

고속도로 건설과 생태통로에 관한 연구 A study on the construction of High-ways and Ecological corridors

이관영*, 정종대**
Kwan-Young Lee*, Jong-Dae Jung**

<Abstract>

Constructing a long, linear structure such as a high-way may cause the break-up of the natural ecology by cutting off the trails of animals. We could observe 12 kinds of mammals, 49 kinds of birds and 10 kinds of amphibia and reptilia at the research area. With this research, we were so sure of the necessity of building ecological corridors to prevent the ecological break-up of wild animals that we studied the building and maintaining of 3 types of ecological corridors; tunnel types, over-bridge type and line type.

Key Words : *ecological corridor, high-way, mammals, amphibia, reptilia*

I. 서론

인류문명의 진보는 자연환경 및 생태계에 많은 훼손을 초래하였다. 따라서 자연과 문명의 조화는 시대적 요청이라 하겠다. 지금까지 도로공사시 환경문제는 인간중심의 교통의 편익, 소음공해, 대기오염, 수질오염 등이 주된 관심사였다.

그러나 근래에는 생태환경 보존이라는 주제와 함께 국책사업인 천정산 고속철도 터널공사, 시화지구 방조제공사가 표류하는가 하면 청계천에는 생태환경 보존 및 복원이라는 큰 이정표적 복원공사가 시행되었다.

따라서 각종 건설공사도 생태환경에 대한

문제가 중요시 되어 자연식생 및 야생동물의 보호 등이 도로건설 및 관리에 있어 필수조건이 되어 가고 있다. 특히 도로는 야생동물의 이동을 방해하여 생태계의 단절화를 초래하고 이로 인하여 다양한 유전자의 교류를 막아 생물 다양성을 감소시키고, 동식물의 생태를 교란시킨다. 이러한 단절화를 줄일 수 있는 방법중 하나로 활발하게 검토되고 있는 것이 생태통로의 건설이다.

본 연구는 생태계 단절화의 대표적 구조물인 고속도로공사를 수행하는 과정에서 야기되는 야생동물 등의 생태 단절화를 최소화할 수 있는 생태통로의 설치 및 관리 방법에 대하여 연구한 논문이다.¹⁻³⁾

* 정회원, 대구대학교 토목공학과. 교수, 工博
** (주) 대림산업. 부장 (현장소장)

* Prof. Dept of Civil Engineering, Daegu University
E-mail : kylee@daegu.ac.kr
** Dae Lim Industrial. Co. Ltd.

2. 생태조사

2.1 조사위치, 항목 및 조사 시기

(1) 조사위치

고속도로 건설공사로 인한 동물상에 미치는 영향을 파악하기 위하여 직접시공에 참여한 대구-포항간 고속도로건설공사 노선(경북 영천시 입고면 덕연리, 삼매리, 금대리, 사리) 총연장 약 15km 구간의 좌우 500m 이내를 조사지역으로 설정하였다.

(2) 조사항목

생태계는 다양하겠으나 고속도로 건설로 인한 생태환경 단절화의 우려가 큰 포유류, 조류, 양서·파충류 등 3가지 종류에 국한하였다.

(3) 조사 시기

조사 시기는 집중조사와 수시조사로 나누어 실시하였다.

집중조사는 1차 조사 : 2003. 3. 1~2003. 3. 5. 2차 조사 : 2003. 11. 25~2003. 11. 27. 수시조사는 2002년 5월부터 2004년 11월까지 수시로 하였다.

또한 생태통로의 야생동물 이용상황은 수시조사 되었다.

2.2 조사방법⁴⁾

(1) 포유류

공사지역 인근에 거주하는 현지 주민들을 대상으로 청문조사를 실시하였고, 현지조사에는 직접관찰, 배설물, 족적, 서식지 흔적 등을 통한 조사와, 일몰 전에 생포 트(Sherman trap)을 설치하여 다음날 아침에 포획된 종을 확인하는 방법을 병행하였다.

(2) 조류

등산로나 소로, 농로 등지를 따라 걸으며 좌우 25~50m 범위 내에서 육안관찰 및 쌍안경과 망원경(x6)을 통하여 관찰한 종류와 울음소리를 들어 확인한 전개체수를 기록하는 선종단법(line transect)을 이용하였다.

(3) 양서·파충류

양서류 중에서 도롱뇽은 도로변이나 하천

변에 맑은 물이 고여 있는 곳에서 유생을 확인하였고, 성체는 고지대의 활엽수림이 있는 음지의고목이 쓰러진 곳을 들추거나 이끼가 끼어 있는 바위를 들추어 손이나 뜰채(지름 40cm의 둥근 원형에 그물망을 입힌 것)로 채집하였다. 또한 개구리류는 하천변이나 인도 주변에 출현하는 개체를 주로 손이나 뜰채로 채집하였고, 두꺼비류는 비가 내릴 때 인가 주변의 창고나 외양간 또는 도로변과 야산 등산로 주변의 돌담이 있는 곳에서 주로 관찰되었고, 뱀류는 하천변이나, 밭 주변 그리고 휴경지에서 뱀 집게와 뜰채로 채집하였다.

2.3 조사결과 및 검토

(1) 포유류

조사지역에서 서식이 확인된 포유류는 총 8과 12종으로, 법적보호 종은 관찰되지 않았다. 최초 조사시 너구리, 족제비, 두더지, 설치류, 고라니의 족적 및 배설물이 관찰되었으며, 그 이후 너구리의 족적 및 배설물을 추가로 관찰하였고, 족제비도 서식이 확인되었으며 고라니의 경우에도 서식흔적이 추가로 관찰되었다.

노선주변 절·성토가 발생한 지역은 서식지 훼손으로 인해 이미 안정된 서식지로 대부분의 종들이 이동한 것으로 조사되었다. 노선 및 노선주변 삼림 및 삼림접경부의 서식지는 공사가 마무리됨에 따라 점차적으로 포유류가 서식할 것으로 보이나, 대부분은 도로와 떨어진 안정된 서식지를 지속적으로 이용할 것으로 판단된다.

조사에서 관찰된 포유류 중 공사로 인해 서식지가 단절될 우려가 있는 종은 고라니와 너구리, 청살모, 산토끼, 족제비 등의 중·소형종인 것으로 추측되며 특히, 고라니와 너구리는 도로 주변에서 다수의 이동 흔적이 관찰되고 있으며, 주 서식지의 기능보다는 취식을 위한 행동권에 속한 지역으로 판단된다. 따라서 도로 이용 중 차량치사 사고의 위험이 점차 높아질 것으로 예상된다.

(2) 조류

조사지역에서 관찰된 조류는 총 26과 49종으로 나타났다. 법적보호 조로는 원앙(천연기념물 제 327호), 새홀리기(환경부지정 보호야생종), 수리부엉이(천연기념물 제 324호, 환경

부지정 보호야생종)가 관찰되었고, 황조롱이 (천연기념물 제 323호)가 관찰되었다. 관찰된 조류의 계절형으로 나누어 보면, 텃새 25종, 여름철새 16종, 겨울철새, 8종으로 구분되었다. 조사지역에서는 오리류와 도요류, 갈매기류가 거의 관찰되지 않았으며, 이것은 조사시기와 도래시기 간의 차이 때문으로 판단된다.

대부분의 조사지역에서 삼림 및 삼림접경부에서 서식하는 종들이 다수 관찰되었다. 또한 공사가 진행 중이던 초기보다 공사가 완료되어가는 후기의 경우, 종수와 개체 수에 있어서 차이를 보였으며, 점차 증가하는 것으로 나타났다. 증가한 대부분의 종은 삼림 및 삼림접경부에서 흔히 볼 수 있는 텃새(멧새류, 박새류, 붉은머리 오목눈이 등)들이었다. 아직 전체적으로 개체수의 밀도는 크지 않지만, 서식지가 안정화되면 점차 증가할 것으로 예상된다.

대부분의 삼림지역이 터널구간으로 노선이 이루어진 곳이 많아, 삼림이 훼손되지 않은 지역의 조류상은 다양하게 나타났으며, 교량지역 및 성·절토 지역에서 서식하던 종들은 주변 안정된 지역으로 이동하여 서식하는 것으로 나타났다.

(3) 양서·파충류

조사지역에서 관찰된 양서·파충류는 총 6과 10종이었으며, 법적보호 종은 관찰되지 않았다. 노선주변 농경지 및 소류지, 삼림계곡천 주변에서 도롱뇽의 다수의 유생을 확인할 수 있었고, 삼림 및 농경지, 소류지 일대에서 무당개구리, 참개구리, 등이 다수 확인 되었으며, 일부지역에서는 황소개구리가 주변 소류지 및 웅덩이에서 관찰되었다. 파충류의 경우에는 삼매리 자호천에서 유혈목이, 누룩뱀 등을 관찰하였다. 또한 덩불과 야산 개활지가 발달된 지역에 비교적 서식밀도가 높은 것으로 청문조사 되었다.

공사로 인해 절·성토가 발생된 지역에서는 서식지 훼손으로 인하여 양서·파충류의 개체군이 서식하지 않는 것으로 보이며, 파충류의 대부분 종은 주변지역 일대로 이주한 것으로 판단된다.

대부분의 양서·파충류가 공사현장과 떨어진 농경지 및 저수지, 소하천, 연못 등에서 관찰되었고, 절·성토가 발생하여 서식지의 훼손

이 발생한 지역에서 서식하던 양서·파충류의 개체군은 소멸 또는 공사구간과 떨어진 지역으로 이동한 것으로 판단된다. 양서·파충류에 대한 대체 서식지 및 도로 양쪽의 서식지 연결을 위한 암거수로 등의 건설을 통해 서식지에 대한 피해를 최소화 할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 생태통로

3.1 생태통로와 필요성

생태통로(Ecological corridors)라 함은 도로, 철도, 주거단지, 산업단지, 체육공원 등을 건설하거나 울타리설치 등으로 야생동물의 서식지가 단절되거나 또는 훼손되는 것을 방지하고, 야생동물 및 어류의 이동을 돕기 위하여 설치하는 인공구조물이나 식생 등의 생태적 공간을 말한다. 생태통로의 필요성 및 역할을 요약하면 다음과 같다.

(1) 야생동물의 이동을 통해 종의 다양성을 높이고 서식 개체수를 증가시켜 장기적으로 종의 생존 확률을 높인다.

(2) 이동을 통해 국지적으로 사라졌던 야생동물의 새로운 정착을 가능하게 하여, 유전적인 다양성을 높일 수 있다.

(3) 행동권, 세력이 넓은 야생동물의 서식을 가능하게 한다.

(4) 이동을 통해 서식지의 위협 요소와 천적, 재난, 질병 등 교란으로부터 도피가 가능하게 한다.

(5) 야생동물이 다양한 환경의 서식지를 활용할 수 있는 접근성을 증가시킨다.

(6) 단편화된 생태계의 연결을 통해 생태계의 연속성을 유지한다.

(7) 과도한 개발의 억제 효과가 있으며, 야생동물과 생태계에 대한 교육적, 심미적인 가치를 제공한다.

3.2 생태통로의 종류 및 설치 예

생태통로는 그 형태에 따라 크게 터널형, 육교형 선형으로 구분되며, 그 형태에 따른 특징 및 구조물은 아래와 같다.

Table 1 형태에 따른 생태통로의 구분

종류	특징	비고
터널형 (하부 통로형)	인간의 영향이 빈번한 지역이며, 육상 통로를 설치하기 위한 연결지역이 지상에 없는 경우, 또는 지하에 중소 하천이 있는 경우 만들어지는 통로도로서 하부를 관통하는 터널 형태로 설치(Fig.1)	암거 관로
육상로 (상부 통로형)	횡단거리가 길고 절토지역 혹은 장애물 등으로 동물을 위한 통로 설치가 어려운 곳에 만들어지는 통로. 도로 위를 횡단하는 육교형태로 설치(Fig.2)	도로 육교형 생태 통로
선형	도로, 철도 혹은 하천변 등을 따라 길게 설치된 통로. 식생이나 돌담 등을 이용하여 설치(Fig.3)	울타리 담장 방풍림



(a) 도로위에 건설된 육교형



(b) 도로를 가로걸러 설치된 횡단육도로



(c) 양서류이동통로

Fig. 2 육교형 생태통로



Fig. 1 터널형 생태통로



(a) 인도와 개울사이에 관목과 본초식물을 심은 양서류 이동통로



(b) 양서류 이동통로

Fig.3 선형 생태통로

3.3 생태통로의 관리 ⁵⁻⁶⁾

(1) 생태통로 관리의 주안점

생태통로에 대한 모니터링의 일환으로 야생동물의 이용현황 파악이 필요하며, 생태통로의 개선 및 보완에 필요한 기초 자료로 제공하게 된다.

야생동물의 이용현황은 설치된 이동통로의 효율성 파악 및 향후 설치될 이동통로의 설계에 반영될 매우 중요한 사항이다.

생태통로 인근에서 서식하는 동물의 개체군 밀도는 생태통로의 이용 빈도 및 효율성과 연관된다.

야생동물의 이용현황과 효율성은 외부간섭의 정도와 직접적으로 연관된다.

생태통로에 대한 야생동물의 접근성을 떨어뜨리는 요인에 대한 조사가 필요하다.

밀렵 등 불필요한 외부 위협요인의 파악 및 개선책 강구되어야 할 것이다.

생태통로의 환경, 식생 변화에 따른 정비 수준의 변화 및 적정 정비 수준을 파악하여야 한다.

(2) 생태통로이용 검증방법

생태통로 설치하는 야생동물이 이용함으로써 생태계 단절 방지 등 소기의 목적을 달성할 수 있는 바, 생태통로의 이용 동물의 확인 방법을 요약하면 다음과 같다.

Table 2 생태통로 조사방법

조사방법	용도	비고
축적조사 모래판	동물 이동로에 모래판을 배치하여, 동물의 통과시, 발자국을 찍히게 하여 동물의 종, 개체 수, 이동방향 등을 조사	
축적조사 관	동물이 통과할 수 있는 원통형으로 중앙에 기름, 물감 등을 발라놓고 원통 입출구에 발자국이 찍히도록 흰색종이를 깔아놓아 조사	
무선추적 조사	동물신체에 발신기를 부착하여 위치를 수신기로 조사	
포획조사	포획대상 동물크기에 맞는 포획기(Trap)를 이동로, 잠자리, 서식지 등에 설치하며 직접포획조사	
야간조명 이용조사	야간에 빛이 강한 램프를 이용하여 빛을 받은 동물 눈의 섬광으로 동물조사	
비디오/ 사진 관찰조사	동물이동지역에 설치하여 동물 행동을 기록조사	

(3) 야생동물 생태통로 이용실태 조사검토

본 연구 지점에 설치한 생태통로 이용실태를 파악하기 위하여 도로공사 시공 중 기설치한 생태통로를 이용한 야생동물의 실태조사는 축적조사모래판을 이용하여 15일간의 연속조사(2004. 8. 1~2004. 8. 15)와 수시조사 및 인근주민들에 의한 청취조사를 한 결과, 너구리 등 포유류, 개구리등 양서·파충류 등이 다수 이용할 수 있음을 확인할 수 있었으며, 터널형 생태통로가 포유류, 양서·파충류, 조류까지 가장 많이 이용하는 것으로 조사 되었다.

4. 결론

본 연구는 친환경적 건설기법의 일환이다. 고속도로 건설은 야생동물의 자연스러운 이동을 단절시켜 야생동물 생태계를 혼란시키는바 이를 개선하기 위하여 연구(공사) 지점의 야생동물상의 생태분포를 조사하고 고속도로 건

설시 생태통로에 관하여 연구 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 연구대상 지역에서 2002. 5~2004. 11(30개월)동안 관찰된 야생동물은 포유류 8과 12종, 조류 26과 49종, 양서·파충류 6과10종이 관찰되었다.
- 2) 고속도로 철도 등 종 방향으로 연속된 구조물 건설 시는 야생동물의 이동을 차단하게 되므로 생태 단절화를 초래하게 되고 그 방지책으로 통행차단 방지시설 및 안전하게 이동 할 수 있는 생태통로의 설치가 필요하다.
- 3) 생태통로는 터널형, 육교형, 선형 등이 대표적인데 그중 터널형이 포유류, 양서·파충류 공히 심리적으로 안정된 상태에서 이동할 수 있는 구조물이라 판단된다.
- 4) 생태통로 설치 시에 야생동물이 생태통로를 자연스럽게 이용할 수 있는 유도시설이 부

가적으로 필요하다고 사료된다.

참고문헌

- 1) 한국도로공사, 대구~포항간 고속도로 건설공사 환경영향평가, 1997.
- 2) 한국도로공사, 대구-포항건설사업소(2002-2004)사후 환경영향조사 결과통보서, 2004.
- 3) 건설교통부, 환경친화적 도로건설 요령, 1999.
- 4) 강연선, 윤일병, 한국동식물도감 동물편, 1999.
- 5) 大泰司紀之, 井割 理子, 増田 泰, 野生動物の交通事故對策 : エコロード事始め. 北海道大學圖書刊行會, 1998.
- 6) 道路環境研究所, エコロード檢討委員會, 自然との共生をぬぎすどづくりー エコロードハンドブック, 大成出版社, 1995.

(2005년 10월 20일 접수, 2006년 1월 10일 채택)