

도시 내부 구조 연구에서의 공간 스케일의 함의 : 서울을 사례로한 MAUP의 검토

이상일(서울대학교 지리교육과)

도시 내부 구조에 대한 많은 연구들은 행정구역단위로 합산된 자료에 의존하게 된다. 또한 연구를 위해 필요한 자료의 구득 가능성(availability)은 그 자료가 제공되는 공간 단위의 크기라는 측면에서 매우 상이하게 드러난다. 주지하는 바처럼 이러한 공간 단위 선택의 불가피성은 연구의 결과에 상당한 영향을 미치게 된다. 이와는 전혀 다른 맥락에서, 자료 수집구(enumeration unit)와 같은 매우 작은 공간단위에 서부터 매우 큰 공간단위에 이르는 다양한 공간 스케일에서의 자료가 존재하고 연구자가 이들 중 하나를 선택하게 되는 경우에도 유사한 공간단위의 문제가 발생할 수 있다. 즉, 연구 결과는 선정된 공간단위의 크기에 따라 달라질 수 있는 것이다. 더 나아가 연구자가 스스로의 지역화 양식(regionalization scheme)에 따라 이용가능한 최소의 공간단위를 合域(spatial aggregation)함으로써 보다 규모가 큰 공간단위를 창출하여 연구에 사용하게 되는 맥락에서도 '연구결과의 선정된 공간단위에서의 의존성'은 마찬가지로 존재하게 된다.

공간 스케일(spatial scale)은 다중적인 의미를 가지고 있어 종종 혼돈을 야기하는데, 일반적으로 공간 스케일은 지도 스케일(map scale), 지리적 스케일(geographic scale), 측정 스케일(measurement scale), 그리고 작동 스케일(operational scale)을 의미하는 것으로 본다. 지도 스케일은 축척을 의미하며, 지리적 스케일은 연구의 공간 범위를 의미하고, 측정 스케일은 공간단위의 크기 혹은 공간적 해상도(spatial resolution)를 의미하며, 작동 스케일은 공간적 과정이 이루어지는 공간적 범역을 의미한다. 이 발표에서 의미하는 공간 스케일은 바로 측정 스케일인데, 측정 스케일이 달라짐에 따라 동일한 변수에 대한 연구의 결과가 어떻게 달라질 수 있는지에 초점을 둔다. 이러한 '연구결과의 공간단위에서의 의존성'이 가지는 문제점을 지적하는 용어가 MAUP(modifiable areal unit problem)이다. 다시 말해 MAUP이란, 연구에 사용되는 공간단위 선택은 기본적으로 작위적(공간단위의 수정가능성)이며, 연구의 결과는 사용된 공간단위에 의존적임을 지적하는 것이다. 즉, 분석의 결과로 도출된 통계치(예를 들어 변수 간 상관관계나 회귀분석에서 회귀계수나 결정계수의 값)들이 선택된 공간단위에 따라 '실질적으로' 상이할 수 있다는 것이다. 만일 변수들의 공간관계에 대한 통계적 결론이 채택된 공간단위에 대해 상대적이라면, MAUP은 공간분석이 직면하고 있는 가장 중요한 과제 중의 하나임에 틀림없다.

본 연구는, 많은 도시 내부 구조 연구가 특정한 공간 스케일의 공간단위를 사용하고 있기 때문에 MAUP의 효과로부터 자유로울 수 없다는 점을 인식해야하며, 더 나아가 MAUP의 효과가 드러나는 방식에 대한 탐구가 도시 내부 구조를 진정 '공간적'으로 분석하기위해 반드시 필요한 연구 과제라는 점을 깊이 인식할 필요가 있는 점을 강조하고 있는 것이다. 일반적으로 MAUP의 효과는 '스케일의 효과(scale

effect)와 '구획의 효과(zoning effect)'로 나누어지지만 여기서는 전자에 집중하고자 한다. MAUP의 효과에 대한 연구는 1980년대 후반 미국의 NCGIA(National Center for Geographic Information and Analysis)가 MAUP을 하나의 선도연구과제(research initiative)로 선정함으로써 집중적으로 행해지게 되었다. MAUP이 왜 발생하는가에 대한 일반적인 설명은 합역이 발생할 때, 즉 공간 스케일이 높아질 때(공간단위의 크기가 커질 때) 변수들의 변량과 변수간의 공변량이 변화한다는 것이다. 즉, 합역은 일반적으로 변수의 변량을 감소시키는 효과를 가져 오는데, 이것은 단위공간이 합쳐지면서 일종의 '균질화 효과(smoothing effect)'가 발생하기 때문이다. 따라서 MAUP에 대한 연구의 결과는, 공간 스케일이 높아질수록 (1) 변수의 분산이 감소하고, (2) 상관계수가 높아지고, (3) 회귀분석에서 결정계수의 값이 높아진다는 점을 보고하고 있다. 회귀계수도 공간 스케일에 영향을 받는 것으로 보고되고 있지만 특정한 일반화에는 도달하지 못한 것으로 판단된다.

본 연구는 공간 스케일과 공간적 의존성(spatial dependence) 혹은 공간적 자기상관(spatial autocorrelation)의 관계에 집중하고자 한다. 이러한 연구의 초점을 설정한 첫 번째 이유는 기존의 연구에서 이 주제는 상대적으로 소외되어왔기 때문이다. 그러나 보다 중요한 이유는 MAUP의 근본 원인이 위에서 살펴본 균질화 효과가 아니라 공간적 현상이 가지고 있는 본질적인 특성, 즉 공간적 의존성에 존재한다는 점 때문이다. 즉, 대부분의 공간적 현상은, 서로 인접한 공간단위들이 유사한(혹은 상이한) 속성값을 보여주는 형태의 공간적 패턴을 나타낸다는 것이다. 만일 어떤 변수의 공간적 분포가 임의적(random)이라면, 공간단위가 합역되더라도 그 변수의 공간적 분포는 여전히 임의적일 것이기 때문에 MAUP의 효과는 발생하지 않을 것이다.

본 연구는 서울을 사례로 이러한 공간 스케일과 공간의존성의 관계를 탐구하고자 한다. 분석의 과정은 다음과 같다. 첫째, 2000년 인구센서스 자료 중 하나의 변수를 동단위와 구단위로 구하여 공간적 의존성의 정도를 비교 한다. 둘째, 522개의 동을 4개의 상이한 공간 스케일로 합역하여 공간적 의존성의 정도를 비교 한다. 이를 위해 각 공간 스케일 마다 임의적으로 합역된 100개의 상이한 구획양식을 생성하고 각각에 대해 공간적 의존성을 측정한다. 셋째, 위의 두 연구과제에 대해 공간적 의존성의 지표를 달리하면서 그 효과의 변이를 파악한다. 서로 비교될 공간적 의존성의 지표는 Moran's I , Geary's c , 그리고 Lee's S 이다. 이렇게 상이한 지수를 비교해보는 것은 공간적 의존성에 대한 개념이 다양하고, 상이한 지수는 상이한 측면의 공간적 의존성을 측정하고 있기 때문이다.

MAUP의 효과에 대한 일반화가 어느 정도 가능한지 하지만 실질적인 측면에서 그것은 변수-특수적(variable-specific)일 가능성이 높다. 따라서 본 연구는 보다 많은 변수를 포함하는 방식으로 확장될 필요가 있다. 또한 최소 공간단위에서의 공간적 의존성의 정도가 공간 스케일과 공간적 의존성의 관계에 미치는 영향에 대한 연구나, 공간스케일에 따른 공간적 의존성의 변동 양상을 통해 해당 변수의 작동 스케일에 대한 추론가능성에 대한 연구도 수행될 가치가 있다.