

야생동물 출현지점의 토지이용형태를 고려한 “우선보전연결구간” 선정[†]

사공정희* · 나정화** · 정옥식*

*충남발전연구원 환경생태연구부 · **경북대학교 조경학과

Earmarking the Areas in Which Wildlife Exist as "Ecologically Connected Areas Requiring Preferential Preservation"

Sagong, Jung-Hee* · Ra, Jung-Hwa** · Chung, Ok-Sik*

*Dept. of Environmental & Ecological Research, Chungnam Development Institute

**Dept. of Landscape Architecture, Kyungpook National University

ABSTRACT

The purpose of this study was to find ecologically stable areas involving the locations in which wildlife exist, and to earmark those places as "ecologically connected areas requiring preferential preservation," and through that, to reduce the perils that may occur due to urban development or road construction.

The processes and the results of this study were as follows:

1. Selecting the spots in which wildlife may exist:

The total study areas were analyzed by eight ecological indexes and then a total of 500 locations in study areas were selected.

2. Sorting the locations in which mammals exist:

We surveyed each one of the 500 locations twice, and then confirmed that we found mammals at 492 of the 500 locations and analyzed 264 locations that the number of existing mammals was above average.

3. Analyzing the 264 locations with two indexes, the number and the frequency of the land use types:

5~7 types of land use were suitable. The types were forest, rice field, farm, river, and meadow, excluding building and road.

4. Selecting the locations that meet the above conditions:

We sorted 89 locations and earmarked these points as "ecologically connected areas requiring preferential preservation" in order to expect continued existence of wildlife.

Key Words: Ecological Indexes, Mammals, Urban Development, Road Construction

[†]: 이번 연구는 충남발전연구원 환경생태연구부에서 2012년을 목표로 2007년부터 충청남도 전역에 대한 비오톱지도 작성을 위해 수행하고 있는 야생동물 정밀조사결과를 근거하였음.

Corresponding author: Ok-Sik Chung, Dept. of Environmental & Ecological Research, Chungnam Development Institute, Gongju 314-140, Korea, Tel.: +82-41-840-1203, E-mail: sun-road@cdi.re.kr

국문초록

생태적 연결성을 확보하고 야생동물의 보전을 위해 생태적 연결통로에 대한 많은 연구가 진행되고 있지만, 현재 야생동물의 서식이 양호한 지점에 대한 보전 대책은 미비한 실정이다. 이번 연구는 생태적 연결성을 확보하는 측면에서 실제 다양한 야생동물이 서식하며 이들의 서식환경이 비교적 잘 보전되어 있는 지역을 선별하는 데 목적이 있으며, 일정 종수 이상의 야생동물이 다양하게 서식하고 서식지 주변의 토지이용특성을 분석하여 공통적 유형을 고르게 갖추고 있는 지점을 '우선보전연결구간'으로 지정하였다. 이를 위해 충청남도 당진군, 서산시, 예산군, 공주시, 부여군 등 5개 시·군을 대상으로 포유류의 다양한 서식이 예상되는 지점 500개를 우선 선정하고, 이 지점에 대해 2계절, 총 2회에 걸쳐 포유류 서식 현황을 조사하였다. 조사결과 492개 지점에서 총 12종의 포유류가 서식하고 있었으며, 각 지역별 평균 종수 이상의 종이 출현한 지점은 총 264개였다. 그리고 평균 종수 이상의 종이 출현한 지점에 대한 토지이용현황 분석을 한 결과, 산림, 논, 밭, 하천, 초지, 농촌형 건축물 등을 포함한 5~7개 유형을 가진 지점에서 높은 종 다양성을 보였다. 이를 토대로 평균 이상의 야생동물이 서식하고 공통적 유형을 지닌 지점을 "우선연결보전구간"으로 정의하였으며, 총 89개 지점을 선정하였다.

주제어: 생태지표, 포유류, 도시개발, 도로건설

1. 연구 배경 및 목적

최근 국내에서는 야생동물의 서식지 연결 및 야생동물 이동성 향상에 관한 연구가 활발히 진행되면서, 녹지단절구역을 연결하기 위해 생태이동통로 설치의 필요성과 방안이 지속적으로 제시되고 있다(김귀곤 등, 2000; 이경재와 한봉호, 2003; 한봉호 등, 2005; 전익요 등, 2006; 민지홍과 한갑수, 2010). 그러나 지금까지의 연구들은 야생동물이 이동하는 선적인 경로에 대한 관심에 집중된 것에 비해 야생동물의 실제적인 삶의 공간이 되는 면적 공간에 대한 관심은 상대적으로 부족했다. 또한, 야생동물의 로드킬 지점이 주요 조사대상이거나 생태통로 설치지점에 대한 주된 근거자료로 활용됨에 따라 이미 시가화된 지역이나 도로에 의해 단절된 구간의 연결에만 연구의 초점이 집중되어 있다. 게다가 단절구간의 연결이 시간적, 경제적 등의 현실적 어려움과 맞물려 일정부분 수정을 하게 됨으로써 실제 조성되는 생태통로의 효과에 대한 지속적인 의구심과 당면하고 있는 상황이다(한상훈, 2004; 최태영과 박중화, 2006; 최병진 등, 2007). 하지만 이 보다 더 우려스러운 것은 아직까지 인간의 영향으로부터 안전하여 야생동물의 서식과 이동이 실제 지속되고 있으나, 현실적인 관심에서 배제되어 있어 향후 단절될 가능성이 높아지고 있는 구역에 대한 대책은 거의 전무한 실정이다. 이로 인해 결국 중요 지역의 단절현상이 발생하고, 이에 대한 연결통로설치가 이루어지며, 연결통로의 효과에 대한 회의적인 반응으로 이어지는 악순환이 지속된다고 생각된다. 특히, 이러한 현상은 기존 야생동물의 실제적인 출현현황에 대한 근거자료가 부족한 상태에서 이루어지므로 연결통로의

정확한 위치 선정을 위해서는 실제 야생동물 출현지점 또는 야생동물 출현예상지점에 대한 기초자료가 구축되어야 하며, 이를 바탕으로 우선적인 보전가치가 있는 중요 연결구간을 미리 선정해 두는 것이 필요하다고 할 수 있다.

한편, 충청남도는 2008년부터 충청남도 전역에 대한 비오톱지도 작성을 수행하고 있으며, 이를 위해 토지이용현황, 현존식생, 야생동물 등에 대한 현장조사를 실시하고 있다. 이는 2012년까지 수립예정인 충남생태네트워크 구축 및 충남생태네트워크 복원, 중요생태관리지역 선정 등 충남지역 차원에서 일관성 있는 환경정책수립을 위한 정밀조사자료 구축과정이라 할 수 있으며, 이번 연구를 통해 충남생태네트워크 복원 및 중요생태관리지역 선정 등을 위한 근거자료를 제시하는 것이 이번 연구의 가장 큰 목적이라 할 수 있다. 이를 위해 우선 생태적 지표를 기준으로 야생동물의 출현이 예측되는 지점을 미리 선정하고, 현장 확인을 통해 일정 종수 이상의 야생동물이 출현하는 지점을 파악함으로써 "야생동물 출현예상지점의 선정 유효성"을 판단하였다. 그리고 일정 종수 이상의 야생동물이 출현한 지점 주변의 토지이용 특성을 파악하여 공통적 유형을 고르게 갖추고 있는 지점을 "우선보전연결구간"으로 지정하였다. 즉, "우선보전연결구간"으로 지정된 구간은 다양한 야생동물 종이 출현할 수 있는 포괄적인 조건을 이미 갖추고 있다고 판단되는 구간이므로 지속적인 관리가 필요한 곳이라 할 수 있다. 또한, 이러한 구간을 중요 구간으로 미리 지정해 둬으로써 향후 시가지 개발이나 도로건설로 인해 발생할 수 있는 서식지 단절의 위험성을 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 과정 및 내용

연구의 수행과정은 크게 4단계로 구분된다. 첫 번째 단계에서는 야생동물의 출현가능성이 높을 것으로 예상되는 지점을 사례지 내에서 우선 선정하였다. 두 번째 단계에서는 현장조사를 통해 실제 일정 중 수 이상이 출현한 지점과 출현예상지점과의 일치도를 검증해 보았다. 세 번째 단계에서는 모든 지점의 주변 토지이용형태를 파악하여 출현예상지점과 일정 중 수 이상의 야생동물이 출현한 지점들 간의 비교·분석을 통해 공통적 유형들을 도출하였다. 마지막 네 번째 단계에서는 그러한 공통적 유형들을 고루 갖추고 있는 중요 지점들을 최종 선별하여 "우선보전연결구간"으로 지정하였다.

한편, 야생동물 현장조사는 개인적으로 수행하기엔 시간적·경제적 한계가 있어 이번 연구에서는 2010년 8월 현재까지 충남지역에서 야생동물 현장조사가 마무리 된 지역들 중 연속적으로 경계를 접하고 있는 당진, 서산, 예산, 공주, 부여로 연구대상지를 한정하였다. 또한, 조사 대상으로는 육상포유류로 한정하였는데, 이는 육상 공간의 생태적 연결구간과 수공간의 생태적 연결구간의 조건을 동일하게 다루기엔 무리가 있다고 판단하여 이번 연구에서는 육상동물로 한정하였으며, 포유류의 경우 양서·파충류에 비해 이동반경이 넓고, 조류에 비해 서식지 단절에 상대적으로 더 민감하다고 판단하였기 때문이다.

2. 연구 방법

1) 야생동물 출현예상지점 선정

(1) 야생동물 출현가능성 평가지표 선정

야생동물의 출현가능성이 높을 것으로 예상되는 지점을 선정하기 위하여 일반적으로 야생동물의 서식과 종다양성에 영향을 미치는 서식지 구성 요소별 주요 지표를 우선 선정하고

(표 1 참조), 각각의 지표를 기준으로 연구대상지를 중첩 평가하는 방식으로 야생동물의 서식 가능성이 높은 지역을 도출하였다. 야생동물 서식지의 기본 구성요소인 물과 먹이 그리고 은신처를 우선 지표로 삼고 이와 연관이 있는 경관생태학적 지표를 선정하였다. 사용한 지표로는 수원(水原)과의 거리, 야생동물의 먹이와 은신처 등과 연관이 있는 현존식생과 은신처를 제공하는 서식지의 구조적 다양성을 고려한 식생구조(Karr and Roth, 1971; Nudds, 1977; Bamford, 1986; Scheller and Mladenoff, 2008)와 영급(Mazurek and Zielinski, 2004; Scheller and Mladenoff, 2008), 야생동물의 활동과 먹이 및 서식지 다양성, 먹이 다양성과 연관이 있는 면적(MacArthur and Wilson, 1967; Blouin and Connor, 1985)과 모양(Blouin and Connor, 1985; Davis 2004), 방향(Blouin and Connor, 1985) 그리고 가장자리 모양(Conner and Adkisson, 1975; Gates and Gysel, 1978; Strelke and Dickson, 1980) 등이며, 특히, 야생동물의 먹이와 연관이 있는 현존식생과 물과의 거리에 가중치를 두었다(Bamford, 1986; Scheller and Mladenoff, 2008). 한편, 분석대상은 산림으로 한정하였으며, 이는 산림이 야생동물 서식을 위한 기본적인 공간이면서 향후 도로건설 등으로 인해 단절될 경우 생태이동통로의 주요 연결대상이 된다고 판단되기 때문이다. 기준 평가값의 경우 전체 조사 지역의 각 평가지표 별 값을 나열한 후 항목별 변별력을 위해 3~5단계의 범주를 설정하였으며, 최종적으로 야생동물의 생태적 특성을 고려하여 항목별 평가값을 설정하였다.

(2) 야생동물 출현가능성 평가 및 지점 선정

표 1과 같이 8개 지표를 기준으로 임상도, 수치지도, 토지이용현황도를 활용하여 중첩분석(Overlay Analysis)을 실시하였다(표 2 참조). 출현예상지점은 평가결과를 바탕으로 각 시·군별 100개씩을 선정하였다¹⁾. 이를 위해 각 시·군에서 야생동물의 출현가능성 평가점수가 상위 10%에 해당하는 단일 토지이용형태 패치들의 총면적을 산출하여 일정 면적마다 지점을 선정하였다. 예를 들어, 상위 10% 내 패치들의 총면적이 100ha

표 1. 야생동물 출현가능성 평가 지표 및 기준

항목	가중치	기준평가값 설정					
		5점	4점	3점	2점	1점	
부지 특성	현존식생	1	활엽수	-	혼효림	-	침엽수
	영급	1	4영급 이상	3영급	2영급	1영급	-
	경사도	1	0~5°	5°~10°	10°~15°	15°~20°	20° 이상
	면적	1	50ha 이상	-	10~50ha	-	0~10ha
접근성	수계와의 거리	2	0~50m	50~100m	100~150m	150~200m	200m 이상
	농경지와의 거리	2	0~100m 이내	100~200m	200~300m	300~400m	400m 이상
	폭 8m 이상 도로와의 거리	1	100m 이상	-	50~100m	-	0~50m
	시가지와의 거리	1	100m 이상	-	50~100m	-	0~50m

표 2. 야생동물 출현예상지점 선정을 위한 자료구축 방법

항목		세부평가요인	자료 구축방법
부지 특성	현존식생	침·활·혼효림	1:25,000 토지이용현황도 소분류 사용 구축
	영급	영급	임상도에서 추출
	경사도	경사도	1:5,000 수치지도, ARC/INFO TIN 모듈을 사용하여 데이터 구축
	면적	패치면적	토지이용현황도에서 추출
접근성	수계와의 거리	세류	1:5,000 수치지도의 세류 추출(ArcGIS Spatial Analyst 활용, 거리지도 생성)
	농경지와의 거리	논, 밭	토지이용현황도에서 논, 밭 추출(ArcGIS Spatial Analyst 활용, 거리지도 생성)
	폭 8m 이상 도로와의 거리	도로	1:5,000 수치지도의 도로 추출(ArcGIS Spatial Analyst 활용, 거리지도 생성)
	시가지와의 거리	시가지	토지이용현황도에서 도시 및 주거지 추출(ArcGIS Spatial Analyst 활용, 거리지도 생성)

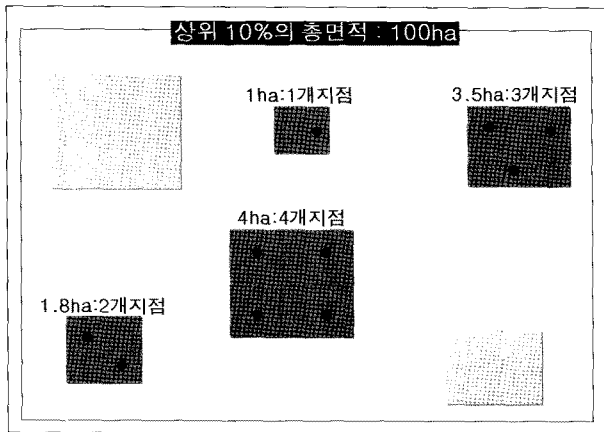


그림 1. 조사지점 개수 및 위치 선정 개념도

범례: ■ 상위 10%내 패치, ▨ 상위 10%외 패치, ● 야생동물출현 예상지점

인 경우 1ha마다 지점을 선정하고, 500ha인 경우 5ha마다 지점을 선정하였다. 따라서 총면적이 200ha이고, 단일 패치의 면적이 5ha인 경우 2~3개 지점을 선정하였으며, 2ha 미만인 경우 최소한 1개의 지점을 선정하였다. 한편, 개별 패치는 동일한 가치로 평가된 동질한 성질의 패치라 할 수 있으므로 개별 패치 내 불특정 지점을 조사하더라도 동일한 정보를 얻는다고 할 수 있다. 또한, 근접 패치들 간 야생동물의 이동, 근접 패치들 간 연결통로의 설치, 현장조사를 위한 접근성 등을 고려해 보았을 때 개별 패치의 가장자리에 출현예상지점을 선정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 따라서 출현예상지점의 위치는 개별 패치의 가장자리를 따라 균등하게 선정하였으며, 지점이 1~2개인 경우 시가지와 접한 부분보다는 자연공간과 접한 부분(인간의 간섭 정도가 상대적으로 낮다고 판단되는 부분)으로 선정하였다(그림 1 참조).

2) 출현예상지점 현장조사 및 출현지점 간의 일치도 검증

(1) 출현예상지점 야생동물 현장조사

현장조사는 500개 각 조사지점을 대상으로 청문조사와 목격

및 흔적의 현장조사를 실시하였다. 조사는 2008년 10월부터 2010년 5월까지 각 조사지점 당 겨울, 봄 2회에 걸쳐 실시하였다. 청문조사는 조사지 인근 주민을 대상으로 조사지역 내에서 야생동물의 목격 일시 및 장소 등을 조사하였으며, 현장조사는 출현예상지점을 중심으로 100×100m의 방형구 내에서 포유류를 직접 목격하거나 발자국, 배설물, 식흔 등 서식 흔적을 GPS 좌표와 함께 기록하였다. 청문조사는 본 결과분석에 반영하지 않았으며, 현장조사의 참고자료로 활용하였다.

(2) 일정 종 수 이상의 출현지점 선별

500개 지점을 대상으로 현장조사를 통해 야생동물의 출현 종수를 확인하고, 평균 출현 종 수 이상의 야생동물 종 수가 확인되는 지점을 선별하였다. 이는 현재 충남지역 대부분의 경우 아직 산림이 풍부한 농촌사회를 이루고 있어 야생동물의 출현이 흔할 것으로 예측되며, 이러한 모든 출현지점을 중요 구간으로 지정하는 것은 현실적으로 불가능하다고 할 수 있다. 따라서 평균 출현 종 수 이상의 야생동물이 출현하는 지점을 1차 선별하여 향후 지속적인 관리가 필요한 중요 구간 대상으로 한정시키는 것이 보다 합리적이라 판단하였기 때문이다.

(3) 출현예상 및 출현지점 간의 일치도 확인

현장조사를 통해 실제 야생동물 출현지점 특히 일정 종 수 이상의 육상포유류가 출현한 지점을 파악하고, 야생동물 출현 예상지점과의 일치 정도를 확인하였다. 이를 통해 지표에 의한 야생동물 출현예상지점 선정과정의 유효성을 단순 검증해 보았다. 즉, 출현예상지점과 출현지점 간의 일치도가 높을수록 실제 야생동물 조사에 앞서 출현예상지점을 선정하는 것이 유효성이 있다고 할 수 있으며, 실제 모든 지역에 대한 야생동물 출현을 현장 조사해야 하는 시간적·경제적 부담을 줄이기 위한 근거자료로써 의미가 있다고 판단할 수 있다.

3) 토지이용형태 조사 및 공통적 유형 도출

(1) 토지이용형태 조사를 위한 유형분류

500개 지점에 대한 주변 토지이용형태를 조사하기 위해 우선 토지이용형태의 유형을 대략적으로 분류하였다. 분류기준으로는 예를 들어 산림의 경우 1ha 이상인 경우는 산림, 1ha 미만인 경우는 잔존림으로 구분하였으며, 휴경지, 묘지, 초지 등 초본식생이 우점하는 개방된 공간은 초지로 분류하였다. 또한, 농가, 창고, 소규모 축사 등 농촌지역에서 주로 나타나는 개별 건축물은 농촌형 건축물로, 식당, 상가, 빌라 등 시가지지역에서 주로 나타나는 개별 건축물은 도시형 건축물로 구분하였으며, 대규모 공장장, 채석장, 공단, 아파트단지 등 일부 지점에서 나타나는 형태는 기타로 분류하였다.

(2) 토지이용형태의 공통적 유형 도출

육상포유류의 실제 출현가능성을 높인다고 판단되는 공통적 유형들을 도출하기 위해 3가지를 분석하였다. 첫 번째는 500개 지점에 대한 주변 토지이용형태를 조사하는 것으로서 이를 위해 우선 지점 별 조사범위는 야생동물 출현예상지점을 중심으로 1,000×1,000m인 방형구(100ha)로 한정하고, 그 내에 포함된 모든 토지이용형태를 모두 조사하였다. 폭 8m 이상의 도로는 도로로 인정하였으나, 그 이하 폭의 경우는 단순 경계로만 인정하였다. 예를 들어 그림 2의 경우, 12번 지점 주변 토지이용형태는 산림, 저수지, 농가, 도로로 정리할 수 있다. 두 번째는 토지이용형태 유형수와 출현종수와의 관계성을 분석하여 다양한 종들이 출현하는 토지이용형태 유형수의 범위를 파악해 보았다. 세 번째는 토지이용형태 유형들의 출현빈도를 파악하고, 육상포유류 출현에 영향을 미칠 것으로 판단되는 유형들을 선별하였다. 한편, 모든 분석에 있어서 평균종수 이상이 출현한 지점과 그 이의 지점 간의 비교를 통해 육상포유류 출현에 더 적합하다고 판단되는 토지이용형태 요소들을 도출하였다.

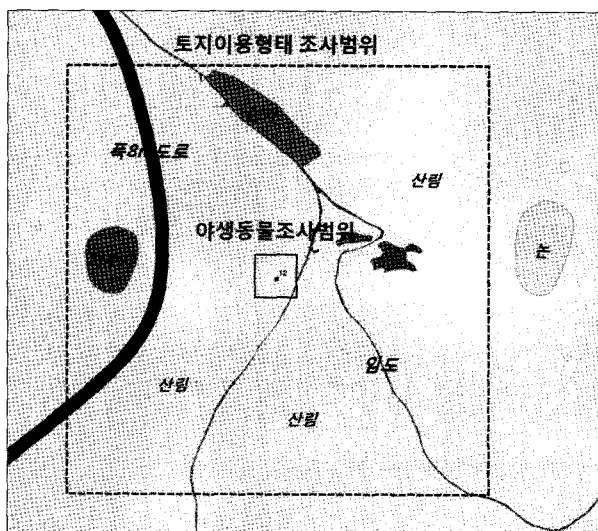


그림 2. 서산시 12번 지점 주변의 토지이용형태

4) 우선보전연결구간 지정

토지이용형태 조사 등 3가지 분석을 통해 도출된 공통적 유형들을 고루 갖추고 있는 구간을 최종 선별하여 "우선보전연결구간"으로 지정하였다. 지정된 구간은 현재 생태적으로 양호하게 연결되어 있어 야생동물의 출현이 예측되는 중요 구간이므로 지속적인 관리가 필요한 곳이라 할 수 있다.

III. 결과 및 고찰

1. 야생동물 출현예상지점 선정 결과

8개 지표에 대해 야생동물 출현가능성을 분석한 후, 상위 10% 이내에 해당하는 패치들을 선별한 결과, 이들의 면적은 각 시·군 전체 면적의 7~31%까지 다양하게 나타났다. 특히 당진은 7.4%, 공주가 31.7% 정도로 가장 큰 차이를 나타냈는데, 이는 충남에서 산림면적 비율이 가장 낮은 당진(33.2%)과 두 번째로 높은 공주(77.4%, 계룡 81.4%)의 특징이 그대로 반영되었다고 할 수 있다. 이들의 분포현황을 살펴보면, 각 시·군의 경계에 집중되어 있는 것으로 나타났는데, 이는 시·군의 경계부분이 대체로 높은 산림으로 이루어져 있으며, 인간의 개발행위로부터 상당히 벗어나 있기 때문인 것으로 판단된다. 각 시·군별 선정된 패치의 개수를 살펴보면, 공주가 20개로 가장 적었고, 당진이 66개로 가장 많았다. 이는 공주의 경우 대규모의 산림이 연속적으로 분포하는데 비해, 당진의 경우는 소규모의 산림들이 산발적으로 분포하고 있는 지형적 특징이 반영되었다고 할 수 있다. 이는 지점 1개당 배분된 패치의 면적에서도 뚜렷히 나타난다. 즉, 당진의 경우 평균 48ha 당 1개의 지점이 선정된 것에 비해 공주의 경우 297ha 당 1개의 지점이 선정되었는데, 이 또한 당진과 공주의 개별패치면적이 상당히 대조적임을 나타낸다고 할 수 있다(표 3 참조).

한편, 이번 연구에서는 각 시·군별 100개씩 균일한 수의 지점을 선정함으로써 지역별 지점 1개당 배분된 패치의 면적에 상당한 차이가 나타났다. 이로 인해 면적이 커질수록 개별 패치 전반에 대한 조사의 정밀도가 낮아질 수 있으므로 향후 산림의

표 3. 상위 10% 이내 패치의 특성

지역	상위 10% 이내 패치				지점당 패치 배분면적
	총면적	비율*	개수	평균면적**	
서산	9,578ha	12.9%	58개	165ha	96ha
당진	4,815ha	7.4%	66개	73ha	48ha
예산	15,345ha	28.3%	56개	274ha	153ha
공주	29,778ha	31.7%	20개	1,489ha	298ha
부여	13,587ha	21.8%	50개	272ha	136ha

* : 각 시·군 전체면적에 대한 선정된 패치의 총면적 비율

** : 각 시·군별 패치 당 평균면적

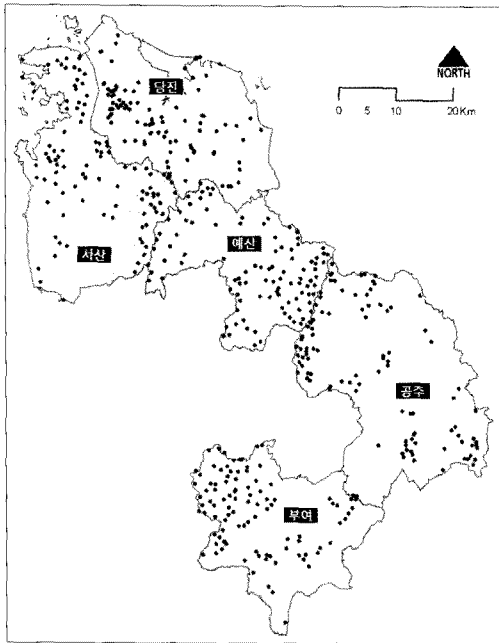


그림 3. 야생동물 출현예상지점으로 선정된 500개 지점
범례: □ 시·군경계, ● 야생동물 출현예상지점

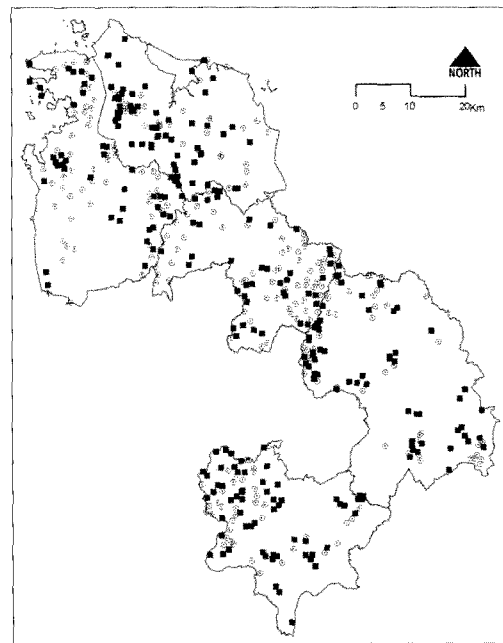


그림 4. 시·군별 평균 종 수 이상 출현한 264개 지점
범례: ■ 평균 종 수 이상 출현, ○ 평균 종 수 이하 출현

면적에 비례한 지점 선정을 통해 보다 정밀한 조사가 필요하다고 생각된다.

2. 출현예상지점 야생동물 현장조사 결과

야생동물 출현확인을 위해 500개 각각의 지점을 중심으로 100×100m의 방형구(1ha) 내에 대해 현장조사를 실시하였다. 그 결과 492개 지점에서 총 12종의 육상포유류가 출현하는 것으로 조사되었으며, 이는 500개 지점 중 98.4%에 해당하는 지점에서 육상포유류가 출현했음을 의미한다.

한편, 500개 지점에 대한 평균 출현종수는 3.45종으로 각 시·군별 4종 이상 출현한 지점을 분류할 경우 공주는 100개 중 87개, 부여는 100개 중 1개 등 그 편차가 심한 것으로 나타났다. 이는 충남 전역에 대한 환경정책을 수립할 경우 생태적 주요 지점을 선정할 때 한 지역으로 편중될 우려가 있음을 의미한다. 따라서 각 시·군별 평균 출현종수를 기준으로 지점을 분류해 보았다. 그 결과, 시·군별 각각의 평균 출현 종수는 1.8종에서 5.76종으로 다양하게 나타났고, 각각의 평균종수 이상 출현한 지점은 총 264개로 나타나 500개 중 52.8%에 해당하였다(표 4 참조). 특히 주목할 사항은 출현한 육상포유류 중 유일한 멸종위기야생동물(야생동식물보호법에 의한 멸종위기야생동물 II급)인 삶이 500개 지점 중 162개 지점에서 출현하였으며, 162개 지점 중 146개(90.1%) 지점이 평균종수 이상 출현지점에 해당하는 것으로 파악되었다. 즉, 평균종수 이상 출현지점만을 중요 지점으로 선정할 경우에도 멸종위기야생동물 출현예상지점의

표 4. 각 시·군 지점별 야생동물 출현종 및 종 수

지역	종수별 출현지점		출현종수 및 출현종	평균 출현 종수	평균이상출현지점수/출현지점수
	종수	지점수			
서산	2	15	11종: 삶, 너구리, 오소리, 노루, 고라니, 멧돼지, 청설모, 다람쥐, 두더지, 족제비, 멧토끼	3.70	45/99
	3	39			
	4	20			
	5	13			
	6	7			
	7	4			
	8	1			
	당진	1			
2		12			
3		15			
4		18			
5		23			
6		10			
7		5			
8		1			
예산	1	27	8종: 삶, 너구리, 고라니, 멧돼지, 청설모, 두더지, 족제비, 멧토끼	2.29	41/100
	2	32			
	3	29			
	4	6			
	5	5			
	6	1			
공주	1	1	11종: 삶, 너구리, 오소리, 노루, 고라니, 멧돼지, 청설모, 다람쥐, 두더지, 족제비, 멧토끼	5.76	60/100
	2	4			
	3	8			
	4	10			
	5	17			
	6	20			
	7	23			
	8	9			
	9	6			
	10	2			
부여	1	39	9종: 삶, 너구리, 담비, 고라니, 멧돼지, 청설모, 두더지, 족제비, 멧토끼	1.80	61/100
	2	42			
	3	18			
	4	1			

90.1%를 포함할 수 있음을 의미한다고 할 수 있다. 그러나 특정 종을 대상으로 한 토지이용형태 특성 분석에 대해서는 차후 세부적인 연구가 있어야 할 것이다.

3. 토지이용형태의 공통적 유형 도출 결과

1) 지점별 주변 토지이용형태 파악

육상포유류의 출현 가능성을 높인다고 판단되는 공통적 유형들을 도출하기 위해 우선 500개 지점에 대한 주변 토지이용형태를 조사하였다. 그 결과, 대략 11개 정도의 토지이용형태로 정리할 수 있었다. 표 5는 각 시·군 지점별 토지이용형태 유형과 출현종수의 조사결과를 일부 제시한 것이다.

표 5. 지점별 토지이용형태 유형과 출현종수

지역	지점 번호	출현 종수	지점 분류	출현지점 주변 토지이용형태														
				①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬		
서산	1	3	○	○	○	○	○	○	○									5
	2	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○							5
	3	7	■	○	○	○	○	○	○	○	○						○	5
	4	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○							6
	5	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○						○	3
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
당진	21	4	■	○	○	○	○	○	○	○	○							6
	22	5	■	○	○	○	○	○	○	○	○							5
	23	5	■	○	○	○	○	○	○	○	○	○						7
	24	4	■	○	○	○	○	○	○	○	○							6
	25	5	■	○	○	○	○	○	○	○	○							6
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
예산	41	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○							4
	42	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						3
	43	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○							4
	44	3	■	○	○	○	○	○	○	○	○							2
	45	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					8
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
공주	61	7	■	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					4
	62	7	■	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					3
	63	8	■	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					6
	64	9	■	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					5
	65	9	■	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					6
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
부여	81	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				8
	82	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				7
	83	2	■	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					2
	84	2	■	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					6
	85	2	■	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					5
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

■ 평균 종수 이상 출현지점, ○ 평균 종수 이하 출현지점
 ① 산림, ② 잔존림, ③ 논, ④ 밭, ⑤ 하천, ⑥ 저수지, ⑦ 초지, ⑧ 나지, ⑨ 농촌형 건축물, ⑩ 도시형 건축물, ⑪ 도로, ⑫ 기타, ⑬ 유형수

2) 토지이용형태 유형수와 출현종수의 관계성 분석

각 지점별 토지이용형태 유형수와 출현종수는 매우 다양하게 나타났다(표 6 참조). 500개 지점 모두를 대상으로 토지이용형태의 유형수를 분석해본 결과, 5~7개의 유형으로 구성된 지점이 전체의 63.8%를 차지하는 것으로 나타났다. 가장 다양한 육상포유류종이 출현한 지점은 2개와 4개의 유형으로 구성된 지점으로써 10종까지 출현하였으며, 500개 지점 중 214개(42.8%) 지점에서 2~3종이 출현한 것으로 조사되었다. 각 시·군별 평균종수 이상 출현지점에 해당하는 264개 지점을 대상으로 동일한 내용을 분석한 결과, 전체적인 빈도분포는 500개 지점에 대한 결과와 유사하게 나타났으나, 5~7개 유형의 지점들의 경우 전체의 70.5%로써 상대적으로 약간 더 많은 것으로 나타났다. 그리고 264개 지점 중 175개(66.3%) 지점에서 2~5종이 출현한 것으로 조사되었다.

이상의 결과를 요약하면, 500개 지점과 264개 지점 모두는 5~7개 유형으로 구성된 지점들이 가장 많았고, 육상포유류도 이 지점에서 가장 빈번히 출현했다고 정리할 수 있다. 그림 4는 토지이용형태 유형수와 출현종수의 분포 관계성을 나타낸 것이다.

이와 같이 육상포유류가 5~7개 유형으로 구성된 지점들에서 가장 빈번히 출현한 원인으로는 세 가지를 추론할 수 있다. 첫 번째는 5~7개 유형으로 구성된 지점들이 농촌경관에서 가장 일반적인 유형이기 때문이거나, 두 번째는 이러한 지점들이 육상포유류의 출현에 유리한 조건이기 때문이거나, 세 번째는 앞의 두 가지 이유가 복합적으로 작용했기 때문일 수 있다. 향후 이에 대한 추가적인 연구가 수행될 예정이나, 이번 연구에서는 연구대상지의 일반적인 토지이용형태 11개 유형들 중 가장 빈번히 나타나는 유형들을 보다 구체적으로 파악해 봄으로써 5~7개의 유형을 구체화시켜 보았다.

3) 토지이용형태 유형별 출현빈도 분석

500개 지점을 대상으로 토지이용형태 유형들의 출현빈도를 분석한 결과, 산림이 가장 높은 것으로 나타났으며, 논, 밭, 초지의 경우는 400개 지점 이상에서 나타나는 것으로 분석되었다.

264개 지점을 대상으로 분석한 결과, 유형별 빈도분포는 500개에 대한 빈도와 전체적으로 유사하게 나타났으나, 논, 밭, 하천의 출현빈도는 상대적으로 약간 더 높게 나타났다. 특히, 논, 밭이 0.8 이상의 빈도로 나타났는데, 이는 대상지가 농업지역이 대부분인 이유도 있으나, 일반적으로 논이나 밭 등에서 야생동물의 먹이가 제공되기 때문으로 판단된다. 한편, 도시형건축물과 도로의 경우 500개 지점에 대한 분석결과에 비해 확연히 감소하는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 요약하면, 토지이용형태 중 산림, 논, 밭, 하천, 초지, 농촌형 건축물 유형이 50% 이상의 지점에서 나타났으

표 6. 토지이용형태 유형수에 따른 출현종수

유형수	종수	지점수		유형수	종수	지점수		
		500 (빈도)	264 (빈도)			500 (빈도)	264 (빈도)	
2	1	2		6	4	19	15	
	2	9	2		5	16	11	
	3	2	1		6	12	12	
	5	2	2		7	9	9	
	8	1	1		8	4	4	
	10	1	1		9	1	1	
	계	17 (0.03)	7 (0.03)		계	126 (0.25)	74 (0.28)	
3	1	2		7	0	2		
	2	8	2		1	21		
	3	6	1		2	20	11	
	4	5	2		3	28	16	
	5	3	1		4	10	10	
	6	3	2		5	10	9	
	7	5	5		6	12	12	
계	32 (0.06)	13 (0.05)	계	113 (0.22)	68 (0.26)			
4	1	6		8	0	2		
	2	12	5		1	11		
	3	11	6		2	10		
	4	5	4		3	12	6	
	5	6	3		4	9	8	
	6	1	1		5	8	6	
	7	3	3		6	1	1	
	8	1	1		계	53 (0.11)	22 (0.08)	
	9	1	1		9	1	7	
	10	1	1			2	2	1
계	47 (0.09)	25 (0.09)	3	4		3		
5	0	1		4		3	3	
	1	8		5		5	4	
	2	14	7	6		2	2	
	3	20	6	계		23 (0.05)	10 (0.04)	
	4	7	5	10	1	2		
	5	8	5		2	4	1	
	6	8	7		계	6 (0.01)	1 (0.00)	
	7	8	8	11	0	1		
	8	2	2		2	1		
9	4	4	3		1			
계	80 (0.16)	44 (0.17)	계		3 (0.01)	0 (0.00)		
6	0	2		11	0	1		
	1	13			2	1		
	2	27	13		3	1		
	3	23	9		계	3 (0.01)	0 (0.00)	

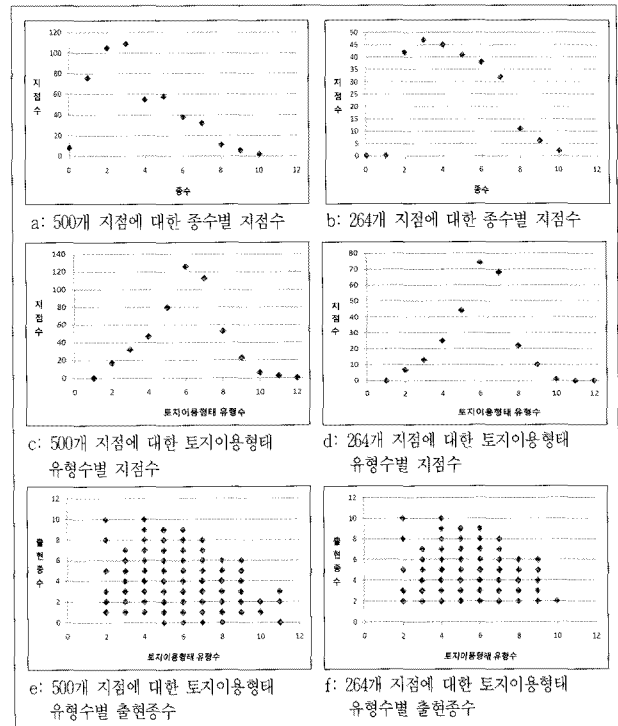


그림 5. 토지이용형태 유형수별 지점수 및 출현종수

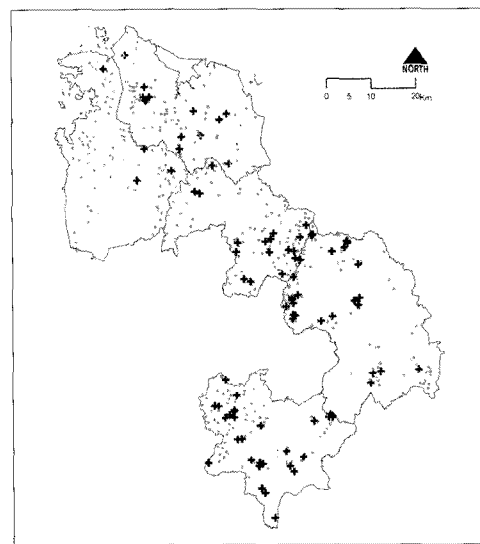


그림 6. 우선보전연결구간으로 지정된 89개 지점
범례: + 우선보전연결구간, # 그 외 411개 지점

표 7. 지점별 토지이용형태 유형과 출현종수

구분	총수	출현지점 주변 토지이용형태											
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
500개 지점들 중 유형출현 지점 (출현빈도 ^a)	500 (1.00)	498 (0.99)	90 (0.18)	404 (0.81)	446 (0.89)	289 (0.58)	178 (0.36)	452 (0.90)	82 (0.16)	330 (0.66)	69 (0.14)	136 (0.27)	38 (0.08)
평균이상 출현지점들 중 유형출현 지점 (출현빈도 ^b)	264 (1.00)	262 (0.99)	39 (0.15)	224 (0.85)	244 (0.92)	164 (0.62)	95 (0.36)	238 (0.90)	31 (0.12)	171 (0.65)	14 (0.05)	51 (0.19)	19 (0.07)

범례: ① 산림, ② 잔존림, ③ 논, ④ 밭, ⑤ 하천, ⑥ 저수지, ⑦ 초지, ⑧ 나지, ⑨ 농촌형 건축물, ⑩ 도시형 건축물, ⑪ 도로, ⑫ 기타

a: 500개 지점에 대한 토지이용형태유형의 출현빈도, b: 264개 지점에 대한 토지이용형태유형의 출현빈도

연결구간"으로 지정하였으며, 총 89개의 지점이 선정되었다(표 8과 그림 5 참조). 이 지점들은 현재 육상포유류의 서식이나 출현에 상대적으로 안정된 구간들이라 판단할 수 있으므로 향후 지속적인 모니터링 및 관리방안 제시가 필요하다고 할 수 있다.

IV. 결론

이번 연구는 생태적 연결성을 확보하는 측면에서 실제 다양한 야생동물이 서식하며 이들의 서식환경이 비교적 잘 보전되어 있는 지역을 선별하는 데 목적이 있었다. 따라서 일정 종수 이상의 야생동물이 서식하고 있는 지점의 주변 토지이용특성을 파악하여 공통적 유형을 고르게 갖추고 있는 지점을 "우선보전연결구간"으로 지정하였다. 조사한 500개 지점 중 264개 지점에서 평균 이상의 종수가 서식하고 있었으며, 산림, 논, 밭, 하천, 초지 등의 유형을 갖춘 지점에서 서식종의 높은 다양성을 보였다. 이를 토대로 89개 지점을 '우선보전연결구간'으로 선정하였다.

우선 8개 지표에 대해 각 시·군의 산림을 대상으로 야생동물 출현가능성을 분석한 후, 상위 10% 이내에 해당하는 패치들을 선별한 결과, 각 시·군의 경계에 집중되어 있었는데, 이는 시·군의 경계부분이 대체로 높은 산림으로 이루어져 있으며, 인간의 개발행위로부터 상당히 벗어나 있기 때문인 것으로 판단된다.

선정된 패치들의 가장자리를 중심으로 선정된 500개 지점에 대해 현장조사를 실시한 결과, 각 시·군별 평균출현종수 이상 출현한 지점은 500개 중 264개로 나타났으며, 특히 멸종위기야생동물인 삶이 출현한 162개 지점 중 146개(90.1%) 지점이 평균종수 이상 출현지점에 해당하는 것으로 파악되었다. 즉, 평균종수 이상 출현지점만을 중요 지점으로 선정할 경우에도 멸종위기야생동물 출현예상지점의 90.1%를 포함할 수 있음을 의미한다고 할 수 있다. 그러나 특정 종을 대상으로 한 토지이용형태 특성 분석에 대해서는 차후 세부적인 연구가 있어야 할 것이다.

육상포유류의 출현가능성을 높인다고 판단되는 공통적 유형들을 도출하기 위해 500개 지점에 대한 주변 토지이용형태를 조사한 결과, 대략 11개 정도의 토지이용형태로 정리할 수 있었다. 그리고 각 지점별 토지이용형태 유형수와 출현종수의 관계성을 살펴본 결과, 전체 500개 지점과 평균종수 이상 출현한 264개 지점 모두는 5~7개 유형으로 구성된 지점들이 가장 많았고, 육상포유류도 이 지점에서 가장 빈번히 출현했다고 정리할 수 있다. 이와 같이 육상포유류가 5~7개 유형으로 구성된 지점들에서 가장 빈번히 출현한 원인으로는 5~7개 유형으로 구성된 지점들이 농촌경관에서 가장 일반적인 유형이기 때문이거나, 이러한 지점들이 육상포유류의 출현에 유리한 조건이

기 때문이거나, 이 두 가지 이유가 복합적으로 작용했기 때문일 수 있다. 향후 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

전체 500개 지점과 264개의 평균종수 이상 출현지점을 대상으로 토지이용형태 유형의 출현빈도를 분석한 결과, 토지이용형태 중 산림, 논, 밭, 하천, 초지, 농촌형건축물 유형이 50% 이상의 지점에서 나타났으며, 특히 육상포유류가 평균종수 이상 출현한 지점에서는 논, 밭, 하천의 출현빈도는 높아지는 반면, 도시형 건축물, 도로의 출현빈도는 매우 낮아진다고 정리할 수 있다.

이상의 분석과정을 기초하여 우선보전연결구간 지정을 위한 조건으로서, 5~7개의 토지이용형태 유형으로 구성되어 있으면서 산림, 논, 밭, 하천, 초지 등은 포함하는 반면, 도시형 건축물, 도로, 기타(공단, 공사장, 채석장 등) 유형은 포함하지 않는 지점, 그리고 현재 각 시·군의 평균종수 이상 육상포유류가 출현하는 지점으로 한정하였다. 최종 선정된 89개의 지점들은 현재 육상포유류의 서식이나 출현에 상대적으로 안정된 구간들이라 판단할 수 있으므로 향후 지속적인 모니터링 및 관리방안 제시가 필요하다고 할 수 있다.

이번 연구는 육상포유류가 비교적 많이 출현하는 지점을 우선보전연결구간으로 선정하기 위해 토지이용형태의 유형분석을 이용한 방법론적 측면에서 의미가 있으며, 지역마다 목표종을 선정하여 그 목표종에 적합한 중요 지점을 선정하는 연구에도 이와 같은 방법을 적용할 수 있을 것이다. 무엇보다, 이미 단절된 구역에 대한 연결방안 마련도 중요하지만, 아직까지 인간의 영향으로부터 안전하여 야생동물의 서식과 이동이 실제 지속되고 있는 구역에 대한 대책으로서 "우선보전연결구간"을 선정해 관리해야 한다는 점을 제시했다는 측면에서 이번 연구의 의미가 있다고 생각한다. 그러나 향후 선정된 구간에 대한 보다 구체적인 범위설정이 필요하며, 이를 위해 출현종의 행동 패턴 등에 대한 고려가 있어야 할 것이다. 따라서 야생동물의 이동형태 등을 고려한 "우선보전연결구간"의 범위설정에 대한 연구가 향후 필요하다. 그리고 각 시·군별 중요 산림의 면적에 비례한 중요 지점 선정을 통해 보다 정밀한 조사가 필요하며, 이번 연구결과와의 차이점을 찾아볼 필요가 있다고 생각된다. 또한, 출현예상지점을 선정하기 위해 적용된 생태적 지표들에 있어서도 향후 지표별 심도 있는 고찰 및 연구가 있어야 할 것이다.

주 1. 본 조사는 각 시·군의 비오톱지도 작성을 위해 수행된 과정임에 따라 각 지역별 동일 수의 지점을 정할 필요가 있었음.

인용문헌

1. 김귀곤, 최준영, 손삼기(2000) 단편화된 서식처의 연결을 위한 야생동물 이동통로의 조성. 한국조경학회지 28(1): 70-82.
2. 민지홍, 한갑수(2010) 오대산국립공원의 야생동물 로드킬 특성. 한국환경생태학회지 24(1): 46-53.

3. 이경재, 한봉호(2003) 도로개발에 의하여 훼손된 산림지역 생물이동통로 식재계획, 한국환경생태학회지 16(3): 321-337.
4. 전익요, 한봉호, 홍석환, 이경재(2006) 의왕시 오봉산 육교형 생태 이동통로 모니터링에 의한 관리 및 개선방안. 한국조경학회지 34(1): 10-20.
5. 최병진, 조영식, 정종철, 김주필(2007) 야생동물 생태학적 사례연구를 통해서 본 교량형 생태통로의 현황 및 문제점. 환경영향평가 16(4): 285-300.
6. 최태영, 박종화(2006) 이동통로가 늘어나면 야생동물 교통사고가 감소할 것인가?. 한국환경생태학회 학술대회지 2: 58-67.
7. 한봉호, 김정호, 김종식(2005) 도심지역 산지형 근린공원내 도로에 의한 단절지역 생물이동통로 조성계획 연구: 동작구 노량진근린공원을 대상으로. 한국조경학회지 33(2): 16-31.
8. 한상훈(2004) 야생동물이동통로의 문제점 평가분석 및 대책. 한국환경생태학회 학술대회지 1: 65-78.
9. Bamford, R.(1986) Broadleaved edges within conifer forest. The importance to bird life. Quarterly Journal of Forestry 80: 115-121.
10. Blouin, M. S. and E. F. Connor(1985) Is there a best shape for nature reserves?. Biological Conservation 32: 277-288.
11. Conner and, R. N. and C. S. Adkisson(1975) Effects of clear cutting on the diversity of breeding birds. Journal of Forestry 73: 781-785.
12. Davis, S. K.(2004) Area sensitivity in grassland passerines: Effect of patch size, patch shape and vegetation structure on bird abundance and occurrence in southern Saskatchewan. The Auk 121(4): 1130-1145.
13. Gates, J. E. and L. W. Gysel(1978) Avian nest dispersion and fledging success in field-forest ecotones. Ecology 59: 871-883.
14. Harris, L. D.(1984) The Fragmented Forest, University of Chicago Press.
15. Karr, J. R. and Roland R. Roth(1971) Vegetation structure and avian diversity in several New World areas. American Naturalist 105: 423-435.
16. MacArthur, R. H. and E. O. Wilson(1967) The Theory of Island Biogeography(University, Princeton in Press).
17. Mazurek, M. J. and William J. Zielinski(2004) Individual legacy trees influence vertebrate wildlife diversity in commercial forests. Forest Ecology and Management 193(3): 321-334.
18. Nudds, T. D.(1977) Quantifying the vegetative structure of wildlife cover. Wildlife Society Bulletin 5: 113-117.
19. Opdam, P.(1991) Protecting natural areas in fragmented landscapes. Nat. Areas J 7: 2-13.
20. Scheller, R. M. and David J. Mladenoff(2008) Understory species patterns and diversity in old-growth and managed northern hardwood forests. Ecological Application 12: 1329-1343.
21. Strelke, W. K. and J. G. Dickson(1980) Effect of forest clear-cut edge on breeding birds in eastern Texas. Journal of Wildlife Management 44: 559-567.
22. Wilcove, D. S., C. H. McLellan, and P. Dobson(1986) Habitat fragmentation in the temperate zone. In: M. E. Soule(Editor), Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity. Sinauer, Sunderland, MA, pp. 237-256.

원 고 접 수 일: 2010년 9월 29일
 심 사 일: 2010년 11월 29일(1차)
 2011년 1월 4일(2차)
 계 재 확 정 일: 2011년 1월 5일
 3 인 의 명 심 사 필