

## 남한 동북부지역 도로에서 뱀류 로드킬의 양상<sup>1a</sup>

박대식<sup>2†</sup> · 정수민<sup>3†</sup> · 김성규<sup>2</sup> · 라남용<sup>3,4</sup> · 이정현<sup>3,5</sup> · 김자경<sup>3,6</sup> · 김일훈<sup>3,7</sup> · 김대인<sup>3,8</sup> · 김석범<sup>3,9\*</sup>

### Patterns of Snake Roadkills on the Roads in the Northeast Region of South Korea<sup>1a</sup>

Daesik Park<sup>2†</sup>, Soo-Min Jeong<sup>3†</sup>, Seung-Kyu Kim<sup>2</sup>, Nam-Yong Ra<sup>3,4</sup>, Jeong-Hyun Lee<sup>3,5</sup>,  
Ja-Kyeong Kim<sup>3,6</sup>, Il-Hun Kim<sup>3,7</sup>, Dae-In Kim<sup>3,8</sup>, Seok-Bum Kim<sup>3,9\*</sup>

#### 요 약

도로의 건설에 따른 불가피한 생태계 피해들 중 도로상에서 동물이 차에 치여 죽는 로드킬이 있으며, 특히 산간 지대가 많은 지형적 특성에 따라 국내에서 로드킬은 특별히 관심을 받고 있다. 로드킬은 야생동물 개체군 감소의 한 원인으로 종종 언급되고 있다. 국내에서 포유류, 조류, 양서류 등과 같이 파충강(Reptilias) 중 뱀류의 로드킬 역시 빈번하게 발생하고 있음에도 불구하고 고속도로가 아닌 일반도로에서 뱀류 로드킬 발생 경향에 대한 연구는 매우 미진한 상태이다. 본 연구는 2007년 5월부터 2012년 9월 사이에 강원도 지역을 주로 포함하고 일부 경기도, 충청북도, 경상북도 지역을 포함하는 남한 동북부 지역에 고속도로를 제외한 일반도로를 대상으로 뱀류 로드킬을 조사, 분석하였다. 분석결과, 총 10종 155건의 로드킬이 발견되었는데, 그들 중 유희목이(*Rhabdophis tigrinus*), 쇠살모사(*Gloydius ussuriensis*), 누룩뱀(*Elaphe dione*), 능구렁이(*Dinodon rufozonatus*), 살모사(*Gloydius brevicaudus*) 5종이 전체 로드킬의 90% 이상을 차지하고 있었다. 로드킬은 먹이를 찾아다니는 것으로 예상되는 뱀류가 그렇지 않은 뱀류보다 더 빈번하게 발생하였으며, 수컷의 비율이 암컷보다 높았고, 성체의 비율이 아성체보다 높았다. 계절적으로는 9월에 가장 높은 빈도를 보였다. 해발고도 상으로는 200-400m 사이에서, 도로 가장자리의 환경 특성으로는 산-도로-수계와 산-도로-농경지 환경에서 빈번하게 발생하였다. 이러한 결과는 국내 뱀류 로드킬의 경향을 파악하고, 해당 지역들에서 뱀류를 위한 로드킬 저감방안 수립 및 시행시 대상 지역 및 위치선정, 대상종의 선정 등에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

주요어: 도로, 파충류, 뱀, 보전

#### ABSTRACT

One of the negative ecological effects following road construction is roadkill; animals die on the roads after being struck by vehicles. Roadkills have been a major concern in South Korea due to the large mountain areas

1 접수 2016년 11월 8일, 수정 (1차: 2016년 12월 29일, 2차: 2017년 1월 23일), 게재확정 2017년 1월 24일

Received 8 November 2016; Revised (1st: 29 December 2016, 2nd: 23 January 2017); Accepted 24 January 2017

2 강원대학교 과학교육학부 Division of Science Education, Kangwon National University, Chuncheon, Kangwon 24341, Korea

3 강원대학교 생물학과 Dept. of Biology, Kangwon National University, Chuncheon, Kangwon 24341, Korea

4 한국양서파충류생태복원연구소 Korean Herpetological Ecology and Recovery Institute, Inchoen 21657, Korea

5 국립생물자원관 National Institute of Biological Resources, Incheon 22689, Korea

6 국립낙동강생물자원관 Nakdonggang National Institute of Biological Resources, Sangju-si, Gyeongbuk 37242, Korea

7 국립해양생물자원관 Marine Biodiversity Institute of Korea, Seochun-gun, Chungnam 33662, Korea

8 국립생태원 National Institute of Ecology, Seocheon-gun, Chungnam 33657, Korea

9 국립공원관리공단 종복원기술원, Korea National Park Service Species Restoration Technology Institute, Guryeo-gun, Jeonnam 57616, Korea

† co-first author

a 본 연구는 2015년도 강원대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 수행되었음.

\* 교신저자 Corresponding author: Tel:+82-61-783-9120, Fax:+82-61-783-9125, E-mail: habitat@knps.or.kr

in the country and have been mentioned as a causal factor for the decline in wildlife. Although snake roadkills frequently occur, as with mammals, birds, and amphibians, there are not many related studies done on snake roadkills. In this study, we determined snake roadkill patterns in the northeast part of South Korea including most of the Gangwon-do areas and parts of Gyeonggi-do, Chungcheongbuk-do, and Gyeongsangbuk-do by analyzing the snake roadkills found between May 2007 and Aug 2012. We identified a total of 155 roadkilled snakes from 10 different species. Red-sided water snake (*Rhabdophis tigrinus*), Red-tongue viper snake (*Gloydius ussuriensis*), Cat snake (*Elaphe dione*), Red-banded snake (*Dinodon rufozonatus*), and Viper snake (*Gloydius brevicaudus*) accounted for more than 90% of the total cases. It was found that more active forager snakes were killed than sit-and-wait foragers, more male snakes were killed than female snakes, and more adult snakes were killed than subadult snakes. The snake roadkill frequency was the highest in September between the altitudes of 200 and 400 m, and on roads between either a mountain and a body of water or between a mountain and a crop field. Our results are expected to enhance the understanding of snake roadkills in general and to determine the areas, specific sites and species for planning projects for snake roadkill reduction in the northeast of South Korea.

**KEY WORDS: ROAD, REPTILE, SNAKE, CONSERVATION**

## 서론

인간문명과 도시 발달로 인하여 교통량이 증가하면서 교통을 위한 도로의 건설은 불가피한 선택이 되고 있다. 도로는 공사기간 뿐만 아니라 도로건설 이후에도 장기적으로 도로 주변 생태계에 다양한 부정적인 영향을 미친다(Spellerberg, 1998; Trombulak and Frissell, 2000; Chen, 2015). 도로상에서 차량 충돌에 의해 죽는 동물을 의미하는 로드킬(Roadkill)의 발생은 국제적인 생물개체군 크기 감소의 한 요인으로 작용하는 것으로 알려져 있다(Fahrig *et al.*, 1995; Reading *et al.*, 2010). 선진국에서 로드킬에 대한 연구는 종별, 지역별 로드킬 발생의 양상을 규명하고, 경향을 모델링하여 특정 지역에서 로드킬을 예측하고 발생 가능지점들을 비교 평가하여 효율적이고 적절한 저감대책을 시행하는 근거로 삼고 있다(Meek, 2009; Gunson, 2010; Baxter-Gilbert *et al.*, 2015). 특히, 서식지에 따라서 로드킬의 대상이 되는 종과 발생빈도에 차이가 있음을 고려하여, 가능한 다양한 서식지와 다양한 규모에서 로드킬 연구들을 진행하고 있다(Gu *et al.*, 2011; Hartmann *et al.*, 2011). 로드킬 연구 대상 동물로는 일반적으로 포유류가 가장 많은 연구의 예를 보이고 있으며, 더불어 조류나 양서류, 파충류에 대한 연구 역시 증가하는 추세를 보이고 있다(Spellerberg, 1998; Chen, 2015).

국내 도로의 전체 길이는 국가발전과 더불어 급속하게 증가하고 있다. 산악지역이 많은 한반도의 특성으로 인하

여, 많은 동물들의 주 서식지가 되는 들과 산을 관통하는 도로가 급속하게 증가하면서, 들과 산에 서식하는 동물들의 로드킬이 증가하는 추세에 있으며, 관련 연구들 역시 증가하고 있다(Choi *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2013b). 국내 로드킬의 양상 연구는 주로 고속도로와 국립공원 내 도로와 같은 특정 지역에서 연구들이 수행되어 왔는데, 중부고속도로와 오대산, 월악산 및 설악산 국립공원 등에서 관련 연구가 수행된 바 있다(Song *et al.*, 2009; Choi *et al.*, 2015; Seo *et al.*, 2015; Son *et al.*, 2016). 최근 국내에서는 대형 동물을 위한 육교형과 소형 동물들을 위한 터널형 생태통로의 설치를 위한 기법들과 이들의 설치에 따른 효율성을 평가한 연구들이 증가하고 있으며(Yang *et al.*, 2007; Oh, 2009), 양서·파충류를 위한 생태통로구조물의 설치 및 평가 역시 증가하고 있다(Lee and Jung, 2006; Choi *et al.*, 2008). 하지만, 아직까지 국립공원이나 고속도로를 제외한 일반 포장 도로상에서 일어나는 뱀류 로드킬의 양상에 대한 연구결과는 부재한 상황이다. 2013년에는 국내 양서·파충류 로드킬 연구현황에 대한 분석이 이루어졌는데(Kim *et al.*, 2013b), 국내 로드킬 자료의 약 24%가 양서·파충류를 다루고 있었으나, 보고서가 가장 많았으며, 학술논문은 3건으로 양서·파충류 로드킬에 대한 연구가 매우 미진하였다.

야외에서 로드킬 발생을 저감하기 위해서는 각종 완화시설의 설치 이전에 대상 종들의 정확한 로드킬 경향을 파악하는 것이 반드시 선행되어야 효율적인 대책수립이 가능하다. 따라서, 본 연구에서는 2007-2012년 사이에 이루어진 남한 동북부지역에서 사람의 접근이 제한되는 고속도로와

자동차전용도로를 제외한 일반도로 상에서 관찰된 뱀류 로드킬의 양상을 분석하여, 효율적인 뱀류 로드킬 방지책 마련을 위한 기초정보를 제공하고자 하였다.

## 연구방법

### 1. 로드킬 샘플의 수집

강원도, 충북의 북부지역, 경북의 북부 일부지역, 경기도의 남동부 일부지역을 포함하는 남한의 동북부지역 내 일반도로(고속도로를 제외한 아스팔트 및 콘크리트로 포장된 도로)에서 로드킬의 양상을 알아보기 위하여 2007년 5월 31일부터 2012년 9월 25일 까지의 로드킬 현황을 비정기적으로 조사하였다. 조사지역으로는 서쪽으로는 경기도 양평군, 아래로는 충북 제천시, 경북 울진군이 포함되며, 강원도의 경우 모든 시군이 조사지역에 포함된다(Figure 1).

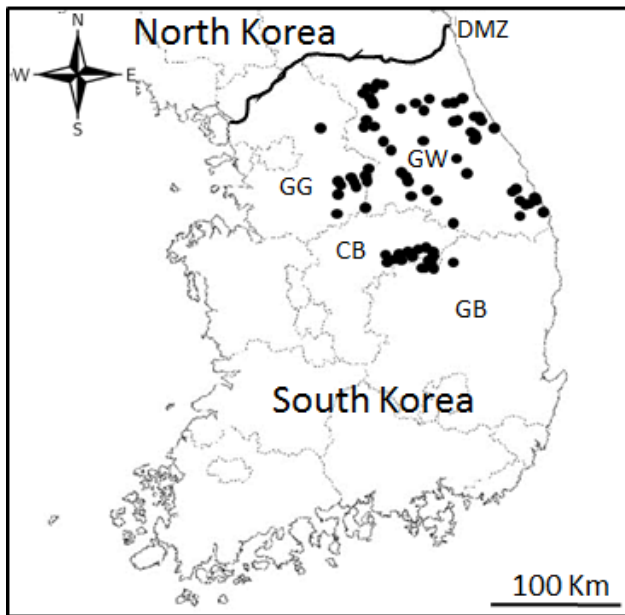


Figure 1. Locations (black dots) where we sampled snake roadkills in the northeast region of South Korea. DMZ, demilitarized zone; GW, Gangwon-do; GG, Gyeonggi-do, CB, Chungcheongbuk-do; GB, Gyeongsangbuk-do

로드킬이 발견되는 경우 차를 도로변에 세우고, 발견 년, 월, 일을 기록하고, 로드킬 된 종을 동정하고, 가능한 경우 몸통길이와 몸무게를 각각 0.1cm와 0.1g 단위로 줄자와 스프링 야외저울(10N, 김포계기, 한국)을 이용하여 측정하였다. 개체는 가능한 한 종별 성체의 크기를 고려하여 성체

혹은 아성체 여부와 성별을 확인하여 기록하였다. 이후, 로드킬 지점의 GPS 좌표와 고도를 획득하였다. 또한 도로와 직접 연결된 좌측과 우측의 도로 가장자리 환경특성을 목측으로 확인되는 길이 약 30m × 너비 약 10m 중 가장 많은 넓이를 숲, 농경지, 수계(개울, 연못, 저수지), 민가로 구분하여 기록하였다. 숲은 침엽수와 활엽수 등 교목을 포함하는 수목이 자라고 있는 지역을 의미하며, 농경지는 밭이나 논으로서 실제적인 농작물의 재배가 이루어지는 공간 혹은 최근까지 농작물 재배가 이루어져 논과 밭의 형태가 뚜렷이 남아있는 지역을 의미하며, 수계는 개울, 하천, 강, 연못, 저수지 등 실질적으로 물을 담고 있는 공간을 의미하며, 민가는 주민이 살고 있는 주택 및 주택과 관련된 담장, 마당, 텃밭 등이 있는 공간을 의미한다.

### 2. 자료의 분석

로드킬 관찰 자료는 종별, 성별, 성숙정도별, 섭식유형별, 월별, 계절별, 고도별, 도로 가장자리 환경특성별로 로드킬 관찰빈도를 분석하였으며, 필요한 경우 웹 상에서 빈도검증(Preacher, 2001)을 이용하여 유의성을 검증하였다. 또한, 로드킬 발생 빈도가 높은 상위 5종을 대상으로 추가적으로 월, 계절, 고도에 따른 로드킬 발생 빈도 차이를 검증하였으며, 중간 차이가 유의한 경우 특정 두 종간 사후검증 역시 같은 빈도검증으로 수행하였다.

## 결과

### 1. 전체 파충류의 로드킬 발생 경향

연구기간 동안 총 10종(누룩뱀 *E. dione*, 구렁이 *E. schrenckii*, 능구렁이 *D. rufozonatus*, 유헤목이 *R. tigrinus*, 대륙유헤목이 *Amphiesma vibakari*, 까치살모사 *Gloydium saxatilis*, 쇠살모사 *G. ussuriensis*, 살모사 *G. brevicaudus*, 무자치 *Oocatochus rufodorsatus*, 실뱀 *Coluber spinalis*), 155건의 로드킬 자료를 확보하였다. 유헤목이가 44마리(28.4%)로 가장 많았으며, 쇠살모사 40마리(25.8%), 누룩뱀 26마리(16.8%), 능구렁이 24마리(15.5%), 살모사 10마리(6.5%)가 뒤를 이었다(Appendix 1). 로드킬 발생 상위 4종은 전체의 86.5%를 차지하고 있었으며, 살모사를 포함하는 경우 전체의 93%를 점유하고 있어, 이들 5종이 주요 로드킬 종이며, 나머지 5종의 경우 로드킬 개체수가 1-4마리로 적었다(Figure 2).

로드킬 개체 중 성별을 결정할 수 있었던 개체는 130마리이었으며, 이들 중 수컷이 91마리(70.0%), 암컷이 39마리(30.0%)로 수컷이 유의미하게 많았다( $X^2=20.8$ ,  $df=1$ ,  $P<0.01$ ).

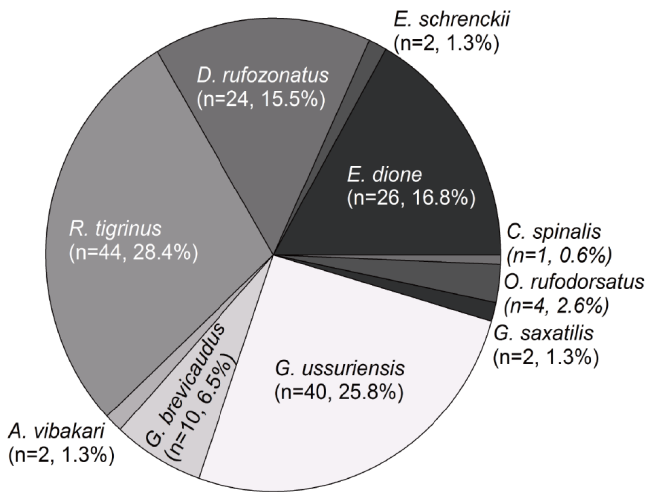


Figure 2. Composition (%) of the roadkilled snake species, collected from the northeast region of South Korea between 2007 and 2012

성체와 아성체의 비율에서는 성체가 148마리, 아성체가 7마리로 성체가 대부분을 차지하였다. 포식특성별 로드킬 개체수는 먹이를 기다려 포획할 것으로 예상되는 뱀들(살모사과 3종)이 52마리(33.5%)로 적극적으로 찾아다닐 것으로 생각되는 뱀들(나머지 7종)의 103마리(66.5%)로 보다 유의미하게 적었다( $X^2=16.78$ ,  $df=1$ ,  $P<0.001$ ).

월별 로드킬의 발생 빈도 역시 유의미한 차이를 보였다( $X^2=83.48$ ,  $df=6$ ,  $P<0.001$ ). 9월이 59건(38.1%)으로 최대 빈도를 보였으며, 7월이 25건(16.1%), 10월과 6월이 각각 20건(12.9%), 19건(12.3%)로 뒤를 이었다(Figure 3A). 자료를 봄(4-5월), 여름(6-8월), 가을(9-10월)로 구분하여 보면, 봄이 19건(12.3%), 여름이 57건(36.8%), 가을이 79건(51.0%)로 나타나 유의미한 차이를 보였다( $X^2=35.64$ ,  $df=2$ ,  $P<0.001$ ).

로드킬은 고도에 따라서도 유의미한 차이를 보였다( $X^2=154.58$ ,  $df=7$ ,  $P<0.001$ ). 200-299m 사이가 48건(31%)으로 가장 빈도가 높았으며, 100-199m 사이가 44건(28.4%)으로 100-299m 사이에서 전체의 59.4%가 관찰되었다. 다음으로는 0-99m와 300-399m 사이가 각각 21건(13.5%)이었으며, 400-499m 사이가 10건(6.5%) 관찰되었다. 500-799m 사이에서는 11건(7.1%)만이 관찰되었다(Figure 3B).

로드킬 관찰 빈도는 도로의 좌우 환경특성에 따라서도 유의미한 차이를 보였다( $X^2=170.87$ ,  $df=8$ ,  $P<0.001$ ). 산-도로-수계 환경에서 53건(34.2%)으로 최대 빈도를 보였으며, 산-도로-농경지 환경에서 38건(24.5%)으로 두 환경에서의 관찰이 전체의 58.7%를 차지하였다. 다음으로는 농경지-도로-수계 환경 18건(11.6%), 농경지-도로-농경지 환경 14건

(9.0%), 산-도로-산 환경 13건(8.4%) 순으로 높게 관찰되었다(Figure 3C).

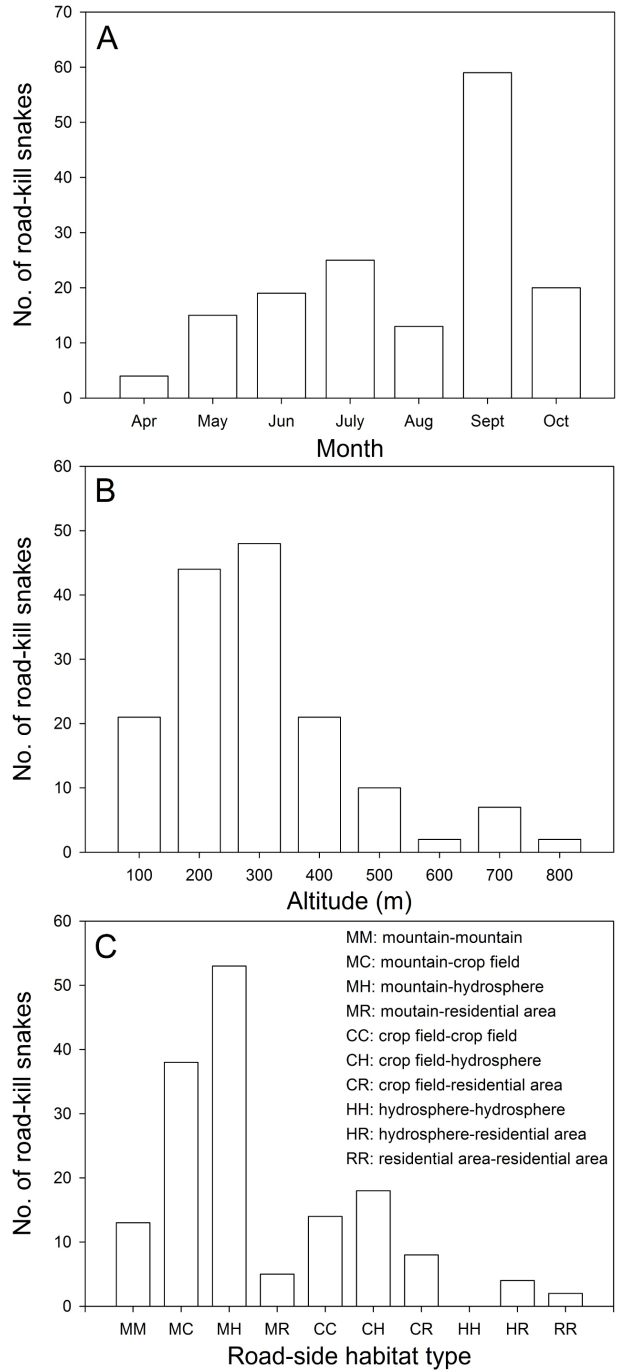


Figure 3. Number of the roadkilled snakes depending on different months (A), altitudes (B), and road-side habitat types (C), collected from the northeast regions of South Korea between 2007 and 2012

## 2. 로드킬 상위 5종의 발생경향 분석

대부분의 로드킬을 차지하는 상위 5종(유혈목이, 쇠살모사, 누룩뱀, 능구렁이, 살모사)의 월별, 고도별, 도로 가장자

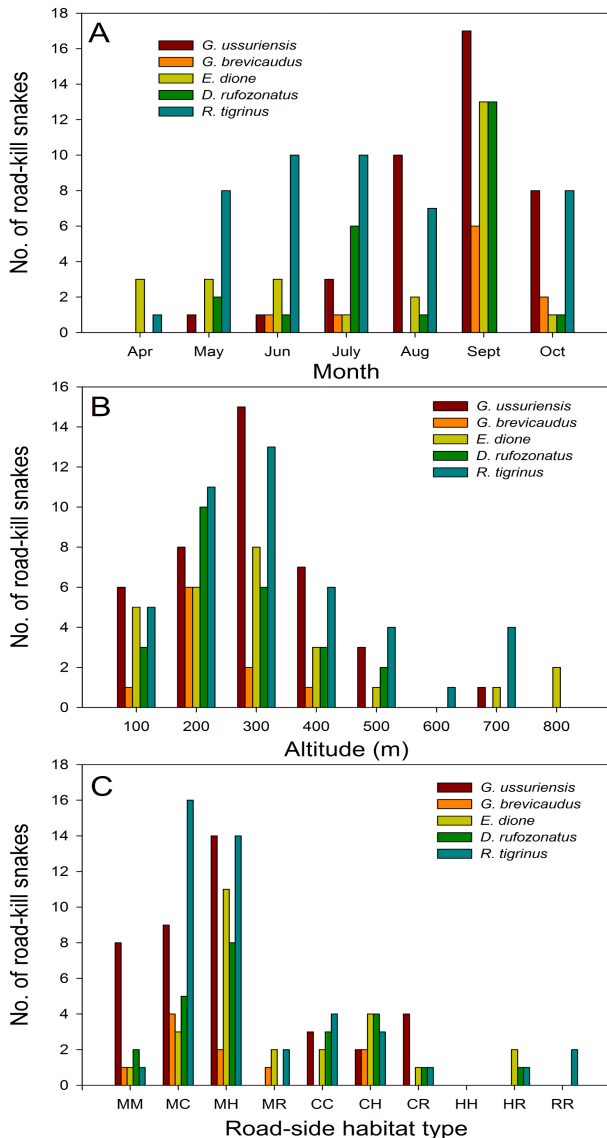


Figure 4. Number of five major road-killed snakes (*G. ussuriensis*, *G. breviceaudus*, *E. diene*, *D. rufozonatus*, *R. tigrinus*) depending on different months (A), altitudes (B), and road-side habitat types (C), collected from the northeast regions of South Korea between 2007 and 2012. The abbreviations for road-side habitat types were same to those explained in Figure 3. For the full-name of each habitat type, see Figure 3C

리 환경 특성별 세부 내용을 살펴보았다. 월별 발생빈도는 5종간에 유의한 차이를 보였다( $X^2=67.7$ ,  $df=24$ ,  $P<0.001$ ; Figure 4A). 중간 사후검증에서 유혈목이는 다른 네 종과 모두 유의미한 차이를 보였으나( $P<0.05$ ), 살모사와 능구렁이는 유혈목이를 제외한 다른 모든 종과 유의한 차이가 없었다( $P>0.05$ ). 누룩뱀과 쇠살모사는 상호간 그리고 유혈목이만 유의한 차이가 있었다( $P<0.05$ ). 5종간에 고도( $X^2=26.2$ ,  $df=28$ ,  $P=0.56$ ; Figure 4B)와 서식지( $X^2=36.8$ ,  $df=36$ ,  $P=0.43$ ; Figure 4C)별 로드킬 발생 경향은 차이가 없었다.

## 고찰

본 연구결과, 복합적인 요인들이 남한 동북부지역 내에서 뱀류의 로드킬 빈도에 관여하는 것으로 판단된다. 일반적으로 뱀류 사이의 로드킬 비율 차이를 비교할 때, 고려할 요인으로 섭식 유형을 포함하는 종의 활동성(Andrews and Gibbons, 2005; Roe *et al.*, 2006; Meek 2009), 서식지의 선택(Choi and Park, 2006; Ciesiolkiewicz *et al.*, 2006; Seok and Lee, 2015), 일광욕 요구정도(Sullivan, 1981) 등을 고려하여야 한다고 알려져 있다. 이외에도 도로선호, 도로를 횡단하려는 성향 등 행동학적인 측면(Bonnet *et al.*, 1999) 역시 고려 대상으로 삼기도 한다. 본 연구결과 역시 이러한 요인들이 복합적으로 종별 로드킬 비율에 관여한 것으로 판단된다. 본 결과에서 누룩뱀, 쇠살모사, 유혈목이, 능구렁이 4종이 전체 로드킬의 84% 이상을 차지하고 있는데, 이는 뱀류 로드킬 방지의 경우 이러한 종과 구렁이와 같은 멸종위기종을 주 대상으로 저감대책을 세울 필요성을 보여준다고 하겠다.

로드킬 빈도는 유혈목이, 쇠살모사, 누룩뱀, 능구렁이, 살모사 순으로 높았는데, 1차적으로는 이전에 뱀류 로드킬 연구에서 알려진 것처럼 도로와 인접한 종별 개체군의 크기가 로드킬 비율에 관여했을 것으로 생각된다(Vijayakumar *et al.*, 2001). 특히 유혈목이와 쇠살모사는 국내에 가장 높은 개체군 밀도를 가지는 것으로 알려져 있다(Lee *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 2011a). 더불어 유혈목이의 경우 적극적으로 먹이를 구하는 포식자로 활동범위가 매우 넓고 다양한 서식지를 사용하고 있으며, 수계나 농경지와 밀접한 관계를 가지는 양서류와 소형설치류가 주된 먹이원으로 알려져 있다(Song, 2007). 이러한 요인들이 유혈목이의 로드킬 빈도를 높이는데 작용한 것으로 판단된다. 쇠살모사의 경우 활동성이 작고 먹이를 기다려 포획할 것으로 예상되지만, 국내 개체군 밀도가 살모사과 중에서 가장 높으며, 길가를 일광욕 장소로 선호하는 종이며, 여름철에는 수계 근처에서 빈번히 확인되는 종으로 알려져 있어 이러한 요인들이 높은 로드킬 빈도로 이어졌을 것으로 보인다(Do and Yoo, 2014). 누룩뱀의 경우 역시 활동성이 크며, 다양한 먹이를 이용하며,

특히 교각 부근 등에 집단으로 서식을 하는데, 이러한 요인들이 로드킬로 이어졌을 것으로 보인다. 능구렁이의 경우 비록 주간에 관찰이 매우 어려운 종이지만, 이들은 활동성이 높으며, 특히 야행성 종인 특성으로 인하여(Kim *et al.*, 2013a), 비가 오는 한 여름철 밤에 상대적으로 로드킬 빈도가 높은 것으로 나타났다. 살모사의 경우 10개체가 확인되었으며, 이 종 역시 쇠살모사와 유사한 일광욕 요구로 로드킬 빈도가 높은 것으로 보인다. 또한, 공히 비번식기의 서식지와 동면지가 뚜렷이 이격되어 있는 살모사와와 누룩뱀, 능구렁이의 경우 동면지 이동 경향 역시 높은 로드킬 빈도로 이어졌을 것이라 판단된다. 이러한 결과들을 종합하면, 국내 뱀류의 로드킬 빈도에 영향을 미치는 요인으로는 야외 개체군의 밀도, 이용하는 먹이원의 종류, 섭식유형을 포함하는 활동성 정도, 서식지와 동면지의 구분 정도를 주요 요인으로 들 수 있음을 보여준다.

성숙정도별 로드킬 빈도는 성체가 아성체보다 유의하게 높은 것으로 나타났는데, 두 가지 요소가 중요하게 작용한 것으로 판단된다. 첫째, 일반적으로 성체 수컷과 암컷들의 로드킬의 하나의 주요원인으로 번식과 산란을 위한 이주가 언급된다(Bonnet *et al.*, 1999). 아성체들의 경우 번식에 참여하지 않는 것이 성체보다 낮은 로드킬 빈도로 이어진 것으로 판단된다. 둘째, 성체들에 비하여 아성체들의 작은 활동성 역시 관여한 것으로 보인다. *Elaphe*속의 *Black rat snake*(*Elaphe obsoleta obsoleta*)의 연구에서 아성체들은 성체에 비하여 유의미하게 작은 이동거리와 행동권을 가지고 있었다(Demers and Weaterhead, 2001). 이러한 경향은 국내에서 수행된 구렁이의 행동권 면적 연구에서도 확인된 바 있다(Lee, 2011). 이러한 요소들 이외에 추가적으로 아성체들의 특정 서식처 선호나 행동양상의 차이 역시 성체보다 낮은 로드킬 빈도에 관여하였을 것으로 판단된다.

수컷 뱀의 로드킬 비율이 암컷보다 높은 것으로 나타났다. 이러한 경향은 이전의 많은 뱀류 로드킬 연구에서도 알려졌는데(Hartmann *et al.*, 2011; Matos *et al.*, 2012), 그러한 이유를 설명하는 몇몇 가지 요인들이 알려져 있다. 첫째로는 뱀류에서 일반적으로 암수 성비가 수컷으로 치우쳐 있는 것으로 알려져 있다(Wang *et al.*, 2003). 이것은 한 개체군 내에 수컷들이 암컷들에 비하여 상대적으로 더 많이 있다는 것을 의미하며, 이로 인하여 수컷들이 로드킬을 당할 가능성 역시 높을 수밖에 없을 것이다. 둘째, 짝짓기 동안 여러 마리의 수컷이 한 마리의 암컷과 짝짓기 하는 경향이 일반적으로 뱀류에서 빈번하게 나타나는데(Weatherhead *et al.*, 1995), 이것은 수컷들이 적극적으로 암컷들을 찾아 다양한 서식지로 이동하면서 더 먼 거리를 이동하게 된다. 이러한 과정 동안 자연스럽게 수컷들의 로드킬 가능성이 증가하게 된다는 것이다. 셋째, 구렁이, 무자치의 무선 추적 연구

결과(Lee *et al.*, 2011; Lee and Park, 2011)에서도 나타났듯이, 뱀들은 일반적으로 수컷들이 더 큰 행동권을 가지며, 이동 역시 더 활발하게 하는 것으로 알려져 있다. 이러한 요인 역시 수컷들의 높은 로드킬 비율을 설명하는 한 요인이 된다. 마지막으로, 구렁이와 누룩뱀과 같은 몇몇 종에서 암컷들은 자신들이 산란한 알을 포란하는 것으로 알려져 있는데(Kang and Yoon, 1975; Song, 2007), 이 기간 동안 암컷들의 활동은 동지 근처에서 일광욕을 하는 정도로 제한되는 것으로 알려져 있다(Lee, 2011). 이렇게 낮아진 암컷들의 활동성이 상대적으로 낮은 로드킬 비율에 관여한 것으로 판단된다. 로드킬로 인한 개체군의 영향을 평가할 때, 이러한 수컷들의 상대적으로 높은 로드킬 비율 역시 고려한 상태에서 이루어져야 할 것이며, 더불어 뱀류 개체군 보전 계획 수립 시 고려하여야 할 것이다.

로드킬 발생 패턴이 월별로 특징을 가지고 있는 것으로 나타났다. 월별 뱀류의 로드킬 발생 패턴에 영향을 미치는 요인으로는 짝짓기 시기(Hartmann *et al.*, 2011; Souza *et al.*, 2015), 부화 시기 및 어린 개체의 초기분산(Bonnet *et al.*, 1999; Meek, 2009), 동면이주(Kambourova-Ivanova *et al.*, 2012) 등 다양한 요인들이 알려져 있다. 본 연구결과를 살펴보면, 몇몇 특징적인 패턴을 보여준다. 첫째, 9월의 로드킬 비율이 전체의 40%에 가까운 비율을 차지할 정도로 매우 높다는 것이다. 둘째, 4월에서 7월까지 점진적으로 로드킬 비율이 증가하는 추세를 보인다는 것이다. 마지막으로 8월의 로드킬 비율이 낮다는 것이다. 다른 수많은 뱀류에서 동면지로 이동시에 가장 높은 로드킬 위험에 처하는 것을 보고한 바 있으며(Song *et al.*, 2009; Kambourova-Ivanova *et al.*, 2012), 본 연구결과 또한 선행 연구결과와 일치하는 결과를 보여주고 있다. 반면, 몇몇 연구들은 동면이 완료되고 동면지로부터 번식 및 서식지로 이동시 상대적으로 높아지는 로드킬 빈도를 보고한 바 있으나(Hartmann *et al.*, 2011), 본 연구결과에서는 이러한 경향이 관찰되지 않았다. 그러한 이유로는 국내 뱀류의 동면 행태에 따른 것으로 추측되는데, 국내 뱀류의 경우 가을철 동면을 시작하는 시기, 특히 동면지로의 이동은 9월 중순부터 10월 중순 정도로 짧은 시기에 국한되는 반면, 동면에서 깨어나는 시기는 3월 중순부터 5월 초순까지 상대적으로 긴 시간에 걸쳐서 종별로 서로 다른 시기인 것으로 알려져 있다(Kang and Yoon, 1975). 누룩뱀과 유혈목이는 상대적으로 이른 시기인 3월 하순에서 5월 초순에 동면에서 깨어나 활동을 시작하는 반면, 살모사와의 경우 5월 초순에서 6월 초순에 동면에서 깨어나 활동을 하는 것으로 판단된다(Song, 2007). 이러한 동면 시작과 종료의 중간 차이가 월별 로드킬 패턴에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다. 4월에서 7월까지의 로드킬 증가와 7월의 작은 피크는 위에서 언급한 5월부터 동면에서

깨어나 활동을 시작하는 종들이 증가하며, 몇몇 종에서 짝짓기 시기의 시작과 유생들의 부화 후 분산에 따른 것으로 판단된다. 종별로 월별 로드킬 빈도를 살펴보면, 이러한 경향이 좀 더 잘 설명될 수 있는데, 5월에 접어들면서 살모사과의 로드킬이 증가되기 시작하며, 특히 유혈목이의 로드킬이 꾸준히 증가한다. 7월 들어서는 능구렁이의 로드킬이 큰 폭으로 증가하면서, 전체적으로 4-7월 증가와 7월의 작은 로드킬 피크가 나타나게 된다. 이러한 경향에서 유의할 부분은 누룩뱀의 경우 9월 동면지 이동시기를 제외하고는 상대적으로 추가적인 로드킬 피크시기 없이 꾸준한 경향을 보이는데, 이는 이들의 서식지가 상대적으로 좁은 일정한 지역에 국한되는 특성으로 인한 것으로 판단된다(Kang and Yoon, 1975; Song, 2007). 누룩뱀의 경우 여러 개체가 한곳에 모여서 번식을 하는 종이기도 하며, 특히 산란 후 알을 포란하는 종이기도 하다(Kang and Yoon, 1975). 월별 패턴의 또 하나의 특징은 8월이 상대적으로 로드킬 비율이 낮아지는데, 이는 유혈목이, 능구렁이, 살모사, 누룩뱀의 낮아진 로드킬 빈도에 의한 것으로 나타난다. 국내에서 8월의 경우 7월 장마철이 끝나고, 상대적으로 월평균 온도가 가장 높은 시기에 해당되며, 습도 역시 매우 낮은 시기이다. 더불어, 뱀류에서 짝짓기가 일어나지 않는 시기이기도 하다(Kang and Yoon, 1975). 이러한 요인들은 뱀들의 짝짓기나 일광욕 필요성에 따른 높은 활동성이 필요하지 않은 시기로, 낮은 활동성이 낮은 로드킬로 이어졌을 것으로 판단된다. 본 연구의 월별 로드킬 자료의 경우, 연구지역을 포함하는 국내의 중산간 지역에서 뱀류의 로드킬을 저감하는 계획을 수립하고자 할 때 각종 사업의 시행시기를 결정하는데 매우 중요한 정보가 된다. 특히, 종별 자료는 목표로 하는 특정 종의 로드킬을 특별히 낮추고자 할 때 매우 유용할 것이다.

고도에 따른 로드킬의 경우 종별로 유의한 차이 없으나 특정 고도에 편중되어 발생하는 것으로 나타났다. 우선적으로 200-399m 사이의 도로에서 가장 높은 빈도로 나타났는데, 이러한 결과는 아마도 연구지역 내 주로 분포하는 도로의 평균고도가 해당 고도에 가장 많이 분포하거나 혹은 연구지역 내 200-400m 고도대에 뱀류의 주된 서식지가 존재하기 때문으로 판단된다. 비록 모든 뱀들의 고도별 분포 자료는 없지만 쇠살모사의 연구결과를 살펴보면, 특정 종들이 특정 고도대를 선호한다는 것을 알 수 있으며(Do and Yoo, 2014), 이는 해당 고도에서 특정 뱀류의 로드킬 원인이 될 것으로 판단된다. 더불어, 일반적으로 도로 면적이 넓은 지역에서 로드킬이 더 빈번한 것으로 알려져 있는데(Chen, 2015). 비록 고도별 국내 도로 길이나 면적을 직접적으로 분석하지는 않았지만, 국내 산간지역 도로의 고도를 고려할 때 200-400m 사이에 더 큰 면적의 도로가 위치하고 있기 때문에 이 고도대에서 더 높은 로드킬이 발생하였을 가능성

역시 있다. 본 연구의 결과가 고도별 로드킬 발생빈도에 대한 경향성은 제공하지만, 고도별 로드킬의 정확한 양상을 이해하기 위해서는 도로의 고도별 정확한 상대 면적과 로드킬 발생 빈도 사이의 관련성에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

도로 가장자리 환경조건은 로드킬 발생에 큰 영향을 미친다. 비록 이전 연구의 사례가 많지는 않지만, 도로의 구조적인 측면과 더불어 도로 가장자리 환경특성이 로드킬 빈도에 영향을 미친다는 연구결과가 있다(Choi and Park, 2006; Ciesiolkiewicz *et al.*, 2006; Matos *et al.*, 2012; Quintero-Ángel *et al.*, 2012). 이들 중 뱀류를 연구한 결과에 따르면 불가리아에서 Grass snake인 *Natrix natrix*의 로드킬은 숲과 도로가 연결된 경우에는 높지만, 농경지와 연결된 경우는 오히려 낮은 것으로 보고하고 있다. 본 연구에서는 산-도로-수계, 산-도로-농경지 환경에서 대부분의 로드킬이 발생하는 것으로 나타났으며, 이러한 경향은 정도의 차이는 있지만 모든 종에서 공통되게 나타나는 특징이었다. 이러한 결과의 이유로는 가용한 먹이원의 분포, 산간도로의 위치, 선호하는 서식지 등의 요인이 관여할 것으로 판단된다. 첫째, 국내의 지형적 특성 상 많은 도로들이 산간의 계곡을 따라서 건설되거나 혹은 산의 자락을 따라서 건설되어 있다(Kim *et al.*, 2011b). 이러한 특성은 뱀류가 산지로부터 들과 같은 개활지로 이동하기 위해서는 해당 도로를 횡단하여야 하며, 산으로부터 인근 산지로 이동시에도 계곡을 횡단하는 동안 적잖은 경우 도로를 통과하는 일이 발생하게 된다. 이러한 요인들은 뱀류의 로드킬을 유발시키는 중요한 요인이 되며, 특히 그러한 도로가 뱀류의 주된 이동 경로 상에 있는 경우 큰 위험요인으로 작용하게 된다. 둘째, 산간지역이 많은 국내의 지형특성 상 산 자락의 많은 부분이 농경지로 이용되고 있으며, 이러한 농경지와 산지 사이에는 또한 적잖은 도로들이 위치하고 있다. 특히, 논·경의 경우 산자락과 수계의 중간에 위치하는 경우가 많으며, 농경지들이 양서류들과 소형 설치류들의 주된 서식지가 됨으로 인하여, 이들을 주요 먹이원으로 하는 유혈목이나 쇠살모사 등의 경우 높은 로드킬 위험에 처하게 된다. 셋째, 수계는 양서류와 같은 먹이원의 서식지가 되기 때문에, 이들을 먹이원으로 하는 쇠살모사, 유혈목이, 능구렁이들 특히 물과 가까이 사는 것으로 알려진 누룩뱀 등(Song, 2007)과 같은 뱀류를 유인하게 된다. 그리고 국내 산간도로는 수계를 따라서 건설되어 있는 경우가 많으므로 수계에 도달하고자 하는 경우 도로를 횡단 해야하는 경우가 매우 많으며, 이것으로 인한 로드킬 발생 빈도가 높아지는 것으로 판단된다. 본 연구결과는 로드킬 빈도가 높게 일어나는 도로변 서식지의 특성에 대한 정보를 제공함으로써 추후 뱀류의 로드킬 저감 및 보전을 위한 각종 시설을 설치하여야 하는 장소들에 대한 의

미 있는 정보를 제공한다.

남한 동북부지역 도로에서 뱀류 로드킬 현황에 관한 본 연구결과는 몇몇 중요한 정보를 제공하는데, 유혈목이, 쇠살모사, 누룩뱀, 능구렁이, 살모사 5종이 90% 이상의 로드킬을 차지하고 있으며, 이들은 고도 200-400m 사이에 위치한 산-도로-수계나 산-도로-농경지 환경조건에서 주로 발생하는 것으로 나타났다. 더불어, 비록 7월경에 작은 피크를 보이기는 하지만, 동면지로 이동하는 시기인 9월에 로드킬이 집중하는 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 국내에서 뱀류의 로드킬 방지를 위한 생태통로나 과속 방지턱 등의 저감시설 설치 혹은 차량을 일시적으로 제한 할 위치에 대한 의미 있는 정보를 제공하고 있다. 특히 로드킬 상위 5종의 현황분석은 특정 종의 로드킬 방지를 위한 더 효율적인 방안을 마련하는데 필요한 정보를 제공하고 있다. 또한, 남한 동북부지역의 경우 산악지역이 많은 지형적 특징을 보이고 있는데, 본 연구결과는 이러한 지역에서 뱀류 로드킬의 장기적인 방지 대책을 수립하는 데에도 유의미하게 사용될 것으로 예상된다.

## 감사의 글

본 연구는 2015년도 강원대학교 대학회계 학술연구조성비로 수행되었습니다(#520150198). 뱀 로드킬 샘플 확보에 부분적으로 협조해준 김빛나, 허준행, 장환진 외 강원대 양서·파충류 연구실 여러분께 감사사를 드립니다.

## REFERENCES

- Andrews, K.M., J.W. Gibbons (2005) How do highways influence snake movement? Behavioral response to roads and vehicles. *Copeia* 2005(4): 772-782
- Baxter-Gilbert, J.H., J.L. Riley, D. Lesbarrères, J.D. Litzgus (2015) Mitigating reptile road mortality: fence failures compromise ecopassage effectiveness. *PLOS one* doi:10.1371/journal.pone.0120537
- Bonnet, X., G. Naulleau, R. Shine (1999) The dangers of leaving home: dispersal and mortality in snakes. *Biol. Conserv.* 89(1): 39-50
- Chen, H.L., (2015) Barrier Effects of roads and traffic on animal occurrence, space use, and movements. Dissertation, The University of Arizona, Tucson, AZ, USA.
- Choi, T.Y., C.H. Park (2006) The effects of land use on the frequency of mammal roadkills in Korea. *J. KILA* 34(5): 52-58
- Choi, J.Y., H.M. Park, S.D. Lee (2015) An analysis of wildlife road-kill based on land cover in South Korea expressway: in case of Jungbu Expressway. Proceedings of the International Conference on Waste Management, Ecology and Biological Sciences. pp. 49-53
- Choi, T.Y., B. Yang, B. Yoo (2008) Overview of measures and research reports on mitigate road-kills. *Korean J. Nat. Conserv.* 2(2): 85-90
- Ciesiolkiewicz, J., G. Orłowski, A. Elżanowski (2006) High juvenile mortality of grass snakes *Natrix natrix* (L.) on a suburban road. *Polish J. Ecol.* 54(3): 465-472
- Demers, G.B., P.J. Weatherhead (2001) Habitat use by black rat-snakes (*Elaphe obsoleta obsoleta*) in fragmented forests. *Ecology* 82: 2882-2896
- Do, M.S., J.C. Yoo (2014) Distribution pattern according to altitude and habitat type of the Red-tongue viper snake (*Gloydius ussuriensis*) in the Cheon-ma mountain. *J. Wetl. Res.* 16(2): 193-204
- Fahrig, L., J.H. Pedlar, S.E. Pope, P.D. Taylor, J.F. Wegner (1995) Effect of road traffic on amphibian density. *Biol. Conserv.* 73(3): 177-182
- Gu, H., Q. Dai, Q. Wang, Y. Wang (2011) Factors contributing to amphibian road mortality in a wetland. *Curr. Zool.* 57(6): 768-774
- Gunson, K. (2010) Cyprus Lake Road Pre-mitigation Assessment. Fathom Five National Marine Park, Ontario, Canada.
- Hartmann, P.A., M.T. Hartmann, M. Martins (2011) Snake road mortality in a protected area in the Atlantic forest of southeastern Brazil. *South Amer. J. Herpetol.* 6(1): 35-42
- Kambourova-Ivanova, N., Y. Koshev, G. Popgeorgiev, D. Ragyov, M. Pavlova, I. Mollov, N. Nedialkov (2012) Effect of traffic on mortality of amphibians, reptiles, birds and mammals on two types of roads between Pazardzhik and Plovdiv region (Bulgaria): preliminary results. *Acta Zool. Bulgar.* 64(1): 57-67
- Kang, Y.S., I.B. Yoon (1975) Illustrated Encyclopedia of Fauna and Flora of Korea (vol.17): Amphibia, Reptilia. Korean Ministry of Education, Seoul, South Korea.
- Kim, D.I., J.H. Lee, I.H. Kim, J.K. Kim, N.Y. Ra, B.N. Kim, D. Park (2011a) Herpetofauna and distribution of each species in Gwangneung Forest. *Korean J. Herpetol.* 3: 1-9
- Kim, I.H., H.J. Lee, J.K. Kim, D.H. Choi, J.H. Han, D. Park (2013a) Morphological characteristics and daily movement pattern of the nocturnal red-banded snake (*Dinodon rufozonatum*). *Korean J. Herpetol.* 5: 15-25
- Kim, S.B., I.H. Kim, H.J. Lee, J.K. Kim, D. Park (2013b) Review of amphibian and reptile road-kill studies in South Korea. *Korean J. Herpetol.* 5: 33-44
- Kim, Y.S., W.B. Cho, J.K. Kim (2011b) Terrain classification for road design. *Int. J. Highw. Eng.* 13(4): 221-229
- Lee, H.J., J.H. Lee, D. Park (2011) Habitat use and movement patterns of the viviparous aquatic snake, *Oocatochus rufodorsatus*, from Northeast Asia. *Zool. Sci.* 28(8): 593-599



- Lee, J.H. (2011) Taxonomic status, habitat use and suitability modeling of the Amur ratsnake (*Elaphe schrenckii*). Dissertation, Kangwon National University, KW, South Korea.
- Lee, J.H., D. Park (2011) Spatial ecology of translocated and resident Amur ratsnakes (*Elaphe schrenckii*) in two mountain valleys of South Korea. *Asian Herpetol. Res.* 2(4): 223-229
- Lee, J.H., D. Park, N.Y. Ra, J.K. Kim (2009) Herpetofauna in Odaesan National Park. *Korean J. Herpetol.* 1: 45-52
- Lee, K.Y., J.D. Jung (2006) A study on the construction of highways and ecological corridors. *J. KSIA* 9: 73-78
- Matos, C., N. Sillero, E. Argaña (2012) Spatial analysis of amphibian road mortality levels in northern Portugal country roads. *Amphibia-Reptilia* 33(3-4): 469-483
- Meek, R. (2009) Patterns of reptile road-kills in the Vendée region of western France. *Herpetol. J.* 19(3): 135-142
- Oh, J. (2009) Study on Preparing Mitigation Ways for Wildlife Road-kills in National Parks. Korea National Park, Seoul, Korea
- Preacher, K.J. (2001) Calculation for the chi-square test: An interactive calculation tool for chi-square tests of goodness of fit and independence (Computer software). Available from <http://quantpsy.org>.
- Quintero-Ángel, A., D. Osorio-Dominquez, F. Vargas-Salinas, C.A. Saavedra-Rodríguez (2012) Roadkill rate of snakes in ad disturbed landscape of Central Andes of Colombia. *Herpetol. Notes* 5: 99-105
- Reading, C.J., L.M. Luiselli, G.C. Akani, X. Bonnet, G. Amori, J.M. Ballouard, E. Filippi, G. Naulleau, D. Pearson, L. Rugiero (2010) Are snake population in widespread decline? *Biol. Lett.* 6: 777-780
- Roe, J.H., J. Gibon, B.A. Kingsbury (2006) Beyond the wetland border: estimating the impact of roads on two species of water snakes. *Biol. Conserv.* 130(2): 161-168
- Seo, C., J.H. Thorne, T. Choi, H. Kwon, C.H. Park (2015) Disentangling roadkill: the influence of landscape and season on cumulative vertebrate mortality in South Korea. *Landscape Ecol. Eng.* 11(1): 87-99
- Seok, S., J. Lee (2015) A study on the correlation between road-kill hotspot and habitat patches. *J. Environ. Impact Assess.* 24(3): 233-243
- Son, S.W., S.H. Kil, Y.J. Yoon, J.H. Yoon, H.J. Jeon, Y.H. Son, M.S. Kim (2016) Analysis of influential factors of roadkill occurrence-A case study of Seorak National Park. *J. KILA* 44(1): 1-12
- Song, J.Y. (2007) Current status and distribution of reptiles in the Republic of Korea. *Korean J. Environ. Biol.* 25(2): 124-138
- Song, J.Y., M.S. Kim, I.S. Kim, T.H. Kim, I. Roh, S.W. Seo, E.K. Seo, J.K. Seo, J.Y. Yang, K.D. Woo, H.J. Won, Y.G. Lee, Y.H. Lim, S.H. Han, M.G. Moon (2009) Roadkill of amphibians in the Korea National Park. *Korean J. Environ. Ecol.* 23(2): 187-193
- Souza, A.M., R.C. Pires, V.S. Borges, P.C. Eterovick (2015) Road mortality of the herpetofauna in a Cerrado ecosystem, central Brazil. *Herpetol. J.* 25(3): 141-148
- Spellerberg, I.F. (1998) Ecological effects of roads and traffic: a literature review. *Global Ecol. Biogeog.* 7: 317-333
- Sullivan, B.K. (1981) Observed differences in body temperature and associated behavior of four snake species. *J. Herpetol.* 15(2): 245-246
- Trombulak, S.C., C.A. Frissell (2000) Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conserv. Biol.* 14(1): 18-30
- Vijayakumar, S.P., K. Vasudevan, N.M. Ishwar (2001) Herpetofauna mortality on roads in the Anamalai Hills, southern Western Ghats. *Hamadryad* 26(2): 265-272
- Wang, S., H.C. Lin, M.C. Tu (2003) Skewed sex ratio of the Chinese green tree viper, *Trimeresurus stejnegeri stejnegeri*, at Tsaochiaio, Taiwan. *Zool. Stud.* 42(2): 379-385
- Weatherhead, P.J., F.E. Barry, G.P. Brown, M.R.L. Forbes (1995) Sex ratios, mating behavior and sexual size dimorphism of the northern water snake, *Nerodia sipedon*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 36(5): 301-311
- Yang, B., T. Choi, B. Yoo, J. Yi, T. Kim, J. Lee, S. Lee, Y. Cho (2007) Management of wildlife species under the influence by habitat fragmentation (II): in the case of road-kill mitigation measures. National Institute of Environment Research, Incheon, Korea

Appendix 1. Snake roadkill data in the northeast region of South Korea. Species 1 *Elaphe dione*, 2 *Elaphe schrenckii*, 3 *Dinodon rufozonatus*, 4 *Rhabdophis tigrinus*, 5 *Amphiesma vibakari*, 6 *Gloydus brevicaudus*, 7 *G. ussuriensis*, 8 *G. saxatilis*, 9 *Oocatochus rufodorsatus*, 10 *Coluber spinalis*; Sex 1 Male, 2 Female; SVL snou-vent length; Foraging type 1 sit-and wait type, 2 active type; Habitat type 1 moutain to moutain, 2 mountain-crop field, 3 mountain-hydrosphere, 4 mountain-residential area, 5 crop field-crop field, 6 crop field-hydrosphere, 7 crop field-residential area, 8 hydrosphere-hydrosphere, 9 hydrosphere-residential area, 10 residential area-residential area

No	Day	Species	Sex (M, F)	SVL (cm)	Foraging mode	Julian date	Habitat type	Altitude (m)
1	20070531	1	1	56.8	2	151	6	22
2	20080423	1	2	53.4	2	114	2	451
3	20080423	1	2	51	2	114	5	230
4	20080424	1	2	51	2	115	6	246
5	20080619	1	1	38	2	171	4	186
6	20080626	1	2	53.2	2	178	3	299
7	20080902	1	-	-	2	246	3	178
8	20080905	1	2	46	2	249	3	217
9	20080909	1	2	60	2	253	5	260
10	20090529	1	1	57.5	2	149	3	394
11	20090921	1	2	58.5	2	264	1	275
12	20090923	1	2	56.3	2	266	3	724
13	20100519	1	2	77.8	2	139	3	189
14	20100918	1	2	49	2	261	2	117
15	20101007	1	2	70.5	2	280	6	112
16	20110608	1	-	29.6	2	159	9	264
17	20110721	1	1	58	2	202	9	286
18	20110804	1	-	-	2	216	7	72
19	20110907	1	2	58.3	2	250	6	323
20	20110907	1	2	63.5	2	250	3	747
21	20110915	1	2	-	2	258	4	33
22	20110915	1	2	53	2	258	2	31
23	20110915	1	2	56	2	258	3	56
24	20110928	1	-	22.5	2	271	3	666
25	20120920	1	2	42	2	264	3	368
26	20120920	1	2	55.5	2	264	3	144
27	20080625	2	-	38	2	177	6	240
28	20110519	2	-	30	2	139	2	235
29	20070912	3	2	62.5	2	255	6	162
30	20070912	3	1	56.9	2	255	5	191
31	20070914	3	2	71.2	2	257	3	210
32	20080703	3	1	58	2	185	3	98
33	20080909	3	2	-	2	253	3	230
34	20090919	3	1	59	2	262	6	132
35	20090921	3	2	57.2	2	264	1	194
36	20100520	3	-	20.9	2	140	2	303
37	20101014	3	-	64.3	2	287	3	262
38	20110520	3	2	80	2	140	3	390
39	20110608	3	2	59	2	159	6	263
40	20110721	3	2	58	2	202	2	228
41	20110721	3	2	88	2	202	5	161
42	20110721	3	2	91	2	202	5	161
43	20110722	3	2	82	2	203	2	278
44	20110906	3	1	55	2	249	3	117
45	20110907	3	2	65	2	250	3	407
46	20110915	3	2	76	2	258	9	74
47	20110915	3	1	52.5	2	258	3	462
48	20110915	3	2	68	2	258	6	67
49	20110922	3	2	94	2	265	2	307
50	20120728	3	2	57	2	210	7	151

No	Day	Species	Sex (M, F)	SVL (cm)	Foraging mode	Julian date	Habitat type	Altitude (m)
51	20120821	3	2	68	2	234	2	178
52	20120920	3	2	57	2	264	1	175
53	20070621	4	2	58.5	2	172	1	380
54	20070912	4	-	42	2	255	3	678
55	20080621	4	2	56.5	2	173	6	107
56	20080625	4	2	62	2	177	9	246
57	20080630	4	2	60.5	2	182	2	634
58	20080904	4	2	50.5	2	248	3	438
59	20090428	4	1	61.8	2	118	2	231
60	20090528	4	1	68.3	2	148	5	316
61	20090618	4	2	63.5	2	169	3	662
62	20100528	4	1	65.2	2	148	3	699
63	20100626	4	-	-	2	177	2	281
64	20100928	4	2	54.3	2	271	3	172
65	20101007	4	2	67	2	280	2	185
66	20101007	4	2	31.2	2	280	5	88
67	20101007	4	2	78	2	280	5	88
68	20101007	4	-	-	2	280	2	167
69	20101014	4	-	-	2	287	3	435
70	20101016	4	2	25.2	2	289	2	70
71	20101016	4	-	-	2	289	2	80
72	20101016	4	1	76.5	2	289	2	64
73	20110519	4	-	85	2	139	2	311
74	20110519	4	2	53	2	139	3	475
75	20110526	4	2	91	2	146	2	182
76	20110526	4	-	58.2	2	146	2	182
77	20110529	4	1	92.6	2	149	3	292
78	20110531	4	2	87.7	2	151	3	130
79	20110610	4	2	-	2	161	3	266
80	20110621	4	-	66.3	2	172	6	240
81	20110621	4	1	44.2	2	172	2	220
82	20110621	4	-	69.2	2	172	3	185
83	20110701	4	2	48.6	2	182	6	262
84	20110702	4	2	55.4	2	183	2	251
85	20110717	4	1	54	2	198	2	127
86	20110717	4	1	61	2	198	2	156
87	20110721	4	2	59	2	202	10	253
88	20110721	4	2	66	2	202	3	326
89	20110721	4	2	59	2	202	3	472
90	20110721	4	1	-	2	202	3	242
91	20110721	4	2	85	2	202	4	230
92	20120724	4	2	-	2	206	10	223
93	20120920	4	2	59	2	264	5	323
94	20120920	4	2	58	2	264	4	316
95	20120921	4	2	60	2	265	7	163
96	20120921	4	2	59	2	265	2	550
97	20110609	5	-	30.6	2	160	3	278
98	20110705	5	1	39.6	2	186	3	614
99	20080904	6	1	38.9	1	248	3	212
100	20080905	6	2	46.5	1	249	2	163
101	20100918	6	1	49	1	261	2	157
102	20100918	6	1	38	1	261	1	357
103	20101006	6	2	48.3	1	279	6	173
104	20101016	6	2	38	1	289	2	58
105	20110606	6	2	51.4	1	157	2	143

No	Day	Species	Sex (M, F)	SVL (cm)	Foraging mode	Julian date	Habitat type	Altitude (m)
106	20110721	6	-	-	1	202	6	234
107	20110907	6	1	69	1	250	3	156
108	20110928	6	2	48	1	271	4	179
109	20070721	7	2	38.9	1	202	1	288
110	20070909	7	-	-	1	252	3	222
111	20080828	7	2	40	1	241	2	203
112	20080828	7	-	-	1	241	2	203
113	20080829	7	2	31.5	1	242	1	341
114	20080829	7	2	40.2	1	242	2	471
115	20080904	7	2	12.5	1	248	3	212
116	20080909	7	2	42.2	1	253	7	195
117	20081002	7	1	25.8	1	276	1	344
118	20081003	7	1	48.9	1	277	3	205
119	20090921	7	2	44.3	1	264	2	194
120	20100528	7	1	42.1	1	148	3	224
121	20100918	7	1	40.5	1	261	2	156
122	20100918	7	1	37.5	1	261	1	341
123	20100918	7	2	44.6	1	261	5	110
124	20100925	7	2	43.2	1	268	3	367
125	20101006	7	2	39	1	279	2	236
126	20101006	7	1	41.2	1	279	5	216
127	20101007	7	-	-	1	280	5	88
128	20101007	7	2	40.5	1	280	7	97
129	20101007	7	-	-	1	280	7	97
130	20101016	7	1	46.5	1	289	2	84
131	20110621	7	1	39	1	172	3	457
132	20110826	7	2	44.3	1	238	3	234
133	20110827	7	2	52.3	1	239	2	238
134	20110827	7	2	41.5	1	239	7	249
135	20110915	7	1	43.8	1	258	3	47
136	20110915	7	2	48	1	258	6	47
137	20110915	7	2	42	1	258	6	116
138	20110915	7	1	37.5	1	258	1	147
139	20110928	7	2	36.5	1	271	1	197
140	20120724	7	2	40	1	206	3	226
141	20120725	7	1	-	1	207	3	617
142	20120820	7	2	43	1	233	3	328
143	20120821	7	2	37	1	234	3	404
144	20120821	7	2	50	1	234	3	219
145	20120912	7	1	-	1	256	1	219
146	20120921	7	1	39.5	1	265	2	323
147	20120921	7	2	49	1	265	3	328
148	20120925	7	2	39	1	269	1	188
149	20100925	8	-	-	1	268	3	330
150	20110721	8	-	39	1	202	6	197
151	20090716	9	1	58	2	197	6	126
152	20110718	9	1	59	2	199	5	55
153	20120920	9	2	45	2	264	7	194
154	20120921	9	2	43.5	2	265	5	556
155	20100626	10	1	59.7	2	177	3	284