

## 벼 재배시 유기농업 활용자재의 특성 및 효과

문영훈 · 오동훈 · 최정식 · 나종성 · 한성수<sup>1)</sup>  
전북농촌진흥원 · 원광대학교 생명자원과학대학<sup>2)</sup>

### Properties and Effects of Utilizable Materials for Organic Farming in Rice

Young-Hun Moon, Dong-Hoon Oh, Jung-Sik Choi, Jong-Seong Na, Seong-Soo Han<sup>1)</sup> (Chonbuk Provincial Office of Rural Development Administration, Iksan 570-140, Korea, <sup>2)</sup>College of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea)

**Abstract** : This experiment was conducted to investigate the effects and properties of organic materials, the fermented fowl droppings composts and the top viviparous malleatuses, utilizable for rice farming. At the 35th day after transplanting, the growth of rice plants was good in the order of organic farming, combined farming, conventional farming, and control plot. But stem number and dry weight of rice plant in organic farming decreased a little compared to those in conventional farming at the 65th day after transplanting. Rice yield decreased by 7% in organic farming and by 4% in combined farming compared to those of conventional farming. Weeding effect by inoculation of 5kg or 10kg of the top viviparous malleatuses per 10a was similarly 96% at the immediately inoculation after transplanting, 98.6% at the 7th days inoculation after transplanting and 70% at the 15th days inoculation after transplanting. By inoculation of 5kg per 10a at the 7th day and the 15th day after transplanting, rice yields decreased by 2% and 5%, respectively, compared to those of the conventional farming method. From the above results, it seems that the organic farming and the combined farming are useful and the inoculation of the top viviparous malleatuses is effective for control of weeds as the environmental preservation farming.

**Key words** : organic farming, top viviparous malleatuses, inoculation

## 서 론

환경 친화형 농업에 대한 관심이 높아지면서 이른바 유기농업이 등장하였으나 유기농업에 대한 인식에는 공감대가 이루어지지 않은 것이 현실이다. 흥<sup>1)</sup>은 전문기관과 민간의 유기농법에 대한 인식에 큰 차이가 있음을 지적하고 민간에서 주장하는 유기농법이 그 지향하는 목표는 고상하지만 과학적으로 검증된 기술들을 사용하려는 노력이 있어야 하며 미래의 농업을 유기농법 일변도로 전환하기 위해서가 아니라 유기농법이 갖는 장점을 취하여 현행 농법을 보완하기 위해서 시행되어야 한다고 했다. 민간에서 실천하고 있는 유기농법은 화학비료를 유기질 비료로 대체하고 합성 농약 대신 미생물제 등을 사용하는 것을 기본적 기술로 하고 있으나, 유기농법을 실천하는 농가들은 화학비료와 합성농약을 사용하지 않아도 작물 수량이 감소되지 않

으며 농산물의 품질은 향상된다고 믿는다<sup>2,3)</sup>. 그러나 광범한 조사결과들은 민간에서 추천하는 유기농법을 따를 경우 수량이 감소하는 경우가 적지 않은 것으로 나타나고 있다<sup>4,5,6)</sup>. 이론적으로 볼 때 화학비료를 유기질비료로 대체했다고 해서 수량이 낮아지거나 높아질 것을 기대하는 것은 타당성이 없을 것이다. 왜냐하면 작물의 수량은 유기질 비료를 주느냐, 화학비료를 주느냐에 따라 결정되는 것이 아니라 어떤 형태의 비료를 작물에 얼마나 어떻게 시용하느냐에 따라 결정되는 것이기 때문이다. 유기농 실천 농가들이 자주 거론하는 품질이 향상된다는 사실은 구체적으로 어떤 측면에서 어느 정도 품질이 향상되는가가 구체적으로 밝혀진 경우는 드물다.

그러나 퇴비를 사용했을 때 농산물의 품질이 향상된다고 하는 것은 유기질 퇴비의 특수성분에 기인된 것이라기 보다는 토양수분 조건 또는 질소공급 조건의 변화에 기인한다는 견해<sup>7,8)</sup>. 실제로 그 동안 쌀의 품질에 관한 연구는

다방면으로 실시되어 왔지만 아직도 보완되어야 할 점이 많은 상황에서 유기농법을 하면 고품질 쌀을 생산할 수 있다는 주장은 타당성을 갖기 어렵다.

유기농법을 하게 되면 농약을 사용하지 않아도 병해충의 피해가 발생하지 않는다는 것이 유기농법을 주장하는 이들의 생각이나, 이를 뒷받침할 근거는 없다. 일반적으로 병해충 발생은 질소비료를 과용할 때 발생이 심해지는 것으로 알려져 있다<sup>9,10</sup>. 유기농자재의 경우도 그 사용량이 과다하면 화학비료를 과용했을 때나 다름없이 병해충 발생의 위험이 있다는 것이 농촌진흥청 농업기술연구소에서 한 연구 결과에서 찾아 볼 수 있다<sup>6</sup>. 화학비료와 합성농약을 사용하지 않으면 농업환경의 생태계가 교란을 받지 않을 것이라는 견해는 타당성이 있다. 왜냐하면 특히 합성농약이 포장에 사용되면 방제대상 병해충 이외의 생물 밀도가 영향을 받기 때문이다<sup>11,12</sup>.

본 연구에서는 벼 농사에 있어서 무금비, 무농약으로 발효퇴비, 아미노산액, 미네랄, 현미식초, 왕우렁이 등을 사용한 유기농법, 저비·저농약과 볏짚퇴비, 왕우렁이를 사용한 절충식 농법을 관행재배법과 비교검토하여 친환경농업으로의 가능성을 검토하고 왕우렁이를 이용한 잡초방제 방법을 구명하고자 시험을 수행한 연구결과를 보고한다.

## 재료 및 방법

### 수도에 대한 유기농업 효과 검정

본 시험은 전북 익산시 신흥동 소재의 식양토(전북통)인 600평 논에서 수행하였고, 공시품종은 동진벼를 사용하였으며, 어린모로 1997년 5월27일 이앙하였다.

영농방법별 처리내용은 표 1과 같이 유기 농법(무금비, 무농약)은 300평당 발효퇴비(왕궁 유기질비료) 4,000kg, 아미노산액(유국산업) 1,000배액/7회, 미네랄(관동총업) 1,000배액/7회, 현미식초(천연식품) 100배액/7회, 왕우렁이(장성남면) 5kg과 10kg을 각각 이앙직후, 이앙 7일후 및 이앙 15일후에 방사하였다. 절충농법은 화학비료 50%, 농약 50% 절감을 목적으로 300평당 볏짚퇴비 300kg, N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 5.5 : 3.5 : 4kg, 왕우렁이 5kg, 종합방제 1회(문고병+흑명나방+벼멸구)를 하였으며, 관행(보비, 기간방제)은 300평당 N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 11 : 7 : 8kg, 제초제 2회, 병해충방제 3회를 행하였고, 대조구(무시용)는 무비, 무농약, 무제초로 하였다.

유기농자재와 토양의 화학적 성분분석은 토양화학분석법<sup>9</sup>에 의해 수행하였고, 벼의 생육조사는 이앙후 35일과 65일째 조사하였다.

### 왕우렁이 방사에 의한 제초효과와 벼의 생육 및 수량성

앞의 시험과 동일한 포장 및 유기농법처리구에서 남미산

왕우렁이<sup>9</sup>의 방사시기 및 방사량별 제초효과를 구명하기 위하여 왕우렁이를 이앙직후, 이앙후 7일, 이앙후 15일에 방사하였고, 이 때의 방사량은 각각 10a당 5kg과 10kg이었다. 벼 재배포장의 일년생 잡초는 피, 여뀌바늘, 사마귀풀이 우점하였으며 물달개비와 알방동사니가 차우점하였고, 기타 마디꽃과 발족외풀이 발생하였다. 다년생 잡초는 올방개와 울미가 다량 발생하였다. 벼의 생육조사는 앞의 시험과 동일하게 수행하였고, 제초효과 조사는 이앙후 35일째에 실시하였다.

Table 1. Farming method and materials used.

Method of farming	Material and amount used
Organic farming	Fermented fowl compost - 4,000 kg/10a 1,000 times, amino acid solution - 7 times 1,000 times, mineral solution - 7 times 100 times, brown rice vinegar solution - 7 times Top viviparous malleatus - 5 kg/10a
Combined farming with low amount of chemical fertilizer and pesticide	Rice straw compost - 300 kg/10a N : P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : K <sub>2</sub> O - 5.5 : 3.5 : 4 kg/10a Top viviparous malleatus - 5 kg/10a Pesticide treatment - one times
Conventional farming	N : P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : K <sub>2</sub> O - 11 : 7 : 8 kg/10a Herbicide treatment - 2 times Pesticide treatment - 3 times
Control	Without chemical fertilizer and pesticide

## 결과 및 고찰

### 수도에 대한 유기농업 효과 검정

#### 1) 유기농자재의 화학적 특성

본 시험에서 사용한 유기농자재들의 화학적 특성을 분석한 결과 표 2에서 보는 바와 같이 유기농자재 모두 pH는 4.3 이하로 낮았다. 특히 미네랄 A는 pH 1.7의 강산이었고, 현미식초는 이보다 pH가 높았으며, 아미노산액은 pH 4.3이었다. 총질소는 미네랄 A에는 없었고, 아미노산액에는 0.6 ppm으로 본 시험에서 사용되는 4종의 유기농자재중에서 가장 많이 함유되어 있었다. 유효인산은 현미식초가 미네랄 A보다는 4.5배, 아미노산액보다는 3배정도 많았다. 사용한 유기농자재 중 미네랄 A와 현미식초에는 아미노산액에 비하여 K<sub>2</sub>O, CaO, MgO, Cu, Zn은 소량 함유되어 있었으나 Fe, Mn 함량은 월등히 많았다.

#### 2) 토양의 화학적 특성

수도작에 유기농자재를 사용하여 시험한 전·후의 토양 화학성을 조사한 결과는 표 3에 나타난 바와 같다. 유기농자재만을 사용하여 영농한 유기농법구에서의 유기물함량,

Table 2. Chemical components of organic farming materials used.

Materials	pH	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Cu	Fe	Mn	Zn
Mineral A	1.7	0	0.013	0.010	0.029	0.010	0.88	478	7.3	4.9
Brown rice vinegar	2.9	0.04	0.060	0.026	0.024	0.021	0.16	217	3.2	9.4
Amino acid solution	4.3	0.60	0.023	0.234	0.187	0.054	14.2	62	2.0	23.7

Table 3. Chemical properties of soil before and after experiment.

	Farming type	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	Ex-cations(me/100)			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	SiO <sub>2</sub>
					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		
Before experiment	Organic farming	6.4	0.12	1.9	7.7	2.7	0.55	717	216
	Combined farming	5.8	0.09	2.2	4.9	2.1	0.57	490	127
	Conventional farming	5.7	0.07	1.8	4.4	1.8	0.65	180	121
	Control	5.5	0.07	1.8	4.3	1.8	0.43	730	114
After experiment	Organic farming	6.3	0.13	2.0	7.9	2.8	0.57	736	257
	Combined farming	5.7	0.08	2.3	5.1	2.1	0.60	530	135
	Conventional farming	5.7	0.07	1.9	4.7	1.9	0.62	213	107
	Control	5.5	0.07	1.8	3.9	1.7	0.41	410	89

Table 4. Growth of rice cultivated at the different farming types.

Farming type	35th day after transplanting			65th day after transplanting		
	Plant height (cm)	No. of tillers per hill	Dry weight (g/hill)	Plant height (cm)	No. of tillers per hill	Dry weight (g/hill)
Organic farming	55.0	18.2	20.1	79.0	13.1	41.4
Combined farming	53.1	17.5	19.6	80.0	11.9	54.7
Conventional farming	46.9	16.0	18.5	78.1	14.8	46.2
Control	40.4	7.2	6.9	57.7	5.4	28.2

Table 5. Yield and its components of rice cultivated at the different farming types.

Farming type	Stem height (cm)	Panicle length (cm)	Neck of spike	No. of kernels per ear	Ripe-ness (%)	Weight of thousand grains of brown rice(g)	Yield of rice (kg/10a)
Organic farming	84.8	18.7	13.7	76.3	92.6	27.9	528
Combined farming	82.2	21.0	12.2	80.5	93.7	28.0	557
Conventional farming	86.8	20.8	14.9	89.3	93.4	26.5	553
Control	65.2	18.2	10.6	51.5	89.2	20.1	432

양이온 치환용량, 인산함량은 시험전에 비하여 증가하였으나 규산함량은 감소하였고, 유기농자재와 농약을 일부 사용한 절충농법구에서는 시험전에 비하여 인산함량만 증가하였다. 유기농법 및 절충농법구에서 시험전·후의 유기물 함량, 치환성양이온, 인산함량 및 규산함량은 관행재배구에서보다 높았다. 이와 같이 각 화학적 성분에 따라서는 차이는 있지만 유기농법이나 절충농법을 하였을 때 공통적으로 시험전보다 시험후의 토양화학적 성분이 증가하였고 관행재배시보다 높은 이유는 유기농법이나 절충농법시 사용했던 유기농자재들의 화학적 성분들이 끼친 영향 때문이라고 추정되며, 유기물을 장기간 연용하면 토양중 유기물, 유효인산, 염기치환 용량 및 각 종 양이온 등이 증가한다는 보고<sup>14,15,16)</sup>에서도 그 이유를 찾아 볼 수 있다.

3) 벼의 생육 및 수량성

벼의 생육상황은 표 4에서 보는 바와 같이 이앙후 35일

조사시 유기농법>절충농법>관행>대조구 순으로 생육이 좋은 경향을 보였고, 이앙후 65일 조사시에는 유기농법에서 관행재배에 비하여 경수, 초장 및 건물중이 약간 떨어지는 경향을 보였으나 대조구에 비하면 월등히 좋았고 절충농법보다 초장이 짧았으나 경수는 많았다.

수량 및 수량 구성요소는 표 5에서 보는 바와 같이 유기농법은 관행에 비해 간장 2cm, 수장 2.1cm, 수수 1.2개, 수당립수 13개/수, 등숙비율 0.8%로 감소하였는데 그 요인으로는 계분발효퇴비를 300평 4,000kg을 밀거름으로 전량 사용하였더니 이앙후 60일에 엽록소 함량 (1.5mg/g 생체중)이 떨어졌기 때문<sup>17)</sup>이라 사료된다. 수량에 있어서는 관행에 비하여 유기농법은 5% 감소한 반면, 절충농법은 1%의 증수효과가 있어서 유기농법보다는 절충농법으로 하는 것이 유리한 것으로 나타났다. 하지만 환경친화형 농업이 우선이라면 유기농법이나 절충농법 모두 그의 대체농법이 될

Table 6. Weeding effect according to inoculation of the top viviparous malleatus in rice paddy field.

Time of inoculation	Amount of inoculation(kg/10a)	Dry weight of weed(g/m <sup>2</sup> )	Weed control (%)
Immediately after transplanting	5	2.6	96.0
	10	2.4	96.3
7th day after transplanting	5	0.9	98.6
	10	1.2	98.2
15th day after transplanting	5	19.8	69.4
	10	17.8	72.5
Control	-	64.8	0

Table 7. Excreta components of the top viviparous malleatus

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ca	Mg	K
%							
6.8	0.42	11.75	1.74	1.28	0.42	0.23	1.79

수 있을 것이라 사료된다.

**왕우렁이 방사에 의한 제초효과와 벼의 생육 및 수량성**

1) 잡초방제 효과

왕우렁이를 방사량과 방사시기별로 처리한 후 조사한 잡초억제효과는 표 6에서 보는 바와 같이 무방사 대비 5kg/10a 방사시 이앙직후 96%, 이앙후 7일 98.6%, 이앙후 15일 70%의 제초효과가 있었으며 또한 10kg/10a 방사시에는 이앙직후 96.3%, 이앙후 7일 98.2%, 이앙후 15일 73%의 논잡초 발생 경감효과를 보였다.

한편, 왕우렁이 배설물의 성분을 분석한 결과 표 7과 같이 유기물 함량 11.75% 및 T-N 1.74%로 유기물과 질소성분이 많았으며 이것이 벼 후기생육에 영향을 끼쳐 벼의 초장, 경수, 건물중이 유기농법(표 7)보다 왕우렁이 방사 농법(표 9)에서 좋은 결과를 나타낸 것이라 판단된다.

2) 벼의 생육 및 수량성

왕우렁이 방사시기 및 방사량별 벼의 생육상황을 조사한

Table 8. Yield classified by inoculation time and amounts of the top viviparous malleatus

Farming type		35th day after transplanting			65th day after transplanting		
		Plant height (cm)	No. of tillers per hill	Dry weight (g/hill)	Plant height (cm)	No. of tillers per hill	Dry weight (g/hill)
Immediately after transplanting	5kg	49.9	17.4	19.2	78.6	13.1	40.0
	10kg	51.3	17.6	19.9	78.9	13.1	40.2
7th day after transplanting	5kg	55.3	17.6	19.8	79.3	13.0	41.1
	10kg	56.0	17.9	20.1	79.6	13.2	41.4
15th day after transplanting	5kg	47.3	16.3	18.2	78.3	11.4	46.2
	10kg	47.6	16.6	18.4	78.6	11.3	46.5
Control		48.6	16.7	18.6	80.0	13.3	49.3

결과 표 8과 같이 이앙후 35일 조사시에는 이앙후 7일 10kg/10a 방사한 포장의 초장생육이 가장 왕성하였고, 이앙후 65일 조사시에는 왕우렁이 방사시기에 관계없이 일반 관행제초구와 비슷한 결과를 보였다. 경수는 이앙후 35일 조사시에는 이앙후 7일 10kg/10a 방사시 > 이앙후 7일 5kg/10a 방사시 > 이앙직후 10kg/10a 방사시 > 이앙직후 5kg/10a 방사시 순으로 많았으며 이앙후 65일 조사한 경수는 일반관행제초 > 이앙직후 방사 > 이앙후 7일 방사 > 이앙후 15일 방사 순으로 많았다. 또한 건물중을 이앙후 35일에 조사한 결과 이앙후 7일 방사 > 이앙직후 방사 > 일반 관행제초 > 이앙후 15일 방사 순이었고 이앙후 65일 조사시에는 일반관행제초 > 이앙후 15일 방사 > 이앙후 7일 방사 > 이앙직후 방사 순으로 높았다.

왕우렁이 방사시기 및 방사량별 수량을 조사한 결과는 표 9에서 나타낸 바와 같이 일반관행제초에 비해 이앙후 7일 5kg/10a방사시 2%, 이앙직후 10kg/10a 방사시 3%, 이앙후 15일 5 및 10kg/10a 방사시는 5%의 수량 감소를 보였으며, 따라서 이앙후 7일에 5kg/10a 방사하는 것이 수량성에 있어서도 좋은 결과를 얻었다. 종합적으로 볼 때 왕우렁이 방사시기는 이앙후 7일 방사하는 것이 가장 효과적이

Table 9. Yield and its components fo rice cultivated at the different farming types.

Division		Stem length (cm)	Panicle length (cm)	Neck of spike	No. of kernels per ear	Ripeness (%)	Weight of thousand grains of brown rice (%)	Yield of rice (kg/10a)
Immediately after transplanting	5kg	81.3	18.1	13.3	74.3	92.0	27.9	526
	10kg	81.4	18.3	13.5	74.8	92.3	28.0	523
7th day after transplanting	5kg	83.6	18.6	13.6	76.1	92.5	28.1	527
	10kg	83.7	18.9	13.7	76.4	92.5	28.3	530
15th day after transplanting	5kg	79.4	18.2	12.6	73.6	92.0	27.3	511
	10kg	79.6	18.4	12.9	74.1	91.0	27.6	514
Control		83.6	20.7	14.3	81.1	93.6	28.5	529

었고 왕우렁이 구입비 등 경제성을 고려한 적정방사량은 5kg/10a으로 판단되며, 왕우렁이를 이용한 무농약 벼재배는 철저한 관리와 고정적인 판로확보가 중요하다고 사료된다.

요 약

유기자연농업 활용자재의 특성 및 효과를 검토하기 위하여 화학비료를 계분발효퇴비로 대체하고 농약대신 아미노산액, 미네랄, 현미식초 및 왕우렁이를 사용하여 수도에 대한 유기농자재 효과 검정을 수행하였는 바 다음과 같은 결과를 얻었다. 이앙후 35일 조사시 벼의 생육은 유기농법>질충농법>관행>대조구 순으로 좋은 경향을 보였으나 이앙후 65일 조사시에는 유기농법구에서 경수 및 조장이 다른 농법에 비해 약간 떨어지는 경향이였다. 수량은 관행에 비해 유기농법은 7%, 질충농법은 4% 감소를 보였다.

왕우렁이에 의한 잡초방제 효과는 왕우렁이 5kg/10a 방사와 10kg/10a 방사간에 차이없이 이앙 직후 방사시는 96%, 이앙후 7일째 방사시는 98%, 이앙후 15일째방사시는 70% 정도의 방제율을 나타냈다. 수량은 일반관행 제초에 비해 10a당 5kg의 왕우렁이를 이앙후 7일 후에 방사시 2%감소, 이앙후 15일에 방사시는 5%의 감소가 있었다. 이상의 결과로 볼 때 일반관행에 비해 약간의 수량 감소는 있으나 환경친화형 농업을 위한 대안이라면 유기농법이나 질충농법의 가능성이 있고, 잡초방제를 위한 왕우렁이의 이용 가능성이 있다.

인용문헌

1. 홍鍾雲 (1993). 環境保全型 農業을 위한 土壤管理 심포지움, 韓國土壤肥料學會誌, 26(1) : 31-67.
2. 김호기 (1994). 有機農業 事例, 有機農業의 現況 및 發展 方向에 關한 심포지움, 農村振興廳 農業技術研究所 : 85-92.
3. 이정모 (1994). 有機農業 事例, 有機農業의 現況 및 發展 方向에 關한 심포지움, 農村振興廳 農業技術研究所 :

- 77-84.
4. 農業技術 研究所 (1993). 有機農業에 關한 研究(第 2年次 報告書), 農村振興廳 : 18-21.
5. 韓國農村經濟研究院 (1990). 江原道 地域 無公害 農產物 開發計劃, p55.
6. 韓國農村經濟研究院 (1991). 有機-自然 農產物 開發 計劃, p. 79.
7. 岡本正弘, 堀野後 板井眞 (1992). 玄米窒素含量および Mg/K比と炊飯米の粘り値との關係, 育種學會雜誌, 42(3) : 595-603.
8. 勝川徳子 (1976). 無農藥・無施肥農法(自然農法)慣行農法 畑地, *Edaphologia*, 15 : 1-11.
9. 장계남 (1991). 淡水魚 養殖, 오성출판사 : 789-793.
10. 勝川徳子, 他 5人 (1981). 重點土壤畑土壤動物による育土, (1)慣行農法より 自然農法へ轉換の後中型節足動物にみられる變化. 環境科學總研報, 7 : 91-103.
11. 劉載起, 崔柄烈, 趙点來 (1993). 벼 害蟲의 主要天敵에 對한 藥劑影響 評價試驗・農業研究所, 試驗研究報告書 : 190-196.
12. 李正云 (1996). 害蟲과 天敵에 對한 選擇的 藥劑의 選拔 및 利用, 사과害蟲 綜合管理를 위한 基盤技術 開發 (第3次年度 完決報告書), 農村振興廳 : 105-147.
13. 農業技術研究所 (1978). 土壤化學分析法.
14. 李相奎 (1978). 논土壤에 있어서 有機物 施用時 施用窒素의 行方에 關한 研究, 忠北大 論文集, 4 : 117-126.
15. 黃光男, 姜報求, 金元出, 조성진 (1990). 沓土壤에서 堆肥施用이 窒素의 行方에 미치는 影響, 農村振興廳 試驗論文集(土壤肥料篇), 32(1) : 21-28.
16. 相馬晩 (1992). 北海道の指目す環境調和型(グリーン)農業 方向性と技術的課題, 農業技術, 47(5) : 1-6.
17. 문영훈 (1998). 유기자연농업 활용자재의 특성 및 효과, 원광대학교 석사학위 논문, p. 24.