

도농통합지역의 녹지환경정비모델에 관한 연구 I

- 위성데이터를 이용한 천안시 토지이용 변화 -

심우경* · 이진희** · 김훈희***

고려대학교 원예학과* · 상명대학교 환경조경학과** · 상명대학교 환경조경학과 박사과정***

A Study on the Urban Fringe Landscape Environment Model

- The Analysis of Change in Land Uses of Chonan City using Landsat TM Data. -

Woo Kyung Sim* · Jin Hee Lee** · Hoon Hee Kim***

* Dept. of Horticultural Science, Korea University

**Dept. of Environmental Design and Planning, Sangmyung University,

*** Graduate School Dept. of Environmental Design and Planning, Sangmyung University

ABSTRACT

Landcover has been largely influenced by human activities, especially in recent days.

The analysis of the change of land use by urbanized development is useful for determining development plan hereafter. This study aimed to the quantitative analysis about the urban sprawl within 12 years from 1985 to 1996, at Chonan, and for extracting the characteristics of change. For this purpose, this study performed land cover classifications using Landsat TM data. A hybrid classification method was used to classify satellite images into seven types of land cover. Road network digitized from 1:25,000 topographic map was rasterized and overlaid on the landcover map.

A result of this study showed that area of forest and paddy decreased due to urban sprawl. Especially from 1993 to 1996, the change of land use progressed rapidly because of merging a city and a country in Chonan. The size of patch in forest had been smaller and irregular form. It is a general progress that the forest have changed the paddy and bare land paddy and bare land have changed low-density urban or high-density urban. This explained how urbanized Chonan was and applied the suggestion of plan in landuse with the result of this study.

Key Words: Landcover change, Urban fringe, Remote Sensing, GIS, Chonan

1) 본 연구는 한국학술진흥재단의 1997년 외국석학과의 공동연구과제(도농통합지역의 녹지환경정비모델에 관한 국제비교연구) 지원에 의해 수행되었음.

1. 연구의 배경 및 목적

국토개발의 균형적 발전의 기반을 마련한다는 측면에서 도시지역의 근교에 있는 농촌지역이 시·군 지역으로 통합되면서 농촌지역에서 상대적인 도시종속화 현상이 최근 10년동안 두드러지게 나타나고 있다. 이에 따라 도시확대 및 개발에 따른 녹지잠식 현상이 도시내부 차원을 넘어 근교 농촌지역까지 확산되면서 도시근교의 농촌지역은 개발과 보존이라는 양 측면을 만족시켜야하는 문제점을 안고 있어 보다는 방향이로의 토지이용 계획에 대한 전환이 필요한 실정이다.

또한 도시화에 따른 시가지 외연지연에서 토지이용 질서의 혼란은 거주지 주변지역에 존재하고 있던 전통적이며 안정된 자연환경과 전원경관은 파괴되고 있는 실정이며, 이에 기존의 경관이 보존될 수 있는 바람직한 토지이용 계획의 모색이 필요하다. 그러나 현재 도농통합지역, 도시근교 농업지역에서 행해지고 있는 토지이용방안은 기존의 도시형성 및 계획이념에 근거한 도시계획 및 토지이용계획이 이루어지고 있는 실정이며, 특히 녹지계획에 있어서도 동일한 현상을 초래하고 있다.

우리나라의 경우, 대부분의 농촌지역은 산지형의 자연녹지 또는 개발제한 구역으로 위요되어 있어서 농업환경지역이 도시화로 진행될 때 자연녹지의 변형 및 훼손이 많아 경관의 이질성과 경관생태학적인 측면에서 부정적인 자극이 되고 있는 실정이다.

이에 바람직한 토지이용계획을 수립하기 위해서는 그 지역의 토지이용변화 추세를 파악하는 것이 급선무이나 지금까지 관계당국에서 파악하고 있는 지적조사를 통한 변화 추이는 토지의 용도(지목)에 대한 것으로 실제의 토지이용과는 많은 차이가 있는 형편이다. 또한 실제 토지이용 현황을 파악하는데 있어서 현지조사 및 항공사진을 이용할 수 있지만 광역적인 지역에서는 시간과 비용이 많이 소요되는 단점을 가지고 있다. 그러나 인공위성을 이용한 원격탐사는 이러한 단점을 극복할 수 있으며, 토지이용변화 등의 시계열적 분석을 하는데 유용하다는 장점이 있다. 지금까지 인공화상을 이용한 연구는 다양한 방향으로 진행되어왔는데 최근 이와 관련된 조경분야의 연구들은 다음과 같다.

김천(1998)은 Landsat TM 데이터를 이용하여 북한지역의 산림파괴에 대한 모니터링과 홍수비해에 관한 분석을 하였으며, 이종성(1998)은 원격탐사를 이용하여 서울시 산림경관의 패턴 변화를 파악하여 그 특성을 분석하였으며, 김은일, 송태갑(1997)은 Landsat TM 데이터를 이용하여 광주시 전역의 녹피지와 환경특성에 관하여 시계열적인 분석을 하였으며, 서창완, 전성우(1997)는 원격탐사와 GIS기법을 이용하여 DMZ지역의 토지피복연구와 NDVI를 산출하였으며, 박종화(1995)는 GIS 및 원격탐사기법을 이용하여 북한산 국립공원 경계선 일대에 대하여 NDVI를 도출하여 추이대 폭과 탐방객과의 영향에 관하여 분석하였으며, 문현생외(1995)는 울산시 인공위성자료를 이용하여 토지이용 변화를 분석하고, 환경영향평가사와 비교하여 대상사업이 도시와 미치는 영향을 평가하고 환경영향평가사업지역을 중첩하여 주변 토지이용에 미치는 영향을 파악하였다. 박종화(1992)는 원격탐사를 이용하여 NDVI를 이용하여 서울시 도시녹지변화조사에서 생체량중 녹색지수를 이용하여 서울시의 녹지피복율을 보고한 바 있다. 이상과 같이 원격탐사에 관한 연구는 매우 다양하고 광범위하게 적용되고 있는 실정이나 아직까지 도농통합지역에 관한 시계열적인 토지이용분석은 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 1995년 도농통합지역이 된 천안시를 대상으로 Landsat TM 인공위성 자료를 이용하여 토지피복분류를 실시하여 토지이용의 변화를 파악하는 것이 첫 번째 목적이고, 두 번째는 토지용도 전환 분석을 통해 10년간에 걸친 도시개발의 확산 추세를 정량화 및 도식화하여 그 특징을 파악하여 토지이용계획의 문제점 및 잠재력을 파악하며, 이를 토대로 바람직한 토지이용계획을 제안함을 최종 목적으로 한다.

2. 연구의 내용 및 방법

2.1 연구의 범위

(1) 내용적 범위

1995년 도시와 농촌이 합쳐진 천안시의 토지이용

변화를 시계열적으로 파악하기 위하여 Landsat TM 인공위성과 GIS기법을 이용하여 토지피복분류를 실시하며, 토지용도 전환 분석을 통해 10년간에 걸친 도시개발의 확산 추세를 정량화 및 도식화하여 그 특징을 파악하여 토지이용계획의 문제점 및 잠재력을 파악한다.

(2) 공간적 범위

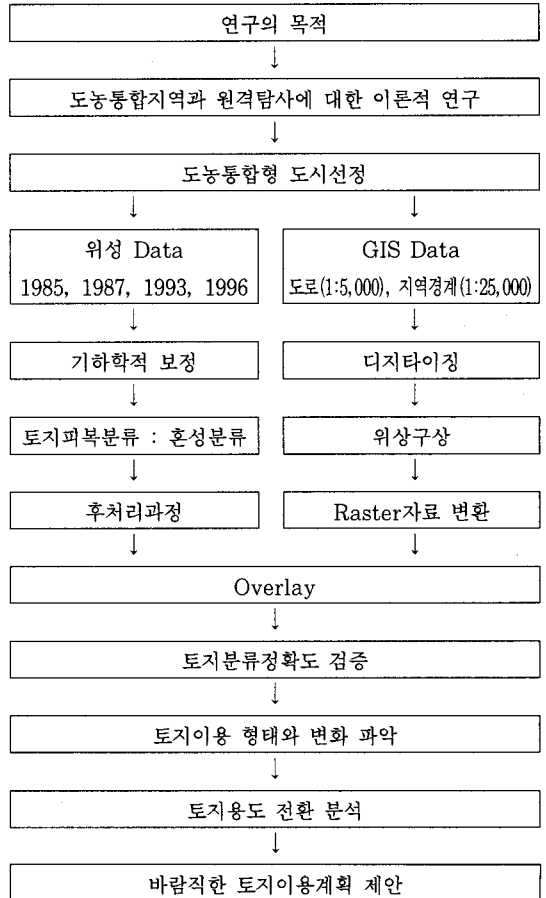
1995년 도농통지역으로 변경된 천안시 행정구역 전 지역으로 한정한다. 천안시는 서울기점 83.6km(고속도로)에 위치한 분지형, 내륙 산간형 도시로, 인구는373,392명, 면적은 636.45km² (서울 605.78 km²), 도로 총 길이는 529.3 km이다. 1914년 3월1일 부군면통합(부령제111호)시 천안군, 목천군, 직산군이 통합되어 천안군이 되었으며, 1963년 1월1일 천안읍이 발전하여 천안시와 군으로 분리되었다가 1995년 5월10일 천안시와 천안군이 법률 제 4948호로 통합되어 현재의 천안시가 되었으며 2읍10면14동으로 구성되어 있다. 특히 경부고속철도(2000년)와 천안 ~ 논산고속도로건설(2002년), 천안민자역사건립(2000년)등 90년대에 들어와 도시내/외의 여건변화와 급속한 도시의 확장, 인구의 급증 그리고 천안시/군의 통합에 따라 도시공간구조 재편의 필요성에 따라 많은 개발사업을 추진되고 있다.

(3) 시간적 범위

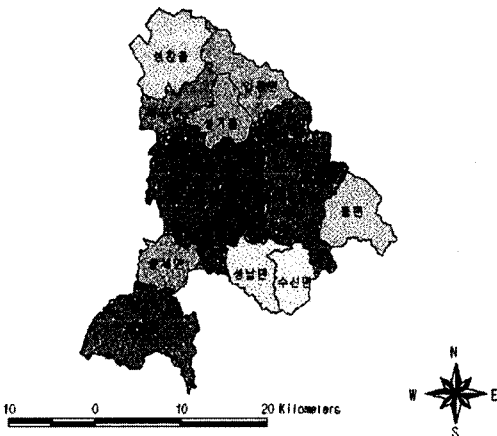
1995년 5월 10일 도농통합지역으로 변경된 천안시의 1985년 5월부터 1996년 9월 까지의 범위로 한정한다.

2. 2 연구의 과정 및 방법

현재 이용가능한 위성자료는 Landsat, Spot, IRS 등이 있으나, 연구대상지역의 자료는 Landsat TM자료가 이용가능하여 1985년 5월 14일, 1987년 5월 20일, 1993년 5월 20일, 1996년 9월 1일 자료를 이용하였다. 대상지역의 조사분석에 있어서 동일한 시간대의 자료를 이용하는 것이 바람직하나 자료취득의 어려움으로 인하여 96년 동일한 시간대의 자



<그림2> 연구의 과정 및 방법



<그림 1> 연구대상지

료를 얻지 못했다. 분석에 이용된 Landsat TM자료는 전체이미지(full scene) 7개 밴드 모두를 이용하였으며, 공간 해상도는 Landsat TM자료가 가지고 있는 30m×30m를 이용하여 분석하였다. 사용된 분석도구는 위성자료 분석을 위하여 ER Mapper Ver. 5.5와 지리정보시스템인 Window용 IDRISI 1.0와 PC ARC/INFO Ver. 3.4 를 사용하였다.

(1) 자료의 전처리과정

ER Mapper 5.5의 manual로 93년 scene에 대하여 1/25,000 지도상의 좌표를 참조하여 digitizer로 기하보정을 하였으며, 나머지 85년, 87년, 96년의 scene은 87년 Scene을 기준으로 image to image 방법을 이용하였다. 기하학적인 왜곡을 바로 잡아 지상좌표계와 일치시키는 작업으로 영상에 명확히 식별되고 연도별 변화가 거의 없는 곳(예, 저수지, 교량, 방조제, 제방, 교차로 등)을 선택하여 이를 바탕으로 각각의 Scene에서 15개의 지상기준점(GCP : Ground Control Point)을 균등하게 분포하도록 선정하여 영상과 기본도 위치로부터의 변환식을 만들어 영상을 보정하는 방법을 이용하였다. 그 결과 RMS error는 85년 0.39, 87년 0.45, 93년 0.48, 96년 0.41로 평균 0.43으로 지상 약 13m 정도의 오차를 가지고 있다. 데이터 보정후 영상 자료값 재배열의 방법으로는 근접된 4×4를 격자를 이용한 거리가중평균법으로 가장 선명한 출력영상의 획득이 가능한 Cubic Convolution 내삽법을 사용하여 보강하였다.

(2) 분류과정

① 혼성분류

영상분류는 분류 대상별 각 밴드의 반사특성에 입각한 영상의 분류와 패턴인식으로 나누어 볼 수 있으며, 처리과정에 따라서 무감독분류법(Unsupervised classification)과 감독분류법(supervised classification), 그리고 이들을 결합한 혼성분류법(Hybrid supervised/Unsupervised classification)으로 구분할 수 있다. 감독분류는 분류실행단계에 앞서 훈련지역 선정단계를 거치며, 무감독분류는 우선 수치영상내에서 반사치 분포대로 분

광적 군집분석을 하고 나서, 분석자가 다른 참고자료를 이와 같은 군집들과 비교하여 분류항목의 실체를 결정한다. 광범위하고 비균질한지역에서는 지역의 매 지표 특성을 대표할 충분한 양의 지도패턴을 수집한다는 것이 거의 불가능하고, 과도한 경비가 소요되며, 순수한 패턴의 정확한 수집이 불가능하기 때문에 이러한 경우 데이터의 최적 분석을 위해서 감독과 무감독 분류의 혼성방법을 이용하며, 본 연구에서는 혼성분류법을 이용하여 토지피복을 분류하였다.

전체 scene에서 sampling된 지역들을 ER Mapper의 ISOCCLASS 모듈을 이용하여 연도별로 각각 분광특성이 서로 다른 255가지 그룹으로 무감독 분류를 한 후, 255가지 그룹으로 분류된 영상을 1/25,000 지형도와 각 영상의 True Color Image를 참고로 하여 7가지 항목으로 재분류를 하였다.

② 후처리과정

분류결과에 대한 가공처리 과정으로서 87년 영상의 옅은 구름은 무감독분류를 하였으며, 96년의 작은 구름들이 산재하는 것은 93년 분류된 토지피복을 96년에 적용했다. 4개년도에서 물항목은 구름이 있는 경우 다른 피복(산림, 논)과 혼동이 되어서 4번 밴드(Near Infrared)를 Thresholding 방법을 이용하여 overlay했다. 도로(고속도로, 일반도로, 비포장도로)는 Raster자료로 변환하여 TM자료의 30m 해상도에 맞춰 overlay하였다.

③ 토지피복분류

토지피복(land cover)은 숲, 초지, 콘크리트 포장과 같은 대지 표면의 물리적 상황과 일치하는 반면에 토지이용(landuse)은 공업지, 주거지, 농경지 등과 같은 토지이용의 인간의 행위를 반영하는 것이다. 일반적으로 토지피복과 이용이 일치하지 않지만, 토지이용 등급은 몇 개의 토지피복으로 이루어지며, 원격탐사의 자료는 토지피복 정보를 제공한다.

본 연구에서는 <표 1>와 같이 7개의 항목으로 토지피복분류를 실시하였으며, 1996년 위성자료는 분류결과 다른 연도와와의 계절적 차이와 최근에 조성된 자료의 부족과 영상 촬영시 피복상태로 인하여 오차가 발생되었으며 이는 현지조사로 보완하였다.

<표 1> 토지피복분류 항목

항 목	분류의 예
물	저수지, 하천, 강
농경지	논, 밭, 과수원, 초지
산림	산림
저밀도 도시지역	주거지
고밀도 도시지역	아파트단지, 공장시설, 공공시설
도로	고속도로, 국도, 일반도로
나대지	나대지

(3) 토지분류정확도 검증

1996년도의 토지이용분류 검증을 위해 1995년 국립지리원에서 제작한 1/20,000의 항공사진을 사용하였다. 대상지를 모두 검증하는 것은 의미가 없거나와 많은 시간과 노력이 필요하므로 항공사진을 이용한 랜덤샘플링을 이용하였다.

항공사진은 초점에서 멀어질수록 왜곡이 심하므로 이를 최소화하기 위해 중심에서 사방 30%를 잘라 사용하였으며, 선택된 항공사진을 210×210m로 격자화하고 난수표를 사용하여 격자내의 픽셀(약 49개) 중 하나씩 선택해서 전체 613개의 샘플을 추출하였다.

정확도 검증 결과 Producer's Accuracy에서는 저밀도와 산림의 정확도가 높았으며, User's Accuracy

<표 2> 토지피복분류 Error Matrix

항공사진 분류데이터	물	농경지	산림	저밀도	고밀도	나지	계
물	11	0	1	0	0	0	12
농경지	1	156	22	1	0	2	182
산림	4	19	194	1	0	2	220
저밀도	1	28	8	73	16	1	127
고밀도	0	3	3	0	44	0	50
나지	0	5	1	0	0	16	22
계	17	211	229	75	60	21	613

Producer's Accuracy	User's Accuracy
물 = 11/12 = 92%	농경지 = 156/182 = 85%
산림 = 194/220 = 88%	저밀도 = 73/127 = 57%
고밀도 = 44/50 = 88%	나지 = 16/22 = 73%
물 = 11/17 = 65%	농경지 = 156/211 = 74%
산림 = 194/229 = 85%	저밀도 = 73/75 = 97%
고밀도 = 44/60 = 73%	나지 = 16/21 = 76%
Overall accuracy = (11+156+194+73+44+16)/613 = 81%	

에서는 산림과 고밀도가 높게 측정되었다. 산림은 두 부분에서 모두 정확도가 높았음을 알 수 있었으며, 전체적으로 81%의 분류정확도를 얻었다.

3. 결과 및 고찰

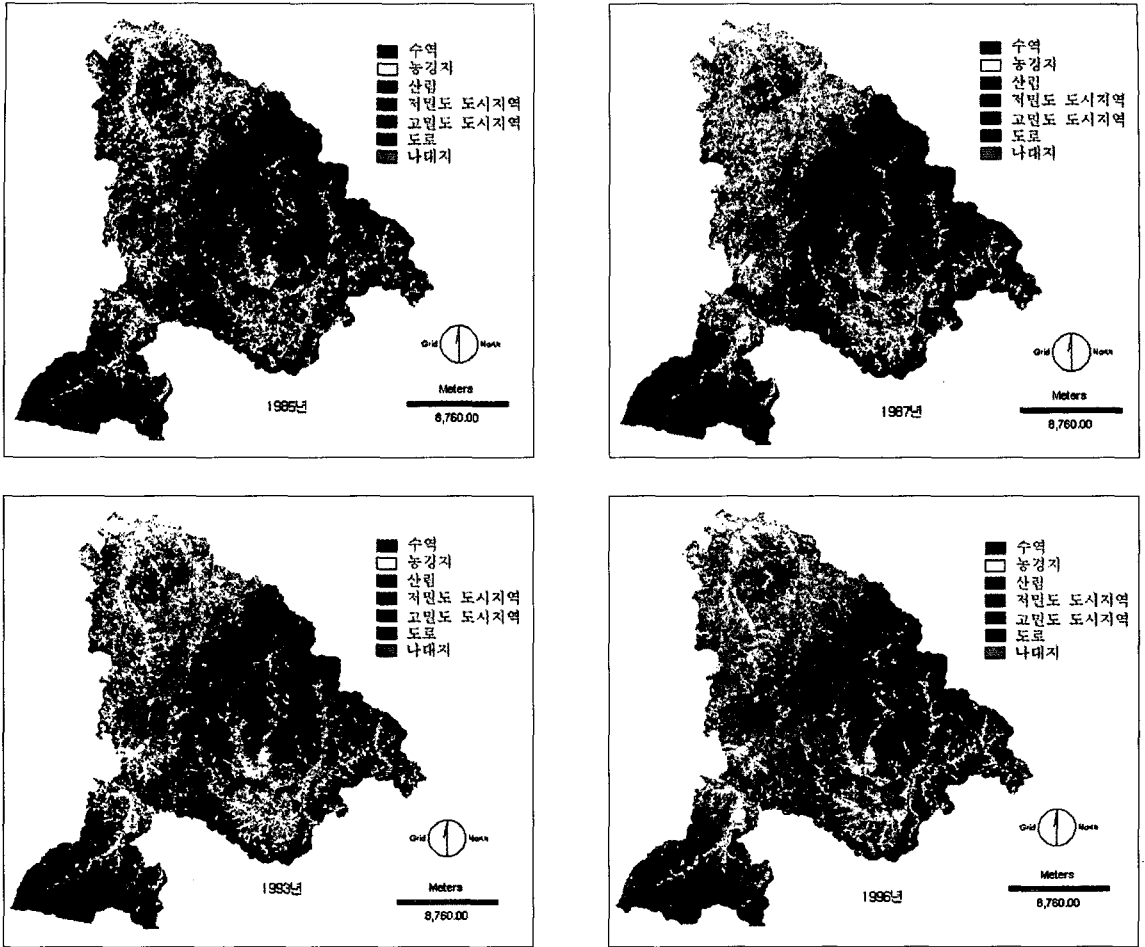
3.1 토지피복분류결과

<표 3>은 7개 항목으로 분석한 토지피복분류 결과이며, <그림 3>은 1985년, 1987년, 1993년, 1996년의 토지피복분류결과 도면들이다.

천안시의 전체적인 토지이용변화를 1985년, 1987년, 1993년, 1996년 4개 위성영상으로 분석한 결과 산림지역의 경우 85년 36740.8 ha에서 96년 31485.9 ha로 약 5,255 ha가 감소되었고, 농경지의 유실 또한 85년 20672.1 ha에서 96년 15105.3 ha로 약 5,566 ha가 축소되었음을 알 수 있다. 이는 <그림 3>에서 볼 수 있듯이 산림과 농경지의 대부분이 도시 및 나대지의 변화되었음을 시사한다. 도시지역을 저밀도와 고밀도로 나누어서 살펴보면 저밀도의 경우는 85년 1268.28 ha에서 96년 10364.67 ha로 약 9,096.3 ha 이상이 증가된 것으로 확인되었으며,

<표 3> TM Data를 이용한 천안시 토지피복분류 결과

분류항목	1985		1987		1993		1996	
	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)	면적(ha)	비율(%)
물	421.56	(0.67)	216.0	(0.34)	415.26	(0.66)	664.02	(1.05)
농경지 및 초지	20672.1	(32.70)	18339.57	(29.01)	17991.18	(28.45)	15105.33	(23.79)
산림	36740.79	(58.11)	35952.66	(56.86)	33373.98	(52.78)	31485.87	(49.59)
저밀도 도시지역	1268.28	(2.01)	5379.93	(8.51)	6579.18	(10.41)	10364.67	(16.32)
고밀도 도시지역	234.27	(0.37)	612.18	(0.97)	424.62	(0.67)	2114.1	(3.33)
도로	2118.33	(3.35)	2118.33	(3.35)	2118.33	(3.35)	2118.33	(3.34)
나대지	1763.46	(2.79)	600.12	(0.95)	2315.88	(3.66)	1629.27	(2.57)
합계	63210.2	(100)	63448.0	(100)	63527.4	(100)	63509.2	(100)



〈그림 3〉 천안시의 토지피복변화추이

고밀도의 경우 85년 234.27 ha에서 96년 2114.1 ha로 약 1,879.8 ha가 증가되어 결국 도시지역의 확산이 산림 및 농경지의 축소와 높은 관계를 가지고 있음을 파악할 수 있었다.

토지피복분류의 결과를 시간적, 공간적인 변화추이로 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 1985년부터 1987년 녹지변화가 가장 심한 곳은 천안의 북쪽 끝에 위치한 성환읍과 입장면으로 이 지역은 경기도에 인접한 지역으로서 부근 수도권 지역의 도시발달로 택지개발사업, 공장부지의 증가 등의 이유로 자연녹지(산림)와 생산녹지(농경지)가 감소하였으며, 특히 성환읍은 자연녹지의 감소가 뚜렷

해지고 녹지의 파편화 현상들이 두드러지고 있는데 이는 자연녹지와 생산녹지들이 저밀도 도시지역과 고밀도 도시지역으로 전환되는 현상에 기인한다. 전반적인 경향은 성환읍과 입장면을 중심으로 주변지역들이 점진적으로 도시화가 진행되고 있음을 알 수 있다.

2. 1987년부터 1993년까지 토지이용변화는 천안시를 중심으로 외곽지역과 청주시에 인접한 성남면, 수신면에서 자연녹지인 산림지역이 농경지로 급격히 변화하고, 기존의 농경지는 저밀도, 고밀도 도시지역으로 일부 전환되었음을 알 수 있다. 이는 천안시 및 청주시의 도시팽창 진행과정에서 보여지는 일반적인 현상으로서 천안시는 소비형 행정도시로서 시청, 군

청 등 각종 관공서가 밀집하여 있고 도시를 지원하고 있는 배후의 지역경제활동으로 일부 대기업과 중소기업의 기업이 지방공단에 유치되면서 교통과 행정상의 편리함 때문에 도시외곽에 분포하게 되어 지역경제활동의 활성이 높아지면서 그 지역들이 급격한 도시화를 겪게 된 것이다. 천안시의 경우 기계, 금속, 반도체, 전기, 전자등을 취급하는 지방공단이 1988년을 기점으로 크게 늘었으며 1992년에는 50여개의 기업체가 지방공단으로 몰려들었다. 이에 따라 천안시는 행정담당의 기능과 지역경제의 중추적인 역할로 도시의 팽창이 불가피하게 이루어지고 있으며, 천안 외곽지역과 성남면, 수신면은 중심도시의 배후지역과 지역경제활동에 기인하여 녹지의 변화가 일어났다.

3. 1993년과 1996년은 가장 급격한 변화를 겪는 시기로 농경지와 내대지들이 저밀도 도시지역과 고밀도 도시지역으로 급격히 전환되는 양상을 보이고 있어 도시화의 최종단계를 밟고 있다고 하겠다. 전반적으로 천안시를 중심으로 도시화 현상이 남쪽에 위치한 풍세면과 북쪽에 인접한 직산면, 성거읍, 성환읍, 입장면 등으로 확산되어 가고 있다. 이는 1995년을 기점으로 도농통합형의 행정구역 개편으로 도시와 농촌의 균등한 개발이라는 점에서 지역의 잠재력을 고려하지 않은 채 개발에 중점을 두었으며 특히 중심도시의 주변지역은 도시화 현상을 그대로 방치하거나, 농촌지역으로 확대시켜나가 또 하나의 님은 꼴인 배후도시로 개발하였으며, 도시의 문제를 해결하려는 장소(예를 들면 매립장 등)로 전략된 현상에 기인한다. 이로 인하여 중심도시 주변은 고밀도 도시지역으로 도시화의 최종단계로 진행되고 있다.

4. 위의 결과를 정리해보면 결과적으로 천안은 10여년동안 자연녹지의 파괴가 뚜렷이 보여지는데, 이로 인한 천안전체의 녹지축은 1993년 이후에는 거의 단절되었음을 볼 수 있으며 이는 생태계 전반의 구조와 기능의 단절을 시사한다. 즉 천안 전체의 녹지 축이 단절됨으로 인해서 생물서식공간으로서의 잠재력이 상실되어가고 있으며 에너지의 흐름이 원활하지 못해 도시환경을 악화시키고 있다. 또한 성환면, 직산면, 성거읍, 성환읍, 입장면 등의 4개 지역과 연결된 '녹색 섬'의 형태인 자연녹지는 면적이 줄어들면서 파편화 현상이 진행중인 상태이므로<그림 3참

조> 주변의 저지대에서 농경지, 내대지, 저밀도 도시지역, 고밀도 도시지역으로의 토지이용의 전환과정을 통해 '녹색 섬'의 역할과 기능이 축소되어 3개면과 1개읍에 걸친 녹지의 완충기능이 상실되어 이를 보전하는 녹지계획이 세워져야 할 것이다.

5. 앞으로 천안은 천안시를 중심으로 남쪽과 북쪽으로 도시화 현상이 가속화되어 거대 도시로의 확산효과가 예상되며, 동쪽지역(북면, 목천면, 병천면)에 위치하고 있는 거대한 자연녹지들과 남쪽에 위치한 광덕면은 아직까지는 그 영향이 미약한 편이나 주변부 소규모 녹지들의 파괴가 예상된다. 특히 고속전철의 역세권인 목천면과 천안시, 풍세면은 앞으로 많은 변화가 예상되며 이 지역들을 중심으로 경관생태학적인 관점에서 경관의 이질성과 동질성이 반복되면서 경관의 구조와 기능, 특히 패턴의 변화가 예상되며 이에 대한 적절한 토지이용계획들이 제시되어야 할 것이다.

3. 2 토지이용전환율 분석결과

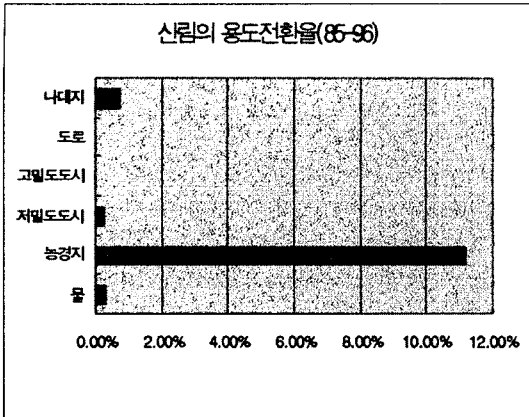
토지이용전환율이란 각각의 토지피복항목들이 다른 토지피복항목으로 변화되어 나타나는 것을 말하며, 토지이용전환율은 도시화 과정의 유형을 설명할 수 있는 주요 요인으로 활용할 수 있다.

(1) 산림

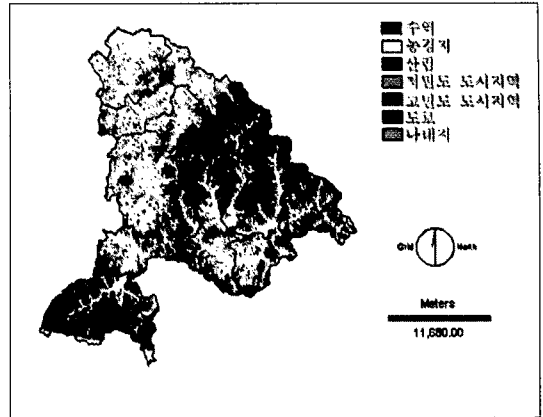
<표 4> 연도별 산림의 용도전환율

항목 \ 연도	85-87	87-93	93-96
물	1.80%	0.11%	0.64%
농경지	88.89%	72.79%	79.09%
저밀도도시	2.33%	17.70%	18.04%
고밀도도시	0.02%	0.21%	0.07%
도로	4.07%	7.06%	0.00%
내대지	2.89%	2.12%	2.17%
계	100.00%	100.00%	100.00%

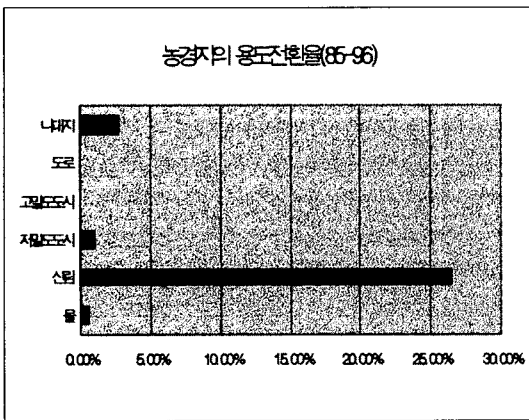
85년에서 96년 산림지역은 농경지로의 전환이 11.18%로 가장 높았고 저밀도 도시의 경우 0.23%, 고밀도 도시의 경우 0.01%, 내대지의 경우는 0.73%로 나타났다. 이는 85년에서 96년까지 산림이 그대로 보존된 지역은 87.57 %로 약 13%가 다른



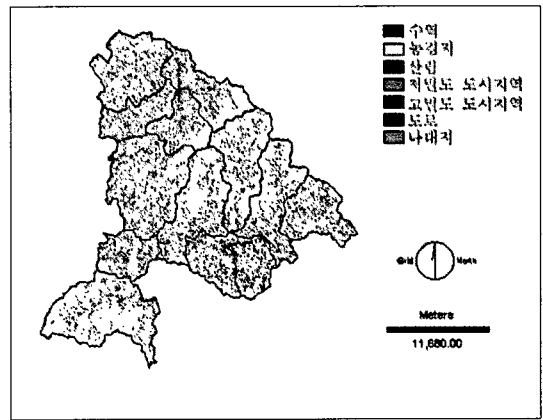
<그림 4> 산림의 용도전환율



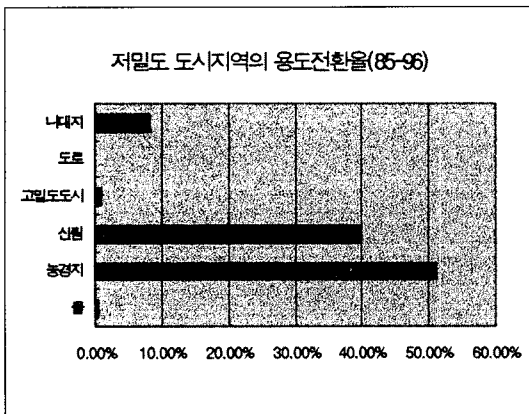
<그림 5> 산림의 변화분포도(85-96)



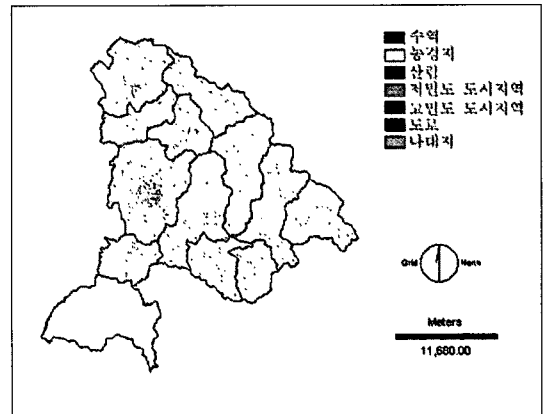
<그림 6> 농경지의 용도전환율



<그림 7> 농경지의 변화분포도(85-96)



<그림 8> 저밀도 도시지역의 용도전환율



<그림 9> 저밀도 도시지역의 변화분포도(85-96)

용도로 전환 되었음을 알 수 있으며 이는 저지대의 소규모 산림지역을 중심으로 농경지나 나대지로의 일차변환 후 점차 도시지역으로 전환되는 것을 파악할 수 있었다.

농경지로의 전환이 가장 많이 이루어진 성환읍과 직산면, 성남면들의 대규모 자연녹지들이 그 주변부와 내부에서 저지대의 소규모 녹지들이 농경지로 전환되고 있음을 알 수 있으며, 이는 산림의 파편화 현상을 초래하고 있어 적극적인 토지이용 관리와 규제가 필요하겠다. 저밀도와 고밀도 도시지역으로의 변화는 1993년부터 1996년까지 천안시, 성거읍, 입장면을 중심으로 확산되고 있음을 알 수 있었다.

(2) 농경지

<표 5> 연도별 농경지의 전환율

항목 \ 연도	85-87	87-93	93-96
물	2.37%	0.19%	2.87%
산림	73.44%	67.87%	54.38%
저밀도도시	7.90%	26.88%	34.97%
고밀도도시	0.42%	2.41%	0.08%
도로	0.38%	0.22%	0.00%
나대지	15.49%	2.43%	7.70%
계	100.00%	100.00%	100.00%

농경지의 경우 산림지역으로의 전환이 가장 많았으며, 나대지, 저밀도 도시지역의 순으로 전환율을 보이고 있다. 동쪽에 위치한 성남면, 수신면, 동면, 북면, 병천면과 남쪽에 위치한 광덕면에서 산림으로의 전환을 보이고 있다. 이는 1985년에서 1987년에 가장 많이 전환되었으며 대규모 생산녹지들이 폐휴경지로 방치되면서 자연적으로 산림으로 변환된 것으로 예측된다. 이러한 폐휴경지들이 1차 천이를 거치면서 산림으로 전환되는 과정에서 외래종이 침입하며 생태적으로 교란성이 증가되어 주변의 자연녹지들의 건강성이 훼손되어 악영향을 끼치게 되므로 폐휴경지에 대한 대책이 필요하겠다.

저밀도 도시지역으로의 전환은 1993년에서 1996년에 가장 급격히 전환되며 천안시와 성거읍, 입장면을 중심으로 발생되고 있다. 이는 천안시가 도시화가 진행되어 됴에 따라 그 효과가 확산되어 농경지가 저

밀도 도시지역으로 전환됨을 알 수 있었다.

(3) 저밀도 도시지역

<표 6> 연도별 저밀도지역의 용도전환율

항목 \ 연도	85-87	87-93	93-96
물	0.13%	0.01%	0.35%
농경지	56.07%	52.19%	59.98%
산림	25.33%	36.25%	20.91%
고밀도도시	3.20%	6.41%	2.52%
도로	1.96%	2.91%	0.00%
나대지	12.31%	2.23%	16.24%
계	100.00%	100.00%	100.00%

천안 외곽에서 나타나는 저밀도 도시지역이 농경지와 산림지역으로 전환되는 현상은 도시화의 토지이용 변화 과정에서 역현상으로써 이는 천안시를 중심으로 도시의 팽창에 따른 인구집중으로 인한 외곽지역의 공동화 현상에 기인한다.

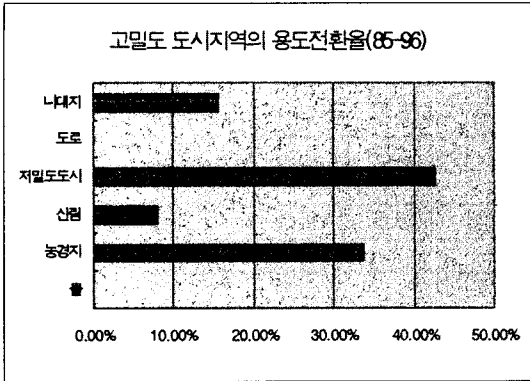
나대지와 고밀도지역으로의 전환은 주로 도시화가 진행되고 있는 천안시와 성환읍, 직산면, 입장면 성거읍을 중심으로 나타나는데 이는 저밀도 지역이 도시개발사업이나 택지개발로 인해 조성되었음을 알 수 있다. 즉 이러한 나대지의 경우 앞으로 고밀도 도시지역으로 전환이 예상됨을 알 수 있었다.

(4) 고밀도 도시지역

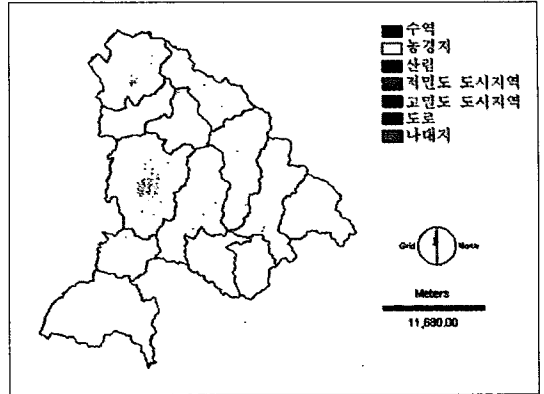
<표 7> 연도별 고밀도지역의 용도전환율

항목\연도	85-87	87-93	93-96
물	0.00%	0.19%	0.44%
농경지	20.26%	45.99%	57.44%
산림	9.89%	27.55%	6.37%
저밀도도시	40.77%	17.06%	31.75%
도로	0.50%	0.00%	0.55%
나대지	28.58%	9.21%	3.44%
계	100.00%	100.00%	100.00%

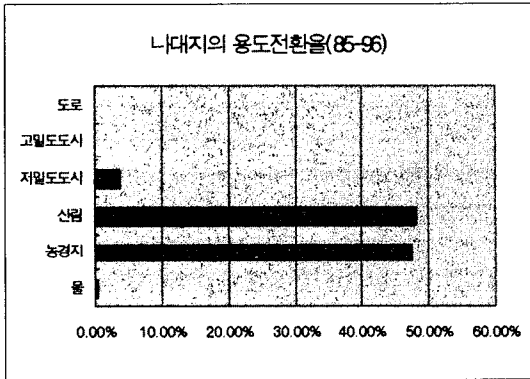
고밀도 도시지역은 아파트, 공공용지, 공장, 고밀도 주거지 등을 포함하는데 고밀도 지역이 저밀도 도시나 농경지, 나대지로 변화하는 현상은 공공용지나 공장용지의 토지이용 변화로 설명할 수 있었다.



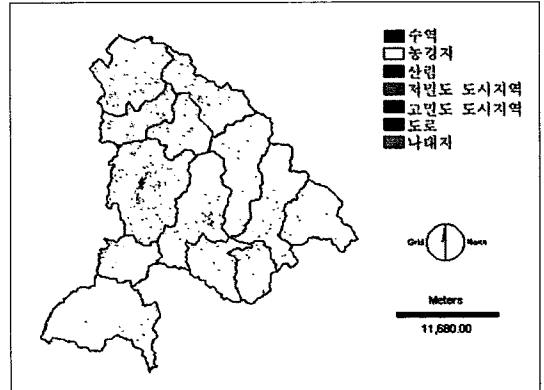
<그림 10> 고밀도 도시지역의 용도전환율



<그림 11> 고밀도 도시지역의 변화분포도 (85-96)



<그림 12> 나대지의 용도전환율



<그림 13> 나대지의 변화분포도 (85-96)

(5) 나대지

<표 8> 연도별 나대지의 용도전환율

항목 \ 연도	85-87	87-93	93-96
물	3.05%	0.02%	0.37%
농경지	22.75%	44.17%	53.20%
산림	19.52%	22.25%	23.47%
저밀도도시	31.87%	29.45%	22.37%
고밀도도시	20.36%	1.14%	0.57%
도로	2.44%	2.97%	0.00%
계	100.00%	100.00%	100.00%

나대지의 경우 외곽지역을 중심으로 산림과 농경지로의 전환이 많이 나타나는데 이는 앞에서 서술한 바와 같이 이농현상으로 인해서 버려진 땅들이 자연 방치되면서 산림이 조성되거나 경작지로의 전환이 이

루어짐을 예상 할 수 있었다.

저밀도 도시지역으로 전환되는 경우는 천안시를 중심으로 나타나며 도시화 과정에서 택지개발등으로 인해 나대지들이 저밀도 도시지역으로 전환되었음을 예상 할 수 있었다.

토지이용 전환율로 분석한 천안의 토지이용 변화는 자연녹지인 산림이 저지대를 중심으로 자연녹지가 파편화되면서 농경지나 나대지로의 1차 전환되고, 농경지나 나대지는 저밀도 도시지역, 고밀도 도시지역의 순으로 전환되는 특성을 보이고 있다. 이를 토대로 분석해보면 천안의 남부지역 즉 천안시를 중심으로 성환읍, 입장면, 직산면, 성거읍은 이미 도시화과정 이 상당히 진행되고 있어 토지이용계획 중 개발규제 정책을 주로 제안해야 하며, 천안의 동서 방면 및 풍

세면, 성남면, 병천면, 동면은 자연녹지가 농경지로 변해가는 일종의 도시화 진행의 첫단계의 특성을 보이고 있어 향후 이 지역에 대한 토지이용계획에 대한 바람직한 대안들이 모색되어야 하겠다. 즉 천안의 광의적인 토지이용계획 수립시 각 단계에 적합한 토지이용대안들이 제시되어야 할 필요가 있다.

이에 위의 결과들을 종합하여 도농통합형 도시의 토지이용의 일반론과 향후 토지이용계획에 대한 토의와 제안을 하면 다음과 같다.

1. 도농통합형의 지방행정구역개편은 지역주민들의 의사를 제대로 반영하지 않고 중앙정부나 중앙정치세력이 자신의 정치적 기반을 확보하기위해 제기되었고, 이런 점에서 농촌의 도시통합은 주도세력인 도시상공인에 근거한 지방의 지배계층이 농촌의 농민과 소생산자 계층을 통제하기 위한 전략의 일환이었다고 비판할 수 있다(조명래, 1994). 그 결과 도시중심으로 재편된 행정구역 개편은 농촌지역을 도시의 문제 해결 지역으로 만들거나, 도시문제를 농촌지역으로 확대시켜 지가상승이나, 개발기회 확대등의 단시간의 편리성과 이익 때문에 그 이후의 환경오염등의 장기간의 문제는 고려되지 않은 채, 농촌지역의 도시화는 더욱 가속화되고 있다. 이러한 논점에서 볼 때 천안에서 기존의 농촌지역은 자연녹지나 생산녹지가 10년 사이, 특히 도농통합이 된 1995년을 기준으로 도시지역으로 변화되고 있어 전형적인 농촌의 도시통합 현상을 보이고 있다.

도시화 초기단계의 변화를 보이는 천안시의 외곽지역과 동면지역에서는 지역의 환경용량을 고려하여 인접도시지역의 대규모 개발사업과 각종시설입지를 제공하는 공간의 개념에서 벗어나 광역적인 차원에서 배후도시를 생태적으로 보완할 수 있도록 강력한 토지개발규제책을 제안하고자 한다. 이에 천안시를 중심으로 외곽 농촌지역 즉 농경지와 산림, 초지, 나대지 지역의 토지형질변환에 대한 강력한 규제가 필요하다고 사료된다.

2. 현재 지역상황에서 분출하기 쉬운 지역개발에 대한 욕구들은 사업들이 결정되기 이전에 매우 신중할 필요가 있다. 과거 댐 건설, 관광지 개발, 주택개발등의 경험에서 보면 대개 지역주민들에게 도움을 주는 것만큼이나 부정적인 측면도 강한 것을 알 수 있다. 그러므로 도농통합형 도시에서는 현재 사회개

발시설에 있어서 각 지역적 특성이 고려된 환경친화적 이면서 지역발전에 도움이 되는 대안적인 산업육성 방안이 모색되어야 할 것이다. 도농통합지역에서 이러한 개발사업에 가장 적합한 지역은 농경지, 나대지가 저밀도지역으로 토지전환이 활발한 곳으로 설정될 수 있다. 천안의 경우 동면, 광덕면, 풍세면, 성환읍의 북쪽지역이 농경지에서 저밀도 도시지역으로의 전환이 예상되는 곳으로 소극적 지역개발이 필요한 곳으로 볼 수 있다.

3. 도농통합형 도시는 서울과 비슷한 면적에 인구 20만-30만으로 지역경제기반이 약하기 때문에 자체 재원 규모가 작고, 재정자립도도 매우 낮은 편이다. 이를 극복하기 위해서 일부도시는 도시의 특성을 부여하고 관광 레저산업등을 개발하고 있는데 이는 재정적 차원에서는 바람직하지만 시설개발에 따른 자연녹지 파괴와 오염등의 부정적 요인을 안고 있다. 하지만 중앙정부의 재정지원이 없다면 이러한 개발사업은 시의 재정 자립을 위해서 어느 정도 융통성있게 시행되어야 할 것이다. 천안의 경우 이러한 시설개발지는 자연녹지의 보전이 우수한 지역보다는 이미 산림 식생의 파편화를 겪는 지역으로 도시화 초기 현상이 나타나며 지역적 상징과 특성이 있는 지역 즉 목천, 북면, 병천면이 적당할 것으로 사료된다.

4. 도농통합형 도시는 어느 정도 공업단지를 포함하고 있다. 대체로공단유형은 지방공단이 많고 면적이나 유치기업수, 수출액, 고용인원 등의 측면에서 소규모이다. 이러한 지방공단은 기존의 도시계획을 중심도시에서 멀리 벗어나 외곽지역인 농촌지역에 위치하도록 제안하고 있다. 도시산업의 활성화를 통한 재정자립이라는 측면 뿐만아니라, 지나친 이동비용과 에너지를 줄여줄 수 있고 또한 공단의 환경문제에 대한 주민들의 감시를 유도하기 위해서는 도시근교의 저밀도 도시지역이 선정되어야 할 것이다. 천안의 경우 나대지, 농경지가 저밀도로 용도전환율이 큰 지역으로 외곽지역에 위치한 성거읍, 직산면, 성환읍, 입장면등이 적합하다고 하겠다.

4. 결론

지금까지 1995년 도농통합이 된 천안시를 대상으

로 1985년, 1987년, 1993년, 1996년 원격탐사자료를 이용하여 도시화와 도농통합지역이 생성됨에 따라 진행된 각각의 토지이용변화와 토지용도전환을 통해 천안시의 시간적, 공간적 토지이용 변화와 특성을 살펴보고 있다.

그 결과 천안은 1985년부터 1993년까지는 소극적인 개발이 주를 이루었으나 1993년부터 1996년에 적극적인 대규모 개발이 확산되어 가는 경향을 나타내고 있으며 이는 도농통합지역들이 도시화로 진행되어 가고 있음을 알 수 있다. 또한 그 양상이 저지대의 소규모 산림지역을 중심으로 농경지나 나대지로의 일차변환 후 점차 도시지역으로 전환되는 것을 알 수 있다.

그것은 결국 산림지역의 황폐화 및 농업지역의 규모 축소의 결과를 초래하였다. 즉 경관생태학적으로 볼 때 산림에 있어 급격한 패치의 파편화 현상을 보이고 있고 그 소규모 패치는 향후 급격한 토지이용변화를 초래할 것으로 예상된다

천안시는 도시화진행 과정에서의 초기모델로서 앞으로 계속해서 수도권 및 주변지역에서 인구유입이 예상되며 아울러 도심지의 확산과 소규모 산림지역과 도시공원 및 법적 규제가 약한 농업지역의 파괴가 우려되나 향후 체계적인 모니터링 및 도시계획 차원에서의 보전계획이 수립된다면 지금까지 진행되어왔던 산림에 있어서 패치의 밀도증가에 따른 주변부 패치의 보존이 가능하리라고 본다.

앞으로 다양하고 복잡한 토지이용 특성들을 체계적으로 분석하고 관리해서 도농통합지역에 대한 새로운 대안을 제시해야 할 것이다. 그러나 현재 천안시는 그 면적이나 규모에 비해 지방행정 기관의 적은 인원과 열악한 재정, 중앙정부의 무관심 등으로 기존의 도시계획이나 녹지계획을 답습하거나 자연방치되어 그 문제점을 더하고 있는 실정이다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 녹지변화와 토지이용패턴 변화에 대한 요인들과 주변의 자연환경들에 대한 자세한 검토가 정량적으로 이루어져서 그 원인을 규명하는 작업이 선행되어야 할 것이며, 그 결과를 토대로 토지이용계획에 대한 대안들이 설정되어야 할 것이다.

인용문헌

1. 김명수(1996) 도시공원의 경관생태학적 분석. 한국조경학회지 23(4): 12-19.
2. 김천(1998) Remote Sensing for Monitoring of Deforestation in North Korea. 한·독 산림환경 심포지엄 -산림환경모니터링에 대한 기술적, 경제적, 정책적 접근.
3. 문현생외(1995) 인공위성자료를 이용한 환경영향평가: 토지이용변화를 중심으로. 한국환경영향평가학회지 4(2): 23-28.
4. 박병욱(1996) Landsat TM 자료를 이용한 광주시 환경변화 분석. 한국지형공간정보학회지 4(1): 31-41.
5. 박종화(1992) Landsat 녹색식생지수를 이용한 서울시 도시녹지 변화조사. 대한원격탐사학회지 8(1): 27-43.
6. 서창완, 전성우(1998) 원격탐사와 GIS기법을 이용한 접경지역 토지피복연구 한국환경영향평가학회지 7(1): 11-22.
7. 송두범(1997) 충남 농어촌지역사회 유형화에 관한 연구. 충남발전연구원 3(4): 94-114.
8. 송태갑, 김은일(1997) Remote Sensing 기법과 지리정보체계를 이용한 도시지역의 녹지 구조와 환경특성에 관한 연구. 대한국토·도시계획학회지 32(5): 203-214.
9. 심상욱(1998) 준농림지역에서의 토지전용특성에 관한 연구. 대한국토·도시계획학회지 33(1): 27-40.
10. 이덕복(1996) 충남 북부권 개발의 방향, 충남발전연구원, 2(3): 5-24.
11. 이종성(1998) Landsat Mss Data를 이용한 서울시 산림패치의 패턴변화분석. 한국조경학회지 26(2): 240-250.
12. 이재하(1994) 도농통합적 행정구역개편에 대한 개발론적 논의. 한국지역개발학회지 6(2): 73-86.
13. 조명래(1994) 지방화시계 진전된 지역발전의 조건. 한국공간환경연구회 편. 지역불균형 연구 p. 333.
14. 전성우, 박종화(1997) 자연환경부문의 원격탐사기법 도입방안에 관한 연구. 한국환경정 책연구원.
15. 武内和彦 外(1993) 生態·景觀特性に基づく小笠原諸島父島·兄島のランドスケープ評價, 造園雜誌 56(5): 199-204.
16. 武内和彦(1994) 地域の生態學, 朝倉書店, pp. 23-39.
17. Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer(1994) Remote Sensing and Image Interpretation 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc.
18. Schreiber, K(1990) The History of Landscape Ecology in Europe. In: I.S. Zonneveld and R.T.T. Forman(1990) Changing Landscapes: An Ecological Perspective. Springer-Verlag. pp. 233-260.
19. Tuner, M.G. and D. N. Wear, and R. O. Flamm(1996) Land Ownership and Land-cover Change in the Southern Appalachian Highlands and the Olympic Peninsula, Ecological Applications, 6(4): 1150-1172.