

Research Article

Open Access

## 논 생태계에서 영농방법에 따른 미꾸라지개체군의 변동 요인 분석

한민수,<sup>1</sup> 조광진,<sup>1</sup> 남형규,<sup>2</sup> 강기경,<sup>1</sup> 나영은,<sup>1</sup> 김미란,<sup>1</sup> 김명현<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립농업과학원, <sup>2</sup>경희대학교 생물학과 한국조류연구소

### Variation in Population Size of Mudfish by Agricultural Practices in Paddy Fields

Min-Su Han,<sup>1</sup> Kwang-Jin Cho,<sup>1</sup> Hyung-kyu Nam,<sup>2</sup> Kee-Kyung Kang,<sup>1</sup> Young-Eun Na,<sup>1</sup> Miran Kim<sup>1</sup> and Myung-Hyun Kim<sup>1\*</sup> (<sup>1</sup>National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-707, Korea, <sup>2</sup>The Korea Institute of Ornithology and Department of Biology, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea)

Received: 7 December 2012 / Revised: 15 January 2013 / Accepted: 1 February 2013

© 2013 The Korean Society of Environmental Agriculture

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

### Abstract

**BACKGROUND:** This study was carried out to compare population size of mudfish (*Misgurnus mizolepis*) between the agricultural practices and to investigate the causes of its differences. We also provided basic information for sustainable use of mudfish population in paddy fields.

**METHODS AND RESULTS:** Mudfish and benthic invertebrates which are diet of mudfish were investigated from 8 sites of organic and conventional rice paddy fields in South Korea. Total number of mudfish were 1,882 individuals in survey sites. Mudfish population were 2.4 times larger in organic paddy fields (1,333 individuals) than in conventional paddy fields (549 individuals). The population size of mudfish was larger in Mungyeong-si, Gyeongsangbuk-do and Anseong-si, Gyeonggi-do with relatively better environmental conditions than the other 5 sites including Suwon-si, Gyeonggi-do, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do, Gunsan-si, Jeollabuk-do, Gimje-si, Jeollabuk-do, Hwasun-gun, Jeollanam-do, Hamyang-gun, Gyeongsangnam-do.

Benthic invertebrates collected from survey sites were 74

species, 68 genera, 46 families, 19 orders, 6 classes and 3 phyla. According to agricultural practices, benthic invertebrates were identified 66 species, 62 genera, 41 families, 17 orders, 6 classes and 3 phyla in organic paddy fields while there were 66 species, 60 genera, 42 families, 18 orders, 6 classes and 3 phyla in conventional paddy fields. Dominant invertebrates were Chironomidae sp., Branchiopoda sp., Ostracoda sp., and Copepoda sp. There were no differences in dominant species between organic and conventional paddy fields. Population size of mudfish tended to increase with the population size of Chironomidae sp., Branchiopoda sp., Ostracoda sp., and Copepoda sp. But, only population of Chironomidae sp. and Copepoda sp. statistically related to population size of mudfish. The number of individuals of mudfish (*Misgurnus mizolepis*) was higher at the low rate of urban area than any other surveyed region and was affected by appearance ratio of main preys such as Chironomidae sp. and Ostracoda sp.

**CONCLUSION(S):** The population size of mudfish in rice paddy fields could be affected by environmental conditions and agricultural practices such as organic and conventional methods.

**Key Words:** Agricultural practices, Benthic invertebrates, *Misgurnus mizolepis*, Mudfish

\*교신저자(Corresponding author),  
Phone: +82-31-290-0234; Fax: +82-31-0206;  
E-mail: wildflower72@korea.kr

## 서론

우리나라에는 6속 17종의 미꾸리과 어류가 서식하고 있으며 이 가운데 8종은 한국고유종이다(Nalbant, 1963; Kim and Lee, 1990; Kim *et al.*, 2003). 미꾸리류는 가늘고 긴 체형과 장호흡으로 인해 수심이 얇고 수위변화가 빈번한 논에 서식하기 적합하며(Nam, 2007; Kim *et al.*, 2011), 습지 조류인 백로, 왜가리와 같은 섭금류의 주요 먹이가 된다. 미꾸리류는 다른 어류에 비해 논에 머무는 시간이 길고 논에서 산란하기 때문에 논 생태계의 환경변화에 매우 민감하게 반응한다(Saitoh *et al.*, 1988).

미꾸라지의 경우, 1980년대에만 해도 우리나라 전역의 늪이나 농수로에서 관찰할 수 있었으며, 그 양도 풍부하여 식용 및 낚시 미끼용 등으로 수출하기도 하였다(Kim and Lee, 1985). 그러나 경지정리와 논 면적의 감소와 같은 농업환경변화 그리고 화학비료와 농약의 사용에 따른 수질변화 등으로 인하여 논 생태계에 적응성이 높은 미꾸리류마저도 감소하고 있으며, 이로 인해 섭금류의 먹이원 확보에도 위협을 주고 있다.

한편, 저서무척추동물은 하천바닥의 돌이나 모래 등에 서식하며 이동능력이 낮고 서식환경과 수질오염정도에 따라 독특한 분포를 보여 수질오염을 평가하는 지표생물로 이용되고 있다(Surdick and Gauvin, 1978). 또한 어류와 같은 수서척추동물의 먹이원이 되는 등 1차 또는 2차 소비자로서 역할을 하기 때문에 수중생태계의 먹이사슬을 유지하는데 중요한 역할을 한다(Uchida, 1990). 논 생태계의 주요 어류종인 미꾸라지는 패각류, 깔다구류, 지각류 및 요각류와 같은 동물성 수서생물을 많이 섭식하는 것으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 2011; Oh, 2012).

국내 미꾸라지에 관한 연구는 형태 및 유전학적 특성(Lim *et al.*, 1996; Shin, 2012), 호흡체계(Oh, 2012), 장호흡 및 산소소비량(Nam, 2007), 영양성분과 이용(Kim and Lee,

1985)에 대한 연구가 이루어져 있으며, 생태적 연구로는 서식지의 환경특성 대한 연구(Jeong, 2010; Kim *et al.*, 2011)가 이루어져 있다. 한편, 국내 논 생태계에서 수서생물에 관한 연구는 거의 이루어져 있지 않으며, Han 등(2008)에 의한 수서무척추동물에 관한 조사가 일부 이루어져 있다(Oh, 2012). 논 생태계의 생태적 안정성을 확인하기 위해서는 먹이사슬의 상위에서 위치한 미꾸라지개체군을 파악하는 것이 중요하며, 또한 이들 미꾸라지개체군 유지에 영향을 주는 요인에 대한 원인 규명이 필요할 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 논 생태계 유지를 위해 중요한 지표가 되는 미꾸라지의 개체수를 유기재배 논과 관행재배 논에서 조사함으로써, 영농방법에 따른 미꾸라지와 미꾸라지의 먹이원이 되는 저서무척추동물의 차이와 함께 이들 상호간의 상관성을 밝히고, 나아가서 미꾸라지개체군의 크기에 영향을 주는 요인을 알아보고자 하였다.

## 재료 및 방법

본 연구는 2009년 7월부터 2009년 9월까지 경기도 안성시와 수원시, 충청남도 청양군, 전라북도 군산시와 김제시, 전라남도 화순군, 경상남도 함양군, 경상북도 문경시에 위치한 조사지역을 대상으로 각 지역별로 인접하고 있는 유기재배 논과 관행재배 논 2지점에서 미꾸라지의 개체수와 저서무척추동물의 종조성을 조사하였다(Fig. 1). 조사지역의 영농방법을 살펴보면 유기재배 논에서는 유기질비료를 연 2회 살포하고 살충제와 제초제는 사용하지 않았으며, 본답을 제초하기 위하여 지역별로 손 제초(수원시), 왕우렁이(안성시, 청양군, 군산시, 김제시, 화순군), 긴꼬리투구새우(문경시) 및 쌀겨(함양군)를 이용하는 것으로 확인되었다. 반면, 관행재배 논에서는 연 2회 정도 화학비료를 사용하고 연 3-4회 정도의 살충제를 이용하며, 본답 제초를 위하여 제초제를 사용하는 것으로 나타났다.

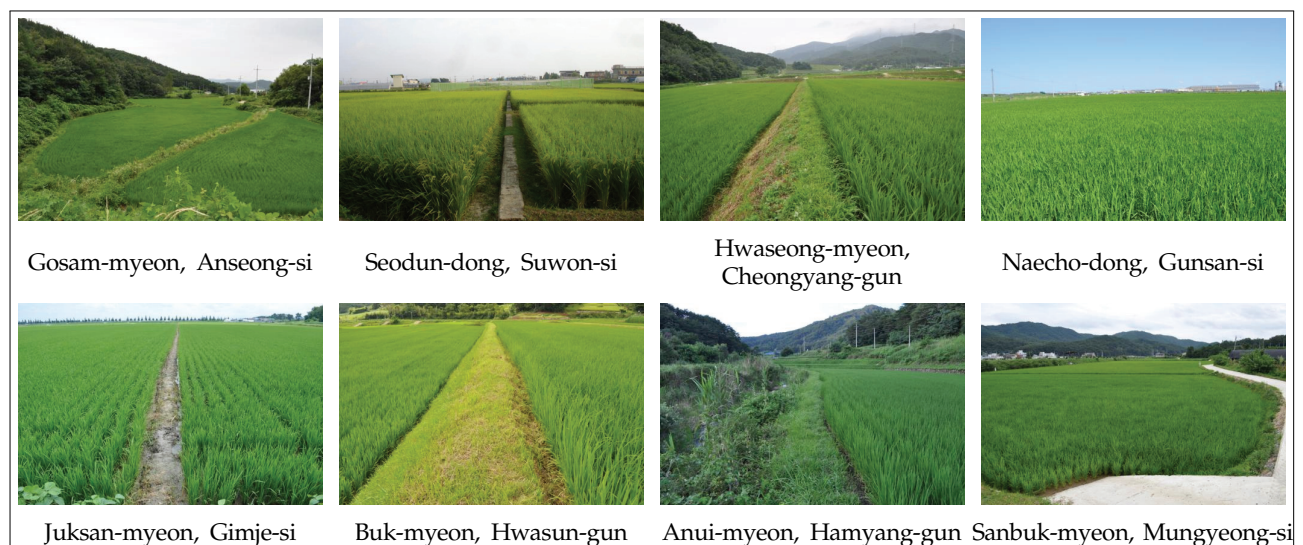


Fig. 1. Photos of 8 study areas.

조사지역에 서식하는 미꾸라지는 시판하는 길이 28cm, 지름 13cm의 미꾸리망 안에 유인제(어분)를 넣고 각 지점별로 3개씩 설치하여 지역별로 3-4회에 조사하였고, 회당 9일에서 21일 동안 설치해 놓았다가 포획하였다(Fig. 2). 개체군밀도는 지역별 미꾸리망의 설치기간이 다소 차이가 있어 조사지점별로 설치기간 1일당 포획된 개체수로 표기하였다.



Fig. 2. Traps for catching mudfish at paddy field.

저서무척추동물은 각 조사지점별로 미꾸리망의 설치 및 회수 시 동일 논 내에서 3번 반복하여 채집하였고 총 5회 조사하여 그 평균값으로 종별 개체수를 산정하였다. 저서무척추동물의 채집은 아래위가 트인 사각방형구(50×20×20cm)를 이용하여 벼 포기사이에 고정된 후 그 안에 물 2L를 담아 망목 150μm의 망(30×30cm)으로 거른 후 얼음상자에 담아 실험실로 이동하였다. 채집된 수서생물의 샘플은 실험실에서 분리하여 동정이 끝날 때 까지 70% 에탄올에 고정하였다. 고정된 샘플은 해부현미경(DE/MZ 7.5 Leica)을 이용하여 동정하였고 Han 등(2008)과 Yoon(1995)의 도감을 참고하여 기재하였다. 분류된 종과 개체수를 이용하여 지역별 다양도지수(Shannon and Wiever, 1949)를 산출하였다. 다양도지수가 낮다는 것은 조사지역을 구성하는 종수가 적거나 단지 몇 종에 의해 우점되어 있음을 의미하고 다양도지수가 높다는 것은 조사지역에 다양한 종들이 높은 우점도를 나타내고 있음을 의미하며 이는 종간상호작용이 다양하게 이루어지고 있음을 나타낸다(Choi, 2007).

## 결과 및 고찰

조사지역에서 포획된 미꾸라지는 총 1,882개체였으며, 영농방법별로 유기재배 논에서 1,333개체(평균 14.8), 관행재배 논에서 549개체(평균 6.1)가 조사되어, 유기재배 논이 관행재배 논보다 2.4배 높게 나타났다(Table 1). 동일 지역 내 비교에서도 관행재배 논보다 유기재배 논에서 약 1.7-4.8배 정도 많은 개체가 채집되었고, 함양군에서는 약 4.8배 정도로 큰 차이가 나타났다. 이는 관행재배 논에 투입된 화학비료,

제초제 등의 사용이 미꾸라지의 서식에 영향을 주었기 때문인 것으로 사료된다.

지역별로 설치기간 1일당 가장 많은 미꾸라지가 포획된 곳은 문경시로 유기재배 논에서 23.1개체, 관행재배 논에서 12.0개체가 채집되었고, 다음으로 안성시(유기논: 17.3개체, 관행논: 5.5개체), 화순군(유기논: 15.4개체, 관행논: 5.9개체) 순으로 나타났다. 한편, 설치기간 1일당 가장 많은 수의 개체가 채집된 문경시와 가장 적은 수의 개체가 채집된 함양군과는 약 8.5배(유기논 6.8배, 관행논 16.8배) 차이가 확인되었다. 개체수가 높게 나타난 문경시와 안성시는 조사지점 주변이 인위적인 간섭빈도가 높은 시가지 비율이 낮고, 산으로 둘러싸여져 다른 지역과 비교하여 주변 자연환경조건이 양호한 것으로 나타났다. 이는 영농방법뿐만 아니라 주변 자연환경이 논 생태계 내의 미꾸라지 개체수에 영향을 미친다는 것을 의미한다. 특히 문경시 조사지역의 주변은 미꾸라지의 서식에 영향을 줄 수 있는 농업지역, 산림지역, 초지, 습지, 나지, 수역 등이 다양하게 산재하고 있었다.

조사지역에서 채집된 저서무척추동물은 3문 6강 19목 46과 68속 74종으로 조사되었다. 영농방법별로는 유기재배 논에서 3문 6강 17목 41과 62속 66종이 조사되었고, 관행재배 논에서 3문 6강 18목 42과 60속 66종이 확인되었다(Table 2). 영농방법에 따른 저서무척추동물의 종수를 비교한 결과, 79.7%(59종)가 일치하였고, 유기재배 논과 관행재배 논 모두 정수역의 서식환경을 선호하는 깔다구류(Chironomidae sp.)가 우점하고 있었다. 그리고 그 외에는 새각류(Branchiopoda sp.), 패형류(Copepoda sp.), 요각류(Ostracoda sp.) 등이 우점하고 있어 영농방법별로 우점종의 차이는 크지 않은 것으로 확인되었다(Table 3).

종간 상호작용을 판단할 수 있는 종다양도지수는 유기재배 논이 1.55, 관행재배 논이 1.71로 관행재배 논이 좀 더 높게 분석되었으나 큰 차이는 확인되지 않았다. 영농방법별 수서곤충의 생태분석에서도 다양도지수의 차이(유기재배 논 2.41, 관행재배 논 2.70)는 거의 없으며(Kim et al., 2007), 논에 저서무척추동물의 다양성분석에서도 영농방법별 군집지수의 차이(유기재배 논 0.71-2.61, 관행재배 논 1.53-2.74)도 없는 것으로 보고되고 있어(Kim et al., 2009), 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

영농방법별로 저서무척추동물 종다양성의 차이가 나지 않음에도 불구하고 미꾸라지 개체수에서 큰 차이를 나타내는 원인을 구명하기 위해서 미꾸라지의 주요 먹이원인 깔다구류, 요각류 그리고 분류학적으로 패갑류와 지각류를 포함하는 새각류와 미꾸라지 개체수의 상관성을 살펴보았다. Kim 등(2011)에 의하면 논에 사는 미꾸라지는 동·식물성플랑크톤과 저서생물을 주 먹이원으로 하며, 저서생물 중에서는 깔다구류, 지각류(Cladocera sp.), 요각류가 먹이원으로서 높은 빈도를 차지한다고 하였다. 또한 Oh(2012)는 미꾸라지의 주요 먹이생물로서 패갑류(Conchostraca sp.), 깔다구류, 요각류를 보고하였다.

**Table 1. The number of mudfish captured at each surveyed site (OF : Organic paddy field, CF : Conventional paddy field;  $n=3$ )**

Site	Frequency of survey (Installation periods of traps)	Total No. of individual(mean)		No. of individual per day(mean)	
		OF	CF	OF	CF
Anseong-si	1st	not surveyed		not surveyed	
	2nd(13days)	74(24.7)	8(2.7)	5.7(1.9)	0.6(0.2)
	3rd(11days)	32(10.7)	8(2.7)	2.9(1.0)	0.7(0.2)
	4th(9days)	78(26.0)	38(12.7)	8.7(2.9)	4.2(1.4)
	Subtotal	184(20.4)	54(6.0)	17.3(1.9)	5.5(0.6)
Suwon-si	1st(14days)	13(4.3)	4(1.3)	0.9(0.3)	0.3(0.1)
	2nd(14days)	14(4.7)	4(1.3)	1.0(0.3)	0.3(0.1)
	3rd(11days)	44(14.7)	41(13.7)	3.7(1.2)	3.4(1.1)
	4th(9days)	56(18.7)	24(8.0)	6.2(2.1)	2.7(0.9)
	Subtotal	127(10.6)	73(6.1)	11.8(1.0)	6.7(0.6)
Cheongyang-gun	1st(13days)	88(29.3)	41(13.7)	6.8(2.3)	3.2(1.1)
	2nd(15days)	24(8.0)	7(2.3)	1.6(0.5)	0.5(0.2)
	3rd(21days)	39(13.0)	14(4.7)	1.9(0.6)	0.7(0.2)
	4th(21days)	12(4.0)	6(2.0)	0.6(0.2)	0.3(0.1)
	Subtotal	163(13.6)	68(5.7)	10.9(0.9)	4.7(0.4)
Gunsan-si	1st(13days)	31(10.3)	9(3.0)	2.4(0.8)	0.7(0.2)
	2nd(15days)	19(6.3)	7(2.3)	1.3(0.4)	0.5(0.2)
	3rd(21days)	34(11.3)	11(3.7)	1.6(0.5)	0.5(0.2)
	4th(21days)	29(9.7)	9(3.0)	1.4(0.5)	0.4(0.1)
	Subtotal	113(9.4)	36(3.0)	6.7(0.6)	2.1(0.2)
Gimje-si	1st(13days)	66(22.0)	7(2.3)	5.1(1.7)	0.5(0.2)
	2nd(15days)	41(13.7)	26(8.7)	2.7(0.9)	1.7(0.6)
	3rd(21days)	31(10.3)	8(2.7)	1.5(0.5)	0.4(0.1)
	4th(21days)	55(18.3)	34(11.3)	2.6(0.9)	1.6(0.5)
	Subtotal	193(16.1)	75(6.3)	11.9(1.0)	4.2(0.4)
Hwasun-gun	1st(13days)	104(34.7)	24(8.0)	8.0(2.7)	1.8(0.6)
	2nd(15days)	46(15.3)	29(9.7)	3.1(1.0)	1.9(0.6)
	3rd(21days)	41(13.7)	25(8.3)	2.0(0.7)	1.2(0.4)
	4th(21days)	48(16.0)	21(7.0)	2.3(0.8)	1.0(0.3)
	Subtotal	239(19.9)	99(8.3)	15.4(1.3)	5.9(0.5)
Hamyang-gun	1st(13days)	18(6.0)	4(1.3)	1.4(0.5)	0.3(0.1)
	2nd(15days)	9(3.0)	1(0.3)	0.6(0.2)	0.1(0.0)
	3rd(21days)	21(7.0)	6(2.0)	1.0(0.3)	0.3(0.1)
	4th(21days)	9(3.0)	1(0.3)	0.4(0.1)	0.0(0.0)
	Subtotal	57(4.8)	12(1.0)	3.4(0.3)	0.7(0.1)
Mungyeong-si	1st	not surveyed		not surveyed	
	2nd(13days)	133(44.3)	66(22.0)	10.2(3.4)	5.1(1.7)
	3rd(11days)	46(15.3)	25(8.3)	4.2(1.4)	2.3(0.8)
	4th(9days)	78(26.0)	41(13.7)	8.7(2.9)	4.6(1.5)
	Subtotal	257(28.6)	132(14.7)	23.1(2.6)	12.0(1.3)
Total		1,333(14.8)	549(6.1)	100.2(1.1)	41.8(0.5)

Table 2. Taxonomic numbers of benthic invertebrate of survey sites

Phylum	Class	Order		Family		Genus		Species	
		OF	CF	OF	CF	OF	CF	OF	CF
Arthropoda	Insecta	6	6	25	25	43	41	46	46
	Crustacea	5	6	5	6	5	6	5	6
Mollusca	Gastropoda	2	2	6	6	9	8	9	8
	Pelecypoda	1	1	1	1	1	1	1	1
Annelida	Hirudinea	2	2	3	3	3	3	4	4
	Oligochaeta	1	1	1	1	1	1	1	1
3	6	17	18	41	42	62	60	66	66

Note) OF : Organic paddy field, CF : Conventional paddy field

Table 3. List of benthic invertebrate collected at organic (OF) and conventional paddy field (CF) in study areas( $n=120$ )

Korean name	Scientific name	Mean number of individuals	
		OF	CF
연체동물문	Phylum Mollusca		
복족강	Class Gastropoda		
중복족목	Order Mesogastropoda		
논우렁이과	Family Viviparidae		
논우렁이	<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i> (Reeve)	2.00	1.20
왕우렁이	<i>Pomacea canaliculata</i> (Lamark)	27.13	
쇠우렁이과	Family Bithyniidae		
작은쇠우렁이	<i>Gabbia kiusiuensis</i> (S Hirase)	23.66	11.98
둥근입기수우렁이과	Family Stenothyridae		
둥근입기수우렁이	<i>Stenothyra glabra</i> (A Adams)	6.43	1.25
연체동물문	Phylum Mollusca		
복족강	Class Gastropoda		
기안목	Order Basommatophora		
물달팽이과	Family Lymnaeidae		
애기물달팽이	<i>Austropeplea ollula</i> (Gould)	25.02	29.96
원돌이물달팽이과	Family Physidae		
원돌이물달팽이	<i>Physa acuta</i> Draparnaud	21.63	17.15
또아리물달팽이과	Family Planorbidae		
또아리물달팽이	<i>Gyraulus chinensis</i> (Dunker)	15.20	14.58
수정또아리물달팽이	<i>Hippeutis cantori</i> (Benson)	19.84	13.83
배꼽또아리물달팽이	<i>Polypylis hemisphaerula</i> (Benson)	11.26	9.40
부족강	Class Pelecypoda		
백합목	Order Veneroida		
산골과	Family Sphaeriidae		
삼각산골조개	<i>Sphaerium lacustre japonicum</i> (Westerlund)	10.00	6.06
환형동물문	Phylum Annelida		
빈모강	Class Oligochaeta		
물지렁이목	Order Archiologochaeta		
실지렁이과	Family Tubificidae		
아가미지렁이	<i>Branchiura sowerbyi</i> (Beddard)	77.68	6.81



Table 3. continued

Korean name	Scientific name	Mean number of individuals	OF	CF
거머리강	<b>Class Hirudinea</b>			
부리거머리목	<b>Order Rhynchobdellida</b>			
넙적거머리과	<b>Family Glossiphoniidae</b>			
넙적거머리 sp.	<i>Glossiphonia</i> sp.		1.25	3.00
턱거머리목	<b>Order Arhynchobdellida</b>			
돌거머리과	<b>Family Erpobdellidae</b>			
돌거머리	<i>Erpobdella lineata</i> (Muller)		6.81	1.95
거머리과	<b>Family Hirudinidae</b>			
녹색말거머리	<i>Whitmania edentula</i> (Whitman)		1.33	1.00
말거머리	<i>Whitmania pigra</i> (Whitman)		1.00	1.00
절지동물문	<b>Phylum Arthropoda</b>			
갑각강	<b>Class Crustacea</b>			
요각류 sp.	Ostracoda sp.		401.44	264.75
새각류 sp.	Branchiopoda sp.		2775.77	1287.64
패형류 sp.	Copepoda sp.		2160.83	792.28
무갑목	<b>Order Anostraca</b>			
가지머리풍년새우과	<b>Family Thamnocephalidae</b>			
풍년새우	<i>Branchinella kugenumaensis</i> (Ishikawa)		58.55	10.25
배갑목	<b>Order Notostraca</b>			
투구새우과	<b>Family Triopidae</b>			
긴꼬리투구새우	<i>Triops longicaudatus</i> (LeConte)			1.67
극미목	<b>Order Spinicaudata</b>			
참조개벌레과	<b>Family Cyzicidae</b>			
털줄뽕조개벌레	<i>Caenestheriella gifuensis</i> (Ishikawa)		1.00	
등각목	<b>Order Isopoda</b>			
물벌레과	<b>Family Asellidae</b>			
물벌레	<i>Asellus hilgendorffii</i> (Bovalius)			1.00
곤충강	<b>Class Insecta</b>			
하루살이목	<b>Order Ephemeroptera</b>			
꼬마하루살이과	<b>Family Baetidae</b>			
연못하루살이	<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus)		14.19	13.67
잠자리목	<b>Order Odonata</b>			
실잠자리과	<b>Family Coenagrionoidae</b>			
아시아실잠자리	<i>Ischnura asiatica</i> (Brauer)		1.55	2.17
황등색실잠자리	<i>Mortonagrion selenion</i> (Ris)		2.00	1.00
청실잠자리과	<b>Family Lestidae</b>			
가는실잠자리	<i>Indolestes gracilis pregrinus</i> (Ris)		1.00	
묵은실잠자리	<i>Sympecma paedisca</i> (Brauer)		1.33	3.00
잠자리과	<b>Family Libellulidae</b>			
배치레잠자리	<i>Lyriothemis pachygastra</i> (Selys)		2.33	2.00
밀잠자리	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i> (Uhler)		4.25	4.75
된장잠자리	<i>Pantala flavescens</i> (Fabricius)		1.17	1.13
두점박이줄잠자리	<i>Sympetrum eroticum</i> (Selys)		2.59	1.80

Table 3. continued

Mean number of individuals			
Korean name	Scientific name	OF	CF
고추잠자리	<i>Sympetrum depressiusculum</i> (Selys)	1.70	3.80
깃동잠자리	<i>Sympetrum infuscatum</i> (Selys)	1.71	1.50
노린재목	Order Hemiptera		
물벌레과	Family Corixidae		
꼬마물벌레	<i>Micronecta sedula</i> Horváth	9.20	1.00
방물벌레	<i>Sigara substriata</i> (Uhler)	4.92	3.85
검정배물벌레	<i>Sigara nigroventralis</i> (Matsumura)	3.16	1.41
진방물벌레	<i>Sigara bellula</i> (Horváth)		9.86
송장혜엄치게과	Family Notonectidae		
송장혜엄치게	<i>Notonecta triguttata</i> Motschulsky	1.33	1.78
등글물벌레과	Family Pleidae		
꼬마등글물벌레	<i>Plea indistinguenda</i> Matsumura	4.00	
물장군과	Family Belostomatidae		
물자라	<i>Muljarus japonicus</i> (Vuillefroy)	1.12	1.17
소금쟁이과	Family Gerridae		
애소금쟁이	<i>Gerris latiabdominis</i> Miyamoto	1.53	1.33
실소금쟁이과	Family Hydrometridae		
애실소금쟁이	<i>Hydrometra procera</i> Horvath		2.00
장구애비과	Family Nepidae		
장구애비	<i>Laccotrephes japonensis</i> Scott	1.20	1.00
제아재비	<i>Ranatra chinensis</i> Mayer	1.33	1.50
깨알소금쟁이과	Family Veliidae		
긴깨알소금쟁이	<i>Microvelia douglasi</i> Scott	2.11	1.44
딱정벌레목	Order Coleoptera		
물방개과	Family Dytiscidae		
검정물방개	<i>Cybister brevis</i> Aube		1.25
가는줄물방개	<i>Coelambus chinensis</i> Sharp	2.75	1.00
아담스물방개	<i>Graphoderus adamsii</i> (Clark)	2.00	1.00
꼬마물방개	<i>Guignotus japonicus</i> (Sharp)	5.69	2.45
꼬마줄물방개	<i>Hydaticus grammicus</i> Germar	1.50	1.36
알물방개	<i>Hyphydrus japonicus</i> Sharp	3.05	2.64
깨알물방개	<i>Laccophilus difficilis</i> Sharp	3.21	2.82
테물방개	<i>Liodessus megacephalus</i> (Gschwendtner)	7.46	2.21
애기물방개	<i>Rhantus pulverosus</i> (Stephens)	2.53	1.80
물진드기과	Family Haliplidae		
중국물진드기	<i>Peltodytes sinensis</i> (Hope)	5.50	5.50
물진드기	<i>Peltodytes intermedius</i> (Sharp)		1.00
자색물방개과	Family Noteridae		
자색물방개	<i>Noterus japonicus</i> Sharp	2.95	
물뽕뽕이과	Family Hydrophilidae		
뒷가시물뽕뽕이	<i>Berosus lewisius</i> Sharp	5.14	5.29
애넓적물뽕뽕이	<i>Enochrus simulans</i> (Sharp)	4.56	2.33

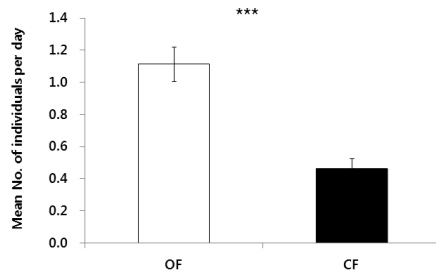
Table 3. continued

Korean name	Mean number of individuals		
	Scientific name	OF	CF
좁물땡땡이	<i>Helochares striatus</i> Sharp	1.00	
사돈물땡땡이	<i>Hydrochara affinis</i> (Sharp)	1.47	1.50
애물땡땡이	<i>Sternolophus rufipes</i> Fabricius	1.67	
<b>알꽃벼룩과</b>	<b>Family Helodidae</b>		
검정길쭉알꽃벼룩	<i>Cyphon sanno</i> (Nakane)		1.00
<b>파리목</b>	<b>Order Diptera</b>		
<b>각다귀과</b>	<b>Family Tipulidae</b>		
각다귀 sp.	<i>Tipula</i> sp.	2.00	3.00
<b>털모기과</b>	<b>Family Chaoboridae</b>		
털모기 sp.	<i>Chaoborus</i> sp.	1.00	1.00
<b>등에모기과</b>	<b>Family Ceratopogonidae</b>		
등에모기 sp.	Ceratopogonidae sp.	6.12	2.50
<b>갈따구과</b>	<b>Family Chironomidae</b>		
갈따구 sp.	Chironomidae sp.	2958.92	1053.24
<b>장다리파리과</b>	<b>Family Dolichopodidae</b>		
장다리파리 sp.	Dolichopodidae sp.	1.00	1.00
<b>등에과</b>	<b>Family Tabanidae</b>		
황등에붙이	<i>Atylotus horvathi</i>	1.00	
<b>꽃등에과</b>	<b>Family Syrphidae</b>		
꽃등에 sp.	<i>Phytomia</i> sp.		1.00
<b>물가파리과</b>	<b>Family Ephydriidae</b>		
물가파리 sp.	Ephydriidae sp.	6.56	18.38
<b>모기과</b>	<b>Family Culicidae</b>		
집모기 sp.	<i>Culex</i> sp.	6.71	4.65
<b>들파리과</b>	<b>Family Sciomyzidae</b>		
들파리 sp.	Sciomyzidae sp.	1.00	1.14
<b>나비날도래과</b>	<b>Family Leptoceridae</b>		
나비날도래 sp.	<i>Ceraclea</i> sp.	18.00	14.67

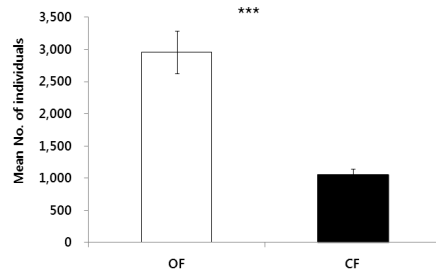
본 연구 조사지에서 미꾸라지의 먹이원이 되는 갈다구류, 요각류, 새각류 모두 관행재배 논보다 유기재배 논에서 더 많은 개체수가 서식하고 있으며 통계적으로도 유의한 차이가 확인되었다(Fig. 3). 이들 먹이원에 의해서 미꾸라지개체군의 크기가 결정되는지 여부를 확인하기 위하여, 각 조사지점 및 시기별 미꾸라지 개체수와 먹이원(갈다구류, 요각류, 새각류)의 상관관계를 확인하였다. 그 결과 미꾸라지의 먹이원인 갈다구류, 요각류, 새각류의 개체수가 증가함에 따라 모든 경우에서 미꾸라지 개체수가 증가하는 양상을 나타냈다(Fig. 4). 그 중에서 갈다구류가 통계적으로 가장 유의한 상관성을 나타냈으며, 새각류는 통계적으로는 유의하지 않게 나타났다. 이러한 결과는 논 생태계 내에서 미꾸라지 개체수는 주로 먹이원이 되는 갈다구류와 요각류에 의해 영향을 받는다는 것을 의미한다. 다른 연구에서도 미꾸라지는 당년생 초기에는

폐갑류를 주로 섭식하다가 성체가 될수록 갈다구류를 섭식하는 식성변화가 일어나며(Oh, 2012), 미꾸리과(Cobitidae)에 속하는 얼룩새코미꾸리(*Koreocobitis naktongensis*), 줄종개(*Cobitis koreensis*), 북방종개(*Cobitis pacifica*), 새코미꾸리(*Koreocobitis rotundicaudata*), 참종개(*Iksookimia koreensis*), 왕종개(*Iksookimia longicorpa*), 남방종개(*Iksookimia hugowolfeldi*) 등의 미꾸리류 모두 갈다구류를 주요 먹이생물로 이용하는 것으로 보고되어 있다(Choi, 2003; Kim and Ko, 2005; Kim *et al.*, 2006; Byeon, 2007; Choi and Byeon, 2009; Ko *et al.*, 2009; Hong *et al.*, 2011).

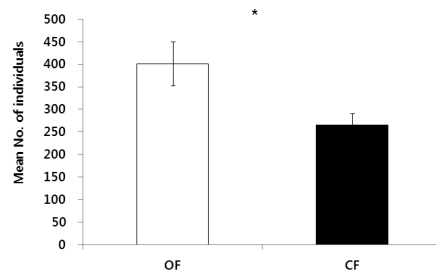




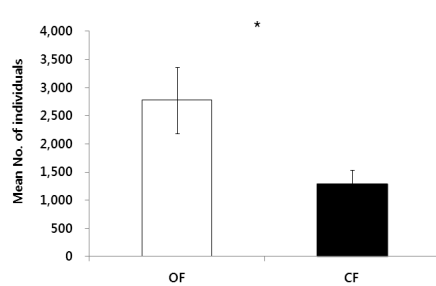
(a) mudfish



(b) Chironomidae sp.



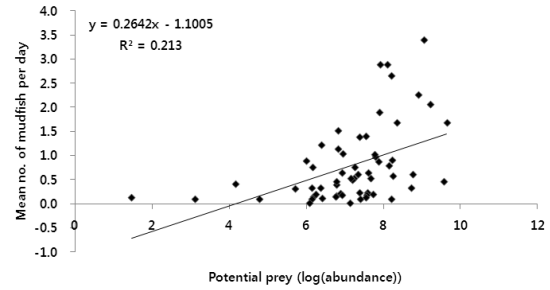
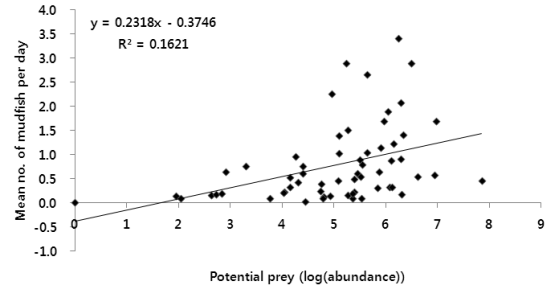
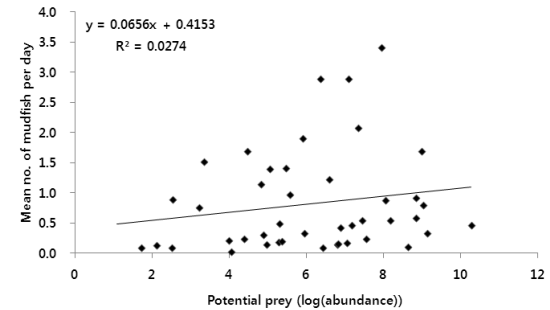
(c) Ostracoda sp.



(d) Branchiopoda sp.

OF : Organic paddy field, CF : Conventional paddy field.  
 \*, \*\*, \*\*\* : Significant at 5%, 1% and 0.1% respectively.

**Fig. 3.** Mean number ( $\pm$ SE) of mudfish (a,  $n=90$ ) and its food sources (b-d,  $n=120$ ) between organic and conventional paddy fields.

(a) Chironomidae sp. ( $p < 0.001$ )(b) Ostracoda sp. ( $p < 0.01$ )(c) Branchiopoda sp. ( $p = 0.35$ )

**Fig. 4.** Correlation between the mean numbers of mudfish and its food sources (a-c,  $n=60$ ).

결론적으로 논 생태계 주변의 자연환경조건이 일차적으로 미꾸라지개체군의 분포에 영향을 주며, 이차적으로 영농방법의 차이가 미꾸라지 먹이원이 되는 저서무척추동물군집에 영향을 주고, 마지막으로 먹이원의 양적 상태에 의해서 미꾸라지개체군의 크기가 결정되는 것으로 판단된다. 본 연구와 같은 어류의 식성과 먹이생물과의 관계에 대한 연구는 대상 어류의 먹이선호도 및 섭식습성을 이해 할 수 있을 뿐만 아니라 서식경쟁에서 중요한 요인으로 작용하는 먹이생물에 의한 서식지분리, 서식지특성 등을 파악하는데 많은 도움이 되며 미꾸라지를 포함한 논 생태계의 생물다양성 증진을 위한 기초 자료가 될 것으로 기대된다.

## 요 약

본 연구는 영농방법에 따른 미꾸라지개체군의 차이를 확인하고, 그 원인을 구명하기 위하여 전국 8지역의 유기재배 및 관행재배 논에서 미꾸라지와 저서무척추동물물을 채집하였다. 조사지역에서 포획된 미꾸라지는 총 1,882개체였으며, 영농방법별로 유기재배 논에서 1,333개체, 관행재배 논에서 549개체가 조사되었고 2.4배 차이가 확인되었다. 조사지역별로는 주변 자연환경조건이 좋은 문경시와 안성시의 미꾸라지 개체수가 높게 나타났다. 조사지역에서 채집된 저서무척추동물물은 3문 6강 19목 46과 68속 74종으로 유기재배 논에서 3문 6강 17목 41과 62속 66종이, 관행재배 논에서 3문 6강 18목 42과 60속 66종이 확인되었다. 우점종으로는 깔다구류, 새각류, 패형류, 요각류 등이 있었고 영농방법별로 큰 차이는 없는 것으로 확인되었다. 미꾸라지의 개체수와 저서무척추동물 중에서 미꾸라지의 주요 먹이원인 깔다구류, 요각류, 새각류를 비교해 본 결과, 깔다구류, 요각류 및 새각류의 개체수가 증가함에 따라 미꾸라지의 개체수가 증가하는 양상을 나타내었으나 새각류는 통계적으로 유의하지 않은 반면 깔다구류와 요각류는 통계적으로 유의한 결과를 나타내었다. 따라서 미꾸라지 개체수는 인위적인 간섭빈도가 높은 시가지 비율이 낮고 주요 먹이원인 깔다구류와 요각류의 출현율에 의해 영향을 받는 것으로 확인되었다. 결론적으로 논 생태계에 서식하는 미꾸라지개체군의 크기를 결정하는 요인으로는 주변의 자연환경조건과 영농방법에 의한 먹이원의 양적상태로 판단되었다.

## 감사의 글

This study was carried out with the support of "Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ008608)", National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

## 참고문헌

- Byeon, H.K., 2007. Ecology of *Koreocobitis rotundicaudata* (Cobitidae) in the Naerin Stream, Korea, *Kor. J. Ichthy.* 19, 299-305.
- Choi, B.G., 2007. Vegetation of Ulleungdo, Korea, MS thesis, Keimyung University, Deagu, Korea.
- Choi, E.K., 2003. Biology of the Southern Spined Loach, *Iksookimia hugowolfeldi* (Pisces, Cobitidae), MS thesis, Chonbuk National University, Chon-buk, Korea.
- Choi, J.K., Byeon, H.K., 2009. Ecological Characteristics of *Cobitis pacifica* (Cobitidae) in the Yeongok Stream, *Kor. J. Limnol.* 42, 26-31.
- Han, M.S., Na, Y.E., Bang, H.S., Kim, M.H., Kang, K.K., Hong, H.K., Lee, J.T., Ko, B.G., 2008. Aquatic invertebrates in paddy ecosystem of Kore, pp.1-529. National Academy of Agricultural Science, Suwon, Korea.
- Hong, Y.K., Yang, H., Bang I.C., 2011. Habitat, Reproduction and Feeding Habit of Endangered Fish *Koreocobitis naktongensis* (Cobitidae) in the Jaho Stream, Korea, *Kor. J. Ichthy.* 23, 234-241.
- Jeong, M.R., 2010. A study of habitat environmental characteristics of mudfish inhabited in rice field. MS thesis, Korea National University of Education, Chung-buk, Korea.
- Kim, H.S., Lee, H.K., 1985. Studies on nutrient composition of loach; 2. Seasonal variations in heavy metal contents of loach in various area, *Korean J. Nutr.* 18, 167-172.
- Kim, I.S., Choi, E.K., Yang H., Koh, M.H., 2003. Karyotype analysis of Southern spined loach, *Iksookimia hugowolfeldi* (Pisces, Cobitidae), *Kor. J. Ichthy.* 15, 127-129.
- Kim, I.S., Ko, M.H., 2005. Ecology of *Iksookimia Longicorpa* (Cobitidae) in the Seomjin River, Korea, *Kor. J. of Ichthy.* 17, 112-122.
- Kim, I.S., Ko, M.H., Park, J.Y., 2006. Population Ecology of Korean Sand Loach *Cobitis tetralineata* (Pisces; Cobitidae) in the Seomjin River, Korea, *J. Ecol. Field Biol.* 29, 277-286.
- Kim, I.S., Lee, J.H., 1990. Diploid-triploid hybrid complex of the spined loach *Cobitis sinensis* and *C. longicorpus* (Pices, Cobitidae), *Kor. J. Ichthy.* 2, 203-210.
- 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., Lee, D.B., 2007. Ecological analysis and environmental evaluation of aquatic insects in agricultural ecosystem, *Kor. J. Appl. Entomol.* 46, 335-341.
- Kim, J.O., Shin, H.S., Yoo, J.H., Lee, S.H., Jang, K.S., Kim, B.C., 2011. Functional evaluation of small-scale pond at paddy field as a shelter for mudfish during midsummer drainage period, *Korean J. Environ. Agric.* 30, 37-42.
- Kim, J.S., Kim, D.I., Kim, S.G., Kang, B.R. Ko, S.J., Lim, G.H., Kim, H.J., 2009. Biodiversity of benthic macroinvertebrate on organic rice paddy field, *Kor. J. Organ. Agric.* 17, 193-209.
- Ko, M.H., Park, J.Y., Kim, S.H., 2009. Habitat Environment and Feeding Habitat of *Iksookimia koreensis* and *Cobitis Lutheri* (Pisces: Cobitidae) in the Mangyeong River, Korea, *Kor. J. Ichthy.* 21, 253-261.
- Lim, H.S., Kim, M.S., Seok, Y.S., Park, S.D., Lee, H.H., 1996. Characterization and DNA Structure Analysis of Replication Origin of *Misgurnus mizolepis*, *Kor. J. Fish Aquat. Sci.* 9, 93-100.
- Nalbant, T.T., 1963. A study of the genera of Bottiinae

- and Cobitidae(Pisces, Ostariophysi, Cobitidae), Trav. Mus. Hist. nat. "Grigore Antipa", pp. 347-379.
- Nam, K.C., 2007. Intestinal respiration and oxygen consumption of mud loach(*Misgurnus mizolepis*), MS thesis, Pukyong National University, Busan, Korea.
- Oh, M.K., 2012. Study on respiratory system of *Misgurnus mizolepis* (Cobitidae) related to environmental change of rice field, PhD thesis, Chonbuk National University, Chon-buk, Korea.
- Saitoh, K., Katano, O., Koizumi, A., 1988. Movement and spawning of several freshwater fishes in temporary waters around paddy fields, *Jpn. J. Ecol.* 38, 35-47.
- Shannon, C.E., Weaver, W., 1949. The Mathematical Theory of Communication, University of Illinois Press, Urbana.
- Shin, L.S., 2012. Morphogenetic characteristics of Chinese muddy loach(*Misgurnus mizolepis*) and Muddy loach(*M. anguillicaudatus*), MS thesis, Chonnam National University, Gwangju, Korea.
- Surdick, R.F., Gauvin, A.R., 1978. Environment requirements and pollution tolerance of Plecoptera. EPA-600/4-77-062. Cincinnati, Ohio, USA.
- Uchida, S., 1990. Distribution of Plecoptera in the Tamagawa river system. central Japan, Kluwer Academic publishers.
- Yoon, I.B., 1995. An illustration of Korean aquatic insects, pp.1-262, Jeonghaengsa, Seoul, Korea.
-