

농가실천 친환경 벼재배 논의 토양특성 및 시비추천량

양창휴* · 안승현¹ · 김택겸 · 김 선 · 백남현 · 최원영 · 이장희 · 정재혁 · 김시주

국립식량과학원 벼맥류부, ¹국립식량과학원 바이오에너지작물센터

Establishment on Fertilizer Recommendation and Soil Characteristics of Rice Paddy with Environment-friendly Cultivation

Chang-Hyu Yang*, Seung-Hyun An¹, Taek-kyum Kim, Sun Kim, Nam-Hyun Baek, Weon-Young Choi, Jang-Hee Lee, Jae-Hyeok Jeong, and Si-Ju Kim

Department of Rice and Winter Cereal Crop, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

¹Bio-energy crop research center, NICS, RDA, Muan 534-833, Korea

Environment-friendly agriculture (EFA) are aimed to reduce use of chemical inputs as possible the recycling of resources and the environment while preserving the local resources in the long term to ensure a constant productivity and profitability for producing safe food. This study was conducted to investigate characteristics on soil environment at paddy field of environment-friendly agriculture regions (EFARs) in Honam area. Survey point of EFARs Chungnam, Jeonbuk and Jeonnam, rice bran farming method in two districts, rice bran + snail farming method in eight districts, snail farming method in five districts and ducks farming method in three districts a total of 18 districts were selected. Annual of farming method, friendly-environment certification, amount of applied fertilizer, and history of cultivation to the farm household were surveyed. The content of available phosphate and silicate among the soil chemical properties in EFA paddy field were a little lower than optimum level, and those of agricultural methods fertilized with rice bran were a little lower than those of others. Hardness among the soil physical properties in EFA paddy field were a little lower than conventional practices, and that of agricultural methods fertilized with rice bran were a little lower than those of others. We showed fertilizer recommendation dose about soil nutritional shortages according to fertilization prescriptions index by crops.

Key words: Environment-friendly cultivation, Rice paddy, Soil characteristics, Fertilizer recommendation, farming method

서 언

최근 농업이 환경에 미치는 영향에 대한 관심이 높아짐에 따라 농업의 환경에 대한 부하를 최소화하려는 노력이 점점 증가하고 있다. 이에 따라 우리나라는 OECD 가입국으로 2013년까지 2003년 대비 화학비료와 농약 사용량을 40% 줄인다는 계획 하에, 병해충종합관리시스템 도입과 화학비료 줄이기 및 친환경농업 확대 등 친환경농업 육성시책을 펴고 있다 (RDA, 2004). 오리농법, 쌀겨농법과 같이 민간에서 실천되고 있는 벼 친환경농법은 1970년대부터 선도농가를 중심으로 안전한 먹거리를 생산하여 고품질의 가격 경쟁력 있는 농산물을 생산하고자 자생적으로 발전하여

왔다. 최근 국민경제의 발전으로 웰빙 농산물의 수요 및 환경보전의 중요성 증대로 친환경농산물 인증면적이 2001년에 5천 ha에서 2009년 202천 ha (NAPQMS, 2010)로 증가하였다.

친환경농업의 기반확충, 농자재 효율적 활용 및 광역친환경농업단지의 원만한 추진을 위해 친환경농업지구에 대한 실태조사가 필요하다. 더욱이 친환경농업지구의 효율적 추진 및 환경개선 효과의 극대화를 위한 토양 영향평가가 필요하다. 그러나 친환경농업지구 논의 양분증가에 대한 토양관리 기준이 설정되어 있지 않은 실정이다.

친환경농업지구 조성사업은 사업명칭과는 달리 친환경농업지구 조성보다는 생산성을 높이는 측면의 사업신청 내용이며, 이 또한 토양특성을 고려하지 않은 것으로 보고되고 있다 (Hyun et al., 2006). 또한, Reagan (1994)은 사업의 성공적인 효과와 더불어 해당지역의 농업환경에 대한 오염원을 최소화 하기 위해서는 지역의 여건과 토양조건을 감

접수 : 2011. 3. 16 수리 : 2011. 6. 14

*연락처 : Phone: +82638402272

E-mail: ych1907@korea.kr

안하여 지역 특이적인 기술이 투입되어야 한다고 하였다.

친환경농업의 토양관리는 작물이 건강하게 자랄 수 있어야 하고 환경적으로 물질순환에 기여해야 하고 안정한 농산물을 재배할 수 있는 환경을 조성하는 것이라 할 수 있다. 이를 위한 토양의 물리적, 화학적, 미생물학적 질이 최적조건을 유지할 수 있어야 한다. 또한, 친환경 안전농산물 공급, 농산물의 품질 경쟁력 향상과 농가소득 제고 및 국토환경 보전을 위해서는 친환경농업지구의 적정 토양 관리체계 구축이 필요하다.

따라서 본 연구는 호남지역 친환경농업지구 논의 토양환경 특성을 조사하여 토양관리 기준을 설정하기 위한 기초 자료로 활용하고자 수행되었다.

재료 및 방법

친환경농업지구 조사대상 지점은 충남, 전북, 전남지역에서 쌀겨농법 2지구, 쌀겨+왕우렁이농법 8지구, 왕우렁이농법 5지구, 오리농법 3지구 등 총 18지구를 선정하였으며 (Figure 1) 농법별 조사지역은 Table 1과 같다.

친환경농법연수, 친환경인증, 시비량, 지구면적 등 재배이력은 조사대상 지점에서 경작하고 있는 농업인을 대상으로 설문조사하였다. 3월 하순부터 4월 상순까지 한 지구당 세 필지씩 선정하여 토양을 채취한 후 햇볕이 차단된 장소에서 풍건하여 2 mm 체를 통과한 시료를 화학성 분석에 사용하였다. 화학성분 분석은 농촌진흥청 국립농업과학원의

토양 및 식물체 분석법 (NIAS, 2000)에 준하여 pH는 초자전극법, 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 유효규산은 1N-NaOAc (pH 4.0)침출법, 치환성양이온은 1M NH₄OAc (pH 7.0)로 침출하여 Inductively Coupled Plasma (Liberty 110, German)로 분석하였다. 토양물리성은 10월 하순에 토양화학성 시료를 채취하였던 동일한 지점에서 작토심, 토양경도, 용적밀도 및 공극률을 조사하였다. 작토심(경운깊이)은 논토양에서 매년 또는 주기적으로 경운되거나 작물이 자라고 있는 토층을 측정하였고 토양경도는 Yamada

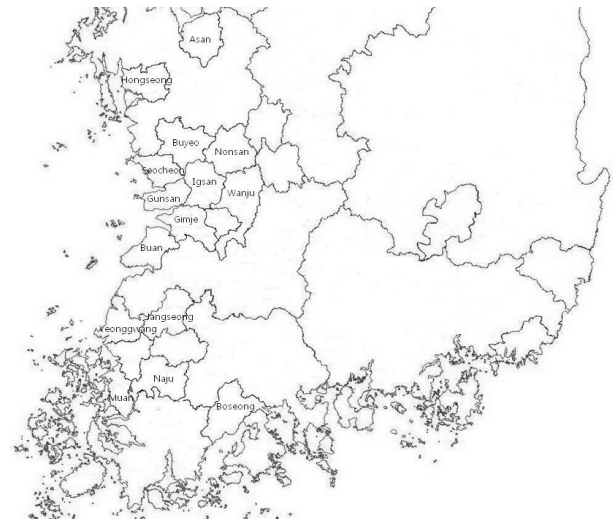


Fig. 1. Survey points on environment-friendly agriculture region.

Table 1. Environment-friendly agriculture area on farming method.

Farming method	No. of district	Name of district
Rice bran	01	Yeonsan-myeon, Nonsan-si, Chungcheongnam-do
	02	Beolkyo-eup, Boseong-gun, Jeollanam-do
Rice bran + Snail	03	Biin-myeon, Seocheon-gun, Chungcheongnam-do
	04	Maseo-myeon, Seocheon-gun, Chungcheongnam-do
	05	Chochon-myeon, Buyeo-gun, Chungcheongnam-do
	06	Dogo-myeon, Asan-si, Chungcheongnam-do
	07	Julpo-myeon, Buan-gun, Jeollabuk-do
	08	Baeksu-eup, Yeonggwang-gun, Jeollanam-do
	09	Dasi-myeon, Naju-si, Jeollanam-do
	10	Keyumbaek-myeon, Boseong-gun, Jeollanam-do
Snail	11	Jinbong-myeon, Gimje-si, Jeollabuk-do
	12	Daeya-myeon, Gunsan-si, Jeollabuk-do
	13	Wanggung-myeon, Iksan-si, Jeollabuk-do
	14	Mongtan-myeon, Muan-gun, Jeollanam-do
Duck	15	Anpyeong-ri, Jangseong-eup, Jeollanam-do
	16	Gwangcheon-eup, Hongseong-gun, Chungcheongnam-do
	17	Janggog-myeon, Hongseong-gun, Chungcheongnam-do
	18	Gosan-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do

경도계를 사용하여 지표경도를 측정하고 다음의 식을 이용하여 절대경도로 환산하였다.

$$Y = 100X / 0.7952(40 - X)^2 \quad (1)$$

여기서 Y는 절대경도 (kg cm⁻²)이며 X는 지표경도 (mm)이다.

용적밀도와 공극률은 core법으로 측정하였다. 각 지구별로 인근 관행농법을 시행하는 논에서 대조구의 토양 물리성 및 화학성을 조사하였다.

토양화학성 데이터를 작물별 시비처방 기준 (NIAS, 2006)에 따라 추천 시비량을 계산하고 질소함량 3.5% 유기복합비료를 이용하여 시비할 경우 친환경농자재 소요량을 계산하였다.

결과 및 고찰

친환경농업지구 논토양 조사대상 지점의 재배이력은 Table 2와 같다.

대상 지구 논 토양의 배수상태는 정밀토양도에 의한 토양통으로 보아 대체로 약간불량 하였고 토성은 미사질양토~미사질식양토를 나타냈다. 농법별 연차는 평균적으로 쌀겨농법 5년차, 쌀겨 및 왕우렁이농법 2.6년차, 왕우렁이농법 4.4년차, 오리농법 4년차를 나타냈다. 쌀겨농법 이용 벼 재배시 쌀겨의 분해과정 중 발생하는 유기산 및 논물 중 용존 산소의 결핍으로 32~56%의 잡초발생이 억제되고 2,000 kg ha⁻¹을 포장에 살포할 경우 쌀겨 내 함유된 영양성분에 의

Table 2. Cultivation background of environment-friendly agriculture area in paddy field.

Farming methods	No. of district	Soil series	Soil texture	Farming years	Agro-material inputs	Fertilizer level kg ha ⁻¹	Area ha
Rice bran	01	Deogyong	Silt Loam	5	No chemical	Rice bran 1,500	17
	02	Hampyeong	Silt Loam	5	Organic farming	Rice bran 3,000	2
Rice bran + Snail	03	Jeonbug	Silt Loam	3	No chemical	Rice bran 2,000	34
	04	Jeonbug	Silt Loam	2	No chemical	Rice bran 2,000	5
	05	Gangdong	Loam	5	Organic farming	Rice bran 3,000 Oil cake 600	12
	06	Sachon	Loam	4	Organic farming	Rice bran 2,000	58
	07	Gacheon	Sandy Loam	2	No chemical	Rice bran 2,000	58
	08	Mangyeong	Silt Loam	2	Low chemical	Rice bran 1,000 Chemical fertilizer 200	120
	09	Jisan	Loam	2	Organic farming	Rice bran 900	4
	10	Jisan	Loam	1	Organic farming	Rice bran 1,250	50
	11	Jeonbug	Silt Loam	10	Organic farming	Organic fertilizer 900	82
	12	Mangyeong	Silt Loam	4	No chemical	Chemical fertilizer (1/3 of SFL) [†]	55
Snail	13	Hwadong	Silty Clay Loam	2	No chemical	Chemical fertilizer (1/3 of SFL)	80
	14	Jisan	Loam	2	Organic farming	Organic fertilizer 1,000	200
	15	Sinheung	Silt Loam	4	No chemical	Organic fertilizer 3,600	113
Duck	16	Ogcheon	Loam	4	Organic farming	Compost 3,000	42
	17	Jisan	Loam	5	Organic farming	Oil cake 1,000	104
	18	Seogcheon	Silt Loam	3	No chemical	Compost 3,000	110

[†]SFL: Standard fertilizer level.

하여 시비량을 70% 저감할 수 있다 (Park, 2007; RDA, 2004) 고 보고하였다.

또한, 오리농법은 잡초 방제가가 65~92%이며, 오리의 포식에 의한 벼 물바구미 및 멸구류 방제 등의 병해충관리와 오리분에 의한 영양공급으로 시비량을 50% 저감할 수 있는 것으로 보고 (NIAST, 2005)되고 있다.

친환경농업지구 조사대상 논토양의 화학성은 Table 3과 같다. 조사한 결과 토양산도, 유기물 및 치환성 양이온 함량의 경우 대체로 우리나라 논토양의 적정범위 (NIAST, 2006)에 근접하였으나 유효인산과 유효규산 함량은 각각 적정범

위 80~120 mg kg⁻¹, 157~180 mg kg⁻¹보다 다소 낮았다.

따라서 친환경농업지구의 토양화학성은 관행농법보다 다소 높은 것으로 나타났다. 쌀겨농법과 쌀겨 + 왕우렁이농법의 pH가 왕우렁이농법, 오리농법 보다 약간 낮은 것은 쌀겨가 분해되는 과정에서 생성되는 유기산과 생장억제물질 ABA (Abscisic acid) 때문인 것으로 생각되며 (NIAST, 2005) 이들은 잡초발생 억제효과가 있다. 쌀겨만 투입한 농법에서 유효인산 및 규산 함량이 타 농법 보다 약간 적은 것은 농가의 최대 쌀겨 사용량이 3,000 kg ha⁻¹인데 쌀겨를 그 이상 시비하면 벼가 생육하는 동안 환원 장애를 입힐 우려

Table 3. Comparison of soil chemical properties on paddy soil as effected by different environment-friendly farming.

Farming methods	pH	OM [†] g kg ⁻¹	Avail. P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹	Avail. SiO ₂ mg kg ⁻¹	Exch. Cation			CEC [‡] cmol _c kg ⁻¹	
					K	Ca	Mg		
Rice bran	Mean	6.3	27.0	51	104	0.40	4.2	1.4	10.4
	Std Dev	0.3	2.7	8	33	0.05	0.3	0.0	0.2
Control [‡]	Mean	5.9	23.1	33	82	0.29	4.9	2.2	8.7
	Std Dev	0.1	12.4	22.0	9.6	0.1	1.0	1.6	0.8
Rice bran + Snail	Mean	6.2	30.2	52	91	0.41	4.5	1.4	11.8
	Std Dev	0.4	7.9	20	33	0.18	1.4	0.6	3.2
Control	Mean	6.4	26.8	41	86	0.38	3.9	1.4	11.1
	Std Dev	0.8	8.7	17.6	23.5	0.2	1.8	0.8	2.6
Snail	Mean	6.9	28.9	71	119	0.32	6.4	1.6	11.5
	Std Dev	0.4	6.2	30	14	0.07	2.0	0.5	1.3
Control	Mean	6.3	26.8	78	94	0.37	4.5	1.8	11.1
	Std Dev	0.3	3.6	22.1	20.0	0.2	1.9	0.8	1.6
Duck	Mean	6.9	27.5	75	122	0.31	4.7	1.3	10.2
	Std Dev	0.3	7.1	23	22	0.13	0.2	0.6	1.5
Control	Mean	6.4	23.4	77	76	0.28	2.5	1.3	8.6
	Std Dev	0.2	4.3	96.0	31.5	0.1	0.8	0.7	1.0

[†]OM: Organic matter, [‡]CEC: Cation exchange capacity.

[‡]Control: Conventional farming method.

Table 4. Comparison of soil physical properties on paddy soil as effected by different environment-friendly farming.

Farming methods		Surface soil depth	Soil hardness	Moisture content	Bulk density	Porosity
		cm	kg cm ⁻²	%	Mg m ⁻³	%
Rice bran	Mean	18	2.42	34.9	1.36	48.6
	Std Dev	1	0	6	0	4
Control [‡]	Mean	16	3.55	28.7	1.45	45.2
	Std Dev	1	0.3	4.1	0.1	3.8
Rice bran + Snail	Mean	17	2.90	37.8	1.33	49.8
	Std Dev	1	2	10	0	6
Control	Mean	16	3.06	36.3	1.33	49.8
	Std Dev	2	3	10	0	6
Snail	Mean	17	4.69	33.1	1.35	49.1
	Std Dev	1	1	4	0	2
Control	Mean	17	1.54	28.7	1.47	44.5
	Std Dev	2	2	2	0	2
Duck	Mean	17	2.88	30.9	1.43	46.1
	Std Dev	1	0	2	0	2
Control	Mean	16	2.97	34.4	1.41	46.8
	Std Dev	1	2	11	0	8

[‡]Control: Conventional farming method.

Table 5. The recommended fertilizer rates on paddy field at environment-friendly agriculture area.

Farming methods	No. of district	Fertilizer level					OCF [†]	
		Nitrogen	Phosphate	Potash	Silicate	Manure		
		----- kg ha ⁻¹ -----					kg ha ⁻¹	
Rice bran	01	80	54	30	3,223	12,000	2,290	
	02	85	44	30	1,251	12,000	2,440	
	Mean	83	49	30	2,237	12,000	2,365	
Rice bran + Snail	03	83	32	30	3,613	12,000	2,360	
	04	78	53	30	1,543	8,000	2,240	
	05	73	30	30	4,757	12,000	2,090	
	06	82	70	30	3,085	12,000	2,350	
	07	69	49	30	1,860	8,000	1,980	
	08	95	83	30	631	12,000	2,710	
	09	73	30	30	2,416	8,000	2,090	
	10	61	40	30	4,134	8,000	1,730	
		Mean	77	48	30	2,755	10,000	2,194
	Snail	11	88	30	38	1,165	12,000	2,510
12		94	30	39	751	12,000	2,690	
13		87	72	30	1,932	12,000	2,500	
14		71	30	30	2,226	8,000	2,040	
15		78	50	30	1,838	8,000	2,230	
	Mean	84	42	33	1,582	10,400	2,394	
Duck	16	98	30	42	637	12,000	2,790	
	17	87	30	30	1,279	12,000	2,470	
	18	74	48	30	2,437	8,000	2,100	
	Mean	86	36	34	1,451	10,667	2,453	

[†]OCF : Organic compound fertilizer with 3.5% N.

가 있으므로 쌀겨 시용량에 제약을 받기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 쌀겨농법은 다른 친환경농자재로 부족한 유효인산과 유효규산을 보충해야 할 것으로 생각된다.

친환경농업지구 조사대상 논 토양물리성은 Table 4와 같다. 토양경도는 친환경농업이 관행농법보다 낮았으며 쌀겨를 사용한 농법이 다른 농법 보다 약간 낮은 것으로 나타났다. 작토심, 용적밀도, 공극률에 있어서는 일정한 경향이 나타나지 않았다.

화학비료 위주의 농자재를 사용했을 때 가장 큰 문제점으로 나타날 수 있는 것이 토양 물리성의 악화이다. 토양 물리성의 악화는 용적밀도를 높게 하여 뿌리의 뻗음을 방해하며 공극률이 낮아지면서 통기성도 나빠질 수 있다 (Hyun and Yang, 2007). 반면에 유기농자재를 이용하는 경작방법은 유기물이 미생물에 의해 분해되면서 입단을 형성하여 토양의 물리성을 개선시켜 주는 것으로 판단되었다.

조사한 친환경농업지구 논 토양 시비추천량은 Table 5와 같이 질소 61~98 kg ha⁻¹, 인산 30~72 kg ha⁻¹, 칼리 30~42 kg ha⁻¹를 나타냈다.

Hyun and Yang (2007)은 친환경농업 토양관리를 위한 정책으로 농약 위주의 친환경농산물 분류의 개선, 친환경자재를 이용한 시비처방 기준 마련, 부산물비료 퇴비의 엄격한 부숙도 관리, 친환경재배 적지 판정 기술개발 및 친환

경농산물 인증 농경지에 토성활성 측정이 필요하다고 제안하였다.

요 약

친환경농업은 합성농약, 화학비료 등 화학 투입제의 사용을 최대한 줄이고 자원의 재활용을 가능케 하여 지역자원과 환경을 보전하면서 장기적으로 일정한 생산성과 수익성을 확보하고 안전한 식품을 생산하는 것이다. 본 연구는 호남지역 친환경 농업지구 논 토양의 환경특성을 조사하여 토양관리 기준을 설정코자 2007년도에 충남, 전북, 전남지역에서 쌀겨농법 2지구, 쌀겨+왕우렁이농법 8지구, 왕우렁이농법 5지구, 오리농법 3지구로 총 18지구를 선정하여 친환경 농법별 토양화학성을 분석하고 농가실문 및 토양물리성을 조사하였다. 친환경농업지구의 토양물리성 중 토양경도는 관행농법보다 낮았으며 특히 쌀겨를 사용한 농법의 토양경도가 다른 친환경농법 보다 약간 낮았다. 또한 친환경농업지구의 토양화학성 중 유효인산과 유효규산 함량은 적정수준보다 약간 낮았으며 친환경농법 중 쌀겨를 사용한 농법의 유효인산과 유효규산 함량은 다른 친환경농법 보다 약간 낮았다. 작물별 시비처방 기준에 따라 토양 양분 부족분에 대한 시비량 (N-P₂O₅-K₂O)을 계산한

결과 쌀겨농법에서는 83-49-30 kg ha⁻¹, 쌀겨+왕우렁이 농법 77-48-30 kg ha⁻¹, 왕우렁이농법 84-42-33 kg ha⁻¹, 오리농법 86-36-34 kg ha⁻¹로 나타났다.

인 용 문 헌

- Hyun, B.K., Y.K. Sonn, S.J. Jung, K.C. Song, L.Y. Kim, S.K. Kim, and H.K. Kwak. 2006. Analysis on the effectiveness of environment-friendly agriculture rearing project. Korean J. Soil Sci. Fert. 39:53-58.
- Hyun, H.N. and J.E. Yang. 2007. Soil management for environment-friendly agriculture action plan. Soil and Fertilizer. 32:31-50.
- NAPQMS. 2010. Report of National Agricultural Products Quality Managrment Service, Anyang, Korea.
- NIAST. 2000. Methods of soil chemical analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
- NIAST. 2005. Guide book for organic growing of rice. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
- NIAST. 2006. Fertilizer recommendation for crops. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
- Park, S.T. 2007. Environmental friendly rice culture method for substitute of pesticides. Yeongnam agricultural research institute research report. RDA. p.90.
- Reagan, M.W. 1994. Best management praticies for Colorado agriculture. Colorado State University Cooperative Extension. Bulletin No. 172-179.
- RDA. 2004. Organic and environmental friendly agriculture culture method. p.600.
- RDA. 2004. Technical development plan of environment-friendly agriculture on crops. pp. 1-25.