% 정도 해당되는 것으로 나타났다 (Fig. 1).

3개 시군의 농경지 유형별 양분 필요량을 분석한 결과, 전체 농경지에서 필요한 질소, 인산 함량 중 논이 차지하는 비율이 가장 높았는데, H와 I 시군에서는 약 68~70%, J 시군은 약 78%가 논에서 필요한 것으로 나타났다. H 시군에서는 전체 양분 필요량 중 발작물에서 약 30% 정도 필요한

것을 알 수 있었고, I 시군은 발작물에서 약 17~19%, 과수에서 약 13% 정도 필요한 것으로 나타났다(Table 3).

가축분뇨에 의한 연간 양분 총량을 추정해보면 질소의 경우 H 시군에서 약 4500톤, I와 J 시군은 약 4000톤, 인산은 약 3000에서 3300톤이 공급될 수 있는 것으로 나타나 농경지 양분 필요량을 초과하는 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고 화학비료 공급량은 양분 필요량에 상당하는 것으로 나타났다 (Table 4).

농경지 단위면적당 양분 필요량과 화학비료와 가축분뇨에 의한 양분 공급량을 비교했을 때 3개 시군 모두 질소와

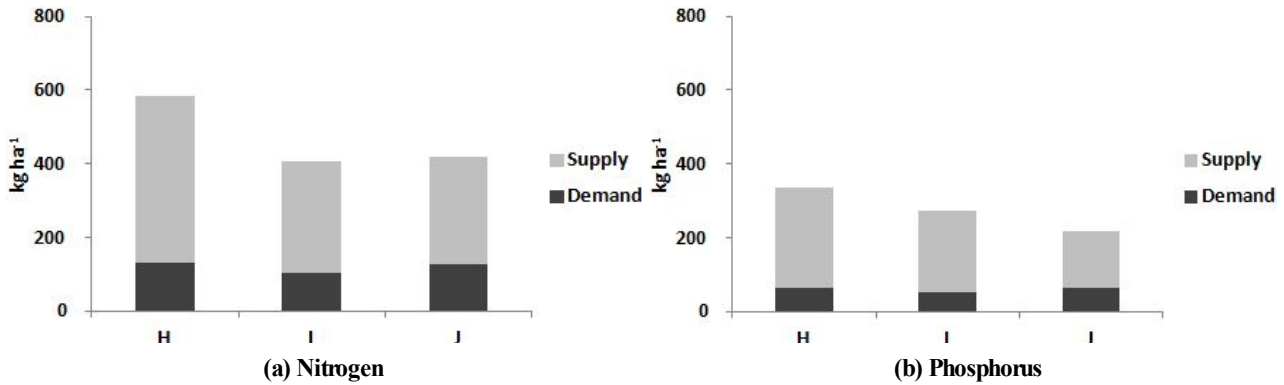


Fig. 2. Nitrogen and phosphorus supply and demand per unit area of arable land in H, I and J regions.

Table 5. Soil nutrient contents of pig concentrated (PC) and non-concentrated (PNC) area in 3 regions.

Regions		pH	EC	OM	T-N	Av.P ₂ O ₅	Exch.K	Exch.Ca	Exch.Mg
		1:5	dS/m	g/kg		mg/kg	cmol _c /kg		
H	PC	6.1	1.1	20.1	1.20	326	0.55	6.9	2.5
	PNC	6.1	0.7	22.5	1.40	306	0.64	6.5	2.1
	<i>P</i> -value*	0.66	0.01	0.10	0.07	0.72	0.35	0.42	0.01
I	PC	6.2	1.5	25.7	1.80	607	0.90	5.7	1.9
	PNC	6.2	0.9	22.3	1.50	358	0.63	5.3	1.6
	<i>P</i> -value	0.62	0.06	0.11	0.04	0.001	0.04	0.40	0.19
J	PC	5.8	1.0	21.4	1.40	294	0.65	5.6	1.6
	PNC	6.2	1.2	23.9	1.60	240	0.87	6.5	1.9
	<i>P</i> -value	0.001	0.56	0.08	0.05	0.26	0.11	0.06	0.14

* Welch two sample t-test (significant level $P < 0.05$) (R version 3.0.2)

인산이 과다 공급될 우려가 있는 것으로 나타났다 (Fig. 2). 특히 H와 I 시군은 가축분뇨 유래 질소의 약 50% 정도가 돈분에 의해 발생될 수 있어 돈분 자원화를 통하여 양분을 효율적으로 공급할 수 있는 여건을 마련하는 것이 중요할 것으로 판단된다. 축산업이 발달된 일부 선진국에서는 농경지 소유면적 당 가축분뇨 발생량을 정하여 가축 사육두수를 제한하는 정책을 시행하고 있으나 (Song et al., 2004), 지역별로 가축 사육두수를 제한하는 것은 축산업 발달에 영향을 미칠 수 있으므로 다양한 분석을 통하여 합리적으로 양분을 분산시킬 수 있는 방안이 필요하다.

돼지 밀집과 비밀집 지역 간 토양 양분 함량 비교

3개 시군 내에서 농경지 단위면적당 돼지 사육두수가 20마리 이상인 읍면을 밀집지역, 그 이하인 읍면을 비밀집지역으로 구분하여 토양화학성의 평균값을 비교하였다 (Table 5).

유효인산의 경우 농경지 단위면적당 돼지 사육두수가 높은 H와 I 시군에서 다소 높게 나타났으며, 특히 I 시군은 돼지사육밀도가 높은 읍면에서 유효인산 함량이 약 2배가량 높은 현상을 보임에 따라 돈분뇨의 적절한 투입 대책이 필요하다고 판단된다.

Conclusions

본 연구에서는 돼지 사육두수가 많은 3개 시군을 선정하여 가축분뇨 유래 양분 발생량과 농경지 양분 필요량을 평가하고, 돼지 밀집 여부에 따른 토양화학성을 비교하였다. 3개 시군 모두 양분 필요량보다 2~3배 많은 양분이 공급될 가능성이 있고, 일부 시군에서는 돈분 유래 질소 발생량이 전체 주요 축종의 50% 이상을 차지하는 것으로 나타나 돈분뇨 자원화를 통한 양분 공급이 유용할 것으로 판단되었다. 각 시군 내에서 돼지 사육 밀집, 비밀집 읍면을 구분하여 토양 화학성을 분석한 결과, 돼지 밀집 읍면에서 유효인산 함량이 높게 나타나 가축 밀집이 농경지 양분함량에 영향을 미칠 수 있는 것으로 나타났다.

Acknowledgement

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업 (과제번호 : PJ00856902)의 지원에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

References

- Kang, C.S., A.S. Roh, J.W. Lim, K.Y. Park and Y.K. Kim. 2008. Study on the evaluation of nutrient balance by the production of livestock excretion in the Paldang area in Gyeonggi-do. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 43:91-92.
- Kim, C.G. and T.Y. Kim. 2005. Directions for linkages between policy measures and the OECD agricultural environmental indicators. *Korean J. Environ. Agri.* 24(3):303-313.
- 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 J. Environ. Agri.* 27(4):337-342.
- Lee, Y., H.B. Yun and Y.B. Lee. 2008. Estimation of nitrogen loss from pilot and large scale composting by ammonia measurement and N/P ratio changes. *Bulgarian J. of Ecological Sci.* 7(4):13-15.
- Lee, Y., H.B. Yun, J.S. Noh and J.K. Cho. 2006. Construction of regional nutritional information system for nutrient management. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 39:129.
- Lee, Y., S.C. Kim and Y.H. Park. 2002. Development of nutrient balance indicator, RDA, Suwon, Korea.
- MFAFF. 2010. Agricultural and forestry statistical yearbook. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Korea.
- NAAS. 2010. Fertilization standard on crops(Revised ed.). National Academy of Agricultural Science, Suwon, Korea.
- NIAS. 2008. The study of re-establish the amount and major compositions of manure from livestock. RDA, Suwon, Korea.
- NIAS. 2000. Method of soil and plant analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
- Roh, A.S., C.S. Kang, J.S. Park and S.K. Kim. 2010. GIS program for environment-friendly management of livestock wastes. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 45:351-352.
- Song, J.H., C.K. Kim, D. Heo and S.J. Lim. 2004. A study on the introduction of regional maximum load system of livestock numbers, KREI, Seoul, Korea.