

수도작에서 왕우렁이 및 오리 방사가 수량구성요소에 미치는 영향

정순재 · 정원복 · 정대수 · 최봉출 · 오주성
동아대학교 생명자원과학부

Influence of Pond-Snail and Duck Pasture on the Yield Components of Paddy Rice

Jeong Soon - Jae · Chung Won - Bok · Chung Dae - Soo · Choi Bong - Chool · Oh Ju - Sung
College of Natural Resources and Life Science, Dong - A University Pusan 604 - 022, Korea

ABSTRACT

This experiment was carried out to find the effect of different organic farming types, the Duck-pasture plot, the Pond-snail pasture plot and control of the conventional culture plot farming on the yield and its components of paddy rice. The results obtained are summarized as follows.

Plant height and Tillering were significantly increase in the Duck-pasture plot. Panicle number per hill, No. of grain per spike and 1,000grain weight were significantly increase in the conventional culture plot. Yield per 10a were 574.13kg at pond-snail pasture plot, 576.81kg at Duck-pasture plot and 579.04kg at conventional culture plot. From these results, it seems that the organic farming are usefel and pasture of the Duck, Pond-snail for depression of the weed occurrence or increase of yield per 10a is effective as the environmental perservation farming.

Key words : organic farming, Duck-pasture, Pond-snail pasture, conventional culture.

1. 서론

환경오염이 심각한 사회문제로 등장하면서 생명, 건강, 안전성에 대한 국민들의 관심이 높아지고 있으며, 농업에 있어서도 지금까지 진행되어 온 관행적인 농업이 화학비료와 농약의 대량사용으로 지력쇠퇴, 유기물 감소, 생태계 파괴 등 많은 문제점이 지적되고 있으며^{1,2,3,4,5} 생산성에서도 수확체감의 법칙에 따라 질적·양적인 면에서 한계점에 도달하고 있는 실정이다. 따라서 대안적농법으로 친환경적이면서 지속가능한 유기농업의 필요성이 최근에 크게 부각되고 있으나 작물별 유기농업 기술체계가 확립되어 있지 않아 유기농업 일반도로 전환하기는 아직 이른 시기라 할 수 있다. 유기농업은 화학비료, 유기합성농약, 가축사료 첨가제 등 일체의 합성화학물질을 사용하지 않고 유기물과 자연광석, 미생물 등 자연적인 자재만을 사용하여 안전한 농산물을 생산하는 농업을 말하는데^{6,7} 유기농업으로 전환하기 위해서는 우선적으로 지력을 증진시킨 후에 화학비료나 농약을 점진적으로 줄여나가면서 마지막 단계로 유기농업을 정착시켜야 하는데, 작물의 종류나 토질에 따라 차이가 있으므로 최소한 5년 이상 소요될 것으로 판단된다.

최근에 수도에 있어서도 관행적인 농업에서 발생하는 수질오염을 줄이기 위해 생물학적인 방제법을 이용하여 유기농업으로 전환하려는 농가가 점차 증가하고 있는 추세인데, 이것은 논 제초효과는 상당히 효과를 거두고 있으나 병해충 발생시에는 방제대책이 확립되어 있지 않아 큰 어려움을 겪고 있는 실정이며, 수량성에서도 관행농업보다 다소 감소한다는 보고⁸)가 있어 앞으로 복합적인 연구가 있어야 할 것으로 본다. 지금까지 수도에서 생물학적인 연구로 가장 많이 진행된 것이 오리농법인데 이는 벼 이앙 후 10~15일경에 오리를 방사하여 잡초를 방제하고, 배설물로 비료자원으로 활용하는 재배방식인데 친환경농법으로서 타당성이 인정되고 있다.^{8,9,10,11,12} 그 다음으로 왕우렁이 농법인데 이는 왕우렁이의 초식 습성을 이용하여 제초효율을 높이고,^{13,14,15,16,17} 안전한 유기미를 생산하는 재배방식으로 앞으로 유기농업 농가에 점차 활용될 것으로 판단되나 만약 이상기온으로 인해 월동이 가능하게 되면 타작물에 피해를 줄 수 있는 단점을 지니고 있다. 이밖에도 벼논에 물고기를 사육하여 유기농업 재배가 가능하다는 연구 보고도 있다.^{18,19,20,21,22}

수도작에서 지금까지 진행되어 온 대부분의 생물학적인 연구가 화학물질의 과용에서 연유할 수 있는 폐단을 강조하는 데 초점을 둔 나머지 농업의 경제성이나 생산성보다는 잡초 방제효과에 중점을 두었으나 생산성이나 경제성이 없으면 그 농업의 형태는 지속될 수 없기 때문에 앞으로의 연구는 수량성까지를 포함한 종합적인 연구가 체계적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 현재 유기농업 농가에서 가장 많이 이용하고 있는 오리 및 왕우렁이를 방사하여 수도의 생육 및 수량형질에 미치는 영향을 비교·분석하여 유기농업 농가에 기초자료로 활용코자 본 시험을 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 1999년 5월부터 1999년 10월까지 실시하였다. 공시품종은 중만생종인 “동진벼”를 사용하였으며, 42일 묘를 6월 1일에 기계이앙한 본답을 이용하였다. 시험구는 청둥오리 방사구, 왕우렁이 방사구 및 대조구로 관행재배구를 두어 실시하였으며, 시험구면적은 각각 990㎡로 하였다. 그리고 각 처리구마다 구획을 나누고 그물 및 목책선을 설치하여 왕우렁이 및 오리가 왕래하지 못하도록 차단시켰다. 조사방법은 생육 및 수량구성요소를 조사하기 위하여 각 처리구당 33㎡씩 3군데를 무작위 선정하여 조사하였다. 시비내용은 왕우렁이 및 청둥오리 방사구는 벼짚을 전량환원하고, 퇴비를 10a당 300kg을 사용하였다. 또한 왕우렁이 및 청둥오리를 보호하기 위하여 농약은 살포하지 않았으며 병충해 예방을 위하여 이앙 후부터 출수 전까지 식초 800배액을 살포하였고, 출수 후부터는 맥반석효소와 규산질수용액을 엽면살포하였다. 관행재배구는 10a당 질소 11kg, 인산 7kg, 가리 8kg을 사용하였다. 그리고 이앙전에 잡초방제를 위해 제초제를 1회 사용하였으며, 시험 기간중 병충해방제를 위하여 농약을 6회 살포하였다. 기타 관리는 표준재배법에 준하여 실시하였다.

왕우렁이 방사는 가장 효과가 인정되는 이앙 후 1주일에 10a당 5kg을 방사하였다.¹⁴⁾ 왕우렁이의 생활사를 <그림 1>에서 보면 부화해서 50일 정도 지나면 왕우렁이 무게가 3g이 되고 100일 정도 지나면 약 8g 정도 되어 성패가 된다.^{24,25,26)} 따라서 왕우렁이의 섭식은 3g~8g사이에서 가장 활동력이 강하여 잡초를 많이 섭식하는 것으로 관찰되었으며, 본 시험에 사용한 왕우렁이는 부화 후 70~80일(왕우렁이 무게 4~6g정도) 경과한 것으로 가장 잡초를 많이 섭식하는 시기의 왕우렁이를 선택하여 방사하였다.

Pond - snail			
Weight	3g	5g	8g
Incubation	Growth Period (Weeding Period)		Copulation Spawning season
Incubation Time	50day	75day (Pond - snail Pasture)	100day

Fig 1. Life cycle of *Ampullarius Insularus*

그리고 청둥오리 재배구는 이앙 후 3주 후에 3주령된 청둥오리를 10a당 30마리를 방사하였다. 본 시험답의 잡초 발생분포는 다년생 잡초인 올미(*Sagittaria pygmaea* Miq.)가 우점하고 있었다. 일년생 잡초로는 발뚝외풀(*Lindernia procumbens* PHILCOX), 마디꽃(*Rotala indica* KOEHNE), 물옥잠(*Monochoria korsakowii* REGEL), 여뀌(*Polygonum hydropiper* L) 등이 발생하였고, 다년생 잡초는 올방개(*Eleocharis kuroguwai* OHWT), 너도방동사니(*Cyperus serotinus* ROTTB), 가래(*Potamogeton distinctus* BENN), 벼풀(*Sagittaria Trifolia* L) 등이

발생하였다. 시험포장의 토양조건은 <표 1>과 같고, 시험 수행기간중의 기상상황은 <표 2>와 같다. 토양 pH는 6.32로서 미산성토양이며, 유기물함량, CEC 및 치환성 양이온의 함량은 비교적 높은 토양이었다.

Table 1. Properties of the experimental soil.

pH (1 : 5)	EC (mS/cm)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	OM (%)	Ex. Cation(cmol/kg)		
				Ca	K	Mg
6.32	0.92	86	2.14	4.87	1.12	1.91

Table 2. Major meteorological data during experiment period.(1999. 5.~10)

Division	Temperature(°C)			Relative humidity		Precipitation (mm)	Sunshinehours (hr)
	Ave.	Max.	Min.	Ave.	Min.		
E	16.8	23.5	10.7	64.7	24.4	87.0	10.3
May M	17.8	23.6	12.6	65.8	27.9	20.0	10.5
L	18.3	24.2	12.7	66.7	28.2	56.0	10.4
E	20.6	25.5	16.7	75.9	40.1	16.5	8.0
June M	21.4	26.7	17.1	75.7	41.3	128.5	8.6
L	21.1	25.3	17.6	79.2	50.1	65.5	6.4
E	21.5	25.7	18.3	78.3	44.3	119.0	7.0
July M	23.1	27.5	19.7	76.4	40.0	6.5	7.3
L	25.1	30.5	22.0	87.1	37.5	223.5	6.0
E	25.6	29.2	22.8	83.0	51.2	176.0	6.8
Aug. M	25.1	30.2	20.7	78.4	41.5	76.4	8.5
L	22.7	26.8	19.8	87.8	53.4	266.5	4.6
E	23.6	28.4	20.0	84.0	44.9	154.5	6.7
Sep. M	23.8	28.6	20.1	74.6	43.1	109.0	6.2
L	20.5	25.7	16.3	81.5	44.7	100.5	6.4
E	17.8	24.1	11.6	76.0	32.1	13.5	6.8
Oct. M	14.9	20.0	10.7	75.4	43.4	89.0	5.2
L	14.9	21.6	9.4	73.7	33.0	16.0	6.8

생육조사는 초장 및 분얼수 조사를 하였으며, 수량구성요소는 주당수수, 수당 영화수, 등숙율, 1,000립중 및 10a당 수량을 조사하였다. 조사방법은 초장, 분얼수 및 주당수수는 처리구당 20주씩을 무작위 선택하여 3반복으로 조사하였고, 등숙율은 총수수계수 후 그 중 30g을 취하여 비중 1.06의 소금물로 등숙립과 불완전립을 선별하여 계수하였다. 그리고 1,000립중은 3

회 1,000립중을 측정하여 평균치로 계산하였으며, 기타 조사는 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 따랐다.²³⁾

토양분석은 1개의 시험구에서 20~30개소에서의 임의로 시료를 채취하여 고루 섞은 후 그늘에서 풍건한 후 20mesh 체로 쳐서 조제하였고, 유기물 분석용 시료는 60mesh로 하였다. pH는 토양시료 5g에 증류수 25ml을 가한 후 가끔 저어주면서 1시간 방치 후 측정하였고, EC는 토양시료 5g에 증류수 25ml을 가한 후 가끔 저어주면서 1시간 방치 후 Conductivity meter로 측정하였다. 유기물함량은 토양시료(60mesh) 1g에 0.4N-K₂Cr₂O₇용액 10ml을 가하여 3분간 끓인 후 잔반의 K₂Cr₂O₇을 0.2N-FeSO₄(NH₄)₂ SO₄ 6H₂O 용액으로 적정하였다. 유효인산은 토양시료 5g에 Lancaster 침출액 20ml을 가한 후 10분간 진탕 침출하여 Ammonium molybdate의 청색으로 발색시켜 비색측정 토양시료 5g에 Bray No1 침출액 50ml을 가한 후 5분간 진탕 침출하여 Ammonium molybdate로 발색 후 비색 측정하였다. 치환성이온은 토양을 침출한 후 원자흡광분석기로 측정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

본 시험은 공시품종을 증만생종인 “동진벼”로 하여, 왕우렁이 방사구, 청둥오리 방사구 및 관행재배구로 나누어 수도의 생육 및 수량구성형질을 조사한 결과는 다음과 같다.

왕우렁이 방사, 청둥오리 방사 및 관행재배에 따른 벼의 생육특성을 <표 3>에서 보면 초장의 변화는 6월 8일 조사시 관행재배구가 13.31cm, 오리 방사구가 13.35cm, 왕우렁이 방사구가 13.33cm로서, 처리간의 유의차는 인정되지 않았으나 오리 방사구가 가장 길었다. 6월 20일 조사에서도 오리 방사구에서 17.52cm로 초장이 가장 길었으며, 8월 15일 조사에서도 오리 방사구에서 95.32cm로 가장 길었다. 그리고 8월 30일 조사에서도 오리 방사구에서 103.17cm로 가장 길었으나 처리간에는 유의성이 인정되지 않았다. 분얼수에서는 6월 8일 조사에서 관행재배구 6.1개, 오리 방사구 5.9개, 왕우렁이 방사구 5.6개로 나타났으며, 6월 20일 조사에서는 관행재배구에서 13.77개, 8월 15일 조사에서는 오리 방사구에서 17.90개로 분얼수가 가장 많았다. 그리고 8월 30일 조사에서도 오리 방사구에서 18.19개로 분얼수가 가장 많았으나 처리간에는 유의성이 인정되지 않았다. 이런 결과로 볼 때 왕우렁이 방사구, 청둥오리 방사구 및 관행재배구에서 각각 초장과 분얼수에서 큰 차이가 없었던 것은 왕우렁이나 청둥오리를 방사했을 때 배설물이 비료대체효과를 가져왔으며 또한 이들이 이동하면서 토양의 잡초를 없애고, 벼 포기를 자극하여 벼 생육을 왕성하게 한 결과 생육상태가 좋은 것으로 판단된다.

Table 3. Growth status of rice according to the different Organic farming types.

Division	Plant height(cm)				Tillering(No.)				
	6. 8	6. 20	8. 15	8. 30	6. 8	6. 20	8. 15	8. 30	
Pond - snail pasture	13.33	17.50	95.20	102.10	5.60	13.12	17.66	18.11	
Duck pasture	13.35	17.52	95.32	103.17	5.90	13.58	17.90	18.19	
Control*	13.31	17.29	94.21	102.99	6.10	13.77	17.89	18.00	
LSD	5%	3.96	4.44	5.04	6.24	1.28	3.60	4.41	5.16
	1%	6.57	7.36	9.40	10.35	2.12	5.96	6.69	8.55

* : Conventional culture.

왕우렁이 방사, 오리 방사 및 관행재배에 따른 수도의 수량구성형질을 보면 <표 4>와 같다. 주당수수는 관행재배구 및 오리 방사구에서 각각 20.33개 및 20.12개로 많았으며, 왕우렁이 방사구에서는 19.78개로 다소 적게 나타났다. 수당립수에서는 대조구인 관행재배구에서 89.72개로 가장 많게 나타났다. 1,000립중에서는 오리 방사구에서 25.51g으로 가장 무거웠고, 관행재배구에서 25.50g, 왕우렁이 방사구에서는 25.31g으로 약간 낮게 나타났으나 처리간 유의차는 인정되지 않았다. 등숙율에서는 대조구인 관행재배구에서 91.04%로 가장 높았으며, 오리 방사구 및 왕우렁이 방사구에서 각각 89.98% 및 88.23%로 나타났다. 이상의 결과를 요약하면 수량구성형질에서는 관행재배구 > 청둥오리 방사구 > 왕우렁이 방사구 순으로 나타났는데 이는 관행농법이 유기농법에 비해 일반적으로 증수되었다는 보고¹⁵⁾와 일치하였으며, 청둥오리 방사구가 왕우렁이 방사구에 비해 수량형질이 다소 좋게 나타난 것은 청둥오리 방사가 제초효과, 병충해 방제효과, 시비효과가 컸기 때문인 것으로 판단된다.

Table 4. Yield of rice according to the different Organic farming types.

Division	Panicle number per hill (No.)	No. of grain/spike (No.)	1,000 Grain weight (g)	Percentage of ripeness (%)
Pond - snail pasture	19.78	87.19	25.31	88.23
Duck pasture	20.12	87.62	25.51	89.98
Control*	20.33	89.72	25.50	91.04
LSD	5%	5.23	22.07	10.01
	1%	8.68	36.61	13.24

* : Conventional culture.

왕우렁이 방사, 오리 방사 및 관행재배에 따른 10a당 수량을 <표 5>에서 보면 대조구인 관행재배구에서 10a당 수량이 579.04kg으로 가장 많았으며, 그 다음으로 오리 방사구에서 576.81kg으로 나타났고, 왕우렁이 방사구에서는 574.13kg으로 약간 적게 나타났으나 처리간 유의성은 인정되지 않았다. 이상의 결과를 요약하면 왕우렁이 방사구, 청둥오리 방사구 및 대조구로 관행재배구를 두고 10a당 수량을 조사한 결과 관행재배구 > 청둥오리 방사구 > 왕우렁이

방사구 순으로 수량이 증수된 것으로 나타났다. 이는 왕우렁이를 이앙 7일 후에 방사시 일반관행재배구에 비해 2% 감소했다는 보고와 일치하였으며,¹⁵⁾ 오리를 3년 연속 방사에 의한 화학비료 70% 감비와 무농약재배에서 유기미를 10a당 589~608kg 생산하였다는 보고¹²⁾와는 비슷한 경향을 나타냈다.

Table 5. Yield per 10a of rice according to the different Organic farming types.

Division		Yield per 10a (kg)	Yield index (%)
Pond - snail pasture		574.13	99.15
Duck pasture		576.81	99.41
Control*		579.04	100.00
LSD	5%	13.32	
	1%	15.51	

* : Conventional culture.

본 시험의 결과를 종합하면 그 동안 오리농법이나 왕우렁이 농법이 잡초방제면에서는 제초제를 대체할 만큼 효과가 인정되었으나 수량에서는 관행재배구에 비해 10~20% 감소한다는 것이 보편화되어 왔다. 그러나 본시험에서는 관행재배와 거의 비슷한 수량성을 보였는데 이는 벼 재배기간중의 기상상태나 재배환경 및 재배기술 등 여러 요인들이 일치하였기 때문인 것으로 추정되며, 따라서 왕우렁이 및 오리의 섭식·생태를 충분히 파악하고 사육기술에 대한 다양한 경험을 터득한 후 여러 가지 생물학적 농법을 병행하여 실시한다면 앞으로 수도작에서의 유기농업은 충분히 가능성이 있다고 판단되어 진다.

IV. 적 요

공시품종을 중만생종인 “동진벼”를 사용하여 왕우렁이 방사구, 청둥오리 방사구 및 대조구로 관행재배구를 두어 수도의 생육 및 수량구성형질을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 생육특성으로서 초장 및 분얼수에서는 청둥오리 방사구에서 각각 103.17cm와 18.19개로 많았으나 처리간 유의성은 인정되지 않았다.
2. 수량구성형질을 보면 주당수수, 수당립수, 1,000립중 및 등숙율 모두 관행재배구에서 양호하였으나 청둥오리 방사구나 왕우렁이 방사구에 비해 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다.
3. 10a당 수량은 관행재배구에서 579.04kg으로 가장 높았고, 오리 방사구에서 576.81kg, 왕우렁이 방사구에서 574.13kg으로 나타났으나 처리간 큰 차이는 나타나지 않았다.

이상의 결과를 요약하면 생육 및 수량에서 관행재배구 > 오리 방사구 > 왕우렁이 방사구 순으로 양호하게 나타났다.

참고문헌

1. Kim, J.J. and Jeong, D.S. The influence of herbicides on soil microflora influence of butachlor, J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert., 9(1), 25-31. (1976).
2. Kim, J.J. Effect of herbicide on the soil microorganism and inorganic matters, Kangweon Univ. These coll, 12, 95-102. (1978).
3. Kang, K.Y. Effect of herbicide bentazon on nitrification and on numbers of bacteria and fungi in the soil, Kor. J. Agric. Chem. Soc., 11(2), 81-83. (1978).
4. 金 吉雄. 水稻移秧畝에서의 2,4-D IPE 除草效果究明. 農試研報21 (作物編): 203-208. (1979).
5. 金 吉雄, 崔 鉉玉. 畝 多年生 雜草에 關한 研究. 韓作誌21(1): 20-23. (1976).
6. 金鍾武. 有機農業의 定義와 經濟性에 關한 研究. 韓國有機農業學會誌. 19-28. (1992).
7. 正農會, 正農. 새로운 생명운동, 정농회 보선집. 15-18. (1996).
8. 金熙東, 朴仲洙, 方寬虎, 趙英哲, 朴景烈, 權圭七, 盧泳德. 벼논 오리 飼育方法에 따른 벼 生育 및 收量 反應. 韓作誌39(4): 339-347. (1994).
9. Leeson, S., J.D. Summers and J. Proulx. Production and Carcass Characteristics of the Duck. Polutry Sci. 61: 2456~2464. (1982).
10. 古野隆雄. アイガモ 水稻同時作の實際. 農産漁村文化協會. (1993).
11. 金廣殷. 오리농법. 서원. (1994).
12. 姜良淳·金靜逸. 벼논 오리 放飼가 쌀 收量 및 品質에 미치는 影響. 韓作誌. 40(4): 467-541. (1995).
13. 김희동. 우렁이 방사에 의한 논잡초 방제효과. 한국 유기농업학회 1998년 상반기 심포지엄. pp.83~90. (1998).
14. 鄭淳宰·朴興植·吳柱成·崔成寬·崔鳳出. 왕우렁이(*Ampullarius insularus*)의 攝食·生態 및 논 雜草 防除效果에 關한 研究. 韓國有機農業學會誌. 7(2): 169-178. (1999).
15. 문영훈·오동훈·최정식·나중성·한성수. 벼 재배시 유기농업 활용자재의 특성 및 효과. 한국환경농학회지 17(4): 319-323. (1998).
16. 농촌진흥청. 유기·자연농법 및 사용자재의 특성. 농업과학기술원. pp.7-17. (1999).
17. 김광은·최재명. 벼 자연의 실제. 도서출판 서원. (1994).
18. 金 永浩, 金 熙東, 金 竝鉉, 李 元雨, 李 東右. 벼 栽培畝에서 몇가지 魚種의 養魚에 關한 研究. 農試論文集(水稻篇)32(2): 59~64. (1990).

19. 오용비, 이종기, 김상수, 임무상, 박내경. 벼 栽培는 미꾸리 養魚에 관한 研究. 農試論文集(水稻篇)32(2) : 51~56. (1991).
20. Kim, B.H., H.D. Kim and Y.H. Kim. Rice-fish farming system and future prospect in Korea. Second Asian Regional Workshop on Rice-fish Research and Development. CLSU. Philippines. (1989).
21. Puilin. R.S.V and Z.H. Shehadeh. Integrated Agriculture Aquaculture Farming Systems. ICLARM Conference Proceedings 4 : 113-123. (1991).
22. Wilson, E.K., F.W. Pierson and R.Y. Hester. The Effects of High Environmental Temperature on Feed Passage Time and Performance Traits of White Pekin Ducks. Poultry Sci. 59 : 2322-2330. (1980).
23. 農村振興廳. 農事試驗研究調查基準. -改訂 第1版- (1983).
24. 김종영. 왕우렁이 양식. 오성출판사. pp.25~29. (1993).
25. 鉉木敬二. 린뉴카이 養殖に切望する. 養殖, 8 : 41~42. (1983).
26. 西龍男. 린뉴카이의本格的養殖 養植お, 10 : 42-43. (1983).