

# 우리나라 도로노선계획의 친환경성 분석

- 사례구간을 바탕으로 -

강호근\* · 이상은\*\* · 박태권\*\*\* · 김흥래\*\*\*\* · 김상태\*\*\*\*\*

Kang, Ho Geun · Lee, Sang Eun · Park, Tae Kwon · Kim, Heung Rae · Kim, Sang Tae

## 1. 서론

‘지속가능한 개발’이라는 이념의 확산과 자연생태계의 가치와 자연 환경에 대한 사회적 인식의 변화는 근래 북한산 국립공원 사패산 도로터널과 천성산 고속철도 터널 관통구간을 둘러싼 정치·사회 갈등 문제 등을 초래한 대표적 사례가 되었고 이 결과로 막대한 사회적 비용 손실을 초래하고 있다. 한편 현행 환경영향평가는 정부에서 도로노선 선정후 실시설계 또는 기본설계 단계에서 뒤늦게 시행되고 있으며 사전환경성검토 등을 통해 계획단계에서 노선에 대한 검토를 할 수 있도록 되어 있으나 자연훼손을 최소화하고 복원 조기조치가 용이한 노선선정을 할 수 있는 사전예방적인 환경성 검토 시스템이 미흡한 실정이다. 따라서 앞으로도 추진될 도로건설 사업들도 자연환경 훼손을 초래하게 될 가능성이 높아 이에 따른 사회갈등 및 국고손실이 지속적으로 발생될 것이고, 도로사업 착수 후 노선 및 선형 변경이 필요하게 되는 경우도 계속 발생할 것이므로 이에 대처하기 위해 사전에 자연환경을 보다 충분히 고려하여 노선 및 선형 선정이 이루어져야 한다.

이에 따라 친환경·지능형 도로설계 연구단에서는 환경친화적인 도로노선선정기법을 개발하고, 그에 따른 알고리즘을 개발하였다. 이 방법은 도로계획주변지역에 대한 환경성을 평가하기 위해 평가항목 및 지표를 도출하고, 이를 AHP를 이용하여 정량화 시켜 가장 낮은 점수대를 통과하는 노선을 선정하도록 하는 방법이다.

본 연구에서는 환경친화적인 도로노선선정기법에 대한 적용성을 파악하고자 우리나라 도로노선의 사례구간을 선정하고 이에 따른 친환경성을 분석하고자 하였다.

## 2. 환경친화적인 도로노선 선정기법

본 연구에서는 환경친화적 도로 노선대 선정을 위하여 도로건설 사업으로 인해 환경훼손을 가져오는 요인에 관한 분석을 바탕으로 영향범주를 구체화 시킨 후, 이에 관한 다양한 등급화 사례 및 법적 규제에 관한 문헌조사를 수행하였다. 공간 분석을 위한 정량화 모델로는 AHP (Analytic Hierarchy Process)를 선택하였다. 계층화분석과정(AHP)은 다기준의사결정법 중에서 가장 널리 쓰이는 방법으로 전 과정을 다수의 계층으로 설계한 후, 계층별 기준 및 대안들의 중요도를 서로 비교하는 쌍대비교를 통해 의사를 체계적이고 쉽게 분석할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 도로건설 사업의 특성과 연구의 목적에 근거하여 다양한 영향요인을 규명하고, 요인들 간의 연결고리와 영향관계를 파악하는 작업을 바탕으로 평가항목 및 지표를 선정·개발하였고, 이를 체계적으로 구조화 시켰다. 이는 향후 가중치 부여(weighting) 등의 과정을 걸쳐 환경성 평가 모델로서 도로노선대 선정에 활용된다. 이렇게 입력되는 GIS 데이터를 10m×10m의 격자(raster, grid, cell)로 전환하여 부여된 가중치에 따라 주제도를 중첩시켜 분석을 수행하게 된다. 이 과정을 통해 본 연구에서 설정된 평가항목

\* 아주대학교 환경공학과 박사과정 · 공학석사(E-mail : angelg@dreamwiz.com) -발표자

\*\* 아주대학교 환경공학과 교수 · 공학박사(E-mail : leese@ajou.ac.kr)

\*\*\* (주)평화엔지니어링 상임고문 · 공학박사

\*\*\*\* (주)평화엔지니어링 기술연구원 부사장

\*\*\*\*\* (주)평화엔지니어링 기술연구원 선임연구원 · 공학석사

및 평가지표는 단위 격자당 환경성 정보로 수치화 되게 되며, 최적의 환경친화적인 도로 노선대를 선정하는 기준으로 활용된다.

본 연구에서는 기존의 법·제도 및 연구 문헌 등을 토대로 도로건설과 관련된 환경영향을 고려하여, 자연환경과 생활환경으로 나누어 평가항목을 선정하였다. 자연환경은 동·식물, 지형·지질, 토양생태의 세 가지 항목으로, 생활환경은 대기질, 수질, 소음·진동, 토지이용, 위락·경관의 다섯 가지 항목으로 각각 구체화시켰으며, 이는 향후 AHP기법을 적용하여 가중치를 부여하는 평가단위가 된다.

평가지표는 우선 각 항목별로 관련된 법적 규제를 검토하여 법제적 기준으로 삼았으며, 관련 GIS 자료 및 문헌 조사를 바탕으로 본 연구의 목적에 부합되는 환경적 기준을 선정·개발하였다.

AHP에 관한 Miller(1956)의 연구결과에 따르면, 비교대상이 (7±2)개를 초과하는 경우 평가자의 심리적 요인에 의해 비교의 일관성을 유지하기 어렵다. 따라서 모든 지표를 비교하여 가중치를 부여하는 것은 평가의 신뢰도를 떨어뜨릴 위험이 있고, 다소 소모적이라는 판단 하에 본 연구에서는 개별 평가지표들을 3등급 체계로 분류하였다.

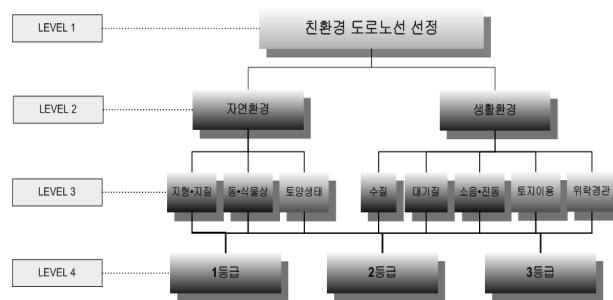


그림 1. 평가항목 및 지표의 구조화(structuring) 체계

선정된 평가항목 및 지표에 대한 평가항목의 가중치를 선정하기 위해서는 먼저 평가기준의 쌍대비교가 수행되어야 한다. 본 연구에서는 국내 환경 및 도로 전문가 50인에 대하여 8개 항목 및 각 지표에 대한 쌍대비교를 수행토록 하였으며, 회수된 설문에 대하여 개개인별로 일관성비율 (Consistency Ratio)을 계산하였고, 신뢰성이 부족하다고 판단되는 즉, 일관성 비율이 0.1이상인 응답자는 가중치 산출 표본에서 제외시켜 최종 38인에 대한 응답을 종합하여 가중치를 도출하였다.

평가항목 및 지표들의 쌍대비교는 Saaty의 9점 척도를 이용하여 평가하도록 하였으며, 완성된 설문지의 결과를 바탕으로 Expert choice 11.5를 이용하여 가중치를 분석하였다.

전문가들을 대상으로 설문조사를 실시 후 계층별 가중치를 계산한 결과는 다음 표 1과 같다. 주기준의 ‘자연환경’은 0.666, ‘생활환경’은 0.334의 가중치를 보임으로써, ‘자연환경’이 ‘생활환경’에 비해 상대적 중요도가 높음을 확인할 수 있었다.

표 1. 가중치 분석 결과

목표 (LEVEL 1)	주기준 (LEVEL 2)	세부기준 (LEVEL 3)	평가지표의 등급 (LEVEL 4)		
			I	II	III
친환경 도로노선 선정	C <sub>1</sub> = 0.666	C <sub>11</sub> = 0.305	0.707	0.221	0.072
		C <sub>12</sub> = 0.415	0.706	0.215	0.078
		C <sub>13</sub> = 0.280	0.657	0.237	0.106
	C <sub>2</sub> = 0.334	C <sub>21</sub> = 0.224	0.689	0.222	0.089
		C <sub>22</sub> = 0.223	0.640	0.249	0.111
		C <sub>23</sub> = 0.237	0.692	0.214	0.094
		C <sub>24</sub> = 0.142	0.667	0.234	0.099
		C <sub>25</sub> = 0.174	0.697	0.209	0.095

위에서 분석한 각 계층별 가중치를 종합하여 평가지표의 등급별 최종가중치를 도출하였다. 최종 가중치는 동·식물 1등급의 가중치가 0.195로 나타나 제1순위로 선정되었고, 지형·지질1등급, 토양생태1등급 순으로 가중치를 산정하였다.

**표 2. 최종 종합 가중치**

구 분		등급별 가중치		
		I	II	III
자연환경	지형·지질	0.144	0.045	0.015
	동·식물	0.195	0.059	0.022
	토양생태	0.123	0.044	0.020
생활환경	수질	0.052	0.017	0.007
	대기질	0.048	0.019	0.008
	소음·진동	0.055	0.017	0.007
	토지이용	0.032	0.011	0.005
	위락·경관	0.041	0.012	0.006

### 3. 사례구간 선정

사례구간 선정을 위하여 2005년~2007년까지 시행된 도로설계구간을 입수하여 분석하였다. 분석된 구간은 총 43개 구간으로 이 중 수도권 지역과 연안지역 등을 제외한 5개구간 (11개 공구)을 선정하였다.

또한 중부권 1개구간 (2공구), 남부권 2개구간 (4공구), 강원권 2개구간 (5공구)로 나누어 선정하고 분석을 시행하였다.

**표 3. 친환경성 분석을 위한 사례구간**

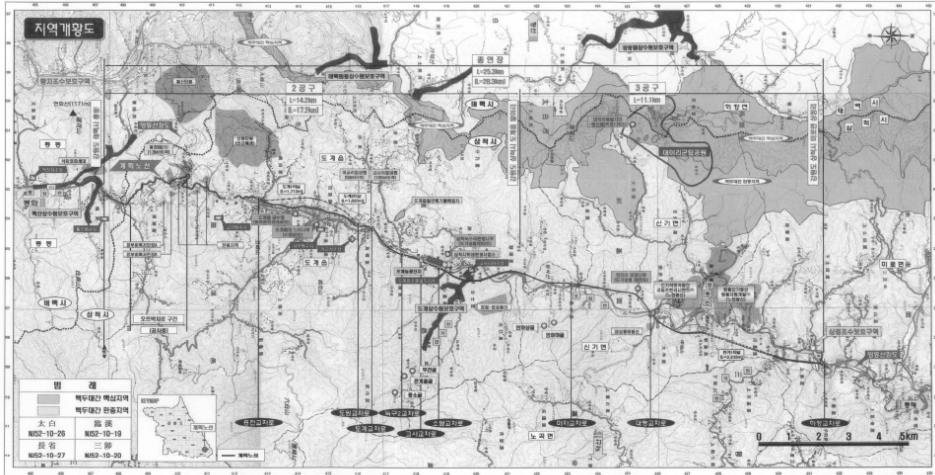
구간		개 요
중부권	청양~홍성	1공구:11.70km, 2공구:11.12km, 폭원:20m(4차로), 설계속도:70km
남부권	고령~성주	1공구:10.64km, 2공구:10.40km, 3공구:8.04km, 폭원:20m(4차로), 설계속도:70km
	무주~설천	1공구:18.2km, 폭원:20m(4차로)
강원권	태백~미로	2공구:14.2km, 3공구:11.1km, 폭원:10.5m~20m
	평창~정선	1공구:10.32km, 2공구:10.80km, 3공구:10.16km

### 4. 결과 및 고찰

#### 4.1 강원권 (태백~미로구간)

##### 4.1.1 계획구간 개요

도로의 연장은 총 25.3km(2공구:14.2km, 3공구:11.1km) 이며, 도로폭원은 양방향 2~4차로로 설계되었다. 설계속도는 80km/hr이다.



(그림 3-1) 지역개황도

그림 2. 태백~미로 구간 위치도

계획노선 주변에는 대이리 군립공원과 원동, 백산, 도계 상수원 보호구역 등 환경적 보전지역이 다수 존재하고 있다.

표 4. 사례구간 보호 및 특이지역

구분	지역	특징
군립공원	대이리 군립공원	노선과의 이격거리 약 4.3km
상수원보호구역	원동 상수원보호구역	
	백산 상수원보호구역	
	도계 상수원보호구역	
천연기념물	긴입느티나무	노선과의 이격거리 약 990m
	삼척 환선굴	노선과의 이격거리 약 5.7km
생태계보전지역	대덕산·금대봉 (희귀 야생동식물집단지식지))	노선과의 이격거리 약 24km
야생동식물 보호구역	태백 황지	노선과의 이격거리 약 6km
	삼척 상정	노선과의 이격거리 약 530m
백두대간 보호지역	백두대간보호(핵심·완충지역)	노선과의 이격거리 약 2.3km

#### 4.1.2 친환경성 분석

사례구간에 대하여 위의 환경친화적인 도로노선선정방법에 따라 친환경성을 분석하고, 환경친화적인 노선과 실제계획노선을 비교·분석하였다.

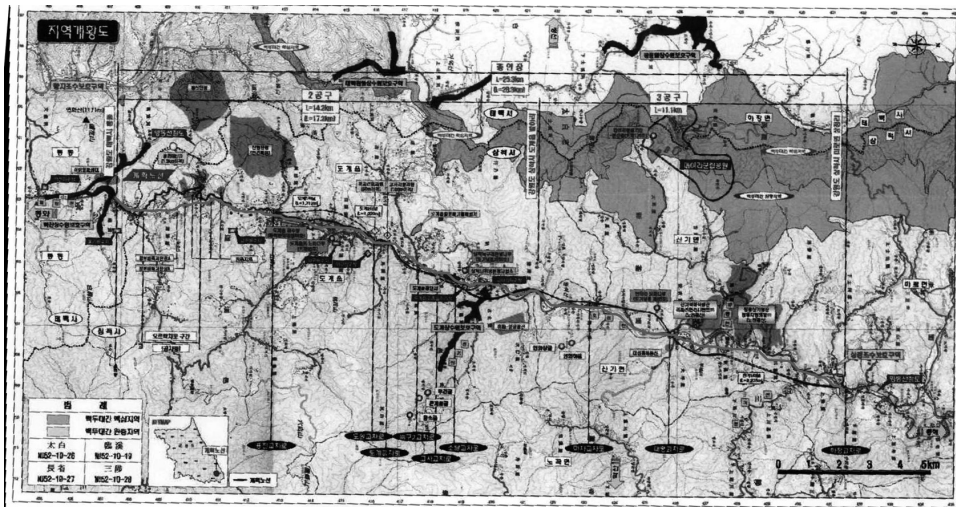


그림 3. 태백~미로 구간 친환경노선과 실제계획노선의 비교도

사례구간 노선에 대한 환경점수를 비교하여 보면 아래 표 5와 같다. 사례구간에 대한 친환경성을 분석하였을 때 약 62%가 환경친화적인 노선에서 벗어남을 알 수 있다.

표 5. 실제노선과 환경친화적 노선의 점수 비교

노선	실제계획노선	환경친화적 노선
1공구	403.64	256.85
2공구	542.15	326.00
합계	945.79	582.85

## 5. 결 론

본 연구에서는 국내도로의 친환경적 분석을 위하여 환경친화적인 도로노선선정기법을 이용한 환경성 평가를 수행하였고 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 도로건설 사업의 특성과 연구의 목적에 근거하여 다양한 영향요인을 규명하고, 요인들 간의 연결고리와 영향관계를 파악하는 작업을 바탕으로 환경성을 평가 할 수 있는 평가항목 및 지표를 선정·개발하였고, 이를 체계적으로 구조화 시켰다. 이를 바탕으로 공간분석방법을 이용하여 도로건설 예정지역에 대한 환경성의 중요도를 파악하고, 평가하여 환경친화적으로 도로노선을 결정하는데 기준으로 활용할 수 있는 환경친화적인 도로노선 선정방법론을 개발하였다.

2. 환경친화적인 도로노선 선정방법론을 이용하여 국내도로의 친환경성을 분석하고 실제 계획노선이 얼마나 환경친화적인가를 분류하였다. 이 때 전국을 중부권, 남부권, 강원권으로 구분하여 분석을 실시하고 지역에 따른 특징을 파악하였다.

이를 토대로 볼 때 본 연구에서 개발한 방법이 노선선정 과정에서 환경성을 평가하는 수단 및 기존노선의 환경성평가 수단으로서 매우 타당한 것으로 판단된다.



## 감사의 글

본 연구는 친환경·지능형 도로설계 기술개발 연구단(건설핵심D05-01)을 통하여 지원된 국토해양부 건설 기술혁신사업에 의하여 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

## 참고 문헌

1. 노태호, 노선선정에서 계층분석과정을 이용한 GIS의 적용, 한국지리정보학회지, Vol. 8, No. 2, pp. 55-67, 2005
2. 양광식, GIS 기법을 활용한 환경친화적 도로시설 노선선정, 한국GIS학회지, Vol. 8 No. 1, pp. 117-130, 2000
3. 이병두, GIS 를 이용한 환경친화적 임도노선선정 및 평가프로그램의 개발, 서울대학교 석사학위논문, 2000
4. 김성희, 의사결정 분석 및 응용, 영지문화사, 1994
5. 기동원, 의사결정나무 방법을 이용한 토양생태 등급 수치지도 작성방법 개발, 연세대학교 석사학위논문, 2007
6. 최준규, 환경친화적 도로노선 선정을 위한 환경성 지표 선정 및 평가 방향에 관한 연구. 환경정책, Vol. 13, No. 1, pp. 91-111, 2005
7. 최유경, 도로노선 선정을 위한 GIS기반 환경성평가기법에 관한 연구. 아주대학교 석사학위 논문, 2006
8. Xiugang Li et al., GIS based map overlay method for comprehensive assessment of road environmental impact *Transportation Research*, Vol. 4, No. 3, pp. 147-158, 1995
9. Joanna Treweek and Neil Veitchm, The Potential Application of GIS and Remotely Sensed Data to the Ecological Assessment of Proposed New Road Schemes, *Global Ecology and Biogeography Letters*, Vol. 5, No. 4, pp. 249-257, 1996
10. P. Klungboonkrong and M.A.P. Taylor, A microcomputer-based system for multicriteria environmental impacts evaluation of urban road network, *Compu., Environ. and Urban Systems*, Vol. 22, No. 5, pp. 425-446, 1998