

벼논오리 放飼가 쌀 收量 및 品質에 미치는 영향

姜良淳 · 金静逸 · 朴政和*

Influence of Rice-Duck Farming System on Yield and Quality of Rice

Yang Soon Kang, Jeong Ill Kim and Jeong Hwa Park*

ABSTRACT : Concerns on use of excess amount of chemical fertilizier and pesticide in current farming system turns both of the producer and consumer of agricultural products to an organic farming which use a less chemicals and more natural manure. Rice-duck farming system is one of the strategy to meet the purpose and this experiment was carried out to find the effect of the rice-duck farming system on the quality and yields of rice. 20day-old rice seedling were mechanically transplanted in sandy-loam paddy field and 21 day-old ducks were raised from 3 weeks after transplanting with population of 30 heads per 10a. The plots were consists of reduce fertilizer(70%) with and without duck-raising. The conventional fertilizer treatment without duck-raising was used as check. The results obtained are summarized as follows.

The weeds population of test plots which were raised with duck for 3 consecutive years was less than that of test plots without duck-raising, though a specific population of *Echinochola crusgallis* were increased. The weed control effect was higer in duck-raising than in check at the maximum tillering stage but, not at later stages of rice plant.

It was found that the small animals and insects inhibiting in the rice field were reduced by duck-treatment, however, there were also damages of grass leaf roller at booting stage in the plots of duck-raising.

In rice-duck plot, dark green leaf color were found: 41.8 of SPAD value than 38.6 of SPAD in check plot. Higher root activity and surface soil oxidation were also observed in rice-duck plot than check plot.

3% of the increase in yield was observed by duck-treatment. However, the expected increase of the palatability wsa not observed. This may be due to the unfavorable weather conditions during the rice growing in this expriment.

Key words : Rice-duck farming, Weed control, Insect pest control, Reduction of fertilizer, Rice quality.

* 作物試驗場(Crop Experiment Station, Suwon 440-100, Korea)

〈'95. 3. 22 接受〉

근대 농법에서는 증산 위주로 벼 재배중에 화학 비료나 제초제, 살균제, 살충제의 사용이 필수적이고 작황에 따라서는 도복 경감제 등 각종 생장 조절물질 등이 첨가되고 있다. 또한 수확, 저장시에도 건조제 등의 농약 사용으로 화학제에 의존하는 농법이 되고 있어 해충 天敵이나 토양 미생물 활동, 토양 및 수질오염 등 벼 생육환경에 대한 생태계 파괴는 물론 영농시 농약 중독이나 벼생산물에 잔류 독성이 우려되는 실정이다. 또한 국민 소득 향상에 따른 健康食 선호와 식품 기호변동으로 쌀 섭취량은 줄어들지만 無公害 有機米나 맛좋은 良質米 생산이 요구되고 있다. 유기미 생산은 농약이나 비료 등 화학성 물질을 가능한 배제하는 상태에서 재배되어야 하므로^{5, 9)} 화학제의 기능을 대체할 수 있는 기술 개발이 필요한데 세균비료, 미생물 농약, 광합성 세균, 유기질 비료 등 각종 生物製劑¹²⁾가 개발되어 비료나 농약 기능을 대체하고 재배법으로는 미꾸리, 잉어, 새우, 우렁이 등 소동물을 벼와 결합하여 同時作 재배 및 사육함으로서 잡초방제나 시비효과 등 복합적인 기능으로 화학제없이 유기미 생산이 가능하다^{3, 4, 8, 11)}. 지금까지 밝혀진 有機農法에서는 화학제의 기능에 상당할만한 수량이나 경제성에 도달치 못하여 실용화에는 한계가 있지만 오리-벼 동시작에서는 많은 시험이나 농가재배에서 화학제 대체효과가 크게 입증되었다^{7, 10)}. 작시^{1, 2)}에서는 오리-벼 동시작을 위한 벼 적정 재식 밀도와 비료 절감효과 및 미질 관련 특성을 밝혔고 김 등⁶⁾은 오리放飼 밀도, 放飼回收에 따른 시비 절감 효과와 경제성을 분석하였다. 그러나 아직까지 오리가 화학제의 기능을 완벽하게 대체할 수 없는 점이 관찰되고 밥맛도 검토된 바가 없어 본 시험은 이러한 점들을 구명코자 실시하였다.

材料 및 方法

본 시험은 전년도 생산된 벼짚 전량이 생고로 투입되고 3년차 오리 연속방사된 작물시험장 답작포장(사양토)에서 1994년에 수행되었다. 벼재배는 일품벼를 20일간 육묘하여 5월 26일에 30×

14cm 기계이앙하였다. 처리는 관행시비량(질소-인산-칼리=11-7-8kg/10a)의 70%를 감비한 오리방사구와 무방사구 그리고 관행구를 대조로 하였다. 6월 17일 3주령 새끼오리를 10g당 30마리 밀도로 방사하여 출수가 시작되기 전인 8월 19일(64일간)에 잡아내었다. 방사시간은 오전 9시부터 오후 6시까지로 하였고 벼 최고분얼기 이후 부터는 마리당 1일 20g의 보조 사료를 주었다. 오리방사구는 관행시비량 30% 수준의 비료 이외에 제초제나 농약등 화학제는 일체 사용하지 않았다. 잡초 조사는 30cm²에서 조사하여 m² 당으로 환산하였고 표면수 탁도는 비색계로서 투과도를, 현탁물은 중량법으로, 토양 산화환원 전위차는 휴대용 Eh meter기로 최고분얼기에 각각 측정하였다. 근활력은 등속중기에 α -naphthylamine 산화력으로, 엽록소함량은 30% ethyl alcohol 추출법으로, 엽색은 휴대용 SPAD 502로서 유수형성기에 각각 측정하였다. 해충조사는 벼포기의 한쪽 면에 부착된 마리수를 직접 조사하여 5포기당 마리수로 나타내었고 벼물바구미는 분얼중기에 지하부에 서식하는 유충을 조사하였다. 오리의 食餌習性을 알고자 放飼직전, 放飼후 30분, 1시간, 2시간, 4시간 마다 해부하여 위에 포집된 식물성과 동물성 먹이를 판별하고 중량을 달았으며 배설물은 창자에 충전된 정도를 나타내었다. 현미의 품위는 자동분석기로 분별하였으며 食味檢定은 官能檢査에 숙달된 20명의 평가요원에 의해서 이루어졌다.

結果 및 考察

1. 화학제 기능 대체 효과

논오리 放飼로서 유기미 생산을 가능하도록 하기 위해서는 화학제의 사용이 배제되어야 하므로 화학제의 기능을 대체할 수 있는 오리의 방사 효과를 검토할 필요가 있다.

1) 잡초방제 기능

논농사에서 잡초방제를 위한 제초제 사용은 慣行農法에서 필요 불가결한 요소이지만 유기미 생산을 위해서 오리 방사로 대체하여 방제 효과를

Table 1. The weed populations just before duck-raising in the 3rd year of duck-raised paddy field for 2 years

Treatments	<i>Echino-</i>	<i>Eleo-</i>	<i>Mono-</i>	<i>Cyperus</i>	<i>Rotala</i>	<i>Persi-</i>	<i>Alope-</i>	<i>Centi-</i>	Total
	<i>chloa</i>	<i>chalis</i>	<i>choria</i>	<i>sero-</i>	<i>indica</i>	<i>caria</i>	<i>curus</i>	<i>peda</i>	
	<i>crus-</i>	<i>kuro-</i>	<i>vagi-</i>	<i>tinus</i>	(Wild)	<i>hydro-</i>	<i>aequalis</i>	<i>minima</i>	
	<i>gallis</i>	<i>guwai</i>	<i>nalis</i>		Koehne	<i>piper</i>			
	No. of weeds /m ²								
Duck-raising with 30% fer.	111	-	78	56	211	-	-	222	678
30% fer. only	22	133	710	78	211	22	44	-	1220
Conventional	11	-	-	-	-	11	11	-	33

살펴보면 표 1에서와 같이 오리 2년 연속방사후 3년차 오리 방사 당시 잡초 발생수는 관행구에 비하여 약 반 정도로 줄어들었는데 특히 물달개비가 현저하였고 피와 중대가리풀은 오히려 월등히 증가되었음이 주목된다.

오리 방사후 41일째인 벼 최고분얼기경에 잡초 방제 효과를 보면 표 2에서와 같이 2년 연속 오리 방사구에서 방사 당시 현저히 발생이 많았던 피와 물달개비가 거의 방제되었으나 벼포기에 인접된 일부 개체가 남아 있었고 올방개, 방동산이, 여귀, 마디꽃, 물수세미, 개구리밥 등은 완전방제가 가능하여 殘草의 건물량으로 본 방제가 92%로서 제초제를 사용한 관행구 88% 보다 높은 것으로 나타났다.

김 등⁶⁾의 시험에서도 오리방사구는 제초제 2회 사용한 관행구의 잡초방제가 88% 보다 다소 높은 93%의 방제가를 보여 오리방사가 더 효과적일 것

으로 보였다. 그러나 제초제로 방제한 관행구의 잔초는 벼와의 경합이 적은 개구리밥 등이었지만 오리 방사구의 잔초는 상대적으로량은 적지만 벼와의 경합력이 큰 피가 잔존하므로 방제가로서 방제효과를 평가하는데는 다소 차이가 있다. 특히 피의 경우 초기 발생한 개체는 오리에 의해서 거의 방제가 되었음에도 다른 잡초와는 달리 벼 생육과 더불어 계속 늦게까지 벼포기 가까이 인접 발생되어 부분적으로 남아 있던 개체들은 표 3에서 보는 바와 같이 관행구에서 발생한 개체보다 출수가 늦으면서 개체당 생육량은 적었지만 발생수가 많아 벼 출수가 무렵 번무되므로 손제초가 불가피한 상태로 되어 오리-벼 동시작에서 문제점으로 부각되었다. 이러한 결과는 이 농법을 하고 있는 대부분의 농가답에서도 경험할 수 있었다. 오리는 잡초를 먹어 치우기도 하지만 활동시 잡초가 뽑히거나 짓눌려 흙속에 매몰되며, 흙탕물

Table 2. The amounts of residual weeds at maximum tillering stage of rice plants, 41 days after duck-raising in the 3rd year of the duck-raised field.

Treatments	Amount of weeds (g. dry wt. /m ²)									Value of weed control (%)
	<i>Echino-</i>	<i>Eleo-</i>	<i>Mono-</i>	<i>Cyperus</i>	<i>Persi-</i>	<i>Rotala</i>	<i>Myrio-</i>	<i>Spiro-</i>	Total	
	<i>chloa</i>	<i>chalis</i>	<i>choria</i>	<i>sero-</i>	<i>caria</i>	<i>indica</i>	<i>phyllum</i>	<i>dela</i>		
	<i>crus-</i>	<i>kuro-</i>	<i>vagi-</i>	<i>tinus</i>	<i>hydro-</i>	(Wild)	<i>verti-</i>	<i>poly-</i>		
	<i>gallis</i>	<i>guwai</i>	<i>nalis</i>		<i>piper</i>	Koehne	<i>cillatum</i>	<i>rhize</i>		
Duck-raising with 30% fer.	1	-	18	-	-	-	-	-	19	92
30% fer. only	4	8	66	25	13	1	81	27	225	0
Conventional	-	-	-	-	-	-	-	27	27	88

Table 3. The growth of *Echinochloa crusgalli* in the young panicle stage of rice plants

Treatments	Heading date	No. of tiller	Fresh wt. (g /plant)	No. of plant /m ²
Duck-raised	non-headed	11.1	266	3.2
Non-raised	8.12	16.7	390	0.8

을 일으켜 발아를 억제시키는 등 잡초의 생육환경을 불량하게 함으로서 방제되므로 제초제의 기능을 충분히 대체할 수 있도록 하는 보완 연구가 요구된다.

2) 병충해 방제 기능

근대농법에서 병충해 방제는 살균제나 살충제의 사용이 불가피하나 오리 방사로 병·충해를 일으키는 발생원인 해충을 제거하는 직접적인 효과와 무농약에 의한 천적 생활 환경 보호 효과 및 오리 방사시 減肥에 따른 병충해 발생을 줄일 수 있는 간접적 효과를 기대할 수 있다. 표 4에서 보면 벼물바구미 유충은 오리무방사에서 벼 5포기 당 4마리가 포착되었으나 방사구에서는 1마리로 적었고 기타 곤충도 무방사구 21마리에 비하여 방사구에서는 4마리로 조사되었다. 특히 오리무방사구에서는 벼 포기 엽초 부위에 부착되어 있는 곤충의 허물이나 흙집부가 많이 관찰된 반면 오리방사에서는 거의 없었다. 오리는 쉴새없이 먹이를 찾아서 활동하는데 벼 생육 초기에는 수면과 인접된 벼포기 내부까지 살살이 부리로 헤쳐 해충이나 허물 등 먹이를 포식하므로 해충의 서식 기회를 줄여 방제가 거의 완벽하였으나 벼 생육이 진전되면서 수잉기 무렵 엽신부에 발생된 흑명나방 피해는 방제가 불가능하였다. 또한 벼가 출수되면 오리를 제거해야 하므로 그 이후에 발생하는 해충에 대해서는 방제 기능이 없게 되므로 발생 상습지 재배를 삼가하고 저항성 품종을 선정하여 오리

방사 효과를 기대할 수 있는 지역에서만 부분적으로 적용할때 농약 대체 효과가 클것이다.

3) 시비 효과 기능

논에 오리를 방사하게 되면 오리배설물의 비료화 효과와 부리, 발, 몸통으로서 토양과 벼포기를 접촉하여 벼 생리 및 생육환경에 변화를 일으킴으로서 시비 효율을 증진할 것으로 본다. 표 5에서와 같이 벼 최고분얼기 표면수 탁도를 광투과도로 나타내면 오리방사로 관행구 투과도 96.5%에 비하여 23.2%로 물 10ml 중에 토양 미세립자가 119mg이나 현탁되었다가 수잉 중기에 가서는 28mg으로 떨어져 오리의 활동이 현저히 떨어지고 있음으로 알 수 있다. 이것은 벼 생육후기로 갈수록 잡초 등 먹이가 줄어들고 기온 상승으로 오리는 극히 쇠약해져서 활동이 둔해짐을 관찰할 수 있었고 이때 보조사료 급여가 필요하였다. 그리고 오리가 활동하고 다니는 벼 이랑 사이에는 표층토가 2.1cm 깊이로 파여 이로 인한 流動土壤이 벼 줄기쪽으로 쌓여 관행의 매몰 깊이 3.3cm에 비하여 5.6cm로 매몰되어 벼가 뿌리채 도복되기 쉬운 뿌리 도복면에서 유리한 특성을 보였다. 오리의 이동으로 토양표면은 항상 공기 유입이 원활한 조건이 될 것이므로 표 6에서와 같이 土壤의 酸化還元差가 +50정도의 酸化쪽으로 되어 등숙중기 까지도 根酸化力이 관행 55.0에 비하여 77.5로 높게 유지되어 비료 이용 효율면에서나 뿌리의 생육면에서 유리한 조건으로 경과되었다. 이러한 효과는

Table 4. The population of insects and disease pest in the duck-raised field for 3 years.

Treatment	Rice plant weevil (/5 plants)	Rice leaf roller (0~9)	No. of other insects (/5 plants)	Disease pests (0~9)
Duck-raised	1	2	4	0
Non-raised	4	0	21(11)	0

() means no. of the cast-off skim of insect.

Table 5. The turgidity of water and moving of surface soil as affected by the duck raising in rice field

Treatment	Turgidity of water				Moving of surface soil	
	Trans. (%)	Amount of * sediments(g)	Trans. (%)	Amount of ** sediments	Depth of furrow(cm)	Height of ridge (cm)
Duck-raised	23.2	119	81.0	28	2.1	5.6
non-raised	96.5	7	97.4	11	0	3.3

* maximum tillering stage ** booting stage

Table 6. The redox potential of soil, root activity and value of leaf color as affected by the duck raising in the rice field

Treatment	Eh (mv)	Root activity (α /g.FW /g.hr.)	Leaf color (Spad)	Chlorophyll (mg.Chl. /g.FW)
Duck-raised	+50	77.5	41.8	2.41
non-raised	+10	55.0	38.6	2.06

관행 시비에서 肥切이 일어나는 시기인 유수형성기에 엽록소와 엽색으로도 잘 나타나듯이 오리방사에서는 70%감비조건임에도 관행에서 보다 엽색이 짙음을 볼 수 있어 오리 방사에 의한 유기물 공급 효과와 아울러 뿌리 활력 증진으로 시용비료의 이용 효율을 높임으로서 감비 효과를 낼 수 있을 것으로 본다.

2. 오리 食餌 習性

오리방사에 의한 유기미 생산조건으로서 잡초 방제, 병충해방제, 시비효과 등을 오리의 식이 습성으로 파악코자 표 7에서는 오리가 포식한 먹이 종류와 위에 포집된 섭취량 및 창자에 충전된 배설물의 정도를 오리방사 전후의 시간 경과별로 해부를 통하여 조사한 결과를 나타내었다. 오리방사

직전 공복 상태에서는 胃에 모래만 10g 차 있었고 창자에는 배설될 물질이 전혀 없었으므로 보아 전일 섭취한 먹이가 유기물로 완전 배설되었음을 알 수 있었다. 방사 30분 후에는 胃에 포집된 미소화 물질이 20g 정도로 차고 창자에는 배설될 물질이 20% 정도 충전되어 있었다. 1시간 후에는 위에 포집된 미소화 물질의 양이 줄면서 창자에는 90% 까지 배설될 물량으로 충전되고 2시간 후부터는 다시 胃에 포식량이 늘어나고 창자도 완전히 충전되는 상태가 4시간 후까지 계속 되었다. 포식된 먹이는 胃에서 형체를 거의 알 수 없을 정도로 문쳐 있었으나 분해가 늦은 조직들의 형태로 보아 주로 물수세미를 포식하였고 잎이 길거나 늙은 잡초들은 셀룰로스로 위에 머물러 있어 쉽게 구분이 되었으며 어린 잡초나 광엽 다육성 잡초 등은 胃

Table 7. The amount and kind of feed preyed upon stomach and bowels of duck after duck raising in rice field

Passing time	Amoun of feed (g /stomach)	Degree of feed filled in bowels(%)	Kind of feed preyed upon by duck
Before raising	10	0	sand
After raising			
30 min	20	20	sand, <i>Myriophyllum verticillatum</i> , snail, pond snail
1hr	12	90	sand, cellulose, snail, insects
2hr	14	100	sand, <i>Myriophyllum verticillatum</i> , snail
4hr	18	100	sand, <i>Myriophyllum verticillatum</i> , cellulose, snail, earthworm

Table 8. Changes of yield in milled rice as affected by the duck raising in 3rd raised field

Treatments	Milled rice (kg /10a)		
	1st year (normal weather)	2nd year (cooling weather)	3rd year (warming weather)
Conventional	593 (100)	546 (100)	629 (100)
Duck raised with 50% fertilizer	539 (91)	575 (105)	649 (103)
Duck raised with 30% fertilizer*	-	-	648 (103)

에서 분류가 어려울 정도로 쉽게 분해되어 배설되었음을 알 수 있었다. 그리고 잡초 외에도 달팽이, 우렁이, 물방개 등의 껍데기나 날개가 胃에 머물러 있었고 해충이나 그들의 허물, 어린 유충들은 분류가 불가능하였지만 몽쳐 있었으며 지렁이를 포함한 논에서 서식하는 생물은 모두 포식하여 생물 농약으로서의 기능은 물론 비료 기능을 충실히 해낼 수 있는 생물학적 농법으로의 활용가치가 클 것으로 기대된다.

3. 유기미 생산 및 품질 평가

1) 유기미 생산

생산 위주의 관행재배에서는 제초제, 농약, 비료 등 화학제의 사용이 필수적이거나 오리방사로 화학제의 기능을 대체하였을 때 有機米 생산 효과를 보면 표 8과 같이 3년 오리방사로 1년차 정상기상년에는 50%減肥에서 9% 減收되었지만 2년차 냉해년에는 5% 增收되었고 3년차 고온 경과년에 70%減肥에서도 3% 增收되었다. 오리 3년 연속

방사에 의한 화학비료 70% 감비와 무농약재배하에서 유기미를 589~608kg/10a 생산할 수 있어 벼농사에서는 가장 효과적인 유기농법으로 기대되었다.

2) 생산 유기미의 품질 평가

오리방사구는 농약을 전혀 사용하지 않고 화학비료만 관행시비량의 30%를 사용하여 재배하였기 때문에 유기미 생산이 가능하였고 생산한 유기미의 품질을 미립의 외적 특성과 食味側面으로 보면 표 9와 같다. 오리 3년 연속 방사시 현미 品位는 관행재배시보다 靑米比率이 높아 完全米比率은 낮았으며 官能 檢査에 의한 食味도 관행보다 약간 나쁜 방향으로 평가되었다. 이러한 결과는 본년도 기상이 예년에 볼 수 없었던 고온으로 경과되어 오리방사구는 이미 언급한대로 肥初期인 유수형성기에도 엽색이 짙게 유지되어 늦게 분얼된 일자까지도 등숙이 불완전하게 이루어졌기 때문으로 보여진다. 이런 점으로 보아 미질 개선을 위해서는 시비량 감소 특히 유수형성기 시비량 조

Table 9. The quality of brown and milled rice produced in the 3rd year of duck-raised field.

Treatment	Brown rice		Eating quality by pannel test					
	Whole grain	Green grain	Appearance	Flavor	Taste	Stickiness	Hardness	Evaluation
Duck raised with 30% fertilizer	54.8	31.1	-0.60	-0.05	-0.45	-0.10	-0.20	-0.40
30% fertilizer only	58.0	28.1	-0.20	-0.05	0.10	0.20	0.05	0.05
Conventional	63.6	26.6	0	0	0	0	0	0

절이나 등숙이 빠른 품종 선택도 고려되어야 할 것으로 본다.

摘 要

오리방사에 의한 화학제 기능대체 효과와 유기미의 수량 및 품질을 검토코자 사양질답에 관행 시비량의 70%를 減肥하고 일품벼를 中苗 이앙하여 이앙 3주후에 3週齡 오리를 10a당 30마리 밀도로 放飼하고 無農藥으로 재배하여 시험한 결과는 다음과 같다.

1. 오리 3년차 방사논의 방사 직전 잡초 발생수는 무방사구보다 거의 반으로 줄어들었으나 피의 발생은 오히려 현저히 증가되었고 최고분얼기 잡초방제가는 관행 88%보다 92%로 높았으나 그 이후에 피의 방제는 효과가 적었다.
2. 오리방사는 벼물바구미와 멸구류, 기타 곤충등과 소동물들 거의 포식하였으나 수잉기에 발생된 흑명나방피해는 방제하지 못하였다.
3. 오리방사구는 관행구보다 표면수가 항상 현탁되어 있고 표층토의 酸化還元電位差가 높아 유수형성기의 엽색이 관행 38.6보다 41.8로서 더 짙은 녹색을 유지하였으며 등숙기 까지 높은 根活力을 유지하였다.
4. 오리방사구에서는 유기미 쌀수량이 648kg/10로서 관행구보다 3% 증수되었고 생산된 유기미는 '94년 고온년의 특이성으로 靑米比率이 높아 官能檢査에 의한 식미는 약간 나쁜 경미한 차이를 보였다.

引用文獻

1. 작물시험장. 1992. 시험연구보고서. pp. 360-366.
2. _____ . 1993. _____ . pp. 354-357
3. IRRI. 1993. Program report for 1993. pp. 66-69. 74-76.
4. Kim, B. H., H. D. Kim and Y. H. Kim. 1989. Rice-fish farming system and future prospect in Korea. Second asian regional workshop on rice-fish research and development. CLSU, Philippines.
5. 金鍾武. 1992. 有機農業의 定義와 經濟性에 관한 研究. 韓國有機農業學會誌. 19-28pp.
6. 김희동, 박중수, 방관호, 조영철, 박경열, 권규철, 노영덕. 1994. 벼논 오리 사육방법에 따른 벼 생육 및 수량 반응. 한작지. 39(4):339-347.
7. 金廣段. 1994. 오리농법. 서원.
8. 김영호, 김희동, 김병현, 이원우, 이동우. 1990. 벼 재배답에서 몇가지 어종의 양어에 관한 연구. 농시논문집(수도편) 32(2):59-64.
9. 高松 偃. 中島紀一. 可兒晶子. 1993 有機米づくいの. 家の光協會.
10. 古野隆雄. 1993. アイガモ水稻 同時作の實際. 農文協.
11. 오용비, 이종기, 김상수, 임무상, 박래경. 1991. 벼 재배논 미꾸라지 양어에 관한 연구. 농시논문집(수도편). 32(2):51-56.
12. 比嘉照夫, 李庚徽. 1993. 微生物의 農業利用과 環境保存. 螢雪出版社.