

# 교통접근도가 인구유입 및 지역 내 총생산에 미치는 영향 분석\*

## The Effects of Transportation Accessibility on Influx of Population and Gross Regional Domestic Product

박종훈 Park Jonghoon\*\*, 김찬성 Kim Chanseong\*\*\*, 이성우 Lee Seongwoo\*\*\*\*

### Abstract

The purposes of this study are firstly to measure spatial spillovers of transport infrastructure investment on the influx of population and gross regional domestic products and secondly to present policy implications to enhance the effectiveness of the transportation infrastructure with respect to economic efficiency and balanced regional development. This study utilizes panel data that encompass 226 local autonomies from 2005 to 2016. This study utilizes the 2005 to 2016 panel data to investigate influx of population model and the 2010 to 2016 panel data to analyze the gross regional domestic product model. Through the application of the spatial panel model that best fits the spatial structure of our data, we were able to test our research hypotheses. Based on the findings, this study makes two policy recommendations. First, road accessibility should be improved to target whole regions for equity based on a balanced development strategy instead of concentrating on the nodal region. Second, an increase of railways in the nodal region is closely related to the efficiency gains of neighboring regions. A future policy to target the increase of railway accessibility to a nodal region should go along with an increase in road accessibility of neighboring regions that are connected to the nodal region.

Keywords: Transportation Accessibility, Influx of Population, GRDP, Spatial Panel Model

### I. 서론

국내외를 막론하고 중앙정부가 지역균형발전을 유도하기 위한 정책 수단 중 가장 중점을 기울이는 것이 사회간접자본(Social Overhead Capital: SOC) 투자와 이를 통한 지역 간의 연계성 확대다. 특히 도로, 철도

와 같은 교통인프라의 공급은 모든 지역이 동일한 비용으로 시장진입이 가능하도록 시장 접근성에 대한 기회의 형평성을 제고한다는 측면에서 더욱 중요성을 갖는다. 이에 따라 우리나라는 교통인프라 투자에 재정 투입을 지속적으로 확대해 왔다. 도로 및 철도 부문 예산투입 추이를 살펴보면 2000년 10조 원에서

\* 본 논문은 교통연구원에서 의뢰받아 수행한 연구 ‘이성우, 박종훈. 2019. 우리나라 시군 교통접근성, 이동성과 사회경제지표 간 연관성 분석을 위한 자료와 모형구축. 세종: 교통연구원.’을 수정, 보완한 것임

\*\* 한밭대학교 경제학과 조교수(제1저자) | Prof., Dept. of Economics, Hanbat National Univ. | Primary Author | hohojonghoon@hanbat.ac.kr

\*\*\* 한국교통연구원 선임연구위원 | Research fellow, The Korea Transport Institute(KOTI) | cksim@koti.re.kr

\*\*\*\* 서울대학교 농경제사회학부 지역정보전공 교수(교신저자) | Prof., Dept. of Agricultural Economics and Rural Development, Seoul National Univ. | Corresponding Author | seonglee@snu.ac.kr

2005년 11.3조 원, 2010년 12조 원, 2015년 15.8조 원으로 투자 규모가 지속적으로 증가되어 왔음을 알 수 있다(김형태, 안상훈 2013; 한국개발연구원 2017).

하지만 교통SOC투자는 수혜지역과 비수혜지역의 경제적 기회 제공에 대한 불균등을 통해 지역 간 격차를 확대시킬 가능성이 존재한다. 지역 간 도로망의 불균형적 투자가 초래하는 부정적 파급효과는 단순히 지역 간 경제적 이격 수준에 머무르지 않고 미래세대의 경제적 불균등 정도까지 영향을 미칠 가능성이 존재한다(조남건, 김경석, 정진규, 이훈기 외 2003). 실제로 지역 간 교통접근도의 차이는 사회경제적 요인인 인구유입과 지역의 지역 내 총생산(Gross Regional Domestic Product: GRDP)에 유의미한 차이를 보이는 것으로 나타났다(정일홍 2011; 조남건, 김경석, 정진규, 이훈기 외 2003; 이성우, 임형백, 최상호, 최흥규 외 2003; Kim and Sultana 2015). 따라서 정부 재정이 대규모로 투입되는 교통인프라 투자는 지역 간 차이를 유발하지 않도록 하는 것이 필요하다고 하겠다(이성우 2004).

지역균형 발전에 대한 논의가 지속적으로 이어지고 있는 현 시점에서 지역 간 차이를 유발하는 교통접근도의 전략적 개선정책은 그간 나타난 지역 불균형해소의 단초를 제공해 줄 수 있다. 그러나 이와 관련되어 수행된 연구는 지역의 변화를 고려하지 않은 정태적 관점에서 주로 수행되었다. 정태적 관점의 연구들은 지역의 역동성을 포섭하지 못하기 때문에 효과적인 연구결과 도출에 일부 한계를 지니고 있다. 따라서 지역에 대한 시-공간적 특성을 포괄하는 접근방식이 필요하다.

본 연구는 지역의 도로 및 철도 접근도가 지역의 인구유입과 GRDP에 미치는 영향을 분석하여 교통SOC 투자에 따른 지역성장을 활성화할 수 있는 정책대안을 제시하는 것을 주요 목적으로 하고 있다. 연구

의 수행을 위해 통계청(KOSIS)에서 제공하는 시군구별 인구, 사회경제지표, 도시계획 자료와 함께 한국교통연구원에서 제공하는 도로접근도 및 철도접근도, 그리고 이를 포괄하는 효용접근도를 활용하였다. 본 연구에서는 집계자료의 분석에 적합한 공간계량경제모형을 활용하였으며, 인구유입모형은 2005년~2016년, GRDP 모형은 2010년~2016년의 시간적 범위 내에서 연구를 수행하였다. 다년도의 집계자료 분석을 위해 공간패널모형을 적용하였으며, 활용된 모형은 공간자기상관패널모형(General Spatial Model: SAC)과 공간더빈패널모형(Spatial Durbin Model: SDM)이다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 접근도의 사회경제적 의미와 파급효과를 통해 본 연구의 배경을 설명하고 있다. 제3장에서는 연구방법론을 소개하고, 제4장은 자료 및 변인에 대한 설명을 담고 있다. 제5장에서는 회귀분석에 따른 결과를 설명하고 있으며, 마지막으로 제6장은 본 연구를 통해 분석된 접근도 제고를 통한 지역성장에 필요한 정책대안을 제시하고 있다.

## II. 연구의 배경

우리나라의 교통인프라 정책은 총량적 성장을 견인하기 위한 수단으로 간주되어 효율성 측면의 성과를 우선적으로 고려하여 추진되어 왔다. 교통인프라 확충의 또 다른 목표 중 하나는 공간적 측면에서의 공정한 시장진입에 대한 보장과 이를 통한 지역 간 격차의 완화라고 할 수 있다. 이를 위해 중앙정부는 교통인프라 분야에 막대한 재정을 투입해 왔으며, 최근에도 이러한 경향은 지속되고 있다.

공정한 지역 간 교통접근성의 보장은 지역과 국가의 지속가능한 발전을 위해 우선순위로 고려되어야 할 핵심 지표 중 하나이며 지역 경제의 공간적·사회적

정의에 중요한 영향을 미치는 요소라 할 수 있다. 이러한 측면에서 사회간접자본의 구축을 통한 교통접근성의 개선이 지역경제에 미치는 영향에 대한 실증 분석이 국내외에서 활발하게 이루어져 왔다(안영수, 이승일 2010; 원광희 2003; 정일홍 2011; 정찬묵, 김효중 2012; Gutierrez 2001; Gutierrez, Melhorado and Martin 2010; Kim and Sultana 2015). 주요 연구 내용으로는 고속도로 건설로 인한 접근성 개선이 인구이동과 지역경제 활성화에 미치는 영향, 접근성과 용도지역 간의 관계, 접근성의 개선이 다양한 사회경제적, 도시계획 지표인 인구, 산업구조, 지가, 토지 이용 등의 변수에 미치는 영향, 고속철도 건설로 인한 접근성 개선이 지역의 인구 이동에 미치는 영향 등 다양하게 표출되고 있다.

도로와 철도, 항만, 통신 등과 같은 물리적 분야의 SOC 투자는 생산성 증대를 통하여 국가 및 지역 경제 발전에 긍정적인 효과를 미치는 것으로 알려져 있다. Aschauer(1989)는 공공인프라를 생산함수모형에 반영하여 생산량을 추정한 결과 교통인프라와 같은 핵심 공공자본은 국가 생산성 증대에 있어 높은 설명력을 가지고 있음을 논증하였으며, 유사한 결론이 Munnell(1990), Morrison and Schwartz(1996) 등의 연구에서도 도출되었다. 교통인프라는 지역 차원에서도 시장의 확대, 생산비용의 절감, 경제활동의 기회 확대를 통해 수혜 지역 경제 발전에 긍정적인 역할을 하는 것으로 확인된다. Qi, Shi, Lin and Yuen et al.(2020)에 따르면 교통인프라 구축은 물리적 접근성을 개선시켜 다양한 상품과 서비스에 대한 수요를 증가시킨다. Litman(2015), Speranz(2018) 등은 교통인프라의 긍정적인 효과로 물류 보관 및 운송비용 절감에 따른 생산 비용 감소 효과가 존재함을 보여주고 있다.

이처럼 교통인프라는 수혜 받은 지역에 직접적인 경제 발전 효과가 있는 것으로 기대되기에 교통인프라

라는 국내에서도 도시-지방, 중심지역-낙후지역 간 균형발전을 달성하기 위한 수단으로도 주목받고 있다. 이원호(2015)는 교통인프라 투자의 농촌지역 발전 효과를 거시적 차원에서 실증 분석하였다. 동 연구에 따르면 도로 총면적은 군 단위 농촌지역의 인구기반 활성화, 생산성 및 소득 증대에 직접적인 영향을 미치며, 그러한 생산 및 소득 증대 효과는 인구기반 활성화를 통한 간접적인 영향이 직접적인 영향보다 더 크다는 것을 밝혔다. 김찬성, 황상규, 성홍모(2007)는 교통인프라가 지역 간 불균형 해소에 미치는 영향을 살펴보기 위해 지니 계수를 추정하여 교통접근성에 따른 형평성을 분석하였으며, 그 결과 지역 간 교통형평성이 전반적으로 개선되는 추세임을 확인하였다. 반면 안근원 한상진, 김자인, 김상일 외(2014)는 교통인프라 투자는 평균 수준의 GRDP를 보유하면서 경제 활동이 활발한 지역에서는 지역 발전에 긍정적인 영향을 미치는 반면, GRDP가 낮은 수준의 지역에서는 유의미한 관계가 도출되지 않았기에 지역별 맞춤형 교통인프라 정책 전략의 필요성을 역설하였다.

한편 교통인프라의 효과에 대해 부정적인 시각을 제시하는 연구도 다수 존재한다. 교통인프라는 네트워크 효과를 수반하기 때문에 수혜 지역을 넘어 다른 지역의 생산성에도 영향을 미친다. 이러한 측면에서 교통인프라가 지역 간 격차 해소에 긍정적인 파급효과(spillover effect)를 야기한다는 연구도 있으나(Hulten and Schwab 1991), 부정적 외부효과가 긍정적 외부효과에 비해 크다는 의견도 대두되고 있다(Baiard 2005; 김형태, 안상훈 2013). Boarnet(1998)은 고속도로 투자는 수혜를 받은 지역의 산출에 정(+)의 영향을 미치지만 이는 인접 지역의 손실을 전제로 한다고 주장한다. 교통인프라의 투자는 불균형적 공간체계 형성의 가능성을 수반하는데 이는 인프라 투자를 받은 지역은 비교우위가 증가하는 반면 그렇지 못한 지역에서

는 손실이 발생하는 것과 관련이 있다(Boarnet 1998).

요약하면 교통SOC의 확충은 공간적 편향성에 의해 비롯되는 시장실패를 해결하기 위한 지역개발정책 이라기보다는 첨단 교통망 확립을 통한 시간비용 절감은 물론 물류의 소통능력 및 지역 간 접근성 제고를 통한 국가기간망 건설정책이라 할 수 있다. 하지만 도로 및 철도와 같은 국가 재정을 통한 교통기간망의 구축은 정부정책으로 인한 공간적 시장실패를 발생시킬 수 있다는 측면에서 공간정책이라고 할 수 있으며, 공간적 측면에서 또 다른 시장실패가 표출될 가능성을 내포하고 있다. 즉, 첨단 교통망 구축에 따른 지역 간 접근성 제고는 특정 지역에서는 성장을 위한 기회요인일 수 있지만, 교통연계망에서 배제된 지역의 경우에는 지역자원의 유출에 따른 위협요인으로 작용할 가능성이 존재한다.

본 연구의 주요 목적은 도로 및 철도와 같은 교통SOC의 지역별 투자와 이에 따른 접근성의 변화가 지역의 인구유입과 GRDP의 특성 변화에 미치는 영향을 분석하는 데 있다. 기존의 연구들이 특정 시점의 특정 사업 또는 노선의 영향 분석에 주로 초점을 두고 분석해온데 반해, 본 연구는 2005년부터 2016년까지 226개 기초자치단체수준에서 이루어진 12년에 걸친 도로와 철도 투자에 대한 자료의 축적을 통해 구축된 패널자료와, 도로 및 철도, 그리고 이를 포괄하는 효율접근도를 계산하여 보다 포괄적인 분석을 시도하고 있다(GRDP모형은 2010년~2016년을 대상으로 분석). 사공간적 이질성이 내재되어 있는 패널자료의 분석에 사용된 다양한 공간패널모형의 적용은 기타 연구와 차별되는 본 연구의 또 다른 장점이라 하겠다. 이러한 측면에서 본 연구를 통해 제시하고자 하는 교통SOC 투자에 따른 지역성장을 활성화 할 수 있는 정책대안은 더욱 신뢰감을 담보할 수 있으리라 기대한다.

### III. 연구방법론

개별 지역은 독립적인 개체이고 고유의 특성을 지니고 있지만, 개별 지역의 특성은 내재적 요인에만 의존한다고 할 수 없다. 특히, 지역 간 네트워크에 따른 인구이동, 지역 내 총생산 등과 같은 인구적, 사회경제적 요인은 지역 간 상호 영향관계에 놓여있다고 할 수 있다. 개별 지역의 고유한 특성을 공간적 이질성(Spatial heterogeneity)이라고 하며, 지역 간 상호 상호적 특성을 공간적 의존성(Spatial dependence)이라고 한다. 공간적 이질성과 의존성에 대한 개념을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 공간적 이질성은 지역의 내재적 특성으로 인해 개별 지역에 미치는 영향력이 차별적으로 나타나는 것을 의미하며, 동질에 가까운 특성을 보이는 지역이라도 지역 특성에 따라 종속변인은 유사하지 않다는 것을 의미한다. 공간적 이질성에 대한 식은 아래와 같다.

$$y_i = f_i(X_i\beta_i + \epsilon_i) \quad <식 1>$$

여기서  $i$ 는 개별지역을 의미한다.

공간적 의존성이란 특정 지역( $j$ )의 종속변인이 다른 지역( $i$ )에서 독립변인으로 작용하여 지역 간 상관성이 나타나는 것을 의미하며, 식은 다음과 같다(이성우, 윤성도, 박지영, 민성희 2006).

$$y_i = f(y_j) \quad \text{단, } i = 1, 2, 3, \dots, n \quad i \neq j \quad <식 2>$$

공간적 이질성과 공간적 의존성의 특성을 보이는 지역 단위 연구에서 전통적 형태의 계량모형을 적용하는 경우에는 동질성과 상관성이라는 가정을 위반하기 때문에 효율적인 추정결과를 도출하는 데 한계를 지니고 있다. 따라서 지역 특성을 반영하는 공간계량

모형을 도입하는 것이 강건한(Robust) 추정결과를 담보할 수 있다.

이러한 공간적 이질성과 의존성은 공간구조를 공간가중행렬을 통해 대입하여 반영할 수 있다. 공간가중행렬은 크게 역거리 행렬과 인접기반 행렬로 구분되며, 본 연구에서는 지리적 개념에 입각하여 지역 간 거리를 기반으로 역거리 행렬을 공간가중행렬로 적용하였다).

공간계량모형은 정태적(Static) 측면에서 공간관계를 파악하는 데 도움을 주지만 연구모형에서 발생할 수 있는 독립변인과 오차항 간의 내생성(Endogeneity) 문제를 야기할 가능성이 존재한다. 이러한 경우에는 정태적, 동태적(Dynamic) 측면을 모두 고려하는 패널모형을 구축하여 내생성을 방지할 수 있다. 공간계량모형에서도 지역의 정태적 변화를 넘어 동태적 변화를 살펴볼 수 있는 공간패널모형을 활용하는 것이 가능하다.

공간패널모형은 일반적인 패널모형과 동일하게 작동하며, 다른 점은 공간구조를 모형에 반영한 것이다. 공간패널모형에 대한 일반적인 수식은 아래의 <식 3>과 같다.

$$Y = \gamma Y_{t-1} + \rho WY_t + \beta X_t + \theta WX_t + \mu_i + \gamma_t + \nu_t$$

$$\nu_t = \lambda Wv_t + \epsilon_t$$

<식 3>

먼저, 하첨자  $i$ 는 지역(개체)를 의미하며,  $t$ 는 시간을 의미한다.  $\gamma$ 는 시차 종속변인의 계수를 의미하며, 시차 종속변수 계수가 0이 아닌 경우에는 동적공간패널모형(Dynamic spatial panel model)을 적용하여야 한다(Yu, Jong and Lee 2008).  $\rho$ 는 종속변인의 공간시차

계수이며,  $W$ 는 공간가중행렬,  $\theta$ 는 독립변인에 적용되는 공간시차 계수를 의미한다.  $\mu_i$ 는 지역을 나타내는 고정효과(=지역 고유 특성으로 표출되지 않는 특성),  $\gamma_t$ 는 연도 고정효과(=연도 고유 특성으로 표출되지 않는 특성),  $\lambda$ 는 공간오차계수,  $\nu_t$ 와  $\epsilon_t$  각각 공간오차와 공간오차로 통제되지 않는 오차항을 나타낸다. 여기서 공간패널고정효과모형의 경우에는 고정효과와 더미인  $\mu_i$ 와  $\gamma_t$ 가 고정되며, 확률효과모형의 경우에는 해당 더미변인들이 확률변인으로 취급된다.

공간자료의 적용은 대표적인 공간패널모형인 공간자기회귀패널모형(SAR), 공간오차패널모형(SEM), 공간자기상관패널모형(SAC), 공간더빈패널모형(SDM)을 통해 가능하며<sup>2)</sup>, 개별 모형은 각각 종속변인의 공간시차 계수( $\rho$ ), 공간오차계수( $\lambda$ ), 공간시차계수( $\rho$ )와 공간오차계수( $\lambda$ ), 종속변인과 독립변인의 공간시차계수( $\rho$ ,  $\theta$ )를 추정할 수 있다. 만약, 여기서 모형에 따른 공간시차 계수와 공간오차계수의 값이 통계적으로 유의미하지 않다면 공간계량모형 적용의 타당성을 상실할 수 있다.

공간패널모형의 모형 중 본 연구에서는 공간시차와 공간오차가 모두 포함된 SAC모형과 공간시차가 종속변인과 독립변인에 모두 공간시차를 고려한 SDM모형을 활용하고자 한다.

공간패널모형은 일반적인 패널모형과 동일하게 고정효과모형(Fixed effect model)과 확률효과모형(Random effect model)으로 구분되며, 하우스만 검정(Hausman test)을 통해 모형을 선택하게 된다. 하지만 공간 단위 연구에서는 고정효과모형이 확률효과모형에 대비하여 효율적이라고 알려져 있다(Elhorst 2014). 이러한 연유에서 본 연구는 공간패널 고정효과 모형, 그 중에

1) 공간가중행렬은 다양한 형태로 정의될 수 있음. 일반적으로 지리적 관점에서 공간가중행렬은 역거리 행렬, 인접 행렬 등으로 구축이 가능하며, 사회경제적 관점에서 통근량, 물류량 등의 수치를 활용하여 공간가중행렬을 구축할 수 있음. 구체적 설명은 이성우, 윤성도, 박지영, 민성희(2006), Anselin(1998) 등을 참조하기 바람.

2) 공간모형에 대한 영문 명칭은 다음과 같음

• SAR(Spatial Autoregressive Model) • SEM(Spatial Error Model) • SAC(General Spatial Model) • SDM(Spatial Durbin Model)

서도 공간고정 공간패널 고정효과 모형을 중심으로 연구를 수행한다.

#### IV. 자료 및 변인설명

본 연구에서 활용한 자료는 통계청에서 제공하는 e-지방지표, 시군구 통계연보, 그리고 교통연구원에서 구축한 도로 및 철도, 그리고 효용접근도 자료 및 접근도 계산을 위해 사용된 지역 간 교통수단별 통행시간과 비용, 그리고 거리 등과 같은 교통접근도 자료다. 패널 개체의 범위는 전국 226개 행정구역을 대상으로 하였으며, 시간적 범위는 연구모형에 따라 차별적으로 구성하였다. 인구유입 모형의 경우는 2005년부터 2016년까지 시간적 범위를 설정하였다. 반면 지역 내 총생산 변인은 통계청에서 제공하는 최초 시점이 2010년이기 때문에 2010년부터 2016년까지를 7개년을 시간적 범위로 설정하였다. 연구

모형에 관계없이 공간패널방법론의 적용을 위해 226개 지방자치단체(패널 개체)에 대해 균형패널자료(Balanced panel data)를 구축하였으며 이것은 자료 구득의 한계, 자료 미기입 또는 오기입 등의 문제로 인해 자료 보정과정(Data manipulation)을 거친 것이다. 먼저, 특광역시를 제외한 지역에서의 행정구역상 “구”가 포함된 지역은 단일 행정구역으로 통합하여 자료를 구축하였고, 연구 기간 중 행정구역이 통합된 청주시, 창원 시도 단일 행정구역으로 통합하여 자료를 구축하였다. 한편, 공간적 관계가 희미한 제주도와 울릉도는 본 연구에서 제외하였다.

두 연구모형의 종속변인은 각각 로그변환을 한 인구유입과 지역 내 총생산이다. 독립변인으로는 인구학적, 사회경제적, 도시계획 및 교통접근도를 대표하는 변인들로 구성하였다(<Table 1> 참조)<sup>3)</sup>. 두 실행 모형의 차이점은 독립변인 중 사회경제적 변인에서 자가변동률(인구유입 모형), 3차산업 종사자 인구비

Table 1\_ Variables

Item	Explanation	In-migration	GRDP
Dependant Variable			
Migration	In-migration	Migration population in region	○*
Regional Economy	GRDP	Gross regional domestic production (Hundred million won)	○*
Independent Variable			
Demographic	Population density	Population/Area(km <sup>2</sup> )	○*
	Population ages 65 and above	Population ages 65 and above/Population(%)	○
Socio-economic	Land price change rates	Land price change rates(%)	○
	Local tax burden per person	Local tax burden per person(won)	○*
	Tertiary labor population	Tertiary labor population/Population(%)	○
Regional Planning	Job-housing ratio	Number of company in region/ Number of housing in region(%)	○
	Commercial area	Commercial area/Zoning(%)	○
Accessibility	Road	Road accessibility	○*
	Train	Train accessibility	○*
	Utility	Utility accessibility	○*

Note: \* mark indicates log transformation.

3) 전대수 모형(log-log model)을 연구모형으로 선택하는 경우에는 종속변인과 독립변인 간의 관계가 전대수 모형이 아닌 경우에 대비하여 우호적으로 도출될 수 있어 해석에 유의할 필요가 있음.

율(지역 내 총생산 모형)만 다르게 통제되어 있다.

본 연구의 주요 관심은 교통접근도가 지역의 인구유입 및 GRDP에 미치는 영향을 규명하는 것이다. 연구모형에서 구성하는 인구 및 사회경제적, 지역특성 지표 모두 중요하고 의미가 있지만 이미 다수의 실증연구에서 그 중요성과 의미에 대해 구체적으로 서술되어 있다(전은하, 이성우 2007; 정일홍 2011; 이성우, 임형백, 최상호, 최홍규 외 2003; 이성우, 정진규, 지우석, 조중구 2004; 조남건, 김경석, 정진규, 이훈기 외 2003)<sup>4)</sup>. 따라서 독립변인에 대한 설명은 본 연구의 주요변인인 3가지 접근도 변인에 한정하여 서술하고자 한다.

지역의 교통접근도가 인구유입과 GRDP에 미치는 영향을 분석하기 위해 지역별 도로접근도 및 철도접근도를 계산한 식은 아래와 같다<sup>5)</sup>.

$$\begin{aligned} \text{도로접근도}(Road_i) &= \frac{1}{2(n-1)} \left( \sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{O_i}{T_{ij}} + \sum_{k=1, k \neq i}^n \frac{D_i}{T_{ki}} \right) \end{aligned} \quad \text{<식 4>}$$

$$\begin{aligned} \text{철도접근도}(Rail_i) &= \frac{1}{2(n-1)} \left( \sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{O_i}{T_{ij}} + \sum_{k=1, k \neq i}^n \frac{D_i}{T_{ki}} \right) \end{aligned} \quad \text{<식 5>}$$

위 식에서  $n$ 은 존으로 설정한 시군구 수를 의미하며 여기에서는 247개의 시군구를 대상으로 2005년부터 2016년까지의 지역별 접근도를 계산하였으며, 위

접근도를 본 연구의 시군구 개체 수와 일치시켰다.  $T_{ij}$ 는  $i$ 지역과  $j$ 지역 간 도로 및 철도를 이용한 통행자 수를 의미하며,  $T_{ki}$ 는  $k$ 지역과  $i$ 지역 간 도로 및 철도를 이용한 통행자 수를 나타낸다.  $O_i$ 는  $i$ 지역이 출발지인 통행자 수이며  $D_i$ 는  $i$ 지역이 도착지인 통행자 수를 의미한다.

효용접근도는 효용 기반의 접근도에 기초하여 만든 효용접근 지표이다. 교통접근도의 경제적 가치를 평가하는데 있어 가장 보편적인 추정방식은 절반의 법칙(rule-of-half)<sup>6)</sup>을 이용한 편익산정이다. 반면 본 연구에서 사용한 효용접근도는 효용 합(logsum) 기법으로 추정된 지표로, rule-of-half 기법에는 포함되지 않은 토지이용의 변화에 따른 수요의 변화를 반영하여 편익을 산정하는 방식이다. logsum 기반의 효용접근도는 토지이용의 변화 및 새로운 수단을 고려하기 때문에 좀 더 면밀한 추정이 가능하다는 장점을 지니고 있으며, 현재 우리나라의 국책사업에 대한 예비타당성 조사에도 사용되고 있다. 다음의 <식 6>은 다중로짓 회귀분석모형(Multinomial logit model)을 이용하여 도출하는 logsum 기법의 수식이다.

$$\text{효용접근도}(L_{piz}) = \log \left( \sum_j \exp(\mu_p V_{piz}) \right) \quad \text{<식 6>}$$

여기서,  $\mu_p$ 는 이동 목적  $p$ 에 대한 logsum 계수이며,  $V$ 는 효용을 나타내며, 여기서 하첨자  $i$ 는 소득수준이 고려된 인구계층,  $z$ 는 교통존을 의미한다(김찬성, 강동운, 이재훈, 강경표 외 2018). 수식이 함의하듯이 효

4) 다수의 실증연구에서 활용된 지표들은 지역연구에서 중요성과 의미가 상당함. 연구모형 구축 시 해당 지표들의 활용은 누락변수로 인한 추정 비효율의 문제를 제어할 수 있음.  
5) 본 연구에서 활용한 도로 및 철도접근도는 여객기반(=통행자 수)의 지표이므로 물류화물에 대한 해석으로 확대하는 것은 주의할 필요가 있음.  
6) 특정 교통수단의 확충에 따른 신규 이용자가 얻는 이익을 기존 이용자 이익의 평균 절반으로 설정하는 편익산정 방식.

용접근도는 특정 지역에서 구간별 통행에 이용될 수 있는 모든 수단에 대한 기대효용(Expected maximum utility)의 합을 도출하여 산출된 접근도이다(cf. Geurs 2018, 9). 지역의 경제적 기회 및 활성화 수준을 내포하고 있는 도로 및 철도, 그리고 효용접근도는 모두 인구유입 및 GRDP에 정(+)의 상관관계를 보이리라 예측된다.

상기의 논의를 토대와 3장의 <식 3>을 기준으로 연구모형을 서술하면 다음과 같다.

$$In - migration \text{ or } GRDP = f(Demographic, Socio - economic, Region, Accessibility) \quad \text{<식 7>}$$

## V. 분석결과

교통접근도가 지역 인구유입과 지역 내 총생산에 미치는 요인은 도로접근도(모형1), 철도접근도(모형2), 도로 및 철도 접근도(모형3), 효용접근도(모형4)으로 구분하여 모형을 설정하였으며, 공간패널모형 중에서 SAC모형과 SDM 모형을 중심으로 살펴보았다.

## 1. 인구유입 모형

<Table 2>는 인구유입에 미치는 결정요인에 대한 분석한 결과이다. SAC와 SDM 모형 분석결과를 살펴보면, 대다수 독립변인들의 결과는 대부분 유사하게 결과가 도출되었으나 SDM 분석결과가 공간적 자기상관성에 대한 효과를 내포하는 등 조금 더 포괄성을 가지고 있다는 측면에서 해당 결과를 중심으로 해석하고자 한다.

인구밀도의 인구유입효과는 통계적 유의성이 없는 것으로 나타나, 과거 대도시와 같은 인구집중도가 높은 도시 지역이 가지는 인구유입효과는 상당 부분 완화된 것으로 판단된다. 하지만 고령화비율이 높은 농촌지역으로의 인구유입은 통계적으로 유의미한 부(-)의 효과를 보이고 있는 것으로 드러났다.

지가변동률이 인구유입에 미치는 영향은 SAC모형의 경우 모든 사례에서 정(+)의 효과를 나타내며 통계적 유의성을 확보하고 있으나, 공간적 자기상관성에 대한 효과를 배제할 경우(SDM의 경우) 통계적 유의성을 상실하는 것으로 나타났다. 하지만 SDM모형

Table 2\_ The Result of Spatial Panel Model (Influx of Population)

Item	Influx of population							
	SAC				SDM			
	Model1	Model2	Model3	Model4	Model1	Model2	Model3	Model4
Population density	0.004	0.004	0.004	-0.002	0.006	0.007	0.006	0.001
Population ages 65 and above (% of total population)	-0.058 ***	-0.056 ***	-0.060 ***	-0.064 ***	-0.061 ***	-0.059 ***	-0.063 ***	-0.067 ***
Land price change rates	0.005 ***	0.005 ***	0.005 ***	0.006 ***	0.000	-0.000	-0.001	0.000
Local tax burden per person	0.032 ***	0.031 ***	0.031 ***	0.027 ***	0.030 ***	0.028 ***	0.028 ***	0.026 ***
Job-housing ratio	0.001	0.001 *	0.001	0.000	0.001 ***	0.002 ***	0.002 ***	0.001 **
Commercial zone (% of total area)	0.009 *	0.009 *	0.009 *	0.012 **	0.012 **	0.011 **	0.012 **	0.016 ***
Road Accessibility	3.723 ***		3.254 ***		3.171 ***		2.895 ***	
Train Accessibility		0.225 ***	0.149 ***			0.153 ***	0.077 *	
Utility Accessibility				0.064 ***				0.057 ***

(continued)

Table 2\_ The Result of Spatial Panel Model (Influx of Population) (continued)

Item	Influx of population							
	SAC				SDM			
	Model1	Model2	Model3	Model4	Model1	Model2	Model3	Model4
W*Independent variable								
Population density					0.005	0.041	0.028	0.051 *
Population ages 65 and above (% of total population)					0.070 ***	0.024 **	0.052 ***	0.073 ***
Land price change rates					-0.014 **	-0.009 *	-0.013 **	-0.023 ***
Local tax burden per person					0.053	0.034	0.024	0.079
Job-housing ratio					0.027 ***	0.041 ***	0.042 ***	0.020 ***
Commercial zone (% of total area)					0.244 ***	0.286 ***	0.243 ***	0.357 ***
Road Accessibility					-13.846 *		-17.413 **	
Train Accessibility						1.072 ***	1.268 ***	
Utility Accessibility								-0.141 ***
rho	-0.252	-0.140	-0.236	-0.439 **	0.329 **	0.488 ***	0.404 ***	0.510 ***
lambda	0.950 ***	0.938 ***	0.974 ***	1.089 ***				
Log-Likelihood	1812.9983	1799.6042	1818.2765	1862.8355	1860.2138	1853.8509	1872.5468	1906.6987
Number of observation	2,712	2,712	2,712	2,712	2,712	2,712	2,712	2,712

Note: \*\*\* p<0.01 \*\* p<0.05 \* p<0.1

의 결과에서 보듯이 자가변동에 따른 인구유입효과는 주변지역으로 갈수록 부(-)의 효과를 가지는 것으로 분석된다.

직주근접비율이 높은 지역일수록 인구유입효과에 정(+)의 상관관계를 보이는 것으로 나타났으며, 상업 지역의 비율도 동일한 효과를 보이는 것으로 추정되었다. 이러한 효과는 직주근접비율과 상업지역의 비율이 높은 지역에 인접한 지역에도 긍정적인 인구유입효과가 있는 것으로 분석되었으며, 이러한 효과는 대부분의 모형에서 p<.01 수준의 통계적 유의성을 확보하는 것으로 드러났다.

모든 유형에 있어서 접근도의 제고는 지역의 인구유입에 긍정적 효과가 있는 것으로 분석되었고 이러한 효과는 본 연구에서 설정한 모든 계량모형에서 유효한 것으로 드러났으나 인접지역에 대한 효과는 차

별적인 것으로 나타났다.

도로접근도의 증대는 지역의 인구유입에 정(+)의 효과를 보이고 있으며 이러한 효과는 SAC와 SDM 모형에서 모두 동일하게 나타났다. 철도접근도 역시 도로접근도와 동일한 결과를 보이고 있으나 파급효과는 도로접근도에 비해 낮은 것으로 판단된다. 경제적 접근도와 공간적 접근도를 포괄한 지표인 효용접근도 역시 인구유입에 긍정적인 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었다.

도로접근도의 개선은 해당 지역의 인구유입에 긍정적 효과가 예측되었으나 인접지역에서의 인구유입 효과는 반감될 것으로 나타났다. 하지만 철도접근도의 제고는 해당 지역은 물론 주변지역에 대한 인구유입 효과도 존재하는 것으로 드러나 광역지역개발을 위해서는 거점 또는 결절지역에서의 철도접근도를 제

고할 수 있는 방향의 계획수립이 바람직할 것으로 판단된다. 특정지역에서 통행의 기대최대효용을 표현하는 효용접근도의 인구유입효과는 도로와 유사한 특징을 보여주고 있는데 해당 지역에서의 정(+)<sup>1</sup>의 효과가 감지되는데 반해 주변지역에는 부(-)<sup>2</sup>의 효과를 보이고 있다. 이러한 결과는 통행효용이 높은 지역에 인구유입효과가 상당할 것이라고 추론할 수 있으며, 통행효용이 높은 지역을 중심으로 교통 결절지가 형성되는 경우, 인구의 불균형을 유발할 수 있음을 시사한다.

## 2. 지역 내 총생산 모형

하단의 <Table 3>은 지역 내 총생산(GRDP)의 결정요인에 대해 분석한 회귀모형 결과이며 독립변인들의 통계적 유의성은 다수의 독립변인에서 확보된 것으로 나타났다.

분석결과를 구체적으로 살펴보면, 인구밀도의 경우 지역공간의 불변성 및 부증성을 고려하면 지역 내 인구의 규모가 GRDP에 긍정적인 영향을 미치지만,

생산성이 비교적 감소하는 고령자 인구비율은 지역 내 경제수준에 부정적 영향을 미치는 것으로 드러났다. 이러한 결과를 살펴보면, 적정 수준의 인구규모 유지, 나아가 생산가능인구 집단의 일정 수준을 유지하는 것이 지역 내 경제에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 추론된다.

1인당 지방세 부담액은 정(+)<sup>3</sup>의 효과를, 그리고 3차산업 인구종사비율은 부(-)<sup>4</sup>의 효과를 보이지만 통계적 유의성은 전반적으로 존재하지 않는 것으로 나타났다.

직주근접비율 역시 정(+)<sup>5</sup>의 영향을 보이고 있으며 통계적 유의성도 1% 수준 내에서 확보하였으나, 상업지역 비율은 통계적 유의성이 존재하지 않는 것으로 분석되었다. 직주근접비율과 3차산업 인구종사비율의 GRDP 증대에 대한 인접효과는 통계적으로 유의미한 정(+)<sup>6</sup>의 영향을 보이고 있으나, 상업지역비율의 GRDP 증대에 대한 인접지역에 대한 파급효과는 통계적 유의성을 확보하고 있지만 부(-)<sup>7</sup>의 효과를 보이는 것으로 나타났다. 직주근접비율과 3차산업 인구종

Table 3\_ The Result of Spatial Panel Model (GRDP)

Item	Influx of population							
	SAC				SDM			
	Model1	Model2	Model3	Model4	Model1	Model2	Model3	Model4
Population density	0.151 ***	0.154 ***	0.149 ***	0.115 ***	0.147 ***	0.152 ***	0.142 ***	0.110 ***
Population ages 65 and above (% of total population)	-0.018 ***	-0.017 ***	-0.019 ***	-0.004	-0.021 ***	-0.021 ***	-0.026 ***	-0.008 **
Local tax burden per person	0.093 ***	0.095 ***	0.092 ***	0.083 ***	0.099 ***	0.095 ***	0.094 ***	0.085 ***
Tertiary labor population (% of total labor population)	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002 *
Job-housing ratio	0.003 ***	0.003 ***	0.003 ***	0.003 ***	0.004 ***	0.004 ***	0.005 ***	0.004 ***
Commercial zone (% of total area)	-0.003	-0.001	-0.001	-0.001	-0.003	0.003	0.002	-0.003
Road Accessibility	2.277 ***		2.179 ***		1.994 ***		2.120 ***	
Train Accessibility		0.122 *	0.094			0.072	0.014	
Utility Accessibility				0.353 ***				0.338 ***

(continued)

Table 3\_ The Result of Spatial Panel Model (GRDP) (continued)

Item	Influx of population							
	SAC				SDM			
	Model1	Model2	Model3	Model4	Model1	Model2	Model3	Model4
W*Independent variable								
Population density					-0.920	1.652 **	0.820	0.033
Population ages 65 and above(% of total population)					-0.033	-0.031	-0.055 **	0.010
Local tax burden per person					1.407 ***	0.164	0.718 *	0.796 **
Tertiary industry labor population (% of total labor population)					0.155 ***	0.019	0.070 **	0.085 ***
Job-housing ratio					0.018 *	0.036 ***	0.042 ***	0.026 ***
Commercial zone (% of total area)					-0.579 ***	1.779 ***	1.652 ***	-0.643 ***
Road Accessibility					-35.638 ***		-30.558 ***	
Train Accessibility						8.278 ***	8.271 ***	
Utility Accessibility								-1.406 *
rho	-1.805 ***	-1.861 ***	-1.800 ***	0.916 ***	-0.144	-1.128 **	-0.977 *	-0.421
lambda	1.550 ***	1.547 ***	1.552 ***	-0.269				
Log-Likelihood	1646.0162	1640.6369	1646.9607	1693.1868	1663.4957	1665.3730	1676.5140	1704.7140
Number of observation	1,582	1,582	1,582	1,582	1,582	1,582	1,582	1,582

Note: \*\*\* p<0.01 \*\* p<0.05 \* p<0.1

사비율의 결과를 종합하면, 직주근접은 지역 내외적으로 GRDP에 긍정적 효과를 미치고 있어 직주근접을 도모하는 지역구조를 성립할 필요가 있다. 상업지역비율의 경우에는 인접지역에 부(-)의 효과를 보이는 것으로 나타나 지역 간 경쟁관계를 보인다고 추론할 수 있다.

인구유입모형과 마찬가지로, 통제된 세 가지 접근도 지표는 지역경제 활성화에 정(+)의 유의미한 영향을 미치는 것으로 확인되었으나 공간적 영향은 접근도 지표별로 차별성을 보이고 있다. 도로접근도는 지역 자체에서의 GRDP 증대에 중요한 역할을 하는 것으로 드러났지만, 인접지역의 GRDP 증대에는 부(-)의 효과가 존재하는 것으로 분석되었다. 이것은 도로 접근도의 효과를 발휘하는 공간적 특성을 가진 인접지역들의 경우 경쟁적 관계에 위치하고 있다는 것을

의미하며, 따라서 한 지역에서의 도로접근도 개선과 관련된 시장경쟁력 우위가 주변지역의 기회 상실로 귀결되는 것으로 판단할 수 있다. 반면 철도가 가지는 광역 운송의 특성상 정착역이 위치한 거점지역은 물론 훨씬 포괄적인 주변지역에서의 여객의 접근도 개선은 정착역이 위치한 해당 지역보다는 인접한 주변지역에 미치는 경제적 효과가 훨씬 크다는 것을 의미한다. 효용접근도의 경우에는 GRDP에 통계적으로 유의미한 정(+)의 영향을 나타냈지만 공간계수(rho, lambda)의 통계적 유의성을 상실한 것으로 분석되어 공간에 대한 가정(이질성 및 의존성)이 성립하지 못하였다.

### 3. 직접효과와 간접효과

공간계량모형에서는 지역별로 종속변인에 대한 독립변인 자체의 영향력(=직접효과)과 i지역의 독립변인 특성이 j지역(=인접지역)의 종속변인에 미치는 영향력(=간접효과)로 구분하여 그 영향력을 살펴볼 수가 있다. 직접효과와 간접효과에 대해 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \begin{vmatrix} \frac{\partial E(Y_1)}{\partial x_{1k}} & \dots & \frac{\partial E(Y_1)}{\partial x_{nk}} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial E(Y_n)}{\partial x_{1k}} & \dots & \frac{\partial E(Y_n)}{\partial x_{nk}} \end{vmatrix} \\ & = (I - \rho W)^{-1} \begin{vmatrix} \beta_k & w_{12}\theta_k \dots & w_{1n}\theta_k \\ w_{21}\theta_k & \beta_k & \dots & w_{2n}\theta_k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_{n1}\theta_k & w_{n2}\theta_k \dots & \dots & \beta_k \end{vmatrix} < \text{식 8} > \\ & = (I - \rho W)^{-1} (\beta_k I_n + W\theta_k) \end{aligned}$$

<식 8>이 의미하는 것은 특정 지역의 인구유입 및 GRDP의 변화는 공간가중행렬과 종속변인 결합의 효과로 인접지역의 인구유입 및 GRDP 수준과 함께 공간가중행렬과 독립변인 결합의 효과로 인한 인접지역의 독립변인(ex) 도로접근도, 철도접근도, 효용접근

도)의 영향을 받는다는 것이다.

위 식에서 지역 내 특성이 지역의 종속변인에 미치는 직접효과는 <식 8> 우측 대각행렬(Diagonal)  $\beta_k$ 의 평균값이며, 간접효과는 대각행렬을 제외한 행 값(또는 열 값)의 평균을 의미한다(Lesage and Pace 2009; Agha, Gallo and Lionel 2018). 총효과는 직접효과와 간접효과를 합한 수치로 표현된다.

SAC와 SDM 모형은 지역별로 종속변인인 인구유입 및 GRDP 수준의 공간적 자기상관이 반영된다는 것을 전제로 한다. 따라서 공간가중행렬을 통해 정의된 종속변인의 공간시차항(Spatial lag term)이 설명변인 항에 포함되고(=Wy), 이에 따라 지역 인구유입과 GRDP에 대한 독립변인의 영향력이 i지역에 직접적으로 미치는 직접효과와, i지역 독립변인의 영향력이 주변지역으로 파급되는 간접효과, 그리고 직접효과와 간접효과의 총합인 총효과가 도출된다. 하지만 SDM 모형은 회귀모형 자체에서 개별 독립변인들의 공간적 파급효과를 내재하고 있기에 이에 따른 종속변인의 간접효과가 과잉추정되는 단점이 있다. 따라서 여기에서는 SAC모형에서 드러난 접근도 변인들의 직-간접효과를 가지고 설명하기로 한다.

<Table 4>는 SAC모형에서의 인구유입과 GRDP에 대한 3가지 접근도의 직접 및 간접효과를 분석한

**Table 4** \_ Direct, Indirect, and Total Effect (Influx of Population, GRDP)

Item		Influx of population			GRDP			
		Direct	Indirect	Total	Direct	Indirect	Total	
SAC	Model1	Road	3.741 ***	-0.485 *	3.256 ***	2.291 ***	-1.202 ***	1.089 ***
	Model2	Train	0.226 ***	-0.017	0.210 ***	0.124 *	-0.066 *	0.058 *
	Model3	Road	3.273 ***	-0.399	2.874 ***	2.187 ***	-1.115 ***	1.072 ***
		Train	0.146 ***	-0.017	0.129 ***	0.093	-0.047	0.045
	Model4	Utility	0.065 ***	-0.013 ***	0.051 ***	0.354 ***	0.425 ***	0.779 ***

Note: \*\*\* p<0.01 \*\* p<0.05 \* p<0.1

7) <식 8>은 공간터빈모형의 파급효과를 도출하는 식이며, 여기서 SAC모형의 경우에는  $W\theta$ 가 생략됨. 구체적인 도출식은 Lesage and Pace(2009)를 참고하기 바람.

것이다. 인구유입과 GRDP를 설명하는 4가지 모형 모두에서  $i$ 지역 자체에서 발생하는 긍정적인 직접효과가 주변지역에 미치는 부정적인 간접효과를 상쇄하고 정(+)의 파급효과를 보이는 것으로 분석되었다. 하지만 GRDP에 미치는 영향의 경우 도로와 철도 모두를 포괄하는 효용접근도가 직접효과는 물론 간접효과 모두에서 정(+)의 효과를 보이는 것으로 드러났다. 이것은 GRDP의 증감에 영향을 미치는 산업활동의 경우 정착역을 중심으로 한 거점  $i$ 와 주변지역간의 도로 연계망이 중요한 역할을 하고 있음을 반증한다.

이러한 결과는  $p < .01$  수준의 통계적 유의성이 확인된 도로접근도와 효용접근도의 경우에 유효하였으며 철도접근도의 경우 인구유입과 GRDP 모두에서 간접효과가 적정 수준( $p < .05$ )의 통계적 유의성을 확보하지 못하고 있었다. 도로와 철도접근도를 동시에 통제한 모형3에서도 이러한 경향은 동일하게 드러났다. 이러한 결과는 도로접근도와 도로를 포괄하는 효용접근도의 경우  $i$ 지역 접근도변인의 영향력이 여타 지역으로 파급되는 효과보다 해당 지역 내부에서 발현되는 인과효과의 규모가 상대적으로 크다는 것을 의미한다. 반면 철도의 경우 한 지역의 양호한 접근성이 인접지역에 미치는 영향이 미약하다는 것을 의미하며, 이것은 도로접근도가 주변지역과 비단속적 연계성을 가지고 있는 반면, 철도의 경우 정착역을 중심으로 연계성을 가지는 단속적 특성에 기인하는 것으로 판단된다.

## VI. 결론

본 연구에서는 도로 및 철도와 같은 교통SOC의 지역별 투자와 이에 따른 접근도의 변화가 지역의 인구유입과 GRDP의 특성 변화에 미치는 영향을 분석하여, 접근도 제고에 따른 지역성장을 활성화할 수 있는 정

책대안을 제시하는 것을 주요 목적으로 하였다. 이러한 목적 달성을 위해 본 연구에서는 226개 기초자치단체의 2005년부터 2016년까지 패널자료(지역 내 총생산 모형은 2010년부터 2016년)를 이용하여 다양한 공간패널모형을 응용하였고 실제 분석에 사용된 모형은 SAC모형과 SDM모형이다. 접근도와 관련한 분석 결과를 종합하면 다음과 같이 요약된다.

첫째, 도로접근도의 개선은 해당 지역의 인구유입에 긍정적 효과가 예측되었으나 인접지역에서의 인구유입효과는 반감될 것으로 분석되었다. 하지만 철도접근도의 제고는 해당 지역은 물론 주변지역에 대한 인구유입 효과도 존재하는 것으로 드러나 광역지역개발을 위해서는 거점 또는 결절지역에서의 철도접근도를 제고할 수 있는 방향의 계획수립이 바람직할 것으로 판단된다.

둘째, 도로접근도는 지역 자체에서의 GRDP 증대에 중요한 역할을 하는 것으로 드러난 반면, 철도접근도의 제고는 정착역이 위치한 해당 지역에서도 긍정적 효과를 보이고 있지만, 인접한 주변지역에 미치는 경제적 파급효과가 훨씬 큰 것으로 드러났다. SDM모형 분석을 통해 지역 내 영향력과 함께 특정 지역의 특성(=독립변수)이 인접지역의 접근성에 미치는 영향을 분석한 결과 대부분의 변인에서 지역 내 영향력(=직접효과)보다 지역 외(=간접효과)에 미치는 영향력이 큰 것으로 나타났으며, 특히 도로접근도 보다는 철도접근도의 공간적 파급효과가 더욱 큰 것으로 분석되었다.

셋째, 도로와 철도 모두를 포괄하는 효용접근도가 GRDP에 미치는 영향은 직접효과와 간접효과 모두 긍정적인 효과를 보이는 것으로 분석되었다. 이것은 산업의 입지가 GRDP에 주로 영향을 미친다는 측면에서 정착역을 중심으로 한 거점  $i$ 와 주변지역간의 도로연계망이 GRDP의 증감에 중요한 역할을 하고 있

음을 나타낸다.

요약하면, 한 지역의 도로접근도 개선은 인접지역의 GRDP 증대에는 부(-)의 효과가 존재하는 것으로 드러났다. 이것은 한 지역에서의 도로접근도 개선과 관련된 시장경쟁력 우위가 주변지역의 기회 상실로 귀결되는 것으로 판단된다. 따라서 도로의 접근도 개선은 주요 결절지역에 주안점을 두기보다는 균형발전에 기초한 형평성 있는 접근도 개선이 필요할 것으로 판단된다. 반면 철도접근도의 제고는 정착역이 위치한 해당 지역보다는 인접한 주변지역에 미치는 경제적 효과가 훨씬 크다는 것을 보여주고 있다. 따라서 철도접근도 제고를 통한 지역개발정책의 경우 철도망 확충은 물론 주요 거점의 정착역과 연계된 도로망 확충을 통한 주변 지역의 접근도 개선 정책이 바람직하다고 판단된다. 한편, 교통접근도 개선 정책은 지역특성을 고려한 맞춤형 정책으로 추진되어야 할 것이다.

본 연구의 한계는 다음과 같다. 본 논문에서는 교통 SOC 인프라와 관련하여 접근도를 활용하였지만, 교통접근도는 교통정책, 공간정책, 신교통수단의 도입 등 다양한 대내외적 요인과 관련성이 존재한다. 이러한 특성들을 분석 모형 내에 충분히 반영하지 못한 것은 다양한 정책적 함의를 도출하는 데 한계를 지니고 있다. 아울러 본 연구의 의의를 증진하기 위해서는 교통접근도 개선을 위한 전략적 위치선정(예: 구체적으로 어떤 지역 또는 지역특성을 지닌 지역에 위치하는 것이 좋은가?), 교통접근도 투자의 파급범위 등 활용성이 높은 해결책 제시가 바람직함에도 불구하고 수행되지 못한 아쉬움 또한 존재한다.

상기에 언급한 한계는 교통접근도와 관련된 추가적인 접근도 자료구축과 개별 지역의 독립변인의 특성별 회귀분석 결과를 구체적으로 도출할 수 있는 지리가중회귀모형(Geographical Weighted Regression) 등을 활용하여 향후 연구에서 극복되기를 기대한다.

## 참고문헌 •••••

1. 김찬성, 강동운, 이재훈, 강경표, 서상범, 송기한, 이호. 2018. 제2차 국가기간교통망구축을 위한 기초연구. 세종: 한국교통연구원.  
Kim Chanseong, Kang Dongwoon, Lee Jaehoon, Kang Gyeongpyo, Seo Sanbum, Song Kihan and Lee Ho. 2018. *A Preliminary Study on the Future National Transportation Master Plan*. Sejong: The Korea Transport Institute.
2. 김찬성, 황상규, 성흥모. 2007. 국가균형발전을 위한 교통접근성 제고방안-형평성 분석을 중심으로. *교통기술과 정책* 4권, 2호: 48-55.  
Kim Chanseong, Hwang Sangkyu, Seong Heungmo. 2007. Improving way of Transportation accessibility for Regional balanced development-focusing on Equity analysis. *Transportation Technology and Policy* 4, no.2: 48-59.
3. 김형태, 안상훈. 2013. 교통인프라 투자가 제조업체 생산성에 미치는 영향. 서울: 한국개발연구원.  
Kim Hyungtai and Ahn Sanghoon. 2013. *Effects of Transportation Infrastructure Investment on Manufacturing Productivity*. Seoul: Korea Development Institute.
4. 안근원 한상진, 김자인, 김상일, 김홍배, 이영성. 2014. 교통인프라가 지역발전에 미치는 실증적 효과 분석. 서울: 한국교통연구원.  
Ahn Keunwon, Han Sangjin, Kim Jain, Kim Sangil, Kim Hongbae, Lee Youngseong. 2014. *Empirical Analysis of Transport Policy for Regional Development*. Seoul: The Korea Transport Institute.
5. 안영수, 이승일. 2010. 서울시 지하철 접근도 변화와 용도지역변화의 연관성 분석. *국토계획* 45권, 4호: 159-170.  
An Youngsoo and Lee Seungil. 2010. An Analysis on The Relation Between The Changes of Seoul's Zoning and Subway Accessibility. *Journal of Korea Planning Association* 45, no.4: 159-170.
6. 원광희. 2003. 고속도로건설에 따른 지역 간 접근성 변화분석. *도시행정학보* 16권, 1호: 49-81.  
Weon Kwanghee. 2003. A Study on the impact of new highway construction on regional accessibility. *Journal of The Korean Urban Management Association* 16, no.1: 49-81.
7. 이성우, 윤성도, 박지영, 민성희. 2006. 공간계량모형응용. 서울: 박영사.

- Lee Seongwoo, Youn Seongdo, Park Jiyoung, Min Sunghee. 2006. *Application Spatial Econometrics Model*. Seoul: Parkyoung Press.
8. 이성우, 임형백, 최상호, 최홍규, 조중구, 오승미, 윤성도. 2003. 신행정수도와 고속철도 사업이 수도권에 미치는 영향: GRDP와 인구분포변화를 중심으로. 수원: 경기개발연구원. Lee Seongwoo, Lim Hyungbeak, Choi Sangho, Choi Heungkyu, Cho Joongkoo, Oh Seungmi and Yun Seongdo. 2003. *The Effects of the Administrative Capital Relocation and Rapid Rail Transit on Gyeonggi Province: Focusing on the GRDP and Population Distribution*. Suwon: Gyeonggi Research Institute.
  9. 이성우, 정진규, 지우석, 조중구. 2004. 고속철도가 국토공간의 인구분산에 미치는 영향. 국토연구 40권: 3-17. Lee Seongwoo, Jeong Jinkyu, Zhee Woosuk and Cho Joongkoo. 2004. The Effects of High Speed Rail on Population Distribution. *The Korea Spatial Planning Review* 40: 3-17.
  10. 이성우. 2004. 고속철도 시대의 지역개발 방향. 국토. 2월호, 18-31. 안양: 국토연구원. Lee Seongwoo. 2004. The direction of regional development in era of High Speed Rail. *Planning and Policy* February, 18-31. Anyang: KRIHS.
  11. 이원호. 2015. 교통 인프라 투자와 농촌지역 발전에 미치는 영향. 한국지역지리학회지 21권, 3호: 503-514. Lee, Wonho. 2015. Transport Infrastructure Investment and Its Impacts on Rural Development : Exploratory Analysis for Policy Evaluation. *Journal of The Korean Association of Regional Geographers* 21, no.3: 503-514.
  12. 전은하, 이성우. 2007. 고속철도가 지역균형발전에 미치는 영향. 서울도시연구 8권, 4호: 73-87. Jun Eunha, Lee Seongwoo. 2007. The Effects of Rapid Transit on Balanced Regional Development. *The Seoul Studies* 8, no.4: 73-87.
  13. 정일홍. 2011. 고속철도 개통이 지역 간 인구이동에 미친 영향에 관한 실증분석, 2004-2009. 석사학위논문, 서울대학교. Jung Ilhong. 2011. *An Empirical Analysis of High Speed Rail Effects on Inter-regional Migration, 2004-2009*. M. A. Diss., Seoul National University.
  14. 정찬목, 김효종. 2012. 주성분해석을 통한 철도이용객 수요에 미치는 사회경제지표 분석. 한국콘텐츠학회논문지 12권, 7호: 437-444. Jung Chanmook, Kim Hyjong. 2012. Analysis of Socio-economic Factors for Prediction of Railroad Trip Generation by Principal Component Analysis. *The Korea Contents Society* 12, no.7: 437-444.
  15. 조남건, 김경석, 정진규, 이훈기, 김종학, 송하승, 이성우 외. 2003. 고속철도 개통에 따른 국토공간 구조의 변화전망 및 대응방안 연구. 안양: 국토연구원. Cho Namgeon, Kim Gyeongsuk, Chung Jinkyu, Lee Hoonki, Kim Jonghak, Song Haseung and Lee Seongwoo et al. 2003. *The Spatial Impact of the High Speed Rail and its Countermeasures*. Anyang: Korea Research Institute for Human Settlements.
  16. 통계청. <http://kosis.kr> Kostat. <http://kosis.kr>
  17. 한국개발연구원. 2017. 2017~2021년 국가재정운용계획: SOC(교통) 분야 보고서. 국가재정운용계획 SOC(교통) 분과 위원회. 세종: 한국개발연구원. Korea Development Institute. 2017. *2017-2021 National Finance Planning: SOC(Transportation)*. Sejong: Korea Development Institute.
  18. Agha, B. Gallo, S. L and Lionel, J. V. 2018. Chapter 7: Spatial econometrics on panel data. In *Handbook of Spatial Analysis: Theory and Application with R*. Paris: Insee-Eurostat.
  19. Aschauer, D. A. 1989. Is Public Expenditure Productive? *Journal of Monetary Economics* 23, no.2: 177-200.
  20. Boarnet, M. G. 1998. Spillovers and the Locational Effects of Public Infrastructure. *Journal of Regional Science* 38, no.3: 381-400.
  21. Elhorst, J. P. 2014. *Spatial Econometrics: From Cross-Sectional Data to Spatial Panels*. Heidelberg: Springer-Verlag.
  22. Gutierrez, J. A. 2001. Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border. *Journal of Transport Geography* 9, no.4: 229-242.
  23. Gutierrez, J. A., Melhorado, C. and Martin, J. C. 2010. Using accessibility indicators and GIS to assess spatial spillovers of transport infrastructure investment. *Journal of Transport Geography* 18, no.1: 141-152.
  24. Hulten, C. and Schwab, R. 1991. Public Capital Formation and the Growth of Regional Manufacturing Industries. *National Tax Journal* 64, no.4: 121-134.

25. Kim, H. and S. Sultana. 2015. The Impacts of High-Speed Rail Extensions on Accessibility and Spatial Equity Changes in South Korea from 2004 to 2018. *Journal of Transport Geography* 45: 48-61.

26. Lesage, J. P and Pace, R. K. 2009. *Introduction to Spatial Econometrics*. New York: Taylor & Francis.

27. Litman, T. 2015. *Evaluating Public Transit Benefits and Costs, Victoria*. Victoria: Victoria Transport Policy Institute.

28. Morrison, C. and A. E. Schwartz. 1996. State Infrastructure and Productive Performance. *The American Economic Review* 86, no.5: 1095-1112.

29. Qi, G., Shi, W., Lin, K., Yuen, K. F., and Y. Xiao. 2020. Spatial Spillover Effects of Logistics Infrastructure on Regional Development: Evidence from China. *Transportation Research Part A*. 135: 96-114.

30. Yu, J., de Jong, and Lee, L. F. 2008. Quasi-maximum likelihood estimators for spatial dynamic panel data with fixed effects when both n and t are large. *Journal of Econometrics* 146, no.1: 118-134.

- 논문 접수일: 2020. 8. 31.
- 심사 시작일: 2020. 10. 7.
- 심사 완료일: 2020. 11. 9.

---

## 요약

주제어: 교통접근도, 인구유입, 지역 내 총생산, 공간패널모형

본 연구는 도로 및 철도와 같은 접근도의 변화가 지역의 인구유입과 GRDP의 특성 변화에 미치는 영향을 분석하여, 접근도 제고를 통해 지역성장을 활성화할 수 있는 정책대안을 제시하는 것을 주요 목적으로 하고 있다. 본 연구에서는 226개 기초자치단체에 대한 2005년부터 2016년까지의 패널자료를 구축하였고 인구유입 모형과 GRDP모형을 각각 2005년~2016년, 2010년~2016년까지의 시간범위에서 다양한 공간패널모형을 응용하여 분석하였다. 분석

결과 도로의 접근도 개선은 주요 결절지역에 주안점을 두기보다는 균형발전에 기초한 형평성 있는 접근도 개선이 필요할 것으로 분석되었다. 반면 철도접근도의 제고는 정치역이 위치한 해당 지역보다는 인접한 주변지역에서의 경제적 편익이 훨씬 크다는 것을 보여주고 있다. 따라서 철도접근도 제고를 통한 지역 개발정책의 경우 철도망 확충은 물론 주요 거점의 정치역과 연계된 도로망 확충을 통한 주변 지역의 접근도 개선 정책이 바람직한 것으로 분석되었다.