

월악산국립공원 송계계곡 일대의 양서류·파충류 노상상해 현황 및 보전방안¹

송재영^{2*}·오홍식³

Current Status of Road-Killed Amphibian and Reptile and Conservation Plans in Songgye Valley, Woraksan National Park¹

Jae-Young Song^{2*}, Hong-Shik Oh³

요약

월악산국립공원의 송계계곡 일대의 양서류·파충류 노상상해 현황을 파악하기 위하여 송계계곡을 300m간격으로 50개 구간을 나눈 후 구간별로 2003년 1월부터 2005년 12월까지 조사를 실시하였다. 그 결과 송계계곡에서 확인된 양서류 10종중 4종이, 파충류는 12종중 7종이 차량에 의해 노상상해된 것으로 확인되었다. 또한 가장 많이 차량에 의해 죽는 종은 북방산개구리(*Rana dybowskii*)로 전체 노상상해 개체수중 94.9%를 차지하였으며, 시기로는 4월~5월경에 가장 많은 피해가 있는 것으로 나타났다. 따라서 북방산개구리를 보호하기 위해 생태이동통로 설치가 필요하며, 북방산개구리와 다른 양서류의 보호를 위해서 지속적인 모니터링을 실시해야 한다.

주요어 : 북방산개구리, 생태이동통로

ABSTRACT

To investigate the incidence of the road-kill of amphibians and reptiles in Songgye valley, Woraksan National Park, a survey of Songgye valley was conducted from January, 2003 to December, 2005. Before the investigation, the survey area was divided into 50 sites at 300m intervals. As a result, road-kill by vehicles were confirmed to affect 40% of the amphibians and 58.3% of the reptiles among the total species in the Woraksan National Park. The most affected species was *Rana dybowskii*, with a frequency of 94.9% among the total number of road-killed individuals. The highest road-kill rate occurred between April to May, every year. Therefore, it is necessary to construct an eco-bridge and to perform the continuous ecological monitoring for the conservation of *R. dybowskii* including other species.

KEY WORDS : *Rana dybowskii*, ECO-BRIDGE

1 접수 9월 30일 Received on Sep. 30, 2006

2 국립공원연구원 National Park Research Institute, 16-1, Hoyeong-ri, Jucheon-myeon, Namwon(590-811), Korea(song@seoul.korea.com)

3 제주대학교 교육과학연구소 과학교육과 Educational Research Institute Dept. of Science Education, Cheju National University, Jeju(690-756), Korea

* 교신저자, Corresponding author

서론

월악산국립공원은 1984년에 지정되었으며, 현재 287.977km²의 면적을 차지하고 있다. 행정구역상 충청북도 충주시, 제천시, 단양군과 경상북도 문경시에 걸쳐 있으며 북쪽으로는 충주호를 끼고 있다. 전체 면적중 공원 자연환경지구가 전체 면적의 61.7%인 177.734km²로 가장 넓고 다음으로 공원자연보존지구 107.975km², 공원자연마을지구 1.142km², 공원밀집마을지구 0.786km², 공원집단시설지구 0.34km²순으로 구성되어 있다(월악산사무소, 2006). 또한 월악산 송계계곡은 충주시 한수면에 위치해 있으며, 주변에 덕주골, 고무서리골, 만수골 등이 송계계곡과 합류된다. 또한, 그 주변에 덕주사와 미륵사가 위치해 있으며, 송계계곡을 따라 낙엽활엽수림이 잘 발달해 있다.

양서·파충류는 생태계 구성에 있어서 먹이사슬의 중간단계에 있으며, 생태계의 안정성을 위해 매우 중요한 분류군이다. 특히 양서류는 작은 수서곤충이나 육상곤충을 포식하여 생활하고, 파충류는 양서류나 소형 설치류를 포식한다. 양서·파충류는 포유동물 및 조류의 주요 먹이원 중 하나이며, 생태계 내에서 양서·파충류의 감소는 생태계의 커다란 위협요인으로 작용하고 있다. 이처럼 생태계에서 중요한 위치를 차지하고 있음에도 월악산국립공원내 양서·파충류에 대한 연구는 백남국(1996), 한상훈과 송재영(1999)에 의해 단편적으로 보고된 정도이다.

한편, 생태계의 중요한 구성원인 양서·파충류에 대한 노상상해가 최근 들어 급증하고 있으며, 국립공원내 통과도로에서도 같은 현상이 빈번히 발생하고 있다. 하지만, 국내에서 발생하고 있는 양서·파충류 노상상해에 대

한 정밀조사 실시하고, 그 결과를 바탕으로 계획적으로 생태통로가 설치된 예는 거의 없는 실정이다. 따라서 이러한 양서·파충류의 노상상해에 대한 심각성을 인식한 국립공원에서는 각 국립공원사무소별로 통과도로에서 발생하는 노상상해 현황을 2003년부터 파악하고 있으며, 특히 월악산국립공원에서는 송계계곡을 총 50개 권역으로 구분한 후, 현재까지 그 실태를 지속적으로 파악하고 있다.

본 연구는 월악산국립공원의 송계계곡을 따라 설치되어 있는 통과도로에서 발생하는 양서·파충류 노상상해의 원인을 파악하고 보호대책을 마련하기 위하여 2003년부터 2005년까지 조사한 결과를 바탕으로 보호방안을 제시하고자 시도되었다.

조사방법

월악산국립공원 송계계곡 일대의 양서·파충류 노상상해 현황을 파악하기 위하여 2003년부터 2005년까지 전 구간을 300m 간격으로 총 50개 구간으로 구분한 후, 월악산국립공원 사무소와 공동으로 조사를 실시하였다. 현장조사는 2~3일 간격으로 주야간에 실시하였으며, 동시에 월악산국립공원 전 지역의 양서·파충류상을 파악하였다(Fig. 1).

한편 일반적인 양서·파충류 현황을 파악하기 위해서 양서류 중에서 유미류는 물이 흐르는 계곡 중 유속의 흐름이 완만한 곳을 찾아 작은 바위를 들추어 유생을 확인하거나, 물이 고여 있는 작은 웅덩이에 산란한 알을 수집하여 종을 확인하였고, 성체는 고지대의 활엽수림이 있는 음지쪽에 쓰러져 있는 고목을 들추거나, 바위틈에서 확인하였다. 또한 무미류는 등산로를 따라 이동하면서

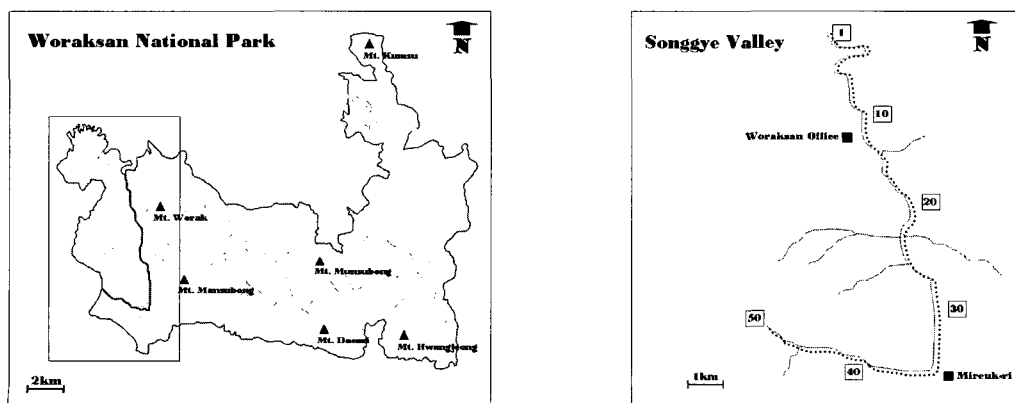


Figure 1. The map showing survey sites in the Songgye valley, Woraksan National Park (The square box in the right figure is the site number for the road-kill survey)

그 주변에 서식하는 개체를 확인하거나, 바위틈 혹은 논, 수로 그리고 저습지 주변에서 포충망을 이용하여 채집하였다. 논이나 웅덩이에서 발견된 개구리류 유생중 동정에 어려움이 있는 개체는 10%포르말린에 고정하였으며, 실체현미경을 통하여 유생의 치열을 확인한 후 동정하였다. 또한 야간에 무미류의 울음소리를 청취한 후 종을 식별하였다.

파충류 중에서 장지뱀류는 목정발 주변, 도로변과 등산로 주변의 햇볕이 잘 드는 곳에 쌓여 있는 돌을 들추어 확인하였고, 도마뱀류는 그늘지고 낙엽이 많이 쌓인 지역에서 낙엽이나 크고 작은 돌을 들추어 확인하였다. 뱀류는 저지대의 임연부 일대, 목정발, 등산로 주변에서 확인하였다. 추가적으로 뱀의 허물이 발견된 경우 표본을 제작하고 이를 동정하였으며, 양서·파충류의 정확한 동정을 위해, 강영선과 윤일병(1975), Ji *et al.*(1987), Maeda와 Matsui(1999), Zhao와 Adler(1993) 등을 활용하였다.

결과 및 고찰

1. 양서·파충류 교통사고 현황

현재까지 월악산국립공원에서 확인된 양서류는 총 6과 10종으로 나타났으며, 파충류는 5과 12종으로 확인되었다. 특히 환경부 지정 멸종위기종인 황구렁이 (*Elaphe schrenskii anomala*)가 서식하는 것으로 나타났다. 한편, 2003년부터 2005년까지 송계계곡 일대의 양서·파충류 노상상해 실태를 조사한 결과, 확인된 양서류는 총 4과 4종이었으며, 파충류는 2과 7종으로 나타났다. 특히 월악산국립공원에서 서식하는 양서류 10종중 4종이, 파충류 12종중 7종이 차량에 의해 죽는 것으로 나타났으며, 환경부 멸종위기종인 구렁이가 노상상해된 것도 관찰되었다. 연도별로 양서·파충류 노상상해 실태를 살펴보면, 2003년에 총 7종 167개체, 2004년에 9종 570개체, 2005년에 9종 1,478개체였으며, 2003년부터 2005년까지 확인된 전체 종과 개체수는 11종 2,215개체로 나타났다. 또한, 가장 많이 차량에 의해 죽은 종은 북방산개구리(*Rana dybowskii*)로 전체 개체수중 94.90%인 2,102개체로 확인되었으며, 다음으로 많이 확인된 종은 유헤목이(*Rhabdophis tigrinus tigrinus*)와 능구렁이

Table 1. Summary of information on Herpetofauna of Woraksan National Park with road-killed individuals across the three years

Species	Field survey			Road-killed individuals				
	This study	Paek(1996)	2003yr.	2004yr.	2005yr.	Total	Freq.	
Hynobiidae	<i>H. leechii</i>	○	○	-	7	-	7	0.32
Plethodontidae	<i>K. koreana</i>	○	-	-	-	-	-	-
Bombinatoridae	<i>B. orientalis</i>	○	○	-	10	-	10	0.45
Bufonidae	<i>B. gargarizans</i>	○	○	-	4	4	8	0.36
	<i>B. stjneri</i>	○	-	-	-	-	-	-
Hylidae	<i>H. japonica</i>	○	○	-	-	-	-	-
	<i>R. nigromaculata</i>	○	○	-	-	-	-	-
Ranidae	<i>R. rugosa</i>	○	○	-	-	-	-	-
	<i>R. dybowskii</i>	○	○	142	527	1,433	2,102	94.9
	<i>R. huanrenensis</i>	○	-	-	-	-	-	-
Testudinidae	<i>P. sinensis</i>	-	○	-	-	-	-	-
Scincidae	<i>S. vendenburghi</i>	○	-	-	-	-	-	-
Lacertidae	<i>T. amurensis</i>	○	○	-	-	-	-	-
	<i>E. rufordosata</i>	○	○	-	-	-	-	-
	<i>E. dione</i>	○	○	6	8	6	20	0.9
	<i>R. t. tigrinus</i>	○	○	7	7	7	21	0.95
	<i>E. s. anomala</i>	-	○	-	-	1	1	0.05
Colubridae	<i>D. r. rufozonatum</i>	○	○	7	3	11	21	0.95
	<i>C. spinails</i>	○	-	-	-	-	-	-
	<i>G. brevicaudus</i>	○	○	1	2	3	6	0.27
Viperidae	<i>G. ussuriensis</i>	○	○	3	2	11	16	0.72
	<i>G. saxatilis</i>	○	○	1	-	2	3	0.14
Total		20sp.	17sp.	167	570	1,478	2,215	-

(*Dinodon rufozonatum rufozonatum*) 가 각각 0.95%로 나타났으며 누룩뱀(*Elaphe dione*)이 0.90% 순으로 나타났다. 그 결과 차량에 의해 희생되는 대부분의 종이 북방산개구리인 것으로 확인되었다(Table 1).

월별 노상상해 현황을 살펴보면, 매년 4월부터 10월 까지 다수의 개체가 죽고 있으며, 노상상해의 대부분을 차지하는 북방산개구리는 4~5월과 9월경에 많이 발생하였으며, 북방산개구리를 제외한 다른 양서·파충류는 6월~10월 사이에 교통사고가 자주 일어나는 것으로 나타났다(Table 2).

2003년부터 2005년까지 총 3년 동안의 실태조사 결과 2, 9, 10, 12, 14, 15, 19, 25, 31, 32, 35, 39번 구간에서는 노상상해가 발생하지 않았으며, 가장 많은 종이 희생된 구간은 4번과 28번 구간으로 나타났다. 또한 가장 많은 개체수가 죽는 구간은 39번~41번 구간으로 나타났으며, 39번~40번 구간의 인접지역에서는 북방산개구

리의 산란지와 동면지가 확인되었다(Table 3). 특히 송계계곡을 따라 다수의 침엽수림과 일부의 낙엽활엽수림이 존재하지만, 39~40번 구간에는 북방산개구리의 산란지로 이용할 수 있는 넓은 농경지가 형성되어 있다. 이러한 농경지는 북방산개구리의 최적 산란지로서 충분한 역할을 담당하고 있으며 따라서 이곳에 형성된 산란지로 이동하는 과정에서 많은 개체가 차량에 의해 희생되는 것으로 나타났다.

2. 북방산개구리(*Rana dybowskii*) 보호대책

양서류 특히 개구리류는 번식기에 특정한 산란장소에 모이기 위하여 집단으로 도로를 횡단하는 일이 많아 사고 발생장소가 집중되어 사망하는 개체가 많다(Masae and Yanagawa 2000). 그리고 번식에 가담하는 개체가 많을 경우 그 지역 개체군에 미치는 영향이 클 뿐

Table 2. Road-killed individuals and species per month across the three years in Songgye Valley of Woraksan National Park

Year Month	2003	2004	2005	Species (Indiv).
Jan.~Feb.	-	-	-	-
Mar.	-	<i>R. dybowskii</i> (1)	-	1 (1)
Apr.	<i>R. dybowskii</i> (55), <i>E. dione</i> (1)	<i>H. leechii</i> (7), <i>R. dybowskii</i> (525)	<i>R. dybowskii</i> (725)	3 (1,313)
May.	<i>R. dybowskii</i> (7), <i>E. dione</i> (2), <i>R. t. tigrinus</i> (1)	<i>R. t. tigrinus</i> (1), <i>E. dione</i> (2), <i>B. orientalis</i> (10)	<i>R. dybowskii</i> (705), <i>D. r. rufozonatum</i> (1)	5 (729)
Jun.	<i>G. ussuriensis</i> (1), <i>R. t. tigrinus</i> (2), <i>E. dione</i> (2)	<i>B. gargarizans</i> (2), <i>R. t. tigrinus</i> (1)	<i>E. s. anomala</i> (1), <i>D. r. rufozonatum</i> (1), <i>R. t. tigrinus</i> (2), <i>G. ussuriensis</i> (2), <i>E. dione</i> (1)	6 (15)
Jul.	<i>G. saxatilis</i> (1), <i>E. dione</i> (1), <i>D. r. rufozonatum</i> (1)	<i>B. gargarizans</i> (1), <i>R. dybowskii</i> (1), <i>R. t. tigrinus</i> (4), <i>E. dione</i> (2)	<i>G. brevicaudus</i> (3), <i>E. dione</i> (2), <i>B. gargarizans</i> (1), <i>D. r. rufozonatum</i> (2), <i>G. ussuriensis</i> (2)	8 (21)
Aug.	<i>R. dybowskii</i> (2), <i>R. t. tigrinus</i> (2), <i>G. ussuriensis</i> (1), <i>D. r. rufozonatum</i> (1)	<i>E. dione</i> (3), <i>R. t. tigrinus</i> (1), <i>D. r. rufozonatum</i> (3)	<i>D. r. rufozonatum</i> (2), <i>G. ussuriensis</i> (4), <i>E. dione</i> (2), <i>B. gargarizans</i> (2), <i>R. t. tigrinus</i> (1)	6 (24)
Sep.	<i>R. dybowskii</i> (65), <i>G. brevicaudus</i> (1), <i>G. ussuriensis</i> (1), <i>D. r. rufozonatum</i> (3), <i>R. t. tigrinus</i> (2)	<i>B. gargarizans</i> (1), <i>G. brevicaudus</i> (1), <i>G. ussuriensis</i> (2)	<i>R. t. tigrinus</i> (2), <i>G. ussuriensis</i> (2), <i>D. r. rufozonatum</i> (3), <i>G. saxatilis</i> (1), <i>B. gargarizans</i> (1)	7 (85)
Oct.	<i>R. dybowskii</i> (13), <i>D. r. rufozonatum</i> (2)	<i>E. dione</i> (1), <i>G. brevicaudus</i> (1)	<i>R. dybowskii</i> (3), <i>R. t. tigrinus</i> (2), <i>D. r. rufozonatum</i> (2), <i>G. saxatilis</i> (1), <i>E. dione</i> (1), <i>G. ussuriensis</i> (1)	3 (27)
Nov.~Dec	-	-	-	-
Total	7 sp.	9 sp.	9 sp.	11 (2,215)

만 아니라 노상의 대량 사체나 알에 의한 미끄러움으로 인해 교통사고의 가능성도 있다(Beebee, 1996). 한편, 사고의 시기나 장소를 파악할 수 있기 때문에 적절한 이동통로의 확보나 운전자에게 주시시키는 일 등으로 사고건수를 줄일 수도 있을 것이다. 영국이나 일본 북해도에서는 이러한 교통사고 방지를 위해 개구리류가 횡단하는 안내 표지판을 설치하여 미연에 사고를 예방하고 있어 표지판 설치도 필요할 것으로 판단된다(Gittins, 1983; Masae and Yanagawa 2000).

조사결과, 북방산개구리의 노상상해는 전체 희생된 양서류·파충류의 94.9%를 차지할 정도로 높은 빈도를 보이고 있다(Table 1). 따라서 이러한 원인을 밝히기 위하여 정밀조사를 실시하였으며, 그 결과 39번~41번 사이에서 북방산개구리의 산란지 및 동면지가 확인되었고, 이 구간에서 4~5월경에 북방산개구리가 산란지로 이동하는 동안에 많은 개체가 차량에 의해 죽는 것으로 나타났다(Fig 2). 이러한 결과는 4월~5월 사이에 동면지에서 산란지로 이동하는 북방산개구리의 생태적 특성과 일치한다는 점에서 매우 심각하다(원홍구, 1971).

하지만, 현재 북방산개구리의 산란지역은 과거의 논에서 복숭아 과수원으로 변경되면서 넓은 면적의 산란지가 파괴되고 있음으로 북방산개구리 유생의 서식에 치명적인 영향을 미칠 수 있다. 이러한 결과는 3~4년 후에 산란에 참여하는 산개구리류(brown frogs)의 특성에 비춰볼 때 개체수가 급감할 우려가 있으며, 이러한 결과를 미연에 방지하기 위해서 대체산란지를 조성할 필요성이 있다고 본다(환경부, 2001). 일본의 닛코-우쓰노미야 도로의 닛코-기요타키 구간 중, 쇼바사와 부근의 도로 건설 예정지에 있던 농업용 수통(지름 약 80cm, 깊이 약

100cm)이 산청개구리(*Rhacophorus schlegelii*)의 산란지로 되어 있었는데, 이 수통에 도로건설로 제거됨에 따라 도로 부지의 적당한 장소를 골라서 간단한 번식지(콘크리트제, 지름 약 150cm, 깊이 약 25cm)를 조성한 사례가 있다(안홍규, 2002). 이러한 예처럼 북방산개구리의 교통사고 방지를 위해 기존에 발표된 생태이동통로 설치 지침을 참고하여(최병진 등, 2001; 환경부, 2003) 39번~41번 구간 사이에 생태이동통로를 건설할 필요성이 있다.

도로에 의해 야생동물의 서식지가 단절되고, 이렇게 단절된 서식지로 이동하다가 발생하는 교통사고는 여러 사례에서 볼 수 있는데, 거북이는 일반적으로 산란장으로 이용되는 저수지가 도로와 가까울수록 사상사고가 많고, 그 발생시기는 산란기인 6월 중순부터 8월 하순에 집중되고 있다(안홍규, 2002). 또한 도로 가장자리에 설치되어 있는 측구 및 기타 구조물이 양서류·파충류 이동에 커다란 장애가 되는데, 西原과 川西(1994)의 탈출시설에서 경사각이 거북류는 70°, 청개구리(*Hyla japonica*) 90°, 일본산개구리(*Rana japonica*) 70°, 참개구리(*Rana nigromaculata*) 50°, 옴개구리(*Rana rugosa*) 60° 정도 까지만 이동이 가능하지만 그 이상의 경사각에서는 이동하는 것이 어려운 것으로 나타났다. 또한 우리의 연구에서 송계계곡 39번~41번 구간의 도로 가장자리에 설치된 높이 15cm, 각도 90°의 턱을 북방산개구리 암컷, 수컷 모두가 넘지 못하는 것을 확인하였다. 따라서 북방산개구리를 비롯해서 우리나라에 분포하는 개구리 속(Genus *Rana*)의 경우 측구 및 기타 시설물이 70° 이상 될 경우 통과하지 못할 가능성이 매우 크다.

한편, Bildhauer와 Rosenkantz(1983)의 두꺼비(genus

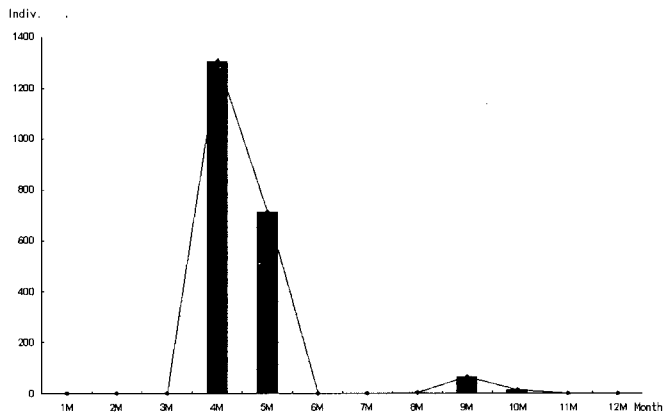


Figure 2. Road-killed individuals of *R. dybowskii* at each month of Songgye valley during the 3 years

Table 3. Road-killed individuals and species per sites across the three years in Songgye valley of Woraksan National Park

Year Site	2003	2004	2005	Sp.
1	<i>R. dybowskii</i> (13), <i>E. dione</i> (1), <i>R. t. tigrinum</i> (1)	-	-	3(15)
3	-	<i>G. ussuriensis</i> (1)	-	1(1)
4	<i>R. dybowskii</i> (1), <i>E. dione</i> (1), <i>D. r. rufozonatum</i> (1), <i>G. saxatilis</i> (1)	<i>D. r. rufozonatum</i> (2), <i>G. ussuriensis</i> (1)	<i>R. t. tigrinus</i> (1), <i>D. r. rufozonatum</i> (2)	6(10)
5	-	<i>E. dione</i> (1)	-	1(1)
6	-	<i>R. dybowskii</i> (7), <i>G. breviceaudus</i> (1)	<i>D. r. rufozonatum</i> (2), <i>G. breviceaudus</i> (1)	3(11)
7	-	-	<i>R. dybowskii</i> (120), <i>E. dione</i> (1)	2(121)
8	-	<i>E. dione</i> (1), <i>R. t. tigrinus</i> (1)	-	2(2)
11	-	<i>R. dybowskii</i> (2)	-	1(2)
13	-	-	<i>B. gargarizans</i> (1), <i>D. r. rufozonatum</i> (1)	2(2)
16	-	-	<i>R. t. tigrinus</i> (1)	1(1)
17	<i>R. dybowskii</i> (6), <i>R. t. tigrinus</i> (1)	<i>R. dybowskii</i> (1), <i>B. orientalis</i> (10)	<i>R. t. tigrinus</i> (1)	4(19)
18	-	-	<i>R. dybowskii</i> (32)	1(32)
20	<i>R. dybowskii</i> (3), <i>R. t. tigrinus</i> (2)	-	<i>D. r. rufozonatum</i> (1)	3(6)
21	<i>R. dybowskii</i> (13), <i>D. r. rufozonatum</i> (1), <i>G. ussuriensis</i> (1)	<i>R. dybowskii</i> (1), <i>E. dione</i> (1)	-	4(17)
22	<i>R. dybowskii</i> (1)	<i>E. dione</i> (1)	<i>G. ussuriensis</i> (1)	3(3)
23	-	<i>E. dione</i> (1)	<i>D. r. rufozonatum</i> (1)	2(2)
24	-	<i>R. t. tigrinus</i> (2)	<i>G. ussuriensis</i> (1)	2(3)
26	-	-	<i>D. r. rufozonatum</i> (1), <i>G. saxatilis</i> (1)	2(2)
27	-	<i>B. gargarizans</i> (1), <i>R. t. tigrinus</i> (1), <i>E. dione</i> (2)	-	3(4)
28	<i>R. dybowskii</i> (4), <i>E. dione</i> (1), <i>R. t.</i> <i>tigrinus</i> (1), <i>D. r. rufozonatum</i> (1)	<i>R. dybowskii</i> (2)	<i>G. breviceaudus</i> (1), <i>G. ussuriensis</i> (1)	6(11)
29	<i>G. breviceaudus</i> (1)	-	-	1(1)
30	-	-	<i>G. ussuriensis</i> (1)	1(1)
33	<i>R. dybowskii</i> (1)	<i>R. dybowskii</i> (1)	-	1(2)
34	-	<i>R. t. tigrinus</i> (2), <i>D. r. rufozonatum</i> (1)	<i>G. ussuriensis</i> (2)	3(5)
36	<i>R. dybowskii</i> (1)	-	<i>E. s. anomala</i> (1)	2(2)
37	<i>E. dione</i> (1), <i>R. t. tigrinus</i> (1), <i>D. r. rufozonatum</i> (2)	-	<i>R. t. tigrinus</i> (1)	3(5)
38	<i>R. dybowskii</i> (34), <i>E. dione</i> (1)	-	-	2(35)
39	<i>R. dybowskii</i> (46), <i>D. r. rufozonatum</i> (1)	<i>H. leechii</i> (7), <i>B. gargarizans</i> (1), <i>R. dybowskii</i> (512)	<i>E. dione</i> (2)	5(569)
40	<i>R. dybowskii</i> (17), <i>R. t. tigrinus</i> (1), <i>D. r. rufozonatum</i> (1), <i>G. ussuriensis</i> (1)	-	<i>R. dybowskii</i> (1,056), <i>B. gargarizans</i> (1), <i>G. ussuriensis</i> (2)	5(1,079)
41	-	-	<i>R. dybowskii</i> (222), <i>E. dione</i> (1), <i>D. r. rufozonatum</i> (1)	3(224)
42	-	-	<i>B. gargarizans</i> (1), <i>R. dybowskii</i> (3), <i>D. r. rufozonatum</i> (1), <i>G. ussuriensis</i> (1)	4(6)
43	-	-	<i>B. gargarizans</i> (1), <i>R. t. tigrinus</i> (2), <i>G. ussuriensis</i> (1), <i>G. saxatilis</i> (1)	4(5)
44	<i>E. dione</i> (1)	<i>B. gargarizans</i> (1), <i>G. breviceaudus</i> (1)	-	3(3)
45	-	<i>R. t. tigrinus</i> (1)	<i>R. t. tigrinus</i> (1)	1(2)
46	-	-	<i>E. dione</i> (1), <i>G. breviceaudus</i> (1), <i>G. ussuriensis</i> (1)	3(3)
47	-	<i>R. dybowskii</i> (1)	<i>D. r. rufozonatum</i> (1)	2(2)
48	-	<i>B. gargarizans</i> (1), <i>E. dione</i> (1)	-	2(2)
50	<i>R. dybowskii</i> (2), <i>G. ussuriensis</i> (1)	-	<i>E. dione</i> (1)	3(4)

Bufo) 생태통로 이동성에 관한 연구에서 여러 크기의 배수관 중에서 높이가 10~30cm 정도의 배수관 보다는 50cm~175cm사이의 배수관을 많이 이용하는 것으로 보아 가능한 한 높이가 높은 배수관을 설치하는 것이 바람직하다고 보고한 바 있다. 그리고 개구리류가 도로로 진입하는 것을 막기 위해서는 터널에 개구리를 유도하는 벽이나 유도펜스를 병설하는 것이 유효하다고 알려지고 있다(Brehm, 1989; Dixel, 1989).

위와 같은 결과를 바탕으로 할 때, 북방산개구리의 노상상해 방지를 위해 39번~41번 구간에 생태이동통로를 설치하는 것이 바람직하며, 주변 입지환경 등을 고려하여 도로 하부에 약 100cm이상의 많은 배수관을 설치하는 것이 타당하다. 또한 도로 가장자리에 설치된 측구의 각도 70°미만으로 설치함으로써 측구 속에 들어간 양서·파충류가 자연스럽게 나올 수 있도록 배려해야 할 것이다. 추가적으로 생태이동통로 설치 후에 북방산개구리의 이동성이나 생태밀도 변화 등 생태적인 측면에서 지속적인 모니터링을 실시해야 할 것이다.

현재까지 환경부는 야생동물을 보호하기 위하여 2003년 현재까지 생태이동통로를 지리산 사암재 및 오대산 구룡령에 시범사업으로 설치한 이후 전국에 많은 생태이동통로를 설치하여 운영하고 있으며, 이중 많은 수가 국립공원내 설치되어 있고 앞으로도 추가적인 생태이동통로의 설치가 중·대형 포유류 및 조류 등에 초점이 맞춰져 있으며, 양서·파충류만을 대상으로 한 경우는 극히 드물다. 따라서 생태이동통로 설치시 충분한 사전 자료를 바탕으로 각각의 종에 맞는 생태이동통로 건설이 필요하며, 이들에 대한 지속적인 모니터링도 함께 병행되어야 할 것이다.

감사의 글

월악산국립공원내 송계계곡 주변의 양서·파충류 노상상해현황을 파악하기 위하여 많은 협조를 해주신 월악산국립공원 사무소 소장님 이하 직원들께 진심으로 감사드립니다.

인용문헌

강영선, 윤일병(1975) 한국동식물도감 제17권 동물편(양서·파충류). 문교부, 서울, 190쪽.
백남극(1996) 월악산국립공원자연자원조사. 국립공원관리공단, 서울, 139-144쪽.

- 안홍규(2002) 생태공학. 청문각, 서울, 398쪽.
원홍구(1971) 조선양서파충류지. 과학원출판사, 평양, 170쪽.
월악산사무소(2006) <http://www.knps.or.kr/worak/main.asp>
최병진, 김익겸, 신화정, 송재영, 강민구, 박민철(2001) 생태통로설계기준과 주변 부대시설 조성방안에 관한 연구. 한국도로공사, 서울, 212쪽.
한상훈, 송재영(1999) 제천·단양, 금수산 지역의 포유동물 및 양서·파충류. 환경부, 106-112쪽.
환경부(2001) 도시에 자연을 불러오기 위한 생태연못 조성 길라잡이. 167쪽.
환경부(2003) 자연생태계 복원을 위한 생태통로 설치 및 관리지침. 95쪽.
西原正武, 川西恵美子(1994) U字溝における小型動物に配慮した対策工について—小型動物脱出實驗. 第8回環境研究發表予孺集, 21-22.
Bildhauer, H. and B. Rosenkantz(1983) "Untersuchungen zum Wanderverhalten von Erdkroten. Ein Beitrag zum Thema Strasse und Umwelt", Strasse und Autobahn. 34(11): 474-480.
Beebee, T. J. C.(1996) Ecology and conservation of amphibians. Chapman & Hall, London, 214pp.
Brehm, K.(1989) The acceptance of 0.2-meter tunnels by amphibians during their migration to the breeding site. In: T. E. S. Langton(ed.), Amphibians and roads. pp. 29-42. ACO Polymer Products Ltd, England, 202pp.
Dixel, R.(1989) Investigations into the protection of migrant amphibians from the threats from road traffic in the Federal Republic of Germany- a summary. In: T. E. S. Langton(ed.), Amphibians and roads. pp. 43-49. ACO Polymer Products Ltd, England, 202pp.
Gittins, P.(1983) Road casualties solve toad mysteries. New Scientist, 97: 530-531.
Ji, D.M., M.Y. Liu, Z.J. Liu, Y.F. Zhou, K.C. Huang, S.S. Wen and B.Z. Zou(1987) Fauna Liaoningca. Amphibia, Reptilia. Liaoning Sci. Technol. Press, Shenyang.
Maeda, N. and M. Matsui(1999) Frogs and Toads of Japan. Bun-Ichi Sogo Shuppan, Tokyo, 72-75.
Masae, A. and H. Yanagagawa(2000) Casualties of Ezo Brown Frog (*Rana pirica*) on the road adjoining to their breeding site in Kroishidaira, Taisetsuzen(Daisetsuzan) national Park, Central Hokkaido. Bull. Higashi Taisetsu Mus. Nat. Hist., 22: 25-27.
Zhao, E. M. and K. Adler(1993) Herpetology of China. Society for the study of amphibians and reptiles. New York, 522pp.