

지오컴퓨테이션 접근에 의한 주택시장지역의 설정: 우리나라 수도권에의 적용

이상일* · 김감영** · 제갈영***

A Geocomputational Approach to the Delineation of Housing Market Areas: An Application to the Capital Region in South Korea

Sang-Il Lee* · Kamyoun Kim** · Young Jaegal***

요약: 본 논문의 주된 연구 목적은 주택시장지역(HMA) 개념을 명료화하고, HMA를 확인할 수 있는 효과적인 기법을 지오컴퓨테이션 접근에 기반하여 고안하고, 제안된 방법론을 수도권의 주택시장지역 설정 연구에 적용하는 것이다. 주된 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, HMA는 공간적 아비트리지 개념에 근거하고 있는 것으로 드러났으며, 인구이동, 자족성, 노동시장지역이 궁극적인 구성 개념인 것으로 확인되었다. 이에 근거해 본 연구에서는 HMA를 “인구이동의 출발지와 도착지 대부분을 포괄하여 높은 수준의 주택시장 자족성을 보여주며, 통근지역과 상당한 수준의 중첩도를 보여주는 지리적 영역”으로 정의하였다. 둘째, 이러한 개념 하에서 기능지역을 설정할 방법론으로 지오컴퓨테이션 접근을 채택하였으며, 인트라맥스 기법의 한계를 극복하기 위해 AZP-기반 방법론을 고안하였다. 셋째, 이 방법을 우리나라 수도권 읍면동간 인구이동 데이터에 적용한 결과, 전역적 자족도 70% 기준에서 17개의 HMA로 구성된 주택시장 시스템이 도출되었다. 17개 HMA 모두 공급-측면과 수요-측면에서 국지적 자족도 60% 기준을 만족시켰다. AZP-기반 방법과 인트라맥스 기법에 의한 결과를 비교한 결과, 자율성과 동질성 기준 모두에서 AZP-기반 방법이 인트라맥스 기법보다 우세한 것으로 판명되었다.

주요어: 주택시장지역, 공간적 아비트리지, 인구이동, 자족성, 노동시장지역, 인트라맥스, 자동구획절차.

Abstract: The main objectives of the paper include: (i) the clarification of the concept of HMA (housing market area); (ii) the development of an effective method of delineating HMAs based on a geocomputational approach; and (iii) the application of the method to the migration data of the Capital Region in South Korea. The main findings are as follows. First, it is recognized that the concept of spatial arbitrage plays a pivotal role in the conceptualization of HMA and is associated with three fundamental concepts, that is, migration, self-containment, and labor market areas which collectively constitute the concept of HMAs taken in the study. Therefore, HMAs can be defined as “geographical areas which are characterized by a high level of housing market self-containment in terms of migration flows and are overlapped with labor market areas to a large extent.” Second, an AZP-based method is devised on the basis of the geocomputational notions and is expected to overcome some defects of the popular intramax technique. Third, by applying the method to migration flows among basic spatial units in the Capital Region, a housing market system consisting of 17 HMAs was delineated at the global self-containment criterion of 70% and the local self-containment criterion, both supply-side and demand-side, of 60%. A comparison revealed that the AZP-based method performs better than the intramax technique in terms of both the autonomy and homogeneity criteria.

Key Words: housing market area (HMA), spatial arbitrage, migration, self-containment, labor market area, intramax, automated zoning procedure (AZP).

* 서울대학교 지리교육과 부교수(Associate Professor, Department of Geography Education, Seoul National University, si_lee@snu.ac.kr)

** 경북대학교 지리교육과 조교수(Assistant Professor, Department of Geography Education, Kyungpook National University, kamyounkim@knu.ac.kr)

*** 서울대학교 지리교육과 석사(M.A., Department of Geography Education, Seoul National University, zsmzy02@snu.ac.kr)

1. 서론

주택시장에 대한 개념화 및 분석과 관련하여 학문적 맥락에서나, 주택시장을 진단하고 정책 대안을 제시하는 계획수립의 실행적 맥락에서나, 최근의 주된 경향은 '주택 시스템의 복잡한 공간성'(Jones and Watkins, 2009, 3)에 대한 주목으로 특징 지워진다. 이것은 상호 연관되어 있는 두 가지 측면과 관련되어 있는데, 하나는 주택 시스템의 다차원성에 대한 것이고, 또 다른 하나는 주택시장의 적절한 공간단위에 대한 것이다. 주택 시스템의 다차원성이란 주택시장이 다양한 공간 스케일에서 다루어질 수 있다는 점을 지적하는 것이다. 개념적인 수준에서 보면, 전지구적 주택시장에서 도시 내 근린지구 수준의 주택시장에 이르기까지 다양한 공간적 범역을 갖는 주택시장이 존재할 수 있다. 그런데, 최근의 문헌들은 글로벌, 국가 혹은 지역/권역 수준의 주택시장 관점보다 '하위지역(sub-regional)' 혹은 국지적 수준의 주택시장 관점이 보다 더 중요해지고 있음을 지적하고 있다(DTZ Pieda, 2004; Wallace, 2004; Jones and Watkins, 2009). 이는 주택시장을 움직이는 메커니즘의 공간적 분절화가 최소한 권역/지역의 하위 공간 스케일에서 현저하게 발생하고 있다는 사실을 반영하는 것이다. 이러한 하위지역적 스케일의 중요성에 대한 인식은 두 번째의 문제, 즉 주택시장에 대한 데이터 수집, 진단, 분석, 모델링의 가장 적절한 공간단위가 무엇인가의 문제로 이어진다(Geotgeluk and de Jong, 2007). 이 문제는 다시 공간단위의 개념화 문제와 실질적으로 공간단위를 획정 혹은 확인하는 문제로 나뉘어진다. 다양한 개념이 제안되어 왔으며, 공간적 상호작용 데이터의 특성을 반영한 다양한 기능지역구분(functional regionalization) 기법이 제시되어 왔다.

본 연구는 수도권과 같은 하나의 대도시권을 대상으로 주택의 공간적 분절화를 탐구하기 위한 적절한 개념적 도구와 분석 기법을 찾는데 초점을 두고 있다. 전통적인 단핵 도시의 성격을 보유한 도시는 그 전체가 단일한 주택시장이라고 말할 수 있다. 그리고 연결한 지역에서 발생하는 일차적인 교외화 과정 역시 이러한 단일 주택시장 메커니즘의 공간적 확장으로 묘사될 수 있다(최병호 등 역, 2006; Jones and Watkins, 2009; Royuela and Vargas, 2009). 그러나 도시가 성장하고, 광역화와 다중심화가 심화되면

도시는 주택시장의 작동 메커니즘이라는 측면에서 고유한 특성을 보유한 다수의 주택시장으로 분할되어 나간다. 이러한 주택시장의 공간적 분절화 과정과 관련하여 실질적으로는 맞물려 있지만 개념적으로는 경쟁관계에 있는 두 가지 개념이 존재하는데, 그것들 각각은 '하위주택시장(housing submarket)' 과 '주택시장지역(housing market area, HMA)' 이다.

주택 구매자의 다양한 특성(주로 구매력과 선호)과 주택 유형의 다양성은 특정한 주택 가격 결정 메커니즘을 갖는 하위주택시장을 형성한다(박경환 등 역(2012)의 6장 참조). 그리고 이 하위주택시장은 '사회공간적 분화(socioeconomic differentiation)' 라고 불리는 도시공간 분할 메커니즘과 직접적으로 연결되어 있다(박경환 등 역(2012)의 4장 참조). 하위주택시장이 기본적으로 주택의 특성과 가구의 사회경제적 특성의 결합에 의해 형성되기 때문에, 도시 공간은 거주민의 특성이 유사하게 드러나는 다수의 하위 지역으로 분할되어 있는 것이다. 이에 반해 HMA는 재생산 공간으로서의 주택과 생산 공간으로서의 직장을 두 축으로 하여 형성되는 도시민의 활동 영역과 관련되어 있다. 대도시권 내에서 주택 탐색이나 실질적인 인구가동이 배타적으로 이루어지는 다수의 하위지역을 확인하는 것이 가능하며 이것들을 HMA라 개념화할 수 있다. 이 두 개념을 엄격하게 구분하는 것이 어려울 뿐만 아니라(Jones, 2002), 하위주택시장이 HMA의 구성요소라고 보는 시각도 있는 것을 보면(Jones et al., 2005; DCLG, 2007b) 개념적 우위를 논하는 것이 무의미할 수도 있겠지만, 본 연구에서는 후자에 집중하고자 한다. 왜냐하면 기본적으로 하위주택시장은 주택-중심 혹은 공급-중심의 개념이고, HMA는 주민-중심 혹은 수요-중심의 개념이기 때문이다. 이러한 측면에서 영국 정부는 새로운 '지역적 공간전략(RSS: Regional Spatial Strategy)'을 채택하면서 각 지역 정부들이 HMA 수준의 주택시장평가를 실시하도록 규정하고 있다(ODPM, 2004; 2005; DCLG, 2007a; 2007b; 2010). 결국 영국의 맥락에서 보면, HMA에 기반한 하위지역 수준의 시스템이 전략적 계획수립을 위한 필수적인 프레임워크를 제공하고 있는 것이다(Jones and Watkins, 2009, 52). 그러나 HMA가 왜 가장 적절한 개념인지, 그것은 다른 개념, 예를 들어 노동시장지역(labor market area)이나 통근지역(commuting area)과 어떤 관련을 맺고 있는지 등과

관련된 개념적 명료화가 여전히 필요한 상황이다.

이러한 HMA를 확인하기 위한 다양한 방법론이 개발되고 제시되어 왔다. 하위주택시장이 일종의 등질 지역인 것에 반해, HMA는 공간적 상호작용이 응집적으로 드러나는 기능지역이다. 공간적 상호작용 데이터를 바탕으로 기능지역구분을 행하는 것은 지리학의 오래된 연구 주제 중의 하나이다. 전통적인 방식의 기능지역구분은 반복적인 합역 알고리즘(iterative aggregation algorithm)을 매뉴얼하게 혹은 준자동화된 환경에서 실행하는 것이다(전형적인 예로 Tolbert and Killian(1996) 참조). 그런데 최근 진보된 전산 능력을 바탕으로 GIS-환경 하에서 기능지역구분을 행하는 관행이 활성화되고 있는데, 이것을 지역구분에서의 '지오컴퓨터이션 접근'이라고 부른다(Martin, 2000; 이상일, 2012). 그러나 지오컴퓨터이션 접근은 다양한 방식을 취할 수 있으며, 기존에 제안된 방식보다 향상된 다양한 기법들이 개발될 필요성 역시 존재한다.

따라서 본 연구의 주된 연구 목적은 HMA 개념을 명료화하고, HMA를 확인할 수 있는 기법을 지오컴퓨터이션 접근에 기반하여 고안하고, 고안된 방법론을 수도권의 주택시장지역 설정 연구에 적용하는 것이다. 제안된 기법은 HMA의 개념을 보다 충실하게 반영하는 효과적인 알고리즘으로 구성될 것이다. 수도권의 읍면동간 인구가동 데이터에 대한 적용을 통해 개발된 방법론의 유용성을 검토하고, 수도권 주택시장의 공간적 분절화에 대한 분석을 수행하고자 한다.

2. 주택시장지역 개념의 명료화

우선적으로 하위주택시장을 설명하고, 그것과의 관련성 속에서 HMA 개념을 명료화하고자 한다.

1) 하위주택시장의 개념

하위주택시장은 주로 도시경제학자들에 의해 사용되고 있는 개념으로, 오랜 기간 사용되어왔고 또 오랜 기간에 걸쳐 연구되어 왔음에도 불구하고, Watkins(2001)가 지적하고 있는 것처럼, 이에 대해 모든 사람이 동의할 수 있는 개념정의를 존재하지 않는다. 이 개념은 수요와 공급의 상호작용을 통해 주택가격이 결정되는 과정의 비단일성(non-uniformity),

혹은 분절성(fragmentation)을 의미한다. 수요의 측면에서 보면, 가구의 다양한 특성(주택 선호, 생애 주기, 생활 방식, 규모와 구성, 사회경제적 지위)에 의해 분절되어 있으며, 이에 따라 특징적인 다수의 '소비자 그룹(consumer groups)'으로 분절되어 있는 것으로 간주할 수 있다. 이와 마찬가지로 공급의 측면에서 보면, 주택의 다양한 구조적 혹은 입지적 특성으로 인해 특징적인 다수의 '생산자 그룹(product groups)'으로 분절되어 있을 수 있다. 이 두 개의 분절된 양 진영이 만나는 다양한 지점들이 하위주택시장으로 개념화될 수 있는 것이다(Watkins, 2001, 2237).

그런데 이러한 생산과 소비가 만나는 지점에서 무엇이 지배적인 역할을 하느냐에 따라 하위주택시장의 성격은 달라진다. Watkins(2001)는 이것을 4가지로 정리하고 있는데, 주택의 구조적 특성에 기반한 하위주택시장, 공간적 특성에 기반한 하위주택시장, 수요자 특성에 기반한 하위주택시장, 그리고 구조 및 공간적 특성에 기반한 하위주택시장이다. 주택의 구조적 특성에 기반한 하위주택시장은 기본적으로 주택의 구조적 특성, 예를 들어 단독주택이나 아파트냐에 기반한 것이다. 다시 말해 단독주택에서 수요와 공급이 만나는 방식은 아파트에서 수요와 공급이 만나는 방식과 다르다는 것이다. 보다 중요하면서 본 연구와의 연관성이 가장 높은 것은 바로 공간적 특성에 기반한 하위주택시장이다. 이것은 주택에 대해 수요와 공급이 만나는 방식은 주택의 유형과 같은 구조적 속성이 아니라 주택이 어떠한 공간적 영역에 포함되어 있느냐에 의해 결정된다는 것이다. 세 번째의 수요자 특성에 기반한 하위주택시장은 주택의 구조적 특성과 공간적 특성에 대한 평가가 수요자의 다양한 특성에 의존한다는 것이다. 마지막으로 구조 및 공간적 특성에 기반한 하위주택시장은 주택 가격 결정이 구조적 특성과 공간적 특성 양자의 결합에 의해 달라진다고 본다.

본 연구와의 관련성이라는 측면에서 가장 중요한 하위주택시장 연구는 공간적 하위주택시장을 확인하려는 시도이다. 이에 대해서는 어느 정도 표준화된 방법론이 존재한다. 기초 공간단위별 주택 특성 및 거주자 특성에 관한 변수들에 주성분분석 혹은 요인분석을 적용한다. 도출된 주요 주성분점수 혹은 요인점수에 군집분석(cluster analysis)를 적용하여 공간단위를 그룹화한다. 사실상 이러한 분석 기법은 도시사회학이나 도시지리학에서 전통적으로 행해져온 사회지

역분석(social area analysis) 혹은 인자생태학(factorial ecology)과 거의 흡사한 것으로 주택 및 주민 특성에 따라 공간단위를 분류하는 일반적인 방법이다(이 분야에 대한 리뷰로 신정엽(2007) 참조). 이와 유사하게 하위주택시장이 여러 층위의 결합에 의해 형성된 것으로 보고 주요 층위들의 중첩을 통해 하위주택시장을 확인하려는 시도 역시 존재한다. 예를 들어, Ryu(2010)는 주택관련 세 차원(가격, 유형, 소유형태)에 대해 6개 변수(주택가격, 주택가격변동률, 임대료수준, 임대료변동률, 주택유형, 자가비율)를 선정하고, 그것을 중첩함으로써 서울시 내의 21개의 하위주택시장을 확인한 바 있다. 이와 유사하게 주택 가격 변화의 공간적 분포에 주목한 연구도 있었으며(Hahn, 2002), 주택가격을 주성분 특점을 통해 모델링하려는 연구 역시 존재한다(Chhetri *et al.*, 2009).

하위주택시장과 HMA의 관계에 대해서는 여전히 모호한 측면이 존재한다. 하지만 통상적으로 HMA가 하위주택시장 보다 더 큰 공간 스케일에서 작동하는 것으로 간주된다(Jones, 2002; Jones *et al.*, 2005; DCLG, 2007b). 뒤의 HMA에 대한 개념적 논의에서 분명해지겠지만 하나의 HMA가 몇 개의 이질적인 하위주택시장으로 구성되어 있다고 보는 것이 합리적이다. 즉, 구매력이나 주택 선호에서 차이를 보이는 이질적인 하위-집단들이 특징적인 하위주택시장을 전유하면서 공통의 HMA를 유지하고 있는 것으로 보는 것이 타당해 보인다.

2) HMA의 개념

HMA를 규정하기 위한 근본적인 토대로서 Jones(2002)는 ‘공간적 아비트리지(spatial arbitrage)’ 개념을 제시한 바 있다. Jones는 Cournot의 시장지역에 대한 기본적인 정의로부터 HMA가 자연스럽게 연역될 수 있다고 보았는데, Cournot에 따르면 “시장은 교통비를 감안하면 상품 가격이 내부적으로 단일화(uniformity)되어 가는 영역”이다(Jones, 2002, 552). 이 단일화 과정을 공간적 아비트리지 과정이라고 부르는데, 만일 공간적 아비트리지가 존재할 경우, “구매자는 시장 지역 내의 어떤 위치에서의 거래도 ‘적절한 대체물(appropriate substitute)’로 간주한다”(Jones, 2002, 552). 이 공간적 아비트리지 개념이 HMA의 개념화에서 핵심적인 역할을 차지하는지 그 이유를 면밀히 살펴보기 위

해 공간적 아비트리지 개념에 대해 좀 더 자세하게 다루어보려고 한다.

원론적인 의미에서 공간적 아비트리지는 다음과 같은 과정을 의미한다. 우선 위치에 따른 상품의 가격차는 교역(상품 이동) 발생의 필요조건이 되는데, 그 가격차가 운송비를 초과할 경우(충분 조건) 교역은 실질적으로 발생한다. 이 교역 과정이 성숙단계에 도달하게 되면 공간 상의 어느 지점에서 그 상품을 구매하건 편익이 동일하게 되는 평형상태에 도달하게 된다(Royuela and Vargas, 2009). 따라서 모든 지점에서 상품의 대체가능성(substitutability)은 극대화된다. 그런데 일반과정으로서의 공간적 아비트리지는 특정한 영역성 혹은 ‘작동 스케일(operational scale)’(Lam, 2004)을 가진다. 즉, 공간은 상호배타적인 다수의 교역지역(trading area) 혹은 상품시장지역(commodity market area)으로 분할되어 있는 것이다. 면적이나 인구규모가 큰 국가의 경우 상품시장지역의 분할은 뚜렷하다. 예를 들어 Rand McNally사는 미국 전역을 BTA(Basic Trade Area, 기본교역지역)와 MTA(Major Trade Area, 주요교역지역)로 나누고 있는데(Rand McNally, 2010), 미연방통신위원회(FCC, Federal Communications Commission)도 통신서비스의 지역적 허가와 관리를 위해 이 지역구분을 사용하고 있다(이상일, 1999). 결국, 공간적 아비트리지 개념은 하나의 지역형성 프로세스로 이해될 수 있으며, 이 프로세스를 통해 형성된 지역은 “상당한 기간 동안의 상품 거래(수요와 공급의 상호작용)를 통해 내부적으로 가격의 평형상태에 도달한 지리적 영역”으로 정의될 수 있다.

이러한 공간적 아비트리지의 개념정의에 비추어 보면, HMA 체계는 주택이라는 상품에 공간적 아비트리지 개념이 적용되어 형성된 지역 체계로 간주될 수 있다. 이 과정을 좀 더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 우선 이동하는 것은 주택이라는 상품이 아니라 상품의 수요자라는 사실을 염두에 두어야 한다. 통근비를 초과하는 주택의 구매 혹은 임대 가격차가 존재할 경우 구매자는 이주를 감행하게 되고, 이 과정이 성숙되면 시장의 어느 지점에서 주택을 구매 혹은 임대하건 수요자 입장에서는 동일한 편익을 획득하게 된다. 과거의 소규모 단핵 도시의 경우 그 도시 전체가 단일한 공간적 아비트리지가 작동하는 공간일 수 있고, 그 이후의 교외화도 이러한 단일한 공간적 아비트리지의

표 1. HMA에 대한 다양한 정의들

문헌	정의
Bourne(1981: 73)	한 가구가 직장의 위치나 사회적 접촉의 패턴을 변경하지 않고 주택 거래를 할 수 있는, 다소 간격계지워진 지리적 영역
Jones(2002: 557)	높은 수준의 주택 시장 자족성을 보여주는 하나 혹은 몇 개의 취락으로 이루어진 지역으로 인접 지역으로부터의 진입은 미미함
O'Sullivan <i>et al.</i> , (2004: 42)	대부분의 사람이 생활함과 동시에 일하며, 거주지를 옮기는 대부분의 사람들이 집을 탐색하는 지리적 영역
DTZ Piedad(2003: 1)	사람들이 주택을 탐색하고 그들이 기존에 보유한 경제적 관계(고용)와 사회적 관계를 유지하면서 기꺼이 이주를 결정하게 되는 지리적 공간 혹은 영역
DCLG(2007b: 5)	주택에 대한 가구의 수요와 선호에 의해 규정되는 것으로서, 사람들이 거주하는 곳과 일하는 곳 사이의 기능적 연계를 반영하는 지리적 영역

주: Bourne의 정의는 Brown and Hincks(2008)에서 재인용.

확장으로 이해될 수 있지만(Jones and Watkins, 2009; Royuela and Vargas, 2009), 대도시권화와 그에 수반된 다중심화로 특징지어지는 현재의 대도시를 상정하면 폐쇄성과 배타성을 가진 복수의 공간적 아비트리지가 작동하는 복수의 지리적 영역으로 도시가 분할되어 있다고 보는 것이 타당할 것이다. 여기에서 HMA는 주택 특성이나 거주민의 특성에서의 동질성으로 정의되는 하위주택시장과는 다른 개념이라는 사실이 명백해진다.

표 1은 기존 연구에서 HMA를 어떻게 정의하고 있는지를 보여준다. 컨설팅 회사(DTZ Piedad), 연방정부(DCLG), 그리고 몇몇 학자들이 정의가 나타나 있는데, 모든 개념정의에서 공간적 아비트리지 개념이 내재되어 있음을 알 수 있다. 그런데, 보다 명료한 개념화에 도달하기 위해서는 HMA의 필수적인 요소가 부가적으로 논의되어야 한다는 점도 명백하다. 즉, 표 1에 나타난 개념정의를 살펴보면, HMA의 본질적인 성격을 규정하는 세 가지 요소가 발견된다. 그것들은 각각 '인구이동(migration),' '자족성(self-containment),' 그리고 '노동시장지역' 혹은 '통근지역'이다. 이 세 요소 모두는 공간적 아비트리지와 불가분의 관계에 있다. 이 세 요소 각각을 좀 더 자세하게 다루기 전에, 본 연구는 HMA를 "인구이동의 출발지와 도착지 대부분을 포괄하여 높은 수준의 주택시장 자족성을 보여주며, 통근지역과 상당한 수준의 중첩도를 보여주는 지리적 영역"으로 정의하고자 한다.

(1) 인구이동

Jones(2002)는 인구이동 혹은 가구이동이 HMA의

획정에 있어 결정적인 요소임을 주장했는데, 이를 위해 앞에서 언급한 공간적 아비트리지와 함께 '시장 탐색(market search)'이라는 개념을 제시한다. 공간적 아비트리지는 수요와 공급의 상호작용의 결과로 발생하는 것이고, 주택시장에서 이동하는 것은 주택이 아니라 상품의 수요자이기 때문에, 주택시장에서의 공간적 아비트리지 과정은 주택에 대한 수요자의 '시장 탐색' 과정과 필연적으로 연결된다. 시장 탐색은 주택이라는 상품의 구입을 위한 첫 번째 단계이기 때문에 실현된 수요와 실현되지 못한 수요 모두를 고려할 수 있다는 의미에서 HMA를 규정하는 가장 적절한 방법이라고 볼 수 있다(Jones and Watkins, 2009). 그러나 데이터 수집 등과 관련된 실행성 측면에서의 문제점으로 인해 핵심 개념으로 수용되기에는 어려운 측면이 있다. 따라서 초점은 주택이라는 상품 구입의 마지막 단계에 주어지는데, 이 때 인구이동(가구이동)이 핵심적인 역할을 한다.

주택시장에서의 수요와 공급간의 관련성을 가장 잘 반영하는 것은 당연히 주택 실거래 데이터이겠지만, 인구이동의 흐름 역시 한 시장지역 내에서의 주택에 대한 수요와 공급 간의 상호작용의 산물로 간주될 수 있다(Jones, 2002; Brown and Hincks, 2008). 다시 말해 "인구이동은 효과적인(effective) 혹은 드러난(revealed) 수요"이다(Jones, 2002; Jones and Watkins, 2009; Royuela and Vargas, 2009). 하나의 HMA에 내부에서는 공간적 아비트리지 프로세스가 작동하고 있고, 이는 활발한 HMA 내부 인구이동으로 표현되어야만 한다는 것이다. 물론 인구이동을 사용하는 것의 문제점 역시 존재한다(Brown and

Hincks, 2008). 첫째, 인구이동 패턴은 순수한 수요의 측정이 아니며, 성공하지 못한 이주는 인구이동 통계에 포함되지 않기 때문에 초과 수요의 크기를 보여 주지 못한다. 둘째, 인구이동 흐름은 가구라기 보다는 개인과 관련되고 주택에 대한 수요는 개별 이동자수의 함수라기 보다는 가구수와 가구 형성율의 함수이다. 셋째, 인구이동 흐름은 노숙자나 불량주택 거주자들에 의해 대변되는 기록되지 않은 수요를 고려할 수 없다. 이러한 한계에도 불구하고, HMA를 공간적 아비트리지 원칙이 작동하는 영역으로 정의하기 위해서는 인구이동을 핵심적 요소로 간주하지 않을 수 없다 (Jones and Watkins, 2009).

(2) 자족성

자족성(self-containment) 개념은 HMA가 인구이동의 측면에서 어느 정도 수준의 폐쇄성 혹은 배타성을 가져야 한다는 점을 지적하는 것이다. 즉, 하나의 HMA는 인구이동에서의 강한 내적 응집성과 약한 외적 연결성으로 특징 지워진다(Jones and Watkins, 2009). 이러한 자족성의 속성 역시 공간적 아비트리지 개념과 연결되어 있다. Jones(2002)는 HMA는 “내적 공간적 아비트리지의 존재와 HMA 간의 공간적 아비트리지의 장기적 부재로 정의된다”고 주장한 바 있다. 따라서 적절한 수준의 자족성은 HMA를 정의하고 그것의 경계를 확정하는데 있어 핵심적인 고려사항이다. 또한 하위주택시장과 HMA의 궁극적인 차이가 바로 자족도에 있다는 주장도 있다(Royuela and Vargas, 2009). 하위주택시장은 HMA에서의 공간적 아비트리지가 시장 불완전성(탐색 비용, 거래 비용, 불완전 정보, 비탄력적 공급)에 의해 제약되었기 때문에 발생한 것으로(Jones, 2002) 자족성과는 필연적인 연관이 없기 때문에 HMA가 더 높은 수준의 자족성을 가질 것으로 기대된다.

이 자족성 개념을 ‘전역적 자족성’과 ‘국지적 자족성’으로 구분하여 다루는 것이 유용하다. 전역적 자족성은 최종적으로 도출된 HMA 시스템에서 총 이동 중 HMA 내부 이동이 차지하는 비중이다. 도출된 HMA 시스템에서 HMA의 개수가 적으면 전역적 차원의 자족성은 높아진다. 국지적 자족성 개념은 다시 ‘공급-측면(supply-side) 자족성’과 ‘수요-측면(demand-side) 자족성’으로 나누어 진다(Brown and Hincks, 2008:2230). 공급-측면 자족성은 한 HMA에서 발생

한 총 수요 중 얼마를 그 HMA 내에서 흡수했는가를 의미하는 것으로, 한 HMA로부터의 총 진출자 중 HMA 내부에 정착한 비중을 의미한다(혹은 한 HMA 내부 이동을 그 HMA의 총 진출로 나눈 비율). 이에 반해, 수요-측면 자족성은 한 HMA에서 발생한 총 공급 중 얼마가 그 HMA 내에서 소비되었는가를 의미하는 것으로, 한 HMA으로의 총 진입자 중 그 HMA 내부로부터 이주한 비중을 의미한다(혹은 한 HMA 내부 이동을 그 HMA의 총 진입으로 나눈 비율). O’ Sullivan et al.(2004)은 전자를 ‘도착지-기반(destination based) 자족성’이라고 부르고, 후자를 ‘기원지-기반(origin based) 자족성’이라고 부른바 있다.

이 세 종류의 자족성 개념을 최종적인 HMA 간 인구이동 매트릭스 상에서 살펴보면 보다 명확해진다(표 2). 전역적 차원의 자족성은 대각선 상의 셀의 흐름 값이 전체 셀의 흐름 값에서 차지하는 비중을 의미한다. 공급-측면의 국지적 자족성은 각 HMA에 대해 해당 행을 선택한 후 대각선 상의 값을 그 행의 합으로 나눈 값이고, 수요-측면의 국지적 자족성은 각 HMA에 대해 해당 열을 선택한 후 대각선 상의 값을 그 열의 합으로 나눈 값을 의미한다. 이 세가지를 백분율로 환산하여 자족성의 정도, 즉 자족도 지표로 사용할 것이다.

$$\text{전역적 자족도}(\%) = \frac{\sum_i^m a_{ii}}{T} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{공급-측면 국지적 자족도}(\%) = \frac{a_{ii}}{O_i} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{수요-측면 국지적 자족도}(\%) = \frac{a_{ii}}{D_i} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

여기서 a_{ii} 는 특정 HMA의 내부 인구이동, $T = \sum_i \sum_j a_{ij}$, $O_i = \sum_j a_{ij}$, 그리고 $D_i = \sum_j a_{ji}$ 이다. 이 자족도는 HMA의 내적 응집성의 정도를 파악하는 것으로 각 HMA가 기능지역으로서의 지위를 획득하고 있는지의 여부를 판단하는데 사용된다. 다양한 기준이 제시되고 있는데, Jones(2002)나 Jones et al.(2012)의 경우는 수요-측면 자족도 50%를 제시하고 있으나 나머지 대부분의 연구는 공급-측면 자족도와 수요-측면 자족도 모두에서 70%이상을 제시하고 있다(Coombes et al.,

표 2. HMA간 인구이동 매트릭스

		목적지(공급)로서의 HMA						행 합산
		1	2	...	<i>i</i>	...	<i>m</i>	
출발지 (수요)로서의 HMA	1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1i}	...	a_{1m}	O_1
	2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2i}	...	a_{2m}	O_2
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	<i>i</i>	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ii}	...	a_{im}	O_i
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	<i>m</i>	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mi}	...	a_{mm}	O_m
열 합산	D_1	D_2	...	D_i	...	D_m	T	

2006; DCLG, 2007b; Brown and Hincks, 2008).

(3) 노동시장지역(통근지역)

HMA는 노동시장지역(labor market area, LMA) 혹은 통근지역의 성격을 필연적으로 포함하고 있어야 한다. Jones and Watkins(2009)에 있어 HMA와 LMA는 모두 ‘공간시장지역(spatial market area)’으로 동일한 공간 아비트리지의 원칙에 기반하고 있다. LMA의 경우 상품은 노동이 되고 오랜 기간 동안의 거래를 통해 임금율(가격)이 특정 수준의 평형상태에 도달한 지리적 영역으로 정의할 수 있다(Jones, 2002). LMA는 “개인이 거주지와 그것으로부터의 적절한 거리 내에서 직장을 구할 수 있는, 혹은 거주지를 변경하지 않고서도 직장을 옮길 수 있는, 경제적으로 통합된 지리적 영역”을 의미한다(Bureau of Labor Statistics, 2011). 따라서 LMA는 필연적으로 통근지역 개념과 밀접하게 결부될 수 밖에 없다. 그러므로 하나의 LMA 내에서는 대부분의 거주자가 그 LMA 내에서 직장을 가지고 있어야 한다. 이런 관점에서 보면 다핵화된 대도시권 내에는 상호 배타적인 다수의 LMA가 존재한다고 보아야 할 것이다.

LMA의 대표적인 것으로 영국의 TTWA(Travel-to-Work Area)가 있다. TTWA는 단순히 “대부분의 사람들이 거주함과 동시에 일을 하는 지리적 영역”으로 정의되며(ONS, 2007), 자족성과 지배력의 기준에 의거해 설정된다. 우선 자족성 기준을 살펴보면, TTWA 거주민의 75%가 그 TTWA 내에서 일을 해야 하며, 동시에 TTWA 고용자의 75%가 그 TTWA 내에서 거주해야 한다. 인구이동에서의 자족성 개념과 유사하게 전자를 ‘공급-측면 자족성’이라고 하고, 후자를 ‘수요-측면 자족성’이라고 부른다(Bond and

Coombes, 2007). 지배력 기준으로, 하나의 TTWA는 반드시 3,500명 이상의 경제활동 인구를 포함해야 한다. 그러나 25,000명 이상의 경제활동 인구가 있을 경우, 자족도 기준은 66.67%로 낮아질 수 있다. 유사한 개념으로 미국에는 CZ(commuting zone)와 LMA(Labor Market Areas)가 있고 (Tolbert and Killian, 1996; Bureau of Labor Statistics, 2011), 우리나라의 경우도 TTWA와 유사한 방식으로 지역노동시장권 획정이 시도된 바 있다(박시내, 2009).

주택과 노동이 재생산이라는 메커니즘을 통해 밀접히 결속되어 있는 것처럼, HMA와 LMA는 주택을 통해 필연적으로 연결되어 있다. 대부분의 사람들은 통근비용을 최소화하기 위해 직장과의 적절한 거리 내에서 인구이동을 실행하는 경향이 있으며, 가족, 친구, 교육 기관에의 접근성과 같은 개인적, 사회적, 경제적 네트워크를 반영하는 지리적으로 제한된 영역 내에서만 주택을 찾는 경향이 있다(Brown and Hincks, 2008). 그러므로 HMA가 LMA의 특성을 일부 갖는 것은 자연스러운 것이며, 개념적으로는 크기나 경계에 있어 상당한 유사성을 보일 것으로 기대된다(Hincks and Wong, 2010). 그러나 강조점이 어디에 주어지는냐에 의해 두 개념은 다소간의 차이를 보인다.

우선 LMA는 주거지를 고정시킨 상태에서 가구가 고려할 수 있는 최대 통근 가능 거리를 반영하는 것이라면, 인구이동은 직장의 위치를 고정시킨 상태에서 더 좋은 거주지에 대한 탐색 과정의 결과를 반영하는 것이다. 이론적으로 HMA가 LMA(TTWA) 보다 클 수는 없다(Jones, 2002; Jones and Watkins, 2009). 왜냐하면 직장과 집을 연결하여 이루어지는 영역(LMA)은 그 직장을 중심으로 고려될 수 있는 주택의 대안들의 영역(HMA)을 포괄한다고 보아야 하기 때문

이다. Hincks and Wong(2010)의 연구는 HMA와 TTWA의 일치도가 높지 않음을 보여주고 있다. 그러나 실질적인 의미에서 양자는 밀접하게 관련되어 있으며, 도시 내에서 가구가 직면하는 동일한 문제에 대한 상이한 표현에 불과하다. 그 문제는 직장과 집 양자의 최적 위치를 찾아 효율과 만족을 극대화하는 것이다.

3. 방법론의 정련화: 지오컴퓨터이션 접근

앞에서 언급한 것처럼 HMA의 확인은 기본적으로 기능지역구분과 관련된다. 지역구분이란 일차적인 의미에서는 연구 대상 지역 전체를 다수의 하위 지역들로 분할하는 것을 의미하지만, 일반적으로는 기본 공간단위를 특정한 기준에 의거해 더 적은 수의 공간단위로 '합역(spatial aggregation)' 하는 과정을 의미한다(이상일, 1999). 지역구분을 통해 형성된 지역은 등질지역(uniform regions)과 기능지역(functional regions) 중 하나가 된다. 등질지역구분은 공간단위의 '속성의 유사성'에 기반하여 이루어지는 것이고, 기능지역구분은 공간단위 간의 '기능적 통합성'에 기반하여 이루어진다. 앞에서 살펴본 것처럼, 공간적 하위주택시장은 주로 전자와 관련되어 있고, HMA와 LMA(TTWA)는 전적으로 후자와 관련되어 있다.

지오컴퓨터이션 접근은 공간적 상호작용 데이터를 바탕으로 GIS 환경 하에서 지역구분을 행하는 연구 중 가장 최신의 경향을 반영한다(Openshaw and Alvanides, 1999; Lee and Kim, 2012; 이상일, 2012). 지오컴퓨터이션 접근은 공간단위들 간의 위상적 관계, 공간단위 간의 흐름 속성, 그리고 목적 함수에 기반하여 다량의 전산 리소스를 이용해 최종 결과에 이르는 방식으로, 기본적인 데이터로 에어리어 객체간 플로우 매트릭스가 존재해야 하며, 주어진 목적 함수에 의거해 주어진 에어리어 객체를 점진적으로 묶어 최종적인 지역구분을 완성한다(이상일, 2012). 기능지역 구분에서 지오컴퓨터이션 접근이라 불릴 수 있는 최초의 시도는 인트라맥스(intramax)라고 불리는 계층적 합역 알고리즘(hierarchical aggregation procedure)(Masser and Brown, 1975; Hirst, 1977)을 준-GIS 프로그램인 *Flowmap*에서 실행한 것이다(Breukelman *et al.*, 2009). 이 알고리즘은 가장 직관적으로 이해하기 쉬울 뿐만 아니라, 결과를 초

기 목적함수 하에서 쉽게 이해할 수 있다. 또한 다양한 연구에서 그 적용성을 검증 받았는데, 상품시장지역(Brown and Pitfield, 1990), 통신지역(Fischer *et al.*, 1993), 교역지역(Poon, 1997; Poon *et al.*, 2000), HMA(Goetgeluk and de Jong, 2006; 2007; Brown and Hincks, 2008; Mitchell and Watts, 2010; Jaegal, 2012), 통근지역(Feldman *et al.*, 2005; Net *et al.*, 2008; Hincks and Wong, 2010; Mitchell and Watts, 2010; Koo, 2012; 심상완 등, 2012) 등에 적용되었다. 특히 HMA와 통근지역 확인에서는 거의 지배적인 기법으로 자리잡아 왔기 때문에 우선적으로 이 기법에 주목하고자 한다.

1) 인트라맥스 기법

인트라맥스 기법은 일종의 '목적함수-기반 계층적 합역 알고리즘(object function-based hierarchical aggregation algorithm)'이다. 이는 TTWA를 위해 동원되는 Coombes 방법론(Bond and Coombes, 2007)이 '규칙-기반 반복적 합역 알고리즘(rule-based iterative aggregation algorithm)'(Watts, 2009)인 것과 대조된다. '목적함수-기반'이라는 것은 전역적 차원에서의 자족성, 즉 흐름 중 지역 내 흐름의 비중을 극대화함을 지향하기 때문이고, 계층적이라고 하는 것은 일종의 포섭 체계를 구성하기 때문이다. 공간적 상호작용 매트릭스에서 대각선 셀의 값은 지역내 흐름을, 대각선 외의 셀 값은 지역간 흐름을 의미한다. 인트라맥스 알고리즘은 합역의 매 과정에서 대각선 셀에 나타나는 지역내 흐름이 최대화되게 하면서 합역 과정을 진행하는 것이다. 다시 말해, 이 기법은 기본적 공간단위 내부에서 발생하는 상호작용 양이 전체 시스템 내에서 차지하는 비중을 최대화한다(Masser and Brown, 1975, 510). 그런데 이 기법의 가장 큰 특징이자 강점은 지역내 흐름의 절대적 값을 최대화하는 것이 아니라 상대적 값을 최대화하는 것이다. 만일 전자의 경우라면 상호작용 매트릭스에서 최초로 합역되는 두 공간단위는 그 매트릭스에서 최대값을 보이는 셀과 결부되어 있는 두 지역일 것이다. 결국 이 기법은 출발지와 도착지의 절대적 크기의 효과를 제거한 상호작용의 '상대적 강도(relative strength)'를 고려한다(Masser and Scheurwater, 1980, 1361).

인트라맥스 알고리즘에 기반한 계층적 합역 기법의

목적함수는 다음과 같이 표현된다(Masser and Brown, 1975).

$$\max Z = (a_{ij} - a_{ij}^*) + (a_{ji} - a_{ji}^*) (i \neq j) \quad \text{단} \quad \sum_i \sum_j a_{ij} = 1 \quad \dots (4)$$

여기서 a_{ij} 는 표준화된 공간적 상호작용 매트릭스의 요소인데, 출발지 i 에서 도착지 j 로의 (표준화된) 흐름량이다. 이 표준화는 식(4)의 단서에서 표현되어 있는 것처럼, 원 흐름량을 시스템 전체의 총 흐름량으로 나눈 값이다. a_{ij}^* 는 출발지 i 에서 도착지 j 로의 (표준화된) 기대 흐름량으로, 이 기대값은 다음의 공식에 의해 계산된다.

$$a_{ij}^* = a_i \cdot a_j \quad \text{그리고} \quad a_{ji}^* = a_j \cdot a_i \quad \dots (5)$$

$$a_i = \sum_j a_{ij}, \quad a_j = \sum_i a_{ij}, \quad a_j = \sum_i a_{ji}, \quad a_i = \sum_j a_{ji}$$

즉, 상호작용 매트릭스가 시스템 차원의 총 흐름량에 의해 표준화되어 있기 때문에 기대값은 분할표(contingency table) 상에서 각 셀의 기대 확률을 계산하는 것과 동일한 방식으로 이루어진다(Watts, 2009: 519).

그런데 식(4)에 표현된 최초의 목적함수는 이후의 발전 과정을 거치면서 다음의 수식으로 변형되어 사용되고 있다(Brown and Pitfield, 1990).

$$\max Z = \frac{a_{ij}}{a_{ij}^*} + \frac{a_{ji}}{a_{ji}^*} (i \neq j) \quad \text{단} \quad \sum_i \sum_j a_{ij} = 1 \quad \dots (6)$$

상대적 강도가 식(4)에서는 관측값과 기대값의 차로 표현되었다면, 식(6)에서는 관측값과 기대값의 비로 표현되고 있다. 식(6)에서는 표준화에 대한 단서가 큰 의미가 없다. 왜냐하면 절대 흐름량 간의 비나 표준화된 확률 간의 비나 값은 동일하기 때문이다. 이러한 변형은 상호작용 매트릭스 상의 행과 열의 절대적 값의 영향력을 완벽히 통제하기 위한 것이다(Hirst, 1977; Brown and Pitfield, 1990, 62).

2) AZP-기반 방법론

계층적 합역 절차를 기반으로 기능지역을 설정하는 인트라맥스 기법은 1개에서 n (기본 공간단위의 수)까지의 지역구분 솔루션을 제시해 줄 수 있다는 장점이 있다. 또한 결과로부터 지역의 계층성을 명확하게 확인할 수 있다. 다만, 사용자는 제시된 지역 구분 결과를 바탕으로 적절한 지역의 수를 결정해야 한다(*a posteriori*). 그러나 지역 설정 방법론으로 인트라맥

스 기법이 갖는 가장 큰 단점은 계층적 합역 과정에서 한번 결합된 공간단위들은 이후 과정에서 다시 분리되지 않음으로 인해서 국지적 해에 빠질 가능성이 있다는 점이다(Alvanides *et al.*, 2000). 인트라맥스의 이러한 한계점을 극복하고 향상된 지역구분을 하기 위하여 Openshaw(1977a; 1977b)가 제시한 자동구획절차(automated zoning procedure, AZP)를 이용하여 지역을 구분하는 시도가 이루어졌다(Alvanides *et al.*, 2000; 강영옥 등, 2007; 김감영 등, 2009; 김감영 등, 2010). 지역 구분의 방법론으로써 AZP는 n 개의 기본 공간단위를 연결성 제약 하에서 임의로 m 개의 지역으로 합역한 후, 각 지역에 속하는 기본 공간단위를 이웃 지역으로 이동시키면서 점진으로 목적함수를 향상시켜 해를 구한다. 인트라맥스와는 달리 사전 정보를 바탕으로 선형적으로(*a priori*) 지역의 수를 결정해야 한다.

AZP가 기본 공간단위의 이동을 통하여 보다 향상된 해를 구할 수 있다 하더라도, 이는 점진적으로 해를 찾아가는 그리디(greedy) 알고리즘이기 때문에 국지적 해에 빠질 가능성이 높다(Openshaw and Rao, 1995). 국지적 해에 빠지는 문제를 극복하고자 많은 연구들이 AZP와 같은 그리디 알고리즘에 타부 검색(tabu search), 담금질 기법(simulated annealing)을 적용한 메타휴리스틱 알고리즘을 고안하였다(Openshaw and Rao, 1995; Bozkaya *et al.*, 2003; Duque *et al.*, 2012). 담금질 기법의 경우 목적함수를 향상시키지 않는 이동을 일정한 확률을 가지고 허용함으로써 탐색 공간을 다양화하고 이를 통하여 보다 향상된 해를 찾아 간다. 타부 검색의 경우 이동을 제한하는 타부 목록(tabu list)과 기대 수준(aspiration level) 설정을 통하여 보다 향상된 해를 찾는다. 그러나 타부 검색과 담금질 검색의 핵심 아이디어는 연결된 지역 사이의 기본 공간단위의 이동에 적용되기 때문에 탐색 공간을 다양화하는 데는 한계가 있다(Kim *et al.*, 2012). 또한 두 기법 모두 알고리즘 시행을 위해 설정하는 파라미터 값에 의해서 도출된 해의 값이 달라지는 문제가 있다.

본 연구에서는 지역 설정을 위하여 사용된 이러한 전통적인 기법들이 갖는 한계를 극복하고자 새로운 알고리즘을 제시한다. 새롭게 제시된 알고리즘은 기본적으로 Openshaw(1977a; 1977b)가 제시한 AZP에 기반을 하고 있지만, 해의 탐색 공간의 다양화를

위하여 새로운 기법을 접목시킨다. 새로운 접근 방법의 핵심은 기존 지역 중 하나를 해체(dissolving)하고 또 다른 지역을 분할(splitting)하는 것이다. 임의로 선택된 공간단위의 해체 과정은 이 지역에 속하는 기본 공간 단위를 이웃한 지역에 임의로 할당하는 것이다. 이 과정에서 명시적으로 연결성 조건(contiguity requirement)을 준수한다. 임의로 선택된 지역의 분할 과정은 먼저 지역을 구성하는 기본 공간단위들 중 두 개를 임의로 선택하여 시드(seed)로 설정한 후, 개별 시드에 배타적으로 이웃한 공간단위들만을 할당한다. 다음 할당된 공간단위들에 대하여 이웃을 확인하고 앞의 과정을 반복한다. 이러한 과정이 끝난 후 두 지역에 공통적으로 인접한 공간 단위들은 무작위로 둘 중 하나에 할당한다. 해체와 분할 과정이 끝난 후 AZP를 수행하여 목적함수를 향상시켰으면 해체/분할 과정을 목적함수의 향상이 없을 때까지 반복하여 수행한다. 이러한 과정은 Horn(1995)과 Kim *et al.*(2012)이 제시한 알고리즘과 유사하지만, 분할되는 구역이 둘 이상의 공간단위로 구성된다는 점에서 차이가 있다.

한편 지역 설정에 있어 목적함수를 어떻게 정의하느냐 매우 중요한 요소이다. 왜냐하면 목적함수에 따라 산출되는 결과가 달라지기 때문이다(김감영, 2011). 인트라맥스나 AZP를 이용하여 지역을 구분한 경우, 지역내 이동을 극대화하는 목적함수를 설정하였다. 그러나 HMA의 경우 지역내 이동의 극대화보다는 자족성을 극대화할 경우 보다 응집력있는 지역을 설정할 수 있다(Brown and Hincks, 2008). 본 연구에서는 지역 구분을 통하여 산출된 구획 체계의 전체적인 자족성을 극대화하는 다음과 같은 목적함수를 사용하였다.

$$\max Z = \frac{\sum_{i \in N_k} \sum_{j \in N_k} a_{ij}}{\sum_{i \in N_k} T_i} \dots\dots\dots (7)$$

이 식에서 i 와 j 는 기본 공간단위 인덱스, k 는 지역 인덱스, N_k 는 지역 k 에 할당이 된 기본 공간단위의 집합, T_i 는 기본 공간 단위의 총이동($O_i + D_i$), a_{ij} 는 기본 공간단위 i 와 j 사이의 인구이동을 나타낸다. 따라서 이 목적함수는 지역의 총이동에 대한 지역내 인구이동의 비율을 나타낸다. 다시 말해서 지역내에서 유발된 이동 중 동일 지역 내의 이동 비율을 의미하기 때문에 개별 지역에 대하여 평가된 공급-측면의 자족도와 수

요-측면의 자족도를 결합한 형태가 된다. 결국 이 목적함수는 국지적 자족도의 합을 극대화하여 전역적 자족도를 극대화하고 있다.

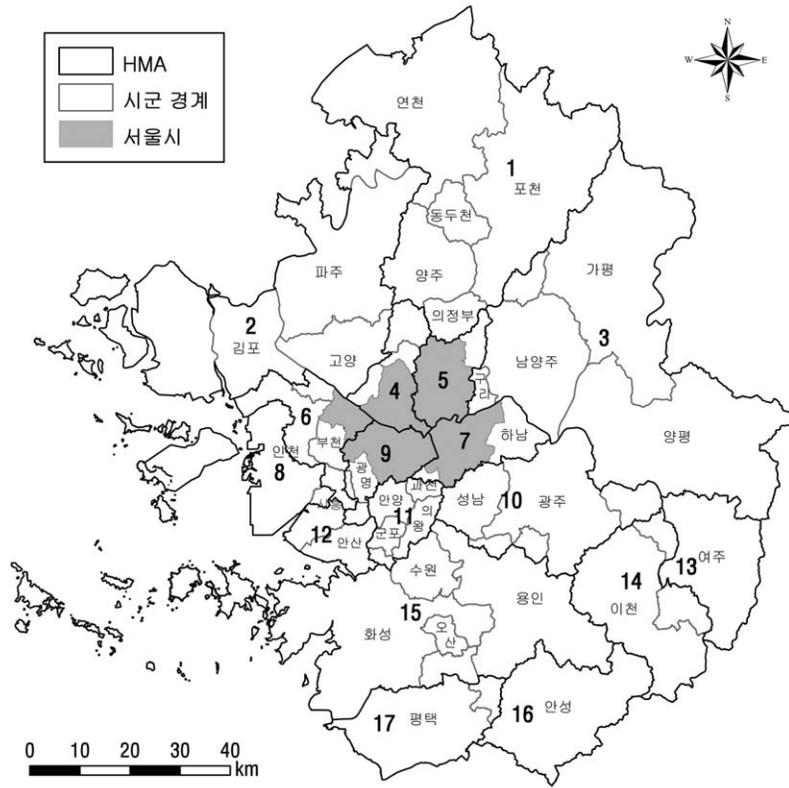
이러한 AZP 기반의 수정된 알고리즘은 Microsoft Visual Studio 2010 Express 환경에서 Visual Basic 언어로 개발되었다. 알고리즘의 입력 데이터는 공간 상호작용 매트릭스, 공간 연결성 매트릭스(두 공간 단위가 경계를 공유하면 1, 그렇지 않으면 0), 거리 매트릭스, 초기 해이다. 일반적으로 AZP를 포함한 휴리스틱 알고리즘은 초기해에 따라 결과가 달라질 수 있기 때문에 보다 의미 있게 초기 해를 설정하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 입지할당 모델의 휴리스틱 기법 중 하나인 Teitz and Bart(1968)의 교환 알고리즘(interchange algorithm)을 이용하여 기본 공간 단위 사이의 인구 가중 거리를 최소화하는 초기 해를 산출하여 사용하였다.

4. 우리나라 수도권의 주택시장지역 설정

1) 연구 절차 및 연구 결과

연구지역은 서울, 인천, 경기도를 포함하는 우리나라의 수도권이고, 인구이동 데이터는 총 1,069개 읍면동 단위로 수집된 2005~2010년 주민등록 인구이동통계이다. 6년 간의 총 이동량은 35,289,996명이며, 이중 내부 이동량은 10,432,230명으로 내부 이동 비율, 혹은 초기 전역적 자족도는 29.6%이다. 인트라맥스 방법과 본 연구에서 개발된 AZP-기반 방법 모두 1개에서 공간단위 개수만큼의 구역을 생성할 수 있다. 합역의 수준이 높아지면, 즉 최종적인 구역의 개수가 감소하면 전역적인 차원의 구역 내 인구이동의 비중이 높아지고, 각 구역별 자족도 역시 높아진다. 그러나 너무 적은 수의 구역이 도출되면 각 구역의 자족도는 높아지겠지만 내적 상호작용의 응집성은 현저히 떨어지게 된다. 반대로 최종적인 구역의 개수가 너무 많아지면, 개별 구역의 자족도가 너무 떨어져 HMA으로서의 궁극적인 요건을 충족시키지 못하게 된다.

본 연구에서는 Coombes *et al.*(2006), DCLG(2007b), Brown and Hincks(2008) 등 기존 연구에서 제시한 응집력 있는 자족성의 기준인 전역적 차원의 자족도 70%를 우선적인 조건으로 설정하였다. 도



※ 일부 도서 지역은 지도에 나타나 있지 않음.

그림 1. 17개 HMA의 도출

출된 구역 시스템에서 총 이동량을 계산하고 이 중 구역내 이동이 차지하는 비중이 70%를 상회하는 지점에서 가장 적절한 HMA 체계가 생성된다고 상정하였다. 이보다 낮아지면 더 많은 수의 구역이 생성되면서 각 구역의 자족도가 지나치게 낮아지게 되고, 이보다 높아지면 더 적은 수의 구역이 생성되면서 각 구역의 기능적 응집도가 지나치게 낮아지게 된다고 판단하였다. 그리고 개별 HMA의 자족도 기준은 60%로 설정하였다. 이는 많은 연구들이 70%를 설정하고는 있지만, Jones(2002)와 Jones et al.(2012)의 연구가 몇몇 근거를 통해 TTWA에서는 70% 이상의 자족도 기준이 설정될 필요가 있지만, HMA에는 50% 정도의 자족도가 적절하다는 주장을 펴고 있는데, 이를 참조하여 그 중간 수준으로 결정한 것이다.

그림 1은 이러한 기준에 의해 설정된 17개 HMA의 체계를 보여주고 있고, 표 3은 각 HMA의 특성을 기술하고 있다. 전역적 자족도는 70.4%이고, 총 1,069

개 읍면동이 17개의 HMA로 합역되었다. 양 측면 모두에 대해 17개 HMA 전부가 자족도에서 60% 이상을 기록했다. 이는 앞에서 설정한 자족도 기준을 본 연구 결과는 모두 만족시키고 있는 것이다. 이 중 두 측면 모두에서 자족도가 70%를 상회하는 HMA는 7개(1번, 6번, 8번, 12번, 14번, 15번, 17번), 둘 중 하나에서 70%가 넘는 HMA는 4개(2번, 3번, 5번, 11번)로 나타났다, 나머지 6개 HMA는 두 자족도 모두에서 70% 미만을 기록했다. 인구로 보면 서울을 포괄하는 HMA는 1~3백 만 명 정도로 많지만 주변부에 위치한 HMA는 50만 명이 되지 않는다. 서울을 중심으로 중심부의 HMA는 면적은 적고 인구밀도는 높은 반면 주변부의 HMA는 그 반대이다. 서울시가 서울시에 근접한 경기도의 일부 지역을 포함하면서 5개의 서로 다른 HMA로 구성되어 있는 것이 인상적이다. 이 다섯 개의 HMA는 특히 공급-측면 자족도에서 평균 보다 낮은 수준을 보여주고 있다. 많은 HMA가 시군 행정경

표 3. 17개 HMA의 특성

순번	관련 시군구	합역된 동 개수	2010년 인구	면적(km ²)	2010년 인구 밀도(인/km ²)	공급 측면 자족도(%)	수요 측면 자족도(%)
1	연천군, 포천시, 동두천시, 양주시, 의정부시	53	908,284	1,975.1	459.9	73.9	70.6
2	파주시, 강화군, 김포시, 고양시 일산서구, 일산동구, 덕양구	69	1,531,540	1,592.2	961.9	73.0	69.1
3	가평군, 양평군, 남양주시, 구리시, 포천시	41	895,553	2,222.5	402.9	72.1	65.0
4	은평구, 서대문구, 마포구, 성북구, 중구, 용산구, 양주시	72	1,508,649	222.8	6,772.5	62.2	65.7
5	노원구, 도봉구, 강북구, 성북구, 중랑구, 동대문구, 남양주시, 종로구, 중구, 성동구, 광진구	136	3,172,174	209.6	15,137.3	69.0	73.2
6	강서구, 인천시 계양구, 부평구, 서구, 부천시, 시흥시, 양천구	106	2,853,726	295.2	9,666.8	70.4	70.6
7	하남시, 강동구, 송파구, 강남구, 서초구, 광진구, 성동구, 과천시	95	2,318,353	247.6	9,364.1	66.6	67.1
8	인천시 중구, 동구, 남구, 연수구, 남동구, 용진군, 시흥시	92	1,715,140	589.6	2,908.9	77.3	76.4
9	동작구, 관악구, 금천구, 구로구, 광명시, 영등포구, 강서구, 서초구, 용산구, 시흥시	126	3,086,451	206.9	14,919.8	65.4	69.0
10	광주시, 성남시, 용인시 처인구, 여주군	59	1,336,652	700.5	1,908.0	68.5	68.9
11	안양시, 의왕시, 군포시, 과천시, 안산시 상록구	54	1,142,019	187.0	6,108.0	68.9	70.6
12	안산시 단원구, 상록구, 시흥시	30	943,751	209.7	4,500.9	73.7	73.6
13	여주군	6	82,249	413.7	198.8	66.4	63.7
14	이천시, 여주군	16	223,969	581.3	385.3	70.7	71.1
15	수원시, 화성시, 오산시, 용인시, 평택시	79	2,559,173	1,461.5	1,751.1	78.9	72.3
16	안성시	14	172,902	516.3	334.9	67.1	64.1
17	평택시, 안성시	21	406,712	428.5	949.1	74.6	72.5

계와 상당한 일치도를 보여주고 있는 것도 인상적이다. 경기 남부의 경우, 주변부의 4개 시군은 단독의 HMA를 구성한 반면(안성시(16번), 평택시(17번), 이천시(14번), 여주군(13번)) 5개 시(수원시, 화성시, 오산시, 용인시, 평택시)가 하나의 거대한 HMA(15번)를 이루고 있는 것이 대조적이다. 특히 후자는 최고의 공급-측면 자족도(78.9%)를 보여주었다.

2) 평가

일반적으로 도출된 기능지역 시스템의 평가 기준으로 자율성(autonomy), 동질성(homogeneity), 응집성(coherence), 일치성(conformity)이 제시되고 있다(Coombes and Bond, 2008; Watts, 2009). 자율성은 자족도를, 동질성은 규모의 유사성을, 응집성은 경계의 합리성을, 일치성은 행정경계와의 일치도를 의미한다. 여기서는 자율성과 동질성의 측면에서 본 연

구 결과의 유용성을 검토하려고 하는데, 유사한 데이터에 인트라맥스 기법을 적용한 연구 결과(Jaegal, 2012)와 비교하고자 한다. 표 4는 표 3에 나타나 있는 항목별로 평균과 변동계수를 계산한 것인데, 이 값들을 비교함으로써 두 기법의 상대적 우수성을 검토하고자 한다. 우선 자율성을 검토하기 위해 자족도를 비교해 보면, 본 연구의 AZP-기반 방법의 결과가 인트라맥스 기법의 결과에 비해 평균 값이 높고 변동계수는 낮은 것을 알 수 있다. 이는 자족도에서 향상이 있었을 뿐만 아니라 HMA 간 편차도 감소했음을 보여주는 것이다. 따라서 자율성의 관점에서는 확실한 진보가 있었다고 결론지을 수 있다.

다음으로 동질성을 검토하기 위해 인구 수와 면적의 변동계수를 비교하였다. 인구 수에서는 AZP-기반 방법이 높은 값을 보인 반면 면적에서는 낮은 값을 보여주고 있다. 이는 인구 규모의 동질성은 낮아졌지만,

표 4. AZP-기반 방법과 인트라맥스 기법의 결과 비교

비교 항목	AZP-기반 방법		인트라맥스 기법	
	평균	변동계수	평균	변동계수
인구 수(명)	1,462,194	67.9	1,462,194	46.5
면적(km ²)	709.4	91.2	709.4	98.3
인구밀도(인/km ²)	4,513.50	108.5	7,245.5	99.4
공급-측면 자족도(%)	70.5	6.1	69.7	10.1
수요-측면 자족도(%)	69.6	5.0	69.3	7.8

주: 인트라맥스 기법의 결과는 Jaegal(2012)에서 재계산함.

면적 규모의 동질성은 향상되었다는 점을 말하고 있다. HMA가 일종의 통근권의 범역이라는 의미를 내포하고 있다는 의미에서 보면 HMA의 면적은 가능한 유사해질 필요가 있다. 왜냐하면 인구밀도의 고저에 상관없이 통근의 물리적 한계는 비슷하게 드러나기 때문이다. HMA와 같은 기능지역이 고려되는 한에 있어서는 인구 수의 동질성보다 면적의 동질성이 훨씬 더 중요한 속성이라고 볼 수 있다. 더군다나 면적의 편차와 인구 수의 편차 사이에는 음의 상관관계가 존재한다. 통상적으로 인구밀도가 높은 지역의 HMA는 면적이 작고 인구가 많은 반면, 인구밀도가 낮은 지역의 HMA는 면적이 크고 인구가 적다. 이 경우, 면적의 편차를 줄이기 위해 인구밀도가 낮은 지역의 HMA의 크기는 줄이고, 인구밀도가 높은 지역의 HMA의 크기는 늘이면 당연히 인구 수의 편차는 늘어날 것이다. 따라서 동질성의 관점에서 AZP-기반 방법은 인트라맥스 기법에 비해 우월한 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구의 주된 연구 목적은 HMA 개념을 명료화하고, HMA를 확인할 수 있는 기법을 지오컴퓨터이션 접근에 기반하여 제안하고, 제안된 방법론을 수도권의 HMA 설정 연구에 적용하는 것이었다. HMA는 공간적 아미트리지 개념에 근거하며, 인구가동, 자족성, 노동시장지역이 세 가지의 핵심적인 구성 개념인 것으로 확인되었다. 이러한 세 가지 개념에 기초하여 본 연구에서는 HMA를 “인구가동의 출발지와 도착지 대부분을 포괄하여 높은 수준의 주택시장 자족성을 보여주며, 통근지역과 상당한 수준의 중첩도를 보여주는 지리적 영역”으로 정의하였다. 이러한 개념 하에서

기능지역을 설정할 방법론으로 지오컴퓨터이션 접근을 채택하였는데 이는 진보된 전산 능력을 바탕으로 GIS-환경 하에서 기능지역구분을 행하는 것을 의미한다. 다양한 지오컴퓨터이션 접근 중 본 연구는 지배적으로 사용되고 있는 인트라맥스 기법의 한계를 극복하기 위해 AZP-기반 방법론을 고안했다. 우리나라 수도권 읍면동간 인구가동 흐름 데이터에 고안된 방법론을 적용한 결과, 전역적 자족도 70% 기준에서 17개의 HMA가 도출되었다. 도출된 17개 HMA 모두 공급-측면과 수요-측면 모두에서 국지적 자족도 60% 기준을 만족시켰다. 이 결과를 인트라맥스 기법에 의한 결과와 비교한 결과 자율성과 동질성 기준 모두에서 AZP-기반 방법이 인트라맥스 기법보다 우세한 것으로 판명되었다.

본 연구는 몇 가지 향후 연구과제를 남기고 있다. 첫째, 본 연구에서 개발된 AZP-기반 방법을 다른 종류의 기능지역설정에 적용하는 것이다. 예를 들어 보건지역(health care regions)(Shortt *et al.*, 2005; 김감영 등, 2009), 행정구역 재설정(Net *et al.*, 2008; 김감영 등, 2010), 교통분석구역(Martínez *et al.*, 2009), 로컬리티의 구획 설정(Coombes, 2000) 등이 가능한 영역일 것이다. 둘째, 개발된 AZP-기반 방법을 HMA와 LMA의 비교 연구에 적용하는 것이다. Hinck and Wong(2010)의 연구는 HMA와 TTWA를 비교하고 있지만 실질적으로 두 개는 서로 다른 방법론에 기반하여 설정된 것이다(차이에 대해서는 Watts(2009) 참조). 따라서, Coombes *et al.*(2006)과 Royuela and Vargas(2009)가 보여준 것처럼, 동일한 방법론을 인구가동 데이터와 통근 데이터 각각에 적용하여 그 결과를 비교함으로써 HMA와 LMA의 개념적, 실제적 유사성과 차이성을 검토할 필요가 있다. 셋째, 하위주택시장과 HMA를 결합함으

로써 도출된 HMA의 성격에 대한 보다 심도 깊은 분석을 할 필요가 있다. 이것은 등질지역을 사용해 기능 지역을 해석하는 것이다(두 개념의 관련성을 서울을 사례로 논한 논문으로 Nam(2000) 참조). 이렇게 함으로써, 각 HMA의 평균 주택가격과 가격변동률은 어떠한지, 어떠한 하위주택시장으로 구성되어 있는지, 주민의 사회경제적 특성은 어떠한지 등에 대한 질문에 대답할 수 있을 것이다. 마지막으로, 수도권에 대해 전역적 자족도를 낮은 상태에서 HMA를 설정하는 연구를 수행할 필요가 있다. 본 연구 결과 도출된 17개 HMA는 다소 면적이 넓고 인구수도 많은 편이다. 전역적 자족도를 65%, 60% 등으로 낮추면 보다 규모가 적은 보다 많은 수의 HMA가 도출될 것이다. 60%를 적용하여 초보적인 분석을 해본 결과 52개의 HMA가 설정되었는데, 50% 미만의 국지적 자족도를 보이는 HMA가 다수 포함되었다. 그러나 최소 자족도를 만족시키는 가장 작은 단위의 HMA가 어떻게 설정되는지를 살펴보는 것은 시군보다 하위 수준에서 주택 시스템을 이해하는 데는 도움을 줄 수 있을 것이다.

최근의 지리공간분석 및 모델링 분야의 빠른 진보(Lee and Kim, 2012)는 방법론적 차용성을 향상시킴으로써 이 전에는 전혀 다른 영역에서 다루어졌던 연구 주제를 동일한 방법론 하에서 동일한 방식으로 함께 다루어지는 것을 가능케 하고 있다(이상일, 2012). 본 논문에서 제시된 AZP-기반 방법은 인구가동과 통근이라고 하는 전통적으로 인구지리적 주제와 도시지리적 주제를 방법론적으로 결합하고 있다. 더 나아가 상품시장지역, 교역지역 등의 개념으로까지 확장되면 경제지리 분야의 연구와도 연결될 수 있다. 본 연구는 “공간적 상호작용론이라고 하는 인문지리학의 통섭적 영역 속에서 ‘방법론적 차용’과 ‘주제적 융합’이 이루어진”(이상일, 2012, 147) 사례로 이해될 수 있을 것이다.

文 獻

- 강영옥 · 윤은주 · 정재희, 2007, “소지역 통계구역 획정방안 연구,” 한국도시지리학회지, 10(1), 15-36.
- 김감영, 2011, “공간 상호작용 모델에 대한 공간단위 수정가능성 문제(MAUP)의 영향,” 대한지리학회지, 46(2), 197-211.
- 김감영 · 신정엽 · 이건축 · 조대현, 2009, “농촌지역 노년인구를 위한 방문 의료서비스 구역 설정 모델 및 알고리즘,” 대한지리학회지, 44(6), 813-831.
- 김감영 · 이건축 · 신정엽, 2010, “공간분석 및 모델링을 이용한 지방행정구역 재설정에 관한 연구,” 한국지역지리학회지, 16(6), 673-688.
- 박경환 · 류연택 · 정현주 · 이용근 역, 2012, 도시사회지리학의 이해, 시그마프레스, 서울(Knox, P. and Pinch, S., 2010, *Urban Social Geography: An Introduction*, 6th edition, Pearson Education Limited, Harlow, Essex.).
- 박시내, 2009, 지역별고용조사에 의한 권역설정 연구, 2009년 하반기 연구보고서 제III권 제6장, 통계청 통계개발원.
- 신정엽, 2007, “도시내부구조의 생태적 접근방법과 도시지역선정 연구의 재조명,” 지리교육논집, 51, 27-41.
- 심상완 · 이상일 · 강한균 · 송기호 · 허민영, 2012, 지역노동시장의 구조와 동향, 불휘미디어, 창원.
- 이상일, 1999, “기능지역의 설정과 ‘공간단위 수정가능성의 문제(MAUP)’,” 지리환경교육, 7(2), 757-783.
- 이상일, 2012, “공간적 상호작용론의 본질과 연구 영역: 인문지리학에 대한 통섭적 접근,” 한국지리학회지, 1(1), 137-151.
- 최병호 · 권오혁 · 김명수 역, 2006, 공간적 접근법을 이용한 도시 및 지역경제학, 시그마프레스, 서울(McCann, P., 2001, *Urban and Regional Economics*, Oxford University Press, Oxford).
- Alvanides, S., Openshaw, S., and Duke-Williams, O., 2000, Designing zoning systems for flow data, in Atkinson, P. and Martin, D. (eds.), *GIS and Geocomputation*, Taylor & Francis, New York, 115-134.
- Bond, S. and Coombes, M., 2007, 2001-based Travel-To-Work Areas Methodology, Office of National Statistics, London.
- Bozkaya, B., Erkut, E., and Laporte, G., 2003, A tabu search heuristic and adaptive memory procedure for political districting, *European Journal of*

- Operational Research*, 144, 12-26.
- Breukelman, J. Brink, G., de Jong, T., and Floor, H., 2009, *Flowmap 7.3 Manual, Faculty of Geographical Science*, Utrecht University, The Netherlands(<http://flowmap.geog.uu.nl/>).
- Brown, P., and Hincks, S., 2008, A framework for housing market area delineation: Principles and application, *Urban Studies*, 45(11), 2225-2247.
- Brown, P., and Pitfield, D., 1990, An intramax derivation of commodity market areas from freight flow data, *Transportation Planning and Technology*, 15, 59-81.
- Bureau of Labor Statistics, 2011, Labor Market Areas, 2011, U.S. Department of Labor (<http://www.bls.gov/lau/lmadir.pdf>).
- Chhetri, P., Han, J., and Corcoran, J., 2009, Modeling spatial fragmentation of the Brisbane housing market, *Urban Policy and Research*, 27(1), 73-89.
- Coombes, M., 2000, Defining locality boundaries with synthetic data, *Environment and Planning A*, 32(8), 1499-1518.
- Coombes, M. and Bond, S., 2008, *Travel-to-Work Areas: The 2007 Review*, Office of National Statistics, London.
- Coombes, M., Raybould, S., and Wymer, C., 2006, *Housing Market Areas across the North East Region, Draft Final Report, Centre for Urban and Regional Development Studies*, Newcastle University, Newcastle-upon-Tyne.
- DCLG (Department for Communities and Local Government), 2007a, *Strategic Housing Market Assessments: Practice Guidance*, Version 2, DCLG, London.
- _____, 2007b, Identifying Sub-regional Housing Market Areas: Advice Note, DCLG, London.
- _____, 2010, *Housing Market Areas and Regional Spatial Geographies: Geography of Housing Market Areas in England – Paper A*, DCLG, London.
- DTZ Peda, 2003, *Housing Market Areas in Scotland: Definition and Review Volume 3: Guidance on Market Area Definition*, Edinburgh: Research and Evaluation Department, Communities Scotland.
- _____, 2004, *Analysis of Sub-regional Housing Markets in the South West*, South West Regional Housing Board.
- Duque, J., Anselin, L., and Rey, S. J., 2012, The Max-p-regions problem, *Journal of Regional Science*, 52(3), 397-419.
- Feldman, O., Simmonds, D., Troll, N., and Tsang, F., 2005, Creation of a system of functional areas for England and Wales and for Scotland, Paper presented at the 52nd Annual Conference of the North American Regional Science Association, Las Vegas, Nevada, November.
- Fischer, M., Essletzbichler, J., Gassler, H., and Trichtl, G., 1993, Telephone communication patterns in Austria: A comparison of the IPFP-based graph-theoretic and the Intramax approaches, *Geographical Analysis*, 25(3), 224-233.
- Goetgeluk, R., and de Jong, T., 2006, Dynamic clusters in migration patterns: Intramax-analyses of inter-municipal migration flows between 1990 and 2004, Paper prepared for the ENHR conference Housing in an expanding Europe, Ljubljana 2-5 July.
- _____, 2007, What about the spatial dimension of subsidiarity in housing policy?, International Conference on Sustainable Urban Areas, Rotterdam, the Netherlands.
- Hahn, J., 2002, Social polarization of urban space: Intra-urban differences of housing price, *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, 5(1), 65-81.
- Hincks, S. and Wong, C., 2010, The spatial interaction of housing and labour markets: Commuting flow analysis of North West England, *Urban Studies*, 47(3), 620-649.
- Hirst, M., 1977, Hierarchical aggregation procedures for interaction data: A comment, *Environment and Planning A*, 9(1), 99-103.
- Horn, M., 1995, Solution techniques for large regional partitioning problems, *Geographical Analysis*, 27(3), 230-248.
- Jaegal, Y., 2012, *Delineating Housing Market Areas in*

- the Seoul Metropolitan Area Using a Geo-computational Approach*, Master's Thesis, Department of Geography Education, Seoul National University.
- Jones, C., 2002, The definition of housing market areas and strategic planning, *Urban Studies*, 39(3), 549-564.
- Jones, C., Coombes, M., and Wong, C., 2012, A system of national tiered housing-market areas and spatial planning, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 39(3), 518-532.
- Jones, C., Leishman, C., and Watkins, C., 2005, Housing market processes, urban housing submarkets and planning policy, *The Town Planning Review*, 76(2), 215-233.
- Jones, C. and Watkins, C., 2009, *Housing Markets & Planning Policy*, Chichester, Wiley-Blackwell, West Sussex.
- Kim, K., Chun, Y. and Kim, H., 2012, A heuristic approach for p-functional regions problem, *59th Annual North American Meetings of the Regional Science Association International*, Ottawa Canada, November 7-10, 2012.
- Koo, H., 2012, Improved hierarchical aggregation methods for functional regionalization in the Seoul metropolitan area, *Journal of the Korean Cartographic Association*, 12(2), 25-35.
- Lam, N., 2004, Fractals and scale in environmental assessment and monitoring, in Sheppard, E. and McMaster, R. B., (eds.), *Scale and Geography Inquiry: Nature, Society, and Method*, Blackwell Publishing Ltd, Malden, MA, 23-40.
- Lee, S.-I. and Kim, K., 2012, Geospatial analysis and modeling in Korea: A literature review, *Journal of the Korean Geographical Society*, 47(4), 606-624.
- Martin, D., 2000, Automated zone design in GIS, Atkinson, P. and Martin, D., eds., *GIS and Geocomputation*, Taylor & Francis, New York, 103-113.
- Martínez, L., Viegas, J., and Silva, E., 2009, A traffic analysis zone definition: A new methodology and algorithm, *Transportation*, 36(5), 581-599.
- Masser, I. and Brown, P., 1975, Hierarchical aggregation procedures for interaction data, *Environment and Planning A*, 7(5), 509-523
- Masser, I. and Scheurwater, J., 1980, Functional regionalisation of spatial interaction data: An evaluation of some suggested strategies, *Environment and Planning A*, 12(12), 1357-1382.
- Mitchell, W. and Watts, M., 2010, Identifying functional regions in Australia using hierarchical aggregation techniques, *Geographical Research*, 48(1), 24-41.
- Nam, Y. W., 2000, Internal structure of the Korean metropolis, *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, 3(1), 21-32.
- Nel, J., Krygsman, S., and de Jong, T., 2008, The identification of possible future provincial boundaries for South Africa based on an intramax analysis of journey-to-work data, *ORION*, 24(2), 131-156.
- ODPM (Office of the Deputy Prime Minister), 2004, *Planning Policy Statement 11: Regional Spatial Strategies*, ODPM, London.
- _____, 2005, *Planning for Housing Provision: Consultation Paper*, ODPM, London.
- ONS (Office of National Statistics), 2007, *Introduction to the 2001-based Travel-to-Work Areas*, Office of National Statistics, London (<http://www.ons.gov.uk/ons/guide-method/geography/beginner-s-guide/other/travel-to-work-areas/index.html>).
- Openshaw, S., 1977a, Optimal zoning systems for spatial interaction models, *Environment and Planning A*, 9(2), 169-184.
- _____, S., 1977b, A geographical solution to scale and aggregation problems in region-building, partitioning and spatial modeling, *Transactions of the Institute of British Geographers*, NS 2(4), 459-472.
- Openshaw, S., and Alvanides, S., 1999, Applying geocomputation to the analysis of spatial distributions, in Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., and Rhind, D. (eds.), *Geographical Information Systems, Vol.1: Principles and*

- Technical Issues*, 2nd edition, John Wiley & Sons, New York, 267-282.
- Openshaw, S. and Rao, L., 1995, Algorithms for reengineering 1991 Census geography, *Environment and Planning A*, 27(3), 425-446.
- O'Sullivan, T., Young, G., and MacLennan, D., 2004, *Local Housing System Analysis: Good Practice Guide*, Communities Scotland, Edinburgh.
- Poon, J., 1997, The cosmopolitanization of trade regions: Global trends and implications, 1965-1990, *Economic Geography*, 73(4), 390-404.
- Poon, J., Thompson, E., and Kelly, P., 2000, Myth of the triad? The geography of trade and investment 'blocs,' *Transactions of the Institute of British Geographers*, 25(4), 427-444.
- Rand McNally, 2010, 2010 *Commercial Atlas & Marketing Guide*, 141st edition, Rand McNally, Chicago.
- Royuela, V. and Vargas, M., 2009, Defining housing market areas using commuting and migration algorithms: Catalonia (Spain) as a case study, *Urban Studies*, 46(11), 2381-2398.
- Ryu, Y. T., 2010, Housing submarkets in the city of Seoul and the degree of spatial disparities in house price and rent levels across Seoul, 1988-2000, *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, 13(1), 89-108.
- Shortt, N., Moore, A., Coombes, M., and Wymer, C., 2005, Defining regions for locality health care planning: A multidimensional approach, *Social Science & Medicine*, 60(12), 2715-2727.
- Teitz, M. and Bart, P., 1968, Heuristic methods for estimating the generalized vertex median of a weighted graph, *Operations research*, 16, 955-961.
- Tolbert, C. and Killian, M., 1996, *U.S. Commuting Zones and Labor Market Areas: A 1990 Update*, Rural Economy Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, Staff Paper 9614, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Wallace, A., 2004, *Understanding Local Housing Markets? Examining Approaches to Housing Market Area Analysis*, Working Paper 6, Office of the Deputy Prime Minister/Economic and Social Research Council Postgraduate Research Programme.
- Watkins, C., 2001, The definition and identification of housing submarkets, *Environment and Planning A*, 33(12), 2235-2253.
- Watts, M., 2009, Rules versus hierarchy: An application of fuzzy set theory to the assessment of spatial grouping techniques, in Kolehmainen, M., Toivanen, P., and Beliczynski, B. (eds.), *Adaptive and Natural Computing Algorithms*, Springer, Nerlin, 517-526.

교신: 이상일, 151-748 서울시 관악구 관악로 1번지
서울대학교 지리교육과
(e-mail: si_lee@snu.ac.kr)

Correspondence: Sang-Il Lee, Department of Geography
Education, Seoul National University, 1 Gwanak-ro,
Gwanak-gu, Seoul 151-748, Korea
(e-mail: si_lee@snu.ac.kr)

투 고 일: 2012년 11월 15일
심사완료일: 2012년 11월 29일
투고확정일: 2012년 12월 04일