

## 왕우렁이 (apple snails)의 생리·생태적 특성에 관한 연구

이상범\* · 고문환 · 나영은 · 김진호  
농업과학기술원 농업환경부 환경생태과  
(2002년 1월 9일 접수, 2002년 2월 6일 수리)

### Physiological and Ecological Characteristics of the Apple Snails

Sang-Beom Lee, Mun-Hwan Koh, Young-Eun Na and Jin-Ho Kim (Environment and Ecology Research Division, National Institute of Agricultural Science and Technology, Suweon 441-707, Korea)

**Abstract** : This experiment was carried out to obtain some information about overwintering, physiological and ecological characteristics of apple snails. Another purpose of this experiment was to characterize an appetite for rice plants by apple snails and to elucidate their choice of fresh green ones (vegetables, some other crops, weeds in rice fields). The freshwater snails were found with higher population at sites abundant organic compounds such as plant debris and at regions with high temperature. They also prefer calcium-rich water. This is a naturally occurring process. Apple snails were exceptionally well-adapted to the south regions of Korea, especially Janghang, Jangseong and Haenam, even if the temperature of winter season is cold below 0°C. Apple snails were not very selective in their food choice and eat almost everything available in their environment. A snail have something called a radula in its mouth for grinding up its food. A apple snail also chews on fruits and young succulent plant barks. In case of reproduction, apple snails deposit about 157~784 (average of 321 eggs) milky white to pale orange colored eggs above the waterline. In approximately every 22.4 seconds a new egg appears. The total time needed to deposit a egg mass varies from 58 minutes~4 hours 13 minutes. Apple snails reproduct actively from May to June and from September to October. An appetite of apple snails for rice plants was the different depending on their size and growing stage for rice plants. Apple snails had a great appetite of rice plants as well as dropwort, tomato, cabbage, radish, aquatic plants etc. They preferred to eat young rice plants and drastically quit eating rice plants of over 40 cm in height. Thus considering the food preference of apple snail for various plants including rice, they were thought to be a potentially strong predator in fields, especially, at regions with warmer winter.

**Key words** : apple snail, overwintering, ecological characteristics, ricefield

## 서 론

연체동물 복족류에 속하는 왕우렁이 (apple snail)는 원산지가 열대지방인 중남미, 아프리카 및 동남아시아 등에 10속 (genera) 약 120여종이 서식하고 있는 것으로 알려져 있다. 이들 생물은 잡식성이고, 산란수가 월 1,000~1,200개<sup>1)</sup>로 번식력이 빠른 특징을 가지고 있어 세계의 많은 나라에서 식용의 목적<sup>2,3)</sup>으로 도입하여 이용되고 있다. 우렁이는 식용했을 때 좋은 단백질원<sup>4,5)</sup>이고, 또한 열을 식혀 주며, 갈증을 해소하고, 눈을 밝게 하며, 숙취를 없애주고, 간을 보호하며, 대·소변을 잘 나오게 하는 등 유용성이

동의보감 탕액편에 기록되어 있다.

그러나 현재 왕우렁이는 열대지방 뿐만 아니라 아시아지역 등에서 벼의 주요 해충으로 인식<sup>6,9)</sup>되고 있다. 일본농림수산성은 1984년 12월 20일 *Pomacea canaliculata* Lamarck를 식물방역법상의 농작물 유해동물로 지정<sup>9)</sup>하였고, 대만에서는 양식이 전면 금지되었다. 일본의 경우 식용으로 도입, 양식된 왕우렁이가 눈에 발생이 확인된 지역은 長崎, 高知, 静岡 등 10개 현이고, 하천 및 수로에 야생화된 지역은 群馬, 長野, 徳島, 山口의 4개 현으로 점점 북상되면서 벼의 피해면적이 1994년 구주지방의 경우 논 면적의 16%에 이르는 42,100 ha으로 심각한 상태에 놓여있다<sup>11)</sup>. 한편 작물중 벼에 대한 피해 사례는 필리핀<sup>12)</sup>, 브라질, 타이완, 콜롬비아, 볼리비아, 베네주엘라, 수리남 등에서도 보고<sup>13)</sup>되고 있다. 이들에 대한 화학적 방제 약제는 일본에 칼탐입제, 석회질소, 디셀

\*연락처자:

Tel: +82-31-290-0285 Fax: +82-31-290-0277

E-mail: sangblee@rda.go.kr

폰, 지오신수화제, 벤셀탑 등이 등록되어 있으나 살패 효과가 높지 않고 오히려 작물에 약해나 환경에 유해하므로 기본적으로 물관리 등에 의한 경종적 방법이나 잉어, 집오리 등을 이용한 생물학적 방제방법을 권장하고 있으나 모두 근원적인 해결책이 되지 못하고 있다<sup>9,14-17</sup>.

왕우렁이의 국내 도입은 1983년 2월 25일 정부승인을 받아 일본으로부터 이루어졌다. 도입 초기에는 식용목적으로 양식되던 것이 2001년 6월 농림부 조사에 의하면 친환경 농업의 일환으로 잡식성의 왕성한 먹이습성을 이용한 논잡초 제조용 방사가 2000년 179 ha 대비 147% 증가한 443 ha (50개 시·군 714 농가)에 달하고 있음을 보고하고 있다. 따라서 자연생태계로 방출된 왕우렁이들이 국내 환경에 적응, 귀화생물(歸化生物)로 정착이 확산됨에 따라 장래에 발생될 수도 있는 작물피해 예방 활용의 기초 자료를 얻고자 월동실태 등 몇몇 생리·생태적 특성과 벼 가해 특성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 생리·생태적 특성 및 수질분석

왕우렁이의 생태적 특성은 자연상태에 서식하고 있는 우렁이를 대상으로 월동장소, 번식시기, 산란장소 및 위치, 먹이습성, 형태적 특징 및 수질특성 등을 분석조사하고, 생리적 특성은 산란수, 난과크기, 산란소요시간, 알 크기와 무게, 부화새끼 크기와 무게, 산란우렁이 크기 등을 자연상태 서식 왕우렁이에서 관찰하기 어려울 경우 양식우렁이를 대상으로 조사하였다. 서식지 수질특성은 수질오염공정시험방법 (환경처고시 제91-97호 및 환경부고시 제99-208호)에 따라 pH (pH-meter Orion EA 940), EC (EC-meter, Orion M162), COD ( $K_2Cr_2O_7$ 법),  $NH_4-N$ ,  $NO_3-N$ ,  $PO_4-P$ ,  $SO_4$ , Cl (IC, Dionex DX-80 Ion analyzer), K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn (ICP, GBC Integra XMP SDS 270)을 분석하였다.

### 월동실태 조사

왕우렁이 월동실태는 양식장 및 제조용 왕우렁이 입식 주변 용수로를 중심으로 2000년 1월부터 2001년 6월까지 양평, 수원, 송탄, 아산, 장항, 충주, 음성, 칠곡, 장성, 해남지역에서 성체와 산란된 난과들을 조사하였다. 겨울철 성체 왕우렁이의 생사판정은 직접 서식지에서 활동상태로 확인하였고, 알은 현지에서 채집하여 실험실로 이동하여 온도  $26 \pm 0.5^\circ C$ , 습도 60~70%로 조절된 항온항습기 (Sanyo MIR 253) 내에 난과를 10일간 치상한 후 유패로 부화되는 여부를 가지고 판정하였다.

### 섭식특성 및 벼 가해성

식물체 종류별 섭식 특성은 벼, (양)배추, 무, 토마토, 콩잎, 호박, 미나리, 각종 논 잡초 및 수초 등을 각각 급여하고 1일후 섭식 여부를 관찰하였다. 한편, 벼 가해량 조사는 만금벼, 일품벼,

다산벼, 대진벼, 동진벼 5품종에 대하여 0.5~1 cm 정도 발아된 종자와 생육 상태별 초장 10, 20, 25, 30, 40 cm 전후의 벼를 시험에 공시하고, 동일한 먹이량과 종류를 급여하여 사육한 왕우렁이를 각고 크기별로 대형 (4.7 cm), 성체 (3.6 cm), 중형 (2.2 cm), 소형 (1.4 cm), 유체 (1.0 cm)의 5단계로 구분하여 유리 온실내에서 시험을 실시하였다. 왕우렁이 밀도는 제조용 왕우렁이 입식량의 2배에 해당하는 2마리/ $m^2$  (중형 왕우렁이 기준 10 kg/10 a)를 입식하였고, 벼 품종별로 섭식 선호도에 차이가 있는지의 평가를 위하여 각각 벼 생육 상태별로 동시에 급여하고 3일후 섭식 전후의 벼 생초중을 측정하여 피해율을 산정하였다.

## 결과 및 고찰

### 왕우렁이의 특성

#### 생리·생태적 특성

국내에 양식과 자연상태에 서식하고 있는 왕우렁이는 외부 형태학적 특성을 보면 서로 다른 2~3종으로 추측되는데 이는 도입에 의한 것인지, 아니면 변종에 의한 것인지 확실하지 않다. 번식은 봄부터 가을 사이에 산란을 통하여 지속적으로 이루어지고 있으며, 난과 밀도는 6월과 9월, 우렁이 밀도는 9월에 가장 높았다 (Fig. 1). 그러나 왕우렁이 원산지가 열대지방인 것을 감안해 볼 때 여름철에 더욱 번성할 것으로 기대되지만 7~8월의 난과 밀도와 8월의 우렁이 밀도가 낮았던 이유는 여름철 강우로 인하여 난과가 떨어져버리고 새끼와 성체 우렁이들이 물의 흐름에 따라 이동이 많았던 것으로 사료된다.

평상시의 왕우렁이는 수중에서 생활하지만 산란하려는 왕우렁이는 주로 어둠이 시작되는 해질녘부터 야간에 가까운 수면위 0.3~2 m 위치의 식물체 경엽이나 수로의 콘크리트 벽면 등으로 이동하여 산란하는데 1회에 개체당 산란수는 157~784개 (평균 321개)였다. Bombeo-Tuburan 등<sup>11)</sup>은 개체당 산란수가 월 1,000~1,200개에 부화율 80%로 번식력이 빠르며, Tanaka 등<sup>18)</sup>은 암컷의

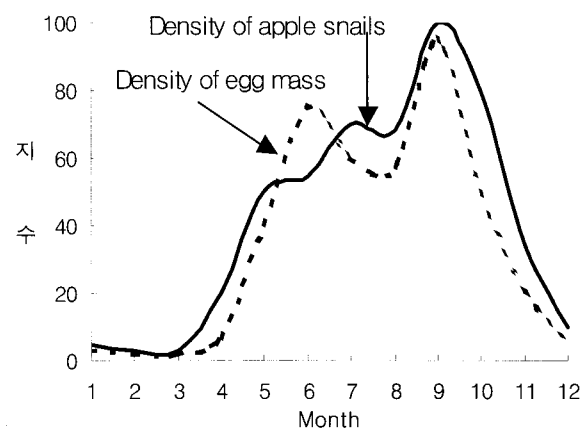


Fig. 1. Seasonal changes of apple snail density and egg mass.

Table 1. Some physiological characteristics of apple snails

Items	Means	Range
Size of egg (mm)	2.47	1.91 ~ 2.98
width	1.8	1.1 ~ 2.7
Size of clutch (cm)	length 4.3	3.1 ~ 6.5
height	0.94	0.74 ~ 1.34
Weight of egg (mg)		12.78
No. of egg deposition at once /apple snail	321	157 ~ 784
Size of baby snail (mm)	height of shell 1.69	1.45 ~ 1.93
width of shell	2.15	1.85 ~ 2.40
Weight of baby snail (mg)		3.32
Size of mother apple snail (cm)	height of shell 3.49	minimum 2.40<
width of shell	3.18	minimum 2.26<
Depositing time per egg (sec.)	22.4	1 ~ 59

서식밀도에 따라 차이가 있어 414~3,000개의 알을 산란한다고 하였다. 암수의 비율은 계절에 따라 차이가 있어 건조기간이 우기에 비하여 2.6배 정도 암컷의 비율이 높았다고 보고<sup>19)</sup>하였다.

산란형태는 타원형 난과를 형성하며 Table 1에서 보는바와 같이 난과 (가로×세로×높이)는 평균 1.8×4.3×0.94 cm로 왕우렁이의 연령 및 건강상태에 따라 차이가 있었다. 산란 직후의 알은 연한 우유빛 연분홍색이고 일정기간이 경과하면 딱딱해지면서 선홍색으로 변하며 부화기에는 흐린 연보라색으로 알의 성숙 단계별로 색이 변한다. 산란 총 소요시간은 58분~4시간 13분이 요구되며 1~2주 후에 부화되었다. 산란우렁이 크기 (각고×각경)는 평균 3.49×3.18 cm이나 적은 것은 2.40×2.26 cm 크기였다. 알의 크기는 2.47 mm, 무게는 12.78 mg 였고, 부화직후의 유체 크기는 평균 1.69×2.15 mm, 무게는 3.32 mg 이었다.

#### 형태적 특성

패각의 형태적 특징은 각경으로부터 시계 방향의 4~5개 나층과 각구에 뚜껑이 있는데 국내 도입 열대원산 왕우렁이와 토종우렁이간에는 형태적으로 Table 2에서 보는바와 같이 나층에 뚜렷한 차이가 있다. 열대원산 왕우렁이는 체층에 비하여 나층이 매우 낮는데 비하여 토종우렁이는 높을 뿐만 아니라 각고에 대한 각경 비율이 왕우렁이가 88%, 토종우렁이가 82%로 토종우렁이의 패각 형태가 상대적으로 뽀족하다는 것을 알 수 있었다. 또한 체층과 나층, 나층과 나층간의 교차 각도가 왕우렁이는  $\leq 90^\circ$  이지만 토종우렁이는  $90^\circ$  보다 컸다.

패각에는 두종류 모두 색대가 존재하는데 왕우렁이는 trans-

Table 2. Some morphological characteristics of freshwater snails

Sort	Body whorl (mm)	Spire/body whorl rate(%)			Shell width/height rate (%)	Color band
		1	2	3		
		spire	spire	spire		
Apple snail	100 (28.8)	16	11	8	88	transverse stria periostacal hairs
Domestic snail	100 (26.8)	48	30	17	82	transverse stria

Table 3. The overwintering forms and areas of apple snails

Area	Overwintering of apple snails						Remarks
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Oct.	
Jangs-eung	eggs, adults	eggs, adults	adults	adults	start reproduction	prepare for winter	overwintering
Haenam	"	"	eggs, adults	eggs, adults	"	"	"
Janghang	"	"	"	"	"	"	"

verse stria와 periostacal hairs가 있고, 토종우렁이는 transverse stria만 형성되어 있다. 이동할 때 이동판 또는 부착판의 모양은 왕우렁이는 달걀 모양이고 토종우렁이는 원형에 가까웠다.

#### 월동지역 및 월동한계선

양식장과 왕우렁이 농법 실천농가의 주변 용수로와 저수지 등을 대상으로 월동여부 실태를 10월부터 익년 5월 버 이상전까지 조사한 결과 (Table 3) 남부지방의 장성, 해남 및 충남 장항에서 월동하고 있음이 확인되었다. 그 외 조사지역 중 양평, 수원, 송탄, 아산은 11월, 충주, 음성, 칠곡은 12월까지 성체와 알이 모두 생존하였으나, 1월 이후에는 생존개체가 발견되지 않았다. 특히, 음성지방의 경우 12월에 얼음 두께가 4.2 cm로 결빙되었음에도 불구하고 왕우렁이들이 생존하고 있었는데 이는 기온이 영하로 떨어져도 결빙 아래의 수온은 2~3℃ 이상이 유지되기 때문인 것으로 사료된다.

월동형태는 주로 중·소형의 우렁이지만 일부는 알의 형태로

양지역의 식물체 줄기에 부착되었다가 5월 이후 부화되었다. 일반적으로 왕우렁이는 2~38℃의 수온범위에서 생존하는 것으로 알려져 있으며, 생존 하한선은 0℃에서 3일, -3℃에서 3일, -6℃에서 1일 내외로 보고<sup>20)</sup>되었다. 또한 14℃ 이하로 온도가 내려가면 활동을 정지하여 휴면상태로 돌입<sup>10)</sup>하게 되고, 혐기호흡이 6개월 이상 가능하여 주로 땅속에서 월동<sup>21)</sup>하지만 국내의 경우 대부분 논, 물웅덩이, 용수로 및 저수지 아래의 땅속과 수중에서 월동하였다.

따라서 중부내륙 및 북부지역에서 열대지방이 원산인 왕우렁이 월동은 4개월이 뚜렷한 국내 겨울철 기온에 적응하기에는 아직 한계가 있는 것으로 사려되지만, 국내 겨울철 평균기온 (Fig. 2)이 -1℃이고 수온이 최저 0℃ 이상이 유지되기 때문에 가까운 장래에 서서히 자연상태에 적응되어 전국적인 월동 가능성이 있다.

이상과 같이 직접 왕우렁이 월동이 확인된 지역을 12월~2월의 최저온도를 기준으로 고려하여 월동 가능지역과 예상지역을 구분해 보면 Fig. 2와 같다. 그러나 지구온난화 영향으로 따뜻한 겨울철 기온현상 지속으로 자연상태내 월동 서식은 점점 복잡될 것으로 예상된다.

서식지 환경

왕우렁이 도입 초기에는 식용으로 하우스에서 주로 양식되던 것이 최근에는 여름철에 논지 양식도 이루어지고 있다. 또한 왕성한 먹이 섭식 특성을 이용하여 친환경농업의 일환으로 개인농가와 지방자치단체에서 논잡초 제초용으로 활용되고 있다.

따라서 양식장의 외부와의 차단 관리시설 미흡으로 배수와 홍수에 의한 양식장 붕괴에 의하여 주로 방출되어 자연환경에 적응되던 것이 1992년 이후 친환경농업 (유기농업) 실천농가에서 소

위 왕우렁이 농법에 의하여 논에 입식함으로써 논에 남아 있거나 이미 주변 논과 용수로를 통하여 이동되어 주변 자연생태계 유출이 확산되어 가고 있는 실정이다. 파나마에서도 1980년대 말에 가문 호수에서만 발견되던 것이 빠른 속도로 번성하여 1994년 전국의 호수로 확산되어 서식하고 있다고 보고<sup>22)</sup> 되었다. 국내에서도 1983년 일본으로부터 도입된 왕우렁이가 약 20여년이 경과하는 사이에 양식 또는 논 잡초 제초용으로 입식하는 과정에서 용수로나 저수지로의 유출이 매년 전국 각 지역에서 이루어지고 있다. 우렁이는 흐르는 물보다는 정체되어 있는 물을 좋아하고 유기물이 많은 논, 용수로, 늪지, 저수지, 호수 등에 서식한다.

이들 서식지 수질특성 중 EC, COD, NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, Ca, Mg, Na, SO<sub>4</sub>, Fe 뿐만 아니라 K, NH<sub>4</sub>-N, Cl, Zn 등의 농도 범위는 넓게 분포하였다. 다만 특성화 할 수 있는 뚜렷한 수질특성은 Table 4에서 보는바와 같이 인산함량이 낮고, pH는 7.07~9.50로 약 알칼리성인 담수에 잘 서식한다는 것을 알 수 있었다. 기타 성분 함량 즉, 염농도가 높고 COD가 높을 지라도 크게 좌우되지 않고 오염된 담수에서도 잘 적응한다는 것이 증명되었다. Sharfstein과 Steinman<sup>3)</sup>도 이와 유사한 결과를 보고하였다. 또한 Jordan과 Deaton<sup>23)</sup>은 *Pomacea bridgesi*가 200 Osm의 농도에서도 80~100%가 생존하며, 담수에 바닷물을 20% 희석했을 때의 염분 농도에 해당하는 400 Osm가 되어야 치사할 정도로 염분에 저항성이 있다고 하였다.

먹이습성과 버가해성

왕우렁이는 논잡초는 물론이고 미나리, 벼, 배추, 토마토, 무, 호박 등 대부분의 농작물 및 이끼류, 동족의 알과 성체를 포함한 죽은 수중동물들을 섭식 (Table 5)하는 잡식성이었다. Fukushima

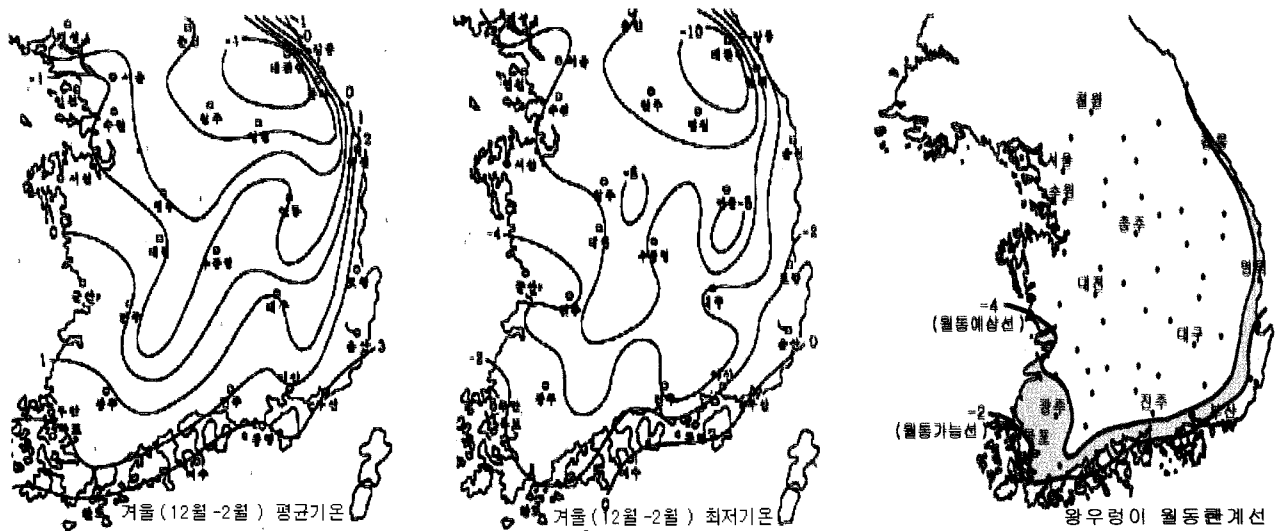


Fig. 2. Maps of mean and minimum temperature during winter season and the marginal line for overwintering of apple snails.

Table 4. Some properties of water quality in habitat of freshwater snails

Parameters	Means±SE	Range
pH(1:5 H <sub>2</sub> O)	7.48±0.90	7.07~9.50
EC(ds/m)	1.78±2.40	0.11~7.19
COD(mg/L)	26.9±17.8	6.40~68.16
NO <sub>3</sub> -N(mg/L)	2.20±1.75	0.72~6.16
PO <sub>4</sub> -P(mg/L)	0.10±0.19	0.01~0.59
Ca <sup>+2</sup> (mg/L)	73.2±88.9	3.96~236.30
Mg <sup>+2</sup> (mg/L)	36.9±53.2	1.62~160.0
Na <sup>+</sup> (mg/L)	208.4±348.5	12.79~1,094
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	122.8±215.6	6.42~680
Fe <sup>+2</sup> (mg/L)	0.29±0.22	0.05~0.73

Table 5. The ecological characteristics of apple snails

Species	Reproduction			Food
	forms	peak	site	
2~3	egg	June and September	plant stems, canal wall (0.3~2m above the waterline)	plants(rice, dropwort, tomatos, cabbage, radish, aquatic waterplants etc.), dead fishes and others

등<sup>24)</sup>은 왕우렁이가 참외, 수박, 상추, 가지, 토마토 등의 과일과 채소를 선호하며, 번식과 먹이 섭취량은 환경요인에 의하여 좌우되는데 무엇보다 수온의 영향이 크다<sup>25)</sup>고 강조했다.

양식장의 물순환 공급에 따른 배수과정, 홍수에 의한 양식장 붕괴 및 논잡초 제초용 입식 등을 통하여 방출된 왕우렁이가 지구 온난화 현상으로 야생밀도가 높아질 경우 왕성한 식물 섭식 특성으로 인하여 국내에서도 가까운 장래에 생태계 교란은 물론이고 직파제배와 이양 유효기 벼 및 기타 예기치 못할 직접적인 작물피해가 우려된다.

따라서 작물중에서 직접적으로 연관성이 많은 벼의 가해상태를 살펴보았다. Table 6과 Fig. 3에서 보는 바와 같이 왕우렁이는 크기에 관계없이 어린 싹을 모두 가해하였고, 이양후 45일된 벼는 각고 크기 3.6 cm 이상인 중대형의 왕우렁이만이 가해하였다. 아울러 벼잎과 뿌리의 섭식 기호성을 조사한 결과, 잎보다는 뿌리를 선호하였다.

왕우렁이 크기를 5단계로 구분하여 벼 품종과 생육단계별 가해특성 결과는 Fig. 3과 같다. 왕우렁이는 벼 품종에 따라 섭식 선호도에 차이가 있어 만금벼 가해율이 65.2%로 가장 높았고 다

Table 6. Appetite test for rice plant by freshwater snails with the different sizes

Rice	Size of apple snails(height of shell : cm)				
	Baby (1.0)	Young (1.4)	Small (2.2)	Middle (3.6)	Large (4.7)
Germ	+ <sup>#</sup>	+	+	+	+
45 days after transplatation	-	-	-	+	+

+ : eat, - : not eat.

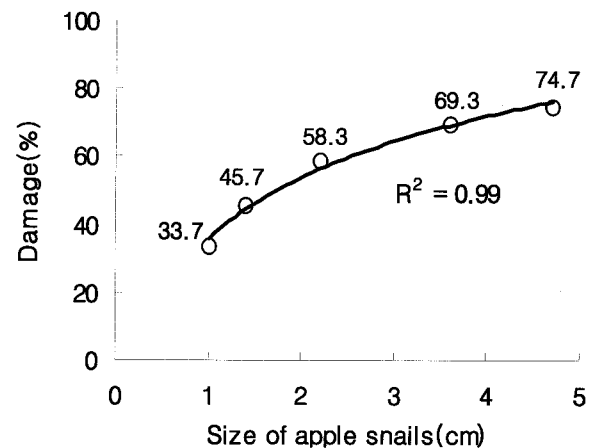
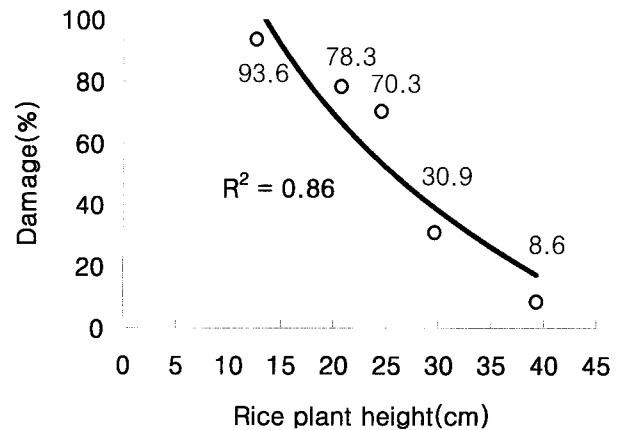
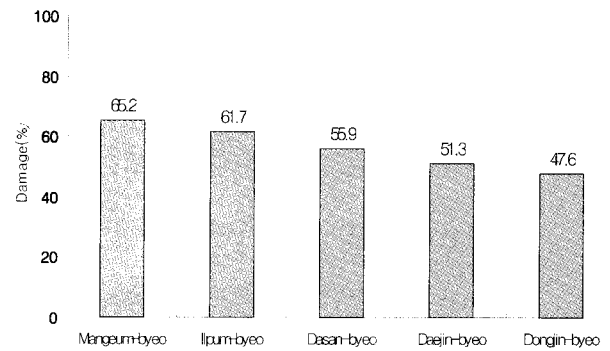


Fig. 3. The damage of rice plants attacked by apple snails.

음이 일품벼, 다산벼, 대진벼, 동진벼 순이었다. 벼 생육단계별로는 생육이 어릴수록 피해가 심하여 기계 이앙묘 크기인 10 cm 전후에 93.6% 이상을 가해하였고 초장이 40 cm 이상으로 생육이 되면 10% 미만으로 급격히 감소되었다. 왕우렁이에 의한 치명적인 벼 피해는 주로 이앙 직후부터 활착기인 20 cm 전후에 큰 것으로 나타났다. 한편, 왕우렁이 크기별로는 성체일수록 벼 가해율이 높지만 각고 1 cm인 유체 우렁이일 경우도 30% 이상 가해하였다. 이러한 결과는 연약한 벼 유묘에서 피해가 크고, 60일 이상의 묘에서는 경미하였다는 이<sup>26)</sup>의 결과와 유사하였으며, 박<sup>27)</sup>도 묘령이 적을수록 피해경율이 높았고 벼 품종간에도 차이가 있다고 지적하였다. 그러나 아직 자연상태 논에서 왕우렁이에 의한 벼 피해 여부는 확인되지 않고 있지만, 왕우렁이 농법을 실시했던 해남지방에서 민달팽이에 의한 벼 피해가 약간 발생했다는 농민의 증언에 미루어보면 왕우렁이에 의한 피해 가능성을 배제할 수는 없다.

일본의 경우 이미 九州 地域の 福岡, 長崎, 熊本縣 등 8개 현에서 왕우렁이가 야생화되어 논에 발생된 면적이 5,910.2 ha 달하고, 벼 피해면적은 170.9 ha에 이르러 심각한 상태에 처해있다<sup>13)</sup>. 이상의 결과로 볼 때, 야생화 왕우렁이 밀도가 일정 수준 이상이 될 경우 특히 남부지방의 직파재배와 이앙직후 벼의 피해는 심각한 상태가 될 수도 있음을 시사한다고 하겠다. 따라서 외래 도입생물들이 자연 생태계내에 전파되어 야생화가 어느 밀도 이상 진척되었을 때 생태계 교란은 물론이고 많은 문제점들이 발생될 수 있음을 간파해서는 안될 것이다. 이러한 실례로 열대원산 도입 생물종들인 블루길, 큰입배스, 황소개구리 등이 국내 기후에 적응되어 생태계에 심각한 문제로 대두되는데 약 20여년의 기간이 소요되었다는 사실에서 확인될 수 있다.

## 요 약

왕우렁이가 자연상태에 전파되어 서식되는 경로는 양식장의 배수시, 홍수로 인한 논지 양식장 붕괴 및 제초용 왕우렁이 입식에 의하여 이루어지고 있다.

왕우렁이의 생리적 특성을 보면 알 크기는 2.47 mm, 난피크기는 1.8×4.3×0.94 cm, 알무게 12.78 mg, 산란수 157~784개/1마리 (평균 321개/마리) 유체크기 1.69×2.15 mm, 유체 무게 3.32 mg, 최저 산란 왕우렁이 크기 2.40×2.26 cm 이상, 1개월 산란소요시간 22.4초 였다. 알의 색변화는 산란직후 우유빛의 연분홍에서 중기에는 선홍색, 부화직전에는 흐린 연보라색으로 변화하면서 부화된다.

왕우렁이 섭식 대상은 벼, 논잡초, 미나리, 토마토, (양)배추, 무, 호박, 콩잎 등 대부분의 농작물을 포함한 식물체 및 동족의 왕우렁이 등 수중동물이었다. 왕우렁이 월동지역은 장항, 장성 및 해남지역으로 양지녘의 식물체 줄기나 벼 그루터기에 산란된 알과 성체 상태로 저수지나 논외 물웅덩이에서 월동고, 5월 중순이

후 수로의 벽이나 식물체 줄기에 산란하며 6월과 9월에 번식이 가장 왕성하였다. 서식지 수질특성은 변이 폭이 컸으나 pH가 7.07~9.50 범위로 알칼리성에서 주로 번성하였다.

왕우렁이에 의한 벼 가해 양상중 벼 발아초기에는 왕우렁이 크기에 관계없이 모두 벼싹을 가해하였고, 벼품종과 생육시기에 따라 차이가 있으며 어린묘 일수록 가해율이 높았으며, 이앙후 45일 벼 (초장 약 73 cm)도 각고 3.3~3.5 cm 이상의 중형 왕우렁이는 가해하였다.

## 참 고 문 헌

1. Bombeo-Tuburan, I., Fukumoto, S. and Rodriguez, E. M. (1995) Use of the golden apple snail, cassava, and maize as feeds for the tiger shrimp, *Penaeus monodon*, in ponds, *Aquaculture* 131, 91-100.
2. 平井 剛夫 (1996) マレーシアとタイにおける スクミリンゴガイの 發生實態と防除對應, 植物防疫 50(6), 10-13.
3. Sharfstein, B. and Steinman, A. D. (2001) Growth and survival of the florida apple snail (*Pomacea paludosa*) fed 3 naturally occurring macrophyte assemblages, *Journal of the North American Benthological Society* 20(1), 84-95.
4. Matienzo, L. H. (1984) Wilson Ang's big foot snails, *Greenfields* 14, 24-29.
5. Naylor, R. (1996) Invasions in agriculture: Assessing the cost of the golden apple snail in Asia, *AMBIO* 25(7), 443-448.
6. Hirai, Y. (1988) Apple snail in Japan-the present status and management, *J.A.R.Q* 22(3), 161-165.
7. Halwart, M. (1994) The golden apple snail *Pomacea canaliculata* in Asian rice farming systems: Present impact and future threat, *Int. J. Pest Manage.* 40, 199-206.
8. Lach, L., Britton D. K., Rundell R. J. and Cowie, R. H. (2000) Food preference and reproductive plasticity in an invasive freshwater snail, *Biological Invasions* 2(4), 279-288.
9. Teo, S. S. (2001) Evaluation of different duck varieties for the control of the golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) in transplanted and direct seeded rice, *Crop Protection* 20, 599-604.
10. 横振植物防疫所 (1985) “ジャンボタニシ” 有害動物に 指定. 病害虫情報 16, 18
11. 平井 剛夫 (1989) スクミリンゴガイの 發生と 分布擴大. 植物防疫 43(9), 34-37.
12. Madamba, C. P. and Lamaya, E. (1987) The golden apple snail: boon or bane. In: Proceedings of the 18th anniversary annual convention of the pest control council of the Philippines, Davao City, No. 1, p.42-50.

13. Tanzo, K. E. R. and Barroga, J. W. (1989) Managing the golden kuhol pest problem. *Agribusiness Weekly*, 15pp.
14. 平井 剛夫 (1987) 스크미링고가의 생태와 방제. *농업および園藝* 62(5), 42-46.
15. 小澤 朗人, 牧野 秋雄 (1989) 스크미링고가의 생태와 방제. *植物防疫* 43(9), 38-41.
16. 菖蒲 信一朗 (1996) 스크미링고가의 생태와 방제. *植物防疫* 50(6), 3-9.
17. Yusa, Y. (2001) Predation on eggs of the apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae) by the fire ant *Solenopsis geminata*, *Journal of Molluscan Studies* 67(3), 275-279.
18. Tanaka, K., Watanabe, T., Higuchi, H., Miyamoto, K., Yusa, Y., Kiyonaga, T., Kiyota, H., Suzuki, Y. and Wada, T. (1999) Density-dependent growth and reproduction of the apple snail, *Pomacea canaliculata*: A density manipulation experiment in a paddy field, *Researches on Population Ecology* 41(3), 253-262.
19. Banpavichit, S., Keawjam, R. S. and Upatham, E. S. (1994) Sex ratio and susceptibility of the golden apple snail, *Pomacea canaliculata*, *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* 25(2), 387-391.
20. Oya, S., Hirai, Y. and Y. Miyahara. (1987) Overwintering of apple snails, *Pomacea canaliculata* Lamarck, in North Kyushu, *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 33, 206-212.
21. 宮原 義雄, 平井 剛夫, 大矢 慎吾 (1986) 水田作物을 加害するラプラタリンゴイ (ジャンボタニシ)의 發生. *植物防疫* 40(1), 31-35.
22. Angehr, G. R. (1999) Rapid long-distance colonization of Lake Gatun, Panama, by snail kites, *Wilson Bulletin* 111(2), 265-268.
23. Jordan, P. J. and Deaton, L. E. (1999) Osmotic regulation and salinity tolerance in the freshwater snail *Pomacea bridgesi* and the freshwater clam *Lampsilis teres*, *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology* 122(2), 199-205.
24. Fukushima, Y., Nakamura, S. I. and Fujiyoshi, N. (2001) Preference and feeding behavior of apple snail, (*Pomacea canaliculata*), for fruits and vegetables, *Japanese Journal of Crop Science* 70(3), 432-436.
25. Albrecht, E. A., Carreno, N. B. and Castro-Vazquez, A. (1999) A quantitative study of environmental factors influencing the seasonal onset of reproductive behavior in the South American apple-snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). *Journal of Molluscan Studies* 65(2), 241-250.
26. 이정운, 엄기백, 김철규 (1984) 왕우렁이에 의한 벼 피해조사. *농기연 시험연구보고서*. p.357-358.
27. 박정규, 조동진 (1985) 남부 2모작 지대에서 왕우렁이에 의한 벼 유평기의 피해조사. *경남진흥원 시험연구보고서*. p.513-515.