

수원시 녹지의 단편화에 따른 경관생태지수 및 녹지환경 특성

안원용 · 김동엽
성균관대학교 조경학과

I. 서론

도시의 확산은 생물의 서식공간을 빼앗아 생태계의 위축을 초래하였다. 그로 인해 도시 녹지는 개발압력에 의해 소규모 녹지로 면적이 감소하거나 또는 녹지가 소멸되는 결과를 초래하였다. 현재 대부분의 도시 녹지는 도시 내부에 고립된 상태로 존재하며 비교적 넓은 면적의 녹지는 도시 외곽에 주로 분포하고 있다. 현재 도시 내부의 고립된 녹지와 도시 외곽의 녹지를 연결하기 위한 녹지축의 구성 등에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있다(차수영, 1999; 김이신, 2001; 안동만, 2003 등).

도시지역의 생태계는 자연 상태의 생태계에 비해 대기오염, 토양오염, 수질오염 및 토양의 빈 영양화 및 건조화 등의 영향으로 생물이 서식하기에 불리한 조건을 가지고 있다. 또한 도시생태계는 자연지역에 비해 종수가 적고 소나무림 및 참나무림 등의 초기 천이단계인 군락이 성립되기 어렵기 때문에 자연생태계에서 나타나는 천이의 전기 단계로의 퇴행천이 현상이 발생하기도 한다(안영희, 2000). 전통적인 녹지관리는 성숙림의 관리를 위해 관목 및 초본류를 제거하여 녹지의 종다양성을 떨어뜨리며 자연생태계의 상호 균형에 부정적인 영향을 주어왔다. 도시가 확장됨에 따라서 녹지는 단절되고 그로 인해 녹지의 종구성 및 내부 환경요인도 변화하였다. 도시 내에서 비교적 자연성이 높은 자연 녹지는 공기와 물을 정화하고, 기후를 조절하고 각종 동·식물의 서식처 역할을 하는 중요한 장소이다. 그러나 도시내 녹지는 인간 간섭의 집중으로 단편화가 급속히 진행되고 있다. 따라서 도시환경의 증진을 위하여 녹지에 대한 체계적이고 과학적인 관리가 요구되고 있으며, 이를 효과적으로 관리하고 보전할 방법이 계속 연구되어야 할 것이다.

녹지의 감소는 도시열섬현상과 같은 문제로 발전하였다. 이러한 문제의 해결을 위해 최근에는 도시의 적정 녹지량인 녹지총량을 산정하고 이를 도시환경의 지표로 활용하고 있다(건교부, 2002; 산림청, 2004). 녹지총량은 수목의 존재 및 이용효과 등을 감안하여 수간 투영면적까지 포함해 산출되는 녹피율을 적용한 개념으로 도시 지역에서 녹지의 양을 산출하여 적정 녹지율을 제시한다. 이러한 녹지총량은 녹지의 면적이 지속적으로 감소하는 도시지역에서 녹지의 면적을 양적으로 제시하게 된다. 양적인 도시 녹지의 평가를 통해 도시화의 진행과정에서 도시녹지가 어떤 변화를 거쳐 현재에 이르렀는지 알 수 있다.

본 연구는 도시의 주요 경관을 형성하는 수원시 도시녹지를 대상으로 도시화의 영향에 따라 녹지의 분포 및 양적 변화의 경향을 경관생태지수와 식생 및 환경분석을 통해 도시 지역 녹지의 변화과정을 분석하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 녹지의 형태적 특성

1) 녹지의 경계추출

수원시 녹지의 형태 변화는 위성사진을 이용하여 같은 지역의 서로 다른 시기의 영상을 이용하여 녹지 지역의 경계를 추출하였다. 본 연구에서는 비교적 자료의 획득이 용이한 항공사진과 위성영상정보통합관리센터(SMIC)에서 제공하는 위성영상을 사용하였다. 1967년에 촬영된 CORONA 위성영상과 항공사진은 국토지리정보원이 2000년에 촬영한 자료를 기준으로 각각 녹지경계를 추출하였다. 항공사진과 위성사진의

분석은 ERDAS Imagine 8.6 소프트웨어를 이용해 기하보정 및 정사보정을 실시하였고 보정된 항공사진 및 위성영상을 ESRI사의 ArcGIS Ver. 8.3을 이용하여 녹지의 경계를 추출하여 수원시 녹지의 단편화를 분석하였다.

2) 경관생태지수 분석

경관생태지수는 패치를 기준으로 구조적 변화와 양적 변화를 파악할 수 있는 지수로 분석에 사용되는 프로그램은 FRAGSTATS Ver. 3.3(McGarigal, Marks, 1995)을 이용하였다. 이 프로그램은 USGS (U.S. Geological Survey)에서 활용되고 있으며 다양한 지수를 일괄적으로 분석해 주는 프로그램으로 국내에서도 이를 응용한 연구들 (이용경, 1998; 심우경 외, 1999; 김훈희, 2000)이 보고된 바 있으며 분석된 지수의 해석을 통해 녹지의 형태적 특성을 파악할 수 있다. 경관생태지수는 경관을 구성하는 최소 단위인 패치의 다양한 속성 중 동일한 패치들의 집단을 대상으로 산출되는 지수이다. 평가되는 속성은 면적지수, 패치밀도, 크기지수, 패치변이 지수, 가장자리지수, 형태지수, 중심지지수, 인접지수 등이 있다. 이 지수들은 녹지의 형태 변화 특성을 파악하는데 활용된다. 경관생태지수 산출을 위한 가장자리의 폭은 일반적으로 100m로 설정한 후 분석되어 왔다 (박영임, 1995; 서경주, 1996; Vaillancourt, 1995). 그러나 100m의 가장자리 폭은 현실적으로 적용하기 어려우며 수원시의 경우 대부분의 녹지에서 가장자리지역이 10~25m의 폭을 가진 범위내에 형성되어 있다. 따라서 본 연구에서는 실제 조사에서 관찰된 자료를 바탕으로 가장자리 폭을 20m로 적용하여 분석하였으며 경관생태지수중 TA (total area), NP (number of patch), LSI (landscape shape index), TE (total edge), ED (edge density), TCA (total core area), CPLAND (core area percent of landscape)의 7가지 지수를 분석하였다. 지수중 경관형태지수(LSI)는 아래의 식에 의하여 산출하였다. 녹지의 형태를 나타내는 형태지수 (landscape shape index)는 직선에 가까울수록 "1"에 가까운 값을 나타낸다.

1967년과 2000년의 영상자료에서 녹지경계를 추출하였고 녹지의 면적 구분은 대부분 소멸된 녹지인 소규모 녹지와 현재 도시 내부에 위치한 잔류형 녹지, 도

시 외곽에 분포한 자연녹지의 면적을 기준으로 소규모: 0~10ha, 중간규모: 10~25ha, 25~50ha, 대규모: 50~100ha, 100ha 이상의 5개 등급으로 구분하였다.

3) 녹지 총량

녹지 총량은 녹지의 양적인 측면과 질적인 측면 (생육상태, 활력도, 생태적 구조, 이용밀도)으로 구분된다. 녹지 총량의 산출 대상녹지 또는 녹지기본계획의 대상이 되는 녹지를 대상으로 수림지, 초지, 농경지, 공원, 습지, 수역, 가로수, 옥상녹화, 주택지의 정원 등 식물로 피복되어 있는 토지의 면적을 산출한다 (건교부, 2002). 녹지총량은 크게 기능적 녹지총량, 이용적 녹지총량, 보전적 녹지총량, 토지지목에 의한 녹지총량 등으로 구분할 수 있다. 녹지총량은 행정구역면적에 대한 녹지의 비율로서 나타낸다. 녹지총량의 비고를 통해 수원시 녹지량의 변화를 파악하고자 했다. 녹지총량은 인구 증가, 오염 및 재해위험도, 생태학적인 요구도 등에 의해 영향을 받는다. 본 연구에서는 수원시 전체 행정구역에 대한 녹지면적의 비율을 통해 녹지 총량을 산출하였다.

2. 녹지환경

수원시 도시 내부에 위치한 소규모 녹지로 여기산, 숙지산, 중간규모 녹지로 팔달산, 영통지역, 대규모녹지로 광교산을 구분하여 식생조사를 실시하였다. 녹지의 토양을 조사하여 식생자료와 함께 녹지의 변화를 분석하였다.

식생은 패치내의 종다양성, 상대우점도, 임목밀도 및 흉고단면적 등의 분석을 통해 녹지 내 식물군집의 특성을 파악하고 토양은 식물 생육의 기반이 되는 토양환경이 어떠한 변화를 가지는지에 대한 분석으로 지표면 특성, 토심, 토성, 토양 pH, 유기물함량, 양이온치환용량, 치환성 양이온을 분석하였다.

1) 식생

조사지역의 식생특성을 파악하기 위해 식생의 층위를 상층, 하층, 지피층으로 구분하여 조사를 실시하였다. 층위 구분은 흉고직경 5cm 이상을 상층, 5cm 이하를 하층, 초본층을 지피층으로 구분하였다. 상층식생의 조사를 위하여 20m×20m 크기의 방형구를 설치하고, 조사구 내에 출현하는 모든 종에 대해 수고 및 흉고직

경을 측정하였다. 하층식생은 상층식생 조사구 내에 4m×4m 방형구를 5개 설치하여 수종, 근원직경, 수관폭, 수고를 측정하였다. 초본층의 조사를 위해 하층식생 조사구내에 1m×1m 크기의 조사구를 각각 2개씩 설치하여 식물종, 우점도와 군도를 조사하였다. 측정된 자료를 통해 식물 종 다양성, 임목밀도, 흉고 단면적 등을 산출하였다.

2) 토양

식물생육에 기반이 되는 토양의 분석은 대상 지역의 생태적 건강성을 나타내는 중요한 환경 인자이며 일반적으로 식물생육에 영향을 주는 지표면 특성, 토심, 토성, 토양 pH, 유기물 함량, 총질소, 치환성 양이온을 분석하였다.

III. 결론

1. 수원시 녹지는 1967년에 비해 면적은 951.9ha, 녹지의 개수는 6개 감소하였다. 특히 0~10ha 크기의 녹지 개수가 95개에서 72개로 23개로 감소하여 변화의 폭이 컸다. 그러나 10~25ha 크기의 녹지는 단편화 등의 원인으로 녹지의 개수가 증가하여 전체적인 녹지의 감소 폭은 크지 않았다. 이러한 경향은 도시화가 진행되면서 녹지의 수가 증가하고 녹지의 면적이 감소하는 것과는 다른 양상을 보여 준다.
2. 녹지의 면적별 등급의 경관생태지수분석에서 0~10ha 크기의 녹지는 대부분 도시화 과정에서 녹지의 소멸이 이루어져 개수가 감소하였으며, 형태지수는 대규모 녹지의 경우 8.9에서 7.7로 감소하여 가장자리의 형태가 단순해지고 있는 것으로 나타났다. 10~25ha, 25~50ha 크기의 녹지는 형태지수가 증가하였고 50~100ha 크기의 녹지는 형태지수가 감소하였다. 총가장자리 길이는 전반적으로 감소하였으며, 녹지의 면적, 개수, 형태지수가 증가한 10~25ha, 25~50ha 크기의 녹지는 가장자리의 길이도 증가하였다. 대규모 녹지는 면적이 감소하였고 내부 지역의 면적 비율이 감소하여 녹지가 선형의 형태로 변화하는 것으로 나타났다.
3. 개별 녹지의 분석에서는 1967년에 비해 2000년에 녹지 내부지역의 면적이 감소하고 있어 녹지의 단

편화가 심각한 것으로 나타났다. 특히 면적 감소로 인해 대부분이 가장자리인 녹지가 1967년에 비해 약 13% 정도 증가한 것으로 나타나 도시녹지의 식생구조에 많은 변화가 있음을 보여주었다.

4. 녹지총량의 분석결과 1967년에 비해 녹지의 비율이 9.9% 정도 감소하였으며 도시공원법상 1인당 녹지면적 기준인 3m²보다 낮은 값을 보이고 있었다. 녹지의 감소 원인은 소규모 녹지의 소멸에 의한 것으로 정책적 차원에서 녹지 총량의 기준을 제시하고 이를 목표로 녹지를 관리할 필요가 있는 것으로 생각된다.
5. 녹지의 종 구성은 규모에 따라 차이를 보이지 않았으며 관리의 정도에 따라 차이를 보였다. 관리의 유형에 따른 종 구성의 차이가 녹지의 규모에 따른 종 구성의 차이보다 크게 나타나는 것이 도시 녹지의 특징이라고 할 수 있다.
6. 이상의 결과로 수원시 녹지는 형태적으로 소규모 녹지가 소멸되고 도시 내부에 잔류형 녹지가 많이 존재하며 내부 지역의 면적이 감소하고 대규모 녹지는 단편화 등의 영향으로 가장자리 형태가 단순해지고 녹지의 형태가 선형으로 변화하면서 내부 지역의 면적이 감소하고 있는 것으로 나타났다. 수원지역은 도시 내부에 소규모 녹지가 많은 수로 분포하고 있어 이에 대한 관리의 방안으로 녹지의 규모가 작고 내부지역 면적이 1ha 미만인 녹지는 관리 형태에 따라 소멸 및 유지의 변화폭이 큰 지역으로 녹지 네트워크 구축을 위한 거점녹지로서 활용이 가능할 것이며 이를 통해 녹지의 유지가 가능할 것으로 판단된다.

인용문헌

1. 건설교통부 (2002) 개발제한구역 조정에 따른 녹지체계관리 방안 연구.
2. 김이신, 이동근 (2001) 평가지표를 통한 녹지네트워크 인자 도출에 관한 연구 - 비오토프 조성을 위하여 - . 환경복원논화, 4(3): 75-83.
3. 김준희 (2002) 토지이용변화 확률에 따른 녹지환경의 민감성 평가 - 천안시의 지속가능한 토지이용을 중심으로-. 상명대학교 대학원 박사학위논문. pp. 123-132.
4. 박영임 (1996) 인공위성영상을 이용한 북한산 국립공원 전이 지대 식생분석. 서울대학교 석사학위논문.
5. 산림청 (2004) 도시숲 실태조사. 산림청.
6. 서경주 (1996) 식생지수를 이용한 설악산 국립공원 내 인간 활동이 식생에 미치는 영향 분석. 서울대학교 석사학위논문.

7. 심우경, 이진희, 김훈희 (1999) 도농통합지역의 녹지환경정비 모델에 관한 연구 II. 한국조경학회지 26(4): 105-112.
8. 안동만, 김명수 (2003) 환경친화적인 도시공원녹지계획 연구 - 생물서식처 연결성 향상을 위한 서울시 녹지 조성방안을 중심으로 -. 한국조경학회지, 31(1): 34-41.
9. 안영희 (2000) 녹지생태학. 태림문화사.
10. 이응경 (1998) Trend of Forest Fragmentation in the Lower Region of Han River Basin. 서울대학교 환경대학원 석사학위 논문.
11. 차수영, 박종화 (1999) 조류서식지 평가모형을 이용한 서울시 녹지네트워크 구상. 한국조경학회지, 27(4): 29-38.
12. McGarigal K., and B. J. Marks (1995) FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. General Technica Report, PNW-GTR-351. Pacific Northwest Research Station, U.S. Department of Agriculture Forest Service, Portland, Oregon, USA., p. 123.
13. Vaillancourt, D. A. (1995) Structural and microclimate edge effects associated with clearing in a Rocky Mountain. Master's Thesis, University of Wyoming, Graduate School, Laramie.