

우리나라 야생동물의 도로치사에 관한 연구

-중앙고속도로의 동물치사 사례를 중심으로-

이상돈* · 조희선* · 김종근**

이화여자대학교 환경학과*, 환경생태연구소**

(2003년 11월 18일 접수, 2003년 12월 27일 승인)

A Study of Wildlife Roadkill in Joongang Highway

S. D. Lee* · H. S. Cho* · J.G.Kim**

Dept. of Environmental Science and Engineering, Ewha Womans University*

Institute of Environmental Ecosystem**

(Manuscript received 18 November 2003; accepted 27 December 2003)

Abstract

Construction of highway would influence wildlife habitat being fragmented and deteriorated. It is inevitable to observe the death of animals that are killed by vehicles. Nonetheless the cause and status of animal roadkill have not been studied, and this study first attempted to analyze the roadkill in major highway in Korea. We collected 860 individuals of dead animals in Joongang Highway during 1996-2003. Among them Korean hare(*Lepus sinensis*) was totaled in 165 individuals(19.2%) with the highest figure; Korean racoon dog(*Nyctereutes procyonoides*) was 146(17.0%); Korean squirrel(*Sciurus vulgaris*) 56(6.5%); Korean roe deer(*Capreolus capreolus*) 26(3.0%). Domestic animals was totaled in 232 individuals(27.0%); domestic dog(*Canis familiaris*) 25, and domestic cat(*Catus felis*) 207.

This study also categorized habitat as mountain-mountain, mountain-plain, mountain-river, plain-plain, plain-river, river-river in each side of the road. Habitat of mountain-plain was the highest with 296(38.9%) individuals followed by mountain-mountain with 263(34.6%). This indicates that wild animals associated with mountain habitat was most influenced by the construction of roads.

This study implied that we should mitigate the roadkill by designing artificial construction

such as eco-bridge, fences along the sideway, and boxes under the highway, underdrain structure, etc. The monitoring and cause of habitat fragmentation with GIS approach should be followed to reduce the roadkill.

Key words : wildlife, roadkill, Joongang Highway, Korean hare, Korean racoon dog, Korean squirrel, Korean roe deer

I. 서론

고속도로의 건설은 생활환경 개선, 사회간접자본시설 확충 등을 도모함으로써 경제발전에 기여하는 반면 대기·기상, 수환경, 토양 등의 환경변화를 초래하며, 동식물의 서식에 직접적인 영향을 미친다. 특히, 동물의 서식지 내에 도로가 출현했을 경우 서식지역이 분단되어 물과 먹이환경, 번식지로의 이동 중 통행차량과의 충돌사고(roadkill)가 빈번히 발생한다. 서식지 단편화는 향후 종과 종사이의 접촉을 차단하고 종의 이동과 분산에 영향을 끼치며(Brotons and Herrando 2001), 도로건설로 인한 수송차량 증가는 소음공해와 시야장애를 발생시켜 척추동물의 서식지를 감소시킨다(Forman and Alexander 1998). 또한 도로건설로 인한 부정적인 영향으로 조류(birds)의 풍부도 및 다양도가 감소하였으며 번식 밀도도 도로건설이 이루어지지 않은 곳과 비교하여 현저하게 낮게 나타났다(Rheindt 2003). 우리나라에서는 경상남도내 6개 고속도로노선과 국도 구간에서의 서식지 단절에 의한 야생동물의 차량사고에 대한 연구(김우룡 등 2001) 및 시흥시 서울 외곽순환 고속도로 지역내에 위치한 백로·해오라기류의 번식현황에 대한 조사가 이루어졌다(정명석·원평오 1999). 그밖에 아프리카 Mikumi 국립공원의 통행차량에 의한 동물 치사(Drews 1995), 지중해 연안의 농경지에서 소나무 숲의 단절로 인한 조류(birds) 감소(Brotons and Herrando 2001), 캘리포니아 농업지역에서의 서식지 유형에 따른 중형포유동물 치사빈도(Card 외 2000) 및 양서류 충돌사고(Hels 2001) 등에 대한 연구가 이

루어졌다. 도로공사의 직접적인 영향으로 인해 급격한 생태계의 변화 및 악화를 가져올 것이 확실함에도 불구하고 그에 대비한 역학조사, 영향평가 및 보호대책이 전무한 실정이다. 그러므로 본 보고서는 우리나라에서 최초로 고속도로에서 수집된 동물치사자료를 이용하여 치사유형(종별, 연도별, 계절별, 개통시기별, 서식지 단절유형별)에 대한 현황을 분석하였다. 또한 도로 사업으로 인한 야생동물의 생태학적 조사, 파괴가 예상되는 번식지에 대한 대안 및 영향저감방안을 마련하여 야생동물의 성공적인 번식과 보호를 도모하고 아울러 유사한 환경 및 생태계 보호를 위하여 본 연구가 수행되었다.

II. 연구범위 및 방법

1. 연구 대상지역

중앙고속도로는 한반도의 중부내륙을 남북으로 가로지른다. 고속도로는 금호분기점(대구 광역시 북구 금호동)에서 출발하여 경상북도 안동, 영주와 충청북도 제천, 강원도 원주를 경유하여 영동고속도로 83km 지점인 만중분기점에서 영동고속도로와 분기되며 홍천을 거쳐 춘천인터체인지에서 끝난다(Fig 1). 이 곳은 험준한 산악지형을 뚫고 계곡과 계곡을 연결하는 구간이 많아 교량 및 터널 등의 구조물이 다른 노선보다 훨씬 많은 20%에 달하고 있다(한국도로공사 2003). 특히, 원주에서 영주에 이르는 지역은 태백산맥과 치악산, 소백산 등의 험준한 산악지형을 통과하는 구

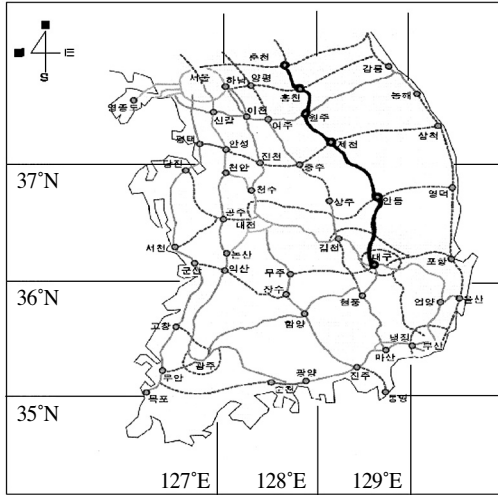


Fig 1. Map showing the highway system in South Korea and Joongang highway with bold line

간이 많다. 반면, 춘천에서 원주, 영주에서 대구광역시에 이르는 대부분의 구간은 해발 100m인 농경지 저지대에서 300m 내외의 저산지대의 산림과 개활지를 통과하고 있다.

중앙고속도로 통과지역은 냉온대 중부와 북부의 식생이 걸쳐있는 특성을 갖고 있으며, 산림식생을 균계수준에서 보면 냉온대의 낙엽수림대에 속한다(Yim and Kira 1975). 주요 분포수종으로는 신갈나무, 졸참나무, 갈참나무 등의 *Quercus*속과 서어나무, 까치박달 등의 *Carpinus*속, 당단풍, 고로쇠 등의 *Acer*속 등이 있다. 그러나 자연림은 국립공원 일부 지역을 제외하고는 대부분이 인위적인 간섭에 의해 산림이 벌채되었거나 발달단계에 있는 상태이다. 또한, 식물구계지리학상으로는 주로 중부아구에(이창복 1991)에 속하며, 탱자나무속 분포의 생육 북방한계인 인천-춘천-거진을 잇는

선 이남과 감탕나무속의 북방한계인 태안반도-영일만선까지로서 대표적인 식물종은 모데미풀속 (*Megaleranthis*), 금양인가목속(*Pentactina*), 미선나무속 (*Abeliophyllum*), 금강조롱꽃속(*Hanabusaya*) 같은 한반도 고유종인 것들이 속한다. 생태학적으로는 *Quercus*와 *Carpinus*속을 우점종으로 하는 낙엽활엽수림대에 속한다(Yim and Kira 1975).

중앙고속도로의 280km에 달하는 전 구간을 세부적으로 동물의 분포, 밀도, 충돌사고 가능성에 대한 조사를 실시한다는 것은 매우 어렵다. 따라서, 1996년~2003년의 기간동안 동물의 치사가 발생한 것으로 나타난 금호~서안동 구간과 서안동~풍기 구간, 풍기~제천 구간, 제천~만종 구간, 만종~홍천 구간 및 홍천~춘천 구간을 연구의 대상으로 하였다(Table 1).

2. 연구의 내용 및 방법

중앙고속도로는 1995년 일부 구간이 개통된 이래 2001년 총 연장 280km에 달하는 모든 구간이 개통되었다. 한국도로공사는 중앙고속도로에서 매년 수십~수백개체의 포유동물 치사사고가 발생한다고 보고한 바 있으며, 대형종인 고라니 등도 다수 포함되어 있다. 본 연구는 중앙고속도로 관리 사업소가 1996년 1월 2003년 4월까지 월별로 중앙고속도로 상 하행선에서 현장조사를 실시하여 수거한 동물사체 자료를 토대로 이루어졌다. 수집된 치사 동물은 야생포유동물, 야생화된 가축 동물, 조류(birds), 미동정으로 분류한 다음 종별, 연도별, 개통시기별, 계절별 및 서식지 단절유형별로 치사 현황을 분석하였다. 특히, 서식지 단절유

Table 1. The section, station number and opening date of the Joongang highway

Section	Station No.(km)	Opening date	Section	Station No.(km)	Opening date
Gumho~Seoandong	108.58~194.38	1995. 8. 29	Seoandong~Poonggi	194.38~229.98	1999. 9. 16
Poonggi~Jeicheon	229.98~281.51	2001. 12. 19	Jeicheon~Manjong	281.51~318.64	1995. 8. 29
Manjong~Hongcheon	318.64~361.62	2001. 8. 17	Hongcheon~Chuncheon	361.62~386.19	1995. 8. 29

형별 야생동물 치사현황은 중앙고속도로 전 구간 중 치사율이 높게 발생한 제천 IC~춘천 IC 구간 (sta 281.51~386.42km)을 연구 대상으로 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 동물의 치사현황

1) 종별 치사 현황

치사된 동물의 자료수집은 1996년~2003년 4월 까지 이루어졌으며, 총 860개체가 수집되었다. 수집된 동물을 분류별로 보면 야생포유동물 491개체(57.1%), 조류 64개체(7.4%), 야생화 된 가축동물 232개체(27.0%), 미동정 73개체(8.5%)로 조사되었다(Table 2). 따라서 실제로 도로에서 치사된 동물은 야생포유동물이 가장 많은 것으로 나타났으며, 이 중에서 중·대형포유동물인 멧토끼가 165개체로 가장 높은 비율을 차지했다. 다음으로 너

구리 146개체, 고라니 90개체, 청설모 56개체, 노루 26개체 등의 순으로 나타났다.

차량충돌사의 일주기변화에 대해 도로의 갓길로 이동과 활동하는 최고의 시간대가 오후 5시~오전 7시라고 보고한 바 있고(Waring 외 1991), 우제류의 차량충돌 사고의 약 62%는 오후 6시~오전 0시 사이에 발생하는 것으로 발표한 바 있다(Hartwig 1993). 또한 직접적인 시야 장애나 도로 주변의 오염은 조류의 서식지 환경에 영향을 주며(Forman and Alexander 1998), 소음 부하는 조류 개체군에 큰 영향을 미친다(Reijnen and Foppen 1994)는 보고가 있었다. 본 연구 결과, 너구리나 고양이는 인공물에 대한 두려움과 위화감이 적으며 특히, 너구리의 경우 위협에 처하면 위사상태(죽은척하는 행동)에 빠지는 습성에 있기 때문에 치사율이 높게 나타난 것으로 판단된다. 멧토끼는 야간활동이 활발한데 도로의 절·성토 사면과 같은 초지환경을 즐겨 찾아 사고를 당하기 쉬우며, 고라니 및 일부 조류(부엉이류) 등은

Table 2. Number of roadkill animals, percentage, common name and scientific name of each species in Joongang highway during 1996-2003

Species		Number of roadkill	Percentage
Rodentia	Korean squirrel(<i>Sciurus vulgaris</i>)	56	6.5
	Manchurian chipmunk(<i>Tamias sibiricus</i>)	1	0.1
Lagomorpha	Korean hare(<i>Lepus sinensis</i>)	165	19.2
Carnivora	Korean badger(<i>Meles meles</i>)	1	0.1
	Korean mink(<i>Mustela sibirica</i>)	4	0.5
	Korean racoon dog(<i>Nyctereutes procyonoides</i>)	146	17.0
	Small-eared cat(<i>Felis bengalensis</i>)	2	0.2
Artiodactyla	Korean water deer(<i>Hydropotes inermis</i>)	90	10.5
	Korean roe deer(<i>Capreolus capreolus</i>)	26	3.0
Subtotal		491	57.1
Domestic dogs (<i>Canis familiaris</i>)		25	29
Domestic cats (<i>Catus felis</i>)		207	24.1
Subtotal		491	57.1
Birds ¹		64	7.4
Unidentified		73	8.5
Total		860	100.0

¹ Fifty-five birds were unidentified except Phasianus colchicus(2), family Accipitridae(1), order Strigiformes(2) and family Alcidae(2)

저녁 무렵과 새벽녘에 활발히 행동하는 경우가 많아 야간충돌사고가 일어날 가능성이 높다(김우룡 등 2001). 대부분 미동정이나 조류의 경우 역시 인공물을 두려워하지 않고 초지환경을 즐겨 찾는 멧비둘기와 멧금류나 까마귀류 등과 같은 육식성조류의 충돌사고도 빈번한 것으로 알려져 있다. 특히 치사된 조류 중 평(2개체)은 비행할 때 저공(위에서 아래로)으로 날기 때문에 생태이동통로 주변도로에서 차량과 충돌할 가능성이 높은 것으로 판단된다(김귀곤 · 최준영 1998).

2) 연도별 치사 현황

연도에 따른 종별 치사 현황을 살펴보면, 1996년에는 총 17개체, 1998년 9개체, 1999년 17개체, 2000년 124개체, 2001년 145개체, 2002년 457개체, 2003년 4월까지 91개체였으며, 1997년에는 수거된 동물사체 자료가 없었다(Table 3). 이와 같이 1999년도부터 2002년까지 치사된 동물의 개체수가 증가하고 있는 결과는 전체 구간 중 개통구간이 연도별로 다르며, 해에 따라 개통된 구간이 늘어남으로서, 치사동물도 함께 증가한 것으로 보

인다.

3) 개통시기별 치사 현황

중앙고속도로는 1995년 일부 구간이 개통된 이래 2001년에 중앙고속도로의 전 구간이 개통되었다. 새로운 도로구조물이 건설됨에 따라 기존에 서식하던 동물들이 도로에 적응하는지에 대한 정보는 현재까지 밝혀진 바가 없다. 도로가 개통된 이후 해에 따른 동물치사의 관계를 알아보기 위해 2001년에 개통한 구간인 풍기~제천과 만중~홍천 구간과, 치사된 동물 개체수가 15개체 미만인 금호~서안동을 제외하고 개통일이 1995년 8월 29일자로 동일한 제천~만중과 홍천~춘천 구간을 조사대상으로 하였다(Table 4). 제천~만중분기점 구간의 치사동물은 1996년~2003년 4월까지 총 205개체로 조사되었으며, 홍천~춘천 구간에서 치사된 동물은 총 253개체로 2000년 57개체, 2001년 59개체, 2002년 106개체, 2003년 4월까지 31개체로 지속적으로 증가하였다(Table 5). 이와 같은 결과는 도로의 개통시기와 상관없이 동물치사가 지속적으로 발생한다는 것을 알 수 있다.

Table 3. Number of roadkill species in Joongang highway by year

Species \ Year ¹		1996	1998	1999	2000	2001	2002	2003 ²	Total	Percentage
Rodentia	Korean squirrel(<i>Sciurus vulgaris</i>)	-	-	1	8	28	18	1	56	6.5
	Manchurian chipmunk(<i>Tamias sibiricus</i>)	-	-	-	-	1	1	-	1	0.1
Lagomorpha	Korean hare(<i>Lepus sinensis</i>)	6	1	2	29	28	76	26	165	19.2
Carnivora	Korean badger(<i>Meles meles</i>)	-	-	-	1	-	-	-	1	0.1
	Korean mink(<i>Mustela sibirica</i>)	-	-	-	-	-	4	-	4	0.5
	Korean racoon dog(<i>Nyctereutes procyonoides</i>)	3	5	4	21	23	68	22	146	17.0
	Small-eared cat(<i>Felis bengalensis</i>)	-	-	-	1	-	1	-	2	0.2
Artiodactyla	Korean water deer(<i>Hydropotes inermis</i>)	1	1	-	10	10	61	7	90	10.5
	Korean roe deer(<i>Capreolus capreolus</i>)	1	-	1	9	6	9	-	26	3.0
Domestic dogs (<i>Canis familiaris</i>)		1	1	1	4	3	14	1	25	2.9
Domestic cats (<i>Catus felis</i>)		5	1	7	23	33	115	23	207	24.1
Birds ²		-	-	1	8	4	47	4	64	7.4
Unidentified		-	-	-	10	9	44	10	73	8.5
Total		17	9	17	124	145	457	91	860	100.0

¹ No data in 1997

² Data during Jan-April

Table 4. Total number of roadkill after opening date in each section

Section	Opening date	Total number of roadkill after opening date
Gumho ~ Seoandong	1995. 8. 29	12
Seoandong ~ Poonggi	1999. 9. 16	14
Poonggi ~ Jecheon	2001. 12. 19	74
Jecheon ~ Manjong	1995. 8. 29	205
Manjong ~ Hongcheon	2001. 8. 17	302
Hongcheon ~ Chuncheon	1995. 8. 29	253
Total	-	860

Table 5. Number of roadkill in Jecheon to Manjong and Hongcheon to Chuncheon section by year

Section \ Year	1996	1998	1999	2000	2001	2002	2003 ¹	Total
Jecheon ~ Manjong	17	9	17	36	34	80	12	205
Hongcheon ~ Chuncheon	-	-	-	57	59	106	31	253
Total	17	9	17	93	93	186	43	458

¹ Data only during Jan - April.

4) 계절별 치사 현황

치사된 동물에 대한 계절별 요인을 파악하기 위해 월별 분석이 시도되었다. 총 860개체 중 월별 식별이 가능한 개체는 총 825개체로 봄(3월~5월)과 가을철(9월~11월)이 다른 계절에 비하여 치사빈도가 높게 나타났다(Table 6). 이는 봄철의 번식기에 이동이 빈번한 동물의 행동으로 인해 나타나는 현상이며, 가을철에는 겨울철에 접어들기 이전에 그해 태어난 어린 개체의 이동 및 분산이 활발한 데 그 원인이 있다. 너구리의 경우 5~6월에 태어나 9~11월에 걸쳐 분산행동을 하는데, 가을에 치사빈도가 높게 나타났다. 또한, 도로 갓길과 법면에 식재된 벼과 식물 등 초본류의 싹을 뜯어먹고 가을에는 남아있는 부산물을 먹는 습성(김우룡 등 2001)도 봄과 가을철의 치사를 높이는 요인이라 판단된다.

5) 대형동물(고라니, 노루)의 치사현황

고라니와 노루의 치사빈도는 봄철(3~5월)에 지속적으로 증가하는 것으로 나타났으며, 가을, 겨울철은 서로 다른 경향을 보이고 있다. 고라니의 치사는 꾸준히 증가하는 반면 노루는 10월부

터 차츰 감소하고 있다. 또한, 노루의 치사빈도는 계절에 따른 뚜렷한 경향을 보이지 않으나 고라니는 연속적인 치사가 발생하였는데(Fig 4), 각 동물의 서식형태에 기인하는 것으로 판단된다. 노루는 높은 산·야산을 막론하고 산림지대에 서식하며 겨울이라 할지라도 양지보다 주로 음지를 선택하여 서식하는 특성이 있다(교육부 1967). 고라니는 봄에는 경작지와 가까운 풀숲에서, 여름에는 버들밭이나 그늘진 냇가에서 산다. 가을에는 풀숲, 버들밭, 곡식 남가리 속에서 발견되며, 겨울에는 양지바른 논둑위에 누워 있는 것을 볼 수 있는데 먹이를 구하기 위해 민가로 내려오기도 한다(교육부 1967). 이와 같이, 고라니의 꾸준한 계절적 이동은 지속적인 치사율과 관련되는 것으로 판단된다. 야생동물의 생존을 위해서는 서식환경 등 다양한 요인이 있지만 그 가운데에서도 가장 중요한 요인은 매일 물을 필요로 한다. 고라니, 노루 등은 물을 이용하는 곳에 도로가 있으면 차량 충돌사고 가능성이 증가할 것이다. 도로의 갓길이나 중앙분리대에 동물이 좋아하는 식물이 식재되면 봄철과 가을에 이들을 유인하는 원인이 될 수도 있고, 겨울철에 제설용으로 뿌린

Table 6. Number of roadkill by month in Joongang highway during 1996-2003

Species \ Season	Spring			Summer			Autumn			Winter			Total
	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	
Korean squirrel (<i>Sciurus vulgaris</i>)	1	4	0	4	6	6	10	7	4	0	0	2	44
Manchurian chipmunk (<i>Tamias sibiricus</i>)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Korean hare(<i>Lepus sinensis</i>)	25	13	6	15	15	8	12	26	19	3	4	14	160
Korean badger(<i>Meles meles</i>)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Korean mink(<i>Mustela sibirica</i>)	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4
Korean racoon dog (<i>Nyctereutes procyonoides</i>)	17	5	7	16	5	9	20	19	15	4	7	14	138
Small-eared cat (<i>Felis bengalensis</i>)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Korean water deer (<i>Hydropotes inermis</i>)	6	9	15	16	6	7	3	7	8	9	3	1	90
Korean roe deer (<i>Capreolus capreolus</i>)	1	2	8	2	1	0	1	5	4	2	0	0	26
Domestic dogs (<i>Canis familiaris</i>)	22	13	15	30	18	11	23	10	22	6	11	16	197
Domestic cats(<i>Catus felis</i>)	0	0	2	5	3	2	1	5	2	2	2	1	25
Birds	2	6	5	13	15	7	1	2	7	2	3	1	64
Unidentified	12	5	10	9	2	2	3	3	7	3	5	12	73
Total	89	58	69	110	71	52	74	86	88	31	35	62	825

제설염도 염분을 필요로 하는 사슴류의 유인 원인으로 작용할 수 있다(김우룡 등 2001).

2. 서식지 단절유형별 치사 현황

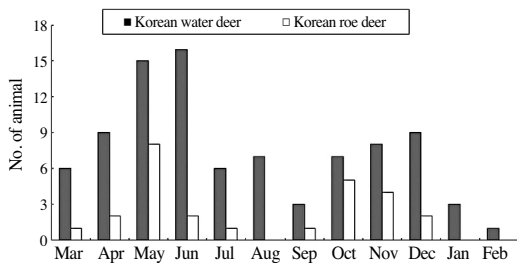


Fig 4. Roadkill of Korean water deer(*Hydropotes inermis*) and Korean roe deer(*Capreolus capreolus*) by month in Joongang highway during 1996-2003

중앙고속도로 전 구간에서 특히 동물의 치사가 많이 발생한 지역을 중점적으로 서식지 단절유형별 동물치사 현황을 분석하였다. 서식지 단절 유형에 따른 중별 분석은 동물의 피해뿐만 아니라, 특히 대형종인 사슴과 동물의 경우, 운전자의 2차 사고가 우려되기 때문에 치사가 발생하지 않도록 특별한 관리가 이루어져야 한다. 이러한 서식지 유형별 각 동물의 치사현황 파악은 추후 지속적인 관리에서 중요한 정보를 제공할 것으로 판단 된다.

야생동물의 생활, 행동권내에 도로시설이 설치 될 경우, 생활의 유지를 위하여 새로운 서식지를 찾아 이동하거나 위험을 무릅쓰고 도로의 횡단을 시도하게 된다. 이때 생기는 충돌사고는 지표면을 이동하는 소형포유류에게 많이 발생하는데 이것을 도로건설로 생기는 방해효과 또는 베리어

(barrier)효과라 부른다(김순규 1997).

중앙고속도로 구간 중 제천 IC~춘천 IC 구간(sta 281.51~386.42km)은 중앙고속도로의 총 연장 280km 중 105.5km로 37.7%를 차지하고 있으며, 총 치사된 동물 860개체 중 760개체인 88.4%가 이 구간에서 치사되었다. 동물치사가 과밀한 구간(sta 281.51~386.42km)의 치사자료를 근거로, 서식지단절 유형을 Table 7과 같이 분류하였다. 도로의 좌우 1km 지역을 연구대상으로 하였으며, 서식지 분류는 산, 평지, 하천으로 제한하였다. 본 연구에서 분류된 평지는 농경지, 구릉지, 개활지 및 마을을 포함하며, 산림은 농경지 이외에 수목이 존재하는 지역으로 설정하였다.

제천IC~춘천IC구간에서 도로에 의해 서식지가 단절된 유형을 보면, 산-평지의 길이는 38.8km로 가장 길었으며, 다음으로 산-산의 길이 37.4km, 산-하천의 길이 16.2km, 평지-평지의 길이 10.4km, 평지-하천의 길이 10.4km, 하천-하천의 길이 0.7km 순으로 나타났다(Table 8). 이는 중앙고속도가 통과하는 주변 지역의 지형적 특성상 대부분 산림지역으로, 단절유형이 산과 관련된 서식지(산-산, 산-평지, 산-하천)의 길이는 동물치사과밀구간의 총 길이 105.5km 중 102.4km(97.1%)에 달하며, 또한 치사된 동물의 개체수는 전체 760개체 중 684개체(90%)였다.

서식지 단절유형의 총 길이가 10km 이하인 평

Table 7. Habitat fragmentation, landscape, ecological characters and effect on animals

Habitat fragmentation	Landscape	Ecological characteristics	Effect on animals
mountain - mountain ¹	cutting the ground	cutting forests	large animals
mountain - plain ²	cutting the side ground, piling the ground	animal diversity	small animals
mountain - river	cutting the side ground, landfill	animal locomotion	animals in wetlands
plain - plain	piling the ground	hard to search for animal's main routes	cutting route of small animals
plain - river	bridge	effect on waterside ecosystem	damaging the waterside ecosystem
river - river	bridge	effect on aquatic ecosystem	disturbing the aquatic ecosystem

¹ The mountain was defined as forests

² The plain included farmlands, highlands, open lands and villages

Table 8. Types of habitat fragmentation, length of fragmented area(km), number of roadkill and density of animals in the Jecheon to Chuncheon

Habitat fragmentation	Length(km)	Number of roadkill	Mortality (individuals/km)
mountain - plain	38.8	296	7.7
mountain - mountain	37.4	263	7.0
mountain - river	16.2	125	7.7
Subtotal	92.4	684	7.4
plain - plain	10.4	55	5.3
plain - river	2.0	15	7.5
Subtotal	92.4	684	7.4
river - river	0.7	6	8.6
Total	105.5	760	7.2

지-하천, 하천-하천을 제외하고, 산-산, 산-평지, 산-하천, 평지-평지에서 치사동물의 빈도를 보면, 1km 내에서 치사된 동물의 수가 산-평지와 산-하천에서 평균 7.7개체로 가장 높았으며, 산-산에서 7.0개체, 평지-평지 5.3개체 순으로 나타났다. 이와 같은 결과는 치사된 종의 대부분이 다람쥐, 멧돼지 등과 같은 산림의존성 동물이 아니라 산림과 개활지가 공존하는 지역을 선호하는 고라니, 너구리, 멧토끼 등이다.

종별 서식지 단절유형을 살펴보면, 주로 산림과 개활지가 함께 공존하는 지역에서 서식하는 고라니, 고양이, 족제비는 산과 평지가 단절된 지역에서 가장 많이 치사되었으며, 다음으로 산과 산, 산과 하천, 평지와 평지가 단절된 지역 순으로 많이 치사되었다. 주로 산림지역에 의존하여

서식하는 멧토끼, 청설모, 다람쥐는 산과 산이 단절된 지역에서 가장 많이 치사되었으며, 다음으로 산과 평지, 산과 하천이 단절된 지역에서 많이 치사되었다. 너구리의 경우 산과 산, 산과 평지가 단절된 지역에서 같은 개체수가 치사되었다 (Table 9).

IV. 결론

본 연구는 중앙고속도로의 개통 이후 발생한 동물의 치사사례를 종별, 연도별, 개통시기별, 계절별, 서식지 단절유형별 등으로 구분하여 분석하고 충돌사고의 원인 및 개선방안을 도출하여, 앞으로 동물의 충돌사고를 예방하는 대책을 마련하고자 하는 것에 그 목적이 있었다. 본 과제를

Table 9. Number of roadkill based on type of habitat fragmentation

Species \ Fragment type		mountain-plain	mountain-mountain	mountain-river	plain-plain	plain-river	river-river	Total
Rodentia	Korean squirrel (<i>Sciurus vulgaris</i>)	18	20	8	5	4	-	55
	Manchurian chipmunk (<i>Tamias sibiricus</i>)	-	1	-	-	-	-	1
Lagomorpha	Korean hare (<i>Lepus sinensis</i>)	49	55	26	10	1	-	141
Carnivora	Korean badger (<i>Meles meles</i>)	-	1	-	-	-	-	1
	Korean mink (<i>Mustela sibirica</i>)	3	1	-	-	-	-	4
	Korean racoon dog (<i>Nyctereutes procyonoides</i>)	53	53	18	6	-	-	130
	Small-eared cat (<i>Felis bengalensis</i>)	2	-	-	-	-	-	2
Artiodactyla	Korean water deer (<i>Hydropotes inermis</i>)	32	22	16	4	-	-	74
	Korean roe deer (<i>Capreolus capreolus</i>)	8	6	2	-	1	-	17
Domestic dogs (<i>Canis familiaris</i>)		3	7	6	5	1	2	24
Domestic cats (<i>Catus felis</i>)		80	60	30	12	8	2	192
Birds		25	23	6	4	-	-	58
Unidentified		23	14	13	9	-	2	61
Total		296	263	125	55	15	6	760

통해 도출된 동물치사에 대한 대안책을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 중·대형포유동물인 멧토끼, 너구리, 고라니 및 청설모 등의 치사율이 높게 나타났는데, 특히 산림지대와 농경지에 서식하는 고라니, 너구리, 삵, 족제비 등은 도로에 침입할 가능성이 매우 높기 때문에 고속주행이 있는 도로에서는 야생동물을 고려한 침입방지를 위한 유도 fence가 필요하다.

둘째, 연도별 동물 치사는 도로의 개통시기와 무관하므로 야생동물의 차량충돌사고에 대한 지속적인 모니터링과 밀렵 행위 근절, 멸종위기종 및 보호대상동물에 대한 복원사업을 활성화시켜야 한다.

셋째, 조류(birds)를 제외한 대부분의 동물 치사율은 대체로 봄(3~5월)과 가을(9~11월)에 높게 나타났다. 봄과 가을철의 동물치사 및 서식지 단절을 최소화하기 위해 인위적인 서식공간 확보, 먹이공급시설을 위한 식물의 식재, 연못 등의 수면 조성으로 서식환경조건을 보강한다.

넷째, 서식지 단절유형과 관련하여 치사된 종은 대부분 산림과 개활지가 공존하는 지역을 선호하는 고라니, 너구리, 멧토끼 등으로 조사되었다. 인간 활동에 의한 서식지 단편화 및 야생동물의 차량충돌 피해를 방지하기 위하여 임연부와 산림내의 계곡부에 연속적인 녹지축으로 구성된 생태통로조성(ecobridge)이 필요하다. 특히, 야생동물은 은신처, 먹이, 물 등 생존에 필요한 인자가 있어야 하므로 산림지대와 임도, 도로 등의 상부에 인공수로 등의 물 공급지를 조성해 준다.

다섯째, 야생동물의 생활·행동권내에 도로시설이 설치될 경우, 야생동물의 생활권, 행동권이 분단되어 생활의 유지를 위하여 새로운 서식지를 찾아 이동하거나 위험을 무릅쓰고 도로의 횡단을 시도하게 되며, 이때 자동차와 충돌사고의 가능성이 매우 높다. 따라서 도로건설시 절·성토 사면의 법면을 최소화하고 법면 발생지역은 식생토

공법등으로 단절된 서식환경을 복원하여 차량충돌사고를 줄인다.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2003-000-10317-0)지원으로 수행되었습니다. 자료의 수집에 협조해 주신 한국도로공사에게도 감사함을 표합니다.

참고문헌

- 김귀곤, 최준영, 1998, 분절된 서식처의 연결을 위한 생태이동통로에 관한 이론적 연구, 한국조경학회지, 26: 293-307.
- 김우룡, 안현철, 송재철, 이정환, 2001, 서식지 단편화에 의한 야생동물의 차량충돌 피해, 진주산업대학교 농업기술연구, 14: 97-110.
- 김순규, 1997, 고속도로변 야생동물 서식공간구성 기법 개발, 고려대학교 논문집.
- 교육부, 1967, 한국동식물도감 제 7권 동물편(포유류).
- 이창복, 1991, 한국식물도감, 향문사.
- 정명석, 원평오, 1999, 고속도로 건설지역에 있어서의 농촌산림조류의 생태와 보호, 한국조류학회지, 6: 17-33.
- 한국도로공사, 2003, 생태계설계기준과 주변 부대시설 조성방안에 관한 연구, 1-212.
- Brotons, L. and S. Herrando, 2001, Reduced bird occurrence in pine forest fragments associated with road proximity in a Mediterranean agricultural area, Landscape and Urban Planning, 57: 77-89.
- Card, T. M., J. A. Shargel and C. J. Stoner, 2000, Frequency of Medium-sized Mammal Road Kills in an Agricultural Landscape in California, The American Midland Naturalist, 144: 362-369.
- Drews, C., 1995, Road kills of animals by public traffic in Mikumi National Park, Tanzania,

- with notes on baboon mortality, African Journal of Ecology, 33: 89.
- Forman, R. and L. E Alexander, 1998, Roads and their major ecological effects, Annual Review of Ecology and Systematics, 29: 207-231.
- Hartwig, D., 1993, Auswertung der durch Wild Verursachten Verkehrsunfalle nach der Statistik fur Nordrhein-Wetsfalen, Z., Jagdwiss, 39: 55-62.
- Hels, T., 2001, The effect of road-kills on amphibian populations, Biological conservation, 99:331-340.
- Reijnen, R. and R. Foppen, 1994, The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland, Part I, Evidence of reduced habitat quality for willow warblers(*Phylloscopus trochilus*) breeding close to a highway, Journal of Applied Ecology, 31: 85-94.
- Rheindt, F.E., 2003, The impact of roads on birds : Does song frequency play a role in determining susceptibility to noise pollution?, Journal of Ornithology, 144: 295-306.
- Waring, G. H et al., 1991, White-tailed deer roadside behavior, wildlife warning reflectors and highway mortality, Applied. Animal Behavioral Science, 29: 215-223.
- Yim, Y. J. and T. Kira., 1975, Distribution of forest vegetation and climate in the Korean Peninsula, I, Distribution of some indice of thermal climate, Journal of Ecology, 25: 77-88.