

## 토지이용 유형에 따른 포유류 로드킬 발생 특성\*

최태영\* · 박종화\*\*

\*서울대학교 환경계획연구소 · \*\*서울대학교 환경대학원

### The Effects of Land Use on the Frequency of Mammal Roadkills in Korea

Choi, Tae-Young\* · Park, Chong-Hwa\*\*

\*Environmental Planning Institute, Seoul National University

\*\*The Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University

#### ABSTRACT

Wildlife roadkill is a serious problem for road planners and biologists concerned with traffic safety, species conservation, and animal welfare. The objective of this paper was to analyze the effect of land use on the frequency of mammal roadkills. This study took part in three steps. First, data for 1,279 road kills of nine species were collected by survey over 26 months on 107 km of roads near the Mt. Jirisan area. Second, the type of land use near the roadkill points was analyzed, and the area of each land use within 300m of the road was calculated using GIS. Finally, the question of whether the land use affects the frequency of mammal roadkills was analyzed by determining the density of roadkill occurrences for each land-use type. The results of the study were as follows. First, the roadkill density of all species was highest near grasslands, especially natural grasslands. Second, when comparing forests and rice fields, roadkill densities of the Eurasian red squirrel, Siberian chipmunk and Korean hare were higher near the forests, while the densities of the raccoon dog, water deer and leopard cat were higher near rice fields. The results of this study could be an essential information source for mitigating the roadkill problem in Korea.

*Key Words: Animal Traffic Accident, Grassland, GIS*

\*: 이 논문은 2004년 6월~2007년 3월에 한국환경기술진흥원의 차세대핵심환경기술개발사업 연구비에 의해 연구된 결과의 일부임(과제번호: 052-041-033).

**Corresponding author:** Tae-Young Choi, Environmental Planning Institute, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea, Tel.: +82-2-875-5132, E-mail: gumiran3@snu.ac.kr

## I. 서론

야생동물 교통사고(로드킬, roadkill)<sup>1)</sup>는 운전자의 안전, 생물종의 보전, 생명에 대한 윤리적인 차원에서 도로 계획·설계가와 생물학자들에게 있어서 매우 심각한 문제이다(Seiler, 2005). 우리나라 역시 근래에 들어 로드킬에 관한 관심이 높아지고 있으며, 최근에는 로드킬로 인한 교통사고 피해자가 도로관리기관을 상대로 한 손해배상 청구소송에서 법원의 강제조정 결정이 내려져 운전자들의 손해배상 청구가 잇따를 것으로 예상되고 있다(한국일보, 2005).

선진국에서는 지난 30여 년간 로드킬을 저감시키기 위한 광범위한 대책이 시행되어 왔으며(Clevenger *et al.*, 2002), 이를 위해 로드킬이 많이 발생하는 구간의 특성에 관한 연구가 특히 활발히 진행되어 왔다(Bashore *et al.*, 1985; Finder *et al.*, 1999; Hubbard *et al.*, 2000; Joyce and Mahoney, 2001; Nielsen *et al.*, 2003; Seiler, 2004). 그러나 이러한 연구 성과들이 국내에 적용되기에는 서식 중, 도로 주변의 환경, 도로 구조의 차이로 인해 어려움이 많은 실정이다.

한편, 국내 로드킬 관련 연구로는 포유류 로드킬 자료를 이용한 생태통로 위치 선정 관련 연구(이용욱과 이명우, 2006)와 로드킬 발생지점의 환경적 특성에 관한 연구(이상돈 등, 2004)가 한차례씩 이루어진 바 있다. 이 두 연구에서 로드킬이 발생하는 주변 토지이용 유형에 관한 분석이 실시되었으나 수치지도와 토지이용현황도 같은 공간 분석을 위한 기초 자료와 이를 이용한 GIS 분석 등이 함께 이루어지지 않아, 로드킬이 발생하는 주변 토지이용과의 관계를 이해하는데 있어서 보다 다양하고 정량화된 분석에 한계가 있었다.

또한, 동물의 이동을 증진시키기 위한 생태 통로의 구성에 관한 연구와(김귀곤과 최준영, 1998; 김귀곤 등, 2000; 이경재와 한봉호, 2002), 도로 횡단 구조물 상의 눈 위 발자국 조사를 이용한 야생동물의 도로 횡단 특성에 관한 연구가 진행된 바 있으나(최태영 등, 2006), 기초 생태 자료와 연구자의 부족으로 로드킬 저감과 동물의 이동을 보장하기 위한 현실적인 대안을 내놓기엔 연구 성과가 매우 미진한 상황이다.

따라서, 본 연구에서는 26개월간 본 연구자에 의해

현장에서 조사된 로드킬 자료를 이용한 GIS 분석을 통하여 로드킬 발생 밀도와 주변 토지이용 유형의 특성을 밝혀, 향후 로드킬 저감을 위한 도로 노선의 선정과 기존 도로에 대한 야생동물 침입 방지 펜스와 생태 통로 조성의 위치 선정에 활용될 수 있는 기초 자료의 제공을 목적으로 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상지

연구 대상 도로를 선정함에 있어서 연구된 결과에 대한 일반성과 적용성을 높이기 위해 다음 사항이 고려되었다. 첫째, 로드킬 조사를 통해 발생하는 동물 종에 대한 충분한 자료를 수집할 수 있도록 다양한 야생동물이 풍부하게 서식하는 곳이어야 하며, 둘째, 도로가 산림, 하천, 농경지 등의 다양한 서식환경과 인접해 있어야 한다. 마지막으로, 2차선과 4차선 등의 다양한 도로 유형을 포함한 지역을 선정하고자 하였다.

이를 위해 지리산의 북, 서, 남쪽으로 조성되어 있는 남원~함양 간 88고속도로(44km 구간), 남원~구례 간

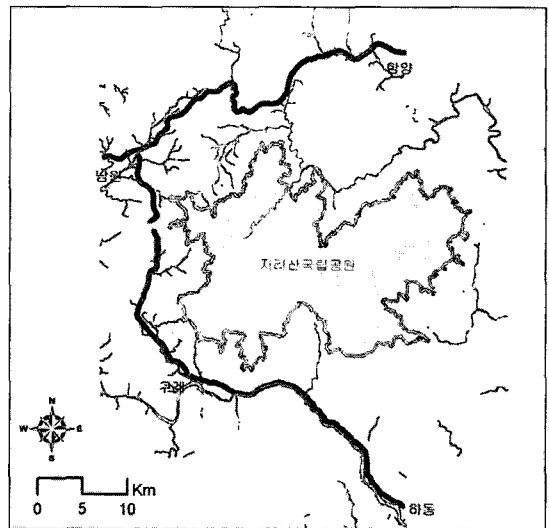


그림 1. 연구 대상 도로

- 범례:   
 — 연구대상 도로   
 ~ 하천 및 강   
 - 지리산국립공원 경계

표 1. 연구 대상 도로의 유형

도로명	구간	길이(km)	주요 기능
88고속도로	남원~함양	44	고속도로(2차선)
19번 국도	남원~구례	30	산업도로(4차선)
19번 국도	구례~하동	33	섬진강변도로(2차선)
합계	-	107	-

19번 산업국도(30km 구간), 구례~하동 간 19번국도(33km 구간)가 연구 대상 도로로 선정되었다(그림 1, 표 1 참조).

## 2. 로드킬 조사

2004년 7월~2005년 6월까지 12개월 간 매일 1회씩 차량을 이용하여 조사하였으며, 2005년 7월~2006년 8월까지 14개월은 2일에 1회씩 조사하였다. 소형 포유류의 조사 누락 방지와 안전을 위해 도로의 갓길을 이용하여 시속 60km 내외의 서행을 하여 조사하였다. 로드킬 개체의 발견 시 현장조사표에 GPS(Garmin Inc., GPS V)를 이용한 위치 좌표와 도로의 구조 및 주변 환경에 대한 특징을 표기하고 사진촬영을 하였으며, 조사된 사체는 곧바로 도로에서 치운 뒤 노면에 남아있는 흔적 위에 스프레이 페인트로 표시를 해서 다음 조사 시에 중복되지 않도록 하였다.

## 3. 분석 대상지 설정 및 로드킬 분석

국립지리원의 1:5,000 수치지도와 토지이용현황도를 기반으로 데이터베이스를 구축하였으며, GIS 데이터베이스 구축과 공간자료를 분석하기 위해서 ArcGIS9(ESRI Inc., 2004)를 활용하였다.

로드킬과 주변 토지이용 유형과의 관계를 파악하는 것이 목적이므로 도로에 의해 야생동물의 이동이 영향 받는 범위 내의 토지이용 유형을 분석하고자 하였다. 국내에서는 도로에 의해 야생동물의 행동이 영향 받는 공간 범위에 대해서 연구된 바 없으나, 중소형 사슴과 동물인 미국의 mule deer(*Odocoileus hemionus*)의 행동이 도로에서부터 300m 거리까지 영향을 받는 것으로 연구된 바 있다(Rost and Bailey, 1979; Singer and

Beattie, 1986). 또한 국내 너구리의 행동권이 0.8km<sup>2</sup>로 연구된 바 있다(최태영과 박종화, 2006). 따라서 로드킬의 많은 부분을 차지하는 동물이 너구리와 고라니인 점을 고려하여, 본 연구에서는 도로로부터 좌우 300m 이내의 토지이용 유형을 분석 대상으로 하였다.

분석 대상지의 토지이용현황도를 산림, 논, 밭, 하천, 초지, 주거지의 토지이용 유형으로 재분류하였다. 이 중 논과 밭은 모두 경작지에 포함되지만 일반적인 농촌 경관에 있어서 지형적 위치와 생태적 기능이 서로 다른 측면이 있기 때문에 나누어 분류하였으며, 초지는 토지 이용현황도에 분류된 초지 항목 이외에 내대지, 인공녹지, 공업나지, 백사장처럼 초지와 유사한 유형으로 친이 될 가능성이 있는 항목을 함께 묶어 분류하였다.

재분류된 각 토지이용 유형별로 발생하는 로드킬의 밀도를 파악하기 위해 토지이용 유형별 면적을 계산하고, 각 토지이용 유형과 인접한 도로에서 발생하는 로드킬의 수를 면적으로 나누어 각 토지이용 유형별 1 km<sup>2</sup> 당 발생하는 로드킬의 발생 밀도를 계산하였다.

한편, GPS를 이용하여 수집한 로드킬 좌표는 도로 위에 위치하고 있기 때문에, 각 토지이용 유형별 폴리곤의 경계로부터 50m 버퍼를 생성하여 각 로드킬 좌표에 인접한 토지이용 유형을 파악하였으며, 버퍼 공간은 토지이용 유형별 면적 계산에 포함하지 않았다. 따라서 본 연구에서 로드킬 발생 지점과 인접한 토지이용 유형이라 함은 인근 50m 이내에 위치한 토지이용 유형의 의미한다.

또한, 각 토지이용 유형별 폴리곤에서 50m 버퍼를 생성할 때 로드킬의 위치가 2개 이상의 토지이용 유형에 중복되는 경우가 발생하게 된다. 이 때 중복되는 토지이용 유형의 수는 로드킬 지점에 인접한 토지이용 유형의 수를 의미하므로, 이를 통해 중별 토지이용 유형의 다양성 차이를 파악하였다.

## III. 연구 결과 및 고찰

### 1. 로드킬 조사 결과

조사 결과 21종 1,361건의 포유류 로드킬이 발견되었으며, 이 중 비교적 많은 자료가 수집된 9종 1,279건(설

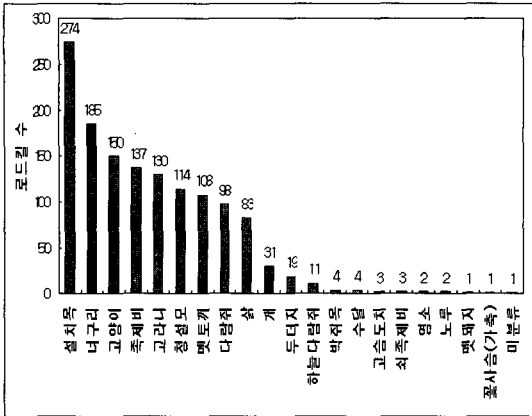


그림 2. 조사된 포유류 로드킬 건 수(2004. 7.~2006. 8.)

치목<sup>2)</sup>, 너구리, 고양이, 족제비, 고라니, 청설모, 멧토끼, 다람쥐, 삶)을 분석 대상으로 하여 토지이용별 로드킬 발생 밀도를 분석하였다(그림 2 참조).

## 2. 토지이용 유형별 로드킬 분석

### 1) 토지이용 유형별 로드킬 밀도

분석 결과 초지와 인접한 도로에서 매우 높은 로드킬 발생 밀도(179.2건/km<sup>2</sup>)를 보였으며, 다음으로 주거지(75.3건/km<sup>2</sup>), 밭(63.2건/km<sup>2</sup>), 하천(42.3건/km<sup>2</sup>), 산림(38.0건/km<sup>2</sup>), 논(35.5건/km<sup>2</sup>)으로 나타났다(표 2, 그림 3 참조).

이처럼 로드킬 발생 밀도가 매우 높게 나타난 초지의 세부 토지이용을 파악해 보면, 자연초지(357.8건/km<sup>2</sup>)가 인접한 곳에서의 로드킬 밀도가 가장 높게 나타났으며, 이어서 인공초지(295.6건/km<sup>2</sup>), 나대지 및 인공녹지(200.3건/km<sup>2</sup>), 공업나지·장터·기타(51.6건/km<sup>2</sup>), 백사장(33.9건/km<sup>2</sup>) 등의 순이었다. 로드킬 밀도가 가장 높은 자연초지의 분포는 섬진강변의 자연초지가 80.5%로서 대부분을 차지했으며, 이 지역은 역새류와 관목림이 발달한 하천변 식생에 해당된다. 이는 이러한 하천변의 식생이 다른 토지이용 유형에 비해 야생동물의 중요한 서식지 기능을 하며, 이곳으로의 이동을 위해 도로를 빈번히 건너다 로드킬에 희생되기 때문으로 사료된다.

초지의 분포가 로드킬의 발생에 매우 큰 영향을 미치는 이유는 크게 세 가지로 설명될 수 있다. 첫째는 로드킬에 희생되는 종이 멧돼지, 노루, 담비, 오소리과 같은 산림 내부종이 아니고 산림의 가장자리를 선호하는 종들로서, 산림, 농경지, 하천 변에 발달한 초지와 관목림을 중심으로 살아가기 때문이다. 실제로 로드킬 밀도가 산림보다도 주거지, 밭, 하천과 가까운 곳에서 더 빈번하게 발생된 점도 이를 잘 보여 주고 있다(표 2, 그림 3 참조). 이 중 주거지에 인접한 도로에서 발생하는 로드킬의 경우, 고양이와 설치목이 비교적 높은 비율로 나타났지만, 청설모, 다람쥐, 멧토끼와 같은 산림성 포유류는 비

표 2. 분석 대상지의 토지이용 유형 분포 및 로드킬 발생 밀도

항목	토지이용 유형		로드킬 밀도*									
	면적 (km <sup>2</sup> )	면적 비율 (%)	합계	삶 (Prionailurus bengalensis)	고양이 (Felis silvestris)	족제비 (Mustela sibirica)	너구리 (Nyctereutes procyonoides)	고라니 (Hydropotes inermis)	청설모 (Sciurus vulgaris)	다람쥐 (Tamias sibiricus)	멧토끼 (Lepus coreanus)	설치목 (Order Rodentia)
논	20.72	33.43	35.53	2.80	4.87	4.78	5.65	4.73	2.27	1.64	1.98	6.81
산림	19.55	31.53	38.04	1.84	3.17	2.86	4.65	3.17	5.12	4.91	4.60	7.72
하천	8.01	12.92	42.34	3.00	4.87	4.87	6.12	3.62	1.50	2.50	2.00	13.86
밭	7.74	12.48	63.18	2.58	8.91	7.11	10.47	6.46	5.68	3.75	4.78	13.44
주거지	3.04	4.91	75.33	3.29	17.76	8.55	11.18	6.91	4.28	2.63	3.95	16.78
초지	2.93	4.73	179.18	12.63	22.87	16.04	23.89	17.06	9.90	10.24	19.11	47.44
합계	61.99	100.00	433.60	26.14	62.45	44.21	61.96	41.95	28.75	25.67	36.42	106.05

\*: 각 토지이용 유형에 인접한 도로에서 발견된 로드킬 수/토지이용 유형별 면적(km<sup>2</sup>)

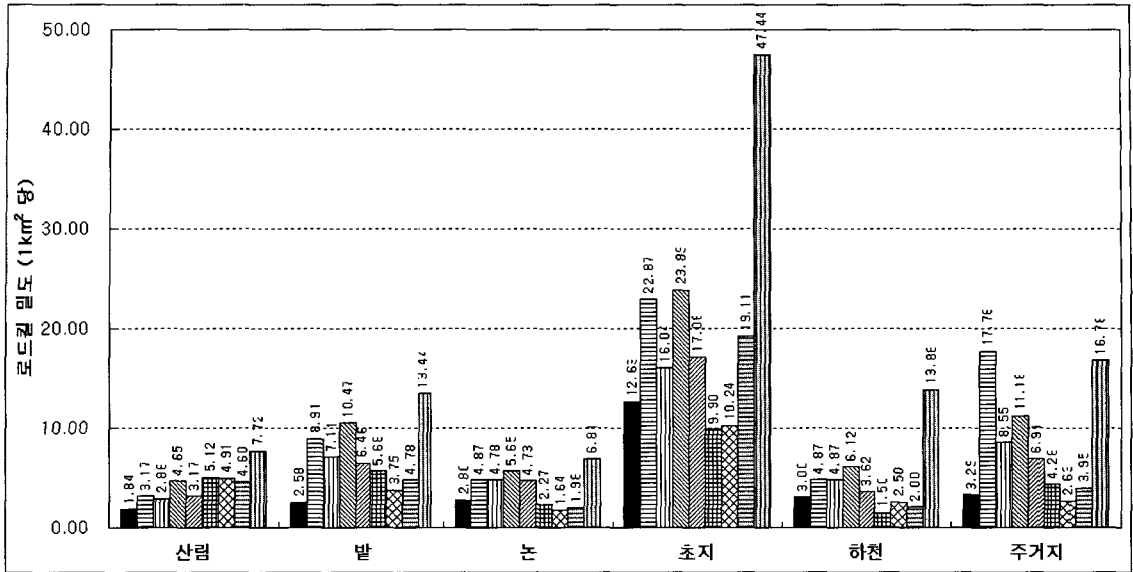


그림 3. 토지이용 유형별 로드킬 발생 밀도(2004. 7.~2006. 8.)

범례: ■ 삼, ▨ 고양이, ▩ 족제비, ▪ 너구리, ▫ 고라니, ▬ 청설모, ▭ 다람쥐, ▮ 멧토끼, ▯ 설치목

교적 적은 로드킬이 발생되고 있었다. 둘째, 초지가 갖는 상대적 희소성의 가치가 높기 때문이다. 초지는 산림과 더불어 야생동물 서식지의 대표적인 유형이며, 상당수 초지는 하천이나 논과 같은 습지와 인접해 있어 생태적 가치가 높아 생태계의 중요한 구성요소이다. 하지만, 분석 대상지에서 산림이 전체 면적의 31.5%를 차지하는 반면, 초지는 4.7%에 불과하여 초지로서의 야생동물 이동이 빈번할 수밖에 없다. 마지막으로 초지가 갖는 지형적 특성은 대부분 개활지로서 도로가 지나가는 구간이 산림지역에 비해 절·성토 비탈면의 발생이 적어 상대적으로 도로 상으로 동물의 진입이 용이하기 때문이다.

2) 논과 산림 주변의 종별 로드킬 특성

분석 대상지에 논이 33.4%, 산림이 31.5%이었으며, 이들 두 토지이용 유형이 64.9%로서 가장 많은 부분을 차지하고 있었다. 따라서 산림과 논을 별도로 구분하여 해당 토지이용별로 발생하는 로드킬의 종별 특성을 분석한 결과, 각 종별로 선호하는 서식지의 기본 유형이 파악되었다(그림 4 참조). 청설모, 다람쥐, 멧토끼는 산림과 인접한 곳에서 로드킬이 더 많이 발생되었으며, 고양이, 삼, 너구리, 고라니, 족제비는 논과 인접한 곳에

서 더 많이 발생되었고, 설치류는 논과 산림 모두 비슷하게 발생되고 있었다. 이는 산림을 중심으로 서식하는 종과 초지 또는 숲의 가장자리를 중심으로 서식하는 종의 특성이 잘 반영된 결과라고 볼 수 있다(원홍구, 1968; 윤명희 등, 2004).

3) 로드킬 지점에 인접한 토지이용의 다양성

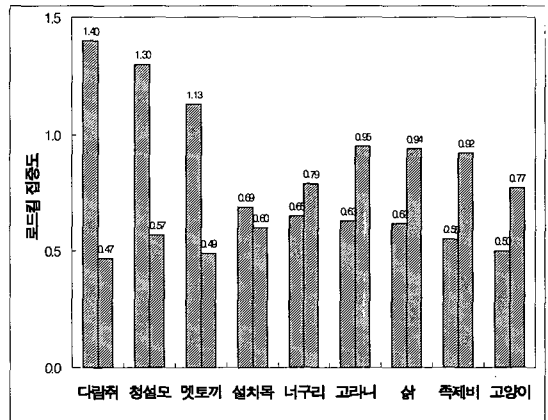


그림 4. 산림과 논에 인접한 토지이용의 다양성(2004. 7.~2006. 8.)\*

범례: ■ 산림, ▨ 논

\* 로드킬 집중도 = 로드킬 비율 / 토지이용 유형 면적 비율

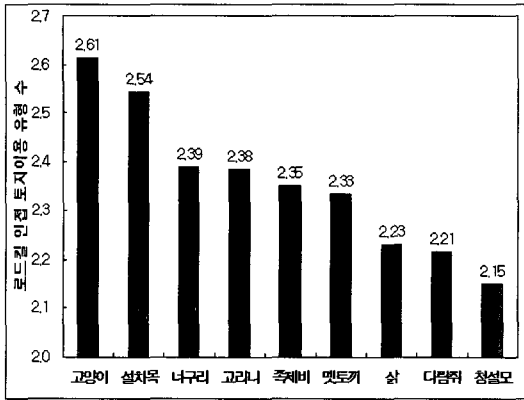


그림 5. 종별 로드킬 지점에 인접한 토지이용 유형의 평균 수

종별 로드킬 지점에 인접한 토지이용 유형의 수를 계산한 결과, 주거지에 인접한 도로에서 로드킬이 빈번했던 고양이(평균 2.61)와 설치류(평균 2.54)가 가장 많았으며, 산림 지역을 중심으로 서식하는 특성을 지닌 청설모(평균 2.15)와 다람쥐(평균 2.21)가 가장 낮게 나타났다(그림 5 참조). 한편, 환경부 멸종위기2급으로 지정되어 있는 삥의 경우, 평균 2.23으로서 매우 낮은 편에 속해, 같은 소형 고양이과 동물에 속하며 쥐를 먹이로 하는 공통점을 지녔지만 생태계 유해 동물인 고양이와 대조를 보였다. 이는 주거지와 가까운 곳은 인간의 교란에 의해 반경 50m 이내의 좁은 공간에서도 복잡한 토지이용 패턴을 지니고 있으며, 이러한 교란에 고양이와 설치류가 가장 큰 적응력을 지니고 있음을 의미한다. 반면, 청설모, 다람쥐, 삥은 상대적으로 인간에 의한 서식지 교란이 적거나 좁은 면적 내에서 서식지의 구성이 덜 복잡한 곳을 선호함을 알 수 있다.

#### IV. 결론

분석 대상지의 토지이용 유형 중 산림과 논이 가장 많은 면적을 차지함에도 불구하고, 이 두 토지이용 유형과 인접한 곳에서의 로드킬 발생 밀도가 다른 토지이용 유형에 비해 상대적으로 낮은 것으로 분석되었으며, 초지와 인접한 구간에서 모든 종의 로드킬이 월등하게 많이 발생되고 있었다. 또한, 초지의 세부 토지이용 유형 중 자연초지에서 로드킬 발생 밀도가 가장 높았다.

해당 지역의 경관 구성은 면적 상 산림과 논으로 크

게 나뉘어 있으며, 나머지 토지이용 유형인 하천, 밭, 초지, 주거지 등의 유형이 산림과 논이 경계부에 산재해 있는 농촌 경관으로 볼 수 있다. 이러한 경관에서 초지와 같은 일부 소규모 토지이용 유형이 갖는 먹이와 은신처 제공의 역할이 큰 반면, 면적의 상대적 희소성으로 인해 초지를 중심으로 야생동물의 이동이 집중되면서 로드킬이 빈번히 발생하는 것으로 판단되어진다.

한편, 초지를 제외한 다른 토지이용 유형을 비교했을 경우, 청설모, 다람쥐, 멧토끼는 산림과 인접한 도로에서 로드킬이 많이 발생하였으며, 고양이, 삥, 너구리, 고라니, 족제비는 논과 인접한 곳에서 더 많이 발생되었다. 또한 고양이의 설치류는 주거지와 인접한 곳에서 로드킬 비율이 비교적 높았으며, 이들 로드킬 지점과 인접한 곳에서는 다른 종에 비해 가장 다양한 토지이용 유형이 존재하고 있었다. 반면, 청설모, 다람쥐, 삥은 상대적으로 서식지의 구성이 덜 복잡한 곳에서 로드킬이 발생하고 있었으며, 이는 본 연구 대상지의 경관 특성 상 인간에 의한 서식지의 교란이 비교적 덜하다는 것을 의미한다.

따라서 향후 도로계획 단계에서 노선을 결정하거나 기존 도로의 야생동물 로드킬 발생을 저감하기 위해 도로변에 펜스나 생태 통로와 같은 예방 시설물을 설치할 경우, 자연 초지처럼 야생동물의 서식지 구성에 중요한 역할을 하는 소규모 토지이용에 대한 조사와 대책을 충실히 해야 하며, 이때 주거지에 인접한 도로보다 산림, 하천, 농경지와 인접한 소규모 서식지 구성요소에 대한 배려를 우선하는 것이 생태계의 안정성을 보다 높일 수 있을 것이다.

주 1. 동물 교통 사고는 현재 언론 기사와 연구자에 따라 '로드킬', '동물 교통 사고', '동물 치사 사고', '동물 도로 치사', '도로 횡단으로 인한 동물 사고', '도로 횡단 중 동물 충돌 사고', '동물의 도로 횡단에 따른 자동차와의 충돌 사고' 등 매우 다양 용어로 사용되고 있으나 모두 '도로에서 동물이 차에 치어 죽는 현상'으로서 같은 의미를 지니고 있다. 다만, 중점을 두는 동물 범위에 따라 '동물' 또는 '야생동물' 등의 단어가 바뀐다. 영어의 경우에서도 road-kill, roadkill, animal vehicle collision, animal vehicle crash, animal traffic accident, animal car accident, vehicle-related animal mortality 등으로 다양하게 사용되며 중점을 두는 동물의 범위에 따라 wildlife, animal, deer 등의 단어가 서로 바뀐다. 한편 사슴류의 로드킬은 'Deer Vehicle Collision'의 약자인 'DVC'로 특화시켜 표기하는데, 이는 사슴류의 로드킬이

매우 빈번하고 운전자의 안전에 위협적이어서 논의가 가장 활발히 되고 있기 때문이다. 본 연구에서는 '야생동물 교통사고'를 '로드킬'로서 간략하게 표기하였다.

- 주 2. 설치목 로드킬은 쥐과에 속하는 집쥐(*Rattus norvegicus*)가 가장 많았고 다음으로 등줄쥐(*Apodemus agrarius*)가 많았으며 이 두 종이 대부분을 차지하였다. 그러나 현장 조사 시 차량에 의한 사체 훼손이 심하여 종을 명확히 구분하기에 어려움이 있어 종별로 정량화하지 못하였으며 쥐과 이외의 설치목이 포함되었을 가능성도 있다. 본 연구에서 설치목이라 함은 따로 설명되고 있는 청설모와 다람쥐를 제외한 설치목을 의미한다.

### 감사의 글

로드킬 조사에 지리산자연생태보존회 최동기, 최천권 선생님의 도움이 있었음.

### 인용문헌

- 김귀곤, 최준영(1998) 분절된 서식처의 연결을 위한 생태이동통로에 관한 이론적 연구-유형구분 및 조성절차를 중심으로-. 한국조경학회지 26(2): 293-307.
- 김귀곤, 최준영, 손삼기(2000) 단편화된 서식처의 연결을 위한 야생동물 이동통로의 조성. 한국조경학회지 28(1): 70-82.
- 원홍구(1968) 조선집승류지. 평양: 과학원출판사.
- 윤명희, 한상훈, 오홍식, 김장근(2004) 한국의 포유동물. 서울: 동방미디어.
- 이경재, 한봉호(2002) 도로개발에 의하여 훼손된 산림지역 생물 이동통로 식재계획. 한국환경생태학회지 16(3): 321-337.
- 이상돈, 조희선, 김장근(2004) 우리나라 야생동물의 도로치사에 관한 연구-중앙고속도로의 동물치사 사례를 중심으로-. 환경영향평가 13(1): 21-31.
- 이용욱, 이명우(2006) 목표종 생태통로의 위치선정-포유류 Road-kill 현장조사를 중심으로-. 한국환경복원녹화기술학회지 9(3): 51-58.
- 최태영, 박종화(2006) 능춘 지역의 너구리(*Nyctereutes procyonoides*) 행동권. Journal of Ecology and Field Biology 29(3): 259-263.
- 최태영, 이용욱, 황기영, 김선명, 박문선, 박그림, 박종화, 이명우(2006) 도로횡단구조물 상의 눈 위 말자국 조사를 이용한 야생동물의 도로 횡단 특성 분석. 한국환경생태학회지 20(3): 340-344.
- 한국일보(2005) 로드킬 車파손 道公이 배상하라. 2005년 9월 13일자 사회면 인터넷 기사(<http://news.hankooki.com/lpage/society/200509/h2005091317493521950.htm>)
- Bashore, T. L., W. M. Tzilkowski, and E. D. Bellis(1985) Analysis of deer-vehicle collision sites in Pennsylvania. Journal of Wildlife Management 49: 769-774.
- Clevenger, A. P., J. Wierzchowski, B. Chruszcz, and K. Gunson(2002) GIS-generated, expertbased models for identifying wildlife habitat linkages and planning mitigation passages. Conservation Biology 16: 503-514.
- Finder, R. A., J. L. Roseberry, and A. Woolf(1999) Site and landscape conditions at white-tailed deer/vehicle collision locations in Illinois. Landscape and Urban Planning 44: 77-85.
- Hubbard, M. W., B. J. Danielson, and R. A. Schmitz(2000) Factors influencing the location of deer-vehicle accidents in Iowa. Journal of Wildlife Management 64: 707-713.
- Joyce, T. L. and S. P. Mahoney(2001) Spatial and temporal distributions of moose-vehicle collisions in Newfoundland. Wildlife Society Bulletin 29: 281-291.
- Nielsen, C. K., R. G. Anderson, and M. D. Grund(2003) Landscape influences on deer-vehicle accident areas in an urban environment. Journal of Wildlife Management 67: 46-51.
- Rost, G. R. and J. A. Bailey(1979) Distribution of mule deer and elk in relation to roads. Journal of Wildlife Management 43: 634-41.
- Seiler, A.(2004) Trends and spatial pattern in ungulate-vehicle collisions in Sweden. Wildlife Biology 10: 301-313.
- Seiler, A.(2005) Predicting locations of moose-vehicle collisions in Sweden. Journal of Applied Ecology 42: 371-382.
- Singer, F. J. and J. B. Beattie(1986) The controlled traffic system and associated wildlife responses in Denali National Park. Arctic 39: 195-203.

원 고 접 수: 2006년 11월 1일

최종수정본 접수: 2006년 12월 19일

3 인 의 명 심 사 필