

비모수적 방법을 활용한 서울시 인구 및 고용 밀도영향중심지의 확인과 상호관계 파악

Identification of Employment and Population Sub-centers in Seoul and Their Relationship Using Non-parametric Methods

남기찬 연세대학교 도시공학과 박사과정 수료(제1저자)
Nam Kichan Ph.D. Candidate, Dept. of Urban Planning and Engineering,
Yonsei Univ.(Primary Author)
(skarlcks@yonsei.ac.kr)

임업 연세대학교 도시공학과 교수(교신저자)
Lim Up Professor, Dept. of Urban Planning and Engineering,
Yonsei Univ.(Corresponding Author)
(uplim@yonsei.ac.kr)

목 차

- I. 서론
- II. 관련 연구 검토
- III. 분석의 방법
 - 1. 밀도영향중심지 후보 선정 방법
 - 2. 밀도함수 추정 및 중심지 선정 방법
 - 3. 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지의 상호 효과 측정 방법
- IV. 분석결과
 - 1. 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지 후보 선정
 - 2. 인구 밀도영향중심지와 고용 밀도영향중심지의 확인 및 밀도함수 구축
 - 3. 인구 밀도영향중심지와 고용 밀도영향중심지의 상호 효과 확인
- V. 결론

I. 서론

일반적으로 산업 및 인구의 입지는 중심지로부터 멀어질수록 증가하는 비용에 의해 그 분포 혹은 밀도가 점차 감소하게 된다. 도시의 구조 및 입지와 관련한 다양한 연구에서는 중심지이론에 근거하여 최근까지도 단일 중심지 혹은 도심(Central Business District: CBD)에 대한 가정이 빠지지 않고 등장하고 있다. 이를 근간으로 Clark(1951)은 도심으로부터의 거리가 증가함에 따라 인구밀도가 감소한다는 음지수함수인 밀도함수(density function)를 제안하였다.

음지수함수를 가정한 밀도함수는 1990년대 초까지 세계 각국의 도시구조를 분석하기 위한 다양한 연구에 응용되어 발전되어 왔다. 음지수함수는 그 모형의 한계성에도 불구하고 응용이 쉽고, 통계적인 접근이 용이하다는 장점 때문에 최근까지도 널리 이용되고 있다. 그러나 이러한 단핵도심(mono-centric city)을 가정한 모형은 도시의 구조가 점차 다핵화도시(polycentric city)로 변화해 가면서 점차 그 설명력을 잃어가고 있다(Clark, 2000; Gordon, Richardson and Wong, 1986; Small and Song, 1994; McMillen and McDonald, 1998). 이는 현재의 도시구조가 단순히 CBD의 영향만을 받는 것이 아니라, 서로 다른 영향을 주는 부도심 혹은 부중심지들(sub-centers)이 존재하기 때문이다. 이러한 논의를 기반으로 다핵화하는 도시공간구조를 가정하고 이를 확인하는 연구는 그 당위성을 인정받고 활발히 진행 중에 있다.

대부분의 다핵도시와 관련한 연구는 다핵도시에서의 인구 및 종사자 부중심지를 파악하고 그 영향을 규명하는 데 그 목적을 두고 있다. 그러나 이를 명확히 파악하기 위해서는 해결되어야 하는 몇

가지 문제점이 존재한다. 첫 번째는 방법론상의 문제점이다. 그간의 다핵도심을 규명하기 위한 방법론은 객관적이지 못하거나 현실적이지 못하다는 비판을 받아왔다. 이는 연구자의 직관에 따라 도시의 중심지가 나누어지거나 구분되어 잘못된 결과가 도출될 수 있다는 것이다. 두 번째 문제점은 기존의 연구는 인구와 종사자 각각의 부문에서 분석하고 있으며 서로에게 미치는 활동적 측면을 간과하고 있다는 것이다. 도시의 구조는 인구부문과 종사자부문이 차별적으로 영향을 받지 않고 서로 유기적인 관계 속에서 이루어진다고 할 수 있기 때문에, 이를 반영하지 못하는 문제점은 결국 인구밀도와 종사자밀도가 서로에게 미치는 영향을 규명하기 위한 연구의 필요성을 제시한다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 다음과 같은 구체적 연구목적 설정하였다. 첫째, 비모수적 방법론을 활용하여 인구 중심지와 고용 중심지를 파악하고 이를 통해 변화하는 공간구조를 파악한다. 이는 기존 중심지확인 방법론상의 문제점을 해결하고 시간의 흐름에 따라 변화하는 공간구조를 확인할 수 있도록 한다.

둘째, 산출된 인구 및 고용중심지들이 주변에 미치는 영향을 살펴보고, 인구중심지가 고용밀도에 미치는 영향과 고용중심지가 인구밀도에 미치는 영향에 대해 파악한다. 이러한 일련의 과정을 통해 도시공간구조와 관련한 정책적 시사점을 제시한다.

II. 관련 연구 검토

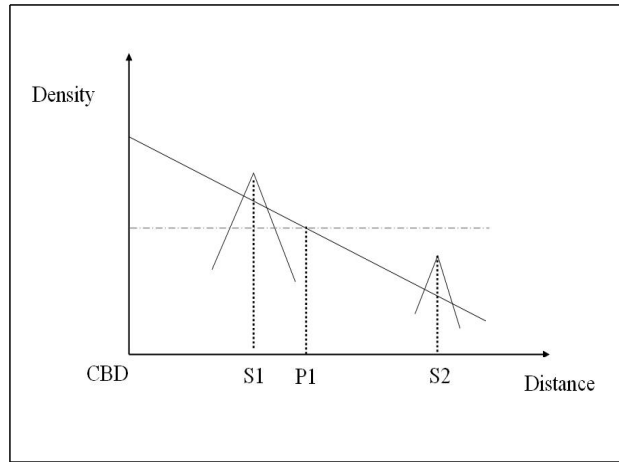
도시가 점차 다핵화하면서 기존의 CBD 이외의 중심지를 찾는 방법은 다양하게 논의되고 있다. 여기서 ‘중심지’라 함은 경제학적 관점에서 도시 전체 지역 혹은 주변지역의 지대 및 밀도에 영향을 미쳐

밀도경사함수의 형태를 결정하는 공간으로 정의되고 있다(전명진, 2003). McMillen(2001)은 이를 ‘population sub-center’, ‘employment sub-center’로 표현하고 있고, 전명진(2003), 허윤경·이주영(2009)에서는 이를 ‘중심지’로 표현하고 있다. 그러나 ‘중심지’라는 용어가 주는 의미의 모호함을 없애기 위해 본 연구에서는 주변지역보다 밀도가 높으며 주변 밀도함수에 영향을 주는 지역으로서의 중심지를 ‘밀도영향중심지’로 표현하고 인구의 경우 ‘인구 밀도영향중심지’로, 고용의 경우 ‘고용 밀도영향중심지’로 표현하여 의미상의 혼동을 줄이도록 하였다. 밀도영향중심지를 파악하는 방법은 Z-score를 이용하는 방법, 최소밀도기준(minimum density cutoff)을 통해 선정하는 방법, 모수적 추정방법 등이 존재하고 있다.

<그림 1>과 같은 인구밀도를 가지는 도시를 가정할 때, 일반적으로 논의되는 다핵은 S1, S2를 일컫는다고 할 수 있다. 여기서 P1지역의 밀도자체는 S2지역보다 높다고 볼 수 있지만, 일반적으로 논하게 되는 밀도형성지역으로 보지는 않는다고 할 수 있다. 결국 P1지역은 CBD에 의해 높은 밀도가 형성되는 것이지 주변지역의 밀도함수를 변형시키는 영향을 가지지는 않는다. 이 경우, 최소밀도기준과 Z-score를 이용하여 중심지를 선별하는 경우, 비교적 쉽게 중심지를 식별할 수 있다는 장점을 가지나, S2와 같은 지역을 선별할 수 없다는 문제점과 그 기준이 연구자의 주관적인 판단에 의해 선별된다는 문제점을 가지고 있다.

이외에 일반적으로 사용하는 방법은 Clark(1951)이 제시한 음지수함수를 이용한 밀도함수를 활용·변형하여 분석하는 방법이 있지만,

그림 1_가상의 밀도분포



이러한 모수적 방법은 현실적으로 복잡한 대도시의 현상을 반영하기 힘들다는 문제점을 가지고 있다(전명진, 2003). 이러한 모수적 방법의 문제점을 해결하기 위해 비모수적 방법론(non-parametric method)을 통한 밀도영향중심지를 선별하는 연구가 McMillen(2001)에 의해 시도되었다. 그의 연구에서는 미국의 대도시에 대한 밀도영향중심지를 일반선형회귀(OLS)로 분석하고 이의 문제점을 해결하기 위해 국지적 가중회귀(Locally Weighted Regression: LWR), 푸리에 확장(Fourier expansion)을 통한 반모수적 회귀분석(semiparametric regression)을 통하여 그 차이를 분석하였다. 이러한 방법은 지리적 공간이라는 특수성을 가지고 단핵도심이론에 기반한 공간구조에서 벗어나 다핵도심의 공간구조에 기반한 모형을 제안하는 데 의의가 있었다. 이후 McMillen and Smith(2003), Redfearn(2007)은 비모수적 방법이 모수적 방법에 비해 보다 정교하고 유연한 방법임을 보여주었다.

국내에서도 다양한 방법을 통해 인구 및 고용 중심지를 도출하고 그 변화양상을 파악하려는 연구가 시도되었다. 채미옥(1998), 전명진(1995,

2003) 등의 연구에서는 1980년대에 이르러 서울은 이미 다핵공간도시구조로 진입했으며, 따라서 단핵도시에 기반한 밀도함수의 문제점을 지적했다. 남광우·이성호(2001)의 연구에서는 부산의 동별 사례를 통해 변화하는 인구밀도를 살펴보았다. 그의 연구에서는 공간분석에 있어서 밀도함수의 적용에 신중을 기할 것을 지적하면서, 동태적인 인구 밀도의 특성을 제시하고 있으나 지역의 밀도를 분석하는 데 CBD의 영향력에 의존하고 있다는 문제점을 가지고 있다. 이와 같은 문제점에도 불구하고 국내의 연구에서는 여전히 전형적인 밀도함수를 사용한 도시공간구조분석이 이루어지고 있으며, 앞서 논의한 비모수적 기법을 사용하여 도시구조를 파악한 사례는 많지 않다고 할 수 있다.

국내에서 비모수적 산출방법에 기반을 둔 연구는 전명진(2003)에 의해 처음 시도되었다. 전명진(2003)은 McMillen(2001)의 연구를 소개하면서 서울지역의 1981년도와 1996년도의 행정동을 기준으로 고용밀도의 변화양상을 분석하였다. 이 연구에서는 McMillen(2001)의 연구가 가지는 밀도영향중심지 선정 과정상의 단점을 보완하기 위해 계층적 역계단식회귀(hierarchical reverse stepwise regression)를 제안함으로써 부도심의 선정에서 발생하는 심각한 다중공선성(multicollinearity) 문제를 방지하고자 하였다. 그러나 전명진(2003)의 연구에서는 고용 밀도영향중심지에 대한 부분만을 분석하여, 인구 밀도영향중심지가 고용밀도에 주는 영향 등 도시구조의 체계적인 변화양상을 파악하지 못하는 단점을 가지고 있다.

이외에 비모수적 방법을 사용하여 중심지 후보를 산출하고 있는 허윤경·이주영(2009)의 연구는 울산지역의 다핵화현상을 보기 위해 국지적 가중회귀방법을 사용하였다. 하지만 울산이라는 도시

의 특성상 도시공간구조가 다핵화되어 있다고 보기 어렵다는 문제점으로 인해 분석기법 적용상에 한계가 있었다. 이처럼 국내에서 비모수적 방법을 사용하여 인구 및 고용 밀도영향중심지를 찾아내는 작업은 인구 및 고용의 집중, 확산 정도의 파악 및 관련 분야연구와의 연계가 가능하다는 사실에도 불구하고 많은 연구가 이루어져 있지 않은 실정이다.

III. 분석의 방법

본 연구에서의 분석시기와 단위는 2000년도와 2007년도의 서울시 행정동을 대상으로 한다. 서울시의 행정동은 2000년도 기준 522개, 2007년도 기준 497개로 변화되었기 때문에 이에 맞춰 분석을 수행하였다. 분석에 사용된 자료는 인구의 경우 서울특별시 주민등록 인구통계자료의 동별 인구를 사용하였으며, 고용의 경우 통계청의 사업체통계조사보고서의 전국사업체통계조사 읍·면·동 분류 중 서울시 동별 자료를 활용하였다.

본 연구에서 사용된 기본적인 분석방법은 McMillen(2001), 전명진(2003)의 비모수적 밀도 추정방법을 수정·보완하여 수행하였다. 기존의 방법은 크게 두 부분으로 나눌 수 있는데 이는 ① 국지적 가중회귀(LWR)를 사용한 밀도영향중심지 후보 선정 단계와 이를 이용한 ② 밀도함수의 추정 및 밀도영향중심지 선정의 단계가 그것이다. 이러한 기존의 방법론에서 다루지 못하였던 상호관계의 영향력을 파악하기 위해서 본 연구에서는 ③ 인구밀도에 영향을 주는 지역과 고용밀도에 영향을 주는 지역 간의 상호효과를 파악하는 단계를 추가하여 분석을 시행하였다. 이는 기존의 연구와 차별되는 본 연구의 가장 큰 기여부분으로 볼 수 있으며, 이에 대한 자세한 설명은 다음에 기술하였다.

1. 밀도영향중심지 후보 선정 방법

다핵도시구조를 파악하기 위해서는 기존의 CBD 이외에 밀도영향중심지를 파악하는 과정이 필요하다. McMillen(2001)의 방법에서는 이러한 밀도영향중심지를 파악하는 과정을 국지적 가중회귀방법을 통해 제안하고 있다. LWR 방법은 다음과 같이 표현된다(Forheringham et al. 2002).

$$y_i = \alpha_{i0} + \sum_{k=1}^l \beta_{ik} x_{ik} + \epsilon_i \quad <식 1>$$

$$\hat{\beta} = (X^T W X)^{-1} (X^T W Y) \quad <식 2>$$

<식 1>에서 x_{ik} 는 i 존의 k 번째 독립변수를, β_{ik} 는 i 번째 존의 k 번째 변수의 계수를 나타내고 있다. LWR은 지리적으로 고정(fixed) 혹은 주변에 따라 변화하는(adaptive) 공간가중치 행렬 W 를 적용하여 분석하는 방법으로 일반적인 회귀분석과는 달리 존별로 각각의 계수가 추정된다(<식 2> 참조). 이는 지리적으로 근접한 지역은 높은 가중치를 부여하고 그렇지 않은 지역은 낮은 가중치를 부여함으로써 구해질 수 있다. 이 경우 거리에 따른 공간 가중치 행렬 W 는 다양한 방법으로 추정될 수 있다. 이렇게 각각의 추정된 계수로부터 \hat{y}_i 을 얻을 수 있고, 이를 통해 존별 $(y_i - \hat{y}_i) / \hat{\sigma}_i$ 를 계산할 수 있다.¹⁾ 이 값은 주변지역과 비교하여 높은 밀도를 가지는 밀도영향중심지의 후보(potential sub-center)를 통계적으로 검증할 수 있는 방법으로 볼 수 있다(McMillen. 2001; 전명진. 2003; 허

윤경·이주영. 2009).

2. 밀도함수 추정 및 중심지 선정 방법

밀도영향중심지의 후보로부터 밀도함수를 산출하는 단계는 <식 3>과 <식 4>를 추정하는 단계를 거친다.

$$LNPDEN_i = g(DCBD_i) + \sum_{j=1}^8 (\delta_{1j} DPSC_{ij}^{-1} + \delta_{2j} DPSC_{ij}) + u_i \quad <식 3>$$

$$LNE DEN_i = g(DCBD_i) + \sum_{j=1}^8 (\delta_{1j} DESC_{ij}^{-1} + \delta_{2j} DESC_{ij}) + u_i \quad <식 4>$$

<식 3>과 <식 4>에서 $LNPDEN_i$ 는 인구밀도의 자연대수값, $LNE DEN_i$ 는 고용밀도의 자연대수값을 나타내며, $DCBD_i$ 는 존에서 CBD까지의 거리, $DPSC_{ij}$ 는 인구 밀도영향중심지 후보 j 부터 i 까지의 거리, $DPSC_{ij}^{-1}$ 는 인구 밀도영향중심지 후보 j 부터 1 까지 거리의 역수를 나타낸다. $DESC_{ij}$ 와 $DESC_{ij}^{-1}$ 의 경우 고용 밀도영향중심지까지의 거리와 거리의 역수로, 인구 밀도영향중심지의 경우와 같은 의미로 해석이 가능하다. 여기에서 계수 δ_{2j} 가 의미하는 것은 해당지역의 밀도가 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지로부터의 거리에 의해 받는 영향을 의미하며, 계수 δ_{1j} 가 의미하는 비는 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심

1) 본 연구에서는 LWR을 수행하기 위해서 ArcMap 9.3의 Spatial Statistics Tools가 사용되었으며, $(y_i - \hat{y}_i) / \hat{\sigma}_i$ 은 기존 연구에서 제시된 바와 같이 1.96보다 높은 지역을 선별하는 방식을 취하였음. 여기서 1.96을 넘는 값을 취한 이유는 일반적으로 사용되는 z -통계량의 경우와 같은 맥락으로 논의될 수 있는데, 이는 일반적으로 z -value가 1.96($p=0.95$) 이상인 값을 취하여 귀무가설(차이가 없음)을 기각하는 것과 같이, $(y_i - \hat{y}_i) / \hat{\sigma}_i$ 의 값이 1.96 이상인 지역을 취하여 예측된 값(중심지의 효과만 받음)과 관측된 값의 차이에 대해 통계적으로 검증하게 되는 것임. LWR의 가중치 선정은 Adaptive Kernel 함수가 사용되었음.

지의 영향이 국지적으로 주변지역에 미치는 영향을 나타낸다. 결국 <식 4>가 의미하는 것은 도시의 인구 및 고용밀도는 CBD까지의 거리에 대한 영향력과 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지까지의 거리에 대한 영향력으로부터 표현된다고 볼 수 있다. 여기서 McMillen(2001)은 $g(DCBD_i)$ 를 추정하는 것은 대단히 복잡한 과정으로 볼 수 있으며 이를 추정하기 위해 고차원함수(cubic spline function), 커널모형(kernel regression), 국지회귀모형 등이 존재하나 여러 가지 함수 중에서 푸리에확장(Fourier expansion)을 통한 방법을 사용할 것을 권하고 있다. 이러한 과정은 <식 5>를 통해 수행된다.

$$g(DCBD_i) \approx \lambda_0 + \lambda_1 z_i + \lambda_2 z_i^2 + \sum_{q=1}^Q (\gamma_q \cos(qz_i) + \eta_q \sin(qz_i)) \quad <식 5>$$

푸리에확장은 삼각함수로 구성된 웨이브(wave) 함수의 일종으로 도심으로부터의 영향을 2차원의 평면에 평활(smoothing)해 주는 역할을 수행한다 (Gallant, 1981, 1987; Pagan, 1991). 여기에서 z_i 는 존에서 CBD까지의 거리를 0부터 2π 까지 변환한 수이며 q 는 변동의 정도를 나타낸다. 여기서 q 값은 슈왈츠 정보 기준(밀도영향중심지 shwarz information criterion: SIC)을 극소화하는 값에서 결정된다. SIC는 <식 6>을 통해 계산된다.

$$SIC(m) = \ln(\hat{\sigma}^2) + m \log(n)/n \quad <식 6>$$

<식 6>에서 m 은 측정된 계수의 개수($3+2q$)를 나타내며 n 은 표본의 개수를 나타낸다. 큰 m 값은

측정된 분산값을 줄이고, $m \log(n)/n$ 를 줄여주는 역할을 수행한다. 위의 과정을 통해 최종밀도함수가 추정되면 이를 통해 계수 δ_{1j} 및 δ_{2j} 값이 유의한 지역 j 를 선정하게 된다. 이 과정에서 발생하는 다중공선성을 감소시키기 위해 McMillen(2001)은 역계단식 회귀분석을 제안하였지만, 전명진(2003)의 연구에서는 역계단식 회귀분석 또한 다중공선성의 문제에서 자유로울 수 없다고 지적하면서 계층적 역계단식 회귀분석(hierarchical reverse stepwise regression)을 제안하고 있다. 이는 $DPSC_{ij}$ 및 $DESC_{ij}$ 에 해당하는 지역을 먼저 투입하여 유의한 변수를 선정하고 그후 $DESC_{ij}$ 및 $DESC_{ij}^{-1}$ 에 해당하는 변수를 투입하여 유의한 지역을 선정하는 방법이다.

3. 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지의 상호 효과 측정 방법

비모수적 방법을 이용하여 중심지를 측정할 일련의 연구에서는 해당 도시에서의 중심지 위치를 파악하고, 해당 중심지가 주는 영향을 파악하는 데 대부분의 목적을 두고 있다. 그러나 도시의 밀도는 고용 밀도영향중심지가 고용의 밀도에만 영향을 주고, 인구 밀도영향중심지가 인구밀도에만 영향을 주는 체계로 이루어져 있다고 볼 수는 없는 것이다. 따라서 도시의 체계는 보다 유기적인 관계 속에서 이루어져야 하며 고용 밀도영향중심지가 인구밀도에 주는 영향, 또는 인구 밀도영향중심지가 고용밀도에 주는 영향의 파악이 필요하다. 이를테면 특정지역에 산업, 인구의 과도한 집적으로 인한 교통악화, 환경오염 등이 유발되고 이러한 지역의 매력도가 떨어져 주거지가 점차 교외화하는 현상은 이론적 및 실증적으로 논의되고 있음에도 불구하고 이를 반영한 밀도영향중심지의 파악이 이루어

어지고 있지 않다는 것이다. 따라서 본 연구에서는 이를 파악하기 위하여 다음과 같은 <식 7>과 <식 8>을 구성하였다.

$$LNPDEN_i = g(DCBD_i) + \sum_{j=1}^s (\delta_{1j} DPSC_{ij}^{-1} + \delta_{2j} DPSC_{ij}) + \sum_{n=1}^m (\xi_{1j} DESC_{ij}^{-1} + \xi_{2j} DESC_{ij}) + u_i \quad \text{<식 7>}$$

$$LNEDEN_i = g(DCBD_i) + \sum_{n=1}^m (\delta_{1j} DESC_{ij}^{-1} + \delta_{2j} DESC_{ij}) + \sum_{j=1}^s (\xi_{1j} DPSC_{ij}^{-1} + \xi_{2j} DPSC_{ij}) + u_i \quad \text{<식 8>}$$

<식 7>과 <식 8>에서 $LNPDEN_i$ 와 $LNEDEN_i$ 는 인구밀도와 고용밀도의 자연대수를 나타내며, $DPSC_{ij}$, $DPSC_{ij}^{-1}$ 는 존에서 인구 밀도영향중심지까지의 거리와, 거리의 역수를 나타낸다. 같은 방식으로 $DESC_{ij}$ 및 $DESC_{ij}^{-1}$ 는 존에서 고용 밀도영향중심지까지의 거리와 그 거리의 역수를 각각 나타낸다. 결국 <식 7>과 <식 8>이 의미하는 것은 존의 인구밀도와 고용밀도는 도심으로부터의 거리에 대한 영향과 인구 밀도영향중심지로부터의 거리에 의한 영향, 고용 밀도영향중심지로부터의 거리에 의한 영향 등의 세 가지 영향으로 나타낼 수 있게 된다. 이를 통해 인구밀도에 영향을 미치는 고용 밀도영향중심지 및 고용밀도에 영향을 미치는 인구 밀도영향중심지의 파악이 가능해진다. 이는 기존의 McMillen(2001), 전명진(2003)의 연구에서 다루지 못하였던 밀도형성에 대한 상호효과를 체계적으로 다룰 수 있다는 점에서 차별화된다고 볼 수 있다.

IV. 분석결과

1. 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지 후보 선정

앞서 제시한 LWR을 통하여 2000년도와 2007년도의 인구 및 고용 밀도영향중심지의 후보를 도출하였다. 이는 앞서 설명한 LWR방법을 통해 산출된 $(y_i - \hat{y}_i) / \hat{\sigma}_i$ 를 통해 인구 및 고용밀도를 표준화하는 작업을 통해 얻어질 수 있다. 이때 몇 개의 존이 인접한 거리에 있는 경우 가장 높은 밀도를 가지는 존을 대표동으로 선정하였다. 산출된 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지 후보의 결과는 <그림 2>와 같다.

2000년도 인구 밀도영향중심지의 경우 6개 지역(강서구 방화1동, 은평구 수색동, 강북구 도봉2동, 성북구 종암2동, 강동구 상일동, 관악구 봉천11동)이 선정되었으며, 2007년도 인구 밀도영향중심지의 경우 3개 지역(강서구 방화1동, 강동구 상일동, 송파구 잠실3동)이 선정되었다.

고용 밀도영향중심지 후보지의 경우 2000년의 경우 7개 지역(용산구 한강로3동, 서대문구 충정로3동, 은평구 수색동, 동대문구 답십리5동, 중랑구 망우2동, 송파구 잠실본동, 강남구 개포4동), 2007년도의 경우 6개 지역(용산구 한강로3동, 구로구 구로3동, 강남구 삼성1동, 송파구 잠실6동, 성동구 성수2가3동, 강남구 개포4동)의 후보지가 결정되었다.²⁾

인구 밀도영향중심지 후보의 변화양상을 살펴 보면 강북지역은 쇠퇴하고, 강동지역 특히 강동구 및 송파구 일대가 발달하는 것을 알 수 있었다. 고용 밀도영향중심지 후보의 경우 역시 2000년도 강북지역은 쇠퇴하고 송파구를 비롯한 강남인근지역의 발달을 볼 수 있었다. 결국 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지 후보는 2000년과 2007

표 1_ 슈왈츠 정보지수(SIC) 값

q	인구		고용	
	2000	2007	2000	2007
0	-0.7618	-0.1298	-0.1820	-0.1904
1	-0.7813	-0.1403	-0.2238	-0.2474
2	-0.7726	-0.1315	-0.2293	-0.2470
3	-0.7664	-0.1310	-0.2184	-0.2365
4	-0.7551	-0.1178	-0.2085	-0.2249
5	-0.7457	-0.1072	-0.1995	-0.2166

그림 2_ 인구 밀도영향중심지(population sub-center) 및 고용 밀도영향중심지(employment sub-center) 후보지



년도 사이에 한강 이북의 중심지 후보는 감소, 한강 이남의 중심지 후보는 점차 증가하는 양상을 나타내고 있음을 알 수 있다.

2. 인구 밀도영향중심지와 고용 밀도영향중심지의 확인 및 밀도함수 구축

앞서 선정된 후보지로부터 해당 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지를 선별하는 과정은 <식 4>와 <식 5>를 통한 밀도함수의 추정을 통해 결정된다. 이 중 <식 5>의 $g(DCBD)$ 는 퓨리어 확장을 통한 방법을 통해 결정된다. 이를 위해 각각의 부문·연도별 SIC를 계산한 값은 <표 1>과 같이 나타낼 수 있다.

<표 1>을 통해 2000년도 인구, 2007년도 인구 및 고용의 경우 q 값은 1로 결정되었고, 2000년도 고용의 경우 2로 결정되었다. 이를 통해 추정된 함수식은 <그림 3>과 같다.³⁾

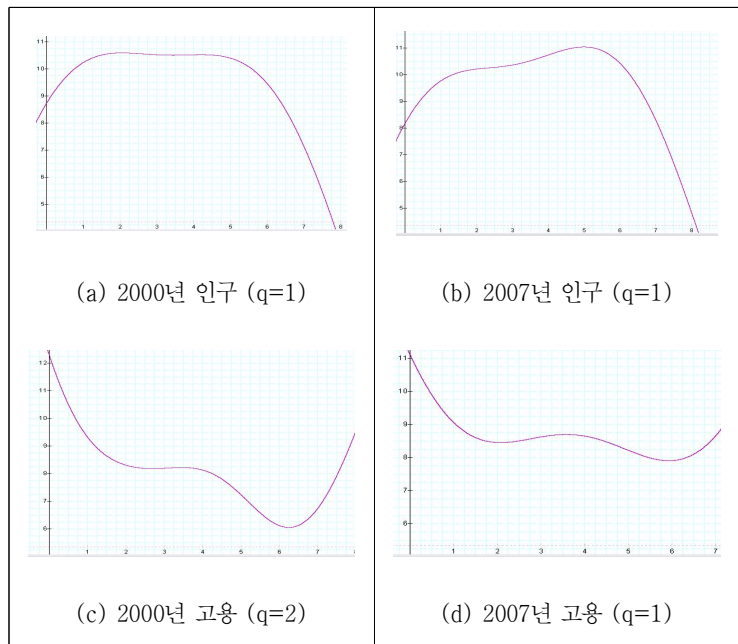
이러한 함수식을 <식 4>에 대입하여 결정된 밀도함수를 통해 최종 인구 및 고용 밀도영향중심지를 선정하였다. <표 2>는 이에 대한 결과를 보여주고 있다.

인구밀도의 경우 도심으로부터의 거리(DCBD)는 양의 계수값을 보이는 것으로 나타났다. 이는 서

울의 경우 이미 도심주변은 교통혼잡, 환경오염 등의 원인으로 인해 양호하지 못한 주거환경이 조성되어 있기 때문에 도심에서 적정거리만큼 떨어져 거주하려는 현상이 반영되었다고 볼 수 있다. 2000년도 인구 밀도영향중심지의 경우 방화1동, 도봉2동, 상일동, 봉천11동의 4개 지역이 최종 결정되었다.

이 지역의 경우 인구 밀도영향중심지에서 멀어질수록 인구밀도가 감소하는 형태를 보여 거리에 따른 밀도가 음(-)의 영향을 받는 지역으로 나타났

그림 3_ 도심으로부터의 거리에 의한 추정 함수



다. 2007년도 인구의 경우 방화1동과 잠실3동으로 나타났는데, 이 경우 2000년과 다르게 $DPSC_{ij}$ 의 계수 값은 양수를, $DPSC_{ij}^{-1}$ 의 계수 값은 음수로 나타나는 것을 알 수 있었다. 이는 곧 인구 밀도영

3) 결정된 $g(DCBD)$ 는 2000년 인구 밀도영향중심지의 경우 $\ln PDEN_i = 7.903 + 2.153z_i - 0.337z_i^2 + 0.826\cos z_i + 0.082\sin z_i$ 로 2000년 고용 밀도영향중심지의 경우 $\ln EDEN_i = 13.601 - 2.865z_i + 0.340z_i^2 - 1.195\cos z_i - 1.066\sin z_i - 0.115\cos 2z_i - 0.264\sin 2z_i$ 로 나타났으며, 2007년의 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지에 대한 경우 각각 $\ln PDEN_i = 7.199 + 2.369z_i - 0.331z_i^2 + 0.974\cos z_i + 0.005\sin z_i$ 및 $\ln EDEN_i = 11.927 - 2.107z_i + 0.256z_i^2 - 0.818\cos z_i - 0.686\sin z_i$ 로 나타났음.

표 2_ 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지 확인을 위한 회귀분석

구분	2000				2007				
	LNEDEN		LNEDEN		LNEDEN		LNEDEN		
	beta	t-value	beta	t-value	beta	t-value	beta	t-value	
DCBD	2.238***	6.082	-2.718***	-2.888	2.280***	4.329	-2.057	-4.243	
인구 밀도 영향 중심지	<i>DPSC</i>								
	방화1동	-0.146***	-4.619	-	-	-	-	-	-
	도봉2동	-0.082***	-3.112	-	-	-	-	-	-
	상일동	-0.130***	-4.973	-	-	-	-	-	-
	봉천11동	-0.093***	-3.202	-	-	-	-	-	-
	잠실3동	-	-	-	-	0.303***	3.322	-	-
	<i>DPSC⁻¹</i>								
방화1동	-	-	-	-	-1.529***	-2.015	-	-	
고용 밀도 영향 중심지	<i>DESC</i>								
	한강로3동	-	-	-0.235***	-9.081	-	-	-0.090***	-5.989
	수색동	-	-	-0.138***	-4.770	-	-	-	-
	답십리5동	-	-	-0.266***	-6.645	-	-	-	-
	성수2가3동	-	-	-	-	-	-	-0.127***	-6.707
	<i>DESC⁻¹</i>								
	잠실6동	-	-	-	-	-	-	-1.002***	-2.776
<i>Adj-R²</i>	0.156		0.277		0.091		0.194		

주: ***는 유의수준 1%에서 유의함을 나타냄.

향중심지에서부터 멀어질수록 인구밀도가 높아지며, 거리에 따른 밀도가 양(+)의 영향을 받는 것을 의미한다.

고용밀도의 경우 도심으로부터의 거리(DCBD)에 대한 계수는 인구밀도와 다르게 음의 값을 보여 도심으로부터 멀어질수록 점차 밀도가 감소하는 형태를 보이고 있다. 이는 고용밀도의 경우 CBD 주변입지가 여전히 큰 영향력을 가지고 있음을 나타낸다. 2000년도 고용 밀도영향중심지의 경우 한강로3동, 수색동, 답십리5동으로 선정되었으며, 2007년도의 경우 한강로3동, 성수2가3동, 잠실6동이 각각 선정되었다.

이 중 잠실6동을 제외하고는 모두 고용 밀도영향중심지로부터 멀어질수록 고용밀도가 감소하는 형태를 보여 이격거리와 주변밀도가 음(-)의 관계를 보이는 것으로 나타났으나, 잠실6동의 경우 주변지역에 미치는 영향이 해당 고용 밀도영향중심지로부터 멀어질수록 고용밀도가 증가하는 양상을 보여, 해당지역으로부터의 이격거리와 고용밀도가 양(+)의 관계를 보이는 것으로 나타났다.

3. 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지의 상호효과 확인

표 3_인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지의 상호효과

구분		2000				2007			
		LNEDEN		LNEDEN		LNEDEN		LNEDEN	
		beta	t-value	beta	t-value	beta	t-value	beta	t-value
인구 밀도 영향 중심지	<i>DPSC</i>								
	방화1동	-0.071 *	-1.857	-0.053	-1.102	-	-	-	-
	도봉2동	-0.076 ***	-2.744	0.035	1.026	-	-	-	-
	상일동	-0.075 **	-2.485	-0.003	-0.091	-	-	-	-
	봉천11동	-0.020	-0.457	0.140 ***	2.590	-	-	-	-
	잠실3동	-	-	-	-	0.030	1.165	-0.055 **	-2.310
	<i>DPSC⁻¹</i>								
방화1동	-	-	-	-	-2.106 **	-2.086	-1.979 **	-2.137	
고용 밀도 영향 중심지	<i>DESC</i>								
	한강로3동	-0.207 ***	-3.979	-0.339 ***	-5.269	-0.038 *	-1.770	-0.114 ***	-5.868
	수색동	-0.094 *	-1.818	0.040	0.623	-	-	-	-
	답십리5동	-0.136 ***	-2.830	-0.167 ***	-2.910	-	-	-	-
	성수2가3동	-	-	-	-	-0.079 *	-1.778	-0.127 ***	-3.111
	<i>DESC⁻¹</i>								
	잠실6동	-	-	-	-	-1.362 ***	-3.201	-1.392 **	-3.565
<i>Adj-R²</i>		0.178		0.293		0.100		0.212	

주: ***은 유의수준 1%에서, **은 5%에서, *은 10%에서 유의함을 나타냄

이상의 분석을 통해 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지가 확인되었다. 그러나 이는 인구 밀도는 인구 밀도영향중심지에만 영향을 받고 고용밀도는 고용 밀도영향중심지에만 영향을 받는 가정을 기반으로 분석되었으며 고용 밀도영향중심지가 인구밀도에 미치는 영향, 인구 밀도영향중심지지역이 고용밀도에 미치는 영향 등의 상호 관계적 효과는 고려하지 않고 있다. 따라서 이의 영향을 분석하는 결과는 <표 3>을 통해 나타내었다.

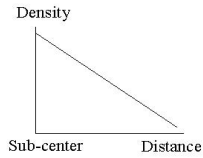
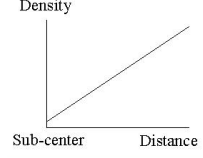
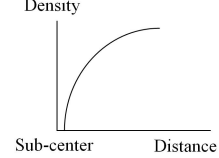
인구밀도의 경우 대부분 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지에서 점차 멀어질수록 낮아지는 것을 알 수 있었다. 다만, 2007년도의 고용 밀도영향중심지인 잠실6동의 경우 국지적으로 고

용 밀도영향중심지에서 멀어질수록 인구밀도가 점차 증가하는 현상을 보이는 것을 알 수 있었다. 이는 잠실6동으로부터의 이격거리와 주변밀도 간에 양의 관계가 형성되어있음을 나타낸다.

고용밀도의 경우도 마찬가지로 인구 밀도영향

표 4_인구 및 고용 밀도영향중심지의 상호

구분	Type I	
이격거리에 따른 주변밀도에의 영향	거시적 '음(-)의 영향'	'음(-)의 영향'

밀도경사 유형				
2000	인구 밀도영향중심지 → 고용밀도	-	관악구 봉천11동	-
	고용 밀도영향중심지 → 인구밀도	용산구 한강로3동, 은평구 수색동, 동대문구 답십리5동	-	-
2007	인구 밀도영향중심지 → 고용밀도	송파구 잠실3동	-	강서구 방화1동
	고용 밀도영향중심지 → 인구밀도	용산구 한강로3동, 성동구 성수2가3동	-	송파구 잠실6동

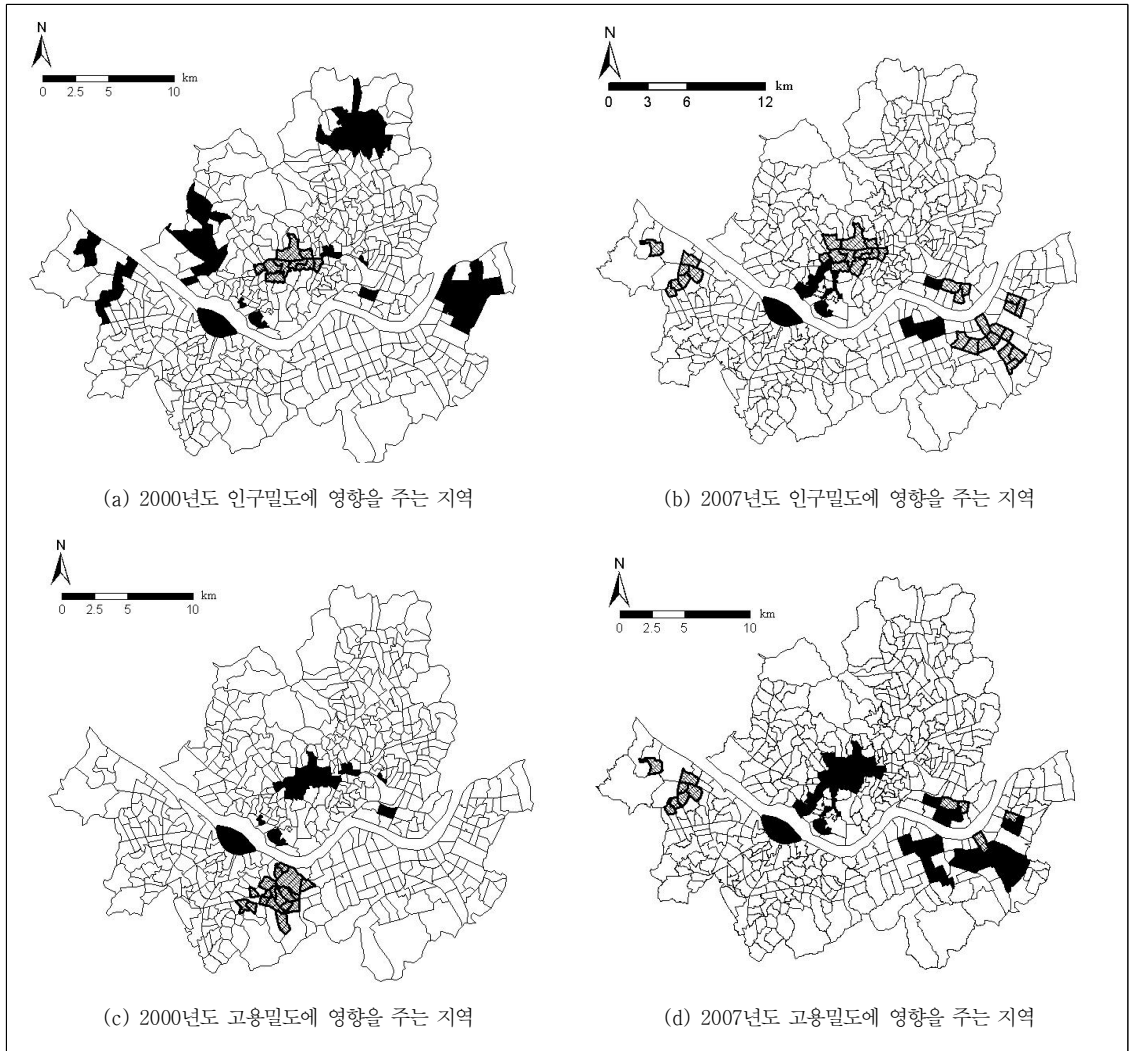
중심지 및 고용 밀도영향중심지에서 멀어질수록 점차 감소하는 현상을 보이고 있지만, 2000년의 인구 밀도영향중심지인 봉천11동, 2007년 인구 밀도영향중심지인 방화1동의 경우에는 이에서 멀어질수록 고용밀도가 높아지는 것을 보였다. 이는 해당지역이 가지는 특성이 주변지역의 고용밀도에 일련의 영향을 미치기 때문인 것으로 추정된다.

이를 종합적으로 정리하면, 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지를 개별적인 변수로 분석하는 경우(<표 2> 참조) 대부분의 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지는 각각의 중심지에서 멀어질수록 밀도가 낮아지는 현상을 보였으나, 2007년도의 송파구 잠실3동 및 6동, 강서구 방화1동은 중심지에서 멀어질수록 밀도가 높아지는 현상을 보이고 있음을 알 수 있었다. 상호효과를 고려한 경우(<표 3> 참조)는 개별적인 분석의 경우와 유사한 결과를 보였지만, 2000년 관악구 봉천11동, 2007년도 강서구 방화1동, 송파구 잠실6동의 경우 이 지역으로부터 멀어질수록 밀도가 증가하는 것을 보였으며, 기존에 인구 밀도영향중심지인 송파구 잠실3동의 경우는 그 효과가 없어짐을

알 수 있었다.

각각의 도시가 가지는 상호효과는 다양하게 나타나는데(<표 4> 참조), 중심지에서 멀어질수록 밀도가 낮아지는 지역(이격거리와 밀도 간의 음(-)의 관계를 보이는 지역: Type I)이 대부분이었지만, 거시적 혹은 국지적으로 이격거리와 밀도 간의 양(+)의 관계를 보이는 지역(Type II, Type III) 또한 존재함을 알 수 있었다. 2000년도 관악구 봉천11동은 인구 밀도영향중심지로서 해당지역에서 멀어질수록 고용밀도가 증가하게 되는 양(+)의 영향을, 2007년도의 인구 밀도영향중심지인 강서구 방화1동, 고용 밀도영향중심지인 송파구 잠실6동은 각각 주변지역의 고용밀도와 인구밀도에 국지적 양(+)의 영향을 발생시키는 것으로 나타났다. 이처럼 각각의 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지는 주변밀도를 증가시키거나 감소시키는 영향을 가질 수 있으며 그 영향력이 전역적일 수도, 국지적일 수도 있다. <그림 4>는 최종적으로 식별된 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지를 통해 각각의 중심지가 가지는 공간적 규모를 표현한 것이다.⁴⁾

그림 4_ 인구밀도 및 고용밀도에 영향을 주는 지역



주: ■ 해당지역에서 멀어질수록 밀도가 감소하는 지역. 거리와 밀도가 ‘음(-)의 관계’, ‘음(-)의 영향’을 가지는 지역으로 표현
 ■ 해당지역에서 멀어질수록 밀도가 증가하는 지역. 거리와 밀도가 ‘양(+)의 관계’, ‘양(+)의 영향’을 가지는 지역으로 표현

4) 공간적 규모를 표현하는 방법은 전명진(2003)의 방법을 수정하여 사용하였음. 전명진(2003)에서는 도심의 경우 3만 명/km²인 인접지역을 포함하는 방식으로 하였고, 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지는 최종 선정된 지역의 80% 이상의 밀도를 가지며 인접한 지역을 포함하는 방식을 취하였음. 그러나 이러한 방법은 앞서 인구 밀도영향중심지 후보 및 고용 밀도영향중심지 후보를 선정하는 과정에서 3km 안에 밀도영향중심지 후보가 인접하는 경우 가장 높은 동을 중심지 후보로 선정하는 방식상에서 탈락된 많은 지역을 반영하지 못하는 오류가 발생할 수 있음. 따라서 본 연구에서는 전명진(2003)의 방법을 보완하여, 선정된 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지에서 3km 범위 안에서 80% 이상의 밀도를 가지는 지역을 각각의 밀도영향중심지가 가지는 공간적 규모로 표현하였음. <그림 3>에서 빗금 친 부분은 주변밀도에 양(+)의 영향(positive effect)을 주어 해당중심지에서 멀어질수록 밀도가 높아지는 부분을 표현했으며, 검은색으로 표현된 부분은 주변밀도에 음(-)의 영향(negative effect)을 주어 해당중심지에서 멀어질수록 밀도가 낮아지는 영향력을 표현했음.

<그림 4>의 CBD지역의 영향력은 CBD에서 멀어질수록 인구밀도의 경우 높아지는 양(+)의 관계를, 고용밀도의 경우 낮아지는 음(-)의 관계를 보이는 것으로 나타났다. 이는 거주인구의 경우 도심의 환경오염, 교통정체, 소음 등의 문제현상으로 인해 CBD에서 떨어진 지역에 위치하려고 하고, 고용인구의 경우 여전히 CBD의 영향력에 의해 CBD 주변입지 대한 이익이 존재하고 있음을 알 수 있다.

시기에 따른 변화는 인구 밀도영향중심지의 경우, 2000년의 강북의 인구 밀도영향중심지가 2007년으로 가면서 점차 쇠퇴하고 있으며, 강남 및 송파지역이 새로운 인구 밀도영향중심지로 나타났다. 그러나 송파구 잠실인근지역의 경우 해당지역에서 멀어질수록 인구밀도가 높아지는 양(+)의 영향을 보였다.

고용 밀도영향중심지의 경우 2000년도와 2007년도에 공통적으로 도심지역, 용산 및 여의도 부근의 거리에 따른 밀도의 관계는 음(-)의 관계를 보이는 것으로 나타났다. 2000년에 비해 2007년에 나타난 변화는 송파구 잠실지역에 고용 밀도영향중심지가 나타났음을 알 수 있었다. 이 지역은 잠실3동의 경우 거리에 따른 밀도가 음(-)의 관계를, 잠실6동의 경우 양(+)의 관계를 보이는 것으로 나타났다.

V. 결론

본 연구는 McMillen(2001)의 방법을 이용하여 2000년도와 2007년도 서울지역의 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지를 밝히고, 이의 변화양상과 그의 영향이 서로에게 미치는 영향을 통해 변화하는 도시구조를 파악하는 데 그 의의를 가진다. 본 연구를 통해 도출된 결론은 다음과 같다.

인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지

는 2000년도 7개 지역(인구 4지역, 고용 3지역)에서 2007년도 5개 지역(인구 2지역, 고용 3지역)으로 변화하였으며, 강북지역은 쇠퇴하고 강남지역은 증가하는 양상을 보였다. 각각의 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지가 가지는 영향력의 패턴은 개별적인 분석을 수행했을 경우에는 2007년도의 3개 지역(인구 2개 지역, 고용 1개 지역)이 해당 밀도영향중심지에서의 이격거리와 밀도가 양(+)의 관계를 형성하고 있으며, 2000년의 전체 밀도영향중심지 및 2007년의 2개 밀도영향중심지는 이격거리에 따른 밀도변화가 음(-)의 관계를 보이는 것으로 나타났다.

인구 밀도영향중심지와 고용밀도, 고용 밀도영향중심지와 인구밀도 간의 상호효과를 고려하여 도출된 영향력의 패턴은 다음과 같다. 2000년도 인구 밀도영향중심지의 경우 음(-)의 효과를 보이는 지역이 두드러졌지만, 2007년도 인구 밀도영향중심지의 경우 송파구 잠실지역, 강서구 방화지역은 해당지역에서 멀어질수록 인구밀도가 높아지는 양(+)의 효과를 보였다. 고용 밀도영향중심지의 경우 2000년도에 비해 2007년의 강동지역이 새로운 고용 밀도영향중심지로 나타났으며 강남 및 잠실 주변을 중심으로 이격거리에 따른 양(+), 음(-)의 밀도변화 효과가 공존하는 것을 알 수 있었다.

본 연구는 인구와 고용을 끌어들이는 도시의 힘을 기존의 도심뿐만 아니라, 부도심 혹은 인구 및 고용 중심지에서 찾고 이의 상호영향을 규명하는데 주안점을 두었다. 이를 파악하기 위해 비모수적 방법론을 도입하였으며 상호관계를 위한 모형식을 구현하였다. 이와 같은 연구의 최근 동향이 부도심 및 중심지를 파악하는 데 그치지 않고 이를 이용하여 도심확산 및 도시에너지의 효율적인 사용과 관련한 연구와 연계되고 있다는 점에서 본 연구를 통해 국내의 도시구조와 관련한 향후 연구 및 정책에

기들을 마련할 수 있을 것이다.

참고문헌

김재익·정현욱. 2006. “대도시 인구 및 주택밀도함수의 특성”. 주택연구 제14권 1호. 서울 : 한국주택학회. pp195-213.

남광우·이성호. 2001. “인구밀도 및 인구잠재력의 공간적 변동성에 관한 연구”. 국토계획 제36권 4호. 서울 : 대한국토·도시계획학회. pp57-76.

이성우·윤성도·박지영·민성희. 2006. 공간계량모형응용. 서울 : 박영사.

전명진. 1995. “다핵밀도경사모형을 이용한 서울대도시권의 도시공간구조분석”. 국토계획 제30권 4호. 서울 : 대한국토·도시계획학회. pp285-294.

전명진. 2003. “비모수적 방법을 통한 서울의 종사자중심지 변화분석”. 국토계획 제38권 3호. 서울 : 대한국토·도시계획학회. pp69-83.

채미옥. 1998. “도심 및 부도심 접근성이 서울시 지가분포에 미친 영향”. 국토연구 제27권. 경기 : 국토연구원. pp109-126.

채미옥. 1998. “서울시 지가의 공간적 분포특성과 지가결정요인에 관한 연구”. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.

허윤경·이주영. 2009. “울산의 도시공간구조 변화분석”. 국토계획 제44권 2호. 서울 : 대한국토·도시계획학회. pp111-121.

Clark, C. 1951. “Urban Population Densities”. *Journal of the Royal Statistical Society* vol.114. Oxford : Blackwell. pp490-496.

Clark, W. A. V. 2000. “Monocentric to Polycentric: New Urban Form and Old Paradigm”. eds. G. Bridge and S Watson. *A Companion to the City*. Oxford, UK: Blackwell Publishing. pp141-154.

Fotheringham, A S., C. Brunsdon and M. Charlton. 2002. *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*. US : Wiley.

Gallant, A. R. 1981. “On the Bias in Flexible Functional Form and an Essentially Unbiased Form: the Fourier Flexible Form”. *Journal of Econometrics* vol.15. Lausanne : Elsevier. pp211-245.

_____. 1982. “Unbiased Determination of Production

Technologies”. *Journal of Econometrics* vol.20. Lausanne : Elsevier. pp285-323.

Gordon P., H. W. Richardson, and H. L. Wong. 1986. “The Distribution of Population and Employment in a Polycentric City: the Case of Los Angeles”. *Environment and Planning A* vol.18. pp161-173.

McMillen, D. P. 2001. “Nonparametric Employment Subcenter Identification”. *Journal of Urban Economics* vol.50. San Diego : Elsevier. pp448-473.

McMillen, D. P., and J. F. McDonald. 1998. “Suburban Subcenter and Employment Density in Metropolitan”. *Journal of Urban Economics* vol.43. San Diego : Elsevier. pp157-180.

McMillen, D. P. and S. C. Smith. 2003. “The Number of Subcenters in Large Urban Areas”. *Journal of Urban Economics* vol.53, no.3. San Diego : Elsevier. pp321-338.

Pagan, A. R. and Y. S. Hong. 1991. “Nonparametric Estimation and the Risk Premium”. *Nonparametric and Semiparametric Methods in Econometrics and Statistics*. New York : Cambridge University Press. pp51-76.

Redfearn, C. L. 2007. “The Topography of Metropolitan Employment: Identifying Centers of Employment in a Polycentric Urban Area”. *Journal of Urban Economics* vol.61. San Diego : Elsevier. pp519-541.

Small, K. A., and S. Song. 1994. “Population and Employment Density: Structure and Change”. *Journal of Urban Economics* vol.36. San Diego : Elsevier. pp292-313.

- 논문 접수일: 2009.10. 9
- 심사 시작일: 2009.10.15
- 심사 완료일: 2009.11. 2

ABSTRACT

Identification of Employment and Population Sub-centers in Seoul and Their Relationship Using Non-parametric Methods

Keywords: Urban Spatial Structure, Non-parametric, Sub-center, Locally Weighted Regression, Relationship Effect

As cities are growing dramatically, urban structure is changed from mono-centric pattern to poly-centric pattern. Although many studies have introduced the method of identification of employment and population sub-center in each part, there are few research of relationship between population and employment sub-center. Therefore this study has an objective of identification of sub-center and relationship between population and employment sub-centers. Achieving this purpose, this study use modified nonparametric method. The 1st stage of the method is choice of potential sub-center using Locally weighted Regression (LWR). And 2nd step is estimating the CBD impact using Fourier Expansion method. And then density function is made using the results of LWR and Fourier Expansion. Above 2 stages are general nonparametric method to confirm sub-centers. Next, and then, the 3rd stage has an objective to confirm relationship between population and employment sub-center. The results in this study indicate the change of sub-centers from 2000 to 2007. And there are positive and negative relationship between population and employment sub-centers.

**비모수적 방법을 활용한 서울시 인구 및 고용 밀도영향중심지의
확인과 상호관계 파악**

주제어: 도시공간구조, 비모수, 부도심, 국지적 가중회귀, 상호효과

도시가 점차 성장함에 따라, 도시의 구조는 점차 단핵중심도시에서 다핵중심도시로 변모하고 있다. 그러나 이와 관련한 많은 연구가 인구 및 고용 중심지를 각각 파악하는 데 그치고 있어, 인구 밀도영향중심지 및 고용 밀도영향중심지가 서로의 부문에 미치는 영향을 규명하는 연구는 극히 미비한 실정이다. 본 연구에서는 인구 및 고용 밀도영향중심지를 파악하고 이의 상호영향을 도출하는 데 그 목적이 있다. 이는 국지적 가중 회귀방법을 사용하여 밀도영향중심지 후보를 설정하는 1단계와 푸리에 확장을 이용하여 도심으로부터의 거리에 대한 함수를 추정하는 2단계의 방법을 통해 도출된다. 이러한 방법론은 인구 밀도영향중심지가 고용밀도에 미치는 영향과 고용 밀도영향중심지가 인구밀도에 미치는 영향을 파악할 수 없다는 문제점을 가지며, 이러한 문제점을 보완하기 위해 본 연구에서는 기존의 2단계 방법론에 상호영향력을 추정하는 단계를 추가하여 3단계의 방법으로 구성하였다. 이상의 방법을 통해 제시된 결과는 2000년과 2007년의 밀도영향중심지가 시기에 의해 변화하는 양상을 보였으며 인구 및 고용 밀도영향중심지의 상호작용으로 인해 밀도에 미치는 정적(+) 혹은 부적(-) 영향을 파악할 수 있었다.