

시흥시 비오톱 유형의 경관생태학적 특성 연구

김한수* · 오충현**

*동국대학교 대학원 환경생태공학과 · **동국대학교 환경생태공학과

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

최근 환경친화적인 도시개발 및 국토관리를 위한 수단으로 비오톱지도의 제작이 널리 확산되고 있다. 비오톱지도는 1980년대 독일을 중심으로 제작되기 시작하여 도시내 자연환경 관리를 위한 다양한 분야에서 이용되고 있다. 우리나라의 경우, 2000년 서울시에서 비오톱지도를 제작하여 활용하기 시작한 이래 성남시(2001), 고양시(2007), 광양시(2006) 등에서 비오톱지도를 제작하여 운영하고 있다. 이외에도 토지공사와 주택공사 등에서 용인 및 화성 등 새롭게 개발하는 신도시지역의 자연환경 보전대책 마련을 위해 비오톱지도를 부분적으로 제작하여 활용하고 있다(오충현과 김한수, 2008).

비오톱지도를 제작하기 위해서는 현장조사를 통해 비오톱을 유형화하고, 평가하는 작업을 거쳐야 한다. 비오톱의 유형화는 이중 해당 지역의 비오톱 특성을 정의하고, 관리 및 보전방안을 마련하기 위한 기본 단위를 설정하는 작업이며, 평가는 비오톱 지도를 자연환경관리에 사용하기 위한 필수 작업이다.

현재 제작된 비오톱 지도의 대부분은 비오톱 유형이 가진 자연성, 회귀성, 서식처로서의 기능 등의 비오톱이 가진 생태적 속성을 중심으로 유형화와 평가가 진행되어 사용되고 있다. 이는 생물학적 요소와 공간적 요소가 결합된 비오톱의 개념에서 생물학적 요소만을 중점적으로 다루고 있다는 한계를 가지고 있다.

면적, 형태, 복잡성, 집합과 분산의 정도 등 비오톱이 가지는 다양한 공간적 특성을 경관생태학적 측면에서 분석하여 유형 평가 및 유형별 관리방안 설정에 적용한다면 보다 효율적인 비오톱 지도의 활용을 기대할 수 있다.

본 연구에서는 시흥시 비오톱 지도를 이용하여 비오톱 유형에 따른 경관생태학적 특징을 분석하고, 비오톱 지도의 제작과 활용분야에서 적용 가능성을 살펴보고자 하였다.

II. 연구내용 및 방법

본 연구는 전체면적 약 134.2km²인 경기도 시흥시 전 지역을

대상으로 수행하였다. 시흥시 비오톱 유형의 경관생태학적 특성을 분석하기 위해 시흥시의 비오톱 지도를 사용하였다. 시흥시 비오톱 지도는 시흥시에 나타나는 모든 비오톱유형을 조사하고 유형화하는 포괄적 비오톱 지도화 방법을 사용하여 만들어진 것으로 본 연구에서도 모든 비오톱 유형을 대상으로 경관생태학적 특성을 분석하였다.

유형화 방법 및 기준은 대분류의 경우 서식공간유형을 기준으로 하였고, 중분류는 비오톱의 형성특성을 기준으로 하였으며, 소분류는 생태적 특징 및 식물사회학적 단위를 사용하였다.

시흥시 비오톱 유형은 대분류 13개, 중분류 26개, 소분류 59개로 분류하고 있으며, 소분류 유형을 대상으로 자연성 평가, 회소성 평가, 녹지자연등급 평가, 생물서식지 평가를 통해 5단계의 등급으로 평가하였다.

비오톱 지도의 제작을 위해 다양한 속성을 기준으로 구분하여 지도상에 표현한 개별 비오톱이 경관생태학의 패치의 개념과 동일하다는 전제하에 시흥시 비오톱 지도의 소분류 유형을 기준으로 경관지수를 도출하고 분석하였다.

시흥시 비오톱 지도는 비오톱 유형의 크기가 최소 20m×20m의 면적을 가지도록 제작되었으며, 이의 분석을 위해 5m×5m Grid로 변환시켜 Patch analyst 3.1을 이용하여 분석하였다.

경관지수는 지난 수 십 년간 개발되고 발전되었는데, 그들 대부분 서로 중복되는 특성을 가지고 있다. 사용빈도가 높은 지수라도 모든 환경에서 적용 가능한 보편성을 갖는다고는 할 수 없다.(이상우 등, 2004) 따라서 기존 경관지수 연구결과를 바탕으로 비교적 사용빈도가 높으며, 비오톱 유형의 공간적 특징을 잘 설명할 수 있을 것으로 예상되는 지수 등을 이용하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 시흥시 비오톱 유형별 경관생태지수 분석

1) 면적비율, 패치수

면적분석은 경관구성의 기본인 면적비율이 특정 비오톱 유형으로 구성되어 있는지를 알 수 있는 분석으로 시흥시의 경우, 경작지가 가장 많은 면적을 차지하는 것으로 나타나고, 산림, 공업지 등의 순으로 높게 분석되었다. 염습지, 해안매립초지 등

이 높은 비율로 나타났는데, 이는 시흥시의 자연환경이 반영된 결과로 볼 수 있다.

패치수를 나타내는 지수는 다양한 한계점을 가지고 있으나, 서식처 분열과 관련하여 유용한 정보를 제공한다. 시흥시의 경우, 경작지가 가장 많은 패치수를 가지며, 다음으로는 산림에 속하는 유형이 많은 패치수를 가지는데 비해, 공업지 및 도시형 정주지와 관련된 유형의 패치수가 비교적 적게 나타난다. 이는 평균근접거리와 함께 고려될 때 시흥시내 대규모 공업지역, 도시형 정주지 유형 등이 특정지역에 집중해 있는 특징을 나타내고 있는 것으로 볼 수 있다.

2) 면적가중평균 형태지수

형태지수의 경우, 패치의 형태의 계량에서는 한계점을 갖지만, 전체적 형태 복잡성을 측정하는데는 매우 유리하다. 본 연구에서는 왜곡된 빈도분포에 의해 비정상적인 영향을 받는 것

을 막기 위해 면적에 따른 가중치를 부여하여 형태지수를 나타내는 수식으로 시흥시 형태지수를 분석하였다.

분석결과, 선형의 패치유형을 가지는 도로와 하천 등을 제외하고는 단순층위 녹지가 가장 높은 형태지수를 나타냈는데, 이는 대부분의 단순층위녹지가 도로주변에서 선형의 시설녹지형태로 존재하기 때문이다. 산림 유형에 속하는 패치 중 자연림의 형태지수가 인공림에 비해 높게 나타났다. 이는 자연림의 경우, 인간의 이용에 의한 산림주연부의 복잡성 증가가 원인이며, 인공림의 경우 식재로 인한 경계의 단순성이 반영된 결과로 생각된다. 대체적으로 인간의 집약적 이용이 이루어지는 정주지, 공업지, 시설농업지, 도시부양시설 등의 패치의 형태지수가 낮게 나타났으며, 이는 인간의 이용과 편의에 맞게 패치의 둘레가 단순하게 정리되어 나타난 결과로 해석될 수 있다.

3) 가장자리 밀도

표 1. 시흥시 바이오톱 유형별 경관지수(시가화지역)

바이오톱 유형			CA	NUMP	ED	MPE	MSI	AWMSI	CAD	TCAI	MNN
대분류 유형	중분류 유형	소분류 유형	면적 비율	유형수	가장자리 밀도	가장자리 평균	평균 형태지수	면적가중 평균형태지수	핵심 면적 밀도	총핵심 면적지수	평균 근접거리
주거지	주거전용지	단독주택지	0.05	5	0.16	601	1.42	1.44	0.02	82.13	3,003
		공동주택지	3.43	125	5.32	810	1.26	1.29	0.45	91.77	61
		농촌형주택지	0.50	38	1.38	696	1.52	1.64	0.17	84.10	518
	주거혼합지	도시형혼합지	1.87	80	3.30	795	1.37	1.45	0.32	89.80	55
		농촌형혼합지	1.61	135	4.59	656	1.53	1.64	0.59	83.80	208
상업및업무지	도시형상업업무지	고밀상업업무지	0.82	63	2.00	588	1.41	1.33	0.24	87.44	77
시설·공업지	도시부양시설지	상하수처리장	0.25	4	0.23	1,034	1.21	1.14	0.01	95.28	5,008
		배수지	0.02	4	0.09	409	1.26	1.30	0.02	80.98	3,436
		전력시설	0.06	3	0.10	641	1.16	1.17	0.01	90.18	7,543
	공업지	저밀공업지	4.17	228	9.86	854	1.61	1.90	0.95	86.21	114
		고밀공업지	5.95	68	4.67	1,360	1.24	1.19	0.21	96.24	58
공공용도지	교육·연구시설지	교육시설	0.72	62	1.71	523	1.20	1.22	0.25	87.18	462
		행정연구기관	0.30	21	0.70	650	1.45	1.42	0.08	87.37	1,001
	운동장시설	대규모 운동장	0.13	7	0.26	656	1.22	1.20	0.03	89.45	1,691
교통시설지	육상교통시설	철도시설	0.36	12	1.20	1,953	3.60	3.30	0.93	79.09	18
		도로시설	5.36	96	37.26	7,128	5.39	13.76	7.70	62.85	138
	해상교통시설	항만시설	0.14	8	0.73	1,641	2.76	3.79	0.03	71.35	572
나지	임시적나지	건설현장	1.77	39	2.46	1,315	1.79	1.87	0.11	91.99	645
	지속적나지	야적장	2.12	138	4.95	731	1.51	1.64	0.50	86.36	184
		기타나지	0.30	30	0.80	501	1.43	1.30	0.13	85.45	1,086
특수지	조사불가능지	군사시설	0.66	15	1.04	1,312	1.59	1.58	0.07	90.89	853

표 2. 시흥시 비오톱 유형별 경관지수(녹지 및 오픈스페이스)

비오톱 유형			CA	NUMP	ED	MPE	MSI	AWMSI	CAD	TCAI	MNN
대분류 유형	중분류 유형	소분류 유형	면적 비율	유형수	가장 자리 밀도	가장 자리 평균	평균 형태 지수	면적가중 평균형태 지수	핵심 면적 밀도	총핵심 면적지수	평균 근접 거리
조경녹지	공원	대규모 공원	0.64	29	1.43	900	1.51	1.78	0.12	89.10	488
		소규모 공원	0.04	17	0.23	266	1.29	1.37	0.07	72.05	897
		전통문화 시설	0.04	6	0.15	469	1.34	1.44	0.03	78.74	2,805
		식물원	0.03	2	0.09	787	1.46	1.41	0.01	85.92	13,736
	시설녹지	다층식재 녹지	1.15	132	4.61	643	1.94	1.87	0.75	78.90	105
		단순층위 녹지	0.71	98	4.10	811	2.30	2.67	0.92	66.26	130
양묘시설	양묘장	0.34	28	0.89	602	1.37	1.44	0.13	85.16	718	
경작지	일반경작지	논	12.64	200	13.46	1,397	1.56	1.70	0.69	93.78	77
		밭	12.86	584	29.13	1,011	1.71	2.07	2.14	86.70	54
		과수원	0.12	15	0.36	478	1.32	1.31	0.06	81.95	1,166
	시설경작지	시설농업지역	0.80	49	1.69	708	1.44	1.56	0.17	87.98	642
		사육시설	0.18	20	0.54	542	1.43	1.48	0.08	82.40	872
		농원	0.08	14	0.28	414	1.37	1.31	0.05	81.38	1,259
산림	자연림	자생활엽수림	8.79	273	13.56	1,149	1.69	2.12	0.74	90.88	176
		자생침엽수림	0.47	39	1.34	670	1.63	1.71	0.16	83.84	473
		자생혼효림	0.21	14	0.43	604	1.39	1.30	0.05	88.59	1,411
		자생수우점 조림수혼합림	2.65	115	5.36	943	1.64	1.89	0.43	88.14	189
	인공림	조림활엽수림	4.01	269	10.05	761	1.61	1.84	0.98	85.39	159
		조림침엽수림	2.76	132	5.57	889	1.59	1.96	0.44	88.29	230
		조림혼효림	0.37	23	0.86	744	1.60	1.55	0.09	86.47	904
		조림수우점 자생종혼합림	2.68	107	5.66	1,075	1.71	1.87	0.40	87.72	269
		어린나무 식재지	0.55	25	0.80	668	1.38	1.39	0.09	91.42	844
		썰피앞 어린나무식재지	0.05	4	0.15	687	1.44	1.52	0.02	83.00	3,287
초지	식재초지	묘지	1.22	327	5.62	337	1.39	1.49	1.41	73.63	151
	자연초지	휴경지 초지	0.49	28	1.00	732	1.50	1.49	0.09	88.04	922
		해안매립초지	3.43	4	0.72	4,901	1.34	1.38	0.00	98.93	0
		벌채나지	1.13	83	2.89	677	1.51	1.74	0.34	85.37	307
육상습지	하천	자연형하천	1.12	114	7.35	1,194	2.86	3.79	2.03	63.80	75
		인공하천	0.03	7	0.40	1,126	3.91	4.73	0.11	28.64	58
		하천공원	0.01	2	0.06	481	1.75	1.75	0.01	68.88	10
	호소	연못	0.04	3	0.10	599	1.37	1.30	0.01	85.43	4,604
		저수지	0.82	21	0.92	906	1.30	1.58	0.06	93.63	740
		양어장	0.06	15	0.23	294	1.16	1.18	0.06	75.95	1,433
습지	목본생육습지	0.06	7	0.17	460	1.35	1.35	0.03	82.37	2,174	
	초본생육습지	0.23	9	0.44	911	1.75	1.61	0.06	89.51	1,558	
해안습지	해안수역	기수역	0.89	9	0.90	2,276	2.00	2.24	0.01	94.04	20
		갯벌	4.18	7	1.51	5,124	1.77	1.85	0.00	98.03	0
	해안초지	염습지	3.51	23	1.89	2,033	1.66	1.35	0.07	96.97	30

패치의 가장자리는 생태학적 현상과 많은 관련이 있으며, 가장자리만의 생태적 특성을 가지고 있어 각각의 생물종에게 긍정적 또는 부정적 영향을 주기 때문에 가장자리와 관련된 경관 지수는 매우 중요하다.

가장자리 밀도를 분석한 결과, 선형의 패치인 도로와 하천을 제외하고 논, 밭 등의 경작지와 자생활엽수림, 조림활엽수림 등을 중심으로 하는 산림의 가장자리 밀도가 높게 나타났다. 특히 시흥시에 나타나는 밭의 대부분은 산림완경사면을 개간하

여 만들어진 것으로 경사, 향 등을 고려하여 조성되었기 때문에 경계가 복잡하여 가장자리 밀도 지수가 높게 분석되었다. 산림 유형에 속하는 패치들의 가장자리 밀도는 밭, 묘지, 저밀 공업지역, 야적장 등이 위치하여 주변부 경계가 복잡해진 결과가 반영되어 높게 분석되었다. 가장자리 관련 지수는 패치의 둘레길이와 관련이 있는 지수로서, 형태지수의 결과와 비슷하게 인간의 간섭이 많은 유형의 패치들의 지수들이 낮게 분석되었다. 습지의 경우 대부분 자연적으로 만들어진 습지가 아닌 묵논, 둠벙 등 인간의 영향을 받은 경우가 많아 낮게 분석되었다.

4) 핵심면적 밀도 및 총핵심면적지수

패치의 가장자리를 제외한 내부지역을 지칭하는 핵심구역은 패치의 구성과 형태를 동시에 반영하는 지수로, 패치의 크기와 모양에 많은 영향을 받는다.

핵심면적은 생물종의 서식지와 깊은 관계가 있기 때문에 산림 유형 패치를 중심으로 살펴보면 자연림의 경우, 자생활엽수림이 높게 나타나고 자생혼효림, 자생수우점조림수혼합림, 자생침엽수림 순으로 낮아진다. 이는 자생활엽수림과 자생혼효림의 패치의 크기가 비교적 크기 때문이며, 소나무로 이루어진 자생침엽수림의 경우, 대규모로 분포하지 않으며 크기가 비교적 작고 대부분 잔존림으로서 복잡한 형태를 띠고 있기 때문이다.

인공림의 경우, 조림침엽수림의 총핵심면적지수가 높게 나타나고 조림활엽수림이 낮게 분석되었다. 이는 리기다소나무를 중심으로 하는 대규모 조림지가 많은 시흥시 특성과 아까시나무를 중심으로 하는 조림지의 대부분이 산림주변부, 인가주변, 훼손지 등을 중심으로 조성된 특성이 반영된 결과이다. 하천의 경우 선형의 패치로 핵심면적 지수가 낮게 분석되었으나, 서식지로서의 가치가 낮은 것으로 볼 수 없기 때문에 경관지수가 가지는 한계점의 하나로 볼 수 있다.

5) 평균근접거리

평균근접거리는 동일한 유형 패치 간의 가장자리 대 가장자리의 거리의 평균을 계산한 것으로, 동일 유형의 패치들의 집중과 분산의 정도를 가늠해 볼 수 있는 지수로서 유형별 패치수와 함께 고려할 때 정확한 해석이 가능하다.

시흥시 분석결과, 도시형혼합지, 공동주택지, 고밀공업지, 고밀상업업무지 등이 집중되어 위치하는 것으로 분석되었으며, 대부분의 산림유형과 묘지, 농촌형 혼합지, 야적장, 공원 등의 유형은 시흥시 전역에 분포하는 것으로 나타났다. 평균근접거리가 매우 길게 나타난 유형의 대부분은 패치수가 매우 적기 때문에 나타난 결과이다. 논, 밭 등의 경작지는 평균근접거리가 매우 낮게 나타났는데, 이는 개체수가 많거나, 집중되어 위치하

기 때문인 것으로 해석될 수 있다.

IV. 결론

본 연구는 시흥시 비오톱 지도를 바탕으로 시흥시에 나타나는 비오톱 유형별 경관지수를 분석하여 비오톱 지도의 제작과 활용에 적용 가능성을 살펴보고자 하였다.

연구결과를 정리하면 면적비율과 패치수의 경우, 시흥시의 특징적인 자연환경과 토지이용현황이 반영된 결과를 보여주고 있으며, 면적가중평균형태지수 분석 결과에서는 인공림과 자연림의 차이가 확인되었으며, 인간의 집약적 이용이 이루어지는 유형일수록 대체로 지수가 낮게 분석되는 경향을 나타내었다.

가장자리 관련 지수 분석결과, 인간간섭의 영향을 지수로 확인할 수 있었지만, 생태적 중요성 및 자연성과 연관하여 해석하기에는 예외적인 경우도 있는 것이 확인되었다.

생물종 서식지와 깊은 관계가 있는 핵심면적 관련 지수를 분석한 결과, 산림관련 유형 패치의 경우, 시흥시의 자연환경을 잘 반영하는 결과를 얻을 수 있었으며, 평균근접거리 분석을 통해서도 역시 시흥시의 토지이용현황 특성을 잘 나타내는 결과를 얻었다.

연구에 사용된 경관지수는 비교적 사용빈도가 높은 지수이며, 경관생태학에서는 매우 다양한 경관지수가 사용되고 있지만 적용 방법과 해석방법이 매우 복잡하고 어려운 것이 사실이다. 따라서 비오톱 지도의 제작과 활용에 경관지수를 사용하기 위해서는 더 많은 자료의 축적과 연구의 진행이 필요하다.

본 연구결과는 비오톱 지도의 유형의 경관지수가 대상지의 현황을 반영하고 있으며, 비슷한 개념의 지수의 경우 유형에 따라 일관된 결과를 나타냄으로써 경관지수의 활용가능성을 확인할 수 있었다.

추후 연구는 비오톱의 경관특성을 정확히 분석해낼 수 있는 경관지수선정에 관한 연구와 각각의 개별 비오톱의 경관지수에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

인용문헌

1. 나정화, 차성운, 도후조, 이정민(2005) 농촌 정주공간의 경관생태학적 특성 분석. 한국복원녹화기술학회지 8(2): 1-20.
2. 오충현, 김한수(2008) 비오톱 지도 제작을 위한 비오톱유형화 연구. 동국대학교 산업기술논문집 17(2): 31-50.
3. 이상우, 윤은주, 이인성(2004) 경관생태지수 사용에 대한 고려사항과 문제점에 관한 고찰. 한국조경학회지 32(5): 73-83.
4. 정성관, 오정학, 박경훈(2005) 경관지수를 활용한 낙동강 유역 산림경관의 시계열적 패턴분석. 한국지리정보학회지 8(2): 145-156.
5. 조용현(2000) 경관지수를 이용한 지역생태계 평가. 한국환경영향평가학회지 9(4): 349-362.