

환경친화적인 도로건설을 위한 생물서식처 보전가치 평가 및 지도화

Drawing of Habitat Assessment Map and Conservation Value Assessment for Environmental Friendly Road Construction

강호근 · 박미란 · 박태권* · 김흥래* · 이상은 †

Ho Geun Kang · Mi Ran Park · Tae-Kwen Park* · Heung-Lae Kim* · Sang Eun Lee †

아주대학교 환경건설교통공학부 · *(주)평화엔지니어링 기술연구원

Division of Environmental, civil and Transportation Engineering, Ajou University

*Pyunghwa Engineering technique research institute

(2009년 2월 19일 접수, 2009년 7월 14일 채택)

ABSTRACT : Road construction has been worked on by focusing on cost effectiveness such as the reduction of construction costs without understanding the natural environment and ecosystems. In addition, since ecosystems have been destroyed and the habitats of animals and plants have been isolated, wild animals have sought other habitats or have moved into isolated habitats. Thus, issues such as roadkills or the extermination of species are increasingly occurring. Based on this background, the development and application of a general assessment method need to be researched in order to verify whether or not spaces or habitats where animals can be inhabited and their species can be maintained exist. The purpose of this study is to develop an ecosystem map where a conservation value evaluation method considering the functions of an ecosystem where animals live as well as the naturalness of ecosystems is used and can be made into a drawing. The items applied to evaluate the habitat conservation values were naturalness, rarity, and functionality, and sub-items for evaluation were created. GIS as well as the evaluation items were used to create a digital map about the level of importance based on the evaluation criteria. The created digital map showed that it was not limited to the adjustment or distribution of the fauna and flora but was applicable for a general ecosystem evaluation method for the conservation of habitats. It is expected that the isolation of habitats would be able to be minimized if the digital map is used for road construction projects. The digital map is deemed to be able to be used for the construction of environmentally friendly roads, which will minimize the destruction of ecosystems and the isolation of habitats for creatures.

Key words : *Habitat, Conservation Value Assessment, GIS, Habitat Assessment map, Environmental friendly road*

요약 : 도로건설은 생물서식지를 단절시키고 고립시키는 등 생태환경 훼손이 우려되고 있으며, 도로건설에 따른 환경영향을 최소화하고 생물서식환경을 보존하기 위한 종합적인 평가기법의 개발 및 적용에 관한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 자연생태계의 자연성뿐만 아니라 동물이 서식하는 생태계의 기능을 고려한 보전가치평가기법을 적용하여 이를 도면화 할 수 있는 서식처평가지도를 개발하고자 하였다. 서식처보전가치평가에 적용한 평가 항목은 크게 자연성, 희귀성, 기능성 항목의 3가지 항목으로 선정하였으며 이에 따른 세부평가항목을 구성하였다. GIS를 이용하여 평가기준에 따라 중요도에 대한 수치지도를 작성하였다. 연구결과 나타난 수치지도는 단순히 동물과 식물의 종 조성이나 분포에만 한정된 것이 아니라 서식처 보전을 위한 종합적인 생태계 평가기법이 가능함을 보여주었고, 이를 통하여 생태계 파괴 및 생물 서식처 단절을 최소화 한 환경친화적인 도로건설에 이용될 수 있을 것으로 판단된다.

주제어 : 서식처, 보전가치평가, GIS, 서식처평가지도, 친환경도로 노선선정

1. 서론

과거 급속한 경제발전을 추구해 오는 과정에서 급증한 자동차 교통량을 수용하기 위해 확장해 온 도로의 건설은 그동안 자연생태 및 환경보전에 대한 배려보다는 인간편의 및 공사비 저감 위주로 시행되어 왔다. 도로건설 사업은 선형의 개발사업으로 서식지 훼손 등 환경에 미치는 영향이 매우 광범위하

며 많은 경우가 한번 훼손되면 복원이 힘든 형태의 파괴를 유발한다. 특히 국토면적의 67%가 산지인 우리나라는 도로건설 사업이 산지를 통과하는 경우가 많아 생태계 훼손이 심각하게 되었고, 이에 따라 야생동물의 로드킬 발생 등 많은 문제점을 유발하게 되었다. 이에 따라 국가에서는 개발사업시 시행하는 환경영향평가를 도로건설사업에도 적용하여 도로건설에 따른 환경영향을 평가하도록 하였다. 그러나 환경영향평가는 도로

† Corresponding author : E-mail : leese@ajou.ac.kr Tel : 031-219-2401 Fax : 031-215-5145

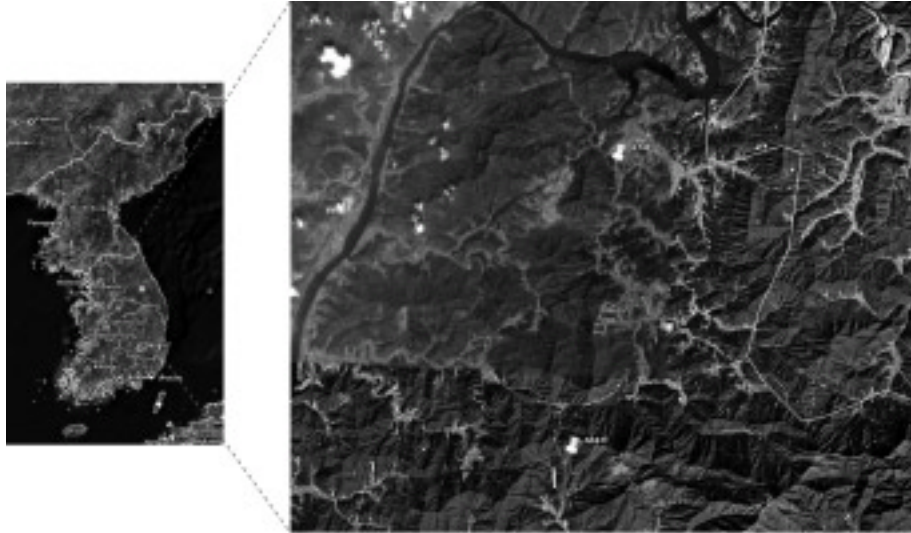


Fig. 1. Research site.

노선선정 후 실시설계 또는 기본설계 단계에서 시행되도록 되어 있어 생태계 및 서식처 파괴를 최소화 할 수 있는 노선선정 단계에서의 평가기법이 필요하다. 또한 환경영향평가에서의 동식물에 대한 평가는 단순히 동물과 식물의 조성성이나 분포에만 국한하고 있어 종합적인 생태계평가가 필요한 실정이다.

이러한 배경 하에 도로노선 선정시 검토되어지는 동·식물 항목의 평가는 단순히 동물과 식물의 조성성이나 분포에만 한정되어야 할 것이 아니라 생물종의 서식처와 종간 관계 등 기능적인 측면과 생태계의 구조적인 측면까지를 포함한 평가로 진행되어야 한다. 또한 생태계의 단절과 서식처의 단편화 등 생태학적인 지식을 바탕으로 생물다양성, 생태계 안정성, 희귀종의 존재여부, 서식처 등의 보전을 위한 종합적인 생태계 평가를 포함한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 도로노선으로 인해 생태계에 미치는 영향을 최소화하기 위해 생태계의 자연성뿐만 아니라 동물이 서식하는 생태계의 기능을 고려한 보전가치평가기법을 검토하고, 친환경도로노선 선정시 적용 가능한 서식처 보전가치평가(Habitat Conservation Value Assessment)기법을 개발하고자 한다. 또한 서식처 보전가치평가를 바탕으로 수치지도를 구축하며, 이를 도로노선선정에 반영시키기 위한 친환경도로노선 선정 방법론을 제시하고자 한다.

2. 연구범위 및 방법

2.1. 연구범위

본 연구에서는 도로건설로 인하여 발생하는 서식환경의 생태적 기능의 상실과 악화를 최소화하기 위하여 생물종의 서식

처와 종간 관계 등 기능적인 측면과 생물다양성, 생태계 안정성 등 생태계의 구조적인 측면까지 고려한 종합적인 생태계 평가기법 즉, 서식처 보전가치 평가기법을 개발하고자 하였다.

또한 본 연구에서 개발된 서식처 보전가치 평가기법을 환경친화적인 도로노선 선정을 위한 방법으로 제시하기 위해 다양한 공간 정보를 수집한 후 평가 항목별 기준에 따라 평가된 주제도를 구축하여 최종적으로 서식처 평가지도를 구축하고자 하였다.

이를 검증하기 위해서 도로건설 예정지역을 사례지역으로 지정하고, 검증평가를 실시하였다. 사례구간은 본 연구 계획에서 제시하는 노선과 실제 설계노선이 비교가 가능하도록 기 도로건설 사업구간 중 한 곳을 선정하였다. 선정된 구간은 「용천~설악간 도로건설공사」구간으로, 이 구간은 국도 37호선(거창~파주) 중 경기도 양평군 옥천면 용천리~가평군 설악면 신천리 구간에 이르는 총연장 12.9 km의 2차선 도로를 건설하는 구간이다.

이 도로의 계획노선은 Fig. 1 과 같이 경기도 가평군 설악면 엄소리(N37° 40' 13.92"; 127° 28' 46.96")를 시점으로 경기도 양평군 옥천면 신북리(N37° 34' 16.95"; 127° 27' 46.33")를 종점으로 계획된 노선이다.

2.2. 연구 방법

2.2.1. 서식처 보전가치평가

서식처 보전가치평가는 생태계의 건강성을 평가하는 것으로 생태계가 얼마나 다양한 지에 따라 결정되며, 생태계의 보전가치를 평가하는 것은 궁극적으로 생물 다양성을 이룩하기 위한 것이라고 할 수 있다. 생태적 분석을 통해 생태계를 평가하는 노력은 매우 오래전부터 행해져 왔으나 보전가치평가

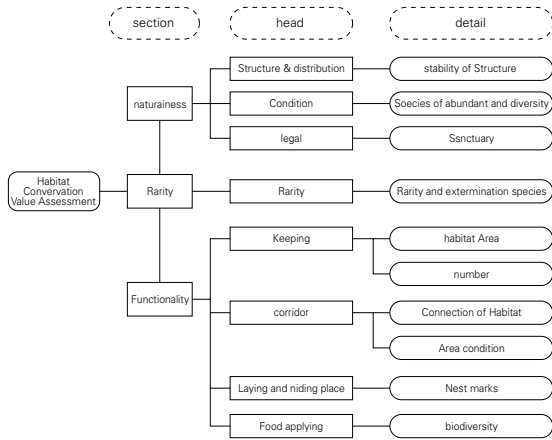


Fig. 2. Structuring system of evaluation item and indicator.

의 기준과 항목은 오염의 정도와 지표종을 바탕으로 보전가치를 평가했으며, 이후 지표종에 대한 평가의 대안으로 군락차원의 분석이 제안되었다. 최근에는 그 지역의 생물종, 군락, 집단 나아가 생태계의 구조, 기능 등의 다양한 차원에서 접근하는 평가방법이 제안되면서 서식처의 중요성, 경제학적인 측면, 경관적인 측면 등 다양한 기준과 항목들이 보전가치평가에서 고려되고 있다.¹⁾

보전가치 평가와 관련된 연구는 상당히 오래 전부터 이루어져 왔으며, Ratcliffe의 연구에 의한 평가기준이 최근 연구들의 근간이라 할 수 있다. Ratcliffe는 서식처와 관련하여 자연생태계와 반자연생태계에서 중요한 특징을 지닌 자연보전지역을 정하기 위한 평가와 선정과정을 제시하였다. 자연보전에 핵심이 되는 지역을 선정하는 평가기준으로 면적(area), 다양성(variety), 자연성(naturalness), 희귀성(rarity), 취약성(fragility), 전형성(typicalness), 역사(recorded history), 생태지리적 위치(position in an ecological geographical unit), 잠재적 가치(potential value), 내재적 매력(intrinsic appeal)등을 제시하였다. 보전가치 평가는 궁극적으로 생태계의 건강성을 평가해 그 생태계를 보전할 것인지 복원할 것인지 또는 향상시킬 것인지를 결정하게 된다. 생태계의 건강성을 결정하는 방법에는 여러 가지가 있을 수 있는데, 그 중에서 넓은 규모의 지역을 평가하는데 가장 보편적이고 널리 이용되는 방식으로는 그 생태계가 지니는 생물종 또는 서식처를 인자로 다양성, 자연성, 희귀성, 면적 등을 항목으로 하는 방식이 있다.²⁾

본 연구에서는 보전가치평가에 관한 사례연구를 바탕으로 하여 도로의 노선선정시 반영될 수 있는 평가항목으로서 앞서 사례연구 등에서 제시한 서식처 자체의 중요도를 나타내는 자연성과 희귀 동식물보호의 중요성을 나타내는 희귀성, 서식처가 가지고 있는 다양성, 면적 등을 평가할 수 있는 기

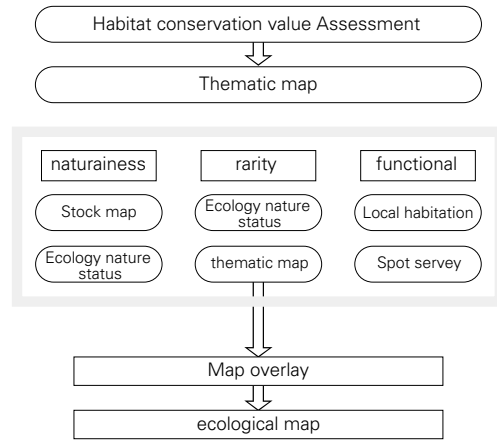


Fig. 3. Structuring system of evaluation item and indicator.

능성으로 구분하여 서식처 보전가치평가항목을 선정하였다. 또한 이 항목들에 대한 세부항목을 선정하여 Fig. 2와 같이 구분하였다.

자연성 항목은 동식물간에 의해 변형된 서식처를 평가하기 위해 가장 우선적으로 필요한 기준으로 구조·분포적, 상태적, 법제적 항목으로 선정하였다. 구조분포적 항목은 식생군집의 다층구조와 밀집정도에 따라 식물군집의 안정성을 파악할 수 있다는 개념으로 군집구조의 안정성을 평가항목으로 선정하였다. 법제도적 항목은 법적으로 지정된 보호구역의 보전을 위해 야생동식물보호구역, 생태계 보전지역, 국립공원, 습지 보호구역 등으로 선정하였다. 상태적 항목은 종·군집이 다양한 대상지일수록 높은 풍부도를 지니며, 서식처 구조가 다양함을 나타내는 지표로서 종풍부성 항목과 종다양성 항목으로 선정하였다.

서식처 희귀성 항목은 희귀한 서식처와 종·군집이 있는 대상지는 높은 가치를 가지기 때문에 생태자연도와 현장조사를 통한 희귀종 및 멸종위기종의 발견지점을 희소적 항목으로 선정하였다.

기능성 항목은 생태계가 지닌 서식기능을 평가하는 항목으로 종유치 기능, 이동통로의 기능, 산란처 및 은신처 기능, 먹이 공급처의 기능으로 선정하였다. 종유치기능은 동물이 서식을 위해 종을 보존하고 유지할 수 있는 최소한의 공간이 필요함을 고려하여 서식처의 크기와 식물군집의 수 항목으로 선정하였다. 이동통로 기능은 동물의 이동을 단절함으로 발생하는 로드킬 발생을 최소화하기 위한 지표로서 동물이 이동경로가 가능한 지형적 조건 및 다른 서식처와의 연결성 항목으로 선정하였다. 산란처 및 은신처 기능은 동물의 산란 장소와 동면을 하는 장소 등을 평가하기 위해 둥지 등의 산란 및 은신 흔적 항목으로 선정하였다. 마지막으로 먹이공급처로서의 기능은 생물상호간 먹고 먹히는 관계 즉, 생산자와 이를 먹고사는 곤충이나

Table 1. Greenhouse gases from industrial processes in Jeonbuk

	Indicator	Thematic map	score		Indicator	Thematic map	score	
Naturalness	Species of diversity	Ecology nature status	3	Functionality	Area (10000m ²)	>20	3	
		Ecology nature status	2			4~20	2	
	Ecology nature status	1	4<			1		
	Species of abundant	Stock map	Age-class >4		3	Species of number	>8	3
			Age-class 3		2		3~7	2
			Age-class 2		1		1~2	1
	Stability of Structure		Ecology nature status		3	Connection of Habitat	all connection	3
			Ecology nature status		2		a part cutting	2
			Ecology nature status		1		all cutting	1
			Legal		conservation area	D,B,H (large)	3	Stream distance
D,B,H (middle)				2		50m	2	
D,B,H (small)	1	100m		1				
Density (thick)	3	Nest mark		many discover		3		
Density (middle)	2		2~3	2				
Density (small)	1		1	1				
Rarity	Rarity	Spot of discovery 500m buffer	3	Biodiversity	many species	3		
		Spot of discovery 1,000m buffer	2		3~4	2		
					1~2	1		

초식동물인 1차 소비자, 다시 이들을 잡아먹는 2차 소비자와 이들의 먹는 상위소비자로 연결되는 먹이 연쇄를 파악하기 위하여 다양한 생산자 및 소비자의 서식 항목을 선정하였다.³⁾

2.2.2. 서식처평가지도

서식처평가지도는 서식처 가치평가를 기준으로 평가된 주제도를 수치화하여 나타낸 지도이다. 서식처평가지도의 작성 방법은 Fig. 3 과 같이 자연성, 희귀성, 기능성의 각 평가 항목별 주제도를 구축하고, 이들을 중첩하여 작성한다.

항목별 주제도 구축은 Table 1 의 항목별 평가기준에 의해 수치화된 주제도를 구축할 수 있다. 자연성 항목의 중 다양성은 생태자연도(1:25,000)를 이용하여 평가하였으며, 중 풍부성은 임상도(1:25,000)와 생태자연도의 식생우수성 주제도를 이

용하여 평가하였다. 법제도적 항목은 야생동식물보호구역도, 생태계보전지역도, 습지보호구역도, 국립공원도를 이용하여 평가하였다. 희귀성 항목은 “전국자연환경기초조사”에서 발견된 희귀종 및 멸종위기종 발견지점과 현장조사를 통하여 사례 지역 내 존재하는 희귀종 및 멸종위기 동물의 이동성을 고려하여 500 m, 1,000 m 버퍼링(Buffering)하여 평가하였다.⁴⁾

500 m 와 1,000 m의 이격거리는 환경부의 국토환경성평가도의 작성기법에서 인용하여 사용하였다.

기능성 항목에 대해서는 서식처의 유형 구분도를 바탕으로 서식처의 규모와 식물군집의 수, 둥지 및 산란 흔적 등을 확인하여 평가기준에 맞춰 평가해야 하므로 현장조사를 통하여 평가하였다.

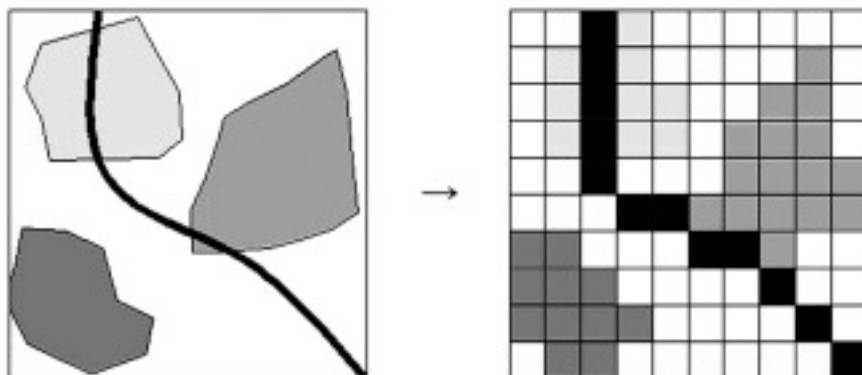


Fig. 4. Transform of vector data.

2.2.3. GIS를 이용한 환경친화적 도로노선 선정

도로노선을 선정하기 위해서는 다양한 종류의 공간자료가 필요하며, 이는 공간자료의 성격에 따라 불규칙적인 다양한 형태를 나타낸다. 실제공간을 표현한 불규칙한 공간자료를 벡터(Vector)데이터라 하며, 벡터데이터를 중첩하기 위해서는 공간자료의 도형단위를 격자(Raster)로 전환하는 것이 필요하다(Fig. 4).

GIS의 비용경로분석은 최소 비용경로를 탐색하는 기능을 제공한다. 이 분석의 원리는 비용경로분석의 전 단계인 비용거리함수(Cost Distance)와 방향코드함수(Back Link)레이어를 구축하는 것에서 출발한다. 비용거리함수계산 기능은 각 셀의 비용 데이터를 근거로 유클리드의 거리(Euclidean Distance) 연산을 수행하여 모든 셀에 대해 시점 셀로 되돌아가는데 필요한 최소누적비용을 산출한다. 이때 비용을 나타내는 레이어는 시간, 돈 뿐만 아니라 목적에 따라 다양할 수 있으며 본 연구에서와 같이 서식처의 평가점수로도 가능하다. 또한 이러한 비용 레이어는 다양한 레이어들의 가중중첩(Weighted overlay)을 통해 생성될 수 있다. 하지만 비용거리함수 레이어는 비용에 관한 정보만 제공해줄 뿐 최적경로를 찾는 방향에 대한 정보를 제공하지 못한다. 방향코드함수 레이어는 방향에 대한 수치코드를 사용하여 다음 셀로의 최적경로방향을 각각의 셀에 나타내어 준다. 이렇게 구축된 비용거리함수 레이어와 방향코드함수 레이어를 바탕으로 시점, 종점을 입력하고 비용경로분석을 수행하여 최소비용경로를 얻을 수 있게 된다.⁵⁾

본 연구에서는 최적 노선 선정을 위하여 앞서 서식지 평가 기법으로 생성된 서식처평가지도를 이용하여 비용경로함수분석과 방향코드함수분석을 수행하였으며, 이를 바탕으로 최적 노선을 선정하였다.

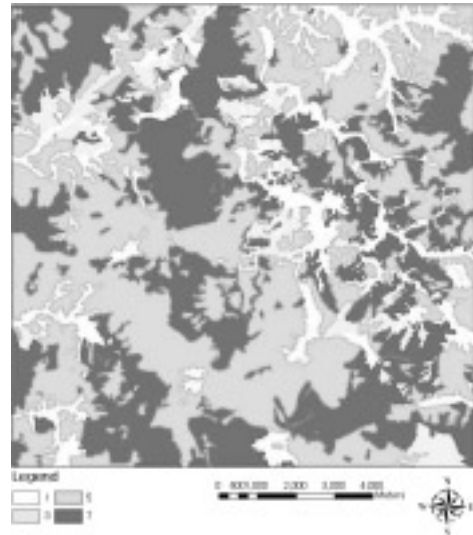


Fig. 5. Naturalness thematic map.

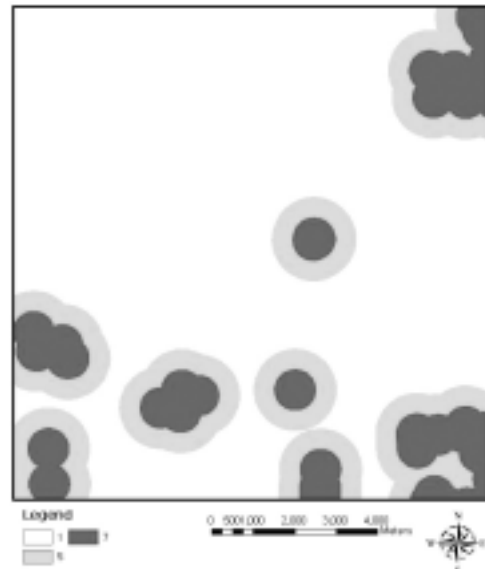


Fig. 6. Rarity thematic map.

3. 결과 및 고찰

3.1. 서식처평가지도 작성

서식처평가지도 작성은 사례지역으로 선정된 노선의 시종점이 포함된 12 km×12 km 지역으로 적용하였으며, 자연생태수치지도 작성기법에 따라 자연성, 기능성, 희귀성 항목별로 나누어 사례지역에 해당하는 Data를 수집하여, Table. 1의 각 항목별 평가기준에 따라 주제도를 구축하였다.

3.1.1. 자연성항목 주제도

상태적 항목 주제도는 임상도 영급을 기준으로 4영급이상이면 3점, 3영급은 2점, 2영급은 1점으로 점수를 부여하였고, 생

태자연도 식생 1등급과 종다양성 1등급은 3점, 2등급은 2점을 부여하였다.

구조분포적 항목 역시 대경목은 3점, 중경목은 2점, 소경목은 1점, 소밀도에서 밀은 3점, 중은 2점, 소는 1점을 부여하였다.

법제도적 항목은 사례지역에 해당하는 주제도는 야생동식물보호구역만이 해당하기 때문에 야생동식물보호구역에 3점을 부여하였다. 구축된 각 항목의 주제도를 래스터파일로 변환하고, 부여된 3점, 2점, 1점, Nodata를 1점~7점으로 표준화하여 재분류(Reclassification)를 실시하였다. 그 후 지도대수(Map Algebra)를 이용하여 중첩한 후 자연성항목 주제도를 구축하였다(Fig. 5).

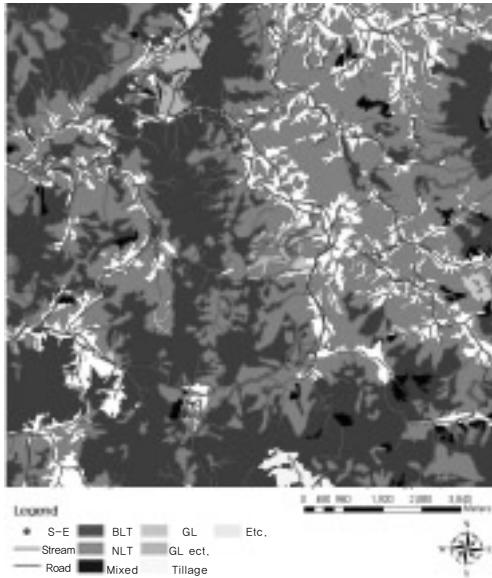


Fig. 7. Classification of habitat.

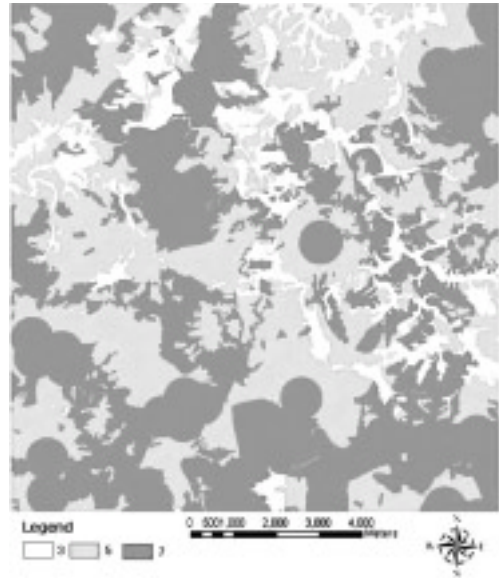


Fig. 9. Drawing up habitat assessment map.



Fig. 8. Functionality of thematic map.

3.1.2. 희귀성항목 주제도

희귀성은 환경부의 “전국자연환경기초조사”를 바탕으로 사례지역 내 분포하는 멸종위기동식물 발견지점으로부터 500 m, 1,000 m 버퍼링(Buffering)하여 격자 변환을 실시하였다. 그리고 500 m는 3점, 1,000 m는 2점으로 평가한 후 자연성 항목의 주제도와 같이 래스터파일로 변환 하고 3점, 2 점, NoData를 각각 1점~7점으로 재분류하여 희귀성항목 주제도를 구축하였다(Fig. 6).

3.1.3. 기능성 항목 주제도

본 연구에서는 서식처 유형을 도면화 함에 있어 축적을 1:25,000으로 정하였으며 토지피복도 등을 활용해 서식처 유

형도를 작성하였다(Fig. 7).

기능성항목 주제도는 서식처 유형도를 기본으로 현장조사를 실시하였고 그 결과를 바탕으로 평가 한 후, 이를 DB화하였다. 최종적으로 래스터파일로 변환한 후 3점, 2점, 1점, NoData를 각각 앞서 방법과 같이 재분류하여 기능성항목 주제도를 구축하였다(Fig. 8).

본 연구에서 구축된 서식처평가지도와 생태계를 평가하는 지도로 기존에 널리 쓰이고 있는 생태자연도의 등급별 면적을 비교해 보았다. 그 결과 사례구간 내의 1등급지역의 면적비율은 서식처평가지도 52.08%, 생태자연도 31.34%로 생태자연도에 비해 본 연구에서 구축된 서식처평가지도의 1등급지역이 20% 이상 더 높게 나타난 것으로 확인되었다.

그 이유는 생태자연도는 서식지에 대한 평가를 수행하고 있으나 주로 자연성과 풍부성 위주로 평가되는 반면, 본 연구에서 도출한 서식처평가지도는 생태계가 지닌 서식처의 기능을 고려하여 평가하였기 때문으로 판단된다. 따라서 생태계 서식지에 대한 평가는 단순히 종분포에만 국한되어 있는 자료의 평가체계보다는 생물종의 서식처와 중간 관계 등 기능적인 측면과 생태계 안정성, 희귀종 존재여부 등 서식처 보전을 위한 종합적인 생태계 평가를 통해 자연생태계가 지닌 서식처 기능의 평가가 필요할 것으로 사료된다.

3.2. 서식처평가지도 구축

래스터로 변환된 자연성, 희귀성, 기능성항목의 주제도를 최소지수법을 이용하여 중첩하였고, 그 결과 사례지역의 서식처평가지도를 구축하였다(Fig. 9).

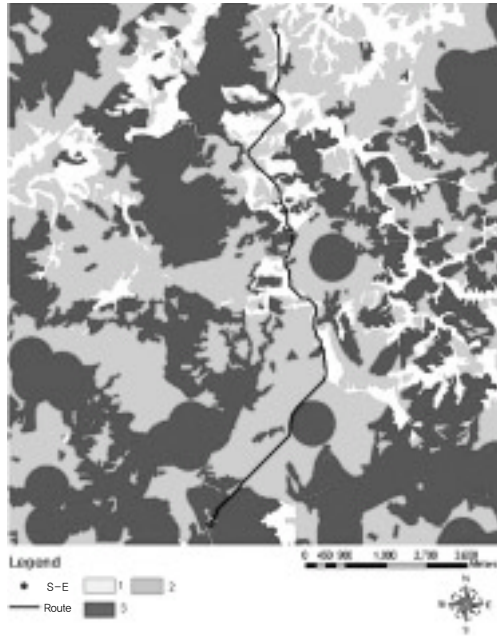


Fig. 10. Creation of environmental friendly road route.

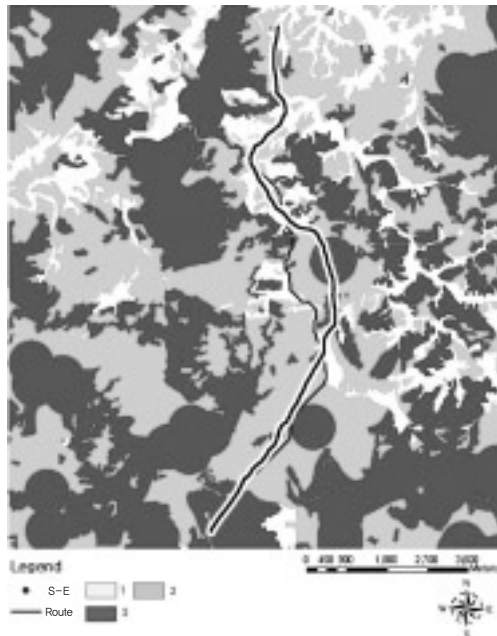


Fig. 11. Comparison of environmental friendly road route and actual road.

3.3. 환경친화적인 도로노선 선정

도출된 서식처평가지도를 바탕으로 최적 노선을 선정하기 위해서 비용경로함수분석과 방향코드함수분석을 수행하였으며, 이를 바탕으로 최적노선을 선정하였다(Fig. 10).

이 계획 노선과 서식처평가지도로 선정된 노선을 비교하여 보면, 본 연구의 결과로 선정된 노선과 실제 계획노선은 거의 유사하게 선정되었다(Fig. 11). 이는 시범구간이 환경적으로 민감한 지역이 많기 때문에 도로노선결정을 위하여 사전에 많

Table 2. Comparison of Ecological map

Grade	Ecological map		Ecology nature status	
	area (m ²)	%	area (m ²)	%
1	62,796,200	52.08	37,929,800	31.34
2	53,325,000	44.22	73,974,800	61.13
3	4,463,200	3.70	9,110,100	7.53

은 협의를 거쳐 환경성을 고려하여 선정된 노선이기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 실제 계획노선이 본 연구에서 구축한 서식처평가지도의 1등급 지점을 지나가도록 설계되어 있는 것을 볼 수 있다. 따라서 계획노선이 불가피하게 서식처를 단절시킬 구간이 발생할 것으로 사료된다. 이 구간에 대해서 생태통로나 유도펜스 등의 설치 등을 고려할 지점으로 선정한다면 도로건설에 따른 동식물 생태계 단절 등의 자연훼손 영향을 최소화할 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 본 연구에서 제시한 방법은 기존에 제시된 조사결과를 바탕으로 서식처에 대한 평가를 하였기에 절대적으로 보전가치를 평가했다고 생각하기 어렵다. 다만, 비용 및 시간을 최대한 줄여 서식처를 평가하였기 때문에 도로노선 선정시의 사결정의 지원 기능을 충분히 할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 본 연구에서 선정한 항목 이외에 지역 특수성에 적합한 항목을 추가 선정할 필요가 있다. 따라서 생태 및 도로건설 전문가의 의견을 충분히 고려한 평가항목 선정이 필요하며, 기능성 평가를 위한 현장조사의 방법 및 지침 제시 등 평가항목의 연구가 더욱 수행되어야 할 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 도로건설시 훼손될 가능성이 높은 동·식물의 서식처를 보전하기 위하여 도로노선 선정시 적용될 수 있는 동물의 이동성과 서식처를 고려한 종합적인 생태계 평가기법 즉, 서식처 보전가치 평가기법을 개발하였다. 문헌연구를 통하여 노선선정과정에서 활용될 수 있는 보다 객관적이고 효율적인 서식처 보전가치평가의 평가항목 및 평가기준을 선정하였고, 이를 수치화 할 수 있는 서식처평가지도를 개발하였다. 또한 이를 사례지역에 적용하여 제안된 평가항목과 기준에 대한 검증을 실시하였다.

서식처 보전가치평가의 타당성을 위해 본 연구에서 개발된 서식처평가지도와 생태계를 평가하는 지도로 기존에 널리 쓰이고 있는 생태자연도에 대하여 사례지역을 비교하였다. 그 결과 자연생태수치지도에서 1등급이 52%, 2등급이 44%로 생태자연도의 1등급지역에 비해 20% 더 많이 분포하는 것으로 조사되었다. 이는 단순히 동물상과 식물상의 자연성과 풍

부성만을 평가하거나 동물의 서식에만 의존하기보다 동물의 이동 및 서식처를 고려한 평가방법으로 생물종의 서식처와 공간 관계 등 기능적인 측면과 생태계 안정성, 희귀종 존재여부, 서식처 보전을 위하여 종합적으로 생태계를 평가하였기 때문에 사료된다.

또한 도출된 서식처평가지도를 이용하여 사례지역의 환경친화적인 도로노선대를 선정하였고, 그 결과 기존 계획노선과 유사하게 노선이 선정됨을 확인하였다. 그러나 실제 계획노선이 본 연구에서 구축한 서식처평가지도의 1등급 지점을 지나가도록 설계되어 있는 것을 볼 수 있었다. 따라서 계획노선이 불가피하게 서식처를 단절시킬 구간이 발생할 것으로 사료된다. 이 구간에 대해서 생태통로나 유도펜스 등의 설치를 고려할 지점으로 선정한다면 도로건설에 따른 동식물 생태계 단절 등의 자연훼손 영향을 사전에 예방할 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 본 연구에서 제시한 방법은 기존에 제시된 조사결과를 바탕으로 서식처에 대한 평가를 하였기에 절대적으로 보전가치를 평가했다고 생각하기 어렵다. 다만, 비용 및 시간을 최대한 줄여 서식처를 평가하였기 때문에 도로노선 선정시 의사결정의 지원 기능을 충분히 할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 본 연구에서 선정한 항목 이외에 지역 특수성에 적합한 항목을 추가 선정할 필요가 있다. 따라서 생태 및 도로건설 전문가의 의견을 충분히 고려한 평가항목 선정이 필요하며, 기능성 평가를 위한 현장조사의 방법 및 지침 제시 등 평가항목의 연구가 더욱 수행되어야 할 것으로 사료된다.

본 연구의 결과가 언급한 한계점을 보완하여 서식처 보전가치평가를 통한 도로노선 선정 상용프로그램 개발에 적용된다면, 사전에 노선 선정과정에서 동물의 이동성 및 서식처 고려가 가능하여 생태계 및 서식처의 파괴를 최소화 할 것으로 판단된다.

KSEE

사 사

본 연구는 친환경·지능형 도로설계 기술개발 연구단을 통하여 지원된 국토해양부 건설기술혁신 연구사업에 의하여 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 박미란, 환경친화적 도로노선 선정시 GIS를 이용한 서식처 평가에 관한 연구, 아주대학교 석사학위 논문(2007).
2. 최희선, 조동길, 박미영, 김남균, 김귀곤, “개발예정지역에서의 자연보전가치 평가”, *J. the Korean Institute of Landscape Architecture*, **33**(4), 108~118(2005).
3. 강원개발공사, 대관령 피스밸리 리조트의 환경친화적 조성방안, 강원개발공사, (2005).
4. 전성우, “국토환경보전계획 수립 연구”, 한국환경정책평가연구원, 한국환경정책평가연구원 연구보고서 CR91-03(2003).
5. 최유경, 도로노선 선정을 위한 GIS기반 환경성평가기법에 관한 연구, 아주대학교 석사학위 논문(2006).
6. 김윤중, “자연환경관리 GIS를 이용한 서울시 생태·자연도 작성 연구”, *J. GIS Association of Korea*, **8**(1), 51~67(2000).
7. 정홍락, 경관생태학적 환경영향 평가기법에 관한 연구, 한국환경정책평가연구원 연구보고서 RE-23(2003).
8. 노백호, 경관생태학에 의한 야생 동·식물 서식공간 설정 방안 연구, 한국환경정책평가연구원 연구보고서 WO-03(2004).
9. 최준규, “환경친화적 도로노선 선정을 위한 환경성 지표 선정 및 평가 방향에 관한 연구”, 환경정책학회지, **13**(1), 91-111(2005).
10. 신지영, 연안지역관리를 위한 보전가치 평가에 관한 연구, 서울대학교 석사학위 논문(2002).
11. Ron S., “Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling”, *Landscape and Urban Planning*, **55**, pp 79~93(2001).
12. Joanna T., and Neil, V., “The Potential Application of GIS and Remotely Sensed Data to the Ecological Assessment of Proposed New Road Schemes”, *Global Ecology and Biogeography Letters*, **5**(4), 249~257(1996).
13. Martin L., and Jean-B. S., “A new approach for the identification of environmental issues at stake in road project”, *J. Environ. Management*, **44**, 221~231(1995).