

위성자료를 이용한 환경보전적 계획기법에 관한 연구

A study on the environmentally sustainable planning techniques with the satellite data

송인성*
Song, In-Sung

문병채**
Moon, Byung-Chae

要 旨

본 논문은 위성영상 자료를 이용하여 RS(Remote Sensing)의 이미지 처리기술과 GIS(Geographic Information System)의 지도대수에 의한 공간분석 기법으로 계획가를 위한 환경보전적 계획을 수립할 수 있는 방안의 연구에 목표를 두었다.

연구는 다음 두가지 방향에서 진행되었는 바, 첫째 대상지역의 공간구조에 바탕을 두고 환경보전적 요소 및 법적 제한요소를 적용하여 용도지역을 배정하고, 둘째 계획과정속에 분석된 환경영향을 포함시켜 분석범위를 확대시킴으로써, 보다 지속가능한 계획을 수립하게 하는 것이다.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to study the using method of the satellite image processing and GIS(Geographic Information System) map-algebra for the sustainable (land-use) plan.

The research has been made by the two kinds of approaching steps. The first one is to allocate the sustainable zoning which is applicable to the environmental and the legal restriction elements base on space structure. The second one is to make a more sustainable plan through the extension of analysis range and the inclusion of analyzed environmental impacts within the plan making processes.

1. 서 론

1.1 연구 목적

환경보전을 전제로 한 개발기법이 산업화와 함께 시급히 요구되고 있으며 또한, 이는 21세기를 향한 도시개발에 있어서 가장 핵심적인 논제로 언급되어 오고 있다¹⁾. 도시개발은 긍정적인 측면과 함께 환경과 파괴 및 생산녹지의 감소라는 부정적인 측면도 함께 수반함으로 이제는 환경을 고려한 지속적인 개발을 요하고 있다. 그러나 우리나라의 현행 도시계획상의 지역

· 지구제의 한계 특히, 자연녹지지역의 난개발 문제는 심각하게 대두되고 있다. 그러나 자연녹지지역은 도시팽창과정상 주대상지가 될 수밖에 없으며 따라서 이에 대한 효과적이고 체계적인 전환 계획이 수립되어야 한다.

또한, 그 동안 우리나라 각종 개발계획은 환경보전 대책과 상호 밀접한 관계없이 별도로 추진되었다²⁾. 따라서 계획단계부터 환경보전과는 연결되지 못하였으며, 문제의 근본 원인에 접근하기보다는 결과만을 다스리는 사후 관리행정에 치중하는 등 개발계획의 부

* 전남대학교 지역개발학과 교수

** 전남대학교 지역개발학과 박사과정

수적인 수단으로 여겨졌다. 특히, 환경보전부문이 계획전체속에 융해되지 못하고 하나의 부문별 계획으로 되어 왔다.

따라서 본 연구는 계획단계에서 환경요소를 고려할 수 있는 방안을 모색하여 현행 용도지역을 지속가능한 개발 방향에서 다시 획정할 수 있도록 RS(Remote Sensing)와 GIS(Geographic Information System) 기법을 활용할 수 있는 방안을 제시하는데 그 목적을 두고 있다.

1.2 연구 내용

위의 연구목적을 달성하기 위해, 제 1단원 「서론」에서는 연구 목적, 연구 내용, 그리고 연구 방법과 범위에 대해서 기술하고, 제 2단원 「환경보전적 계획의 개념」에서는 환경보전적 개발의 의미와 이러한 개발의 필요성에 대해 기술했으며, 제 3단원 「환경보전적 계획의 수립과정」에서는 어떤 계획이 환경보전적으로 되기 위해서는 일반적인 물리적 계획과 환경보전부문이 어떻게 통합되어야 하는가에 대해 기술했고, 제 4단원 「위성자료 분석과 환경보전 방안」에서는 환경현황 파악, 보전환경 선정 및 특성분석, 그리고 환경보전적인 토지이용을 위한 적합한 용도획정 등을 중심으로 영상자료 처리기법과 GIS의 지도대수 기법을 사용해 연구되었다. 그리고 제 5단원 「결론」에서는 앞의 4장까지에서 연구된 내용의 종합정리와 함께 본 논문의 한계점 및 기대되는 추후 연구 방향에 대해서 기술했다.

1.3 연구범위와 방법

본 연구의 대상지역은 광주광역시를 연구 대상지 <그림 1.1 참조>로 하였으며, 모든 통계나 특성은 여기에서 사용된 주자료인 RS자료 획득일에 맞추기 위해 Landsat 5호의 관측일인 1994년 6월 1일 현재의 통계치를 사용하였다³⁾.

사용된 자료는 먼저 RS자료로 Landsat 5호의 TM 자료⁴⁾, 광주시 항공사진, 기타 GIS자료(도시계획도,

사업지구현황도, 행정구역도, 지형도, 식생도, 토양도) 등이 목적에 따라 레이어별로 분류되어 사용되었다. 구체적인 자료구축 과정은 다음 그림 1.2에 도식되어 있다.

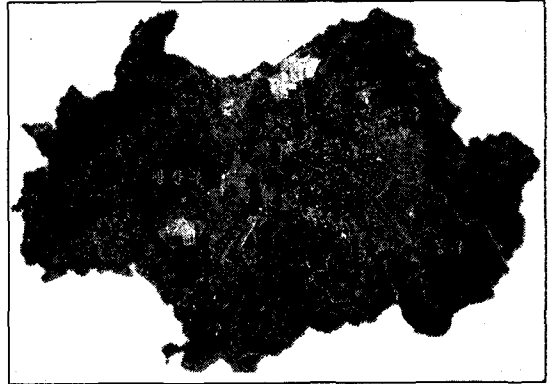


그림 1.1 연구지역(광주광역시)의 현황

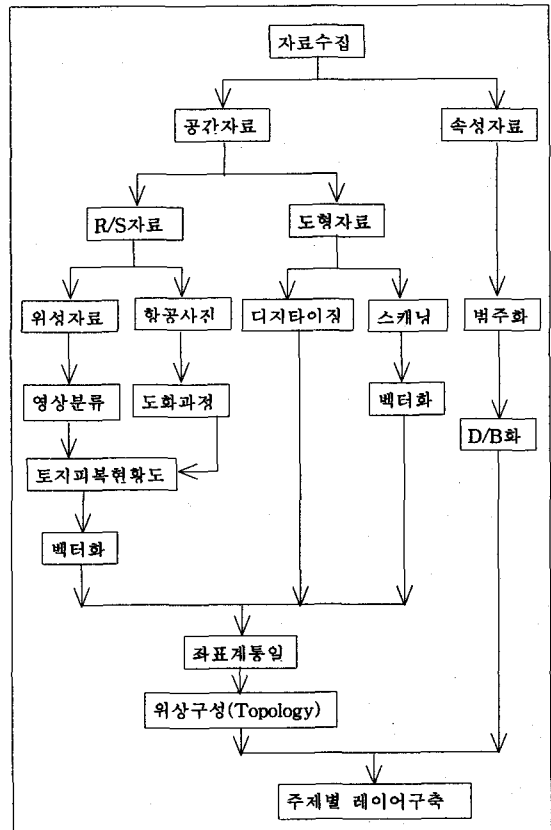


그림 1.2 자료구축과정

연구방법은 RS(Remote Sensing)와 GIS(Geographic Information System)⁵⁾를 결합시키는 기법을 사용하여 실제 분석에 상승효과(Synergism)⁶⁾를 가져 올 수 있도록 하였다.

먼저 영상자료는 전처리과정(Pre-processing)을 거친 데이터를 사진확율을 이용하는 Bayesian 최대우도법(Maximum likelihood classifier)을 적용하여 Training Field⁷⁾ 특성값을 이용하여 모든 화소를 순차적으로 분류하는 감독분류(Supervised Classification) 방법을 사용하였다. 이때, 7개 band 모두를 사용하였다. 그리고 분류된 결과는 군집분석(Grouping method)을 사용하였는데, 처음에는 좀 더 세분화하여 분류한 후, 화소값의 유사성에 따라 비슷한 특성을 갖는 것끼리 이를 다시 7개 항목(시가지, 산림, 논, 밭, 물, 나지, 기타)의 비계층적 클러스터군으로 재분류하는 방법을 사용하였다.

한편, 여기에서 얻어진 자료는 GIS의 지도대수(Map Algebra) 분석기법을 이용하여 필요에 따라 환경현황 조사와 같은 경우에는 래스터 분석을, 그리고 환경특성의 공간적 분석 등에는 자료변환을 거쳐 벡터분석이 되도록 하였다.

2. 환경보전적 계획의 개념

2.1 환경보전적 계획의 의미

환경보전적 계획이란 앞에서 언급된 바와 같이 계획단계에서 환경요소를 고려함으로써 환경보전 부문이 계획전체속에 융해되도록 수립된 계획을 의미한다고 할 수 있다. 이러한 견지에서 볼 때, 환경보전적 계획은 적극적 이용·개발보다는 보전적 측면에서 토지이용이 고려되는 계획⁸⁾, 다시 말하면 지속가능한 개발⁹⁾적 의미를 지닌다고 볼 수 있다.

2.2 환경보전적 계획의 필요성

각종 계획관련 법이나 제도가 여전히 성장을 위한 도

구로서의 역할을 하고 있고, 대부분의 행정가나 일부 계획가까지도 개발을 위해서는 환경파괴는 불가피하다는 논리를 펴고 있다. 그러나 이러한 보전과 개발간의 관계를 호혜적(互惠的)인 것으로 파악 한쪽을 위해 다른 한쪽이 희생되어야 한다는 논리는 이제는 가능한 개발로 인한 자연자원 훼손을 사전에 방지 혹은 최소화하는 개발가능성이 지속적으로 보장되는 계획 즉, 환경보전적 계획을 필요로 하고 있다.

따라서, 이러한 환경보전적 계획을 위해서는 환경보전을 위한 과학적 기법, 그리고 계획에 대한 연구가 요구된다 하겠다.

3. 환경보전적 계획의 수립방법

3.1 물리적 계획의 수립과정

물리적 계획이나 토지이용계획은 이미 한정된 영역 내에서 이루어지는 인간행위와 환경의 공간분포상 원리를 토대로 하여 마련되는데, 그 수립과정은 실제적으로 그림 3.1과 같이 일반적으로 4단계안에서 이루어진다¹⁰⁾. 즉, 그들은 또한 최종 단계에서 간과된 지식이 맨 초기단계에서 도달한 결론의 재검토를 이끌어내는 동적(피드-백)인 특성을 채택하며(Roberts 1974), 계획수립에 주민참여나 전문가 자문이 기본적으로 요구되고, 각각의 계획단계들이 서로 대체될 수 있는 특성을 지닌다(Healy 1986).

3.2 환경보전적 계획의 수립과정

환경보전적 계획을 위해서는 고려해야할 몇가지 요소가 있다. 첫째, 계획수립의 목표가 환경적인 목표를 담아야 한다고 보며, 둘째, 계획 보고서 마련시 현황 파악에 사용된 정보, 미래예측에 사용된 지표, 그리고 대안 마련 과정의 단계별 검토, 확인, 그리고 문제점의 배경파악 등에 환경보전적 요소가 충분히 연구되어야 한다.

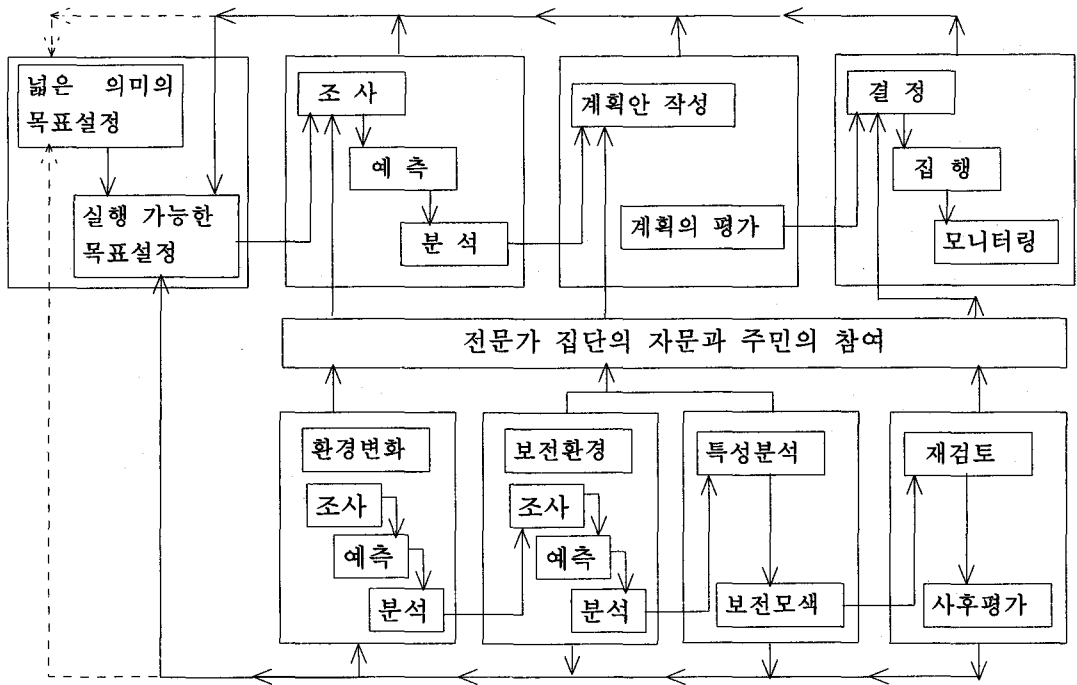


그림 3.1 물리적 계획속에 환경보전의 통합방안

3.3 물리적 계획속에 환경보전의 통합

일반적인 물리적 계획과정에 환경보전을 반영할 수 있는 「최선의 계획수립」은 결국, 계획단계에서 환경요소를 고려할 수 있는 방안이 모색되어야 한다고 할 것이고 합리적인 개발에 관한 기법연구가 전제가 되어야 하겠으며, 더불어 이러한 기법이 일반적인 물리적 계획속에 포함될 수 있는 방안이 강구되어야 한다고 본다.

위의 그림 3.1은 환경보전 부문이 계획의 전체속에 융해되는 과정을 보여 주는 개념도이다. 이러한 체계속에서 계획이 수립되어야 비로서 환경보전정책을 담은 계획이 가능할 것이다.

4. 위성자료 분석과 환경보전 방안

4.1 환경현황 조사

4.1.1 토지피복현황 조사

위성자료의 분석에 의해 토지피복(land cover)¹¹⁾을 분류하는 것은 리모트센싱을 육지에 응용시킨 가장 전형적인 것 중에 하나이다. 이것은 토지피복에 따라 分光反射率이 다르게 나타나는 스펙트럼정보를 이용하고 있다. 물론 최근에는 이러한 정보외에 토지피복에 따른 질감차이를 이용하는 방법도 활발히 연구되고 있다. 일반적으로 컴퓨터에 의한 토지피복분류로는 수 개에서 수십 클래스까지 분류가 가능하고, 분류정밀도는 트레이닝데이터의 취급방법에 크게 의존한다.

실제로 연구 대상지역인 광주시를 분석한 결과를 보면 표 4.1에 나타난 바와 같이 분석결과가 실제 지적통계상 면적과 차이가 거의 없음을 알 수 있어 자료의 신빙성이 상대적으로 높다는 것을 알 수 있다.

분류 항목	RS자료 분석		지적통계	
	면적(km ²)	비율(%)	면적(km ²)	비율(%)
도시	78.6	15.7	69.0	13.8
산림	205.4	41.0	207.0	41.3
논	75.1	15.0	119.9	23.9
밭	79.3	15.8	49.3	9.8
물	5.3	1.1	37.2	7.4
나지	17.2	3.4	18.9	3.8
기타	40.1	8.0		
합계	501.1	100	501.3	100

표 4.1 RS자료 분류결과와 지적 통계 비교

4.1.2 녹지자연도 조사

위성자료를 이용할 경우, 어떤 지역의 식생종류와 그 밀집도까지를 알 수 있다. 연구 범위가 넓은 지역일 경우, 인공위성 NOAA의 경우 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)를 계산해 낼 수 있어, 이 수치를 이용할 경우¹²⁾, 식생의 계절변동 패턴이 비슷한 畵素를 그룹으로 정리하여 植生圖를 얻을 수 있다. 또한, 그 값이 높을수록 밀집도가 높음을 나타내 밀집정도까지도 파악 가능하다. 여기에 해당 지역 항공사진의 도화자료를 합성시켜 군집분석(Clustering Analysis) 기법으로 그룹화한 후, 기존의 임야도를 참고로 녹지자연도를 얻을 수 있다. 그리고 이를 위해서는 보전환경에 대한 과학있다.

실제로 본 연구에서는 Landsat TM 자료분석을 통해 250m×250m 셀단위로 군집분석(Clustering Analysis)된 것에 기존의 임야도와 표본조사된 실제자료를 활용하여 11등급(0~10)¹³⁾으로 구분(Grouping)하여 녹지자연도를 제작하여 분석에 사용하였다.

4.1.3 표고계측 및 경사도 조사

위성자료로부터 지형도 및 DEM(Digital Elevation Model:수치고도모델)의 작성¹⁴⁾은 다른 위치에서 촬영된 2장의 화상이 있다면 가능하다. 특히, 정밀도가 뛰어난 1986년에 쏘아 올린 프랑스의 SPOT 위성자료를 활용할 경우 효과적인 자료를 얻을 수 있다. 또한, 여기에서 얻어진 DEM 데이터를 이용하여 GIS에서 경사도를 쉽게 구할 수 있다. 다음 표 4.2는 위성 데이터들과 그들의 표고 정밀도에 관한 자료를 보여 주고

諸元 衛星名	위성고도 H	궤도간 거리 B	지상분해 능력△G	높이精度 △h
Landsat TM	705,000(m)	145,000(m)	30(m)	145(m)
SPOT 팬크로	830,000(m)	840,000(m)	10(m)	10(m)

표 4.2 각종 위성 데이터와 표고정밀도

력 한계(30m)로 원리적으로는 가능했지만, 정밀도면에서 실용적이지 못했기 때문에 지형도로부터 이들(표고값과 경사도)을 얻어냈다.

4.2 보전환경 선정 및 분석

4.2.1 보전환경 요소와 기준설정

환경보전적 계획을 위해 요구되는 환경요소는 수없이 많다. 따라서 환경보전적 계획에 요구되는 기준을 설정하는 것은 대단히 어렵다. 우선 이들의 체계화가 요구되며, 더불어 서열과 가중치에 대한 연구가 필요하다. 이를 위해 인자분석법 혹은 설문조사법 등을 통해 해답을 얻어내는 것이 요구된다.

다음 표 4.3은 연구지역을 대상으로 수 많은 환경보전적 요소 중 6가지 즉, 첫째는 개발이 불가능한 고지대, 둘째는 보호수로 지정되어 있는 보전임지 및 자연림보전지, 셋째는 생물 이동 통로를 확보할 수 있는 수변, 생태적 기능을 발휘할 수 있는 연못, 그리고 소생물권 보존지(습지), 넷째는 재해의 위험이 상존하는 상습침수지, 다섯째는 도시계획법상 지정된 녹지 및 도시자연공원, 그리고 여섯째로는 개발이 규제되는 개발제한구역(Green belt) 등만으로 한정하고, 이들을 가지고 전문가 집단¹⁵⁾을 상대로 설문조사하여 얻어낸 기준을 보여 주고 있다.

4.2.2 보전지 및 가능지 선정

GIS와 RS 기법의 결합은 위와 같은 요소와 기준만 설정되면 그에 부합되는 정확성과 정밀성을 지니는

그림 41 지속적 개발을 고려한 가용지 및 보전지

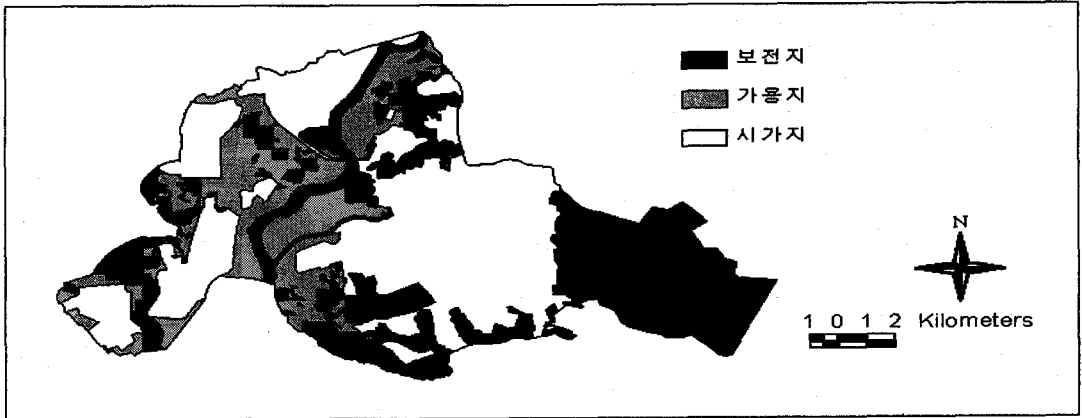


표 43 보전기준

지 표	선정 기준	영 역
경사도	개발이 불가능한 정도	표고(50m)이상이면서 경사도(25%)이상
수변공간	생물 이동 통로 확보	건천이 일어나지 않는 강폭 30m이상
자연림	녹지자연도	밀집도가 높으면서 6등급 이상
습지 및 연못	소생물권 보존상 요구	1000㎡이상
침수지	재해의 위험 정도	배수불량토질이면서 홍수 상습피해지
도시자연공원	관계 법령에 의함	법령상 지정된 지역
보호수및보전림지	관계 법령에 의함	법령상 지정된 지역

지역을 위성자료에서 얻을 수 있다. 실제로 본 연구에서는 도시의 물리적 특성과 법적 규제를 고려하여 선정된 ‘잠재적 적지’¹⁶⁾를 대상으로, 영상처리된 자료(image processing data)를 가지고 이를 백터화한 후 GIS의 지도대수(Map Algebra)를 사용해 위의 환경보전적 계획을 위해 요구되는 항목들 기준에 부합되는 영역을 얻어냈다. 그림 41은 이와 같이 조건에 부합되는 영역을 보전이 요구되는 지역(보전지)과 지속적 개발을 보장할 수 있는 개발이 가능한 지역(가용지)을 보여 주고 있다.

4.2.3 분석 및 예측

위에서 분석된 그림 41을 보면, 이들 가용지 및 보전지는 분포상 특징을 알 수 있다. 보전지의 경우는 자연환경이 양호하거나 보존할 만한 가치가 있는 지역, 혹은 현재 상태로는 개발이 상대적으로 어려운 지역들로 이루어져 있음을 알 수 있다. 즉, 무등산 일대, 금당산-화방산 일대, 어등산 일대, 그리고 매곡-본촌동 일대의 고지대들과 환경민감지(ESA)인 황룡강-극락강-광주천 유역이 역시 여기에 포함되어 있다. 이들은 모두 환경친화적 개발 입장에서 볼 때, 지속가능한 개발을 위해 잠재적으로 남겨진 땅이라 할 수 있다. 또한, 가용지는 상대적으로 접근성이 좋은 사회적 여건과 고도와 경사도가 낮은 지형적 여건을 갖춘 지역으로 대부분이 극량강 주변의 저지대에 널려 있고, 현재 경작지와 녹지가 대부분을 차지하고 있어 양호한 개발여건을 지닌 곳으로 되어 있다.

4.3 환경특성 분석

위성자료를 활용하여 우리가 대상으로 하는 지역의 환경이 어떻게 이루어져 있는가를 분석할 수 있다. 그것은 GIS에 의해 환경 현황이 조사되었고, 그에 의해 대안이 마련된 지역은 물론이고 그렇지 않은 지역이 포함되었다 할지라도 그 지역의 위성영상만 구비하면 가능하다.

표 4.4는 연구지역의 개발 보전지 및 가용지로 선정된 곳의 GIS 분석에 의한 환경특성의 결과를 보여 주고 있다. 표를 보면, 가용지의 경우 토지피복 통계의 경우 경작지(논, 밭)가 대부분을 차지하고 있으며 취락(자연부락)과 임야가 그 다음을 차지하고 있다. 특히 할 만한 사실은 기타로 분류된 지역의 영역이 넓게 나타나 있는데 이것은 TM자료 분석시 특별한 내용이 없는 대부분의 지역을 잡종지로 분류했기 때문이라 해석된다. 녹지자연도 역시 농경지가 대부분을 차지하고 있다. 두 자료가 공통적으로 논경지의 면적이 넓게 나타나 있다.

표 4.4 보전지·가용지의 GIS에 의한 환경특성 분석 (단위 : km²)

보전지	장령림	농경지	과수원	시가지	조립지	수역	소령림	총면적
	녹지자연상태	32.507	7.3492	0.2834	5.0354	7.0026	7.9172	9.6425
가용지	장령림	농경지	과수원	시가지	조지	수역	소령림	총면적
	토지피복상태	41.209	5.6385	11.3032	6.1935	1.4418	0.6674	3.5780
가용지	장령림	농경지	과수원	시가지	조지	수역	소령림	총면적
	토지피복상태	3.356	10.6885	8.7576	7.8063	1.6517	0.5423	4.1672

4.4 토지용도 획정

4.4.1 기법 및 과정

GIS의 「공간 체계들을 GIS에서는 한 공간에서 분석」할 수 있는 기능을 이용하여 위성자료 객관적 식생 현황을 나타내는 분석결과(토지피복상태)와 환경현황을 그룹화한 녹지자연도 분석한 다음, 이를 다시 비교 분석하여 상관성을 파악하여 실제적 토지이용 계획도를 만들고, 이것과 기존의 토지이용 계획도를 GIS를 이용해 군집분석을 하여 유사성이 있는 지역끼리 그룹화시키는 내용을 토대로 환류(feed back)과정을 반복하는 일련의 기법을 사용해 토지용도를 재획정할 수 있다. 즉, 기존 토지이용 계획도의 환경보전상의 문제점을 분석하고 이를 토대로 재획정할 수 있다.

4.4.2 실제적 적용

그림 4.2는 연구지역의 환경보전적 토지용도계획은 위에서 연구된 보전지 및 가용지를 대상으로 위와 같은 과정에 따라 작성된 환경보전적 토지이용도이다. 그 작성과정을 보면 예를 들어, 위성자료의 특성상이 물은 실제로 하천이 흐르는 유역만을 포착해 낸다는 원리를 이용하여 토지피복분류상의 물 영역과 녹지

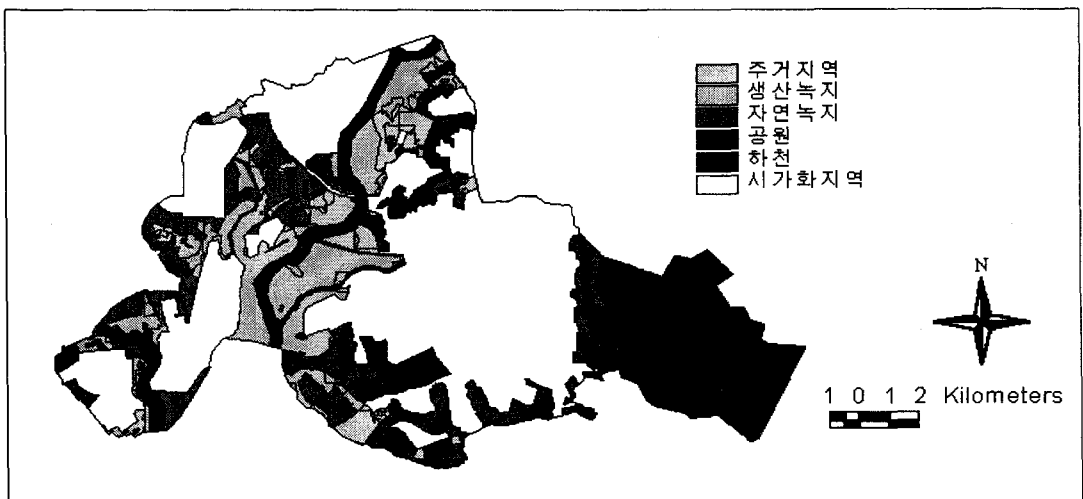


그림 4.2 환경보전을 고려한 토지이용

자연도의 수역, 그리고 토지피복상의 취락지와 녹지자연도상의 시가지를 각각 중첩시켜 그 차집합으로 나타나는 곳은 그 특성상 유사성이 높은 집중지일 경우가 높다.

따라서 이 두 경우에서 추출된 영역은 같은 클러스터군으로 군집화시켜 집중지를 얻어낸 것이다. 이때 자료가 미비할 경우는 위성영상을 보다 세분류한 후 이를 다시 유사성을 지닌 것끼리 재분류해 내어 이용하였다. 또한, 가용지 분석의 경우를 보면, 기타항목이 용도지역에서는 상·공업지역, 토지피복도에서는 고도가 낮은 구릉성 입야지로 볼 수 있어 이들 데이터를 동시에 추출해 내고 녹지자연도를 통해 그 등급을 확인한 다음 환류(feed-back)하여 보전녹지를 구분했다. 물론, 여기서는 변수에 제한을 두었지만 보다 다양한 변수를 고려하면 더 정확하고 체계화된 연구가 이루어질 수 있을 것으로 본다.

5. 결 론

본 연구는 환경보전적 계획을 수립하는데 위성자료를 활용할 수 있는 기법을 연구하는데 목표를 두고, 계획이 환경보전적으로 되기 위해서 요구되는 일반적인 물리적 계획과 환경보전 부문이 어떻게 통합되어야 하는가, 환경특성 파악·분석 및 환경보전적 계획을 위한 토지용도 계획 기법 등이 영상자료 처리 기법과 GIS의 지도대수 기법을 사용해 연구되었으며, 결과적으로 다음과 같은 내용이 얻어졌다.

- i) 기술적으로, RS와 GIS를 상호결합하는 방법과, 두 기법 특성의 결합으로 인한 상승효과(synergism)를 창출할 수 있었다.
- ii) 최근, 국토이용체계의 변경과 함께 개발가능지의 확대와 도시적 용도로 전용 등과 함께 문제되고 있는 녹지의 감소¹⁷⁾를 효과적으로 대처할 수 있는 계획기법이 제시되었다.
- iii) 또한, 환경보전적 개발을 위해 계획단계에서 환경보전부문을 고려할 수 있는 방안이 모색되었다.

반면에, 본 연구는 단지 환경보전적인 계획을 위해 위성자료 이용의 가능성을 제시하는데에만 목표를 두고 연구되었기 때문에 단순화된 변수로 분석결과가 다소 불충분한면이 있으며, 보다 실제적인 계획을 위해서는 인문환경적 변수 즉, 주민의 의견, 경제적 효율성 등에 관한 자료까지를 고려한 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

1. 김영표, 김순희, 인공위성영상자료를 이용한 수도권 토지이용 실태분석, 한국 GIS학회지, 제2권 제2호, 1994. 10, pp. 135-145.
2. 문현생, 김명진, 한의정, 이재운, 방규철, 이희선, 인공위성자료를 이용한 환경영향평가 : 토지이용변화를 중심으로, 환경영향평가, 제4권 제2호, 1995, pp. 23-28.
3. 안철호, 윤정섭, 안기원, "도시 및 지역연구를 위한 인공위성 Data의 분석 및 그 활용 방안"에 관한 연구, 한국측지학회지, 제3권 제1호, 1985, pp. 1-14.
4. 유중석, 김대중, 환경보전적 토지이용계획을 위한 공간정보의 활용방안, 국토개발연구원 「국토정보」, 1995. 10. pp. 38-85.
5. 윤양수, 김선희, 최지용, 환경보전적 국토개발정책 연구, 국토개발연구원, 1993.
6. 이기철, 임병선, 우창호, 양효식, 지리정보체계와 원격탐사에 의한 연안습지 목록개발에 관하여, 한국지형공간정보학회논문집, 제4권 제2호, 1996. 12, pp. 149-159.
7. 임승현, 조기성, 토지이용계획에 있어 GIS를 이용한 적지분석시스템 개발에 관한 연구, 한국지형공간정보학회논문집, 제3권 제2호, 1995. 12, pp. 43-61.
8. 정용, 김용범, 지속가능한 개발 지표 도출을 위한 기본적 구성, 환경영향평가, 제5권 제2호, 1996, pp. 79-91.
9. 최승현, 이경제, 환경영향평가중 산림생태계 평가기법개발(II) : 녹지의 자연성 평가, 환경영향평가, 제5권 제2호, 1996, pp. 33-47.

10. Beer, Anne, Environmental Planning for Site and Development, E. & F.N. Spon, U.K., 1990.
 11. Culhane, Paul J, et al., Forcasts and Environmental Decision Making, The Content and Predicative Accuracy of Environmental Impact Statements, Westive Press Social Impact Assessment Series No.14, U.S.A., 1987.
 12. Healy P, Local Plans in British Land Use Planning, Oxford : Tergamon, 1986.
 13. Kim Myung-Jin, Eui-Jung Han, Environmental Impact Assessment and Environmental Information System, 환경영향평가, 제4권 제3호, 1995, pp. 95-102.
 14. Lee Hongtae, 進士五十八, Farmland Preservation and Rural Landscape Management as Regional Landscape Resource in Urban Areas, 「국토계획」, 한·중·일. 지방도시 국제화 전략」 국제심포지움발표논문집, 1995. 10.
 15. Roberts M, Introduction to Town Planning Techniques, London : Hutchinson, 1974.
 16. Socher Wolfgang, Environmental Impact Assessment within Regional and Municipal Planning, 환경영향평가, 제4권 제3호, 1995, pp. 27-29.
 17. Wood, C. EIA in Plan Making, Environmental Impact Assessment : Theory and Practice, 1988, pp. 98-114.
- 1) 末石富太郎, 「환경계획론」, 삼북출판주식회사, 1993, p. 271 참조.
 - 2) 윤양수 외2인, 환경보전적 국토개발정책 연구, 국토개발연구, 1993.12, p.27.
 - 3) 그 후 도시영역이나 행정구역 등의 변경이 일어나지 않았고, 새로이 도시개발이 된 지역에 대해서는 그 만큼 수정을 행하였고, 인구 등 인문적 속성값은 95년말 통계치를 사용하여 가능한 한 실제 환경과 큰 차이가 나지 않게 고려했다.
 - 4) 본 자료는 공간해상력(Spatial Resolution)이 30m이며(단, band6은 120m), 총 7band로 구성되어 있다. 처리에는 ERDAS와 Arc/Info가 사용되었다.
 - 5) 논리적 관점에서 보면 원격탐사의 응용은 주 관심사와 처리과정이 기본적으로 GIS의 범주에 있다. 따라서 전체적인 면에서 볼 때 GIS는 공간데이터를 다루는 총체적인 것이라 볼 수 있고, 원격탐사 및 영상처리(이미지프로세싱)는 GIS중 좀 더 특성화된 기술이라 할 수 있다.
 - 6) 원격탐사가 변화를 탐지하는데 훌륭한 수단인 반면, GIS는 변화과정을 정량화 하는데 아주 적합한 수단이 되기 때문이다. 따라서 영상처리기술만으로는 정확한 자료취득 및 분석 등에 한계가 있게 된다. 이와 같은 두 기술의 결합에서 오는 효과를 상승효과라고 한다.
 - 7) Training Field란 임의적으로 분류한 각 항목의 특성을 대표하는 일종의 화상영역이라고 할 수 있다.
 - 8) 국토개발연구원, 지역계획기법연구, 1980. 12, p.
 - 9) '지속가능한 개발(Sustainable Development)'의 개념은 1984년에 발족한 국제기구인 「환경과 개발에 관한 세계위원회(WCED : World Commission on Environment and Development)가 1987년에 제정한 「Our common future」 1)에서 언급한 지속가능한 개발(sustainable development)의 개념인 “미래 우리 후손의 욕구를 충족시킬 수 있는 능력과 여건을 저해하지 않으면서 현세대의 욕구를 충족시키는 개발”로 정의 되었으며, 末石富太郎의, 전개서(p. 271 참조)에서는 “현 세대의 개발욕구를 충족시키면서 미래세대의 수요에 지장을 초래하지 않는 개발”로 규정하고 있다.
 - 10) C. Wood, EIA in Plan Making, EIA : Theory and Practice , Routledge Press, 1988. pp.98-114.