

Landsat Mss Data를 이용한 서울시 산림패치의 패턴 변화분석

이 종 성

경희대학교 대학원 조경학과 박사수료

Analysis of the Change in Pattern of Seoul Forest Patch to have used Landsat MSS Data

Lee, Jong - Sung

Department of Landscape Architecture, Graduate School, Kyung Hee University

ABSTRACT

This study is to have attempted to analyze the characteristics of the change in forest landscape pattern of Seoul for 18 years by grasping it through satellite image data on the forest area in Seoul where a rapid change according urbanization and industrialization is going on. On the basis of Landsat MSS Data — satellite image data, this writer analyzed the change in the number and size of patch and the mean edge length of each forest land, and the index of patch shape by each year from a landscape-ecological point of view.

The results are as follows ;

First, in the pattern change of the forest patch of Seoul, the highest patch fragmentation area is the forest of the Yangchon-gu district where is decreasing its forest area by 654ha, 511ha, 495ha, 402ha each year from its total size of 742ha in 1979.

Second, the change tendency shows that the average forest size decreased at 552.58ha in 1983, 435.03ha in 1988, 396.23ha in 1992, and 372.96ha in 1996. And analysis showed that even in the number of patches, the forest fragmentation phenomenon was presenting by the increase of development disturbance.

Third, the mean edge by year was longest at 23,385m in 1979, but it is decreasing continuously. This shows the regular and artificial uniformity of forest landscape by disturbance-effect increase of the built-up development and shows low portion against edge effect by the time-series change like 1979 > 1983 > 1988 > 1992 > 1996.

Finally, in the analysis of a shape index indicated by ratio of size and edge, total averages were 2.56, 2.33, 2.17, 2.14, 2.14 each year, so that it is considered that the disturbance and ecological health status against forest landscape can be grasped according to being examined as 1979 > 1983 > 1988 > 1992, 1996 by the time-series change of the landscape.

I. 서론

LANDSAT을 이용한 원격탐사(Remote Sensing)는 지상의 물체가 반사하는 전자파를 감지하면서 각 물체가 갖는 고유의 분광특성을 이용하여 직접 접촉하지 않고 간접적으로 지상의 물체를 식별하여 그 상태를 조사하는 기술을 말하는 것으로 많은 분야에서 활용되고 있다.

이는 광범위한 지역을 주기적으로 같은 정도로 관측하고 비교적 저렴한 비용으로 입수 가능한 Landsat Data를 사용하여 자연공원의 공원계획이나 경관계획의 기초적 자료로 활용되는 토지피복을 조사방법 및 경관생태학에 응용시킬 수 있으며, 도시개발에 있어서도 긍정적인 측면과 함께 수반되는 환경파괴 및 생산 녹지의 감소현상 그리고 도시발달과 확산으로 도시근교의 산림파괴와 초래와 종다양성, 경관의 자기 유지성을 저해, 결국에는 생물 서식처의 소멸을 초래하고 있는 부정적인 측면에 있어서도 균형있는 도시개발 정책에 대한 의사결정에 중요한 영향을 미칠 수 있다.

이러한 것들은 무엇보다 지금까지의 토지이용 변화의 경년변화 추세를 파악하는 것으로부터 시작될 수 있으나 이를위한 연구는 경관의 변화 파악 수법에 있어 지평 면에 대해 수평적인 방향성을 갖는 시각의 관점이 주류를 이루고 있으며, 경관의 변화 파악에 있어 광역적인 공간변동 파악에 대해 한정적인 시점을 갖는다.

반면 항공사진이나 주기성, 지속성, 반복성 등의 장점을 지닌 인공위성 자료를 이용하여 지평면에 대해 수직적인 방향성을 갖는 환경의 관점으로부터, 경관패턴의 시계열 변화 파악에 있어서는 아직 그 접근과 방법에 대한 실증적 연구가 부족한 실정이다.

이는 경관생태학적 접근의 일환으로 환경의 관점을 갖는 경관의 변화파악은 시간을 통한 토지이용의 공간패턴 변화의 Landscape Dynamics을 이해 하는데 중요하며(Monica Turner and C. Ruscher, 1988), 경관의 변화에 따른 패취의 공간적 분포특성 파악에 대한 연구 즉, 생태적 균일성 또는 공간분포의 등질성을 갖는 패취(Patch)의 시계열적 분포 패턴 변화에 대한 연구를 통해 도시개발에 의한 산림지역 경관의 간섭정도와 이에 따른 생태적 환경변화의 동태적 파악을 모니터링할 수 있는 접근의 하나일 것이다.

이러한 연구는 외국의 경우 경관생태학(Landscape Ecology)분야에서 주로 연구되고 있으나 우리나라의 경우 일천하며, 특히 시계열적 데이터의 누적에 의한 환경의 생태적 고려가 매우 빈약한 실정이다. 따라서 시간을 통한 경관변화의 파악은 전체상을 고려해야 하는 광역적 경관계획에 있어 중요한 정보가치를 지닌다. 또한 이것은 경관생태학(Landscape Ecology)의 분야에 있어 주 관심분야로 역점을 두고있는 구조, 기능, 변화에 대한 부분 중 경관(Landscape)의 패턴 변화를 모니터링함으로써 광역적 생태 조경계획의 접근을 유도할 수 있을 것으로 사료된다.

따라서 본 연구는 인공위성 영상자료를 통하여 도시화·공업화에 따른 경관의 급속한 변화가 진행중인 서울의 산림녹지지역을 대상지역으로 1979년부터 1983년, 1988년, 1992년, 1996년까지 18년간의 산림경관 패턴의 변화를 파악하여 그 특성을 분석하여 광역적 생태 조경계획에 있어 녹지네트워크를 구상하기 위한 기초자료를 제공하는데 그 목적을 두고 있다.

II. 연구 방법

1. 연구의 범위 및 내용

본 연구는 위성영상의 자료인 Landsat MSS데이터를 이용하여 서울지역의 데이터로부터 취득된 각 연도별로 산림지역의 패취면적 10ha이상의(생태적섬으로 존재하는 녹지의 자기 유지적인 최소규모: Wilcov, 1986; Kohn and Walsh, 1994) 패턴변화를 중심으로, 경관패턴(Landscape pattern)의 경관요소에 있어서 패취의 수와 면적, 주연부의 길이의 변화와 그리고 이것을 이용한 패취의 형태지수를 통하여 패턴의 경년별 변화분석을 실시하였다.

이때 서울지역 산림패취의 분석을 대부분 파편화(Fragmentation)의 과정을 보이고 있는 서울 외산지역 일대에 해당하는 산림패취의 패턴변화와 내산지역 일대로서 단일한 패취의 패턴형태를 유지하면서 진행되고 있는 서울시 내부의 산림패취로 구분하여 그 변화패턴을 분석하였으며 각 연도별 전체 패취의 평균 변화에 대한 분석과 형태지수에 따른 주제도 작성을 통하여 그 패턴의 분포 변화를 분석하였다.

2. 연구방법

2. 1 연구재료

본 연구에 사용된 화상자료는 Landsat MSS(Path 116 / Row 34)자료이다. 이 MSS자료는 센서의 감도특성에 기인하는 방사외곡 현상과 위성의 궤도나 자세의 변동, 지구의 자전 등에 기인하는 시스템(System)오차를 bulk보정한 CCT(computer compatible tape) 자료이고, 자료구조는 BSQ(Band Sequential) 포맷으로서 각 밴드(band)의 영상자료를 독립된 화일의 형태로 만들어 차례로 기록하는 방식으로 영상자료를 나누어서 이용하는데 편리하다(강, 1994). MSS자료는 공간해상력이 80m이며 총 4개의 밴드로 구성되어 있고 각각의 밴드는 파장별 분광특성에

따라 그 특성을 가지고 있다.

토지피복 분류에 따른 시계열 변화를 보기 위해 자료검색시 계절의 영향을 고려하여 관측시기가 비슷한 5개의 full-scene(Landsat-2호 1979년 10월 4일, Landsat-4호 1983년 10월 24일, Landsat-5호 1988년 9월 27일, 1992년 9월 22일, 1996년 9월 1일)을 선택하였으며 자료의 검색시 분석에 영향을 미칠 수 있는 구름의 영향을 고려하여 5개 scene 모두 전체 이미지에 대해 00% 운량을 갖는 영상만을 선별하였다.

한편 일본 NASDA(우주개발사업단)로부터 입수한 5장의 영상은 기하학적 왜곡으로 각각의 신(scene)이 조금씩 어긋나 있으므로 기하보정을 실시하였다. 이때 총 5개년도의 이미지를 기하보정시키기 위해 우선 1996년 자료를 Image to Map 즉, 지형도의 좌표계를 이용하여 최종 선정된 25개 지상기준점의 좌표로 변환시켰으며, 나머지 4개의 영상자료에 있어서는 기하학적 보정이 실시된 1996년의 이미지로 Image to Image 즉, 변환된 1996년의 좌표를 기준으로 하여 일대일로 각각 좌표변환을 대응시켜 실시하였다.

여기서 좌표 변환식은 연구결과에 의해 고차다항식보다는 오히려 1차 또는 2차다항식을 이용한 좌표변환이 오히려 더 정확한 결과를 얻을 수 있다고 보고된 바가 있어 가장 일반적으로 이용되는 Affine변환식을 적용하였다. 그리고 보정 후 화상의 크기를 산출한 후 보정 화상과 보정전 화상의 관계식을 사용하여 보정 화상의 각 화소가 보정전 화상의 어디에 위치하는가를 찾게하는 재배열 방법으로는 양선형보간법(bilinear interpolation : 내삽점 주위 4점의 화소치를 이용하여 구하고자 하는 화소치를 선형식으로 내삽)을 적용하였으며 화소간의 간격은 80m가 되도록 하였다.

그 결과 좌표변환 후 지상기준점 주위의 잔차들의 표준편차를 구한 최종적인 RMSE값은 0.39로 0.5화소 미만으로 매우좋은 결과를 얻을 수 있었으며 이를 기준으로 한 1979, 1983, 1988, 1992년의 자료도 각각 0.50(GCP : 19

개), 0.47(GCP : 14개), 0.42(GCP : 13개), 0.44(GCP : 13개)의 RMSE값으로 0.5 Pixel 이하의 매우 만족할 결과를 얻었다.

이러한 전처리 과정을 거친 후, 국립지리원에서 발행한 서울시 1/50000지형도를 기준으로 디지털화하여 각 연도별 영상에서 서울지역을 절취하였다. 이때 서울시 총면적은 607.54km²로 1996년 서울시 통계연보자료에 의한 605.77km²과 매우 근접하게 절취 되었으며 이 후 경년별로 산림역만을 추출하였다. 한편 영상자료는 일본 Remote Sensing Technology Center로부터 연구목적에 의해 제공 되었다.

2. 2 패취의 형태지수

패취의 형태지수는 면적과 주연부 길이의 비율로 형태모양의 비를 산출하는 지표로 활용되고 있다. 이를 이용하여 각 연도별 산림패취의 형태지수를 구할 수 있고 이를 통하여 시간을 축으로 하는 경관변화의 패턴에 대한 계량적 접근이 가능할 것이다. 형태지수는 다음 식으로 표현된다(Forman and Godron, 1986).

$$D_i = \frac{P}{2\sqrt{A\pi}}$$

D_i : 패취의 형태지수
P : 패취의 둘레의 길이
A : 패취의 면적

형태지수가 갖는 의미의 해석은 본 연구에서는 높을수록 종다양성에 대해 양(+)의 관계를 갖는 것으로서 이는 주연부 효과에 대한 연구로부터 받아들여진 서식처의 다양성, 미기후 효과에 대한 생물학적 다양성 함의, 종의 이입을 수월 등에 대한 기존의 연구 결과에 따른 것이다(Forman, 1995).

또한 도시지역내 산림의 패취에 대해 개발에 의한 간섭(Disturbance)에 의해 그 형태의 직선적인 정형화는 경관의 획일화 진행으로 종다양성에 부정적인 영향을 초래됨을 감안할 때 이는 항공사진이나 리모트센싱 등의 多時期 자

료를 이용하여 광역의 경관 변화에 있어 정량적 접근에 의한 공간변화의 생태학적 접근으로 파악할 수 있는 기준으로 제공될 수 있을 것이다.

따라서 이러한 지수를 통하여 경관패턴의 시계열 변화에 대한 공간분포의 진행과정 및 경관생태학적 접근을 통해 경관변화에 대한 건강성을 시사할 수 있을 것이다.

2. 3 산림패취의 분석과정

토지피복 분류로부터 추출된 산림(녹지)역을 패취화 하기위해 서울지역을 대상으로 산림지역의 순방향성을 갖는 5개의 피복분류된 이미지를 통하여 확인한 후 10ha이상(약 16Pixel 이상)의 면적을 갖는 산림역을 기준으로 하여 점 데이터를 선데이터(Raster to Vector)로 변환하였다. 이때 산림(녹지)역내 다른 픽셀값을 갖는 영역도 벡터화 되었으나 그 값을 속성 테이블에서 제거시킴으로서 면적에 대한 문제를 해결하였다. 한편 이미지의 연속적 관측에 의해 패취의 분포현상이 불규칙적으로 추출되는 산림지역에 대해서는 피복분류 과정에 있어 방사량 및 오차로 간주하였으며 이는 전체적인 패취의 정량화에 영향을 미치므로 제외시켰다.

본 분석과정에 사용된 소프트웨어로는 1차적으로 PCI프로그램을 사용하여 토지피복 분류를 실시한 후 SPANS(Spatial Analysis System)프로그램으로부터 피복분류 처리된 래스터자료를 벡터자료로 전환시키고, 각 산림패취의 면적과 주연부의 길이를 이용하여 연도별 시계열 변화에 따른 형태지수의 분포패턴을 주제도작성을 통하여 살펴보았다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 외산지역 일대 산림패취의 패턴변화

<표 1>은 서울시 외산지역 일대의 주요 산림지역에 대해 연도별 패취패턴의 변화를 면적, 주연부의 길이 그리고 형태지수를 통하여

나타내었다. 그리고 각 산림지역 일대의 연도 별 파편화 분산정도의 과정을 파악할 수 있도록 일련번호(Entity)를 표하였다.

보는바와 같이 우선 1979년 북한산 일대의 산림패취는 6,317ha로 서울지역중 가장 많은 면적을 차지하고 있으며 주변부의 길이에 있어서도 111,815m로 가장 높은 수치를 보이고 있다. 그러나 도시시설 기반에 의한 도로공사 등으로 1992년 3개의 패취로 나뉘고 있으며 산림이 파편화되면서 면적이 1979년에 비해 약 297ha 정도의 면적이 감소한 것으로 나타났다. 또한 1979년 3.97이었던 형태지수가 1996년에 2.54로 감소됨으로써 개발간섭에 의해 서울시 녹지네트워크의 구성요소로서 핵을 담당하고 있는 북한산지역은 면적의 효과 및 형태지수의 감소에 대해 생태적 종다양성이 1979년에 비해 상대적인 감소경향을 보이고

있다고 사료된다.

수락산, 용마산 일대 산림패취의 변화에 있어서는 1988년에 수락산과 용마산으로 하나의 패취형태를 갖는 산림패취가 분절되면서 면적과 주변부의 길이도 현저히 감소된 점으로 미루어 보아 도시개발의 간섭이 진행되었음을 알 수 있으며 이에따라 형태지수의 변화도 1979년의 5.24로부터 1996년에 2.81로 낮게 나타났다. 또한 1996년에는 용마산 일대로부터 泰陸컨트리 클럽 등에 의해 총 3개의 패취로 분절된 형태를 보이고 있는 것으로 나타났다.

강동구의 고덕동 성산봉 일대에 있어서는 1979년 741ha의 면적이 1983년에는 4개의 패취로 분할되어 총 332ha의 면적으로 점차 감소하여 1996년에는 총 281ha로 감소되었으며 주변부의 길이에 있어서도 1979년 29,258m에서 1996년에 평균 9,020m로 감소한 것으로 나타

〈표 1〉 서울 외산지역 일대의 주요산림의 패취변화

1979				1983				1988				1992				1996											
entity	area(ha)	perimete	index	entity	area(ha)	perimete	index	entity	area(ha)	perimete	index	entity	area(ha)	perimete	index	entity	area(ha)	perimete	index								
1	6,317	111,815	3.97	1	6,302	113,895	4.05	1	6,070	114,210	4.14	1.1	5,857	105,091	3.87	1.1	5,829	103,353	3.81								
북한산 일대												1.2	140	8,954	2.14	1.2	138	9,118	2.19								
												1.3	23	2,722	1.60	1.3	17	2,394	1.63								
2	2,454	91,938	5.24	2	2,376	97,577	5.65	2.1	1,433	40,934	3.05	2.1	1,427	42,082	3.14	2.1	1,353	40,147	3.08								
용마산, 수락산 일대												2.2	725	36,638	3.84	2.2	699	34,866	3.72	2.2	582	28,634	3.35				
												2.3	76	6,232	2.01												
13	741	29,258	3.03	13.1	118	8,318	2.16	13.1	72	5,281	1.76	13.1	80	5,773	1.82	13.1	80	5,773	1.82								
성산봉 일대												13.2	26	2,230	1.25	13.2	26	2,230	1.25								
												13.2	26	2,240	1.25												
												13.3	15	1,601	1.15												
												13.4	173	12,956	2.78	13.4	164	11,677	2.58	13.4	158	13,251	2.97	13.4	201	12,267	2.44
18	392	23,649	3.37	18.1	59	5,760	2.12	18.1	41	4,789	2.12	18.1	52	5,117	2.02	18.1	33	3,214	1.57								
장지공원 일대												18.2	20	3,198	2.00												
19	2,978	69,438	3.59	19	2,485	49,908	2.82	19.1	1,810	50,545	3.01	19.1	1,691	44,149	3.03	19.1	1,542	50,086	3.17								
대모산, 구룡산 일대												19.2	434	13,284	1.80	19.2	466	13,284	1.73	19.2	432	13,087	1.78				
20	2,549	82,394	4.60	20	2,528	81,410	4.56	20.1	1,651	44,805	3.11	20.1	1,607	43,985	3.10	20.1	1,613	43,886	3.08								
관악산, 우면산 일대												20.2	607	23,354	2.68	20.2	585	24,961	2.96	20.2	549	25,256	3.04				
												20.3	102	6,724	1.87	20.3	87	6,232	1.89								
24	742	41,590	4.31	24.1	374	18,398	2.68	24.1	276	14,891	2.52	24.1	258	15,350	2.70	24.1	191	18,532	3.78								
양천구 근린공원일대												24.2	27	3,346	1.83	24.2	29	3,510	1.83	24.2	26	3,346	1.85				
												24.3	31	3,519	1.77	24.3	23	2,722	1.60	24.3	23	2,722	1.60	24.3	23	2,722	1.60
												24.4	72	5,120	1.71	24.4	67	4,494	1.55	24.4	69	4,330	1.47	24.4	69	4,330	1.47
												24.5	19	2,240	1.47	24.5	18	2,230	1.47								
												24.6	142	7,518	1.78	24.6	118	5,904	1.54	24.6	116	5,773	1.51	24.6	93	7,183	2.12
32	392	28,470	4.10	32	444	33,912	4.54	32.1	170	11,513	2.50	32.1	147	9,906	2.31	32.1	132	7,511	1.84								
봉산 일대												32.2	184	15,482	3.22	32.2	182	15,350	3.21	32.2	174	15,022	3.21				

났다. 한편 패취의 분산이 1983년에 4개의 패취로 나뉘어졌던 것이 1996년에 2개의 패취만이 추출된 것으로 보아 나머지 2개의 패취가 녹지의 자기 유지적인 최소규모 10ha 미만의 면적으로 감소되어 나타나지 않은 것으로 사료된다.

대모산과 구룡산 일대에 있어서는 연도별로 각각 2,978ha, 2,485ha, 2,244ha, 2,157ha, 1,974ha로 지속적인 면적감소를 보이고 있으며 1988년부터 도로건설에 의해 2개의 분절됨을 나타내고 있다. 관악산, 우면산 일대에 있어서도 역시 마찬가지로 1979년에 비해 약 300ha 정도의 면적이 감소되었고 1988년에서도 도로건설의 영향으로 분절되고 있음을 나타내고 있다. 한편 1996년에 난곡지역의 두산이 또 하나의 패취로서 관악산으로부터 분절되어진 형태로 보이고 있으나 이는 해상도 80m를 고려할 때 이 지역이 도시개발에 의한 분절의 위험을 초래하고 있음을 시사하고 있으며 보존되어져야 할 생태적 연결형태의 유지에 대한 필요성을 제시하고 있다.

가장 패취의 파편화가 심하게 일어난 지역은 양천구 일대의 산림지역으로 1979년 총면적 742ha의 면적이 연도별로 654ha, 511ha, 495ha, 402ha로 지속적인 산림역의 감소율을 나타내고 있으며 1983년부터 총 6개의 패취형태로 분절·고립되어지고 있는 것으로 나타났다.

이러한 산림의 파편화는 주어진 자연 서식처의 패취의 평균면적을 감소시키며 패취간의 거리를 증대시키고, 주연부 면적에 대한 내부면적의 비율을 감소하게 된다는 Pickett and Withe(1985)의 연구에 비추어 볼 때 녹지네트워드의 핵이되는 외산지역 일대를 도시개발이라는 측면에서 생태적 고려없이 지속적인 간섭에 의해 경관의 생태적 건강성을 감소시키고 있는 것으로 사료된다.

2. 내산지역 일대 산림패취의 패턴변화

<표 2>에서 보듯이 서울지역 중 내산지역 일대의 산림패취는 외산지역에 비해 대부분 파

편화 됨이없이 단일한 패취패턴을 유지해 오고 있으며 총 17개의 산림패취가 추출되었다.

이 중 남산과 개화산 그리고 안산 일대를 제외하고는 그 면적이 대부분 200ha 이하의 산림패취로서 전체적으로 볼 때 총면적은 1979년 1,924ha의 면적이 1983년에 1,862ha, 1988년에 1,671ha, 1992년에 1,600ha, 1996년에는 1,514ha로 지속적인 면적감소를 나타내고 있으며 주연부의 길이에 있어서도 평균 연도순으로 6,926m > 6,907m > 6,305m > 5,937m > 5,759m로 감소하는 경향으로 나타났다.

또한 산림패취의 형태지수에 있어서도 연도별로 1.90 > 1.87 > 1.85 > 1.81 > 1.78로 외산지역의 평균 형태지수의 비율보다는 작지만 비교적 계속적인 도시역 주변의 개발간섭에 의해 산림경관이 획일화 되어가고 있음을 보여주고 있다.

3. 전체 산림패취 패턴 변화

외산지역과 내산지역의 전체 산림패취의 연도별 평균에 대한 수, 면적, 주연부길이 그리고 형태지수의 평균변화를 보기위해 우선 10ha 미만으로 면적변화의 감소에 의해 추출되지 못했거나 중간에 소멸된 패취를 제외시켜 전체평균에 대한 편차를 줄였으며, 이를 해결한 각 연도별 전체 산림패취의 평균변화를 <표 3>에 나타냈다.

연도별 평균 면적량의 변화추이는 보는바와 같이 1979년에 717.65ha로부터 1983년에

<표 3> 연도별 평균면적, 수, 주연부길이 그리고 형태지수의 변화

서울지역 산림패취				
연도	패취의수	면적 (ha)	형태지수	주연부 길이(m)
1979	26	717.65	2.56	23,385
1983	31	552.58	2.33	18,303
1988	36	435.03	2.17	14,468
1992	39	396.23	2.14	13,379
1996	40	372.96	2.14	13,040

552.58ha, 1988년에 435.03ha, 1992년에 396.23ha 그리고 1996년에 372.96ha로 계속적인 감소경향을 보이고 있으며 패취의 수에 있어서도 개발간섭의 증가에 의해 산림의 파편화 현상이 나타나는 것으로 보아 전체적으로 서울시 산림은 생태학적 측면의 면적효과 (Area Effect)에 대해 경관의 건강성이 경년 별로 계속적으로 감소되고 있다고 사료된다.

주연부 길이의 연도별 평균에 있어서는 1979년에 23,385m로 가장높게 나타났으며 계속적으로 감소하는 경향을 보이고 있는데 이는 도시개발에 의한 간섭의 효과의 증가로 규칙적이고 인위적인 주연부 효과에 대한 산림경관의 획일화를 보여주고 있는 것으로 사료된다. 이러한 도시개발에 따른 직선적인 산림경관의 단순화는 생태적인 주연부 효과에

<표 2> 서울시 내산지역 일대의 주요산림패취 변화

1979				1983				1988				1992				1996			
entity	area (ha)	perimete	index	entity	area (ha)	perimete	index	entity	area (ha)	perimete	index	entity	area (ha)	perimete	index	entity	area (ha)	perimete	index
3	155	5,609	1.27	3	188	8,958	1.84	3	156	7,708	1.74	3	154	7,675	1.75	3	137	5,609	1.35
		봉화산																	
4	191	9,610	1.96	4	182	9,118	1.91	4	166	9,906	2.17	4	160	9,282	2.07	4	159	9,282	2.07
		녹촌(능골)																	
5	45	4,002	1.67	5	47	3,519	1.45	5	43	3,214	1.37	5	45	4,002	1.67	5	44	4,002	1.70
		신일중고교 뒷산																	
6	79	4,789	1.53	6	89	5,120	1.53	6	77	6,396	2.05	6	63	6,724	2.38	6	39	4,166	1.89
		서울드림랜드																	
7	28	3,346	1.81	7	38	3,680	1.69	7	34	3,674	1.78	7	26	3,346	1.87	7	26	3,346	1.87
		버무말(경음공고 뒷산)																	
8	101	6,888	1.93	8	104	7,678	2.12	8	89	6,232	1.86	8	96	6,560	1.90	8	90	6,232	1.85
		고향산																	
9	82	6,888	2.15	9	86	5,278	1.60	9	62	5,117	1.82	9	68	5,445	1.86	9	70	5,281	1.78
		고대뒷산																	
10	39	3,050	1.38	10	38	3,041	1.38	10	36	2,886	1.36	10	39	3,050	1.38	10	39	3,050	1.38
		배봉산																	
11	269	11,841	2.04	11	307	19,673	3.17	11	282	14,891	2.50	11	279	12,956	2.19	11	266	11,841	2.05
		남산																	
14	67	5,281	1.83	14	46	4,159	1.73	14	36	3,510	1.66	14	36	3,510	1.66	14	36	3,510	1.66
		고덕초등학교 뒷산																	
21	43	4,166	1.78	21	54	5,438	2.09	21	46	4,789	2.00	21	18	1,771	1.17	21	18	1,771	1.17
		우면산 일대(서초구청 뒷산)																	
22	82	6,888	2.14	22	43	4,320	1.85	22	41	4,330	1.90	22	56	4,789	1.80	22	54	4,625	1.79
		방배근린공원																	
26	216	15,678	3.01	26	159	10,079	2.26	26	138	8,626	2.07	26	136	8,003	1.94	26	136	8,003	1.94
		개화산																	
27	69	5,117	1.74	27	36	3,680	1.73	27	43	4,953	2.12	27	43	4,953	2.12	27	43	4,953	2.12
		우강산																	
29	113	7,675	2.04	29	123	7,200	1.83	29	102	7,052	1.96	29	87	5,904	1.79	29	76	6,396	2.06
		능곡(목선)																	
31	297	14,071	2.30	31	299	14,238	2.32	31	297	11,677	1.91	31	271	10,726	1.84	31	255	13,448	2.38
		안산																	
33	48	2,886	1.17	33	23	2,240	1.32	33	23	2,230	1.32	33	23	2,230	1.32	33	27	2,394	1.31
		와우산																	
SUM	1,924	117,735	31.75	SUM	1,862	117,421	31.82	SUM	1,671	107,190	31.59	SUM	1,600	100,926	30.71	SUM	1,514	97,908	30.37
AVE	113	6,926	1.90	AVE	110	6,907	1.87	AVE	98	6,305	1.85	AVE	94	5,937	1.81	AVE	89	5,759	1.78
		total of patch : 17				total of patch : 17				total of patch : 17				total of patch : 17				total of patch : 17	

대해 종의 이입율이나 양호한 은신처의 제공 그리고 종의 다양성에 있어 덜 효과적임을 감안할 때 서울지역의 산림경관은 1979 > 1983 > 1988 > 1992 > 1996으로 점차 시계열 변화에 따른 주변부 효과(Edge effect)에 대해서도 낮게 나타났다.

면적과 주변부 길이에 대한 비율로 표현되어지는 형태지수는 연도별로 전체평균에 있어 각각 2.56, 2.33, 2.17, 2.14, 2.14로 나타나 경관의 시계열 변화에 대해 1979 > 1983 > 1988 > 1992, 1996으로 산림경관에 대한 간섭 정도와 생태적 건강성 정도가 파악되었다.

또한 이러한 형태지수의 변화를 주제도 작성을 통하여 그 분포패턴의 변화를 쉽게 파악할 수 있도록 본 연구에서는 지수의 범위를 등 간격을 갖게 4등급으로 처리하여 그 패턴변화를 파악해 보았다.

4. 형태지수에 의한 전체 산림패취의 분포도 분석

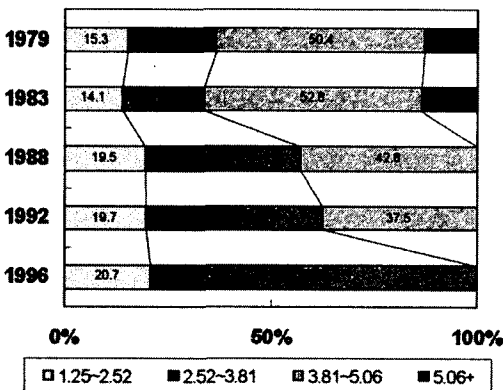
<그림 1>은 형태지수에 의한 각 연도별 산림패취의 변화비율을 나타내고 있으며 그림 2, 3, 4, 5, 6는 연도별 형태지수 변화에 따른 패취의 분포이다

그림에서 보는 바와 같이 1979년에 있어 형태지수 5.06+ 이상의 패턴분포를 차지하는 비율은 수락산, 용마산 일대만을 나타내고 있는

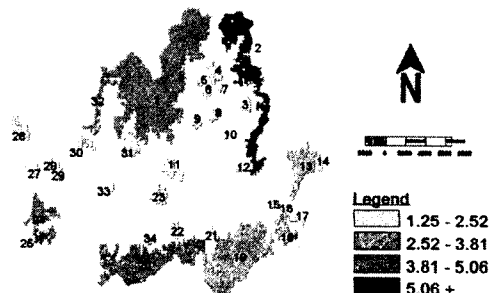
며 전체의 약 12.8%로 가장작고, 형태지수 1.25 ~ 2.52의 범위를 갖는 산림패취는 대부분 내산지역 일대로 대부분 300ha 이하의 면적을 갖는패취가 대부분으로 나타나 전체의 약 15.3%를 차지하고 있다. 다음으로 형태지수 2.52 ~ 3.81에 해당하는 패취지역에 있어서는 대모산, 구룡산 일대와 장지공원 일대 그리고 성산봉 일대의 패취로 약 21.5%를 보였으며 가장많은 면적을 차지하는 형태지수의 범위는 3.81 ~ 5.06로 북한산 일대와 양천근린공원 일대 그리고 봉산 일대로서 전체의 약 50.4%로 나타났다.

한편 산림패취의 패턴변화에 있어서는 <그림 2>와 <그림 3>에서 보듯이 1979년에 대해 1983년도 대부분 내산지역 일대의 변화는 보이지 않았으나 외산지역주변으로 양천구 일대와 고덕동 일대의 성산봉주변 산림지역이 파편화되면서 전체적으로 낮은 형태지수의 패턴분포 변화를 보여주고 있다.

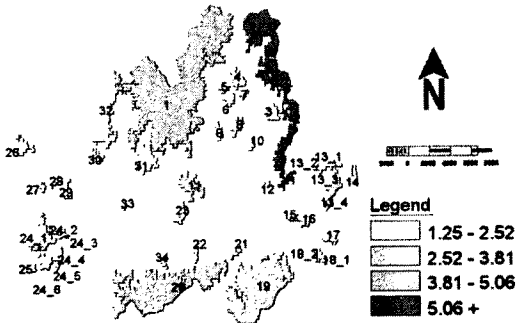
1988년도의 패턴변화에서는 수락산, 용마산 지역의 산림패취가 분절되면서 수락산의 경우 3.05로, 용마산의 경우 3.84로 각각 1979년과 1983년에 5.06 이상이었던 형태지수보다 낮게 나타났으며 봉산 일대와 대모산, 구룡산 및 청계산의 산림패취 변화도 하나의 패취형태로부터 도로개설에 의해 분절되기 시작하여 낮게 나타나 1983년과 1988년 사이에 도시개발에 의한 가장심한 산림의 패턴변화가 발생되었음을 파악할 수 있었다. 1992년에 있어서는 용마산의 지수변화와 북한산 일대 산림의 변화 즉 박석고개와 백달산의 분절형태가 보이고 있



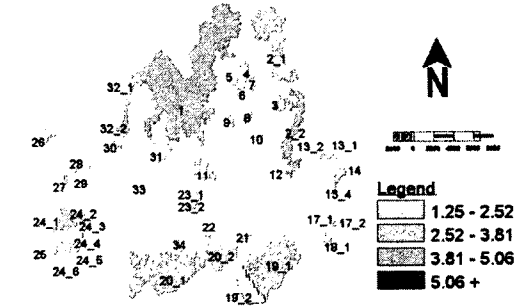
<그림 1> 형태지수 패턴분포의 변화비율



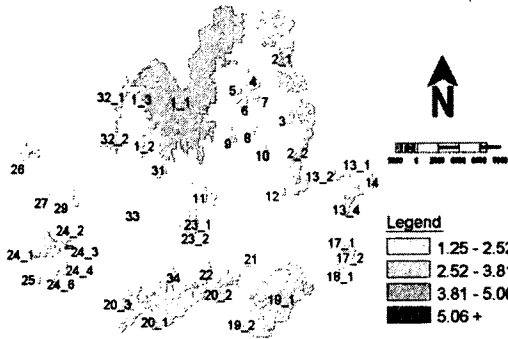
<그림 2> 형태지수에 의한 산림패취의 패턴분포(1979)



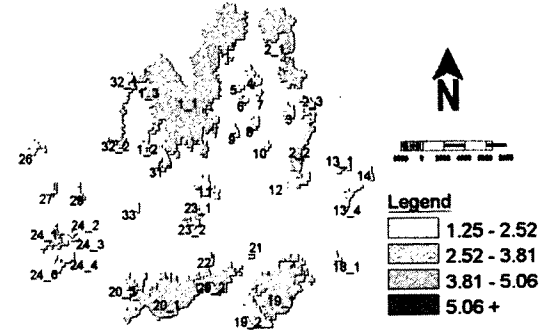
<그림 3> 형태지수에 의한 산림패취의 패턴분포(1983)



<그림 4> 형태지수에 의한 산림패취의 패턴분포(1988)



<그림 5> 형태지수에 의한 산림패취의 패턴분포(1992)



<그림 6> 형태지수에 의한 산림패취의 패턴분포(1996)

으며 점차 그 비율이 형태지수 2.52에서 3.81의 범위를 갖는 낮은 패턴의 비율로 늘어나고 있는 것으로 나타났다.

1996년에는는 전체 패턴의 분포가 이 등분되어 형태지수 3.81 이상의 패턴분포를 찾아볼 수 없는 것으로 나타났으며 대부분의 외산 지역 일대가 내산지역 일대의 산림패턴 형태지수에 비해 높게 나타나 형태지수 3.81 미만인 전체의 약 79.3%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

따라서 전반적으로 서울지역 산림패취의 패턴변화는 생물서식지의 주 단절원인인 택지개발이나 도로건설 등에 의해 파편화됨에 따라 계속적인 분절형태를 보여주고 있으며 이에 따라 면적의 감소 및 주변부 길이의 평균감소에 대한 생물학적 종다양성이 상실되고 있음을 감안할 때 이러한 산림패턴 변화의 파악을 통하여 녹지단절 구간에 대한 생태통로(에코브리지)가 요구되어지며 특히 향후 개발계획의 수립이나 개발이 임박한 지역에서의 녹지단절

을 사전에 방지하기 위한 노력이 필요하다고 사료된다.

또한 산림패취 패턴의 파편화와 이에따른 패취 형태지수의 변화가 경관 생태학적 종다양성과의 문제와 관련됨을 인식할 때 도시계획에 있어 기존의 산림지역 개발에 따른 도로건설 등에 의한 파편화의 문제는 계획의 과정에서 기존의 주변여건에 의한 점적인 공간의 접근방식보다는 보다 광역적이고 경관의 생태학적 접근을 감안할 수 있는 공간변동의 생태적 파악을 통해 파악되어야 할 것이다.

따라서 이러한 주제도작성을 통한 패취의 패턴변화 파악은 종다양성 등에 영향을 미치는 패취의 형태지수 파악과 함께 계획설계의 기준으로 고려되어질 수 있으며 각 산림공간의 분절 가능공간의 패턴파악을 통해 계획의 접근방식에 있어 녹지네트워크에 대한 생태학적 공간의 연결기능에 중요한 역할을 수행할 수 있을 것으로 생각된다.

IV. 적요

본 연구는 인공위성 영상자료를 통하여 도시화·공업화에 따른 경관의 급속한 변화가 진행 중인 서울의 산림녹지지역을 대상지역으로 1979년부터 1983년, 1988년, 1992년, 1996년까지 18년간의 산림경관 패턴의 변화를 파악하여 그 특성을 분석하고자, 영상자료인 Landsat MSS 데이터를 이용하여 각 연도별 패취의 수와 면적, 주연부의 길이의 변화와 그리고 이것을 이용한 형태지수를 경관생태학적 측면을 통해 그 패턴의 변화특성을 분석한 결과를 다음과 같이 요약하였다.

1) 서울지역의 산림패취의 패턴의 변화에 있어서는 가장 패취의 파편화가 심하게 일어난 지역은 양천구 일대의 산림지역으로 1979년 총면적 742ha의 면적이 연도별로 654ha, 511ha, 495ha, 402ha로 지속적인 산림면적의 감소율이 나타나고 있다.

2) 연도별 평균면적량의 변화추이는 1979년에 717.65ha로부터 1983년에 552.58ha, 1988년에 435.03ha, 1992년에 396.23ha 그리고 1996년에 372.96ha로 지속적인 감소 경향을 보이고 있으며 패취의 수에 있어서도 개발간섭의 증가에 의해 산림의 파편화 현상이 나타나고 있는 것으로 분석되었다.

3) 주연부 길이의 연도별 평균에 있어서는 1979년에 23,385m로 가장높게 나타났으며 지속적으로 감소하는 경향을 보이고 있는데 이는 도시개발에 의한 간섭의 효과의 증가로 규칙적이고 인위적인 산림경관의 획일화를 보여 주고 있는 것으로 나타났으며, 전체적인 서울 지역의 산림경관은 1979 > 1983 > 1988 > 1992 > 1996으로 점차 시계열 변화에 따른 주연부 효과(Edge effect)에 대해 낮게 나타

4) 면적과 주연부 길이에 대한 비율로 표현되어지는 형태지수 분석에 있어서는 연도별로 전체평균에 있어 각각 2.56, 2.33, 2.17, 2.14, 2.14로 나타나 경관의 시계열 변화에 대해 1979 > 1983 > 1988 > 1992, 1996으로 산림경관에 대한 간섭정도와 생태적 건강성 정도가 파악될 수 있다고 사료된다.

본 연구는 현 여건상 생태에 관한 누적된 자료의 불충분으로 실제적인 생태자료의 병행없이 산림패취의 패턴변화를 기존연구 결과의 고찰을 통해서만 이루어진 한계점을 갖고 있다. 또한 위성영상 자료의 피복분류를 통한 산림역 추출에 있어서도 해상도 80m를 이용하여 각 연도별 데이터에 대해 일괄 처리하여 정확히 일치시켜 분류함에 있어서도 오류를 범할 수 있다. 이러한 문제점은 앞으로 계속적인 연구 개발과 수행으로 해결할 수 있을 것으로 기대되며, 경관생태학에 있어 보다 실증적인 데이터 축적의 관리가 절실하다.

參 考 文 獻

- 1) 姜亮戌(1994), "Landsat TMdata를 이용한 서울시 도시림의 환경기여도에 관한연구" 서울대 농학석사 학위논문.
- 2) 古谷勝則, 建石陸太郎, 石井 弘(1988), "LANDSAT MSS DATAによる土地被覆分類", 造園雜誌,
- 3) 古谷勝則外 5人(1990), "人工衛星DATAによる緑地の把握に關する基礎的研究", 造園雜誌 53(5).
- 4) 김명수, 안동만(1996), "도시공원의 경관생태학적 분석", 한국조경학회 23(4) : 12-19
- 5) 김영섭의 2인(1996), "리모트센싱개론"
- 6) 武内和彦(1991), "地域の生態學": 朝倉書店 p. 6.
- 7) 沼田 眞(1996), "景相生態學", 朝倉書店,
- 8) 안호준(1987), "沿岸水理現象 把握을 위한 LANDSAT MSS Data의 處理와 解析", 서울대 박사학위논문.
- 9) 李承鎬(1992), "Landsat 衛星 자료를 이용한 산림식피 변화에 관한 연구", 서울대 농학박사학위논문.
- 10) 연상호(1985), "LANDSAT DATA를 이용한 주요 都市域의 經年變化의 抽出에관한 연구", 서울대 석사학위논문.
- 11) Burgess, R. L. and Sharpe, D. M. (eds.) (1981), Forest island dynamics in man-dominated landscapes. Springer-Verlag, NewYork
- 12) Diamond, J. M. (1975), "The island dilemma :

- lessons of modern biogeographical studies for the design of natural preserves", *Biological Conservation* 7 : 129~146
- 13) Forman Richard (1995), "Land mosaics : the ecology of landscape and regions". p. 38-40
 - 14) Forman, R. T. T. and M. Godron(1986), "Landscape Ecology", New York, John Wiley and Sons.
 - 15) Gardner , R. H. ; Milne, B. T. ; Turner, M. G. ; O'Neil, R. V. (1987), "Natural models for the analysis of broad-scale landscape pattern". *Landscape Ecology* 1 : 19-28
 - 16) Groom, M. J. and N. Schumaker(1993), "Evaluating Landscape Change", in P. M.
 - 17) Kareiva et al.(1993), "Biotic Interactions and Global Change", Sundeland, MA., Sinauer Associates Inc. : 24~44
 - 18) Gustafson, E. J. and G. R. Paker(1994), "Using an Index of Habitat Patch Proximity for Landscape Design", *Landscape and Urban Planning* 28 : 117~130
 - 19) Kohn, D. D. and D. M. Walsh(1994), "Plant species richness - the effect of island size and habitat diversity", *J. of Ecology* 82 : 367~377
 - 20) Krummel, J. R., Gardner, R. H., Sugihara, G. and O'Neil, R. V. (1987), "Landscape patterns in a disturbed environment". *Oikos* 48:321-324
 - 21) MacArthur, R. H. and E. O. Wilson(1967), "The Theory of Island Biogeography", Princeton Univ. Press, New Jersey : 203.
 - 22) Naveh, Z. and A. Lieberman(1984), *Landscape Ecology : theory and application*, New York, Springer-Verlag
 - 23) Monica G. Turner and Robert H. Gardner(1990), "Quantitative Methods in Landscape Ecology"
 - 24) O'Neil, R. V. ; Krummel, J. R. ; Gardner, R. H. ; Sugihari, G. ; Jackson, B. ; DeAngels, D. L. ; Milne, B. T. ; Turner, M. G. ; Zygmunt, G. ; Christensen, S. W. ; Dale, V. H. ; and Graham, R. L.(1988), "Indices of landscape pattern". *Landscape Ecology* 3:153-62
 - 25) Peterjohn, W. T. and Correll, D. L. (1984), "Nutrient dynamics in an agriculture watershed" : Observation on the role of a riparian forest *Ecology* 65 : 1466-75
 - 26) Pickett, S. T. A. and P. S. White(eds.) (1985), *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*, San Diego, Academic Press : 190
 - 27) Richard Forman(1995), "Land Mosaics" *The ecology of landscapes and regions* Cambridge University press
 - 28) Schreiber, K. (1990), "The History of Landscape Ecology" in I. S.
 - 29) Zonneveld and R. T. T. Forman(1990), "Changing Landscape" : An Ecological Perspective, New York, Springer-Verlag
 - 30) Sharpe, D. M. ; Guntenspergen, G. R. ; Dunn, C. P. ; Leitner, L. A. ; and stearns, F. (1987), "Vegetation dynamics in a southern Wisconsin agricultural landscape in *Landscape Heterogeneity and Disturbance*, ed. M. G. Turner, pp. 137-155. NewYork : Springer - Verlag.
 - 31) Soule, M. E. (1985), "What is Conservation Biology ?", *Bioscience* 35 : 727~ 734
 - 32) Turner, M. G. ; C. Lynn Ruscher(1988), "Changes in landscape patterns in Georgia, USA" *Landscape Ecology* 1 (4) pp. 241-251
 - 33) Troll, C. (1968), "Landschaftokologie". Tuxen, R. h.g. : *Pflanzensoziologie und Landschaftokologie*. Dr. Junk Vrelag, Denn Haag, 1-2, 40-43.
 - 34) Wilcove, D. S. et al. (1986), "Habitat Fragmentation in the Temperate Zone", in Soule, E. M. (ed), *Conservation Biology : The Science of Scarcity*