Assessment of Fertilizer Usage by Food Crops at the National Level

Seong Heon Kim¹, Hyun Young Hwang¹, Myung Sook Kim², Seong Jin Park², Jaehong Shim², and Yun Hae Lee^{3*}

¹Post-doctoral Fellow, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

²Researcher, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

³Senior Researcher, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

*Corresponding author: mushlee87@korea.kr

ABSTRACT

Received: March 31, 2020

Revised: May 7, 2020

Accepted: May 26, 2020

Korea is one of countries that have high application rates of inorganic fertilizers. Recently, environmental pollution has been announced due to overuse of fertilizer. To reduce the fertilizer usage, agricultural policies in terms of environmental sustainability has been introduced since the 1990s. This study aims to investigate total fertilization rates by nutrients and food crops in 9 provinces of Korea. In results, the average of total fertilizer inputs (N-P₂O₅-K₂O) was 18.3-11.2-12.7 kg 10a⁻¹. Total fertilizer usage of potato was 35.5 kg 10a⁻¹ as N that was higher than other crops. The order of contribution to total fertilizer use was inorganic fertilizer > compost > organic fertilizer. As a result, main concern of excess and use of fertilizers were focused on inorganic fertilizer. However, because of the high nutrient content of compost, the application rate of compost should be monitored and controlled. Therefore, long-term monitoring and proper training is required to understand nutrient characteristics of fertilizer and to reserve environmental sustainability in agriculture.

Keywords: Food crops, Fertilizer, Inorganic fertilizer, Organic fertilizer, Compost

Distribution of nutrient in food crops with different fertilization.

Introduction

비료는 작물의 생육을 돕기 위해 주는 물질로 (Kim et al, 2018), 무기질비료, 유기질비료, 부숙유기질비료 등으로 구분된다. 우리나라의 비료사용은 1980년 이전 생산량 증대 위주의 농업정책에 의해 무기질비료의 의존도가 높았다. 그러나 1980년 이후 지속 농업을 추구하기 위해 농경지 양분 종합관리 (Parris, 2011)와 1997년 친환경농업육성법이 제정 및 시행됨에 따라 가축분 퇴비와 유기질 비료의 지원정책에 의해 사용량이 증가한 반면, 화학비료의 사용량은 상대적으로 줄어들었다 (Jeon et al., 2014). 유기질 비료와 퇴비는 일부 경종농가에서 양분이 과량 함유된 퇴비의 시비는 토양검정에 의해 산출된 추천량이나 작물 추천 시비량보다 경험에 의해 시비하는 경우가 과다하게 시비한 경우가 있다고 알려져 있다 (Kim et al., 2018). 양분을 과다하게 사용할 경우 토양에 염류를 집적시켜 수분저해, 이온독성 등의 작용으로 작물 생육을 저해할 뿐만 아니라 환경오염의 원인이 되기도 한다 (Mer et al., 2000; Ramoliya and Pandey, 2002; Cho and Park, 2002; Lee et al., 2009). 이러한 양분투입에 따른 환경오염을 저감 및 예방하기 위해서는 직·간접적인 방법으로 실제 농경지에 사용되는 비료의 종류와 사용량에 대한 조사를 통해 농경지에 투입되는 비료의 양을 파악할 필요가 있다 (RDA, 2017).

이러한 필요성에 의해 농경지 토양 특성의 변화를 조사하는 농업환경변동 조사사업이 실시되었으며, 2017년 제 4차 친환경농업육성 5개년 계획 및 농업환경보전정책이 추진됨에 따라 농경지의 비료사용실태조사가 이루어지고 있다 (RDA, 2017). 비료사용 실태조사는 국내 농경지의 토양 양분관리 방안을 제시를 위한 기초자료 제공을 목적에 두고 있다. 비료사용실태조사의 조사방법은 4년 1주기로 해마다 노지채소, 과수, 식량작물, 시설작물을 조사하며, 도별로 각 주기에 대표되는 작물을 선정하여 전국 총 900농가를 대상으로 작물별 비료사용량, 비료종류, 성분량, 비료사용 방법 및 수량 등을 조사하는 것이다 (RDA, 2017; Kim et al., 2018).

이에 본 연구는 국내 식량작물 재배시 사용되는 비료의 종류와 각 비료의 사용량 및 과부족량을 분석하여 농업환경 보전을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

Materials and Methods

조사대상 및 조사방법 조사지역 및 대상은 각 도별로 재배 면적이 가장 많은 식량작물을 선정하여 경기지역 (벼 40농가, 콩 30농가, 고구마 30농가), 강원 (벼 40농가, 감자 30농가, 옥수수 30농가), 충북 (벼 40농가, 고구마 30농가, 옥수수 30농가), 충남 (벼 46농가, 콩 33농가, 감자 35농가), 전북 (벼 40농가, 고구마 30농가, 보리 30농가), 전남 (벼 40농가, 고구마 30농가, 보리 30농가), 경북 (벼 40농가, 콩 30농가, 감자 30농가), 경남 (벼 40농가, 보리 30농가, 콩 30농가) 및 제주 (보리 40농가, 감자 30농가, 콩 30농가)로 9개도 6작물에 대해 총 914농가를 선정하였다.

각 지역의 농업기술원에서 선정한 농가를 방문하여 작물별 비료종류, 성분량, 사용량에 대한 청취조사를 실시하였다. 청취조사 결과를 이용하여 실질적으로 사용하는 농가의 결과를 평균하여 비료 종류 및 양분종류에 따른 사용량을 확인하고, 작물별 추천시비량과 대비하여 실제 양분이 투입되는 양을 비료종류 및 양분종류에 따라 비교하였다.

Results and Discussion

비료 사용 현황 국내 식량작물 재배시 사용되는 비료의 성분별 사용량은 Fig. 1과 같다. 평균 비료사용량은 N이 $18.3 \pm 16.6 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$, P_2O_5 가 $11.2 \pm 4.9 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ 및 K_2O 가 $12.7 \pm 16.6 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ 이었으며 최대량은 N, P_2O_5 및 K_2O 는

Fig. 1. Distribution of total nutrient input in soil for food crops (rice, bean, potato, sweet potato, barley, corn).

Fig. 2. Distribution of total nutrient input by Inorganic and organic fertilizer application in soil for food crops (rice, bean, potato, sweet potato, barley, corn).

각각 142.2, 153.5 및 232.0 kg 10a⁻¹로 조사되었다. Park et al. (1994)에 따르면 우리나라는 1960년대부터 토양 비옥도를 증가시키기 위해 비료의 사용을 권장하였으며, 벼는 우리나라 주식이므로 타 작물에 비해 과다 사용을 권장하였다고 한다. 그러나 1990년 이후 과다사용을 줄이기위해 표준시비량을 하향조정하였으며 (RDA, 1993), 국내 작물에 대한 사용량을 수정하거나 재설정하였다 (RDA, 1998). 그러나 안정적인 수량 확보를 위해 비료를 과다하게 사용하거나 관행적인 비료사용으로 아직까지 비료사용량이 적합하게 이루어지지 않고 있다 (Choi et al., 2009). 이러한 이유로 식량작물 재배시 비료사용량의 편차가 크다고 판단된다.

Fig. 2는 식량작물 재배시 비료종류별 사용량(N - P₂O₅ - K₂O)을 나타내었다. 식량 작물 재배시 사용되는 무기질비료, 유기질비료 및 부숙유기질비료의 평균 사용량은 각각 11.3 - 5.5 - 6.9 kg 10a⁻¹, 2.4 - 1.4 - 0.7 kg 10a⁻¹ 및 4.5 - 4.3 - 5.1 kg 10a⁻¹ 이었다. 비료 성분별 최대 사용량은 N의 경우 106.2 kg 10a⁻¹로 무기질비료에서 가장 높았으며, P₂O₅ 및 K₂O는 부숙유기질비료 > 유기질비료 > 무기질비료 순으로 사용량이 많았다. P₂O₅ 및 K₂O가 부숙유기질비료에서 가장 높았는데, 이는 Hwang et al. (2004)의 보고와 같이 최근 국내 가축분퇴비의 유통량이 증가하고 있으며, 가축분퇴비의 N의 함량은 감소하는 경향이었으나 P₂O₅ 및 K₂O의 함량은 증가하고 있는 추세인 것과, 부숙유기질비료는 농업인의 경험 등에 의존도가 높은 편으로 추천량보다 과다하게 사용되는 경우가 많은 것에 기인한 것으로 추정된다(Cho and Park, 2002).

국내 식량 작물 종류에 따른 비료 사용 현황 식량 작물 종류에 따른 비료사용량은 Fig. 3과 같다. 질소를 기준으로 비료가 가장 많이 사용된 작물은 감자로서 평균 35.5 - 27.7 - 24.8 kg 10a⁻¹이 사용되었으며 옥수수 (35.1 - 19.1 - 25.4 kg 10a⁻¹) > 보리 (19.7 - 11.3 - 12.3 kg 10a⁻¹) > 벼 (15.4 - 7.0 - 9.0 kg 10a⁻¹) > 콩 (10.8 - 7.2 - 6.9 kg 10a⁻¹) > 고구마 (7.6 - 6.6 - 11.2 kg 10a⁻¹) 순이었다. 비료사용량이 가장 높은 감자는 농촌진흥청의 작물별 비료사용처방기준 (RDA, 2019)에 따르면 N - P₂O₅ - K₂O를 13.7 - 3.3 - 11.4 kg 10a⁻¹로 추천하고 있으나 현재 농가에서는 N은 2.6배, P₂O₅는 6.8배 및 K₂O는 2.2배가량 초과하여 사용하였으며, 옥수수, 보리, 벼, 콩 및 고구마의 경우에도 성분에 따라 최소 0.5배에서 최대 6.3배가량 초과 사용되고 있는 것으로 확인되었다.

다음으로 작물별 사용되는 비료를 종류로 분류하여 확인하였다 (Table 1). 대부분 식량 작물이 무기질비료의 사용비율이 높았으며, 그 중 보리와 벼가 83.1 및 74.4%로 가장 높았다. Fig. 3에서 가장 많은 비료사용량을 보인 감자는

Table 1. Fertilizer usage (kg 10a⁻¹) of food crops (2019).

	IF [†]			OF [‡]			CP [§]		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	----- kg 10a ⁻¹ -----								
Rice	11.3 ± 8.8	3.7 ± 3.1	5.3 ± 5.2	1.7 ± 4.3	0.7 ± 1.9	0.6 ± 1.8	2.4 ± 6.2	2.6 ± 8.7	3.1 ± 10.6
Bean	6.7 ± 7.1	4.4 ± 5.2	4.7 ± 5.1	1.3 ± 3.5	0.6 ± 1.7	0.3 ± 0.9	2.9 ± 6.7	2.3 ± 5.7	1.9 ± 4.0
Potato	16.8 ± 13.7	11.2 ± 9.1	12.2 ± 9.5	6.6 ± 12.8	5.3 ± 16.9	1.9 ± 4.3	12.1 ± 15.7	11.3 ± 17.2	10.6 ± 22.7
Sweet potato	2.9 ± 3.2	3.1 ± 3.3	8.2 ± 9.1	2.7 ± 3.7	1.3 ± 1.8	0.8 ± 1.6	2.1 ± 5.8	2.3 ± 7.0	2.2 ± 6.5
Barley	15.2 ± 7.4	6.7 ± 3.7	5.9 ± 3.9	1.1 ± 3.2	0.4 ± 1.6	0.3 ± 1.2	3.4 ± 11.7	4.2 ± 13.5	6.0 ± 19.3
Corn	20.4 ± 15.8	8.5 ± 7.6	8.7 ± 7.5	2.7 ± 6.0	1.2 ± 2.5	0.9 ± 2.0	12.0 ± 10.2	9.4 ± 10.8	15.9 ± 18.1

[†] IF : inorganic fertilizer.

[‡] OF : organic fertilizer.

[§] CP : compost.

Fig. 3. Variation of nutrient input in soil by food crops (rice, bean, potato, sweet potato, barley, corn).

질소기준으로 무기질 비료 (46.7%) > 부숙유기질비료 (35.2%) > 유기질 비료 (18.0%) 순으로 나타났으며 타 작물에 비해 부숙유기질비료의 사용비율이 가장 높았다.

과거 부숙유기질비료 제조시 영양성분이 낮은 가축 분뇨나 녹비 등을 사용하여 비료영양성분 함량이 낮았으며, 사용 목적은 물리성 개량에 집중되었다 (Kim et al., 2018). 그러나 최근 비료성분이 높은 가축분뇨나 하수슬러지 등을 사용함에 따라 부숙유기질비료의 비료영양성분이 증가하고 있으며 (Lee et al., 2009), 이로 인해 이를 계속적으로 과량 사용한 농가에서는 양분집적 등을 유발하여 작물의 생육저해뿐만 아니라 환경오염 문제가 발생한다고 보고하고 있다 (Kang et al., 2010; Ahn et al., 2017).

Conclusions

본 연구는 각 도별로 재배면적이 많은 식량작물을 선정하고, 재배시 사용한 비료의 종류와 사용량을 조사함으로써 식량작물의 비료 사용 실태를 평가하고자 하였다. 국내 식량 작물의 비료 총 사용량을 평균하면 N은 $18.3 \pm 16.6 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$, P_2O_5 는 $11.2 \pm 4.9 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ 및 K_2O 는 $12.7 \pm 16.6 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ 이었다. 비료를 종류로 구분하였을 때 무기질비료, 유기질비료 및 부숙유기질비료의 평균 N - P_2O_5 - K_2O 가 각각 11.3 - 5.5 - 6.9, 2.4 - 1.4 - 0.7 및 4.5 - 4.3 - 5.1 $\text{kg } 10\text{a}^{-1}$ 이 사용되고 있었다. 작물별로 비료사용량은 질소를 기준으로 감자가 $35.5 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ 로 가장 많았으며 옥수수 > 보리 > 벼 > 콩 > 고구마 순이었으며, 작물 재배시 사용되는 비료는 무기질비료 > 부숙유기질비료 > 유기질 비료 순으로 비중이 높았다. 전반적으로 양분의 공급이 많은 지역은 부숙유기질비료의 사용량이 많았으며, 부숙유기질비료의 비료영양성분이 증가한 것에 의한 것으로 분석되었다. 이에 지속가능한 농경지 보존을 위해서는 농업인에게 무기질비료 및 유기질비료뿐만 아니라 부숙유기질비료의 적정 사용에 대한 교육이 필수적이며, 농경지의 양분투입특성 및 비료종류별 양분의 특성 변화에 대한 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

Acknowledgement

This study was carried out with the support of “PJ012505052020” Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Ahn, B.K., D.Y. Ko, H.J. Kim, and M.S. Ahn. 2017. Investigate decomposed degree and fertilizer component in livestock manure compost and liquid pig manure. Research report of Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, 387-397.
- Cho, S.H., and T.H. Park. 2002. Effect of organic fertilizer, Microorganism and seaweeds extract application on growth of Chinese cabbage. J. of KOWREC. 10(4):81-85.
- Choi, Y.J., G.M. Gim, J.Y. Lee, K.H. Kang, and S.G. Yun. 2009. An analysis of purchasing and using fertilizer by farmers. Korean Association of Agric. Extension. 16(4):687-711.
- Hwang, K.S., Q.S. Ho, and B.S. Yoo. 2004. Aspects of nutrient transportation after animal manure application in Jeju field soil. Korean J. Environ. Agric. 23(3):133-137.
- Jeon, B.J., S.S. Lim, K.S. Lee, S.I. Lee, J.H. Ham, S.H. Yoo, K.S. Yoon, and W.J. Choi. 2014. Understanding spatial variations of water quality using agricultural nutrient indices in chonnam province. Korean J. Environ. Agric. 33(1):44-51.
- Kang, C.S., A.S. Roh, and J.M. Shim. 2010. The quality characteristics of livestock compost produced in Gyeonggi area in 2008. Proceeding of Korean Soc. Soil Sci. Fert. p.274.
- Kim, S.C., M.S. Kim, S.J. Park, C.H. Lee, and S.H. Kim. 2018. Estimation of nutrient balance in field crops applied with different fertilization. Korean J. Soil Sci. Fert. 51(4):427-434.
- Lee, I.B., S.B. Kang, and J.M. Park. 2008. Effect of soil incorporation of gramiaceous and leguminous manures on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) growth and soil nutrient balances. Korean J. Environ. Agric. 27(4): 343-348.
- Lee, S.B., C.H. Lee, C.O. Hong, S.Y. Kim, Y.B. Lee, and P.J. Kim. 2009. Effect of organic residue incorporation on salt activity in greenhouse soil. Korean J. Environ. Agric. 28(4):397-402.
- Mer, R.K., P.K. Prajith, D.M. Pandya, and A.N. Pandey. 2000. Effect of salts on germination of seeds and growth of young plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. J. Agro. Crop Sci. 185(4):209-217.
- Park, B.G., T.H. Jeon, Y.H. Kim, and Q.S. Ho. 1994. Status of farmer's application rates of chemical fertilizer and farm manure for major crops. Korean J. Soil Sci. Fert. 27(3):238-246
- Parris, K. 2011. Impact of agriculture on water pollution in OECD countries : recent trends and future prospects. Int. J. Water Res. Dev. 27:33-52.
- Ramoliya, P.J. and A.N. Pandey. 2002. Effect of increasing salt concentration on emergence, growth and survival of seedlings of *Salvadora oleoides* (Salvadoraceae). J. Arid Environ. 51:121-132.
- RDA(Rural Development Administration). 1993. Revised rates of NPK fertilizers based on soil testing for vegetable crops. 1992 result of agricultural science and technology development selected for national agricultural policy, p.285-288.
- RDA(Rural Development Administration). 1998. Adjustment of Current Fertilizer Application rates for major crops and establishment of new fertilizer application rates for vegetable crops in greenhouse soil. 1997 result of agricultural science and technology development selected for national agricultural policy.
- RDA(Rural Development Administration). 2017. Fertilizer Regulation. Rural development administration, Suwon, Korea.
- RDA(Rural Development Administration). 2019. Fertilizer recommendation amount of Crops. Rural development administration, Wanju, Korea.