

지속가능한 개발을 위한 자연생태계 지표 개발

- 용인시를 사례지역으로 -

홍성학 · 주우영 · 최상일 · 박종화

서울대학교 환경대학원

I. 연구의 배경 및 목적

우리나라에서 종래에 대규모 개발사업의 인허가 과정에서 생태계 보전의 기준으로 사용된 녹지자연도는 산림식생 위주로 등급을 평가하지만 식생군집의 경계선 정확도가 낮고, 동물서식지 및 육수생태계의 가치가 누락되는 단점을 갖는다. 현재 환경부의 생태지도는 전국 생태계 기초조사 지역을 대상으로 제작하여 국토의 일부지역의 생태지도 제작하였으나 생태지도 제작 지침을 검증, 보완할 필요성이 있다. 특히 최근의 동물이동통로 건설 타당성 논쟁을 종식시키기 위해서는 경관생태학적 관점을 보완하는 것이 필요하다.

본 연구의 목적은 GIS의 공간분석 기능을 활용하여 종래에 이용하던 녹지자연도의 단점을 극복하고, 자연환경보전법에서 규정하는 생태지도의 작성 지침 중에서 미비한 부분을 보완하여 지속가능한 개발에 필요한 생태자연도 평가 방법을 연구하고, 사례지역을 대상으로 적용하여 평가모형의 적합성과 대상지의 지속가능한 개발을 위한 생태계 보전의 우선순위를 평가하는 것이다.

II. 자연생태계 지표의 틀

환경부의 생태자연도 등급구분에 의하면 1등급은 생태적으로 보호가치가 높은 지역인 식생보전 4등급, 임상도 4등급 이상, 멸종위기보호야생동식물 서식지, 주요철새도래지 등에 지정한다. 2등급은 완충지역 및 보호가치가 있는 지역에 지정하는 것을 원칙으로 하며 식생보전 3등급, 임상도 2, 3 등급, 멸종위기, 보호야생동물의 서식지 주변지역, 생물다양성이 높은 지역 등에 지정한다. 3등급은 이용가능 지역으로써 1등급, 2등급 및 별도관리지역을 제외한 지역에 지정한다. 별도관리지역은 국립공원, 문화재보호구역 등과 같이 자연환경보전법 이외의 법규에 의하여 생태계가 보전되는 지역

을 말한다 (환경부, 1998).

인간의 자원 및 토지이용은 자연생태계에 지대한 영향을 미치며, 그 경로는 대단히 복잡하다. 생태계는 생물요소와 무생물 요소간의 물질순환, 에너지흐름 및 구조 변화 등의 측면에서 상호작용을 하고 있다. 따라서 본 연구는 자연환경보전법 제34조의 규정과 Miller (1997)의 생태계 지표 개발을 위한 생태계 영역 모형에 입각하여 일차적으로 생태계 지표 예비모형을 생태적 다양성 지표, 생태계 잠재성 지표, 생태계 안정성 지표, 공익성 지표, 경관 지표로 설정하였다.

이어서 입력자료를 이용한 예비 평가 결과에 의거한 전문가 검토 과정을 통해서 평가모형을 수정, 보완하여 다음의 영역을 대상으로 평가방법을 결정하였다. 이때 개별지표 자료의 취득가능성, RS/GIS를 이용한 분석가능성, 등급화 명료성 등을 감안하였다 (Johnston, 1998). 첫째, 생태적 다양성은 생물 종다양성을 의미하며, 근래에는 유전자, 개체군, 및 생태계 혹은 경관의 다양성을 포함하는 것으로 정의되고 있다 (Cohen, 1997). 생물다양성은 생태계 평가에 있어 가장 중요한 영역으로써 조사 항목 및 대상지역, 자료수집 주기는 생태계 평가에 지대한 영향을 미치기 때문에 환경부의 자연환경기초조사 자료를 최대한 활용하도록 하였다. 즉 육상생태계는 식생, 포유류, 조류, 양서·파충류를 평가하고, 하천생태계는 어류 자료를 활용하는 것이 적합한 것으로 판정되었다. 둘째, 생태계 잠재성 지표는 전술한 종다양성과의 논리적 중복을 배제하기 위해서 서식지 적합성으로 명칭을 변경하고, 산림과 수생생태계의 서식지 적합성을 별도로 평가하여 종합하도록 결정하였다. 셋째, 생태적 안정성은 생태계 지속가능성을 평가하되, 평가인자로서 산림의 천이단계, 식생의 층위구조, 유역의 녹피율 등이 제시되었다. 그러나 천이단계와 층위구조는 임상도를 이용하여야 하고, 이것은 공익성 지표로 이용되기 때문에 중복계산의 가능성이 크다. 또한 유역의 녹피율은 서식지적합성과 내용적으로 중복

되기 때문에 평가체계에서 제외하기로 결정하였다. 넷째, 공익성지표는 건전한 생태계가 갖는 공익기능의 경제적 가치를 산정하는 것을 의미하며, 평가인자로서 산림의 대기정화능 및 CO² 제거능, 토양비옥도, 홍수저감능, 수자원함양능 등으로써 평가할 수 있다. 그러나 토양비옥도, 홍수저감능과 수자원함양능은 결국 서식지 적합성에서 평가하는 자연생태계의 보전상태와 직접 관련성이 크기 때문에 중복산정의 가능성을 배제하기 위해서 제외하고, 산림의 대기정화능 및 CO² 제거능을 공익기능의 평가인자로 결정하였다. 다섯째, 경관은 자연생태계의 시각가치를 평가하는 것으로서 해당지역을 대표하는 지형경관, 명승, 유명 탐방로 등을 평가인자로 결정하였다.

III. 지표의 평가 방법

전술한 바와 같이 생물다양성, 서식지적합성, 공익성, 경관의 개별지표를 구성하는 평가인자의 선정 및 등급 구분 방식을 결정하였다. 자연환경보전법에 의한 생태자연도는 3등급으로 구분하고, 1등급을 보전, 2등급은 완충, 3등급은 개발지역으로 설정하고 있다. 환경부의 생태자연도 제작지침에 의하면 임령 2, 3 영급을 완충 지역인 2등급으로 설정하여 우리나라의 산림 대부분을 개발지에서 제외시켰다. 그러나 대부분의 주거단지 개발 및 도로 등의 공공시설 건설사업은 임야를 포함하는 현실을 감안하면 이것은 지극히 비현실적이다. 또한 3등급 평가체계에서는 대부분의 토지가 2등급으로 판정되어 국토의 난개발 가능성이 크다. 본 연구의 생태지표는 5등급으로 구분하고, 1등급은 보존지역, 5등급은 개발지역으로 지정하기 때문에 생태지도의 2등급을 본 연구에서는 2, 3, 4 등급으로 세분하고 있다. 따라서 대규모 개발사업의 인허가 단계에서 1, 2등급을 보전/보호지역, 3, 4등급을 제한적 이용 가능지역, 5등급은 개발가능지역으로 개발규제를 차등적으로 시행할 수 있다.

생태계 평가에 이용되는 4개의 개별지표를 통합하는 방식은 크게 가중치법과 서열화조합법으로 구분할 수 있다. 가중치법은 평가 점수에 의거하여 등급을 구분할 수 있는 장점이 있다. 그러나 생태계의 기능 및 가치를 계량화하는 방식에 논란의 여지가 크고, 천연기념물 서식지로서 보존가치가 큰 지역도 다른 평가인자의 등급이 낮은 경우에는 보존대상에서 제외되는 불합리한 경

우가 예상된다. 따라서 본 연구에서는 개별지표의 서열화 조합에 의한 최우선등급법 (Maximum value composite) 방식을 채택하였다. 즉 통합지표는 4개의 개별지표 중에서 가장 높은 등급을 부여하여 결정한다. 본 연구에서는 서식지 적합성은 대상지역 전체를 포괄하고, 생물다양성, 공익성, 경관 인자는 소규모 폴리곤의 형태로 존재하기 때문에 서식지적합성이 통합지표의 골격을 형성하고, 여타지표는 보완적, 세부적 등급을 형성한다.

IV. 사례연구

본 연구의 사례지인 용인시(1998)는 경기도 면적의 5.8%를 점유하는 592km²의 면적을 가지며, 임야 353km² (56.6%), 농경지 144km²(23.4%), 대지 17km² (2.9%), 기타 78km²(13.2%)를 점하고 있다. 서울특별시 남동쪽에 위치하여 분당신도시 개발 이후에 우리나라의 대표적인 난개발 지역으로써 도시녹지의 면적 축소 및 단편화 등의 문제가 심각하다. 용인시의 1998년 기준 인구는 320,166명이며, 인구증가율 (5.8%)은 우리나라 도시 평균인구 증가율은 물론 경기도 평균 증가율을 현저히 초과하고 있다.

생태지표는 생물다양성, 서식지적합성, 공익기능, 및 경관으로 구성된다. 첫째, 생물다양성은 전국 자연생태계 기초조사 결과에 의하여 결정되었다. 용인시 유방리 백령사 인근에서 환경부지정 특정종인 붉은배새매가 확인되었고, 파충류는 석성산 주변 마성리에서 4등급인 쇠살모사와 살모사가 확인되었다. 그러나 포유류와 양서류 중에서 보호대상종은 발견되지 않았다. 둘째, 서식지적합성은 전술한 바와 같이 산림패취의 내부 면적, 1ha 이상의 호수, 하천의 자연성에 의해서 결정되었다. 본 대상지에서는 난개발로 인해 단편화된 산림의 비율 (3등급: 24.98%)이 가장 높고, 산림 내부 면적 1등급 지역은 주로 광교산 일대와 형제봉 부근에 분포하고 있다. 하천, 호수의 서식지의 질은 대형 저수지와 경안천 상류 등의 저개발 구역이 1등급으로 평가되었고, 도시하천과 농경지 주변 하천의 질은 가장 낮게 평가되었다. 서식지적합성을 종합한 결과 산림 보전상태와 하천 서식지의 상호 보완적 관계를 확인할 수 있었고, 각 등급별 점유비율은 1등급 (24.56%), 2등급 (17.35%), 3등급 (19.99%), 4등급 (20.85%), 5등급 (14.73%), 별도관리지역 (2.51%)이다. 개별지표인 공익적 기능은

대기정화능과 CO2 저장능에 의하여 평가하였다. 그 결과 도시, 농경지 및 인접 산지는 4, 5등급으로 평가되었고, 1등급은 주로 광고산, 문수산 일부 그리고 형제봉 지역에 분포하는 것으로 판명되었다. 공익적 기능의 각 등급별 점유비율은 1등급 (10.63%), 2등급 (3.57%), 3등급 (3.37%), 4등급 (32.79%), 5등급 (49.63%)이다. 별도관리지역은 수도권 주민의 상수도 보호구역으로 지정된 팔당호 상수원 수질보전 특별종합대책지역과 경안천의 수변구역 1km 지역이다. 종합지표의 평가 결과 수지옴과 기홍옴의 기 개발지역은 5등급, 광고산, 정광산, 형제봉, 문수봉 지역은 생태계의 가치가 높은 1등급 지역으로 평가되었다. 각 등급별 점유비율은 1등급 (24.56%), 2등급 (17.35%), 3등급 (19.99%), 4등급 (20.85%), 5등급 (14.73%), 별도관리지역 (2.51%)이다.

V. 결론 및 향후 과제

본 연구는 자연환경보전법에서 규정하는 생태지도의 작성 지침 중에서 미비한 부분을 보완하는 방법을 연구하기 위하여 지속가능한 개발에 필요한 생태지표를 개발하였다. 본 연구는 GIS의 공간분석 기능을 활용하여 녹지자연도의 단점을 극복하고 (Scott, 1997), 경관생태학적 원리 및 동물서식지 보전을 고려한 생태계 평가 기법을 제시하였다. 현재 환경부의 생태지도는 전국생태계 기초조사 지역을 대상으로 제작하여 국토의 일부 지역의 생태지도를 제작하였으나 경관생태학적 평가 기법을 적용하지 않는 문제점을 갖고 있다. 본 연구의 1등급은 환경부 생태지도 1등급에 해당되는 보전지역이며, 2, 3, 4 등급은 대상 지역의 개발사업 인허가 과정에서 난개발 방지 및 생태계 보전에 활용될 수 있다.

다음 사항은 생태지표의 판정에 영향을 미칠 가능성

이 크기 때문에 유의하여야 한다. 첫째, 야생동물 서식지는 생태계 조사 당시에 관찰된 대상 동물 위주로 작성되어 보전대상 서식지가 누락되었을 가능성이 크다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 추후에 미국의 GAP과 같이 야생동물 서식지 평가기법을 적용하는 것이 필요하다. 둘째, 본 연구의 육상생태계 서식지 적합성은 산림패취의 크기에 의해서 결정되기 때문에 토지이용 분류의 정확성은 서식지 적합성에 지대한 영향을 초래한다. 따라서 영상분류는 구름이 전혀 없는 최신의 영상을 이용하는 것이 필요하다. 셋째, 본 연구의 공익적 기능은 임상도의 정확성과 밀접한 관계를 갖는다. 임상도는 갱신주기가 길기 때문에 제작후의 시간경과를 고려한 산림의 영급을 조정할 필요성이 크다. 신규개발지역에 대한 임상도가 갱신되지 않은 경우에는 생태계의 공익가치가 현실보다 상향 평가되는 문제를 해소하기 위하여 최근의 위성영상을 이용하여 임상도 상의 산림이 개발되었는지를 확인하는 것이 필요하다.

인용문헌

1. 용인시 (1998) 제3회 용인통계연보
2. 환경부 (1998b) 생태자연도 작성 지침.
3. Cohen, S. and S.W. Burgiel (1997) Exploring biodiversity indicators and targets under the Convention on Biological Diversity: Report of sixth Global Biodiversity Forum. U.N. Headquarters, New York.
4. Johnston, C. A. (1998) Geographic Informantion Systems in Ecology. Blackwell.
5. Miller (1997) Living in the Environment: Principles, Connections, and Solutions. Wadsworth.
6. Scott, J. M. T. H. Tear, and F. W. Davis (1997) GAP Analysis: A Landscape Approach to Biodiversity Planning. ASPRS.