

목표종 생태통로의 위치선정  
- 포유류 Road-kill 현장조사를 중심으로 -

이용욱<sup>1)</sup> · 이명우<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 전북대학교 환경대학원 환경계획학과 조경전공 · <sup>2)</sup> 전북대학교 조경학과

Eco-corridor Positioning for Target Species  
- By Field Surveying of Mammals' Road-Kill -

**Lee, Yong-Wook<sup>1)</sup> and Lee, Myung-Woo<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Landscape Architecture Major in Department of Environmental Planning, Graduate School of Environmental Studies Chonbuk National University,  
<sup>2)</sup> Department of Landscape Architecture, Chonbuk National University.

**ABSTRACT**

The purpose of this research presents a method to position and makes the structure for eco-corridors reasonably with collectable analysing results of various effects shown in mammals' road-kill at 429 points. Target animals of this research are Leopard cat, Siberian weasel, Raccoon dog, Korean hare, Eurasian red squirrel, Siberian chipmunk and Water deer.

The results derived from the empirical analysis on the contents above are followed. First, according to the results as for Leopard cat road kill analysis, which is designated as Endangered Species Class II, the eco-corridor might be located at near village having steady food in order to decrease the frequencies of road-kill, because its road kill points were mainly collected at 4 lane hilly road with mountain-road-farm area geological type of. Second, because Siberian weasel's road kill was detected at 2 lane hilly road with mountain-road-stream geological type, the eco-corridor might be located at near a mill to decrease road-kill frequencies. Third, the road-kill frequency of Eurasian red squirrel can be reduced when the eco-corridor is located at the area across coniferous tree near 4 lane west sea freeway with mountain-road-mountain. Fourth, the road-kill of Raccoon dog can be reduced when the eco-corridor is located at 4 lane mountain road or hilly road with the geological type having farm land-road-mountain(stream). Fifth, Korean hare's road-kill can be reduced when the eco-corridor is located at grass land across ridge line of mountain, because wild rabbit road kill was happened at 4 lane mountain

**Corresponding author** : Lee, Yong-Wook, Department of Environmental Planning, Graduate School Chonbuk National University,

Tel : +82-63-270-1850, E-mail : 2912210@hanmail.net

**Received** : 1 May, 2006. **Accepted** : 29 May, 2006.

road or 2 lane mountain road(mountain-road-mountain). Sixth, As for Siberian chipmunk, the eco-corridor might be located at the side slope of mountain road at 2 lane mountain road under the speed of 60km/h with mountain-road-mountain. Seventh, For Water deer, the eco-corridor might be located at 4 lane hilly road with mountain-road-farm land. As for Common otter, Amur hedgehog, Yellow-throated marten, Weasel, it is difficult to specify the proper site of eco-corridor due to the lack of data.

Eco-corridors for carnivores might be well located at 4 lane hilly road or 2 lane hilly road with mountain-road-farm land, and the track for herbivores might be well located as a overhead bridge on mountain-road-mountain type across mountains.

In order to position eco-corridors for wildlife properly, we have to research animal's behavior with ecological background, and to consider the local uniqueness and regularly collect the empirical road-kill data in long term 3 to 5 year, which can be the foundation for the more suitable place of wild life eco-corridors.

Key Words : *Target-species, Eco-corridor, Road-kill, Geological type, Carnivore, Herbivore.*

## I. 서 론

건설교통부에 따르면 도로 유형별 도로 총 연장 길이는 고속국도가 2,778km, 일반국도 1만 4,232km, 특별·광역시도 1만 8,224km, 지방도 1만 7,084km, 시도 2만 17km, 군도 2만 3,702km 등으로 총 9만 6,037km이다(건교부 2003). 이에 환경부에서는 국가적 생태네트워크 구축의 강력한 위협요인을 도로 등의 선형 구조물로 판단하고, 서식처 파편화 및 생물종 고립 심화를 막기 위해 1996년 지리산 시암제에 생태통로를 설치한 이래 백두대간을 관통하는 국도에 현재까지 229억원의 예산을 들여 22개소의 생태통로를 완공하였거나 조성 중에 있다. 또한 2003년 12월까지 환경부·지자체·건교부에 의해 이미 설치된 생태통로는 모두 48곳에 이르며(환경부 2004), 환경부는 2006년~2008년까지 '한반도 생태네트워크 구축'을 위해 지자체와 함께 대규모의 생태통로 조성을 계획하고 있다(환경부 2002).

그러나 실질적으로 생태축이 단절 되어 동·식물들의 이동이 전혀 없었는가에 대한 조사는 전무한 실정이었고, 또 어떠한 종류의 동물이 Road-kill 되는지에 대한 조사도 없었다. 이러한 결과로 막연히 도로로 인해 생태축이 단절되었다는

추측으로 백두대간과 같은 주요 생태축에 동물들이 과거부터 다니던 길이란 근거로 생태통로의 위치를 선정하였다. 그 결과 생태통로 위치선정 및 구조를 결정하는데 있어서 각 동물들의 도로와 관련된 Road-kill 특성은 전혀 고려하지 않고, 획일적으로 단절된 산림을 연결하는 방법으로 조성하여 생태통로 실효성에 문제가 제기된 상태이다.

따라서 본 연구의 목적은 우리나라 동물특성에 따른 생태통로의 위치선정 및 구조에 관한 연구 방법을 제시하는 것이다. 그리고 기존의 도로 및 신설될 도로에 추가로 건설되는 생태통로의 위치선정 및 구조에 대해 Road-kill 자료와 주변 지형 분석 및 토지 이용 현황 그리고 도로의 유형을 토대로 하여 기존의 지침인 '과거에 야생동물이 다니던 길'과 같은 관행적인 방법인 아닌 가장 기초적인 조사인 Road-kill 조사와 함께 죽은 지점의 지형 유형 분석 및 토지 이용 현황 분석 그리고 도로의 유형 등을 조사하여 생태통로의 위치 및 구조를 결정하는데 필요한 기본적인 방법을 제시하고자 한다.

해외의 경우에도 Bekker, G.J. and K.J. Canters

1) 한국도로공사(2002) 생태통로설계기준과 주변 부대 시설조성방안에 관한 연구 16-17.

(1997)는 오소리의 Road-kill 자료를 이용하여 생태통로의 위치선정 및 구조를 연구하여 생태통로를 설치하였고, 이러한 통로는 오소리뿐만 아니라 다른 동물들도 이용한다는 것을 연구하였다. 생태통로를 설치하기 전에 가장 우선시 되는 것은 목표 종에 따른 생태통로의 위치 및 구조의 결정이다. 이러한 결정에서 가장 중요한 조사는 Road-kill 조사이며, 그 자료와 함께 무인센서카메라를 이용한 모니터링, 동물들의 행동반경과 생태적 특성에 관한 연구, 목표종의 이동 시뮬레이션 등을 통한 과학적인 분석이 이루어지고 있다.

## II. 연구의 범위 및 조사 방법

### 1. 연구 범위

본 연구는 2003년 3월부터 2005년 2월까지 총 95,184km를 운행하면서 전라북도(야생동물실태 조사지역)의 일부 도로와 타 도지역의 일부 도로 상에서 발생된 429지점의 Road-kill(자동차로 인해 교통 사고사 된 모든 육상포유동물 \*단 익수목, 쥐과, 가축 제외) 자료와 주변 토지 이용 현황, 도로의 유형과 속도, 주변 시설물 그리고 포유동물의 행동과 서식실태 자료를 포함하였다. 그와 동시에 전라북도 국도에 설치된 3곳의 생태통로와 타 지역의 백두대간에 설치된 3곳의 위치를 포함하였다.

### 2. 조사내용 및 데이터 분석 방법

우선 데이터 수집 및 분석방법은 다음과 같다.

첫째, GPS(WGS84)를 이용한 Road-kill 조사를 통하여 어떤 동물이 도로에서 얼마나 죽는지 확인하였다.

둘째, Road-kill이 발생한 지점의 지형유형을 다음과 같이 크게 6가지로 기록하였다.

- ① 산림-길-산림,            ② 산림-길-경작지,
- ③ 산림-길-하천            ④ 경작지-길-하천,
- ⑤ 경작지-길-경작지,      ⑥ 녹지-길-인가

셋째, Road-kill이 발생한 지점의 도로유형을

다음과 같이 크게 8가지로 기록하였다.

- ① 4차선 고속도로(예 : 군산시 동군산 I.C~홍성군 홍성 I.C 15번고속국도)
- ② 4차선 구릉도로(예 : 전주시~남원시 17번국도)
- ③ 4차선 평지도로(예 : 전주시~군산시 21번국도)
- ④ 4차선 산악도로(예 : 완주군 소양면 화심리~진안군 부귀면 26번국도)
- ⑤ 2차선 산악도로(예 : 완주군 고산면 대아리~완주군 동상면 732번지방도)
- ⑥ 2차선 구릉도로(예 : 부안군 부안읍~부안군 변산면 격포리 30번국도)
- ⑦ 2차선 평지도로(예 : 김제시 만경읍~김제시 진봉면 심포리 702번지방도)
- ⑧ 2차선 독방도로(예 : 전주시 삼례교~전주시 추천대교 하천독방도로)

넷째, 도로유형별 Road-kill 밀도를 알아보기 위하여 자동차의 운행기록기로 운행거리를 측정하였다.

다섯째, Road-kill이 발생하는 지점의 교통량(<http://www.road.re.kr> 2003)과 속도(법정규정속도)를 알아보았다.

여섯째, 겨울철 눈이 왔을 때 동물들이 도로를 건너는 행태를 알아보았다.

일곱째, Microsoft Excel을 이용하여 Road-kill 유형을 종별, 시기별, 지형 유형별, 도로 유형별, 속도별로 밀도를 분석하였고, 또한 반복 발생된 장소와 Road-kill을 유발시키는 구조물과 감소시



그림 1. 각 도로유형과 2003년 교통량.

자료 : 교통량 정보 제공시스템(<http://www.road.re.kr>)

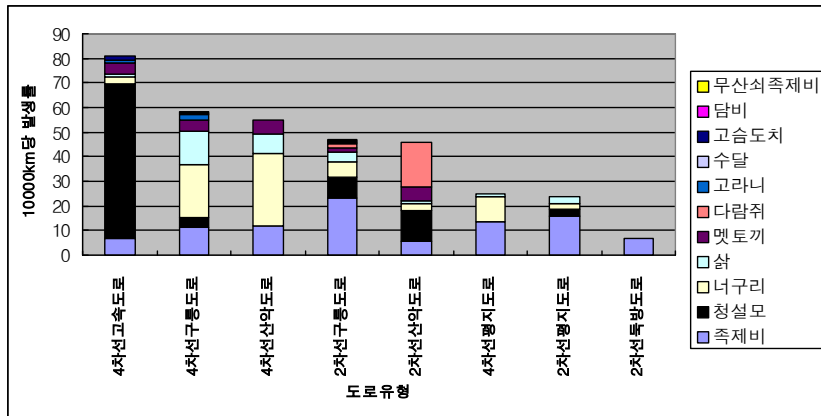


그림 2. 도로 유형에 따른 종별 Road-kill 밀도.

키는 구조물 등을 조사 및 분석 하였다.

마지막으로 이러한 결과를 가지고 각 동물특성에 따른 생태통로의 위치선정 및 구조를 목표종에 따라 제시하고, 최종적으로는 우리나라 현실에 맞는 육식과 초식성 포유동물을 위한 생태통로의 위치선정 및 구조에 대해 제시하였다.

### III. 연구 결과 및 고찰

#### 1. 도로의 유형에 따른 Road-kill된 종 및 밀도

그림2에서 보면 4차선고속도로에서 가장 많은 Road-kill이 발생되었는데 그 이유로는 차량속도, 야간교통량, 중앙분리대 등과도 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났으며, 그 중 청설모가 Road-kill의 다수를 차지하였는데 그 이유는 도로공사에서 지속적으로 관리하는 도로여서 큰 동물의 사체는 이미 수거했기 때문이다. 이러한 이유로 고속도로에서는 금번 조사보다 훨씬 더 많은 양의 Road-kill이 발생될 것으로 추정된다.

#### 2. 계절에 따른 Road-kill 개체 수

이번 연구에서 계절별 Road-kill된 개체 수는 가을철인 9월, 10월, 11월에 가장 높은 밀도를 나타냈고, 여름철인 6월, 7월, 8월과 겨울철인 12월, 1월, 2월에 가장 낮은 밀도를 나타냈다. 이러한 결과는 봄, 가을 행락 철의 일시적인 교통량 증가

표 1. 도로 유형에 따른 운행거리 및 10,000km당 Road-kill 밀도.

도로유형	개체수 (개체)	운행거리 (km)	평균 Road-kill거리 (km)	Road-kill 밀도
2차선 독방	3	4,792	1597.3	0.626
2차선 평지	9	3,996	444.0	2.252
4차선 평지	39	16,519	423.5	2.626
2차선 산악	33	7,576	229.6	4.356
2차선 구릉	96	21,448	223.4	4.476
4차선 산악	28	5,353	191.2	5.231
4차선 구릉	136	24,472	179.9	5.557
4차선 고속	85	11,028	129.7	7.708
<b>합 계</b>	<b>429</b>	<b>95,184</b>	<b>221.9</b>	<b>4.507</b>

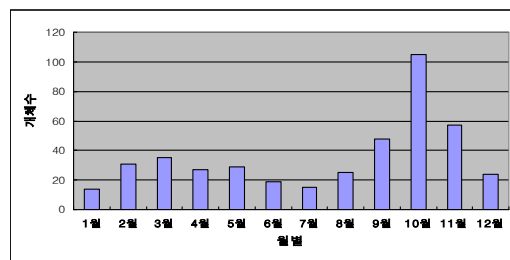


그림 3. 계절별 Road-kill 현황.

와 동물들의 계절별 이동, 이소하는 시기가 비슷했기 때문으로 판단된다.

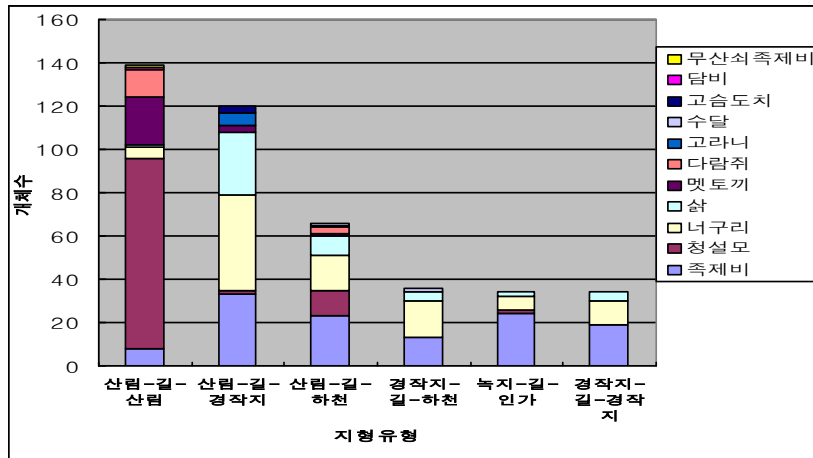


그림 4. 지형 유형에 따른 종별 Road-kill 현황.

### 3. 지형의 유형에 따른 Road-kill 종 및 개체 수

그림 4는 Road-kill이 발생된 지점의 지형유형에 따른 Road-kill 현황을 나타낸 것이다. 그림에서 보면 산림-길-산림의 지형에서 가장 많은 동물이 Road-kill되었으나 139개체 중에서 88개체는 청설모였다. 즉 산림-길-산림의 지형에서는 멸종위기Ⅱ인 삥 1개체, 담비 1개체, 무산쇠족제비 1개체가 Road-kill되었다. 즉, 멸종위기종이 단지 2%만 Road-kill 되었다. 반면에 두 번째로 많이 Road-kill된 산림-길-경작지의 지형에서는 Road-kill된 120개체 중 멸종위기Ⅱ급인 삥이 29개체였다. 즉 산림-길-경작지의 유형에서는 멸종위기종이 24%나 Road-kill되었다. 그리고 세 번째로 많이 Road-kill된 산림-길-하천의 지형에서는 족제비, 너구리, 삥과 같은 식육목 동물들이 73%나 Road-kill되었다. 이러한 결과로 생태통로의 위치의 우선순위를 도출한다면 4차선고속 또는 구릉도로의 산림-길-경작지 또는 산림-길-하천의 지형에 우선적으로 생태통로를 설치해야 함을 알 수 있다.

### 4. 종별 Road-kill의 유형과 생태통로의 위치 및 구조

종별 Road-kill의 유형을 살펴보면 다음과 같다. 환경부 멸종위기Ⅱ급인 삥의 경우는 4차선

구릉도로의 산림-길-경작지·하천의 지형 유형을 가지며 주변에 대규모 조류서식지, 양계장과 같은 지속적인 먹이 공급처가 있는 마을주변에 생태통로를 설치해야 Road-kill을 줄일 수 있는 결과가 나왔다. 족제비의 경우는 2차선 구릉도로의 산림-길-경작지·하천의 지형유형을 가지며, 주변에 정미소가 있는 곳에 생태통로를 설치해야 Road-kill을 줄일 수 있는 결과가 나왔다. 청설모의 경우는 4차선 서해안고속도로의 산림-길-산림의 지형 유형을 가지는 침엽수림지대를 관통하는 부분에 생태통로를 설치해야 Road-kill을 줄일 수 있는 결과가 나왔다. 너구리의 경우는 4차선 산악도로 또는 4차선 구릉도로의 경작지-길-산림·하천·경작지의 지형 유형을 가진 곳에 생태통로를 설치해야 Road-kill을 줄일 수 있는 결과가 나왔다. 멧토끼의 경우는 4차선 산악도로 또는 2차선 산악도로의 산림-길-산림의 지형 유형을 가지며, 산의 능선을 관통하는 절개지가 암반지대가 아닌 초지 및 관목이 잘 발달한 곳에 생태통로를 설치해야 Road-kill을 줄일 수 있다는 결과가 나왔다. 다람쥐의 경우는 2차선 산악도로의 산림-길-산림의 지형 유형을 가지며 실제속도가 시속 60km를 넘지 못하는 절개지 사면부에 생태통로를 설치해야 Road-kill을 줄일 수 있는 결과가 나왔다. 고라니의 경우는 4차선 구릉도로의

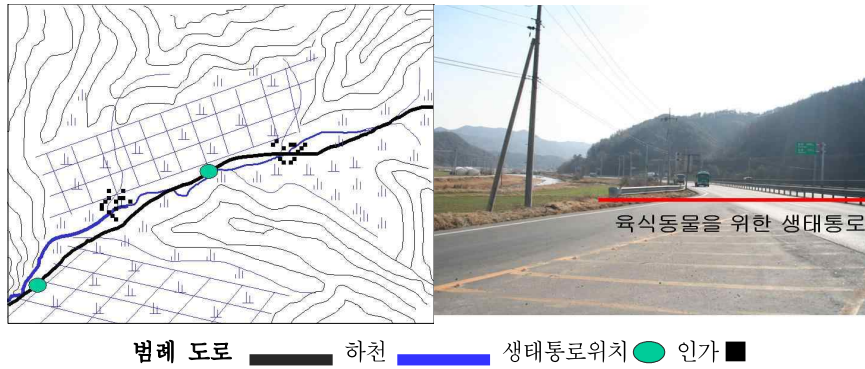


그림 5. 육식동물을 위한 생태통로 위치(전북 임실군 성수면).

산림-길-경작지·하천의 지형 유형을 가지는 곳에 생태통로를 설치해야 Road-kill을 줄일 수 있는 결과가 나왔다. 기타 수달, 무산쇠족제비, 담비, 고슴도치는 Road-kill된 데이터가 적어 생태통로의 위치를 선정하기 어려웠다.

위에서 제시한 Road-kill의 결과를 분석하여 최종적으로 효율적인 생태통로의 위치를 선정한다면 다음과 같은 결과가 나온다. 야생동물들의 생태적 지위에 따라 육식동물을 위해서는 4차선 구릉도로 또는 2차선 구릉도로의 산림-길-경작지·하천의 지형 유형을 지나는 지점에 암거형의 생태통로를 설치하고, 초식동물을 위해서는 4차선 서해안고속도로 또는 산악도로의 산림-길-산림의 지형 유형을 지나는 지점에 육교형의 생태통로를 설치하는 것으로 아래와 같이 제시하고자 한다.

그림 5는 육식동물을 위한 생태통로의 위치를

선정한 그림이다. 육식동물들은 주로 산림이 끝나면서 하천과 경작지로 이어지는 주변에서 주로 Road-kill되었기 때문에 그림 5와 같은 장소에 생태통로의 위치를 선정하였다. 그리고 배수로나 지하통로 등을 이용하여 그림 6과 같은 구조로 생태통로를 조성하는 것이 육식동물에게 가장 적합한 것으로 판단된다.

그림 7은 초식동물을 위한 생태통로의 위치를 선정한 그림이다. 초식동물들은 산악지대, 구릉지대, 평야지대에 관계없이 도로가 산림을 관통하는 지점(절개지)에서 Road-kill의 90%가 발생되었기 때문에 그림 7과 같은 장소에 생태통로의 위치를 선정하였다. 그리고 능선의 절개지 부분에 그림8과 같은 구조로 생태통로를 조성하는 것이 초식동물에게 가장 적합한 것으로 판단된다.

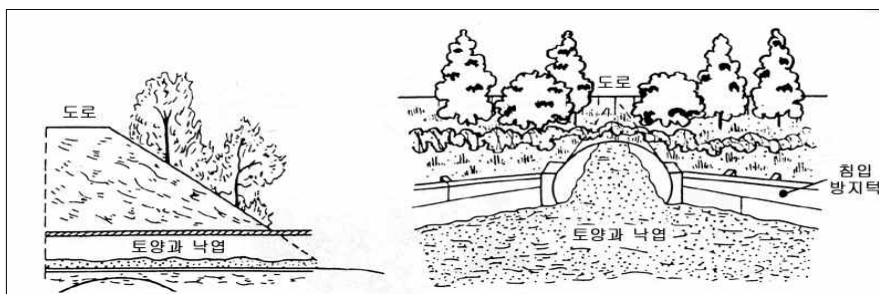
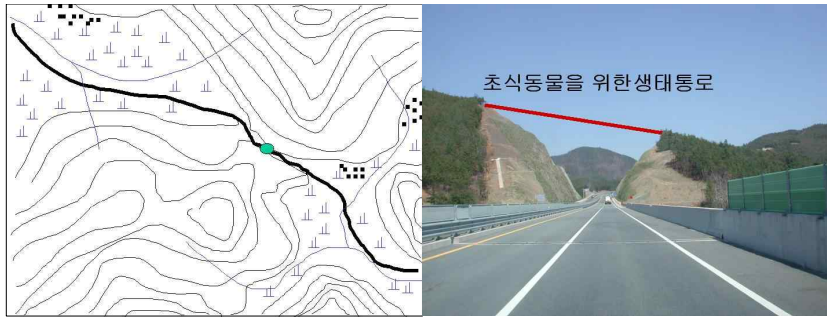


그림 6. 파이프형 암거의 단면도.

자료 : 환경부(2003) 자연생태계 복원을 위한 생태통로 설치 및 관리 지침



범례 도로 — 하천 — 생태통로위치 ● 인가 ■

그림 7. 초식동물을 위한 생태통로 위치(전북 남원시 주천면).

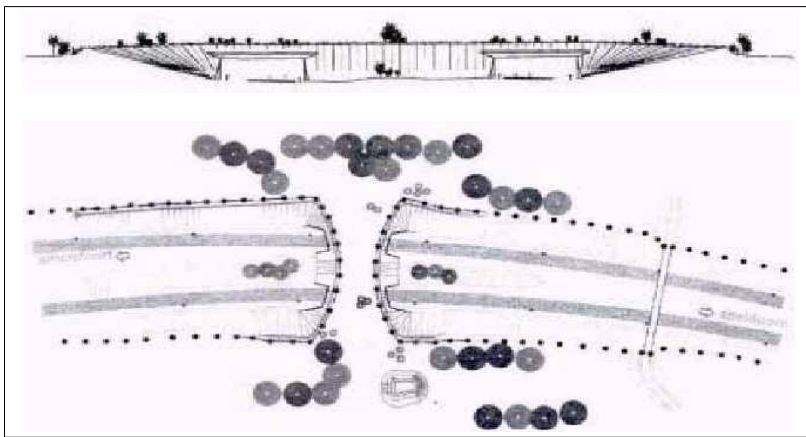


그림 8. “De Veluwe” 생태교량의 측면도와 평면도.

자료 : 대구지방환경청(2004) 야생동물 생태통로의 설치 현황과 국내·외 설치 사례

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서 2년간 조사한 Road-kill 결과를 분석하여 효율적인 생태통로의 위치를 선정한다면 다음과 같은 결과가 나온다. 야생동물들의 생태적 지위에 따라 식육목 동물을 위해서는 4차선 구릉도로 또는 2차선 구릉도로의 산림-길-경작지·하천의 지형 유형을 지나는 지점에 암거형의 생태통로를 설치하고, 초식동물을 위해서는 4차선 서해안고속도로 또는 산악도로의 산림-길-산림의 지형 유형을 지나는 지점에 육교형의 생태통로를 설치하는 것으로 제시하고자 한다. 그리고 생태통로가 설치될 곳은 운전자의 시야확보

가 어렵고, 최소 1,000대 이상의 야간 교통량, 실제속도 60km 이상, 지형은 기존의 산림-길-산림 지역이 아닌 경작지·산림-길-경작지·하천의 지형을 지니고 있는 곳에, 주요 생태축 또는 생태핵심지역(동물이 많은 지역), 핵심종(멸종위기종, 보호종, 천연기념물, 희귀종)위주의 장소여야 하고, 주변에 생태통로의 기능을 보조 할 수 있는 육교, 지하통로, 배수도가 거의 없고, 중앙분리대가 있어 단절된 도로의 기본적인 조건을 만족하는 곳에 생태통로를 우선적으로 설치하는 것으로 결론을 맺고자 한다.

본 연구의 한계로는 첫째, 도로를 모니터링 할 때 일부 도로는 정기적으로 다니지 못하고 무작

위적으로 다녀 일부 표본들은 이미 사라지거나 그 형태를 알아보기 못해 기록을 하지 못했고, 그러한 이유로 도로공사에서 큰 동물의 사체를 수거하는 서해안고속도로 동군산I.C~해미I.C(청설모 56개체 Road-kill, 2003. 10. 31)에서와 같이 특수한 경우가 나타나는 곳도 있었다. 둘째, 죽은 동물 중에는 담비, 수달, 무산쇠족제비와 같이 극히 희귀하며 멸종위기 I·II급의 사체가 있었는데, 이러한 중요한 동물들을 위한 생태통로의 위치를 선정하는 데이터로 이용하기에는 표본이 충분치 못한 점이였다. 셋째, Road-kill이 발생한 날과 그 때의 정확한 교통량과 속도와의 상관관계를 정확히 분석하지 못해서 외국의 자료에 의존한 점이였다. 넷째 도로가 동물들의 이동 중 몇%를 방해하여 서식처의 단절 정도가 어느 정도 심각한지 그리고 Road-kill 발생으로 전체개체군 중 몇%가 사망하는지 정확히 확인할 수 없는 점이였다. 마지막으로 기존의 다른 지역 자료가 없어 본인이 수집한 자료와 비교를 할 수 없어 지역적 특이성을 알아내지 못한 점 등이였다.

보다 정확한 야생동물생태통로의 위치를 선정하기 위해서는 먼저 각 동물들의 행동생태학적 연구를 먼저 수행하고, 각 지역의 특이성을 고려해야하며, 각 도로의 특성에 따른 장기적이며 정기적인 Road-kill자료를 수집해야 좀 더 정확한 위치가 나올 것으로 사료된다.

## 인 용 문 헌

- 윤명희 · 한상훈 · 오홍식 · 김장근. 2004. 한국의 포유동물. 동방미디어.
- 윤명희. 1992. 야생동물. 대원사.
- 김명수 · 안동만 · 조수민 · 허학영 · 신수안. 2005. 생태통로 조성 국내외 사례 조사를 통한 개선과제 연구, 한국환경보존녹화기술학회지 8(2) : 41-56.
- 이규석 · 안승만. 2003. 원격탐사기술을 이용한 절편화된 산림 연결 생태통로 위치 파악, 한국환경보존녹화기술학회지 6(5) : 1-8.
- 최병진 · 서민환 · 김기대 · 고강석 · 길지현 · 최덕일. 1998. 환경영향평가서에 나타난 생태계 단편화 현황과 생태통로 조성 실태, 환경영향평가학회지 7(2) : 15-27.
- 환경부. 2003. 인공위성 영상 자료를 이용한 토지피복지도 구축(4차) : 낙동강 권역 토지피복지도 구축 사업 62-72.
- 환경부. 1999. 자연생태계 복원을 위한 야생동물 이동통로 설치지침.
- 환경부. 2002. 21세기 한반도 생태공동체 건설을 위한 생태네트워크 구축 추진 전략.
- 환경부. 2003. 자연생태계 복원을 위한 생태통로 설치 및 관리지침.
- 환경부. 2003. 야생동물 이동통로 설치 및 효율적 관리방안에 관한 연구 : 요약보고서.
- 대구지방환경청. 2004. 야생동물이동통로의 설치 현황과 국내·외 설치사례조사보고서 : 터널형 및 육교형 이동통로를 대상으로.
- 신수안. 2004. 고속도로 생태통로 위치 선정 방법에 관한 연구, 서울대학교 환경대학원 석사학위 논문.
- Jennifer McMurturay. 2003. How to Get involved in minimizing The impacts of roads on Florida's Wildlife. Defenders of Wildlife.
- Seiler, A. 2001. Ecological effects of roads a review, Introductory Reserch Essay No. 9, Dept. of Conservation Biology, Swedish University of Agricultural Sciences, Swden.
- Bekker, G. J. and K. J. Canters. 1997. The continuing story of badgers and their tunnels. In : ed. K.J. Canters : 344-353.
- [http : //ngis.me.go.kr/egis](http://ngis.me.go.kr/egis) (환경부지리정보시스템)
- [http : //www.me.go.kr](http://www.me.go.kr) (환경부)
- [http : //www.road.re.kr](http://www.road.re.kr) (교통량정보제공시스템)
- [http : //www.yasomo.net](http://www.yasomo.net) (야생동물소모임)
- [http : //www.google.com](http://www.google.com)