한국토양비료학회지 44권 3호
Korean J. Soil Sci. Fert. Vol. 44, No. 3, 408-414 (2011)

보문

벼 유기농업과 관행농업에 미치는 재배지역의 영향

이성태 · 서동철[1] · 조주식[1] · 김은석 · 송원두 · 이영한*

경상남도농업기술원, [1]순천대학교 생명환경과학부

Influence of Cultivated Regions in Organic and Conventional Farming Paddy Field

Seong-Tae Lee, Dong-Cheol Seo[1], Ju-Sik Cho[1], Eun-Seok Kim, Won-Doo Song, and Young-Han Lee*

Gyeongsangnamdo Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-370, Korea
[1]Division of Applied Life and Environmental Sciences, Sunchon National Univ., Sunchon 540-742, Korea

The purpose of this study was to find out optimum cultivated regions for rice organic farming. The organic and conventional rice as control were grown in three different places : secluded hill paddy field for Hapcheon, normal rural paddy field for Sancheong, and suburban paddy field for Jinju from 2005 to 2006. In secluded hill paddy field, the organic material and pesticide to control pest and disease were input twice for organic and conventional rice cultivation. However, in normal rural and suburban paddy field, those were input three times for organic and conventional rice cultivation. The occurrence of sheath blight in organic farming was higher than in conventional farming. Whereas brown planthopper population per 20 plant was significantly high 10.1~19.5 for conventional farming compared with 4.4~10.0 for organic farming. For that reason, the density of the brown planthoppers was higher in organic farming than those in conventional farming. Dominated weeds occurred in organic and conventional paddy field were namely *Monochoria vaginalis, Ludwigia prostrata,* and *Cyperus difformis*. The population per 20 plant and dried weight per m^2 of weeds were higher in 121 and 50.5 g for organic paddy field. The productivity of rice in different cultivated regions for organic farming was 2.96 Mg ha^{-1} in hill paddy field, 4.03 Mg ha^{-1} in normal rural and suburban paddy field. Toyo-taste value and ratio of perfect grain of milled rice were not different by cultivated regions in both farming system.

Key words: Organic farming, Conventional farming, Cultivated region

서 언

기존의 고투입 및 집약적 농업은 환경오염과 농산물 안전성에 대한 문제점을 야기했다. 지금은 전 세계적으로 국민건강에 관한 관심과 친환경 농업육성을 유도하는 정책과 더불어 우리나라도 삶의 질 향상으로 농산물 소비의 다양화와 고급화 추세가 진행되고 있다. 이에 발맞추어 유기농업이 최근 급성장하고 있는데 우리나라 곡류에 대한 유기농산물 재배면적은 2001년 450 ha에서 2008년 12,033 ha로 27배 정도 증가하였다 (NAQS, 2010). 이러한 유기농업은 관행농업에 비해 토양의 물리성이 개선되고 (Wright et al., 1999), 미생물 다양성이 증대 (Mader et al., 2002; Oehl et al., 2003) 될 뿐만 아니라 품질과 안전성도 개선되는 (Torjusen et al., 2001; Robert et al., 2005; Choi et al., 2010) 연구결과가 많이 있다. 그러나 유기농업에서 과다한 축분이나 유기물의 사용은 토양내 양분 과잉 현상을 초래하고 (Cho et al., 2009; Chung and Lee, 2008; Gil et al., 2008), 관행농업에 비하여 병해충에 취약한 (Lee, 2010) 문제점도 있다. 이러한 문제 해결을 위해 농가에서는 유기농업을 위해 토양관리와 작부체계에 관심을 가지기보다 유기농자재 투입에 더 적극적이며, 농업의 경영비를 증가시키는 요인이 되기도 한다.

따라서 본 연구는 유기농 벼 재배에 있어 재배지역을 산간, 일반농촌 및 도시근교로 달리하여 재배하였을 때 병해충 및 잡초발생량, 벼의 생육과 쌀의 품질을 조사하여 유기농업에 유리한 지역을 선정하고자 수행하였다.

접수 : 2011. 5. 27 수리 : 2011. 6. 20
*연락저자 : Phone: +82557716413
E-mail: lyh2011@korea.kr

재료 및 방법

시험장소 및 벼 재배 유기농 벼 재배에 있어 애로사항인 잡초나 병해충 위험을 최소화하기 위한 지역을 찾고자 경상남도에서 벼를 재배하는 산간, 일반농촌 및 도시근교 등 3개의 시험 장소에서 유기농업과 관행농업 2처리를 수행하였다 (Table 1). 산간지역은 경상남도 합천군 가회면 중촌리로 해발 270 m 높이에 약 15% 경사의 산록경사지 식양질 토양이며 주변은 바로 인접한 산으로 둘러싸여 있었다. 일반농촌 지역은 산청군 신등면 가술리로 해발 110 m 높이에 경사 2%의 하성평탄지 사양토이었으며, 도시근교는 진주시 초전동 경상남도농업기술원 시험포장으로 해발 21 m 높이의 하성평탄지로서 토성은 미사질양토이었다. 지역 모두 수리시설은 양호하였으며, 산간과 일반농촌 지역은 저수지, 도시근교 지역은 하천수가 관개용수로 이용되고 있었다.

관개용수의 수질은 수질오염공정시험기준 (Ministry of Environment, 2008)으로 분석하였으며 Table 2에서 보는 바와 같이 산간과 일반농촌 지역의 관개용수중 COD, T-N 및 T-P의 함량이 도시근교 관개용수에 비해 낮아 깨끗한 수준이었다. 도시근교 관개용수의 COD, T-N 및 T-P 함량은 각각 4.2, 4.7 및 0.08 mg L^{-1} 로서 농업용수 하천수 수질기준에 적합하였다.

시험전 토양을 NIAST (2000) 방법으로 분석한 결과 산간 지역은 유기물 17.0 g kg^{-1}, 유효인산 72 mg kg^{-1}, 치환성 칼륨 0.09 $cmol_c$ kg^{-1}, 치환성 칼슘 4.0 $cmol_c$ kg^{-1}, 치환성 마그네슘 0.6 $cmol_c$ kg^{-1}로 벼 재배를 위한 토양으로서 양분함량이 약간 낮은 수준 이었고, 도시근교 지역은 전형적인 논토양의 양분을 함유하고 있었다 (Table 3).

벼의 품종은 중만생종인 일미벼를 사용하였다. 벼는 6월 5일경에 초장 18 cm인 어린묘를 기계 이앙하여 10월 초순에 수확하였다. 시험구는 산간, 일반농촌, 도시근교 3개 재

Table 1. Cultivated regions on rice organic and conventional farming.

Regions	Secluded hill	Normal rural	Suburban
Topography	Mt. - foot slope, Slope 15%	Alluvial plain, Slope 2%	Alluvial plain, Slope 2%
Soil texture	Clay loam	Sandy loam	Silt loam
Irrigation water	Safety (reservoir)	Safety (reservoir)	Safety (river)
Altitude	270 m	110 m	21 m
Location	Hapcheon Gahwae	Sancheong Sindeung	Jinju Chojeon

Table 2. The chemical properties of water irrigated in this experiment.

Regions	pH	EC	COD	T-N	T-P	K	Ca	Mg
		dS m^{-1}	---------- mg L^{-1} ----------					
Secluded hill	7.6	0.07	1.1	0.9	0.03	0.5	1.3	1.2
Normal rural	7.6	0.10	2.1	1.5	0.03	1.0	1.6	1.5
Suburban	7.3	0.37	4.2	4.7	0.08	5.0	7.4	11.5

Table 3. The chemical properties of soil used in this experiment.

Regions	pH	OM	Avail. P_2O_5	Exch. Cation			Avail. SiO_2
				K	Ca	Mg	
	(1:5)	g kg^{-1}	mg kg^{-1}	---------- $cmol_c$ kg^{-1} ----------			mg kg^{-1}
Secluded hill	5.9	17.0	72	0.09	4.0	0.6	175
Normal rural	5.7	20.7	234	0.13	4.2	1.0	150
Suburban	6.0	26.1	222	0.26	6.3	1.7	106

Table 4. Application rate of compost and fertilizerin organic and conventional paddy field according to cultivated regions.

Regions	Organic			Conventional		
	1st year	2nd year		N	P_2O_5	K_2O
	Compost	Compost	Chinese milk vetch			
	---------- Mg ha^{-1} ----------					
Secluded hill	16	8	3.47	0.15	0.03	0.10
Normal rural	12	6	3.24	0.14	0.03	0.08
Suburban	12	6	4.04	0.12	0.03	0.02

배지역과 각 지역별 유기와 관행농업 처리를 한 2요인 난괴법으로 수행하였다. 시비량은 Table 4에서 보는 바와 같이 유기농업의 경우 1년차에 자운영이 재배되지 않아 유기물 함량이 20 g kg^{-1} 이하인 산간지역에는 퇴비 16 Mg ha^{-1}를 시용하였고, 일반농촌과 도시근교 포장에는 퇴비 12 Mg ha^{-1}을 시용하였으며 퇴비의 일반성분은 Table 5와 같다. 1년차 벼 수확후 양분관리를 위해 자운영을 ha 당 66 kg을 파종하였으며, 2년차에서는 자운영이 일정량의 비료성분을 공급하기에 퇴비를 1년차 절반만 사용하고 생산된 자운영을 모두 환원하였다. 관행농업의 경우 토양검정 시비량을 계산하여 화학비료를 기비와 추비로 시비하였다. 이때 분시방법으로 질소 50%, 인산 100%, 칼리 70%를 밑거름으로 시용하였고, 나머지 질소 50%는 분얼비와 이삭거름으로 칼리 30%는 이삭거름으로 추비하였다. 병해충 방제를 위해서 유기농업에서는 발생 병해충에 대해 시중에 유통되고 있는 해당 유기농자재를 사용하였으며, 관행농업에서는 시중에 유통되는 해당 농약을 사용기준에 따라서 살포하였다.

수량, 잡초 및 병해충 조사 벼 수량 구성요소, 잡초발생 및 병해충 밀도는 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA, 2003)에 준하여 수행하였다. 벼논에서의 잡초발생량 조사는 이앙 40일 후에 조사하였고, 병해충 피해조사는 출수기 무렵인 8월 16일 벼 20주를 선택하여 3반복으로 수행하였다.

식미 및 현미중 외관적 품질 미질 분석을 위해 Toyo 시험용 정미기 (MC-90A, Toyo, Japan)를 이용하여 현백비율 91%로 도정을 하고 쌀 33 g을 평량하여 Toyo 식미 측정기기 (MA-90B, Toyo, Japan)를 사용하여 식미지수를 측정하였다. 또한, 쌀 품질을 분석하기 위하여 쌀 품위판정기 (Cervitec 1625 Grain Inspector, Foss, Sweden)를 사용하였다.

통계 분석방법 모든 연구결과의 통계분석은 SAS 9.1.3 버전 (2006)을 사용하였으며, 재배지역, 영농방법 및 재배지역과 영농방법의 교호작용을 벼 재배포장의 병해충 밀도, 잡초 발생량, 수량구성요소 및 쌀 품질 등에 대하여 F-test를 수행하였다.

결과 및 고찰

병해충 방제 횟수 및 발생 재배 지역 (산간, 일반농촌, 도시근교)과 영농방법 (유기 및 관행재배)과 상관없이 모든 처리구에서 잎집무늬마름병, 도열병, 혹명나방 및 벼멸구가 발생되었으며, 경제적 피해 허용수준 이내에서 방제를 위해 일반농촌과 도시근교 지역은 3회에 걸쳐 유기와 관행재배 벼에 해당 유기농자재와 농약을 살포하였으나, 산간지역에서는 2회 살포로도 효과를 얻을 수 있었다 (Table 6). 실제 병해충 발생량을 조사한 결과 도열병이나 혹명나방은

Table 5. Characteristics of the applied compost for organic farming.

Component	OM	T-N	OM N^{-1}	P_2O_5	K_2O	Water
	---------- % ----------			---------- % ----------		
Compost	45.3	1.36	33.3	1.48	1.40	37.9

Table 6. Input materials and times used to control of diseases and pests occurrence on the organically and conventionally managed paddy fields according to cultivated regions.

Regions	Organic			Conventional		
	Occurrence of disease & pest	Input	Control times	Occurrence of disease & pest	Input	Control times
Secluded hill	Rice blast, Sheath blight, Rice leaf roller Brown planthopper	Organic materials	2	Rice blast, Sheath blight, Rice leaf roller Brown planthopper	Pesticide	2
Normal rural	Rice blast, Sheath blight, Rice leaf roller Brown planthopper	Organic materials	3	Rice blast, Sheath blight, Rice leaf roller Brown planthopper	Pesticide	3
Suburban	Rice blast, Sheath blight, Rice leaf roller Brown planthopper	Organic materials	3	Rice blast, Sheath blight, Rice leaf roller Brown planthopper	Pesticide	3

지역과 영농방법별로 차이가 없었으나 잎집무늬마름병과 벼멸구 방제에 있어서 산간지역의 경우 해당 농자재 2회 처리로도 3회 처리한 다른 지역보다 발생량이 적은 결과를 얻었다. Hyun (1982)은 지역 기상환경에 따라 병해충 발생이 다르게 나타난다고 하였는데, 산간지역 (합천군 가회면 중촌리)에서 병해충이 감소한 원인은 산으로 둘러싸여 있는 지형적 환경요인 특성상 병해충 발생이 적었고, Table 9에서 보는 바와 같이 다른 지역에 비해 벼의 주당 수수가 적어 통풍 등 생육환경이 양호했기 때문으로 추측된다. 벼 재배지역과 영농방법에 따른 병해충 피해 및 거미류 밀도를 통계분석한 결과 도열병과 혹명나방은 유의성이 없었으나 잎집무늬마름병과 멸구류는 재배지역과 영농방법의 교호작용에 의한 효과가 있었으며, 일반농촌과 도시근교에 비해 산간지역에서의 피해가 적은 것으로 나타났다 (Table 7). 영농방법별 잎집무늬마름병의 발생량은 전반적으로 관행보다는 유기재배에서 피해율이 많은 것으로 나타났다. 이는 대체적으로 3개 지역 모두 관행재배 벼가 유기재배보다 간장, 수장 및 수수가 증가하여 통풍에 불리하였기 때문으로 생각된다. 또 유기재배의 지역별 멸구류 발생 밀도는 20주당 4.4~10마리이었지만, 관행재배에서는 농약으로 방제했음에도 불구하고 밀도가 20주당 10.1~19.5 마리로 더 높았다. 이러한 이유는 관행재배에서 농약 사용은 경제적 피해 허용수준에서 농약을 사용하였으며 농약을 사용하여 방제하지 않고 유기농자재를 사용한 유기재배 벼 처리구에서는 관행보다 멸구를 포식하는 거미류의 밀도가 유의적으로 높았기 때문이었다. 거미류의 밀도는 지역별로 보면 산간 〉 일반농촌 〉 도시지역 순으로 높았다. Lee (2010)는 무경운 유기농 논에서 벼 품종에 따른 잎집무늬마름병과 벼멸구를 조사하였는데 잎집무늬마름병은 품종 간에 차이가 있었으며, 벼멸구는 20주당 6.7~37.8 마리로서 품종간 차이가 없는 것으로 보고하였는데, 본 연구에서 유기재배에서 잎집무늬마름병의 피해도는 높았으나 멸구류의 밀도는 낮은 수준이었다.

잡초 발생량 벼 재재지역을 달리하여 유기와 관행 벼 재배 포장에서 이앙 40일 후 잡초 발생량을 조사한 결과는 Table 8과 같다. 모든 처리구에서 우점적으로 발생한 잡초는 1년생 잡초인 물달개비 (*Monochoria vaginalis*)와

Table 7. Spider density and diseases and pest occurrence on the organically and conventionally managed paddy fields according to cultivated regions.

Regions	Farming system	Sheath blight	Rice blast	Rice leaf roller	Brown planthopper	Spider
		---------- % ----------			---------- No. 20-plant^{-1} ----------	
Secluded hill	Organic	4.1	2.0	1.1	4.5	118.0
	Conventional	3.3	2.0	1.0	10.1	35.6
Normal rural	Organic	28.7	2.0	1.3	10.0	81.3
	Conventional	12.5	2.0	0.9	18.2	17.3
Suburban	Organic	16.9	2.0	0.8	4.4	33.7
	Conventional	14.3	2.0	0.7	19.5	7.3
F-test	Region	***	NS	NS	***	***
	Farming system	***	NS	NS	***	***
	Region×Farming system	***	NS	NS	***	***

Table 8. Density and dry weight of weeds occurrence on the organically and conventionally managed paddy fields according to cultivated regions.

Regions	Farming system	Density	Dry weight	Major weeds
		No. m^{-2}	g m^{-2}	
Secluded hill	Organic	76.0	43.6	*Monochoria vaginalis, Ludwigia prostrata, Cyperus difformis*
	Conventional	20.3	9.9	
Normal rural	Organic	3.4	0.3	
	Conventional	-	-	
Suburban	Organic	121	50.5	
	Conventional	79.2	11.4	
F-test	Region	***	***	
	Farming system	***	***	
	Region×Farming system	***	***	

Table 9. Yield and yield components of rice plant on the organically and conventionally managed paddy fields according to cultivated regions.

Regions	Farming system	Culm length	Panicle length	No. panicle per hill	No. grain per panicle	1,000 grains	Yield
		---------- cm ----------				g	Mg ha^{-1}
Secluded hill	Organic	69.2	18.7	11.9	84	24.0	2.96
	Conventional	76.3	20.5	12.6	89	24.1	3.16
Normal rural	Organic	77.2	16.9	15.3	84	24.0	4.03
	Conventional	76.0	19.1	16.9	82	23.9	4.56
Suburban	Organic	66.3	18.3	13.9	95	24.2	4.03
	Conventional	70.2	19.5	13.8	101	24.0	4.31
F-test	Region	***	***	**	NS	NS	***
	Farming system	***	***	***	***	NS	***
	Region×Farming system	***	NS	**	NS	NS	*

Table 10. Milled rice qualities on the organically and conventionally managed paddy fields according to cultivated regions.

Regions	Farming system	Toyo-taste	Perfect grain	Imperfect grain			
				Immature	Damage	Dead	Discolor
			---------- % ----------				
Secluded hill	Organic	76.8	72.8	18.1	8.3	0.6	0.2
	Conventional	76.0	69.8	22.1	6.6	1.3	0.2
Normal rural	Organic	78.0	66.9	14.4	17.5	1.0	0.2
	Conventional	79.8	70.0	18.2	10.9	0.7	0.2
Suburban	Organic	77.2	70.9	18.3	9.9	0.5	0.4
	Conventional	74.3	68.2	16.8	13.8	0.7	0.5
F-test	Region	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Farming system	*	NS	NS	**	NS	**
	Region×Farming system	NS	NS	NS	*	NS	NS

여뀌바늘 (*Ludwigia prostrata*), 다년생 잡초인 알방동사니 (*Cyperus difformis*)이었다. 영농방법별 잡초 발생량은 제초제를 사용하지 않은 유기농 포장에서 잡초 발생 개체수와 건물중이 높았으며, 가장 많은 잡초발생 지역은 도시근교 지역으로 유기와 관행재배에서 발생한 잡초의 개체수는 각각 m^2 당 121, 79.2본 이었으며, 건물중은 각각 m^2 당 50.5 및 11.4 g 이었다. 영농방법별 잡초 발생량은 제초를 위해 농약을 살포한 관행재배보다는 유기농자재를 사용한 유기농 벼 재배에서 유의적으로 높게 나타났다. Kuk et al. (2002)은 1년생인 물달개비는 경운이 무경운 보다 많이 발생된다고 하였으며, Lee (2010)는 무경운 자운영을 피복한 유기벼 재배에서 잡초발생량이 건물중으로 m^2 당 18.4 g이었다고 보고하였는데, 같은 지역에서 경운을 한 본 연구에서는 m^2 당 50.5 g으로 높았다. Kwon et al. (2006)은 물달개비는 m^2 당 22본 이상 많을 경우 방제를 하는 것이 경제적으로 유리하다고 하였으며 100본으로 증가될 경우 쌀 수량이 12% 감소된다고 하였는데, 도시근교의 유기재배에서 잡초 발생밀도는 m^2 당 121본으로 인위적인 제초가 필수적이라 생각된다.

벼 수량, 수량 구성요소 및 품질조사 벼 수량과 수량구성요소 및 벼 품질을 조사한 결과는 Table 9 및 Table 10과 같다. 재배지역별로 수량을 보면 산간지역의 경우 다른 지역에 비해 초기 토양양분 함량이 낮아 유기재배에서 주당 수수와 이삭당 입수가 각각 11.9개 및 84립으로 적었고, 수량도 2.96 Mg ha^{-1}로 낮았다. 수량이 가장 높은 처리구는 일반농촌과 도시근교의 관행재배로서 수장이 각각 19.1, 19.5 cm 이었고, 주당 수수는 16.9, 13.8개, 이삭당 입수는 82, 101립으로 전반적인 수량 구성요소가 양호하여 수량이 각각 4.56, 4.31 Mg ha^{-1}로서 가장 많았다. 따라서 유기농업을 위한 벼 재배시 적정 수량을 얻기 위해서 토양양분 관리를 우선적으로 실천하는것이 바람직할 것으로 생각된다. Toyo 식미치는 지역과 영농방법에 따른 교호작용 효과는 없었고, 지역별 영향은 없었으나 영농방법에 의한 유의성은 있는 것으로 나타났다. 일반농촌 지역을 제외하고는 산간과 도시근교의 유기농 재배에서의 식미치가 각각 76.8, 77.2로 관행재배 76.0, 74.3보다 높았다. Lee (2010)는 무경운 유기농으로 재배한 벼 34품종의 식미치를 분석한 결과 Toyo

식미치 값은 69.3~83.6으로 품종에 의한 차이가 큰 것으로 나타났으며, 영농방법에 의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

벼 재배지역별 완전립의 비율은 산간, 일반농촌, 도시근교 유기재배시 각각 72.8, 66.9 및 70.9%이었고, 관행재배시 각각 69.8, 70.0 및 68.2%로 차이가 없는 것으로 나타났다. 불완전립 비율 또한 재배지역에 따른 유의성은 나타나지 않았고, 불완전립의 비율은 27.2~33.1%이었으며, 이중에서 가장 큰 비율을 차지하는 것은 미숙립과 피해립 이었다. 또한, Lee (2010)는 무경운 유기물 피복 유기벼 재배시 관행 대비 단백질 함량이 낮고, Toyo 식미치 값도 유의적으로 높다고 보고하였으나 본 연구에서는 재배지역에 의한 쌀의 품질은 차이가 없는 것으로 나타났다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 (과제번호: PJ007167582011)의 지원에 의해 이루어진 것임을 밝힙니다.

요 약

유기농 벼 재배에 유리한 지역을 찾고자 재배지역을 산간, 일반농촌 및 도시근교로 달리하여 재배하였을 때 병해충 및 잡초발생량, 벼의 생육과 쌀의 품질을 조사하였다.

재배지역에 상관없이 유기와 관행재배 모든 처리구에서 잎집무늬마름병, 도열병, 흑명나방 및 벼멸구가 발생되었다. 유기재배의 지역별 멸구류 발생 밀도는 20주당 4.4~10 마리이었지만, 관행재배에서는 10.1~19.5 마리로 유기재배보다 높았다.

유기와 관행재배 벼논에서 우점적으로 발생한 잡초는 1년생 잡초인 물달개비 (*Monochoria vaginalis*)와 여뀌바늘 (*Ludwigia prostrata*), 다년생 잡초인 알방동사니 (*Cyperus difformis*) 이었다. 지역별로 가장 많은 잡초발생 지역은 도시근교로 유기와 관행재배에서 발생한 잡초의 밀도는 각각 m^2 당 121, 79.2본 이었으며 잡초의 건물중은 각각 m^2 당 50.5, 11.4 g 이었다.

벼 재배지역별 수량은 산간지역이 2.96 Mg ha^{-1}으로 낮았으며 수량이 높은 처리구는 일반농촌과 도시근교의 관행재배로서 각각 4.56, 4.31 Mg ha^{-1} 이었다. Toyo 식미치는 벼 재배지역별 유의성은 없었으나 영농방법에 의한 유의성은 있는 것으로 나타났다. 산간과 도시근교의 유기농 재배에서의 식미치는 관행재배보다 높았다. 벼 재배지역별 완전립의 비율은 유기재배와 관행재배에서 차이가 없는 것으로 나타났다. 불완전립 비율 또한 재배지역에 따른 유의성은 나타나지 않았고, 불완전립의 비율은 27.2~33.1%이었으며, 이중에서 가장 큰 비율을 차지하는 것은 미숙립과 피해립 이었다.

인 용 문 헌

Cho, H.J., S.W. Hwang, K.H. Han, H.R. Cho, J.H. Shin, and E.Y. Kim. 2009. Physicochemical properties of upland soils under organic farming. Korean J. Soil Sci. Fert. 41(2):98-102.

Chung, J.B. and Y.J. Lee. 2008. Comparison of soil nutrient status in conventional and organic apple farm. Korean J. Soil Sci. Fert. 41(1):26-33.

Gil, G.H., J.G. Kang, K.D. Lee, J.H. Lee, K.B. Lee, and J.D. Kim. 2008. Assessment of energy efficiency and nutrient balance in organic rice farming area. Korean J. Environ. Agric. 27(3):267-273.

Hyun, J.S. 1982. Metrological condition and pest management. Korean J. Crop Sci. 27(4):361-370.

Kuk, Y.I., O.D. Kwon, and I.B. Im. 2004. Effective herbicides by application timing for control of sulfonylurea resistant *Monochoria vaginalis, Lindernia dubia,* and *Rotala indica* in wet-seeding and machine transplanting rice culture. Kor. J. Weed Sci. 24(1):30-42.

Kwon, O.D., B.C. Moon, Y.I. Kuk, J.K. Kim, and H.Y. Kim. 2006. Effect of densities of *Echinochlor crus-galli* and *Monochoria vaginalis* in wet seeding and transplanting rice cultivation on rice yield and rice quality, and economic threshold levels of the weeds. Kor. J. Weed Sci. 26(2): 155-167.

Lee, Y.H. 2010. Evaluation of No-tillage Rice Cover Crop Cropping Systems for Organic Farming. Korean J. Soil Sci. Fert. 43:200-208.

Lee, Y.H. 2010. Rice growth and grain quality in no-till and organic farming paddy field as affected by different rice cultivars. Korean J. Soil Sci. Fert. 43:209-216.

Mader, P., A. Fliebach, D. Dubois, L. Gunst, and U. Niggli. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. Science 296:1694-1697.

Ministry of Environment. 2008. Standard methods of water sampling and analysis. Ministry of Environment, Incheon, Korea.

NAQS (National agricultural products quality management service). 2010. Information of environment-friendly agricultural products certification. http://www.enviagro.go.kr/portal/info/Info_statistic.jap

NIAST (National institute of Agricultural Science and Technology), 2000. Methods of analysis of soil and plant, NIAST, Suwon, Korea.

Oehl F., E. Sieverding, K. Ineichen, P. Mader, T. Boller, and A. Wiemken. 2003. Impact of land use intensity on the species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems of central Europe. Appl. Environ. Microb. 5:2816-2824.

RDA (Rural Development Administration). 2003. Standard of analysis and survey for agricultural research. RDA, Suwon, Korea.

Robert, V., T. Mateja, H, Karin, H. Melanie, G. Dieter, and

S. Franci. 2005. Phenolic compounds in some apple (*Malus domestica* Borkh) cultivars of organic and integrated production. J. Sci. Food Agric. 85:1687-1694.

SAS Institute, 2006. SAS Version 9.1.3 for Window, SAS Inst., Cary, NC.

Torjusen H., G. Lieblein, M. Wandel, and C.A. Francis. 2001. Food system orientation and quality among consumers and producers of organic food in Hedma country, Norway. Food Qual. Prefer. 12:207-216.

Wright, S.F., J.L. Starr, and I.C. Paltineanu. 1999. Changes in aggregate stability and concentration of glomalin during tillage management transition. Soil Sci. Soc. Am. J. 63: 1825-1829.