

수원 광교산 일대 양서 · 파충류 생물다양성 및 생태연구

심재한 · 김정오* · 김재주* · 박윤학**

한국 양서 · 파충류 생태연구소 · *Eco-Nixe · **Ge-Bio

Study on Ecological Research and Herpetofauna Biodiversity at the Mt. Kwangkyo(Suwon in Korea)

SHIM, Jae-Han · Jung-Oh KIM* · Jae-Ju KIM* · Yun-Hak PARK**

Korean Herpetofauna Ecological Research Institute · *Eco-Nixe · **Ge-Bio(Nature and People)

ABSTRACT

The purpose of this survey was to evaluate herpetofauna including the confirmation of distribution and habitats. And ecological research for the conservation and management at the Mt. Kwangkyo (Suwon in Korea).

The results are as follows :

1. During censuses periods Amphibians and Reptiles specimens collected and observed from the Mt. Kwangkyo were classified 10 Families, 13 Genera, 19 Species and 114 Individuals were recorded in this survey.

2. Among 19 species, Protected species and natural monument were not recorded. Meanwhile, *Trachymus s. elegance*(Exotic species) was founded at the Hakwangkyo small reservoir.

3. *Rana rugosa*, *Hyla japonica*, *Rana nigromaculata* and *Rana dybowskii* were commonly founded all survey sites(50%). Also, *Bombina orientalis* was observed Dasulkispa→Helipad course. *Bufo bufo gargarizans* was Munamvalley→Hyungjaebong and *Rana coreana* was collected at the Munamvalley and Hakwangkyo small reservoir. Among 8 species amphibians, *Rana rugosa* was dominant species and next were *Hyla japonica* and *Rana dybowskii*.

Confirmed 11 Reptiles, *Takydromus amuriensis* and *Elaphe dione* were commonly collected all survey sites(18%). *Pelodiscus sinensis* and *Trachymus s. elegance*(Exotic species) were observed at the Hakwangkyo small reservoir. *Dinodon rufozonatus rufozonatus* was Bus station→Norumok course observed, respectively. *Agkistrodon ussuriensis* was collected 3 survey sites exclusionly Hakwangkyo small reservoir. Also, Reptiles dominant species were *Takydromus amuriensis* and *Elaphe dione*. And next were *Rhabdohhis tigrinus tigrinus* and *Agkistrodon ussuriensis*.

4. Therefore, At the Mt. Kwangkyo major species of herpetofauna were *Rana rugosa*, *Rana nigromaculata*, *Rana dybowskii*, *Hyla japonica*, *Takydromus amuriensis* and *Elaphe dione*(32%).

5. Species richness and diversity were $R'=3.8005$ and $D'=2.5474$. These data showed a little lower than biodiversity index of Mt. Nam(Chungju) and Mt. Chiri National Park. On the other hand, Mt. Chungdung was similar as the Mt. Kwangkyo. Therefore, Mt. Kwangkyo herpetofauna was theoretically complex and stable population structure compared with other survey areas.

6. Valley, wetland(swamp), miscellaneous tree, cultivated field(rice field and farming land) and waste cultivated field were very high herpetofauna biodiversity. So, these ecological environment status were must be conservation.

7. In the estimation of appearance frequency, very high(V.A:very abundant,①) were 9 species, including *Rana rugosa*(47%). (A.B: abundant,②) was none. And (C.O: common,③) were 4 species including *Rana coreana*(21%). On the other hand, *Bombina orientalis*, *Dinodon rufozonatus*, *Bufo bufo gargarizans*, *Pelodiscus sinensis*, *Trachymus s. elegance* and *Amphiesma vibakari ruthveni* were rare(R.A,⑤)(21%). So, Herpetofauna population density and abundance of the Mt. Kwangkyo was very high(68%).

Key words : Mt. Kwangkyo(Suwon in Korea), herpetofauna, biodiversity

서론

보전이라 함은 현세대의 최대한 지속적 이용을 가능케 해주고 후세대의 필요와 열망에 부응할 잠재력을 유지케 하는 인간의 생물권 이용에 대한 권리와 의무를 뜻한다.

특히 인류의 생존과 지속적 개발에 긴요한 생물종 자원이 점차 멸종되거나 급격히 감소되고 있고, 현 상태의 심각한 보전문제를 신속히 치유하고 더욱 악화되는 것을 막기 위한 조치를 하려면 계획, 교육, 훈련, 조직 개선, 연구측면에서 많은 시간이 걸린다는 사실과 지금까지의 보전능력이 조직화되어 있지 못하고 분산되어 있어 노력이 중복되거나 공백이 생기고 또한 우선 순위에 대한 갈등이 야기되었다는 생물종 보전문제의 시급성과 현실성을 감안할 때 이러한 접근은 더욱 강조되어야만 한다. 최근 25 여 년 간에 있어, 우리나라의 경제발전은 물질생활을 향유할 수 있는 단계에 왔지만 국민간에는 생활에서 진정한 풍요로움이 결여하였다는 사실에 불만의 목소리가 높다. 그 이유 중에 첫째로 생산활동에 시간을 할애됨에 의한 여가의 부족이 있고, 둘째로 건전한 여가활동의 장소가 될 수 있는 자연환경의 상실이 되었다. 한편, 경제발전의 과정에서 본래 친근한 전원적인 환경이 멀리 사라져 갔고, 자연미가 없는 삭막한 도시군의 형상에서 민족의 차세대인 사랑하는 어린이가 교육환경에서 성장되고 있다는 모습은 인격의 발달에도 민족의 위기라 할 수 있다. 이와 같은 사태의 위기감을 우리의 손으로 회복되는 운동만이 아니라 현재에서는 국가 행정과 지방 정부의 협력을 얻어서 광역적인 자연생태계를 갖춘 생태학적인 도시 만들기 운동으로 발전해야 한다. 자연복원운동에는 자연의 생물이 각각의 생물종으로 어떠한 필요조건들이 현재 생태계에서 만족될 수 있는가 하는 사실을 보다 더 연구되어야 한다. 최근까지 개발 위주의 시각에서 생태계를 위한 시각으로 전환되고 있으며, 그 결과로 “환경적으로 건전하고 지속 가능한 개발” 즉, 개발과 자연 생태계의 조화를 추구하는 “ESSD”의 개념이 등장하게 되었다. 수원시는 개발과 미개발지역이 공존하고 있는 지역이다. 어느 한 부분은 완전한 개발로 인하여 콘크리트로 존재하는가 하면, 산과 논, 밭 등으로 그나마 몇몇 생물들이 살 수 있는 지역이 있다. 하지만 개발 중심적인 수원시에 의해 그나마 가지고 있는 녹지가 훼손되어 가고 있다. 수원에는 크게 두 개의 산이 있으며, 하나는 광교산이고, 다른 하나는 칠보산이며, 광교산은 경기도 수원시 이의동, 상광교동과 하광교동에 위치하고 있고, 광교산 시루봉을 중심으로 형제봉과 하광교 소류지와 광교저수지를 포함하고 있다. 광교산은 수원 근교에서 제일 높은 광교산

맥 주봉이다. 해발 582m이고 총 면적은 846ha이고 국유림, 공유림, 사유림이 각각 23ha, 163ha, 660ha이며, 북쪽의 冠岳보다 47m가 낮지만 산의 크기나 넓이로는 漢水이남 경기도에서 꼽는 산이다. 수종을 보면 소나무류와 참나무류가 대부분을 차지한다. 현재 이 지역은 수원권에서 남아 있는 유일한 청정지역으로 지난 1971년 6월에 상수도 보호구역으로 지정되어 있고, 약 6개 정도의 등산로가 있다. 광교산은 크게 3가지의 수계가 있고, 이 수계는 모두 광교저수지로 흐르며 다시 수원천으로 흐른다.

광교산(582m)은 수원시와 용인시 경계를 이루는 산이다. 한남 금북정맥의 한남정맥에 속하는 산으로 이 정맥에서 높이가 가장 높은 산이다. 한남정맥은 속리산에서 뻗어 나온 산맥이 서북향으로 향하여 올라오다가 안성의 칠장산에서 서북으로 내쳐 흐른 정맥이 강화도까지 이어진 것을 말한다. 칠장산에서 서남으로 방향을 바꾼 금북정맥은 청양 일월산, 오서산, 보개산, 수덕산을 거쳐 태안반도까지 이어진다. 본 조사·연구의 목적은 수원시 경계를 중심으로 광교산에 서식하고 있는 양서·파충류의 서식 실태를 파악하고, 절종 및 생존 위기에 처해진 종들과 학술상(자연과학적) 그리고 사회과학적(역사성, 향토성) 중요한 종들에 대하여 생물다양성 측면에서 보전 및 주기적인 관리를 위함이다.

조사범위 및 지역

1. 조사대상지 전체 실태







Fig. 1. Total survey regions(map and course).

2. 조사지역 및 경로

- 1) 경기대학교 → 문암골 → 백년약수터 → 형제봉
- 2) 경동원 → 광교 소류지 → 하광교 소류지
- 3) 상광교 버스종점 → 노루목
- 4) 다슬기 약수터 → 헬기장

3. 조사대상지 실태 및 개황

Table 1. The status of survey sites at each survey route

Survey sites	Status	Characteristics
(A) · Munamvalley→ Hyungjaebong		· This area was survey way in Mt Kwangkyo. An orchard and Kwangkyo reservoir was located at the western lower position.
(B) · Kyungdongwon→ Hakwangkyo small reservoir		· This site was small wetland (Hakwangkyo small reservoir). And rice field, farming land(cultivated field), small valley and orchard were situated at the lower land around.
(C) · Bus station→ Norumok		· Small stream was run down. Rice field, farming land(cultivated field) and orchard were situated around.
(D) · Dasulkispa→ Helipad		· This site was narrow climbing road and right site small creek run down. Upper point was situated Helipad.

조사일정

본 연구를 수행하기 위하여 2008년 9월 5일부터 2008년 11월 6일까지 총 6차례에 걸쳐 현장조사를 실시하였으며, 개인적으로 2006년과 2007년 기 조사 수행된 결과를 종합하였다.

1. 1차 조사 : 2008년 9월 5일
2. 2차 조사 : 2008년 9월 22일
3. 3차 조사 : 2008년 9월 28일
4. 4차 조사 : 2008년 10월 6일
5. 5차 조사 : 2008년 10월 27일
6. 6차 조사 : 2008년 11월 6일

조사 및 분석방법

1. 조사방법

양서·파충류 현장 조사방법은 직접확인 방법(포획·관찰)과 간접확인 방법(청문·Track·Field-sign)을 병행하여 수행하였으며, 세부적인 방법은 다음과 같다.

1) 직접확인 방법(Direct survey)

(1) 양서류(Amphibians)

가. 무미 양서류(Salientia) : 개구리類

無尾目(개구리類)은 선정된 조사대상지역 주변의 접근 가능한 지역을 따라 좌·우 20m 간격으로 이동중인 개체와 바위틈 혹은 하천, 수로, 계곡 그리고 저습지 주변과 초지에서 곤충포획용 포충망 또는 Plastic 뜰채(길이: 3단, 망목: 5×5mm), Stainless 뜰채(길이: 30cm, 망목: 1×1mm)를 이용하여 채집하였으며, 수변과 인접하여 서식하는 움개구리, 한국산개구리 등은 어류 채집용 족대(망목: 5×5mm)를 이용하여 채집하였다.



Fig. 2. Salientia collection tools and methods.

한편, 현장에서 동정이 불가능한 올챙이 종류는 Fig. 2의 채집도구를 이용하여 포획 후 실험실로 운반하여, 실험실내에서 가로×세로×높이(30×30×30cm)의 플라스틱 혹은 유리 수족관에 적당량의 물을 담고, 휴대용 산소발생기를 장착한 후 변태가 종료될 때까지 사육 후 종류를 확인하였다.

나. 유미 양서류(Caudata) : 도롱뇽類

有尾目(도롱뇽類)의 도롱뇽과 꼬리치레도롱뇽은 물이 흐르는 하천내에서 유속 흐름이 완만한 곳을 찾아 작은 바위를 들추어 유생 확인용 뜰채를 이용하여 유생을 포획하거나, 물이 고여 있는 작은 웅덩이에 산란한 알을 찾아 종을 확인하는 방법을 이용하였고, 주간에는 성체는 음지쪽 활엽수림내에 쓰러져 있는 枯死木을 들추거나, 바위틈에서 확인하였다. 한편, 야간에는 Corn and Bury(1990)의 방법에 의하여 Pitfall trap을 설치한 후 trap에 빠진 유미 양서류(Caudata)를 확인하였다(Fig. 3). 한편, 특정 고정 조사구 설치 지역에서는 스텝트 trap(50×50cm)을 1m 간격으로 설치한 후 수거하는 방법을 이용하기도 한다.

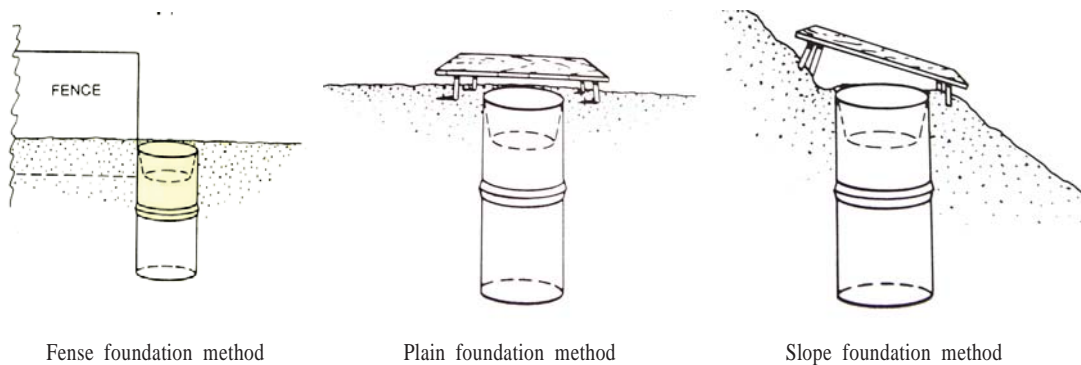


Fig. 3. Caudata collection methods(Pitfall trap foundation).



Fig. 4. Amphibians larvae and tadpole collection tools.

(2) 파충류(Reptiles)

가. 장지뱀(도마뱀)類(Lizards and Skinks)

묵정발, 초지주변, 하천변과 햇볕이 잘 드는 곳에 쌓여 있는 돌을 들추어 확인하거나, 도로변에 이동중인 개체는 곤충채집용 포충망을 이용하여 채집하였으며, 한 장소에 장시간 정체할 경우에는 glass trap(40×40cm)을 주변에 2m 간격으로 설치하고 수거하는 방법을 이용하였다.

나. 뱀류(蛇類)(Snakes)

뱀류(蛇類)는 저지대의 임연부 일대, 목정밭과 돌무더기 주변에서 뱀집개와 포충망을 이용하여 채집하였고, 석축, 돌담, 경작지, 돌밑, 함석, 폐 스테이트 밑을 들추어 확인하였다. 한편, 한 여름(7~8월) 주변온도가 높을 때는 뱀류의 생리적인 습성을 고려하여(평지나 초지는 양서·파충류가 은신할 수 있는 공간이 절대적으로 부족하여 채집이 어렵게 된다. 그러므로 일정 장소에 양서·파충류가 은신할 수 있는 공간을 제공하여 이 장소로 모여드는 개체를 확인하는 방법이다. 스테이트 trap과 나무 합판 trap(60×60cm)을 10m 간격으로 설치하여 수거하는 방법을 이용하여 포획하기도 한다.

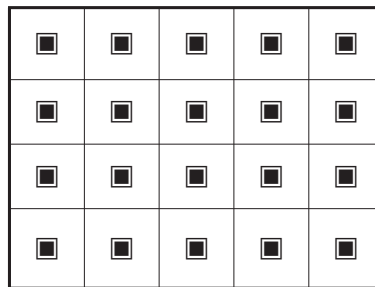


Fig. 5. Slate trap for plain method(Mesh: 20m).
■ : Slate(60×60cm)



A type

B type

Fig. 6. Snakes collection tools.

다. 민물거북류(Freshwater turtle)

호수, 연못, 하천, 저수지 등지에서 활동하는 개체를 쌍안경(Nikon 10×40 5.9°, 8×32 10°)과 망원경(Kowa×20~60)을 사용하여 확인하였다.

2) 간접확인 방법(Indirect Survey)

(1) 무미 양서류 Search Light법과 울음소리(Calling) 식별

양서류(개구리類)는 번식기에 주간보다 야간에는 논이나 밭 근처, 수로 그리고 웅덩이 등지에 모여 집단으로 울기 때문에 울음소리로 종을 식별하였으며, 어두운 곳에서는 강한 불빛에 약한 습성을

이용하여 야간 조명등을 이용하는 search light법을 병행하여 식별하였다.

(2) 파충류 허물 및 흔적(Sloughs and Sand Track)

파충류 중에서 뱀류(蛇類)는 성장을 하면서 영양상태가 양호하면 수시로 허물을 벗게 된다. 그래서 자연상태에서 뱀들이 나뭇가지 사이 그리고 바위틈과 돌틈 사이에 탈피한 허물을 수거하여 종의 서식 유·무를 확인하였다. 한편, 민물거북류는 하천, 호수 주변과 하중도의 모래사장위에 나타난 track을 확인하는 방법도 병행한다.

(3) 청문조사(Questionnaire Methods)

조사 기간 중에 채집 및 관찰이 불가능하였던 종들에 대해서는 백과 심(1999)의 “뱀”(지성자연사박물관 ①)과 심(2001a, 2001b)을 이용하여 인근 주민을 대상으로 청문을 통하여 종의 서식을 확인하였으며, 서식환경의 급격한 변화에 따른 교란과 다양한 응답자의 확실성과 정확성을 고려하여, 최근 3년 이내의 근거를 토대로 하여 보조자료로서 결과를 정리하였다.

2. 분석방법

1) 양서 · 파충류상

채집 및 확인된 양서 · 파충류의 종목록과 개체수를 작성하고, 서식처의 특이성을 조사하고 서식처와 조사대상지와의 상호관계를 분석하였다.

2) 조사지역별 법적 보호종의 위협요인 및 대책

조사지역별로 확인된 법적 보호종 혹은 희소종에 대하여 주변 서식 환경을 분석하여 종의 서식에 위협을 가하는 요인과 대책을 분석하였다.

3) 분포도 및 자연 생태지도 작성

자연 생태지도는 일정한 지역에 대하여 자연경관 및 생물상의 희귀성, 고유성, 풍부성 및 지역대표성을 고려하여 각각의 생태계(산림, 하천, 농지, 도시, 호소, 해양)에 대한 가치를 등급화한 지도를 말한다. 한편, 자연생태지도는 1968년 네덜란드에서 제작된 생태 및 환경지도(ecological and environmental map)로서 25km²의 국가격자체계(National grid system)에 식물상과 조류상을 지도에 표기하기 시작하여 일부 유럽 국가들에서는 생태지도 또는 생물서식 소공간지도(Biotope mapping)가 일반화되었다. 자연생태지도는 자연생태계에 관한 제반정보와 지식을 체계적으로 통합하여 파악하고 보존, 관리하는데 유용한 공간적 정보은행으로 활용될 수 있도록 개발되었다. 한편, 양서 · 파충류를 대상으로 경관생태학적인 수준에서 모델링한 경우는 버지니아 대학의 Row와 Yuill(1997)이 채집 및 확인하거나 출현 가능한 종에 대하여 예측분포도를 작성하여 해당지역을 평가한 경우가 있다. 본 연구에서 양서 · 파충류에 대한 분포도는 매회 관찰되거나 채집되는 종의 위치에서 좌표를 기록하여 수평적인 종 분포상황을 분석하였다.

4) 위협도 평가

확인된 양서·파충류 전종에 대하여 Patton(1992)의 방법에 의하여 각 조사지역에서 각 조사지점별로 전체 확인 종의 확인횟수에 따른 출현빈도, 확률 그리고 풍부도와 위협도를 평가하였다.

5) 서식처 유형에 따른 서식종의 생태학적인 특징

채집 및 확인된 양서·파충류에 대한 생태학적인 특징과 생활 양식을 Toft(1980)의 방법에 의하여 정리하였다.

6) 생물 종다양도 분석

종다양성은 종의 이질성(Species heterogeneity)이라고도 하며, 높은 종다양도는 같거나 거의 같은 종들이 매우 풍부하게 있을 경우를 말한다. 한편, 종다양도는 군집의 안정도에 대한 척도가 되기도 하며, 군집의 성숙도를 나타낸다. 여러 가지 종이 다양하게 나타나는 것은 종간의 상호작용이 다양하기 때문이며, 그 결과 Energy의 이동, 먹이알개(Food web), 포식관계(Relationship of predator), 경쟁(Competition), 생태적 지위분배(Ecological Niche) 등을 포함한 개체군의 상호작용이 이론적으로 복잡하게 나타남을 의미한다. 그래서 종의 목록과 서식지의 상호관계를 규명한 후 개체수준에서 정량적인 분석을 생태측정으로 하여 여타의 분류군과의 상호관계를 규명하게 된다. 이러한 생물학적 표본 추출법에 의한 생태측정(Ecological measurement)은 모집단과 군집을 기술하는 중요 측정값으로는 밀도(Density), 우점도(Dominant), 상대밀도(Relative density), 종다양도(Biodiversity) 등이 있으며, 이들 측정값으로 다른 중요한 생태측정을 하게 된다.

(1) 우점도(Dominance Index : D.I)

각 조사 지점별로 출현하는 전체 총 개체수를 기록하여 우점도를 산출하였다(McNaughton, 1967).

$$DI = ni/N$$

DI : 우점도 지수, N : 총개체수, ni : 제 i 번째 종의 개체수

(2) 종다양도(Biodiversity Index : D')

Margalef(1968)의 정보이론(information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function(Pielou, 1966)을 사용하여 산출하였다.

$$D' = -\sum P_i (\ln P_i)$$

D' : 다양도, S : 전체 종수, P_i : i 번째에 속하는 개체수의 비율(ni/N)으로 계산

(N : 군집내의 전체 개체수, ni : 각 종의 개체수)

(3) 균등도(Evenness Index : E')

균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현된다. 각 다양도 지수는 군집내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로, 결국 균등도 지수는 군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 식을 사용하여 산출하였다.

$$E' = D' / \ln(S)$$

E' : 균등도, D' : 다양도, S : 전체 종수

(4) 종 풍부도(Richness Index : R')

종풍부도 지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서, 지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로, 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 본 연구에서는 대표적인 지수인 Margalef(1958)의 지수를 사용하여 산출하였다.

$$R' = (S-1)/\ln(N)$$

R' : 풍부도, S : 전체 종수, N : 총 개체수

조사결과 및 고찰

1. 양서 · 파충류상

광교산 일대에서 채집 및 확인 된 양서 · 파충류는 총 3목 10과 13속 19종 114개체로 그 목록 및 개체수는 Table 2와 같다.

Table 2. Individuals of amphibians and reptiles collected and observed from 4 survey sites

No.	Family	Genus	Species		Number of individuals				
			Scientific name	Korean name	St. A	St. B	St. C	St. D	Total
1	Ranidae	Rana	<i>Rana rugosa</i>	옴개구리	2	7	10	2	21
			<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	2	2	5	3	12
			<i>Rana coreana</i>	한국산개구리	2	2	-	-	4
			<i>Rana dybowskii</i>	북방산개구리	2	1	5	3	11
2	Hylidae	Hyla	<i>Hyla japonica</i>	청개구리	5	6	8	2	21
3	Discoglossidae	Bombina	<i>Bombina orientalis</i>	무당개구리	-	-	-	3	3
4	Hynobiidae	Hynobius	<i>Hynobius leechii</i>	도롱뇽	2	-	4	1	7
5	Bufo	Bufo	<i>Bufo bufo gargarizans</i>	두꺼비	2	-	-	-	2
6	Lacertilidae	Takydromus	<i>Takydromus amurensis</i>	아무르장지뱀	1	1	3	2	7
			<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀	-	-	1	1	2
7	Trionychidae	Pelodiscus	<i>Pelodiscus sinensis</i>	자라	-	2	-	-	2
8	Emydidae	Trachymus	<i>Trachymus s. elegance</i>	붉은귀거북	-	3	-	-	3
9	Colubridae	Elaphe	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	1	1	2	1	5
			<i>Elaphe rufodorsata</i>	무자치	1	1	-	-	2
		Rhabdophis	<i>Rhabdophis t. tigrinus</i>	유혈목이	2	1	-	1	4
		Amphiesma	<i>Amphiesma v. ruthveni</i>	대륙유혈목이	-	1	-	-	1
		Dinodone	<i>Dinodon r. rufozonatus</i>	능구렁이	-	-	1	-	1
		10	Viperidae	Gloydus	<i>Gloydus brevicaudus</i>	살모사	-	1	-
<i>Gloydus ussuriensis</i>	쇠살모사				1	-	1	2	4
10 Families		13 Genera	19 Species		12sp.	13sp.	10sp.	12sp.	114 ind.

※ A: Munamvalley → Hyungjaebong, B: Kyungdongwon → Hakwangkyo small lake, C: Bus station → Norumok, D: Dasulkispa → Helipad

전체 19종 중에서 환경부 법적보호종 내지는 문화재청 천연기념물은 확인되지 않았으며, 생태계 위해 외래도입종인 붉은귀거북 1종이 하광교 소류지 일대에서 확인되었다.

8종의 양서류 중에서 옴개구리, 참개구리, 북방산개구리 그리고 청개구리 등 4종(50%)은 4개 조사 지역에서 공히 확인되었으며, 이는 광교산 저지대는 주로 경작지(논·밭)와 작은 실개천이 산재되어 있어 나타난 경향이라 판단된다. 무당개구리는 다슬기 약수터에서 헬기장으로 진입하는 주변 계류 수변에서, 두꺼비는 문암골에서, 그리고 한국산개구리는 문암골과 하광교 소류지 일대에서 관찰되었다. 양서류 우점종은 옴개구리였으며, 다음은 청개구리, 북방산개구리 순으로 우세하였다.

한편, 확인된 11종의 파충류 중에서 아무르장지뱀, 누룩뱀 등 2종(18%)은 4개 조사 지역에서 공통적으로 확인되었으며, 자라와 붉은귀거북은 하광교 소류지, 능구렁이는 노루목 일대, 쇠살모사는 하광교 소류지를 제외한 3개 지역에서 확인되었다. 또한, 파충류 우점종은 아무르장지뱀과 누룩뱀이었으며, 다음은 유혈목이와 쇠살모사가 우점하고 있었다.

그러므로 광교산 일대 양서·파충류 상은 옴개구리, 참개구리, 북방산개구리, 청개구리, 아무르장지뱀 그리고 누룩뱀 등 6종(32%)에 의하여 지배된다고 추정할 수 있다.

The Herpetofauna at the 4 survey sites of the Mt. Kwangkyo(Suwon in Korea)

Class 1. Amphibians(兩棲綱)

Order 1. Caudata(有尾目)

Family 1. Hynobiidae(도롱뇽科)

1. *Hynobius leechii* (Boulenger) 도롱뇽

Order 2. Salientia(無尾目)

Family 2. Discoglossidae(무당개구리科)

2. *Bombina orientalis* (Boulenger) 무당개구리

Family 3. Hylidae(청개구리科)

3. *Hyla japonica* Günther 청개구리

Family 4. Bufonidae(두꺼비科)

4. *Bufo bufo gargarizans* Cantor 두꺼비

Family 5. Ranidae(개구리科)

5. *Rana nigromaculata* Hallowel 참개구리
6. *Rana dybowskii* Günther 북방산개구리
7. *Rana rugosa* Temminck & Schlegel 옴개구리
8. *Rana coreana* Okada 한국산개구리

Class 1. Reptiles(爬蟲綱)

Order 1. Testudinata(거북목)

Family 1. Trionychidae(자라과)

1. *Pelodiscus sinensis* (Gray) 자라

Family 2. Emydidae(늪거북과)

2. *Trachymus s. elegance* 붉은귀거북

Order 2. Squamata(有鱗目)

Suborder 1. Lacertilia(도마뱀亞目)

Family 3. Lacertilidae(장지뱀科)

- 3. *Takydromus amurensis* Peters 아무르장지뱀
- 4. *Takydromus wolteri* Fisher 줄장지뱀

Suborder 2. Serpentes(뱀亞目)

Family 4. Colubridae(뱀科)

- 5. *Elaphe dione* (Pallas) 누룩뱀
- 6. *Elaphe rufodorsata* (Cantor) 무자치
- 7. *Dinodon rufozonatus rufozonatus* (Cantor) 능구렁이
- 8. *Rhabdophis tigrinus tigrinus* (Boie) 유혈목이
- 9. *Amphiesma vibakari ruthveni* (Van Denburgh) 대륙유혈목이

Family 5. Viperidae(살모사科)

- 10. *Gloydius brevicaudus* Stejneger 살모사
- 11. *Gloydius ussuriensis* (Emelianov) 쇠살모사

Fig. 7. *Rana rugosa* habitat(Site A, B).Fig. 8. *Trachymus s. elegance* habitat(Site A).Fig. 9. *Hynobius leechii* spawning site(Site D).

Table 3. Biodiversity indices analysis at the Mt. Kwangkyo and the other survey regions

Region	Index	Richness(R')	Diversity(D')	Evenness(E')	References
Mt. Gaeybang		$R'=1.9629$	$D'=1.7327$	$E'=0.7525$	심(1996)
Mt. Jumbong		$R'=3.0596$	$D'=1.6808$	$E'=0.5520$	정과 권(1997)
Mt. Chiri National Park		$R'=4.0697$	$D'=2.2868$	$E'=0.6898$	심 등(1997)
Mt. Odae National Park		$R'=3.3380$	$D'=1.5890$	$E'=0.5219$	심 등(1998)
Mt. Nam Chungju		$R'=4.1031$	$D'=2.5792$	$E'=0.8923$	심(2001c)
Mt. Chungdung Chungju		$R'=3.7345$	$D'=2.5523$	$E'=0.8520$	심과 이(2003)
Mt. Gyeongmyeong		$R'=3.4303$	$D'=2.3744$	$E'=0.8214$	심 등(2004)
Mt. Kwangkyo		$R'=3.8005$	$D'=2.5474$	$E'=0.8561$	Present study

2. 생물다양도 지수분석

광교산 일대 4개 조사지역에서 확인된 양서·파충류 19종 114개체에 대하여 생물다양도지수를 산출하여 기 조사된 여타의 지역과 비교한 결과는 Table 3과 같다.

높은 종다양도(high species diversity)는 같거나 거의 같은 종들이 매우 풍부하게 존재할 경우에 나타나는 정량적인 수치이며, 매우 복잡한 군집을 나타낸다고 볼 수 있다. 또한, 종다양도가 높게 나타난 것은 Energy 이동, 먹이망(food chain), 포식관계 경쟁(competition), 지위분배(ecological niche) 등을 포함한다. Table 4에서 종풍부도 지수는 $R'=3.8005$ 로 충주 남산과 지리산에 비하면 낮았으며, 종다양도 지수도 $D'=2.5474$ 로 충주 남산과 천등산과는 유사하였으며, 여타의 지역에 비하여 높게 나타났다. 그러므로 광교산 지역의 양서·파충류상과 개체군의 상호작용이 상기 비교한 다른 지역 보다는 이론적으로 복잡하고, 또한 군집의 구성성분이 안정한 구조를 가지고 있다고 판단된다. 한편, 서식환경과의 연계성을 고려할 때 등산객에 의한 빈번한 출입과 농경지의 축소로 양서·파충류가 서식할 수 있는 수환경과 초지 그리고 야산의 저지대형의 산림구조가 점차 줄어들고 있는 실정이었다.

3. 서식처 유형에 따른 서식종의 생태학적인 특징

생태학적인 특징과 생활 양식을 Toft(1980)의 방법에 의하여 서식처 유형에 따른 서식종의 생태학적인 특징과 이에 대한 다양성 현황을 분석한 결과는 Table 4와 같다. Table 4에서 광교산 일대에서 양서·파충류의 생물다양성이 높은 서식처 유형은 계곡, 습지, 혼효림, 논·밭(경작지) 그리고 묵밭 등으로 나타났다. 그러므로 이러한 생태환경 지형은 가급적 존치하는 것이 바람직하고 주기적으로 훼손의 간섭압력을 줄이는 관리방안이 필요하다고 판단된다.

4. 위협도 평가

양서·파충류 19종에 대하여 대해서 Patton(1992)의 방법에 의하여 4개 조사지역에서 각 조사지점 별로 전체 확인 종의 확인횟수에 따른 출현빈도, 확률 그리고 풍부도와 위협도를 평가한 결과는

Table 4. Species distribution and ecological characteristics according to the habitat patterns

Habitat patterns		Species	Diversity degree
Large scale	Small scale		
Water condition	River(Stream)	· <i>Rana rugosa</i> , <i>Elaphe rufodorsata</i> , <i>Rhabdophis tigrinus tigrinus</i>	②
	Lake(Pond)	· <i>Rana rugosa</i> , <i>Pelodiscus sinensis</i> , <i>Trachymys s. elegance</i>	②
	Rain puddle	· <i>Bombina orientalis</i>	③
	Rice field ditch	· <i>Rana nigromaculata</i> , <i>Elaphe rufodorsata</i> , <i>Rhabdophis tigrinus tigrinus</i> , <i>Rana coreana</i>	①
	Valley	Creek · <i>Bombina orientalis</i> , <i>Hynobius leechii</i> , <i>Rana dybowskii</i> , <i>Rana huanrenensis</i>	①
		Spring(Seep) · <i>Bombina orientalis</i> , <i>Hynobius leechii</i> , <i>Rana dybowskii</i>	②
	Wetland(Swamp)	· <i>Rana nigromaculata</i> , <i>Hyla japonica</i> , <i>Rana amurensis coreana</i> , <i>Elaphe rufodorsata</i> , <i>Rhabdophis tigrinus tigrinus</i>	①
Forest	Conifer tree	-	-
	Broad-leaved tree	· <i>Rana nigromaculata</i> , <i>Rana dybowskii</i> , <i>Hynobius leechii</i> , <i>Takydromus amurensis</i>	①
	Miscellaneous tree	· <i>Rana nigromaculata</i> , <i>Rana dybowskii</i> , <i>Hynobius leechii</i> , <i>Takydromus amurensis</i> , <i>Hyla japonica</i> , <i>Rhabdophis tigrinus tigrinus</i>	①
Plain	Rice field Farming land (Cultivated field)	· <i>Rana nigromaculata</i> , <i>Rana coreana</i> , <i>Rana dybowskii</i> , <i>Hyla japonica</i> , <i>Bombina orientalis</i> , <i>Elaphe dione</i> , <i>Elaphe rufodorsata</i> , <i>Dinodon rufozonatus rufozonatus</i> , <i>Agkistrodon brevicaudus</i> , <i>Amphiesma vibakari ruthveni</i> , <i>Agkistrodon ussuriensis</i>	①
	Waste cultivated field	· <i>Hyla japonica</i> , <i>Elaphe dione</i> , <i>Elaphe rufodorsata</i> , <i>Dinodon rufozonatus rufozonatus</i> , <i>Agkistrodon brevicaudus</i> , <i>Agkistrodon ussuriensis</i> , <i>Takydromus amurensis</i> , <i>Takydromus wolteri</i> , <i>Amphiesma vibakari ruthveni</i>	①
	Low land grass land	· <i>Takydromus wolteri</i>	③
Road	Forest road	· <i>Bufo bufo gargarizans</i> , <i>Elaphe dione</i> , <i>Rhabdophis tigrinus tigrinus</i>	②
	Climber road	· <i>Takydromus amurensis</i>	③
	Farming road	· <i>Rana nigromaculata</i> , <i>Elaphe dione</i> , <i>Dinodon rufozonatus rufozonatus</i> , <i>Rhabdophis tigrinus tigrinus</i>	①

※Diversity degree : ① (High:>4 species), ② (Middle:2 species~3 species), ③ (Low:0 species~1 species)

Table 5와 같다. 관찰/시도가 100%가 되는 ① (V.A: 매우 풍부)종은 움개구리를 비롯하여 9종(47%)이었고, ② (A.B: 풍부)는 1종도 없었으며 그리고 ③ (C.O: 혼합)은 한국산개구리 등 4종(21%)를 차지하고 있었다. 한편, 무당개구리, 두꺼비, 자라, 붉은귀거북, 대륙유혈목이, 능구렁이 등 6종은 ④ (U.C: 흔하지 않음) 32%를 차지하였다. 상기의 결과를 미루어 보아 수원 광교산 일대의 양서·파충류상은 ①(V.A: 매우 풍부)가 47%를 차지하고 있었고, ③ (C.O: 혼합)은 21%를 나타내고 있어 전반적으로 개체군의 밀도는 68%가 상당히 높은 것으로 밝혀졌다.

Table 5. Estimation of appearance frequency

No.	Family	Genus	Species		Estimation of appearance frequency		
			Scientific name	Korean name	Obs./Try	Probability	Degree
1	Ranidae	Rana	<i>Rana rugosa</i>	옴개구리	4/4	100%	①
			<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	4/4	100%	①
			<i>Rana a. coreana</i>	한국산개구리	2/4	50%	③
			<i>Rana dybowskii</i>	북방산개구리	4/4	100%	①
2	Hylidae	Hyla	<i>Hyla japonica</i>	청개구리	4/4	100%	①
3	Discoglossidae	Bombina	<i>Bombina orientalis</i>	무당개구리	1/4	25%	④
4	Hynobiidae	Hynobius	<i>Hynobius leechii</i>	도롱뇽	3/4	75%	①
5	Bufo	Bufo	<i>Bufo bufo gargarizans</i>	두꺼비	1/4	25%	④
6	Lacertilidae	Takydromus	<i>Takydromus amurensis</i>	아무르장지뱀	4/4	100%	①
			<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀	2/4	50%	③
	Trionychidae	Pelodiscus	<i>Pelodiscus sinensis</i>	자라	1/4	25%	④
	Emydidae	Trachymus	<i>Trachymus s. elegance</i>	붉은귀거북	1/4	25%	④
7	Colubridae	Elaphe	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	4/4	100%	①
			<i>Elaphe rufodorsata</i>	무자치	2/4	50%	③
		Rhabdophis	<i>Rhabdophis t. tigrinus</i>	유혈목이	3/4	75%	①
		Amphiesma	<i>Amphiesma v. ruthveni</i>	대륙유혈목이	1/4	25%	④
		Dinodone	<i>Dinodon r. rufozonatus</i>	능구렁이	1/4	25%	④
8	Viperidae	Gloydus	<i>Gloydus brevicaudus</i>	살모사	2/4	50%	③
			<i>Gloydus ussuriensis</i>	쇠살모사	3/4	75%	①
10 Families		13 Genera	19 Species				

※ ① V.A: Very abundant(71~100%), ② A.B: Abundant(51~70%), ③ C.O: Common(31~50%), ④ U.C: Uncommon(21~30%), ⑤ R.A: Rare(10~20%), ⑥ V.R: Very rare(< 10%)

인용문헌

- 백남극, 심재한. 1999. 뱀(지성사 자연사박물관 ①). 지성사 출판사. p. 197.
- 심재한. 1996. 계방산 및 울릉도의 생물다양성. 임업연구원 연구자료. 121: 107-154.
- 심재한, 정규희. 1997. 생물다양성 보존을 위한 강원도 계방산 지역 양서, 파충류의 종다양성 및 군집 분석에 관한 연구. 환경생태학회지. 11(1): 84-99.
- 심재한. 2001a. 생명을 노래하는 개구리. 다른세상 출판사. p. 270.
- 심재한. 2001b. 꿈꾸는 푸른생명 거북과 뱀. 다른세상 출판사. p. 280.
- 심재한. 2001c. 충북 충주 남산 일대의 양서·파충류 생물다양성조사 및 생태연구. 한국자연보전협회 조사연구보고서. 41: 111-119.
- 심재한, 이상철. 2003. 충북 충주 천등산 일대의 양서·파충류 생물다양성 및 생태연구. 한국자연보전연구지.

- 심재한, 백남극, 양서영. 1997. 오대산 국립공원 일대의 양서 · 파충류 생물다양성 및 생태연구. 한국 자연보전협회종합학술조사 연구보고서. 38: 107-118.
- 심재한, 박병상, 고선근. 1998. 지리산 국립공원의 양서 · 파충류 생물다양성조사 및 생태연구. 국립공원관리공단. pp. 290-331.
- 정규희, 권순환. 1997. 인제 · 양양 지역의 양서 · 파충류. 제 2차 자연환경전국조사, p. 환경부.
- Corn, P. S. and R. B. Bury. 1990. Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report. PNW-GTR-256.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. Gen. Syst. 3: 36-71.
- Margalef, R. 1968. Perspectives in Ecological Theory. Chicago, University of Chicago Press. pp. 1-112.
- McNaughton, S. J. 1967. Relationship among functional properties of California Glassland. Nature. 216: 144-168.
- Patton, D. R. 1992. Wildlife Habitat Relationships in Forested Ecosystem. Timer Press Inc. pp. 118-120.
- Pielou, E. C. 1966. Shannon's formula as a measure of specific diversity: Its use and misuse. Amur. Nat. 100: 463-465.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological Diversity. Wiley, New York. pp. 1-165.
- Row, J. M. and C. B. Yuill. 1997. Landscape-Level Habitat Modeling for Amphibians and Reptiles in West Virginia. West Virginia University, Morgantown, WV 26506(Internet data).
- Toft, C. A. 1980. Seasonal variation in populations of Panamanian litter frogs and their prey : A comparison of wetter and drier sites. Oecologia. 47: 34-38.

요 약

수원 광교산 일대 양서 · 파충류 생물다양성 현황과 특성을 조사하여 보전 및 관리방안을 수립하기 위하여 생물다양성 및 생태 연구를 수행하였다.

1. 광교산 일대 6개 조사지점에서 채집 및 관찰된 양서 · 파충류는 10과 13속 19종 114개체를 확인하였다.

2. 전체 19종 중에서 환경부 법적보호종 내지는 문화재청 천연기념물은 확인되지 않았으며, 생태계 위해 외래도입종인 붉은귀거북 1종이 하광교 소류지 일대에서 확인되었다.

3. 8종의 양서류 중에서 움개구리, 참개구리, 북방산개구리 그리고 청개구리 등 4종(50%)은 4개 조사지역에서 공히 확인되었으며, 이는 광교산 저지대는 주로 경작지(논 · 밭)와 작은 실개천이 산재되어 있어 나타난 경향이라 판단된다. 무당개구리는 다슬기 약수터에서 헬기장으로 진입하는 주변 계류 수변에서, 두꺼비는 문암골에서, 그리고 한국산개구리는 문암골과 하광교 소류지 일대에서 관찰되었다. 양서류 우점종은 움개구리였으며, 다음은 청개구리, 북방산개구리 순으로 우세하였다.

한편, 확인된 11종의 파충류 중에서 아무르장지뱀, 누룩뱀 등 2종(18%)은 4개 조사지역에서 공통적으로 확인되었으며, 자라와 붉은귀거북은 하광교소류지, 능구렁이는 노루목 일대, 쇠살모사는 하광교소류지를 제외한 3개 지역에서 확인되었다. 또한 파충류 우점종은 아무르장지뱀과 누룩뱀이었

으며, 다음은 유혈목이와 쇠살모사가 우점하고 있었다.

4. 광교산 일대 양서·파충류 상은 옴개구리, 참개구리, 북방산개구리, 청개구리, 아무르장지뱀 그리고 누룩뱀 등 6종(32%)에 의하여 지배된다고 추정할 수 있다.

5. 종풍부도 지수는 $R'=3.8005$ 로 충주 남산과 지리산에 비하면 낮았으며, 종다양도 지수도 $D'=2.5474$ 로 충주 남산과 천등산과는 유사하였으며, 여타의 지역에 비하여 높게 나타났다. 그러므로 광교산 지역의 양서·파충류상과 개체군의 상호작용이 상기 비교한 다른 지역보다는 이론적으로 복잡하고, 또한 군집의 구성성분이 안정한 구조를 가지고 있다고 판단된다. 한편, 서식환경과의 연계성을 고려할 때 등산객에 의한 빈번한 출입과 농경지의 축소로 양서·파충류가 서식할 수 있는 수환경과 초지 그리고 야산의 저지대형의 산림구조가 점차 줄어들고 있는 실정이었다.

6. 양서·파충류의 생물다양성이 높은 서식처 유형은 계곡, 습지, 혼효림, 논·밭(경작지) 그리고 목밭 등으로 나타났다. 그러므로 이러한 생태환경 지형은 가급적 존치하는 것이 바람직하고, 주기적으로 훼손의 간섭압력을 줄이는 관리방안이 필요하다고 판단된다.

7. 전체 확인 종의 확인횟수에 따른 출현빈도, 확률 그리고 풍부도와 위협도를 평가한 결과, 관찰/시도가 100%가 되는 ① (V.A: 매우 풍부)종은 옴개구리를 비롯하여 9종(47%)이었고, ② (A.B: 풍부)는 1종도 없었으며 그리고 ③ (C.O: 혼합)은 한국산개구리 등 4종(21%)를 차지하고 있었다. 한편, 무당개구리, 두꺼비, 자라, 붉은귀거북, 대륙유혈목이, 능구렁이 등 6종은 ④ (U.C: 혼합하지 않음) 32%를 차지하였다. 상기의 결과를 미루어 보아 수원 광교산 일대의 양서·파충류상은 ①(V.A: 매우 풍부)가 47%를 차지하고 있었고, ③ (C.O: 혼합)은 21%를 나타내고 있어 전반적으로 개체군의 밀도는 68%로 상당히 높은 것으로 밝혀졌다.

검색어 : 수원 광교산, 양서·파충류상, 생물다양성