

요인분석 및 CA-Markov기법을 이용한 미래의 도시화 진행 양상 예측기법 개발

Prediction of the Urbanization Progress Using Factor Analysis and CA-Markov Technique

박 근 애* · 김 성 준**†

Geun-Ae Park · Seong-Joon Kim

Abstract

This study is to predict the spatial expansion of urban areas by applying CA(Cellular Automata)-Markov technique considering MCE(multi-criteria evaluation) and MOLA(multi-objective land allocation) of factor analysis. For the 10 administration districts(3677.3 km^2) including the whole Anseong-cheon watershed, the past six temporal land use data(1973, 1981, 1985, 1990, 1994, 2000) from Landsat satellite images were prepared. During this period, the urban area increased 233.71 km^2 . Using the 36 indices composed of topological characteristics, population and land use change, the final factor map of MOLA was produced through 5 maps of MCE. Using 1990 and 1994 land use data, the 2000 predicted urban area of CA-Markov with factor map showed 0.06% improvement of absolute error comparing with that of CA-Markov without factor map. By the CA-Markov technique considering factor map, the 2030 and 2060 urban area increased $58.94 \text{ km}^2(0.78\%)$ and $60.14 \text{ km}^2(0.81\%)$ respectively comparing with 2000 urban area(313.19 km^2). The 2030 and 2060 paddy area decreased $93.28 \text{ km}^2(2.54\%)$ and $93.65 \text{ km}^2(2.55\%)$ respectively comparing with 2000 paddy area(1383.23 km^2).

Keywords : Land use, Factor analysis, MCE, MOLA, CA-Markov

I. 서 론

1970년대 이후 우리나라에서는 인구의 도시집중과 경제개발 계획에 따른 산업의 고도화로 도시화가 심화되었다. 도시화란 산림·논·밭 등의 지역이 대단위 공장부지, 택지, 도로 등으로 바뀌며, 거주 인구의 급격한 증가를 의미한다. 도시화로 인한 인구의 도시집중과 산업의 발전은 도시하천의 홍수피해를 격증

시키며, 도시화 현상의 부산물로 인해 인명 또는 재산 피해가 급증하고 있다.

또한, 도시화로 인하여 기존의 도시는 더욱 확장되어 가고, 주변에 새로운 도시가 건설된다. 이러한 도시의 확장이나 신도시 건설은 급격한 토지이용변화를 가져오게 한다. 이러한 토지이용의 변화는 강우시 유출의 변화와 직결된다. 도시개발, 단지 및 주거지 조성은 이전의 지표면이 갖고 있었던 보수 및 유수 기능 등이 건물이나 아스팔트, 콘크리트 포장으로 피복되면서 현격하게 줄어들고, 산림지역의 꾸준한 개발 및 밭 개간으로 인한 토지이용의 변화에 따라 이들 지역에서 하천으로 유입되는 홍수 유출량이 이전보다

* 건국대학교 대학원

** 건국대학교 생명환경과학대학

† Corresponding author. Tel.: +82-2-444-0186

Fax: +82-2-444-0186

E-mail address: kimsj@konkuk.ac.kr

증대되고 유역 출구점까지의 도달시간은 단축됨으로써 첨두 유량이 증가하게 되었다. 이러한 도시화로 인한 문제는 일찍이 인식되어 오고 있으며 이에 대한 해결방안이 필요한 실정이다.

과학기술의 발달과 함께 도시화 관련 분석에도 많은 발전이 있어 왔다. 특히 도시화가 발생한 시기의 자원탐사 위성영상을 이용하여 토지이용의 변화를 파악할 수 있게 되었다. 이와 더불어 도시화 발생에 영향을 끼치는 여러 변수들을 분석한 연구가 많이 이루어지고 있다. 이에 GIS(Geographical Information System)와 RS(Remote Sensing)의 응용범위가 확대되면서 토지이용계획 및 국토이용 및 관리분야에 있어서도 GIS와 RS를 이용하여 좀 더 효율적인 분석이 가능하게 되었다. 도시화 관련 국내 연구사례를 살펴보면, 임승현 등(1995)이 도시기본계획의 근간이 되는 토지이용계획의 용도지역적지분석 및 배정에 관한 GSIS 활용 방안을 검토하여 구체적인 구현시스템인 토지이용적지분석시스템 개발을 시도하였고, 김재익 등(2000)은 도시교외지역에서 지하철 건설에 따른 상업용도 건축물의 개발효과를 측정한 바 있으며 강상혁 등(2001)은 GIS데이터를 이용하여 시가화율의 정량적 평가를 통한 시가화의 전선이 유출기구에 미치는 영향의 평가 및 호우에 따른 피해를 최소화하는 방안에 대하여 고찰하였다. 또한 김윤수 등(2002)은 다시기 위성영상을 이용해 도시지역의 성장변화를 모니터링 할 수 있는 방법을 고찰하고자 하였고, 오주삼 등(2003)은 요인분석을 이용하여 소재지역에 따른 유형별 도로특성을 규명함으로써 교통 및 도로 관련 연구 시 기초자료로 활용하도록 한 바 있으며 김홍관 등(2006)은 부산과 주변도시의 지역성분을 규정하는 주요인자의 구성과 이를 지역간의 특성을 분석하여 부산과 경남의 지역특성을 알아보고 변화과정을 분석하여 향후 대도시와 주변도시의 정책에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다.

본 연구에서는 도시화가 이루어진 시기의 시계열적인 Landsat TM 위성영상을 사용하여 공간적인 도시지역의 변화를 파악하고, 다변량 분석기법인 요인분석을 실시하여 도시화에 영향을 끼치는 중요인자를 추출하여 이 인자들을 중심으로 MCE 및 MOLA를

적용한 CA-Markov기법을 이용함으로써 미래의 도시화 진행 방향과 그 양상을 예측하고자 한다. 본 연구의 결과는 향후 토지이용계획 및 국토의 개발계획이나 관리계획시 고려할 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

II. 대상유역의 선정

본 연구에서 적용한 유역은 안성천유역을 포함하고 있는 10개의 행정구역으로 이 유역의 면적은 약 $3,677.30 \text{ km}^2$, 유역평균표고는 EL. 87.73 m, 유역평균경사는 8.40%이다. 행정구역은 경기도와 충청남도 일부지역으로 이루어지며, 경기도 군포시(36.32 km^2), 수원시(120.79 km^2), 안성시(553.35 km^2), 오산시(41.12 km^2), 용인시(593.25 km^2), 의왕시(54.44 km^2), 평택시(435.49 km^2), 화성시(680.64 km^2), 충청남도 아산시(527.91 km^2), 천안시(633.99 km^2)로 구성되어 있고, 국가하천인 안성천과 진위천을 포함하고 있다(Fig. 1).

III. 위성영상자료를 이용한 토지이용변화 분석

연구대상지역의 토지이용 변화를 파악하기 위하여, Landsat MSS, TM과 ETM영상을 대상으로 약 5년

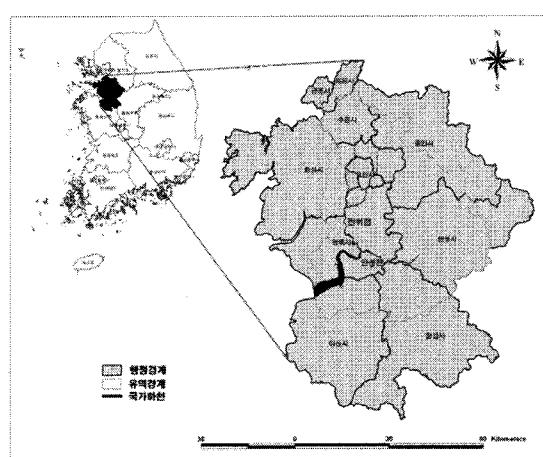


Fig. 1 Study Area

간격의 총 6개 영상(1973년 10월 8일, 1981년 7월 31일, 1985년 5월 14일, 1990년 4월 26일, 1994년 7월 26일, 2000년 4월 29일)을 선정하였다. Spheroid Bessel, Datum Tokyo(Korea), Projection Korea-TM으로 투영하여 기하보정이 되어있는 영상의 교량, 댐, 항만, 방조제와 같이 위치변동이 없는 지점을 지상기준점(GCP; Ground Control Point)으로 선정하고 다른 영상자료의 동일 지점에 지상기준점을 지정함으로써 두 영상의 동일 지점에 같은 좌표체계를 갖도록 Image to image 방법으로 기하보정 처리하였다. 이때 좌표변환은 다항식 방정식을 사용하였고, 재

배열은 근접된 2×2 격자의 화소 값들을 거리가중 평균하는 공일차 내삽법을 사용하였다.

본 연구에서는 밴드별 분류항목의 DN(digital number)값의 분포를 고려하여 각 년도의 항목별 DN값의 편차를 보이는 band를 조합하여 최대우도(maximum likelihood) 감독분류법으로 각 년도별 토지피복을 실시하였다. 토지피복을 위한 분류 항목은 Landsat MSS, TM과 ETM의 공간해상도와 SCS-CN의 분류 항목을 고려하여 총 6개(1.수역, 2.시가화, 3.나지, 4.초지, 5.산림, 6.농경지)의 항목을 선정하였다. Fig. 2는 1973, 1981, 1985, 1990, 1994, 2000년에 대

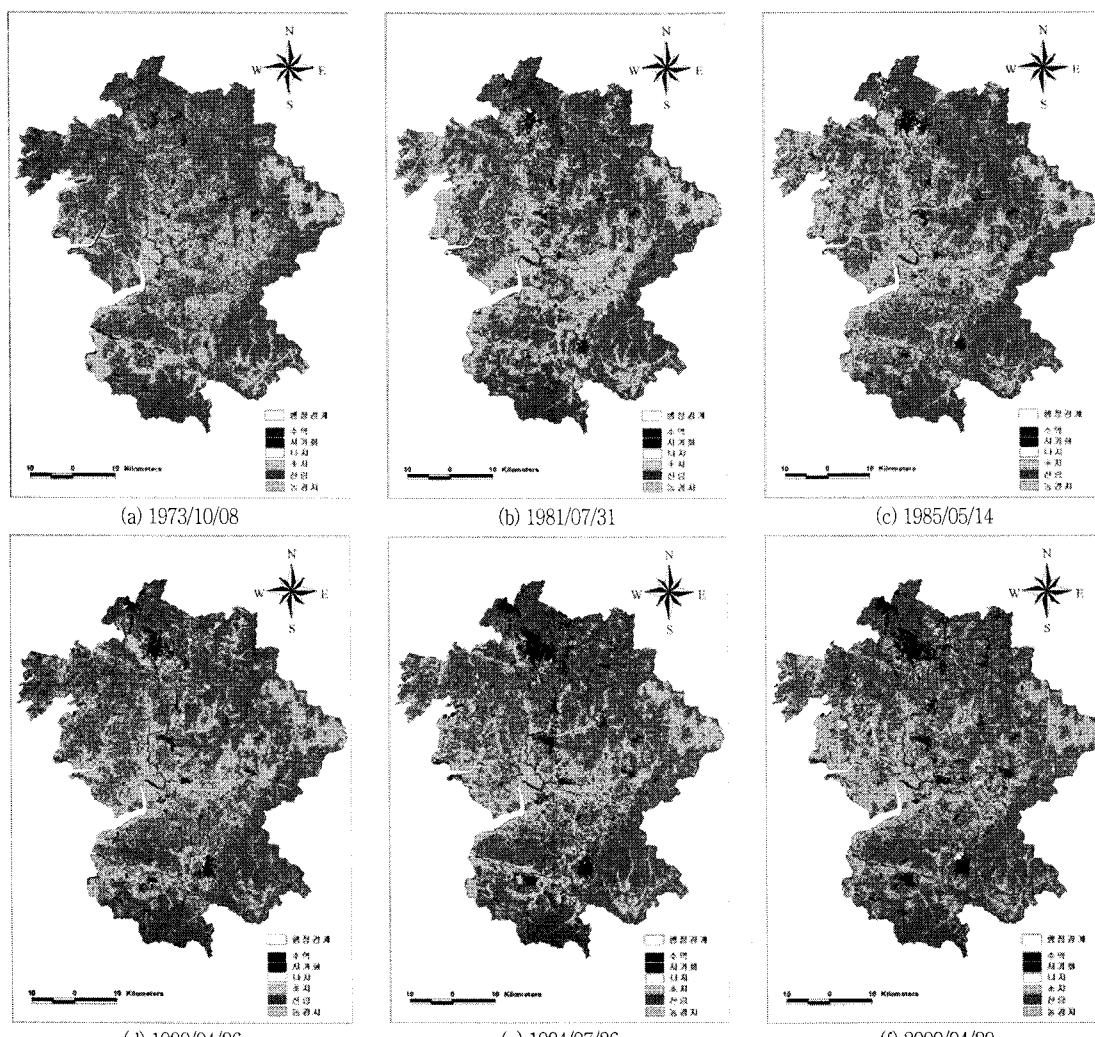


Fig. 2 Land Use

Table 1 Result of Land Classification

Year	Land use item						Total	
	1. Water	2. Urban	3. Bare ground	4. Grassland	5. Forest	6. Agricultural land		
Area (km ² [%])	1973	48.38 [1.32]	79.48 [2.16]	9.12 [0.25]	188.39 [5.12]	1,790.29 [48.69]	1,561.63 [42.47]	3,677.30 [100.00]
	1981	34.11 [0.93]	108.88 [2.96]	49.77 [1.35]	192.89 [5.25]	1,703.82 [46.33]	1,587.82 [43.18]	3,677.30 [100.00]
	1985	45.93 [1.25]	114.89 [3.12]	53.05 [1.44]	136.60 [3.71]	1,775.55 [48.28]	1,551.27 [42.19]	3,677.30 [100.00]
	1990	44.02 [1.20]	177.21 [4.82]	81.59 [2.22]	165.00 [4.49]	1,673.89 [45.52]	1,535.58 [41.76]	3,677.30 [100.00]
	1994	36.48 [0.99]	259.96 [7.07]	74.68 [2.03]	200.26 [5.45]	1,686.82 [45.87]	1,419.10 [38.59]	3,677.30 [100.00]
	2000	46.77 [1.27]	313.19 [8.52]	109.92 [2.99]	247.70 [6.47]	1,576.48 [42.87]	1,383.23 [37.62]	3,677.30 [100.00]

한 연구대상 유역의 토지피복 분류결과를 도시한 것이며, 이 6개 년도에 대한 토지이용 항목별 면적변화를 Table 1에 정리하였다. 주요 토지이용의 변화를 보면, 시가화 지역이 1973년 2.16%에서 점진적으로 증가하여 2000년에 8.52%로 6.36% 증가함으로써 공간적인 도시지역의 변화를 파악할 수 있었다. 이에 반해 산림과 농경지는 1973년에 48.69%, 42.47%에서 2000년에는 42.87%, 37.62%로 각각 5.82%, 4.85%가 감소하였다.

IV. 요인분석 및 MCE, MOLA를 이용한 도시화 영향 인자 등급도 구축

본 연구에서는 다변량 분석기법인 요인분석을 이용

하여 도시화에 영향을 끼치는 주요 영향인자들을 설정하고 이를 시각적으로 판단할 수 있는 영향 인자 등급도를 구축하고자 한다. 요인분석은 변수들 간의 상관관계를 이용하여 여러 변수들로 측정된 자료를 소수의 차원(2, 3차원)으로 묶어서 새로운 변수로 축소하는 기법이다. 즉 상관관계가 높은 변수들이 묶여서 요인을 형성하게 되는 것이다. 그렇게 되면 통계 분석상의 경제성을 가져올 수 있을 뿐 아니라 변수들 간의 어떤 구조가 존재하고 있는지를 파악 할 수 있다. 여러 변수들의 중요도의 자료를 이용하여 요인 분석을 실시하게 되면 축소된 차원에 속하는 항목들끼리 변수를 묶어내게 되는데 결과로 나타난 변수들의 집합을 요인이라고 한다. 따라서 요인들의 상관관계가 낮을수록 좋은 분석결과를 얻을 수 있다. 본

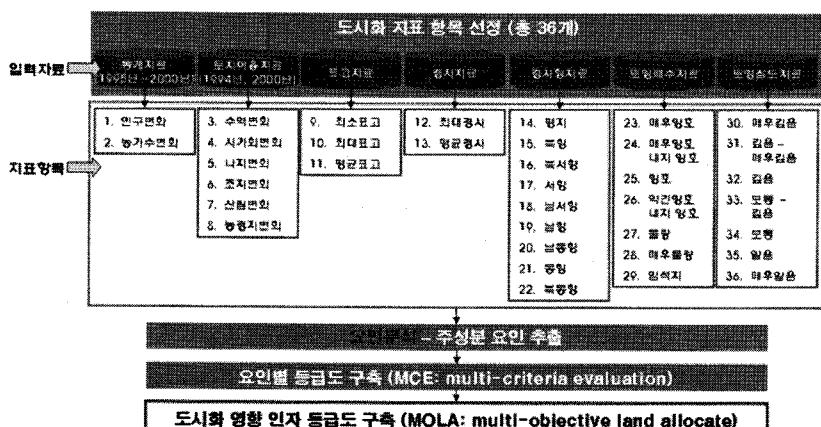


Fig. 3 Flow Chart of Factor Analysis

연구에서는 도시화 및 주거 입지 여건에 영향을 끼칠 것으로 예상되는 36개의 지표를 선정하여 SYSTAT 11 프로그램을 이용하여 요인분석을 실시하였다. 요인분석과 Idrisi Andes 프로그램을 이용한 MCE(다기준 평가: multi-criteria evaluation), MOLA(다목적 토지이용배분: multi-objective land allocation) 기법을 이용하여 도시화 영향인자 등급도를 작성하는 연구진행체계는 Fig. 3과 같다.

요인분석을 수행하는데 있어 사용된 입력자료는 통계자료, 토지이용자료, 표고자료, 경사자료, 토양배수자료 및 토양심도자료로 총 7개이다. 통계자료는 도시화에 상당한 영향을 미칠 것으로 예상되는 인구와 농가수 자료를 통계청에서 10개의 행정구역별로 수집하여 이용하였다. 1995년에서 2000년까지의 자료를

사용한 것은 행정구역체계가 1995년까지 변화된 이후 현재까지 유지되어 왔기 때문이며 이는 최근의 인구이동영향을 반영하고 분석을 진행하는 데에는 무리가 없을 것으로 판단되어진다(윤효진, 2004). 또한 요인분석에서 이용되는 토지이용자료는 통계자료의 연도에 맞춰 앞에서 구축한 6개년도의 자료 중 1994년과 2000년의 토지이용자료만으로 사용하였다.

본 연구에서 이용되는 표고자료(Fig. 4(a))는 1:5,000 수치지도로부터 등고선 및 표고점 관련 레이어인 7111(주곡선), 7114(계곡선), 7217(표고점), 7311(삼각점) 레이어를 추출하고 ARC/INFO를 이용하여 Coverage, TIN(triangulated irregular network), Lattice변환과정을 거쳐 격자간격 30 m의 자료를 생성하였다. 이 표고자료를 이용하여 경사 및 경사향 자료(Fig. 4(b)

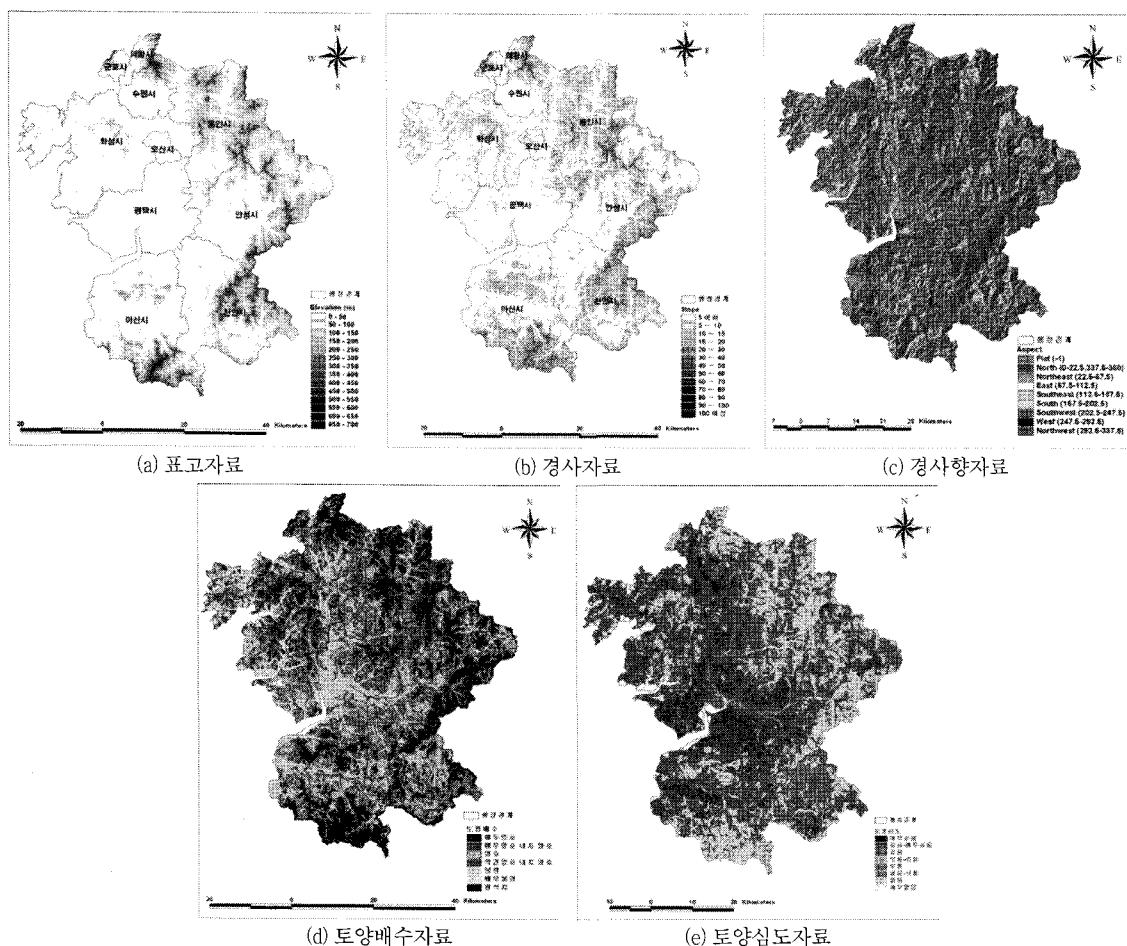


Fig. 4 Input Data for Factor Analysis

(c))를 구축하였다. 또한 토양배수 및 토양심도자료 (Fig. 4(d), (e))는 농촌진흥청 토양물리과에서 제공한 1: 50,000 개략토양도를 이용하여 작성하였다.

요인분석을 수행한 결과, 총 5개의 요인이 도출되었다. 요인(1)이 설명해주는 분산은 54.4%이며, 요인(2)이 설명해주는 분산은 19.9%, 요인(3)은 11.8%, 요인(4)은 6.2%, 요인(5)은 3.2%의 분산을 설명해준다. 요인(1), (2), (3)이 설명해주는 누적 설명량은 86.1%이며, 요인의 수를 5개로 하였을 경우에는 95.5%의 설명력을 가진다. 각 요인별 특징을 고려하여 (1)요

인은 “비도시지역 지형 및 토양조건”, (2)요인은 “농촌지역 가구수 및 토양조건”, (3)요인은 “식생조건”, (4)요인은 “도시지역 지형 및 토양조건” 그리고 (5)요인은 “인구변화조건”으로 명명하였다. (1)요인은 36개의 지표 중 경사향, 토양배수, 토양심도, 최소고도, 최대경사와 관련하여 15개의 지표로 구성되어 있으며 (2)요인은 농가수변화, 토지이용, 토양배수, 토양심도와 관련하여 6개의 지표로, (3)요인은 토지이용과 관련하여 3개의 지표로, (4)요인은 평균경사, 평균고도, 토양배수, 토양심도와 관련하여 2개의 지표로, (5)

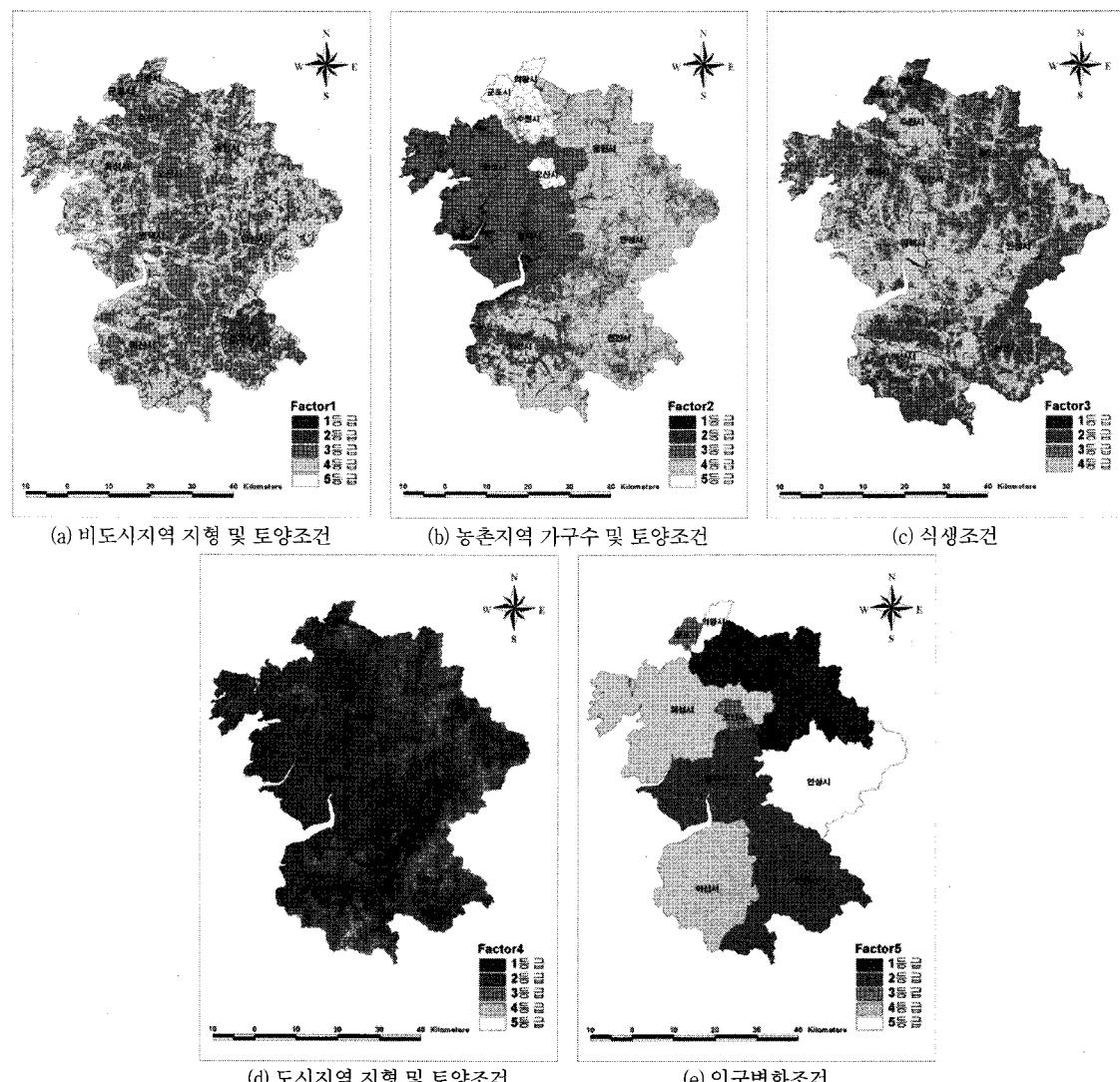


Fig. 5 Class Map by Factor

요인은 도시화 진행과 깊은 관련이 있는 인구이동변화 지표로 각각 구성되어 있다.

본 연구에서는 각 요인의 인자들의 가중을 이용하여 다수의 평가기준과 각 평가기준의 가중치로부터 최종 평가치를 구하는 방법으로서 사회경제적 영향을 받는 다양한 선택 대안들을 복수의 평가 기준들로 분석하는 도구인 MCE 기법으로 등급 구분하여 Fig. 5에 나타내었다. 요인(1), (2), (3)은 비도시화 지역의 특성을 나타내므로 등급이 높을수록 도시화 영향이 큰 것이며, 요인 (4), (5)는 도시화 지역의 특성이므로 등급이 낮을수록 도시화 영향이 큰 것으로 분석되었다.

이에 각 요인별 등급도를 분산률 가중을 이용하여 MOLA 기법으로 전체적인 도시화 영향 인자 등급도를 구축하였고(Fig. 6), 이를 Table 2에 행적구역별 면적으로써 나타내었다.

Table 2의 결과를 보면 도시화 진행을 야기하는 영향 인자 등급 중 3등급이 1900.29 km²로 가장 폭넓게 분포하였으며, 1등급과 2등급은 각각 52.87 km², 986.11 km²로 분석되었다. 이를 행적구역별로 살펴보면, 도시화 진행의 1, 2등급 인자를 많이 포함하고 있는 도시는 용인시, 천안시, 평택시와 수원시로 각각 470.71 km², 240.17 km², 152.44 km²와 123.84

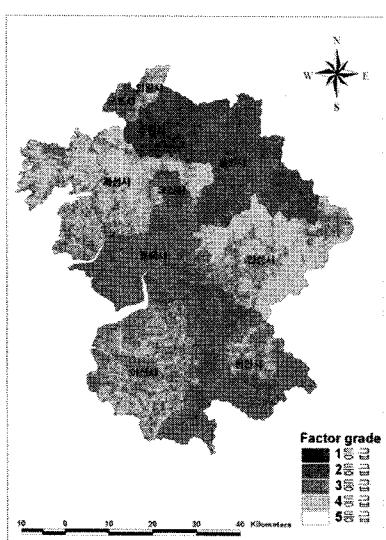


Fig. 6 Factor Grade

Table 2 Result of Factor Grade by Administrative District

Administrative district	Grade area of effect factor(km ²)				
	1 grade	2 grade	3 grade	4 grade	5 grade
Hwaseong-si	0.00	1.28	405.74	267.90	0.23
Gunpo-si	0.50	17.12	18.72	0.34	0.00
Asan-si	0.00	9.40	382.63	135.35	0.02
Anseong-si	0.00	0.16	261.82	287.44	3.28
Osan-si	0.01	21.33	19.75	0.05	0.00
Yongin-si	15.04	455.67	124.96	0.04	0.00
Uiwang-si	0.00	2.01	38.64	13.74	0.00
Cheonan-si	0.30	239.87	364.99	27.98	0.00
Pyeongtaek-si	0.00	152.44	280.58	1.68	0.00
Suwon-si	37.02	86.82	2.46	0.02	0.00
Total	52.87	986.11	1900.29	734.50	3.53

km²를 포함하고 있다. 따라서 이 네 도시는 안성천 유역 중 도시화가 가장 활발히 진행된 지역이라고 분석되었으며, 향후에도 도시화가 진행될 가능성이 큰 도시지역으로 판단될 수 있다.

V. CA-Markov 기법을 통한 미래의 도시화 진행 양상 예측 및 분석

본 연구에서 미래의 도시화 진행 양상을 예측하기 위해 사용한 CA-Markov 기법은 Markov Chain 모델과 Cellular Automata의 이론적 체계가 결합한 기법이다. Markov Chain 모델은 각 격자간의 추이경향을 통해 시간이 경과함에 따라 각 사상간의 전이 확률을 적용하여 시간에 따라 변화하는 확률변수들의 집합이 현재와 과거의 상태가 미래의 상태에 영향을 주지 않고 근접하는 두 상황의 발전 상태만을 고려하는 확률 과정으로서 인위적인 토지이용변화에 따른 전이확률의 변화를 고려하지 못하는 단점이 있다. 따라서, 시계열 공간자료를 모의함에 있어 일정한 간격의 추이경향을 가지는 자료의 변화만을 고려하므로 급격한 변화폭을 가지는 공간자료의 처리에는 어려움이 따른다. 이런 단점은 Cellular Automata 기법을 사용하여 보완 할 수 있는데, Cellular Automata는 비선형 동적 모형으로써 시계열 공간자료의 변화

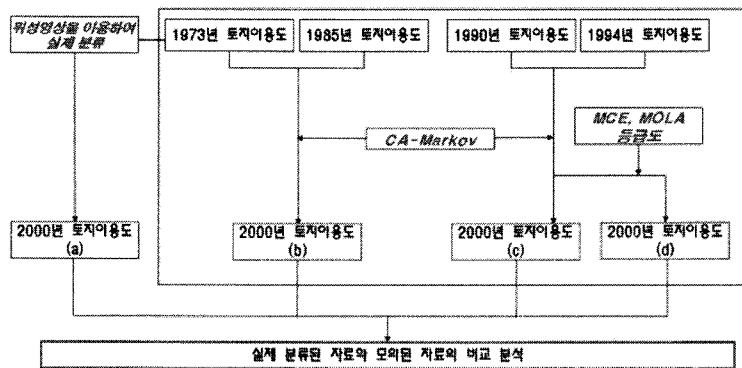


Fig. 7 Flowchart of Application for CA-Markov with MCE, MOLA

양상을 인접한 격자에 거리, 방향에 의해 공통적으로 적용시킴으로써 지역적인 인접격자의 상태를 지속적으로 변화시킨다. 변화된 인접격자의 상태는 시공간상에서 반복적으로 실행되어 복잡한 특성과 형태를 분석 및 모의할 수 있다.

구축된 도시화 영향 인자 등급도를 이용한 CA-Markov기법의 적용성을 검토하기 위해 여러 가지 방법으로 모의된 2000년 토지이용도를 앞에서 구축한 2000년의 토지이용도와 비교 분석하였으며 그 과정을 Fig. 7에 나타내었다. Fig. 7의 (a)는 실제 분류된 2000년의 토지이용도이며, (b)는 1973년과 1985년의 토지이용도로 CA-Markov를 적용하여 모의한 2000년의 토지이용도, (c)는 1990년과 1994년의 토지이용도로 모의한 2000년의 토지이용도이다. 이때 토지이용 중 가장 큰 면적을 차지하는 산림지역의 영향을 제거하기 위해 1994년의 토지이용도의 산림면

적으로 고정하여 모의하였다. (d)는 (b)와 (c)중 2000년의 토지이용의 시기화 지역과 더 근사하게 나온 (c)의 방법으로 MCE와 MOLA 기법으로 구축된 도시화 영향 인자 등급도를 이용하여 CA-Markov기법을 적용 및 모의된 2000년 토지이용도이다. 이 (a), (b), (c), (d)의 토지이용도를 Fig.8에 표현하였고 그 면적결과를 Table 3에 나타내었다.

그 면적결과를 살펴보면, (c)와 (d)의 방법으로 모의된 2000년 토지이용 중 시가화 면적의 절대오차는 각각 0.57%, 0.51%로 나지는 0.89%, 0.87%로 분석되었다. 따라서 도시화 지역으로 대표될 수 있는 시가화와 나지의 모의 결과가 MCE와 MOLA 기법으로 구축된 도시화 영향 인자 등급도를 이용한 경우에 그 오차가 줄어드는 것을 볼 수 있으며 이로 MCE와 MOLA 기법을 이용한 CA-Markov기법의 적용성을 검토할 수 있었다.

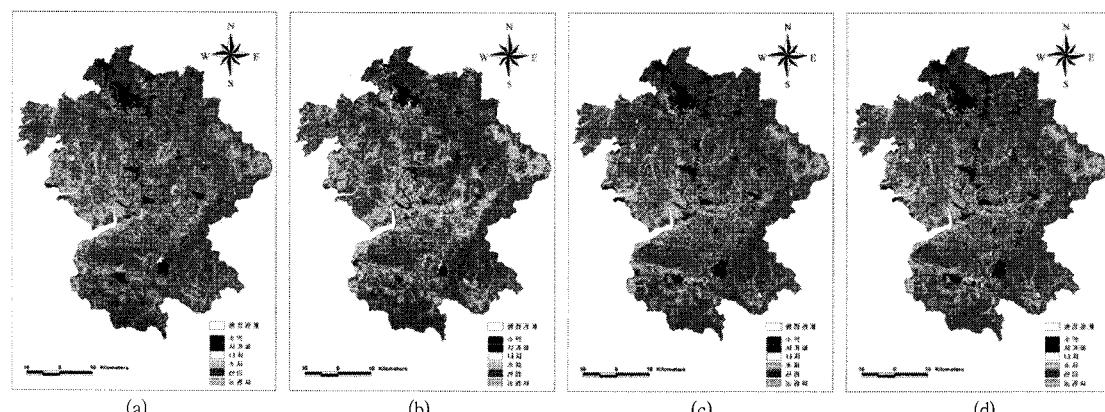


Fig. 8 Application for CA-Markov with MCE, MOLA

Table 3 Result of Application for CA-Markov with MCE, MOLA

Item	Classified 2000 land use (a) (km ²)	2000 land use by 1973 and 1985 land use (b)		2000 land use by 1990 and 1994 land use (c)		2000 land use by urbanized effect factor grade map (d)	
		Area (km ²)	Absolute error (%)	Area (km ²)	Absolute error (%)	Area (km ²)	Absolute error (%)
1. Water	46.77	45.90	0.02	43.15	0.10	32.95	0.38
2. Urban	313.19	128.30	5.03	292.28	0.57	332.11	0.51
3. Bare ground	109.92	61.87	1.31	77.32	0.89	78.00	0.87
4. Grassland	247.70	133.21	3.11	217.32	0.83	222.15	0.69
5. Forest	1575.75	1756.22	4.89	1686.08	2.98	1686.08	2.98
6. Agricultural land	1383.23	1551.79	4.58	1361.15	0.60	1326.01	1.56
Total	3677.30	3677.30	-	3677.30	-	3677.30	-

본 연구에서는 적용성이 검토된 MCE와 MOLA 기법을 이용한 CA-Markov기법으로 2030년, 2060년의 토지이용도(Fig. 9)를 모의하여 도시화 진행을 예측하였고 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 2030년, 2060년의 시가화 지역은 각각 372.13 km², 373.33 km²로 2000년에 비해 1.60%, 1.63% 증가하였으며 반면에 나지는 약 0.82% 감소되는 것으로 모의되었다. 이는 CA-Markov 기법에서 이용된 1990년과 1994년 토지이용의 나지면적이 1990년에 비해 1994년이 적기 때문에 그 모의 결과가 실제 결과에 비해 적게 나타난 것으로 판단되었다. 하지만, 도시화 지역으로 대표될 수 있는 시가화와 나지의 2030년, 2060년 모의 결과를 같이 분석하면 2000년에 비해 그 진행이 각각 0.78%, 0.81% 증가하는 것으로 분석되었

다. 도시진행의 양상은 시간에 따라 S자의 형태를 가지게 되는데 이는 미래로 갈수록 도시화가 수렴되는 것을 의미한다. 이에 따라 본 연구의 2030년, 2060

Table 4 2000 Year and 2030, 2060 Year
Simulated Land Use by CA-Markov

Item	2000 land use		2030 land use		2060 land use	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
1. Water	46.77	1.27	27.98	0.76	27.06	0.74
2. Urban	313.19	8.52	372.13	10.12	373.33	10.15
3. Bare ground	109.92	2.99	79.78	2.17	79.77	2.17
4. Grassland	247.70	6.47	220.64	6.00	220.74	6.00
5. Forest	1575.75	42.87	1686.08	45.85	1686.08	45.85
6. Agricultural land	1383.23	37.62	1289.95	35.08	1289.58	35.07
Total	3677.30	100.00	3677.30	100.00	3677.30	100.00

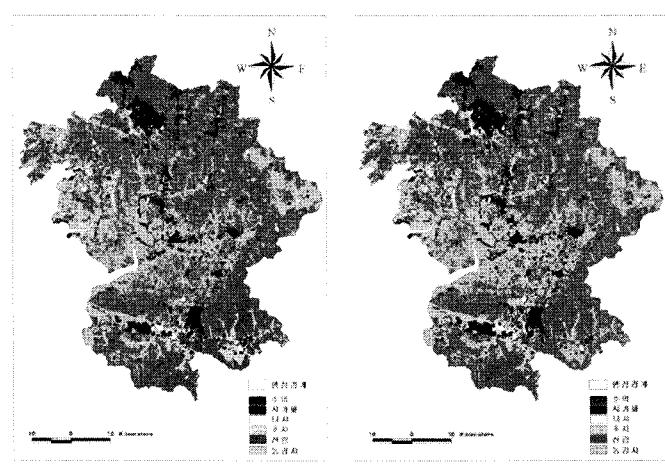


Fig. 9 2030, 2060 Year Simulation by CA-Markov

년 토지이용예측 결과는 어느 정도 타당성을 가지는 것으로 판단된다.

VI. 요약 및 결론

본 연구에서는 도시화가 이루어진 6개년도의 시계 열적인 Landsat MSS, TM과 ETM 위성영상을 사용하여 토지피복분류를 구축하여 공간적인 도시지역의 변화양상을 파악하고자 하였으며, 도시화에 영향을 끼칠 것으로 예상되는 중요인자를 추출하여 요인분석과 MCE, MOLA 기법으로 도시화 영향인자 등급도를 구축하고자 하였다. 이를 CA-Markov 기법을 적용하여 2030년, 2060년의 미래 토지이용을 모의하여 도시 변화를 살펴보고자 하였다. 본 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 약 5년 간격의 6개 Landsat 영상(1973년 10월 8일, 1981년 7월 31일, 1985년 5월 14일, 1990년 4월 26일, 1994년 7월 26일, 2000년 4월 29일)을 선정하여 총 6개(1.수역, 2.시가화, 3.나지, 4.초지, 5.산림, 6.농경지)의 분류항목으로 시계열적인 토지이용도를 구축하였고 그 결과 시기화 지역이 1973년 2.16%에서 점진적으로 증가하여 2000년에 8.52%로 6.36% 증가함으로써 공간적인 도시지역의 변화를 파악할 수 있었다.

2. 도시화 및 주거 입지 여건에 영향을 끼칠 것으로 예상되는 36개의 지표를 선정하여 요인분석을 실시한 결과, 총 5개의 요인이 도출되었으며 각 요인별 특징을 고려하여 (1)요인은 “비도시지역 지형 및 토양조건”, (2)요인은 “농촌지역 가구수 및 토양조건”, (3)요인은 “식생조건”, (4)요인은 “도시지역 지형 및 토양조건” 그리고 (5)요인은 “인구변화조건”으로 명명하였다.

3. 각 요인의 인자들의 가중을 이용하여 MCE, MOLA 기법으로 전체적인 도시화 영향 인자 등급도를 구축하였고, 그 결과를 행정구역별로 살펴보면 도시화 진행의 1, 2등급 인자를 많이 포함하고 있는 도시는 용인시, 천안시, 평택시와 수원시로 각각 470.71 km^2 , 240.17 km^2 , 152.44 km^2 와 123.84 km^2 를 포함하고 있다.

4. MCE와 MOLA 기법으로 구축된 도시화 영향 인자 등급도를 이용한 CA-Markov기법에 의해 1990

년과 1994년의 토지이용도로 2000년의 토지이용도를 모의하여 기 구축된 2000년 토지이용도 비교함으로써 그 기법의 적용성을 검토하였으며, 이로 2030년, 2060년의 토지이용도를 모의하여 도시화 진행을 예측한 결과, 2030년, 2060년의 시가화 지역은 각각 373.41 km^2 , 374.32 km^2 로 2000년에 비해 1.63%, 1.66% 증가하였다.

5. 향후, 본 연구에서 개발한 기법을 한반도 전역을 대상으로 분석하여 도시화 진행 양상을 파악한다면 굉장히 유용한 정보로 사용될 수 있을 것이며, 토지이용계획 및 국토의 개발계획이나 관리계획시 고려할 효율적인 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

이 논문은 2006년도 건국대학교 학술진흥연구비 지원에 의한 논문임

References

1. 강상혁, 권재혁, 전병덕, 2001, GIS를 이용한 도시화 진행상황의 평가 및 유출에 미치는 영향에 관한 연구, 한국도시방재학회논문집, 1(2), pp.85-92.
2. 김윤수, 김정환, 정응호, 류지원, 2002, 위성영상 자료를 활용한 도시성장변화에 관한 연구, 한국지리정보학회지, 5(2), pp.81-90.
3. 김재익, 정재희, 정현욱, 2000. GIS를 이용한 지하철 건설의 도시개발 효과 분석, 한국지리정보학회지, 3(4), pp.22-32.
4. 김홍관, 강기철, 2006, ArcView를 이용한 대도시와 주변도시의 특성분석에 관한 연구, 한국지리정보학회지, 9(2), pp.217-226.
5. 오주삼, 임성한, 김현석, 2003, 교통특성에 따른 도로유형분류에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, 23(6D), pp.835-844.
6. 윤효진, 2004, 사회경제 지표 설정에 의한 도시공간 등질지역 설정 연구, 대한토목학회 논문집, 24(4D), pp.631-639.
7. 임승현, 조기성, 1995, 토지이용계획에 있어 GSIS를 이용한 적지분석시스템 개발에 관한 연구, 한국지형공간정보학회, 3(2), pp.43-61.