

■ 論 文 ■

# 경부 고속철도 개통에 따른 대구시민의 지역간 통행수단 선택행태 분석에 관한 연구

## A Study on the Intercity Mode Choice Behavior of Daegu Citizens According to the Introduction of Gyeongbu High-Speed Railway

**윤 대 식**  
(영남대학교 도시공학과 교수)

**육 태 속**  
(영남대학교 지역개발학과 석사)

**김 상 황**  
(대구광역시 버스개혁기획단)

### 목 차

- I. 서론
  - II. 선행연구 및 분석모형
    - 1. 선행연구 고찰
    - 2. 다항로짓모형
  - III. 자료의 수집과 분석
    - 1. 조사개요
    - 2. 조사설계
  - 3. 자료의 특성분석
  - IV. 지역간 통행수단 선택모형 추정
    - 1. 대구~서울 구간 통행수단 선택모형
    - 2. 대구~대전 구간 통행수단 선택모형
  - V. 결론
- 참고문헌

Key Words : 경부 고속철도, 지역간 통행, 통행수단 선택, 다항로짓모형, LIMDEP

### 요 약

본 연구에서는 고속철도 1단계 개통 이후 대구~서울 구간 운행소요시간이 새마을호의 3시간 3분에서 1시간 39분으로 단축되어 대구시민의 지역간 통행행태에 많은 변화가 있었던 점을 직시하고, 대구~서울 구간과 대구~대전 구간으로 나누어 지역간 통행수단 선택모형을 구축하여 2010년 본격적인 고속철도시대를 대비하여 합리적인 지역간 교통체계를 갖추는데 필요한 정책적인 시사점을 도출하고자 한다.

고속철도 개통 이후 대구시민의 지역간 통행행태를 분석하기 위해 대구~서울 구간과 대구~대전 구간으로 지역간 통행을 구분하여 고속철도, 승용차, 새마을호, 무궁화호, 항공기(대구~대전 구간 제외), 고속버스의 선택대안으로 나누어 다항로짓모형을 이용하여 분석하였으며, 설명변수로 차내시간(IVTT), 차내비용(IVTC), 차외시간(OVTT), 차외비용(OVTC)은 일반적 변수(generic variable)로 적용하였고, 나머지 변수들은 대안특유의 변수(alternative-specific variable)로 적용하여 분석하였다.

대구시민의 지역간 통행수단 선택행태의 경험적 분석을 위하여 다항로짓모형을 추정하였으며, 최우추정법(method of maximum likelihood estimation)을 활용하였고 LIMDEP Version 7.0이 이용되었다.

본 연구에서 추정된 대구시민의 지역간 통행수단 선택의 다항로짓모형은 통계적·행태적 측면에서 대체로 타당한 결과를 보여주었다. 대구~서울 구간의 통행수단 선택모형의 추정결과를 보면 차외시간, 차외비용, 통행빈도, 통행목적, 성별, 나이, 직업, 가구 전체의 월평균 소득, 개인 월평균 소득이 지역간 통행수단 선택에 의미있는 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 대구~대전 구간의 통행수단 선택모형의 추정결과를 보면 차외시간, 차외비용, 차내시간, 통행빈도, 나이(51세 이상 제외), 직업, 가구 전체의 월평균 소득이 지역간 통행수단 선택에 중요한 영향을 미친다는 사실을 확인할 수 있었다.

After the first opening of the KTX in April 2004, travel time between major cities has been dramatically reduced. The reduction rates range from 32% to 47%. Considering travel time reduction between major cities, this study concerned about the intercity travel impact of the KTX operation.

This study aimed to analyze intercity mode choice behavior of Daegu Citizens according to the first opening of the KTX. This study takes place in two sections. These are (i) the section of KTX between Daegu and Seoul, and (ii) the section of KTX between Daegu and Daejeon.

This study estimated empirical models for analyzing intercity mode choice behavior according to the first opening of the KTX. This study makes use of the data from travel survey from Daegu metropolitan area. The main part of the survey was carried out in the KTX Dong-Daegu station. The survey data includes the information on travel from Daegu to Daejeon and from Daegu to Seoul.

In order to analyze intercity mode choice behavior according to the first opening of the KTX, multinomial logit model structure is used. For the model specification, a variety of behavioral assumptions about the factors which affect the mode choice, were considered. From the empirical model estimation, it is found that OVTT(Out-of-Vehicle Travel Time), OVTC(Out-of-Vehicle Travel Cost), IVTT(In-Vehicle Travel Time), IVTC(In-Vehicle Travel Cost), travel frequency, travel purpose, sex, age, occupation, household income, individual income are significant in choosing intercity travel mode. However, it is found that the intercity mode choice behavior is different between (i) the section of KTX between Daegu and Seoul, and (ii) the section of KTX between Daegu and Daejeon. Furthermore, some policy implications are discussed in conclusion.

이 논문은 2005년도 통일문화장학재단의 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

본 연구를 위한 자료수집과 분석을 위해 애써 준 고재정군께 감사사를 드립니다.

## I. 서론

지난 2004년 4월 1일 서울~부산, 서울~목포간의 고속철도 1단계 개통이 이루어졌다. 항공을 제외한 기존의 육상교통수단으로 가장 빨랐던 새마을호 열차의 경우 서울-부산 구간 운행소요시간이 4시간 10분인데, 고속철도가 개통되면서 2시간 40분으로 단축되었고, 2010년 고속철도 2단계 개통 이후에는 1시간 56분으로 단축될 예정이다.

이러한 고속철도의 개통은 인구의 이동, 기업의 입지, 공간구조의 개편 등과 같은 변화를 주도하고 있다. 특히 고속철도는 고속운행으로 지역간 이동시간을 단축한다는 점에서 기존 광역교통체계에 미치는 영향이 크다고 볼 수 있다.

고속철도 1단계 개통 이후 대구~서울 구간은 운행 소요시간이 새마을호의 3시간 3분에서 1시간 39분으로 단축됐고, 2010년 2단계 개통시 1시간 20분으로 단축되어 대구권과 그 주변 지역의 경우 지역간 통행수단 선택에 많은 변화가 예상된다. 교통개발연구원(2003)이 수행한 '고속철도교통시대를 위한 국가교통체계 연구(1단계)'에 의하면, 수도권과의 4개 통행권역(대전권, 대구권, 부산권, 광주권) 중 시간단축효과가 가장 큰 구간은 대구~서울 구간으로 고속철도 1단계 개통시 46%의 시간단축이 이루어지며, 고속철도 2단계 개통시 56%의 시간단축이 이루어지고, 대구권 통행자들이 전체적으로 고속철도를 이용하겠다는 비율이 74.5%로 가장 높은 것으로 조사되었다.

본 연구에서는 고속철도 1단계 개통 이후 대구시민의 지역간 통행행태에 많은 변화가 있었던 점을 직시하고, 대구~서울 구간과 대구~대전 구간으로 나누어 지역간 통행수단 선택모형을 구축하여 2010년 본격적인 고속철도시대를 대비하여 합리적인 지역간 교통체계를 갖추는데 필요한 정책적인 시사점을 도출하고자 한다.

## II. 선행연구 및 분석모형

### 1. 선행연구 고찰

고속철도 개통에 따른 분야별 영향분석에 관한 연구는 교통개발연구원이 수행한 '경부고속철도 개통이후 철도화물수송능력 증대를 위한 기초연구(2000)', '고속

철도 개통에 따른 항공교통부문 활성화를 위한 기초연구(2002)', '시외고속버스 노선운영체계 개편방안 연구: 경부고속철도 개통대비(2003)', '고속철도교통시대를 위한 국가교통체계 연구(1단계)(2003)' 등이 있으며, 한국도로공사 도로연구소가 수행한 '고속전철 개통이 고속도로에 미치는 영향분석 및 대응방안(1996)' 등이 있다.

국토연구원(2003)은 고속철도 개통에 따른 국토공간구조의 변화예측과 고속철도 경유도시와 주변지역의 토지이용 변화에 대한 대응방안 등을 연구하였다. 또한 국토연구원은 경부고속철도 1단계 개통 이후에 실시한 설문조사 자료를 바탕으로 '고속철도 개통이 지방의 경제에 미치는 영향에 관한 조사 연구(2004)'와 '고속철도 지방대도시 정착역의 연계교통권역 설정 및 연계통행행태 분석에 관한 연구(2004)'를 수행하였다.

서진수(2001)는 서울~부산간의 지역간 여객수단의 선택모형을 RP/SP 결합모형을 이용하여 항공기가 선택대안으로 포함되는 도시간 여객의 수단선택 특성을 분석하였다. 기본적인 분석모형은 다항로짓모형을 이용하였고, 모형의 현실력을 높이기 위해 WESML(Weighted Exogenous Sample Maximum Likelihood)모형과 선택수단제약모형을 사용하였다. 선택수단제약을 고려한 모형은 현실적인 가정을 통한 것으로 검증결과 통계적으로 유의한 결과를 도출하였다.

하태준, 박계진, 이상하(2002)는 SP 자료를 이용하여 호남고속철도 도입시 서울-광주간 교통수단선택모형을 추정하고 교통수단간 전환수요를 분석하였다.

Nuzzolo(2000)는 지역간 통행시 열차의 선택모형을 네스티드 로짓모형을 이용하여 추정하였다. 상위개념부터 하위개념 순으로 선택대안을 살펴보면, ① 서비스 형태에 따라 고속열차, 일반열차, ② 출발역과 도착역까지의 환승체계를 갖춘 열차, 그렇지 않은 열차, ③ 안락함(comfort)을 기준으로 하여 일등석, 이등석으로 설정하여 모형을 추정하였다. 설명변수는 총통행시간, 열차 운행일정의 변화에 따른 DAT(Desired Arrival Time)과 DDT(Desired Departure Time), 소득별 총통행비용을 적용하였다. 분석결과 열차 일정의 변화에 따른 DAT와 DDT가 중요한 설명변수로 작용함을 알 수 있었고, 열차의 공급이나 열차의 출발시간, 도착시간을 결정하는데 추정된 모형이 적합한 것으로 나타났다. 또한 소득별 총통행비용을 통해서 고속열차의 운임을 결정하는 모형이 적합한 것으로 나타났다.

Ortúzar(1998)는 칠레의 Santiago-Chillán 구간과 Santiago-Concepción 구간의 지역간 통행시 RP/SP 결합모형을 통해 고속버스와 열차의 선택모형을 추정하였다. 모형 추정시 SP자료에 대해서 Scale Factor를 적용하여 네스티드 로짓모형을 추정하였으며, 통행시간, 운임, 안락감, 정시성을 설명변수로 적용하였다. 분석결과 정시성을 제외한 모든 추정계수의 값이 유의미한 것으로 나타났고, 지역간 통행시 RP/SP 결합모형을 이용한 모형 추정이 적합한 것으로 나타났다.

## 2. 다항로짓모형

McFadden(1981)에 의해 개발된 확률선택모형은 확률효용이론(random utility theory)에 기초를 두고 개발되었다. 어떤 대안의 총효용(total utility)은 결정적 효용(deterministic utility or systematic utility)과 확률적 효용(random utility or stochastic utility)으로 구분된다. 여기서 결정적 효용은 관측가능한 효용을 의미하며, 확률적 효용은 관측할 수 없는 효용을 의미한다.

$$U_{in} = V_{in} + \epsilon_{in}$$

- 단,  $U_{in}$  : 개인  $n$ 을 위한 대안  $i$ 의 총효용
- $V_{in}$  : 개인  $n$ 을 위한 대안  $i$ 의 결정적 효용
- $\epsilon_{in}$  : 개인  $n$ 을 위한 대안  $i$ 의 확률적 효용

다항로짓모형(multinomial logit model)은 확률적 효용이 와이불(Weibull)분포임을 가정하는 확률선택모형이다. 로짓모형에 의하면 어떤 개인  $n$ 이 대안  $i$ 를 선택할 확률  $P_n(i)$ 는 다음과 같다.

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

로짓선택확률은 다음의 세가지 성질을 가진다(Train, 1986, p. 16).

첫째, 각 대안을 선택할 확률은 0과 1 사이의 값을 가진다. 만약 어떤 대안  $i$ 가 의사결정자의 판단에 매력적이지 못한 것으로 보이면 대안  $i$ 의 결정적 효용은 (-)의 무한대에 접근하고  $P_n(i)$ 가 0에 가까워 질 것이다. 반면에 어떤 대안  $i$ 가 의사결정자의 눈에 아주 매

력적인 것으로 비춰진다면 대안  $i$ 의 결정적 효용은 아주 커지게 되고  $P_n(i)$ 는 1에 접근할 것이다.

둘째, 각 대안의 선택확률을 모든 대안에 대해 합칠 경우 그 합은 1이 된다. 이러한 성질은 선택할 수 있는 대안들은 상호 배타적이고, 의사결정자는 선택가능한 대안들의 집합으로부터 꼭 하나의 대안을 선택하는 상황의 경우에 적용이 가능하다는 확률선택모형의 기본원리에 따른 것이다.

$$\sum_{i=1}^J P_n(i) = \sum_{i=1}^J \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j=1}^J e^{V_{jn}}} = 1$$

셋째, 어떤 대안의 선택확률과 그 대안의 결정적 효용과의 관계는 S자의 모양을 가진다.

로짓모형과 같은 확률선택모형에서는 모형 전체의 적합도(goodness of fit)를 나타내기 위해  $\rho^2$ (likelihood ratio index)이 주로 사용된다.  $\rho^2$ 은 다음과 같이 계산된다.

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\beta)}{L(0)}$$

본 연구에서는 고속철도 개통 이후 대구시민의 지역간 통행수단 선택행태를 분석하기 위해 대구~서울 구간과 대구~대전 구간으로 지역간 통행을 구분하여 고속철도, 승용차, 새마을호, 무궁화호, 항공기(대구~대전 구간 제외), 고속버스의 선택대안으로 나누어 다항로짓모형을 이용하여 분석하였다.

차내시간(IVTT), 차내비용(IVTC), 차외시간(OVTT), 차외비용(OVTC)은 일반적 변수(generic variable)로 적용하였고, 나머지 변수들은 대안특유의 변수(alternative-specific variable)로 적용하여 분석하였다.

## III. 자료의 수집과 분석

### 1. 조사개요

본 연구에서는 대구시민의 고속철도 개통 이후 지역간 통행수단 선택행태를 분석하기 위해 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 2004년 고속철도 1단계 개통 이후 대구~서울 및 대구~대전 구간의 통행 경험자를

대상으로 역, 공항, 고속버스 터미널에서 무작위 표본 추출(random sampling)로 이루어졌다. 지역간 통행의 차별성이 뚜렷하게 나타나도록 대구~서울 구간과 대구~대전 구간으로 나누어 조사하였으며, 조사내용의 어려움을 개선하기 위하여 조사대상자들과의 직접면담을 통해 응답을 기록하는 면접조사방법을 이용하였다.

〈표 1〉 조사개요

조사기간	2004년 9월 6일~11일(6일간)
조사대상	대구거주자 및 통행자
조사방법	개별면접조사
배 포 수	700부
유효표본수	대구~서울 구간: 686명 대구~대전 구간: 120명

### 2. 조사설계

본 연구에서는 통행수단별로 통행시간, 통행비용을 속성변수로 하였고, 2004년 5월을 기준으로 수단별 통행시간, 통행비용의 서비스 수준을 설정하였다. 승용차의 요금은 한국개발연구원(2001)의 차량운행비용과 물가상승률을 고려하여 고속도로비, 주차비 등을 포함하여 산정하였다.

〈표 2〉 각 선택대안별 속성변수의 구성요소

선택대안	통행시간		통행비용		
	차외시간(OVTT)	차내시간(IVTT)	유류비	감가상각비	요금
고속철도	✓	✓			✓
고속버스	✓	✓			✓
항공기	✓	✓			✓
새마을호	✓	✓			✓
무궁화호	✓	✓			✓
승용차		✓	✓	✓	✓

### 3. 자료의 특성분석

#### 1) 사회경제적 특성

설문조사를 통해서 얻어진 고속철도 개통 이후 지역간 통행경험을 가진 조사대상자들의 사회경제적인 특성은 〈표 3〉에서 보는 바와 같다.

〈표 3〉 설문조사대상자들의 사회경제적 특성 빈도

(단위 : 명, %)

속성	구분	대구~서울 구간	대구~대전 구간
성별	남성	412(64.0)	74(61.7)
	여성	274(36.0)	46(38.3)
나이	만 20세 이하	74(10.8)	21(17.5)
	만 21세~30세 이하	366(53.3)	55(45.9)
	만 31세~40세 이하	137(20.0)	28(23.3)
	만 41세~50세 이하	79(11.5)	15(12.5)
	만 51세~60세 이하	24(3.5)	1(0.8)
	만 61세 이상	6(0.9)	0(0.0)
직업	회사원	161(23.5)	23(19.2)
	공무원	35(5.1)	1(0.8)
	전문직 종사자	74(10.8)	17(14.2)
	자영업자	54(7.9)	15(12.5)
	서비스업 종사자	35(5.1)	8(6.6)
	학생	247(36.0)	44(36.7)
	주부	35(5.1)	6(5.0)
	기타	45(6.5)	6(5.0)
가구 월평균 소득	100만원 이하	29(4.2)	1(0.8)
	100만원~200만원 미만	125(18.2)	16(13.3)
	200만원~300만원 미만	241(35.1)	34(28.4)
	300만원~400만원 미만	151(22.0)	33(27.5)
	400만원~500만원 미만	71(10.4)	19(15.8)
	500만원 이상	69(10.1)	17(14.2)
개인 월평균 소득	100만원 이하	328(47.8)	47(39.2)
	100만원~200만원 미만	167(24.3)	31(25.8)
	200만원~300만원 미만	110(16)	26(21.7)
	300만원~400만원 미만	34(5.0)	6(5.0)
	400만원~500만원 미만	19(2.8)	6(5.0)
	500만원 이상	28(4.1)	4(3.3)
통행 빈도	2회 이하	401(58.5)	70(58.3)
	5회 이하	142(20.7)	26(21.7)
	6회 이상	143(20.8)	24(20)
자가용 보유대수	1대	395(57.6)	54(45.0)
	2대	209(30.5)	49(40.8)
	3대 이상	34(5.0)	9(7.5)
	없음	48(7.0)	8(6.7)
통행 목적	출·퇴근	4(0.6)	4(3.3)
	통학	6(0.9)	2(1.7)
	쇼핑	24(3.5)	2(1.7)
	업무	223(32.5)	49(40.8)
	레저·관광	73(10.6)	14(11.7)
	친지방문·경조사	291(42.4)	41(34.2)
	기타	65(9.5)	8(6.6)

#### 2) 통행특성

대안들의 선택빈도는 〈표 4〉에서 보는 바와 같이 고속철도 개통 이전, 고속철도 1단계 개통, 고속철도 2단계 개통으로 나누어서 살펴보았다.

고속철도 개통 이전에는 대구시민의 지역간 통행에서 새마을호를 많이 이용했던 것으로 분석되었으며, 고속철도 1단계 개통 이후에는 고속철도의 수단분담율이 높은 것으로 분석되었다. 고속철도 2단계 개통 이후의 자료는 SP자료의 형태로 수집되었고, 고속철도 1단계 개통 이후의 기존 교통수단 이용자들을 대상으로 수집되었다.

〈표 4〉 고속철도 개통 단계별 통행수단 선택빈도 (단위 : 명, %)

구분		대구~서울 구간	대구~대전 구간
고속철도 개통 이전	승용차	56(8.2)	25(20.8)
	새마을호	319(46.5)	44(36.7)
	무궁화호	204(29.7)	39(32.5)
	항공기	48(7)	-
	고속버스	59(8.6)	12(10)
	계	686(100.0)	120(100.0)
고속철도 1단계 개통	고속철도	428(62.4)	68(56.6)
	승용차	29(4.2)	14(11.7)
	새마을호	85(12.4)	14(11.7)
	무궁화호	102(14.9)	21(17.5)
	항공기	9(1.3)	-
	고속버스	33(4.8)	3(2.5)
계	686(100.0)	120(100.0)	
고속철도 2단계 개통	고속철도	217(60.8)	50(57.5)
	승용차	14(4)	12(13.8)
	새마을호	53(14.8)	6(6.9)
	무궁화호	59(16.5)	17(19.5)
	항공기	6(1.7)	-
	고속버스	8(2.2)	2(2.3)
계	357(100.0)	87(100.0)	

### N. 지역간 통행수단 선택모형 추정

고속철도 개통에 따른 대구시민의 통행수단 선택행태의 경험적 분석을 위하여 다항로짓모형이 추정되었다. 경험적 다항로짓모형의 추정을 위해 최우추정법(method of maximum likelihood estimation)을 적용하였고, 최우추정법에 의해 추정되는 최우추정량(maximum likelihood estimator)의 값은 뉴턴-랩슨 알고리즘을 적용하였으며, Greene(1991)의 LIMDEP Version 7.0을 이용하였다.

본 연구에서는 먼저 모든 가능한 설명변수를 적용하여 모형을 추정하고, 선택주체의 사회경제적 특성 변수의 경우 통계적으로 유의성이 없는 변수를 제외하는 과정을 거쳐 경험적 모형을 추정하였다.

모형 추정을 위한 설명변수들은 〈표 5〉에 나타난 변수들을 이용하였다.

〈표 5〉 모형의 변수

변수	변수의 정의
종속 변수	<b>통행수단 선택</b> · 대구~서울 구간: 고속철도(대안 1), 승용차(대안 2), 새마을호(대안 3), 무궁화호(대안 4), 항공기(대안 5), 고속버스(대안 6) · 대구~대전 구간: 고속철도(대안 1), 승용차(대안 2), 새마을호(대안 3), 무궁화호(대안 4), 고속버스(대안 5)
	<b>OVTT(차외시간: 주동행시간외의 시간)</b> · 대구~서울 구간: 대안 1, 2, 3, 4, 5, 6 · 대구~대전 구간: 대안 1, 2, 3, 4, 5 <b>OVTC(차외비용: 주동행비용외의 비용)</b> · 대구~서울 구간: 대안 1, 2, 3, 4, 5, 6 · 대구~대전 구간: 대안 1, 2, 3, 4, 5 <b>IVTT(차내시간: 주동행시간)</b> · 대구~서울 구간: 대안 1, 2, 3, 4, 5, 6 · 대구~대전 구간: 대안 1, 2, 3, 4, 5 <b>IVTC(차내비용: 주동행비용)</b> · 대구~서울 구간: 대안 1, 2, 3, 4, 5, 6 · 대구~대전 구간: 대안 1, 2, 3, 4, 5 <b>Travel Frequency(고속철도 개통 이후 통행빈도)</b> · 대구~서울 구간: 대안 1, 5 · 대구~대전 구간: 대안 1 <b>Travel Purpose(업무: 1, otherwise: 0)</b> · 대구~서울 구간: 대안 1, 5 · 대구~대전 구간: 대안 1 <b>Sex(남성: 1, 여성: 0)</b> · 대구~서울 구간: 대안 1, 5 · 대구~대전 구간: 대안 1 <b>Age 1(25세 이하: 1, otherwise: 0)</b> · 대구~서울 구간: 대안 3, 4, 6 · 대구~대전 구간: 대안 3, 4, 5 <b>Age 2(26세~50세 이하: 1, otherwise: 0)</b> · 대구~서울 구간: 대안 1, 5 · 대구~대전 구간: 대안 1 <b>Age 3(51세 이상: 1, otherwise: 0)</b> · 대구~서울 구간: 대안 2, 3, 4, 6 · 대구~대전 구간: 대안 2, 3, 4, 5 <b>Occupation(전문직 종사자, 자영업자: 1, otherwise: 0)</b> · 대구~서울 구간: 대안 1, 5 · 대구~대전 구간: 대안 1 <b>Household Income(가구 전체 월평균 소득)</b> · 대구~서울 구간: 대안 1, 5 · 대구~대전 구간: 대안 1 <b>Individual Income(개인 월평균 소득)</b> · 대구~서울 구간: 대안 1, 5 · 대구~대전 구간: 대안 1 <b>No. of Cars(가구 전체 자가용 보유대수)</b> · 대구~서울 구간: 대안 2 · 대구~대전 구간: 대안 2 <b>constant(대안 특유의 상수: 1)</b> · 대구~서울 구간: constant 1, 2, 3, 4, 5 · 대구~대전 구간: constant 1, 2, 3, 4
설명 변수	

주: 차외시간(OVTT), 차외비용(OVTC), 차내시간(IVTT), 차내비용(IVTC)은 일반적 변수(generic variable), 나머지 변수들은 대안특유의 변수(alternative-specific variable)로 적용함.

## 1. 대구~서울 구간 통행수단 선택모형

대구~서울 구간의 통행수단 선택모형의 추정결과는 <표 6>에서 보는 바와 같다.

첫째, 차외시간(OVTT)과 차외비용(OVTC) 모두 (-)의 부호를 가지고 있으며, t-통계치가 통계적으로 유의성이 있는 것으로 나타났다. 이는 주통행수단을 선택하는데 있어서 접근시간과 접근비용이 중요한 변수임을 의미하는 것이다. 즉 차외시간(OVTT)과 차외비용(OVTC)이 큰 주통행수단일수록 선택할 확률은 적어지는 것을 의미한다. 따라서 지역간 통행수단 선택에 있어 접근 통행수단의 시간과 비용 변수가 매우 중요하게 영향을 미친다는 사실을 확인할 수 있다. 즉 지역간 통행수단에 접근이 편리하도록 연계교통체계를 구축하는 것이 매우 긴요함을 알 수 있다.

둘째, 차내시간(IVTT)과 차내비용(IVTC)도 추정계수가 모두 (-)의 부호를 가지고 있기 때문에 차외시간·차외비용과 마찬가지로 그 값이 큰 주통행수단일수록 선택될 확률은 적어지는 것을 알 수 있다. 다만 차내시간(IVTT)과 차내비용(IVTC) 모두 t-통계치가 낮아 통계적 유의성이 없는 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 타교통수단에 비해 짧은 통행시간과 높은 통행비용을 가진 고속철도에 대한 선호도가 절대적으로 높기 때문인 것으로 판단된다.

셋째, 지역간 통행빈도가 많은 통행자일수록 고속철도나 항공기와 같이 빠른 통행수단을 많이 선택하는 것으로 나타났다. 즉 대구~서울 구간을 자주 왕복하는 통행자일수록 고속철도나 항공기를 선택하는 확률이 높음을 알 수 있다. 모형의 추정결과를 살펴보면 통행빈도의 추정계수가 (+)의 부호를 나타내고 있으며, 통계적으로도 유의성이 있는 것으로 나타났다. 이는 지역간 통행이 빈번한 통행자일수록 더 빠른 통행수단을 선호하는 경향이 크다는 사실을 나타낸다. 지역간 통행이 빈번할수록 통행의 시간간치가 높고, 그러한 통행자일수록 상대적으로 빠른 통행수단을 선호하는 것을 확인할 수 있다.

넷째, 통행목적의 추정계수가 (+)의 부호를 가지고 아울러 t-통계치가 통계적으로 유의성이 있는 것으로 볼 때, 통행목적이 업무인 경우 통행시간이 적게 걸리는 고속철도나 항공기를 선택하는 것으로 나타났다. 이는 업무라는 통행목적상 통행시간이 짧은 통행수단을 선호하는데서 기인하는 것으로 볼 수 있다.

다섯째, 성별의 경우 남성이 고속철도와 항공기를

선택할 확률이 높다는 것을 알 수 있다. 이는 통행빈도와 통행목적과 같은 맥락으로 이해할 수 있다. 성별의 추정계수가 (+)의 부호를 나타내고 있으며, 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다.

여섯째, 나이와 경우 사회경제적인 활동이 적고 학생층이 많은 25세 이하의 연령층일수록 통행시간이 오래 걸리는 통행수단인 새마을호, 무궁화호, 고속버스를 선택하는 것으로 나타났으며, 상대적으로 사회경제적인 활동이 많은 26세~50세의 연령층은 통행시간이 적게 걸리는 고속철도나 항공기를 선택하는 것으로 나타났다. 51세 이상의 연령층은 시간이 오래 걸리지만 비용이 저렴한 무궁화호나 고속버스를 선택하는 확률이 높은 것으로 나타났으며, 또한 문건연결성이 좋은 승용차에 대한 선택 확률도 높은 것으로 나타났다. 전반적으로 나이의 추정계수가 (+)의 부호를 나타내고 있으며, t-통계치가 통계적으로 유의성이 있는 것으로 나타났다.

일곱째, 직업에 있어서 시간 개념을 중요하게 생각하는 전문직 종사자나 자영업자의 경우 통행시간이 짧은 주통행수단(고속철도와 항공기)을 선호하는 것을 경험적으로 확인할 수 있다. 전문직 종사자나 자영업자의 경우 다른 직업(회사원, 공무원 등)에 비해 통행시간의 가치가 높고, 통행시간을 줄임으로써 자신의 활동과 소득에 직접적인 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 모형의 추정결과를 보면 추정계수가 (+)의 부호를 나타내고, 통계적으로도 유의성이 있는 것으로 나타났다.

여덟째, 소득의 경우 가구 전체의 월평균 소득과 개인 월평균 소득 모두 (+)의 부호를 나타내고 있으며, 고소득자일수록 통행비용과 상관없이 통행시간이 적게 걸리는 주통행수단(고속철도와 항공기)을 선택할 확률이 높음을 확인할 수 있다. 특히 가구 전체의 월평균 소득이 통행수단 선택에 중요한 변수임을 알 수 있으며, t-통계치가 통계적으로 유의성이 있는 것으로 나타났다.

아홉째, 자가용 보유대수가 주통행수단으로 승용차의 선택에 영향을 미칠 것이라는 행태적 가설은 경험적으로 확인되지 않았다. 대구~서울 구간의 경우 승용차로 통행하기에는 장거리 구간이어서 승용차에 대한 선호가 매우 적을 것으로 짐작할 수 있다. 추정계수도 (-)의 부호를 보이고, t-통계치가 유의성이 없는 것으로 나타났기 때문에 모형 2의 설명변수에서는 제외시켰다.

모형 전체의 적합도(goodness of fit)는  $\rho^2$  (likelihood ratio index)의 값이 모형 1과 모형 2 모두 0.5127로 나타났다. 일반적으로  $\rho^2$ 의 값이 0.2~0.4 사이의 값만 가져

도 추정된 모형이 아주 좋은 적합도를 가지는 것으로 평가할 수 있음을 감안한다면 대구~서울 구간의 통행수단 선택모형의 추정결과는 적합도가 매우 우수한 것으로 평가할 수 있다.

〈표 6〉 대구~서울 구간 통행수단 선택모형의 추정결과

Variable	Model 1	Model 2
OVTT (차외시간)	-0.1456890 (-12.133)	-0.1456884 (-12.133)
OVTC (차외비용)	-0.0016318 (-12.741)	-0.0016318 (-12.741)
IVTT (차내시간)	-0.0074149 (-1.058)	-0.0074155 (-1.058)
IVTC (차내비용)	-0.0000018 (-0.113)	-0.0000018 (-0.113)
Travel Frequency	0.1197257 (3.732)	0.1197259 (3.732)
Travel Purpose	0.5209238 (1.999)	0.5209228 (1.999)
Sex	0.6930994 (3.092)	0.6931007 (3.092)
Age 1	0.7094662 (4.119)	0.7094332 (4.119)
Age 2	1.2732710 (5.014)	1.2732701 (5.014)
Age 3	0.7301303 (2.147)	0.7298451 (2.147)
Occupation	1.7637925 (6.505)	1.7637951 (6.505)
Household Income	0.9432294 (9.099)	0.9432310 (9.099)
Individual Income	0.3868841 (2.990)	0.3868859 (2.990)
No. of Cars	-0.0098839 (-0.036)	-
constant 1	-1.1621276 (-0.851)	-1.1751899 (-0.893)
constant 2	4.6852022 (3.801)	4.6853401 (3.801)
constant 3	4.9361879 (3.484)	4.9363419 (3.484)
constant 4	-4.7076287 (-5.387)	-4.7076944 (-5.387)
constant 5	2.3254086 (1.581)	2.3255630 (1.581)
	Log likelihood function = -887.8506	Log likelihood function = -887.8512
	Restricted log likelihood = -1822.070	Restricted log likelihood = -1822.070
	$\rho^2 = 0.5127$	$\rho^2 = 0.5127$
	Chi-squared = 1868.438	Chi-squared = 1868.437
	Degrees of freedom = 18	Degrees of freedom = 17

주: 괄호안의 값은 t-통계치임.

## 2. 대구~대전 구간 통행수단 선택모형

대구~대전 구간의 통행수단 선택모형의 추정결과는 〈표 7〉에서 보는 바와 같다.

첫째, 대구~서울 구간의 경우와 마찬가지로 차외시간(OVTT)과 차외비용(OVTC) 모두 (-)의 부호를 가지면서 t-통계치의 값이 통계적으로 유의성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 차외시간(OVTT)과 차외비용(OVTC)이 적은 주통행수단일수록 선택될 확률이 높아지는 것을 확인할 수 있다. 이는 주통행수단을 선택하는데 있어서 접근시간과 접근비용이 매우 중요한 변수임을 의미하는 것이다. 다만 대구~서울 구간의 경우에 비해 차외시간(OVTT)과 차외비용(OVTC) 변수의 t-통계치의 값이 작은 것은 서울을 목적지로 하는 통행의 경우 최종통행목적지의 공간적 범위가 대전을 목적지로 하는 통행에 비해 훨씬 넓기 때문에 접근성 변수가 지역간 통행수단 선택에 상대적으로 큰 영향을 미치지 때문인 것으로 보인다.

둘째, 차내시간(IVTT)과 차내비용(IVTC)도 추정계수가 (-)의 부호를 가지고 있는 것으로 나타나 차외시간·차외비용과 마찬가지로 그 값이 적은 주통행수단일수록 선택될 확률이 높아지는 것을 확인할 수 있다. 다만 차내비용(IVTC)의 t-통계치가 약간 낮아 통계적 유의성이 다소 떨어지는 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 타통행수단에 비해 짧은 통행시간과 높은 통행비용을 가진 고속철도에 대한 선호가 절대적으로 높기 때문인 것으로 판단된다.

셋째, 대구~서울 구간의 경우와 마찬가지로 주통행수단을 선택하는데 지역간 통행빈도가 많은 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다. 지역간 이동이 많은 통행자일수록 고속철도와 같이 통행시간이 짧은 주통행수단을 선택할 확률이 높음을 알 수 있다. 모형의 추정결과를 살펴보면 추정계수가 (+)의 부호를 나타내고 있으며, t-통계치의 값이 통계적으로도 유의성이 있는 것으로 나타났다. 이는 지역간 통행을 많이 하는 통행자일수록 더 빠른 통행수단을 선호하는 결과로 보인다.

넷째, 대구~대전 구간의 지역간 통행수단의 선택에 있어서 통행목적은 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 통행목적이 업무인 경우 통행시간이 적게 걸리는 주통행수단인 고속철도의 선택에 많은 영향을 미칠 것이라는 사실은 추정계수가 통계적으로 유의성이 없는 것으로 나타나 확인되지 않았다.

다섯째, 성별의 경우 추정계수가 (+)의 부호로 나타났지만, t-통계치의 값이 통계적으로 유의성이 없는 것으로 나타났다. 이는 대구~대전 구간의 지역간 통행

수단 선택에 있어서 성별이 영향을 미치지 않는 것을 의미한다.

여섯째, 나이의 경우 대구~서울 구간의 경우와 마찬가지로 사회경제적인 활동이 많은 26세~50세의 연령층은 통행시간이 적게 걸리는 고속철도와 같은 주통행수단을 선호하는 것으로 나타났다. 한편 대구~서울 구간의 경우와 마찬가지로 25세 이하와 51세 이상의 연령층의 경우 고속철도에 대한 선호를 경험적으로 확인할 수 없는 것으로 나타났다.

일곱째, 대구~서울 구간의 경우와 마찬가지로 직업에 있어서 시간 개념을 중요하게 생각하는 전문직 종사자나 자영업자의 경우 통행시간이 짧은 주통행수단을 선호하는 것을 확인할 수 있다. 모형의 추정결과를 보면 추정계수가 (+)의 부호를 나타내고, 통계적으로도 유의성이 있는 것으로 나타났다.

여덟째, 대구~서울 구간의 경우와 마찬가지로 가구 전체의 월평균 소득의 추정계수 값이 (+)의 부호를 나타내고 t-통계치도 통계적으로 유의성이 있는 것으로 나타나서, 가구 전체의 월평균 소득이 높을수록 통행시간이 적게 걸리는 주통행수단을 선택할 확률이 높음을 확인할 수 있다. 따라서 가구 전체의 월평균 소득이 통행수단 선택에 중요한 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 한편 개인 월평균 소득은 (-)의 부호를 나타내고 대구~서울 구간의 경우와 달리 통계적으로도 유의성이 없는 것을 볼 때 대구~대전 구간의 지역간 통행수단 선택에 있어서 개인소득은 가구소득과는 달리 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

아홉째, 대구~서울 구간에서와 마찬가지로 자가용 보유대수가 주통행수단으로 승용차의 선택에 많은 영향을 미칠 것이라는 사실은 확인되지 않았다. 추정계수도 (-)의 부호이고, t-통계치가 유의성이 없는 것으로 나타났다기 때문에 모형 2의 설명변수에서 제외시켰다.

모형 전체의 적합도(goodness of fit)를 나타내는  $\rho^2$ (likelihood ratio index)의 값은 0.5635~0.5688로 나타나, 대구~서울 구간에서와 마찬가지로 아주 좋은 적합도를 가지는 것으로 평가할 수 있다.

**V. 결론**

본 연구에서는 고속철도 개통 이후 대구시민의 지역간 통행수단 선택행태를 분석하였다. 기존의 선행연구에서는 고속철도와 직접적인 경쟁관계에 있는 항공, 일

〈표 7〉 대구~대전 구간 통행수단 선택모형의 추정결과

Variable	Model 1	Model 2
OVTT (차외시간)	-0.1831092 (-4.833)	-0.1832889 (-5.076)
OVTC (차외비용)	-0.0021241 (-4.296)	-0.0020641 (-4.298)
IVTT (차내시간)	-0.0581790 (-2.115)	-0.0580411 (-2.108)
IVTC (차내비용)	-0.0001327 (-1.739)	-0.0001372 (-1.834)
Travel Frequency	0.6402556 (3.999)	0.7150569 (5.098)
Travel Purpose	0.7895215 (1.007)	-
Sex	0.1242406 (0.169)	-
Age 1	0.6467939 (1.371)	-
Age 2	2.8703343 (3.489)	2.9879211 (4.260)
Age 3	0.3959430 (0.334)	-
Occupation	1.9250934 (2.662)	1.7897603 (2.570)
Household Income	1.7269581 (6.364)	1.7467408 (7.118)
Individual Income	-0.0604778 (-0.174)	-
No. of Cars	0.1591554 (0.330)	-
constant 1	7.8300163 (3.637)	8.1915855 (4.199)
constant 2	10.9913209 (5.776)	11.2934149 (5.886)
constant 3	11.9894656 (4.772)	12.2393742 (4.834)
constant 4	9.6803594 (4.163)	9.9058502 (4.235)
	Log likelihood function = -128.3732	Log likelihood function = -129.9483
	Restricted log likelihood = -297.7394	Restricted log likelihood = -297.7394
	$\rho^2 = 0.5688$	$\rho^2 = 0.5635$
	Chi-squared = 338.7326	Chi-squared = 335.5822
	Degrees of freedom = 17	Degrees of freedom = 11

주 : 괄호안의 값은 t-통계치임.



반철도, 고속버스, 승용차를 비롯한 중장거리 지역간 통행수단 상호간의 고속철도 개통 이후 경쟁체제 변화와 부문별 수송체계의 변화 등이 주로 연구되었다. 본 연구에서는 선행연구에서 미흡하게 다루어졌던 행태적인 특성을 반영하여 대구시민의 지역간 통행수단 선택모형을 대구~서울 구간과 대구~대전 구간으로 나누어 추정하였다.

대구시민의 지역간 통행수단 선택모형을 추정하기 위해 2004년 고속철도 개통 이후 대구~서울 및 대구~대전 구간의 통행 경험자를 대상으로 수집된 설문조사자료를 이용하였으며, 추정된 통행수단 선택모형을 바탕으로 의미있는 결과를 논의하였다.

본 연구에서 추정된 대구시민의 지역간 통행수단 선택의 다항로짓모형은 통계적 측면이나 행태적 측면에서 볼 때 대체로 타당한 결과를 보여준다. 대구~서울 구간의 통행수단 선택모형의 추정결과를 보면 차외시간(OVTT), 차외비용(OVTC), 통행빈도, 통행목적, 성별, 나이, 직업, 가구 전체의 월평균 소득, 개인 월평균 소득이 대구시민의 지역간 통행수단 선택에 의미있는 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 대구~대전 구간의 통행수단 선택모형의 추정결과를 보면 차외시간(OVTT), 차외비용(OVTC), 차내시간(IVTT), 통행빈도, 나이(51세 이상 제외), 직업, 가구 전체의 월평균 소득이 대구시민의 지역간 통행수단 선택에 중요한 영향을 미친다는 사실을 확인할 수 있었다.

본 연구의 경험적 모형 추정결과로부터 다음과 같은 정책적 시사점을 도출할 수 있다.

첫째, 대구~서울 구간의 경우 대구~대전 구간에 비해 차내시간(IVTT)과 차내비용(IVTC) 변수의 통계적 유의성은 현저히 떨어지는 반면 차외시간(OVTT)과 차외비용(OVTC) 변수의 통계적 유의성은 높은 것을 볼 수 있는데, 서울을 목적지로 하는 통행의 경우 최종 통행목적지의 공간적 범위가 대전을 목적지로 하는 통행에 비해 훨씬 넓기 때문에 지역간 통행수단(본송 통행수단) 자체보다는 접근통행수단의 시간과 비용 변수가 지역간 통행수단 선택에 절대적인 영향을 미친다는 사실을 확인할 수 있었다. 따라서 대구~서울 구간의 통행수단별 분담율을 높이기 위해서는 각 통행수단별로 터미널(역, 공항)에의 접근성을 높이고 접근비용을 낮추는 노력이 절대적으로 중요함을 시사한다. 즉 각 통행수단별로 연계교통체계 구축이 수요증대에 절대적인 영향을 미친다고 할 수 있다.

둘째, 대구~대전 구간의 경우 대구~서울 구간과는 달리 많은 사회경제적 특성 변수들(통행목적, 성별, 나이, 개인소득)의 통계적 유의성이 없는 것을 볼 수 있는데, 대구~대전 구간은 대구~서울 구간에 비해 상대적으로 통행시간이 짧게 걸리는 이유로 말미암아 지역간 통행수단(본송 통행수단) 선택에 있어 통행자의 사회경제적 특성에 의해 영향을 적게 받는다는 사실을 확인할 수 있었다. 따라서 지역간 통행을 위한 통행수단별 분담율을 제고하기 위해서는 중거리 노선(대구~대전 구간)보다는 장거리 노선(대구~서울 구간)에서 통행자의 사회경제적 특성에 따라 차별적인 정책을 펴는 것이 주효할 것으로 보인다. 예컨대 업무통행자나 노인에 대한 할인혜택의 경우 중거리 노선(대구~대전 구간)에서는 실효성이 없으나 장거리 노선(대구~서울 구간)에서는 실효성이 있을 것으로 볼 수 있다.

한편 본 연구와 관련된 향후 연구과제는 다음과 같다.

첫째, 대구시민의 통행행태를 반영한 모형을 바탕으로 하여 2010년 고속철도 2단계 개통시의 지역간 통행행태를 예측하는 분석이 요망된다. 특히 본 연구에서는 고속철도 1단계 개통시 대구~부산 구간의 통행시간 변화가 크지 않아 연구대상에서 제외시켰지만, 고속철도 2단계 개통시에는 대구~부산 구간의 고속철도 통행시간이 기존 61분에서 36분으로 절반 가량 줄어들기 때문에 대구~부산 구간의 통행행태 특성이 반영된 지역간 통행행태에 대한 분석이 요망된다.

둘째, 본 연구에서 차외시간과 차외비용이 주통행수단 선택에 매우 중요한 변수임을 확인할 수 있었다. 차외시간과 차외비용을 접근성을 대체할 수 있는 개념으로 볼 때, 대구권의 광역교통체계 구축에 있어서 주통행수단에 대한 접근성을 향상시킬 수 있는 연계교통체계의 확충이 주통행수단 선택에 매우 중요한 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있으며, 따라서 연계교통체계 구축에 대한 심층적인 연구와 대안 마련이 요망된다.

### 참고문헌

1. 교통개발연구원(2000), 경부고속철도 개통이후 철도화물수송능력 증대를 위한 기초연구.
2. 교통개발연구원(2002), 고속철도 개통에 따른 항공교통부문 활성화를 위한 기초연구.
3. 교통개발연구원(2003), 시외고속버스 노선운영체계 개편방안 연구: 경부고속철도 개통대비.

4. 교통개발연구원(2003), 고속철도교통시대를 위한 국가교통체계 연구(1단계).
5. 국토연구원(2003), 고속철도 개통에 따른 국토공간구조의 변화전망 및 대응방안 연구.
6. 국토연구원(2004), 고속철도 개통이 지방의 경제에 미치는 영향에 관한 조사 연구.
7. 국토연구원(2004), 고속철도 지방대도시 정차역의 연계교통권역 설정 및 연계통행행태 분석에 관한 연구.
8. 서진수(2001), RP/SP 통합자료를 이용한 도시간 여객의 수단선택에 관한 연구: 서울-부산간을 대상으로, 서울대학교 환경대학원 석사학위 논문.
9. 윤대식(2001), 교통수요분석, 서울: 박영사.
10. 윤대식·윤성순(2004), 도시모형론, 제3판, 서울: 홍문사.
11. 하태준·박제진·이상하(2002), "고속철도 도입에 따른 교통수단선택모형 추정 및 수단전환율의 비교", 국토계획, 제37권 제6호, 대한국토·도시계획학회.
12. 한국개발연구원(2001), 도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제3판).
13. 한국도로공사 도로연구소(1996), 고속전철 개통이 고속도로에 미치는 영향분석 및 대응방안.
14. 한국철도기술연구원(2003), 경부고속철도 연계교통체계 구축 기본계획 수립연구.
15. Greene, W. H.(1991), *LIMDEP User's Manual and Reference Guide*, Version 7.0, Bellport: Econometric Software, Inc.
16. Gunn, H. R., M. A. Bradley, and D. A. Hensher(1992), "High Speed Rail Market Projection: Survey Design and Analysis", *Transportation*, Vol. 19.
17. 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.
18. McFadden, D.(1981), "Econometric Models of Probabilistic Choice", In *Structural Analysis of Discrete Data with Econometric Applications*, C. F. Manski and D. McFadden, eds., Cambridge: The MIT Press.
19. Nuzzolo, A., U. Crisalli, and F. Gangemi(2000), "A Behavioural Choice Model for the Evaluation of Railway Supply and Pricing Policies", *Transportation Research A*, Vol. 25, No. 5.
20. Ortúzar, J. de D. and A. Iacobelli(1998), "Mixed Modelling of Interurban Trips by Coach and Train", *Transportation Research A*, Vol. 32, No. 5.
21. Train, K.(1986), *Qualitative Choice Analysis: Theory, Econometrics, and an Application to Automobile Demand*, Cambridge: The MIT Press.

✉ 주 작성자 : 윤대식

✉ 교신저자 : 윤대식

✉ 논문투고일 : 2005. 7. 30

✉ 논문심사일 : 2005. 10. 12 (1차)

2005. 12. 13 (2차)

2006. 1. 19 (3차)

✉ 심사판정일 : 2006. 1. 19

✉ 반론접수기한 : 2006. 6. 30