

Research Article

Open Access

우리나라 논 서식 물방개과의 지리적 분포

한민수, 김명현, 방혜선, 나영은, 이덕배, 강기경*

국립농업과학원 기후변화생태과

Geographical Distribution of Diving Beetles (Dytiscidae) in Korean Paddy Ecosystem

Min-Su Han, Myung-Hyun Kim, Hea-Son Bang, Young-Eun Na, Deog-Bae Lee, Kee-Kyung Kang*(Climate Change and Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-707, Korea)

Received: 30 Macth 2011 / Accepted: 15 May 2011

© The Korean Society of Environmental Agriculture

Abstract

BACKGROUND: The paddy ecosystem is periodically disturbed with a relatively consistent cycle in short term. However, in long term aspect, the paddy as habitats of organisms has been affected by the change in farming practices. Accordingly, the composition and their densities of fauna species inhabiting the wet paddy has been changed. The geological distribution of a species is very helpful to understand the past and current status of habitats and biodiversity.

METHODS AND RESULTS: We monitored 290 sites of open plain paddy or terraced valley paddy located in 138 cities or counties of South Korea and analyzed examine geological distribution of a taxon of freshwater invertebrates, diving beetles (Dytiscidae) which inhabited the paddy ecosystem. This survey was conducted from 2005 through 2007. The total species of diving beetles found in the paddy were identified to be 15 genus 26 species among the family of Dytiscidae. Among them, 24 species were found in the terraced valleys-in paddy fields, and 19 species were found in the open plain paddy fields. Eleven species of them were rarely found in the paddy. The average body size of the adult diving beetles of each species was

between 2.0 and 35.0 mm. Most of the diving beetle species except for 11 species with rare frequency of occurrence were found in almost all sites of the terraced valley paddy fields but three species (*Agabus browni*, *Agabus japonicus*, and *Ilybius apicalis*) were not found in the open plain paddy fields. The species distributed relatively widely over some sites of the open plain paddy fields were *Guignotus japonicus*, and *Rhantus pulverosus*. Specifically, *Ilybius apicalis* was found in a specific region, the east-southern part of Korean peninsula, whereas *Coelambus chinensis* was found only in valley paddy field of the region where *Ilybius apicalis* was not found. Overall distribution range of diving beetles in open plain paddy fields was limited to few area than in terraced valley paddy fields.

CONCLUSION(s): The differences in the range of distribution of diving beetles between terraced valley paddy fields and open plain paddy fields was thought to be the result of a complex action of physico-chemical environments such as annual water status and the degree of chemical application involving differences in the extent of disturbance of the paddy ecosystem, the connectivity of the paddy to an adjacent biotope, and interrelationships among competitors.

Key Words: Diving beetle, Dytiscidae, Geographical distribution, Paddy field

*교신저자(Corresponding author):

Tel: +82-31-290-0234 Fax: +82-31-290-0506

E-mail: kkkang@korea.kr

서론

생물종은 자기에 맞는 서식지를 선택하고 여기로부터 필요한 자원 등을 이용하여 서식지 환경변화에 적응해 나아가는 일정한 생활환을 가지고 생활함으로써 나름대로의 생태적 역할을 하고 있다. 종의 분포는 서식지의 온도, 수분과 같은 물리적 조건, 먹이(양분)와 같은 영양학적 조건 및 다른 생물종과의 경합과 같은 생물적 조건에 좌우되는데, 종의 먹이습성, 행동양식 및 번식양식에 따라 그 분포 영역은 달라진다(Odum, 1989). 인류는 오랜 기간에 걸쳐 인위적으로 서식지의 환경을 변화시킴으로써 생물학적 군집의 구성을 변화시켜 왔으며, 다수의 종의 소멸과 함께 지리적 분포를 결정하는데 커다란 영향을 미쳤다. 지구상의 많은 생물이 인위적인 교란에 의해 기후변화와 같은 변화된 서식환경에 적응하지 못하여 멸종되었음은 주지의 사실이다(IPCC, 2007).

논 생태계는 비교적 일정한 형태로 거의 매년 반복적으로 교란되는 생태계이다. 이러한 논 생태계는 장기적인 관점에서 보면, 영농기술의 발전과 함께 농약, 비료 및 퇴비와 같은 투입되는 자재의 양과 질, 그리고 경운방식의 변화 및 물 관리 등 여러 가지 측면에서 끊임없이 변화되어 왔다. 현재 논 생태계에서 발견되는 생물종들은 이러한 변화된 환경에 적응되어 온 것들이다. 그러나 인간에 의한 교란의 결과로서 갑작스런 변화가 온다면 이 변화에 대한 적응의 한계를 가지게 된다. 최근에는 기후변화와 같은 장기간에 걸친 변화에 따른 생태계에 미치는 영향에 대한 연구도 비교적 활발히 이루어지고 있다(Pearson and Dawson, 2003; Keizi, 2006)

논 생태계에서 벼 농사를 위해 물이 공급된 본답(本畓), 자연적으로 연중 물이 존재하는 습답(濕畓) 및 논과 인접한 물웅덩이에 서식하는 수서무척추동물은 논 생태계를 유지하는데 매우 중요한 지위를 차지하고 있다. 하지만, 벼 농사가 시작된 이래 5천년 동안 논 생태계가 유지·관리되어 왔음에도 불구하고 논 생태계에 서식하는 수서무척추동물에 대한 연구는 미미한 실정이었다.

물방개류는 물이 일시적 또는 영구적으로 유지되는 정수환경(standing water)에서 자생하며, 개체수도 많아서 흔히 발견되는 분류군이다(Larson, 1985; Nilsson and Söderberg, 1996). 정수환경은 연간 물이 계속적으로 존재하는 영구적 수역과 논과 같이 주기적으로 건답화하여 생기는 일시적 수역으로 구분할 수 있다. 물방개류는 영구적 수역에서 월동하고 봄에 이주하여 일시적 수역을 번식이나 발육으로 이용하는 종이다(Fernando, 1958; Wiggins et al., 1980; Williams, 1987). 이 종들은 논 내, 저수지, 수로 및 둠벙과 같은 논 생태계에서도 대표적인 중군이며(Saijo, 2001), 논 생태계 내에서 높은 단계의 포식자로서 역할을 한다. 따라서, 물방개류가 많이 서식한다는 것은 그 지역의 생물다양성이 높다는 것을 간접적으로 나타내는 것이라고 할 수 있다. 최근 Kim 등(2007)은 물방개류 4종(물방개, 검정물방개, 자색물방개, 알물방개)을 농업생태계에서 건전도를 평가할 수 있는 지표종으로 선발하였다.

국내에 분포하는 물방개과(Dytiscidae)는 한국곤충명집

(한국곤충학회와 한국응용곤충학회, 1994)에 20속 49종, 국가생물종지식정보시스템(www.nature.go.kr)에 19속 48종이 소개되어 있고, 논, 논둑과 주변의 농수로 및 둠벙을 포함한 논 생태계에는 18속 34종(Han et al., 2010)이 보고되어 있는 것으로 보아, 논 생태계에 국내 대부분의 물방개류가 서식하고 있다는 것을 알 수 있다.

우리나라에서 물방개류에 대한 보고는 그리 많지 않으며, 더구나 논에서 서식하는 물방개류에 대한 전국 분포에 관한 연구는 없는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 이들 물방개류를 보호하고 그들의 생태적 기능을 유지케 함으로써 건전한 논 생태계를 조성하기 위한 효과적인 대책을 수립하고자 논에서 서식하고 있는 그들의 지리적 분포를 조사하였으며, 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

채집시기, 장소 및 방법

채집은 2005년 5월 하순 이양기부터 2007년 9월 하순 수확기까지 논 내에서 전국 총 290지점을 대상으로 하였다(Fig. 1). 조사 대상은 전국 논을 대상으로 하였으며, 우리나라를 170개 시/군으로 구분하여 그 중에서 138개 시/군에서 조사하였다. 논 주변 환경적 특성을 고려하기 위하여 각 시/군에서 가능한 인접지역에 위치한 들녘과 곡간지 논을 선정하였다. 들녘은 경지정리가 이루어졌고, 논과 논 사이의 경사가 거의 없는 지역으로 단순한 지형적 특성을 가지고 있다. 반면에 곡간지는 경지정리가 되어 있지 않으며, 논과 논 사이의 경사가 심한 지역으로 상대적으로 복잡한 지형적 특성을



Fig. 1. Survey sites (290 sites) of diving beetles in open plain and terraced valley paddy field located in 138 cities or counties of South Korea.

Table 1. Frequency of occurrence and body size of Dytiscidae species inhabiting in paddy fields

Subfamily name	Scientific name	Body size of adult (mm) ^a	Frequency of occurrence (%) ^b	
			Valley paddy field	Open plain paddy field
Laccophilinae	<i>Laccophilus difficilis</i>	4.5 ~ 5.0	97.7	6.8
	<i>Laccophilus kobensis</i>	3.5 ~ 4.0	2.3	0.8
	<i>Laccophilus lewisius</i>	4.0 ~ 4.5	9.0	0.8
	<i>Laccophilus lewisioides</i>	3.5 ~ 4.0	1.5	0.0
Hydroporinae	<i>Hyphydrus japonicus</i>	4.0 ~ 4.9	85.0	5.3
	<i>Guignotus japonicus</i>	about 2.0	98.5	25.6
	<i>Coelambus chinensis</i>	4.1 ~ 4.9	75.2	6.8
	<i>Neonectes natrix</i>	3.0 ~ 3.6	0.8	0.8
	<i>Potamonectes simplicipes</i>	4.0 ~ 5.0	0.8	0.0
	<i>Hydrovatus subtilis</i>	2.4 ~ 2.7	2.3	0.8
Colymbetinae	<i>Copelatus weymarni</i>	4.8 ~ 5.4	18.0	0.0
	<i>Copelatus zimmermanni</i>	about 5.4	0.0	0.8
	<i>Agabus browni</i>	10.0 ~ 11.5	39.1	0.8
	<i>Agabus conspicuus</i>	9.6 ~ 11.6	0.8	0.0
	<i>Agabus insolitus</i>	about 5.8	7.5	0.0
	<i>Agabus japonicus</i>	6.0 ~ 7.4	72.9	2.3
	<i>Ilybius apicalis</i>	8.5 ~ 9.7	27.8	0.8
	<i>Rhantus pulverosus</i>	11.0 ~ 12.5	98.5	22.6
	<i>Rhantus yessoensis</i>	10.5 ~ 11.4	5.3	5.3
Dytiscinae	<i>Hydaticus pacificus</i>	10.0 ~ 15.0	0.0	0.8
	<i>Hydaticus thernonectoides</i>	9.0 ~ 10.0	1.5	0.0
	<i>Hydaticus grammicus</i>	9.0 ~ 11.0	98.5	24.8
	<i>Eretes sticticus</i>	11.0 ~ 16.0	2.3	0.0
	<i>Graphoderus adamsii</i>	13.0 ~ 14.0	11.3	0.8
	<i>Cybister japonicus</i>	30.0 ~ 40.0	1.5	0.8
	<i>Cybister brevis</i>	20.0 ~ 25.0	98.5	2.3

^aData modified from Mori and Kitayama (2002), and Han et al. (2010)

^bFrequency of occurrence (%) = the number of sites with a particular species/the total number of surveyed sites × 100

나타내고 있다.

중 밀도조사를 위한 시료 채취는 아래와 위가 트인 사각형의 아크릴로 된 틀(가로 50 cm 세로 20 cm 높이 20 cm)을 이용하여 벼 포기사이에 고정하여 물의 이동을 차단한 후 틀 안에 있는 물을 망목 150 μm의 망에 걸러서 채집하였다. 동일 논 내에서 채집은 3반복으로 실시하였다. 채집된 수서무척추동물은 70% 에탄올에 고정하여 아이스박스에 담아서 실험실로 운반한 후 해부 현미경(Leica DE/MZ 7.5)으로 동정하였다(Kurosawa et al., 1985; Tanida, 1985). 동정된 종은 액침표본 또는 건조표본으로 고정하여 국립농업과학원 농업생태연구실에 보관하고 있다.

$$F = \frac{n}{N} \times 100 \quad (1)$$

$F(\%)$ 는 곡간지 또는 들녘에서 대상 종이 출현한 논 의 빈도, n 은 대상 종이 출현한 시/군의 수, N 은 조사한 전체 시/군의 수(138개 시/군)이다.

각 종에 대한 분포도는 우리나라를 170개 지역으로 구분하여 ArcGIS 9.1프로그램을 통하여 제작하였다.

계급별 종분포의 그림과 두 그룹간의 중앙값의 차이를 확인하기 위한 검증은 SigmaPlot[®] 11(SYSTAT SOFTWARE, INC.)를 이용하였다.

결과 및 고찰

출현빈도와 분포도 작성

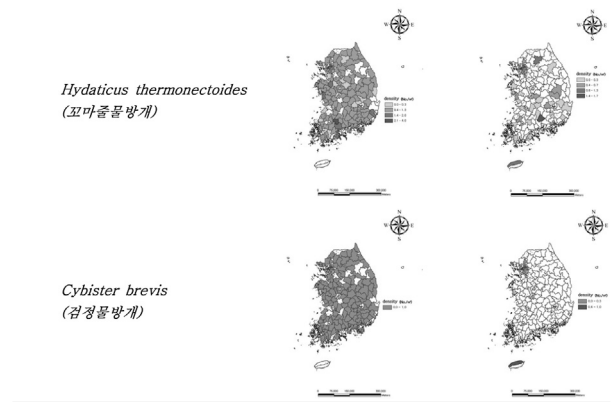
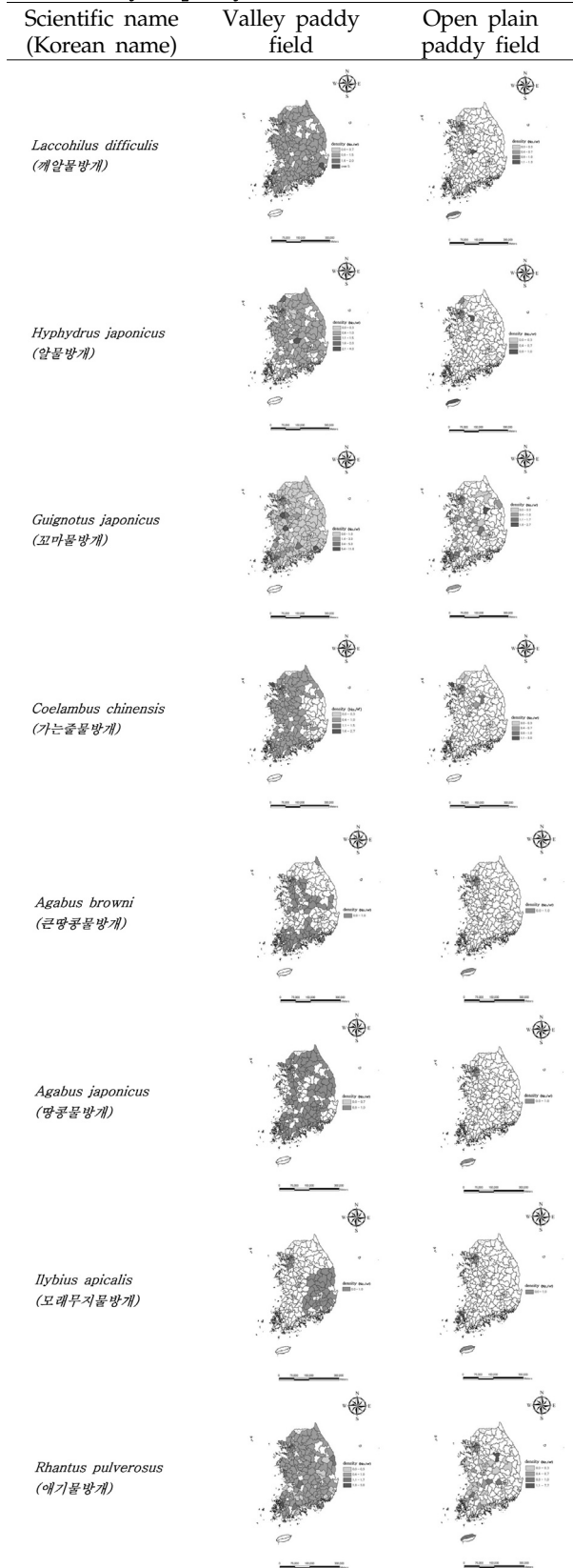
각 지역별로 조사된 물방개류의 전국적 분포를 파악하기 위하여 각 출현종의 출현빈도는 아래와 같이 계산하였다.

출현빈도 및 분포지역

본 연구에서 채집된 물방개과는 모두 15속 26종으로 Han 등(2010)이 논 생태계를 대상으로 보고 한 18속 34종에 비하

면 10종이 적게 확인되었다(Tabel 1). 그 이유는 논 생태계 중에서 논 내 즉, 본답(本畓)에서만 채집을 하였고, Han 등

Fig. 2. Geographical distribution of 10 species of Dyti-scidae family in paddy field.



(2010)은 본답뿐만 아니라 본답과 연결된 용수로, 배수로, 온수로 및 둠병 등을 포함하여 조사하였기 때문으로 생각된다. 채집된 26종은 개알물방개아과의 개알물방개, 동쪽개알물방개, 무늬개알물방개 및 *Laccophilus lewisioides*(국내 미기록종) 4종, 알물방개아과의 알물방개, 꼬마물방개, 가는줄물방개, 노랑무늬물방개, 외줄물방개 및 점툴물방개 6종, 등줄물방개아과의 애등줄물방개, 맴시등줄물방개, 큰땅콩물방개, 검정머리땅콩물방개, 머리땅콩물방개, 땅콩물방개, 모래무지물방개, 애기물방개 및 제주애기물방개 9종, 물방개붙이아과의 큰알락물방개, 알락물방개, 꼬마줄물방개, 잿빛물방개, 아담스물방개, 물방개 및 검정물방개 7종이었다. 일본에는 물방개과에 119종이 보고되어 있는 것을 보면(Mori and Kitayama, 2002), 국내에 미기록종이 상당수 있을 것으로 판단된다. Han 등(2010)은 물방개과에서 국내 미기록 4종(*L. lewisioides*, *Leiodytes miyamotoi*, *Copelatus minutissimus*, *Rhantus erraticus*)을 보고하였다.

채집된 26종의 전국적 출현빈도는 Table 1과 같다. 곡간지 논에서는 전체 채집된 26종 중에서 24종이 확인되었다. 곡간지 논에서 출현빈도 70% 이상을 나타내는 종은 개알물방개(97.7%), 알물방개(85.0%), 꼬마물방개(98.5%), 가는줄물방개(75.2%), 땅콩물방개(72.9%), 애기물방개(98.5%), 꼬마줄물방개(98.5%) 및 검정물방개(98.5%)로 총 8종이었다. 이들 종들은 우리나라의 전통적인 논 생태계 내에서 전국적으로 분포하는 일반종으로 평가될 수 있다. 상대적으로 중간 정도의 출현빈도를 나타내는 종은 큰땅콩물방개(39.1%) 및 모래무지물방개(27.9%)였다. 큰땅콩물방개는 전라남도를 중심으로 충청남북도, 경상도 일부 및 경기도 남부를 중심으로 분포하고 있었다(Fig. 2). 모래무지물방개는 경상남·북도를 중심으로 집중분포하고 있었으며, 이들의 분포 범위는 가는줄물방개와 중복되지 않는 것으로 나타났다(Fig. 2). 이러한 분포의 차이는 이들 종들의 생활방식과 그 지역 논 생태계의 구조적 차이에서 나타나는 것으로 판단되지만, 정확한 원인 파악을 위해서는 더 많은 연구가 필요하다. 그 외의 종들은 모두 20% 미만의 낮은 출현빈도를 나타내고 있었다(Table 1).

들녘에 위치한 논 내에서 확인한 물방개과의 종은 19종으로 논 전체에서 확인된 26종보다 7종이 적게 발견되었다. 이

들 7종은 *L. lewisioides*, 외줄물방개, 애들줄물방개, 검정머리땅콩물방개, 머리땅콩물방개, 알락물방개 및 잿빛물방개였다. 곡간지 논에 비하여 들녘 논에서 출현 종이 감소한 것들 종의 출현빈도에서도 확연하게 확인할 수 있었다(Table 1, Fig. 2). 특히, 곡간지 논에서 높은 출현빈도를 나타냈던 깨알물방개(97.7%), 알물방개(85.0%), 가는줄물방개(75.2%), 땅콩물방개(72.9%) 및 검정물방개(98.5%)의 출현빈도가 들녘 논에서는 각각 6.8%, 5.4%, 6.8%, 2.3% 및 2.3%로 급격히 감소함을 알 수 있었다. 이러한 결과는 물방개과를 포함한 논내의 수서생물이 저수지와 거리, 둠벙, 농수로와 본답의 연결성 및 식물상 등의 주변환경에 의해서 크게 영향을 받는다는 것을 의미한다. 들녘 논에서 상대적으로 출현빈도가 높은 종은 꼬마물방개(25.6%), 애기물방개(22.6%) 및 꼬마줄물방개(24.8%) 3종뿐이었다. 이들 3종은 곡간지 논에서도 출현빈도가 높은 종들이었으며, 다른 종들과 비교하여 상대적으로 경지정리와 같은 현재의 논 구조에 잘 적응하고 있는 것으로 생각된다. 상대적으로 출현빈도가 높은 이들 3종을 제외한 나머지 종들은 모두 출현빈도가 10% 미만으로 매우 낮게 나타나 경지정리가 잘 되어 있고 벼 재배기간 중 물의 공급이 중단되는 들녘의 평탄한 논 생태계가 수서생물의 서식처로는 매우 불리한 것을 보여주고 있다.

몸 크기에 따른 분포 특성

논 생태계 내에 출현하는 물방개과의 수서무척추동물의 평균 크기는 2.0 mm에서 35.0 mm까지 큰 차이를 나타내고 있었다(Table 1). 몸 크기를 4 계급으로 나누어 보면, 크기가 가장 작은 0 ~ 5 mm 사이에 가장 많은 10종이 분포하였고, 가장 큰 15 mm 이상을 가진 종은 2종이었다. 5 ~ 10 mm와 10 ~ 15 mm의 계급에 속하는 종은 각각 6종과 8종으로 나타났다(Fig. 4). 그 중에서 곡간지 논에서 출현빈도가 높은 (70% 이상) 8개 종과 들녘 논에서 출현빈도가 높은(20% 이상) 3종의 분포를 확인한 결과(Fig. 3), 곡간지 논에서는 각 몸 크기별로 1종 이상이 있는 것과 대조적으로 들녘 논에서는 중

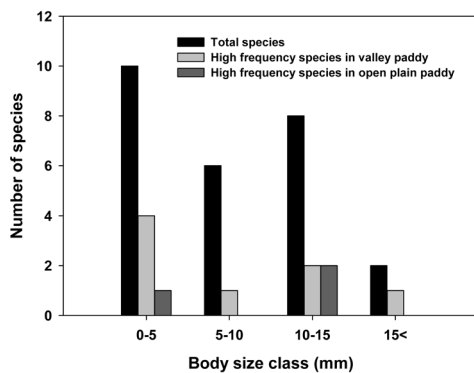


Fig. 3. The number of the species depending on body size for Dytiscidae species occurred with high frequency in the terraced valley or open plain paddy fields. The high frequency values are provided to over 70% in the terraced valley paddy field and over 20% in the open plain paddy field.

간 크기에 속하는 10 ~ 15 mm 계급에서 2종(애기물방개, 꼬마줄물방개)이 나타났으며, 작은 크기에 속하는 0 ~ 5 mm 계급에서는 1종(꼬마물방개)이 나타났다.

꼬마물방개는 논에 출현하는 물방개과 중에서 가장 작은 2.0 mm의 크기를 가지고 있으며, 이러한 작은 몸 크기가 들녘 논과 같은 단순한 생태계에서 상대적으로 높은 적응성을 나타낸 것으로 판단된다. 물방개과에서 상대적으로 가장 큰 계급에 속하는 검정물방개(약 25.0 mm)와 물방개(30.0 ~ 40.0 mm)는 들녘에 위치한 논에서는 거의 찾아 볼 수 없는 희귀종의 범주에 속하였다. 이러한 큰 크기를 가진 물방개류는 단순화되고, 개방된 들녘에 있는 논 생태계에서 천적에게 쉽게 노출되기 때문에 그 분포가 현저하게 줄었다고 판단된다. Nishihara 등(2006)은 논에 서식하는 중대형의 물방개류가 일본 환경성에서 발간하는 RDB(Red Data Book)에 기록된 확률이 특히 높다고 평가하였다.

논에 서식하는 물방개과 희귀종

곡간지에 위치한 논은 들녘에 위치한 논에 비하여 구조적으로 복잡하기 때문에 생물이 서식하기에는 상대적으로 유리한 조건을 가지고 있다고 볼 수 있다. 따라서, 곡간지 논에서 출현빈도가 3 지역(시/군)이하로 나타난 11 종은 비록 우리나라 야생동식물보호법 제2조 제2항에 의하여 지정되는 멸종위기야생동식물 I급과 II급에는 속하지 않지만 논에서 희귀하다고 할 수 있을 것이다. 이러한 희귀종은 동쪽깨알물방개(3곳), *L. lewisioides*(2곳), 노랑무늬물방개(1곳), 외줄물방개(1곳), 점톨물방개(3곳), 맵시등줄물방개(0곳), 검정머리땅콩물방개(1곳), 큰알락물방개(0곳), 알락물방개(2곳), 잿빛물방개(3곳) 및 물방개(2곳)로 확인되었다(Table 1). 곡간지 논에서 발견되지 않았던 맵시등줄물방개와 큰알락물방개가 제주도의 들녘 논에서 확인되었는데, 이는 이곳의 주변에 저수지와 넓은 면적의 담수 휴경논이 존재하고 있어서 한반도 내륙의 들녘에 있는 논과 비교해서 수서곤충에 매우 좋은 환경조건을 가지고 있었기 때문인 것으로 생각된다. 곡간지 논에서 희귀하게 확인된 모든 종들은 들에서도 역시 희귀하게 나타나거나 또는 확인되지 않았다. 곡간지 논에서 나타나지만, 들녘 논에서 나타나지 않는 종은 *L. lewisioides*, 외줄물방개, 애들줄물방개, 검정머리땅콩물방개, 머리땅콩물방개, 알락물방개 및 잿빛물방개로 총 7종이었다.

일본의 환경성 RDB(Red Data Book) 2000년도판에 기재된 논에 자생하는 물방개과는 8종이었으며, 이 중에서 멸종위기 I급은 줄물방개, 동쪽애물방개, *Cybister limbatus*, 애물방개 및 *Dytiscus sharpi*로 5종, 멸종위기 II급은 알락물방개와 *C. rugosus*로 2종, 준멸종위기종은 물방개 1종이다(Nishihara et al. 2006). 국내에는 아직까지 물방개과 수서동물은 멸종위기야생동식물로 지정되지 않았지만, 일본에서 지정된 동쪽깨알물방개, 알락물방개 및 물방개는 본 연구에서도 희귀성이 높은 것으로 확인되었다. 곡간지 논과 들녘 논은 구조적 차이가 서식범위에 영향을 주지 않은 종은 제주 애기물방개로 나타났으며, 이들은 곡간지에 있는 논 7곳에서

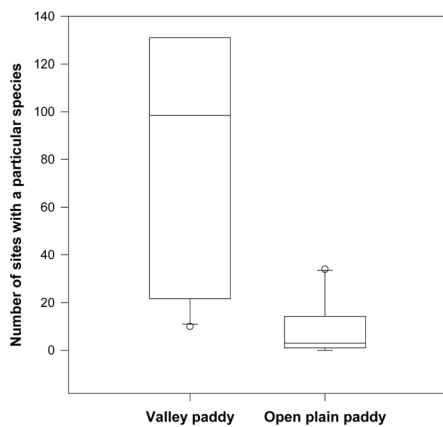


Fig. 4. The number of sites with a particular species in the terraced valley or open plain paddy fields for widely dispersed 14 species. Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks $p < 0.05$.

확인되었고, 들녘에 있는 논 7곳에서 확인되었다. 희귀 출현종과 분포 정도에 변화가 없는 종을 제외한 나머지 14종을 대상으로 곡간지 논과 들녘 논에서 출현하는 빈도를 확인한 결과(Fig. 4), 곡간지 논과 들녘 논에서 통계적으로 유의한 차이를 확인하였고, 들녘 논에서 상당히 낮게 나타났다. 이러한 결과는 현재의 곡간지 논과 같은 환경조건이 파괴되면, 논 생태계에 발견되는 상당수 생물종의 서식에 불리하게 될 것이라는 것을 의미한다.

요 약

논에 서식하는 물방개과의 전국분포를 파악하고자 2005년부터 2007년까지 3년간 전국 138개 시·군에 있는 곡간지 논과 평야지 논 총 290지점에서 조사하였다. 우리나라 전국의 논에서 확인된 물방개과는 총 15속 26종이었다. 전국 논에서 채집된 물방개과의 26종 중 곡간지 논에서는 24종이 확인되었고, 평야지 논에서는 19종이 확인되었다. 논에 서식하는 물방개과 중에서 전국적으로 그 출현빈도가 매우 낮은 희귀종으로는 동쪽개알물방개, *Laccophilus lewisoides*, 노랑무늬물방개, 외줄물방개, 점톨물방개, 맵시등줄물방개, 검정머리땅콩물방개, 큰알락물방개, 알락물방개, 잣빛물방개 및 물방개로 총 11종으로 확인되었다. 채집된 물방개류 종별 평균 크기는 2.0 mm ~ 35.0 mm로 나타났다. 들녘 논에 비교적 넓게 분포하는 종은 꼬마물방개, 애기물방개 2종 이었고, 큰땅콩물방개, 땅콩물방개, 모래무지물방개 등은 들녘 논에서 거의 발견되지 않는 희귀종이었다. 희귀종을 제외한 대부분의 물방개류는 전국의 곡간지 논에서 발견되었다. 특히적으로 모래무지물방개는 거의 경상남도에서 발견되었으며, 가는줄물방개는 경상남도를 제외한 지역에서만 발견되어 이 두 종간에 상호 경쟁관계가 있는 것으로 생각된다. 이와 같이 거의 모든 물방개류의 전국적 분포범위는 곡간지 논 의 교란형태 즉 물의 공급 방식, 비오톱과의 연계성 및 각 종의 몸 크기의 차이에 따른 먹이에 대한 경쟁관계 등이 복합적으로 작용하여 평야지에서의 물방개과 수서생물의 분포를 제한하는 것으로 판단된다.

논 서식 생물에 대한 전국적인 분포조사는 국가생물다양성 보전의 측면에서 중요하며, 서식지의 물리적 환경 및 영농관 리형태와의 연계성에 대한 정밀한 분석을 통하여 이들 종의 생물다양성을 증진시키는 요인을 찾아내는 것이 필요하다.

감사의 글

This study was carried out with the support of "Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. 200901FTH051430505), National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

참고문헌

- Fernando, C.H., 1958. The colonization of small fresh-water habitats by aquatic insects. 1. General discussion, methods and colonization in the aquatic Coleoptera. *Ceylon J. Sci. (Biol. Sci.)* 1, 117-154.
- Han, M.S., Kang, K.K., Na, Y.E., Bang, H.S., Kim, M.H., Jung, M.P., Lee, J.T., Hong, H.K. and Yoon, D.U., 2010. Aquatic invertebrate in paddy ecology of Korea, Kwang Moon Dang Press. Suwon, Korea, pp. 332-376.
- IPCC, 2007. Climate change 2007: Synthesis Report. IPCC. <http://www.ipcc.ch/>
- Keizi, K., 2006. Predicting impacts of global warming on population dynamics and distribution of arthropods in Japan. *Popul. Ecol.* 48, 5-12.
- Kim, J.G., Choi, Y.C., Choi, J.Y., Sim, H.S., Park, H.C., Kim, W.T., Park, B.D., Lee, J.E., Kang, K.K. and Lee, D.B., 2007. Ecological analysis and environmental evaluation of aquatic insects in agricultural ecosystem. *Kor. J. Appl. Entomol.* 46(3), 335-341.
- Kurosawa, K., Hisamatsu, S. and Sasaji, H., 1985. Colored illustrations of the Coleoptera of Japan. Volume III. Hoikusha Publishing, Osaka, Japan, p. 500.
- Larson, D.J., 1985. Structure in temperate predaceous diving beetle communities (Coleoptera, Dytiscidae). *Holarct. Ecol.* 8, 18-32.
- Mori, M. and Kitayama, A., 2002. Dytiscoidea of Japan, Bun-ichi Co., Ltd. Tokyo, Japan, pp. 53-164.
- Nilson, A.N. and Söderberg, H., 1996. Abundance and species richness patterns of diving beetles (Coleoptera, Dytiscidae) from exposed and protected sites in 98 northern Swedish lakes. *Hydrobiologia* 321, 83-88.
- Nishihara, S., Karube, H. and Washitani, I., 2006. Status and conservation of diving beetles inha-

- biting rice paddies. *Jpn. J. Conser. Ecol.* 11, 143-157.
- Odum, E.P., 1989. Ecology and our endangered life-support systems. Sinauer Associates, Inc. Publishers, USA, p. 283.
- Pearson, R.G. and Dawson, T.P., 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Glob. Ecol. Biogeogr.* 12, 361-371.
- Saijo, H., 2001. Seasonal prevalence and migration of aquatic insects in paddies and an irrigation pond in Shimane Prefecture. *Jpn. J. Ecol.* 51, 1-11.
- Tanida, K., 1985. An illustrated book of aquatic insects of Japan. Tokai University Press, Tokyo, pp. 1-198.
- Williams D.D., 1987. The ecology of temporary waters. Timber Press, Portland, Oregon, p. 205.
- Wiggins, G.B., Mackay, R.J. and Smith, I.M., 1980. Evolutionary and ecological strategies of animals in annual temporary pools. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 58, 97-206.
-