

쌀겨시용량 및 시용시기가 벼 생육환경에 미치는 영향

김종구* · 이상복 · 이경보 · 이덕배 · 김재덕

호남농업시험장 식물환경과

(2001년 1월 10일 접수 · 2001년 2월 26일 수리)

Effect of Applied Amount and Time of Rice Bran on the Rice Growth Condition

Jong-Gu Kim, Sang-Bok Lee, Kyeong-Bo Lee, Deog-Bae Lee, Jae-Duk Kim (National Honam Agricultural Experiment Station, RDA, Iksan 570-080, Korea)

ABSTRACT : This study was carried out to investigate the effect of application time and amount of rice bran on rice yield, weed occurrence, and chemical change in water as applied at the level of 1.8 Mg/ha (1.8RB) and 3.5 Mg/ha (3.5RB) through field and pot experiment. Nitrate(NO_3^-) in the surface water and the percolated water through pot were high in application of 3.5RB, and similar in application of 1.8RB as compared to chemical fertilization. Electric conductivity in surface water were higher by application of rice bran until 25 days after rice bran application. $\text{NH}_4\text{-N}$ in soil were lower in application of rice bran, and $\text{NO}_3\text{-N}$ in soil were higher in 3.5RB at tillering stage and panicle formation stage of rice. Rice bran application(3.5RB) showed 68% of weed occurrence as compared to that of chemical fertilization. Rice yield were increased by heavy application of rice bran; 4.41 Mg/ha in 1.8RB and 4.87 Mg/ha in 3.5RB, and top dressing of nitrogen at panicle formation stage caused to increased rice yield by 14~15%. Rice yield was also increased by early application of rice bran.

Key word : rice bran, rice culture, soil properties.

서 론

우리의 농업환경은 자연생태계의 교란과 각종 오염물질유입 등으로 급속히 악화되고 있을 뿐만 아니라, 그린라운드 협상 등 국내외적인 환경변화에 능동적으로 대처해야하는 실정으로 환경보전의 필요성이 크게 대두되고 있다. 농촌진흥청¹⁾의 농가시비 실태조사 결과에 의하면, 일반작물의 시비량은 기준량보다 질소가 38%, 인산은 6%를 더 사용하고 있는 실정이다. 따라서 환경을 보호하기 위해서는 인공에너지인 비료와 농약의 사용량을 줄이고 태양에너지인 유기물로 점차 대체 되는 것이 바람직하다고 생각된다. 최근 일부 농민단체에서 유기농업에 관심을 가지면서 유기농업 실천농가가 늘어나고 있으나 대부분의 유기농자재는 농민 스스로가 개발했거나 외국으로부터 도입되어 사용되고 있다. 따라서, 일부 농가에서 잘못된 사용으로 인하여 작물생육장해가 발생되고 토양 및 하천오염이 우려되고 있는 실정으로 유기농자재의 효과를 검정하고 시용기술 등을 개발 보급할 필요가 있다. 국내에서 생산되는 쌀겨량은 420천톤 정도로 가축사료와 미강유 생산용으로 대부분 사용되고 있으나, 소형정미소나 가정용정미기에서 생산된 쌀겨는 논밭에 비료대용으로 사용되고있는 실정이다.

또한 쌀겨에서 미강유를 빼낸 미강박은 사료나 퇴비제조 또는 미생물 배양물 등에 사용되고 있다.

무공해 쌀을 생산할 목적으로 전남지역을 비롯한 일부지역에서 쌀겨 농법이 점진적으로 확대되고 있으며 생산된 쌀은 브랜드화되어 고가로 판매되고 있으나, 실제로 쌀겨 시용에 의한 벼 재배방법이 확립되지 않아 쌀겨 과다 시용에 따른 벼의 생육장해가 발생되고 있는 실정인 바 벼 재배환경에 알맞는 쌀겨농법을 개발할 필요가 있어 1999년에 호남농업시험장에서 쌀겨시용이 벼 생육 및 토양환경에 미치는 영향을 검토한 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

포장시험

쌀겨 시용 효과 연구는 호남농업시험장 수도포장에서 수행되었는데 시험포장의 토양은 미사질양토(전북통)였으며 시험전 토양의 화학적 특성은 표 1 과 같다. 쌀겨의 무기성분함량은 표 2와 같았고, 쌀겨시용량은 0, 1.8, 3.5 Mg/ha 등 3수준 처리구와 쌀겨 3수준구에 질소 추비구(유수형성기에 질소 33 kg/ha시용)와 화학비료 표준시비구 ($\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O} = 11\text{-}4.5\text{-}5.7$ kg/10a)를 두어

Table 1. Chemical properties of the soil before experiment

Soil depth (cm)	pH (1.5)	EC (ds/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	T-N (%)	Ex. cation (cmol/kg)			
						Ca	Mg	K	Na
0~10	6.15	1.77	32	80	0.12	4.4	2.5	1.40	0.14
11~20	7.18	1.23	25	6	0.11	4.3	3.0	1.17	0.17

난괴법 3반복으로 실시하였다. 쌀겨처리구는 이양후 5일에 토양 표면 처리하였으며, 공시 벼 품종은 동진벼를 5월25일에 기계이양하였고, 재배관리는 호남농업시험장 표준재배법에 준하였다²⁾. 잡초조사는 벼 최고 분얼기에 50 cm×50 cm면적내의 잡초 개체수를 3반복 조사하였고, 수량은 100주 평에 후 건조 탈곡 조사하였다. 생육조사는 최고분얼기와 출수기에 초장과 경수 및 건물중을 조사하였으며, 벼 양분 흡수량은 출수기에 m²당 건물중에 성분함량을 곱하여 산출하였다.

포트시험

쌀겨사용 시기시험은 이양 5일후, 10일후, 15일후, 20일후 처리 등 4시기에 각각 3반복씩 두었고 사용한 포트는 1/5,000 a 와 그너 포트를 이용하여 강우차단 시설조건에서 포장시험과 동일한 토양을 충전하여 동진벼를 1본씩 이양하고 쌀겨를 표면처리 하였다. 토양 중 침투수 채취는 포트 하단 배수구에서 주사기로 10 일 간격으로 채취하여 분석하였고, 눈물(표면수)채취는 포트에 관수하기 전에 생육초기에는 5일 간격으로, 그후에는 10일 간격으로 표면수를 채취하여 nitrate와 EC(전기전도도)를 분석하였다. 잡초 발생수와 벼 수량조사는 포트마다 전량을 조사하였다.

시료분석

눈물(표면수)과 토양침투수 중 NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻, K⁺, EC 등을 분석하였는데, NO₃⁻는 혼합산성시액법, NH₄⁺는 Indolphenol법, K⁺이온은 ICP-ES (Varian 110), 표면수중 전기전도도는 YSI 132 conductivity meter로 측정하였다. 토양성분중 NH₄-N과 NO₃-N는 각각 Indolphenol법, 혼합산성시액법으로 습식상태로 분석후 토양수분을 보정하여 건조중 함량으로 계산하였고, 시험전 토양 성분은 농촌진흥청 토양화학분석법에 준하여 분석하였다³⁾. 식물체 중 무기성분 분석은 H₂O₂-H₂SO₄ 습식분해 후 전질소는 Indolphenolblue법, 인산은 Vannadate법,加里성분은 ICP-ES로 분석하였다.

Table 2. Chemical contents of the rice bran (Unit : %)

T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	C/N
2.16	3.78	1.43	0.13	1.58	23.3

결과 및 고찰

쌀겨 사용시 눈물(표면수)중 nitrate와 EC의 변화

논토양에 사용된 유기물은 토양미생물에 의해 분해되어 그 성분의 일부가 식물 영양원으로 이용되고 다른 일부는 토양입자에 흡착되거나 토양용액의 이동에 따라 하천 및 지하로 유실되기도 한다⁴⁾. 논토양에 사용된 쌀겨는 사용 후 2~3일부터 눈물 및 토양표면 색깔이 갈색과 흑색으로 변화되고 눈물표면에 기름성분의 피막이 생기면서 차츰 분해되었다.

쌀겨 사용 후 눈물 중 NO₃⁻의 경시적 변화를 보면 표 3과 같다. 쌀겨 사용량이 3.5 Mg/ha 에서는 사용 후 25일까지 화학비료 표준시비 보다 NO₃⁻농도가 높게 유지되었다. 이는 쌀겨 3.5 Mg/ha 사용의 경우 질소성분량이 화학비료 표준량과 같은 량이지만 화학비료 표준사용은 이양 당시 기비로 시비하였기 때문에 NH₄-N형태로 토양교질입자에 흡착량이 많은 결과로 생각된다. 따라서 쌀겨는 표 2에 나타낸 바와 같이 C/N비가 낮아 비교적 분해가 빠르기 때문에 쌀겨 사용 후 25일까지의 눈물이 이동되지 않도록 주의할 필요가 있다.

또한 쌀겨사용시 눈물(표면수)의 전기전도도(EC)의 경시적 변화는 그림 1과 같다. 눈물의 EC변화도 NO₃⁻와 같은 경향으로 쌀겨사용량이 많을수록 EC가 높았는데, 그 정도는 쌀겨 3.5 Mg/ha 사용에서 쌀겨 사용후 25일까지 가장 높게 유지되다가 35일 후부터는 화학비료와 비슷하게 낮게 유지되었다. 이는 쌀겨분해에 의해 nitrate를 비롯한 이온들의 농도가 높아진 결과로 생

Table 3. Changes of NO₃⁻ concentration in the surface water after rice bran application (Unit : mg/L)

Treatment	Days after rice bran application									
	10	15	21	25	35	45	55	65	85	
Rice bran 1.8 Mg/ha	12.2	12.4	7.6	5.6	1.3	2.6	2.3	2.0	1.7	1.4
Rice bran 3.5 Mg/ha	24.9	11.4	12.9	17.8	0.9	2.5	3.0	2.0	2.0	1.7
Control (Chemical fertilizer)	19.4	7.6	8.5	8.0	1.3	1.3	1.7	2.0	1.4	1.2

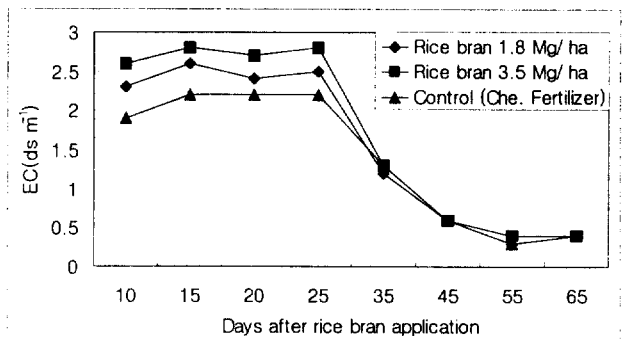


Fig 1. Changes of electric conductivity after rice bran application.

각된다. 이와 같은 결과는 쌀겨 3.5 Mg/ha를 논에 시용할 때에 벼 생육초기인 이앙 후 30일까지 논물이 이동되면 관개수로 이동될 가능성을 시사해주고 있어 주의할 필요가 있다. Marrett 등⁵⁾, 伊藤 등⁶⁾ 및 김 등⁷⁾의 보고에 의하면 가축분 퇴비시용시험에서 EC와 nitrate함량과는 높은 상관관계가 있다고 하였고, 시용 초기에 높다가 그후에는 차츰 떨어진 후 일정수준을 유지하였다는 보고와 비슷한 시험결과를 얻었다.

토양중 질소형태 및 용탈수중 양분함량

쌀겨 시용시 토양 중 질소형태별 함량은 표 4와 같다. 쌀겨 3.5 Mg/ha 시용시 벼 생육초기인 분얼기와 유수형성기에 NH₄-N는 화학비료표준(대조구)보다 낮은 반면, NO₃-N는 높았다. 이 결과는 이⁸⁾가 보고한 축분퇴비시용효과 시험에서 벼 재배시 축분퇴비시용은 화학비료보다 토양용액중의 암모니아태질소는 낮았으나 질산태질소는 높았다는 보고와 비슷한 결과를 얻었다. 한편 쌀겨 1.8 Mg/ha 시용시는 화학비료표준보다 암모니아태질소는 50%정도가 적었고 질산태질소 함량이 비슷한 수준으로 후술하는 표 8에서 초장과 경수가 크게 떨어진 결과로 볼 때, 쌀겨 1.8 Mg/ha 시용시는 질소질비료로 추비를 주어야 벼의 정상적 생육이 가능할 것으로 판단된다. 또한 쌀겨를 시용 할 때 토양표면의 산화층에 시용하고 쌀겨분해과정에서 미생물의 호기적분해 결과로도 생각되나 자세한 원인은 차후 검토해 볼 필요가 있다고 생각된다.

Table 4. Changes of soil nitrogen with application of rice bran at two rice growth stages

(Unit : mg/kg)

Treatment	NH ₄ -N		NO ₃ -N	
	Tillering stage	Panicle formation stage	Tillering stage	Panicle formation stage
Rice bran 1.8 Mg/ha	9.3	8.4	15.6	11.5
" 3.5 Mg/ha	18.2	10.7	21.1	11.6
Control (Chemical fertilizer)	21.0	13.0	17.1	11.3

Table 5. Concentration of plant nutrients in the percolated water with the application of rice bran in pot experiment

(Unit : mg/L)

Treatment	Pannicle formation stage				Heading stage			
	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	K ⁺	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	K ⁺
Rice bran 1.8 Mg/ha	0.13	7.9	0.04	8	0.42	4.5	0	8
Rice bran 3.5 Mg/ha	0.14	10.4	0.27	10	0.43	6.9	0.01	11
Control (Chemical fertilizer)	0.09	8.6	0	12	0.50	5.3	0	12

쌀겨의 분해에 의해 용출된 각종 이온들이 지하침투수에 어떻게 영향을 줄 것인가를 보기 위하여 포트재배시험에서 토양침투수를 채취하여 분석한 결과는 표 5와 같다. 토양침투수중 무기성분함량을 보면 NO₃와 K⁺함량이 주로 많게 침투수로 용출되는 것을 알 수 있었고, NH₄⁺와 PO₄³⁻는 극히 적은 것으로 볼 때 지하 침투수의 이동은 적을것으로 판단된다. 벼 주요시기별 토양중 무기성분함량은 쌀겨 3.5 Mg/ha 시용시 유수형성기와 출수기에 NO₃함량이 화학비료표준(대조구)보다 증가되는 경향인 반면, K⁺은 감소되는 경향이였다. 윤 등⁹⁾과 Quin 등¹⁰⁾에 의하면 가축분 다량 시용토양에서 지하수의 NO₃와 K⁺의 이동이 많았고 인산의 이동이 적었다고 보고하였는데 본시험결과에서도 NO₃, K⁺함량이 높아 비슷한 결과로 생각된다.

쌀겨 시용시 잡초발생 양상

쌀겨성분함량은 수분이 약 12%인 경우 조단백질이 약 12%, 조지방이 약 17%, 조섬유가 약 10%와 인을 비롯한 각종무기성분과 비타민 등으로 구성되어있다¹¹⁾. 특히 쌀겨 중에 들어있는 abscisic acid (ABA)는 식물호르몬으로 겨울동안 추위로부터 씨눈을 보호하기 위하여 벼 생장점이나 껍질에 집적되어 있던 것이 도정과정에서 떨어져 쌀겨 속으로 혼합된다고 하며 이 성분은 수용성으로 물에 쉽게 녹는다고 알려져 있다¹²⁾. 쌀겨 시용시 잡초발생양상은 표 6과 같다. 쌀겨 1.8 Mg/ha, 3.5 Mg/ha 시용은 잡초발생율이 쌀겨무시용에 비해 각각 56%, 32%정도로 적게 발생되어 잡초발생 억제효과가 각각 44%, 68%정도가 되었다. 잡초종류별로는 올챙이고랭이, 벼풀, 너도방동사니, 피 순으로 발생이 많았는데, 쌀겨를 사용하므로서 광엽 1년생 잡초와 방동사니과 잡초는 발생억제효과는 약간 인정되나, 화본과 잡초인 피는 별로 효과가 없었다. 이 결과는 담수 된 논에서 피의 발아속도가 빠르기 때문에 발생억제효과가 떨어졌다고 판단된다¹³⁾. 또한 쌀겨 처리구에서 잡초의 발생이 감소된 원인은 전술한 abscisic acid 성분에 의해 잡초종자의 휴면이 연장되어 잡초발아수가 적어졌다고 생각된다.

Table 6. Effect of rice bran application on the weed occurrence at maximum tillering stage of rice

(Unit : No. Weed / 50×50 cm)

Weed species	Rice bran 1.8 Mg/ha (A)	Rice bran 3.5 Mg/ha (B)	Control (Chemical fertilizer) (C)
<i>Scirpus juncoides</i>	44	21	60
<i>Monochoria vaginalis</i>	15	15	51
<i>Cyperus serotinus</i>	17	7	27
<i>Echinochloa crus</i>	5	3	7
Total (rate)*	81(56%)	46(32%)	145(100%)

* Weed occurrence rate = (A) or (B) / (C)

Table 7. Effect of application time of rice bran on weed occurrence in pot condition (Unit : each/3pot)

Treatments	<i>Scirpus Juncoides</i>	<i>Monochoria Vaginalis</i>	<i>Cyperus Serotinus</i>	<i>Echinoch- loa Crus</i>	Total
Rice bran 3.5 Mg/ha					
Transplanting 5 day	-	-	-	-	-
" 10 day	18	-	-	-	18
" 15 day	22	-	3	1	26
" 20 day	20	1	4	-	25
Rice bran 1.8 Mg/ha					
Transplanting 5 day	1	-	-	1	2
" 10 day	27	-	-	1	28
" 15 day	23	-	5	1	29
" 20 day	25	-	3	5	33
Control (Chemical fertilizer)	25	-	4	1	30

쌀겨처리 시기별 잡초발생량을 보기 위하여 포트 시험한 결과는 표 7과 같다. 쌀겨 1.8 Mg/ha, 3.5 Mg/ha 시용시 잡초발생은 이양후 5일 처리에서 쌀겨 무시용(30개)에 비해 각각 2개, 무발생되었고, 이양 10일, 15일, 20일 처리 순으로 늦게 처리할수록 잡초 발생이 많았다. 특히 이양후 20일에 쌀겨 처리한 구에서는 쌀겨 무시용과 비슷한 결과를 얻었는데, 이는 잡초가 발생된 후 처리된 결과로 잡초가 출아된 후에는 발생억제효과가 없었음을 나타내었다.

벼 생육 및 양분 흡수량

쌀겨 시용이 벼 생육에 미치는 영향을 출수기에 비교하여 보면 표 8과 같다. 초장과 경수 및 건물중은 쌀겨 시용량이 많을수록 증가되었고, 쌀겨 1.8, 3.5 Mg/ha 단용시용구에서 화학비료 대조구보다 생육이 떨어졌다. 이는 표 4에서 보았듯이 유수형성기에 암모니아태 질소가 적었기 때문으로 생각된다. 한편 쌀겨처리 후 질소를 추비로 보충한 구의 벼 생육상황을 보면, 쌀겨 1.8 Mg/ha에 질소추비의 경우는 화학비료표준(대조구)보다 초장, 경수 및 건물중이 약간 떨어졌으나, 쌀겨 3.5 Mg/ha 시용에 질소추비구의 초장은 비슷한 수준이었고 경수와 건물중은 화학비료 대조구보다 증가되었는데, 경수 및 건물중과 처리간에는 1%의 통계적 유의성이 인정되었다.

Table 8. Effect of rice bran application on plant growth at heading stage

Treatments	Plant height (cm)	No. of tillers (each/m ²)	Dry matter (g/m ²)
Rice bran 1.8 Mg/ha	88	266	700
" 3.5 Mg/ha	90	330	913
Rice bran 1.8 Mg/ha + Urea	94	320	956
" 3.5 Mg/ha + Urea	100	411	1,054
Control (Chemical fertilizer)	97	358	987

Table 9. Amount of nutrient absorbed by rice with application of rice bran (Unit : g/m²)

Treatments	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Rice bran 1.8 Mg/ha	7.2	2.9	10.3
Rice bran 3.5 Mg/ha	9.1	4.0	13.2
Rice bran 1.8 Mg/ha + Urea*	10.2	4.4	11.6
Rice bran 3.5 Mg/ha + Urea*	11.6	4.6	13.1
Control (Chemical fertilizer)	9.8	4.2	13.0

* Application at panicle formation stage.

쌀겨 시용시 벼의 무기양분 흡수량은 표 9와 같다. 질소 흡수량을 보면 쌀겨단용처리는 화학비료표준구보다 약간 적게 흡수되었으나, 쌀겨시용 후 질소추비구에서는 화학비료구보다 약간 많게 흡수되었다. 이는 Makoto 등^{14,15)}이 보고한 작물별 질소흡수량 시험에서 말하는 쌀겨성분중의 유기태 질소를 직접 흡수한다고 하였는데, 본시험에서 단용시용의 질소흡수량이 화학비료보다 적은 원인은 질소형태가 서로 다르기 때문으로 판단되나 차후 자세한 검토가 필요하다고 생각된다. 한편, 인산과 가리성분은 쌀겨 3.5 Mg/ha 단용 시용구에서 화학비료 대조구와 비슷한 정도의 흡수량을 나타낸 결과로 볼 때, 쌀겨시용시 질소질비료를 수비로 보충할 필요성이 있다고 판단되었고, 인산과 가리성분은 쌀겨 3.5 Mg/ha 시용의 경우 쌀겨에 함유된 함량으로도 정상생육이 가능할 것으로 판단되었다.

쌀겨 시용량과 시용시기별 벼 수량

쌀겨 시용량에 따른 벼 수량변화는 그림 2와 같다. 쌀겨 1.8 Mg/ha 단용처리는 화학비료 대비 83%였으나 질소비료 수비시용구는 15%가 증가되어 98%까지 되었다. 또한 쌀겨 3.5 Mg/ha 단용처리도 화학비료대비 92%였고, 질소수비시용구는 14%가 증가되어 106% 까지 증수되었으며, 통계적으로도 처리간 1%의 유의성(LSD 13.23)이 인정되었다. 이는 쌀겨 단용처리는 표 4에서 보았듯이 분얼기와 유수형성기에 토양중 NH₄-N함량이 화학비료대조구보다 떨어져서 벼 생육에 필요한 질소양분이 부족 되어 초기생육이 부진한 결과 분얼수가 적어 주당수수가 확보되지 않아 수량이 떨어진 결과로 생각된다(표 8). 결론적으로 쌀겨 1.8 및 3.5 Mg/ha 시용후 질소질비료로 추비하는 것이 안전수량을 올릴 수 있다고 판단된다.

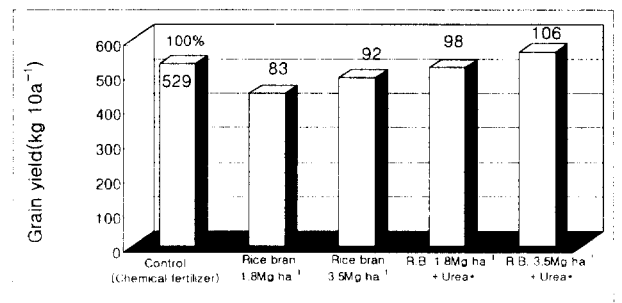


Fig. 2. Effect of rice bran application on rice yield.

* Application at panicle formation stage.

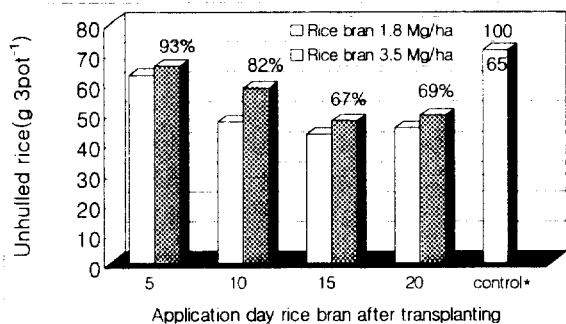


Fig 3. Effect of rice bran application on the rice yield in the pot condition.

* Control : Chemical fertilizer.

쌀겨 시용 시기별 벼 수량은 그림 3과 같다. 쌀겨 단용처리의 결과는 이양후 5일에 3.5 Mg/ha 처리구에서 수량이 가장 높았고, 쌀겨처리시기가 이양후 10일, 15일, 20일 순으로 처리시기가 늦을수록 점점 벼 수량이 점점 떨어졌다. 쌀겨처리시기와 수량과의 유의성검정 결과 1%의 유의성이 있었다. 다시 말하면 쌀겨시용시기가 이양 후 10일 이상이면 쌀겨가 분해되어 벼의 분얼에 필요한 양분공급이 지연되어 초기생육이 불량하였기 때문으로 생각된다. 또한 이양후 곧 바로 쌀겨를 시용하면 벼의 활착에 지장을 주어 식상현상이 많았다. 결론적으로 쌀겨 시용시기는 이양후 5일에서 10일 이내에 시용되는 것이 적절하다고 판단된다.

요 약

쌀겨사용량 및 시용시기가 벼 생육환경에 미치는 영향을 검토하기 위하여 포장시험은 미사질양토(전북통)에서 쌀겨 무시용, 쌀겨 1.8 Mg/ha (1.8RB), 쌀겨 3.5 Mg/ha (3.5RB) 등 3처리구와 질소수비구를 두어 벼 이양후 5일에 쌀겨를 표면처리 하였다. 포트 시험은 쌀겨 처리시기를 이양후 5일, 10일, 15일, 20일 처리 등 4 처리를 두어 벼 수량, 잡초 발생량, 토양특성 및 수질 등을 검토 하였다.

쌀겨 시용 시 논물 중 EC, NO₃⁻의 농도는 시용후 25일까지 높게 유지되었고, 그후에는 감소되었다. 지하침투수중 양분 용출량은 NO₃⁻, K⁺가 많았고, 쌀겨 시용량이 많을수록 약간 증가 되었다. 또한 토양 중 질소함량은 3.5RB시용에서 NH₄-N는 화학비료 시용보다 적은 반면, NO₃-N는 약간 많았으며, 1.8RB에서는 NH₄-N는 화학비료 시용보다 50%정도 적었으나 NO₃-N는 비슷한 수준이었다.

쌀겨 시용시 잡초 발생양상은 쌀겨 시용량이 많을수록 잡초발생수가 적어 3.5RB 시용은 화학비료대비 68%까지 감소되었다. 쌀겨처리시기별 잡초발생은 이양후 5일 처리에서 잡초발생량이 제일 적었으며 처리시기가 늦을수록 잡초 발생량이 많았다.

쌀겨 시용량별 벼 수량은 1.8 RB 단용처리에서 4.41 Mg/ha, 3.5 RB에서는 4.87 Mg/ha 정도였으나, 1.8 RB 및 3.5 RB에 질소수비 처리구는 쌀겨단용처리보다 14~15% 증수되었다. 쌀겨 시용시기별수량은 이양후 5일처리에서 제일 높았고, 쌀겨처리 시기가 늦을수록 벼 수량이 점점 떨어지는 경향이였다.

참 고 문 헌

1. 농촌진흥청. (1993) 환경보전형 농업실천과제. p.13-20.
2. 호남농업시험장. (1999) 농업과학기술개발 시험연구사업결서. p.18-22.
3. 농촌진흥청. (1988) 토양화학 분석법.
4. Sorensen, P., Jensen, E. S., Nielsen, N. E. (1994) The fate of ¹⁵N-labelled organic nitrogen in sheep manure applied to soils of different texture under field conditions, *Plant Soil*. 162, 39-47.
5. Marrett, D. J., Khattak, R. A., Elseewi, A. A. and Page, A. L. (1990) Elevated nitrate levels in soils of the Eastern Mojave desert, *J. Environ. Qual.* 19, 658-663.
6. 伊藤純雄. (1984) 施設栽培における新實用化技術(3). 土壤溶液に基づく施設内土壤診断と管理. 農業および園藝. 59, 1081-1088.
7. Kim, J. G., Lee, K. B., Lee, S. B., Lee, D. B. and Kim, S. J. (1999) The effect of long-term application of different organic material sources on chemical properties of upland soil, *J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert.* 32, 239-253.
8. 이덕배. (1999) 축분비료의 작물별 시용효과. 복비형 축분비료 제조기술개발 및 실용화연구보고서, 농촌진흥청. p.75-93.
9. Quin, B. F. and Forsythe, L. J. (1978) Surface irrigation of pasture with treated sewage effluent. II. Drainage losses of nitrate and other nutrients, *J. Agric. Res.* 21, 427-434.
10. Yun, S.G. and Yoo, S. H. (1993) Behaviour of NO₃-N in soil and groundwater quality. *Kor. J. Environ. Agric.* 12, 281-297.
11. 농촌진흥청. (1989) 식품성분표.
12. Davies, W. J. and Jones, H. G. (1991) *Abscisic Acid: Physiology and Biochemistry*. Bios Scientific Publishers, Oxford, UK.
13. 이상복, 이계택. (1998) 활성탄 및 쌀겨 시용이 수도생육이 수도생육과 수량에 미치는 영향. '98환경 농업 공동연구사업평가서. 농협중앙회.
14. Yamagata, M., Nakagawa, K. and Ae, N. (1997) Difference of protease activity between crops in rhizosphere. *Jpn. J. Soil Sci. Plant.* 68, 295-300.
15. Yamagata, M. and Ae, N. (1999) Direct acquisition of organic nitrogen by crops. *JARQ.* 33, 15-21.