

# 청주시 환상녹지의 경관 파편화 실태와 지속가능한 녹지관리 방안 모색

김재한\*

## Landscape Fragmentation of Circular Greenspace in Cheongju and Requirements for a Sustainable Development

Jai-Han Kim\*

**요약 :** 2002년 그린벨트 해제 이후 청주시 환상녹지에서의 주거지 확대와 주요 간선도로의 확충 등 토지이용의 변화로 인한 경관파편화를 조사하고, 비오톱 조사결과와 비교하여 생물 종풍부성에 미친 영향을 파악해 보았다. 취락확대는 동부 산림구역을 제외한 시가지에 연결한 전 구역에서 이루어졌고, 도로밀도는 지역간 도로의 교차로가 있는 남북 구역에서 높게 나타났다. 이러한 경관파편화가 종풍부성이나 개체 풍부성에 미친 영향은 동물 유형별로 다르게 나타났다. 조류의 경우 경관파편화 외에 먹이활동이 용이한 수변환경에의 근접성이 중요하게 작용하여 파편화 정도가 높은 남북(N2, N3, N4, S2) 구역에서도 종풍부성이 높게 나타났다. 양서파충류는 조류에 비해 출현 종수의 종간 편차가 거의 없기는 하나, 파편화가 클수록 종풍부성이 낮아지는 경향은 더 뚜렷하게 나타났다. 청주시의 지속가능한 녹지관리를 위해서는 경관생태에 대한 정보 축적을 기반으로 하여 경관생태계획과 도시계획을 통합 관리하는 것이 우선적으로 요구되고, 다양한 지역사회 구성원의 참여와 또한 인접한 청원군과의 월경 녹지관리 협력이 뒷받침되어야 할 것이다.

**주요어 :** 그린벨트, 환상녹지, 경관파편화, 종풍부성, 녹지관리

**Abstract :** This study examines on the impact of biodiversity in circular greenspace of Cheongju city since 2002 greenbelt release. Research has carried out to investigate the biotope pattern change with landscape fragmentation. Major landscape fragmentation has occurred with development of residential sector and build-up of major highways. Settlement has been expanded to the entire area connected to urban district excluding the eastern forest. North-south district shows high road density, where inter-regional roads meet in the cross-section. It is found that landscape fragmentation impact on species richness as well as population size of the species varies depending on the animal species.

The birds show high species richness in N2, N3, N4, S2(north-south zone) even with high fragmentation rate. This can be explained that birds can access to aquatic environment where they can find abundant food resources. The amphibians and the reptiles show almost no zonal variation in species richness than the birds. The more a zone fragmented in small patches, the species richness of the amphibians and the reptiles also tends to be declined. Information accumulation on biodiversity for integrating landscape planning in urban planning, various level of community participation in decision making process, and cross border cooperation with neighbouring Cheongwon-gun will be required for sustainable greenspace

이 논문은 2010학년도 청주대학교 학술연구소가 지원한 학술연구조성비(특별연구과제)에 의해 연구되었음.

\* 청주대학교 지리교육과 교수(Professor, Department of Geography Education, Cheongju University), zhkim@cju.ac.kr

management of Cheongju City.

**Key Words** : greenbelt, circular greenspace, landscape fragmentation, species richness, greenspace management

## 1. 서론

본격적으로 개발되지 않아 자연생태계가 제대로 기능하는 경관바탕(matrix)에 새로운 주거지 공간과 도로가 들어오게 되면 다양한 토지이용의 혼재로 경관이 세분되는 파편화(fragmentation, degradation)가 불가피하게 된다. 그 결과 우리나라 도심지역에서는 생물생태계의 흔적을 찾기 어렵게 되었고 도시주변 지역의 녹지경관도 (난)개발로 인해 생물다양성(biodiversity)이 급격히 떨어지고 있는 실정이다. 도시지역의 생물다양성 감소에 대한 국내외 연구가 최근 급격히 증가한 것은 파편화의 주체이기도 한 도시민이 다른 한편으로 양호한 자연경관을 도시지역에서 누리고자 하는 욕구가 늘고 있기 때문일 것이다. 아울러 경관파편화가 생물생태계 뿐 아니라 도시민에게도 커다란 스트레스로 다가옴을 의미한다.

도시화와 개발압력에 의한 경관파편화와 관련한 연구는 크게 그 구조와 형태, 종다양성 감소, 도시민의 생태경관 수요, 지속가능한 도시계획의 범주로 나누어 볼 수 있다. 구조적 특성을 중심으로 하는 경관파편화 연구는 우리나라의 대구시(Jung *et al.*, 2003)와 경산시(Jung *et al.*, 2002), 광주시(Kim & Pauleit, 2007)에서 수행한 바 있고, 위성사진을 이용하여 토지이용변화에 따른 산림 경관조각(patch)의 형태, 유형, 거리, 구조를 이미 개발된 정량적 경관지수를 활용하여 분석하고 있다. 그 결과 산림과 농경지가 도시화 영향을 받아 파편화 현상이 발생하고 잔존 녹지경관의 생태적 건전성이 감소하고 있음을 보여주었다. 이러한 유형의 연구는 파편화의 영향을 받는 산림 패치의 경관생태학적 변화에 관심을 두는 것이 일반적이는데, 본 연구에서는 도시화를 유발하는 원인인 취락과 도로의 확대에 주안점을 두어 파편화를 해석하였다.

도시지역에서 경관 파편화 현상으로 산림이나 녹지의 경관 패치가 작아질수록 생물의 종구성이 변화하고 종다양성이 감소한다는 사실은 많은 연구에서 확인되고 있다(Eppink *et al.*, 2004; Di Giulio *et al.*, 2009; Park & Choi, 2005). 종다양성이 경우에 따라서는 특히 취락이나 도로교통에 의한 파편화가 극도로 진전되면 생물군집이 고립되어 번식에 불리하며, 패치간 이동시 로드킬이 빈번하게 발생하기도 한다. 특히 산란지인 수변환경, 먹이활동 공간, 동면지의 유기적 연계가 이루어져야만 생존할 수 있는 두꺼비 등 양서류는 파편화의 영향이 크다고 보고되고 있다. 또한 Eppink 등(2004)은 특히 생태적으로 민감한 자연지역에 인접하여 인간의 간섭이 행해질 시 심각한 영향을 미친다고 하였으며, Di Giulio 등(2009)은 작은 경관 패치라 하더라도 도시지역의 생물타리 경계 덩불과 같은 구성이 다른 자연경관 연결구간(경관 가장자리; edge)은 식생유형이나 구조에 따라 특수한 종의 서식지가 될 수 있다고 보았다. 이에 비해 도심의 '도시녹색길(greenway)' 회랑을 중심으로 한 녹지공간 네트워크가 잘 조성된 영국의 버밍햄시의 경우, 생물다양성을 조사한 결과 예상 외로 딱정벌레나 나비 등 곤충류와 자연식생에 있어 종다양성이 확인되기도 하였는데, 이로써 소규모 패치를 연결하는 것 보다 패치의 규모를 키워 서식여건을 개선하는 것이 더 유효했음이 밝혀졌다(Angold *et al.*, 2006). 조류를 대상으로 경관패치의 면적과 녹지간 연결성, 식생의 종류에 따라 종별로 영소(둥지틀기) 유형과 채이(먹이활동) 유형을 세분화하여 분석하기도 하였다(Park & Lee, 2002; Park & Choi, 2005; Shanahan *et al.*, 2011).

이러한 유형의 연구는 식생, 조류, 양서파충류, 곤충류 등 다양한 생물 종을 대상으로 하여 도시의 생물종다양성 감소현상의 원인과 결과를 분석하고, 나아가 경관생태학적인 대안을 제시하기 때문에 지속가

능한 도시계획 수립에 실질적인 도움을 주고 있다. 이들은 한 도시에서 출현하고 있는 주요 생물종의 특성에 맞게 녹지 패치의 확대 및 패치간 연결성 증대, 녹지의 생태적 기능을 향상시키기 위해 다양한 서식환경 조성을 주장하고 있다.

Di Giulio 등(2009)는 경관파편화가 생물다양성에 뿐 아니라 도시민의 웰빙에도 부정적 영향을 미친다고 주장하였으며, Kwon & Lee(2001)는 주변지역 기온을 떨어뜨리는 효과를 가지는 도심의 대규모 녹지의 중요성을 강조하였다. 도시의 녹지공간 또는 농업경관이 생산기능 외에 교육, 레크레이션, 여가활동, 생태계 보전 등 다양한 기능을 수행할 수 있음을 간과해서는 안된다고 보았다(Song & Gin, 2002; Lee, 1999). 나아가 도시민이 어떠한 유형의 경관을 선호하는지에 대한 조사방법이 소개되기도 하였다(Mathews & Foster, 1986, chap.3).

도시에서의 생물다양성 보전이 도시계획에 반영되어야 한다는 점에서는 많은 연구자들이 견해를 같이 하지만 무엇을 어떻게 개선하고 보완해야 하는지에 대해서는 백가쟁명의 상태이다. 토지이용과 서식생물에 대한 지속적 체계적 조사 시스템 구축이 생물종다양성 위협 정도를 판단하기 위해 가장 시급한 작업이며(Pauleit *et al.*, 2005; Löfvenhaft *et al.*, 2004), 도시지역 경관파편화가 주로 도로에 의해 발생한다는 점에서 도로망을 통합관리하고 생태통로를 확보하기 위해 도로구조물 설계에 유의해야 한다고 주장하거나(Di Giulio *et al.*, 2009), de Oliveira 등(2011)은 생물다양성 손실을 야기하는 다양한 분야의 파편화 주제들과의 협치가 필요하다고 보았다. Eppink 등(2004)은 생물다양성 보전과 개발육구가 조화되는 지속가능성의 의미를 보전노력의 비용과 후생이 일치하는 지점으로 보는 생태경제학적 관점에서 논하고 있어 환경오염 비용과 그 후생 관계에서 지속가능성을 고찰하는 환경경제학적 관점(Oh, 2006)과 상당히 유사한 점이 보인다. 주지하다시피 환경이나 생태자원에는 부정적 외부효과로 인해 시장기능이 제대로 작동하지 않기 때문에 문제해결이 쉽지 않은 것이 현실이다. 시민, 행정가, 도시계획 및 생태 전문가 등 다양한 주체의 협력과 폭넓은 제도적 보완이 있지 않는 한

지속가능성이라는 목표가 실현되기 어려울 것이다(Choi *et al.*, 2004).

본 연구는 도시화에 따른 경관파편화 현황을 효과적으로 관리하기 위한 녹지정책 모색에 관심을 두고 있으며, 이 두 주제를 연계하기 위해서는 경관 파편화가 종다양성에 미치는 영향의 고찰이 필요하다고 보았다. 그러나 Forman(1986)에 의거하면, 종다양성은 다양한 생활형이 포함된 많은 수의 종이 있을 경우를 의미하기 때문에 특정 분류체계의 종만을 다룰 경우 종풍부성(species richness)이라는 용어를 사용한다고 한다. 본 연구는 따라서 과거 그린벨트지역이었던 청주시 환상녹지(環狀綠地)에서 나타나는 취락과 도로를 중심으로 한 경관파편화 정도를 분석한 후, 청주시의 비오톱 조사결과(2007)를 활용하여 조류 및 양서류의 종풍부성과 어떤 연관성이 있는지 알아보고, 이를 기초로 지속가능한 도시계획 수립에 보완되어야 할 사항을 간략히 정리하고자 하였다.

## 2. 연구지역과 연구방법

### 1) 연구지역

청주시의 녹지지역 중 도심의 공원을 제외한 시가지 외곽의 연속된 환상 녹지지역을 연구대상으로 삼았다. 그 이유로는 도심의 소규모 공원들은 생태적 의미가 없다 해도 과언이 아니며, 한국에서는 도심 내 소공원이나 가로수에서는 조류 등 동물을 발견하기가 극히 어렵다고 보고되고 있기 때문이다(Park and Choi, 2005). 청주시 환상녹지는 청주권 개발제한구역(이하 그린벨트)에 기원을 두고 있어 시 경계를 넘어 청원군까지 연결되고 있다. 그러나 그린벨트가 해제된 2002년 이후 청주시 도시기본계획에서 청원군이 제외되고, 도시 비오톱 조사도 청주시에서만 행해져 부득이 연구지역을 청주시 환상녹지로 한정하였다.

환상녹지의 내부 경계는 주요 순환도로와 시가지 밀도를 감안하여 임의로 획정하였는데, 그러다 보니

동부순환도로로 주변 산림과 격리된 청주시 동부에 위치한 우암산 일대는 비록 그 패치 면적이 크기는 하지만 순환도로로 완전히 고립된 일종의 도서생태계적 특징을 가지고 있기 때문에 연구지역에서 제외되었다. 본 연구에서 고려된 토지이용은 자연지역이라 할 수 있는 산림, 반자연지역이라 할 수 있는 논과 밭 그리고 주거지, 산업지역 및 도시시설 등의 토지이용을 통합하여 표현한 광역의 취락으로서 4대 경관요소로 간주하였다. 그밖에 하천이나 소류지, 도로 등은 선적인 특성을 지니고 있어 일차적인 토지이용 분류에서는 배제되었다(Figure 1). 토지이용 현황은 2009년판 1:25,000 지형도를 기초로 작성하였다.

청주시 토지이용 현황도가 작성된 후 환상녹지는

분석 편의를 위해 방사상 광역도로를 기준으로 10개 존으로 분할하였는데, 이 때 4개 경관 구성상 산림과 논이 각각 우세한 구역, 취락과 밭이 우세한 구역으로 나누어 파편화 정도와 생물 서식환경에 차이가 있는 점을 고려하였다. 10개 존은 경관파편화 및 종풍부도 분석단위로 이용하였다. 본고에서 존별 생물다양성을 파악하기 위해 청주시 생태현황도(2007) 자료를 활용하였으며, 이중 조류와 양서파충류의 조사지점이 연구지역 존 구분도에 나타나 있다(Figure 2).

환상녹지의 동부(E1, E2)는 상당산을 중심으로 한 남북주향의 산림으로 고도와 경사가 커서 개발의 손이 미치지 못한 지역이며, 최근 512지방도가 조성되어 생태계를 분리하고 있어 존 구분의 경계선으로 삼

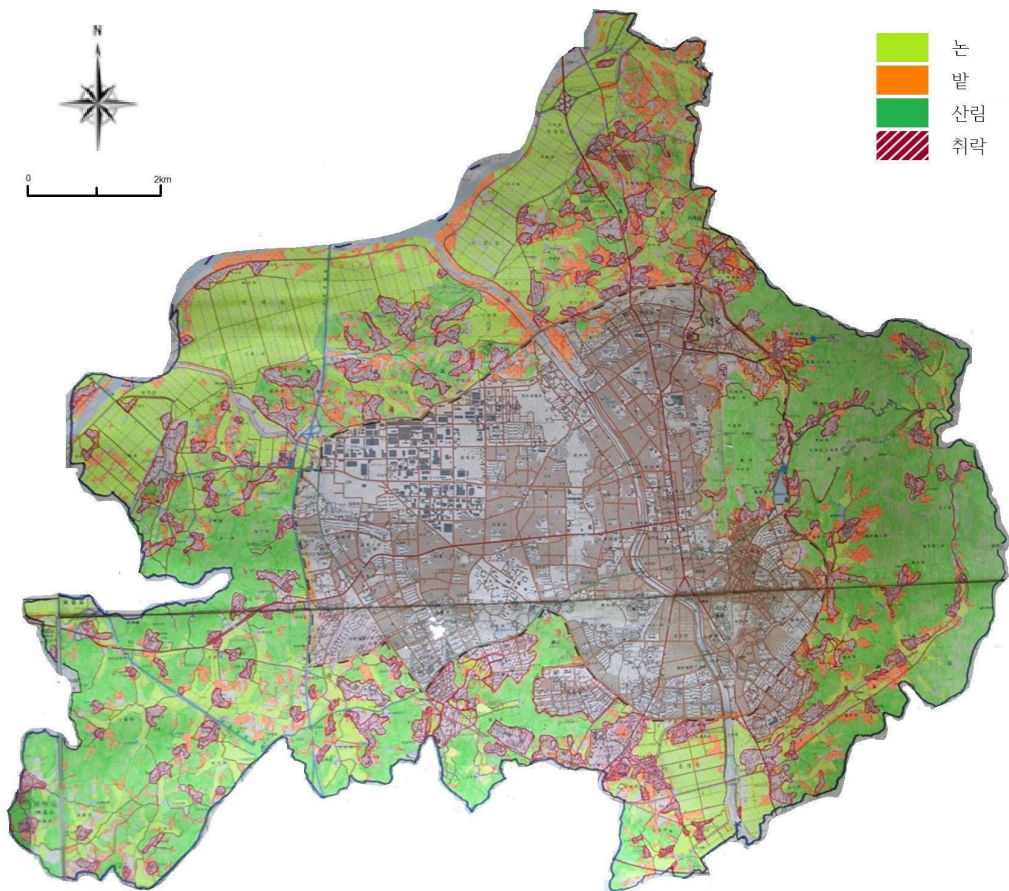


Figure 1. Land use pattern of circular greenspace in Cheongju City (Study Area).  
청주시 환상녹지의 토지이용 패턴 (연구지역); 1:25,000 기본도 의거 작성





Figure 2. Circular greenspace in zones and biotope monitoring spots. 환상녹지의 구역구분과 비오톱 조사지점

았다. 서부(W1, W2) 또한 부모산을 중심으로 산림이 형성되어 있으나 취락과 농경지 비중이 좀 더 높으며, 동서 간선도로로 서로 분리되고 있다. 남부(S1, S2)는 구릉성 지역으로 서부와 유사한 경관을 나타내나 특히 S1에 대규모 취락이 조성됨으로 인해 생태적 교란이 심하며, S2의 경우 논이 우세한 지역으로 도시화 압력이 심화되고 있는 지역이다. 북부는 N1, N2와 같이 미호천 유역에 넓게 펼쳐진 논농사 지역, N3나 N4와 같이 취락이 우세한 지역으로 구분된다. 도심 하천인 무심천이 북부 존(N1, N3 vs N2, N4)의 동서 경계를 나누는 기준선으로 간주되었다. 북부지역은 고속도로의 교차로나 주요도로가 밀집하여 확대되는 취락과 더불어 파편화 압력이 가장 높은 지역이다.

## 2) 자료와 방법

### (1) 경관파편화 분석

경관 구조와 상호이질성을 평가위한 다양한 정량 지표가 개발되고 있어 경관요소의 공간적배열 관계나 시간적 변화 분석에 유용하지만(Forman and Gordon, 1986), 생태적 과정에의 연계성 부분은 아직 충분한 검증은 거치지 못했다고 평가되기도 한다(Di Giulio *et al.*, 2009). 더구나 청주에서 조사된 비오톱 자료와 경관파편화의 관계에 대해 관심을 가졌기 때

문에 되도록 비오톱 자료와 지역단위를 같이 하면서 파편화의 지역적 차이를 반영할 수 있는 수준의 경관 요소 선정과 파편화 기준이 요구되었다.

여기에서는 고차원적인 경관지수를 이용하기 보다는 보다 단순화된 파편화 기준을 설정하여 환상녹지 존간의 도시화 압력을 비교 검토하는데 주안점을 두었다. 파편화 교란 주체인 취락을 패치 단위로 나누어 각 존의 패치당 평균면적이 클수록, 또한 취락면적 비율이 높을수록 생태계 교란강도가 높을 것이라 판단하였다. 반대로 경지와 산림의 패치당 면적과 면적 비율이 높을수록 교란강도가 낮음을 의미한다.

Figure 1의 토지이용도를 기초로 10개 존별로 각 경관요소의 패치수와 패치당 평균면적, 경관요소별 면적 비율을 계산하여 도표화함으로써 존간 취락으로 인한 패치 파편화 정도를 비교 분석하고자 하였다. 패치면적 계산은 인터넷 포털에서 제공하는 위성사진과 면적 계산 프로그램을 활용하였다.

도로는 경관 매트릭스를 분리시켜 동물의 이동을 막아 생태계를 교란시키기 때문에 이 또한 경관파편화의 지표에 포함시켰다. 존의 경계 역할을 하는 주요 도로 제외한 각 존 내부의 2차선 이상 각급 도로 비율과 도로밀도, 도로에 의해 분리된 경관 패치수와 패치당 평균면적을 측정하여 존간 생태계 교란 가능성을 비교하는데 활용하였다. 즉, 도로밀도와 광폭도로 비중이 높을수록, 도로로 인한 분리패치의 패치당 평균면적이 작을수록 생태계 교란 강도가 높아질 것으로 판단하였다. 도로의 길이와 패치면적 계산 또한 인터넷 포털이 제공하는 위성사진과 거리·면적 계산 프로그램을 활용하였다.

### (2) 종풍부성 분석

본고에서는 청주 지역 내에 출현하는 대분류 동식물의 종수와 개체수(피복도)를 조사한 비오톱 조사보고서(2007) 내용을 근간으로 각 구역별 조류와 양서 파충류의 종풍부성을 비교 검토하고자 한다. 청주시가 시행한 이 비오톱 조사는 도시생태현황도를 작성하고 비오톱 등급을 설정하기 위해 2006년에서 2007년에 걸쳐 시민환경단체의 참여하에 조류와 양서파충류 이외에 어류, 곤충류, 포유류를 중심으로 조사

되었다. 어류의 경우 서식지의 제한으로 전 조사지역을 포괄하지 않고, 포유류의 경우 청문과 흔적을 중심으로 조사하고 조사지점별 자료가 부실하였으며, 곤충류의 경우 35개 조사지점 중 연구지역을 벗어난 도심이 14개소, N3존이 9개소, E1존이 7개소이고 나머지 존에서는 조사지점이 누락되거나 1군데 정도만 조사되어 존간 종풍부성 비교가 어려워 분석대상에서 제외되었다.

조류는 봄에 2회, 겨울에 2회, 가을에 1회 등 2006-2007년 사이에 5회에 걸쳐 조사되었는데 봄은 여름철새와 겨울철새가 교체되는 시기라 종이 혼재하는 경우가 많았으며, 가을이나 겨울철에 조사한 때에도 일부 여름철새의 잔류가 관찰되기도 하였으며, 쇠백로, 왜가리, 청둥오리, 흰뺨검둥오리 등 일부 철새는 텃새화되는 경향을 보인다고 보고되었다. 조사지점은 20개소로 환상녹지 내의 하천, 저수지, 방죽 등 수변환경에 인접한 지역이 선정되었는데, 이는 조류가 영소공간(둥지)으로 물가를 선호하고, 채이공간(먹이활동공간) 또한 어류, 양서파충류, 곤충 및 곡식 낱알이나 뿌리를 쉽게 수할 수 있는 인간의 간섭이 없는 수변환경이나 습지를 선호한다는 판단이 작용했던 것으로 보인다. 보고서에서는 조사한 시기별로 겨울철새, 여름철새, 텃새, 나그네새로 분류하여 어떤 종이 어떤 조사지점에서 몇 개체가 발견되었는지 도표로 작성되었다.

본 연구에서는 조사지점별 시기별 조사표를 앞서 구분한 10개 존의 현황 자료로 만들기 위해서는 5시기의 지점별 자료를 통합하고 이 자료를 다시 존별로 통합해야 했다. 각 존별로 조사지점 수 차이로 인하여 존별 종풍부성 왜곡이 있을 수 있기 때문에 한 존 내의 총 종수와 개체수를 조사지점 수로 나누어 평균 종출현도와 개체수로 변환시켰고 이 자료를 기초로 10개 존간 종풍부성을 비교분석하였다.

양서파충류는 포식-피식 관계로 출현종수나 개체수에 있어 정비례하는 경향이 있기 때문에 한 묶음으로 조사된 것으로 보인다. 2006년 6월에서 2007년 7월까지 겨울을 제외하고 여러 차례 조사되었으며, 총 조사지점수는 47개소이고, 하천, 저수지, 소류지, 계류, 산림, 평지녹지 등 다양한 서식환경에서 조사되

었다. 이는 양서류의 경우 산란지로 수변환경을, 먹이공간으로 초지나 습지, 동면지로 흙이 부드러운 산림 경사지나 낙엽더미 등 생활주기에 따라 다중 비오톱을 필요로 하기 때문일 것이다. 보고서에서는 지점별 양서파충류 출현 종수와 개체수로 정리하였는데, 본 연구에서는 존별 종풍부도를 비교하기 위해 앞서 조류와 같은 방식으로 통합하고 존별 평균 출현 종수와 개체수로 변환시켰다.

### 3. 결과 및 토의

#### 1) 경관파편화

##### (1) 취락에 의한 경관파편화

취락 면적이 차지하는 비율로 볼 때 인간의 간섭이 가장 많은 구역은 S1, N3, N4 등으로 도심과 경계하면서 제2순환도로에 인접하여 대단위 주거지역이 형성된 곳이다. S1 존의 산남3지구와 성화지구는 논밭이 주거지로 바뀐 경우이며, N3와 N4에서는 취락 밀도와 더불어 밭의 비율이 높은 것이 특징이다. 밭에는 비닐하우스 재배, 과수원, 목장 등의 토지이용도 포함시켜 계산하였다. 동부간선도로의 동부 산림(E1, E2)과 서부 부모산을 중심으로 하는 산림(W1, W2)구역, 무심천과 미호천 수변의 논 비율이 높은 구역(S2, N1, N2) 순으로 취락면적 비율이 낮아 인간의 간섭이 작다고 볼 수 있다. 토지이용 항목 중 기타는 도로부지 외에 하천부지, 수로, 저수지, 방죽 등이 포함되어 있어 기타 비율이 높다는 것은 종풍부성이 오히려 높아질 가능성도 있음을 의미한다.

N3, N4, W2, E1 등 경사가 완만한 구릉에 위치하면서 전통적인 소규모 발농사가 탁월한 구역에서 취락의 패치수가 많고 취락 평균면적도 높은 수준을 유지한다. N1, N2, S2, E2 구역 등 논과 산림경관이 탁월한 지역에서는 상대적으로 취락 패치수가 적고 취락 패치당 평균면적 또한 작은 특성을 보인다. 발농사가 탁월한 지역에서 인간에 의한 교란이 보다 크고, 산림이나 논농사 구역에서 생태교란이 적다라고 표

현해도 무방하다고 판단한다.

(2) 도로에 의한 경관파편화

도시지역에서 종풍부성을 떨어뜨리는 결정적인 경관요소는 거미줄처럼 연결된 도로체계라 할 수 있다. 청주는 3중의 순환도로와 방사상 주요 간선도로 및 서부를 관통하는 고속도로로 이미 파편화가 크게 진전되어 있다. 도로는 경관을 절단하여 동물이동을 방해하는 경계구간 성격의 패치의 가장자리(edge) 비율을 높일 뿐 아니라 다양한 서식처 공간을 분절함으로써 생물의 종다양성과 개체수를 급격히 감소시키는 주원인이 된다(Lee, 2001; Forman & Gorden, 1986). 이미 환상녹지를 주요도로를 경계로 10개 생태구역을 나누어 각 구역 내부의 파편화 분석에 국한하였기

때문에 구역의 경계가 되는 광폭도로는 고려대상에서 배제되었다. 청주시 환상녹지의 경관파편화를 각 구역 내부의 도로밀도, 도로에 의한 분할된 패치수, 패치당 평균면적 지표를 통해 생물다양성에 미칠 부정적 영향을 비교 검토하였다.

도로밀도는 N1, N4 등 고속도로와 지역간 광역도로의 교차로가 위치한 구역과 S1, S2 등 주요국도와 순환도로가 교차하는 구역에서 상대적으로 높아 생물다양성을 감소시킬 것으로 예상되어, 경지비율이 높고 수변환경이 양호해 생물다양성이 높을 것으로 예상되는 유리한 조건과 병립하고 있다. 지형이 평탄하여 도로개설 조건이 양호한 북부지역에는 향후 광폭도로가 개설될 예정이어서 도로로 인한 경관파편화가 더욱 심화될 처지에 놓여있다.

Table 1. Landscape fragmentation: number and average size of patches according to zonal land use types.  
구역별 경관요소별 패치수와 평균면적

토지이용	지표	구역									
		N1	N2	N3	N4	W1	W2	S1	S2	E1	E2
논	a	1	9	11	18	12	13	14	5	11	8
	b	4,000	8,821	1,765	2,552	235	2,054	2,056	2,678	2,046	263
	b/a	4,000	980.11	160.45	141.77	19.58	158	146.85	535.6	186	32.87
	<b>b/T</b>	<b>76.9</b>	<b>82.9</b>	<b>19.3</b>	<b>26.1</b>	<b>3.6</b>	<b>16.7</b>	<b>20.3</b>	<b>45.1</b>	<b>11.8</b>	<b>3.0</b>
밭	a	13	31	48	48	22	85	40	25	50	28
	b	507	684	2,945	1,704	233	1,117	489	536	931	398
	b/a	39	22.06	61.35	35.5	10.59	13.14	12.22	21.44	18.62	14.21
	<b>b/T</b>	<b>9.8</b>	<b>6.4</b>	<b>32.3</b>	<b>17.5</b>	<b>3.5</b>	<b>9.1</b>	<b>4.8</b>	<b>9</b>	<b>5.3</b>	<b>4.5</b>
산림	a	0	2	28	21	4	11	12	3	10	3
	b	0	27	1,795	1,625	5,196	6,609	1,592	1,266	12,595	6,069
	b/a	0	13.5	64.1	77.38	1,299	600.81	132.66	422	1,259.5	2,023
	<b>b/T</b>	<b>0</b>	<b>0.2</b>	<b>19.6</b>	<b>16.6</b>	<b>80</b>	<b>53.8</b>	<b>15.7</b>	<b>21.3</b>	<b>72.4</b>	<b>69.5</b>
취락	a	1	8	26	21	14	23	16	11	24	13
	b	25	332	2,009	2,327	467	372	5,750	387	1,608	643
	b/a	25	41.5	77.26	110.8	33.35	16.17	359.37	35.18	67	49.46
	<b>b/T</b>	<b>0.4</b>	<b>3.1</b>	<b>22</b>	<b>23.8</b>	<b>7.1</b>	<b>3</b>	<b>56.7</b>	<b>6.5</b>	<b>9.2</b>	<b>7.3</b>
기타	<b>b/T</b>	<b>12.8</b>	<b>7.3</b>	<b>6.7</b>	<b>15.9</b>	<b>5.7</b>	<b>17.3</b>	<b>2.4</b>	<b>18</b>	<b>1.3</b>	<b>15.4</b>
합계면적	T	5,203	10,641	9,127	9,760	6,491	12,288	10,133	5,936	17,392	8,735

a: patch수, b: 전체면적(천m<sup>2</sup>), b/a: patch당 평균 면적(천m<sup>2</sup>), **b/T**: Zone 전체 면적 대비 각 토지 이용 비율(%)

Table 2. Landscape fragmentation: zonal statistics of road length and density, number and average size of patches divided by roads. 각 구역의 도로로 인한 경관파편화 통계

분석 항목	구역									
	N1	N2	N3	N4	W1	W2	S1	S2	E1	E2
2차선 이상 총길이(km)	13.95	15.84	14.30	25.58	8.66	12.65	18.52	9.77	23.26	7.5
1등급: 6차선 이상(%)	27.4	8.8	18.4	10	6.9	22.8	22.7	22.3	37.1	0
2등급: 4차선(%)	21.9	0	20.9	5.8	0	18.1	41.9	11.6	22	50.6
3등급: 2차선(%)	50.6	91.1	60.6	84.1	93	59	35.3	66	40.8	49.3
도로밀도(km/km <sup>2</sup> )	2.32	1.32	1.19	2.55	1.23	0.90	1.68	1.62	1.16	0.40
도로기준 patch 수	15	12	28	20	16	19	26	15	15	6
patch 당 평균면적(km <sup>2</sup> )	0.34	0.88	0.32	0.48	0.40	0.64	0.39	0.39	1.15	1.45

이에 비해 소규모 취락이 밀집한 구릉지역(N4, W2)에는 동물이동에 장애가 되는 2차선 이상의 도로가 발달하지 않아 패치당 평균면적도 작지 않게 나타나고 있고, 지형조건상 도로신설이 어려운 산림지역(E1, E2)은 경관파편화가 가장 낮게 나타나 생물 다양성이 훼손될 가능성은 상대적으로 적다고 판단된다.

그러나 구역간 생태 네트워크 연결성을 높이는 것이 환상녹지 전체의 생물다양성을 높이는 관건이 되나 청주시 환상녹지 10개 구간간 생태통로는 동부우회도로의 우암산-상당산 구간, 남부순환도로의 구룡산-잠두봉 구간, 그리고 원흥이방죽에 있는 것이 고작이고, 그나마 동물의 이동통로로 활용되기에는 위치 선정이나 설계에 있어 생태적 고려를 충분히 했다고 보기에는 문제가 많고, 심지어는 주민들의 등산로로 이용되어 본래 의미를 상실하고 있다.

## 2) 종풍부성

### (1) 조류의 종풍부성

생태구역 중 조류의 종풍부성이 높고 관찰 개체수가 가장 많은 곳은 N2와 S2이다. N2는 청주시 중앙부를 관류하는 무심천과 금강 지류인 미호천이 합수

되는 지역으로 얇은 하천과, 수변 초지, 넓게 펼쳐진 논, 자연형 수로 등 먹이활동에 유리하며, 여름철새의 경우 등지를 틀 수 있는 수관이 높은 수림이 산재하고 있다. N1 또한 N2와 마찬가지로 조류 서식환경이 양호하여 자주 관찰되는 지점인데도 불구하고 조사지점이 하나도 없다는 것은 조사 신뢰성에 문제를 야기할 수 있다고 본다. 북부의 N3, N4의 경우 수변 환경에서 다소 멀어짐에 따라 출현 종수에 있어서는 큰 차이가 없지만 개체수가 크게 감소하는 것을 알 수 있다.

S2는 청주시 남쪽 경계에 가까운 무심천변으로 N2 보다는 서식공간이 넓지는 않지만 논과 도심 하천의 생태적 중요성을 일깨워주고 있다. 과거 S1도 논이 많아 조류서식밀도가 높았던 것으로 알려져 있으나 현재는 대단위 주거단지로 변모하여 개체의 풍부성이 크게 낮아졌다. 하천에서 떨어진 동부의 E1에서 멍암지 등 규모가 큰 저수지 주변에서 조사한 경우를 제외하면, 동부 산지의 E2, 서부의 W1, W2는 구릉성 산림지역으로 소규모 방죽이나 계류 주변에서 텃새가 자주 발견되고 철새의 출현빈도는 크게 낮은 경향을 보이고 있다. 서식환경에서도 경지-산림, 방죽-경지 사이의 덩불과 자연초지를 제거함으로써 등지나 먹이활동 공간이 좁아진 것도 한 원인으로 지목할 수 있다.

일반적으로 녹지자연도가 높은 산림에서 동물의



Table 3. Zonal species(population) frequency of Birds. 구역별 출현 조류 종수(개체수)

구역 zone	지점수 spots	겨울철새 WV	여름철새 SV	통과조류 PM	합계	우점종
N2	2	9(263)	7(156)	12(78)	28(497)	청둥오리, 쇠오리, 흰뺨검둥오리
N3	1	7(26)	7(11)	12(71)	26(108)	
N4	2	6(52)	6(26)	13(129)	25(207)	멧비둘기, 흰뺨검둥오리
W1	3	6(36)	5(11)	11(33)	22(80)	
W2	3	6(35)	6(18)	7(33)	19(86)	
S1	2	8(51)	7(22)	8(22)	23(95)	
S2	2	9(140)	8(38)	11(91)	28(269)	흰뺨검둥오리
E1	3	8(33)	7(17)	11(77)	26(127)	
E2	2	6(25)	6(12)	5(11)	17(48)	

Note 1) Monitoring Time; WV(Dec.2006/Feb.2007), SV(Mar./May 2007), PM(Oct.2006/Nov.2007)

조사지점: 겨울철새(2006.12/2007.2), 여름철새(2007.3/5), 통과조류(2006.10/2007.11)

Note 2) The raw biotope data of Cheongju City(2007, 39-43) was transformed to zonal data.

\* 청주시의 제2차년도 도시생태현황도 조사보고서(2007, 39-43)의 조사지점별 통계를 준별 통계로 전환

종풍부성이 높다고 생각하는 경향이 있는데 조류에 관한한 주변의 경관파편화에도 불구하고 하천이나 소류지의 중요성이 부각된다고 하였다.

### (2) 양서파충류의 종풍부성

우선 조사한 내용을 생태구역별로 재정리하였기 때문에 구역별로, 조사지점별로 다양한 비오톱 형태가 혼재되어 있음을 유념할 필요가 있다. 조류의 경우처럼 비오톱이 유사하면 직접적인 비교가 가능하지만, 양서파충류의 경우 구역별 출현 평균종수(개체수) 비교로 서식환경의 차이를 설명하기는 어렵다. 구역별 종풍부성(Table 5) 외에 비오톱별 종풍부성(Table 6)을 제시한 것은 바로 그러한 이유 때문이다.

동서부의 산림구역 E12, W12에서 종풍부성과 개체 풍부성이 높고, 남북부의 논이 우세한 구역 N2, S2에서 종풍부성과 개체풍부성이 상대적으로 낮은 것이 눈에 띄나 그 차이는 그다지 크기 않다. 남북부 생태구역의 경우 양서류가 동면할 수 있는 산림 경사지가 적은 것이 그 원인으로 추측된다. 존간에 차이가 적다는 것은 다른 한편으로 양서파충류가 환경이나 인간교란에 대해 조류와 다른 방식으로 반응한다는 것을 알려준다. 서식환경이 악화되면 조류의 경우 즉

각 등지를 이동하지만, 양서파충류의 경우 이동성이 낮아 개체수가 감소하는 형식으로 반응한다. 완전히 종소멸이 이루어지기 전까지는 종다양성 자체가 급격히 감소하지는 않기 때문에 생태구역간 종풍부성 비슷한 수준으로 나타나는 것 같다. 조류보다 양서파충류의 출현종수의 존간 편차가 적은 것은 서식환경이 좁아 존간 이동을 기대할 수 없지만, 철새 등의 조류는 서식환경이 넓고 서식환경이 좋은 곳으로 이동할 수 있기 때문인 것으로 판단된다.

비오톱 중에서는 방죽이나 저수지에서 종풍부성이 가장 높게 나타나고 하천과 산림이 그 다음으로 높게 나타난다. 소하천이나 산간 계류의 경우 종풍부성이 비교적 낮다. 조사지점별로 볼 때, 방죽 중에서는 원흥이방죽(S1), 저수지 중에서는 명암지(E2) 용정지(E1)에서 최다 종수와 개체수를 기록했으며, 계류/산림(E2)에서도 다수 출현하여 계류-저수지-산림이 어우러진 동부 산지구역이 양서파충류 서식환경으로 적합함을 보여주었다. 또한 조사지점별로 서식환경에 대한 인간간섭의 경중에 따라 종풍부성이나 개체 풍부성에 차이를 나타냈다.

Table 4. Zonal species(population) frequency of Amphibians and Reptiles by biotops.  
구역별 출현 양서/파충류 종수(개체수)

구역	지점수	조사지점 비오톱 유형	양서류	파충류	합계
N2	1	하천(미호천)	4(11)	4(8)	8(19)
N3	2	방죽(2)	4(13)	3(3)	7(16)
N4	3	하천(무심천외 1), 방죽(1)	3(10)	5(7)	8(17)
W1	2	산림(부모산), 방죽(1)	5(15)	4(4)	9(19)
W2	4	산림(2), 계류(1), 소하천(1)	4(16)	4(5)	8(21)
S1	8	산림(구룡산외 2), 방죽(1), 계류(3), 소하천(1)	4(18)	3(4)	7(22)
S2	1	방죽(1)	5(12)	3(3)	8(15)
E1	8	산림(3), 계류(2), 방죽/저수지/하천(각1)	4(23)	3(4)	7(27)
E2	5	산림(2), 계류(2), 저수지(1)	6(20)	6(7)	12(27)

Note 1) Dominant species of amphibians(frogs, toad, salamander) and reptiles(snake, lizard)

양서류 우점종(개구리, 두꺼비, 도롱뇽류), 파충류(뱀, 도마뱀류)

Note 2) Monitoring time (June 2006–July 2007, excluding winter season). 조사지점은 2006.6–2007.7(겨울 제외)

Note 3) The raw biotope data of Cheongju City(2007, 39–43) was transformed to zonal data.

\* 청주시의 제2차년도 도시생태현황도 조사보고서(2007, 39–43)의 조사지점별 통계를 존별 평균 출현종수로 변환

Table 5. Species(population) frequency of Amphibians and Reptiles by biotops, 비오톱별 양서/파충류 출현 종(개체수)

비오톱	양서류	파충류	합계
하천	4(10)	5(9)	9(19)
소하천	4(27)	4(6)	8(33)
방죽	4(13)	3(4)	7(17)
저수지	6(27)	7(9)	13(36)
계류	5(18)	2(3)	7(21)
산림	5(17)	4(5)	9(22)

source: same as Table 4, note 3).

### (3) 경관파편화와 종풍부성간의 관계

경관파편화 분석 중 생물서식환경에 영향을 줄 것으로 기대되는 지표는 취락 패치당 평균면적과 도로로 분리된 패치의 평균면적이다. 전자는 그 값이 클수록 종풍부성이 낮아지고, 후자는 그 값이 작을수록 종풍부성이 낮아질 것이다. 이는 물론 각 종의 생물 서식 자연환경이 모두 동일할 경우를 가정했을 때 내릴 수 있는 주장이다. 현실적으로는 서식 비오톱 환경이 산림 존, 취락과 밭이 혼재한 존, 논이 우세한 존 등으

로 많은 차이를 나타내기 때문에 도시녹지 생태계의 질을 평가하기 위해서는 자연요인과 인간간섭 요인을 종합적으로 고려해야 할 것이다. 이러한 견지에서 볼 때, 본 논문의 분석의 틀과 방법이 거칠다는 평가가 있을 수밖에 없다. 따라서 이질적인 비오톱 환경을 모두 비교하기 보다는 유사한 비오톱 환경간의 비교를 통해 경관파편화의 영향을 분석하는 것이 의미있을 것으로 판단된다.

산림 비오톱이 우세한 지역은 E1, E2와 W1, W2이다. E1, E2 존은 파편화 정도는 취락이나 도로 어느 요소를 보더라도 매우 낮게 나타나며, E2가 E1보다 더 낮게 나타나나 그 차이는 크지 않다. 그런데 종풍부성을 보면 E1에서는 조류 종수가 많고 양서파충류 종수가 매우 적은 반면, E2에서는 그 반대 현상이 나타나고 있다. 그 이유는 E1의 경우 무심천에 근접하여 수변환경이 좋아 조류의 종수가 풍부하고, E2는 산림에 둘러싸여 소규모 소류지가 발달한 것이 양서파충류 종수가 풍부한 이유로 볼 수 있을 것이다.

산림규모가 상대적으로 작기는 하지만 서부의 W1, W2의 파편화 정도를 보면 취락지표는 둘 다 10개 존 중 가장 낮은 수준이며, 도로지표 기준 파편화 정도는

W1에서 비교적 높게, W2에서 10개 존 중 평균이하의 수준을 나타내고 있다. 두 존 모두 조류의 출현 종수는 낮게 나타나고 양서파충류는 종수가 비교적 높게 나타난다. E2와 비슷한 서식환경을 가졌기 때문으로 해석할 수 있다. 전반적으로 동부 존보다 서부 존이 특히 도로에 의한 파편화 정도가 높기 때문에 종풍부성이 일률적으로 낮게 나타나는 것은 아니라고 말할 수 있다. 농경지가 동부보다 넓어 곳곳에 저수지나 방죽이 산재하여 서식환경이 좁은 양서파충류에는 큰 영향을 미치지 않았기 때문이라고 판단된다.

취락과 농경지가 혼재한 비오톱 특성을 가지는 존은 N3, N4, S1이다. 이들은 모두 취락과 도로에 의한 파편화 정도가 매우 높은 존이며, N3는 도로 지표에서, S1은 취락 지표에서 가장 높은 파편화를 나타내고 있다. 양자를 종합적으로 고려하여 파편화 정도를 볼 때, S1, N3, N4 순으로 높게 나타난다. S1에서 조류나 양서파충류의 종수가 낮게 나타나는 것은 쉽게 이해가 된다. 그러나 N3와 N4에서 파편화가 상대적으로 낮아 두 종류의 종수 모두 S1과 비슷하거나 더 높게 나타나고 있다. 특히 N3는 E1과 매우 유사한 구조를 가지는데, 이는 무심천에 인접한 공통점으로 조류의 높은 풍부성이 나타나고 양서파충류 종수가 낮게 나타나고 있다. N4는 N3에 비해 양서파충류는 우세하나 조류에서는 상대적으로 적은 종수를 나타내는 것은 수변환경 여건이 상대적으로 불리한 때문으로 보인다.

남은 N1, N2, S2 존은 모두 무심천과 미호천 유역에 위치하여 논의 경관이 탁월한 지역이다. 파편화 정

도를 보면 취락을 기준으로 할 때 모두 10개 존 평균 이하를 나타내고, 도로 지표로 볼 때 주요도로의 교차로가 발달한 N1, S2에서 매우 파편화 정도가 높고 N2에서 파편화 정도가 아주 낮게 나타나고 있다. 이러한 여건에서도 조류의 종 풍부성은 N2와 S2에서 전체 존 중 가장 높게 나타나고 있으며, 조사지점이 없어 자료가 없는 N1에서도 비슷한 상황을 나타낼 것이라 판단된다. 아직까지는 도로에 의한 파편화가 조류 중 활동반경이 넓은 철새에게도 감내할 정도이고, 유리한 먹이활동 여건이 파편화의 장애요인을 충분히 상쇄하기 때문일 것이다. 이 지역은 서식활동 반경이 좁은 양서파충류에도 파편화의 영향이 미치지 못하는 것으로 판단된다.

경관파편화와 종풍부성간의 관계를 종합하여 볼 때, 양자간의 기계적인 관련성은 부분적으로만 설득력을 가진다고 할 수 있다. 앞서 3가지의 비오톱 유형으로 나누어 각 유형에 부합하는 존간의 비교 분석한 결과, 각 존이 가지고 있는 인간의 간섭에 의한 경관 파편화 영향 뿐 아니라 자연적 서식환경 여건을 종합하여 고찰할 때만 지역내의 종 분포와 종풍부성을 이해할 수 있다고 결론내릴 수 있다.

경관파편화 정도와 종풍부성과의 관계를 확인하기 위해 다음과 같이 Table1~4의 자료를 활용하여 다음과 같은 방법으로 거칠지만 관계분포도를 작성하여 보았다(Table 6).

\* Table 1, 2의 취락 패치당 평균면적(a), 도로 패치당 평균면적(b)을 기준으로: (a) 수치 클수록 파편화 심화 의미, (b) 수치 작을수록 파편화 심화 의미

Table 6. Fragmentation level and species richness (L: Birds, R: Amphibians and Reptiles).  
경관파편화 정도와 종풍부성과의 관계 (좌: 조류, 우: 양서파충류)

파편화 \ 종수	상	중	하
1등급			E2
2등급	E1, N2		W2
3등급	S2, N4	W1	
4등급	N3		
5등급		S1	

파편화 \ 종수	상	중	하
1등급	E2		
2등급		N2, W2	E1
3등급		S2, N4, W1	
4등급			N3
5등급			S1

취락에 의한 파편화에서 가장 높은 수치를 나타내는 S1의 값을 100으로 하고 나머지 존의 파편화지수를 구함(A); 도로의 파편화에서 가장 낮은 수치를 나타내는 N3의 값을 100으로 보고 역산으로 나머지 존의 파편화지수 구함(B); A+B 합계 값이 클수록 경관 파편화 심화; 합계값이 작은 1등급에서 가장 큰 5등급 구간으로 구분

\*조류와 양서파충류 중 풍부도는 Table 3, 4 합산 종수를 기준으로 상중하 3등급으로 구분

이 표를 볼 때, 조류의 경우, 파편화 수준과 종수간의 관계가 비례관계를 보이는 존 수는 대략 6-7개 존이고 E2, W2 만이 추세에서 벗어나 있다. 이 존들은 산림비오톱으로서 주요하천에서 원격하다는 공통점을 가진다. 즉, 파편화 수준이 아주 낮지만 조류 종수가 높게 나타나지 않고 있다. 양서파충류의 경우 파편화 수준과 종수간에 비례관계를 잘 보여주고 있다. 다만 E1 만이 추세에서 벗어나 있는데 이는 조사지점이 출현종수가 적게 나타나는 산림이나 계류 비중이 다른 존보다 많기 때문으로 보인다.

#### 4. 지속가능한 녹지관리

##### 1) 청주시의 도시계획과 녹지관리 연혁

우리나라에서 개발제한구역(이하 그린벨트)이 2002년 규제완화라는 차원에서 해제 조치됨으로써 새로운 국면을 맞이하게 되었다. 해제되기 전 중앙정부는 해제구역의 난개발을 방지하고 환경친화적인 이용을 유도하기 위한 토지등급 분류 활용지침을 수립하였으며(Ministry of Construction and Transportation, 1999a), 등급 부여 기준으로 표고 및 경사도, 임업적성도, 식물상, 수질, 농업적성도 등을 종합적으로 고려하여 개발하거나 보전녹지로 지정하도록 하였다. 청주시 그린벨트 검토 결과 동부 산림지역을 제외하고는 나머지 구역은 개발해도 된다는 토지등급 IV를 부여한 바 있다(Ministry of Construction and Transportation, 1999b).

청주시(2001)가 자체적으로 부여한 환경등급은 건설교통부가 부여한 것과 큰 차이가 없어 동부산지는 1등급, 무심천 남부 논과 미호천 유역 논에는 2등급을 부여하여 보전지역으로 간주하였을 뿐 나머지 모든 지역은 개발가능지로 보았다. 그러나 2005년 세부적인 등급 부여에 있어서는 서부산지를 1등급, 이 보다 자연도가 높은 동부산지는 2등급, 전담지역은 아예 등급 외로 취급하는 등, 실제 동물생태계 자료의 미비로 식생의 녹지자연도만 고려한 환경부 생태자연도를 적용함으로써 결과적으로 2001년 논지역의 보전가능성을 스스로 부정한 결과가 되었다. 이러한 초기의 도시지역 생물다양성에 대한 무지와 청주권 개발에 대한 의지가 결합되어 현재의 도시경관 파편화를 겪게 되었다고 해도 과언이 아닐 것이다.

도시개발로 인한 청주시의 경관파편화 실태를 파악하기 위해서는 2002년 그린벨트를 해제한 후 지금까지 토지이용에 있어 어떤 변화가 있었는지를 아는 것이 필요하다. 우선 도시녹지의 향방을 가를 전환점이 된 그린벨트 해제를 즈음하여 중앙정부는 해제 이후 야기될 수 있는 난개발을 방지하고 녹지보전의 목적을 달성하기 위한 다양한 제도적 장치를 마련하였다. 해제지역 내에서의 개별 개발사업과 공공사업에 대한 토지적성평가와 환경영향평가의 강화 외에도 효율적인 토지이용을 위해 선계획-후개발 체제를 제도화하여 도시기본계획에 이를 반영토록 한 것이 그 예라 할 수 있다.

청주시에서는 2003년 이후 불거진 대전-세종시-오송보건의료복합단지-오창과학산업단지-청주국제공항을 잇는 일련의 대규모 국책사업으로 해제된 청주권 그린벨트의 녹지지역 훼손이 불가피하고, 2021년까지 인구가 85만으로 급증될 것이 예상됨에 따라 이를 도시계획에 반영하기 위해서는 해제지역에 대한 평가항목 조정 및 환경평가 세부지표 개발이 요구되었으며(Lee, 2003), 중앙정부의 그린벨트 해제 후 계획수립 지침에 따라 행정 절차를 밟아야 했다.

청주시(2008)는 2025년 청주시도시기본계획의 수립 배경 중에 그린벨트 전면해제에 따른 보전(관리)방안 수립 필요성을 언급하고, 우암산·부모산 보전, 녹지·서식지·농경지·산림 보전, 녹지체계를 훼손



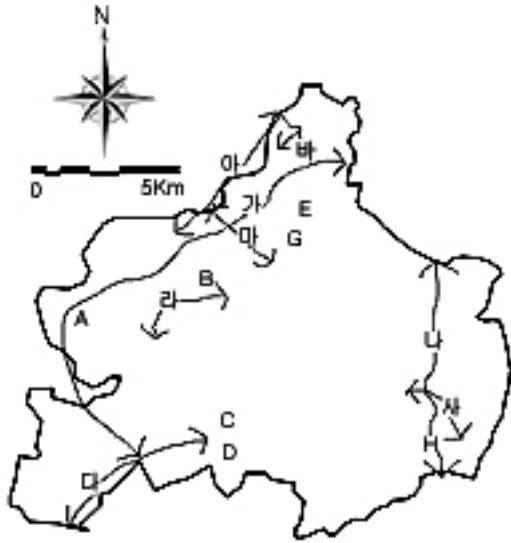


Figure 3. Alteration of land use specification in urban planning of Cheongju City (2008), 청주시 도시계획의 토지이용 변경(2008)

- [Project Plan] A. Station Complex B. Technopolis E. Millenium Town G. Aeropolis CDH. Residential Complex
- [Road Plan] 가/나. Ring Highway 다/아. Connecting Highway to Sejong, Taejon 라/마/바/사. local road
- [건설사업 예정] A. 청주역 역세권 B. 테크노폴리스 E. 밀레니엄타운 G. 에어로폴리스 CDH. 시가화지구
- [도로 계획] 가/나. 제3순환도로 다. 세종시 연결도로 라/마/바/사. 주요도로 연결 아. 대전-청주 고속화도로

하지 않는 범위 내에서 개발과 보전이 조화된 지속가능 개발 방향을 제시하였다. 주요 보전축으로 외곽 환상녹지, 석남가경천-미호천 수변, 미호천변 논지대, 무심천 수변을 꼽았다. 그러나 해제구역에 3차순환도로 및 세종시와의 연결도로를 신설하고 충청북도 개발사업 4건을 북부 해제구역에 설치하는 사업변경을 기본계획에 포함시키고 있어 기본계획의 지속가능 목표에 부합하는지는 의문이다(Figure 3).

도시의 확장과 순환도로 건설은 상호 긴밀한 관계를 가지면서 도시화를 확대하는 경향이 있다. 순환도로 및 도시를 관통하는 지역간 광역도로 주변 농업경관이 비농업적 토지이용으로 잠식되는 과정이 반복되는 것이다. 충청북도는 지역경제 활성화에 최우선 목표를 두고 해제구역 내에 국책사업 유치와 청주공항 활성화를 도모하고 있고, 청주시 또한 주요 사업지역과의 도로 연계 및 시차원의 대규모 개발사업을 추진하고 있다. 그러나 이로 인한 생태계 영향에 대한 평가가 형식적이고, 더구나 부정적 영향을 완화시키는 방안에 대해서는 전혀 고려되고 있지 않으며, 더욱이 개발사업을 환경보다 우선시하는 행정당국의 인식이 쉽게 변하지 않음으로 인해 개발과 보전이 계속 긴장관계에 처할 가능성을 배제할 수 없는 실정이다.

해제를 전후하여 청주시의 도시화가 어느 정도 진전되었는지를 파악하기 위해 2000년과 2010년 토지이용 자료를 비교해 보았다(Table 7). 이 기간 중에 비농업용지, 특히 대단위 택지개발지구와 도로용지의 면적이 크게 증가한 대신, 경지와 산림의 면적이 잠식당한 결과를 잘 보여주고 있다. 향후 계획된 모든 사

Table 7. Land use change of Cheongju City(2000/2010). 청주시 토지이용 변화(2000/2010)

토지이용 유형	면적(km <sup>2</sup> )		변화율(%)	토지이용 유형	면적(km <sup>2</sup> )		변화율(%)
	2000	2010			2000	2010	
총면적	153,315	153,447	-	도로/철도	11,053	13,473	+21.89
전	18,208	15,579	-14.44	하천/유지	7,662	7,633	-0.38
답/과수/목장	33,371	28,722	-13.93	구거/수도	3,930	4,169	+6.08
임야	48,169	44,896	-	여가/문화/공원	2,154	3,452	+60.26
주거/상업	26,136	32,752	+25.31	잡종지	2,631	2,870	-

Source: Cheongju City, Statistical Yearbook, 2000/2010.

업이 완결되면 산림(보전녹지)과 경지(생산녹지)는 더욱 축소될 것이다.

## 2) 지속가능한 녹지관리

경관생태학자들은 지속가능한 발전이라 할 때, 지생태 및 생물생태학 기능이 크게 훼손되지 않으면서 인간의 사회경제적 욕구를 충족시키는 것이라고 규정한다(Forman & Gordon, 1986, Finke, 1986). 환경경제학에서는 지속가능한 발전의 의미를 비용의 측면에서 고찰하여, 환경보전에서 얻는 편익과 경제적 욕구를 절제하는데 따른 기회비용의 절충이라 정의한다(Oh, 2006). 즉, 자연환경의 공익적 기능을 대가를 치르지 않고 이용하던 시기가 지나고 있다는 뜻이다. 환경에 대한 인식이 높아지면서 도시환경의 질을 결정하는 도시계획의 기본목표에서도 환경적 측면을 보다 적극적으로 수용해야 한다는 견해가 설득력을 얻고 있다.

앞서 청주시의 녹지정책에서도 보았듯이 아직 우리나라는 환경보다 경제를 앞세우는 종래의 정책노선에서 크게 변화한 것이 없다. 획기적인 전환이 이루어지기 위해서는 환경자원의 가치에 대한 인식의 변화가 전제되어야 하기 때문에 사회적인 공감대가 폭넓게 형성되기 전까지는 정책 의사결정에 쉽게 융화되기는 어려울 수도 있을 것이다. 이러한 현실유지 성향을 타파하여 강지속가능성을 실현시키기 위해서는 경관생태정책 결정에 다양한 사회구성원과 전문가 그룹 및 시민의 자발적인 참여가 요구된다(Choi, 2004).

특히 지속가능한 녹지관리는 지생태 및 생물생태를 아우르는 경관생태계획과 밀접한 관련이 있으므로 먼저 경관생태계획과 도시계획과의 관계에 대해 우선 토의하고, 이후 지속가능한 녹지관리의 전략과 과제에 대해 정리하였다.

### (1) 청주시의 생태현황도

청주시(2007)가 최초로 시도한 비오톱맵 구축사업에서도 언급하였듯이 향후 도시계획정보시스템에 연계할 것을 목표로 하고 있다. 그러나 물리적 서식여건

이 조사에 포함되지 않았고 일회성 조사에 머물러 도시계획에 반영하기에는 한계가 있다. 향후 주요 서식지에 대한 환경여건 변화와 인간간섭에 의한 생태계 교란에 대한 심도있는 조사가 지속되어야 한다고 지적하고 있다. 비오톱 자료는 향후 개발압력을 예측하고, 녹지네트워크를 구축하는데 활용되어야 한다고 하면서, 주요 생태축으로 미호천, 무심천, 환상녹지축을 제시하고 있다.

또한 생태축이 기능하기 위해서 대규모 산업 및 주거지 개발과 도로 개설로 인한 생태섬 효과와 생태계 단절효과를 방지하거나 감소시키는 방안의 필요성에 대해서도 언급하고 있다. 즉, 개발이 불가피한 상황에서도 비오톱의 파편화가 최소수준에 머물 수 있도록 서식지 연결이 필요하다고 강조하고 있다. 자연적인 생태통로로 기능하는 무심천과 미호천 등 도시하천의 직강화와 인공 호안시설 설치를 피하고 하천변 녹지 훼손을 방지해야 한다고 지적하기도 하였다. 도시계획의 하부계획이라 할 수 있는 도시지구계획에서 환경생태(관리)계획과 통합하여 미기후, 물수지 균형, 생물 서식지 보전 등 비오톱 보호계획을 수립하여야 한다고 건의하고 있다. 2007년 비오톱 작성사업 이후 후속작업이나 도시계획에의 적극적인 연계정책은 찾아보기 힘든 실정이다. 비오톱 조사도 조사 전문인력 부족으로 체계적으로 이루어지지 않아 실제 계획에 반영하기에는 문제가 있음을 자인하고 있고, 청주시에서도 비오톱 구축사업과 주기적인 업데이트에 소요되는 예산을 이유로 방치되고 있는 실정이다.

다음으로 경관계획이 실제 도시계획에 통합 활용하고 있는 외국 사례를 소개함으로써 우리나라 도시가 지향해야 할 계획시스템 구축에 시사점을 얻고자 한다.

### (2) 독일의 경관생태계획

독일의 경관계획에서는 지질 및 지세, 토양, 수문, 미기후 등 지생태적 요소와 동식물상 조사와, 자연공간잠재력 및 교란정도의 지도 작성을 의무화하고 있다. 이를 기초로 거주지역이나 녹지지역의 자연보전과 경관관리의 목표를 설정한다(Finke, 1986). 청주시의 비오톱맵 활용방안에서 소개된 내용과 별 차이

는 없으나, 독일의 경우 이미 25년 전부터 이러한 조사업업의 의무화로 상당한 도시경관생태 데이터베이스가 구축되어 있고 실제 지구단위계획에서 법적 구속력을 가지면서 경관생태 요구가 반영되고 있다. 도시계획과 경관계획의 상호 긴밀적 관계에 있기 때문에 집약적 토지이용을 유도함으로써 녹지 훼손을 줄이는 부분적 자연보호 전략이나 지정된 녹지에서의 토지이용을 배제하여 전면적으로 자연을 보호하는 전략을 채택할 수 있는데, 이는 개발압력 대상이 되는 녹지의 경관생태적 질에 달려 있다.

사회적, 경제적, 기술적, 지/생물생태 요소를 포괄하는 광의의 환경개념을 사용하는 독일의 환경영향평가에서도 아무리 성실히 수행되었다 하더라도 종합적 사업 인허가 행정절차에서 경제적 요소와 인간에 대한 영향이 우선적 고려가 되고, 생태계는 뒤로 밀리는 경우 발생하여 경관보전의 목표가 달성되기 어려운 경우가 나타난다. 법적 제도적 절차에 있어 하자가 없으나 실제 도시녹지 훼손이 쉽게 이루어지는 실태를 방지하기 위해서 경관생태계획을 의무화한 독일의 사례를 염두에 둘 필요가 있다고 여겨진다.

### (3) 스웨덴 스톡홀름시의 경관생태와 도시계획 통합모델

스웨덴 스톡홀름시는 경관생태에 관한 자료가 오래전부터 축적되어 왔는데 일례로 두꺼비에 대한 조사자료는 1950년대까지 거슬러 올라갈 수 있다 한다(Löfvenhaft *et al.*, 2004). 이러한 자료축적에도 불구하고 경관생태를 도시계획에 통합시키려는 모델개발은 2000년대 초반에서야 시도되고 있다(Löfvenhaft *et al.*, 2002). Löfvenhaft가 제안하고 있는 통합모델을 간단히 설명하면 다음과 같다.

첫째, 경관생태 데이터베이스 구축이 업데이트되어야 하고 필요시 도시계획에 활용할 수 있는 정보를 제공할 수 있어야 한다. 여기에는 토지피복 변천 자료부터 현재의 토지이용자료까지 포함된다.

둘째, 녹지에서의 새로운 토지이용 계획 시, 해당 지역에서 심대한 영향을 받을 수 있는 타겟 비오톱과, 토지이용 변환으로 유발될 수 있는 환경교란을 추정할 수 있는 지표생물을 선정한다. 그 결과로 비오톱지

도에 경관 파편화를 유발하는 새로운 경관요소를 통합하여 지속적인 공간분석이 가능하도록 한다.

셋째, 경관생태구역에 대한 수요를 예측하여 보전할 것인지 개발할 것인지 방향을 결정함에 있어서 생태구역의 핵심종 생물지표에 대한 영향을 연계하여 평가하는 것을 원칙으로 하고 이를 생태구역계획에 반영한다.

계획과제의 경로가 선택되면 도시기본계획과 프로그램과의 상호작용을 거쳐 대안을 분석하고 이해관계를 조정한다. 도시기본계획과 관리계획, 나아가 세부계획, 건축허가, 토지이용허가, 문화재/자연 보전, 보호규제에 걸친 하부계획에서 전략을 선택할 때, 환경보전 목표에 적극적인가, 소극적인가, 혹은 환경목표를 기각할 것인가의 시나리오 선택에 따라 의사결정 및 계획집행이 이루어지게 된다. 녹지공간에서의 토지이용 변화를 모니터링하여 경관생태자료를 업데이트하고 경관생태 데이터베이스에 피드백 시킨다.

이러한 통합모델에서 정보자료, 타겟비오톱, 공간계획의 방향을 어떻게 선택하는가가 실제 통합운영모델의 핵심적 부분이라 할 수 있다. 비오톱 지도정보와 경관생태 과제를 통합한 세부 지구단위계획은 녹지관리와 모니터링에 이용되는 중요한 수단으로 간주된다.

### 3) 지속가능한 녹지관리 전략

청주시의 지속가능한 녹지관리를 위해서는 우선적으로 녹지지역에 서식하고 있는 생물의 종다양성 및 종풍부성을 파악하고 지속적인 조사로 시공간적인 변화를 살펴볼 수 있도록 경관생태 데이터베이스를 구축해야 한다. 종별로 최소 서식면적이 다양한 점을 고려해야 종보호가 가능하다는 점도 염두에 두어야 할 것이다.

하천, 습지, 산림, 농경지 등 생물생태계가 우수한 비오톱은 종다양성을 보전하고 인간 간섭을 최대한 배제하여 생태계 기능이 활성화되도록 유도한다. 각 특징적인 경관 비오톱은 동식물생태계가 기능할 수 있는 최소크기를 가져야 하며, 비오톱 네트워크를 구축하여 인접한 경관패치간 이동통로를 확보해야 한

다. 다양한 비오톱 경관이 인접해야 먹이활동이나 번식이 용이하여 종다양성 유지에 유리하기 때문이다. 종별에 따라서는 생활사와 이동반경을 고려한 다중 비오톱을 확보하는 것도 필요하다(Finke, 1986). 청원군과의 녹지관리 협력 시스템 구축하는 것이 청주시 녹지 생태계의 질을 높이는 길이다. 청주시와 청원군은 청주시 서북부지역에서 개발 경쟁으로 녹지 관리는 뒷전으로 밀리고 있다. 서로 연결된 동부산지와 남북부 논 지역, 그리고 미호천 유역은 두 지자체 간 행정구역 통합에 관계없이 월경협력을 통해 관리함이 필요하다. 두 지자체간 접경지역을 중심으로 오송, 오창, 청주공항, 청주시 북부권 개발사업 등으로 산업화가 급속히 이루어지면 상하수도과 같은 물문제로 갈등을 빚을 가능성이 있기 때문이다.

청주시의 경우 취락과 농경지가 혼재된 존은 파편화가 크게 진전되었거나 더 악화될 가능성이 크기 때문에 작은 비오톱 경관조각의 밀도를 높이고, 미호천과 무심천 합수부를 중심으로 하는 북부의 논 경관이 우세한 지역은 개발압력이 심화되어 핵심비오톱이 제 기능을 하지 못할 우려가 있으므로 생태적 교란을 크게 완화시킬 수 있는 방안이 요구된다.

양서파충류와 같이 서식 활동반경이 좁은 정주성 동물의 경우 대체서식지 조성으로 종보호가 가능하지만, 이동반경이 큰 포유류와 날개가 있는 조류나 육상곤충류는 한번 서식지 훼손되면 다른 곳으로 이동하기 때문에 이들의 서식환경을 잘 관리하는 것이 필요하다.

경관패치간 이동통로 확보는 파편화된 도시녹지 생태계의 질을 향상시키는데 매우 중요하다. 자연적인 하천유로나 자연형에 가까운 농수로는 인위적인 간섭을 배제한다면 훌륭한 생태이동통로가 된다. 여기에 인공시설을 설치하는 행위는 엄격히 규제하는 것이 필요하다. 그 밖의 지역에서는 인위적으로 이동통로를 조성해야 하는데 인접한 경관요소간에 이질성이 크지 않도록 환경친화적인 설계가 필요하다. 이를 이용하는 동물의 여과효과를 증대하기 위함이다. 생태통로로 연결되는 경관 패치의 가장자리와 통로에 걸쳐 자연초지나 생물타리, 다양한 수직 입관을 활용하고 이동 중을 고려한 통로의 폭을 가지도록 한다.

특히 이동통로의 결절점에는 다양한 동물이 교차하는 종다양성이 높기 때문에 이를 고려하여 생태통로의 규모를 결정할 필요가 있다.

청주시의 경우 환상녹지는 존간 분리하는 방사상 도로체계로 인하여 서로 분리되어 있는 상황이다. 존간에 하천이 있을 경우 도로로 분리되더라도 생태통로 역할을 하지만 그러한 곳이 많지 않다. 이럴 경우 도로 일부 구간을 지하화하는 것이 최선이며, 생태육교를 설치하는 것도 고려해야 하지만 청주에 소재한 육교형 통로 3곳 중 제대로 기능하는 곳은 한군데도 없다. 따라서 기존의 존별로 독립하여 내부는 작은 경관패치 기능을 향상시키는 방향으로 생태통로 네트워크를 구축하는 것이 현실적인 방법으로 보인다. 동부산지의 경우 산성도로(512 지방도)로 인해 E1, E2가 분리되고 있지만 산성터널로 인해 폭 500m, 길이 10m의 생태통로가 조성되어 있어 생태계 연결에는 문제가 없을 듯하다.

## 5. 결론

(1) 청주시의 경관파편화와 생물다양성을 검토한 결과 취락과 도로에 의한 파편화가 일정 부분 영향을 주지만 그에 못지않게 조류의 경우 주요 하천에의 근접성이, 양서파충류의 경우 방죽이나 저수지 등 서식환경이 각 존의 종풍부성을 결정짓는 것으로 나타났다. 조류의 경우 파편화가 조류의 종풍부성에 많은 영향을 주지만 아직까지 종풍부성이 결정적으로 영향을 받지 않고 있다고 판단되었고, 특히 양서파충류의 경우, 파편화 정도의 차이에 불구하고 존간 종풍부성 격차가 크지 않은 것으로 나타났다. 그 이유를 서식반경이 좁아 이동성이 적은 것에서도 찾을 수 있지만 조사지점 구성이 존별로 다른 데에서도 찾아볼 수 있다.

비오톱 성격이 비슷한 그룹별로 파편화 정도와 종풍부성 관계를 살펴보면 다음과 같다.

산림 비오톱이 우세한 지역은 E1, E2와 W1, W2이다. E1, E2 존은 파편화 정도는 취락이나 도로 어느



요소를 보더라도 매우 낮게 나타나며, 종풍부성을 보면 E1에서는 조류 종수가 많고, E2에서는 양서파충류 종수가 높게 나타난다. 그 이유는 무심천에 근접한가, 산간의 방죽과 저수지가 발달되어 있느냐에 달려 있다고 보인다. 서부 산지의 W1, W2의 도로지표 기준 파편화 정도는 동부 산림보다 훨씬 높다. 조류의 출현 종수가 낮게 나타나는 것은 예상대로이지만 양서파충류는 종수가 비교적 높게 나타난다. 농경지가 동부 산지보다 넓어 곳곳에 저수지나 방죽이 산재하여 있고, 도로에 의한 파편화가 서식환경이 좁은 양서파충류 서식환경에 큰 영향을 미치지 않았기 때문이라고 판단된다.

취락과 농경지가 혼재한 비오톱 특성을 가지는 존은 N3, N4, S1이다. 이들은 모두 취락과 도로에 의한 파편화 정도가 매우 높은 존이며, N3는 도로 지표에서, S1은 취락 지표에서 가장 높은 파편화를 나타내고 있다. S1에서 조류나 양서파충류의 종수가 가장 낮게 나타나는 것은 쉽게 이해가 된다. 그러나 N3와 N4에서 파편화가 상대적으로 낮아 두 종류의 종수 모두 S1과 비슷하거나 더 높게 나타나고 있다.

남은 N1, N2, S2 존은 모두 무심천과 미호천 유역에 위치하여 논·경관의 탁월한 지역이다. 파편화 정도를 보면 취락지표보다 도로지표에서 높은 파편화를 나타내고 있다. 이러한 여건에서도 조류의 종풍부성은 N2와 S2에서 전체 존 중 가장 높게 나타나고 있으며, 조사지점이 없어 자료가 없는 N1에서도 비슷한 상황을 나타낼 것이라 판단된다. 유리한 먹이활동 여건이 파편화의 장애요인을 충분히 상쇄하기 때문일 것이다.

전체적으로 볼 때, 조류의 경우, 파편화 정도가 클수록 종풍부성이 낮아진다는 원칙은 6개 존에서 대체적인 추세가 확인되었으나, 산림 비오톱이 우세한 E2, W2, W1의 경우 파편화가 매우 낮음에도 불구하고 출현종수가 적게 나타났다. 수변환경의 근접성이 크게 작용하기 때문이다. 양서파충류의 경우 파편화가 클수록 종다양성이 낮아진다는 원칙은 8개 존에서 부합하고, E1 한 존만이 예외로 나타났다.

(2) 현재 청주시에서의 취락 확대와 도로 건설로 인한 경관파편화가 급격히 높아진 것은 2002년 그린벨

트 해제 이후 동부 및 서부 산지는 보전지역 등급을 남부와 북부지역은 개발가능 등급을 부여한데서 찾을 수 있다. 청주시가 외연 확장을 하는 곳에 논과 하천 등 습지가 많아 조류 등 생태계가 고관당하고 있거나 향후 서식지가 대폭 훼손될 위기에 처해 있다. 북부에서의 도시확장으로 경제적 이익을 얻는 대가로 환경생태계의 질이 저하된다면 이는 지속가능한 도시계획이라 하기 어렵다.

(3) 지속가능한 녹지관리, 나아가 다양한 생물서식에 적합한 비오톱을 효과적으로 관리하기 위해서는 생물다양성과 비오톱 전반에 대한 경관생태 데이터베이스를 구축할 정도로 많은 시간과 예산을 투자해야 하며, 경관생태계획이 도시계획에 통합되어 개발과 보전이 조화될 수 있도록 노력해야 할 것이다. 보다 강력한 지속가능한 발전을 유도하기 위해서는 다양한 지역사회 구성원의 의사결정 참여가 요구된다.

(4) 지속가능한 녹지관리방안으로 청주시에서 고려할만한 전략을 제시한다면, 동서부 산지 뿐 아니라 하천과 논습지 비오톱의 중요성을 인식하고 더 이상 파편화되지 않도록 관리하는 것이 필요하고, 취락과 농경지가 우세한 서부와 북부에서 잔류 녹지패치의 생태적 기능을 활성화시킬 생태통로를 조성하는 데에도 관심을 가져야 할 것이다. 청주시와 다른 지역간 방사상 도로는 생태계 파편화에 결정적인 영향을 미칠 수 있으므로, 서로 단절된 생태계를 어떻게 효율적으로 연결할 수 있는지 중지를 모아야 할 것이다. 청주시의 녹지관리 방향에 결정적으로 영향을 주는 것은 인접한 청원군의 녹지이기 때문에 두 지자체간의 월경 녹지관리 협력은 청주시에 큰 활력을 제공할 것으로 보인다.

### 참고문헌

Angold, P.G., Sadler, J.P., Hill, M.O., Pullin, A., Rushton, S., Austin, K., Small, E., Wood, B., Wadsworth, R., Sanderson, R., Tompson, K., 2006, Biodiversity in urban habitat patches, *Science of the Total Environment*, 360, 196-204.

- Cheongju City, *Statistical Yearbook 2000/2010* (청주시 통계연보 2000/2010).
- Cheongju City, 2001, Verification Study on *Environmental Assessment of the Cheongju Area Greenbelt* (청주시, 2001, 청주권 개발제한구역 환경평가 검증에 관한 연구).
- Cheongju City, 2005, Establishment of Biotop Map of Cheongju City for a eco-friendly Urban Planning and Management (청주시, 2005, 친환경적 도시 계획 및 관리를 위한 청주시 도시생태현황도 구축사업).
- Cheongju City, 2007, *Establishment of Biotop Map(2nd ed.); Survey Report* (청주시, 2007, 제2차년도 시민이 함께 하는 도시생태현황도(Biotop Map) 구축; 조사보고서).
- Cheongju City, 2008, Basic Urban Planning toward 2025 (청주시, 2008, 2025년 청주도시기본계획).
- Choi, B.D., Hong, I.O., Kang, H.S., and Ahn, Y.J., 2004, Sustainable Development and new urbanization, *Journal of the Korean Geographical Society*, 39(1), 70-87 (in Korean).
- de Oliveira, J.A.P., Balaban, O., Doll, C.N.H., Penaranda, R.M., Gasparatos, A., Iossifova, D., Suwa, A., 2011, Cities and biodiversity: perspectives and governance challenges for implementing the convention on biological diversity at the city level, *Biological Conservation*, 144(5), 1302-1313.
- Di Giulio, Manuela, Holderegger, R., and Tobias, S., 2009, Effects of habitat and landscape fragmentation on human and biodiversity in densely populated landscapes, *Journal of Environmental Management*, 90, 2959-2968.
- Eppink, V.F., van den Bergh, J.C.J.M. and Rietveld, P., 2004, Modelling biodiversity and land use: urban growth, agriculture and nature in a wetland area, *Ecological Economics*, 51, 201-216.
- Forman, R.T.T. and Gordon, M., 1986, *Landscape Ecology*, John Wiley & Sons.
- Hwang, H.Y. and Kwon, J.J., 2010, Spatial analysis of actual state by development permission of the areas with residential development districts in Cheongju, *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, 13(3), 39-49 (in Korean).
- Jin, B.G., 2008, *The Influence of Environmental Change in Bufo's haunts on the Population of Bufo in Chungju Wonheung-ee Dike*, M.Ed. Thesis(in Technology Education), K.N.U.E. (진병국, 2008, 청주지역 원흥이방죽 두꺼비 서식 환경변화가 두꺼비 개체수에 미치는 영향, 석사학위논문(기술교육), 한국교원대학교).
- Jung, S.G., Oh, J.H. and Park, K.H., 2002, The analysis of landscape structure due to the Land cover change-case study in Kyongsan City, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 5(3), 9-18 (in Korean)
- Jung, S.G., Oh, J.H. and Park, K.H., 2003, The study of landscape fragmentation for the urban landscape planning, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 6(3), 11-20 (in Korean).
- Kim, K.H. and Pauleit, S., 2007, Landscape character, biodiversity and land use planning: the case of Kwangju City region, South Korea, *Land Use Policy*, 24, 264-274.
- Korean Association of Landscape Ecological Studies, 2001, *Landscape Ecology*, Donghwa Technology (한국경관생태연구회, 2001, 경관생태학, 동화기술).
- Kwak, J.I., Lee, K.J. and Han, B.H., 2010, Study on analysis of influence factor for wildbirds' appearance in urban area around urban green axis, *Kor. J. Env. Eco.*, 24(2), 166-177 (in Korean).
- Kwon, Y.A. and Lee, H.Y., 2001, Spatial distribution of temperature in and around urban parks, *Journal of the Korean Geographical Society*, 36(2), 126-140 (in Korean).
- Kwon, Y.W., 1999, Controversial debates on the greenbelts in Korea: conservation, deregulation, or negotiation?, *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, 2(1), 43-57 (in Korean).
- Lee, D.W., 2001, *Landscape Ecology*, Seoul National University Press (이도원, 2001, 경관생태학, 서울대출판부).
- Lee, H.W., 1999, A Study on the creating and utilizing the

- green space in Tokyo, *Journal of the Korean Geographical Society*, 34(3), 247-264 (in Korean).
- Lee, J.H., 2003, **Green belt abolition and strategic environmental assessment: the case of Chongju City**, *Journal of Environmental Impact Assessment*, 12(3), 121-135.
- Löfvenhaft, K., Björn, C. and Ihse, M., 2002, Biotope patterns in urban areas: **a conceptual model integrating biodiversity issues in spatial planning**, *Landscape and Urban Planning*, 58, 223-240.
- Löfvenhaft, K., Runborg, S. and Sjögren-Gulve, P., 2004, Biotope patterns and amphibian distribution as assessment tools in urban landscape planning, *Landscape and Urban Planning*, 68(4), 403-427.
- Matthews, M.H. and Foster, I.D.L., 1986, *Fieldwork Exercises in Human and Physical Geography*, Hodder & Stoughton, London.
- Ministry of Construction and Transportation, 1999a, *Research on Environmental Rating System for the Improvement of Greenbelt management* (건설교통부, 1999a, 개발제한구역 제도개선을 위한 환경 평가기준 연구).
- Ministry of Construction and Transportation, 1999b, *Comparative Analysis of Urban Environment for the Greenbelt Adjustment* (건설교통부, 1999b, 개발제한구역 조정을 위한 도시여건 비교분석 연구).
- Oh, H.S., 2006, *Environmental Economics*(2. ed.), Bobm-unsu (오호성, 2006, 환경경제학, 법문사).
- Park, C.R. and Choi, M.S., 2005, Comparison of bird communities at urban forests and streetscapes in Daegu City, *Kor. J. Env. Eco.*, 19(4), 367-374 (in Korean).
- Park, C.R. and Lee, W.S., 2002, Effects of fragmentation on the bird community in agricultural landscapes, *Kor. J. Env. Eco.*, 16(1), 22-33 (in Korean).
- Pauleit, S., Ennos, R. and Golding, Y., 2005, Modelling the environmental impacts of urban land use-a study in Merseyside, UK, *Landscape and Urban Planning*, 71, 295-310.
- Shanahan, D.F., Miller, C., Possingham, H.P. and Fuller, R.A., 2011, **The influence of patch area and connectivity on avian communities in urban revegetation**, *Biological Conservation*, 144, 722-729.
- Song, I.J. and Gin, Y.R., 2002, **A model of enhancing biodiversity through analysis of landscape ecology in Seoul cultivated area**, *Kor. J. Env. Eco.*, 16(3), 249-260 (in Korean).
- Toad Ecological Culture Center, 2011, *Toad Ecological Park Cheongju*, (두꺼비생태문화관, 2011, 청주 두꺼비 생태공원).
- Underwood, J.G., Francis, J. and Gerber, L.R., 2011, Incorporating biodiversity conservation and recreational wildlife values into smart growth land use planning, *Landscape and Urban Planning*, 100, 136-143.
- 교신: 김재한, 360-764, 충청북도 청주시 상당구 내덕동 청주대학교 사범대학 지리교육과 (이메일: zhkim@cju.ac.kr, 전화: 043-229-8599, 팩스: 043-229-8582)  
Correspondence: **Kim, Jai-Han, Department of Geography Education, College of Education, Cheongju University, Naeduk-dong, Sangdang-gu, Cheongju 360-764, Korea** (e-mail: zhkim@cju.ac.kr, phone: +82-43-229-8599, fax: +82-43-229-8582)
- 최초투고일 2012. 1. 13.  
수정일 2012. 2. 20.  
최종접수일 2012. 2. 25.