

도로 및 철도시설 개발의 적정성 분석 : 제조업 부가가치의 기여도를 중심으로*

The Optimum Level of Road and Railroad Development focusing on Manufacturing Value Added

이유진 Yi Yoojin**, 김의준 Kim Euijune***

Abstract

The purpose of this study is to analyze the optimum level of road and railroad development focusing on manufacturing value added in South Korea. An accessibility level leading to a positive marginal value added is considered to be in optimal range in terms of road and railroad development. By estimating a production function of manufacturing industries with respect to road and railroad accessibility and evaluating the maximum and minimum value which lead to a positive marginal value added, optimal ranges of road and railroad accessibility indices are derived. In general, the increase in the accessibility using road and railroad networks positively influences on manufacturing value added. However, additional improvement of road accessibility adversely affect the manufacturing value added when the level of accessibility exceed 145.9% of the current state. In local level, 46 and 52 cities and counties are observed to have excessive level of road accessibility and insufficient level of railroad accessibility, respectively.

Keywords: Optimum Level of Transport Development Road and Railroad, Accessibility, Marginal Value Added

I. 서론

교통 접근성은 통행의 주체 및 목적 등에 따라 다양하게 해석될 수 있으나, 이를 ‘공간적 상호 작용의 잠재적 기회’라고 보는 Hansen(1959, 73)의 시각은 접근성의 다양한 정의를 포괄한다. 이를 근간으로 Dundon-Smith and Gibb(1994, 180)은 접근성을 교통비용이 감안된 상태에서 지역 간에 이루어지는 경제 주체 간 교류의 정도, 즉 ‘경제적 잠재력(economic

potential)’으로 정의해 지역 간 경제적 교류에서의 교통비용 제약에 초점을 두었다.

교통비용 절감에 따른 지역 간 상호 작용의 증가는 다양한 경로를 통해 생산성 증대로 이어진다. 교통비용의 감소는 인적 교류 활성화를 통한 학습효과 및 구인·구직의 용이성 제고(Glaeser and Kohlhas 2004; Holl 2006) 등 집적의 경제에 상응하는 효과를 불러일으키며, 통근권 범위를 확대시켜 생산성이 높은 도시지역으로의 집적을 추가적으로 유발(Venables

* 본 논문은 2015년도 한국연구재단의 국제협력사업 지원을 받아 연구되었음(NRF-2014K2A2A4001451).

** 서울대학교 농업생명과학대학 농경제사회학부 박사과정 수료(제1 저자) | Ph.D. Candidate, Dept. of Agricultural Economics and Rural Development, Seoul National Univ. | Primary Author | exuberantly@naver.com

*** 서울대학교 농업생명과학대학 농경제사회학부 교수 및 농업생명과학연구원 겸무연구원(교신저자) | Prof., Dept. of Agricultural Economics and Rural Development and Adjunct Research Fellow, Research Institute of Agricultural and Life Science, Seoul National Univ. | Corresponding Author | euijune@snu.ac.kr

2007)한다. 또한 Krugman(1990), Fujita, Krugman and Venables(2001) 등을 선두로 한 신경제지리학에서는 거리로 인한 제약 완화가 요소가격의 상대 우위에 기초한 지역별 생산기능 분담 및 특화로 이어져 규모의 경제와 관련한 편익이 발생함을 강조하였다.

한편, 교통 접근성 개선으로 인한 생산성 증대 효과는 다른 요인과의 상호 작용에 의해 다르게 나타날 수 있다. Rietveld and Nijkamp(1992, 16-17)는 교통 부문을 포함한 기반시설의 투자와 관련해 기존의 기반시설 보유 정도가 높을수록 추가적 개선에 따른 한계효과는 감소하나, 다른 기반시설의 투자와 연계될 경우 상호 보완성으로 더 큰 효과를 거둘 수 있다고 설명하였다. 교통 인프라 투자에 따른 통행비용 감소가 지역 간 접근성 증가로 이어짐을 고려한다면, 접근성 개선의 한계효과 또한 기존의 접근성 수준에 따라 수확체감을 보이며, 다른 요인과의 상호 작용에 의해서도 영향을 받을 것이라고 유추할 수 있다.

관련 실증연구 중 하나로 Canning and Bennathan(2000)은 90개 국가에 대해 40년간 구축된 패널 자료를 활용해 도로 부문 투자에 따른 한계생산효과를 추정하고 이를 국가별 소득 수준에 따라 비교한 결과 개발도상국에서 가장 탄력이 높고 소득 수준이 이보다 높거나 낮아짐에 따라 한계생산효과도 감소하는 역 U자 분포를 따름을 보였다. 이에 대해 Canning and Bennathan(2000)은 경제 규모 대비 교통 인프라의 양적 규모가 작은 개발도상국에서 교통 부문 투자에 따른 한계생산효과가 높은 한편, 인적 자본 또는 민간 자본 등 다른 요인과의 상호 작용에 따라 한계생산효과가 증가할 수 있다고 설명하였다. Melo, Graham and Brage-Ardao(2013, 703)는 교통 부문 인프라 투자의 경제적 효과에 대한 메타분석 결과, 통념과 달리 교통

투자의 한계수확체감의 법칙이 항상 성립한다고 보기 어려우며, 이는 신규 투자된 교통 인프라가 기존 교통망과의 결합을 통해 네트워크의 연결성 증대 및 시너지 효과를 유발하기 때문인 것으로 설명하였다. 이러한 맥락에서 둘 이상의 교통수단이 혼재하는 상황을 고려한다면 접근성 개선에 따른 한계생산효과는 교통수단 간 생산에 있어서의 관계가 상호 보완적인지 대체 또는 경쟁적인지에 따라 다르게 나타날 것이다. 전자의 경우 한 수단의 접근성 개선은 다른 수단의 한계생산효과에도 긍정적으로 작용하겠으나, 생산활동에서 두 교통수단의 역할이 유사하거나 중첩되는 경우 한계수확체감의 법칙이 성립할 가능성이 높다.

한편, 우리나라는 1960년대 이래 경제성장의 견인 또는 경제위기의 극복 수단으로 교통기반시설에 집중적으로 투자해 왔으며, 특히 도로 및 철도 부문의 예산투입 비중은 지속적으로 높은 수준을 유지하고 있다(김형태, 안상훈 2013, 3). 이에 따라 박현, 허석균, 김의준(2004)과 류덕현(2006) 등 교통 부문 투자 규모의 적정성 또는 과잉 여부에 대한 연구가 수차례 진행되어 왔다. 그러나 적정 수준의 개념은 정책의 주요 관심 집단이 누구인지에 따라, 기회비용을 포함한 사회적 비용을 산정하는 데 어떠한 가정을 취하는지에 따라 달리 정의될 수 있다. 본 논문의 목적은 제조업의 부가가치 증대 측면에서 도로 및 철도시설 개발의 적정성을 분석하는 것이다. 도로 및 철도시설 개발에 따른 교통 접근성의 추가적 개선이 제조업의 부가가치 증대로 이어지는지 여부는 현 상태의 교통 접근성 수준에 따라 결정된다고 보고, 양(+)의 한계부가가치를 유발하는 접근성의 최대 허용치 및 최소 요구치를 구해 이를 접근성 적정 범위의 상한과 하한으로 정의한다.¹⁾ 특히 시군구 단위 지역별 평균 조건하

1) 교통 접근성 개선에 따른 한계부가가치효과는 제조업의 하위 부문별로 다를 것이며, 이는 산업별로 도로 및 철도교통에 대한 의존도, 시장의 규모 등이 상이하기 때문이다. 따라서 접근성의 적정 범위는 관심 대상 산업에 따라 달라질 수 있을 것이나, 본 논문에서는 접근성의 개선이 제조업 전반에 미치는 생산성 증대효과에 초점을 두어 제조업의 전 영역을 통합해 이를 분석 대상으로 함.

에서의 도로 및 철도 접근성의 최저 요구 수준과 최고 허용 수준을 계산하고 현 수준과 비교해 접근성의 과잉 또는 과부족 지역을 식별하고자 한다.

성장 동력 목적의 교통 부문 투자가 현시점에서 얼마나 실효성을 갖는지 판단하기 위해서는 추가적인 투자로 인해 기대되는 효용이 어느 정도인지에 대한 진단이 필요하다. 본 논문에서는 교통 부문 투자에 대한 성과지표인 도로 및 철도 접근성이 제조업의 부가가치에 미치는 영향을 분석함으로써 이 질문의 답을 구하고자 한다. 특히 접근성의 한계생산효과에 초점을 두어 접근성 지표의 추가적 개선에 따른 부가가치의 증가가 더 이상 일어나지 않는 최적의 조건을 산출해 현 상태와 비교함으로써 접근성의 추가적 개선이 합리적 대안인지 여부를 논의한다.

분석의 기준 시점은 2012년이며, 대상 지역은 전국 251개 시군구 단위 지역 중 도서 지역을 제외한 246개 지역(생산함수 추정 시 237개 지역)으로 한다. 국가교통DB센터에서 제공하는 도로 및 철도망 자료를 활용해 지역 간 통행 소요시간을 산정하고, 지역 간 기종점(origin-destination) 통행량을 활용해 시간 저항함수(travel time decay function)를 추정한다. 이를 기반으로 잠재적 접근성 지수(potential accessibility index)를 산정한 후 광업제조업조사 자료를 활용해 트랜스로그 생산함수를 추정하고 도로 및 철도 접근성의 제조업체 생산성 기여도를 분석한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 접근성 지수의 개념적 틀 및 산정 과정을 설명한다. 3장에서는 접근성 변수를 적용한 제조업의 생산함수를 추정하고, 이를 토대로 한계부가가치 함수를 도출해 접근성의 최저 요구 수준 및 최고 허용 수준을 제시하는 한편, 접근성의 과잉 또는 과부족 지역을 판별한다. 4장에서는 연구의 내용을 요약하고 연구의 한계 및 향후 과제에 대해 논의한다.

II. 접근성 지수의 산정

1. 접근성 지수 및 저항함수의 형태

공간적으로 이격한 두 지점(node) 간에 발생하는 상호 작용의 크기는 두 지점의 규모와 정(+)의 관계를 갖는 한편, 이들 지점 간 이동비용에 대해 부(-)의 관계를 갖는 것으로 알려져 있다. 지역의 규모는 일반적으로 인구 또는 종사자 규모, 총 생산 등의 경제활동 지표에 의해 반영되며, 두 지점 간 이동비용은 이동거리 또는 소요시간으로 설명할 수 있다. 이동비용의 증가에 따른 공간적 상호 작용의 감소를 표현하기 위해 시간(또는 거리) 저항함수를 적용할 수 있다. 접근성 지수는 <식 1>과 같이 지역의 규모 및 저항함수로 구성된 형태로 표현할 수 있다.

$$ACC_i = \sum_j M_j f(C_{ij}) \quad \langle \text{식 1} \rangle$$

ACC_i : 지역 i 의 접근성 지수

M_j : 지역 j 의 규모

$f(C_{ij})$: 지역 i 와 지역 j 의 이동비용(C_{ij})에 따른 저항함수

Haynes, Lovettand and Sunnenberg(2003)가 지적한 바와 같이 접근성 지수는 저항함수의 형태에 따라 민감하게 반응하며, 따라서 접근성 모형 설정에 있어 적합한 저항함수의 선택이 필수적이다. 저항함수의 형태로는 전통적으로 멱함수(inverse power function), 지수함수(exponential function) 등이 적용되어 왔다 (<표 1> 참조). Rosik, Stepniak and Komornicki(2015, 137-140)는 이들 함수를 적용한 선행연구를 비교하고, 지수함수는 멱함수에 비해 시간에 따른 저항이 보다 완만하게 나타나 국가 내 또는 다국가 간 상호 작용의 분석에 보다 적합하다고 주장하였다.

표 1 _ 저항함수의 비교

구분	역함수	지수함수
형태	$f(C_{ij}) = C_{ij}^{-\beta}$	$f(C_{ij}) = \exp(-\beta \times C_{ij})$
특성	단거리(시간) 구간에서 급격히 저항이 발생함	단거리(시간) 구간에서의 저항이 상대적으로 완만하게 일어남
적용	단거리 구간(도시 또는 지역 단위) 분석에 보다 적합함	장거리 구간(국가 내 또는 다 국가 간) 분석에 보다 적합함

본 논문에서는 지수함수를 선택해 접근성을 계산하며, 저항 모수(parameter)인 β 의 값은 국가교통DB 센터에서 제공하는 기종점 통행량과 네트워크 분석을 통해 구한 이동시간을 활용해 추정하였다. 추정 과정 및 모수 추정치에 대해서는 3절에 기술한다.

2. 네트워크 분석을 통한 이동시간의 산정

앞서 언급한 바와 같이 저항함수의 기준은 일반적으로 이동거리 또는 소요시간을 적용하는데, 본 논문에서는 도로와 철도의 두 수단 간의 비교가 필요하다. 동일 수단 내에서도 구간별로 속도가 다름을 고려하면 통행 소요시간이 보다 적합한 지표라 할 수 있다. 그러나 Halás, Klapka and Kladiivo(2014, 110)는 소요시간 지표의 한계를 다음과 같이 지적하였다. 먼저 이동 소요시간 지표로는 다양한 교통수단 간 차별성을 설명하기 어렵다. 즉, 자료의 한계로 인해 각 수단별 실제 이동 소요시간을 계산하기 어려우며, 교통수단까지의 접근, 탑승 대기 및 정체 등으로 소요되는 시간 또한 고려하기 힘들다는 단점이 있다. 또한 실제 통행에서는 단일 수단보다 둘 이상의 교통수단을 복합적으로 이용하는 경우가 많은데 이 과정에서 측정 오차가 발생할 수 있으며 적용되는 가정에 따라 불확실성이 증가할 수 있다.

본 논문에서는 지리정보시스템(GIS)을 활용해 전국 도로 및 철도망²⁾ 자료를 토대로 네트워크 분석을 실시하고 지역 간 최단 이동시간을 산정하였다. 또한 수단 접근성(door-to-door accessibility)이 낮은 철도교통의 특성을 감안해 도로교통수단과의 연계에 따라 추가로 소요되는 시간을 고려하였다. 구체적으로, 출발 지역의 중심점(centroid)으로부터 철도역까지 도로망을 통해 이동한 후 철도교통으로 목적 지역의 중심점과 인접한 철도역으로 이동, 다시 목적 지역까지는 도로교통을 이용하는 시나리오를 다수단 분석(multi-modal network analysis) 방식을 적용해 최단통행시간을 구하였다. 수단 간 환승에 있어 어느 역을 선택하느냐에 따라 최종 경로의 소요시간이 달라질 수 있으므로 본 연구에서는 246개 지역별로 모든 철도역(447개)의 이용이 가능하도록 10만 9,962개의 경우의 수를 고려해 그중 최단 소요시간 경로를 선택하였다.

또한 도로와 철도 두 수단 간 중요한 차이점은 이동 용량의 제약이라 할 수 있다. 예외적인 경우를 제외한다면 도로를 통한 이동은 시간에 따른 제약을 받지 않으나 철도통행에서는 배차간격에 따른 시간상의 제약과 더불어 객차 및 좌석수와 관련한 수송상의 물리적 제약이 존재한다.³⁾ 이는 철도교통을 통한 지역 간 잠재적 상호 작용에 있어 제약으로 작용하

2) 철도의 범위에서 일반철도 및 고속철도로 국지적 구간 내 통행을 담당하는 지하철 및 경전철은 제외하였음.

3) 물론, 도로통행 중 버스를 이용한 통행은 철도통행과 마찬가지로 배차 간격에 따른 제약 및 수송용량상의 제약을 받으나 도로통행의 상당 비중이 자동차를 통해 이루어짐(2012년 기종점 주요 수단별 여객통행량 조사 기준 73.9%)을 감안해 도로통행에서는 제약이 존재하지 않는다고 가정하였음.

므로, 도로와 철도의 수단 차별성을 반영하고자 철도 접근성은 <식 1>에서 목적 지역의 규모 대신 출발 지역과 목적 지역 간 철도를 활용한 1일 총 수송용량을 적용해 계산하였다.⁴⁾ 이로써 Halás, Klapka and Kladiovo(2014)가 지적한 소요시간 지표의 단점을 최대한 보완하고자 하였으나, 도로 정체 및 교통수단 탑승 대기 등으로 소요되는 시간은 객관적 근거 자료의 미비로 고려하지 못하였다는 한계가 있다.

한편, 이동시간을 산정할 때 지역 내 이동시간에 대해서는 고려하지 않는 경우가 많으나, 그 경우 지역의 규모가 클수록 접근성이 과소 산정되어 왜곡된 결과를 가져올 수 있다(Rietveld and Bruinsma 1998, 39-40). 따라서 본 논문에서는 Gutiérrez, Condeço-Melhorada, López and Monzón(2011, 843-844)에서 제시한 방법을 적용해 각 지역이 원형을 띤다고 가정하고 지역의 반경 및 내부 이동수단의 평균 속도를 적용해 <식 2>와 같이 도로와 철도의 지역 내 이동시간을 각각 계산하였다.

$$T_{ii} = \left(\frac{A_i}{3.14} \right)^{0.5} \div IS_i \quad \text{<식 2>}$$

T_{ii} : 지역 i 의 내부통행 시간

A_i : 지역 i 의 면적

IS_i : 지역 i 내 이동수단 평균속도

위의 과정을 거쳐 도로 및 철도교통을 활용한 지역 내 · 지역 간 이동 소요시간 행렬(246×246)을 각각 구축하였다. 도로를 통한 지역 간 이동에는 평균 3.29시간, 최대 8.80시간이 소요되는 것으로 나타났다. 철도의 경우에는 이동시간의 평균 및 최댓값이 각각 3.65시간과 11.61시간으로, 특히 최대 이동시간이 도로교통보다 많고 소요되는 것으로 나타났다. 이는 각 지역으로부터 철

도역까지의 이동을 위해 도로교통 시간이 추가로 소요되므로 철도역과의 이격 정도가 큰 지역일수록 철도 이동시간이 길게 산정되는 것으로 설명할 수 있다.

3. 시간저항함수의 추정 및 접근성 지수의 계산

이동시간에 따른 지역 간 상호작용 정도의 차이는 저항함수의 모수 크기에 좌우된다. <표 1> 지수함수식의 저항 모수(β) 값이 클수록 동일한 시간 소요 시 상호작용의 감소폭이 크다. 본 논문에서는 도로 및 철도통행에 대해 각각 저항 모수를 추정함으로써 이동시간의 증가에 따른 저항 정도가 통행수단에 따라 어떻게 달라지는지 비교하고자 하였다.

지역 간 상호작용을 측정하기 위해서는 지역 간 사람 또는 물자의 이동을 지표로 활용할 수 있다. 관련 선행연구에서는 차량통행(Stępniaik and Rosik 2013) 인구 이동(Stępniaik and Rosik 2013; Stępniaik, Rosik and Komornicki 2013), 통근(Reggiani, Bucci and Russo 2011), 쇼핑(Handy and Niemeier 1997), 여가(Skov-Petersen 2001) 등 특정 목적의 이동 빈도를 시간 또는 거리에 대해 분석하였다. 저항 모수의 크기는 이동수단뿐 아니라 이동 목적에 따라서도 달리 나타날 수 있다. 본 논문은 교통 접근성이 생산성에 미치는 영향을 분석하는 것이 주 목적이므로 생산활동에 영향을 미칠 수 있는 이동 유형을 기준으로 모수를 추정할 필요가 있다.

Glaeser and Kohlhase(2004)에 따르면 최근 몇 십년간 교통비의 획기적인 감소로 인해 물류비의 절감보다는 사람 간 거리의 감소로 인한 지식 확산효과 및 노동시장에서의 구인 · 구직비용 감소 등이 생산성에 더 결정적인 영향을 행사한다. 이러한 맥락에서 특히 지식 확산과 관련해서는 전체 통행 중 업무 목

4) 철도의 1일 총수송용량은 한국철도공사를 통해 제공받은 역 간 객차 등급별 운행시간표 및 평균 좌석수를 활용해 계산하였음.

적의 통행빈도가 생산성과 보다 밀접하게 연관될 수도 있을 것이다. 그러나 모든 유형의 인적 이동 과정에서 접촉을 통한 지식 확산 및 인적 네트워크 형성의 기회가 발생할 수 있으며, 생산성 향상에 유효한 인적 교류는 전체 통행량에 어느 정도 비례할 것으로 판단된다. 따라서 본 논문에서는 지역 간 전체 여객 통행량을 활용해 지역 간 상호 작용 정도를 계산하였다.

국가교통DB센터에서 제공하는 기종점 주요 수단별 여객통행량 중 자동차 및 버스 통행을 도로통행으로, 일반철도 및 고속철도를 활용한 통행을 철도통행으로 구성하였다. 공간적 상호 작용이 <식 3>과 같이 출발 및 도착 지역의 규모와 두 지역 간 이동시간의 저항에 의해 결정된다고 보아 이동시간의 저항 모수(β)를 도로 및 철도에 대해 각각 추정하였다.

$$OD_{ij} = Pop_i^{\alpha_1} \times Pop_j^{\alpha_2} \times \exp(-\beta \times T_{ij}) \quad \langle \text{식 3} \rangle$$

OD_{ij} : 지역 i 와 지역 j 간 여객통행량

Pop_i : 지역 i 의 인구

T_{ij} : 지역 i 와 지역 j 간 통행시간

추정 결과 β 의 값은 도로의 경우 0.017, 철도의 경우 0.009로, 이동 소요시간에 따른 저항은 도로교통에서 더욱 크게 나타남을 알 수 있다. 앞선 논의를 바탕으로 지역별 도로 및 철도의 접근성 지수를 <식 4, 5>와 같이 계산하였다. 이는 지역의 규모 및 이동시간에 따른 저항함수에 의해 결정되는 접근성 지수의 기본 산식(<식 1> 참조)을 토대로 전개한 것이며, 우변의 첫 항은 지역 내 이동 소요시간 및 규모에 기초한 지역 내 접근성(intra-regional accessibility)을, 두 번째 항은 지역 간 이동 소요시간 및 규모(철도의 경우 수송용량)에 기초한 지역 간 접근성(inter-regional accessibility)을 나타낸다.

$$ACC_i^{Road} = Pop_i \times \exp(-0.017 \times T_{ii}^{Road}) + \sum_j Pop_j \times \exp(-0.017 \times T_{ij}^{Road}) \quad \langle \text{식 4} \rangle$$

$$ACC_i^{Rail} = Pop_i \times \exp(-0.017 \times T_{ii}^{Rail}) + \sum_j Cap_{ij}^{Rail} \times \exp(-0.009 \times T_{ij}^{Rail}) \quad \langle \text{식 5} \rangle$$

ACC_i^M : 지역 i 의 수단 M 을 통한 접근성

T_{ij}^M : 지역 i 와 지역 j 간 수단 M 을 통한 통행시간

($M=Road, Rail$)

Cap_{ij}^{Rail} : 지역 i 와 지역 j 간 철도교통의 1일 총 수송량(명)

III. 도로 및 철도 접근성의 제조업 생산성 기여도 분석

본 장에서는 생산함수를 추정함으로써 도로 및 철도 접근성의 제조업 생산성 기여도를 분석한다. 이를 구현하기 위해서는 <식 6>에서와 같이 산출량 또는 부가가치(Y)가 생산요소인 노동(L)과 자본(K) 외에 총요소생산성(A)에 의해 결정되는 함수 형태를 설정할 수 있으며, 이때 총요소생산성은 도로 및 철도 접근성(ACC) 그리고 기타 생산에 영향을 미치는 요인의 벡터(X)로 구성된 함수로 표현할 수 있다.

$$Y = Af(L, K) = g(ACC, X)f(L, K) \quad \langle \text{식 6} \rangle$$

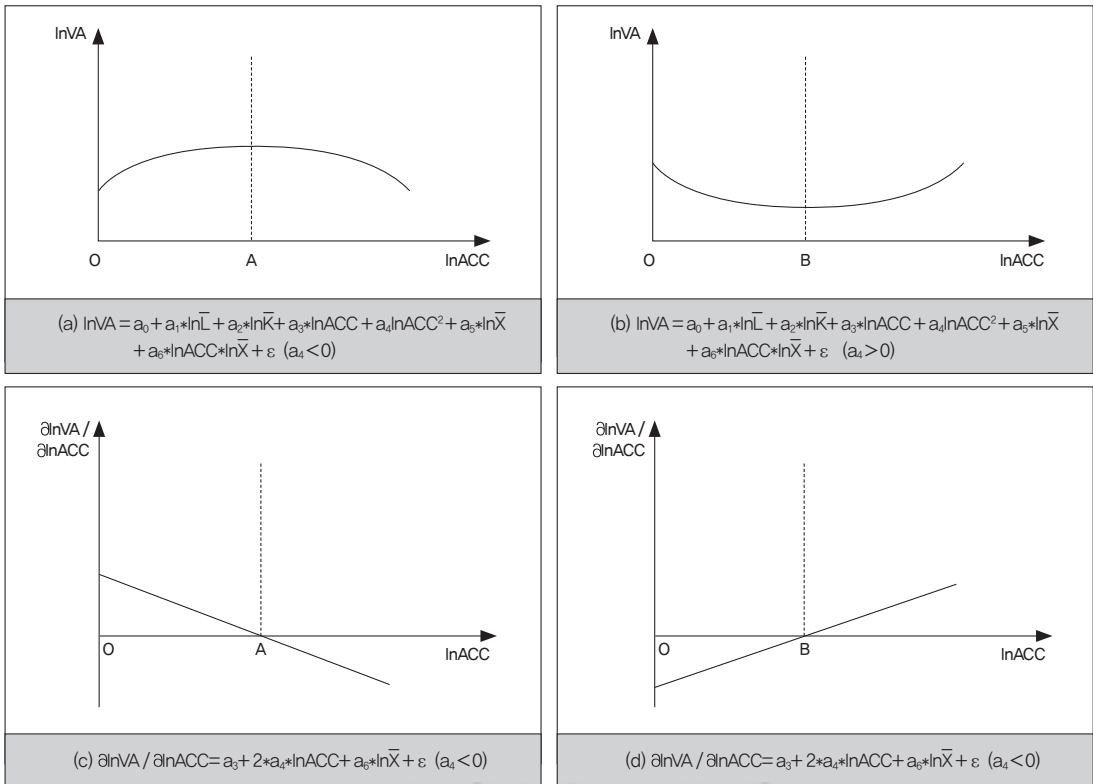
이때 접근성은 그 자체뿐 아니라 다른 요인과의 상호 작용을 통해서도 생산에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 앞서 논의한 바와 같이 접근성의 개선에 따른 한계생산은 접근성이 일정 수준에 이를 때까지는 증가하다 감소 국면으로 전환될 수 있다. 또한 도로 및 철도의 두 가지 수단을 함께 고려하므로 두 수단 간

대체 또는 보완관계에 따라 한 수단의 접근성 변화에 의해 다른 수단의 접근성의 한계생산효과가 증가 또는 감소할 수 있다. 그뿐만 아니라 교통 접근성의 생산 기여도는 공간적 밀집도에 따라서도 영향을 받을 것으로 판단된다. 따라서 총 요소생산성을 결정하는 함수 $g(ACC, X)$ 는 도로 또는 철도 접근성의 제공량 및 다른 변인과의 상호 작용항으로 구성된 함수 $g(ACC, X, ACC^2, ACC \cdot X)$ 로 확장할 수 있다. 이 경우 접근성이 생산에 미치는 영향이 단일의 고정된 값이 아니라 그 자신, 또는 다른 변인의 값에 따라 변화하는 함수의 형태로 나타나므로 주어진 조건별 한계생산효과와의 차이를 파악할 수 있다는 장점을 갖는다.

〈그림 1〉은 도로 또는 철도 접근성을 제외한 다른 변인의 값이 고정된 상태에서 접근성의 변화에 따른 부가가치의 변화(a, b), 그리고 접근성의 변화에 따

른 한계부가가치의 변화(c, d)를 보여준다. 〈그림 1〉의 (a)에서는 접근성과 부가가치의 관계가 위로 볼록한 이차함수 형태(quadratic form)로 나타나며, 부가가치를 접근성에 대해 편미분하면 접근성의 한계부가가치효과가 〈그림 1〉의 (c)와 같이 음의 기울기를 갖는 직선으로 표현된다. 구간 OA에서는 한계부가가치가 양(+)의 값을 가져 접근성의 개선이 부가가치에 긍정적으로 기여하나, 점 A를 지나면 한계부가가치가 음(-)의 값으로 전환된다. 따라서 접근성의 수준이 점 A 이상으로 개선될 경우 부가가치 측면에서는 오히려 비효율성이 나타난다고 할 수 있다. 반면 〈그림 1〉의 (b)에서는 접근성의 증가에 따른 부가가치가 아래로 볼록한 이차함수의 형태를 가지며, 〈그림 1〉의 (d)에서는 한계부가가치가 지속적으로 증가하는 양상을 보인다. 점 B를 기점으로 한계부가가치가 양(+)

그림 1 _ 교통 접근성의 수준에 따른 부가가치의 변화(a, b) 및 한계부가가치의 변화(c, d)



의 값으로 전환되는데 이는 접근성의 개선이 최소한 점 B 수준 이상으로 실현될 때 부가가치의 증가가 기대됨을 의미한다. 따라서 도로 및 철도 접근성의 한계 생산곡선을 도출해 그 값이 0이 되는 조건을 파악함으로써, 다른 여건이 고정되었다고 가정할 때 접근성의 추가적 개선이 부가가치 증가로 이어지는 접근성 수준의 상한(점 A)과 하한(점 B)을 알 수 있다.

1. 분석의 틀

철도 중심의 교통 접근성이 제조업체 생산성에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 일반화된 트랜스로그 생산함수(generalized translog production function)를 적용한다. 트랜스로그 생산함수는 요소 간 대체 탄력성의 가변성을 허용하므로 보다 유연한 형태를 취한다는 장점을 갖는다. 기본 생산요소인 노동과 자본 외에도 핵심 변수인 도로 및 철도교통 접근성과 인구밀도 변수를 추가해 이들 요인이 총 요소생산성 향상에 기여한다고 설정하였다. 특히 접근성의 제곱항과 다른 변인과의 상호 작용항을 포함시켜 생산활동에 있어서의 변인 간 상호 작용을 고려하였다. 지역 r 에 위치한 제조업 부문 i 의 생산함수는 <식 7>과 같다.

$$\begin{aligned} \ln VA_i^r = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln L_i^r + \alpha_2 \ln K_i^r + 0.5 \alpha_{11} (\ln L_i^r)^2 \\ & + 0.5 \alpha_{22} (\ln K_i^r)^2 + \alpha_{12} \ln L_i^r \ln K_i^r \\ & + \beta_1 \ln Road^r + \beta_2 \ln Rail^r \\ & + \beta_3 \ln Road^r \ln Rail^r + \beta_4 (\ln Road^r)^2 \\ & + \beta_5 (\ln Rail^r)^2 + \gamma_1 \ln Pop^r \\ & + \gamma_2 \ln Pop^r \ln Road^r + \gamma_3 \ln Pop^r \ln Rail^r \\ & + \delta_1 Region + \epsilon_i^r \end{aligned} \quad \langle \text{식 7} \rangle$$

VA_i^r : 지역 r 소재 제조업 부문 i 의 총 부가가치
 L_i^r : 지역 r 소재 제조업 부문 i 의 총 노동투입
 K_i^r : 지역 r 소재 제조업 부문 i 의 총 자본투입
 $Road^r$: 지역 r 의 도로 접근성 지수
 $Rail^r$: 지역 r 의 철도 접근성 지수
 Pop^r : 지역 r 의 인구밀도
 $Region$: 경기도 및 비수도권 광역시 더미변수

셰퍼드 정리, 즉 비용함수와 생산함수의 쌍대성 원리를 적용해 요소비용 비중식을 도출하고(<식 8> 참조), 한계비용과 한계생산이 일치하도록 <식 7>과 <식 8>을 연립해 추정할 수 있다. 이때 구조적으로 두 식의 오차항 간 상관관계가 존재하므로 외형상 무관해 보이는 회귀(seemingly unrelated regression)를 적용해 추정의 효율성을 높일 수 있다.

$$S_{Li}^r = \alpha_1 + \alpha_{12} K_i^r + \alpha_{11} L_i^r \quad \langle \text{식 8} \rangle$$

S_{Li}^r : 지역 r 산업 i 의 총 부가가치 대비 노동비용

생산함수의 종속변인인 로그화된 부가가치를 주요 독립변인인 로그화된 도로 접근성 및 철도 접근성으로 각각 편미분한 결과는 <식 9, 10>과 같으며, 이는 다른 변인의 값을 고정시켰을 때 도로 접근성 및 철도 접근성의 변화율에 따른 생산함수의 기울기, 즉 한계부가가치를 의미한다.⁵⁾

$$\begin{aligned} \eta_{Road}^r &= \frac{\partial VA^r}{\partial Road^r} \frac{Road^r}{VA^r} \\ &= \beta_1 + \beta_3 \ln Road^r + 2\beta_4 \ln Rail^r \\ &= \gamma_2 \ln Pop^r \end{aligned} \quad \langle \text{식 9} \rangle$$

5) 생산함수의 종속변수 및 접근성 변수가 모두 로그를 취한 값이므로 접근성으로 편미분한 생산함수의 기울기는 접근성의 단위 퍼센트(%) 변화에 따른 부가가치의 퍼센트 변화를 나타냄. 즉, 한계부가가치는 퍼센트 단위로 측정되는 상대적 개념임을 밝힘.

$$\begin{aligned}\eta_{Rail}^r &= \frac{\partial VA^r}{\partial Rail^r} \frac{Rail^r}{VA^r} \\ &= \beta_2 + \beta_3 \ln Road^r + 2\beta_4 \ln Rail^r \\ &= \gamma_3 \ln Pop^r\end{aligned}\quad \langle \text{식 } 10 \rangle$$

η_{Road}^r : 지역 r 의 도로 접근성의 한계부가가치

η_{Rail}^r : 지역 r 의 철도 접근성의 한계부가가치

〈식 7〉의 생산함수에서 교통 접근성의 한계효과 및 다른 변인과의 상호 작용을 고려하므로 도로 및 철도 접근성의 한계부가가치가 단일의 상수가 아니라 여러 변인에 의해 결정되는 함수의 형태로 나타난다.

2. 생산함수의 추정

2012년의 광업제조업조사 보고서를 토대로 시군구 단위 지역의 제조업 부문(중분류 기준 24개)으로 구성된 표본을 대상으로 생산함수를 추정하였다. 전국 251개의 시군구 중 도서지역 및 제조업 부문을 보유하지 않거나 자료상 주요 변수의 값이 누락된 지역을 제외한 237개 지역에 대해 총 2,108개의 표본을 추출하였다.

〈표 2〉는 분석 대상 표본의 기초통계량을 보여준

다. 부가가치액, 종사자수 및 자본스톡의 지역 및 산업별 분포를 살펴보면 평균값이 중앙값보다 높은 형태로 좌측 편향(left-skewed)되었음을 알 수 있다. 이는 지역별 및 산업별로 제조업의 규모가 고르지 않고 일부 지역에 제조업이 밀집되었음을 의미한다. 마찬가지로 인구밀도, 도로 및 철도 접근성 또한 좌측 편향 분포를 보이며, 특히 철도 접근성의 경우 좌측 편향의 정도가 상대적으로 높아 지역 간 철도 접근성의 편차가 도로 접근성에 비해 큼을 알 수 있다.

〈표 3〉은 제조업 생산함수의 추정 결과를 보여준다. 먼저 일반적 생산요소의 생산 기여도를 살펴보면 분석 대상 표본은 전반적으로 노동의 생산 기여도가 자본의 경우에 비해 높음을 알 수 있다. 로그화된 도로 접근성 및 이의 제곱항은 각각 양(+)과 음(-)의 추정치를 가지며 통계적으로도 유의하므로 도로 접근성의 증가는 제조업의 부가가치 증대에 기여하나 한계부가가치는 체감하는 것을 알 수 있다. 한편, 철도 접근성은 1차항의 부호만을 볼 때는 부가가치에 부정적인 영향을 미치는 것처럼 보이나, 이는 철도 접근성의 제곱항 및 다른 변인의 교차항이 추가됨에 따라 나타나는 일종의 착시효과라고 할 수 있다.⁶⁾ 철도 접근성의 제곱항 추정계수는 통계적으로 유의하지 않

표 2_ 분석 대상 표본의 기초통계량

변인	설명	평균	중앙값	표준편차
부가가치	지역 내 제조업 부문별 총 부가가치액(단위: 백만 원)	205,408	32,124	1,005,834
노동	지역 내 제조업 부문별 총 종사자수(단위: 천 명)	1.198	0.378	2.951
자본	지역 내 제조업 부문별 총 고정자본액(단위: 백만 원)	193,909	742,702	29,885
인구밀도	인구밀도(단위: 천 명/km ²)	4.543	6.266	0.965
도로 접근성	도로 접근성 지수(단위: 백만 명·분)	9.447	5.430	7.311
철도 접근성	철도 접근성 지수(단위: 백만 명·분)	1.830	1.354	1.516

6) 철도 접근성의 제곱항 및 다른 변인과의 교차항을 포함시키지 않고 생산함수를 추정할 경우 로그를 취한 철도 접근성 변수의 추정계수는 0.036으로 나타남.

표 3_ 생산함수 추정 결과

변인	추정계수	표준오차	변인	추정계수	표준오차
상수항	2,215***	0,116	(ln도로 접근성) ²	-0,068**	0,034
ln노동	0,813***	0,008	(ln철도 접근성) ²	0,014	0,018
ln자본	0,187***	0,008	ln인구밀도	0,029†	0,023
(ln노동) ²	0,109***	0,002	ln인구밀도×ln도로 접근성	-0,004	0,013
(ln자본) ²	0,109***	0,002	ln인구밀도×ln철도 접근성	-0,029***	0,009
ln노동×ln자본	-0,109***	0,002	경기도 및 비수도권 광역시	-0,061***	0,019
ln도로 접근성	0,337***	0,128	동차성계약	1210,9***	224,6
ln철도 접근성	-0,105*	0,064	동조성계약1	3836,2**	1903
ln도로 접근성×ln철도 접근성	0,066**	0,034	동조성계약2	9627,0***	2425,4
조정된 결정계수	0,919		관측치수	2,108	

주: ***, **, *, †는 각각 1%, 5%, 10%, 20% 수준에서 유의함.

지만 양(+)의 부호를 가져, 도로 접근성과는 달리 한 계부가가치가 체감한다고 주장하기 어렵다. 도로 접근성과 철도 접근성의 교차항 부호 또한 양(+)의 추정계수를 가지며 통계적으로도 유의한데, 이는 두 수단의 교통 접근성이 생산에 상호 보완적인 관계를 가짐을 의미한다. 인구밀도는 제조업의 부가가치에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타나지만 교통 접근성, 특히 철도 접근성과의 교차항의 추정계수는 음(-)의 값을 가지는데, 이는 교통 접근성의 개선에 따라 도시화 경제로 인한 한계생산효과가 감소함을 의미한다. 지역 간 재화의 이동비용이 충분히 낮은 상황에서는 집적의 경제 효과를 낮춘다는 신경지리학 분야의 교통비용 및 집적에 관한 이론은 이러한 결과를 뒷받침한다(Tabuchi 1998; Fujita and Thisse 2009). 또한 Graham(2007)의 주장에 의하면 교통 접근성의 개선은 유효 인구밀도의 증가와 동등한 효과를 갖는데, 그러한 관점에서는 도시화 경제가 생산에 미치는 한계효과가 체감하는 것이라고 해석할 수 있다. 집적 경제의 주요인 중 하나인 (생산요소 및 재화의) 시장과의 인접성은 교통 네트워크를 통해 확보되는 시장 접근성에 의해 어느 정도 대체 가능하다고 볼 때 집적의

비용이 편익을 초과할 경우, 기업은 기존의 집적지역 대신 경제활동의 밀집도가 낮으나 교통 접근성이 우수한 지역에 입지할 수 있을 것이다.

3. 접근성의 한계부가가치 계산

위에서 추정한 생산함수를 <식 9, 10>에서처럼 로그화된 도로 접근성 및 철도 접근성에 대해 각각 편미분하면 생산함수의 기울기, 즉 한계부가가치는 <식 11, 12>와 같은 함수 형태로 도출된다.

$$\eta_{Road} = 0.337 - 0.136\ln Road^r + 0.066\ln Rail^r + 0.004\ln Pop^r \quad \langle \text{식 11} \rangle$$

$$\eta_{Rail} = -0.105 + 0.066\ln Road^r + 0.028\ln Rail^r - 0.029\ln Pop^r \quad \langle \text{식 12} \rangle$$

도로 접근성의 한계부가가치는 로그를 취한 도로 접근성에 대해 감소함수로 나타난다. 따라서 한계부가가치가 0일 때 도로 접근성의 값은 추가적인 접근성 개선에 따라 부가가치가 감소하지 않는 구간의 상

표 4_ 제조업의 한계부가가치 측면에서 도로 및 철도 접근성의 최저·최고치 및 평균 조건 대비 비율

구분	도로 접근성	철도 접근성
최저치	-	0.409(22.34)
최고치	13.783(145.90)	-
비고	철도 접근성 및 인구밀도는 전국 평균치로 고정	도로 접근성 및 인구밀도는 전국 평균치로 고정

주: 괄호 안은 평균 조건에 대한 비율(%)임.

한을 의미한다. 반면, 철도 접근성에 대한 한계부가가치는 로그를 취한 철도 접근성에 대해 증가함수로 나타나므로, 한계부가가치가 0이 될 때의 철도 접근성의 값은 한계부가가치의 증가를 위해 요구되는 접근성의 최저 수준이라고 할 수 있다.⁷⁾

접근성의 한계부가가치 함수는 도로·철도 접근성 외에 인구밀도 등의 변인도 포함하고 있으므로 그 값이 0이 되게 하는 조건은 이들 변인의 다양한 조합으로 나타날 수 있다. 그러나 본 연구의 초점은 제조업의 부가가치 측면에서 접근성의 과잉 또는 과부족이 나타나지 않는 구간을 찾는 데 있으므로 해당 교통수단의 접근성 외 변인은 표본의 평균 조건으로 고정시키기로 한다.

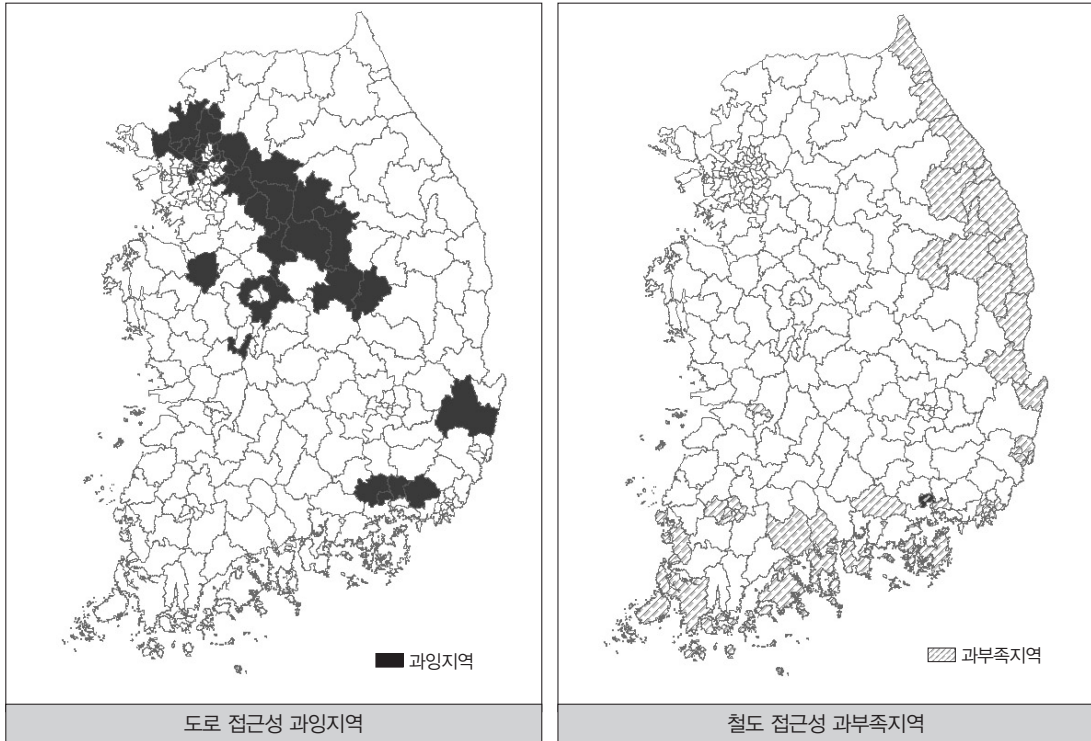
〈표 4〉는 다른 변인의 값이 표본 전체의 평균치로 고정되었다고 할 때 도로 접근성의 한계부가가치와 철도 접근성의 한계부가가치를 각각 0이 되게 하는 도로 접근성 및 철도 접근성의 값을 보여준다. 도로 접근성의 한계부가가치 함수에 도로 접근성을 제외한 나머지 변인에 대해 평균치를 대입한 상태에서 한계부가가치를 0으로 만들어주는 도로 접근성의 값을 구한 결과 13.783로 나타난다. 이는 도로 접근성 지수의 평균치인 9.447보다 45.9% 높은 수치다. 따라서 다른 변인의 값이 평균 조건으로 고정되어 있다고 가정한다면, 현재 도로 접근성 지수의 전국 평

균은 제조업의 부가가치 측면에서는 최대 허용치에 도달하지 않았다고 할 수 있다. 이는 국가 전역적인 제조업의 부가가치 증대 차원에서는 접근성의 추가적 개선이 여전히 타당성을 가짐을 시사한다. 마찬가지로 다른 변인의 값을 전국 평균 수준으로 고정시킨 상태에서 철도 접근성의 한계부가가치를 0이 되게 하는 철도 접근성의 값을 구하면 0.409다. 이는 전국의 평균 철도 접근성 지수의 22.3%에 해당해, 우리나라의 전반적 철도 접근성 수준은 제조업의 한계부가가치 증가를 위해 요구되는 최저 기준보다 높다고 할 수 있다. 그러나 이는 한계부가가치를 계산함에 있어 모든 변인에 대해 전국 평균 수치를 대입한 것으로, 현실에서는 지역 간 접근성 및 인구밀도 등의 여건이 상이하므로 제조업의 한계부가가치 측면에서의 과잉 또는 과부족의 판별 기준이 지역별로 다를 것이다. 이 경우 특정 수단의 접근성이 한계부가가치의 증가를 위해 요구되는 최저 기준에 미달하거나 상한선을 웃도는 지역이 나타날 수도 있다.

따라서 시군구 단위 지역별로 각 변인의 평균 조건하에서 도로 접근성의 한계부가가치 및 철도 접근성의 한계부가가치가 0이 되게 하는 도로 접근성과 철도 접근성의 값을 각각 구하고 이를 해당 지역의 현재 접근성 지수와 비교하였다. 그 결과 46개 기초

7) 도로 접근성의 한계부가가치를 0으로 하는 도로 접근성의 값(철도 접근성 및 기타 변인의 값 고정)과 철도 접근성의 값(도로 접근성 및 기타 변인의 값 고정)은 각각 〈그림 2〉 (c)의 점 A와 (d)의 점 B에 대응됨.

그림 2_ 제조업 부가가치 측면에서의 도로 접근성 과잉지역 및 철도 접근성 과부족지역의 분포



자치단체에서 도로 접근성의 현 수준이 제조업의 부가가치 측면에서의 최대 허용치를 초과하는 것으로 나타났다. 또한 52개 기초자치단체에서 철도 접근성의 현 수준이 양(+의)한계부가가치를 유발하는 접근성의 최저 기준에 미달하는 것으로 분석되었다. 본 논문에서는 전자를 제조업의 부가가치 측면에서의 접근성 과잉지역으로, 후자를 접근성 과부족지역으로 정의한다.

〈그림 2〉는 제조업의 부가가치 측면에서의 접근성 과잉지역과 과부족지역의 지리적 분포를 보여준다. 먼저 도로 접근성 과잉지역은 주로 수도권 동북부와 충청북도, 경상남도 일부 지역 위주로 나타났다. 특히, 고양시(3.05배), 의정부시(1.95배), 양주시(1.92배) 등의 수도권 지역에서 최대 허용치 대비 도로 접근성의 현 수준이 높은 것으로 분석되었다. 이는 다른 조건이 고정되었다고 할 때 해당 지역의 도로 접근성이

제조업의 부가가치에 긍정적으로 작용하는 수준 이상으로 포화되었음을 의미한다. 한편, 강원도와 경상남도 해안 및 일부 내륙 지방, 그리고 전라남도 및 경상남도 해안 지방을 중심으로 철도 접근성 과부족지역이 분포하며, 특히 동해시(0.008배), 속초시(0.027배), 삼척시(0.056배), 강릉시(0.057배) 등의 강원도 해안지역에서 최소 요구치 대비 철도 접근성의 현 수준이 현저히 낮은 것으로 드러났다.

이들 지역은 대체로 주요 철도축과의 연계 정도가 약하고 지리적 제약으로 인해 철도 접근성이 낮다. 이들 지역에서는 추가적인 철도 접근성의 개선이 바로 한계부가가치의 상승으로 이어지기보다는 점진적 개선 과정을 거쳐 접근성이 일정 수준을 넘어설 때 비로소 한계부가가치 효과가 나타날 것으로 예상된다. 한편 이들 지역은 도로 접근성의 한계효과에 있어서는 적정 수준에 있는 것으로 분석되므로 철

도보다는 도로 접근성의 개선을 통해 지역 내 제조업의 부가가치 상승효과를 꾀하는 것이 합리적인 선택이라고 볼 수 있다.

이처럼 지역별 교통 접근성의 현 수준과 제조업의 부가가치 측면에서의 최저 요구치 또는 최고 허용치와의 비교는 접근성의 추가적인 개선이 지역 경제에 어떠한 방향으로 작용하는지, 접근성 개선과 관련한 교통 부문 투자 결정에 있어 어느 지역이 우선순위를 갖는지 등을 판단함에 있어 하나의 근거로 작용할 것이다. 특히, 교통 접근성 및 인구밀도 등 주요 변인이 교통 접근성의 한계부가가치에 미치는 영향은 도로와 철도에 대해 각각 다르게 나타나므로 동일한 지역이라 할지라도 특정 교통수단에 대해서는 추가적 접근성의 개선이 비효율적이나 다른 교통수단의 개발은 효율적일 수 있다. 따라서 지역별, 수단별 접근성의 적정 범위 분석 결과는 교통 부문 투자와 관련한 정책적 판단에 있어 지역별로 어떤 교통수단의 개발에 초점을 두어야 할지에 대한 지침으로 활용될 수 있을 것이다.

다만 교통 기반시설의 속성상 특정 지역에 투자가 이루어질 경우 기존 교통망과의 연계를 통해 이동시간 및 비용 단축효과가 다른 지역까지 파급되므로, 지역적 차원의 접근에서는 교통 네트워크를 통한 확산효과를 함께 고려할 필요가 있다. 예를 들어, 접근성의 한계부가가치가 높은 두 지역을 연결하는 교통망의 개설은 다른 교통망을 통해 해당 구간과 연결되는 지역에도 접근성의 개선 효과를 가져올 수 있으므로, 간접적으로 영향을 받는 지역의 한계부가가치도 함께 고려할 필요가 있다. 지역별 한계부가가치의 부호 및 크기를 도식화해 교통네트워크의 분포와 연계해 고려하는 것이 하나의 대안이 될 수 있을 것이다.

IV. 결론

본 논문의 목적은 제조업의 부가가치 측면에서의 도로 및 철도 접근성의 적정 범위를 분석하는 것이다. 도로 및 철도 접근성에 대한 제조업의 생산함수를 추정하고 양(+의 한계부가가치를 유발하는 교통 접근성의 최저·최고 수준을 계산해 이를 접근성의 적정 범위 기준으로 제시한다. 접근성의 한계부가가치는 해당 수단 및 타 교통수단을 활용한 접근성 정도, 인구밀도 등에 의해 결정되며, 도로 접근성과 철도 접근성은 생산에 상호 보완적으로 작용하는 한편, 도로 접근성에 대해서는 한계수익의 체감이, 철도 접근성에 대해서는 한계수익의 체증이 발생한다. 우리나라 전체 지역에 대해 분석할 때 평균 조건하에서 도로 접근성이 현재보다 45.9% 이상인 경우 접근성 개선이 부가가치의 감소로 이어지는 것으로 나타났다. 시군구 단위별로 분석하였을 때, 도로시설이 과도하게 개발된 지역은 고양시 덕양구, 의정부시, 양주시 등 46개 기초자치단체이며, 철도시설의 개발이 적정 수준에 미달하는 지역은 동해시, 속초시, 삼척시, 강릉시 등 52개 기초자치단체인 것으로 나타났다.

본 논문은 접근성의 한계부가가치 함수를 도출함으로써 제조업의 부가가치 측면에서 도로 및 철도 접근성의 과잉 또는 과부족을 판별할 수 있는 기준을 제시하였다. 특히, 도로 및 철도 접근성의 한계부가가치를 여러 변인으로 구성된 함수의 형태로 도출했다는 점에서 교통 투자의 효과를 단일의 고정된 값으로 간주하는 기존의 연구와 차별화되며, 그 과정에서 도로와 철도 접근성 간 상호 보완성이, 공간적 집적과 접근성의 개선을 통한 시간적 차원의 인접 간 대체성이 존재함을 보였다. 본 논문의 한계로는 앞서 언급한 바와 같이 도로 접근성 측정에서 정체로 인한 시간비용을 고려하지 못하였음을 들 수 있다. 특히, 두 교통수단의 차별성을 반영하기 위해서는 객관적 근

거 자료 또는 엄밀한 가정을 통해 도로 정체의 영향을 고려할 필요가 있다. 또한 양(+)의 한계부가가치를 유발하는 접근성의 최소 요구치 및 최대 허용치를 계산함에 있어 다른 변인의 값이 평균 조건으로 고정된 상황을 가정하였는데 접근성의 한계부가가치 함수가 접근성 자체뿐 아니라 인구밀도 등의 다른 변인에 의해서도 영향을 받으므로 타 변인의 값 변동에 따른 적정 수준의 접근성 범위를 도출함으로써 교통 부문 투자와 관련한 정책적 판단에 있어 보다 현실에 근접한 대안을 제시할 수 있을 것이다.⁸⁾ 한편, 도로 및 철도 접근성이 제조업 부가가치에 미치는 영향은 원료 및 상품의 주된 운송수단이 무엇인지에 따라 달라질 수 있을 것이다. 따라서 도로 및 철도 의존도에 따른 유형별 교통 접근성의 부가가치 기여도를 분석할 경우, 지역 내 주요 산업의 유형에 기초한 도로 및 철도 개발의 적정성 평가가 가능할 것이다. 본 논문에서는 중분류 기준의 제조업 구분을 적용한 관계로 도로 및 철도 의존도에 따른 제조업의 구분이 어려웠으나, 후후 세분화된 제조업 자료를 활용해 제조업의 유형별 교통 접근성의 부가가치 기여도를 분석하고자 한다.

참고문헌 •••••

김재형, 김동욱. 1998. 적정 사회간접자본 및 투자수요의 추정과 정책과제. 서울: 한국개발연구원.
 김형태, 안상훈. 2013. 교통인프라 투자가 제조업체 생산성에 미치는 영향. 서울: 한국개발연구원.
 류덕현. 2006. 지역별 사회간접자본(SOC)스톡의 적정규모에 관한 연구. 공공경제 11권, 1호: 155-188.
 박현, 허석균, 김의준. 2004. SOC 재정운용 효율화 방안. 서울: 한국개발연구원.

Canning, D. and Bennathan, E. 2000. *The Social Rate of Return on Infrastructure Investments*. Washington D.C.: World Bank. World Bank Policy Research Working Paper 2390.
 Dundon-Smith, David M. and Gibb, Richard A. 1994. The channel tunnel and regional economic development. *Journal of Transport Geography* 2, no.3: 178-189.
 Fujita, M., Krugman, P. R. and Venables, A. J. 2001. *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. Cambridge: MIT press.
 Fujita, M. and Thisse, J.-T. 2009. New economic geography: An appraisal on the occasion of Paul Krugman's 2008 Nobel Prize in economic sciences. *Regional Science and Urban economics* 39, no. 2: 109-119.
 Glaeser, E. L. and Kohlhase, J. E. 2004. Cities, regions and the decline of transport costs. *Papers in Regional Science* 83: 197-228.
 Graham, D. J. 2007. Agglomeration, productivity and transport investment. *Journal of Transport Economics and Policy* 41, no. 3: 317-343.
 Gutiérrez, J., Condeço-Melhorado, A., López, E. and Monzón, A. 2011. Evaluating the European added value of TEN-T projects: A methodological proposal based on spatial spillovers, accessibility and GIS. *Journal of Transport Geography* 19, no. 4: 840-850.
 Halás, M., Klapka, P. and Klavivo, P. 2014. Distance-decay functions for daily travel-to-work flows. *Journal of Transport Geography* 35: 107-119.
 Handy, S. L. and Niemeier, D. A. 1997. Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. *Environment and Planning A* 29, no.7: 1175-1194.
 Hansen, W. G. 1959. How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of Planners* 25, no.2: 73-76.
 Haynes, R., Lovettand, A. and Sunnenberg, G. 2003. Potential accessibility, travel time, and consumer choice: Geographical variations in general medical practice registrations in eastern England. *Environment and Planning A* 35, no.10: 1733-1750.
 Holl, A. 2006. A review of the firm-level role of transport infrastructure with implications for transport project evaluation. *Journal of Planning Literature* 21, no.1: 3-14.

8) 예를 들어, 몬테카를로 시뮬레이션 기법을 적용해 각 외생변수에 대해 지역별 평균 및 표준편차를 대입한 정규분포를 따르는 가상의 관측치(난수) 조합을 다수 생성하고, 각 관측치의 조합을 접근성의 한계부가가치 산식에 대입해 제조업의 한계부가가치 측면에서의 도로 및 접근성의 최소 요구치와 최대 허용치의 확률분포를 구할 수 있을 것임.

- Krugman, P. 1990. *Increasing Returns and Economic Geography*. Cambridge: National Bureau of Economic Research, NBER Working Paper No. w3275.
- Melo, P. C., Graham, D. J. and Brage-Ardao, R. 2013. The productivity of transport infrastructure investment: A meta-analysis of empirical evidence. *Regional Science and Urban Economics* 43, no.5: 695-706.
- Reggiani, A., Bucci, P. and Russo, G. 2011. Accessibility and impedance forms: Empirical applications to the German commuting network. *International Regional Science Review* 34, no.2: 230-252.
- Rietveld, S. and Bruinsma, F. 1998. *Is Transport Infrastructure Effective? Transport Infrastructure and Accessibility: Impacts on the Space*. NewYork: Springer.
- Rietveld, P. and Nijkamp, P. 1992. *Transport and Regional Development*. Amsterdam: Vrije Universiteit, Faculteit der Economische Wetenschappen en Econometrie. Serie Research Memorandum 50.
- Rosik, P., Stepniak, M. and Komornicki, T. 2015. The decade of the big push to roads in poland: Impact on improvement in accessibility and territorial cohesion from a policy perspective. *Transport Policy* 37: 134-146.
- Skov-Petersen, H. 2001. Estimation of distance-decay parameters -GIS-based indicators of recreational accessibility. *ScanGIS*.
- Stepniak, M. and Rosik, P. 2013. Accessibility improvement, territorial cohesion and spillovers: A multidimensional evaluation of two motorway sections in Poland. *Journal of Transport Geography* 31: 154-163.
- Stepniak, M., Rosik, P. and Komornicki, T. 2013. Accessibility patterns: Poland case study. *Eur XXI*, no.24: 77-93.
- Tabuchi, T. 1998. Urban agglomeration and dispersion: A synthesis of Alonso and Krugman. *Journal of Urban Economics* 44, no.3: 333-351.
- Venables, A. J. 2007. Evaluating urban transport improvements: Cost-benefit analysis in the presence of agglomeration and income taxation. *Journal of Transport Economics and Policy*: 173-188.

- 논문 접수일: 2016. 1. 21
- 심사 시작일: 2016. 2. 2
- 심사 완료일: 2016. 2. 16

요약

주제어: 교통시설 개발의 적정성, 도로 및 철도, 접근성, 한계부가가치

본 논문의 목적은 제조업의 부가가치 측면에서 도로 및 철도 접근성의 적정 범위를 분석하는 것이다. 본 논문에서는 도로 및 철도시설의 개발에 따른 접근성 개선이 제조업의 부가가치 증대로 이어지는 경우 해당 시설의 개발이 접근성의 적정 범위 내에 있다고 정의한다. 이에 따라 도로 및 철도 접근성에 대한 제조업의 생산함수를 추정하고 양(+)의 한계부가가치를 유발하는 교통 접근성의 최저·최고 수준을 계산하여 접근성의 적정 범위를 제시한다. 전반적으로 도

로 및 철도 접근성이 높아짐에 따라 제조업의 부가가치가 증가하지만, 도로 접근성이 현재보다 45.9% 이상인 경우 접근성 개선이 부가가치의 감소로 이어지는 것으로 나타났다. 시군구 단위별로 분석하였을 때, 도로시설이 과도하게 개발된 지역은 고양시 덕양구, 의정부시, 양주시 등 46개 기초자치단체로, 철도시설의 개발이 적정 수준에 미달하는 지역은 동해시, 속초시, 삼척시, 강릉시 등 52개 기초자치단체인 것으로 나타났다.