

지역간 철도수요분석에서 비용과 시간탄력성의 비교연구

A Comparison on Fare and Time Elasticities on Intercity Rail Travel Demand

정 철

(서울산업대학교 박사과정, cchung@skec.co.kr)

김 찬 성

(한국교통연구원 국가교통DB센터 책임연구원, cskim@koti.re.kr)

김 시 곤

(서울산업대학교 교수 sigonkim@snut.ac.kr)

목 차

I. 서론

II. 문헌 연구

1. 개요
2. 교통수단선택모형
3. 직접수요모형

III. 본 연구에 사용된 자료와 모형추정방법

1. 교통수단선택모형
2. 직접수요모형

IV. 추정결과 및 해석

1. 교통수단선택모형의 추정결과
2. 직접수요모형의 추정결과
3. 시간인가? 요금인가?

V. 결론

참고문헌

I. 서론

일반적으로 여행계획을 수립할 때 여러 교통수단중 하나를 선택하는 상황에 놓이게 되는데, 시간이 중요한지 혹은 요금이 중요한지를 결정하게 된다. 교통수단선택행위를 모형화하여 교통수요분석에서 시간에 대한 수요탄력성 혹은 요금에 대한 수요의 탄력성을 추정하여 두 변수의 중요성과 강도를 비교하게 된다. 본 연구는 지역간 교통에서 교통수단을 선택하게 될 때 시간이 중요한가 혹은 요금이 중요한가에 대하여 다룬다.

2004년 4월 고속철도가 개통된 이후 크게 달라진 점은 경부축에서 지방공항의 수요가 상당히 줄었다는 점이다. 고속철도의 시간단축효과가 항공수요와 경쟁을 이루어 나타난 현상임을 발견할 수 있었다. 이러한 결과는 고속철도의 요금과 시간의 영향요인에서 요금보다는 시간의 중요성이 더욱 클 것이라 예측가능하다.

수년 동안 교통전문가 뿐만 아니라 관련 종사자들이 철도교통수요의 정확성을 확보하기 위하여 표준 매뉴얼 작성과 그에 따른 적용을 위해 노력해 왔다. 이러한 노력의 결과로서, 정부는 신설 및 확장을 요하는 교통시설에 대하여 표준화된 지침을 마련하여 교통수요 4단계 추정법을 근간으로 하는 경제성 및 재무성을 분석하는 절차를 마련하였다. 그리고 2000년대의 많은 경제성 분석들이 한국개발연구원에서 발행한 “예비타당성 지침서”에 따라 수요예측과 경제성 평가업무를 수행하고 있다. 그럼에도 불구하고 4단계 추정법에 의한 수요예측결과와 실제 운영후의 결과가 차이가 크다는 논란이 있다.

이러한 이면에는 표준화된 매뉴얼에서 제공하는 시간과 비용의 파라미터만으로는 철도교통수요의 영향요인을 충분히 설명하지 못한다는 점이 지적될 수 있다. 여러 연구자들이 시간과 비용에 대한 탄력성이 1) 같은 자료를 이

용해도 모형구조에 따라 다르며, 2) 분석방법에 따라 다르며, 3) 상대교통수단의 특성변수가 모형에 포함되어야 하며, 4) 중요한 변수가 생략되어 정확한 추정치를 얻지 못하는 문제가 발생한다고 지적하고 있다(Oum et al. 1992, Gomez-Ibanez 1980). 따라서 제공된 교통수단 선택 모형식 만으로는 요금 및 시간 변화에 대한 자기 및 교차탄력성을 해석하기에는 어려움이 있기 때문에 철도사업시행으로 인한 수단간 전이를 잘못 유도할 위험이 내포되어 있다.

본 연구에서 파악한 문헌연구에 따르면 그동안 우리나라 뿐만 아니라 세계 여러나라들에서 수행한 지역간 철도수요분석의 결과인 요금탄력성과 시간탄력성이 분석도시, 분석방법에 따라 상당한 차이가 있는 것으로 나타나고 있는데 철도수요를 분석하는 방법에는 두 가지가 존재한다. 첫째 교통수단선택모형에서 얻어진 시간과 비용파라미터를 해석하는 방법이고, 둘째 수요량을 종속변수로 간주하고 요금이나 시간변화를 독립변수로 간주하여 파라미터의 영향을 분석하는 것이다.

우리나라의 경우 교통수단선택모형의 사례연구들이 상당히 누적되었고 직접수요모형을 추정하기 위한 여건도 충분히 조성된 상태이다. 즉, 지역간 철도의 경우 1996년 이후 전산화가 이루어져 한국철도공사에 의해 매월 대표실적자료(여객 및 화물포함), 열차운영자료 등이 데이터베이스화 되고 있다. 이러한 자료로부터 여러 유형의 모형추정이 가능하며, 다양한 정책 환경하에서 시나리오 분석을 위해 사용될 수 있다.

본 연구의 목적은 지역간 철도의 경부축 및 호남축을 대상으로 교통수단선택모형과 직접수요모형을 추정한 후 두 모형의 예측력을 비교해 보는 것이다. 본 연구에서 채택하는 방법론은 철도와 상대교통수단간 서비스 및 요금에 대하여 철도수요 반응을 체계적으로 비교하는 것이 가능하며, 두 가지 교통모형인 1) mode choice model과 2) direct demand model을 채택하고 모형의 예측력을 비교한다. mode choice 모형을 선택한 이유는 예비타당성 등 경제성분석에 주로 사용하는 범용화된 모형이며 Aggregate market share가 고속도로 TCS(Toll Collection System)자료로 관측이

가능하므로 sampling bias가 적은 aggregate logit model을 추정가능하다는 점이다. 이와같은 방법의 적용은 기존 SP기법이 조사방법과 응답자의 인식오류에 따라 파라미터의 영향이 과도 혹은 과소하게 평가되는 경향이 있기 때문에 이를 피하기 위함이다. 따라서 본 연구는 Aggregate logit 모형을 기본모형으로 채택하고 추정된 모형으로부터 자기탄력성의 범위를 제시하며, 직접수요모형의 결과와 비교된다.

본 논문의 구성은 제2장에서 국내외 지역간 철도교통수요모형을 위한 방법론과 사례연구등 문헌연구를 수행하고, 제3장에서 실증분석을 위해 사용한 모형과 자료가 설명되고, 제4장에서는 모형의 추정결과를 보고하고, 지역간 철도수요에 시간의 영향이 큰지 요금의 영향이 큰지를 논하고, 마지막으로 제5장은 연구내용을 요약 정리한다.

II. 문헌연구

1. 교통수단선택모형

1) 개요

통상 다항로짓모형을 이용하여 교통수단 선택모형을 추정하고, 그 결과물은 요금 및 서비스(시간) 변화에 따른 자기 및 교차 탄력성을 제공한다. McFadden(1974) 등이 처음 제시한 확률적 효용함수를 기반으로 하는 discrete choice 모형에서 추정된 탄력성은 인구가 고정된 상태에서 통행의 수단분담의 변화를 추정한 것이기 때문에 단기적 탄력성이다. 그러나 장기탄력성은 인구의 규모, 분포, 통행인구에 관한 영향을 통해 교통가격과 서비스 수준이 교통수요에 미치는 간접적인 영향을 설명해야 한다. 따라서 로짓모형에 의한 추정법은 횡단면적 자료를 이용하기 때문에 이러한 장기탄력성을 설명하지 못한다.

명시 및 현시선호 자료를 이용한 개별행태모형 구조의 교통수단선택모형은 신교통수단의 수요예측이나, 철도개량, 도로확장으로 인한 전환수요예측에 유용하다. 교통수단의 선택요인은 교통비용, 통행시간의 통행특성 변수 이외

에 개인의 사회경제적 특성이 있다. 일반적으로 변수의 구성에 있어서는 통행시간인 차외시간과 차내시간과 통행비용을 공통변수로 설정한다.

2) 교통수단선택모형추정의 사례

국가교통 DB구축사업의 일환으로 분석한 한국교통연구원(2004)의 승용차, 버스, 철도 그리고 항공수단선택에 대하여 명시선호조사를 수행하였다. 로짓모형 적용하여 예측한 결과는 아래와 같이 정리된다.

먼저 로짓모형의 추정결과는 아래의 <표 1>에 제시되었고, <표 2>는 철도교통수단에 대한 자기탄력성과 상대교통수단에 대한 교차탄력성을 요금과 통행시간에 대하여 정리한 것이다.

로짓모형에서 요금, 접근시간 그리고 통행시간이 모두 음의 계수로 추정되었고, 통계적으로도 유의성이 있는 것으로 나타났다. 철도의 자기탄력성을 보면 요금에 대하여 더 민감하게 반응하는 것으로 나타났고, 통행시간은 덜 민감한 것으로 나타났다. 반면, 교차탄력성의 경우 요금에 대하여 항공이 민감하게 반응하였고, 시간에 대해서는 버스가 반응한 것으로 나타났다. 한국교통연구원의 KTDB 연구결과 철도요금 1%증가는 철도수요를 1.31% 감소되고, 철도시간 1%증가는 철도수요 0.65% 감소된다고 하였다.

<표 1> 개별수단선택모형에 의한 탄력성

	사례연구
시간	1.58(Morrison and Winston)
	1.915(Bhat, MNL), 1.562(Bhat, HEV)
	0.38-0.97(Lee 등)
	0.65(KTDB)
요금	0.32,0.57,1.20(Morrison and Winston),
	1.951(Bhat, MNL), 1.121(Bhat, HEV)
	0.44-1.07(Lee 등)
	1.31(KTDB)

주: 탄력성 값에서 (-)를 생략하여 표현함

국가교통 DB구축사업의 일환으로 분석한 한국교통연구원(2004)의 또 다른 명시선호조사는 서울, 대구, 광주와 부산을 대상으로 항공과 고속철도가 경합할 경우의 모형을 추정하였다.

Park et al. (2006)은 앞의 결과중 서울-대구 구간의 부분개통에 대하여 모형의 예측치와 실제의 예측치를 비교하였다. 그들에 따르면 모형에서 서울-대구간 항공수요가 85%줄어들 것이라고 예측하였지만, 실제로는 74%감소되어 예상보다 적었다는 점을 강조하며, 개통초기의 시스템 불안정이 주요 원인이라고 지적한바 있다.

2. 직접수요모형

1) 개요

직접수요모형은 4단계 추정법과 같이 장기교통계획에 적합한 모형은 아니지만, 다양한 정책적 변수에 대한 수요의 변화를 예측할 수 있다는 장점이 있다. 우선적으로, 4단계 추정법이 제공하는 탄력성은 단기에만 설명이 가능한 반면, 직접수요모형은 수요에 대한 반응은 단기, 중기 및 장기에 걸쳐 발생 가능할 정보를 제공한다 (Voith, 1997). 일반적으로 대체가능한 교통수단이 있을 경우 교통수단의 서비스가 변화되었을 경우의 반응을 단기라고 가정하는 반면, 집과 직장의 이동성(mobility)이 반영이 되어 교통수단 이용행태에 영향을 주면, 장기간에 걸쳐 반응한 결과이다. 따라서 일반적으로 장기는 단기보다 값이 크다. 그리고, 요금, 서비스 수준, 국내총생산(GDP) 등에 대한 반응을 단기 및 장기에 어떻게 다른지에 대한 분석이 가능하며 경쟁교통수단을 고려할 수 있기 때문에 교차탄력성 분석도 가능하다. 또한 많은 직접수요모형은 시계열자료를 이용하기 때문에 인구나 고용, 계절, 기후 시대, 유가변화 등 시공간적 특성을 고려할 수 있다는 장점이 있다.

최근 사회기능이 복잡해지고 정확한 정책효과 측정이 요구됨에 따라 선택행위를 보다 구체적으로 표시할 수 있는 모형의 필요성이 강조되고 있는 실정이다. 수단선택관계는 존 i에서 출발하여 존 j까지 가는 통행량이 각각 무엇을 타고 갈 것인가를 결정하는 것으로 본 과업에서와 같이 새로운 통행시간과 비용을 철도수단에 제공함으로써 인한 각 교통수단간의 수요전환에 관한 분석이 핵심을 이룬다고 할 수 있다.

직접수요모형으로 철도수요의 특성을 분석하는 사례는 도시내와 지역간에 걸쳐 다양하다. 여러 문헌연구를 종합해 보면 다음과 같은 3가지 유형으로 분류할 수 있다. 첫 번째, 계량경제학에서 소개하는 것처럼 단순선형회귀분석방법을 이용하는 것이 가능하다. 물론, 선형회귀분석에서 일반적으로 가정하는 오차항의 가정이 만족하였을 경우에 한한다. 두 번째, 모형에서 오차항의 가정이 위배되는 경우이다. 즉, 시간에 따라 오차항의 값들이 상관관계를 가지는 것이다. 이러한 경우, 현재(t)의 철도수요는 과거의 철도수요 ($t-1, t-2, \dots$) 및 외생변수(가령, 국내총생산액인 $GDP(t), GDP(t-1), GDP(t-2), \dots$)의 영향을 받는다는 것이다. 이러한 변수들의 조합을 수용한 식이 시차분포모형이다 (Gujarati, 1998). 마지막은 중력모형 타입의 모형이다. 많은 전문가들은 중력모형 구조만을 직접수요모형으로 간주하기도 한다.

2) 직접수요모형추정의 사례

직접수요모형으로 철도수요변화를 설명한 연구는 Owen & Philips (1987), Mcheehan (1987) 그리고 Wardman (2004) 등이 있다. 먼저 Owen & Philips (1987)는 영국사례를 분석하였다. 사용된 자료는 1973~1984년 동안의 월별 실적 자료를 이용하였으며, 앞서 언급한 time lag을 이용한 계량경제학적 방법론을 적용하였다. 분석결과, 요금에 대한 단기 및 장기 탄력성은 각각 -0.69 및 -1.05이었고, 경제규모의 증가에 따른 GDP의 단기 및 장기탄력성은 각각 0.93와 1.39이었다. 상대교통수단인 고속버스와의 경쟁에 대한 철도의 단기 및 장기탄력성은 -0.17 및 -0.23으로 나타났다. Mcheehan (1987)의 아일랜드사례에서는 사용된 자료가 1970~1983년 계절별 자료였으며, 요금에 대한 탄력성은 -0.4인 것으로 나타났다.

반면, Wardman (2004)의 영국사례에서는 1990년대의 최근 자료가 사용되었으며, 요금에 대한 탄력성은 모형구조에 따라 -0.61~-1.08를 나타냈으며, 자동차대수의 증가에 따른 탄력성은 모형구조에 따라 -0.42~-0.60를 나타내었다. GDP에 대한 탄력성은 모형구조에 따라 0.3~1.15의 범위를 나타내었다.

지역간 철도수요를 직접수요모형으로 추정할

사례들을 종합해보면 Bel(1995)이 수행한 연구에서 분석구간마다 차이가 큰데 그 범위는 -1.88 - -4.99로 나타나 상당히 탄력적인 것으로 나타났다. 그러나 Wardman의 연구는 -0.61 - -1.08의 값을 나타낸 바 있다. 반면 지역간 철도수요 분석에서 요금에 대한 탄력성 연구는 저조한데 Owen&Philips의 연구는 -0.69 - -1.05의 범위를 갖는 것으로 추정하였다.

<표 2> 직접수요모형에 의한 탄력성

	사례연구
시간	1.88~4.19(Bel) 0.61-1.08(Wardman)
요금	0.69-1.05(Owen&Philips)

주: 탄력성 값에서 (-)를 생략하여 표현함

III. 본 연구의 사용자료 및 추정방법

1. 사용된 자료

교통수단선택모형과 직접수요모형 추정을 위해 다음과 같은 자료를 이용하였다. 먼저 수단선택모형을 위해 한국도로공사의 TCS자료, 한국철도공사로부터 입수한 수송수요와 열차운영자료가 사용되었다. 사회경제지표에 의한 영향을 분석하기 위하여 지역별 지역내총생산, 인구 자료를 취합하였고, 상대교통수단의 영향을 파악하기 위하여 항공요금/시간, 버스요금/시간 그리고 승용차요금/시간 등을 수집하였다.

먼저 한국철도공사에서 2001.1~2005.7 동안의 월별 역간 기종점 자료를 이용하였으며, 노선별 KTX, 새마을, 및 무궁화호의 철도역간 월별 수송수요 자료가 가능하며, 자료구조는 년도별 월별 출발역, 도착역, 인·km, 인 및 수입금으로 구분되어 있다. 따라서 출발역과 도착역간 철도이용수요와 수입금을 비교하면 평균편도요금 추정이 가능해진다. 한국철도공사로부터 입수한 1996.1~2005.7 동안의 철도서비스 자료가 사용가능하다. 노선별, 새마을, 및 무궁화호의 차량이 경유한 역과 출발 및 도착한 시간의 운행정보가 입력되어 있는데, 여객부문의 출발역과 도착역간 서비스 운행빈도를 생성하여 서비스 공급이 수요에 미치는 영향을 분석하는데 활용가능하다.

실증분석을 위해서 경부선(서울, 용산, 행신, 광명, 청량리, 천안, 천안·아산, 대전, 대구, 동대구, 부산, 부산진, 구포, 사상) 등 총 22개 역간 고속철도, 새마을 그리고 무궁화호의 월별 실적자료를 취합하였다. 22개역을 서울(서울, 용산, 행신, 광명, 청량리), 천안(천안, 천안·아산), 대전, 대구(대구, 동대구) 그리고 부산(부산, 부산진, 구포, 사상)의 5개 도시간 계절별자료로 취합하였다. 선정된 22개 역은 경부축 철도수요의 대부분을 차지하고 있는 것으로 집계되었다. 같은 방법으로 22개 역간 월별 열차운영자료를 취합하여 5개 도시간 월별 철도운영빈도 변수를 생성하였다.

다음으로 통계청 및 지자체 발행 통계연보 자료가 5개 주요 도시들에 대한 사회경제지표 자료구축을 위해 사용되었다. 즉, 앞의 5개 도시에 대한 인구, GRDP, 승용차 등록대수가 가능하며, 특히, 여객모형을 위한 GRDP의 월별 실적 자료는 없으므로, 연간 수치를 계절의 구성일 수로 분할하여 적용한다. 그리고 GDP와 요금관련 변수는 모두 현가(Real prices)화 하여 적용하며, 2000년을 100으로 한 GDP디플레이터를 적용한다.

2. 모형추정방법

본 연구에서 수단선택모형 추정을 위해서 개별행태자료를 이용하여 추정하는 로짓모형이 채택되었다. 반면, 직접수요모형을 추정하기 위하여 선행연구에서 사용한 Owen et al. (1989)와 Bel(1995)의 모형구조를 채택하였다.

로짓모형을 추정하기 위해서 서울-대구, 서울-부산, 서울-광주, 서울-목포 등 서울을 기점으로 교통수단별 한국도로공사의 TCS 자료를 취합하였다. 그리고 같은 구간에 대하여 한국철도공사의 수송실적자료와 한국공항공사의 수송실적자료를 수집하였다. 입수된 TCS자료로부터 승용차와 버스의 차량 1대당 평균재차인원을 고려하여 교통수단별 구간별 수송인원을 정리하였다. 구간별 교통수단별 통행시간, 통행비용산정은 김연명·박진서(2005)에서 수행한 방법론을 그대로 적용하였다.

로짓모형추정시 자료의 구축은 구간별 통행자가 각각 RP의 조사자료에서 얻어진 상황과

같다는 가정을 전제로 이루어졌다. 따라서 개별 고속철도 이용자에 대하여 상대 교통수단 대안인 승용차, 버스, 항공의 통행시간과 요금 이 고려되었다.

직접수요모형의 추정과정은 다음과 같다. 먼저 사회경제변수(인구, 소득, 국민총생산, 자동차 보유대수 등), 철도서비스 수준(열차운행 빈도, 운행시간, 운임 등), 경쟁수단의 운임 등 철도 수송수요에 영향을 미치는 다양한 요인들을 파악하기 위하여 아래의 식 1과 같은 회귀모형의 파라미터를 추정한다.

아래의 회귀식은 특정 년도간 철도서비스 변화, 요금 변화 및 상대 교통수단의 서비스 변화에 철도수요 변화를 설명하지 못한다. 우리나라의 경우 다음과 같은 정책평가를 할 때, 즉, KTX 개통 전후의 수요변화, 혹은 KTX 요금 변화 및 열차투입의 변화에 따른 철도수요의 변화를 알고자할 때 사용할 수 있을 것이다. 이때 아래와 같은 모형식이 가능하다.

$$\frac{T_t}{T_{t-n}} = f\left(\frac{P_t}{P_{t-n}}, \frac{PF_t}{PF_{t-n}}, \frac{Y_t}{Y_{t-n}}, \frac{Q_t}{Q_{t-n}}, D_t\right)$$

(식 1)

여기서, t-n은 t이전의 특정년도를 말함

Bel i Queralt (1995)는 식 1과 같은 모형구조에서 철도의 여행시간, 도로의 여행시간 및 항공 서비스 변화가 철도수요의 변화량에 미치는 영향을 조사하였다. Bel (1995)은 기존 연구들이 주로 요금탄력성만을 강조한 철도수요 추정을 지적하고, 철도의 서비스 개선(특히 통행시간 단축)에 따른 수요변화를 설명하기 위해 사용한다.

IV. 추정결과 및 해석

1. 수단선택모형의 추정결과

먼저 로짓모형의 추정결과는 아래의 <표 3>에 제시되었고, <표 4>는 철도교통수단에 대한 통행시간과 요금에 대한 탄력성을 나타낸 것이다.

로짓모형에서 요금, 접근시간 그리고 통행시간이 모두 음의 계수로 추정되었고, 통계적으

로도 유의성이 있는 것으로 나타났다. 철도의 자기탄력성을 보면 요금보다는 시간에 대하여 더 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 통행시간 1%감소는 수요 2.65%증가하는 것으로 나타나 탄력적인 반면, 요금 1%감소는 수요 0.2%증가하는 것으로 나타나 상당히 비탄력적인 것으로 나타났다.

<표 3> 로짓모형 추정결과

변수	계수	t-값
수단고유상수(버스)	1.02	4.6
수단고유상수(철도1)	-2.00	-16.4
수단고유상수(철도2)	-1.19	-6.7
수단고유상수(철도3)	0.31	1.4
수단고유상수(항공)	-5.72	-42.9
시간	-0.31E-1	-39.8
요금	-0.88E-5	-2.1
log likelihood at zero = -16745.78		
log likelihood at convergence = -13197.18		
표본수: 9346		

<표 4> 집계형 로짓모형에 의한 탄력성

	본 연구
시간	2.65
요금	0.20

주: 탄력성 값에서 (-)를 생략하여 표현함

2. 직접수요모형의 추정결과

직접수요모형의 추정결과로부터 철도이용 수요의 영향요인을 요약해보면 다음과 같다. 철도 서비스 향상으로 철도이용 수요가 증가하고, 출발지 및 도착지간 경제의 규모가 크면 클수록 수요가 증가하는 반면, 경쟁수단과의 관계에서는 경쟁수단인 승용차의 서비스가 좋아지면 철도수요의 감소 요인으로 작용하였다. 시계열자료를 이용함에 따라 발생할 수 있는 자기상관의 문제는 더빈왓슨값이 허용범위 내에 있기 때문에 우려할 필요는 없는 것으로 판단된다.

<표 5>는 직접수요모형추정결과를 상세히 나타내주는데, 요금변수 생략모형과 요금변수 포함모형간 조정된 결정계수의 변화가 거의 없는 것으로 나타나 요금변수의 영향은 적은 것으로 나타나고 있다.

열차가 투입되는 빈도를 나타내는 서비스 변수의 영향을 보면 정의 값으로 추정되었고 통

계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이는 철도 이용수요 증대를 위해서는 서비스 공급이 증가해야 함을 의미한다.

사회경제 변수의 영향으로서 인구, GRDP 및 차량등록대수의 영향은 (+)로 나타났고, 출발지 혹은 도착지 단독의 모형보다는 출발지와 도착지가 동시에 사용된 모형의 예측력이 더 우수한 것으로 나타났는데 인구, GRDP 및 승용차 대수간에는 높은 상관관계가 존재하므로, 세가지 변수들 중 하나만 고려된 모형 구축이 바람직하다.

본 연구에서 관심있는 변수는 철도수요에 영향을 주는 타교통수단의 영향이다. 경쟁수단 변수의 영향으로서 항공의 요금을 고려하였는데, (+)로 나타났다. 또한, 승용차의 경우 이용시간이 증가할 수록 철도수요가 증가하는 것으로 나타났다. 승용차 시간 1%증가는 모형에 따라 철도수요를 0.96~1.54%증가시키는 것으로 나타났다.

<표 5> 직접수요모형 추정결과

변수	요금변수생략		요금변수포함	
	계수	t-값	계수	t-값
상수	-13.83	-7.95	-12.66	-15.38
log(열차운행시간)	-2.27	-14.31	-2.71	-14.74
log(철도요금)			-0.33	-4.15
log(열차운행빈도)	0.35	81.57	0.22	3.82
log(출발지GRDP)	0.77	11.28	0.83	26.78
log(도착지GRDP)	0.81	16.54	0.88	27.83
log(항공운임)	0.03	12.31	0.03	7.14
log(승용차시간)	0.96	12.55	1.54	9.02
수정결정계수	0.955		0.957	
더빈왓슨값	1.54		1.53	

주: 종속변수는 log(승객수)임. 자료수는 360개
자료출처: 한국교통연구원, "철도이용수요의 영향요인"의 연구에서 사용한 자료를 저자가 수정하여 작성

3. 시간인가? 요금인가?

1) 본 연구의 결과

본 연구는 교통수단선택모형과 직접수요모형을 추정하고 지역간 철도교통수요에 시간이 중요한지 요금이 중요한지에 비교하는 것이다. 두 모형에서 드러난 결과는 요금보다는 시간적 요소가 더 중요하게 나타나고 있다.

먼저 로짓모형의 추정결과 모형의 설명변수로서 시간이 요금보다 모형의 예측력에 더욱 중요한 것으로 나타났다. 이러한 영향은 탄력

성 분석결과에서도 나타나는데 시간이 1%감소하면 수요는 2%이상 증가하여 탄력적인 반면, 요금의 1%감소하면 수요는 1%이하 증가하여 비탄력적으로 나타났다.

직접수요모형에서도 시간의 변화가 요금변화보다 더욱 중요한 것으로 나타났다. 요금변수의 영향은 매우 적은 것으로 나타났다. 시간변수에 대한 영향은 (+)로 추정되었는데, 철도통행시간 1% 감소는 철도수요 2.27~2.71%증가로 이어지며, 승용차시간의 1%증가는 철도수요 0.9~1.54% 증가로 나타났다.

2) 기존연구들과 비교

본 연구결과는 국내의 기존 연구들과 상당히 상반된 결과로 나타났다. 먼저, KTDB에서 SP기법에 의해 KTX가 개통되었다는 가정하에 교통수단선택모형을 추정한 결과들과 비교해보면 철도통행시간 1%증가는 0.65% 수요감소로 이어지며, 철도요금의 1%증가는 철도수요 1.31% 증가로 나타났다. Lee 등(2004)의 연구도 SP기법을 이용한 교통수단선택모형의 추정결과이며 KTDB(2004)와 비슷한 탄력성 수치를 보여주고 있다. 두 모형 모두 시간보다는 요금이 더욱 중요한 것으로 나타나 있다.(앞의 <표 1> 참조).

반면, 외국의 지역간 철도를 분석한 사례들은 시간과 요금 모두가 탄력적인 경우가 많았다. Morrison & Winston(1985), Bhat(1995, 1997, 1998)등의 사례들이 이에 해당하며, 특히 Morrison&Winston(1985)의 연구는 통행목적의 여가통행임에도 불구하고 시간탄력성의 값이 상당히 큰 것으로 보고된바 있다.

V. 결론

우리나라 지역간 철도수요는 1980년대까지 지속적인 증가를 경험하였지만, 승용차 이용의 폭발적 증가와 상대 교통수단인 버스나 항공의 서비스 경쟁이 심화됨에 따라 1990년대 부터 철도수요는 답보 내지 감소상태에 이르렀다. 그러나, 2004년 KTX 개통 후 통행시간의 개선으로 철도수요는 다시금 증가를 경험하였다.

철도수요에 미치는 영향은 요금과 시간 등

철도 서비스 변화와 사회경제여건 등이다. 우리나라에서도 새로운 교통수단이 도입될 때의 효과에 대하여 여러 영향요인들이 얼마만큼 영향을 미치는지에 대한 연구가 누적되고 있지만 그 영향의 범위에 대해서는 논란의 여지가 있다.

본 연구에서는 방법론적 측면에서 모두 보편적인 로짓모형과 직접수요모형을 추정하고 얻어지는 추정된 파라미터들로부터 다음과 같은 질문에 대답할 수 있는 사례연구를 시행하였다. “철도수요 증가를 위해 가격정책과 서비스 공급정책 중 어떤 것이 효과적인가?” 두 가지 사례연구에서 얻어진 결론은 요금보다는 시간변수가 더욱 중요하다는 것으로 잠정적으로 도출하였다.

그럼에도 불구하고 본 연구의 결과는 한계가 존재한다. 두 모형구조를 더욱 정교하게 개발한 후 추정해야 하는 노력이 필요하다. 같은 자료라도 모형구조에 따라 변화의 폭이 크기 때문이다. 또한 Aggregate자료로부터 모형을 추정하였기 때문에 통행목적에 따라 그리고 소득수준에 따른 다양한 탄력성분석이 이루어지지 않은 점이다.

참고문헌

◆ 국내문헌

1. 대한교통학회 (2003), 철도투자평가편람
2. 이장호·장수은(2005) 지역간 통행의 효율성 제고를 위한 고속철도 이용증대방안 연구, 한국교통연구원
3. 김연명·박진서(2005) 지방공항 운영체계 개선 방안 연구: 공항의 경제적 가치산정과 공항운영정책, 한국교통연구원
4. 한국교통연구원 KTDB (2004) 전국 지역간 여객 기종점 자료의 현행화

◆ 외국문헌

Bel i Queralt, G. (1995) Intermodal

- competition on inter-urban rail,
International Journal of Transport
Economics, Vol 22, pp. 181-198.
- Fitzroy, F. & I. Smith (1995) The demand
for public transport : some estimates from
Zurich, International Journal of Transport
Economics, Vol 21, pp. 197-206.
- Fowkes, T. & C. Nash (1991) Analysing
Demand for Rail Travel, Avebury
- Germa Bel (1997) Changes in travel time
across modes and its impact on the
demand for inter-urban rail travel,
Transport Research Part E, Vol 33, pp.
43-52.
- Gujarati, D. (1998) Basic Econometrics,
McGraw Hill.
- McGeehan, H. (1984) Forecasting the
demand for inter-urban rail travel, Journal
of Transport Economics and Policy, pp.
275-291.
- McFadden, D. L. (1974). Conditional logit
analysis of qualitative choice behavior. In
P. Zarembka (Ed.), *Frontiers in
Econometrics*, (pp. 105-142). New York:
Academic Press
- Owen, A. and D. Phillips (1987) The
characteristics of railway passenger
demand, Journal of Transport Economics
and Policy, pp. 231-253.
- Park, Y. & H. Ha (2006) Analysis of the
impact of high-speed railroad service on
air transport demand, Transportation
Research Part E, Vol. 42, pp. 95-104.
- Preston, J. (1991) Demand forecasting for
new local rail stations and services,
Journal of Transport Economics and
Policy, pp. 183-202.
- Voith, R. (1997) "Fares, Service Levels, and
Demographics: What Determines
Commuter Rail Ridership in the Long
Run?", Journal of Urban Economics 41,
1997, pp.176-197.
- Wardman, M. (Forthcoming) Demand for rail
travel and the effects of external factors,
Transport Research Part E.
- Steven A. Morrison and Clifford Winston,
"An Econometric Analysis of the Demand
for Intercity Transportation," *Research in
Transportation Economics*, vol. 2 (1985),
pp. 213-237.
- Oum, T. W. Waters, and J. Yong (1992)
Concepts of price elasticities of transport
demand and recent empirical estimates,
Journal of Transport Economics and
Policy, Vol. pp. 139~154.
- Bhat (1995) A heteroscedastic extreme value
model of intercity mode choice, Transport
Research Part B, Vol 29, No. 6, pp.
471-483.
- Bhat, C.R., "Accommodating Variations in
Responsiveness to Level-of-Service
Variables in Travel Mode Choice
Modeling", *Transportation Research Part
A*, Vol. 32, No. 7, pp. 495-507, September
1998.
- Bhat, C.R., "Covariance Heterogeneity in
Nested Logit Models: Econometric
Structure and Application to Intercity
Travel", *Transportation Research Part B*,
Vol. 31, No. 1, pp. 11-21, 1997.
- Bhat, C.R., "An Endogenous Segmentation
Mode Choice Model with an Application
to Intercity Travel", *Transportation
Science*, Vol. 31, No. 1, pp. 34-48, 1997.
- Lee, J, K. Chon & C. Park, "Accommodating
heterogeneity and heteroscedasticity in
intercity travel mode choice model:
Formulation and application to HoNam,
South Korea, high speed rail demand
analysis", *Transportation research board*,
Vol. 1898, pp. 68-79, 2004.