

도시생태공간의 안정성 추구를 위한 경관조각 네트워크

오규식* · 김희주**

*한양대학교 도시공학과 · **한양대학교 도시대학원 환경조경정보학과

I. 서론

기존의 녹지 네트워크, 생태 네트워크, 도시공원녹지 계획 등은 경관조각의 양적인 측면에만 치중되어 왔으며, 도입시에 도 도시계획적인 배치, 시설물 등의 형태로 각각 분리되어 종합적이고 체계적인 도시내 생태공간으로 제 역할을 하지 못하여 왔다. 도로 건설 및 시가지 개발 등의 생태계에 대한 과도한 인간의 간섭은 수평적 생태계 과정과 경관에 영향을 주며, 생태계의 구조적인 연결성을 방해하는 물리적 파편화뿐만 아니라 교란 등 생물학적 과정에 대한 기능에 문제를 야기 시킨다.

Bennett(1999)은 '파편화(fragmentation)'는 일반적으로 커다란 식생조각이 각 조각들로부터 떨어져 많은 수의 더욱 작은 잔여 조각들로 변하는 과정이라고 하였다. 파편화를 통한 경관 패턴의 변화는 경관 안에서 이루어지는 생태적 과정에 혼란을 주며(Roy and Joy, 2002), 파편화에 대표적인 것으로 수많은 도로를 들 수 있다. 장갑수, 박인환(1999)은 도로개설이 동식물의 서식환경 형성에 상당한 영향을 미치는 인자로 가장자리 서식공간은 증가 하고, 중심지가 좁아지면서 소규모화 되어 생물 서식 공간의 안정도가 하락하였다고 하였다.

생태계가 어느 정도 유지되려면 독립성, 안정성, 연결성의 속성을 가져야 하나, 도시내 생태공간은 이러한 속성을 모두 가질 만큼의 일정 면적을 확보하기가 어렵다. 그러므로, 연결성이라도 보장하여 인간을 포함한 다양한 생물들이 서로 공생할 수 있도록 안정되어야 한다. 연결성은 동물, 식물, 미생물 등 다양한 조각이나 서식공간들이 생태적 안정성을 유지하는데 필수적이며 또한, 조각과 통로의 배치를 유도하는 중요한 역할을 하며, 고립의 정도를 나타내는 중요한 변수가 될 수 있다(Ferreras, 2001). 이에 본 연구에서는 파편화된 경관조

각들을 연결하여 도시생태공간의 안정성을 향상시킬 방안을 모색하고자 한다. 이를 위해 첫째, 경관생태학적 접근을 통하여 도시 경관의 파편화 정도를 알아보고, 둘째, 도시생태공간 경관조각의 특성 및 분포를 파악하여 지역 생태공간에 대한 이해를 돕고, 셋째, 네트워크 모형(network model)을 통하여 생태네트워크 구축시 구체적인 조성 위치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

II. 연구의 범위 및 방법

1. 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위는 도시화, 산업화로 경관의 파편화가 급속히 진행 중인 서울시를 대상으로 한다. 서울시는 약 605km² 면적에 1,100만 여명이 거주하고 있는 대표적인 거대도시로서, 개발에 따른 파편화로 인해 도시내 생태공간이 섬으로 존재하고 있다. 또한, 도시 생태환경의 질이 계속해서 악화되고 있으며, 생물종 다양성의 감소도 빠르게 일어나고 있어 생태적 측면에서의 관리가 시급하다. 분석대상인 서울시내 생태공간의 경관조각은 Forman and Godron(1986)이 제시한 경관조각의 생성원인에 따른 5가지 분류-잔여조각(remnant patch), 재생조각(regenerated patch), 도입조각(introduced patch), 환경자원조각(environmental resource patch), 교란조각(disturbance patch)-중 도시내에서 인간의 개발행위로 파편화된 자연녹지의 의미를 가지는 잔여조각과 인간의 간섭에 의해 생성된 도입조각으로 생물서식공간이 될 수 있는 모든 공간을 포함한다. 여기에는 도시공원법상의 공원과 녹지, 자연공원법상의 국립공원, 하천변 식생, 농경지, 학교 등 공공시

설 부대 녹지 등이 포함된다.

2. 연구의 방법

본 연구에서는 일본의 동경을 대상으로 한 Kanichiro *et al.*(2000)에서 시도된 방법을 주된 분석방법으로 삼는다. Kanichiro *et al.*(2000)은 도시발달에 따른 서식공간의 파편화가 도시생태 변화에 큰 영향을 미치는 중요 요소 중 하나라고 하였다. 그들은 해상도 250m × 250m의 Landsat TM 영상을 이용하여 동경시내에 흩어져 있는 도시공원들과 강변을 따라 발견되는 식생지역을 추출하고, 식생조각들의 분포 상황과 형태지수¹⁾를 측정하여 식생조각들 사이에 중력모형(gravity model)을 적용하여 네트워크 하였다. 이를 따라 본 연구에서는 우선, 영상처리 및 분석용 소프트웨어(ER-Mapper 6.0)를 이용하여 2001년 9월의 해상도 50m인 서울시의 Landsat TM 위성영상에서 정규식생지수(NDVI)를 이용하여 식생경관조각을 추출 하였다. 다음으로 경관 구조와 관련된 각종 공간적 통계 분석을 수행하는 프로그램인 Fragstats를 이용하여 경관요소 -경관조각간의 거리, 형태지수, 면적, 분포도 등 -경관구조와 관련된 구조요소들을 계량화하였다. 마지막으로, ArcGIS내의 Network 분석 기능을 이용하여 중력모형을 적용하여 지속적인 관리가 요구되는 지역 및 현재의 환경조건보다 향상을 요구하거나 새로운 경관조각의 조성을 필요로 하는 곳을 찾아, 중력모형에 형태지수를 적용하여 연결한다.

III. 결과 및 고찰

1. 경관조각의 구조적 분석

원격탐사에서 토지이용변화를 관측하는 분류기법의 적용은 생물의 서식공간인 식생의 공간적 분포를 파악하는데 적합하고, 식생지수에 의한 생물 서식공간의 구분은 경관의 파편화를 보다 합리적으로 구분할 수 있다(정중철, 1999). 이러한 이유에서 본 연구에서는 정규식생지수를 이용하여 경관조각을 추출하였다.

그림 1에서는 서울시내 경관조각의 공간적 분포와 크기와 형태지수 등을 통하여 그 특성을 알아본다. 추출된 경관조각의 총 개수는 2413개이며, 총면적은

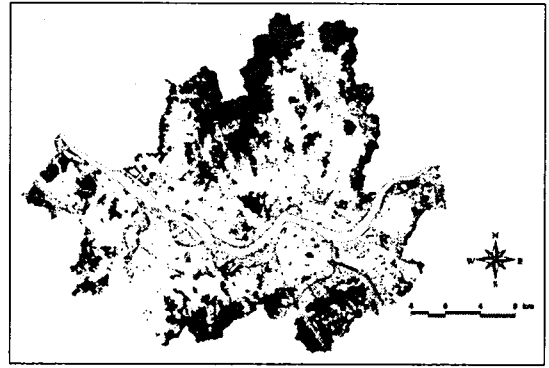


그림 1. 경관조각의 추출

범례 : ■ : 경관조각

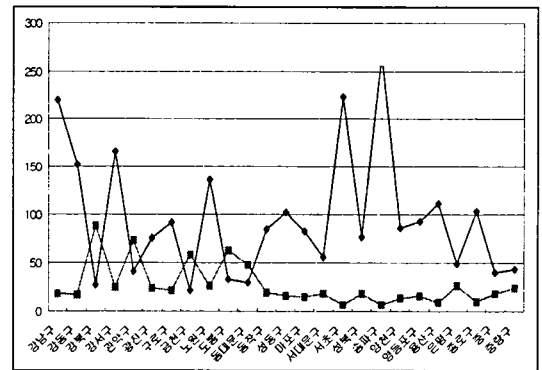


그림 2. 자치구별 경관조각의 개수와 밀도

범례 : ◆ : 경관조각 개수 ; ■ : 밀도

180.49km² 이고 각 경관조각의 평균면적은 0.11km²로 서울시 전체면적의 29.83%를 차지하고 있다. 이는 서울시 외곽으로 위치하고 있는 북한산, 도봉산, 수락산, 관악산, 북악산 등과 같은 거대한 경관조각에 의한 것으로 보인다. 일반적으로, 경관조각의 크기와 수가 늘어난다면 그곳에서 서식하는 생물종의 풍부도는 늘어난다. 그림 2에서 밀도가 높다는 것은 단위 면적당 경관조각 1개가 차지하는 면적이 큰 것으로 밀도가 낮은 것에 비하여 파편화가 덜 진행되고 그에 따라 인간의 간섭이 적다는 것을 의미한다. 밀도가 높은 강북구에는 북한산 국립공원이라는 커다란 경관조각이 위치하고 있다. 이에 반하여, 송파구는 단위면적당 1개의 경관조각이 차지하는 면적이 다른 구에 비하여 적어 밀도가 낮는데, 이는 도로의 개설, 토지이용 등에서 인간의 간섭으로 인한 파편화가 진행중임을 의미한다. 그러나, 경관조각은 도시내 생물종에게 서식공간의 기능을 가지는 생태적 공간으로 행정경계의 구분보다는 경관조각 하나의 단위공간으로서의 의미가 크다.

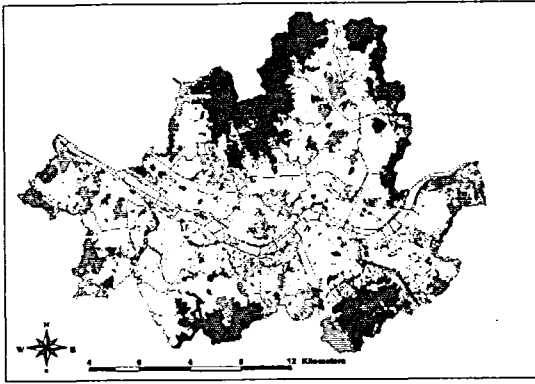


그림 3. 형태지수에 따른 경관조각
 범례 : : 1.12-1.17 : : 1.17-1.25 : : 1.25-1.33 :
 : 1.33-1.44 : : 1.44-1.61 : : 1.61-1.93 :
 : 1.93-2.48 : : 2.48-3.22 : : 3.22-4.49 :
 : 4.49-8.43

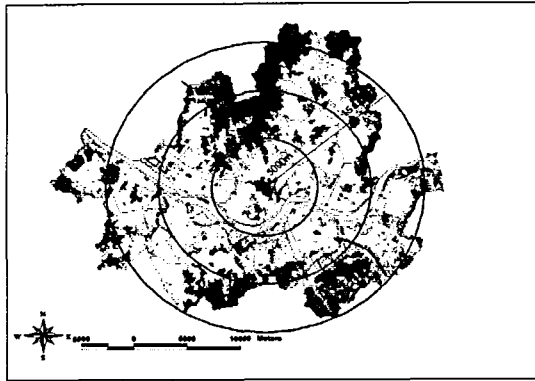


그림 4. 경관조각의 공간적 분포
 범례 : : 5000 : : 5000-10000 : : 10000-15000
 ● : 서울중심점 : : 경관조각

그림 3에서는 형태지수가 커질수록, 외부의 부정적인 간섭에 의한 영향을 받는 면적이 많아져 조각 내부종의 감소를 예상할 수 있다. 경관조각의 면적이 같은 경우에도 형태지수가 높고 다양하게 보이는데 도시내 경관 조각의 형태가 매우 복잡하고 선적인 형태를 보인다는 것을 의미한다. 2413개 중 1990개의 경관조각의 형태지수가 1~1.99(93%) 사이에 분포하며, 게다가 큰 면적의 경관조각임에도 불구하고 형태지수가 높게 나타난다는 것은, 도시내부에 인접한 경관조각 가장자리에서의 파편화가 심각하며 앞으로도 파편화가 진행될 가능성이 높다는 것을 보여준다. 이렇게 다양한 경관조각들은 서로 인접한 조각들과 상호작용을 하면서 새로운 형태로 발전하고 도시내의 길쭉한 형태의 조각은 내부종을 보호하거나 격리하는데 매우 불리하다. 그림 4에서는

5km 이내는 전체 경관조각 수의 22.54%, 10km 이내는 5.45%, 15km 이내는 56.22%, 그 외곽에는 15.79%의 경관조각이 공간상으로 위치해 있다. 이는 도시 내부에 면적은 작지만 많은 경관조각들이 분포하여 생물종의 도시의 도시내로의 이동을 유도할 수 있음을 보여준다.

2. 경관조각의 연결

기존에 관리가 이루어지고 있는 경관조각과 그림 1에서 찾은 경관조각을 포함하여 네트워크 하였다. 그림 5에서 새로 도입될 경관조각의 개수는 627개로 전체 면적은 약 10.44km 이다. 평균 면적은 20,836㎡이고 평균 형태지수 값은 1.15이다. 공간적 위치를 살펴보면 전체의 약 49%를 차지하는 307개가 도로를 따라 형성되었다. 구별로는 서초구가 61개로 가장 많은 경관조각이 도입 되고, 동대문구는 2개로 가장 적었다. 추출된 경관조각을 가지고 네트워크화 하기 위하여 먼저, 각 조각들의 중심점(CCE)을 찾았다. 아래의 그림 6에서 각 경관조각들은 근원지(Source)로 지정되어 가장 가까운 직선거리가 계산된 것이다. 생성된 서울시내 경관조각 네트워크는 연결망이 복잡한 폐쇄고리형으로, 개개의 경관조각을 직접적으로 연결하는 가장 이상적인 형태이다. 이러한 네트워크는 한 조각으로부터 다른 경관조각으로 이동시 최단거리로 연결되어 효율성을 높이고 비용의 최소화를 도모한다. 또한, 선택할 수 있는 경로가 많아 환경변화나 교란 또는 야생동생물의 경우 포식자로부터 피난의 가능성이 높아져 먹이를 찾거나 이동하는데 안정적이다.

그러나, 현실의 세계에서의 이러한 네트워크의 적용

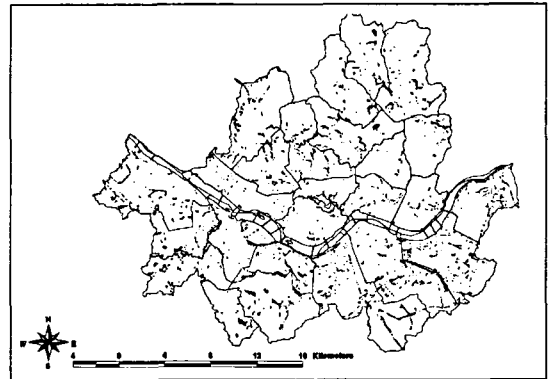


그림 5. 새로 조성될 경관조각
 범례 : : 도입물경관조각

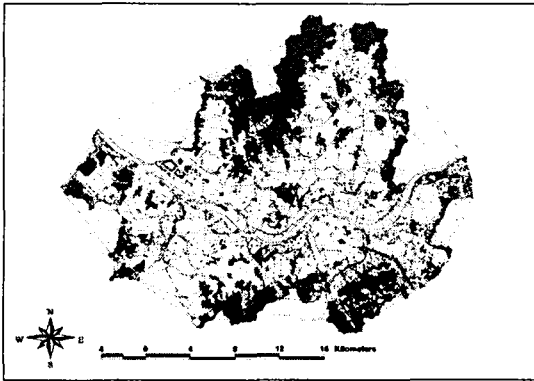


그림 6. 중력모형을 적용한 경관조각 네트워크
 범례 : ■ : 경관조각 / : 네트워크

은 실제적으로 불가능하다. 이는 앞에서 다루었던 경관 조각들이 가장 큰 파편화의 원인이 되는 도로와 철도 등이 복잡하게 얽혀 있기 때문이다.

IV. 결론

경관은 매우 복잡하고 동적으로 변하는 대상이다. 다양한 규모를 가지며 경관요소간의 물질과 에너지의 흐름, 생물의 이동 등이 일어나고, 자연적 요인과 인간에 의해 경관의 구조와 기능에 변화가 일어난다. 최근 들어 경관의 형태, 배열, 크기, 수 등에 관심을 갖고 많은 연구가 이루어져 왔으나, 경관의 다양성과 연결성을 떨어뜨리는 간섭에 관한 연구가 우리나라에서는 매우 미비한 실정이다. 도시내 생태공간이나 그 주변에서 일어나는 대부분의 인간활동이 생태계에 미치는 영향이 어느 정도인지를 파악하는 것이 반드시 필요하다. 이러한 과정에 의해 보다 실질적인 연결성 향상을 위해서는 도

시 외부의 대규모 경관조각과 도시 내부사이의 징검다리의 역할을 하는 도입조각이나 통로의 조성이 필요하다. 도로, 철도, 도심을 흐르는 하천을 따라 생태적 통로로 조성하거나 자연형 하천으로 복원하는 것이, 도시내 경관조각과 외부 조각의 연결에 매우 필요한 것으로 분석되었다.

주 1. 형태지수(Shape Index)는 면적과 둘레길이의 비로 표현되며, 주로 경관조각의 형태모양의 비를 산출하는 지표로 활용되고 있다(Patton, 1975 ; Taylor, 1977 ; Forman and Godron, 1986; 이종성, 1998). 의미는 수치가 낮을수록 종의 다양성 측면에서 긍정적인 관계를 가지는 것으로, Daolan Zheng and Jiquan Chen(2000)의 가장자리 효과에 대한 연구로부터 얻어진 서식공간의 다양성과 미기후 효과에 대한 생물학적 다양성 등의 결과에서도 살펴볼 수 있다.

인용문헌

1. 장갑수, 박인환, 1999. 경상북도 4개 도시의 녹지파편화 현상 비교. 환경영향평가학회지 8(4).
2. 이도원, 2001. 경관생태학-환경계획과 설계, 관리를 위한 공간생리. 서울대학교출판부.
3. 김명수, 2002. 대도시 녹지 연결성과 생물이동성평가기법 개발. 서울대학교 박사학위논문.
4. Andrew F. Bennett, 1999. Linkages in the landscape : The Role of Corridors and Connectivite in wildlife Conservation.
5. Edward A. Cook, Hubert N. van Lier, 1994. Landscape planning and ecological networks. Elsevier Science B.V.
6. Richard T.T. Forman and Michel Godron, 1986. Landscape Ecology. John wiley & Sons Inc.
7. Kan-ichiro mochizuki, Keitarou Hara, Shin'ichi Okamoto, 2001. Development and application of the gis-based analytical system for ecological environment management. International union of air pollution prevention and environment protection association.