

■ 論 文 ■

대중교통체계 개편에 따른 대중교통 이용자들의 통행패턴 변화에 관한 연구 (경산시를 사례로)

A Study on Change of Travel Patterns According to Public Transportation Reform
(A Case Study of Gyeongsan City)

윤 대 식

(영남대학교 도시공학과 교수)

박 현 철

(영남대학교 도시공학과 석사과정)

목 차

- I. 서론
 - 1. 연구 배경 및 목적
 - 2. 연구의 내용 및 방법
 - II. 선행연구 검토
 - III. 대중교통체계 개편 내용의 개요
 - IV. 조사의 개요 및 분석모형
 - 1. 조사내용 및 방법
 - 2. 설문조사대상자의 사회경제적 특성
 - 3. 분석모형
 - V. 대중교통체계 개편 전·후의 통행패턴 분석
 - 1. 통행패턴 변화 분석
 - 2. 환승통행 변화 분석
 - 3. 통행시간 변화 분석
 - VI. 통행패턴 변화 로짓모형의 경험적 추정
 - 1. 모형의 구조
 - 2. 모형의 계수 추정결과
 - VII. 대중교통체계 개편 전·후의 교통수단 선택 로짓모형의 경험적 추정
 - 1. 모형의 구조
 - 2. 모형의 계수 추정결과
 - VIII. 결론
 - 1. 연구결과의 요약
 - 2. 연구결과의 시사점과 한계
- 참고문헌

Key Words : 대중교통, 통행패턴, 환승통행, 교통수단 선택, 로짓모형
public transportation, travel pattern, transfer travel, mode choice, logit model

요 약

본 연구에서는 경산시 대중교통체계 개편 전과 후의 통행패턴을 분석하였으며, 통행패턴 변화의 통계적 검정을 위해 카이제곱(χ^2)검정과 t-검정을 실시하였다. 또한 대중교통 이용자들의 통행패턴 변화에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위해 이항로짓모형을 추정하였으며, 개편 전·후 교통수단 선택에 영향을 미치는 요인을 비교 분석하기 위해 다항로짓모형을 추정하였다. 이들 두 로짓모형의 추정을 위해 사용된 설명변수로는 통행패턴 변화 및 대중교통체계 개편 전·후의 교통수단 선택에 영향을 미칠 것으로 예상되는 성별, 연령, 직업, 통행목적, 요금지불방법, 목적지, 통행시간의 7개 변수를 사용하였다. 이러한 분석을 통해 대중교통시설 및 환승체계 구축 등 교통정책 수립에 필요한 다양한 시사점과 본 연구의 한계를 제시하였다.

The main objective of this paper is to analyze change of travel patterns according to public transportation reform. The paper uses data collected from Gyeongsan City. So far few researches, especially using before-and-after individual travel survey, have been conducted on analyzing effects of public transportation reform. For this research, some descriptive statistical analyses and statistical hypotheses tests were conducted. Furthermore, some empirical logit models were estimated for analyzing the individual effects of the public transportation reform. Finally, some important findings, policy implications, and limitations of this research are discussed.

이 연구는 2009학년도 영남대학교 학술연구조성비에 의한 것임.

I. 서론

1. 연구 배경 및 목적

증가하는 승용차 교통수요를 처리하기 위해서 지속적으로 교통시설을 확충하고 있음에도 불구하고 대중교통 수송분담률은 감소하고, 다양한 교통문제가 발생하고 있다. 이에 따라 대중교통 이용을 활성화시키기 위한 여러 정책들이 추진되고 있으며, 그 중 개인교통수단 이용자를 대중교통수단으로 유도하기 위한 방편으로 대중교통 체계 개편이 많은 도시들에서 시행되고 있다. 대중교통 체계 개편은 대중교통의 서비스 수준을 향상시키고 효율적인 대중교통체계를 구축하는 것으로 2004년 서울시를 시작으로 부산시, 인천시, 대전시, 울산시, 대구시 등 광역시를 중심으로 시행되어 왔다.

특별시와 광역시 외에도 많은 중소도시에서도 그 내용은 조금씩 다르지만 대중교통체계 개편이 시행되고 있다. 경산시에서는 2009년 1월 대대적으로 대중교통체계를 개편하였는데, 주요 개편내용은 간·지선의 버스노선 체계 개편과 구간요금제를 폐지하고 대구-경산간 대중교통 무료환승제를 시행하는 것이었다.

대중교통체계 개편은 대중교통수요의 증대라는 측면과 더불어 시민들의 통행패턴 변화를 수반한다. 이러한 변화에 따라 대중교통체계 개편에 따른 수요변화에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있지만, 통행패턴의 변화를 가져오게 되는 요인에 대해 분석한 연구는 드물다. 특히 대중교통체계 개편 후에 대중교통 이용자들의 통행패턴 변화에 대하여 분석한 연구는 더욱 드물다.

본 연구에서는 대중교통 이용자를 대상으로 한 설문조사를 통하여 대중교통체계 개편 전과 개편 후에 어떠한 요인들이 이들의 통행패턴 변화에 영향을 주는지 분석함으로써 향후 대중교통시설 및 환승체계 구축 등 교통정책 수립에 필요한 시사점을 도출하고자 한다. 따라서 본 연구에서 승용차 이용자는 분석대상에서 제외하였다. 아울러 본 연구에서 대중교통이라 함은 버스와 지하철(도시철도)을 의미하고, 버스는 시내버스만을 의미하며 여객자동차운수사업법상의 시외버스를 포함하지는 않는다.

본 연구의 사례지역인 경산시는 대구의 위성도시적 성격을 가진 인구 25만명 정도의 도농복합도시의 성격을 가지고, 대구와 하나의 생활권을 형성하면서 물리적 거리 역시 하나의 도시로 볼 수 있을 정도로 가까운 입지적 특성을 가진다. 아울러 대구와 경산간에는 대구의 시

내버스와 경산의 시내버스가 함께 운행되고 있다. 따라서 대구와 경산의 시내버스가 두 행정구역간을 넘어서 운행되고 있는 것으로 볼 수 있고, 양도시(兩都市)의 시내버스가 모두 대구-경산간 시외통행도 한다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 '통행패턴'의 개념적 정의를 '환승 유무와 환승횟수'로 나타내고자 한다. 통행패턴에 대한 정의는 다양하게 표현할 수 있지만, 본 연구에서는 대중교통체계 개편 전과 후의 대중교통 이용자의 행태 변화에 주목하고 '환승 유무와 환승횟수'로 통행패턴을 표현하는 것이 연구의 목적을 충족시키는데 적절한 것으로 판단하였다.

2. 연구내용 및 방법

본 연구에서는 경산시 대중교통 이용자들의 대중교통 체계 개편에 따른 통행패턴의 변화를 파악하기 위하여 버스수요가 많은 지점(정류장)을 선별하고, 버스 이용자를 대상으로 대중교통체계 개편 전·후의 통행패턴에 대한 설문면접조사를 실시하였다.

설문조사를 통해 수집된 자료를 토대로 대중교통체계 개편 전·후의 통행패턴, 통행시간, 환승통행 변화에 대한 분석을 하고, 통행패턴 변화의 요인을 파악하기 위해 로짓모형을 구축하여 분석하였다. 본 연구에서는 두 가지 유형의 로짓모형이 구축되었는데, 하나는 개인의 어떤 사회경제적 특성과 통행의 특성이 통행패턴 변화에 영향을 미치는가를 분석하기 위한 것이고, 다른 하나는 대중교통체계 개편 전과 후에 대중교통 이용자들의 교통수단 선택에 영향을 미치는 요인이 과연 무엇인가를 분석하기 위한 것이다. 이처럼 두 가지 유형의 로짓모형을 구축하는 것은 상호 보완적인 분석결과와 도출을 통해 대중교통체계 개편 이후 통행패턴 변화에 대한 이해를 더욱 다각도로 하기 위한 것이다.

본 연구에서는 로짓모형을 추정하기 위해 LIMDEP 8.0 프로그램을 이용하였으며, 이를 토대로 대중교통체계 개편 전·후의 통행패턴 변화에 영향을 미치는 요인을 분석하였다.

II. 선행연구 검토

대중교통체계 개편에 따른 대중교통 이용자의 통행패턴을 분석한 선행연구로는 김찬성 외(2005), 서영욱 외(2005), 황정훈 외(2006), 이혜승 외(2008)의 연구 등이 있다.

김찬성 외(2005)는 수도권 대중교통체계 개편 전·후의 카드자료를 활용하여 승객수요 및 통행패턴(평균통행거리) 변화를 분석하고, 이를 토대로 접근성 지표의 변화에 대한 모형을 구축하여 대중교통체계 개편이 접근성에 미치는 영향을 분석하였다.

서영욱 외(2005)는 대중교통체계 개편 전의 지하철 공사 자료와 개편 후의 카드자료를 이용하여 서울시와 경기도를 15개 권역으로 구분하고, 개편 전과 후의 권역별·호선별 통행량 변화를 비교 분석하였다. 이 연구에서는 환승할인 정책이 수도권 지하철 이용자의 통행패턴에 미친 영향을 분석하였으며, 통행수요가 증가한 원인으로 지하철 2호선과 7호선, 그리고 버스노선 조정에 따른 변화보다 환승에 대한 요금 정책이 지하철 수요증가에 중요한 역할을 한다는 사실을 발견하였다.

황정훈 외(2006)는 대구시 대중교통체계 개편 후의 이용자 의식조사를 토대로 개편 전·후의 통행패턴 변화 및 환승통행, 서비스 만족도를 분석하고, 통행패턴의 변화를 t-검정을 실시하여 분석하였다. 이러한 분석결과를 토대로 대중교통체계 개편에 따른 통행패턴 변화의 원인을 파악하고, 대중교통 서비스 개선을 위한 방안을 제시하였다.

이혜승 외(2008)는 서울시 대중교통체계 개편 이후 대중교통수단을 선택하는 비율이 얼마나 증가하였는가를 분석하는데 목적을 두었으며, 통근수단 선택시 대중교통을 선택하는 비율의 변화, 목적지별 대중교통수단으로의 전환 비율 변화를 분석하고, 대중교통체계 개편 전·후의 대중교통수단선택 확률모형을 구축하여 비교 분석하였다. 이 연구에서는 대중교통체계 개편을 통한 서비스 향상 및 통합요금제 등이 통근통행의 교통수단 선택에 영향을 미쳤으며, 목적지의 대중교통으로의 접근성과 고밀·혼합토지이용이 대중교통 분담율 증가에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

이상에서 살펴본 바와 같이 기존의 선행연구에서는 가구실태조사자료 및 카드자료를 이용하여 대중교통체계 개편에 따른 대중교통수단 분담율의 변화 분석, 서비스 만족도 분석, 대중교통 이용자들의 일반적 특성에 따른 통행패턴 변화 등에 대해 분석이 이루어졌다. 이와 같이 대중교통체계 개편에 따른 여러 선행연구가 있었지만, 대중교통 이용자를 대상으로 설문조사자료를 획득하여 이루어진 연구는 드물었다.

본 연구에서는 대중교통체계 개편에 따른 통행패턴 변화에 대한 설문조사를 통하여 개편 전·후 같은 기중

점을 통행하는 이용자를 대상으로 실제 통행패턴 변화에 대한 분석을 하였다. 황정훈 외(2006)의 연구에서도 개편 후의 설문조사를 통한 분석이 이루어졌지만, 본 연구에서는 변화요인에 대한 분석이 로짓모형의 구축을 통해 보다 구체적으로 이루어졌으며, 경산시의 여건에 맞는 여러 설명변수들을 적용하였다. 바로 이러한 점이 본 연구가 관련 선행연구와 차별화되는 점이다.

III. 대중교통체계 개편 내용의 개요

경산시의 시내버스노선은 2009년 1월 17일 버스노선체계 개편 이전에는 간선과 지선의 구분 없이 103개 노선으로 운영되었으나, 개편 후 간선, 지선, 순환선으로 구분되어 26개 노선으로 현재 운영되고 있다. 간선은 경산시 주요지역과 대구시를 연결하고 있으며, 지선은 경산시 주요지역을 중심으로 주변지역을 연결하고 있다. 또한 순환선은 경산시가지를 순환하는 기능을 담당하고 있다. 간·지선의 버스노선체계 이원화는 기존 노선이 수익성 위주로 운영되어 나타난 문제점인 장거리·굴곡·중복노선을 개선함으로써 통행시간 및 버스운행거리가 단축되는 결과를 가져왔다.

경산시 대중교통 요금체계는 개편 전의 경우 대구시 버스노선과 경합되는 노선과 경산시 버스로 구분되어 적용되었다. 개편 전에는 대구시와 경합되는 4개의 공동배차노선을 제외하고 대중교통수단간에 환승을 할 때마다 요금을 따로 지불하게 되어 환승을 많이 하는 버스 이용자들의 경우 요금에 대한 부담이 컸지만, 개편 후에는 무료환승제의 도입으로 요금 부담이 줄어드는 결과를 가져왔다.

대중교통체계 개편으로 대구-경산간 시내버스 및 대구도시철도에 대하여 전면 무료환승제를 시행함에 따라 일부 오지노선에 부과되던 구간요금제도 폐지되었다. 무료환승은 최초 교통수단이 버스인 경우는 승차 후 1시간 이내, 최초 교통수단이 지하철인 경우 하차 후 30분 이내에 가능하도록 하였다.

IV. 조사의 개요 및 분석모형

1. 조사내용 및 방법

2009년 1월 경산시 대중교통체계 개편 이후인 2009년 4월 2일부터 총 3일간 버스정류장 7개 지점을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 조사장소의 선정은 터미널, 시장,

아파트단지 등의 대중교통수요 유발시설물을 지역별로 분류하고, 버스이용수요가 많은 버스정류장 13개 지점을 선정하여 예비조사를 통해 신뢰성이 있는 자료의 획득여부를 판단하고 7개 지점에 대한 조사를 실시하였다.

설문조사는 경산시 대중교통체계 개편 전과 후의 통행패턴에 대한 현시선호(revealed-preferences)조사의 형태로 하여 이루어졌다. 설문조사 시점이 이미 대중교통체계 개편 후의 시점이어서 현시선호자료가 본 연구의 목적을 충족시키는데 적절한 것으로 판단되었다.

설문조사는 버스정류장에서 버스 이용자를 대상으로 개인특성(성별, 연령, 직업, 거주지), 통행특성(통행목적, 환승여부, 환승수단, 통행시간, 기·종점)에 대해서 총 756명을 대상으로 실시하였으며, 그 중 본 연구에 사용된 유효표본수는 722개이다.

2. 설문조사대상자의 사회경제적 특성

설문조사대상자의 성별 분포를 보면 여성이 66.2%로 남성 33.8%에 비해 높게 나타났다. 연령별 분포는 20대가 60.7%로 가장 높은 것으로 나타났으며, 다음으로 30대가 12.6%로 나타났다. 직업별로는 학생이 62.2%로 나타났으며, 직장인 14.5%, 주부 13.7% 등으로 나타났다. 이처럼 20대와 학생이 절대적인 비중을 차지하는 것은 경산시가 10개 이상의 대학이 있는 학원도시라는 점에 그 이유가 있다.

<표 1> 설문조사대상자의 사회경제적 특성

구분	명(%)	
성별	남성	244(33.8)
	여성	478(66.2)
연령	10대	46(6.4)
	20대	438(60.7)
	30대	91(12.6)
	40대	42(5.8)
	50대	57(7.9)
	60대 이상	48(6.6)
직업	학생	449(62.2)
	주부	99(13.7)
	직장인	105(14.5)
	자영업	31(4.3)
	기타	38(5.3)

3. 분석모형

본 연구에서는 먼저 대중교통체계 개편에 따른 통행

패턴 변화의 여부에 대한 로짓모형의 추정을 위해서 ‘변화 있다’와 ‘변화 없다’의 두 가지 대안을 가지는 이항로짓모형(binary logit model)을 구축하였다.

여기에서 ‘변화 있다’의 대안은 대중교통체계 개편 후의 통행패턴 및 환승통행이 개편 전과 달리 나타나는 것으로 대부분이 무환승에서 환승통행으로의 변화를 나타내는 것이며, ‘변화 없다’의 대안은 개편 전과 개편 후의 통행패턴 및 환승통행이 같은 것을 나타낸다. 이처럼 변화 유무 자체를 종속변수로 하여 로짓모형을 구축하는 것은 통행패턴 변화 그 자체에 영향을 미치는 요인이 무엇인가를 분석하기 위한 것이다.

또한 대중교통체계 개편 전·후의 교통수단 선택모형의 추정을 위해서는 버스(무환승), 버스-버스, 버스-지하철을 선택가능한 대안의 집합으로 취하는 다항로짓모형(multinomial logit model)을 구축하였다. 이처럼 대중교통체계 개편 전과 후의 교통수단 선택모형을 각각 추정하는 것은 개편 전과 후에 교통수단 선택에 영향을 미치는 요인이 과연 얼마나 다른지를 경험적으로 분석하기 위한 것이다.

다항로짓모형에서 어떤 개인 n 이 대안 i 를 선택할 확률 $P_n(i)$ 는 아래 식으로 주어지며, 여기서 나타낸 로짓선택확률의 계산공식은 선택할 수 있는 대안의 수가 J 개인 경우를 나타낸다(윤대식, 2001, p. 237).

$$P_n(i) = \text{Prob}(U_{in} \geq U_{jn}, \forall j \in C_n) = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j=1}^J e^{V_{jn}}}$$

- 단, $P_n(i)$: 개인 n 이 대안 i 를 선택할 확률
- U_{in} : 개인 n 을 위한 대안 i 의 총 효용 (total utility)
- V_{in} : 개인 n 을 위한 대안 i 의 결정적 효용 (deterministic utility)
- C_n : 개인 n 이 선택할 수 있는 대안들의 집합 (choice set)

V. 대중교통체계 개편 전·후의 통행패턴 분석

1. 통행패턴 변화 분석

<표 2>는 대중교통체계 개편 전·후의 버스 이용자들

<표 2> 개편 전·후의 통행패턴 변화분석 (단위: 명, %)

구분	버스 (무환승)	버스- 버스	버스- 지하철	계
개편 전	460 (63.7)	157 (21.7)	105 (14.6)	722 (100.0)
개편 후	366 (50.7)	194 (26.9)	162 (22.4)	722 (100.0)
변화율(%)	▼13.0	▲5.2	▲7.8	-

의 통행패턴 변화를 나타낸 것이며, 환승없이 버스 한번의 이용과 버스-버스간 환승, 버스-지하철간 환승통행으로 구분하였다. 개편 전은 환승없이 버스 한번의 이용이 63.7%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 버스-버스간 환승 21.7%, 버스-지하철간 환승 14.6%로 나타났다. 개편 후에도 버스 한번의 이용이 50.7%로 가장 높게 나타났지만, 개편 전과 비교하면 13.0%가 감소하였다. 그리고 버스-버스간 환승 26.9%, 버스-지하철간 환승 22.4%로 환승통행은 개편 전에 비해 증가한 것으로 나타났다. 특히 버스-지하철간의 환승통행이 높은 증가율을 보였는데, 이는 경산버스와 대구지하철간의 무료환승 시행에 따른 결과로 판단된다.

한편 개편 전·후의 통행패턴 변화를 통계적으로 검정하기 위해 카이제곱(χ^2)검정을 시행한 결과 계산된 χ^2 값이 26.76으로 나타나 유의수준 5%에서 대중교통체계 개편에 따른 통행패턴의 차이가 없다는 귀무가설(null hypothesis)을 기각하는 것으로 나타났다. 따라서 개편 전과 개편 후의 통행패턴이 통계적으로 차이가 있는 것으로 평가할 수 있다.

2. 환승통행 변화 분석

대중교통체계 개편 전·후의 환승통행(환승횟수) 변화를 살펴보면 <표 3>에서 보는 바와 같이 개편 전은 무환승 통행이 63.7%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 1회 환승 32.1%, 2회 이상 환승이 4.2%로 나타났다. 개편 후에도 무환승 통행이 50.7%로 가장 높게 나타났으며, 다음

<표 3> 개편 전·후의 환승통행(환승횟수) 변화분석 (단위: 명, %)

구분	무환승	1회 환승	2회 이상 환승	계
개편 전	460 (63.7)	232 (32.1)	30 (4.2)	722 (100.0)
개편 후	366 (50.7)	316 (43.8)	40 (5.5)	722 (100.0)
변화율(%)	▼13.0	▲11.7	▲1.3	-

로 1회 환승 43.8%, 2회 이상 환승이 5.5%로 나타났지만, 개편 전에 비해 환승통행이 13.0% 증가하였으며, 특히 1회 환승통행이 11.7% 증가한 것으로 나타났다.

한편 개편 전·후의 환승통행 변화를 통계적으로 검정하기 위해 카이제곱(χ^2)검정을 시행한 결과 계산된 χ^2 값이 25.0으로 나타나 유의수준 5%에서 대중교통체계 개편에 따른 환승통행의 차이가 없다는 귀무가설(null hypothesis)을 기각하는 것으로 나타났다. 따라서 개편 전과 개편 후의 환승통행이 통계적으로 차이가 있는 것으로 평가할 수 있다.

3. 통행시간 변화 분석

대중교통체계 개편 전·후의 통행시간 변화를 살펴보면 <표 4>에서 보는 바와 같이 큰 변화는 없었지만 40분 이하의 통행이 조금 증가하였으며, 40분을 초과하는 통행은 감소한 것으로 나타났다. 평균통행시간은 개편 전 40.4분, 개편 후 38.8분으로 1.6분 정도 감소하였다. 평균통행시간의 차이를 통계적으로 검정하기 위해 t-검정을 시행한 결과 계산된 t값이 5.349로 유의수준 5%에서 개편 전과 개편 후의 통행시간의 평균값에 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 4> 개편 전·후의 통행시간 교차분석 (단위: %)

구분	개편 후					계	
	1-20	21-40	41-60	61-90	91-150		
개편 전	1-20	198 (27.4)	5 (0.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	203 (28.1)
	21-40	9 (1.3)	229 (31.7)	3 (0.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	241 (33.4)
	41-60	0 (0.0)	26 (3.6)	156 (21.6)	1 (0.1)	0 (0.0)	183 (25.3)
	61-90	0 (0.0)	1 (0.1)	12 (1.7)	74 (10.3)	0 (0.0)	87 (12.1)
	91-150	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.1)	7 (1.0)	8 (1.1)
	계	207 (28.7)	261 (36.1)	171 (23.7)	76 (10.5)	7 (1.0)	722 (100.0)

VI. 통행패턴 변화 로짓모형의 경험적 추정

1. 모형의 구조

경산시 대중교통체계 개편에 따른 버스 이용자들의 통

<표 5> 변수 설명

종속변수	통행패턴 변화	대안1: 변화 있음 대안2: 변화 없음
설명변수	성별(대안1)	남성=1, 여성=0
	연령(대안1)	연령대
	직업(대안1)	학생 및 직장인=1, 자영업 및 기타=0
	통행목적(대안1)	통근 및 통학=1, 기타=0
	요금지불방법(대안1)	카드=1, 현금=0
	목적지(대안1)	시외통행=1, 시내통행=0
	통행시간(개편 후) (대안1)	40분 초과=1, 40분 이하=0

주: 모든 설명변수는 괄호 속에 나타난 대안에 대한 대안특유의 변수(alternative-specific variables)로 모형이 구축되었음.

행패턴 변화 유무를 종속변수로 설정하였다. 그리고 통행패턴 변화에 영향을 줄 것으로 예상되는 설명변수는 먼저 버스 이용자의 사회경제적 특성으로 성별, 연령, 직업을 고려하였으며, 또한 대중교통체계 개편에 따른 통행패턴 변화에 영향을 미치는 중요한 요인으로 통행목적, 요금지불방법, 목적지, 통행시간을 포함하였다. 아울러 모든 설명변수는 대안특유의 변수(alternative-specific variables)의 형태로 모형에 포함되었다.

<표 5>에서 보는 바와 같이 직업은 학생 및 직장인들이 통근 및 통학의 목적에 따라 다른 직업을 가진 이용자들에게 비해서 통행시간에 보다 민감하게 반응할 것으로 예상되어 학생 및 직장인과 자영업 및 기타로 구분하였다. 그리고 통행목적은 매일 정기적으로 발생하는 통근 및 통학과 매일 정기적으로 발생하지 않는 업무, 쇼핑, 여가 등을 포함하는 기타로 구분하였다. 목적지는 경산시의 경우 대구광역시에 인접하여 대구-경산간 통근·통학 통행이 많고, 무료환승 시행에 따른 통행패턴의 변화가 예상됨에 따라 시외통행과 시내통행으로 구분하였다.

2. 모형의 계수 추정결과

경산시 버스 이용자들의 대중교통체계 개편 전·후 통행패턴 변화의 로짓모형 추정결과는 <표 6>과 같다. 모형1은 성별, 연령, 직업, 통행목적, 요금지불방법, 목적지, 통행시간의 7개 설명변수를 모두 사용한 분석결과이며, 모형2는 모형1의 분석결과에서 유의수준 5%에서 유의하지 않은 설명변수(성별, 연령, 요금지불방법)를 제외한 나머지 설명변수를 사용하여 분석한 결과이다.

설명변수로 선정한 7개의 항목 중 유의수준 5%에서

<표 6> 모형의 계수 추정결과

설명변수	모형1	모형2
	추정계수값 (t-값)	추정계수값 (t-값)
성별(대안1)	0.1034 (0.050)	-
연령(대안1)	0.0104 (0.943)	-
직업(대안1)	0.7488 (1.922)	0.5051 (1.743)
통행목적(대안1)	-0.8097 (-3.240)	-0.8112 (-3.257)
요금지불방법(대안1)	0.1837 (0.430)	-
목적지(대안1)	1.217 (5.301)	1.214 (5.294)
통행시간(대안1)	-0.5525 (-2.447)	-0.5575 (-2.482)
상수(대안1)	-2.5733 (-3.528)	-1.8698 (-7.845)
최종LLL(β)	-329.4119	-329.9606
초기LLL(0)	-500.4523	-500.4523
ρ^2	0.34177	0.34068

주: 모든 설명변수의 추정계수 값은 괄호 속에 나타난 대안1(변화 있음)에 대한 추정치임.

통행목적, 목적지, 통행시간이 유의한 것으로 분석되었으며, 성별, 연령, 요금지불방법은 통계적으로 유의하지 않은 것으로 분석되었다. 이는 성별과 연령에 상관없이 통행패턴의 변화가 일어나는 것으로 판단할 수 있으며, 또한 요금지불방법은 대부분의 이용자가 교통카드를 사용하기 때문에 통계적 유의성이 없는 것으로 판단된다.

한편 직업은 유의수준 10%에서 유의한 것으로 나타났으며, 추정계수가 (+)값을 나타내어 학생 및 직장인이 자영업 및 기타 직업을 가진 버스 이용자에게 비해 대중교통체계 개편 이후 통행패턴 변화가 많이 나타나는 것으로 분석되었다. 학생 및 직장인의 경우 자영업 및 기타 직업에 비해 통행시간에 더욱 민감하게 반응하며, 통행시간 단축을 위해 환승을 감수하는 것으로 판단된다.

통행목적의 추정계수를 살펴보면 통근 및 통학 목적보다 업무, 쇼핑, 여가 등의 기타 목적이 통행패턴 변화가 많이 나타나는 것으로 분석되었다. 이는 기타 목적의 통행에 비해 상대적으로 통행시간에 민감하게 반응하는 통근 및 통학 통행의 경우 개편 전에도 목적지까지의 통행시간 단축을 위한 환승통행이 많았기 때문에 통행패턴 변화가 많이 나타나지 않는 것으로 판단된다.

목적지의 경우 추정계수가 (+)값을 나타내어 시내통행보다 대구-경산간의 시외통행이 통행패턴 변화가 많이

나타나는 것으로 분석되었다. 이는 대구버스 및 지하철과의 무료환승 시행에 따른 것으로 보인다.

통행시간은 추정계수가 (-)값을 나타내어 40분 초과의 장거리 통행보다 40분 이하의 비교적 단거리 통행에서 통행패턴의 변화가 상대적으로 많이 나타나는 것으로 분석되었다. 이러한 분석결과 또한 통행목적의 분석결과와 마찬가지로 장거리 통행의 경우 개편 전에도 통행시간 단축을 위한 환승통행을 선호하였기 때문에 통행패턴 변화가 상대적으로 적게 나타난 것으로 보인다. 이러한 분석결과는 앞서 살펴본 목적지의 분석결과와 상충된다고 볼 수도 있으나, 경산시는 대구시와 인접하여 하나의 생활권을 형성하고 있고 40분 이하의 통행시간으로 대구-경산간 원활한 시외통행이 가능하기 때문에 통행시간과 목적지(시외통행 또는 시내통행)는 긴밀한 관계가 없다고 볼 수 있다.

모형의 적합도를 나타내는 ρ^2 는 0.34068로서 0.2~0.4의 값만 가져도 추정된 모형이 아주 좋은 적합도를 가지는 것으로 평가할 수 있기 때문에(McFadden, 1976, p. 41; 윤대식, 2001, p. 260) 본 연구에서 사용된 모형은 매우 타당한 것으로 볼 수 있다.

VII. 대중교통체계 개편 전·후의 교통수단선택 로짓모형의 경험적 추정

1. 모형의 구조

대중교통체계 개편 전·후의 교통수단 선택모형은 대중교통 이용자가 선택할 수 있는 버스(무환승), 버스-버스, 버스-지하철의 3가지 대안이 있으며, 선택대안에 영향을 미치는 요인으로 앞서 통행패턴 변화 로짓모형 추정을 위해 사용된 성별, 연령, 직업, 통행목적, 요금지불방법, 목적지, 통행시간을 설명변수로 하여 다항로짓모형을 구축하였다.

모형에 적용된 설명변수 중 성별, 요금지불방법은 대안1(무환승 버스)에 대한 대안특유의 변수(alternative-specific variables)로 설정하였으며, 연령, 직업, 통행목적, 목적지, 통행시간은 대안1(무환승 버스)과 대안2(버스-버스)에 대한 대안특유의 변수로 설정하였다. 성별과 요금지불방법을 제외한 나머지 설명변수들은 모두 대안1(무환승 버스)과 대안2(버스-버스)에 대한 대안특유의 변수로 설정함으로써 이들 설명변수들이 3가지 대안에 미치는 영향력을 따로 따로 살펴보기로 하였다. 한

<표 7> 변수 설명

종속변수	교통수단 선택	대안1 : 버스(무환승) 대안2 : 버스-버스 대안3 : 버스-지하철
설명변수	성별(대안1)	남성=1, 여성=0
	연령(대안1, 2)	연령대
	직업(대안1, 2)	학생 및 직장인=1, 자영업 및 기타=0
	통행목적(대안1, 2)	통근 및 통학=1, 기타=0
	요금지불방법(대안1)	카드=1, 현금=0
	목적지(대안1, 2)	시외통행=1, 시내통행=0
통행시간(대안1, 2)	40분 초과=1, 40분 이하=0	

주 : 모든 설명변수는 괄호 속에 나타낸 대안에 대한 대안특유의 변수(alternative-specific variables)로 모형이 구축되었음.

편 다른 설명변수와는 달리 성별과 요금지불방법을 대안1(무환승 버스)에 대한 대안특유의 변수로만 설정한 것은 성별과 요금지불방법에 따라 무환승(대안1)과 환승(대안2, 3)으로 양분된 통행패턴을 나타낼 것으로 예측되고, 대안2(버스-버스)와 대안3(버스-지하철)은 별도로 구분할 이유가 없는 것으로 판단했기 때문이다.

본 연구의 교통수단 선택모형 추정에서는 일반적 변수(generic variables)의 형태로 설명변수를 포함하지 않았다. 전통적인 교통수단 선택모형에서는 통행시간과 통행비용이 일반적 변수의 형태로 설명변수로 많이 포함된다. 그러나 본 연구는 교통수단 선택모형의 구축이 1차적인 연구목적이 아니고, 대중교통체계 개편 전과 후의 통행패턴 변화에 영향을 미치는 요인을 분석하는 것이 주목적이다. 따라서 통행시간은 대안특유의 더미변수 형태로 모형정립(model specification)이 되었고, 대중교통체계 개편 후 무료환승제의 시행으로 통행비용은 감소한 것으로 파악되어 외생변수로 간주하였다.

2. 모형의 계수 추정결과

대중교통체계 개편 전·후의 교통수단선택 로짓모형의 추정결과는 <표 8>에 나타낸 바와 같다. 모형1은 성별, 연령, 직업, 통행목적, 요금지불방법, 목적지, 통행시간의 7개 설명변수를 모두 사용한 분석결과이며, 모형2는 개편 전·후의 모형1의 분석결과에서 공통적으로 유의하지 않은 설명변수를 제외한 나머지 설명변수를 사용하여 분석한 결과이다.

<표 8> 모형의 계수 추정결과

설명변수	개편 전		개편 후		개편 전과 후의 추정계수값 비교를 위한 t-검정통계치
	모형1	모형2	모형1	모형2	
	추정계수값(t-값)	추정계수값(t-값)	추정계수값(t-값)	추정계수값(t-값)	
성별(대안1)	0.3022(1.650)	-	0.1169(0.654)	-	-
연령(대안1)	0.0489(2.444)	0.0431(2.889)	0.0164(1.106)	0.0294(2.736)	0.7439
연령(대안2)	0.0643(3.072)	0.0589(3.739)	0.0188(1.232)	0.0310(2.793)	1.4477
직업(대안1)	0.2305(0.395)	-	-0.6285(-1.264)	-	-
직업(대안2)	0.2267(0.359)	-	-0.5545(-1.081)	-	-
통행목적(대안1)	-0.1880(-0.593)	-0.1463(-0.498)	0.8417(2.818)	0.6835(2.526)	-2.0763
통행목적(대안2)	0.4440(1.206)	0.4957(1.476)	0.8408(2.728)	0.7263(2.607)	-0.5284
요금지불방법(대안1)	-0.3049(-0.766)	-	-0.3870(-1.062)	-	-
목적지(대안1)	-3.1646(-5.921)	-3.1044(-5.892)	-3.4021(-8.276)	-3.4135(-8.369)	0.4639
목적지(대안2)	-2.6459(-4.748)	-2.5896(-4.811)	-2.7293(-6.417)	-2.7469(-6.632)	0.2317
통행시간(대안1)	-1.0343(-3.932)	-1.0927(-5.848)	-0.9861(-4.127)	-0.9972(-5.210)	-0.2943
통행시간(대안2)	0.0824(0.276)	-	0.0103(0.042)	-	-
상수(대안1)	3.1141(2.761)	3.2511(4.431)	3.4295(3.716)	2.3237(4.013)	0.9921
상수(대안2)	0.1970(0.175)	0.5167(0.654)	1.7179(1.940)	0.9958(1.651)	-0.4821
최종LL(β)	-549.6283	-551.5339	-620.1561	-621.7651	-
초기LL(0)	-793.1981	-793.1981	-793.1981	-793.1981	-
ρ^2	0.30707	0.30467	0.21816	0.21613	-

주 1) 대안1 : 버스(무환승), 대안2 : 버스-버스, 대안3 : 버스-지하철
 2) 모형의 추정계수는 괄호 속에 나타낸 대안에 대한 추정치임.

개편 전·후의 공통적으로 유의하지 않은 설명변수를 제외한 모형2의 추정결과를 살펴보면, 개편 전에는 유의수준 5%에서 연령, 목적지, 통행시간이 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다. 또한 개편 후에는 유의수준 5%에서 연령, 통행목적, 목적지, 통행시간의 4개 설명변수가 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다.

연령의 경우 개편 전과 개편 후 모두 연령대가 낮을수록 버스-지하철간 환승통행을 선호하고, 연령대가 높을수록 버스(무환승)와 버스-버스간 환승을 버스-지하철간 환승에 비해 상대적으로 선택할 확률이 높은 것으로 나타났다. 이는 대중교통체계 개편과 상관없이 연령대가 높을수록 버스-지하철간 환승을 상대적으로 꺼린다는 사실을 나타낸다. 그러나 개편 전과 후의 추정계수값을 살펴보면 개편 전에 비해 개편 후에는 연령대가 높을수록 버스(무환승)와 버스-버스간 환승통행을 선호하는 현상이 다소 낮아진 것을 알 수 있다. 이는 비교적 높은 연령대 대중교통 이용자의 버스-지하철간 환승통행이 개편 전에 비해 개편 후에 다소 늘어났기 때문으로 판단된다.

통행목적의 추정계수값을 살펴보면 대중교통체계 개편 전에는 t-값이 유의수준 5%에서 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났지만, 개편 후에는 유의수준 5%에서 유의한 것으로 나타났다. 대중교통체계 개편 전에는 통행목적이 교통수단 선택에 영향을 미치지 않았지만, 개편 후의 경우 통근 및 통학 통행의 경우 버스-지하

철간 환승통행에 비해 버스(무환승) 및 버스-버스간 환승통행을 선호하는 현상이 뚜렷이 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이러한 추정결과는 기타 통행에 비해 통행시간에 민감하게 반응하는 통근 및 통학 통행의 경우 최종목적지에의 접근성이 다소 떨어지는 버스-지하철간 환승통행보다 버스-버스간 환승통행을 더 선호하기 때문으로 보인다. 또한 대중교통체계 개편 후 버스노선의 간·지선 이원화로 인해 버스의 통행시간 및 배차간격이 단축되어 버스(무환승) 및 버스-버스간 환승통행을 선호하는 것으로 판단된다.

목적지의 추정계수값을 보면 대중교통체계 개편 전·후 공히 시내통행의 경우 버스(무환승)를 가장 선호하고, 다음으로 버스-버스간 환승을 선호하는 것으로 나타났다. 한편 시외통행의 경우에는 대중교통체계 개편 전·후 공히 버스-지하철간 환승통행을 상대적으로 선호하는 것으로 분석되었다. 그러나 목적지에 따른 대중교통체계 개편 전·후 통계적으로 유의한 교통수단 선택행태의 차이는 발견되지 않았다.

통행시간의 추정계수값을 살펴보면 대중교통체계 개편 전·후 공히 40분 이하 단거리 통행의 경우 버스(무환승)를 선호하는 것으로 나타났고, 장거리 통행의 경우는 버스-버스간 혹은 버스-지하철간 환승통행을 선호하는 것으로 나타났다. 하지만 통행시간에 따라 대중교통체계 개편 전·후에 통계적으로 유의한 교통수단 선택행

태의 차이는 발견되지 않았다.

더미상수의 추정계수값을 살펴보면 대중교통체계 개편 전·후 모두 버스를 이용한 무환승통행을 선호하는 것으로 나타났으며, 이는 일반적으로 대중교통 이용자들이 환승에 대한 부담감을 가지고 있기 때문인 것으로 보인다. 한편 대안2(버스-버스)의 더미상수는 대중교통체계 개편 전에는 통계적으로 유의성이 없는 것으로 나타났지만, 개편 후의 경우 유의수준 10%에서 유의한 것으로 나타나 개편 전에 비해 버스-버스간 환승통행에 대한 선호가 뚜렷이 증가한 것을 알 수 있다. 이러한 분석결과는 버스노선의 간·지선 이원화로 인해 버스의 통행시간 및 배차간격이 단축되면서 버스-버스간 환승통행에 대한 선호가 증가했기 때문으로 판단된다.

모형 적합도를 나타내는 ρ^2 는 각각 개편 전 0.30467, 개편 후 0.21613으로 추정된 모형이 매우 좋은 적합도를 가지는 것으로 볼 수 있다.

대중교통체계 개편 전과 후의 교통수단 선택에 영향을 미치는 요인을 비교 분석하기 위해 쌍대 t-검정(pairwise t-test)을 시행하였는데(윤대식, 2001, pp. 263-264), 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

쌍대 t-검정(pairwise t-test) 결과 대중교통체계 개편 전과 후에 일부 변수를 제외하고는 대체로 추정계수값이 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 밝혀졌다. 이러한 분석결과는 교통수단 선택에 영향을 미치는 요인 자체는 대중교통체계 개편 전이나 후에 큰 차이가 없다는 사실을 나타낸다. 그러나 통행목적(대안1)의 경우 대중교통체계 개편 전과 개편 후에 추정계수값이 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 밝혀졌는데, 대중교통체계 개편 후에는 개편 전에 비해 통근 및 통학 통행이 기타 통행에 비해 상대적으로 버스(무환승)를 이용할 확률이 높은 것으로 나타났다. 이는 앞서 <표 6>의 통행패턴 변화 로짓모형의 추정결과에서 살펴본 바와 같이 대중교통체계 개편 후에 기타목적 통행의 통행패턴 변화가 많이 나타남에 따라 통행패턴 변화가 상대적으로 나타나지 않은 통근 및 통학 통행과 차이가 나타나는 것으로 판단된다. 한편 연령(대안2)의 경우 개편 전과 후에 통계적으로 충분히 다른 것으로 확인되지는 않았지만, t-값이 1.4477로 어느 정도 다르게 변한 사실을 알 수 있다. 이는 앞서 설명하였듯이 대중교통체계 개편 전에 비해 개편 후에는 연령대가 높을수록 버스-버스간 환승통행을 선호하는 현상이 다소 낮아진 것을 나타낸다. 이러한 분석결과는 비교적 높은 연령대 대중교통 이용자들의 버스

-지하철간 환승통행이 개편 전에 비해 개편 후에 다소 늘어났기 때문으로 판단된다.

VIII. 결론

1. 연구결과의 요약

본 연구에서는 경산시 대중교통체계 개편 전과 후의 통행패턴을 분석하였으며, 통행패턴 변화의 통계적 검정을 위해 카이제곱(χ^2)검정과 t-검정을 실시하였다. 또한 대중교통 이용자들의 통행패턴 변화에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위해 이항로짓모형을 추정하였으며, 개편 전·후 대중교통수단 선택에 영향을 미치는 요인을 비교 분석하기 위해 다항로짓모형을 추정하였다. 이들 두 로짓모형의 추정을 위해 사용된 설명변수로는 통행패턴 변화 및 대중교통체계 개편 전·후의 대중교통수단 선택에 영향을 미칠 것으로 예상되는 성별, 연령, 직업, 통행목적, 요금지불방법, 목적지, 통행시간의 7개 변수를 사용하였다.

먼저 대중교통체계 개편 전·후의 통행패턴 분석결과를 살펴보면 다음과 같다. 무환승의 버스 이용이 개편 전 63.7%에서 개편 후 50.7%로 13.0% 감소하였으며, 버스-버스간 환승통행은 5.2%, 버스-지하철간 환승통행은 7.8% 증가하였다. 또한 환승통행이 13.0% 증가하였는데, 특히 1회 환승통행이 11.7% 증가한 것으로 나타났다. 이는 대구-경산간 대중교통 무료환승제의 시행에 따른 요금 부담의 감소에 기인한 결과로 판단된다. 평균통행시간은 대중교통체계 개편 전 40.4분, 개편 후 38.8분으로 1.6분 감소한 것으로 나타났다.

이항로짓모형의 추정을 통한 통행패턴 변화의 요인 분석결과로는 모형의 추정을 위해 사용된 7개 설명변수 중 성별, 연령, 요금지불방법은 유의수준 5%에서 유의하지 않은 것으로 분석되었으며, 직업, 통행목적, 목적지, 통행시간은 통행패턴 변화에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 분석결과를 보다 구체적으로 살펴보면 학생 및 직장인이 자영업 및 기타 직업을 가진 버스 이용자에 비해 대중교통체계 개편 이후 통행패턴 변화가 많이 나타나는 것으로 분석되었다. 반면에 통행목적의 경우 통근 및 통학 목적에 비해 기타 목적이 통행패턴 변화가 상대적으로 많은 것으로 나타났다. 이는 기타 목적의 통행에 비해 상대적으로 통행시간에 민감하게 반응하는 통근 및 통학 통행의 경우 개편 전에도 목적지까지의 통행시간 단축을 위한 환승통행이 많았기 때문에 통행패턴 변화가 많이 나

타나지 않는 것으로 판단된다. 목적지의 경우 시내통행보다 대구-경산간의 시외통행이 통행패턴 변화가 많이 나타나는 것으로 분석되었다. 이는 대구버스 및 지하철과의 무료환승 시행에 따른 것으로 보인다. 통행시간의 경우 장거리 통행보다 비교적 단거리 통행에서 통행패턴의 변화가 상대적으로 많이 나타나는 것으로 분석되었다. 이러한 분석결과 또한 통행목적의 분석결과와 마찬가지로 장거리 통행의 경우 개편 전에도 통행시간 단축을 위해 환승통행을 선호하였기 때문에 통행패턴 변화가 상대적으로 적게 나타난 것으로 보인다.

마지막으로 대중교통체계 개편 전·후의 교통수단선택 로짓모형의 추정결과를 보면 모형의 추정을 위해 사용된 7개 설명변수 가운데 개편 전에는 유의수준 5%에서 연령, 목적지, 통행시간의 3개 설명변수가 통계적으로 유의하고, 개편 후에는 유의수준 5%에서 연령, 통행목적, 목적지, 통행시간의 4개 설명변수가 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다. 연령의 경우 개편 전과 개편 후 모두 연령이 낮을수록 버스-지하철간 환승통행을 선호하고, 연령대가 높을수록 버스(무환승)와 버스-버스간 환승을 버스-지하철간 환승에 비해 상대적으로 선택할 확률이 높은 것으로 나타났다. 통행목적의 추정계수값을 살펴보면 대중교통체계 개편 전에는 통행목적이 교통수단 선택에 영향을 미치지 않았지만, 개편 후의 통근 및 통학 통행의 경우 버스-지하철간 환승통행에 비해 버스(무환승) 및 버스-버스간 환승통행을 선호하는 현상이 뚜렷이 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이러한 추정결과는 기타 통행에 비해 통행시간에 민감하게 반응하는 통근 및 통학 통행의 경우 최종목적지와의 접근성이 다소 떨어지는 버스-지하철간 환승통행보다 버스-버스간 환승통행을 더 선호하기 때문으로 보인다. 또한 대중교통체계 개편 후 버스노선의 간·지선 이원화로 인해 버스의 통행시간 및 배차간격이 단축되어 버스(무환승) 및 버스-버스간 환승통행을 선호하는 것으로 판단된다. 목적지의 추정계수값을 보면 대중교통체계 개편 전·후 공히 시내통행의 경우 버스(무환승)를 가장 선호하고, 다음으로 버스-버스간 환승을 선호하는 것으로 나타났다. 한편 시외통행의 경우에는 대중교통체계 개편 전·후 공히 버스-지하철간 환승통행을 상대적으로 선호하는 것으로 분석되었다. 통행시간의 추정계수값을 살펴보면 대중교통체계 개편 전·후 공히 40분 이하 단거리 통행의 경우 버스(무환승)를 선호하는 것으로 나타났고, 장거리 통행의 경우는 버스-버스간 혹은 버스-지하철간 환승통행을

선호하는 것으로 나타났다. 대중교통체계 개편 전과 후의 교통수단 선택에 영향을 미치는 요인을 비교 분석하기 위해 실시한 쌍대 t-검정(pairwise t-test) 결과 대중교통체계 개편 전과 후에 일부 변수를 제외하고는 대체로 추정계수값이 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 밝혀졌다. 이러한 분석결과는 교통수단 선택에 영향을 미치는 요인 자체는 대중교통체계 개편 전이나 후에 큰 차이가 없다는 사실을 나타낸다. 그러나 통행목적(대안1)의 경우 대중교통체계 개편 전과 개편 후에 추정계수값이 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 밝혀졌는데, 대중교통체계 개편 후에는 개편 전에 비해 통근 및 통학 통행이 기타 통행에 비해 상대적으로 버스(무환승)를 이용할 확률이 높은 것으로 나타났다. 이는 대중교통체계 개편 후에 기타목적 통행의 통행패턴 변화가 많이 나타남에 따라 통행패턴 변화가 상대적으로 나타나지 않은 통근 및 통학 통행과 차이가 나타나는 것으로 판단된다.

2. 연구결과의 시사점과 한계

본 연구의 분석결과로부터 향후 경산시 대중교통계획 수립을 위해 고려할 수 있는 시사점을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 경산시 대중교통체계 개편 후 시내통행보다 대구-경산간 시외통행에서 통행패턴 변화가 많이 나타나는 것으로 분석되었으며, 특히 버스-지하철간 환승통행이 급격히 증가한 것을 확인할 수 있었다. 이는 경산시 대중교통체계 개편으로 대구-경산간 버스-버스간 환승통행뿐만 아니라 버스-지하철간 환승통행에서도 무료환승이 적용되었기 때문으로 판단된다. 이러한 사실을 감안한다면, 향후 대구지하철의 경산 연장구간이 개통되었을 경우(2012년 개통 예정) 지하철수요의 증가와 더불어 보다 많은 통행패턴 변화가 나타날 것으로 예상되는 만큼, 버스-지하철간 환승의 편리성을 높일 수 있는 다양한 대책들이 강구되어야 할 것으로 보인다. 대중교통환승센터 혹은 복합환승센터의 확충은 물론이고, 지하철역에의 접근성을 강화하기 위해 다양한 형태의 버스서비스(예: 지하철 연계 셔틀버스서비스)가 제공되어야 할 것이다.

둘째, 대중교통체계 개편 후 학생 및 직장인의 경우 상대적으로 통행패턴 변화가 많이 나타나고, 통근 및 통학 통행의 경우 버스-지하철간 환승통행보다 버스(무환승) 및 버스-버스간 환승통행을 선호하는 것으로 확인되었다. 이러한 분석결과는 학생 및 직장인의 경우 지하철

의 표정속도(表定速度)가 버스에 비해 빠르기는 하지만 상대적으로 지하철에 비해 목적지로의 접근성이 우수한 버스를 선호하기 때문으로 보인다. 현실적으로 지하철의 경우 목적지로의 접근성 향상을 기대하기 어려운 만큼, 접근성이 우수한 버스와 표정속도(表定速度)가 빠른 지하철간의 연계를 강화할 수 있는 방안을 강구하여야 통근 및 통학 통행을 위한 대중교통의 전반적인 분담률이 증가할 것으로 판단된다.

셋째, 대중교통체계 개편 전과 개편 후 모두 연령이 높을수록 버스-지하철간 환승을 상대적으로 선호하지 않는 것으로 나타난 만큼, 고령자들의 지하철 환승을 저해하는 요인을 분석하고 개선하는 노력이 적극적으로 강구되어야 할 것으로 판단된다. 특히 고령자들의 지하철 이용 활성화를 위해 지하철역사내 에스컬레이터와 엘리베이터 등의 이동편의시설 확충이 필요하다.

한편 본 연구는 여러 가지 한계를 가지는데, 이를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구의 주제어(key word)로 다룬 '통행패턴'에 대해서는 다양한 조작적 정의가 가능한데, 본 연구에서는 '환승유무와 환승횟수'로 통행패턴을 나타냈지만 다른 형태의 조작적 정의도 가능하다. 따라서 향후 연구에서는 본 연구가 가지는 이러한 한계를 극복할 수 있도록 대중교통체계 개편 전과 후의 다양한 형태의 통행패턴 변화를 분석하는 노력이 필요할 것으로 판단된다.

둘째, 본 연구에서는 대중교통체계 개편 전과 후의 통행패턴 변화요인 분석과 대중교통수단 선택모형 구축 시 통행시간은 다소 제한적인 변수의 형태로 포함되었고, 통행비용은 자료획득 등의 문제로 말미암아 설명변수로 포함하지 못했다. 따라서 이러한 한계를 극복하기 위한 시도가 향후 연구에서 이루어져야 할 것으로 본다.

셋째, 본 연구에서는 대중교통체계 개편 전과 후의 대중교통 이용자들의 통행패턴 변화만 분석함으로써 승용차 이용자들의 통행행태나 패턴의 변화는 분석하지 못했다. 이러한 한계를 극복하기 위해 대중교통체계 개편에 따른 승용차 이용자들의 통행행태 변화를 분석하는 연구도 새로운 연구과제가 될 수 있을 것으로 본다.

넷째, 본 연구는 경산시라는 대도시 주변 위성도시의 성격을 가진 도농복합형 중소도시를 사례로 연구함으로써 본 연구의 결과를 일반화시키는데는 한계가 있을 수 밖에 없다. 따라서 다양한 규모와 유형의 도시를 대상으로 한 추가적인 연구를 통해 더욱 일반화된 연구결과를 도출하는 것이 필요할 것으로 본다.

알림 : 본 논문은 대한교통학회 제61회 학술발표회(2009. 11. 6)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

참고문헌

1. 김찬성·성홍모·신성일(2005), “수도권 대중교통체계 개편 전·후 지하철 이용자의 접근성 변화 모형구축”, 대한교통학회지, 제23권 제8호, 대한교통학회, pp.101~111.
2. 서영욱·김연규·김찬성(2005), “서울시 대중교통체계 개편이 수도권 지하철 통행패턴에 미친 영향”, 2005 한국철도학회 춘계학술대회.
3. 윤대식(2001), 교통수요분석, 박영사.
4. 이혜승·이희연(2008), “대중교통체계 개편 이후 통행수단선택의 차별적 변화”, 2008 대한국도·도시계획학회 추계학술대회.
5. 황정훈·김갑수·전중훈(2006), “대구시 대중교통체계 개편에 따른 이용자 통행패턴 및 시내버스 서비스 만족도 분석”, 대한교통학회지, 제24권 제7호, 대한교통학회, pp.53~62.
6. McFadden, D.(1976), *The Theory and Practice of Disaggregate Demand Forecasting for Various Modes of Urban Transportation*, University of California, Berkeley, Institute of Transportation Studies, Working Paper No. 7623.

- ☞ 주 작 성 자 : 윤대식
- ☞ 교 신 저 자 : 윤대식
- ☞ 논문투고일 : 2009. 12. 3
- ☞ 논문심사일 : 2010. 1. 21 (1차)
2010. 2. 7 (2차)
2010. 2. 10 (3차)
- ☞ 심사판정일 : 2010. 2. 10
- ☞ 반론접수기한 : 2010. 6. 30
- ☞ 3인 익명 심사필
- ☞ 1인 abstract 교정필