



# 공간 빅 데이터 분석을 활용한 연령계층 간 주거이동의 공간적 특성(방향성) 차이\*

## Directional Difference of the Residential Relocation among the Age Groups Using Spatial Big Data Analysis

이창효\*\*

Yi, Changhyo

### Abstract

The volume, distance, and direction of movement are the main research subjects in the study of the spatial characteristics of the residential relocation. This study focuses on the direction of movement in terms of residential relocation and proposes a methodology for analyzing the direction of residential relocation in small-sized spatial units using the spatial big data. In addition, by applying the proposed methodology, it identifies the directional difference in the residential relocation among the various age groups. The proposed directional analysis methodology is a small-unit weighted linear directional mean (sWLDM). This is an improvement over the linear directional mean (LDM) widely used in the spatial analysis, which was applied to the relocated households in the Seoul metropolitan region. The application results were visualized using the geographical information system and analyzed using the root mean square error (RMSE) and a paired t-test. The analysis results showed the directional difference in the residential relocation according to the temporal change, age group, and region. The directional difference in the residential relocation decreased in the age groups over 40 but increased in the groups under 40 years. Moreover, in the regions within the Seoul metropolitan area, the directional differences among the age groups gradually increased from 2005 to 2015. This study has implications in the construction of the existing official statistical data to be used as the spatial big data. In addition, the new methodology that derives new knowledge information in terms of residential relocation direction was proposed.

**주제어** 주거이동, 공간 빅 데이터, 이동 방향성, 소규모 공간단위 가중 선형 방향성 평균  
**Keywords** Residential Relocation, Spatial Big Data, Direction of Movement, Small-unit Weighted Linear Directional Mean

## 1. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

주거이동은 가구가 주거공간으로부터의 불만을 해소하기 위해 실행하는 적극적 주거소비 조정 과정의 하나로(Brown and Long-

brake, 1970; Brown and Moore, 1970), 상당수 가구들은 특정한 하나의 지역에서만 거주하기보다는 다양한 요인에 의해 다른 지역으로 여러 번 주거이동을 한다. 주거이동 유형은 이동 사유와 공간 범위를 기준으로 나눌 수 있다. 전자는 주거이동 주체인 가구의 자유의지에 의한 주거조절 또는 생애주기 단계(life-cycle stage) 변화에 따라 발생하는 '자발적 이동' 그리고 주택의 강제철

\* 이 논문은 2017년도 한밭대학교 신입교수연구비 지원을 받았음.

\*\* Assistant Professor, Hanbat National University (Corresponding Author: yich@hanbat.ac.kr)

거, 재해 등으로 인한 '비자발적 이동'으로 세분할 수 있으며, 후자는 지역 내 '단거리 이동'과 지역 간 '장거리 이동'으로 나눌 수 있다(하성규, 2004).

주거이동과 관련한 지리학적 연구는 시카고학파의 도시생태학자들의 도시공간 이용 패턴의 변화에 대한 논의로부터 출발하였다. 주거이동 측면에서의 공간이용 패턴이라 함은 수많은 이동 주체들의 이동결과를 집계하거나 일반화하여 도시공간 상에 표현한 것이다. 이와 관련하여 다루어졌던 주요 내용은 주거이동의 규모, 거리 그리고 방향 등이다. Zipf(1946)의 중력모형(gravity model), Ravenstein(1885)의 주거이동 법칙(the laws of migration) 그리고 Hoyt(1939)의 선형모형(sector model) 등은 주거이동의 공간적 특성과 관련한 기본적 토대를 제공한다. 최근 국내 대도시권을 사례로, 주거이동 특성에 대한 다양한 관점의 연구가 수행되고 있으나(OECD, 2016; Yi and Kim, 2018; 민보경·박민진, 2018; 신정철 외, 2019), 대도시권에서의 주거이동 특성을 소규모 공간단위에서 상세히 파악하기 위해, 공간 빅 데이터를 구축하고 분석 방법론을 개발·적용한 사례는 많지 않다.

최근 한국사회의 주요 관심사 중 하나인 저출산·고령화와 인구 절벽 현상은 인구·가구구조에 급격한 변화를 유발하고 있다. 통계청의 시도별 주민등록인구 자료에 따르면, 수도권에서도 서울시의 인구수가 2010년을 정점으로 감소하기 시작하여, 2015년에 9,930,616명으로 인구 천만 명 미만을 기록한 이후에도 감소세가 계속되고 있다. 이러한 인구의 '탈 서울' 현상은 청년층, 신혼부부 그리고 중년층 등 특정 연령계층에서 더욱 두드러지는 것으로 추정하고 있다(김성훈, 2016; 김인유, 2019). 주거 분야의 많은 선행 연구들이 연령, 성별, 가구원수 등 인구·가구 관련 속성에 의해 주거이동 및 입지 선택에 차이가 발생함을 확인하였다. 뿐만 아니라, 개별가구의 주거이동 결정과 입지선택 행태가 누적됨으로써 장기적으로 대도시권의 공간적 특성과 이용행태에서도 차이를 발생시키고 있다.

그동안 정량적 자료에 기초하여 주거이동의 공간적 특성에 대한 가구속성별 차이를 연구하려는 시도에는 다양한 제약이 있었다. 소규모 공간단위의 주거이동에 대한 대규모의 정보를 공간 빅 데이터로 구축하고 활용하기 위한 컴퓨터 연산 능력의 부족 그리고 주거이동과 관련한 공간 빅 데이터 분석에 활용할 수 있는 적절한 모형의 부재는 핵심적인 제약요인이었다(Park and Lee, 2015). 정보통신 기술의 혁신, 국가 보유 공공데이터의 개방과 이용 활성화를 통한 새로운 지식정보 창출, 빅 데이터 분석이 가능한 새로운 방법론의 개발 등 제반 여건의 변화는 앞서 열거한 제약요인을 극복할 수 있는 기회를 제공하고 있다.

이러한 배경 하에, 이 연구는 대도시권 가구의 주거이동에 대한 공간적 특성, 그중에서도 주거이동의 방향성에 대한 분석 방법론을 제시하고, 이를 실제 주거이동 가구를 대상으로 적용하여 연령계층 간 주거이동 방향성에 차이가 있는지 실증함을 목적으

로 한다. 이 연구의 결과는 기존 연구들과 달리, 공간 빅 데이터를 구축하여 소규모 공간단위 간 주거이동의 특성에 대한 지식정보를 창출하기 위한 방법론을 제시할 뿐만 아니라, 대도시권에서의 주거이동과 관련한 연령계층별 차이를 실증분석함으로써 주택 및 주거분야 정책 수립에 추가적으로 활용·참조가 가능한 기초자료를 제공할 수 있을 것이다.

## 2. 연구의 주요 내용과 범위

이 연구의 주요 내용은 소규모 공간단위에서의 주거이동 방향성을 파악하기 위해 공간 빅 데이터를 구축하고 이를 분석하기 위한 방법론을 제시하는 것 그리고 이를 적용하여 연령계층 간 주거이동 방향성의 차이를 확인하는 것으로 구성된다. 이를 위해, 연구의 공간적 범위는 서울, 인천 그리고 경기도를 포함하는 수도권이고, 시간적 범위는 2005년, 2010년 그리고 2015년의 총 3개 년도이다. 연구의 대상은 수도권 내에서 분석 시점별 주거이동 실행 가구이다.

논문의 구성은 다음과 같다. 서론에서 연구의 배경 및 목적 그리고 연구의 주요 내용과 범위를 제시하였고, II장에서는 주거이동의 공간적 특성, 그중에서도 주거이동 특성 및 방향성과 관련한 선행연구를 검토하였다. III장에서는 연구에서 활용한 분석 방법론을 기술하고 수도권 내 주거이동 가구에 적용하기 위한 공간 빅 데이터 구축 내용을 언급하였다. IV장에서, 분석 방법론과 자료를 토대로 실증분석을 수행하고 결과를 해석하였다. 마지막으로, 결론에서는 연구를 통해 도출된 결과를 요약하고 연구의 시사점을 기술하였다.

## II. 이론 및 선행연구 고찰

### 1. 주거이동 및 공간적 특성

19세기 시카고의 도시생태학자들은 도시공간의 변화를 주거이동을 토대로 설명하고자 하였다. 이러한 시도는 주거이동 결정과 입지선택의 영향요인을 도출하고자 하는 행태적 차원의 연구 그리고 주거이동 과정에 있어서의 출발지역과 도착지역의 분포와 변화에 대하여 파악하고자 하는 공간적 측면의 연구로 이어졌다.

일반적으로, 대도시권 거주 가구의 주거이동 행태는 가구원의 구성, 가구의 연령과 소득수준, 주택에 대한 선호 그리고 주거환경의 질적 수준과 특성 등 가구의 내적 그리고 외적 요인의 변화에 의해 발생하는 것으로 알려져 있다(이창효·이승일, 2012). 이는 주거이동의 기본 단위인 가구가 주거이동을 실행하는 과정 중 의사결정 메커니즘 작동 시 고려되는 세부 요인이다. 반면, 주거이동의 공간적 특성에 대한 연구의 기본 토대를 이루는 정보 중 하나인 출발지역과 도착지역에 대하여, 기존 주거지에서 인지된

불만 요인 그리고 새로운 대안 주거지에서의 불만 요인 해결 또는 대체할 수 있는 유인 요인의 존재 여부가 주거이동 시의 핵심 고려사항으로 제시되었다(Moore, 1972; Loren et al., 2010). 이와 같은 연구들에서, 출발지역과 도착지역 간 이동 규모, 지역 간 이격의 정도 그리고 이동의 방향성은 주요한 관심의 대상으로 다루어졌다(Yi and Kim, 2018).

첫째, 주거이동의 규모를 설명하는 선행연구들은 거시적 모델과 미시적 모델로 구분할 수 있다. 거시적 모델로는, 집계적 자료를 활용하여 이동의 양을 결정론적으로 산출하는 중력모형이 대표적이며, 개인 또는 가구의 이동 동기에 따른 의사결정과정을 기초로 하는 경제학적 또는 행태주의적 관점은 미시적 모델에 적용되었다(이희연, 2008). 둘째, 주거이동 시 지역 간 이격의 정도, 즉 이동거리에 대하여, Ravenstein(1885)은 인구이동의 법칙에서 대부분의 이동이 단거리 이동이라고 하였다. 2000년대 들어 주거이동에 대한 집계 자료를 토대로 주거이동의 거리에 미치는 다양한 영향요인을 파악하려는 시도가 있었으며(Dieleman, 2001; Niedomysl, 2011), 최근에는 가구의 인구, 사회, 경제적 특성들이 이동거리에 미치는 영향을 개별 가구 자료를 토대로 기계학습 등 새로운 방법론을 적용하려는 시도가 진행되었다(Yi and Kim, 2018). 셋째, 주거이동의 방향성과 관련한 초기 연구라 할 수 있는 것은 호이트(Hoyt, 1939)가 제시한 선형모형이다. Hoyt(1939)는 상위 계층 주거지가 기존 지역으로부터 교통망을 따라 부채꼴 또는 썸기 형태로 도시 외곽을 향해 성장하는 경향이 있다고 하였다. 이는 도시공간구조 측면에서, 주거지의 성장과 확산을 논의한 연구이나, 주거이동이 주거지를 기반으로 이루어진다는 점에서 주거이동의 방향성과 밀접히 연관된 연구로 이해할 수 있다.

## 2. 주거이동과 방향성

주거이동의 방향성에 대해 논의한 국외의 선행연구들은 대도시권에서의 주요 주거이동 방향이 도시 중심부로부터 외곽 방향을 향하고 있음을 언급하였고, 그 결과는 대도시권의 주거지 교외화 현상을 설명하는 근거로 제시되었다(Burnley et al., 1997; Yang, 1996). 국내에서 수행된 바 있는 주거이동 방향성 관련 선행연구에서도 가구의 이주 방향이 도심으로부터의 썸기 형태를 갖고 있음을 밝혔으며(홍성조·안건혁, 2011), 이러한 패턴의 발생 원인은 대도시권 외곽에서의 도시개발로 인한 주택공급과 도심 내부의 주택가격 상승에 따른 주거지 광역화 및 교외화임을 실증하였다(김준형·최막중, 2009; 김태현, 2008; 이재수·성수연, 2014; 이재수·원재웅, 2017; 임창호 외, 2002; 최막중·김상균, 2002). 이와 더불어, 인구통계학적 또는 사회경제적 요인인 연령, 소득, 고용 등의 변수 그리고 교육, 문화, 여가 등 주거환경 역시 주거이동 패턴에 영향을 미치는 것으로 확인되었다(김준형·한정훈, 2012; 이재수·성수연, 2014; 이재수·원재웅, 2017; 최막중·

임영진, 2001; 최막중·김상균, 2002).

이 연구와 밀접한 연관성이 있는 주거이동의 기중점을 분석한 연구들 중, 서울 그리고 수도권 내 신도시인 분당과 일산에 대한 주거이동의 패턴을 분석한 연구들(이재수·성수연, 2014; 민보경·박민진, 2018)은 주로 시군구 단위의 전출지역과 전입지역을 연결하는 주거이동 행렬자료를 작성한 후 주거이동의 비중이 높은 주요 이동구간을 시각화하여 표현하였다. 이 방법론은 주거이동의 방향적 특성을 개략적으로 이해할 수 있다는 점에서 의미가 있으나, 전체 주거이동에서 비중이 낮은 주거이동이 배제되며, 시군구 이하의 소규모 공간단위에서는 시각화 결과의 인식과 해석이 어려운 한계가 있다.

Gaile and Burt(1980)는 특정 공간 및 속성 자료에 대한 방향성을 정량화하는 수학적 기법을 소개하였다. 최근에는 도시 내 활동주체들의 이동에 대한 대량의 데이터가 축적됨에 따라 이동 패턴을 이해하기 위한 새로운 분석 기법과 시각화 기술의 개발이 시도되고 있다(Senaratne et al., 2018; Sobral et al., 2019). 과거에는 주로 분석 대상지역의 전반적인 특성을 파악하는 기법을 개발·활용하였으나, 최근에는 소규모 공간단위에서의 방향성을 도출하여 시각화하는 방법론의 중요성과 유용성이 제기되고 있다(Brunsdon and Charlton, 2006).

앞서 살펴 본 선행연구들에서와 같이, 주거이동의 공간적 특성에 대한 연구는 주거분야의 전통적인 관심사 중 하나이다. 그중, 주거이동 특성과 지역 간 이동의 규모 그리고 이동거리에 대해서는 다수의 이론 및 실증적인 연구가 수행되었으나, 주거이동의 방향성, 그중에서도 소규모 공간단위의 연구는 상대적으로 부족하다. 이는 방향성을 갖는 공간자료 분석에 대한 기술적 복잡성과 함께, 이동의 방향성을 확인하기 위해 소규모 공간단위별로 집계할 수 있는 방법론의 부재 때문이다. 따라서 이 논문은 소규모 공간단위의 주거이동 방향성을 분석하기 위한 방법론을 제시하고 수도권 내 주거이동 가구에 적용함으로써, 선행연구가 지니고 있는 방법론적 한계를 보완하고 주거이동 방향성에 대한 보다 유용한 정보를 제공한다는 점에서 차별성이 있다.

## III. 연구 방법론 및 분석 자료

### 1. 주거이동 방향성 분석 방법론

‘I. 서론’에서 언급한 바와 같이, 이 연구는 소규모 공간단위에서의 주거이동 방향성에 대한 분석 방법론 구축과 연령계층 간 주거이동 방향성 차이에 대한 실증분석으로 구성된다. 전자와 관련하여 기존에 알려진 바 있는 방법론은 ‘선형 방향성 평균(linear directional mean, LDM)’ 지표이다. 이는 선형 개체들의 방향을 종합화하여 시각화하는 기법으로, 일정한 공간범위 내의 벡터들이 나타내는 평균적 방향을 도출하지만(Mitchell, 1999), 벡터가 갖는

용량은 고려할 수 없다. 이 연구에서는 선행 개체들이 갖는 용량을 가중치로 고려할 수 있도록 선행연구(Omrani et al., 2010; Kim et al., 2017)에서 제안된 ‘가중 선형 방향성 평균(weighted linear directional mean, WLDM)’을 분석 방법론으로 설정하였다. 이에 더하여, 이 연구에서 초점을 맞추는 대도시권 내 소규모 공간 단위에서의 주거이동 방향성 도출을 위해, 방법론을 적용하는 기초 공간단위를 행정동으로 설정함으로써 ‘소규모 공간단위 가중 선형 방향성 평균(small-unit WLDM)’으로 개선하였다. 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$sWLDM(j) = \arctan \frac{\sum_{i=1}^n \sin(\theta_i) \times w(ij)}{\sum_{i=1}^n \cos(\theta_i) \times w(ij)} \quad (1)$$

$sWLDM(j)$ : 종점  $j$ 의 소규모 공간단위 sWLDM  
 $\theta_i$ : 기점( $i$ )의 주거이동 벡터 방향  
 $w(ij)$ : 기중점( $ij$ ) 간 주거이동 용량(이주 가구수)

산정된 sWLDM을 사분면상의 0°를 기준으로 하는 반시계 방향의 각도로 표현하기 위해, 분자항과 분모항의 산출 값을 다음의 기준을 적용하여 조정하였다.

$$\begin{aligned} \text{분자항} \geq 0 \text{ and 분모항} \geq 0 &\Rightarrow sWLDM(j) & (2) \\ \text{분자항} \geq 0 \text{ and 분모항} < 0 &\Rightarrow 180 - |sWLDM(j)| \\ \text{분자항} < 0 \text{ and 분모항} < 0 &\Rightarrow 180 + sWLDM(j) \\ \text{분자항} < 0 \text{ and 분모항} \geq 0 &\Rightarrow 360 - |sWLDM(j)| \end{aligned}$$

연령계층 간 주거이동의 방향성 차이를 확인하기 위한 분석 방법론은 ‘평균 제곱근 오차(root mean square error, RMSE)’와 ‘대응표본 t-검정(paired sample t-test)’이다. 이를 위해, 분석 공간단위별로 산출된 sWLDM의 방향을 방위각(Azimuth)으로 변환하였다. RMSE는 다음의 식 (3)을 적용하여 산출하였으며, 이는 대조군을 기준으로 비교군의 주거이동의 방향성에 대한 오차의 크기를 의미한다.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (A_j^0 - A_j^t)^2}{n}} \quad (3)$$

$A_j^0$ : 행정동  $j$ 의 대조군 방위각  
 $A_j^t$ : 행정동  $j$ 의 비교군 방위각

대응표본 t-검정 수행을 위해, 전체 주거이동 가구를 대상으로 산출한 값을  $\pi_0$ (대조군), 가구주 연령계층( $t$ )별로 계산한 값들을

$\pi_t$ (비교군)로 설정하였다. 다음의 식 (4)는 주거이동의 방향성 차이에 대한 통계적 유의성을 확인하기 위한 대응표본 t-검정의 귀무가설과 대립가설이다.

$$\begin{aligned} \text{귀무가설}(H_0): \pi_0 - \pi_t &= 0 & (4) \\ \text{대립가설}(H_1): \pi_0 - \pi_t &\neq 0 \end{aligned}$$

## 2. 수도권 주거이동의 공간 빅 데이터 구축

행정동 단위로 연령계층 간 주거이동의 방향성을 확인하기 위해 활용된 기초자료는 ‘국내인구이동통계(세대)’이며,<sup>1)</sup> 2005년, 2010년 그리고 2015년 등 3개 년도의 자료를 사용하였다. 해당 자료는 전출지와 전입지에 대한 읍면동 단위의 공간정보와 함께, 전입사유, 세대주 연령과 성별, 세대주와의 관계, 남성 및 여성 가수원수 등의 속성정보를 포함하고 있다. 통계청의 마이크로데이터 통합서비스(MicroData Integrated Service, MDIS)를 통해 제공되는 이 자료는 전국 단위의 자료로, 그중에서 연구 수행과 관련된 정보를 추출하여 본 연구를 위한 공간 빅 데이터로 구축하였다. 자료 추출 기준은 두 가지로, 첫째, 연구의 공간적 범위의 수도권 내부에서의 이동 여부, 둘째, 세대주의 연령 정보의 포함 여부(세대주 이동에 대하여 신고한 것)이다.

앞서 언급한 주거이동 방향성 분석 방법론인 sWLDM을 적용하기 위해 구축할 필요가 있는 공간 빅 데이터의 핵심 정보는 주거이동의 전입지역과 전출지역이 이루는 벡터의 방향( $\theta_{ij}$ ) 그리고 이동 용량( $w(ij)$ )이다. 전자의 정보는 분석 공간단위인 행정동별 주거용 건축물의 평균 중심점(mean center)을 도출하고, 이들을 연결하는 선형 개체의 방향을 산출하였다. 단, 동일한 행정동 내 주거이동의 경우, 행정동 내부 주거이동에 대한 상세한 위치정보를 제공하지 않는 분석 기초자료의 특성이 연구에 포함되지 않았다. 이와 관련하여 활용한 기초자료는 다음과 같다. 주거용 건축물은 분석 시점별 도로명주소 전자지도의 건축물 공간자료이며,<sup>2)</sup> 분석 공간단위인 행정동 자료는 국가교통데이터베이스(KTDB)에서 제공하는 교통주제도이다. <표 1>은 수도권 내 행정동의 변화를 나타낸다. 연구의 공간적 범위가 동일한 경우, 이를 구성하는 세부적인 공간단위의 개수는 분석 결과에 영향을 미칠 수 있다. 세부 공간단위 개수의 증가는 상대적으로 더 상세한

표 1. 수도권 내 분석 공간단위(행정동) 변화  
 Table 1. Change of analyzing spatial units (unit: ea)

년도 Year	수도권 SMR	서울 City of Seoul	인천 City of Incheon	경기 Gyeonggi province
2005	1,189	522	140	527
2010	1,107	424	142	541
2015	1,133	424	149	560

표 2. 기초자료 및 분석자료의 주거이동 세대수

Table 2. Number of movements in the source data and constructed analyzing data (unit: household)

년도 Year	전국 The whole country	수도권 Seoul metropolitan region (SMR)						
		최종 표본 Final samples*	30세 미만 < 30 Years	30-39세 30-39 Years	40-49세 40-49 Years	50-64세 50-64 Years	65세 이상 ≥ 65 Years	
2005	6,456,941	2,980,829	2,368,982	474,890	832,327	587,729	342,805	131,231
2010	6,277,157	2,865,058	2,190,780	356,633	699,566	577,127	406,370	151,084
2015	6,098,909	2,747,379	2,092,087	281,482	588,213	533,388	498,852	190,152

\* Number of samples excluding the households whose age information is missing

이동 패턴을 나타낼 수 있으므로 분석한 결과에서의 오차가 감소될 수 있는 반면, 세부 공간단위 개수의 감소는 오차 증가의 원인이 될 수 있다.

후자의 정보에 대해서는 분석 기초자료를 토대로 연령계층별 주거이동 용량에 대한 전입지역과 전출지역 간 행렬(matrix)을 구축하였다. 연령계층 구분은 세대주 연령을 기준으로, 경제활동 시작 시점과 초혼 연령 그리고 은퇴 시점과 고령화 단계에 대한 분류 기준 등을 고려하였고, 10세 단위 구분을 원칙으로 하였다. 결과적으로, 연령계층은 청년층(30세 미만), 사회초년층(30-39세), 장년층 전반(40-49세), 장년층 후반(50-64세), 고령층(65세 이상) 등의 5개로 구분하였다.<sup>3)</sup>

이 연구에서 활용한 기초자료와 수도권 내부의 연령계층별 주거이동 방향성 분석을 위해 구축된 분석자료의 규모는 <표 2>와 같다. 2015년까지 전국의 주거이동 총량은 약 650만 건에서 약 610만 건 수준으로 감소하였으며, 그중에서 수도권 내부 이동의 비중은 약 45% 정도였다. 본 연구를 수행하기 위해 필요한 세대주 연령 정보를 포함하는 표본은 수도권 내부 주거이동의 총량 중 약 76.1-79.5% 정도에 해당하며, 이 연구에서는 해당 표본을 5개 연령계층으로 구분하여 분석에 활용하였다. 2005년부터 2015년

까지, 약 25% 수준의 비중을 점유하는 40-49세에 해당하는 연령 계층을 중심으로 연령이 낮은 계층의 주거이동 비중은 감소하였고, 높은 계층의 비중은 증가한 것으로 확인되었다.

## IV. 주거이동의 방향성 분석 결과

### 1. sWLDM 적용 결과

2005, 2010 그리고 2015년 등 3개 시점으로 구축한 주거이동 공간 빅 데이터를 활용하여, 수도권에서 주거이동을 실행한 전체 가구의 주거이동 방향성을 sWLDM으로 산출한 결과는 <그림 1>과 같다(서울, 인천의 sWLDM 시각화 결과는 [부록 <그림 1>] 참조). 표식 '▲'은 행정동별 sWLDM이 지향하는 방향을 시각화한 것이며, 5분위로 구분한 표식의 색상은 분석 시점별로 수도권 내부에서 주거이동한 가구수의 하위 20%에 해당하는 행정동(녹색)부터 상위 20%인 행정동(적색)까지를 나타낸다.

sWLDM에 대한 보다 상세한 분석 결과는 다음과 같다. sWLDM은 전반적으로 수도권 중심부에서 외곽으로의 방향을 나타냈다. 원인은 두 가지 측면에서 찾을 수 있다. 하나는 수도권 내

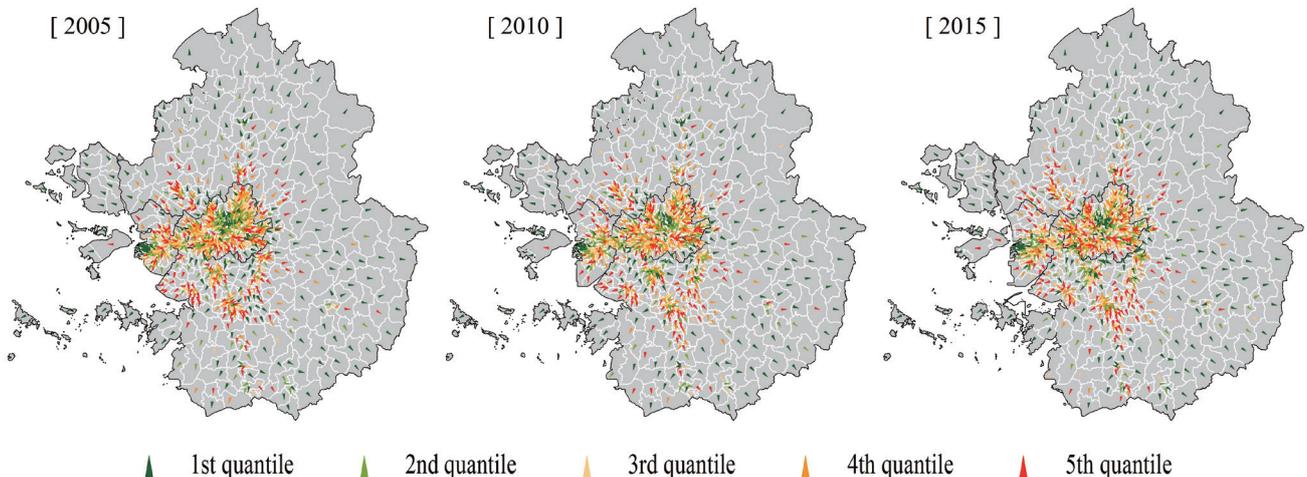


그림 1. 분석 공간단위(행정동)별 sWLDM(2005, 2010, 2015년)  
Figure 1. sWLDM by analyzing spatial unit in 2005, 2010, and 2015

분석 공간단위인 행정동의 공간적 분포로, 서울을 중심으로 하는 대도시권 중심부에 보다 밀집해 있기 때문이다. 다른 하나는 sWLDM 산정 시 가중치로 적용한 주거이동 가구의 분포로, 수도권 중심부인 서울, 인천 그리고 인접지역 도시들에서의 주거이동 가구의 규모가 도넛(donut) 형태를 보이기 때문이다. 이는 색상으로 구분된 5분위 주거이동 가구수에서도 확인할 수 있다. 상주 인구가 상대적으로 적은 서울과 인천의 구도심에 주거이동 가구수가 1분위인 행정동이 밀집한 반면, 그 이외 지역에서는 대체로 3분위 이상을 보이고 있으며, 수도권 외곽지역에 비해 서울과 인천 주변의 도시들로 주거지를 이동하는 가구가 다수 분포한다.

또한, 2005년부터 2015년까지의 변화에서는 외곽지역으로 주거지를 이동하는 가구가 확산되는 형태를 나타낸다. 이는 sWLDM 적용 결과에 대하여 지리정보시스템을 활용한 시각화 결과에서 확인할 수 있으며, 가중치로 적용한 행정동 간 주거이동 가구수의 차이에서 기인한 결과라 할 수 있다. 이들 간의 차이를 보다 명확히 확인하기 위해, 두 가지 분석을 실행하였다. 수도권 내 주거용 건축물의 평균 중심점과 행정동별 주거용 건축물의 평균 중심점을 연결하는 벡터의 방향과 sWLDM 간 차이를 산출하고 이를 지리정보시스템을 통해 시각적으로 표현하였으며, RMSE를 산출하여 그 변화를 검토하였다. 전자는 개별 행정동 단위에서의 변화를 확인하기 위한 것이며, 후자는 분석 대상지역인 수도권에서의 전체적인 차이에 대한 변화 양상을 파악하기 위한 분석이다.

$$\begin{aligned} |A'_j - A_j^{Cen}| \leq 180 &\Rightarrow |A'_j - A_j^{Cen}| \\ |A'_j - A_j^{Cen}| > 180 &\Rightarrow 360 - |A'_j - A_j^{Cen}| \end{aligned} \quad (5)$$

$A'_j$ : 행정동  $j$ 의 주거이동 방위각

$A_j^{Cen}$ : 주거용 건축물 평균 중심점과 행정동  $j$ 간 방위각

식 (5)를 통하여 산출된 값은 두 방위각이 이루는 예각의 크기이며, 이를 시각화하면 <그림 2>와 같다. 행정동별 색상은 두 벡터가 이루는 방위각을 기준으로 0°-15°, 15°-30°, 30°-60° 그리고 60°-180° 등 4개 구간으로 구분한 것으로, 검은색에 가까울수록 방위각 차이가 큰 행정동을 나타낸다. 2005, 2010, 2015년의 3개 년도를 비교하면, 동일 또는 유사한 위치의 행정동에서도 주거이동의 방향성 변화를 확인할 수 있다.

<표 3>의 결과를 도출하기 위해, 앞서 제시한 식 (3)의 RMSE를 적용하기 위한 대조군은 수도권의 주거용 건축물 평균 중심점과 행정동별 주거용 건축물의 평균 중심점을 연결하는 벡터의 방위각이고, 비교군은 행정동별 sWLDM의 방위각이다. 수도권 전체, 서울 그리고 인천 및 경기도 등 세 범역을 대상으로 분석 시점에 대하여 RMSE를 적용한 결과는 다음과 같다. 분석 범위 모두에서, 2010년의 RMSE 값이 2005년과 2015년에 비해 상대적으로 작은 값이 산출되었고, 수도권 내 행정동들의 분포 특성으로 인하여 서울이 인천 및 경기도에 비해 다소 큰 RMSE를 보였다. 2005년

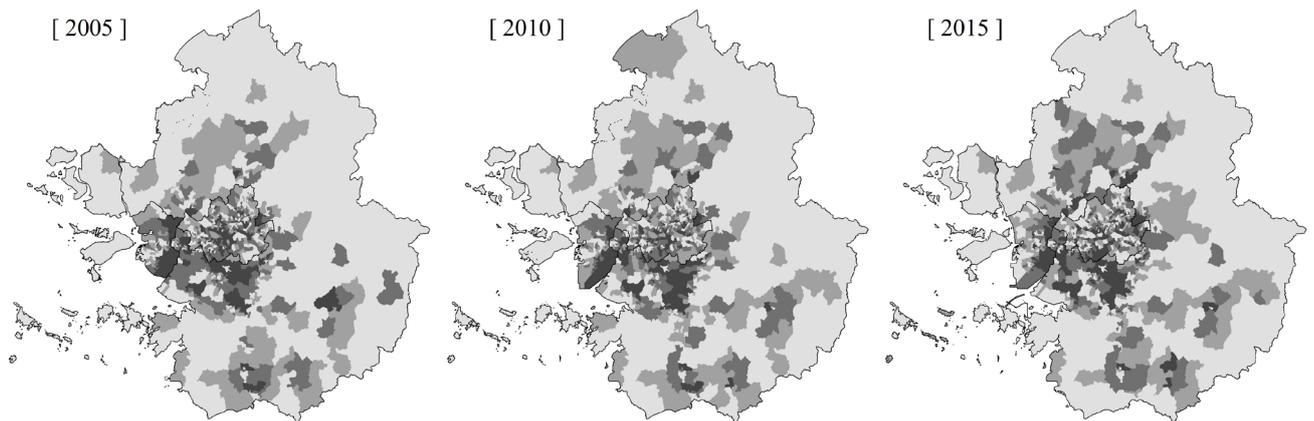


그림 2. sWLDM과 주거용 건축물 평균 중심점 방향 간 차이(2005, 2010, 2015년)

Figure 2. Difference between the sWLDM of each analyzing spatial unit and the direction from the mean center in 2005, 2010, and 2015

표 3. sWLDM과 주거용 건축물 평균 중심점 방향 간 평균 제곱근 오차

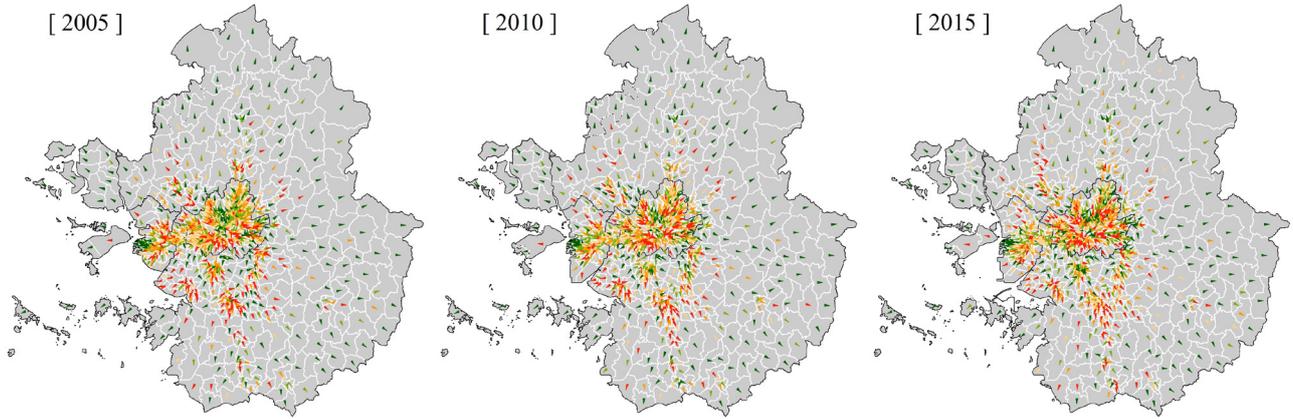
Table 3. RMSE of the sWLDM by analyzing spatial unit compared to the directions from the mean center

년도 Year	수도권 SMR	서울 City of Seoul	인천 및 경기 City of Incheon & Gyeonggi province
2005	51.015	55.215	47.458
2010	46.916	48.672	45.788
2015	49.965	52.728	48.232

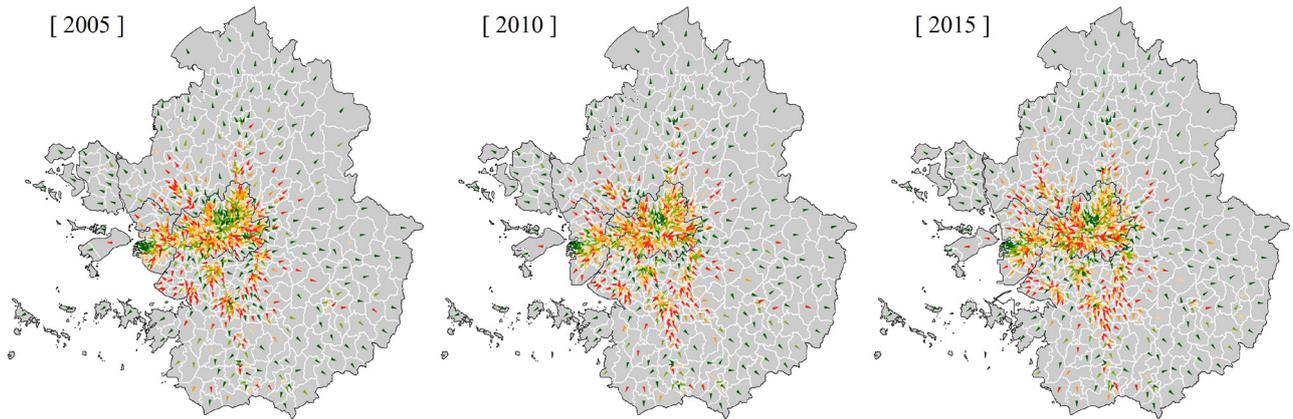
과 2015년을 비교하면, 수도권 전체적으로는 RMSE가 감소하였으나, 범역을 구분하여 RMSE를 산출한 결과는 서울에서는 감소 그리고 인천 및 경기에서는 증가한 것으로 확인되었다. 이는 서

울에 거주하던 가구들의 자유로운 주거이동 방향성이 상대적으로 일정한 방향성을 지니는 형태로 변화하고 있음을 의미한다. 대조군으로 활용한 방위각의 특성을 고려하면, 수도권 거주가구

# The under 30 (years old) group



# The 30-39 (years old) group



# The 40-49 (years old) group

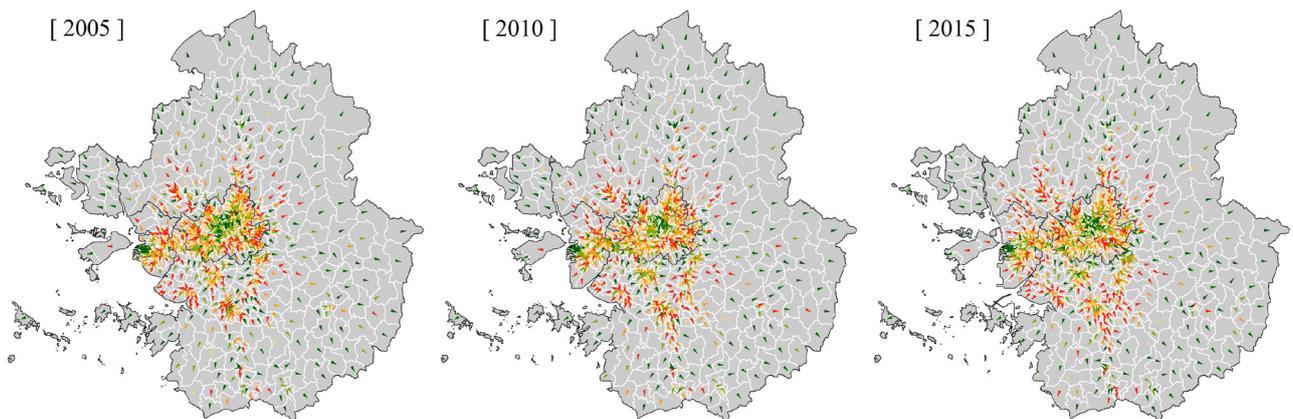
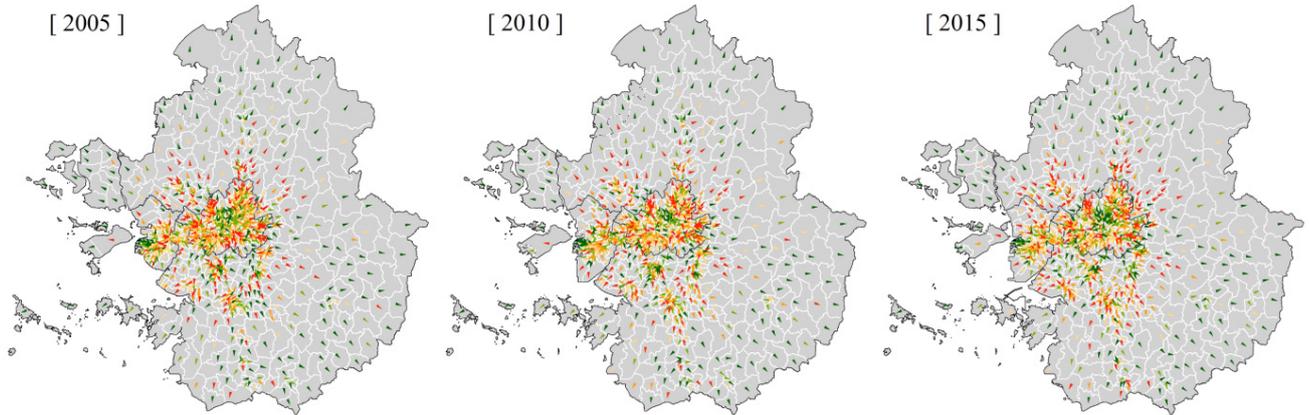


그림 3. 연령계층별 sWLDM(2005, 2010, 2015년)  
Figure 3. sWLDM by age group in 2005, 2010, and 2015

다음 페이지에 계속(Continued on next page)

# The 50-64 (years old) group



# The over 65 (years old) group

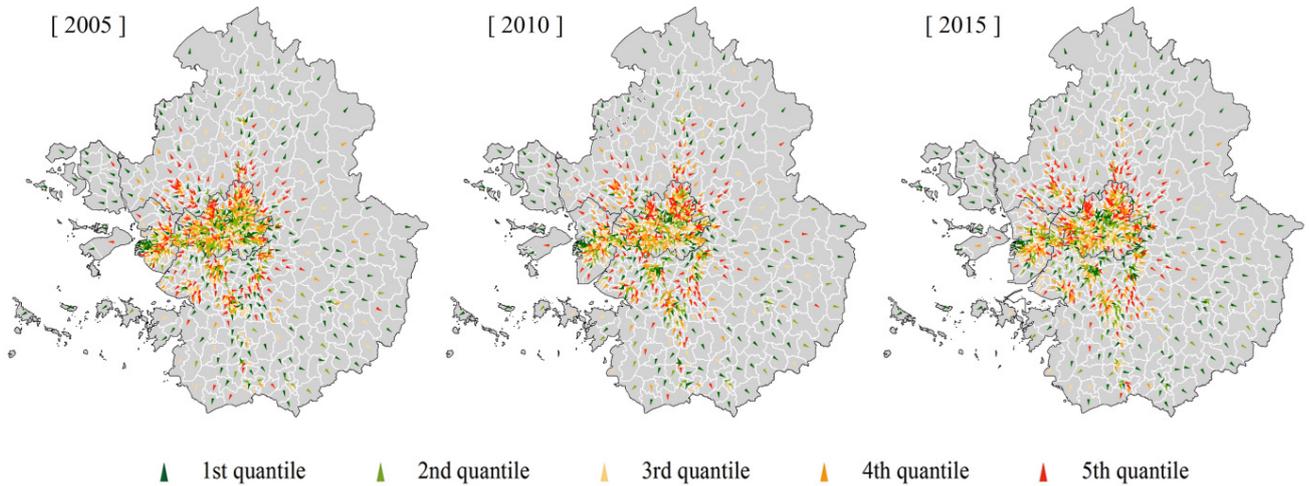


그림 3. 연령계층별 sWLDM(2005, 2010, 2015년)  
Figure 3. sWLDM by age group in 2005, 2010, and 2015

의 주거이동 방향이 수도권 외곽 방향을 지향하는 경우가 많아지고 있는 것으로 이해할 수 있다.

2. 연령계층별 주거이동의 방향성 분석

가구는 생애주기 단계의 변화 시점마다 주거이동성이 증가하며, 주거지에 대한 요구와 선호 그리고 이동과 관련한 원인과 특성에서 차이가 나타난다(Rossi, 1955). 이 연구에서는 가구주 연령을 기준으로 연령계층을 구분하여, 각 집단 간 주거이동의 방향성 차이를 확인하였다. 연령계층은 30세 미만, 30-39세, 40-49세, 50-64세, 65세 이상 등 5개 집단으로 구분하였고(Ⅲ.2. 수도권 주거이동의 공간 빅 데이터 구축' 참조), 연령계층별 주거이동 방향성 분석은 식 (1)의 가중치( $w(ij)$ )를 연령계층별 주거이동 가구수로 대체 적용한 연령계층별 sWLDM 산출을 통해 수행되었다.

각 분석 시점에 대한 연령계층별 분석 공간단위(행정동)의

sWLDM을 시각화하여 표현한 결과는 <그림 3>과 같다. <그림 3> 역시, 표식 '▲'의 색상은 수도권 내 연령계층별 주거이동 가구수가 하위 20%에 해당하는 행정동(녹색)과 상위 20%인 행정동(적색) 등을 나타낸다. sWLDM의 시각화 결과에서, 주거이동 방향성은 동일 또는 유사 위치의 행정동이라 할지라도 분석 시점 및 연령계층에 따른 차이를 보였다.

sWLDM의 시각화와 함께, 정량적인 통계분석을 병행하였다. 분석 방법론은 RMSE와 대응표본 t-검정이다. 이러한 분석을 수행하기 위한 대조군은 수도권 내 행정동 전체 주거이동 가구에 대한 sWLDM의 방위각 그리고 비교군은 수도권 내 행정동 연령계층별 주거이동 가구에 대한 sWLDM의 방위각이다. 그리고 대응표본 t-검정에서는 수도권 내 전체 주거이동 가구와 연령계층별 주거이동 가구에 대해 산출한 sWLDM 방위각 간의 분석을 추가적으로 실행하였다.

<표 4>는 분석 시점별 수도권 내 전체 주거이동 가구의 sWLDM

표 4. 연령계층별 평균 제공근 오차  
Table 4. Application result of RMSE by age group

지역 Region	년도 Year	30세 미만 < 30 Years	30-39세 30-39 Years	40-49세 40-49 Years	50-64세 50-64 Years	65세 이상 ≥ 65 Years
수도권 SMR	2005	24.900	15.959	30.354	27.363	37.788
	2010	24.368	16.328	25.735	25.646	33.378
	2015	27.807	20.615	26.921	23.379	31.350
서울 City of Seoul	2005	30.997	20.134	38.813	37.130	45.989
	2010	31.800	20.660	33.688	33.391	43.456
	2015	34.814	25.888	32.853	31.570	41.738
인천 및 경기 City of Incheon & Gyeonggi province	2005	18.794	11.684	21.501	15.947	29.828
	2010	18.251	12.912	19.184	19.314	25.126
	2015	22.577	16.670	22.624	16.634	22.967

의 방위각과 해당 년도의 연령계층별 주거이동 가구의 sWLDM의 방위각을 각각 대조군과 비교군으로 하여, 연령계층별 RMSE를 산출한 결과이다. 이는 행정동별 주거이동의 전반적인 방향성과 특정 연령계층 간의 방향성 차이를 의미한다. 전체적으로, 65세 이상 연령계층 집단의 RMSE가 최대로 산출되었고, 40-49세, 50-64세, 30세 미만의 순으로 RMSE의 크기가 감소하였으며, 30-39세 연령계층에서 최소였다. 이는 가구의 생애주기 단계 변화와 주거이동성 간의 관계로 이해할 수 있다. RMSE가 최소인 30-39세 연령계층을 구성하는 사회초년생 및 신혼부부는 취업과 신혼집 마련을 위해 전반적으로 유사한 주거이동의 방향성을 나타내는 반면(임창호 외, 2002), 65세 이상 연령계층에서 확인된 최대 RMSE는 은퇴 후의 자유로운 주거지 선택의 가능성을 보여준다(김준형·한정훈, 2012). 자녀의 교육을 중시하고 주택에 대한 소유를 본격화하는 생애주기 단계에 속하는 40-49세 및 50-64세 연령계층(이재수·성수연, 2014; 이재수·원재웅, 2017)이 상대적으로 높은 RMSE를 나타냈다. 반면, 30세 미만 연령계층의 경우에는 2010년까지 상대적으로 작은 RMSE를 보였으나, 2015년에는 수도권 전역에서 상대적으로 높은 RMSE가 산출되었다. 이는 해당 시기에 본격화된 대학생 또는 1인 가구 등 청년층 주거문제를 고려할 때, 타 연령계층에 비해 이동거리와 방향에서 일관성을 보이기보다는 상대적으로 수용가능한 여러 가지 주거지 선택 대안을 강구한 것으로 이해될 수 있다(하성규, 2004; 이창호·이승일, 2012).

분석 시점에 따른 연령계층별 RMSE의 변화 역시 확인되었다. 2005년부터 2015년간의 변화를 살펴보면, 수도권 전체에서는 39세 이하인 연령계층에서는 RMSE가 증가하였고, 40세 이상의 연령계층에서는 감소하였다. 서울의 경우에는 39세 이하 연령계층에서 RMSE의 증가가 두드러진 반면, 인천 및 경기에서는 65세 이상 연령계층에서만 감소하였다. 이러한 결과는 서울 외곽지역을 대상으로 하는 대규모 주택 공급에 따른 주거이동 방향성의 변

화를 가장 주요한 원인으로 추정할 수 있다. 지역 및 연령계층별로 살펴보면, 30대 이하 연령계층은 주거문제와 함께 고용지로의 접근성을 중시하는 주거입지 선택 행태를 가지며, 인천 및 경기 지역의 40-64세 이하 연령계층은 서울 외곽지역에서 시행된 도시개발에 따라 주거이동의 방향이 다양해진 것으로 해석된다. 그리고 수도권에 거주하는 65세 이상 은퇴 연령계층에서의 전반적인 RMSE 감소는 탈도시화 및 귀농 등 가구별 선호에 따른 것으로 해석할 수 있다(김준형·한정훈, 2012; 이재수·성수연, 2014; 임창호 외, 2002; 최막중·김상균, 2002).

대응표본 t-검정을 활용하여, 수도권 내에서 주거이동을 실행한 가구 전체와 연령계층 간의 주거이동 방향성 차이에 대한 통계적 유의성을 분석한 결과는 <표 5>와 같다. 첫째, 수도권 내 주거이동 가구 전체와 연령계층별 행정동의 sWLDM을 비교한 결과에서, 2005년에는 통계적으로 유의미한 차이가 확인되지 않았다. 그러나 2010년에는 40세 이상의 전 연령계층에서 유의미한 차이가 확인되었고(유의수준 0.1의 경계에 있는 65세 이상 연령계층 포함), 2015년에는 상대적으로 고용 여건이 주거입지 선택에 주요한 영향을 미치는 30대 연령계층에서만 통계적으로 유의미한 차이가 확인되었다. 수도권의 중심도시인 서울과 외곽지역에 해당하는 인천 및 경기도로 구분하여 연령계층별 대응표본 t-검정을 수행한 결과는 다음과 같이 해석할 수 있다. 서울의 경우는 50-64세 연령계층에서 지속적으로 유의미한 주거이동의 방향성 차이를 나타냈다. 반면, 인천 및 경기지역에서는 40대 연령계층에서의 유의미한 주거이동 방향성 차이와 함께, 2015년에는 65세 이상 연령계층을 제외한 전 연령계층에서의 주거이동 방향성 차이가 확인되었다. 이는 서울 내부에서의 추가적인 주택공급이 부족한 상황에서, 서울 외곽에서 진행된 주택공급이 서울 거주가구의 해당지역에 대한 주거지 선택과 함께, 인천 및 경기지역 거주가구의 주거이동 방향성 다변화로 인해 나타난 결과로 이해할 수 있다.

표 5. 연령계층별 대응표본 t-검정 결과

Table 5. Results of paired sample t-test by age group

년도 Year	연령계층 Age group	수도권 SMR			서울 City of Seoul			인천 및 경기 City of Incheon & Gyeonggi province		
		평균 Mean	표준 편차 Std. D.	t-값 t-value	평균 Mean	표준 편차 Std. D.	t-값 t-value	평균 Mean	표준 편차 Std. D.	t-값 t-value
2005	30세 미만 <30 Years	0.17217	67.245	0.088	-1.64073	88.616	-0.422	1.59131	43.791	0.936
	30-39세 30-39 Years	0.14639	44.016	0.114	0.66859	54.024	0.282	-0.26317	34.214	-0.198
	40-49세 40-49 Years	2.34139	78.342	1.029	-6.75426	95.526	-1.614 <sup>†</sup>	9.47818	60.724	4.022 <sup>***</sup>
	50-64세 50-64 Years	-1.39595	79.294	-0.606	-9.80107	101.192	-2.211 <sup>**</sup>	5.18911	55.704	2.402 <sup>**</sup>
	65세 이상 ≥65 Years	0.37322	85.961	0.150	-2.28487	101.588	-0.513	2.45572	71.382	0.887
2010	30세 미만 <30 Years	-3.30884	74.650	-1.472	-5.49862	98.501	-1.149	-1.94143	54.767	-0.924
	30-39세 30-39 Years	-0.50736	54.074	-0.312	1.24417	70.472	0.364	-1.59949	40.655	-1.026
	40-49세 40-49 Years	4.67977	63.108	2.464 <sup>**</sup>	3.12822	82.145	0.784	5.64722	47.575	3.095 <sup>***</sup>
	50-64세 50-64 Years	-4.51809	69.826	-2.149 <sup>**</sup>	-14.05079	96.261	-3.006 <sup>***</sup>	1.43458	45.291	0.825
	65세 이상 ≥65 Years	-3.80853	77.146	-1.640 <sup>†</sup>	-3.55724	90.068	-0.813	-3.96522	67.928	-1.522 <sup>†</sup>
2015	30세 미만 <30 Years	1.48448	85.092	0.586	11.29644	111.600	2.084 <sup>**</sup>	-4.41662	63.445	-1.848 <sup>*</sup>
	30-39세 30-39 Years	-3.34034	60.036	-1.870 <sup>*</sup>	-0.16499	78.767	-0.043	-5.24735	45.165	-3.087 <sup>***</sup>
	40-49세 40-49 Years	-0.06103	63.221	-0.032	-5.39041	80.942	-1.371	3.14416	49.399	1.690 <sup>*</sup>
	50-64세 50-64 Years	-0.98933	68.823	-0.483	-9.16230	88.859	-2.123 <sup>**</sup>	3.91214	52.784	1.971 <sup>**</sup>
	65세 이상 ≥65 Years	-1.31021	81.124	-0.543	-2.23854	100.713	-0.458	-0.75268	66.726	-0.300

† Approached significant level of 0.10, \* Sig.<0.10; \*\* sig.<0.05; \*\*\* sig.<0.01

## V. 요약 및 결론

도시계획 분야에서, 빅 데이터는 시간의 흐름에 따라 집계(aggregation)되어 해석·이해할 수 있을 때 장래 도시의 변화에 대한 장기적인 계획과 정책의 방향 설정에 유용하게 활용될 수 있다(Batty, 2013; Kitchin, 2014). 이 연구에서는 대도시권 내 주거이동의 공간적 특성에 대한 선행연구에서 아직까지 검토되지 않았던 개별 가구의 소규모 공간단위 간 주거이동을 집계화하여 이동의 방향성에 대한 정보를 도출하는 방법론을 제안하였다. 그리고 이를 수도권 내 주거이동 가구들을 대상으로 적용하여 연령계층 간 주거이동의 방향성 차이와 변화를 분석하였다. 이 연구의 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 소규모 공간단위의 주거이동 방향성 분석과 관련하여, 국내에서 구득 가능한 가구 또는 세대별 주거이동의 가장 상세한 정보인 '국내인구이동통계(세대)' 자료를 주거이동 공간 빅 데이터로 구축하는 내용을 기술하였다. 또한, 다수 선형 개체들의 전체적인 방향성을 분석하는 기존 방법론인 LDM을 개선하여, 선형 개체의 용량을 가중치로 반영할 수 있고, 주거이동의 방향성을 소규모 공간단위로 집계하여 파악할 수 있는 방법론인 sWLDM을 제안하였다.

둘째, sWLDM을 2005, 2010, 2015년 등 3개 시점의 수도권 내

주거이동 가구에 대하여 적용하였다. 이 과정에서 sWLDM의 가중치로 행정동 간 전체 및 연령계층별 가구의 주거이동 용량을 적용하여 행정동별 주거이동의 방향성을 도출하였다. 지리정보시스템을 활용하여 시각화한 결과, 가구의 주거이동 방향성이 분석 시점과 지역 그리고 연령계층에 따라 차이가 있음을 확인하였다. 세부적으로, 전체 가구의 주거이동 방향성을 기준으로 고령층에서의 주거이동 방향성 차이는 감소 그리고 청년, 사회초년생, 신혼부부 등에 해당하는 연령계층에서는 증가하고 있음을 확인하였으며, 이는 가구의 생애주기 단계별 특성의 변화로 해석할 수 있다. 분석 시점 중, 2005년부터 2015년까지의 행정동별 주거이동 방향성은 지역별로 구분하여 분석하였을 때, 연령계층 간 유의미한 차이가 점차 뚜렷해짐을 확인하였다. 이는 선행연구들에서 밝힌 바 있는 서울 외곽에서의 주택공급으로 인한 서울 거주가구의 교외화와 인천 및 경기지역 거주가구의 거주지 선택의 다변화 그리고 연령계층별로 사회경제적 여건을 고려한 주거문제에 대한 반응과 선택 행태로 인해 발생하는 주거이동 방향성의 변화로 이해할 수 있다.

이 연구는 국가 공인 통계자료를 공간 빅 데이터로 구축하고 활용하였다는 점에서, 기존 자료를 활용한 새로운 지식정보 창출이라는 의미를 지니며, 기존에 이미 알려져 있는 전체적인 공간범위에 대한 이동의 방향성 파악이 아닌, 소규모 공간단위별 이동

의 방향성을 분석할 수 있는 방법론을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 또한, 기존의 주거이동 방향성 관련 선행연구들이 확인한 바 있는 대도시권 가구의 교외화가 분석의 대상, 공간단위, 시간적 변화에 따라 차이가 있음을 실증하였다는 점은 이 연구의 의미 중 하나라 할 수 있다. 주거이동 관련 공간 빅 데이터를 보다 이해하기 용이한 행정동 단위로 집계한 수도권 적용 결과는 대도시권 가구의 주거이동의 패턴에 바탕을 둔 주택공급 및 주거복지 정책과 관련하여 참고할 수 있는 정보를 제공한다는 점에서도 시사점이 있다. 반면, 구축할 수 있는 분석 기초자료의 한계로 인한 행정동 단위 내부에서의 주거이동에 대한 반영 그리고 연령계층 이외의 소득, 자산 등 주거이동 방향성에 차이를 발생시킬 수 있는 요인에 대한 추가적인 고려와 인과관계에 기초한 실증분석 등은 향후에 추가적인 연구가 필요한 부분임을 밝혀둔다.

- 주1. '빅 데이터'는 매우 큰 용량(volume), 빠른 속도(velocity) 그리고 높은 다양성(variety) 등을 갖는 정보 자산으로 그 특성이 정의됨(Laney, 2001). 이 중 다양성(variety)은 데이터의 종류를 의미하는 특성이며, 일반적으로 빅 데이터의 형태로 알려진 대용량의 비정형 데이터 외에도 이 연구에서 활용한 '국내인구기동통계(세대)' 자료와 같은 정형 및 반정형 데이터 모두가 빅 데이터의 형태에 포함됨(Chan, 2013; De Mauro et al., 2016). 또한, '국내이동통계(세대)' 자료는 위치정보인 주거이동의 기종점 행정동 정보를 포함하고 있다는 점에서 공간 빅 데이터로 구축될 수 있음.
- 주2. 도로명주소 전자지도는 현재 도로명주소 안내시스템(juso.go.kr)을 통해 자료를 제공하고 있으며, 본 연구에서는 기존에 구축한 분석시점별 건축물 자료 중 주용도가 '주거'인 건축물을 추출하여 평균 중심점 산출에 활용하였음.
- 주3. 생애주기 단계를 구분하는 대표적인 요인은 가구 구성원의 변화이나, 다수의 선행연구에서 가구주 연령은 가구 구성원 변화를 대체할 수 있는 가장 유용한 대체변수로 활용하고 있음.

인용문헌  
References

1. 김성훈, 2016.8.12. "[신혼부부 주거실태] '탈서울' 신혼부부... 'in 서울' 두배", 이데일리.  
Kim, S.H., 2016, August 12. "[Newlyweds' Residential Circumstance] 'Exodus from Seoul' Newlyweds... Twice as Much as 'in Seoul' Newlyweds", *Edaily*.
2. 김인유, 2019.2.24. "청·중년층 '서울 엑소더스'로 경기도 유입인구 증가", 연합뉴스.  
Kim, I.Y., 2019, February 24. "Increasing Influx Population in Gyeonggi Province According to 'Exodus from Seoul' of Young and Middle Age People", *Yonhap News Agency*.
3. 김준형·최막중, 2009. "지역주택가격이 임차가구의 점유형태와 주거입지 이동에 미치는 영향", 「국토계획」, 44(4): 109-118.  
Kim, J.H. and Choi, M.J., 2009. "The Effects of Residential Housing Prices on Changes in Tenure and Residential Location of Tenants in Korea", *Journal of Korea Planning Association*, 44(4): 109-118.

4. 김준형·한정훈, 2012. "은퇴 이후의 주거입지: 서울거주 인구를 중심으로", 「국토계획」, 47(3): 159-173.  
Kim, J.H. and Han, J.H., 2012. "Residential Mobility on Retirement: Evidence from the Aging Population in Seoul", *Journal of Korea Planning Association*, 47(3): 159-173.
5. 김태현, 2008. "서울시내 주거이동의 시·공간적 특성", 「국토계획」, 43(7): 193-194.  
Kim, T.H., 2008. "Spatio-temporal Characteristics of Intra-city Residential Mobility in Seoul", *Journal of Korea Planning Association*, 43(7): 193-194.
6. 민보경·박민진, 2018. "신도시의 세대별 주거이동 패턴 분석: 분당과 일산을 중심으로", 「GRI연구논총」, 20(4): 47-68.  
Min, B.G. and Park, M.J., 2018. "Regional Development Implications Based on Residential Mobility Analysis in Bundang and Ilsan", *GRI Review*, 20(4): 47-68.
7. 신정철·안영수·이승일, 2019. "서울시 가구주 연령대별 주거이동 거리 변화 실증분석: 2005-2015년", 「국토계획」, 54(1): 118-130.  
Shin, J.C., An, Y.S., and Lee, S., 2019. "Empirical Analysis of Change in Residential Mobility Distance of Householder by Age Group in Seoul between 2005 and 2015", *Journal of Korea Planning Association*, 54(1): 118-130.
8. 이재수·성수연, 2014. "서울 전출입 가구의 주거이동 패턴과 특성 연구: 2000-2010", 「국토계획」, 49(7): 53-65.  
Lee, J.S. and Seong, S.Y., 2014. "Investigating the Patterns and Characteristics of Residential Mobility in the Seoul Metropolitan Region: 2000-2010", *Journal of Korea Planning Association*, 49(7): 53-65.
9. 이재수·원재웅, 2017. "서울 전출입 가구의 주거이동 특성과 이동 요인 연구: 2001~2010년 간 서울 대도시권의 가구이동", 「국토계획」, 52(5): 27-45.  
Lee, J.S. and Won, J.W., 2017. "An Investigation into the Attributes and Causes of Residential Mobility in the Seoul Metropolitan Region: Household Mobility between 2001 and 2010", *Journal of Korea Planning Association*, 52(5): 27-45.
10. 이창효·이승일, 2012. "가구 구성원 변화에 따른 주거이동의 영향요인 분석 - 수도권 거주가구의 주택 거주기간을 고려하여 -", 「국토계획」, 47(4): 205-217.  
Yi, C.H. and Lee, S.I., 2012. "Analyzing the Factors on Residential Mobility According to the Household Member's Change - In Consideration of Residential Duration of the Households in the Seoul Metropolitan Area -", *Journal of Korea Planning Association*, 47(4): 205-217.
11. 이희연, 2008. 「인구이동 확장모형 개발 및 실증분석」, 안양: 국토연구원.  
Lee, H.Y., 2008. *Development of the Extended Migration Model and Its Empirical Analysis*, Anyang: Korea Research Institute for Human Settlements.
12. 임창호·이창무·손정락, 2002. "서울 주변지역의 이주 특성 분석", 「국토계획」, 37(4): 95-108.  
Yim, C.H., Lee, C.M., and Sohn, J.R., 2002. "Migration Characteristics in the Seoul Metropolitan Area in the 1990s", *Journal of Korea Planning Association*, 37(4): 95-108.
13. 최막중·김상균, 2002. "고용 및 녹지 접근성을 동시에 고려한 잠재력 모형의 주거입지 수요추정", 「국토계획」, 37(2): 55-63.  
Choi, M.J. and Kim, S.K., 2002. "Estimation of Residential Location Demand Based on the Modified Potential Model Incorporating both Employment and Open Space Accessibility", *Journal of Korea*

- Planning Association*, 37(2): 55-63.
14. 최막중·임영진, 2001, “가구특성에 따른 주거입지 및 주택유형 수요에 관한 실증분석”, 『국토계획』, 36(6): 69-81.  
Choi, M.J. and Lim, Y.J., 2001. “Empirical Analyses of the Relationships between Household Characteristics and Preference of Residential Location and Housing Types”, *Journal of Korea Planning Association*, 36(6): 69-81.
  15. 하성규, 2004, 『주택정책론』 제3전정증보판, 서울: 박영사.  
Ha, S.K., 2004. *Housing Policy and Practice in Korea*, Seoul: Pakyoungsa.
  16. 홍성조·안건혁, 2011, “일반적 장이론에 의한 서울의 주거지 분화에 관한 연구 - 주거이동권을 중심으로 -”, 『국토계획』, 46(5): 153-165.  
Hong, S.J. and Ahn, K.H., 2011. “Residential Differentiation of Seoul Based on General Field Theory - Focused on Migration Fields -”, *Journal of Korea Planning Association*, 46(5): 153-165.
  17. Batty, M., 2013. “Big Data, Smart Cities and City Planning”, *Dialogues in Human Geography*, 3(3): 274-279.
  18. Brown, L.A. and Longbrake, D.B., 1970. “Migration Flows in Intraurban Space: Place Utility Considerations”, *Annals of the Association of American Geographers*, 60(2): 368-384.
  19. Brown, L.A. and Moore, E.G., 1970. “The Intra-urban Migration Process: A Perspective”, *Geografiska Annaler*, 52(1): 1-13.
  20. Brunson, C. and Charlton, M., 2006. “Local Trend Statistics for Directional Data—A Moving Window Approach”, *Computers, Environment and Urban Systems*, 30(2): 130-142.
  21. Burnley, I.H., Murphy, P.A., and Jenner, A., 1997. “Selecting Suburbia: Residential Relocation to Outer Sydney”, *Urban Studies*, 34(7): 1109-1127.
  22. Chan, J.O., 2013. “An Architecture for Big Data Analytics”, *Communications of the IIMA*, 13(2): 1-14 (Article No. 1).
  23. De Mauro, A., Greco, M., and Grimaldi, M., 2016. “A Formal Definition of Big Data Based on Its Essential Features”, *Library Review*, 65(3): 122-135.
  24. Dieleman, F.M., 2001. “Modelling Residential Mobility: A Review of Recent Trends in Research”, *Journal of Housing and the Built Environment*, 16(3-4): 249-265.
  25. Gaile, G.L. and Burt, J.E., 1980. *Directional Statistics*, Norwich: Geo Abstracts Ltd.
  26. Hoyt, H., 1939. *The Structure and Growth of Residential Neighborhoods in American Cities*, Washington DC: U.S. Government Printing Office.
  27. Kim, I.H, Feng, C.C., and Wang, Y.C., 2017. “A Simplified Linear Feature Matching Method Using Decision Tree Analysis, Weighted Linear Directional Mean, and Topological Relationships”, *International Journal of Geographical Information Science*, 31(5): 1042-1060.
  28. Kitchin, R., 2014. “The Real-Time City? Big Data and Smart Urbanism”, *GeoJournal*, 79(1): 1-14.
  29. Laney, D., 2001. “3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety”, *Application Delivery Strategies*, META Group, File: 949.
  30. Loren, D.L., Eva, K., and Boaz, K., 2010. “Residential Relocation of Amenity Migrants to Florida: “Unpacking” Post-amenity Moves”, *Journal of Aging Health*, 22(7): 1001-1028.
  31. Mitchell, A., 1999. *The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 1: Geographic Patterns and Relationships*, New York: Esri Inc.
  32. Moore, E.G., 1972. *Residential Mobility in The City*, Washington D.C.: Association of American Geographers.
  33. Niedomysl, T., 2011. “How Migration Motives Change over Migration Distance: Evidence on Variation across Socio-economic and Demographic Groups”, *Regional Studies*, 45(6): 843-855.
  34. OECD, 2016. *OECD Regions at a Glance 2016*, Paris.
  35. Omrani, H., Charif, O., Klein, O., Gerber, P., and Trigano, P., 2010. “An Approach for Spatial and Temporal Data Analysis: Application for Mobility Modeling of Workers in Luxembourg and Its Bordering Areas”, Paper presented at 2010 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Istanbul.
  36. Park, E.H. and Lee, J.W., 2015. “A Study on Policy Literacy and Public Attitudes toward Government Innovation-Focusing on Government 3.0 in South Korea”, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 1: 1-11 (Article No. 23).
  37. Ravenstein, E.G., 1885. “The Laws of Migration”, *Journal of the Statistical Society of London*, 48(2): 167-235.
  38. Rossi, P.H., 1955. *Why Families Move: A Study in The Social Psychology of Urban Residential Mobility*, New York: Free Press.
  39. Senaratne, H., Mueller, M., Behrisch, M., Lalanne, F., Bustos-Jiménez, J., Schneidewind, J., Keim, D., and Schreck, T., 2018. “Urban Mobility Analysis with Mobile Network Data: A Visual Analytics Approach”, *IEEE Transactions of Intelligent Transportation Systems*, 19(5): 1537-1546.
  40. Sobral, T., Galvão, T., and Borges, J., 2019. “Visualization of Urban Mobility Data from Intelligent Transportation Systems”, *Sensors*, 19(2): 1-28 (Article No. 332).
  41. Yang, J., 1996. “Transportation Implications of Land Development in a Transitional Economy: Evidence from Housing Relocation in Beijing”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1954: 7-14.
  42. Yi, C.H. and Kim, K.J., 2018. “A Machine Learning Approach to the Residential Relocation Distance of Households in the Seoul Metropolitan Region”, *Sustainability*, 10(9): 1-19 (Article No. 2996).
  43. Zipf, G.K., 1946. “The P1P2/D Hypothesis: On the Intercity Movement of Persons”, *American Sociological Review*, 11(6): 677-686.

### 부 록 Appendix

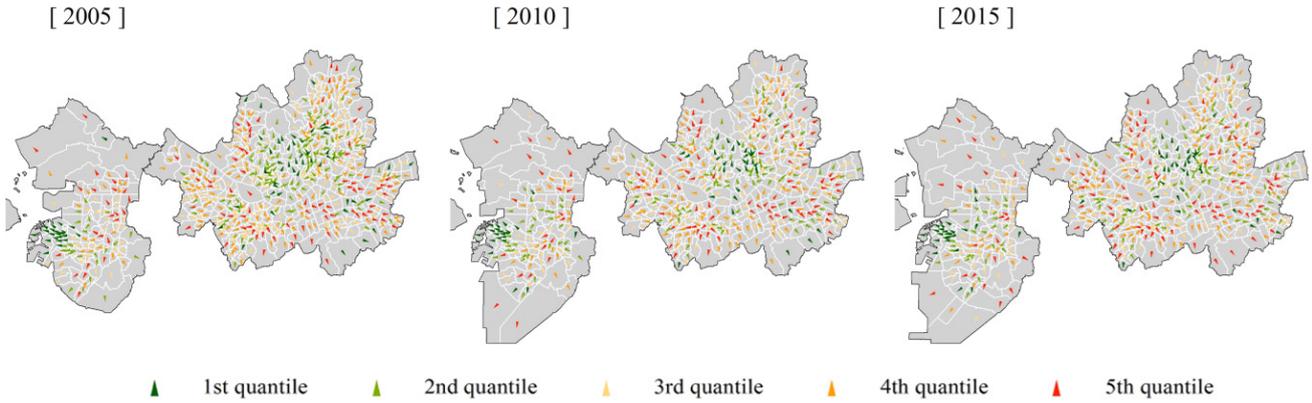
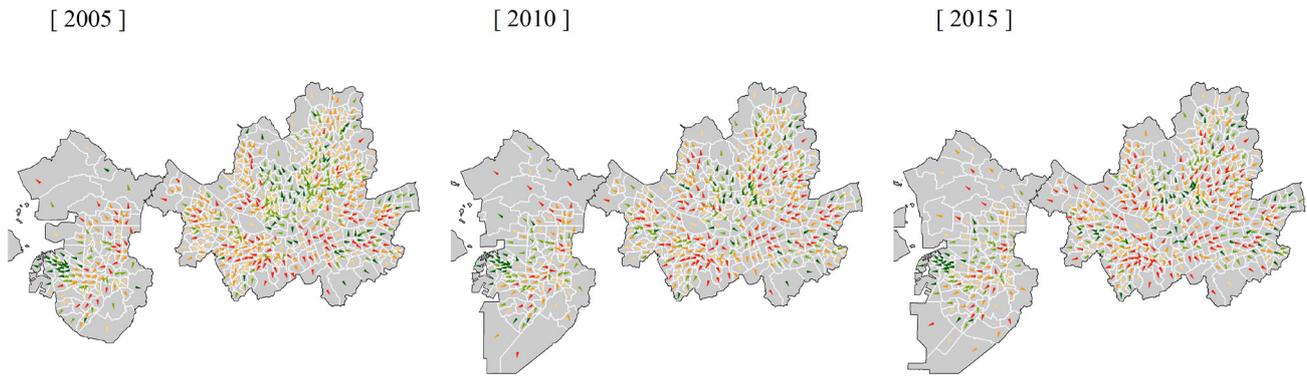


그림 1. 분석 공간단위(행정동)별 sWLDM(2005, 2010, 2015년): 서울, 인천  
Figure 1. sWLDM by analyzing spatial unit of city of Seoul and Incheon in 2005, 2010, and 2015

#### # The under 30 (years old) group



#### # The 30-39 (years old) group

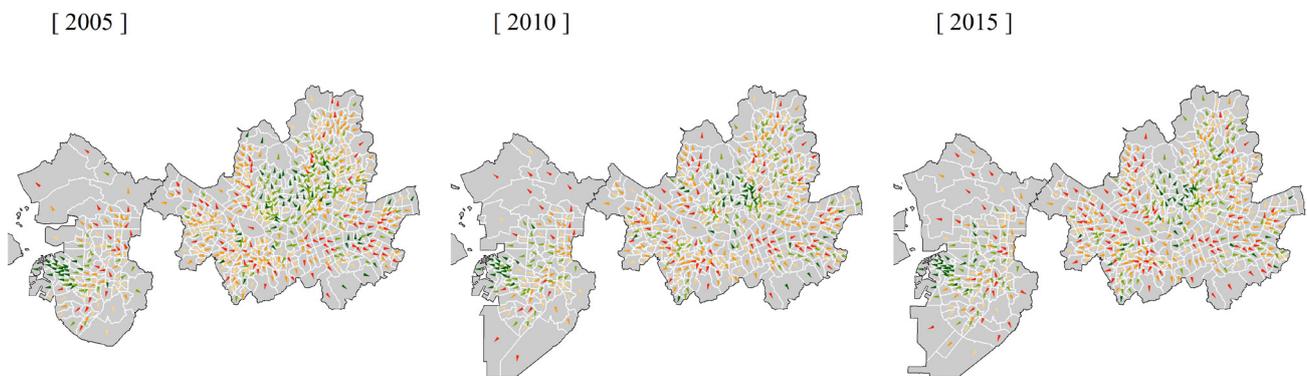
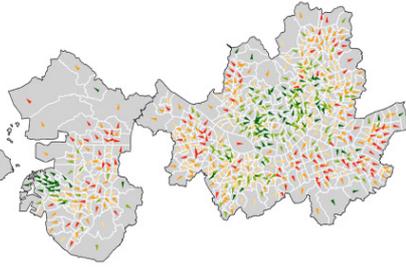


그림 2. 연령계층별 sWLDM(2005, 2010, 2015년): 서울, 인천  
Figure 2. sWLDM by age group of city of Seoul and Incheon in 2005, 2010, and 2015

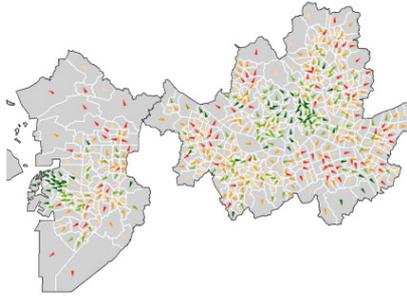
다음 페이지에 계속(Continued on next page)

# The 40-49 (years old) group

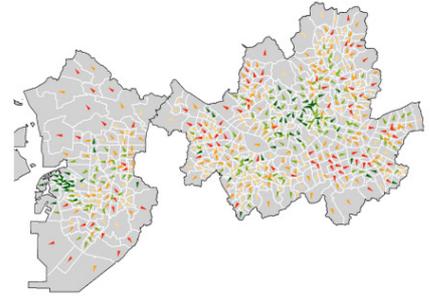
[ 2005 ]



[ 2010 ]

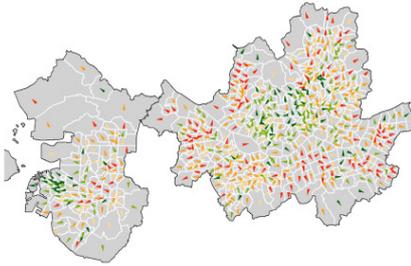


[ 2015 ]

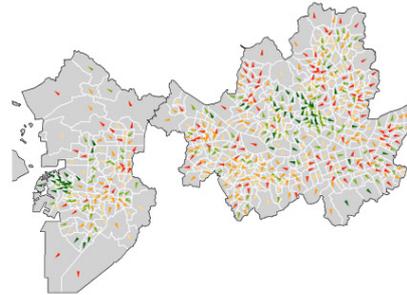


# The 50-64 (years old) group

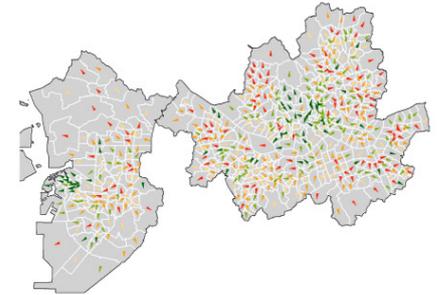
[ 2005 ]



[ 2010 ]

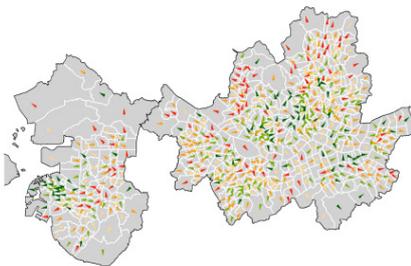


[ 2015 ]

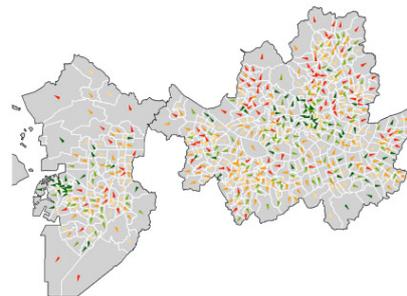


# The over 65 (years old) group

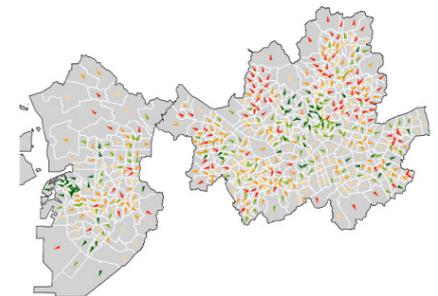
[ 2005 ]



[ 2010 ]



[ 2015 ]



▲ 1st quantile    ▲ 2nd quantile    ▲ 3rd quantile    ▲ 4th quantile    ▲ 5th quantile

그림 2. 연령계층별 sWLDM(2005, 2010, 2015년): 서울, 인천  
 Figure 2. sWLDM by age group of city of Seoul and Incheon in 2005, 2010, and 2015

Date Received 2019-08-15  
 Reviewed(1<sup>st</sup>) 2019-10-20  
 Date Revised 2019-11-13  
 Reviewed(2<sup>nd</sup>) 2019-12-01  
 Date Accepted 2019-12-01  
 Final Received 2019-12-24