

오리제초 수도작에 있어서 벼 생육과 수량, 경제성 및 환경친화성 평가

손상목*, 임경수**, 김영호*
단국대학교 유기농업연구소*1)
풀무농업고등기술학교 환경농업전문과정**

Growth and Yield of Rice, Analysis of Economics and Environmental Impact
in Duck-Paddy Rice

Sang Mok Sohn*, Kyoung Soo Lim**, Young Ho Kim*
Research Institute of Organic Agriculture, Dankook University, Korea* Major in
Environmental Agriculture, Pulmu Eco-Farming Academy, Korea**

< 목 차 >	
I. 서 언	IV. 에너지 및 물질순환
II. 작물생산 및 잡초와 병충해 발생	V. 환경 친화성 분석
III. 오리방사, 관리 및 병충해 방제와 비료소비량	VI. 경제성 평가
	VII. 결 론

I. 서 언

최근 농업이 환경에 미치는 부정적인 영향을 최소화하고 긍정적인 영향을 유지하는 환경친화적 지속농업을 위한 노력들이 국내에서 활발히 이루어지고 있다. 이러한 농민들의 자발적인 움직임에도 불구하고 유기농업 분야의 연구는 매우 일천한 형편으로 유기농업에 관한 연구들은 주로 실태 파악을 위주로 환경친화적 지속농업의 육성과 지원의 필요성을 주장하고 있으며 환경친화적 지속농업의 활성화를 위한 구체적인 방안 모색에는 아직 못 미치고 있다.

21세기를 향한 농림수산 환경정책(1996), 환경농업육성법(1997년), 친환경농업육성법(2001)이 제정되면서 친환경농업을 추진하기 위한 기반도 구축되어 가고 있다.

이러한 제도적 기반과 함께 최근에 안전농산물에 대한 소비자 기호도가 높아지면서 유기농법 실천 농가수와 재배면적이 증가 추세에 있다. 더욱이 농림부는 앞으로 전체 농산물의 0.04%인 환경농산물의 생산량을 2002년에는 3%수준으로 끌어올리겠다는 계획을 갖고 있어 유기농업은 몇 년 이내에 우리 나라에서 크게 확대 보급될 것으로 보인다.

이 같은 유기농법의 확대 추세에도 불구하고, 오리제초 유기수도작²⁾에 대한 기술 검증은

1) 단국대학교와 한국유기농업협회가 설립한 산·학 협동연구기관

2) 오리제초 수도작을 오리농법이라고 부르고 있으나, 이는 정확한 표기가 아니다. 왜냐하면, 농법이란 파종에서 수확까지의 전 과정 즉 종자소독, 시비방법, 병충해 방제, 잡초방

아직 우리 나라에서 몇 개의 단편적인 논문발표 수준에 머물러 있는 실정이다.

오리제초 수도작은 일본인 후루노다카오(吉野隆雄)가 12년전에 창시한 것으로 일본에서는 후꾸오까현(福岡縣) 가호군(嘉穂郡)에서³⁾, 한국에는 1992년에 전파된 이래 충남 홍성, 경기 안성, 경기 양평, 전남 일대에서 최근 많이 실시되고 있는 새로운 순환형 농업생산 시스템이다.

벼논에서 오리를 방사하는 오리제초 수도작은 잡초제거뿐만 아니라 벼물바구미 제거와 쓰러짐 방지 및 분뇨 등으로 벼 생육 촉진에 도움이 되고 있어 앞으로 오리방사에 의한 유기수도작 재배면적이 점차 증가될 것으로 보인다.

벼를 생산함에 있어서 오리를 논에 방사하게 되면, 일반벼 재배방식에 비해 상대적으로 환경을 오염시키는 질소비료를 줄이거나 제초제를 사용하지 아니함에 따라 비록 벼 수량은 약간 낮은 수준이지만 무엇보다도 환경을 보전하는데 도움이 되면서 동시에 저공해 오리는 쌀의 생산이 가능하다는 장점이 있기 때문이다(박 등, 2000).

본고는 유기수도작으로 급속히 증가하고 있는 오리제초 수도작의 주요 핵심기술과 환경자재 및 노동력 투입 등 영농실태와 경영성과를 분석하고, 수질오염과 재생불가능에너지를 중심으로 환경영향평가 부분을 검토함으로써 일반재배 농가와의 비교를 통한 현행 오리제초 수도작의 문제점을 도출하고 그에 따른 개선방안을 제시하고자 한다.

II. 작물생산 및 잡초, 병충해 발생

1. 벼의 생육, 수량 및 식미

오리제초 수도작의 수량성을 검토한 박 등(2000)의 보고에 의하면, m²당 벼의 수수는, 10a당 100수를 방사하고 질소비료 사용량이 8.8kg/10a일 때 358개로 가장 많게 나타났고, 11.0kg/10a일 때는 오히려 329개로 줄어들었다. 그러나 5.5kg/10a일 때는 320개로 크게 줄어들었고, 질소비료를 전혀 사용하지 않을 경우에는 293개로 현저히 줄어든다고 한다. 이러한 현상은 오리 방사수가 150일 때에도 비슷한 양상을 보이고 있다. 결국 수수에 관한 한 오리의 방사수가 100수일 때나 150수일 때나 질소비료 사용량이 8.8kg/10a정도가 가장 우수한 결과를 보인다는 것이다.

오리제초 수도작에 의한 벼 수량(박 등, 2000)은 표2-1에서 알 수 있는바와 같이 일반재배 수량이 10a당 521kg인데 반해, 질소비료를 전혀 사용하지 않은 경우에 29%정도나 낮은 370kg 수준이고, 상대적으로 가장 높은 수량을 생산한 경우는 495kg로 일반재배 수량의 95%정도 수준으로 이는 질소비료 사용량이 8.8kg/10a인 경우에 얻게 되는 수량이었다고 한다.

오리제초 수도작에서는 질소비료 사용량이 8.8kg/10a인 경우에 m²당 출수수도 일반재배보다 양호하고 잡초방제도 더 효과적이었으나, 수량은 질소비료의 사용수준에 상관없이 일반

재 등이 기존의 방법과 상이한 영농방법을 사용하는 경우 이를 구별하기 위해 00농법이라고 호칭할 수 있기 때문이다. 그런 의미에서 오리농법은 유기농업의 일종으로 보는 것이 타당하고, 오리를 이용한 제초 기능을 강조하는 “오리제초 수도작”으로 부르는 것이 FAO/WHO Codex유기식품규격의 “동물제초”규정을 원용해서도 타당할 것이다.

3) “자연에 친한 청둥오리농법”, 일본 마이니치신문(매일신문), 2001년 4월 19일자

재배 수량의 5~29%정도 하회하는 것으로 나타난 것이다(박 등, 2000).

<표 2-1> 일반관행농법과 오리제초 수도작의 벼 수량구성요소와 수량

오리 (수/10a)	질소시비량 (kg/10a)	m ² 당 수수 (개)	쌀 수량 (kg/10a)
100	0	293(91)	370(71)
	5.5	320(99)	469(90)
	8.8	358(111)	495(95)
	11.0	329(102)	475(92)
150	0	308(96)	406(78)
	5.5	327(102)	479(92)
	8.8	343(107)	490(94)
	11.0	320(99)	474(91)
일반벼		322(100)	521(100)

자료: 경기도 농촌진흥원, 1994; 박 등, 2000

결국, 오리제초 수도작이 일반벼 재배방식하에서 보다 낮은 산출고를 보임에 따라 농민들이 오리제초 수도작의 경제성을 확보하기 위해서는 유통과정에서 차별화된 전략이 필수적임을 알 수 있다(박 등, 2000).

이와는 달리 간척지의 경우 정반대의 경향을 나타냈다. 대호간척지의 벼 초장은 표2-2에서 알 수 있는바와 같이 오리제초 수도작에 비해 관행농법이 더 컸으며, 주당 분얼수도 오리제초 수도작에 비해 관행농법구에서 더 많았다고 한다(채 등, 2000).

그리고 벼 정조수량은 표2-3에서 알 수 있는바와 같이 오리제초 수도작 432kg/10a, 관행농법 378kg/10a으로 오리제초법에서 관행농법에 비해 14% 가량 높았으나, 간장과 수장, 주당 수수, 천립중은 오리제초 수도작에서 낮았다고 한다(채 등, 2000).

<표 2-2> 오리제초 수도작과 관행농법에 따른 벼의 초장 및 분얼 (채 등, 2000)

처리	초 장 (cm)		분 얼 (개/주)	
	유효분얼기 (6/24)	유수형성기 (7/27)	유효분얼기 (6/24)	유수형성기 (7/27)
오리제초 수도작	24.4	59.7	5.6	22.4
관행재배	31.8	69.3	10.6	28.2

<표 2-3> 오리제초 수도작과 관행농법에 따른 벼의 수량 및 수량 구성요소 (채 등, 2000)

처리	출수 기	도복 (0-9)	간장 (cm)	수장 (cm)	1주 수수	1수영 화수	천립중(g)	등숙율 (%)	정조수량 (kg/10a)	수량지 수
오리제초 수도작	8.26	0	66.6	16.7	17.2	74.0	21.4	57.1	432	114.2
관행재배	8.25	1	70.7	18.4	20.9	61.3	22.0	56.0	378	100.0

한편 오리제조 수도작이 새로운 순환형 농업생산 시스템임이 확실함에도 불구하고 일본에서는 2001년 1월 개최된 전국오리포럼대회에서 “오리농법은 질소과잉으로 식미를 떨어뜨리는 사례가 있다”는 보고가 있어 논쟁이 된 적이 있었다.

이에 대해 오리제조 수도작을 하는 일본농가는 오리 20마리를 논에 넣은 후 2개월간의 배설량은 마리당 신선중량으로 10kg내외로 총량은 200kg이라는 가고시마(鹿兒島)대학, 미야기(宮崎)대학 농학부의 연구결과가 있고, 이를 질소로 환산하면 성분량으로 총 1kg에 불과하며, 岸田(2001)의 조사에서도 무화학비료·무퇴비 조건으로 10a당 35마리를 3개월간 방사한 결과의 배설량과 질소량 환산결과가 가고시마 대학과 같은 수준으로 낮아 오리 배설물을 통한 벼에 질소과잉공급은 염려하지 않아도 된다고 적시하며 식미저하를 부인한바 있다. 더욱이 가고시마현에서 오리제조 수도작을 실시하는 농가는 기비로 10a당 100-140kg의 발효계분을 넣었지만 질소과잉 없이 양질의 오리농법 쌀을 생산하였다는 사례를 들어 반박하고 있다(岸田, 2001).

2. 잡초 및 병충해 발생

이양 후 새끼오리를 방사하면 벼와 함께 자라는데, 벼가 어릴 때는 오리도 새끼오리로 작고 오리가 자라면 벼도 크므로 포기사이로만 다니게 된다. 오리가 다급하면 간혹 어린 벼포기를 깔아뭉개는 경우도 있고, 높은 논둑에서 내려갈 때 굴러 떨어지며 벼를 부러뜨리기도 하지만 이는 예외적으로 일부 발생하는 것에 불과하다. 오리는 논에서 잡초를 주둥이로 헤집고 발로 밟아 제초효과가 크며, 포기사이를 다니며 포기를 흔들어 특히 조용히 있고 싶어하는 멸구류에게 스트레스도 주고 잡아먹어 해충방제도 잘 되는 효과가 있다고 알려져 있다(岸田, 2001).

그러나 오리제조 수도작의 경우 문고병에 취약한 것으로 알려져 있다. 오리의 배설물로 벼가지가 많아지면서 문고병 발생이 심하게 발생하고 있다는 것이 오리제조 수도작의 문제이다.

한편 오리제조 수도작과 일반관행농법에서의 잡초발생을 분얼기, 유수형성기 및 수잉기에 조사한 결과를 비교하면, 표2-4와 같이 제초제를 투입한 관행농법구에 비해 오리제조구에서 생육후기에 조금 나은 것으로 나타났으나 큰 차이는 보이지 않았다(채 등, 2000).

<표 2-4> 오리제조 수도작과 관행재배가 잡초발생에 미치는 영향

처리	6/24		7/8		7/27		8/21	
	매자기	피	매자기	피	매자기	피	매자기	피
오리제조 수도작	*	*	*	*	-	*	-	-
관행재배	*	*	***	*	**	*	-	**

오리제조 수도작에서 도열병, 문고병 등 병해충방제는 일반적으로 화학합성농약 대신 현미식초, 목초액, 키토산 등 미생물제를 혼용하여 평균 1.4회 정도 살포함으로써 병해충의 직접적인 방제보다는 작물의 생육상태를 강화하여 내병성을 높이는 것으로 나타나고 있다. 희

석배수는 200~500배액 정도로 농가 또는 지역에 따라 많은 차이를 보이고 있다(박 등, 2001). 이는 현재 농가에서 사용하고 있는 각종 환경자재들에 대한 정확한 사용방법이나 효과에 대한 검정이 미흡하고 자가생산의 경우 원료의 성분이나 생산방법이 복잡하기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 효과적인 환경자재의 이용을 제고를 위해서는 과학적이고 체계적인 환경농자재의 표준사용법 설정 및 보급이 시급하다 하겠다. 한편 출수기에 맞춰 오리를 철수시킨 이후에 나타날 수 있는 병해충을 방제하기 위해 미생물농약 또는 화학합성농약의 활용여부를 판단해야 하는 어려움이 있다.

III. 오리 방사, 관리 및 비료소비량

1. 오리 방사시기, 방사량, 관리 및 자재비용

오리제초 수도작에 있어 오리방사 시기는 대단히 중요한데, 이양후 대개 12.8일에 방사하고 있으나, 벼 물바구미 피해 예상지역이나 경력이 많은 농가의 경우 이양후 7~10일경에 조기 방사하는 경향도 있었다. 이는 벼 물바구미 유충이 지하부에 침투하여 활동하기 전에 오리를 방사함으로써 물바구미에 의한 피해를 방지하고, 표면수를 흐리게 하여 초기에 잡초 발생 및 발육환경을 불량하게 함으로써 제초효과를 향상시키기 위한 조치라고 생각된다.

한국에서의 10a당 평균 오리방사량은 28.2마리로 초기 오리제초 수도작농의 도입단계에는 10a당 30마리정도를 방사하는게 보편적이었으나, 선도농가들을 중심으로 방사량을 10a당 26.7마리 정도로 점차 줄이고 있는 추세라고 한다(박 등, 2001). 충남 홍성, 충남 보령, 경기 안성, 경기 양평의 오리사육 마릿수도 김(1999)은 10a당 30마리로 보고 있어 한국의 오리 방사수는 일반적으로 30마리라고 보는 것이 타당할 것으로 보인다. 그러나 일본에서의 10a당 오리를 방사량(岸田, 2001)은 10~20마리이며, 방사기간은 대략 2개월이어서 우리나라와는 크게 차이가 나고 있다.

한편 방사된 오리는 야생조수나 관리상의 문제로 인해 폐사율이 27% 정도로 높게 나타나고 있어 너구리, 쪽제비 등 야생조수에 의한 오리 피해를 방지하기 위한 그물망 보수 및 오리관리를 철저히 하여 생존율을 높인다면 10a당 방사량을 20마리 정도로 줄일 수 있으며, 마리당 평균 1,787원으로 10a당 50,390원 정도의 비용이 소요되고 있는 오리 구입비용의 절감을 통한 생산비절감 효과를 기대할 수 있다고 한다(박 등, 2001).

방사 후 관리로는 외적의 침입에 의한 피해 방지, 그물망 파손에 의한 도망 방지, 오리의 제초작업을 원활하게 하기 위한 물관리 및 적정한 사료급여 등이 중요한 요인이다. 시설물의 파손에 따른 외적의 침입 흔적이나 오리의 활동상황을 수시로 점검하여 신속한 대응책을 강구하여야 하며 이양 후 논의 물 수위는 5~10cm정도를 유지하여 오리가 자유롭게 활동할 수 있도록 하여야 한다. 그리고 새끼오리가 자라서 깃털이 바뀔 무렵이면 오리의 체중이 늘어나면서 먹이 소요량이 증가하나 사료급여량의 부족이나 수온변화에 대한 관리의 미흡으로 오리의 폐사확률이 높아 질 수 있다. 이러한 피해를 방지하기 위해 사료 급여량을 마리당 하루에 20g 정도에서 오리가 성장하면 급여량을 조금씩 증가시켜야 한다. 이때 특히 주의해야 할 사항은 사료를 너무 많이 주면 오리가 활동을 하지 않으므로 풀과 벌레 등 먹이를 찾아 활동하도록 사료급여량을 적당히 조절하여야 한다. 한편 벼가 이삭이 피면 오리가 이삭을 훑어 먹게 되므로 이삭의 출수기에 맞춰 오리를 논에서 철수시켜야 한다(박 등, 2001).

오리의 증체량만을 기준한다면 오리를 방사하는 시기와는 별 상관없이 10a당 100마리를 방사하고, 질소비료를 11kg/10a정도 시비하는 경우 최고 마리당 2,306kg까지 증체하는 경우와, 10a당 150마리를 방사하고 8.8kg/10a의 질소비료를 사용하여 마리당 2,093kg까지 증체한 것이 가장 좋다고 하며, 오리증체량이 가장 낮은 경우는 주로 150마리를 6월 25일에 방사하는 경우(1,618kg)라고 한다(박 등, 2000).

오리제조 수도작에서는 야생조수의 침입이나 오리의 도망을 방지하기 위한 보호망의 설치가 필요한데, 표3-1과 같이 그물망, 와이어줄, 지주대, 전기목책선 등의 자재를 필요로 하고 총 설치비용은 900평당 422천원 정도가 소요되므로, 시설의 내구년수를 5년으로 가정할 때 연간 10a당 약 37,000원 정도 투입되는 것으로 박 등(2001)은 추산하였다.

대부분의 조사지역은 지방자치단체나 지역농협에서 지역 특화 시범사업으로 오리제조 수도작에 필요한 시설자재 및 오리구입 비용을 지원해주고 있어 농가의 경영비 부담을 덜어준다는 측면에서 참여농가들의 좋은 호응을 얻고 있다. 그러나 장기적으로 이러한 지원사업이 지속되기는 어려운 실정이다. 따라서 자재비의 가격인하와 참여농가의 영농기술 향상을 유도할 수 있는 방안이 강구되어야만 급속히 증가하고 있는 오리제조 수도작의 안정적인 정착을 기대할 수 있을 것이다. 또한 농가에서는 활용 가능한 자재를 최대한 이용하고 설치된 시설물의 사후관리를 철저히 하여 시설물의 내구년수를 연장시켜 비용을 절감하려는 노력이 수반되어야 할 것이다.

그리고 오리제조 수도작에서는 시설설치·오리관리·피 제조작업 등으로 관행농업에 비해 노동투하시간이 다소 증가하는 것으로 나타나고 있어 농가의 부담으로 작용할 수 있으므로 가용 노동력을 고려하여 적정재배규모를 판단해야 할 것이다.

<표 3-1> 시설자재 소요량

(기준 : 30a)

품 명	단위(규격)	소요량	단 가	금 액	비 고
그물망	나이론망 (150m/개)	2개	46,200	92,400원	설치길이 130m
와이어줄		300m	100	30,000	지주대 고정
지주대	농작물지주대	100개	1,200	120,000	2~3m 간격
전기 목책선	폴리와이어선 (200m/개)	3개	28,000	84,000	그물망 아래와 중간에 2단 설치
비 닐	장수필름	1통	9,000	9,000	오리막사
차광막		1통	9,900	9,900	"
오리막사	파이프하우스	1통	77,000	77,000	미니 비닐하우스
계				422,300	

* 박주섭 등(2001)

2. 비료 소비량

오리제조 수도작의 소득이 관행농업에 비해 1.4배나 높은 것은 오리제조 수도작 쌀가격이 비싼것도 원인이 있지만, 그보다는 노임절감과 농약비 및 화학비료비의 절감효과로 경영비가 35.6%정도 더 적게 드는 때문(김, 1999)이라고 보고 있을 만큼 오리제조 수도작에서의 비료 무투입은 큰 무게를 지니고 있다.

무농약 재배농가의 총 비료사용량은 박 등(2001)에 의하면 표3-2와 같이 10a당 17.9kg으로 표준시비량 21.2kg의 84.4%, 우리 나라 논벼 재배농가 평균 비료소비량⁴⁾ 31.4kg의 57% 수준이라고 한다. 성분별로도 질소 및 인산의 경우는 표준시비량이나 전국 평균 사용량에 비해 상당히 낮은 수준이다. 하지만 오리가 논에서 활동하는 약 60일간 오리가 배설하는 분뇨와 부산물비료 사용 등으로 인한 추가적인 비료성분을 고려하면 기존의 시비량 수준을 50%정도 더 줄여도 수량 감소가 없다는 기존의 연구결과⁵⁾에 따르면 현재의 비료 사용량을 더욱 감소시킬 수 있다고 한다.

<표 3-2> 무농약 재배농가의 비료소비량

(단위 : 성분량 kg/10a)

구 분	표준시비량 (A)	논벼 전국평균 비료소비량(B)	무농약재배 비료소비량(C)	비 율(%)	
				C/A	C/B
질 소	11.0	16.7	9.3	84.5	55.7
인 산	4.5	7.3	2.7	60.0	37.0
칼 리	5.7	7.4	5.9	103.5	79.7
계	21.2	31.4	17.9	84.4	57.0

* 박주섭 등(2001)

IV. 에너지 및 물질순환

1. 에너지 흐름량 산정

에너지 흐름 체계도에 의한 조사논의 에너지 흐름량을 분석한 결과(표4-1), 작물에 투입한 에너지를 비교하면(임, 1998) 무농약논에 투입한 에너지가 가장 많았고 저투입논, 오리논 순서로 낮아졌다고 한다. 작물에 투입한 에너지의 대부분은 태양에너지인데 태양에너지를 제외하고 경작자가 의도적으로 투입한 에너지만을 계산하면 저투입논, 무농약논, 오리논이 각각 7444.8, 24489.3, 6224.9 (1000kcal/년·ha)이라고 한다. 이 값을 비교하면 무농약논의 투입량이 다른 논외의 투입량에 비해 작게는 3배내외로 큰 것이었다. 무농약논의 작물에 투입한 에너지가 큰 것은 화학비료의 투입 때문이기도 하지만 많은 퇴비가 투입되었고 퇴비를 투입하기 위해 경운기 등의 농기계를 사용으로 기계와 연료의 투입량이 많기 때문이었다.

2. 에너지량 산정

1) 시기별 농업활동

모내기 후 수확까지 실제적인 논에서의 경작기간(임, 1998)은 표4-2에서 알 수 있는 바와 같이 저투입논이 156일, 무농약논이 151일, 오리논이 156일로 나타났다. 벼씨를 뿌린 후 모내기 전까지의 기간을 합하여 벼가 태양에너지를 이용하여 광합성을 하는 기간은 저투입논이 190일, 무농약

4) 한국농촌경제연구원, 「농업전망 2000」, 2000

5) 농촌진흥청, 「유기·자연농업 기술지도 자료집」, 1999

논이 186일, 오리논이 190일이었다고 한다. 퇴비를 사용한 논은 무농약논 밖에 없으며, 화학비료는 저투입논이 밀거름과 이삭거름의 두차례, 무농약논은 밀거름, 가지거름, 밀거름의 세차례 투입이 있는 반면 오리논에는 투입이 없었다. 살충제, 제초제 등의 농약은 저투입논에 투입되었고 오리논의 경우는 벌써 준비과정에서만 살균제가 쓰였다(임, 1998).

<표 4-1> 쌀 경작체계의 에너지 흐름

(단위 : 1000 kcal / 년 · ha)

구	분	항 목	저투입논	무농약논	오리논	
투입	작물에 투입한 에너지	태양	30780.0	30132.0	30780.0	
		노동	58.0	117.7	35.6	
		기계	1705.2	4371.6	1919.1	
		전기	1.9	3.8	1.9	
		휘발유	173.6	384.2	195.2	
		등유	3158.3	8683.8	3458.7	
		자재	565.4	331.4	563.4	
		화학비료 N	1144.5	2858.1	0.0	
		화학비료 P	182.7	464.3	0.0	
		화학비료 K	154.3	277.8	0.0	
		농약	301.0	0.0	51.0	
		퇴비	0.0	6996.6	0.0	
		소 계		38224.9	54621.3	37004.9
		투입	작물에 투입한 재이용 에너지	증자	207.7	159.3
벼짚	6871.7			0.0	6871.7	
쌀겨	0.0			0.0	0.0	
소 계	7079.4			159.3	7031.4	
투입	동물에 투입한 에너지	노동	0.0	0.0	40.8	
		전기	0.0	0.0	0.0	
		자재	0.0	0.0	1518.8	
		쌀겨	0.0	0.0	2967.0	
		사료	0.0	0.0	465.5	
		오리	0.0	0.0	244.4	
		우렁이	0.0	0.0	0.0	
		소 계	0.0	0.0	5236.6	
총 계		14524.3	24648.6	18492.2		
산출	생산물	쌀	15433.8	12001.8	14891.0	
		벼짚	10235.7	7959.5	9875.8	
		쌀겨	9042.9	7032.2	8724.7	
		동물	0.0	0.0	308.0	
		총 계	34712.4	26993.5	33799.4	

<표 4-2> 조사논의 경작활동

월	저투입논	무농약논	오리논
3월	법씨준비		법씨 준비
	부산물 투입	퇴비 투입	부산물 투입
	화학비료 투입		
4월	모 만들기 (20)	법씨 준비	모 만들기 (20)
	모 관리	모 만들기 (18)	모 관리
	논에 흙넣기	모 관리	논에 흙 넣기
		모 관리	
5월	논갈이	경운	경운
	논물 관리	논물 관리	논물 관리
	모내기 (24)	논둑 관리	모내기 (24)
	살균제 투입	화학비료 투입	
6월		모내기 (23)	
		논물 관리	논물 관리
	논물 관리	논둑 제초	오리집 수리
		화학비료 투입	오리 투입 (24)
7월	논물 관리	논물 관리	
	논둑 관리	논둑 제초	논물 관리
	제초제 투입	화학비료 투입	논둑 관리
	살충제 투입	제초	
	화학비료 투입		
8월	논물 관리	논물 관리	논물관리
	제초	제초	논둑 제초
	논둑 제초		오리 산출 (10)
9월	논물 관리	논물 관리	논물 관리
	제초	제초	논둑 제초
	논둑 제초		
10월	수확 (26)	수확 (20)	수확 (26)

() : 날짜

2) 투입과 산출

평균영농에 의한 노동력 투입과 비교하여 투입된 노동력을 나타낸 결과⁶⁾⁷⁾ 표 4-3에서 보는 바와 같이 노동력 투입은 무농약논에서 가장 많았으며 저투입논에서 가장 작았다고 한다(임, 1998). 저투입논 이외의 3개 조사논은 평균영농에 비해 투입된 노동력이 많았다. 무농약논은 전적으로 노동력에 의존하여 제초를 하기 때문에 제초 작업시간이 길었고, 오리논의 경우 오리 투입과 연관된 노동시간이 전체 노동시간에 많은 부분을 차지하고 있다고 한다.

6) 농촌진흥청, 1997, 『농업경영개선을 위한 '96 농축산물표준소득』, 농업경영연구보고 제 57호, p 102.

7) 농촌진흥청, 1996, 『작목별 작업단계별 노동력 투하시간』, 농업경영연구보고, p 403.

<표 4-3> 쌀 경작을 위해 투입된 노동시간(hr/ha)

작업내용	저투입논	무농약논	오리논	일반논 ^{*)}
볍씨 소독	6.7	2.0	6.7	7.0
모 만들기	50.4	62.7	57.1	43.0
모 관리	8.4	8.7	8.4	21.0
경운	22.9	57.4	20.9	14.0
모내기	30.3	33.9	43.3	35.0
비료 및 퇴비 투입	3.0	30.8	0.0	18.0
해충 방제	0.0	0.0	0.0	34.0
제초	15.1	228.0	4.7	21.0
논물 관리	30.0	72.3	24.4	4.8.0
수확	21.2	70.0	22.8	35.0
건조	17.9	28.0	0.0	18.0
분배, 이동	3.0	6.0	7.0	30.0
동물과 연관된 작업	0.0	0.0	226.9	-
기타	113.0	54.3	2.6	23.0
합계	322.2	654.1	424.8	347.0

주) 농촌진흥청, 1996, 『작목별 작업단계별 노동력 투하시간』, 농업경영연구보고, p 403.

전기, 휘발유, 경유 등의 직접에너지 사용량을 비교하면(표4-4), 전기는 주로 양수작업에 사용되고 기름은 농기계와 운반도구 등의 기계를 동작하는데 사용된다(임, 1998). 기름 사용량은 무농약논이 가장 많았고⁸⁾ 다른 조사논은 표준 영농보다도 적은 양을 사용한다고 한다.

<표 4-4> 쌀 경작에 사용한 전기와 화석원료

항목	저투입논	무농약논	오리논	일반논 ^{*)}
전기 (Hp · h/ha)	3.0	6.0	3.0	-
휘발유 (kg/ha)	16.9	37.4	19.0	0.0
등유 (kg/ha)	272.3	748.7	298.2	692.3

주) 농촌진흥청, 1997, 『농업경영개선을 위한 '96 농축산물표준소득』, 농업경영연구보고, 제57호, p 102에서 재인용.

쌀 생산에 일반적으로 투입되는 영양물질은 화학비료, 퇴비, 볏짚, 쌀겨, 등이지만 종자와 동물에 투입되는 사료를 함께 나타낸 것이다(임, 1998). 화학비료는 무농약논이 저투입논보다 많은 양을 사용하였지만 평균영농에 비하면 작은 양이고, 무농약논의 퇴비량은 평균영농보다는 많은 양이지만 유기농가의 42%가 20ton/ha를, 34%가 20-39ton/ha를 사용하고 있다는 조사결과에 의하면 평균적인 양이다.⁹⁾ 짚의 투입량은 저투입논과 오리논이 같았다(표5-4)¹⁰⁾.

8) 무농약논이 다른 조사논보다 많은 기름을 사용하는 것은 퇴비 투입에 기계를 많이 사용하였기 때문이다.

9) 한국농촌경제연구원, 1995, Ibid, p 45.

10) 겨는 오리논의 경우 토양에 투입된 것이 아니라 사료와 함께 오리의 먹이로 투입되었고 우렁이논은 토양에 유기물의 보충을 위해 사용되었는데 그 사용량은 우렁이논이 많았다. 사료는 우렁이논보다 오리논에 더 많이 투입되었다.

<표 4-5> 쌀 경작에 사용한 종자와 영양물질(kg/ha)

항 목	저투입논	무농약논	오리논	일반논 ^{주)}
종자	60.5	46.4	46.5	61.0
화학비료	302.5	554.5	0.0	628.0
퇴비	0.0	20166.7	0.0	1880.0
벼짚	2117.5	0.0	2117.5	-
쌀겨	0.0	0.0	676.0	-
사료	0.0	0.0	563.4	-

주) 농촌진흥청, 1997, 『농업경영개선을 위한 '96 농축산물표준소득』, 농업경영연구보고 제 57호, p 102에서 재인용.

투입된 농약과 사용한 기계, 자재, 동물 투입을 비교한 결과(표4-6, 4-7), 저투입논의 경우 제초제, 살충제, 살균제를 모두 사용하고 있으나 그 양은 1990년 논¹¹⁾의 평균 농약사용량 68.0 kg/ha에 비해 적은 양이다.11) 오리논의 경우는 벌써 소득을 위한 살균제만 사용하였으며 무농약논은 농약을 전혀 사용하지 않았고, 기계는 무농약논에서 가장 많이 사용하였으며 자재는 오리논을 지은 오리논에서 가장 많이 사용한다고 한다(임, 1998).

산출된 생산물을 비교해보면(표4-8), 쌀생산량은 평균 생산량보다 적었으며 저투입논의 생산량이 가장 많고 무농약논의 생산량이 가장 적다고 한다(임, 1998).

<표 4-6> 쌀 경작에 사용한 농약(kg/ha)

항 목	저투입논	무농약논	오리논	일반논
제초제	5.0	0.0	0.0	-
살충제	5.0	0.0	0.0	-
살균제	20.1	0.0	5.1	-
Total	30.1	0.0	5.1	68.0

주) 농촌진흥청, 1997, 『농업경영개선을 위한 '96 농축산물표준소득』, 농업경영연구보고 제 57호, p 102에서 재인용.

<표 4-7> 쌀 경작에 사용한 기계, 자재, 동물(kg/ha)

항 목	저투입논	무농약논	오리논
기 계	50.2	128.7	56.5
자 재	27.3	16.0	100.5
동 물	-	-	34.9

<표 4-8> 조사논의 생산물(kg/ha)

항 목	저투입논	무농약논	오리논	일반논 ^{주)}
쌀	4495.2	3495.6	4337.1	5070.0
벼 짚	3154.1	2452.7	3043.2	5900.0
쌀 겨	2060.3	1602.2	1987.8	-
동 물	-	-	44.0	-

주) 농촌진흥청, 1997, 『농업경영개선을 위한 '96 농축산물표준소득』, 농업경영연구보고 제 57호, p 102에서 재인용.

11) 이호진, 정영상, 1993, Ibid, pp. 31-55.

3. 오리제초 수도작의 물질량 산정

저투입논 등 다른 논에 비해 오리제초 수도작 논의 유기물 함량이 전체적으로 높고 모내기전보다 수확후의 유기물 함량이 더 높아진다고 임(1998)은 지적하고 있다.

한편 조사는 토양의 총질소 농도는 그림4-2와 같이, 총질소는 저투입논과 무농약논의 경우 수확후에 그 함량이 적어지는데 비해 오리제초 수도작 논은 수확후에 그 함량이 증가하고 있어 유기물 함량의 변화와 일치하며, 저투입논과 무농약논에서 모내기후에 높아졌던 질소함량이 경작이 진행될수록 감소하고 있으며 오리제초 수도작 논은 수확기에 질소 함량이 높아졌다.

벼의 생체량의 차이인 성장률(표4-9)은 오리제초 수도작 논에서 가장 높아서 생체량의 변화가 가장 컸으며 저투입논의 생체량 변화는 가장 작았다고 한다(임, 1998).

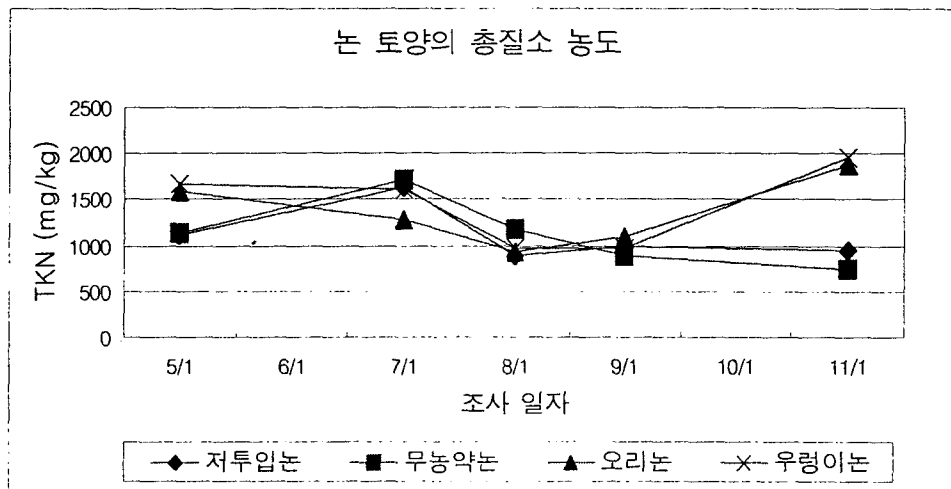


그림4-1 논 토양의 총질소 농도

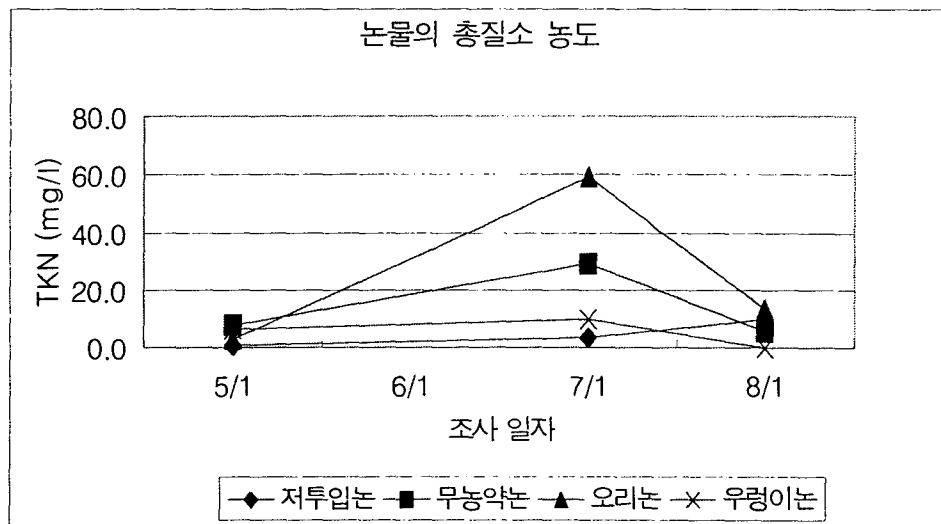


그림4-2 논물의 총질소 농도

<표 4-9> 벼의 건조 생체량(g/m²)

조사논	채 취 일 자					생체량 변 화
	5/18 [†]	7/5	8/13	9/30	11/3	
저투입논	126.1	282.3	1185.1	1258.6	1445	1318.9
무농약논	152.0	165.7	960.1	1328.8	1585	1433.0
오리논	89.7	400.2	1343.2	1813.1	1923	1833.3
우렁이논	36.0*	141.4	885.8	1215.9	1355	1319.0

<표 4-10> 쌀 경작체계의 질소 순환

(단위 : kg/년 · ha)

구성요소	항 목	저투입논	무농약논	오리논	
토 양 및 논 물	투 입	퇴비	0	60.50	0
		벗짚	12.02	0	12.02
		쌀겨	0	0	0
		화학비료	54.50	136.10	0
		유입	45.39	24.83	27.90
		대기강하	5.00	5.00	5.00
		질소고정	70.00	70.00	70.00
		분비	0	0	79.17
	소 계	186.91	296.43	194.09	
	산 출	유출	85.16	31.36	27.17
		손실	17.98	109.77	28.40
		벼 흡수	101.89	78.25	99.43
		잡초 흡수	1.24	10.4	10.4
		소 계	206.27	229.78	165.40
종자		4.89	4.79	3.59	
작 물 및 잡 초	투 입	벼 흡수	101.89	78.25	99.43
		잡초 흡수	1.24	10.4	10.4
		소 계	108.02	93.44	113.42
	산 출	쌀	44.5	34.61	42.94
		벗짚	17.88	13.91	17.25
쌀겨		44.40	34.52	42.83	
잡초 제거		1.24	10.4	0.84	
포식		0	0	9.56	
소 계	108.02	93.44	113.42		
동 물	투 입	동물	0	0	0.63
		사료	0	0	55.20
		쌀겨	0	0	14.57
		포식	0	0	9.56
		소 계	0	0	79.96
	산 출	동물	0	0	0.79
		분비	0	0	79.71
		소 계	0	0	79.96

4. 물질 흐름량 산정

오리제초 수도작에서에서 질소과잉 문제가 나온 것은 이 농법을 제초기술로만 파악하는데서 나타나는 잘못된 연구와 해석 때문이라는 주장(岸田, 2001)이 있다. 예를 들어 쌀겨, 자운

영, 미생물등 충분한 자재를 투입하면서 오리를 결합시키면 벼 질소공급에 +의 영향을 미치는 원인임에 틀림이 없으나, 가고시마와 미야기대학에서 오리를 논에 도입하므로써 미소 수생동물과 조류(藻類)의 수가 많아진다는 연구성과가 있음과 같이, 오리제초 수도작은 논에서 생물상의 다양성을 살리고 양분의 순환기능을 높인다고 보여지므로 다른 농업과 결합시키는데 충분한 주의가 필요하다고 岸田(2001)은 주장하였다.

토양 및 논물 부분에 투입된 질소를 비교하면(임, 1998), 무농약논이 가장 많고 오리제초 수도작 논, 저투입논, 우렁이논의 순서로 낮아졌다고 한다. 무농약논의 투입량이 많은 것은 화학비료와 퇴비를 많이 사용하였기 때문이며, 토양 및 논물부분에서 산출되는 질소는 영양물질을 가장 많이 투입한 무농약논이 가장 많고 저투입논, 오리제초 수도작 논, 우렁이제초 수도작 논의 순서였다고 한다(표4-10).

작물 및 잡초 부분에 투입한 질소는 오리제초 수도작 논이 가장 많고 저투입논, 무농약논의 순서라고 한다. 작물 및 잡초 부분에 투입한 질소가 차이가 나는 것은 벼가 흡수한 질소량이 차이가 나기 때문이고 이는 생산량과 연관이 있다.

V. 환경친화성 분석

1. 논 의 수질에 미치는 영향

분얼성기인 6월 24일에 유입수의 질산태 질소, 암모니아태 질소(표5-1)는 높지 않았으나, 유출수의 질산태 질소는 대단히 높았으며 암모니아태 질소도 유입수에 비해 크게 높았다. 이는 오리제초 수도작에서의 오리분이 분해되면서 질산태 질소의 함량을 크게 높였기 때문이라고 판단되었다. 오리제초 수도작에서 전질소의 함량이 유입수에 비해 유출수에서 크게 늘어난 것은 이같은 사실을 보여주고 있으며, 오리제초 수도작이 수질오염의 원인으로 작용하고 있음이 나타났다(채 등, 2000).

<표 5-1> 오리제초 수도작과 관행재배가 분얼성기 논 의 수질에 미치는 영향

처 리	전질소 ($\mu\text{g N}/\ell$)		암모니아태 질소 ($\mu\text{g N}/\ell$)		질산태 질소 ($\mu\text{g N}/\ell$)		인산태 인 ($\mu\text{g P}/\ell$)	
	유입수	유출수	유입수	유출수	유입수	유출수	유입수	유출수
오리제초 수도작	3.4	785.0	3.2	6.8	0.0	754.1	0.9	2.2
관행재배	12.7	17.1	9.3	6.8	0.0	0.0	6.9	17.6

2. 투입 · 산출 및 생태학적 특성

1) 투입 및 산출 특성

오리제초 수도작과 저투입논의 경작특성을 비교하기 위한 에너지와 질소의 여러 가지 투입 · 산출 비율¹²⁾(표5-2)을 비교하면(임, 1998), 총 투입 · 산출 비율과 쌀 생산에 대한 총 투입 비율은

12) 에너지와 연관된 것으로는 총 투입 · 산출 에너지 비율과 쌀 생산에 대한 총 에너지, 노동에너지, 재생 불가능한 직접에너지, 재생 불가능한 에너지, 재생 가능한 간접에너지

에너지와 질소 모두 저투입논에서 가장 높고 오리제초 수도작 논, 무농약논의 순서이다. 쌀 생산에 대한 재생불가능 자원의 투입 비율은 에너지와 질소 저투입논, 오리논, 무농약논의 순서였다고 한다.

한편 안(1999)에 의하면 일반농법을 기준값 1로 잡았을 때 무농약은 일반농법의 5.87배로 재생가능자원을 가장 많이 사용하고, 오리제초법은 1.36배 정도의 재생가능자원을 사용한다고 한다.

한편 질소투입과 직접적으로 연관되지 않는 에너지인 노동에너지의 투입비율은 저투입논이 가장 높아 노동력을 적게 투입하여 쌀을 생산하였다. 화석에너지를 기반으로 하는 재생 불가능한 직접에너지에 대한 투입비율은 무농약논이 가장 낮아 화석에너지를 많이 투입하는 생산체계라고 임(1998)은 보았다. 안(1999)도 일반농법, 무농약의 재생불가능자원의 투입에너지가 오리제초법에 비해 5.4배나 높다고 하였다.

자원이용의 특성을 살펴보면 일반농법은 재생불가능한 자원의 사용에 주로 의존하는데 비해, 오리제초법은 전체적으로 자원의 투입이 적은 저투입의 성격을 갖는다(안, 1999).

<표 5-2> 에너지 및 질소에 대한 투입·산출 분석

구 분	지 표	저투입논	무농약논	오리논
에너지	총산출 / 총투입	2.39	1.10	1.83
	쌀산출 / 총투입	1.06	0.49	0.81
	쌀산출 / 노동에너지 투입	266.1	101.9	194.7
	쌀산출 / 재생 불가능한 직접에너지 투입 ¹⁾	4.36	2.72	5.06
	쌀산출 / 재생 불가능한 에너지 투입 ²⁾	2.09	0.69	1.82
	쌀산출 / 재생 가능한 에너지 투입 ³⁾	2.18	1.68	1.45
질 소	총산출 ⁴⁾ / 총투입 ⁵⁾	1.55	0.42	1.23
	쌀산출 / 총투입	0.64	0.17	0.51
	쌀산출 / 재생 불가능한 질소 투입 ⁶⁾	0.82	0.25	0.78
	쌀산출 / 재생 가능한 질소 투입 ⁷⁾	3.05	0.55	1.47

¹⁾ 재생 불가능한 직접에너지 : 전기, 화석연료.

²⁾ 재생 불가능한 에너지 : 기계, 자재, 전기, 화석연료, 화학비료, 농약, 사료

³⁾ 재생 가능한 에너지 : 종자, 퇴비, 볏짚, 쌀겨, 동물 (태양에너지는 제외)

⁴⁾ 총산출 질소 : 쌀, 볏짚, 쌀겨, 동물 생산물이 포함하고 있는 질소

⁵⁾ 총투입 질소 : 종자, 화학비료, 퇴비, 볏짚, 쌀겨, 동물, 사료 투입물이 포함하고 있는 질소

⁶⁾ 재생 불가능한 질소 : 화학비료, 사료 투입물이 포함하고 있는 질소

⁷⁾ 재생 가능한 질소 : 종자, 퇴비, 볏짚, 쌀겨, 동물 투입물이 포함하고 있는 질소

2) 체계도에 의한 생태학적 특성

“오리와 벼를 동시에 기른다”는 오리제초 유기수도작의 큰 특징은 논에서 잡초와 해충 등의 생물상과 포기사이 등의 미이용 공간을 모두 농업자원으로 사용하는 것에 있다. 오리제초법은 무농약·무화학비료로 벼 재배를 가능케 하며, 농지 생태계내에서 경종농업과 축산업을 유기적으로 결합시킨 물질순환개념을 실현시킨 것이라는 주장(岸田, 2001)도 있다.

투입·산출 비율 외에 경작체계의 에너지 흐름 특성을 파악해보면 투입·산출 비율 분석에서와 같이 재생 불가능한 에너지는 무농약논에서 가장 많이 사용하였으며 재생 가능한 간접에너지는

투입비율 등을 계산하였다. 질소는 총 투입·산출 질소 비율을 계산하였고 쌀에 포함되어 생산된 질소에 대한 총 질소 투입의 비율, 재생 가능한 질소 투입 비율, 재생 불가능한 질소 투입 비율을 계산하였다.

저투입논에서 가장 적게 사용한 것으로 나타났다(임, 1998)고 한다.

작물에 투입한 재생 불가능한 에너지를 서로 비교해 보면 오리제초 수도작 논 토양에 투입한 재생 불가능한 에너지가 저투입논이나 무농약논보다 적다는 것을 알 수 있는데, 이것은 동물 투입이 영양분 투입, 제초, 살충의 효과가 있기 때문에 이러한 목적으로 작물에 투입하는 재생 불가능한 에너지를 투입하지 않았기 때문이다(임, 1998).

투입·산출이외에 경작체계의 물질순환 특성을 파악하기 위해 체계도의 구성요소별로 투입·산출 비율, 효율, 질소수지를 계산하고 순환되는 질소량을 계산해보면, 표5-4에서 알 수 있는 바와 같이 토양과 논물의 투입·산출 비율은 저투입논이 가장 높고 오리논, 무농약논의 순서이고 효율은 저투입논이 가장 높고 오리논, 무농약논의 순서였다(임, 1998)고 한다.

<표 5-3> 에너지 및 질소에 대한 투입·산출 분석

구 분	지 표	저투입논	무농약논	오리논
에너지	총산출 / 총투입	2.39	1.10	1.83
	쌀산출 / 총투입	1.06	0.49	0.81
	쌀산출 / 노동에너지 투입	266.1	101.9	194.7
	쌀산출 / 재생 불가능한 직접에너지 투입 ¹⁾	4.36	2.72	5.06
	쌀산출 / 재생 불가능한 에너지 투입 ²⁾	2.09	0.69	1.82
	쌀산출 / 재생 가능한 에너지 투입 ³⁾	2.18	1.68	1.45
질 소	총산출 ⁴⁾ / 총투입 ⁵⁾	1.55	0.42	1.23
	쌀산출 / 총투입	0.64	0.17	0.51
	쌀산출 / 재생 불가능한 질소 투입 ⁶⁾	0.82	0.25	0.78
	쌀산출 / 재생 가능한 질소 투입 ⁷⁾	3.05	0.55	1.47

¹⁾ 재생 불가능한 직접에너지: 전기, 화석연료. ²⁾ 재생 불가능한 에너지: 기계, 자재, 전기, 화석연료, 화학비료, 농약, 사료

³⁾ 재생 가능한 에너지: 종자, 퇴비, 볏짚, 쌀겨, 동물 (태양에너지는 제외)

⁴⁾ 총산출 질소: 쌀, 볏짚, 쌀겨, 동물 생산물이 포함하고 있는 질소

⁵⁾ 총투입 질소: 종자, 화학비료, 퇴비, 볏짚, 쌀겨, 동물, 사료 투입물이 포함하고 있는 질소

⁶⁾ 재생 불가능한 질소: 화학비료, 사료 투입물이 포함하고 있는 질소

⁷⁾ 재생 가능한 질소: 종자, 퇴비, 볏짚, 쌀겨, 동물 투입물이 포함하고 있는 질소

<표 5-4> 질소 순환 분석

항 목	구 성 요 소	저투입논	무농약논	오리논
산출 / 투입 ¹⁾	토양 및 논물	1.10	0.78	0.85
	작물 및 잡초	1.00	1.00	1.00
	동물	-	-	1.00
효율 ²⁾	토양 및 논물	0.55	0.26	0.51
	작물 및 잡초	0.41	0.37	0.38
	동물	-	-	0.010
산출 - 투입 (kg / 년·ha)	토양 및 논물	19.36	-66.65	-28.69
	작물 및 잡초	0	0	0
	동물	-	-	0
순환 비율 ³⁾	재이용 질소	0.09	0.02	0.08
	동물	-	-	0.05
	전체	0.09	0.02	0.13

¹⁾ 투입과 산출 항목은 표5-3과 같음.

²⁾ 효율 (토양 및 논물) = 벼 흡수/투입, 효율 (벼 및 잡초) = 쌀 산출/투입, 효율 (동물) = 동물 산출/투입

³⁾ 순환 비율 (재이용 질소) = 종자, 볏짚, 쌀겨 투입 / 총투입

순환 비율 (동물) = 포식과정 / 총투입, 순환 비율 (전체) = (재이용 질소 + 포식과정) / 총투입

토양과 논물의 질소수지(nitrogen balance), 즉 산출과 투입과의 차이를 살펴보면 저투입 논이 양의 값을 갖는데 비해 다른 논은 음의 값을 가지고 있다(임, 1998). 이것은 전체 경작 과정에서 저투입논은 논으로 들어간 질소보다 빠져나간 질소가 많으므로 토양내의 질소량이 감소했다는 것이고 다른 논은 빠져나간 질소보다 들어간 질소가 많으므로 토양내 질소량이 증가했다는 것이다. 무농약논, 오리는 중 경작기간 동안 토양 내의 질소량이 가장 많이 증가한 논은 무농약논이고 가장 적게 증가한 논은 오리논이라고 한다. 무농약논에서 토양의 질소량이 증가한 것은 유실량이 많음에도 불구하고 퇴비의 투입량도 많기 때문이다. 채 등(2000)이 보고한 오리논에서의 수질의 질소농도가 증가한다고 한 것은, 오리의 분비물이 논물로 직접 투입되고 오리가 논물에서 헤엄치는 과정에서 질소를 함유한 침전물을 떠오르게 하여 유출시키거나 무기화를 촉진하여 유실량을 증가시키기 때문(임, 1998)이라고 할 수 있다.

재이용 가능한 질소원에 의한 질소 순환 비율은 겨울 투입하지 않은 무농약논이 가장 낮았다. 동물에 의한 질소 순환 비율은 오리논에서 모두 매우 낮았다. 동물에 의한 질소순환 비율이 작은 값을 갖는 것은 동물 분비물에 의해 토양에 질소가 투입되지만 이중 대부분은 사료가 그 원천이고 토양-잡초-논물-토양으로 이어지는 먹이연쇄에 의한 질소 투입은 매우 적은 부분을 차지하고 있기 때문이다. 즉, 동물 투입이 질소순환에 그다지 큰 기여를 하지 못하는 것을 의미한다. 먹이연쇄는 생태계의 자연적 과정이므로 이 과정을 보다 적절하게 이용하여 토양에 영양분을 투입할 수 있다면 토양의 비옥도를 증가시키기 위한 여러 가지 에너지 투입을 줄일 수 있을 것이다.

동물을 투입한 논에서 동물에 의한 질소 투입과 에너지 투입과의 연관성을 살펴보기 위해 동물 투입과 연관된 에너지를 동물의 분비물에 의해 토양에 투입된 질소량으로 나누어 보면 표5-3과 같이(임, 1998), 오리에 의해 토양에 투입되는 질소의 에너지가 컸는데, 이것은 질소투입 효과만을 볼 때 오리제초 수도작이 에너지 효율적이라는 것을 나타낸다. 하지만 화학비료의 질소성분의 평균적 에너지량인 21,000kcal/kg보다는 크므로 질소 투입 측면에서는 화학비료를 사용하는 것이 에너지 투입을 줄일 수 있다. 이렇게 질소 투입의 측면에서 오리제초 수도작이 비효율적으로 나타나는 것은 상업적 사료를 사용하기 때문이다. 오리는 잡초와 사료 중에서 먹이를 선택하므로 잡초를 포식하면서 최소량의 사료를 투입하여도 되는 동물의 개체수와 사료의 투입량을 적정화함으로써 생태계의 먹이 연쇄에 의한 물질순환 비율을 높일 수 있을 것이며, 오리는 잡식성이므로 음식폐기물, 쌀겨 등을 이용하여 사료를 대체한다면 에너지 투입을 줄일 수 있을 것이다.

3. 환경친화성 평가

환경 친화적인 상대적 에너지에 양의 값을 주고 환경 친화적인 상대적 에너지에 음의 값을 주고 합산하면¹³⁾, 표5-5과 같이 저투입논, 무농약논, 오리논의 합산된 상대적 에너지가 음수이지만 그 상대적인 값은 차이가 나서 무농약논, 저투입논, 오리논 순서로 값이 크다고 한다(임, 1998).

13) 조사논의 환경친화성을 분석하기 위해 다음과 같은 환경친화성 지수를 설정하여 분석하였다.

$$\begin{aligned} \text{환경친화성 지수} &= \text{환경에 긍정적인 에너지} - \text{환경에 부정적인 에너지} \\ &= \text{재생가능한 에너지} \pm \text{토양의 유기물 변화} - (\text{재생불가능한} \\ &\quad \text{에너지} + \text{손실한 에너지}) \end{aligned}$$

따라서 오리는, 저투입논, 무농약논 순서로 환경친화적인 경작이 이루어졌다는 것을 나타낸다. 따라서 에너지 측면에서 본 환경친화성에서 일반농법과 무농약이 오리제초보다 떨어진다고 볼 수 있다(안, 1999).

환경성에서 일반농법이나, 무농약재배보다 오리제초법이 판매가를 동일하게 적용하는 경우에도 여전히 일반농법이나 무농약재배에 비해 경제성에서도 우월하다고 한다. 그 이유는 오리제초 수도작이 전체적으로 저투입농법의 특성을 가지고 있어 그만큼 비용이 절감될뿐 아니라, 특히 노동력의 투입비율이 무농약재배처럼 그다지 높지 않기 때문이라고 한다. 오리제초법의 경우에는 환경친화적일 뿐만아니라 효과적으로 노동력의 투입을 감소시킬 수 있는 방안을 마련하였기 때문에, 환경성과 경제성을 동시에 만족시킨다고 한다(안, 1999).

<표 5-5> 조사논의 환경친화성 평가

항 목	저투입논	무농약논	오리논
노동 에너지 투입	0.004	0.010	0.005
동물 에너지 투입	0.000	0.000	0.016
재생가능한 간접 에너지 투입	0.459	0.596	0.671
토양 유기물 에너지의 변화	-0.140	0.600	0.389
에너지 손실	-0.686	-1.800	-1.003
기계 및 자재 투입	-0.147	-0.392	-0.269
재생 불가능한 직접에너지 투입	-0.216	-0.756	-0.246
재생 불가능한 간접에너지 투입	-0.115	-0.300	-0.035
합 계	-0.842	-2.042	-0.470

VI. 경제성 평가

1. 경영비

오리제초 수도작을 실천하는 유기농가의 경영성과 분석에 대한 박 등(2001)의 보고를 보면, 오리 및 시설자재 등의 지원시¹⁴⁾ 경영비는 관행농업에 비해 유기재배는 12.3%, 무농약 재배는 8.3% 증가하나 미지원시에는 유기재배 40.0%, 무농약 재배 24.2% 증가하는 것으로 나타나 있다. 세부항목별로 살펴보면 표6-1과 같이 미지원시 유기재배에서 오리 및 환경자재비, 유기질비료비가 각각 28.7%, 12.1%로 전체 경영비의 40.8%를 차지하고, 무농약재배는 각각 26.3%, 4.7%로 전체의 31%를 차지하고 있어 관행농업의 1.8%에 비해 상당한 차이를 보이고 있다. 한편 관행농업에서 경영비의 9.9%를 차지하고 있는 농약비는 전혀 없어 농약비와 무기질비료비 그리고 관련 작업노동력을 절감할 수 있다고 한다.

14) 경영비 전부를 농가가 부담하는 경우(미지원시)와 지원사업의 참여로 자재비의 일부를 지원받아 농가소득 보전효과가 있는 경우(지원시)를 구분하여 농가의 경영비 실태를 분석한 결과임

환경친화성 평가

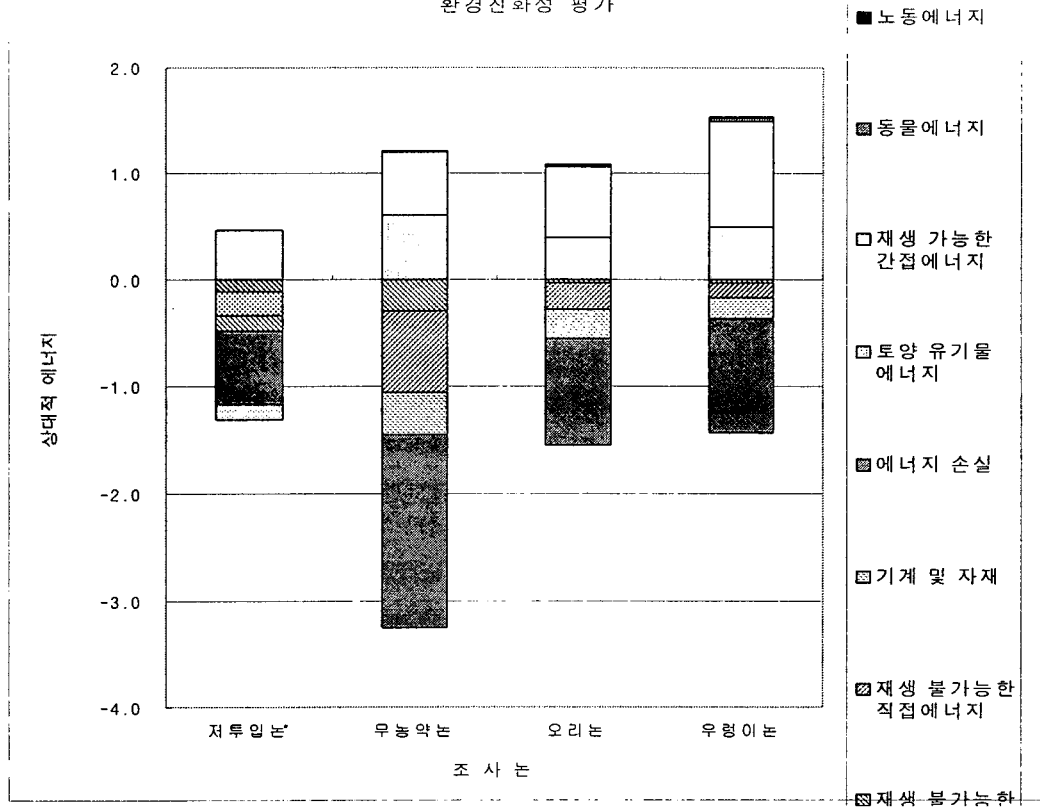


그림 5-1 조사논의 환경친화성 평가

<표 6-1> 오리제초 수도작의 경영비 구성현황

(단위: 원/10a)

구 분	지원사 ¹⁾		미지원사		관행 ²⁾ (E)	대 비(%)			
	유기 (A)	무농약 (B)	유기 (C)	무농약 (D)		A/E	B/E	C/E	D/E
유기질	47,391	14,035	47,391	16,369	5,038	940.7	278.6	940.7	278.6
무기질	0	6,166	0	11,539	17,776	-	34.7	-	64.9
농약비	0	0	0	0	27,887	-	-	-	-
환경 자재비	34,799	54,632	112,525	91,499	0	-	-	-	-
고 용 노력비	21,273	19,571	21,273	19,571	15,857	134.2	123.4	134.2	123.4
기 타 ³⁾	211,539	209,444	211,539	209,444	213,920	98.9	97.9	98.9	97.9
계	315,002	303,848	392,728	348,422	280,478	112.3	108.3	140.0	124.2

1) 오리, 시설자재 등 환경자재를 지원할 때임

2) 통계청, 「농산물 생산비 통계」, 2001 쌀 생산비

3) 종묘비, 대농구 상각비, 수리비 등 경영비중에서 언급하지 않는 비목들의 합계임

이와 같이 오리제초법을 실천함으로써 농약 및 무기질비료비의 절감과 관련 노동시간을 절약할 수 있다는 장점이 있지만 상대적으로 많은 환경자재비 소요와 관련 노동시간의 증가가 농가의 부담으로 작용하고 있으며, 지원사업으로 추진되고 있는 경우도 관행농업에 비해

경영비가 높게 나타나고 있는 실정이라고 한다.

따라서 시설자재비의 가격인하와 참여농가의 영농기술 향상 및 자가퇴비 이용 등으로 환경자재비를 절감시켜야만 오리제초 수도작이 안정적으로 정착될 것으로 판단된다.

2. 수익성

오리제초 수도작의 수익성을 박 등(2001)은 표6-2에서와 같이 오리농법에 의한 10a당 수량은 유기재배 448kg, 무농약재배 479kg로 관행농업에 비해 각각 9.9%, 3.6% 감소하나 kg당 판매단가는 유기재배 2,659원, 무농약재배 2,333원으로 관행농업보다 29.8%, 13.9%가 높은 것으로 평가하였다. 그리고 조수입은 상대적으로 높은 판매단가로 인해 관행농업보다 유기재배는 16.6%, 무농약재배는 9.5% 증가하여 각각 1,214,245원과 1,140,520원으로 보고하였다. 김(1999)도 오리제초 수도작의 소득이 관행농법에 비해 충남 홍성의 경우 1.4배, 충남 보령의 경우 1.1배 높다고 하였다.

오리제초 수도작의 수익성이 무농약재배, 일반재배에 비해 높았다고 하였는데, 이는 일반농법의 경우 비용은 더 많이 소요되는 동시에 쌀가격은 무농약재배, 오리제초 수도작에 비해 낮기 때문(안, 1999; 김, 1999; 임, 1998)이라고 한다. 특히 정곡 80kg당 20만원이라는 매우 높은 쌀 가격이 보장되는 오리제초 수도작의 경우에는 수익이 284,806원으로서 거의 일반농법의 2.4배에 달한다고 보고하였다.

표6-2 실제 쌀 판매가 적용시 일반농법과 오리제초 수도작의 수익성 비교(80kg 기준)

	일반농법	무농약재배	오리제초 수도작
총비용	65,007	44,271	27,875
총소득	137,990	137,990	204,058
수익	72,983	93,719	176,183

* 총소득 = 정곡 80kg의 각 농가 판매가격 + 동물생산소득

<표 6-3> 오리제초 수도작의 수익성

(단위: 원, kg/10a)

구분	지원시 ¹⁾		미지원시		관행 ²⁾ (E)	대 비 (%)			
	유기(A)	무농약(B)	유기(C)	무농약(D)		A/E	B/E	C/E	D/E
수량	448	479	448	479	497	90.1	96.4	90.1	96.4
단가	2,659	2,333	2,659	2,333	2,049	129.8	113.9	129.8	113.9
조수입	1,214,245	1,140,520	1,214,245	1,140,520	1,041,183	116.6	109.5	116.6	109.5
경영비	315,002	303,848	392,728	348,422	280,478	112.3	108.3	140.0	124.2
소득	899,243	836,672	821,517	792,098	760,705	118.2	110.0	108.0	104.1
소득율 (%)	74.1	73.4	67.7	69.5	73.1	-	-	-	-

1) 오리, 시설자재 등 환경자재를 지원할 때임

2) 통계청, 「농산물 생산비 통계」, 2001 쌀 생산비

* 오리 부산물 수입은 제외함

또한 박 등(2001)은 오리제초 수도작의 농가소득은 관행농업에 비해 경영비가 상당히 중

가하고 있음에도 불구하고 농가 수취가격의 증가에 따라 지원이 있을 경우 유기재배 899,243원, 무농약재배 836,672원으로 관행농업에 비해 각각 18.2%, 10.0% 증가하고, 미지원 시에도 유기재배 821,517원, 무농약재배 792,098원으로 각각 8.0%, 4.1% 증가하는 것으로 나타나고 있다고 보았다.

이러한 결과는 최근 몇 년간의 양호한 기상환경에 따른 안정적 수량확보와 병해충 발생빈도의 저하, 상대적으로 높은 수취가격의 영향이 크다고 할 수 있을 것이다. 기상환경의 변화에 따른 병해충의 발생빈도 증가나 생산농가의 증가에 의한 농가 수취가격의 하락에 대응하여 장기적으로 오리농법 실천기술의 체계화와 농가의 안정적인 소득확보를 위해서는 환경자재비 및 노동시간의 절감방안, 환경자재의 효율적 이용체계 및 부산물인 오리 가공시설의 설치 및 저장시설 등이 강구되어야만 될 것이다.

3. 소득

박 등(2001)은 유기제조 수도작 농가의 소득을 쌀의 kg당 가격변화에 따라 분석하였는데, 유기재배 및 무농약재배에 의한 쌀의 kg당 판매가격이 각각 2,541원과 2,274원으로 관행농업에 의한 쌀의 판매가격보다 각각 24%와 11%이상의 가격차가 있어야만 관행농업보다 수익성이 있다고 하였다(표6-4 참조). 이는 오리제조 수도작의 실천이 관행농업에 비해 경영비 지출이 증가되고 있어 경영비 절감기술의 도입에 의한 비용절감 노력과 가격차별화가 지속적으로 병행되지 않으면 친환경농업 실천농가의 안정적인 소득확보가 어렵다는 것을 의미한다.

<표 6-4> 오리제조 수도작 쌀의 kg당 가격변화에 따른 소득 추이 (단위: 원/10a)

판매가격	유기재배 소득	무농약재배 소득	관행재배 소득
2,254원(10%)	640,077	754,257	760,705원
2,274원(11%)	649,037	763,837	
2,520원(23%)	759,245	881,671	
2,541원(24%)	768,653	891,730	

- 1) 기준가격은 통계청, 「농산물 생산비 통계」 2001 쌀생산비 kg당 가격 2,049원
- 2) ()는 기준가격 대비 인상률

<표 6-5> 일반농법과 오리제조 수도작의 순수익성 비교

	일반재배	무농약재배	오리제조 수도작	
순수익 I	노동기회비용 (노임 4,000원)	26,444	59,870	31,346
	순수익	46,539	33,849	144,836
순수익 II	노동기회비용 (노임 8,364원)	55,294	125,189	65,545
	순수익	17,689	-31,470	110,637

- 1) 순수익 I: 자신의 농사를 짓지 않고 품을 팔았을 때 받는 노임인 시간당 4,000원을 적용
- 2) 순수익 II: 도시근로자 가구주의 평균임금인 시간당 8,364원을 적용

그러나 이러한 수익성만으로 농민들이 오리제조법을 채택하는지의 여부를 설명하는 데에

는 한계를 갖는다. 노동력을 다른 곳에 투입하는 경우의 수익보다 얻는 이익이 더 클 때 오리제초법으로 유기수도작을 실천하게 될 것이기 때문이다. 오리제초 수도작의 경우 노동력에 대한 기회비용을 농부가 농촌에서 자신의 농사를 짓지 않고 품을 팔았을 때 받는 노임인 시간당 4,000원을 적용한 경우(순수익 I)에는 일반농법 46,539원, 무농약재배 33,849원, 오리제초법 144,836원이었으며, 도시근로 가구주의 평균임금인 시간당 8,364원을 적용하는 경우(순수익 II), 일반농법 17,689원, 무농약재배 -31,470원, 오리제초법 110,637원으로, 무농약의 경우 순수익성이 순수익II에서 음의 값을 갖는다(표6-5 참조). 즉 무농약재배의 경우 얻게되는 수익은 농민이 도시근로자로 일 했을 때 벌수 있는 평균임금에도 못 미치는 수준이라는 것이다(안, 1999).

한편 최근 안전농산물에 대한 소비자의 관심 고조로 친환경농산물의 수요가 증가하고는 있으나, 오리제초법 등 친환경농업기술을 이용한 벼 재배면적의 증가에 따라 환경농산물의 생산량이 증대되고 있어 장기적으로는 안정적인 쌀가격 차별화 유지가 어렵게 될 수도 있을 것이다(박 등, 2001). 따라서 비용절감 노력뿐만 아니라 오리의 상품화 방안 등이 동시에 강구되어야 오리제초 수도작 실천농가들의 안정적인 소득확보가 가능해질 것이라고 판단된다.

VII. 결 론

유기농법 수도작은 실천 농가수나 재배규모 면에서 가장 빠르게 증가하고 있는 분야이다. 환경보전 및 안전농산물 생산을 추구하는 유기농업의 증가추세는 증산위주의 관행농업의 영농성과에 대한 재평가뿐만 아니라 유기농업을 과학적으로 실천할 수 있는 기술 개발, 환경영향평가 및 경영체계의 확립을 요구하고 있다.

본 연구는 유기농업 수도작중에서 오리제초 수도작의 기술 검증, 물질순환, 환경영향에 대한 그간의 연구결과를 간추려 보고자 노력하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 벼 생육(초장, 분얼 및 간장)과 수장, 주당수수, 친립중은 관행농법보다 오리제초 수도작에서 낮았으나, 1수 영화수, 등숙율 및 정조수량은 오히려 오리제초 수도작에서 높았으며 수량지수는 14%가량 더 많은 것으로 나타났다.
- 2) 오리제초 수도작은 환경·경제적 편익을 제공하는 반면, 오리구입, 환경자재의 구입 등 추가적인 비용을 유발시킴으로써 경영비를 상승시킬 수 있고, 기술체계의 미흡에 따른 경영관리상의 위험을 감수해야 하는 문제점이 있다.
- 3) 오리방사량은 현재의 10당 28마리 수준에서 20마리 정도까지 줄일 수 있을 것으로 판단되며, 방사시기는 이앙 후 7~10일경이 가장 적기인 것으로 나타났으며, 사료의 급여는 마리당 20g 정도씩 급여하되 오리의 성장속도에 따라 조금씩 증가시키는 것이 좋다고 판단되었다.
- 4) 오리제초 수도작 실천농가들은 농가소득은 정부지원이 없어도 오리농법은 관행농법 대비 4~8% 증가하였는데, 이는 10a당 수량 감소와 환경자재비의 증가에도 불구하고 유기쌀의 높은 판매단가 때문이다.
- 5) 오리제초 수도작에 의해 생산된 오리는 쌀의 차별화된 판매처 확보와 브랜드화가 대단히 중요하며, 이에 대한 적극적 대처가 오리제초 수도작 육성과 면적 증가의 중요한 요인이 될 수 있을 것으로 보인다.
- 6) 오리제초 수도작 농가수의 증가에 따른 오리 공급량 증가는 높은 판매단가의 유지를

- 어렵게 하고 있음으로, 오리제초 수도작에서 나오는 오리의 홍수출하로 인한 가격하락을 막기 위해 가공처리공장의 설립과 단지내 냉동시설이 필요하다고 판단되었다.
- 7) 오리제초 수도작은 비용절감과 노력과 함께 오리 고기의 판매처와 판매방식 및 효과적인 상품화 방안 등이 모색되어야 오리제초 수도작 농가들의 안정적인 소득확보가 가능해질 것이라고 판단되었다.
 - 8) 오리논의 경우 환경 친화성에 긍정적인 에너지량이 크지 않지만 환경친화성에 부정적인 에너지량도 크지 않아 전체적으로 저투입논이나 무농약논에 비해 환경 친화적인 것으로 평가되었다. 따라서 오리논이 보다 환경 친화적이기 위해서는 논물관리를 통해 최대한 영양물질 유출을 방지하여 오리의 배설물이 토양에 남도록 할 필요가 있다.
 - 9) 문고병에 대한 대처와 에너지 손실을 줄이기 위해서는 오리 방사량, 방사시기, 방사후 관리 (오리집의 구조, 장마철 관리방법, 오리를 잡아먹는 천적의 접근방지 방법) 등에 대한 사육기술 연구 및 생산단가 절감을 통한 소득안정화 방안의 확립 필요성이 제기되었다.
 - 10) 오리제초 수도작에 의한 쌀 식미에 대한 객관적이고 과학적인 평가가 필요할 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

- 경기도농촌진흥원 (1994): 벼논 오리사육 경과년수에 따른 질소소비적량 구명시험
- 김 호 (1999): 환경농업의 경제성 분석과 발전과제, 한국유기농업학회지 7(2):53-66
- 김희동, 박중수, 방관호, 조영철, 박경열, 권규철, 노영덕 (1994): 벼논 오리 사육방법에 따른 벼 생육 및 수량 반응. 한국작물학회지 39(4):339-347
- 농촌진흥청 (2000): 시험연구결과 경제성분석 기준 자료, 2000
- 박주섭, 이상용, 강충관 (2001): 친환경농업기술을 이용한 벼 재배의 기술체계 및 경제성. 유기농업학회지 9권 2호 게재 예정
- 박준근, 조동호, 조원기, 박홍섭 (2000): 전남지역 오리농법 쌀의 생산과 발전방안. 두레친환경농업연구지. 2(2):59-77
- 손상목, 정길생 (1997): 한국 환경농업의 성공적 정착을 위한 기술적 및 정책적 접근과제, 한국유기농업학회지 5(2):13-36.
- 안선희 (1999): 경제성 평가와 환경성 평가의 비교 분석 - 일반농법과 환경농법을 대상으로. 서울대학교 환경대학원 석사학위 논문
- 임경수 (1998): 쌀 경작체계의 환경친화성에 관한 연구, 서울대학교 환경대학원 박사학위 논문
- 임경수 (1999): 쌀 경작체계의 환경친화성. 농어연 발표. 1999년 6월
- 정길생, 손상목, 이윤건 (1996): 선진 유럽유기농업의 환경보전적 기능과 안전농산물 생산. 한국유기농업학회지 5(1), pp 45-66.
- 정순재, 정원복, 정대수, 최봉출, 오주성 (2000): 수도작에서의 왕우렁이 및 오리방사가 수량 구성요소에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 8(2):79-87
- 채제천, 손상목, 안태영, 민병미, 이경숙 (2000): 대호환경농업시범지구 친환경농업 시행효과 및 생태계 변화 조사 연구. 농업기반공사, Pages 152

- Codex (1999): Draft guidelines for the production, processing, labelling and marketing of organically produced foods, *In* Report of the twenty-sixth session of the codex committee on food labelling, ALINORM 99/22, pages 71
- Kücke,M. (2001): Personal communication. Institute of Crop Sciences and Grassland, Federal Agricultural Research Centre. Braunschweig / Germany
- 일본 마이니찌신문(2001): 자연에 친한 청둥오리농법. 2001년 4월 19일자
- 岸田芳朗 (2000): 『오리농법』 쌀의 밥맛 저하? 일본농업신문 2000년 3월1-2일자