

명지산 일대의 양서류

계 명 찬

한양대학교 자연과학대학 생명과학과

Amphibian Fauna in the Mt. Myungji

Myung Chan Gye

Department of Life Science, College of Natural Sciences, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

Abstract - Amphibian biodiversity, community structure and habitats were surveyed in the Mt. Myungji area from April 2002 to March 2003. During the survey period 2 orders, 4 families, 7 species of amphibians were observed. *Bombina orientalis* (DI = 45.1%) was dominant and *Bufo stejnegeri* (DI = 12.8%), *Rana rugosa* and *Rana dybowskii* (DI = 9.9% each) *Rana nigromaculata* and *Rana huanrenensis* (DI = 1.4% each), and *Onycodactylus fisheri* (DI = 7.0%) followed. Frequency of occurrence of *O. fisheri* and *B. stejnegeri* was largely different according to the altitude and human residence in their habitats. *R. nigromaculata* and *R. huanrenensis* showed low frequency of occurrence (<10%) suggesting the decrease in habitation density in this area. The species richness (R'), general diversity (H'), and evenness (E') of amphibians in this area were 0.98, 2.12, and 0.76, respectively, suggesting relatively healthy condition of amphibian community in this area.

Key words : amphibian, Mt. Myungji

서 론

습지 생태계에서 중요한 생태적 지위를 차지하는 양서류는 진화적으로 볼 때 최초의 육상 생활을 시작한 척추동물로 먹이연쇄의 중간단계 포식자로서 중요한 지위를 갖는다. 다양한 양서류에서 나타나는 유형성숙, 유형변태 등의 특징은 척추동물의 진화와 발생학 연구에 중요한 재료를 제공할 뿐 아니라 특히 수정란이 성체로 변태하기까지의 과정은 수환경 내에서 진행되므로 다양

한 환경오염원에 의한 생체 독성 및 발생프로그램의 변형, 생물 다양성의 변화 연구 및 수질의 평가에 중요한 모델이다 (Boyer & Grue 1995; Loeffler *et al.* 2001).

지난 반세기 동안 세계 도처에서 진행되고 있는 환경오염 및 서식지의 감소는 양서류 다양성의 감소를 초래하였고 이는 먹이연쇄의 구조와 기능을 변화시켜 생태계의 교란요인으로 부각되었다 (Cogger & Zweifel 1998). 최근 세계적으로 양서류를 비롯한 다양한 생물자원의 보고인 습지를 보호하기 위한 활동으로 탐사협약 등 국가간 협력이 강화되고 있다. 국내의 경우 많은 면적의 산림과 습지 및 하안, 무논 등 양서류의 주요서식지가 택지, 산업시설, 관광지 개발 및 도시계획으로 인해 파괴되어가고 있으며 이에 따라 양서류 서식밀도 및 다양성

본 연구는 한국학술진흥재단 연구비 (KRF-2002-005-C00022) 지원으로 수행되었음.

* Corresponding author: Myung Chan Gye, Tel. 02-2290-0958, Fax. 02-2298-9646, E-mail. mcgye@hanyang.ac.kr

이 빠르게 감소하고 있다.

경기도 지역은 수도권으로부터의 인구 유입이 꾸준히 늘어나고 있으며 도로, 산업시설이 팽창하고 있어 산림과 습지, 하천 등 자연환경이 크게 변화되고 있다. 따라서 국토의 효과적인 이용과 지속 가능한 개발을 위해서도 자연생태환경의 보호와 생물 다양성의 유지를 위한 노력의 매우 절실하다.

명지산은 경기도 가평읍에서 북쪽으로 16 km지점에 위치하고 있는 해발 1,265 m의 높은 산으로 태백산맥에서 갈라진 경주산맥의 중간에 위치한다. 명지산은 북쪽으로 국망봉과 경덕산, 백운산 능선과 연결되며 동으로 화악산과 연결된다. 북한강의 주요 지류인 가평천 상류의 명지산 계곡은 경기도 내 유일한 청정지역으로 생태계가 잘 보전되어 왔으나 최근 도로의 확장개설과 꾸준한 유동인구의 증가 등으로 인해 생태계에 대한 위협이 증가하고 있다.

본 연구의 목적은 명지산 일대의 양서류 분포 및 서식지 현황을 파악함으로써 앞으로 이 일대 양서류 자원 보존에 필요한 기본 자료를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 조사시기

- 1차 조사 : 2002년 4월 25일~4월 30일
- 2차 조사 : 2002년 10월 9일~10월 14일
- 3차 조사 : 2003년 2월 19일~2월 20일
- 4차 조사 : 2003년 3월 19일~3월 20일

2. 조사지역

명지산 일대의 임산리계곡, 도대리 명지천, 도대리 명지산 주등산로 계곡, 목동리 일대의 양서류 현황을 조사하였다(Fig. 1).

3. 조사방법

양서류 중 도롱뇽류는 산 계곡 주변의 낙엽, 자갈 밑, 고목 밑을 관찰하여 은신하고 있는 종을 조사하였고 유체 및 알은 고인 물웅덩이나 흐르는 계류의 돌을 들추어 관찰하였다. 개구리류는 논과 산 주변의 웅덩이나 계곡을 따라 포충망(망목 1 mm × 1 mm)을 이용하여 08시부터 일몰까지 채집하였으며 일몰 후부터 22시까지의 야간에는 랜턴 조명 하에 채집하였다. 간접확인법으로 양서류중 개구리류는 야간에 울음소리를 청취하여 종을 식별하였다. 양서류 목록은 강과 윤(1975), Zhao and

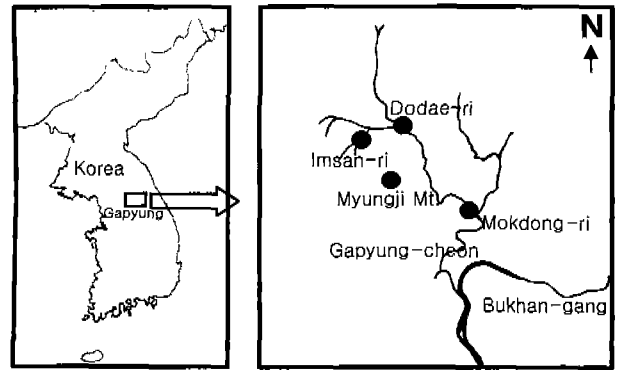


Fig. 1. Map of sampling sites of amphibian in Mt. Myungji.

Adler (1993), 양(2000)을 참고로 분류 및 동정 후 작성하였다.

4. 생물학적표본 추출법에 의한 생태측정 (Ecological measurement)

조사지역별로 채집 및 확인된 종들에 대하여 매회 조사 때마다 개체 수를 기록하여 아래와 같은 지수를 정량적으로 분석하였다.

(1) 우점도(Dominance Index, D'): 각 조사 지점별로 개체 수 현존량에 의하여 우점도를 산출하였다(McNaughton, 1967).

(2) 종다양도(Biodiversity Index, H'): Margalef의 정보이론(information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function (Pielou 1966)을 사용하여 산출하였다. 이는 동물군집의 종풍부도와 개체 수의 상대적 균형을 뜻하는 것으로 군집의 복잡성을 나타낸다.

(3) 균등도(Evenness Index, E'): 균등도 지수는 군집 내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou (1975)의 식을 사용하여 산출하였다(Ludwig & Reynolds 1988).

(4) 종풍부도(Richness Index, R'): 종풍부도 지수는 총 개체 수와 총 종 수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서, 그 값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 본 연구에서는 대표적인 지수인 Margalef(1958)의 지수를 사용하여 산출하였다.

(5) 상대밀도(Relative density, R.D.): 특정 종의 개체 수를 우점종의 개체 수로 나눈 후 백분율로 표기하였다.

5. 위협도 평가

조사 기간 동안 확인된 양서류를 대상으로 Patton

Table 1. List and number of amphibia in the Mt. Myungji

Species	Adult				Larvae/Tadpole					Egg/embryo clutch					
	No. of indiv.	I	D	P	M	No. of indiv.	I	D	P	M	No. of indiv.	I	D	P	M
<i>Onycodactylus fisheri</i>	10			○		7			○		2			○	
<i>Bombina orientalis</i>	32	○	○	○	○	>500	○	○	○	○	10	○	○	○	○
<i>Bufo stejnegeri</i>	18	○	○			<100	○	○			1	○	○		
<i>Rana nigromaculata</i>	1		○			<50		○			2		○		
<i>Rana rugosa</i>	7	○	○	○	○	<50	○	○	○	○	1	○	○	○	○
<i>Rana dybowskii</i>	7	○	○			<100	○	○			3	○	○		
<i>Rana huanrenensis</i>	1	○													

I, Imsan-ri valley; D, Dodae-ri valley; P, Park area of Mt. Myungji; M, Mokdong-ri; ○, observed.

(1992)의 방법으로 4개 조사지점에 대하여 전체 확인종의 확인횟수에 따른 출현빈도, 확률, 풍부도와 위협도를 평가하였다.

결과 및 논의

명지산 일대의 양서류는 총 2목 4과 7종이 발견되었으며, 이 중 성체를 기준으로 꼬리치레도롱뇽(*Onycodactylus fisheri*)이 총 10개체, 무당개구리(*Bombina orientalis*) 32개체, 물두꺼비(*Bufo stejnegeri*) 18개체, 참개구리(*Rana nigromaculata*) 1개체, 음개구리(*Rana rugosa*) 7개체, 북방산개구리(*Rana dybowskii*) 7개체, 계곡산개구리(*Rana huanrenensis*) 1개체가 발견되었다. 이 중 가장 많이 발견된 종은 무당개구리이며, 성체기준으로 총 32개체가 발견되었다(Table 1). 꼬리치레도롱뇽의 난괴 및 유생은 도대리 명지산 등산로 주변의 계곡에서 확인되었다. 무당개구리의 난괴 또는 유생 및 올챙이가 전지역에서 가장 많이 발견되었고, 물두꺼비와 북방산개구리의 난괴 또는 유생 및 올챙이는 임산리 일대에서 관찰되었다. 음개구리의 난괴 또는 유생 및 올챙이는 임산리와 도대리 일대의 계곡에서 발견되었다. 참개구리 난괴 또는 유생 및 올챙이는 목동리 일대의 논에서 주로 발견되었다. 계곡산개구리의 난괴 또는 유생 및 올챙이는 확인되지 않았다(Table 1).

명지산 일대에서 발견된 무미양서류의 우점도는 무당개구리가 45.1%로 가장 높았고, 물두꺼비의 경우 12.8%를 차지하였다. 음개구리, 북방산개구리는 각각 9.9%를 차지하였으며, 계곡산개구리와 참개구리는 1.4%를 차지하였다. 유미 양서류인 꼬리치레도롱뇽은 7.0%를 차지하였다. 상대밀도의 경우 우점종인 무당개구리와 비교하여 물두꺼비가 56.3%를 차지하였으며, 계곡산개구리가 3.1%로 가장 낮은 비율로 나타났다(Table 2).

Table 2. Dominance index and relative density of each amphibian species in the Mt. Myungji

Species	No. of individual ^a	DI	RD (%)
<i>Onycodactylus fisheri</i>	10	7.0	31.3
<i>Bombina orientalis</i>	32	45.1	100
<i>Bufo stejnegeri</i>	18	12.8	56.3
<i>Rana nigromaculata</i>	1	1.4	3.1
<i>Rana rugosa</i>	7	9.9	21.9
<i>Rana dybowskii</i>	7	9.9	21.9
<i>Rana huanrenensis</i>	1	1.4	3.1

a, Adult; DI, Dominance Index; RD, Relative density.

서식처의 생태적인 조건은 꼬리치레도롱뇽은 계곡형, 참개구리는 무늬형, 계곡산개구리는 계곡형으로 단순하였고, 물두꺼비와 음개구리는 계곡과 여울, 잡목수풀 등지에서 확인되었다. 북방산개구리는 계곡과 여울에서 확인되었다. 무당개구리는 물웅덩이, 수로, 계곡, 여울, 잡목수풀, 무늬에서 폭 넓게 확인되었다(Table 3). 따라서 이 지역에서 무당개구리가 우점하는 이유는 광범위한 서식처 선호도와 관련이 있을 것으로 사료된다.

출현확률에 따른 위협도 분석결과 이 지역에서 참개구리와 계곡산개구리의 서식밀도가 낮을 뿐 아니라 위협도 또한 높은 것으로 나타났다(Table 4). 진도 등 타 지역의 양서류 서식 상황(정 등 2000)과 비교하여 볼 때 참개구리의 서식밀도가 매우 낮을 뿐 아니라 목동리에 한정하여 관찰되었고 이들이 주로 무늬형 서식지를 갖는다는 사실에 근거하면 이 지역에서의 영농활동에 의한 독성물질의 오염이 참개구리의 밀도 감소에 주요한 원인인 것으로 추측된다.

명지산 양서류의 종 다양도는 2.12, 종풍부도는 0.98로 비교적 높은 값을 보인 반면 균등도는 0.76으로 비교적 낮은 값을 보이고 있어 양서류 군집의 구조가 복잡성을 보일 뿐 아니라 종의 구성이 풍부한 것으로 사료된다. 이러한 결과는 가평천 상류의 명지산 일대가 양

Table 3. Condition of amphibian habitat in Mt. Myungji

Species	Developmental stage	Condition of habitat													
		Pond	Water way	Valley	River	Stream	Conifer tree	Mixed tree	Broad leaved tree	Misc. tree	Grass land	Wet land	Rice field	Farming land	
<i>Onycodactylus fisheri</i>	Egg/embryo			○											
	Larvae/Tadpole			○											
	Adult			○											
<i>Bombina orientalis</i>	Egg/embryo	○	○												
	Larvae/Tadpole	○	○												
	Adult			○		○				○			○		
<i>Bufo stejnegeri</i>	Egg/embryo			○											
	Larvae/Tadpole			○											
	Adult			○		○				○			○		
<i>Rana nigromaculata</i>	Egg/embryo													○	
	Larvae/Tadpole													○	
	Adult													○	
<i>Rana rugosa</i>	Egg/embryo			○											
	Larvae/Tadpole			○											
	Adult			○		○				○					
<i>Rana dybowskii</i>	Egg/embryo	○		○											
	Larvae/Tadpole	○		○											
	Adult			○		○									
<i>Rana huanrenensis</i>	Egg/embryo														
	Larvae/Tadpole														
	Adult			○											

○, observed.

서류 서식에 양호한 조건을 갖추고 있음을 의미하며 양서류 서식지로서의 보전가치가 매우 큰 것으로 판단된다.

조사지역별 특징을 살펴보면 명지산 공원 내 등산로 주변의 계곡의 경우 꼬리치레 도롱뇽을 빈번히 발견할 수 있어 보호구역으로 관리가 필요하다. 명지천 상류의 임산리 계곡에는 물두꺼비가 다수 서식함을 확인하였다. 다른 양서류에 비해 물두꺼비의 국내 분포는 제한적일 뿐 아니라 밀도 역시 낮다. 이는 물두꺼비가 임산리 계곡과 같이 적정한 고도 및 인위적인 간섭이 적은 청정한 환경을 선호하며 서식지 조건이 까다롭다는 것을 의미한다. 따라서 이 지역에 서식하는 물두꺼비에 대한 특별한 관리가 필요하다. 하류의 목동리 인근의 경작지 및 하천변의 도로 상에서 다양한 개구리의 사체를 확인할 수 있었다. 최근 이 지역에서 관광수입을 목적으로 한 계곡 주변 및 산림의 개발이 활발하였고 차량의 통행 또한 급증하는 추세이다. 무미양서류의 경우 산비탈과 계곡 또는 계류 사이를 왕래하는 특성을 가지며 강우 시 더 활발하다. 따라서 춘하계 동안 이들이 왕래하는 지역을 관통하는 도로상에서 차량의 이동은 이들의 생존에

Table 4. Estimation of appearance frequency of amphibian in Mt. Myungji

Scientific name	Frequency (Obs./Try)	Probability (%)	Abundance
<i>Onycodactylus fisheri</i>	4/16	25	C
<i>Bombina orientalis</i>	9/16	75	VA
<i>Bufo stejnegeri</i>	8/16	50	C
<i>Rana nigromaculata</i>	1/16	6.3	VR
<i>Rana rugosa</i>	8/16	50	C
<i>Rana dybowskii</i>	4/16	25	UC
<i>Rana huanrenensis</i>	1/16	6.3	VR

VA, very abundant (71~100%); C, common (31~50%); UC, uncommon (21~30%); VR, very rare (<10%).

매우 큰 위협이 되므로 특별한 보호방안이 필요하다.

적 요

경기도 명지산의 양서류 다양성을 조사하고 군집 구조 및 서식지 특성을 분석하였다. 2002년 4월 2003년 3

월에 거친 4회의 조사를 통해 양서류 2목 5과 7종이 발견되었으며 우점도는 무미양서류인 무당개구리가 전체 45.1%로 가장 높았고, 물두꺼비의 경우 12.8%를 차지하였다. 옴개구리, 북방산개구리는 각각 9.9%를 차지하였으며, 계곡산개구리와 참개구리는 1.4%를 차지하였다. 유미 양서류인 꼬리치레도롱뇽은 7.0%를 차지하였다. 꼬리치레도롱뇽과 물두꺼비의 출현빈도 및 출현장소는 서식지의 고도와 인간의 인위적 간섭에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 출현확률에 따른 위협도 분석결과 이 지역에서 참개구리와 계곡산개구리의 서식밀도가 낮은 것으로 나타나 원인 분석과 함께 보호가 요청된다. 명지산 양서류의 종 풍부도(R')는 0.98, 다양도(H')는 2.12로 비교적 높은 값을 보인 반면 균등도(E')는 0.76으로 비교적 낮은 값을 보이고 있어 양서류 군집의 구조가 복잡성을 보일 뿐 아니라 종의 구성이 비교적 풍부한 것으로 사료된다. 가평천 상류의 명지산 일대가 양서류 서식에 양호한 조건을 갖추고 있으며 양서류 서식지로서의 보전가치가 매우 큰 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 강영선, 윤일병. 1975. 한국동식물도감 제17권 동물편(양서류·파충류). pp. 186. 문교부.
- 양서영. 2002. 한국산 양서류 총설. 서울, 아카데미서적.
- 정규희, 계명찬, 송재영. 2000. 진도 양서류파충류 생물다양성. 환경생물학회지. 18:113-120.
- Boyer R and CE Grue. 1995. The need for water quality criteria for frogs. Environ. Health Perspect. 103:352-357.
- Cogger HG and RG Zweifel. 1998. Encyclopedia of Reptiles and Amphibians. pp. 42-49. Weldon Owen Pty Ltd., Sydney.
- Loeffler IK, DL Stocum, JF Fallon and CU Meteyer. 2001. Leaping lopsided: a review of the current hypotheses regarding etiologies of limb malformations in frogs. Anat. Rec. 265:228-245.
- Ludwig JA and JF Reynolds. 1988. Diversity indices. pp. 85-94. In Statistical Ecology.
- McNaughton SJ. 1967. Relationship among functional properties of California Grassland. Nature 216:144-168.
- Margalef R. 1958. Information theory in ecology. Gen. Syst. 3:36-71.
- Patton DR. 1992. Wildlife habitat relationships in forested ecosystem. pp. 118-120. Timer Press Inc. New York.
- Pieiou EC. 1966. Shannon's fomular as a measure of species diversity: Its use and misuse. Amur. Nat. 100:463-465.
- Pieiou EC. 1975. Ecological diversity. pp. 165. Wiley, New York.
- Richard GZ and GC Harold. 1998. Encyclopedia of reptiles & amphibians. 2:42-49. Weldon Owen Pty. San Diego.
- Zhao E-M and K Adler. 1993. Herpetology of China. Society for the study of amphibians and reptiles. pp. 522.

Manuscript Received: February 26, 2003

Revision Accepted: May 6, 2003

Responsible Editorial Member: Woncheol Lee
(Hanyang Univ.)