

# 대도시 주변지역의 토지이용변화\*

## - 대구광역시를 중심으로 -

박인환\*\* · 장갑수\*\*\*

\*\*경북대학교 농과대학 조경학과 · \*\*\*농업과학기술원 농업환경부 토양관리과

# A Study on the Change Detection of Multi-temporal Data

## - A Case Study on the Urban Fringe in Daegu Metropolitan City -

Park, In-Hwan\*\* · Jang, Gab-Sue\*\*\*

\*\*Dept. of Landscape Architecture, Coll. of Agr., Kyungpook National University

\*\*\*Dept. of Soil Management, Faculty of Agricultural Environment, National Institute of Agricultural Science and Technology

### ABSTRACT

The purpose of this article is to examine land use change in the fringe area of a metropolitan city through multi-temporal data analysis. Change detection has been regarded as one of the most important applications for utilization of remotely sensed imageries. Conventionally, two images were used for change detection, and Arithmetic calculators were generally used on the process.

Meanwhile, multi-temporal change detection for a large number of images has been carried out. In this paper, a digital land-use map and three Landsat TM data were utilized for the multi-temporal change detection. Each urban area map was extracted as a base map on the process of multi-temporal change detection. Each urban area map was converted to bit image by using boolean logic. Various urban change types could be obtained by stacking the urban area maps derived from the multi-temporal data using Geographic Information System(GIS). Urban change type map was created by using the process of piling up the bit images. Then the urban change type map was compared with each land cover map for the change detection.

Dalseo-gu of Daegu city and Hwawon-eup of Dalsung-gun, the fringe area of Daegu Metropolitan city, were selected for the test area of this multi-temporal change detection method. The districts are adjacent to each other. Dalseo-gu has been developed for 30 years and so a large area of paddy land has been changed into a built-up area. Hwawon-eup, near by Dalseo-gu, has been influenced by the urbanization of Dalseo-gu.

\* : 이 논문은 2000년도 경북대학교의 연구비에 의하여 연구되었음

From 1972 to 1999, 3,507.9ha of agricultural area has been changed into other land uses, while 72.7ha of forest area has been altered. This agricultural area was designated as a 'Semi-agricultural area' by the National Land Use Management Law. And it was easy for the preserved area to be changed into a built-up area once it would be included as urban area.

Finally, the method of treatment and management of the preserved area needs to be changed to prevent the destruction of paddy land by urban sprawl on the urban fringe.

*Key Words : Multi-temporal Change Detection, Boolean Logic, Bit Image, Geographic Information System, Remote Sensing, Land Use Change*

## I. 서론

현대의 대도시가 인구의 이동과 활동을 보장하는 사회기반시설을 확충하면서 인간생활을 윤택해준 반면, 주택·교통·공해 등 각종 도시문제의 부작용도 동시에 유발하였다(http://urban.yeungnam.ac.kr/~urkks/ur\_plan). 이에 따라 개발로 인한 파괴행위는 최소화하고 환경은 최대한으로 보전하도록 그 패러다임이 전환되면서 이를 구체적으로 실현할 수 있는 계획, 명확한 지침, 계량화된 목표가 요구되고 있다(윤정섭 역, 1998).

특히, '도농분리'의 이원적 관리체계에서 '도농통합' 개념을 가진 거대도시가 형성되면서 이들 거대도시 내에서 무질서한 토지이용 및 개발행위가 일어날 수 있기 때문에 도농통합시의 효율적이고 통합적인 관리를 위해 일관적인 관리정책이 마련이 시급하다(김유일 등, 1994).

현재까지 도시확산은 자연환경적 시각보다 인간을 중심으로 한 시각으로 시행된 경향이 강하였고, 환경과 같은 무형의 자산은 인간의 편리한 생활을 위해 무시되어 왔다. 이에 도농 통합에 있어 이원화되었던 법과 제도를 통합·관리하기 위해선 도농통합지역의 토지이용 계획 및 공간계획이 필요하다고 사료되며, 보다 정량적인 평가와 도시화가 자연자원에 미치는 영향을 파악하여 대책을 수립 할 필요가 있다.

도시화 및 도시팽창에 따른 변화분석기법은 도시확산과 도시변화 연구에 유용한 정보를 제공할 수 있다. 지금까지 변화분석에 관한 연구는 박종화 등(1996), 이기원 등(1996), Sim, Wookyung (1999), 김상욱 등(2001)

이 '식생지수를 이용한 수도권 그린벨트 평가', '주성분 분석과 퍼지 집합연산을 응용한 도시환경 변화추출', '위성영상을 활용한 도시변화연구', '식생지수를 이용한 북한 도시지역 산림파편화 분석' 등을 각각 연구하여, 도시환경 혹은 도시내 특정 구성환경에 대한 변화연구를 수행하였다. 그러나 이들 연구는 주로 상이한 시점에 대하여 실시하였던 바, 두 시점 이상의 공간자료를 활용하여 다중시기 변화에 대한 분석기법과 그 결과에 대한 재해석이 요구되고 있다.

이에 본 연구는 도시화로 인해 도심지가 확산되면서 자연환경이 파괴되는 정도를 정량화하기 위해 부울논리와 비트이미지 합성해석기법을 활용한 다중시기 자료(Multi-temporal data)의 변화분석기법을 제시하고자 하였다. 또 제시된 비트이미지 합성해석기법을 검증하기 위해, 대구광역시 도농통합지역의 접경지역에 해당하는 달서구와 달성군 화원읍에 적용하여 도시화의 진행 정도에 따른 토지이용변화를 조사하였고, 시기별 도시화의 유형에 따른 토지이용변화를 분석·비교함으로써 대상지인 대구광역시 도농통합지역의 적절한 도시관리방안에 기초 자료로 제공하고자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구 대상지

본 연구의 대상지역은 행정구역상으로 광역시가 되기 전 도시지역이었던 대구직할시 구역과 대구광역시로

확대 개편되면서 근교 농업지역인 달성군과의 경계부에 있는 달서구와 경상북도 달성군 화원읍으로 하였다.

전쟁 후 대구시는 내륙공업도시로 급성장하면서 시 승격(1971), 직할시 승격(1985) 그리고 광역시 승격(1995)의 행정구역개편과 더불어 크고 작은 도시계획적 변화를 가져왔고, 이들 시점을 전후로 유입인구의 급증과 도시지역의 확산이 이루어졌다.

본 연구 대상지인 대구광역시 달서구와 달성군 화원읍은 서로 인접하고 있지만, 그 입지환경은 상이하다(Figure 1 참조). 대구광역시에 일찍이 편입되어 도시계획법을 적용 받고 있는 달서구는 도심지역이 팽창하면서 자연스럽게 공단과 신도시가 들어섰고, 많은 인구 유입으로 인해 인구밀도가 급증하였다. 반면, 전통적인 농업지역으로 국토이용관리법을 적용 받고 있는 달성군 화원읍은 인접한 달서구와 달리 자연성이 잘 보존되어 있고 인구밀도 또한 달서구의 약 1/6에 해당하는 저밀도 근교농업지역이다.

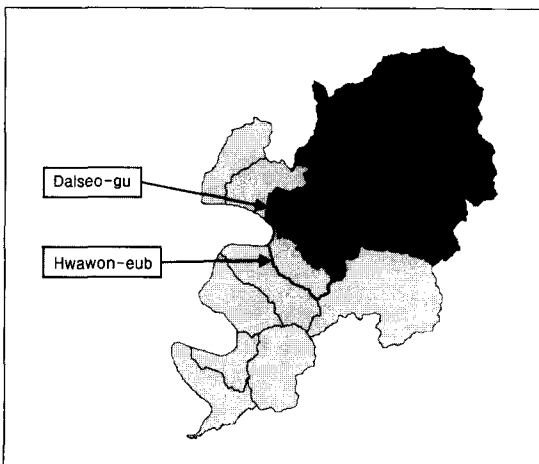


Figure 1. Introduction of surveyed site, Dalseo-gu, Daegu and Hwawon-eup, Kyungsangbukdo, Korea

범례 : ■: Daegu city under the government direct control;  
 □: Daegu metropolitan city

## 2. 자료 선정 및 구축

### 1) 자료 선정

대구시의 도시계획적 시·공간 해석을 위하여, 분석

자료로는 1970년·1985년·1995년·1999년 전후를 기준으로, 이 시기에 얻어진 1972년의 토지이용현황도와 1985년·1994년·1999년의 Landsat TM영상을 연구자료로 확보하였으며, 영상의 신뢰도 검증을 위해 1987년·1992년의 항공사진과 2000년 IKONOS영상(Sample)을 활용하였다.

자료의 구축 및 분석을 위해서 CADCore(Hitachi), ArcView 3.2(ESRI Inc., 1999), Arc Info 8.0.2(ESRI Inc., 2001), ER-Mapper6.0(Earth Resources Mapping) 등을 활용하였는데, CADCORE와 Arc Info 8.0.2는 토지이용현황도의 수치화에 이용하였고, ER-Mapper 6.0은 위성영상과 항공사진의 처리과정에 활용하였으며, 종합 분석과정에 ArcView 3.2를 적용하였다.

### 2) 자료구축

#### (1) GIS를 활용한 토지이용도 구조화 편집

1972년에 국립지리원에서 제작된 토지이용현황도는 항공사진을 참조하여 제작되어, 도면으로 관리되고 있는데, 본 연구에 활용하기 위해선 수치지도로의 변환이 필요하다. 토지이용현황도 상의 지목들은 각각 폴리곤으로 폐합되어 도형화되어 있는데, 이들을 수작업으로 트래킹지에 옮기고 스캐닝(Scanning)하여 벡터화를 위한 참조 이미지로 저장하였다. 변환된 이미지는 CADCORE를 통하여 자동으로 벡터화 과정을 거쳤고, 구조화 편집과정을 거쳐 얻어진 폴리곤들은 ArcView GIS를 통하여 속성 부여 후, 수치토지이용현황도(Digital land use map)로 완성하였다.

#### (2) 위성영상을 통한 영상분류

##### ① 위성영상을 통한 토지피복분류

1985년, 1994년 및 1999년에 촬영된 위성영상의 토지피복분류를 위해 대구시 경계를 포함하는 지역으로 그 범위를 정하여 Landsat TM 영상을 절취하였고, 255개의 군집으로 무감독분류를 시행한 후, 천연색 합성영상(Red-Green-Blue composite)을 적절히 활용하여 감독분류를 수행하였다. 분류된 자료는 다시 유사시기에 촬영된 항공사진을 참조하여 신뢰도 검증을 통하여 보완되었다.

##### ② 영상분류의 신뢰도 검증

신뢰도 검정을 위하여 먼저 위성영상 촬영시기와 유

Table 1. Accuracy assessment of the land cover classification(unit : ha)

Year	Land use	Urban		Barren		Grass		Paddy		Forest		Water		Total
		T <sup>a</sup>	F <sup>b</sup>	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	
1985	No. of cells	187	13	25	7	210	25	201	21	1,355	35	11	0	2,090
	Accuracy (%)	(93.5)	(6.5)	(78.1)	(21.9)	(89.4)	(10.6)	(90.5)	(9.5)	(97.5)	(2.5)	(100)	(0.0)	
1994	No. of cells	198	11	18	3	135	14	218	16	1,276	40	45	1	1,974
	Accuracy (%)	(94.7)	(5.3)	(85.7)	(14.3)	(90.6)	(9.4)	(93.1)	(6.9)	(97.0)	(3.0)	(97.8)	(2.2)	
1999	No. of cells	322	18	33	1	256	36	156	12	930	33	27	0	1,824
	Accuracy (%)	(94.7)	(5.3)	(97.1)	(2.9)	(87.7)	(12.3)	(92.9)	(7.1)	(96.6)	(3.4)	(100)	(0.0)	

<sup>a</sup>: True : <sup>b</sup>: False

사한 축척 1 : 20,000의 항공사진 138매<sup>1)</sup>를 대상으로 난수표를 발행하였으며, 단일 지목이 50%를 넘지 않으면서 군사시설보호구역에 해당하지 않는 지역에 대해 6개의 항공사진을 확보하였다. 항공사진의 기하보정 후 위성영상과 중첩시켰으며, 그 위에 확률추출방법의 일종인 계통적 추출방법<sup>2)</sup>을 이용하여 메쉬를 씌워 여러 개의 등면적을 가지는 격자로 분할하였고, 점으로 표시되는 추출 단위가 각 격자에 동일한 수만큼 포함되도록 하였다(이희연, 1989).

그리고, 각 격자의 경계가 되는 4개의 선 가운데 중형의 두 선을 좌표축으로 하고, 각 방안에 포함되는 추출 단위(점)에 좌표(x, y)를 부여하였다. 이때, 각 격자에 나타날 좌표의 x와 y 좌표값을 난수표를 사용하여 무작위로 결정하였는데, 이처럼 불규칙하게 분포된 표본을 추출함으로써, 모집단의 구성단위에 방향성이 존재하여 동일한 특성을 갖는 단위가 집중적으로 추출될 위험성을 완화시켰다(남영우, 1992). 그 외 2개 영상은 상기 확보된 6개 항공사진의 대상지와 동일한 지역에 대하여 유사시기 항공사진 및 IKONOS 영상을 참조하여 수행하였다. 수행결과 얻은 신뢰도는 Table 1과 같았다.

### 3. 자료분석

#### 1) 이론적 고찰

본 연구에서는 여러 시기의 토지이용현황도 중 도시지역만을 추출하여 도시지역의 시계열적 변화상을 일차적으로 파악하고, 시계열적 도시변화 유형에 따른 자연환경의 민감성을 분석하였다(정보통신부 외, 2000). 부울논리(Boolean logic)를 적용시키면 대상지역과 대상

지역이 아닌 지역으로 구분하여 두 개의 수로 정의할 수 있고 특정시점에서의 대상지목 분포면적을 파악할 수 있다(이경근, 1990).

'부울논리'는 AND, OR, NOT 등의 연산자에 의해서 불확실한 사물(unexpected things)을 해석하여 자료구조를 간편화시키거나 확장하여 표현할 수 있는 기능을 가지고 있다([http://www.exo.net/uce/uce6\\_boolean.html](http://www.exo.net/uce/uce6_boolean.html); <http://www.wou.edu/provost/library/refguide/boolean.htm>). 컴퓨터 상에서는 종종 두 개의 수를 사용하여 점, 선, 면과 같은 지형적 특성을 표현할 수 있는데(우정호 외, 1996; 이경근, 1990; Marshall, 1998), 이렇게 전개되는 이미지는 부울논리를 따르게 된다. 본 연구에서도 1972년, 1985년 1994년 그리고 1999년의 토지피복자료들을 활용하여 시기별 도시지역과 나머지지역을 각각 1과 0의 비트맵(bitmap)으로 표현할 수 있었다.

얻어진 4개의 비트이미지를 합성하여 도시지역의 변화상을 하나의 자료층으로 통합하려면 도시지역을 나타내는 1의 값들이 자료층 합성 후에도 서로 구별되어야 한다. 이 때 각 자료층마다 도시지역 변화값을 '1'이 아닌 각각 다른 값으로 표현하여 합성하면, 시기별로 다르게 나타나는 도시지역들이 하나의 자료층으로 합성이 되더라도 별개의 값들로 구분될 수 있다. 상기와 같이 시기가 다른 네 시기 자료에서 동일지목에 대한 시계열적인 분석을 4 비트(bits)로 된 단일 이미지로 합성해석(合成解析, composite analysis)함으로써 수행할 수 있다.

즉, 1971년의 도시지역에는 20을 곱하고, 1985년의 도시지역에는 21을, 1994년의 도시지역에는 22을, 마지막으로 '99년의 도시지역에는 23을 곱한 다음 이들을 다시 (+) 산술연산자로 합성하면 0에서 15 사이의 16

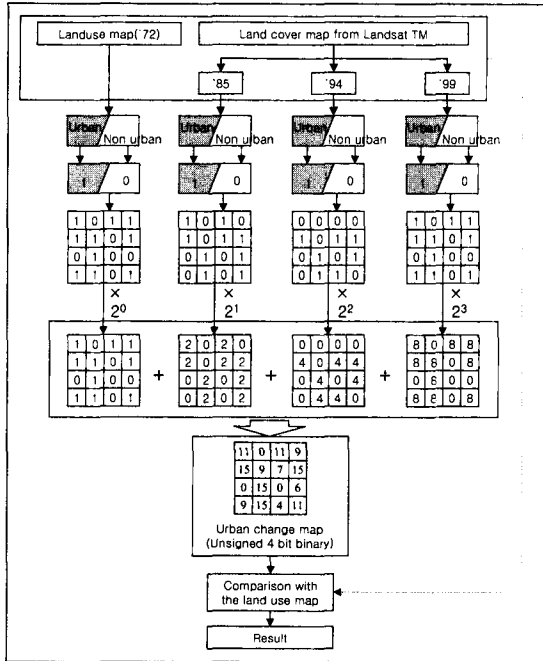


Figure 2. Process of the analysis of the environmental sensitivity by urban change.

단계의 정보를 가지는 4 bit binary image로 변환된다. 이렇게 만들어진 도시변화 유형도와 도시정보 추출 과정에서 이미 제작된 토지피복도와 비교하여 도시화의 민감성을 분석하였다. 그 과정을 도식하면 Figure 2와 같다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 대구광역시 도시변화유형의 특징 분석

##### 1) 대구광역시 도시변화 유형도 제작

##### (1) 비트이미지제작

이론적 고찰에서 제안했던 부울연산과 이미지 합성 해석을 대구시 도시확산 변화도 제작에 활용하였다. 먼저 대상지인 달서구와 화원읍의 행정구역 경계로 하여 각 시기(4 시기)의 영상을 절취하여 래스터(Raster) 구조로 변환하였고, 이들의 셀(cell) 크기를 30m×30m로 조정하였다.

동일한 경계로 절취된 이미지들은 부울논리를 적용하여 도시지역(Built-up area)과 비(非)도시지역으로 나누었고, 도시지역에는 '1'의 값을, 비도시지역에는 '0'의 값을 적용하여 비트이미지로 단순화시켰다.

##### (2) 이미지합성

비트이미지로 제작된 4개의 자료층을 하나의 자료층으로 합성하기 위하여 각 자료층의 DN(Digital Number)에 20, 21, 22, 23을 시기순으로 곱하였는데, 각 자료층에서 1의 값이 각각 1, 2, 4 그리고 8의 값으로 전환되었다. 4개 이미지는 (+) 산술연산자에 의하여 합성되었으며, 결국 0에서 15의 값을 갖는 Unsigned 4 bit image를 제작하였다(Figure 3 참조).

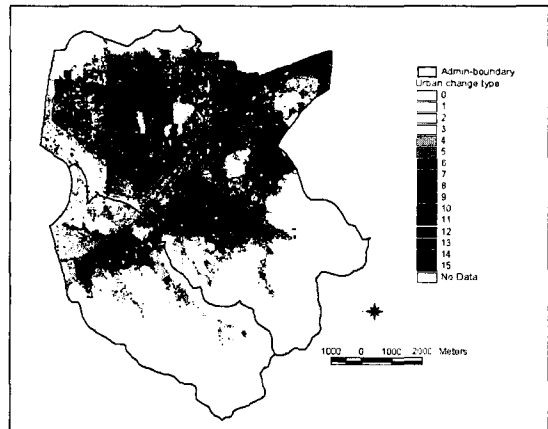


Figure 3. Unsigned 4 bit binary image

본 16진수 이미지로써 도시지역의 시기별 변화유형을 살펴볼 수 있고, 도시지역으로 변한 지역의 원래 토지피복을 구할 수 있으며, 결론적으로 도시화에 따른 자연환경의 파괴정도를 파악할 수 있다. 또한 자연환경이 훼손되면서 남겨진 자연환경지역에서의 환경 민감성을 분석할 수 있다.

##### 2) 도시변화 유형의 재분류

도시변화 유형도에 나타난 16단계의 도시변화 유형은 Table 2와 같이 각 시기별 도시화 존속유무에 따라 표현할 수 있다.

제외된 '0'값은 연구기간동안 한번도 도시화의 경험 없이 있던 지역이며, '0'을 제외한 15개의 유형을 재분

류하면, 도시화가 되었던 지역의 도시화 후 변동 유무에 따라 지속형(Continued), 해체형(Dismantled), 재개발형(Rebuilt)으로 나눌 수 있다. 물론 시가지로 형성되었던 지역은 도시로 지속된 지역이 대부분을 차지하고 있었으나, 그 가운데 해체형과 재개발형도 상당 면적을 차지하고 있어 도시의 형성·소멸·재개발이 순환됨을 미루어 알 수 있다. Table 2를 시기별 도시변화유형에 따라 재분류하면 Table 3과 같다.

Table 2. Interpretation of each digit in the unsigned 4 bit binary image

Digit in 4 bit image \ Year	1972	1985	1994	1999
1	○*			
2		○		
3	○	○		
4			○	
5	○		○	
6		○	○	
7	○	○	○	
8				○
9	○			○
10		○		○
11	○	○		○
12			○	○
13	○		○	○
14		○	○	○
15	○	○	○	○

\*: urbanized at the pertinent term.

Table 3. Reclassification of urban change type

Newly urbanized	Specific type	Type	Area(ha)
Urbanized in '72	Continued	15	255.2
	Dismantled	1, 3, 5, 7	48.8
	Rebuilt	9, 11, 13	10.3
Newly urbanized in '85	Continued	14	878.4
	Dismantled	2, 6	166.6
	Rebuilt	10	115.7
Newly urbanized in '94	Continued	12	1175.5
	Dismantled	4	343.5
Newly urbanized in '99		8	912.6
Non urbanized		0	4928.6

## 2. 도시변화에 따른 토지이용변화 분석

### 1) 도시변화에 따른 시기별 토지이용 민감성 분석

#### (1) 도시화 이전의 1972년 토지이용 분석

도시화에 따른 토지이용은 그 지목에 따라 상당한 차이를 보였다. '72년부터 '99년까지 도시로 변했던 지역들 중 도시지역으로 전용되기 전의 원래 토지이용을 살펴본 결과 Table 4와 같이 논농사지역(Paddy)과 발농사지역(Upland)에서 상당한 면적이 다른 용도로 전용되었던 것으로 확인되었으며, 녹지지역도 그 다음으로 많은 면적이 도시로 전용되었음을 알 수 있다.

하지만 논농사지역과 발농사지역에 비해 녹지지역의 면적은 크지 않음을 알 수 있었는데, 논농사지역이 '85년, '94년 그리고 '99년에 각각 673.4ha, 1,042.6ha 그리고 619.0ha가 신규로 도시지역으로 편입되었으며, 동일시기에 발농사지역 또한 228.0ha, 214.0ha 그리고 123.9ha의 면적이 도시지역으로 편입되었다. 반면, 녹지지역은 73.3ha, 133.6ha와 103.3ha의 지역이 도시지역으로 전용되었으며, 이는 논농사지역 및 발농사지역에 비하여 상대적으로 작은 면적이 전용되었음이 판명되었다.

Table 4. Original landuse according to the urban change type(unit : ha)

Urban change type	Landuse						
	Paddy	Upland	Orchard	Grass	Barren	Forest	
Newly urbanized in '85	2	25.9	15.2	1.7	2.1	27.5	7.6
	6	41.3	12.4	4.0	1.7	3.7	6.6
	10	62.6	19.4	5.0	1.4	16.8	6.3
	14	543.6	181.0	45.2	15.3	17.6	52.8
	Subtotal	673.4	228.0	55.9	20.5	65.6	73.3
Newly urbanized in '94	4	221.3	49.4	7.5	6.8	12.2	40.2
	12	821.3	164.6	46.9	26.2	16.8	93.4
	Subtotal	1042.6	214.0	54.4	33.0	29.0	133.6
Newly urbanized in '99	8	619.0	123.9	13.0	9.9	27.6	103.3

최근에 도시지역에 편입된 유형 8에서는 기존 농지지역이 가장 많이 해제되었음을 알 수 있는데, 기존 논농사지역이 619ha, 발농사지역이 123.9ha 그리고 녹지지역이 103.3ha임을 확인할 수 있다. 각 시기별로 새롭게 신도시로 확장된 지역을 의미하는 유형 1, 2, 4, 8 지역의 원 토지이용에서도 가장 쉽게 시가지로 편입된 지역이 논농사지역이었고 발농사지역이 그 다음으로 민감하였음을 알 수 있었다.

### (2) 도시화 후 해제된 지역의 현재 토지이용 분석

일단 시가지가 형성되었던 지역이 타 용도로 전환된 지역(유형 1~7)은 Table 5에서 확인해 보면 그 면적이 크지 않았음을 알 수 있다. 물론 유형 4와 같이 85년에서 94년 사이에 일시적으로 도시화되었던 지역은 예외적으로 작지 않은 면적을 형성하고 있지만, 그 규모는 시가화 된 전체 지역 중 일부에 해당한다.

직할시 승격 후에 시가지로 형성되었다가 광역시 승격 전에 타용도로 전용된 지역인 유형 4는 338.5ha로서, 직할시 승격 직전에 시가화되었다가 그 후 시가지에서 타용도로 전용된 지역(유형 2)보다도 더 많은 면적을 차지하고 있었다. 이 지역들은 현재 대부분 발농사지역(168.2ha)과 나지(128.3ha)로 활용되고 있으며, 일부 지역이 농지(26.2ha)와 녹지(15.8ha)로 그 자연성을 회복하였다. 하지만 시가지에서 해체된 대부분의 토지이용이 초지와 나지로 존재한다는 것은 곧 개발여건만 성숙된다면 기존에 시가지였던 여건을 살려 재개발될 수 있음을 보여주고 있다.

Table 5. Current landuse of the dismantled land on the built-up area(unit: ha)

Urban change type	Landuse					Sum
	Paddy	Upland	Barren	Forest		
1	0.6	8.2	5.3	1.5		15.6
2	20.9	34.5	22.6	10.9		88.9
3	0.0	1.5	2.5	0.0		4.0
4	26.2	168.2	128.3	15.8		338.5
5	0.4	5.8	6.9	1.2		14.3
6	8.1	23.3	38.4	1.4		71.2
7	0.2	3.5	10.7	0.4		14.8

2) 도시화 과정에서 토지이용 민감성의 원인 분석  
(1) 기존 토지이용과 현재 토지이용을 활용한 민감성 원인 분석

Figure 4의 1972년 토지이용과 Figure 5의 1999년 토지피복변화를 비교하면, 대상지인 달서구와 화원읍의 도시화상정도가 거의 포화상태임을 알 수 있고, 남쪽의 삼림을 제외하고는 남서쪽의 초지 및 농지들이 그나마 저지대에 넓지 않은 면적으로 형성되어 있음을 파악할 수 있다. '72년 도시성장 초기에는 달서구 북동지역의 일부분만이 대구시 시가지와 연결되어 있을 뿐 두 지역은 농업지역이라고 해도 과언이 아니었다. 하지만 '80년

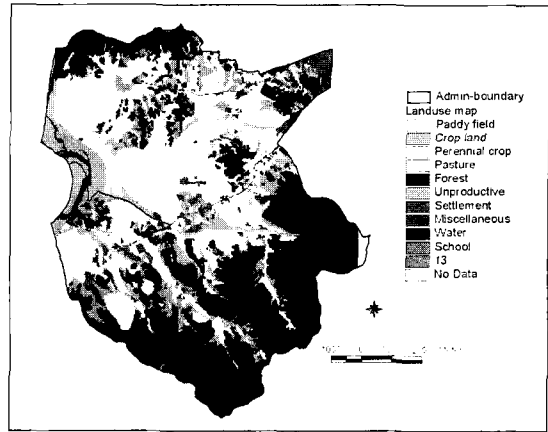


Figure 4. Landuse in 1972

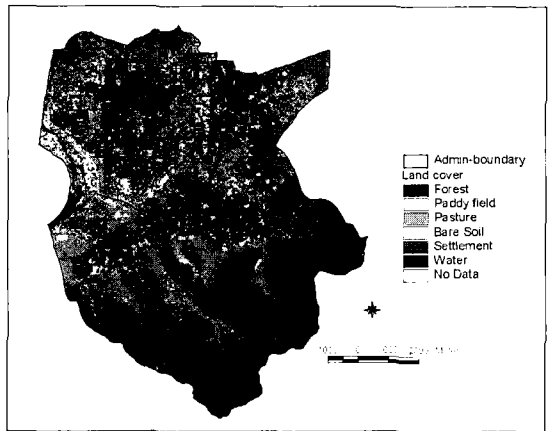


Figure 5. Land cover in 1999

대로 오면서 공단의 조성과 인구밀집으로 인해 신시가지가 형성되면서 전역에 퍼져있던 농업지역들이 도시확산에 따라 신규편입 시가지가 증가하였으며, 급격한 도시화로 인한 토지이용패턴의 단순화를 초래하였다.

Table 6에서 살펴보면, 대구시의 성장과정에서 가장 많이 전용된 지역은 논농사지역이었고, 그 규모는 전체 논농사지역인 2,959.4ha의 약 70%인 2046.5ha로서 대구시 도시화에 따른 가장 민감한 토지이용으로 판명되었다. 발농사지역도 488.9ha의 면적이 시가지로 전용되어 논농사지역 다음으로 민감한 용도변화를 보였으며, 녹지(255.9ha)와 과수원(110.1ha)이 그 뒤를 따랐다.

Table 6. Comparison of landuse in 1972 and 1999(unit : ha)

Landuse in 1999 \ Landuse in 1972	Total (%)	Paddy (%)	Grass (%)	Barren (%)	Forest (%)	Urban (%)	Water (%)
Paddy	2,959.0 (100.0)	82.3 (2.8)	483.0 (16.3)	263.7 (8.9)	80.1 (2.7)	2,046.5 (69.2)	3.8 (0.1)
Upland	1,043.1 (100.0)	58.2 (5.6)	213.3 (20.4)	63.4 (6.1)	218.4 (20.9)	488.9 (46.9)	0.9 (0.1)
Orchard	161.2 (100.0)	2.4 (1.5)	12.2 (7.6)	11.6 (7.2)	24.3 (15.1)	110.1 (68.3)	0.6 (0.4)
Grass	203.4 (100.0)	3.7 (1.8)	26.4 (13.0)	4.9 (2.4)	115.6 (56.8)	52.8 (26.0)	0.0 (0.0)
Barren	306.0 (100.0)	54.9 (17.9)	62.8 (20.5)	24.8 (8.1)	27.9 (9.1)	78.8 (25.8)	56.8 (18.6)
Forest	3,670.7 (100.0)	30.2 (0.8)	266.2 (7.3)	31.0 (0.8)	3,082.6 (84.0)	255.9 (7.0)	4.8 (0.1)
Urban	378.4 (100.0)	1.2 (0.3)	18.7 (4.9)	19.3 (5.1)	3.0 (0.8)	336.1 (88.8)	0.1 (0.0)
Water	152.0 (100.0)	23.0 (15.1)	21.8 (14.3)	9.5 (6.3)	13.3 (8.8)	35.1 (23.1)	49.3 (32.4)
School	17.9 (100.0)	0.0 (0.0)	0.3 (1.7)	6.2 (34.6)	0.0 (0.0)	11.4 (63.7)	0.0 (0.0)

(2) 1972년과 1999년의 도농통합지역의 토지이용 변화  
달서구의 면적은 6,227.0ha으로서 2,767.0ha의 화원읍  
보다도 2배 이상 넓다. 대구시가 본격적으로 성장하기  
시작한 1970년대 초부터 현재까지 두 지역의 용도지역  
변화를 살펴보면, 농지와 초지에서 가장 많은 변화를  
가져왔다. 논농사지역과 초지를 종합한 면적을 고려해  
볼 때<sup>3)</sup>, 대구시 성장초기의 달서구의 농지 및 초지의  
면적은 3,356.8ha로서 전체 달서구 면적의 50%가 넘는  
넓은 면적으로 분포하고 있었으나, 현재 863.4ha가 남아  
있어 원 면적에서 약 75%에 달하는 2493.4ha가 감소한  
것으로 파악되었다. 같은 기간 달서구 지역의 시가지  
변화는 297.2ha에서 2757.4ha로 증가한 것으로 보아 농  
업용지와 초지의 대부분이 시가지로 전용된 것으로 사  
료된다.

반면 인접한 달성군 화원읍의 경우, 농지와 초지를  
합한 면적이 1972년 1,010.5ha에서 현재 504.1ha로 50%  
감소하였고, 달서구의 농지·초지의 감소면적과 대비하  
면 약 1/5 수준이었다. 시가지지역 또한 81.1ha에서  
362.4ha로 증가하였는데, 그 규모는 30년 전의 달서구  
시가지 면적 수준이며, 달서구 시가지 증가면적 대비  
1/10 이하임을 알 수 있다. 하지만, 화원읍의 시가지와

정에서도 농지가 결정적으로 축소된 결과임을 보여주고  
있으며, 이는 경사가 완만한 대규모의 농업단지가 도시  
화에 가장 민감한 지역임을 명확히 하고 있다(Table 7,  
Table 8 참조).

Table 7. Land cover comparison between Dalseo and Hwawon in 1972(unit : ha)

Landuse Region	Paddy	Upland	Orchard	Grass	Forest	Barren	Urban	Water
Dalseo	2427.7	717.3	116.3	95.5	2245.7	189.2	297.2	121.0
Hwawon	531.7	325.9	44.9	108.0	1425.0	116.8	81.1	31.1

Table 8. Land cover comparison between Dalseo and Hwawon in 1999(unit : ha)

Landuse Region	Forest	Paddy	Grass	Barren	Urban	Water
Dalseo	1908.0	184.0	679.4	372.0	3067.2	55.9
Hwawon	1690.0	73.0	431.1	63.0	362.4	60.4

1971년 당시 대상지의 시가지 총 면적은 378.7ha로  
상당히 작은 면적이었는데, 1985년 95.6ha의 면적이 신  
규 편입되더니 10년 후인 1994년에는 원래 도시 규모인  
322.7ha가 신규 시가지로 편입되었다. 특히 광역시 승격  
(1995년) 후에서 현재(1999년)까지는 873.4ha나 신규  
편입되어 광역시 승격 전 25년 동안에 형성된 신규지역  
의 2배 상당의 지역이 최근 5년 동안 신규 확대된 것으  
로 보아 최근 들어 더욱 급격히 도시팽창이 이루어졌음  
을 짐작할 수 있었다.

### (3) 종합적 민감성 원인 규명

대구시 성장과정에서 발생한 농지의 급격한 감소현  
상은 농지가 도시관리의 편익에 따라 시가지화 되었음을  
반증해 주는 내용이다.

Table 9에 의하면, '76년에서 '87년 사이에 약 600ha  
의 생산농지가 해제 혹은 전용되었고, '87년에서 '94년  
까지 약 900ha의 생산농지가 해제되었는데, 자연농지  
지역은 '76년에서 '87년 사이에는 오히려 260ha 증가하였  
다가 '87년에서 '94년에는 880ha의 면적이 줄어들어, 궁  
극적으로 생산농지가 약 1,400ha 해제된 반면 자연농지  
는 620ha 줄어드는데 그쳤다(대구광역시, 1995).

한편, 같은 기간에 도시지역은 1,340ha가 증가하였는  
데, 이 규모는 생산농지에서 해제된 면적인 1,400ha와



Table 9. Change of the urban planning site in Daegu Megalopolis(unit : ha)

Land use Main items	Residential area	Commercial area	Industrial area	Forest area	Undecided area
Assignment of the 3rd industrial complex('68. 1. 15)	8,960	800	3,020	10,280	0
Assignment of Greenbelt('72. 8. 25)	7,230	840	2,870	13,970	48,690
4th rearrangement of urban plan('76. 3. 27)	7,070	840	1,720	3,970 2,790 <sup>a</sup> 61,170 <sup>b</sup>	0
5th rearrangement of urban plan('87. 5. 2)	7,230	1,290	1,930	63,620 2,190 <sup>a</sup> 61,430 <sup>b</sup>	0
Development project of Sangin building lots('93. 3. 24)	7,740	1,350	2,190	62,800 1,610 <sup>a</sup> 61,190 <sup>b</sup>	0
2nd development project of Chilgok building lots('94. 12. 23)	8,410	1,550	2,290	61,820 1,250 <sup>a</sup> 60,550 <sup>b</sup>	0

a: productive forest : b: natural forest

비슷한 규모를 보이고 있어 해제된 생산녹지의 상당면적이 도시지역으로 전용되었음을 미루어 짐작할 수 있었다.

결국 국토이용관리법 상의 농업지역의 일부가 도시확대에 따라 도시계획구역으로 편입되면 대부분 생산녹지로 지정되었다가 일정기간 유지된 후 시가지로 전환되었고, 반면 녹지지역은 도시계획구역으로 편입되면서 자연녹지로 지정되어 계속 녹지지역으로 유지됨을 알 수 있었다. 즉, 현행 도시계획법 내에서는 농업용지에 대한 보존방안이 명확하지 않기 때문에 향후 도시지역으로 신규 편입되는 농업지역은 녹지지역보다도 변화에 대한 민감성이 높다는 것을 의미한다.

## IV. 결론

부울논리와 비트이미지합성기법을 활용한 다중시기 자료의 변화분석은 시기의 수에 관계없이 적용 가능하였고, 대구광역시 달서구와 달성군 화원읍을 대상으로 분석한 결과는 다음과 같다.

'72년부터 '99년까지 대상지역의 농업지역과 녹지지역에 대한 훼손정도를 면적으로 비교해 보면, 논농사지역·밭농사지역·초지·과수원을 모두 합쳤을 경우, '72년 4,871.4ha에서 '99년에는 1,367.5ha로 3,507.9ha가 감소한 반면, 녹지지역은 동일 기간에 3,670.7ha에서 3,598.0ha로 72.7ha 줄어들었다. 이는 도시화 편입과정

에서 농업지역과 녹지지역에 대한 법적 관리방안에 있어 큰 차이를 보이고 있음을 알 수 있었다.

도시화된 지역의 원래 토지이용을 비교해 본 결과, 논농사지역이 2,235.0ha, 밭농사지역이 565.9ha 그리고 녹지지역이 310.2ha의 면적이 해제되었으며, 각 지역의 해제면적을 기준으로 보아도 논농사지역과 밭농사지역에 대한 해제의 폭이 녹지지역에 대한 해제의 폭보다 월등히 크다고 사료된다.

도시화에서 해제된 후에도 대부분의 지역들이 초지와 나지로 관리되고 있음을 볼 수 있는데, 도시지역이었다가 해제된 지역인 547.3ha 중 현재 245.0ha와 214.7ha가 각각 초지와 나지로 관리되고 있고, 농업지역과 녹지지역으로는 각각 56.4ha와 31.2ha만이 전환되었다. 초지나 나지와 같은 토지이용은 도시로의 전용가능성이 농지나 녹지보다도 높기 때문에, 이 또한 도시로 재개발될 가능성이 여전히 남아 있으며, 자연환경의 관리와 그 자원의 회복이 얼마나 어려운가를 보여주고 있다.

우리나라의 최근 도시화나 국토관리에서는 무감각적으로 자행되는 훼손사례들을 자연스럽게 접할 수 있다. 국토의 자연환경이 그 가치를 인정받으려면, 자연환경에 대한 정확한 관리기준이 있어야 하고 그 기준이 엄격한 법 제도와 연동되어 종합환경관리의 한 기준으로서 적용될 수 있도록 그 위상 정립이 재고(再考)되어야 하고, 원격탐사분야와 지리정보체계를 활용함으로써 보다 효율적인 변화감지 및 도시관리가 이루어 질 수 있음을 주지하여야 한다.

- 주 1. 국립지리원 제공  
 주 2. B.J.L. Berry가 고안한 확률추출법의 일종  
 주 3. 본 연구에 활용된 영상이 대부분 5월에 촬영된 영상이기 때문에 논농사 지역의 분류는 농업용수의 유무에 따라 초지와 상충될 수 있다. 따라서 Table 5와 Table 6의 내용 중 농경지와 초지를 통합하여 두 시기의 분석결과를 비교하고자 하였다.

### 인용문헌

1. 김상욱, 박종화(2001) 북한 도시지역의 산림과편화 변화조사, 한국환경영향평가학회지 10(1): 39-47.
2. 김유일, 김봉원, 김한도(1994) 농촌주거환경 평가에 관한 연구: 삶의 질과 주거만족도, 대한국토·도시계획학회지 29(2): 193-221.
3. 남영우(1992) 계량지리학, 법문사, pp. 40-53.
4. 대구광역시(1995) 대구도시계획연혁, pp. 137-139.
5. 박종화, 서동조, 서창완(1996) TM영상추출 NDVI를 이용한 수도권 그린벨트의 평가, 대한원격탐사학회지 12(3): 245-256.
6. 우정호 외(1996) 자료구조, 진영사, p. 53.
7. 윤정섭 역(1998) 도시계획방법론, Dieter, Prinz Stadteban band listadtebauliches entwerfen, 서울: 대우출판사.
8. 이경근(1990) MS-DOS와 16비트 BASIC, 상조사.
9. 이기원, 박성미, 지광훈(1996) Landsat 자료를 이용한 도시환경 변화추출에서의 주성분분석과 퍼지집합연산의 응용, 대한원격탐사학회지 12(3): 257-270.
10. 이희연(1989) 지리통계학, 법문사.
11. 정보통신부 외(2000) 공간영상정보 제작지침 연구, 정보통신부 1999년도 정보화지원사업.
12. Sim, W. K.(1999) A Comparative Study on the Pattern and the Factor of Land Use in Urban Fringe, Web-site
13. Marshall Brain(1998) How boolean logic works, <http://www.howstuffworks.com/boolean.htm>, BYG Publishing, Inc.
14. [http://urban.yeungnam.ac.kr/~urkks/ur\\_plan](http://urban.yeungnam.ac.kr/~urkks/ur_plan)
15. [http://www.exo.net/uce/uce6\\_\\_boolean.html](http://www.exo.net/uce/uce6__boolean.html)
16. <http://www.wou.edu/provost/library/refguide/boolean.htm>

원고접수: 2002년 1월 24일

최종수정본 접수: 2002년 3월 27일

3인익명 심사필