

정밀수치정보를 이용한 도시중심에서 거리별 농지손실 및 도시화과정의 토지전용 특성분석

- 일본의 대표적 도시주변지역을 중심으로 -

김대식

충남대학교 농업생명과학대학 농업공학부

Analysis of Land Conversion Characteristics in Process of Farmland Loss and Urbanization by Distance from Center of City Using Detailed Digital Land Use

- With Representative Big Cities and Their Fringe Areas in Japan -

Kim, Dae-Sik

Dept. of Agricultural Engineering, College of Agri. & Life Sciences, Chungnam National Univ.

ABSTRACT : As a pre-step research to make land-use planning in the region level, this study aims to analyze some probability pattern representing transition probabilities from farmland to others using the sequential detailed digital land-use maps. Kinki and Chubu regions of Japan, which have Osaka and Nagoya cities as their center places respectively, were selected as test regions in this study. The 10m grid land-use maps for four time series at every 5 year from 1977 to 1992 were used. In this study, the regions were divided into three sub-areas 10km, 20km, and 30km according to distance from center cities, respectively. The correlation coefficient (CC) between sub-areas with same distance in the two regions was calculated to analyze whether or not the two regions have common points in the pattern of land-use conversion probability from farmland to other types. The probability distribution of the converted areas which were moved to the urbanized area (residential, commercial, industrial, road, park and public facility areas) was about 40~70% for both all periods and sub-areas. According to distance from city centers, the probability moved to the urbanized area was about 60% at 10km area, and 40% at the 30km area, which means that the values are decreased gradually, while in the case moved to the forest and the etc areas, the values were increased slightly. The CC analysis from the paddy field and the dry field to the others separately showed that there is high correlation in the probability pattern between the two regions.

Key words : Land-use change, Land-use planning, Land transition probabilities, Urbanization

1. 서론

국토 및 지역개발계획을 수립함에 있어서 토지의 수요를 계획할 때 대부분 그 지역의 과거의 토지전용 사례를 참고로 하여 농지의 전용 등을 추정하고 있다. 국가단위의 예로서는, 제3차 국토종합개발계획에서 택지,

공업 및 공공용지를 위한 토지수요는 1,291km²이며 이를 위한 용지는 산지가 31%, 농지가 51%, 간척 및 매립이 18%의 비율로 전용되는 것으로 계획단계에서 구성한 바 있다 (건설부, 1992). 지역단위의 예로서는, 전라북도의 경우, 2020년까지를 목표로 하는 제 3차 전라북도 종합발전계획에서 도시적 개발의 토지수요를 군장지구 3,742ha를 제외한 17,518ha에 대하여 농지에서 32.6%, 임야 67.4%의 전용으로 확보하는 것으로 추산하고 있다(전라북도, 2000). 이것은 평지의 비율이 높은 전라북도에서 국가전체보다 임지의 전용비율이 높고

Corresponding author : Kim, Dae-Sik
Tel : 042-821-5795
E-mail : drkds19@cuvic.cnu.ac.kr

농지의 전용비율이 낮은 것은 그 지역의 보이지 않는 특성을 반영한 결과로 추정할 수 있다. 이러한 농지손실을 유발하는 토지전용계획을 위한 기초 자료가 되는 토지이용변화의 양상은 시기별·지역별로 다양하게 나타날 수 있으며, 경우에 따라서는 공통적인 특성을 가질 수 있는 것으로서 정밀한 시계열 자료로부터 세밀하게 분류된 토지이용종목간의 토지이용변화를 정량적으로 분석해 볼 필요가 있다.

토지이용변화예측이나 토지이용전환구조의 분석은 장래의 계획책정을 위한 기초자료 뿐만 아니라 과거의 토지이용정책의 평가를 행하는 것에도 중요하다. 일본의 연구사례로서, 기존의 연구들이 Markov 연쇄모델을 이용하여 과거의 토지이용자료로부터 구해지는 천이확률을 모든 지역에 동일하게 적용한 것에 문제를 제기하여 이 천이확률의 규칙에 따르지 않고 변하지 않는 상업지역 또는 역건물과 같이 오랜시공간 동안 변화를 겪지 않는 안정된 지역이 있다는 것을 전제로 새로운 천이확률모델을 개발하여 정밀토지이용도로부터 토지이용변화확률을 추정한 연구 (Osaraki와 Masuda, 1996), 입지후보지를 고정해서 주체별 입지확률을 고려하는 접근방법을 통하여 동경중심에서 거리에 따라 토지변천확률을 추정한 연구 (Osaraki와 Kurisaki, 1996), 정촌(町村)수준에서 토지이용계획을 합리적으로 수립할 목적으로 토지이용의 목표를 양적으로 파악하기 위하여, 도시중심에서 거리에 따른 각 마을의 도시적 토지이용과의 관계를 인구포텐셜을 고려한 중력모형을 이용하여 해석한 연구 (Gong과 Kitamura, 1994) 등을 볼 수 있다. 토지이용변화와 도시화현상에 관한 연구들은 대부분 상기 언급한 예들을 포함하여 중심지에서부터 거리에 따라 그 특성들을 고찰해왔다.

중심도시에서 거리에 따른 분석은 중심도시로 접근하려는 접근성과 이를 통한 최소비용이론을 바탕으로 도시에 가까운 지역에서 토지이용변화 및 도시화가 급진전되는 특성을 보인다. 이러한 분야의 연구로서 서울을 중심으로 남부지방의 도시화 현상을 도로의 시기별 변화에 따른 접근성과 중심도시-위성·지방도시-농촌지역의 3단계 정주체계를 고려한 새로운 중력모형을 개발하고 이로부터 면단위 지역으로 도시화를 모델링하였으며 (Kim 등, 2003), 나아가 이 지역에 있는 그린벨트의 효과를 반영하고 각 지역의 인구포텐셜을 고려한 포텐셜모형을 개발하고 도시화 현상을 모의하였다 (Kim 등, 2002b). 한편 동 지역에 대하여 원격탐사를 이용하여 1986년과 1996년사이의 토지이용 변화를 농지의 손실과 도시적 토지이용의 증가를 중심으로 분석하여 도시적 토지이용의 증가가 농경지에서 40%, 임야에

서 23% 등으로 전용된 것으로 밝혀진 바 있다(김대식, 2002).

토지이용 형태는 사유재산권의 행사와 국가차원의 계획적 토지수요확보 등 다양한 행위에 의하여 시간에 따라 변화를 겪게 되는 것이며, 이러한 현상은 어느 정도 시간이 흐른 뒤에 확률·통계에 의하여 분석될 수 있다. 토지이용 변화 모델링을 위한 토지전용 규칙의 설정에 관한 연구로서 네가지 형태(나지(vacant)→주거지→상업지→공업지로 순차적 변화)의 단계적 토지이용 변화예측과 미개발격자가 개발격자로 되는 과정을 예측하는 두가지 형태(나지 또는 비주거지→개발지역 또는 주거지로 변화)의 토지이용 변화예측 등의 사례들을 볼 수 있다(Deadman 등, 1993, White와 Engelen, 1993, Wu, 1998, Wu와 Webster, 1998, Yeh와 Li, 1998). 그러나 시기별로 정확한 토지이용도가 없으면 이러한 현상을 과학적으로 규명해보기 어려우며, 두 시기간의 토지이용종목별 양적인 비교로는 각 종간의 정확한 전용을 규명하기 힘들다. 또한 농경지 손실과 도시화의 과정에서 토지전용은 지역의 특성에 따라 특이한 현상 또는 일정한 현상을 보일 것이라는 것을 전제로 본 연구에서는 토지이용변화의 분석을 시도한다. 따라서 본 연구에서는 10m 격자로 구성된 시기별 정밀토지이용도를 이용하여 일본의 Kinki(近畿)와 Chubu(中部)지방에 대하여 중심도시에서 거리별로 농경지의 손실과 도시화에 따른 전용현상을 분석·비교하여 그 특성을 고찰하고자 한다.

II. 대상지역 및 연구방법

1. 대상지역의 개요

본 연구의 대상지역은 그림 1에서와 같이 Kinki 지역과 Chubu지역으로 구성되었으며, 이 지역들은 일본의 3대 대표도시권 중에서 도쿄를 제외한 오사카와 나고야시를 각각 중심도시로 하고 있다. 이들 대표 도시권은 정밀수치정보를 오래전부터 보유하고 있는데, 이러한 자료를 가진 지역범위를 대상으로 그림 1에서처럼 각 지역의 중심도시의 중심으로부터 각각 10km간격의 거리로 구분하여 분석단위지역을 설정하였으며, 분석대상 시기와 자료는 1977~1992년까지의 5년단위로 4시기의 시계열 정밀수치정보 (10mメッシュ土地利用)로 하였다. 정밀수치정보의 조사와 작성과정을 전부고려하면 대략 자료간의 3~7년까지의 시간간격이 있으나(Japan, 1998) 평균적으로 5년단위로 각각 1~4시기의 자료로 사용된다 (Kim 등, 2002a).

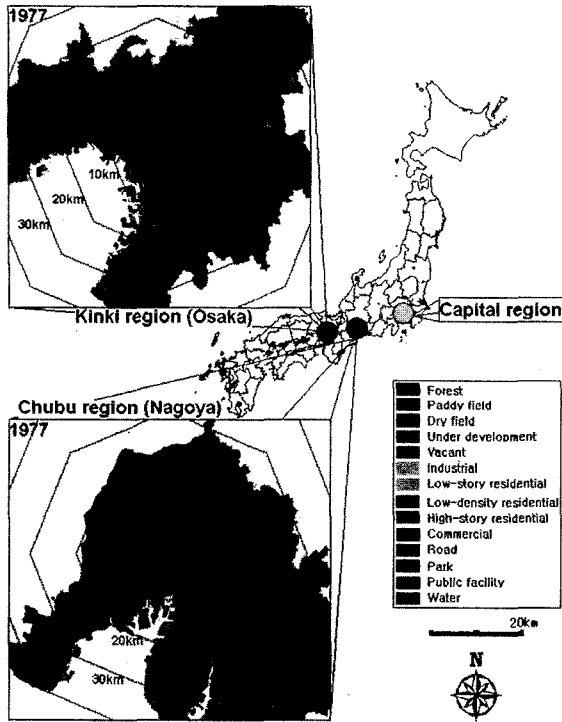


그림 1. Land-uses and location map of the Kinki and Chubu regions, Japan.

상기의 두 지역은 이 정밀수치정보를 만들 당시에 해당되는 1975년 인구가 18,644천명(Chubu), 21,231천명(Kinki)으로 비슷한 규모로 출발하여 전국평균 4.0%이하의 오차를 보였던 1990년 추계인구 (당시 계획인구)가 각각 22,031천명, 24,759천명으로 그 증가율이 15년간(1975~1990) 각각 18%와 17%로 비슷한 정도를 보였으며, 1975년 조사시점을 시작한 일본의 제 3차 전국종합개발계획에서 이 지역들을 신선식품을 중심으로 한 식량공급기지로 정주형태를 구상한 바 있다. 따라서 대상지역들은 인구규모, 인구증가 및 지역발전 전략 형태 면에서 어느 정도 유사한 특성을 보인다고 볼 수 있다 (谷野, 1995).

2. 정밀토지이용도

대상지역에 대한 정밀수치정보 (또는 정밀토지이용도)는 17종으로 세부 분류(Kim 등, 2002a)되어 있는 10m 격자자료로 되어 있으나 이 중예선 대상지역에 없는 방위시설 등의 “기타”, “바다”, 그리고 “대상지역 외”를 제외한 14종에 대하여 표 1에 나타내었다. 이들을 다시 임야 (Forest), 농경지 (Farmland), 도시적 토지이용 (Urbanized land use), 기타 (Etc)로 분류하여 표 1의 아래와 같이 나타내었다.

표 1. Classification of land-use type in detailed digital land use

No.	Land-use type	No.	Land-use type	No.	Land-use type	No.	Land-use type
1	Forest (FO)	5	Vacant (VA)	9	high-story residential (HS)	13	public facility (PU)
2	Paddy field (PF)	6	Industrial (IN)	10	commercial (CO)	14	water (WA)
3	Dry field (DF)	7	low-story residential (LS)	11	road (RO)		
4	Under development (UD)	8	low-density residential (LD)	12	park (PA)		

* Forest: FO, Farmland: PF and DF, Urbanized land use: IN, LS, LD, HS, CO, RO, PA, and PU, Etc: UD, VA and WA

3. 분석방법

가. 토지이용변화 매트릭스

일반적으로 시간 t 와 $t+1$ 의 두 시간간의 토지이용변화는 표 2와 같이 Markov 연쇄모델로 표현될 수 있다. 토지의 종이 n 개 있을 경우, 시기 t 에 n 개의 토지이용종의 면적들은 다음 시기 $t+1$ 에 n 개의 토지이용종으로 이동하기 때문에 표 2에서처럼 매트릭스로 변화값을 나타낼 수 있다. 그러나 지금까지 이러한 Markov 연쇄모델을 이용한 토지이용변화의 연구는 많은 한계를 가지고 있는 것으로 알려져 왔다 (Osaraki와 Masuda, 1996). 일반적인 Markov 연쇄모델에서 천이확률은 표 2에서 $[C_{ij}/L_j]$ 의 매트릭스로 표현된다. 이러한 경우에는 해석대상의 전체면적은 항상 L 로서 일정한 반면, 천이확률은 시간의 변화에 따라 어느 시점으로부터 계산된 천이확률 매트릭스를 계속사용할 경우에는 수십년 또는 수백년의 장기적인 모의에서 최종적으로 더 이상 토지이용변화가 일어나지 않는 수렴점에 도달하게 된다. 그러나 어느 주어진 시간의 구간내에서 토지전용의 현상을 밝히기 위해서는 우선적으로 표 2와 같은 매트릭스의 분석이 선행되어야 하며, 이로부터 토지전용확률의 개념이 유도될 수 있다.

나. 토지전용 확률의 개념 전개

하나의 시스템 내부에서 어떤 종류의 토지이용 형태가 다른 종으로 변하는 과정은 생태시스템의 먹이사슬 내부의 영양물질 이동과 유사한 형태를 보인다. 이러한 경우에는 Markov chain 모델과는 달리 $C_{ii}=0$ 인 형태로서 한 종으로부터 출발한 영양물질이 다른 종으로 분배되는 확률을 계산함으로써 그 먹이사슬의 시스템 연

결성 및 다양성 등을 분석할 수 있는 기초 자료를 얻을 수 있다 (Kim 등, 2002a). 이러한 개념은 토지이용변화의 연구분야에서 흔히 이용하는 것으로서, 손실된 농지가 어떤 형태의 토지이용 종으로 변해가는지 그 규칙을 발견하고자 하는 접근방법과 유사성을 가진다. 이 개념을 적용할 경우에 하나의 토지이용종으로부터 다른 종으로 변한 면적이 다른 종에 어떻게 분포되는 지에 대한 확률을 구함으로써 일반적인 토지이용변화 규칙을 발견할 수 있는 것이다. 이러한 규칙은 표 2의 Markov 연쇄 매트릭스로부터 표 3의 $C_{ii}=0$ 인 매트릭스로 변형된 것을 이용함으로써 구할 수 있다. 이러한 접근방법은 변화되지 않은 C_{ii} 를 제거한 토지이용변화 규칙을 정의함으로써 기존의 연구(Kim 등, 2003)에서 밝힌 안정된 지점을 변화 확률에서 제거하는 의미를 가진다. 즉, 시기 t에 토지이용종 j로부터 출발한 전체면적 O_j 가 시기 t+1에 다른 종으로 변하는 확률 매트릭스 D는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$D = [d_{ij}], \quad d_{ij} = C_{ij} / O_j, \quad \forall i \quad (1)$$

여기서, D는 $i=j$ 이면 $d_{ij}=0$ 이며, $\sum_i d_{ij} = 1$ 인 각 행의 합은 확률 1이 되는 매트릭스를 나타낸다.

본 연구에서는 농지의 손실에 대한 일반적인 규칙을 발견하기 위하여, 손실된 농지가 어떤 형태의 종으로 변하는가에 대한 확률개념을 도입하고자 표 3으로부터 계산된 식 (1)의 매트릭스 D를 구하여 대상지역을 분석하고자 한다.

다. 지역간 농지의 전용형태에 관한 상관성분석

본 연구에서는 대상지역으로 선정된 두 지역간의 농지의 전용율에 대한 상관성을 분석하고자 중심지로부터 거리에 따라 각각 10km, 20km, 30km로 잘라낸 0~10km, 10~20km, 20~30km의 세부지역 (이하 10km, 20km 및 30km지역)으로 구분하였다. 따라서 네 시기간에 계산되는 세 개의 토지이용변화 매트릭스를 구하여 두 지역의 세부지역들 사이의 관계를 분석하고자 한다. 이러한 분석에 대한 개념은 그림 2와 같다. 이러한 분석과정을 통하여 농지의 손실이 다른 토지이용으로 어떤 규칙으로 전용되는 지 또한 도시화에 기여하는 부분이 어느 정도인지를 정밀수치정보를 이용하여 정량적으로 분석을 시도하고자 한다.

표 2. Land-use transition matrix in Markov chain form

t \ t+1	1	.. i	.. n	Σ
1	C_{11}	.. C_{i1}	.. C_{n1}	tL_1
..
j	C_{1j}	.. C_{ij}	.. C_{nj}	tL_j
..
n	C_{1n}	.. C_{in}	.. C_{nn}	tL_n
Σ	$t+1L_1$.. $t+1L_i$.. $t+1L_n$	L

* C_{ij} : change area from j to i (or change rate from j to i between time t and t+1), L_i : area of land-use i, t: time

표 3. Land-use transition matrix in converted area

t \ t+1	1	.. i	.. n	Σ
1	0	.. C_{i1}	.. C_{n1}	O_1
..
j	C_{1j}	.. 0	.. C_{nj}	O_j
..
n	C_{1n}	.. C_{in}	.. 0	O_n
Σ	I_1	.. I_i	.. I_n	$\sum I = \sum O$

* I_i : input area from others to i, O_i : output area from i to others

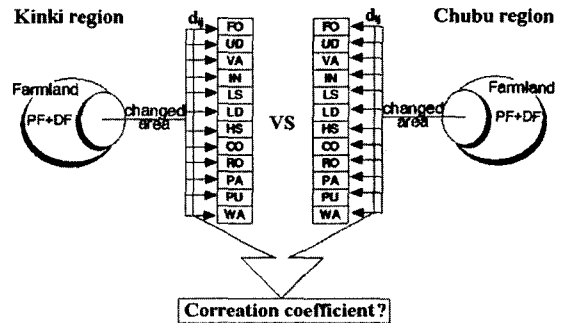


그림 2. Analysis concept of converted rule for farmland loss between two regions

라. 분석 프로그램

본 연구에서는 정밀수치정보의 그리드 자료를 분석하기 위하여 Arc/Info의 GRID 모듈을 사용하였다. 두 시기사이의 천이매트릭스를 만들기 위하여 시기별 10m 그리드 지도를 ASCII로 전환한 후 ASCII 파일로부터 각각 토지이용 변화 매트릭스를 작성하는 프로그램을 C언어로 작성하였으며, 최종적으로 토지이용 종목간 변화 확률 및 이들의 분포에 대한 지역간 상관분석에는 마이크로소프트의 Excel을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 토지이용 분포 특성

대상지역의 세부지역들에 대한 토지이용 분포 비율

표 4. Correlation coefficient of Kinki and Chubu regions for land-use distribution ratio

Year \ Sub-areas	10km	20km	30km
1977	0.73	0.61	0.89
1982	0.76	0.57	0.88
1987	0.76	0.55	0.88

을 계산하고 두 지역간에 상관계수를 계산하여 표 4에 나타내었다. 결과에서 보는 바와 같이 각각의 토지이용 변화 매트릭스의 출발시기에 해당되는 1977, 1982, 1987년도의 토지이용 종목별 분포 비율들을 10km, 20km, 30km의 세부지역별로 계산한 후 Kinki와 Chubu의 두 지역간에 상관계수를 계산하여 나타낸 것으로서, 산지와 농지의 비율이 높은 30km 지역들은 모든 년도에서 상관계수가 0.88이상으로 높은 상관성을 보였다. 또한 도시적 토지이용 비율이 높은 10km 지역들은 0.73 이상으로 어느 정도 높은 상관성을 보였으며, 도시주변 지역의 특성으로 다양한 토지이용변화가 많이 일어나는 20km은 상대적으로 다소 낮은 상관성을 보여 주었다. 그러나 전체적으로 Kinki와 Chubu 두 지역의 토지이용 분포 비율에는 서로 다른 지역임에도 불구하고 높은 상관성이 있는 것으로 판단되었다.

2. 매트릭스 분석결과

농지(논과 밭)으로부터 전용된 면적이 다른 종류로 변환한 천이 매트릭스의 분석결과는 부록과 같이 각 시기별·지역별로 전용된 면적에 따라 다양하게 나타났다. 부록의 각 표들은 표 3의 토지이용변화 매트릭스를 의미하며, 논(PF)과 밭(DF)의 경우만 나타낸 것이다. 이로부터 식 (1)의 D를 구한 결과는 그림 3과 같다. 그림 3에서 보는 바와 같이, 농경지가 변하지 않은 PF=DF=0인 상태인, 전용된 면적에 대한 확률분포를 나타낸 것이며, 두 지역에 대하여 각 시기별/거리별로 유사한 분포형을 가지는 것을 알 수 있다. 표 5는 농지전용면적을 나타낸 것인데, 전용면적은 Kinki지역의 10km, 20km, 30km 세부지역별로 세 변천기간에 대하여 평균값

이 각각 1ha, 11.7ha, 13ha로 나타났고, Chubu지역의 경우에는 각각 4ha, 13ha, 12ha로 약간 높게 나타났다. 전용된 이들 면적들은 각각 다른 12종으로 이동되었는데, 그 비율이 두 지역의 모든 시기에 도시적 이용으로 약 40~70%, 기타이용으로 30~50%의 비율을 공통적으로 보였으며, 종별로는 VA가 가장 높은 이동율을 보였고, 그 다음으로 RO, LS, CO 등이 시기별/지역별로 약간의 차이를 두고 높은 값을 보인다. 이러한 비율의

3. 손실된 농지의 전용비율의 거리 및 시간별 특성

거리별로 전용된 농지가 도시화로 되는 패턴을 분석하여 그림 4에 나타내었다. 결과로부터, 도시적 이용으로 전용된 비율은 10km 지역에서 60%의 전후를 보이면서 20km, 30km로 갈수록 40%전후로 낮아지는 유형을 보이며, 기타 (Etc)로는 도심에서 멀어질수록 약간씩 높아지는 공통점을 보여준다. 그리고 특이한 사실은 농지가 다시 산림지역으로 변하지 않는다는 비가역성 원칙과는 달리 도심에서 멀어질수록 농지가 산지로 변하는 현상이 약간씩 증가하는 것을 보여준다. 이것은 최근 일본에서 일어나는 산간지역의 논과 밭에 대한 경작포기(服部 俊와 山路永司, 1999) 등으로 인한 결과로 추정된다. 이와 같은 분석을 통해서도 지역간/시기별로 전용패턴에 약간의 공통점을 발견할 수 있었다.

4. 두 지역간 상관성 분석

표 6은 그림 2의 분석방법에 따라서 부록에 제시된 논과 밭을 따로 분리하여 dij를 구한 후에, 두 지역간 상관성을 분석한 것이다. 결과에서 보면, 대각선을 기준으로 우상에 위치한 논의 경우에, 두 지역간에 같은 거리에 위치한 세부지역간의 상관계수 (음영부분)는 세 변천기간에 대하여 각각 0.84~0.96, 0.62~0.89, 0.84~0.96으로 높은 값을 나타내었다. 뿐만 아니라 거리가 다른 세부지역간의 상관성도 일부 밀줄 친 몇 가지 경우를 제외하면 높은 값을 나타내었다. 표 6의 대각선을 기준으로 좌하에 위치한 밭의 경우에도 같은 거리 간에는 높은 상관성을 보여주고 있으며, 서로 다른 거리

표 5. Converted area from farmland to other types

(unit: m²)

Region area	Kinki region				Chubu region			
	1977~1982	1982~1987	1987~1992	Mean	1977~1982	1982~1987	1987~1992	Mean
10km	9,200	9,000	12,000	10,066.67	59,800	31,000	30,400	40,400.00
20km	112,300	117,400	120,300	116,666.67	160,900	128,600	112,800	134,100.00
30km	129,800	119,300	147,700	132,266.67	128,600	143,200	98,900	123,566.67
Sum	251,300	245,700	280,000	259,000.00	349,300	302,800	242,100	298,066.67

표 6. Correlation coefficient of transition probability between Kinki and Chubu regions

1977-1982		Kinki reigion			Chubu reigion		
		10km	20km	30km	10km	20km	30km
Kinki	10km		0.92	0.95	0.84	0.90	0.93
	20km	0.91		0.88	0.92	0.96	0.82
	30km	0.66	0.80		0.75	0.91	0.94
Chubu	10km	0.85	0.85	0.65		0.86	0.66
	20km	0.86	0.97	0.83	0.84		0.88
	30km	0.70	0.85	0.79	0.65	0.87	

1982-1987		Kinki reigion			Chubu reigion		
		10km	20km	30km	10km	20km	30km
Kinki	10km		0.78	0.47	0.62	0.66	0.47
	20km	0.50		0.86	0.80	0.89	0.75
	30km	0.07	0.75		0.66	0.74	0.78
Chubu	10km	0.52	0.83	0.39		0.83	0.56
	20km	0.49	0.94	0.64	0.91		0.85
	30km	-	0.63	0.95	0.24	0.54	

1987-1992		Kinki reigion			Chubu reigion		
		10km	20km	30km	10km	20km	30km
Kinki	10km		0.92	0.95	0.84	0.90	0.93
	20km	0.91		0.88	0.92	0.96	0.82
	30km	0.66	0.80		0.75	0.91	0.94
Chubu	10km	0.85	0.85	0.65		0.86	0.66
	20km	0.86	0.97	0.83	0.84		0.88
	30km	0.70	0.85	0.79	0.65	0.87	

for paddy field		Correlation coefficient between two regions with same distance	
for dry field			

간을 의미하는 나머지의 경우에는 두 번째 변천기간에 상관성이 없는 경우 (Kinki 10km-Chubu 30km)와 밀접한 낮은 상관성을 보이는 몇 가지를 제외하면 밭의 전용에서도 두 지역간에 높은 상관성을 보여준다. 이와 같은 분석으로부터 전용된 농지가 타 용도로 이동되는 패턴에는 같은 시기에 입지가 비슷한 거리에 있는 세부 지역들 간에는 서로 다른 지역사이일지라도 아주 높은 공통점을 가지고 있다는 것을 알 수 있었다.

5. 고찰

토지이용변화에 영향을 주는 인간의 활동은 계획가(planner), 의사결정자(decision maker), 건설업자(builder), 소유자(owner) 등 다양한 형태의 관련자들의 행동으로 분류될 수 있다. 이들의 행위에 의하여 일어나는 토지이용 변화는 시기별/지역별로 다양한 형태를 보일 수 있다. 그러나 대형화된 시스템(광역지역)에서는 관련자들의 개인별 특성보다는 수많은 집단들의 평균

적 특성들로 인하여 토지이용변화에 기여하는 영향인자들의 총화가 유사한 형태로 나타나며, 최종적으로는 비슷한 형태의 토지이용변화 패턴을 보일 수 있다. 이것은 생태계 시스템에서 먹이사슬의 체계를 안정적으로 이룬 넓은 시스템에서는 먹고 먹히는 관계가 어느 일정한 수렴치에 도달하는 안정된 시스템을 보이는 현상과 유사하게 설명될 수 있다. 그러므로 서로다른 두 지역이지만 전체적인 토지이용변화 형태는 높은 상관성을 보이는 것으로 판단된다. 지금까지의 분석결과는 농지 손실 및 도시화 과정에서 일어나는 농지 전용과 토지종목간의 이동은 비슷한 규모와 특성을 가진 지역 간에는 비슷한 형태를 보인다는 사실을 확인할 수 있었으며, 이것은 향후 지역단위의 토지이용계획을 수립함에 있어서 토지전용계획을 수립할 때 과거의 시기별 분석결과를 효과적으로 이용할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

IV. 결론

본 연구에서는 토지이용변화 연구의 일환으로서 도시적 토지이용 면적의 증가에 기여하는 농지 손실의 비율을 통계적으로 밝혀내고자 시기별 정밀수치정보를 이용하여 분석을 실시하였으며, 그 대상지역으로 10m 단위의 격자자료를 1977~1992년 사이에 5년 단위의 시기별로 보유하고 있는 일본의 근기지역(오사카 주변지역)과 중부지역(나고야 주변지역)을 도시중심에서 거리에 따라 10km, 20km, 30km의 세부지역으로 각각 구분하여 분석하고 두 지역간에 상호 비교분석을 실시하였다. 이로부터 밝혀진 새로운 발견은 다음과 같다.

1) "농지" (논, 밭)가 타 용도로 전용된 면적은 각각 다른 12종으로 이동되었는데, 그 비율이 두 지역의 모든 시기에 도시적 이용으로 약 40~70%, 기타이용으로 30~50%의 비율을 공통적으로 보였으며, 종별로는 "공터"로 가장 높은 이동률을 보였고, 그 다음으로 "도로", "저층주거지", "상업지역" 등이 시기별/지역별로 약간의 차이를 두고 높은 값을 보였다.

2) 도심에서 거리에 따른 분석결과, 도시적 이용(주거지, 도로, 상업, 공업, 공원, 공공시설지역)으로 전용된 비율은 10km 지역에서 약 60%, 20km, 30km로 갈수록 약 40%로 낮아지는 경향을 보였으며, 기타(공터, 공사 중, 수역)로는 도심에서 멀어질수록 약간씩 높아지는 공통점을 보였다. 비가역성 원칙과는 달리 농지가 산지로 변하는 비율이 미세하게 나타났으며, 도심에서 멀어질수록 약간씩 증가하였다.

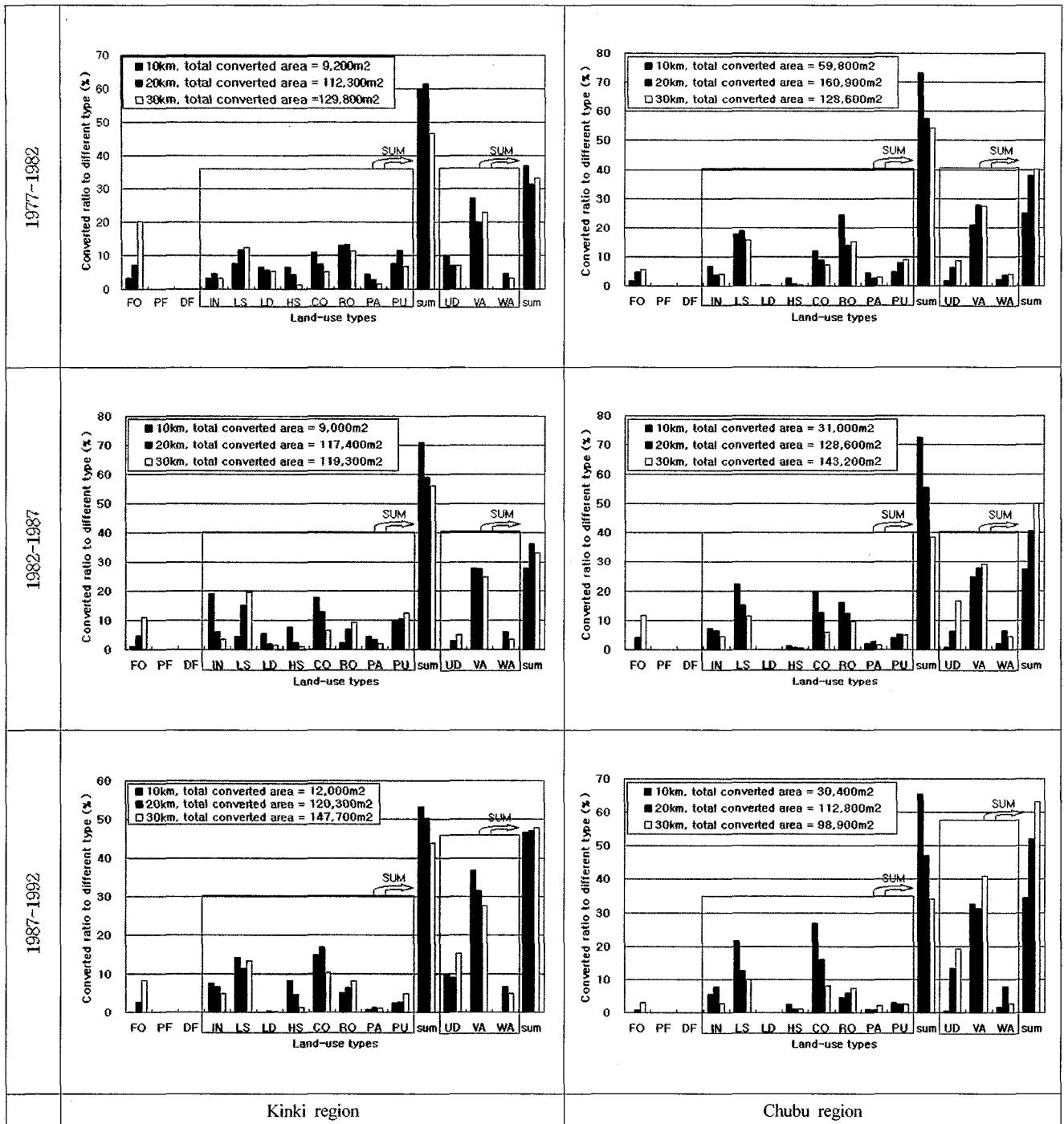


그림 3. Land-use change from farmland to other types

3) 두 지역간에 같은 거리에 위치한 세부지역간의 상관관계수가 세 변천기간에 대하여 논의의 경우 각각 0.84~0.96, 0.62~0.89, 0.84~0.96으로 높은 값을 나타내었으며, 밭의 경우도 비슷한 정도의 높은 상관성을 보였다. 이상의 결과로부터 지역개발계획을 수립할 때, 도시

적 토지면적의 수요로부터 도시중심에서 거리별로 손실될 수 있는 농경지의 면적을 공간적으로 사전에 추정할 수 있는 방법을 강구할 수 있을 것으로 생각되며, 이 손실에 대한 대처방안의 고려에도 위와 같은 분석이 효과적으로 이용될 것으로 판단된다.

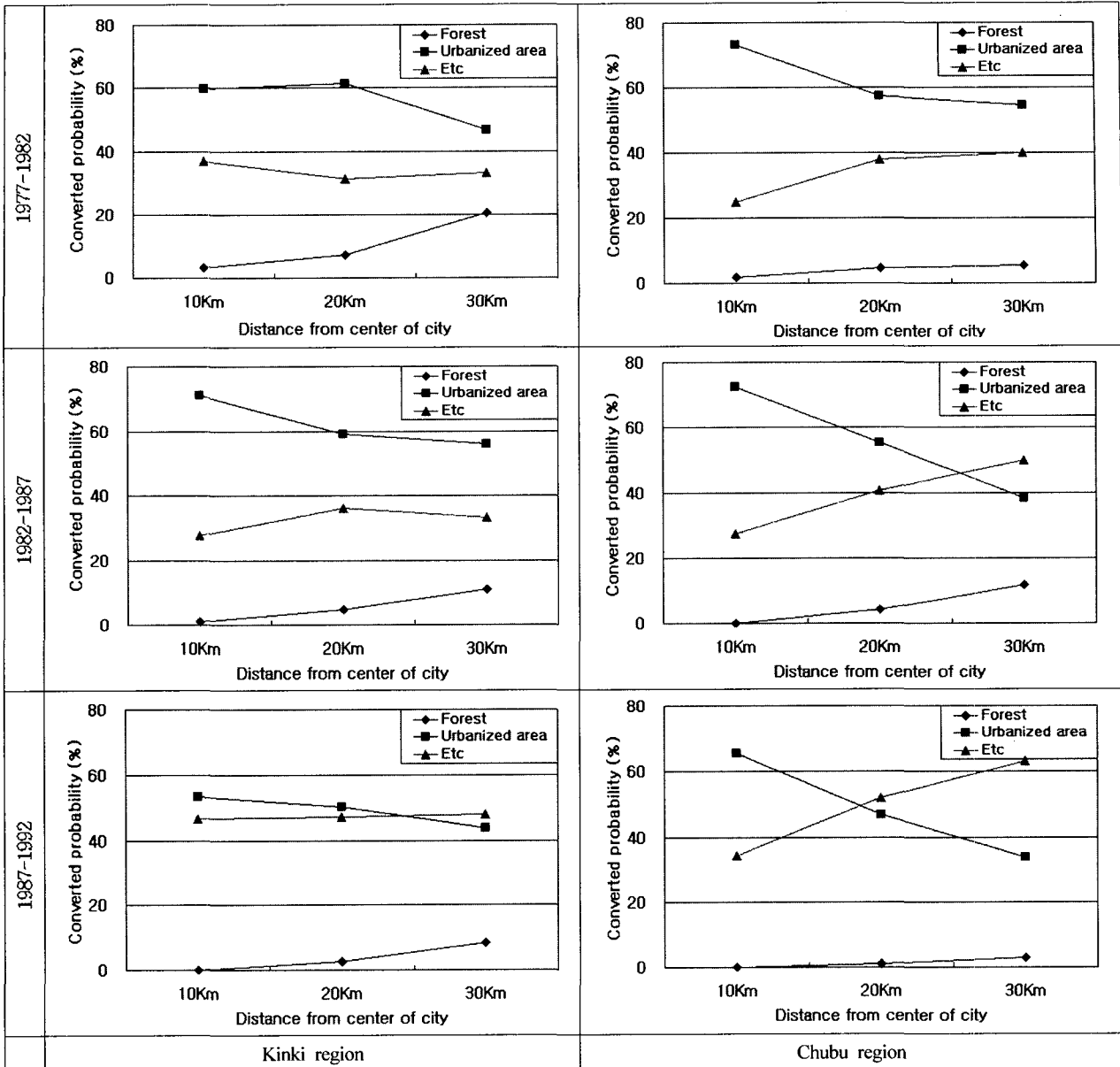


그림 4. Spatio-temporal distribution characteristics of transition probability from farmland loss

참고문헌

1. 건설부, 1992, 제 3차 국토종합개발 계획.
2. 김대식, 2002, RS를 이용한 도시주변지역의 토지이용변화 특성 분석, 한국농업정보과학회, '02년도 학술발표논문집, 12-16.
3. 전라북도, 2000, 제3차 전라북도종합발전계획.
4. Deadman, Peter, Robert D. Brown and H. Randy Gimblet, 1993, Modelling rural residential settlement patterns with cellular automata, Journal of Environmental Management, 37 : 147-160.
5. Gong, Jianxin and Teitaro Kitamura, 1994, Analysis of Urbanized Land-use of Villages Surrounding Central Place in Flat Area -The Case of Nagahama City, Shiga Prefecture, Japan, Journal of Rural Planning Association 13(1) : 19-27 (in Japanese)
6. Japan GIS Mapping Sciences Resource Guide, 1998, Detailed digital land use information for metropolitan areas, <http://www.cast.uark.edu/jpgis/jpddi.html>
7. Kim, Dae Sik, Kei Mizuno and Shintaro Kobayashi, 2002a, Analysis of Land-use Change System Using the species Competition Concept, Landscape and Urban Planning 58 : 181-200

8. Kim, Dae Sik, Kei Mizuno and Shintaro Kobayashi, 2002b, Modeling Urbanization by Population Potential Considering Greenbelt Effect and Various Accessibility Measurement Methods, *Journal of Rural Planning Association* 20(4) : 253-264
9. Kim, Dae Sik, Kei Mizuno and Shintaro Kobayashi, 2003, Modeling Urbanization by Accessibility in Rapid Growth Area, *ASCE, Journal of Urban Planning and Development* 129(1) : 45-63
10. Osaragi, Toshihiro and Kenichi Masuda, 1996, Land-use Forecasts Considering the Existence of Steady-state Places, *Theory and Applications of GIS* 4(2) : 1-6 (in Japanese)
11. Osaragi, Toshihiro and Naoko Kurisaki, 1996, A Utility Model of Land-use Transition Probability and Its Application, *Theory and Applications of GIS* 4(2) : 7-14 (in Japanese)
12. White, R. and G. Engelen, 1993, Cellular Automata and Fractal Urban Form: A Cellular Modelling Approach to the Evolution of Urban Land-use Patterns, *Environment and Planning A* 25 : 1175- 1199
13. Wu, F., 1998, SimLand: A Prototype to Simulate Land Conversion Through the Integrated GIS and CA with AHP-derived Transition Rules, *International Journal of Geographical Information Science*, 12(1) : 63-82
14. Wu, F. and C. J. Webster, 1998, Simulation of Land Development Through the Intergration of Cellular Automata and Multicriteria Evaluation, *Environment and Planning B: Planning and Design* 25 : 103-126
15. Yeh, Anthony Gar-on and Xia Li, 1998, Sustainable Land Development Model for Rapid Growth Areas Using GIS, *International Journal of Geographical Information Science*, 12(2) : 169-189
16. 谷野 陽, 1995, 國土と農村の計畫-その史的展開, 農林統計協會 287-296
17. 服部 俊, 山路永司, 1999, 耕作放棄と都市化水準との關係に関する研究, 農村計劃論文集, 農村計劃學會誌第18券別冊

부 록

표 부록-1. Land-use change matrices of farmland for Kinki region(1977~1982) (unit: 100m²)

1977	1982	FO	PF	DF	Urbanized area									Etc				SUM
					IN	LS	LD	HS	CO	RO	PA	PU	sum	UD	VA	WA	sum	
10 km	Paddy	0	453	9	2	4	3	1	4	9	3	4	30	8	16	0	24	516
	Dry field	3	5	247	1	3	3	5	6	3	1	3	25	1	9	0	10	290
	sum	3	458	256	3	7	6	6	10	12	4	7	55	9	25	0	34	806
20 km	Paddy	56	5892	106	37	81	52	30	56	115	23	93	487	64	153	37	254	6795
	Dry field	25	51	2943	14	51	11	18	27	35	9	38	203	14	70	14	98	3320
	sum	81	5943	3049	51	132	63	48	83	150	32	131	690	78	223	51	352	10115
30 km	Paddy	205	12257	192	31	114	50	13	48	108	8	68	440	73	232	31	336	13430
	Dry field	59	62	4897	12	47	18	4	16	38	11	19	165	17	64	12	12	5276
	sum	264	12319	5089	43	161	68	17	64	146	19	87	605	90	296	43	43	18706

표 부록-2. Land-use change matrices of farmland for Kinki region(1982~1987) (unit: 100m²)

1982	1987	FO	PF	DF	Urbanized area									Etc				SUM
					IN	LS	LD	HS	CO	RO	PA	PU	sum	UD	VA	WA	sum	
10 km	Paddy	0	406	10	12	1	1	5	12	2	3	7	43	0	18	0	18	477
	Dry field	1	0	264	5	3	4	2	4	0	1	2	21	0	7	0	7	293
	sum	1	406	274	17	4	5	7	16	2	4	9	64	0	25	0	25	770
20 km	Paddy	41	5175	133	57	93	16	20	107	60	25	88	466	21	217	57	295	6110
	Dry field	14	54	2786	12	85	8	8	44	21	15	35	228	13	105	12	130	3212
	sum	55	5229	2919	69	178	24	28	151	81	40	123	694	34	322	69	425	9322
30 km	Paddy	74	11471	186	30	162	12	11	55	81	19	109	479	39	202	30	271	12481
	Dry field	57	126	4714	12	71	6	2	23	29	6	39	188	20	92	12	124	5209
	sum	131	11597	4900	42	233	18	13	78	110	25	148	667	59	294	42	395	17690

표 부록-3. Land-use change matrices of farmland for Kinki region(1987~1992) (unit: 100m²)

1987	1992	FO	PF	DF	Urbanized area									Etc				SUM
					IN	LS	LD	HS	CO	RO	PA	PU	sum	UD	VA	WA	sum	
10 km	Paddy	0	344	1	2	9	0	3	9	5	0	3	31	9	26	0	35	411
	Dry field	0	0	234	7	8	0	7	9	1	1	0	33	3	18	0	21	288
	sum	0	344	235	9	17	0	10	18	6	1	3	64	12	44	0	56	699
20 km	Paddy	27	4543	22	54	73	2	30	148	49	11	16	383	66	228	54	348	5323
	Dry field	5	5	2621	24	64	3	27	57	27	5	15	222	43	151	24	218	3071
	sum	32	4548	2643	78	137	5	57	205	76	16	31	605	109	379	78	566	8394
30 km	Paddy	33	10727	37	46	123	2	13	106	96	9	49	444	161	265	46	472	11713
	Dry field	89	19	4495	25	73	1	7	46	22	8	22	204	67	143	25	235	5042
	sum	122	10746	4532	71	196	3	20	152	118	17	71	648	228	408	71	707	16755

표 부록-4. Land-use change matrices of farmland for Chubu region(1977~1982)

(unit: 100m²)

1977 \ 1982		FO	PF	DF	Urbanized area									Etc				SUM
					IN	LS	LD	HS	CO	RO	PA	PU	sum	UD	VA	WA	sum	
10 km	Paddy	9	3291	95	30	63	0	11	44	116	11	24	299	11	94	7	112	3806
	Dry field	2	8	1417	10	43	2	5	28	30	16	5	139	0	31	6	37	1603
	sum	11	3299	1512	40	106	2	16	72	146	27	29	438	11	125	13	149	5409
20 km	Paddy	42	18114	407	41	164	2	8	95	149	31	96	586	60	296	41	397	19546
	Dry field	33	66	9775	20	142	1	6	49	75	15	31	339	39	153	20	212	10425
	sum	75	18180	10182	61	306	3	14	144	224	46	127	925	99	449	61	609	29971
30 km	Paddy	44	16132	279	38	123	0	3	67	150	24	72	477	77	244	38	359	17291
	Dry field	27	74	7981	13	79	1	0	26	47	14	43	223	36	107	13	156	8461
	sum	71	16206	8260	51	202	1	3	93	197	38	115	700	113	351	51	515	25752

표 부록-5. Land-use change matrices of farmland for Chubu region(1982~1987)

(unit: 100m²)

1982 \ 1987		FO	PF	DF	Urbanized area									Etc				SUM
					IN	LS	LD	HS	CO	RO	PA	PU	sum	UD	VA	WA	sum	
10 km	Paddy	0	3104	21	13	33	0	2	42	37	2	9	138	2	50	2	54	3317
	Dry field	0	4	1489	9	36	0	2	20	13	4	3	87	0	27	4	31	1611
	sum	0	3108	1510	22	69	0	4	62	50	6	12	225	2	77	6	85	4928
20 km	Paddy	20	17639	83	49	62	0	2	75	94	16	41	339	58	194	49	301	18382
	Dry field	33	63	9868	35	133	0	7	87	67	18	25	372	21	165	35	221	10557
	sum	53	17702	9951	84	195	0	9	162	161	34	66	711	79	359	84	522	28939
30 km	Paddy	75	15424	191	40	74	0	7	52	96	10	46	325	151	248	40	439	16454
	Dry field	93	248	7714	23	88	0	0	32	44	11	25	223	86	168	23	277	8555
	sum	168	15672	7905	63	162	0	7	84	140	21	71	548	237	416	63	716	25009

표 부록-6. Land-use change matrices of farmland for Chubu region(1987~1992)

(unit: 100m²)

1987 \ 1992		FO	PF	DF	Urbanized area									Etc				SUM
					IN	LS	LD	HS	CO	RO	PA	PU	sum	UD	VA	WA	sum	
10 km	Paddy	0	2932	9	14	33	0	3	48	10	3	8	119	1	59	5	65	3125
	Dry field	0	3	1434	3	33	0	5	34	4	0	1	80	0	40	0	40	1557
	sum	0	2935	1443	17	66	0	8	82	14	3	9	199	1	99	5	105	4682
20 km	Paddy	4	17138	50	63	68	0	5	109	48	9	21	323	79	194	63	336	17851
	Dry field	7	17	9650	25	74	0	7	71	21	1	8	207	69	157	25	251	10132
	sum	11	17155	9700	88	142	0	12	180	69	10	29	530	148	351	88	587	27983
30 km	Paddy	19	15136	68	22	64	0	7	55	51	12	12	223	150	281	22	453	15899
	Dry field	10	52	7803	6	35	0	3	24	21	10	14	113	41	124	6	171	8149
	sum	29	15188	7871	28	99	0	10	79	72	22	26	336	191	405	28	624	24048