

벼 친환경재배에서 왕우렁이의 잡초방제효과 및 피해

권오도¹, 박흥규¹, 안규남¹, 이 인¹, 신서호¹, 신길호¹, 신해룡¹, 국용인^{2*}**Weedy Control Efficacy and Injury of Rice Plant by Golden Apple Snail(*Pomacea canaliculata*) in Environment-friendly Rice Paddy Fields**Oh Do Kwon¹, Heung Gyu Park¹, Kyu Nam An¹, Yeen Lee¹
Seo Ho Shin¹, Gil Ho Shin¹, Hae Ryoung Shin¹ and Yong In Kuk^{2*}

ABSTRACT The objective of this research was to discover the best method for weed management in environment-friendly rice paddy fields through the study on the effect of weed control and injury levels of rice plants as affected by size, input time, and input amount of golden apple snail (GAS). The efficacy of weed control as affected by GAS when applied at 5, 10, and 15 days after transplanting (DAT) was 98, 89, and 58%, respectively. The efficacy of weed control had declined as late the input time of GAS. On the other hand, the efficacy of weed control as affected by rice bran followed by GAS treatment was higher than by GAS treatment alone. Weed species such as *Persicaria hydropiper*, *Echinochloa crus-galli*, *Scirpus juncooides*, and *Monochoria vaginalis* were not completely controlled by GAS when applied late. Input amount and time of adult GAS (70 days after hatching) for effective weed control were 3 kg 10a⁻¹ at 5 DAT, 6-7 kg 10a⁻¹ at 10 DAT, and 7 kg 10a⁻¹ at 15 DAT. Input time and amount of young GAS (35 days after hatching) for effective weed control were 0 day after harrow (DAH) and 1 kg 10a⁻¹, respectively. The young GAS when applied 0 DAH at 1 kg 10a⁻¹ provided 100% control of *P. hydropiper*, *E. crus-galli*, *S. juncooides*, *M. vaginalis*, *Ludwigia prostrata*, *Eleocharis kuroguwai*, *Sagittaria trifolia* and *Cyperus difformis*. The rice foliar injury caused by adult (3 kg 10a⁻¹) and young (1 kg 10a⁻¹) GAS were 5-7% and 1% respectively. There was no significant difference in rice injury by size and input amount of GAS on plant height and number of tiller. These data indicate that the young GAS when applied

¹ 전남농업기술원 쌀연구소, 520-715 전남 나주시 산포면 산제리 206-7(Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Korea).

² 순천대학교 생명산업과학대학 자원식물개발학과, 540-742 전남 순천시 중앙로 413(Dept. of Development in Resource Plants, College of Life Sciences and Natural Resources, Suncheon 540-742, Korea).

* 연락저자(Corresponding author) : Phone) +82-61-750-3286, Fax) +82-61-750-3280, E-mail) yikuk@sunchon.ac.kr

(Received September 11, 2010; Examined September 14, 2010; Accepted September 24, 2010)

1 kg 10a⁻¹ at 0 day after harrow was the best method for weed management in environment-friendly rice paddy fields.

Key words: environment-friendly rice; golden apple snail; rice; rice bran.

서 언

최근 벼 친환경재배 농가에서 잡초 관리는 예방적·경종적 관리는 물론 왕우렁이, 쌀겨, 기계제초, 오리, 종이벌칭, EM당밀 등 다양한 생물 및 유기자원을 주로 활용하고 있다. 2009년도 전남 도내 벼 친환경 재배면적은 62,941ha이며 이중 왕우렁이를 이용한 농법이 약 89%를 차지하며, 쌀겨 이용은 약 10% 정도였고, 기타 오리를 비롯한 다른 농법을 사용한 농가는 거의 없었다(전남농업기술원 2009). 이와 같은 결과는 왕우렁이나 쌀겨와 같은 농자재의 구입이 쉽고 비용이 저렴하며 사용이 간편하고 제초효과가 우수하며 부수적으로 양분으로의 이용이 가능하기 때문이다. 특히, 왕우렁이를 이용한 잡초관리는 물속에서 잡초를 뜯어먹는 습성을 이용한 방법으로 우리나라의 친환경농가에서 가장 많이 사용하고 있는 대표적인 생물적 관리 방법이다.

왕우렁이는 연체동물 복족류이며 원산지가 열대지방인 중남미, 아프리카 및 동남아시아 등으로 전세계적으로 10속 약 120 여종이 있으며 수온 20~33℃ 범위에서 잘 자라고 생존 최저온도는 2℃이다. 주로 아가미와 폐로 호흡하고 물에 산소가 부족하면 수면 위로 올라와 대기 호흡을 하고 수초를 비롯한 잡초, 곤충류, 수서동물의 사체, 과일, 곡물류 등을 먹는 잡식성이다. 알에서 부화한 왕우렁이는 약 50일 정도 지나면 3g 정도가 되고 100일에는 약 8g 정도가 되어 성체가 된다. 왕우렁이 크기가 3~8g 사이일 때 가장 활동력이 왕성하여 잡초를 잘 섭식하며 주로 밤에 먹이를 먹으며 이동거리는 짧은 편이다. 또한 왕우렁이는 암수 이체로 생후 3개월이면 산란이 가능한데 물속에서는 산란하지 않고 반드시 수면 위 잡초나 벼, 다른 식물체에 붉은색 산딸기 모양의 알을 붙여 산란하고 보통 한번에 500~700개의 알을 낳으며, 한달 사이에 1,000~1,200개를 산란한다(김 1993; Brmbeo 등

1995; 이 등 2002).

왕우렁이의 국내 도입은 1983년 식용을 목적으로 양식되던 것이 잡식성의 왕성한 먹이습성을 이용한 논잡초 제초용으로는 1992년부터 시작된 것으로 추정된다(이 등 2002). 왕우렁이의 제초효과는 95% 이상으로 매우 높기 때문에 우리나라에서도 친환경농업과 맞물려 그 사용면적이 꾸준히 증가하고 있다(김 1998; 문 등 1998; 정 등 1999). 박 등(2001)에 따르면, 친환경재배 농가에서 잡초를 방제하기 위한 왕우렁이 투입시기 및 투입량은 이앙 후 9~10일 사이에 6.2kg 10a⁻¹이라고 하였으며 이앙 후 7일에 투입할 경우 제초효과는 98%이나 15일에 투입시 70%로 낮아지며 적정 투입량은 5kg 10a⁻¹라고 하였다. 그러나 일본의 경우, 구주지역의 8개현에서 왕우렁이가 야생화되어 논에 발생된 면적이 5,910ha에 달하고 벼 피해 면적도 170ha에 이르는 등 환경생태계에 심각한 영향을 주고 있다(平井 1989). 우리나라 남부지방에서도 수로나 저수지에서 월동이 가능한 것으로 보고되었으며 담수작과재배에서 약 20% 정도, 이앙재배에서는 4.7% 정도 피해가 발생하는 것으로 보고된 바 있다(김 등 2007). 따라서 전남지역에 왕우렁이의 유입이 지구온난화로 인해 야생화되어 적정 밀도 이상으로 진척되었을 때 생태계 교란은 물론이고 많은 문제점들이 발생될 수 있음을 간과해서는 안 될 것이다.

이와 같이 왕우렁이의 피해 가능성에도 불구하고 농가에서는 작업의 편리성 및 경제성이 타 방법보다 우수하기 때문에 친환경재배에서 가장 많이 이용하고 있다. 그러나 현실적으로 생산업체로부터 농가까지 왕우렁이의 사용시기에 맞게 공급이 원활하지 않아 잡초방제의 실패 사례가 종종 발생한다. 또한 잡초가 없을 경우나 물이 너무 깊을 경우에 벼 잎 또는 막새끼치기를 하여 올라오는 줄기와 잎을 가해하는 피해사례도 있다.

따라서, 본 연구는 벼 친환경 및 유기재배 농가에서

가장 많이 사용되고 있는 왕우렁이의 투입시기 및 투입량에 따른 잡초방제효과와 벼에 미치는 피해를 경감시킬 수 있는 방법을 구명하여 친환경재배 잡초관리기술을 확립하고자 수행하였다.

재료 및 방법

왕우렁이 중패 투입시기 및 쌀겨와 체계처리에 따른 잡초방제효과

본 시험은 2007년에 중만생종 품종인 호평벼를 선정하여 육묘상자당 100g을 파종한 후 40일간 육묘하여 6월 5일에 이앙하였다. 왕우렁이는 부화한지 60~80일 정도 자란 것으로 kg당 200~250개 정도로 10a당 5kg를 이앙 후 5, 10, 15일에 투입하였다. 또한 쌀겨와 왕우렁이의 체계처리 효과를 검토하기 위하여 쌀겨를 썬레질 직후에 100kg 10a⁻¹를 살포하고 왕우렁이를 위와 동일하게 처리하였다. 이 때 물관리는 논표면이 드러나지 않을 정도로 수시로 관개하였다. 잡초방제효과는 이앙 후 50일에 조사하였으며 기타는 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다.

왕우렁이 중패 투입시기별 투입량에 따른 잡초방제효과

본 시험은 2008년에 위 시험과 동일한 조건에서 왕우렁이 투입시기별로 투입량을 달리 하였을 때 잡초방제효과 변동차이를 구명하고자 실시하였다. 왕우렁이는 중패(부화한 지 60~80일 정도 자란 것으로 kg당 약 200~250개 정도)를 이앙 후 5일에 10a당 3, 4, 5kg를, 10일과 15일에 각각 5, 6, 7kg을 투입하였다. 잡초방제효과는 이앙 후 50일에 조사하였으며 기타는 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다.

어린묘와 성묘 기계이앙포장에서 왕우렁이 크기별, 투입량 및 투입시기에 의한 잡초방제효과 및 벼 피해율

본 시험은 2009년에 시험품종을 호평벼로 선정하여 종자를 침종하고 최아시켜 육묘상자당 100g을 파종한 후 10일묘(어린묘)와 40일묘(성묘)를 6월 상순에 이앙하였다. 왕우렁이의 크기별 투입량과 투입시기는 크기에 따라 달리 처리하였다. 즉, 치패(부화 후



Fig. 1. Golden apple snail (GAS) used in this experiment. Number of GAS per kg (left, 250; middle 1,000; right, 2,000).

30~40일)는 썬레질 직후에 10a당 2,000개(0.5g±10%)/kg와 2,000개(1g±10%)/2kg를, 그리고 중패(부화 후 60~80일)는 이앙 후 5일에 600~750개(4~5g±10%)/3kg를 투입하였다(그림 1). 잡초방제효과는 이앙 후 50일에 초종별로 조사하였으며 벼 피해는 이앙 후 10~30일까지 10일 간격으로 하위엽과 분얼경 피해를 달관으로 평가하였으며(0~100%, 0 ; 피해없음) 이앙 후 20일과 50일에 초장과 분얼수를 조사하였다. 통계처리는 분산분석을 통해 던컨검정 및 최소유의차 검정(P=0.05)에 의해 유의성 유무를 확인하였다(SAS 2000). 왕우렁이의 소요비용은 2010년 전남지역 친환경농자재 업체별 평균 희망가격으로 왕우렁이 중패는 kg당 5,500원, 치패는 kg당 1,000개와 2,000개일 때 각각 10,000원과 12,000원을 적용하였다.

결과 및 고찰

왕우렁이 중패 투입시기 및 쌀겨와 체계처리에 따른 잡초방제효과

쌀겨 처리 여부와 왕우렁이 중패 투입시기별 잡초방제효과는 그림 2와 표 1과 같다. 왕우렁이 단일처리로 10a당 5kg를 투입한 후 잡초방제효과를 조사한 결과, 이앙 후 5일 투입에서는 98%, 10일 투입에서는 89%, 15일 투입에서는 58%로 투입시기가 늦어질수록 잡초방제 효과는 낮아지는 경향을 보였다. 또한 투입시기에 따라 방제가 어려운 잡초로는 이앙 후 5일은 여뀌, 10일은 피와 여뀌, 15일에는 피, 물달개비,

Table 1. Effect of golden apple snail (GAS) by input time and rice bran (RB) followed by GAS treatments on weed control in environment-friendly rice paddy fields.

Treatment ¹⁾ (input time)	Weedy efficacy (%) ⁴⁾								
	ECCR ³⁾	MOVA	LUPR	CYDI	PEHY	LIDU	SCJN	ELKU	SATR
GAS (5) DAT ²⁾	100	100	100	100	1.4	100	100	100	100
GAS (10) DAT	80.5	100	100	100	2.8	100	100	100	100
GAS (15) DAT	36.6	72.7	95.8	100	1.0	100	38.7	94.5	100
BR (0) DAH/GAS (5) DAT	100	100	88.1	100	5.0	100	100	100	100
BR (0) DAH/GAS (10) DAT	100	100	100	100	28.0	100	100	100	100
BR (0) DAH/GAS (15) DAT	77.6	60.0	93.7	100	8.1	100	75.4	84.2	11.9
Untreated control No. of weeds m ²	29.3	126.7	10.0	5.3	0.5	5.3	58.7	12.7	2.0
Shoot dry wt. (g m ²)	56.5	40.1	13.0	1.1	3.4	0.4	10.2	7.9	2.7

¹⁾The input amount of GAS and RB was 5 and 100 kg per 10a, respectively.

²⁾DAT, days after transplanting : DAH, days after harrow.

³⁾ECCR, *Echinochloa crus-galli*; MOVA, *Monochoria vaginalis*; LUPR, *Ludwigia prostrata*; CYDI, *Cyperus difformis*; PEHY, *Persicaria hydropiper*; LIDU, *Lindernia dubia*; SCJN, *Scirpus juncoides*; ELKU, *Eleocharis kuroguwai*; SATR, *Sagittaria trifolia*.

⁴⁾Weedy efficacy was investigated at 50 DAT and calculated based on shoot dry weight of untreated control.

여뀌, 올챙이고랭이 등이 방제가 어려운 것으로 나타났다. 박 등(2001)은 친환경재배 농가에서의 왕우렁이 투입시기 및 투입량을 조사한 결과, 이앙 후 9~10일 사이에 6.2kg 10a⁻¹이라고 하였으며 이앙 후 7일에 투입할 경우 제초효과는 98%이나 15일 투입할 경우 70%로 낮아지며 적정 투입량은 5kg 10a⁻¹라고 하였다. 문 등(1988)도 5kg을 투입할 경우 이앙직후에는 96%, 이앙 후 7일째에는 98%, 15일에는 70%의 방제율을 보여 벼 친환경재배에서 잡초방제를 위해 왕우렁이를 이용할 경우 투입시기가 매우 중요하

다고 하였다.

왕우렁이 투입기간의 폭을 넓히기 위한 방법으로 쌀겨를 썬레질 직후 100kg 10a⁻¹를 살포하고 왕우렁이 10a당 5kg을, 이앙 후 5일 투입에서는 97%, 10일 투입에서는 98%, 15일 투입에서는 71%의 방제효과를 보였다. 즉 왕우렁이 단독처리보다는 쌀겨와 체계 처리시 잡초방제 효과가 우수한 것으로 나타났다. 한편, 쌀겨 처리 후 왕우렁이 투입시기에 따라 방제가 어려운 잡초는 이앙 후 5일, 10일에 투입할 경우에는 여뀌, 15일에는 피, 물달개비, 여뀌, 올챙이고랭이, 올

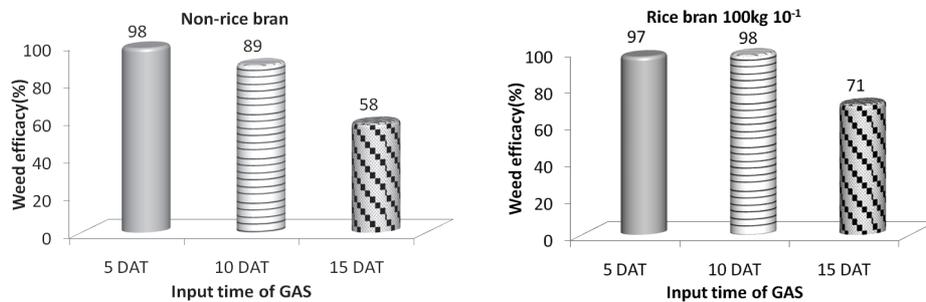


Fig. 2. Effect of golden apple snail (GAS) by input time and rice bran (RB) followed by GAS treatments on weed control in environment-friendly rice paddy fields. The input amount of GAS was 5 kg per 10a. Weedy efficacy was investigated at 50 days after transplanting (DAT).

방개 등이 방제가 어려운 것으로 나타났다. 따라서 벼 유기재배에서 쌀겨를 단독으로 이용할 경우 방제 효과가 미흡하므로 왕우렁이를 이앙 후 5~10일 이내에 투입한다면 잡초를 효과적으로 방제할 것으로 생각된다.

왕우렁이 증파 투입시기별 투입량에 따른 잡초방제효과

왕우렁이는 잡초 섭식능력이 매우 우수하나 살아 있는 생물이고 경작지마다 잡초의 발생량이 차이가 있기 때문에 인위적으로 적정 투입량을 설정하기는 매우 어렵다. 또한 앞에서 수행한 시험의 결과와 같이 이앙 후 5일 이내에 10a당 5kg 정도를 투입하면 잡초 방제 효과는 매우 우수하나 현실적으로 왕우렁이를 원활하게 공급하는 것은 매우 어려운 실정이다. 농가 현장에서 왕우렁이 사용은 이앙직후부터 15일 사이에 폭 넓게 활용하고 있으며 투입시기에 따라 왕우렁이의 투입량도 제각기 다르게 사용하고 있다. 따라서 본 시험에서는 왕우렁이의 사용 기간을 넓히고자 왕우렁이의 투입시기별로 투입량을 달리하여 잡초방제

효과를 검토하였다(표 2). 이앙 후 5일에는 3~5kg, 10일에는 6~7kg, 15일에는 7kg을 투입할 경우 여뀌를 제외하고 일년생잡초 피, 물달개비, 여뀌바늘, 미국외풀, 발독외풀, 마디꽃 등 7종과 다년생잡초 올챙이고랭이, 올방개, 벼풀 등 3종은 논에서 발생한 잡초 모두 100% 방제가 가능하였다. 그러나 왕우렁이 투입시기가 늦어질수록 화본과 잡초 “피”의 방제가 어려워지고 올챙이고랭이, 물달개비 및 여뀌바늘 등도 일부 발생되었다. 왕우렁이는 잡초를 섭식할 때 아가미로 잘라 먹는 습성을 지녔는데 왕우렁이의 투입시기가 늦어질수록 잡초의 생육이 빠르게 진전되어 줄기가 두꺼워지거나 잎이 넓어지기 때문에 왕우렁이가 섭식하지 못하는 것으로 생각된다. 왕우렁이의 투입시기가 늦어지면 피와 물결겉이를 방제하기 어렵다는 보고(농업과학기술원 2005)도 이와 같은 맥락으로 해석된다. 따라서 왕우렁이 투입시기가 늦어질수록 투입량을 늘려야 할 것으로 생각되나 이는 왕우렁이의 구입비용 과다지출 뿐만 아니라 벼에 대한 피해와 왕우렁이의 외부유출로 인해 생태계에 미치는 우

Table 2. Effect of golden apple snail (GAS) by input time and amount on weed control in environment-friendly rice paddy fields.

Input time (DAT ¹⁾)	Input amount (kg 10a ⁻¹)	Annual weed/weed efficacy (%) ²⁾							Perennial weed/weed efficacy (%)			Total
		ECCR ³⁾	MOVA	LUPR	CYDI	LIPR	ROIN	PEHY	SCJN	ELKU	SATR	
5	3	100	100	100	100	100	100	6.8	100	100	100	96.4
	4	100	100	100	100	100	100	9.0	100	100	100	96.5
	5	100	100	100	100	100	100	9.2	100	100	100	96.5
10	5	90.3	100	100	100	100	100	3.9	100	100	100	92.9
	6	100	100	100	100	100	100	5.0	100	100	100	96.4
	7	100	100	100	100	100	100	5.0	100	100	100	96.4
15	5	43.6	86.4	97.9	100	100	100	2.0	69.4	97.3	100	65.3
	6	63.4	100	100	100	100	100	3.0	100	100	100	79.0
	7	100	100	100	100	100	100	3.0	100	100	100	96.3
Untreated control Shoot dry wt. (g/m ²)		35.3	18.1	1.1	0.5	0.9	0.5	2.9	5.8	7.0	2.8	74.8

¹⁾DAT, days after transplanting

²⁾Weedy efficacy was investigated at 50 DAT and calculated based on shoot dry weight of untreated control.

³⁾ECCR, *Echinochloa crus-galli*; MOVA, *Monochoria vaginalis*; LUPR, *Ludwigia prostrata*; CYDI, *Cyperus difformis*; LIPR, *Lindernia procumbens*; ROIN, *Rotala indica*, PEHY, *Persicaria hydropiper*; SCJN, *Scirpus juncooides*; ELKU, *Eleocharis kuroguwai*; SATR, *Sagittaria trifolia*.

Table 3. Weedy efficacy as affected by input amount of golden apple snail (GAS) in different seedling age.

Seedling age	Input amount or No. of GAS 10a ⁻¹ (input time)	Annual weed/weedy efficacy (%) ¹⁾					Perennial weed / weedy efficacy (%)			Total
		ECCR ²⁾	MOVA	LUPR	CYDI	LIDU	SCJN	ELKU	SATR	
10-day old seedling	1kg or 2,000 (0 DAH) ³⁾	100	100	100	100	100	100	100	100	100
10-day old seedling	2kg or 2,000 (0 DAH)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
40-day old seedling	1kg or 2,000 (0 DAH)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
40-day old seedling	2kg or 2,000 (0 DAH)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
40-day old seedling	3kg or 600~750 (5 DAT) ⁴⁾	94.1	100	100	100	100	93.3	100	100	97.0
Untreated control	Shoot dry wt. (g/m ²)	47.0	32.3	1.6	3.7	1.0	13.6	20.7	2.5	122.5

¹⁾Weedy efficacy was investigated at 50 DAT and calculated based on shoot dry weight of untreated control.

²⁾ECCR, *Echinochloa crus-galli*; MOVA, *Monochoria vaginalis*; LUPR, *Ludwigia prostrata*; CYDI, *Cyperus difformis*; LIDU, *Lindernia dubia*; SCJN, *Scirpus juncoides*; ELKU, *Eleocharis kuroguwai*; SATR, *Sagittaria trifolia*.

³⁾DAH, days after harrow; ⁴⁾DAT, days after transplanting.

려도 고려해야 할 것으로 생각된다.

어린모와 성묘 기계이양포장에서 왕우렁이 크기별, 투입량 및 투입시기에 의한 잡초방제효과 및 벼 피해율

왕우렁이 치패는 씨레질 직후 흙탕물 상태에서 살포하므로 잡초가 발아되기 전부터 활동하기 시작한다. 그러므로 잡초 발생초기부터 섭식이 가능하여 대부분의 잡초를 손쉽게 방제하는 것으로 생각된다. 어린모와 성묘 기계이양포장에서 치패 1, 2kg(2,000개)를 씨레질 직후에 투입하고 이양 후 50일에 잡초방제효과를 조사한 결과(표 3), 두 처리 모두 일년생잡초 피, 물달개비, 여뀌바늘, 알방동사니, 미국의풀 등 5종과 다년생잡초 올챙이고랭이, 올방개, 벼풀 등 3종 모두 100% 방제가 가능하였다. 그러나 대조구인 중패를 10a당 3kg을 투입한 경우, 피와 올챙이고랭이 등이 다소 발생하여 약 97%의 방제효과를 보였다. 이와 같은 결과로 볼 때, 치패의 제초효과는 중패와 대등하거나 우수한 것으로 나타나 앞으로 왕우렁이

의 크기나 사용시기에 대한 선택의 폭을 넓힐 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 치패는 온도가 너무 낮거나 높을 경우 먹이를 먹지 못하거나 죽을 수 있고 녹비작물이나 쌀겨에 의한 피해가 예상되므로 추후 이에 대한 면밀한 검토가 요구된다.

왕우렁이 중패는 부화한지 60~80일 정도 자란 것이 가장 왕성한 활동을 하기 때문에 일반적으로 많이 사용하고 있다. 그러나 왕우렁이를 너무 일찍 투입하거나 투입량이 많을 경우 벼 잎이나 새로 발생한 분얼경을 가해하는 피해를 일으킨다. 따라서 벼에 발생하는 피해를 줄이고 잡초방제 효과를 높이기 위한 방법을 구명하기 위하여 왕우렁이 치패(부화한지 30~40일)를 씨레질 직후에 투입하고 투입량을 달리하여 벼 피해 정도와 잡초방제효과에 미치는 영향을 조사하였다.

왕우렁이에 의한 벼 피해는 왕우렁이 중패(3kg 10a⁻¹)에서는 이양 후 10~30일 사이에 5~7% 정도의 하위엽 및 분얼경 피해가 있었으나 치패 1kg

Table 4. Injury levels of rice plant as affected by input amount of golden apple snail (GAS) in different seedling age.

Seedling age	Input amount or No. of GAS 10a ⁻¹ (input time)	Rice injury (0-100, 100, complete death)			Symptom
		10 DAT	20 DAT	30 DAT	
10-day old seedling	1kg or 2,000 (0 DAH) ¹⁾	0	0	1	leaf damage
10-day old seedling	2kg or 2,000 (0 DAH)	0	1	2	leaf damage
40-day old seedling	1kg or 2,000 (0 DAH)	0	0	1	leaf damage
40-day old seedling	2kg or 2,000 (0 DAH)	0	1	2	leaf damage
40-day old seedling	3kg or 600~750 (5 DAT) ²⁾	5	5	7	leaf damage, tiller node damage

¹⁾DAH, days after harrow.

²⁾DAT, days after transplanting.

(2,000개) 10a⁻¹의 경우는 묘령에 관계없이 이앙 후 30일에 1% 정도, 2kg(2,000개) 10a⁻¹ 투입에서는 이앙 후 20일부터 1~2% 정도의 하위엽 피해를 보였다(표 4). 또한 벼 생육중 주당 분얼수는 어린 모는 24.7 ~27.2개로, 중묘는 16.3~17.9개로 다

소 차이는 있었지만 왕우렁이의 크기나 투입량별로 유의적인 경향을 나타내지 않았다(표 5). 이와 같은 결과로 볼 때, 어린 왕우렁이는 씨레질 직후 흙탕물 상태로 살포하므로 이앙 후 살포에 비하여 간편하고, 성묘 뿐만 아니라 어린모에서도 벼 잎을

Table 5. Rice growth as affected by input amount of golden apple snail (GAS) in different seedling age.

Seedling age	Input amount or No. of GAS 10a ⁻¹ (input time)	Plant height (cm)		No. of tiller (hill)	
		20 DAT	50 DAT	20 DAT	50 DAT
10-day old seedling	1kg or 2,000 (0 DAH) ¹⁾	34	82	17.3	27.2 a ³⁾
10-day old seedling	2kg or 2,000 (0 DAH)	35	80	13.5	24.7 ab
10-day old seedling	Untreated	31	76	15.9	21.7 b
C.V (%)				6.3	7.1
40-day old seedling	1kg or 2,000 (0 DAH)	33	76	10.7	17.9 a
40-day old seedling	2kg or 2,000 (0 DAH)	34	78	10.4	17.8 a
40-day old seedling	3kg or 600~750 (5 DAT) ²⁾	33	75	9.9	16.3 a
40-day old seedling	Untreated	30	74	8.9	12.5 b
C.V (%)				18.0	10.5

¹⁾DAH, days after harrow.

²⁾DAT, days after transplanting.

³⁾Means within a column followed by the same letters are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

Table 6. Cost of golden apple snail (GAS) for weed control.

No. of GAS kg ⁻¹	Application rate (kg 10a ⁻¹)	Price (won kg ⁻¹)	Input cost (won 10a ⁻¹)	Index ¹⁾
250~300	5	5,500	27,500	100
250~300	3	5,500	16,500	60
2,000	1	12,000	12,000	44
1,000	2	10,000	20,000	73

¹⁾Index was calculated based on input cost of GAS relative to the number of GAS (250-300 kg⁻¹).

가해하는 피해를 줄일 수 있기 때문에 묘의 종류에 관계없이 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

왕우렁이 크기 및 투입량별 소요비용

왕우렁이 크기 및 투입량별로 소요되는 비용을 분석한 결과(표 6), 대비구인 중패는 10a당 5kg을 투입할 때 27,500원의 비용이 소요되나 3kg만을 투입하게 되면 약 40%의 절감효과가 있으며 치패 1, 2kg를 투입한다면 각각 54%, 27%의 절감효과를 보여 치패 1kg를 투입하는 것이 가장 경제적인 것으로 나타났다.

요 약

본 연구는 벼 친환경재배에서 왕우렁이의 크기, 투입시기 및 투입량에 따른 잡초방제효과와 벼에 대한 피해율을 구명하여 가장 적합한 잡초관리법을 찾고자 수행하였다. 이앙 후 5, 10 및 15일에 투입한 왕우렁이에 의한 잡초방제 효과는 각각 98%, 89% 및 58%로서 투입시기가 늦어질수록 잡초방제 효과는 낮아지는 경향을 보였다. 또한 왕우렁이 단독처리보다는 썰겨와 체계처리시 잡초방제 효과는 증가되는 것으로 나타났다. 왕우렁이의 투입시기가 늦어질수록 방제가 어려운 잡초는 여뀌, 피, 올챙이고랭이, 물달개비 등이었다. 효과적인 잡초방제를 위해 적합한 왕우렁이 중패의 투입시기 및 투입량은 이앙 후 5일 이내에는 3kg 10a⁻¹, 이앙 후 10일에는 6~7kg이었고 이앙 후 15일에는 7kg이었다. 따라서 왕우렁이 투입시기가 늦어질수록 투입량을 늘려야 할 것으로 기대된다. 왕우렁이 치패의 투입시기 및 투입량은 썰레질

직후에 1kg(2,000개) 10a⁻¹이었으며 피, 물달개비, 여뀌바늘, 알방동사니, 미국외풀, 올챙이고랭이, 올방개, 벼풀 등 모두 100% 방제가 가능하였다. 왕우렁이 중패(3kg 10a⁻¹)에 의한 벼의 하위엽 및 분얼경에 5~7% 정도 피해가 나타났으며, 치패 1kg(2,000개) 10a⁻¹의 경우는 묘령에 관계없이 벼의 하위엽에 1% 정도의 피해를 보였다. 그러나 왕우렁이의 크기나 투입량별로 처리한 후 조사한 벼의 초장과 분얼수에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 따라서 친환경벼 재배지에서 잡초방제효과, 벼 피해율 및 왕우렁이 비용 등을 고려할 때 왕우렁이 치패 1kg 10a⁻¹(2,000개)를 썰레질 직후에 투입하는 것이 가장 적합할 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

- 김도익, 김선곤, 최경주, 강범용, 박종대, 김정준, 최동로, 박형만. 2007. 전남지역 왕우렁이의 발생 생태 및 피해. 한국응용곤충학회지 46(1):109-115.
- 김중영. 1993. 왕우렁이 양식. 오성출판사. pp. 25-29.
- 김희동. 1998. 우렁이 투입에 의한 논잡초 방제효과. 한국유기농학회 상반기 심포지엄. pp. 83-90.

- 농업과학기술원. 2005. 벼 유기재배 가이드 북. pp. 164-165.
- 문영훈, 오동훈, 최정식, 나종성, 한성수. 1998. 벼 재배시 유기농업 활용자재의 특성 및 효과. 한국환경농학회지 17(4):319-323.
- 박주섭, 이상용, 강충관. 2001. 친환경농업기술을 이용한 벼 재배의 기술체계 및 경제성. 오리, 왕우렁이를 중심으로. 한국유기농학회지 9(2):69-81.
- 이상범, 고문환, 나영은, 김진호. 2002. 왕우렁이의 생리·생태적 특성에 관한 연구. 한국환경농학회지 21(1):50-56.
- 전남농업기술원. 2009. 벼 유기재배 첫걸음. 115 p.
- 정순재, 박홍식, 오주성, 최성관, 최봉출. 1999. 왕우렁이(*Ampullarius insularus*)의 섭식·생태 및 논 잡초 방제효과에 관한 연구. 한국유기농학회지 7(2):169-178.
- 平井剛夫. 1989. スクミンゴガイの發生と分布擴大. 植物防疫 43(9):34-37.
- Brmbeo-Tuburan, I., S. Fukumoto and E. M. Rodriguez. 1995. Use of the golden snail, cassava, and maize as feeds for the tiger shrimp, *Penaeus monodon*, in ponds. Aquaculture 131:91-100.
- [SAS] Statistical Analysis System. 2000. SAS/STAT Users Guide, Version 7. Cary, NC : Statistical Analysis Systems Institute, Electronic Version.