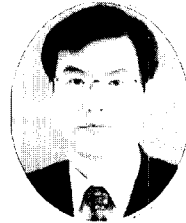


국가균형발전을 위한 교통접근성 제고방안- 형평성 분석을 중심으로



김찬성



황상규



성홍모

1. 서론

1. 연구배경

현재 수도권 과밀문제의 해소와 지역균형발전을 위해서 행정중심복합도시, 기업도시 유치, 공공기관 이전 등 다양한 정책이 추진되고 있다. 이러한 토지이용 정책이 효과를 거두기 위해서는 교통기반시설의 확충이 추진되어야 할 것이다.

그러나 그동안의 교통시설투자는 교통애로구간을 우선 해소하는 측면에서 추진된 경향이 있었다. 즉, 교통수요에 대응한 공급방식으로 추진되었기 때문에, 실제 교통시설이 절대적으로 부족한 지역보다도 교통시설 여건이 양호한 지역에 교통수요 대비 교통시설의 과부족을 토대로 추진되었다. 따라서 경부교통축 혹은 대도시 지역에 지속적으로 투자되어왔다.

이러한 교통수요 추종형 교통시설투자(predict-and-provide) 방식은 특정 지역의 기업입지여건을 유리하게 하고 이는 다시 교통수요를 증가시키며 결과적으로 새로운 교통시설투자를 야기하는 등 지역격차의 악순환을 반복

하게 함으로써 국가균형발전에는 부정적 요인으로 작용된다고 볼 수 있다.

따라서 교통기반시설 확충에 의한 지역 균형발전을 도모하기 위해서는 현재 효율성 중심의 교통애로구간 해결 위주로 수립되는 국가 장기교통계획의 문제점을 진단하고 형평성이 고려될 수 있는 투자방향에 대한 연구가 절실히 요구되고 있다.

2. 연구목적

본 연구에서는 과거의 도로와 철도가 투자되어 구축된 현행 네트워크와 통행수요 그리고 장래의 교통투자계획이 반영된 네트워크와 통행수요를 이용하여 거시적인 관점에서 교통접근성을 분석한다. 따라서 교통접근성을 접근도와 이동성으로 구분하여 분석하고자 한다.

보다 구체적으로는 현 상태의 네트워크에서 장래에 계획된 국가균형발전과 관련된 행정중심복합도시의 사업시행 또는 국가기간교통망계획에 따른 장래 교통접근성 변화를 측정하고 형평성을 진단하여 상대적 격차를 해소하기 위한 정책대안을 제시하고자 한다.

따라서 본 연구에서는 현재 시점에서 장래 국가기간교통망계획이 지역 내 교통인프라 공급의 불균형을 해소하는지와 국가기간교통망계획 내에서 행복도시 건설이 교통 불균형 완화에 기여하는지를 분석하고자 한다.

본 연구가 가지는 의의는 기존의 국가기간교통망계획이 일반적으로 효율성을 중시하여 계획된 반면 기존 연구에서 다소 간과되었던 형평성의 관점에서는 평가되지 않았다는 점 때문이라 할 수 있다.

II. 문헌연구

1. 장기교통계획의 투자방향 관련연구

장기교통계획의 투자방향을 연구한 사례로는 한국교통연구원(2000)의 국가기간망의 효율적 구축방안과 조남건(2002)의 국토공간의 효율적 활용을 위한 도로망체계의 구축방향 등을 대표적으로 언급할 수 있다.

먼저 한국교통연구원의 연구는 장래 국가기간교통망계획을 효율성 중심

으로 적정투자규모, 투자시기, 투자지역 및 재원조달계획을 설정하고 있다.

이와 같이 효율성 중심의 투자방향은 교통량이 많은 곳에 교통시설을 계속적으로 유도하여 지역 균형발전에 저해요소로 지적되고 있다. 일반적으로 교통시스템은 다양한 평가항목으로 평가되어야 하는데, 국가기간교통망계획이 효율성중심으로 평가되어 형평성 개념을 적용하고자 하는 것이 본 연구의 취지이다. 아직까지 우리나라에서는 교통형평성 관점에서의 연구결과가 부재한 사항이므로 이러한 사례연구의 의미가 있다고 판단된다.

조남건(2002)은 과거의 교통망투자실적자료를 이용하여 접근도를 분석하고 이를 바탕으로 장래의 투자방향을 정립한 바 있다. 그러나 본 연구는 과거 자료가 아닌 장기교통계획이 반영된 네트워크와 수요를 바탕으로 접근성을 추정하고 형평성 관점에서 평가한다는 점이 선행연구와 차별화된다. 또한 본 연구의 실증분석에 활용할 자료는 국가교통DB의 노드와 링크 자료이며 이는 기존연구에 사용하였던 네트워크보다 노드수 및 링크수의 향상으로 정밀도가 개선되었을 뿐만 아니라 존 구분도 기존 167개보다 더욱 세밀한 전국 247개 존으로 확대되었다. 마지막으로 지리정보시스템(Geographic Information System)을 이용하여 접근도의 추정결과를 도상화하고 정책적 시사점을 도출하고 있다.

선행연구들과 차별되는 또 다른 점은 실증분석결과를 통해 현재 계획 중인 국토계획, 국가기간교통망계획의 검토 및 정비방향을 형평성 관점에서 검토함으로써 전국 시군단위 낙후지역의 교통접근성 및 이동성 변화 추이를 제시하거나, 행정중심복합도시 건설에 따라 교통접근성 및 이동성이 상대적으로 불리한 지역을 파악하여 국가기간교통망 가운데 지역 내 교통접근성 및 이동성 격차 해소를 위한 교통시설정비방향을 제고하고 있다.

또한 선행연구들과 비교하여 본 연구에서는 장래 교통망투자계획을 평가할 때 효율성뿐만 아니라 형평성을 고려한 투자방향을 제시하고 있다. 즉, 법제도적 측면에서 활용하기 위한 현행 투자체계의 정비방향에 대하여 논의한다.

2. 접근도 추정 관련 연구

접근도를 추정하고 교통부문에 활용한 대표적인 사례는 조남건의 국토공간

의 효율적 활용을 위한 도로망체계의 구축방향(2002)과 김찬성 등(2005)의 연구를 대표적으로 언급할 수 있다.

본 연구에서 사용하는 접근도 지표의 정의와 산정방식은 선행연구에서 정의한 방법과 다르지 않지만, 장기교통계획을 접근도 지표를 이용하여 형평성을 평가한다는 이용적 측면에서 차별화된다.

보다 상세히 살펴보면 본 연구에서는 조남건의 선행연구가 과거의 실적 자료를 이용하여 접근도를 분석하였다는 점, 김찬성 등의 연구가 도시 내 지하철의 접근도를 추정하였다는 것과는 달리 지역간 장기교통망에 적용하고, 산정된 접근도 지표로부터 불균형의 변화를 측정한다는 점이 기존 연구들과 차별화된다.

3. 이동성 추정 관련 연구

교통의 이동성을 추정하고 교통부문에 활용한 대표적인 사례는 신성일(2005)의 대중교통이동성 연구일 것이다. 그는 기존 연구방법이 단일경로 및 단일교통수단의 개념을 적용함에 따라 선택대안 경로가 많아진 복잡해진 네트워크 상황을 반영하기 어려웠다는 점을 지적하고, 승용차와 대중교통망을 동시에 고려한 k-경로기반 교통망평가체계를 구축하였다. 본 연구는 그와 같은 방법론을 적용하지만 연구대상지가 지역간 교통망이며 추정된 이동성 결과로부터 형평성 평가를 수행한다는 점에서 기존 연구와 다르다.

III. 사례연구

1. 개요

본 연구의 지역적 범위는 전국(제주도 제외) 도시내 교통이 아닌 지역 간 교통을 중심으로 분석을 수행한다. 이를 위하여 한국교통연구원에서 구축한 국가교통DB의 존 체계인 전국 시·군·구 단위의 247개로 설정하고, 기준연도 2004년, 목표연도 2021년을 중심으로 도로망과 철도망에 한정하여 분석한다. 교통접근도와 이동성 분석을 위한 사례연구는 기준연도(2004)

의 접근성 및 이동성에서 행정중심복합도시가 건설된 경우와 건설되지 않은 경우를 비교분석한다.

교통접근도에 의한 형평성 평가는 본 연구에서 구축한 자료와 방법론을 이용하여 교통접근도를 측정하고 지니계수와 같은 불균형계수를 추정하여 교통형평성을 논한다. 교통접근성에서 교통존 i 에서 도달하기 용이한 정도로 정의한 A_i 로 표현하면 교통접근도의 의미로 사용된다.

교통이동성에 의한 형평성 평가는 본 연구에서 구축한 자료와 방법론을 이용하여 교통이동성을 측정하고 지니계수와 같은 불균형계수를 추정하여 교통형평성을 논한다. 접근도와 달리 이동성은 i 지점에서 j 지점에 도달하기 용이한 정도로 정의한 M_{ij} 로 표현하여 차별화한다.

2. 사용된 자료와 방법론

본 연구에서는 교통접근성의 형평성 평가를 위한 모형정립과정을 정립한다. 먼저 접근성을 접근도와 이동성으로 구분하고 각각의 추정방법론을 소개하며, 형평성 분석을 위해 사용되는 방법이 정립된다. 다음으로 본 연구의 실증분석에 사용되는 자료를 소개한다. 한국교통연구원의 국가교통DB의 네트워크와 기종점통행표자료(origin destination trip matrix)가 사용되는데 국가교통DB는 국가기간교통망계획을 고려하여 작성된 것이며, 행복도시 건설의 효과는 고려되어 있지 않다.

교통접근성의 형평성을 분석하기 위하여 국가기간교통망의 목표연도인 2020년, 행복도시의 목표연도인 2017년을 고려하여 여러 분석연도를 설정하고 있다. 먼저 분석연도는 기준연도를 2004년으로 하고 중간연도를 2011년, 2016년으로 한다. 본 연구의 목표연도를 국가기간교통망계획의 목표연도와 유사하게 2021년으로 하며, 행복도시의 건설은 2017년에 완공되므로 행복도시건설효과의 시나리오는 2021년만을 대상으로 한다.

1) 접근도 추정방법과 형평성 평가방법

본 연구는 여러 방법에 의해 접근도 분석이 가능하지만 과거 1980년, 1990년 그리고 2000년 지역간 접근도 지표를 연구 수행한 경험이 있는 선

행 연구결과와 일관성을 유지하기 위하여 선행연구에서 채택한 공간적 접근도와 경제적 접근도 산정방식을 활용한다. 먼저, 공간적 접근도는 아래의 식(1)을 이용하여 산정할 수 있는데, 공간적으로 중심부에 있을수록 그 값이 작고, 외연화합에 따라 커지는 경향이 있다. 편의상 추정된 값에 역수를 취하여 가장 큰 값에 100으로 스케일 변환을 함에 따라 우리의 직관과 일치하도록 전환하여 사용한다.

반면, 사업체 종사자수를 반영하여 경제적 접근도를 산정하였는데, 장래의 사업체수 예측의 어려움으로 본 연구는 도착승객수를 고려하여 경제적 접근도를 산정한다. 이 지표는 통행시간이 적을수록 크게 되므로 큰 값일수록 접근도가 좋다. 중력모형에서 출발지 혹은 도착지의 매력승수(Attractiveness)로서 이러한 개념을 적용하기도 한다.

$$A_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n S_{ij} \quad (1)$$

$$A_i = \frac{1}{n} \left(\sum_i^n \frac{M_j}{S_{ij}} + \sum_j^n \frac{M_i}{S_{ij}} \right) \quad (2)$$

여기서, n은 존의 수, M_i : i존의 도착승객수,

M_j : j존의 도착승객수,

S_{ij} : i 와 j 간의 통행시간

교통접근성 지수의 추정을 위해 247개 존으로 구성된 국가교통 DB의 교통수단별 OD자료가 이용되는데 이 자료는 2006년 상반기에 공공부문 예비타당성 조사에 공식적으로 사용되는 자료이다. 제공되는 자료의 기준연도는 2004년이고, 2011년, 2016년, 2021년, 그리고 2031년이 목표연도이다. 반면, 행정중심복합도시는 2010년대에 건설이 되어 2017년 이후 완료된다. 본 연구에서는 국가기간망교통계획이 2019년까지이므로 접근도 산정을 위해 국가교통DB의 2004년, 2011년, 2016년 그리고 2021년 자료를 이용하고, 행복도시를 고려한 자료는 2021년에 한정하여 분석하기로 한다.

국가교통DB(2004, 2011, 2016, 그리고 2021)와 행복도시 건설을 반

영한 DB(2021)를 토대로 접근도를 산정하기 위하여 통행시간을 산정하였다. 공로와 철도의 통행시간(s_{ij})이 산정되었는바 공로는 자유교통류 상태에서의 통행시간을 고려하였고, 철도의 통행시간은 대중교통통행배정을 거쳐 산정하였다. j존의 도착 승객수(M_j)는 국가교통DB의 수단총통행량과 행복도시를 고려한 DB의 수단총통행량을 고려하여 산정되었다. 통행시간의 자료는 공로와 공로-철도를 고려한 통행시간의 두 가지로 구분하여 접근도를 산정하였다. 이는 한국형고속철도 개통에 따라 존간 통행시간이 변화하기 때문이며 접근도에서 이를 반영하기 위함이다. <표 1>은 접근도 산정을 위해 구분한 시나리오들이다.

<표 1> 접근도 산정을 위한 시나리오 구분

구 분	존간 도로통행시간 고려	존간 도로와 철도 중 짧은 통행시간 고려
2004	공간, 경제접근도	공간, 경제접근도
2011	공간, 경제접근도	공간, 경제접근도
행복도시 건설 전('16)	공간, 경제접근도	공간, 경제접근도
행복도시 건설 전('21)	공간, 경제접근도	공간, 경제접근도
행복도시 건설 후('21)	공간, 경제접근도	공간, 경제접근도

접근성 지표의 불균형을 산정하기 위해서 지니계수를 사용한다. <표 1>의 시나리오들에 적용한 지니계수, G는 다음과 같이 정의한다.

$$G = \frac{\Delta}{2\mu} \quad (3)$$

여기서, μ 는 지역구성요소의 평균이며, Δ 는 다음과 같음

$$\Delta = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |X_i - X_j| \quad (4)$$

여기서, X_i 는 존 i 의 접근도 값임

2) 이동성 추정방법과 형평성 평가방법

이동성 지표를 산정하기 위해서는 도로망에 한정하고, k개 최단경로를 찾기 위해 자유교통류 상태의 통행시간을 고려한다. k개의 경로를 탐색하기 위해 사용한 알고리즘은 신성일(2005)의 연구결과를 이용한다. 아래의 <표 2>는 이동성 산정을 위해 구분한 시나리오들이다.

<표 2> 이동성 산정을 위한 시나리오 구분

구분	존간 도로망의 k경로 고려 여부
2004	단일경로 이동성, k경로 이동성
2011	단일경로 이동성, k경로 이동성
행복도시 건설 전('16)	단일경로 이동성, k경로 이동성
행복도시 건설 전('21)	단일경로 이동성, k경로 이동성
행복도시 건설 후('21)	단일경로 이동성, k경로 이동성

IV. 분석결과

1. 교통접근도에 의한 형평성 분석

공간적 접근도와 경제적 접근도를 측정하고 지니계수와 같은 불균형계수를 추정하여 교통형평성을 논하였다.

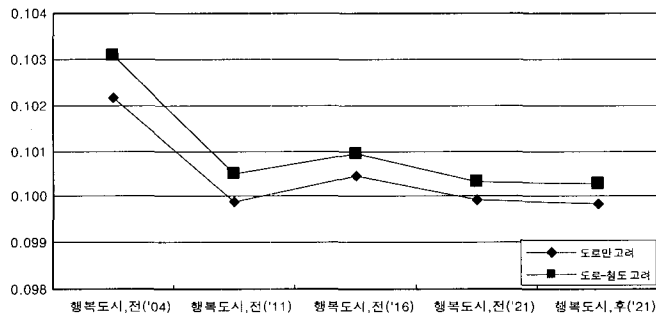
먼저 접근도의 추정결과 두 가지 개념의 접근도가 시간에 따라 다르게 변화될 것으로 예측된다. 먼저, 기준연도인 2004년 경제적 접근도는 우리나라의 광역권을 중심으로 큰 값을 형성할 것으로 예측되었지만 2021년에는 수도권, 대전권, 대구권 그리고 부산권이 통합된 경부축을 형성할 것으로 예측되었다. 교통투자로 인해 강원도지역과 행복도시지역의 경제적 접근도가 다른 지역에 비하여 상당히 개선되고 있는 것으로 나타났다. 그러나 전남지역 일부, 강원지역 일부 등에는 고속도로 투자가 이루어져 접근도가 개선되었지만, 국도나 지방도, 그리고 도시 내 도로의 부족으로 타지역에 비해 공간적 접근도가 낙후된 것으로 예측되었다.

추정된 접근도 지표를 이용하여 불균형 분석이 수행되었다. 중요한 국가기

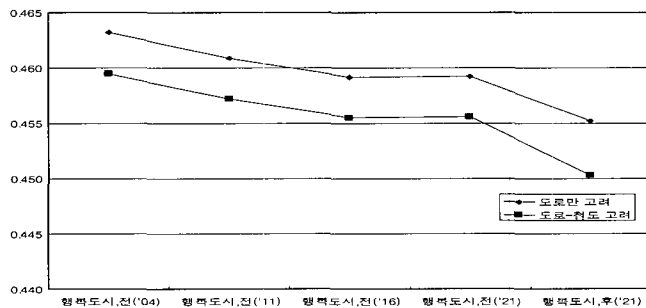
간교통망 계획이 완료되는 2019년 이후의 공간적 접근도와 경제적 접근도는 기준연도(2004)와 비교하여 두 접근도의 불균형 측정값의 추이가 서로 다르게 나타났지만, 전반적으로 교통형평성이 개선되는 것으로 나타났다. 또한 행복도시 건설도 불균형을 해소하는 데 도움이 되는 것으로 나타났다.

2. 교통이동성에 의한 형평성 분석

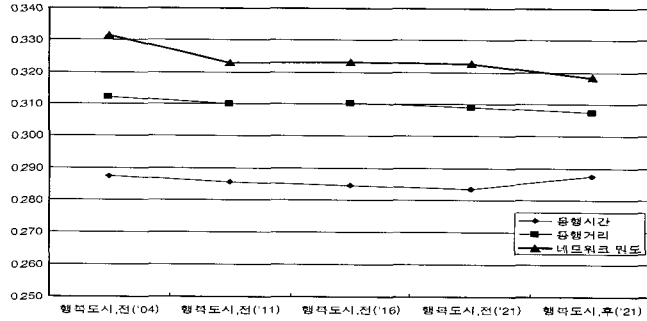
존 i 와 j 간 단일경로와 다중경로를 분석한 후, 통행시간, 통행거리 그리고 네트워크 밀도(차선수×링크길이)에 대한 불균형도를 분석하였다. 공간적 특성변화를 파악하기 위하여 통행거리대(단거리, 중거리 그리고 장거리), 권역별(수도권, 영남권, 호남권, 대전권 그리고 강원권)로 구분하여 통행시간, 통행거리 그리고 네트워크 밀도에 대한 이동성의 형평성을 분석하였다.



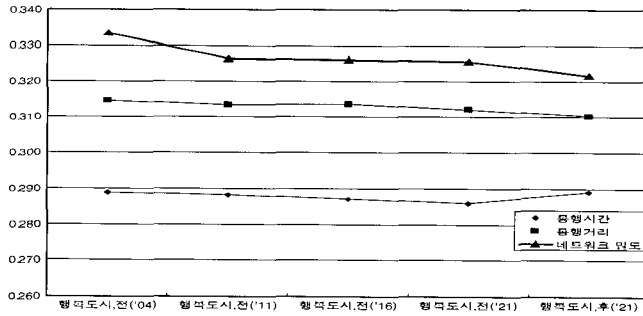
〈그림 1〉 공간적 접근도의 Gini계수 변화추이



〈그림 2〉 경제적 접근도의 Gini계수 변화추이



〈그림 3〉 단일경로 이동성의 Gini계수 변화추이



〈그림 4〉 다중경로 이동성의 Gini계수 변화추이

분석결과 전반적으로 단일경로와 다중경로 모두 시간에 따라 세 가지 지표 모두 불균형도가 개선되고 있는 것으로 예측되었다. 그러나 거리대별로 분석한 결과 단거리와 장거리에서는 교통형평성이 개선된 반면, 중거리대에서의 형평성은 악화된 것으로 나타났다. 권역별로도 상당히 다른 결과가 도출되었다.

V. 결론

본 연구에서는 과거의 도로와 철도의 투자실적 자료와 장래의 교통투자 계획자료들을 이용하여 거시적 및 미시적인 관점에서 교통접근성 및 이동성 불균형 정도를 분석하고 정책적인 시사점을 논의하였다.

비교논의를 위하여 장래에 계획된 국가균형발전과 관련된 행정중심복합

도시의 사업시행 또는 국가기간교통망계획에 따른 교통접근도 및 이동성 변화를 측정하고 교통접근성의 불균형도를 측정하였다.

본 연구의 결과 현재시점에서 장래 국가기간교통망계획이 차질 없이 이루어질 경우 지역 내 교통인프라 공급 측면의 공간접근도와 경제적 특성을 감안한 경제접근도의 불균형을 해소하는 데 도움을 주는 것으로 나타났고, 행복도시 건설이 교통 불균형 완화에 기여하는 것으로 분석되었다.

따라서 국가기간교통망계획이 거시적 측면으로 보면 계획의 집행과정에서 지연없이 추진되어야 할 것이며, 낙후지역 및 광역권 도로망에서 순환도로망 건설 등으로 인터체인지 접근성 향상은 지역간 접근성과 이동성을 보다 더 향상시키는데 중요한 역할을 할 것으로 판단된다.

그동안 장기교통계획이 주로 효율성에 치중하여 분석되는 경향이 있었지만 본 연구와 같이 형평성 측면의 고려도 중요한 사항이라고 판단된다. 본 연구에서는 장래 국가기간교통망계획 등 종합교통계획 평가시 교통접근도 및 이동성 지표에 의한 형평성의 반영 방안을 논의하였다.

본 연구가 제시하는 정책적 제언은 크게 두 가지로 요약된다. 사회간접자본 투자타당성 평가시 평가항목의 다양화와 형평성제도의 도입방안으로 요약될 수 있다. 본 연구는 현재의 교통시스템 및 장래 국가기간교통망계획 등이 효율성 중심으로 평가 및 계획되고 있다는 점을 지적하고, 형평성 관점에서 평가가 가능하다는 것을 보였다. 교통접근성 결과를 통해 현재 계획 중인 국토계획, 국가기간교통망계획의 검토 및 정비방향을 형평성 관점에서 재조명이 가능하다고 판단된다. 세부적으로 전국 시군단위 낙후지역의 교통접근성 및 이동성 변화 추이를 제시하거나, 행정중심복합도시 건설에 따라 교통접근성 및 이동성이 상대적으로 불리한 지역을 파악하여 국가기간교통망 가운데 지역간 교통접근성 및 이동성 격차 해소를 위한 교통시설 정비방향이 제고될 수 있음을 제언하였다.

또한 본 연구에서 교통접근성의 형평성을 법제도적 측면에서의 활용가능함에 대해서 논의하였다. 기존 타당성조사 매뉴얼에서 형평성 항목이 포함되어 있으나 그 내용이 체계적으로 정리된 지표가 아닌 주관적 경향이 강하다. 따라서, 본 연구에서 제시한 사회간접자본건설 타당성 분석시 교통형평성의 지표가 반영될 수 있는 제도가 적극 검토되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 김찬성 · 성홍모 · 신성일, “수도권 대중교통체계 개편 전·후 지하철 이용자의 접근성 변화 모형 구축”, 『대한교통학회지』 2005년 12월 특별호, 2005.
2. 김찬성 · 황상규, 『국가균형발전을 위한 교통접근성 제고방안 - 형평성분석을 중심으로』, 한국교통연구원, 2006.
3. 조남건, 『국토공간의 효율적 활용을 위한 도로망체계의 구축방향 연구』, 국토연구원, 2002.
4. 한국교통연구원, 『국가기간교통망수정계획(중간보고서)』, 2006.