

오대산국립공원의 야생동물 로드킬 특성¹

민지홍^{2*} · 한갑수³

A Study on the Characteristics of Road-kills in the Odaesan National Park¹

Ji-Hong Min^{2*}, Gab-Soo Han³

요약

본 연구의 목적은 오대산국립공원 내 도로를 대상으로 2003년에서 2007년까지 로드킬 현황을 조사하고 종별 발생특성, 월별 발생분포, 토지이용 현황별 로드킬 특성을 분석하여, 로드킬 저감을 위한 기초자료를 제시하는 것이었다. 로드킬은 총 427건이 발생하였으며, 대부분 소형포유류인 것으로 나타났다. 포유류와 파충류에서는 다람쥐와 누룩뱀, 조류는 노랑턱멧새의 발생빈도가 높았다. 포유류와 파충류는 여름철과 가을철, 조류는 봄부터 여름사이의 발생빈도가 높게 나타났으며, 로드킬은 야생동물의 활동시기 및 번식시기 그리고 차량 이동량 증가와 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 야생동물 로드킬 빈도는 도로변 토지이용형태에 의해 영향을 받는 것으로 나타났으며, 도로 양측이 밭인 경우에 가장 높았다.

주요어: 토지이용 유형, 계절, 포유류, 파충류, 조류

ABSTRACT

The purpose of this study is to provide a database for the reduction of road-kills in the Odaesan National Park. To accomplish this task, investigations were conducted on the road-kills that occurred in the period from 2003 to 2007. The results of investigations are as follows: 427 road-kill cases were reported during the period, and the road-kill victims turned out to be mostly small mammals. Among mammals and reptiles the road-kill occurrence rate of squirrels and garters was higher than that of other species, and in the case of birds, the road-kill occurrence rate of yellow-throated bunting was the highest. The road-kill accidents of mammals and reptiles took place more frequently during the summer and autumn, while those of birds during the spring and summer. The increase of road-kill occurrence rate was found to be related to the activity and breeding period of wild animals, as well as to the increase of vehicles. The occurrence rate of road-kills was also found to be influenced by the type of land use on the roadside. Furthermore, the occurrence rate increased significantly when the roads passed through dry fields.

KEY WORDS: LAND USE TYPE, SEASON, MAMMALS, REPTILES, BIRDS

1 접수 2009년 9월 17일, 수정(1차: 2010년 1월 22일, 2차: 2010년 2월 5일), 게재확정 2010년 2월 11일

Received 17 September 2009; Revised(1st: 22 January 2010, 2nd: 5 February 2010); Accepted 11 February 2010

2 국립공원관리공단 오대산사무소 Office of Odaesan, National Park Service, Pyeongchang(232-941), Korea

3 강릉원주대학교 환경조경학과 Dept. of Environmental Landscape Architecture, Gangneung-Wonju National Univ., Gangneung (210-702), Korea

* 교신저자 Corresponding author(bpolic@hanmail.net)

서론

국립공원은 국토면적의 약 6.6%를 차지하고 있으며, 다양한 야생 동식물의 서식지를 제공하고 있다. 특히, 산업사회의 각종 개발행위와 간섭, 환경오염, 동식물 남획 등의 위협으로부터 한국 고유종 및 희귀종, 멸종위기종 등 동식물들의 피난처 역할을 하고 있으며, 국가생물다양성과 생태계 보전의 주축이 되고 있다.

1975년 지정된 오대산국립공원은 면적이 304km²이며 강원도의 평창군, 강릉시 및 홍천군에 걸쳐 분포하고 있다. 비로봉(1,563m)을 중심으로 5개의 봉우리가 연결된 큰 산줄기로서 백두대간의 중심에 위치하여 핵심 생태축을 형성한다. 또한, 총 3,800여종의 동물과 식물이 서식하고 있는 주요한 자연보호지역으로 2007년 세계 자연보존연맹(IUCN) 보호지역 등급이 V에서 II로 변경되어 생태계 보전 및 생물다양성 보전을 위한 관리 강화가 요구되고 있다. 그러나 지역간의 원활한 교통망 확보를 위해 국립공원을 관통하는 도로가 개설된 이후, 2000년에는 공원 내 도로에서 천연기념물이자 멸종위기 I 급 종인 수달(*Lutra lutra*)이 사체로 발견되었으며, 해마다 천연기념물 및 멸종위기종, 희귀종을 포함한 야생동물들이 차량에 의한 로드킬의 피해를 받고 있다. 이러한 도로개설은 야생동물의 이동을 저해하고, 서식처를 파괴하여 야생동물의 개체수 감소, 생물다양성 저하 등 생태계 파괴를 일으키게 된다(Kim and Choi, 1998; Lee and Han, 2002; Choi *et al.*, 2006). 또한 주요 로드킬 대상인 양서류·파충류의 개체수 감소는 포유동물 및 조류의 먹이원 부족으로 이어져 생태계 구조 변화의 요인이 되고 있다(Song and Oh, 2006).

외국에서는 오래 전부터 야생동물 로드킬에 대한 다양한 사례의 연구(Diamond, 1975; Rost and Bailey, 1979; Lapoint *et al.*, 2003; Seiler, 2005)가 진행되어 왔으나, 국내의 경우는 1990년대 말 야생동물 이동통로에 대한 연구로부터 시작하여 그 기간이 짧고 다양한 연구가 진행되지 못한 실정이다(Choi *et al.*, 2008). 또한 선행연구의 대부분이 로드킬 저감대책에 관한 해외문헌 연구(Korea Expressway Corporation, 1999; Ministry of Environment, 2004)와 생태통로 조성 관련 연구(Kim and Lee, 2003; Hur *et al.*, 2003; Ministry of Environment, 2003; Han, 2004; Han *et al.*, 2005; Jun *et al.*, 2006; Ministry of Environment, 2007)를 중심으로 이루어져 왔다. 건전한 생태환경을 유지하고 국내에 적합한 로드킬 저감 대안을 마련하기 위해서는 국내 실정에 맞는 야생동물의 생태특성과 자연환경에 대한 현황자료들이 요구되지만 이에 대한 연구 및 자료는 매우 미흡한 실정이다. 동물의 이동 특성, 이동 상황, 반복적인 모니터링 실시 등과 관련한 몇몇 연구 사례(Kim *et al.*, 1998; Choi

and Park, 2006; Kweon, 2006)를 들 수 있지만 그 대상이 포유류로 국한되거나, 생태이동통로 등 인공구조물에서의 모니터링에 한정되고 있다.

특히 다양하고 건강한 생태계를 유지하고 있는 국립공원에서 생태계파괴의 위협이 되고 있는 로드킬 관련 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 오대산국립공원 내 도로를 대상으로 정기적인 모니터링을 통해 포유류, 파충류, 조류 등 야생동물의 로드킬을 조사하여 발생특성을 파악하여, 향후 로드킬 저감, 야생동물 이동통로 개설 및 개선을 위한 기초자료 제공을 목적으로 하였다.

재료 및 방법

1. 연구대상지 및 현장조사

연구대상지는 오대산국립공원을 통과하는 국도6호선 도로로서 오대산국립공원사무소에서 진고개를 지나 강릉시 연곡 송천으로 이어지는 약 17.7km 구간이다(Figure 1). 왕복 2차선과 부분 4차선으로 조성되어 있으며 도로 양측에 산림, 하천 및 농경지가 분포하고, 다양한 동식물종이 서식하고 있다.

조사기간은 2003년 1월~2007년 12월까지 5년 동안이었으며, 2006년 12월까지의 월평균 3~4회, 2007년 12월까지는 매주 1회씩 실시하였다. 로드킬 개체발견 시 조사기록 표에 날짜, 날씨, 종명, 발생위치, 인접환경 및 토지이용 현황특징 등을 기록하고 사진촬영을 실시하였으며, 위치는 GPS(Garmin Inc., GPSIIIplus)를 이용하여 확인하였다. 조사대상은 포유류의 경우, 소형 설치류에서 대형종인 사슴과까지 모든 육상 포유류였으며, 파충류는 장지뱀 및 도마뱀을 제외한 뱀이었다. 조류는 로드킬의 대상이 된 모든 종을

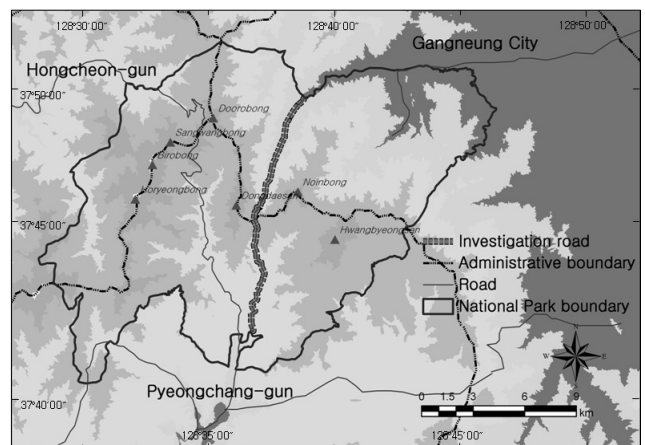


Figure 1. The location map of the investigation road in Odaesan National Park

포함하였다. 사체의 심한 훼손으로 정확한 동정이 불가능할 경우는 각 분류군 별 미동정으로 기록하였다. 차량통행량의 경우 직접적인 조사와 관련자료 수집의 어려움으로 연간 탐방객수 자료로 대체하였다.

2. 로드킬 발생특성 분석

조사대상지에서 수집된 야생동물 로드킬 자료를 동물의 종별 및 분류군별로 구분하여 발생특성, 월별 발생특성, 토지이용 유형별 발생특성 등을 분석했다. 로드킬 발생특성은 주요 대상종과 원인을 파악하기 위해 미동정종을 제외한 포유류, 파충류, 조류 등의 자료를 분류군 및 종별로 세분하여 분석하였다. 과명 및 학명의 경우, 포유류와 파충류는 국가 생물종 목록(National Institute of Biological Resources, 2008), 조류는 한국동물명집(The Korean Society of Systematic Zoology, 1997)을 참고하여 작성하였다. 야생동물 로드킬의 월별 계절별 분포특성은 매주 정기적인 조사가 실시된 2007년 1월~12월까지의 자료를 이용하여 분석하였다. 토지이용 현황별 특성을 파악하기 위해 미동정종을 포함한 모든 야생동물의 로드킬 발생위치를 도면상에 기록하고, 도로 인접 토지이용 유형과 비교하였다. 조사대상 도로에 인접한 토지이용 형태는 산림, 밭, 하천, 주거지였으며, 이 중 주거지는 점적으로 드물게 분포하며 밭과 함께 위치하여 별도로 구분하지 않고 밭에 포함시켰다. 따라서 조사구간의 도로변 토지이용 형태는 산림, 밭, 하천의 3가지 종류로 구분되었으며, 각 토지이용 형태별 조합에 의해 5개 유형으로 구분하였다. 로드킬 발생지점에 인접한 토지이용의 적용 범위는 다양한 야생동물의 행동특성

을 고려하여 영향 범위를 설정하는 것이 바람직하다. 그러나 너구리, mule deer(*Odocoileus hemionus*) 등 일부 대형동물의 행동권에 대한 연구결과(Choi and Park, 2006; Rost and Bailey, 1979)가 보고된 바 있으나, 본 연구결과와 관련된 소형동물의 연구사례는 찾아 보기 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 도로가 폭이 좁은 산악에 분포하고, 소형동물의 로드킬 발생빈도가 높은 점을 고려하여 도로에서 좌측 및 우측 각각 50m, 총 100m 이내의 토지이용 유형을 분석대상으로 하였다.

결과 및 고찰

1. 로드킬 조사결과

총 427건의 로드킬이 발견되었으며, 포유류 225건(52.7%), 파충류 127건(29.7%), 조류 75건(17.6%)의 순이었다(Table 1~Table 3 참조). 포유류는 9과 14종이었으며, 이 중 다람쥐(*Tamias sibiricus*)가 67.1%로 가장 높은 로드킬 발생비율을 나타냈으며, 이어서 쥐류(*Rodents*)와 멧토끼(*Lepus coreanus*), 청설모(*Sciurus vulgaris*) 등의 순으로 나타났다(Table 1). 파충류는 2과 7종으로 오대산국립공원 내에 서식하는 대부분의 종을 포함하였다. 누룩뱀(*Elaphe dione*)이 42.1%(51건)로서 발생비율이 가장 높았으며, 이어서 유혈목이(*Rhabdophis tigrinus*), 대륙유혈목이(*Amphiesma vibakari*)의 순이었다(Table 2). 조류에서도 10과 18종의 다양한 종이 발견되었으며, 이 중 노랑턱멧새(*Emberiza elegans*)가 34.1%로 발생비율이 가장 높았으며, 이어서 딱새(*Phoenicurus auroreus*), 들꿩(*Tetrastes bonasia*)

Table 1. Road-kill occurrence frequency of the mammals

Family name	Korean name(Scientific name)	Frequency(No.)	Ratio(%)
Canidae	너구리 <i>Nyctereutes procyonoides</i>	4	1.9
Felidae	들고양이 <i>Felis catus</i>	2	1.0
	살쾨 <i>Prionailurus bengalensis</i>	4	1.9
Sciuridae	다람쥐 <i>Tamias sibiricus</i>	141	67.1
	청설모 <i>Sciurus vulgaris</i>	7	3.3
Talpidae	두더지 <i>Mogera wogura</i>	6	2.9
Cervidae	고라니 <i>Hydropotes inermis</i>	3	1.4
Mustelidae	담비 <i>Martes flavigula</i>	1	0.5
	족제비 <i>Mustela sibirica</i>	3	1.4
Cricetidae	비단털들쥐 <i>Myodes regulus</i>	1	0.5
	등줄쥐 <i>Apodemus agrarius</i>	6	2.9
Muridae	쥐류 <i>Rodents</i>	13	6.2
	흰넓적다리붉은쥐 <i>Apodemus peninsulae</i>	6	2.9
Leporidae	멧토끼 <i>Lepus coreanus</i>	13	6.2
Total		210	100.0

Table 2. Road-kill occurrence frequency of the reptiles

Family name	Korean name(Scientific name)	Frequency(No.)	Ratio(%)
Colubridae	누룩뱀 <i>Elaphe dione</i>	51	42.1
	능구렁이 <i>Dinodon rufozonatum</i>	2	1.7
	대륙유혈목이 <i>Amphiesma vibakari</i>	17	14.0
	유혈목이 <i>Rhabdophis tigrinus</i>	37	30.6
Viperidae	살모사 <i>Gloydius blomhoffi</i>	2	1.7
	쇠살모사 <i>Gloydius ussuriensis</i>	9	7.4
	까치살모사 <i>Gloydius saxatilis</i>	3	2.5
Total		121	100.0

Table 3. Road-kill occurrence frequency of the birds

Family name	Korean name(Scientific name)	Frequency(No.)	Ratio(%)
Corvidae	큰부리까마귀 <i>Corvus macrorhynchos</i>	1	2.3
Phasianidae	꿩 <i>Phasianus colchicus</i>	1	2.3
Cuculidae	매사촌 <i>Cuculus fugax</i>	1	2.3
Tetraonidae	들꿩 <i>Tetrastes bonasia</i>	3	6.8
Picidae	오색딱다구리 <i>Dendrocopos major</i>	1	2.3
	청딱다구리 <i>Picus canus</i>	1	2.3
Muscicapidae	큰유리새 <i>Cyanoptila cyanomelana</i>	2	4.5
Laniidae	때까치 <i>Lanius bucephalus</i>	1	2.3
Fringillidae	노랑턱멧새 <i>Emberiza elegans</i>	15	34.1
	쑥새 <i>Emberiza rustica</i>	1	2.3
Paridae	진박새 <i>Parus ater</i>	1	2.3
	박새 <i>Parus major</i>	2	4.5
	곤줄박이 <i>Parus varius</i>	1	2.3
Strigidae	소쩍새 <i>Otus scops</i>	1	2.3
	쇠유리새 <i>Erithacus cyane</i>	1	2.3
Turdidae	딱새 <i>Phoenicurus auroreus</i>	7	15.9
	호랑지빠귀 <i>Zoothera dauma</i>	2	4.5
	흰배지빠귀 <i>Turdus pallidus</i>	2	4.5
Total		44	100.0

등의 순이었다(Table 3). 소쩍새(*Otus scops*)도 1건 발견되었는데, 이는 천연기념물 324호이자 멸종위기Ⅱ급 종으로 보호와 관리가 요구되고 있는 종이다.

이러한 결과를 통해 포유류, 파충류 및 조류에 걸쳐 다양한 종이 로드킬의 대상이 되고 있으며, 국가적인 보호가 요구되는 야생동물의 피해도 적지 않은 것을 알 수 있다. 한편 포유류의 경우, 주요 발생종이 소형 포유류에 집중되며, 중대형종의 로드킬 발생빈도는 상대적으로 적은 것으로 나타났다.

2. 월별 로드킬 발생특성

야생동물의 활동형태는 계절에 따라 변화하며, 이에 따라

로드킬의 발생빈도도 변화하게 된다. 즉, 일부 포유동물과 파충류의 경우 동면기간에 활동이 줄어들며, 조류는 철새이동시기 및 번식기간 등에 의해 활동이 영향을 받게 된다.

육상동물인 포유류와 파충류의 로드킬은 10월에 26건(31.3%), 8월에 19건(22.9%), 7월에 10건(12.0%), 9월에 8건(9.6%)이 발생하였으며, 두 분류군 모두 계절적으로 여름과 가을에 로드킬이 가장 빈번히 발생한 것으로 나타났다(Figure 2). 이는 야생동물의 활동과 차량 이동량 증가에 영향을 받은 것으로 판단된다. 즉, 여름에 포유류와 파충류의 활동이 가장 활발하고, 가을은 파충류를 비롯한 일부 육상동물이 동면을 위해 이동하는 때이다. 한편, 8월과 10월의 경우 오대산 탐방객수가 많은 시기로서 차량통행량 증가와 함께 로드킬 발생빈도가 높게 나타난 것으로 볼 수 있다

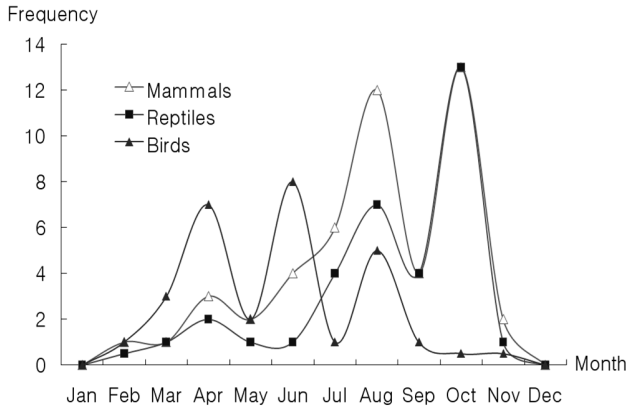


Figure 2. Road-kill occurrence distribution per month

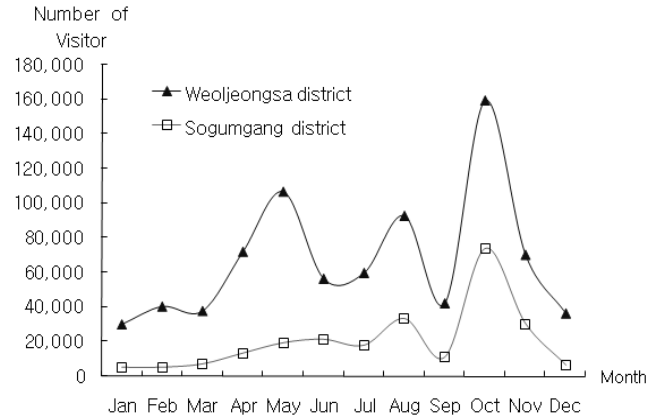


Figure 3. Odaesan National Park visitor per month

(Figure 3).

조류는 4월(24.1%), 6월(27.6%), 8월(17.2%)에 상대적으로 발생비율이 높았으며, 9월부터 12월까지는 로드킬이 발생하지 않은 것으로 나타나 육상동물과는 다른 발생분포를 보였다. 조류는 4월~8월의 번식기에 가장 활발한 활동을 보이는데, 이러한 특성이 로드킬 발생결과에 반영된 것으로 보인다. 즉, 4월과 6월은 로드킬 발생빈도가 가장 높은 노랑턱멧새의 번식기이며, 8월은 딱새 및 지빠귀과의 번식기이다. 10월 이후는 여름철새의 이동시기이며, 겨울철새는 도래 후 번식기를 갖지 않는다. 따라서 조류 로드킬의 월별 분포는 오대산에 주로 서식하는 조류의 번식 및 이동시기에 따라 변화를 나타내는 것으로 볼 수 있다.

3. 토지이용 유형별 로드킬 특성

조사대상 도로에 인접한 산, 밭 및 하천을 도로 중심으로 밭-밭, 밭-산, 밭-하천, 산-산, 산-하천의 5가지 유형으로 구분하여 토지이용 형태별 로드킬 특성을 분석하였다. 도로변 토지이용 유형은 산-하천이 8.2km로 가장 길었으며, 이어서 밭-밭이 3.3km이었다(Table 4). 밭-산과 밭-하천은 2.4km와 2.2km로 큰 차이가 없었으며, 산-산의 경우는 가장 짧은 1.6km이었다. 포유류, 파충류 및 조류 전체의 로드킬 발생빈도는 산-하천과 밭-밭에서 199건과 103건으로 높았으나, 이는 대상 유형의 길이에 따른 것이다. 이에 따라

토지이용 유형별 100m당 로드킬 발생빈도로 발생밀도를 산정하였으며, 그 결과 Table 4에서와 같이 밭-밭에서 다른 유형에 비해 상대적으로 높은 발생밀도를 나타내었고, 산-산에서는 낮은 발생밀도를 나타내었다.

1) 포유류

포유류는 Table 5와 같이 산-산 형태의 토지이용구간에서 매우 낮은 발생빈도를 보였으며, 이 외의 토지이용구간에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 산-하천이 전 구간을 걸쳐 가장 넓게 분포함에도 밭을 포함한 구간에서의 발생밀도가 높았음을 의미한다. 가장 높은 발생빈도를 보인 다람쥐의 경우 밭-하천, 산-하천, 밭-산에서의 발생밀도가 높았으며, 다람쥐를 제외하면 토지이용 유형별 발생밀도는 밭-밭, 밭-산에서 높게 나타났다. 산-산의 경우, 타 토지유형에 비해 전체적으로 발생밀도가 낮았는데, 이는 기존 연구결과(Choi and Park, 2006)와 유사한 경향을 보였다. 즉, 기존 연구에서도 밭 또는 하천에 인접한 도로에 비해 산림만으로 구성된 도로에서의 로드킬 발생밀도가 낮은 것으로 나타났다.

포유류 중 로드킬 발생빈도가 높은 다람쥐 및 쥐류의 경우, 주요 서식지가 도로와 가까운 산림 주변과 밭에 분포하고 있으나, 도로가 산림과 하천 사이에 개설된 후 서식지 교란의 피해가 큰 것으로 나타났다. 멧토끼와 두더지, 삿, 너구리 또한 서식 특성상 산림에 인접한 밭에 먹이 확보를 위해 접근하고 이에 따라 도로를 횡단하는 사례가 많았던

Table 4. Road-kill occurrence on land use type

	Field-Field	Field-Forest	Field-Stream	Forest-Forest	Forest-Stream	Total
Distance(km)	3.3	2.4	2.2	1.6	8.2	17.7
Frequency(No.)	103	58	54	13	199	427
Frequency(No./100m)	3.1	2.4	2.5	0.8	2.4	

Table 5. Road-kill occurrence frequency of the mammalia on land use type

Korean name (Scientific name)	Field-Field	Field-Forest	Field-Stream	Forest-Forest	Forest-Stream
등줄쥐 <i>Apodemus agrarius</i>	4	0	0	0	2
흰넓적다리붉은쥐 <i>Apodemus peninsulae</i>	1	1	1	0	3
비단털들쥐 <i>Myodes regulus</i>	0	0	0	0	1
들고양이 <i>Felis catus</i>	0	1	0	0	1
고라니 <i>Hydropotes inermis</i>	1	0	0	0	2
멧토끼 <i>Lepus coreanus</i>	5	1	1	0	6
담비 <i>Martes flavigula</i>	0	0	0	0	1
두더지 <i>Mogera wogura</i>	3	0	0	1	2
족제비 <i>Mustela sibirica</i>	1	0	1	0	1
너구리 <i>Nyctereutes procyonoides</i>	0	4	0	0	0
삿살 <i>Prionailurus bengalensis</i>	1	2	1	0	0
쥐류 <i>Rodents</i>	3	3	2	0	5
청설모 <i>Sciurus vulgaris</i>	1	1	0	0	5
다람쥐 <i>Tamias sibiricus</i>	23	20	21	5	72
None-identification	3	1	3	0	8
Frequency(No.)	46	34	30	6	109
Frequency(No./100m)	1.4	1.4	1.4	0.3	1.3

것으로 볼 수 있다.

2) 파충류

파충류는 밭-밭에서 높은 발생밀도를 나타내었으며, 포유류와 같이 산-산에서 가장 낮았다(Table 6). 로드킬 발생 빈도가 높았던 누룩뱀을 제외한 결과도 유사한 분포특성을 나타내었다. 따라서 파충류에서도 밭이 포함된 토지이용구간에서 로드킬이 주로 발생함을 알 수 있다. 이는 대부분의 뱀이 소형 설치류와 양서류를 주요 먹이로 하고 있는 것에 기인하는 것으로 추정된다. 또한 도로 또는 도로와 인접한 콘크리트 인공구조물 등은 일광욕 및 적정온도를 유지할 수 있는 환경을 제공해 로드킬의 또다른 원인이 되고 있다고 사료된다.

대륙유혈목이는 우점종인 누룩뱀과 유혈목이 다음으로

높은 발생빈도를 나타내었는데, 제주도를 제외한 내륙지방에선 개체수가 적은 종으로 알려져 있다(Oh *et al.*, 2007). 주로 밭-밭 형태의 토지이용 구간에서 발생빈도가 높게 나타나 밭에 인접하여 서식하고 있음을 알 수 있다.

3) 조류

조류의 로드킬 밀도는 밭-하천과 밭-밭에서 높게 나타났으며, 이어서 산-하천, 밭-산의 유형 순으로 나타났었다(Table 7). 조류도 포유류 및 파충류에서와 같이 산-산 형태의 유형에서 매우 낮은 발생밀도를 나타냈으며, 대부분 밭을 포함하는 토지이용 유형에서 로드킬 밀도가 높았다. 조류 로드킬 중 가장 높은 발생빈도를 나타낸 노랑턱멧새(*Emberiza elegans*)를 비롯한 대부분의 조류가 산림성 조류로 물가에 서식하는 조류의 로드킬은 발생하지 않았다. 특히, 산림성

Table 6. Road-kill occurrence frequency of the reptiles on land use type

Korean name (Scientific name)	Field-Field	Field-Forest	Field-Stream	Forest-Forest	Forest-Stream
살모사 <i>Gloydius blomhoffi</i>	2	0	0	0	0
까치살모사 <i>Gloydius saxatilis</i>	0	1	0	1	1
쇠살모사 <i>Gloydius ussuriensis</i>	2	2	1	0	4
능구렁이 <i>Dinodon rufozonatum</i>	0	2	0	0	0
누룩뱀 <i>Elaphe dione</i>	14	6	4	3	24
유혈목이 <i>Rhabdophis tigrinus</i>	6	2	5	2	22
대륙유혈목이 <i>Amphiesma vibakari</i>	9	0	2	0	6
None-identification	3	1	1	0	1
Frequency(No.)	36	14	13	6	58
Frequency(No./100m)	1.1	0.6	0.6	0.4	0.7

Table 7. Road-kill occurrence frequency of the birds on land use type

Korean name (Scientific name)	Field-Field	Field-Forest	Field-Stream	Forest-Forest	Forest-Stream
큰부리까마귀 <i>Corvus macrorhynchos</i>	1	0	0	0	0
매사촌 <i>Cuculus fugax</i>	0	0	0	0	1
큰유리새 <i>Cyanoptila cyanomelana</i>	0	0	0	0	2
오색딱따구리 <i>Dendrocopos major</i>	0	0	0	0	1
노랑턱멧새 <i>Emberiza elegans</i>	7	3	1	0	4
쑥새 <i>Emberiza rustica</i>	1	0	0	0	0
쇠유리새 <i>Erithacus cyane</i>	0	0	0	0	1
때까치 <i>Lanius bucephalus</i>	0	0	0	0	1
소쩍새 <i>Otus scops</i>	0	0	0	1	0
진박새 <i>Parus ater</i>	0	0	1	0	0
박새 <i>Parus major</i>	0	0	0	0	2
곤줄박이 <i>Parus varius</i>	0	0	0	0	1
꿩 <i>Phasianus colchicus</i>	0	0	1	0	0
딱새 <i>Phoenicurus aureoreus</i>	4	0	2	0	1
청딱다구리 <i>Picus canus</i>	0	0	0	0	1
들꿩 <i>Tetrastes bonasia</i>	0	0	1	0	2
호랑지빠귀 <i>Zoothera dauma</i>	0	0	1	0	1
흰배지빠귀 <i>Turdus pallidus</i>	0	0	0	0	2
None-identification	8	3	8	0	12
Frequency(No.)	21	6	15	1	32
Frequency(No./100m)	0.6	0.3	0.7	0.1	0.4

조류 중 깊은 산속에 서식하는 종 보다는 숲 가장자리나 밭 및 개활지에 주로 서식하는 조류가 로드킬의 주요 대상 종으로 나타났다.

노랑턱멧새와 딱새는 밭-밭과 밭-하천에서 높은 발생빈도를 보였는데, 숲 가장자리의 밭 주변, 개활지, 덩불지대에 서식하는 텃새로서 주로 밭 위에서 먹이활동을 많이 한다 (Lee *et al.*, 2000). 따라서 도로를 중심으로 좌우측에 밭이 형성되어 있는 밭-밭 형태의 토지이용구간에서 도로횡단이 가장 빈번히 발생되어 로드킬이 많았던 것으로 판단된다.

4. 제언

국립공원의 이용이 1년 중 여름과 가을에 집중되며 이용객수의 제한이 없는 탐방형태는 야생동물의 주요 활동시기인 여름과 가을철의 야생동물 로드킬을 증가시키는 원인이 되고 있다. 따라서 국립공원 이용 탐방객수의 제한 등에 의한 차량이용량의 감소, 차량속도 제한, 시간별 차량 출입제한 등의 다양한 방법을 통해 로드킬을 최소화할 필요가 있다.

야생동물 로드킬은 도로변 토지이용형태에 의해서도 영향을 받는 것으로 나타났으며, 야생동물이 대체로 밭을 포함하는 형태의 토지이용구간에서 도로 접근이 많은 것을 알 수 있었다. 이는 밭과 그 주변에서 제공되는 먹이자원

및 서식환경이 야생동물을 밭 주변으로 유인하는 요인으로 작용하여, 밭이 많이 분포하는 곳에서의 로드킬 발생을 높게 된다. 향후 로드킬 발생을 줄이기 위해서는 도로를 중심으로 한 토지이용을 고려하여, 산림위주의 토지이용 구간 보다는 밭이 인접한 도로를 중심으로 야생동물의 도로진입 방지시설을 설치하고 인위적인 방해가 적은 곳에 이동통로를 설치할 필요가 있다.

본 연구 자료의 수집 시 연구수행의 효율화를 위해 일주일 단위로 조사하였으며, 이에 따라 실제 로드킬 발생빈도는 더욱 높을 것으로 판단된다. 분석에 사용된 월별 로드킬 자료는 1년간의 수집 자료로 그 기간과 자료가 다양하지 않았으며, 도로변 토지이용 현황은 도로와 접해 있는 토지이용을 적용하였으나 야생동물의 종별 특성에 따른 적용거리는 반영하지 않았다. 향후, 적용범위의 설정에 대한 보다 정확한 기준근거가 필요하며, 이를 위해 정기적이고 지속적인 야생동물의 서식범위에 관한 자료의 수집과 연구가 필요하다.

인용문헌

- Choi, T.Y. and C.H. Park(2006) Home-range of Raccoon Dog *Nyctereutes procyonoides* Living in the Rural Area of Korea. *J. Ecol. Field Biol.* 29(3): 259-263.
- Choi, T.Y. and C.H. Park(2006) The Effects of Land Use on the

- Frequency of Mammal Roadkills in Korea. *J. of the Korea Institute of Landscape Architecture* 34(5): 52-58.
- Choi, T.Y., B.G. Yang and B.H. Yoo(2008) Road-kill reduction countermeasure and trend of research in Korea. Presented at the annual meeting of the Korean Society of Environment and Ecology. Seoul, Korea, April 18, pp. 89-92.
- Choi, T.Y., Y.W. Lee, G.Y. Hwang, S.M. Kim, M.S. Park, G.R. Park, B.J. Jo, J.H. Park and M.W. Lee(2006) Monitoring the Wildlife Use of Culverts and Underpasses Using Snow Tracking in Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 20(3): 340-344.
- Diamond, J.M.(1975) The Island Dilemma: Lessons of Modern Biogeographic Studies for the Design of Natural Reserves. *Biological Conservation* 7: 129-146.
- Han, B.H., J.H. Kim and J.S. Kim(2005) An Ecological Corridor Plan in an Urban Neighborhood Park - A Case Study of Noryangjin Neighborhood Park in Dongjak-gu, Seoul -. *J. of the Korea Institute of Landscape Architecture* 33(2): 16-31.
- Han, S.H.(2004)Evaluation and analysis of problem of wild animals mobile passage. Presented at the fall meeting of the Korean Society of Environment and Ecology. Seoul, Korea, October 15, pp.65-78.
- Hur, W.H., S.J. Rhim and W.S. Lee(2003) Effects of Road on Bird Communities in Forest Areas. *Kor. J. Env. Eco.* 17(1): 1-8.
- Jun, I.Y., B.H. Han, S.H. Hong and K.J. Lee(2006) A Study Improvement and Administration of Ecoduct through Monitoring in Uiwang's Mt. Obong. *J. of the Korea Institute of Landscape Architecture* 34(1): 10-20.
- Kim, K.G. and J.Y. Choi(1998) A Theoretical Study on the Wildlife Passage for Connecting Fragmented Habitat (1) - In the Case of Wildlife Passage Types and Design Process -. *J. of the Korea Institute of Landscape Architecture* 26(2): 293-307.
- Kim, K.G., J.Y. Choi and S.K. Son(1998) Landscape Materials Ecological Restoration; A Study on the Wildlife Corridor for Connecting Fragmented Habitat - Focused on Site Selection and Design Methods -. *J. of the Korea Institute of Landscape Architecture* 28(1): 70-82.
- Kim, K.M. and K.J. Lee(2003) Green way Plan for a wildness birds movement passage connection on The Kangnam Ku. Presented at the spring meeting of the Korean Society of Environment and Ecology, Jinju, Korea, April 15, pp.86-89.
- Korea Expressway Corporation(1999) Animal passage establishment outline and application case. Korea Expressway Corporation, Korea, 131pp.
- Kweon, H.S.(2006) A Study of Cause and Reduction of Road-kill on the Raccoon dog. Presented at the spring meeting of the Korean Institute of Landscape Architecture, Seoul, Korea, March 25, pp.117-122.
- Lapoint, S., R.W. Kays, and J.C. Ray(2003) Animals crossing the northway: Are existing culverts useful? *Adirondack Journal of Environmental Studies*, Spring/Summer, pp.11-17.
- Lee, K.J. and B.H. Han(2002) Planting Plan of Ecological Corridor at Destroyed Mountain Area as a Result of Road Construction. *Kor. J. Env. Eco.* 16(3): 321-337.
- Lee, W.S., T.H. Goo and J.Y. Park(2000) A Fields Guide to the Birds of Korea. LGSangrokjaedan, Seoul, 320pp.
- Ministry of Environment(1999) The wild animals passage establishment guide for a natural ecosystem restoration Ministry of Environment. Korea, 79pp.
- Ministry of Environment(2003) A Study of wild animals movement passage establishment and efficient management plan. Ministry of Environment, Korea, 323pp.
- Ministry of Environment(2004) Management technique developments on road type and animal by analyses of ROAD-KILL and wild animals habitat discontinuation. Ministry of Environment, Korea, 327pp.
- Ministry of Environment(2007) Wild animals road-kill preventive management countermeasure. Ministry of Environment. Korea, 387pp.
- National Institute of Biological Resources(2008) The Compilation of National list of Indigenous Species of the Korean Peninsula, Korea, 409pp.
- Oh, H.S., M.H. Chang and B.S. Kim(2007) Current Status and Biogeographical Comments of Herpeto-Fauna at Hallasan National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 21(2): 107-112.
- Rost, G.R. and J.A. Bailey(1979) Distribution of Mule Deer and Elk in Relation to Roads. *Journal of Wildlife Management* 43: 634-641.
- Seiler, A.(2005) Predicting Locations of Moose-vehicle Collisions in Sweden. *Journal of Applied Ecology* 42: 371-382.
- Song, J.Y. and H.S. Oh(2006) Current Status of Road-Killed Amphibian and Reptile and Conservation Plans in Songgye Valley. *Woraksan National Park, Kor. J. Env. Eco.* 20(4): 400-406.
- The Korean Society of Systematic Zoology(1997) List of Animals in Korea. Academy book, Seoul, 489pp.