

수변녹지 조성 우선순위 설정을 위한 경관생태학적 모델 개발

A Development of Landscape Ecological Model for Priority Setting Green Space on Riparian Zone

반수홍¹ · 오충현²

¹동국대학교 대학원 바이오환경과학과, ²동국대학교 바이오환경과학과

서론

1999년도에 제정된 ‘한강수계상수원수질개선및주민지원등에관한법률’은 하천·호소의 경계로부터 특별대책지역은 1km이내, 그 밖의 지역은 0.5km 이내를 수변구역으로 지정하여 관리하도록 되어있으며, 정부는 수변구역의 토지를 매입하여 녹지조성을 하고 있다. 그러나 각 유역환경청 자체에서 만들어진 우선순위배점기준으로 선정된 토지를 매입하므로 산발적인 토지 매입에 그치고 있다. 2008년 수변 거리별 매수 현황을 보면 50m지역에 대한 매수가 집중적이고 실제 인구가 집중되어 있는 50~500m이내 지역에는 매수된 면적이 작다. 이에 강상준(2009)은 수생태복원이 목적이려면 수변생태벨트를 통한 생태 복원의 의미와 방향을 명확히 함과 동시에 하천 인접 50m 지역에 대한 토지매입도 중요하지만 동시에 배후 0.5~1km 수변구역 규제지역에 대한 현실적인 대책이 반드시 필요함을 제안하였다.

김선희(2000)는 한강수변구역 지정된 1년 후에 수변구역의 효율적인 지정과 관리에 대한 고찰을 하였고, 수변구역의 기본방향인 수질개선 및 보호를 위해 수변녹지의 조성과 관리에 관한 연구가 이어졌다(최지용, 정유진, 2000, 최지용, 이지현, 2001, 최지용, 2002a). 또한 토지매수에 관한 대안과 매입을 위한 우선순위 산정을 위한 의사결정방안도 제시하였다(최지용, 2001, 2002b). 정부에서는 2001년 한강수변구역관리 기본계획 및 설계 종합보고서를 통해 수변구역 관리를 구체화하였으며, 2007년 수변구역 관리기본계획의 수립에 대한 법적근거를 마련하여 2007년 12월에 한강수계 수변구역 관리기본계획을 수립하였다. 나머지 4대강 유역 환경청에서 금강, 영산강·섬진강, 낙동강에 수변구역 관리기본계획을 수립하였다. 박태훈(2010)은 비점오염

부하량, 점오염원의 개소수, 소유역권의 오염부하량을 종합하여 낙동강 유역 임하댐지역 수변구역의 세유역권 우선관리순위를 산정하는 연구를 실시하였다.

수변구역의 토지매수, 녹지조성에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있으며, 10여년이 지난 현재 수변구역에 대한 관리에 대한 기본적인 방향과 틀은 자리를 잡은 상태이다. 수변구역의 기본목적인 수질개선 및 보호를 위해 토지매수를 통한 녹지조성이 중요시 되고 있으며, 하천과 연결해 있는 수변녹지에 대한 연구가 집중적으로 이루어져 수변구역의 녹지는 완충 기능에 대한 연구가 집중되어있다.

하지만 수변구역의 녹지의 완충기능뿐만 아니라 수변과 주변 산림의 연계가 필요할 것으로 사료된다. 이에 수변구역내 녹지조성을 통해 녹지의 완충기능 및 생태축으로서 수변 생태네트워크가 요구된다고 사료된다. 본 연구에서는 수변녹지 조성을 위한 경관생태학적 접근을 통해 우선순위 설정 모델 개발을 목적으로 한다.

재료 및 방법

연구내용은 수변녹지 조성 우선순위 설정을 위한 경관생태학적 모델을 제안하고, 경안천을 대상으로 모델을 적용하여 새로운 모델을 제안하고 검증 실시하였다.

연구대상지는 중으로 표준유역 경안천 하류, 경안수위표, 경안천 중류, 경안천 상류, 곤지암천에 걸쳐 경안천 상류하류 일부를 제외하고 국가하천 지방 2급 하천 경안천 본류 전 구간이고, 횡으로는 하천경계에서 1km구간을 대상으로 하였다.

모델은 현황파악 단계, 경관단위 평가단계, 우선순위 선정단계의 3단계로 구분하였다. 1단계는 대상지의 분포특성 파악하기 위해 경관단위유형도를 작성하였고, 2단계는 경

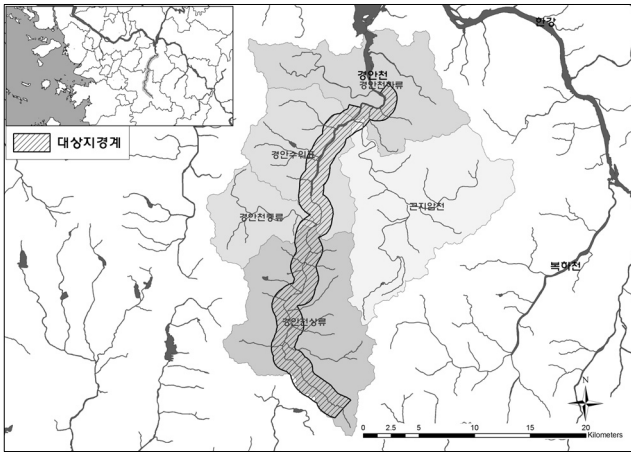


그림 1. 연구대상지

관단위의 경관생태학적 특성을 파악하기위해 생태적 평가, 공간적 평가를 Matrix방법으로 종합평가를 제안하였다. 3 단계에서는 평가된 경관단위에서 기존 녹지를 구분하여 보전등급을 설정하고, 종합평가와 생태적 평가를 통해 최종적인 녹지조성 우선순위를 선정하였다. 평가된 우선순위를 검증하기위해 경관생태지수 분석을 통해 우선순위에 따른 변화를 살펴보았다.

결과 및 고찰

1. 모델 제안

1) 현황파악단계

(1) 경관단위유형도 작성

경관단위유형도 작성은 20 × 20m²를 패치의 기본단위로 하였다. 경계설정은 1:5,000 수치지형도와 위성영상, 항공 사진 등을 이용하여 실내에서 실시하였고, 현장에서 다시 그 경계를 확인 및 수정하였다. 경관단위유형화 기준은 위계별(대/중/소분류)로 시가화 지역과 녹지 및 오픈스페이스

표 1. 경관단위 유형화 기준

	시가화 지역	녹지 및 오픈스페이스
대분류	토지이용현황	토지이용현황, 지형구조
중분류	토지이용현황	토지이용현황, 식생의 유무, 식생의 형성 원인, 지속성, 역사문화자원 현황
소분류	토지이용현황, 인간 이용 강도	현존식생유형, 인간의 이용형태(관리형태)

를 구분하여 토지이용, 지형구조, 식생의 유무, 식생의 형성 원인, 지속성, 역사문화자원 현황, 인간이용강도, 현존식생 유형, 인간의 이용형태를 고려하였다.

2) 평가단계

(1) 생태적 평가

한강수계의 수변경관의 생태적 가치를 평가하기위해 Hemeroby 등급, Düseldorf시에서 사용한 Wittig(1983)의 비오톱 평가 기준, 녹지자연도등급 등을 대상지 현황에 맞도록 재구성하여 희소성(R), 생물서식지 기능(H), 녹지자연도(G), 자연성(N) 등의 4가지 항목을 기준으로 설정하고 경관단위의 생태 가치를 5단계로 평가한다.

(2) 공간적 평가

공간적 평가는 하천으로 부터의 거리와, 패치의 크기를 가지고 평가하였다. 거리에 의한 평가는 패치가 하천으로부터 떨어진 거리로 구분하였으며, 그 기준은 “토지등의 매수 및 관리 업무처리 지침”의 우선순위 산정 배점기준표의 거리 기준을 준용하여 하천경계로 부터의 거리 0~50m, 50~250m, 250~500m, 500~1,000m로 구분하였다.

패치의 크기는 ‘서울시 도시생태자연도’에서도 평가의 요소로 쓰였다. 패치의 크기는 외부의 인간간섭에 영향을 받지 않는 핵심지역의 면적이 넓어 보전할 가치가 있는 내부종의 다양성을 높여 주는 요소로서 경관생태학에서 패치의 평가에 중요한 요소라고 할 수 있다. 서울특별시(2005)는 빈도 분석 결과 1% 미만 (5ha 미만), 1~5% (5-50ha), 5% 이상 (50ha 이상)을 3단계로 구분하여 평가하였다. Forman(1995)은 식물의 경우 2ha 정도가 유지하는데 필요한 최소면적이라 추정하였고, Schonewald-Cox(1983)은 소형 초식동물의 경우 10개체 이상을 유지하기 위해서는 최소 10ha의 면적이 필요하다고 하였다(이동근 등, 2005a, 재인용). 또한 이동근 등(2005b)은 용인을 대상으로 산림의 패치를 0~2ha, 2~10ha, 10~100ha, 100~1,000ha, 1,000ha 이상으로 구분하였다. 채진화 등(2003)은 해당 연구에서 면적의 크기가 1~10ha인 대상지가 1ha 미만이거나, 10ha 초과인 대상지보다 더욱 많은 조류가 관찰되었다고 하며, 도시 지역에서 조류 종수의 증가를 위해 필요한 최소면적은 1~10ha가 효과적일 것이라고 제안하였다. Wilcove et al.(1986)과 Whittaker(1998)는 특수 조류나 포유류는 650ha이상의 영역을 가지고 Forman(1995), 홍선기와 김동엽(2000)은 조류의 최소 패치 크기는 40ha이며, 종자를 먹

는 조류는 2ha로 조사되었다(황보철과 이명우, 2003, 재인용). 본 연구에서는 용인시(이동근, 2005b)를 준용하고 연구대상지에서 가장 큰 패치의 크기가 274.32ha임을 감안하여, 1ha 미만, 1~2ha, 2~10ha, 10~100ha, 100ha 이상의 5단계로 구분하여 평가하였다.

(3) 종합평가

종합평가는 생태적 평가와 공간적 평가를 Matrix방법으로 종합하여 등급을 부여하였다. 종합평가는 생태적으로 우수하며, 공간적으로 하천의 완충역할과 추후 녹지 조성 시 생물 서식공간으로서 가능성을 제고할 수 있는 단일 경관단위로 큰 면적을 평가할 수 있다.

표 2. 종합평가 분석 매트릭스

구분	생태적 평가					
	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급	
공간적 평가	1등급	1등급	1등급	2등급	2등급	3등급
	2등급	1등급	2등급	2등급	3등급	4등급
	3등급	2등급	2등급	3등급	4등급	4등급
	4등급	2등급	3등급	4등급	4등급	5등급
	5등급	3등급	4등급	4등급	5등급	5등급

2) 우선순위 선정단계

(1) 보전등급

보전등급 설정은 기존 녹지의 종합평가를 중심으로 선정하여 핵심지역과 완충지역으로 구분하여 녹지 조성 우선순위 선정 시 적용하였다. 핵심지역은 종합평가 1등급, 2등급, 완충지역은 3등급, 4등급으로 하였으며, 종합평가 5등급은 녹지가 아니므로 보전등급의 기준에 누락되어있다. 기존 녹지는 경관단위유형 중 산림, 조경녹지, 초지, 하천, 습지를 포함하도록 하였다.

(2) 녹지 조성 우선순위

녹지조성 우선순위는 기존의 산림 및 녹지를 제외한 지역에 대해서 녹지조성 우선순위를 선정하였다. 경안천의 녹지 조성 우선순위에 있어서 기본적인 방향은 수변생태벨트와 생태적으로 우수한 지역을 중심으로 녹지의 연계성을 높이고자 하였다. 우선순위는 종합평가 등급이 높은 지역 순으로 정렬하고, 각 종합평가 등급에서 생태적 평가 등급이 낮은 순으로 정렬하여 순위를 정하였다.

2. 모델 적용

1) 경관단위유형도 분석

경안천을 경관단위 유형별로 분석해 본 결과, 대분류 10개, 중분류 29개, 소분류 65개가 나타났다. 대분류 단계에서 산림이 40.90%로 가장 높게 나타났다. 다음으로는 경작지 20.58%, 정주지 18.61% 순으로 나타났다. 종적으로 연구대상지의 경계가 하천으로부터 1km이므로 다양한 유형들이 나타났으며, 특히 우리나라의 지형적 특성상 산림의 비율이 높게 나타났다.

2) 평가 결과

경안천의 자연성 평가(N)의 분포를 살펴보면 경안천의 대부분에 N6이 큰 patch를 이루며 고루 분포하고 있는 것으로 보이며, 특히 하류와 상류 부분에 N6이 집중적으로 나타나고 있다. N2는 용인시와 광주시의 시내에 집중적으로 나타나고 있으며, 하천변으로 지속적으로 나타나고 있다. N3은 하천변으로 큰 patch를 이루며 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 산림의 비율이 가장 높기는 하나 인간의 활동으로 지속적인 영향을 받고 있는 것으로 보인다. 희소성 평가(R)에서는 R0가 87.50%로 전체적으로 희소한 유형들이 나타나지 않았다. 녹지자연도(G)에서는 G5가 28.42%로 2차림이 높은 비율을 차지하고 다음으로 시가지, 경작지 및 식재초지, 인공습지 순으로 비율이 높게 나타났기 때문이다. 생물서식지 기능 평가(H)에서는 H5가 32.85%로 산림의 비율이 높게 나타나 생물서식지 기능이 높게 나타났으며, 상대적으로 H1(27.88%)과 H2(24.55%)가 높게 나타나 상당부분 생물서식지 기능이 떨어지는 것으로 보인다.

공간 평가 결과, 1등급 지역은 하천중심을 따라 분포하고 있으며, 용인시 시내에서 연결성이 매우 떨어진다. 2등급은 하천을 중심으로 두꺼운 띠 형태로 분포한다.

종합평가 분석 결과 2등급 지역은 23.56%로 가장 높은 비율로 나타났다. 그 다음으로 1등급 지역이 23.56%로 높게 나타났다. 종합평가 결과 1등급 지역이 하류부와 상류부에 집중적으로 나타나는 것을 볼 수 있다. 또한 하류부에 광주시 경안동, 상류부에 용인시 처인구 마평동 부근에 5등급 지역이 집중적으로 나타나고 있다. 그 외에 일부 산지 주변과 하천변에 4등급, 5등급이 산재되어 있다.

3) 우선순위 선정

(1) 보전등급 설정

산림 및 녹지는 생태적 평가 1, 2등급 지역과 3등급 지역이며, 이 중 종합평가 1, 2등급 지역은 핵심지역으로, 3, 4등급은 완충구역으로 설정하였다.

표 3. 경안천 기존 녹지의 보전등급

종합평가등급	면적(비율)	보전등급
1등급	33,827,785.50m ² (43.76%)	핵심지역
2등급		
3등급	1,209,856.60m ² (1.56%)	완충지역
4등급		

* 대상지 전체가 100%

(2) 녹지조성 우선순위

종합평가 1등급 지역은 생태적 평가 1등급, 2등급이고 모두 산림 및 녹지이므로 녹지조성 우선순위에서 제외하였고, 종합평가 2등급부터 4등급의 3등급까지만 우선순위를 설정하였다. 종합평가 4등급, 5등급이며 생태적 평가 4등급, 5등급 지역은 이미 기 개발된 지역이며 생태적 가치가 떨어지는 곳이다. 또한 공간적으로도 그 기능이 매우 낮으므로 개발지역으로 두었다.

핵심지역을 중심으로 수변생태벨트와 횡적으로 하천과 산림 및 녹지 간의 연결성을 높일 수 있을 것으로 보인다. 특히 1순위 지역은 수변생태벨트로서 하천 주변 0~50m에 집중적으로 나타나고 있어 핵심지역을 중심으로 한 녹지축 형성을 통해 수변생태벨트의 기능과 그 생태적 가치를 높일 수 있을 것으로 보인다. 또한 수변 생태벨트 뿐만 아니라 하천과 주변 산림과의 연결성을 높여 동물 이동통로로서 그 가치가 높다고 하겠다.

2~5 순위를 통해 하천을 중심으로 한 수변생태벨트 뿐만 아니라 하천으로부터 떨어진 1km 구간의 산림 및 녹지의 연계성을 높일 수 있을 것으로 보인다. 하지만 실제 생태적

표 4. 경안천 녹지조성 우선순위

순위	내용
1순위	종합평가 2등급, 생태적 평가 3,4등급
2순위	종합평가 3등급, 생태적 평가 5등급
3순위	종합평가 3등급, 생태적 평가 4등급
4순위	종합평가 3등급, 생태적 평가 3등급
5순위	종합평가 4등급, 생태적 평가 3등급
개발지역	종합평가 4, 5등급, 생태적 평가 4, 5등급

표 5. 기존녹지 및 녹지 조성 우선순위 면적

녹지조성 우선순위	면적(m ²)
기존 산림 및 녹지	35,037,642
1순위	6,573,304
2순위	127,496
3순위	430,310
4순위	4,090,801
5순위	7,978,198

평가 3등급 지역의 대부분은 경작지가 차지하고 있다. 또한 용인시 마평동 일대에서는 연결성이 매우 떨어지는 모습을 볼 수 있다. 광주시 경안동 일대가 산림 및 녹지가 없어 직접적인 녹지보다는 인공지반 녹화를 통한 녹지조성의 방법이 필요할 것으로 보인다.

3. 경관생태학 지수 분석

기존 산림 및 녹지에 순위대로 녹지를 추가하면서 녹지 패치만을 가지고 경관생태학 지수의 변화를 살펴보았다.

분석을 위해서 경관생태지수 중 가장자리밀도(ED), 경관 형태지수(LSI), 평균 근접거리(MNN), 총 핵심면적지수(TCAI)를 선정하였다.

ED, MNN, TCAI의 변화를 보았을 때, 우선순위에 따른 녹지의 증가는 주변부의 감소, 패치 내부의 안정성 증가, 패치간의 연결성 증가시키는 것으로 나타났다. 특히 1순위에서 가장 큰 효과를 나타내는 것을 볼 수 있다. 하지만 LSI에서는 전체 녹지의 경관이 복잡해지는 것으로 나타났다.

표 6. 녹지조성에 따른 경관생태지수 변화

경관생태지수	기존 녹지	1순위	2순위	3순위	4순위	5순위
ED	170.68	148.81	148.68	148.83	146.67	142.84
LSI	26.76	32.62	32.62	32.74	32.97	33.31
MNN	35.09	29.08	29.28	29.08	28.64	26.08
TCAI	78.01	80.32	80.32	80.30	80.44	80.80

인용문헌

강상준 (2009) 수변구역 관리현황과 시사점, POLICY BRIEF, 경기개발연구원. 11쪽.
 김선희 (2000) 한강수변구역 지정·관리 1년의 평가와 과제, 생명의

- 물 살리기 운동 정책심포지엄 발표문. 16쪽.
- 박태훈(2010) 낙동강 유역 임하댐지역의 수질개선을 위한 환경친화적인 수변구역 관리방안 연구. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문. 106쪽.
- 서울특별시 (2005) 도시생태현황도 정비. 264쪽.
- 이동근, 윤소원, 김은영, 전성우, 최재용 (2005a) 보전가치평가를 위한 경관생태학적 지표의 활용 및 적용. 한국조경학회지 32(6): 14-22.
- 이동근, 김은영, 오구식 (2005b) 패치의 크기, 연결성, 가장자리를 고려한 보전가치평가. 한국환경복원녹화기술학회지 8(5): 56-67.
- 채진환, 김정수, 구태희 (2004) 서울의 도시 비오톱에서 면적과 조류의 종수와의 관계. 한국환경생태학회지 17(4): 375-382.
- 최지용 (2001) 토지임차제, 휴경보상제 등 매수제 대안의 타당성 연구. 한국환경정책·평가연구원. 160쪽.
- 최지용 (2002a) 4대강 유역 수변녹지대 조성방안 및 적용우선순위 산정. 한국환경정책·평가연구원. 230쪽
- 최지용 (2002b) 수질개선을 고려한 수변구역의 토지매입 우선순위 산정기법 연구. 국토연구 34:29-43.
- 최지용, 이지현(2001) 도시지역의 수변녹지 조성 및 관리방안 연구. 한국환경정책·평가연구원. 93쪽.
- 최지용, 정유진(2000) 수질개선을 위한 수변녹지의 조성 및 관리방안 연구. 한국환경정책·평가연구원. 79쪽.
- 황보철, 이명우 (2003) 산촌마을의 토지이용 패취 크기와 경계형태 특성에 관한 연구 -전북 김제시 금산면 선동리 아직마을과 산수마을을 대상으로-. 한국환경생태학회지 26(5): 237-246.