



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

도시계획학 석사학위논문

고속철도(KTX)의 적정 운임수준 추정

-서울~부산 통행을 중심으로-

An Estimation of Optimal KTX Fares

- The Case of Seoul~Busan Travel -

2013년 2월

서울대학교 환경대학원
환경계획학과 교통관리전공
이 미 라

고속철도(KTX)의 적정 운임수준 추정

-서울~부산 통행을 중심으로-

지도교수 김 성 수

이 논문을 도시계획학 석사학위 논문으로 제출함

2012년 10월

서울대학교 환경대학원

환경계획학과 교통관리전공

이 미 라

이미라의 도시계획학 석사학위 논문을 인준함

2012년 12월

위 원 장 _____(인)

부위원장 _____(인)

위 원 _____(인)

<국문초록>

2004년 4월 1일 경부고속철도의 1단계 구간(서울~대구) 개통에 이어 2010년 11월 1일 2단계 구간(동대구~부산)의 개통으로 서울에서 부산까지 2시간 18분 만에 이동할 수 있게 되었다. 2011년 12월 기준 월 330만 명이 고속철도를 이용하고 있으나 이달 고속철도의 운임이 인상되었고 다음 해 수서발 KTX의 민간 운영 시 현재 운임보다 인하가 가능하다는 논란이 야기되면서 고속철도의 적정 운임수준에 대해 연구가 필요한 실정이다.

현재 철도운임은 물가상승률과 수송 원가를 바탕으로 운임을 산정하고 있으며 공공성이 배제되어 있다는 한계가 있다. 대중교통수단의 운임은 운임수준에 따른 수요와 공급을 고려해야 하며 통행자에게 편익을 제공해야 한다. 또한 일정 수준 이상의 운영기관 이익을 보장하는 수준에서 설정되어야 하며 운행 시 발생하는 대기오염 또는 소음 등의 외부비용이 반영되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 철도운영기관의 관점과 사회적 관점에서 고속철도의 적정 운임수준을 추정하는 방법론을 제시하고 서울~부산 통행에 적용하는 것을 목적으로 하였다.

본 연구의 시간적 범위는 2005년 1월부터 2011년 12월까지이며 월별로 총 72개의 관찰점을 가진 집계 자료를 사용하였다. 적정 운임수준 추정의 기준연도는 자료의 가장 최근 시점인 2011년 12월로 하였다. 공간적 범위는 고속철도의 통행시간 절감이 큰 장거리 노선인 서울~부산 통행이며 고속버스, 고속철도, 일반철도, 항공 등 4가지 지역 간 대중교통수단을 대상으로 하였다.

고속철도의 적정 운임수준을 추정하는 방법은 다음과 같다.

먼저 고속철도의 운임변화에 따른 수단분담률의 변화와 운행횟수 변화를 통해 추정하기 위해 서울~부산 통행을 대상으로 수요모형을 구축하였다. 이때 운임변화로 인한 수요변화는 공급변수인 운행횟수를 변화시

키며 운행횟수 변화는 다시 수요량을 변화시키므로 이러한 과정을 반복 수행하여 수단분담률과 운행횟수가 더 이상 변하지 않는 균형점을 도출하였다.

도출된 값을 바탕으로 철도운영기관의 관점과 사회적 관점에서 적정 운임수준을 추정하였다. 고속철도의 운임을 5%씩 변화시키며 철도운영기관의 이익변화와 사회적 후생변화를 살펴보고 각 변화량의 최대가 되는 고속철도의 적정 운임을 산출하였다. 여기서 철도운영기관의 이익변화는 고속철도와 일반철도의 이익변화로 구성된다. 한편, 사회적 후생변화는 통행자 편의변화, 운송업체의 운임수입변화와 사회적 비용변화, 외부비용(대기오염비용)변화, 세수(부가가치세)변화를 통해 추정되었다.

서울~부산 수단분담모형 추정결과, 모형 전체의 설명력을 나타내는 \bar{r}^2 값은 0.304로 추정되어 설명력이 높은 것으로 나타났다. 통행시간, 소득이 반영된 운임, 운행횟수 변수 모두 기대부호와 일치하고 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

철도운영기관의 관점과 사회적 관점에서 서울~부산 간 고속철도의 적정 운임수준 추정결과는 다음과 같다.

첫째, 철도운영기관의 관점에서 고속철도의 이익변화만 고려하면 현재 운임(48,100원)의 145%수준인 69,745원이 적정운임인 것으로 나타났다.

둘째, 고속철도와 일반철도를 운영하고 있는 철도운영기관의 관점에서는 현재 운임의 145%인 69,745원일 때 운영기관은 최대 이익을 가져 고속철도만 고려했을 때와 동일한 결과로 나타났다. 이는 일반철도의 수요가 고속철도 운임과 운행횟수 변화에 덜 민감하며, 일반철도의 운임은 매우 낮아 수요가 증가해도 운임수입은 크게 증가하지 않기 때문인 것으로 볼 수 있다.

셋째, 사회적 관점에서 고속철도의 적정 운임수준은 31,265원으로 현재 운임의 65% 수준인 것으로 추정되었다. 이는 서울~부산 간 고속철도

의 현재 운임이 사회적으로 적절한 운임 수준보다 높은 수준에서 운행되고 있다는 것을 의미한다. 이러한 결과가 도출된 가장 큰 이유는 고속철도의 운임을 낮추면 철도운영기관의 운임수입이 줄어들지만 다른 운송업체의 운임수입은 증가하기 때문인 것으로 판단된다. 특히 통행자 편익이 현재보다 많이 증가해 사회적 후생변화가 201,271천원/일로 현재 운임의 65% 수준에서 최대가 되는 것으로 나타났다.

본 연구는 고속철도의 적정 운임수준을 추정하는 방법론을 제시하고 적용한 점, 고속철도 1, 2단계 개통 후 자료를 사용하여 전국 단위가 아닌 특정 노선을 대상으로 수단분담모형을 추정한 점에서 의의가 있다.

◆ **주요어** : 고속철도(KTX), 적정 운임수준, 서울~부산 통행, 수단분담모형, 사회적 관점

◆ **학 번** : 2011-22321

<목 차>

I. 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구의 범위 및 방법	3
1) 연구의 대상 및 범위	3
2) 연구의 방법	4
II. 선행연구의 고찰	5
1. 교통수단의 적정운임에 관한 선행연구 고찰	5
1) 고속철도의 적정 운임수준 추정에 관한 연구	5
2) 운임과 사회적 편익에 관한 연구	6
2. 지역 간 통행수요모형의 선행연구 고찰	7
1) 지역 간 통행수요모형에 관한 국내 선행 연구	7
2) 지역 간 통행수요모형에 관한 국외 선행 연구	9
3. 선행연구의 시사점	10
III. 적정운임 추정 방법론 설정	12
1. 방법론의 개요 및 가정	12
1) 방법론의 개요	12
2) 방법론의 가정	12
2. 수단분담모형	15
1) 다항로짓모형	15

2) 효용함수의 설정	16
3) 운행횟수 기준	17
3. 고속철도의 운임변화에 따른 영향	18
1) 철도운영기관의 이익 변화	19
2) 사회적 후생 변화	20
IV. 자료의 구축	25
1. 수단분담모형의 자료	25
1) 수단분담률	27
2) 수단별 통행시간	29
3) 수단별 운임	31
4) 수단별 운행횟수	33
5) 1인당 국민처분가능소득	34
2. 운행횟수 변화 기준 자료	35
1) 좌석 이용률(load factor)	35
2) 고속철도 운행횟수의 한계점(maximum)	37
3) 항공 운행횟수의 한계점(maximum)	38
3. 운영비용 자료	39
1) 고속철도 운영비용	39
2) 항공 운영비용	40
4. 대기오염비용 자료	41

V. 고속철도의 적정운임 추정	42
1. 수단분담모형의 추정 결과	42
2. 시간가치 추정결과	43
3. 탄력성 추정결과	44
4. 현재 운임 수준에서 이익 산출	46
1) 수단분담률 현황	46
2) 철도운영기관 관점의 이익 산출	46
3) 사회적 관점의 이익 산출	47
5. 운임변화에 따른 적정운임 추정	48
1) 고속철도 운임변화에 따른 수단분담률 변화	48
2) 운영기관 관점의 적정운임 추정 결과	49
3) 사회적 관점의 적정운임 추정 결과	53
VI. 결론	55
1. 추정결과의 요약	55
2. 한계점 및 향후 연구과제	58
참고문헌	59
부록	62

<표 차례>

<표 III-1> 각 수단별 터미널.....	13
<표 IV-1> 수단분담모형 수집 자료의 개요	25
<표 IV-2> 수단별 수단분담률.....	28
<표 IV-3> 수단별 통행시간.....	30
<표 IV-4> 수단별 서울~부산 간 운임.....	32
<표 IV-5> 수단별 서울~부산 간 운행횟수.....	33
<표 IV-6> 고속버스 공급 좌석 수(2011년 기준).....	35
<표 IV-7> 고속철도 공급 좌석 수(2011년 기준)	35
<표 IV-8> 일반철도 공급 좌석 수(2011년 기준)	35
<표 IV-9> 항공 공급 좌석 수(2011.12 기준)	36
<표 IV-10> 수단별 운행횟수 1건당(편도) 이용 승객 수(2011년 기준)	36
<표 IV-11> 수단별 load factor.....	37
<표 IV-12> 경부선 구간별 선로용량 및 운행횟수.....	38
<표 IV-13> 경부고속철도 수송원가(2010년).....	40
<표 IV-14> 서울~부산 간 고속철도 운영비 원단위(2011년 환산).....	40
<표 IV-15> 서울~부산 간 항공부문 운영비 원단위(2011년 가격 환산)	40
<표 IV-16> 탄소의 사회적 가치(2011년 가격 환산).....	41
<표 IV-17> 기종별 이산화탄소 배출량.....	41
<표 V-1> 서울~부산 간 다항로짓모형 추정결과.....	43
<표 V-2> 직접탄력성 추정결과.....	44
<표 V-3> 교차탄력성 추정결과.....	45
<표 V-4> 수단분담률의 실측치와 추정치 비교.....	46

<표 V-5> 고속철도의 이익에 영향을 주는 요소 및 고속철도 이익 (편도 기준).....	46
<표 V-6> 고속철도와 일반철도 이익에 영향을 주는 요소 및 철도운영 기관 관점에서 이익.....	47
<표 V-7> 사회적 후생에 영향을 주는 요소 및 사회적 후생.....	47
<표 V-8> 고속철도 운임변화에 따른 수단분담률 변화.....	48
<표 V-9> 고속철도 운임변화에 따른 고속철도 이익 변화.....	49
<표 V-10> 고속철도 운임변화에 따른 철도운영기관의 이익 변화.....	51
<표 V-11> 고속철도 운임변화에 따른 사회적 후생 변화.....	53

<그림 차례>

<그림 IV-1> 서울~부산 간 수단분담률 추이	27
<그림 IV-2> 서울~부산 간 대중교통수단별 통행시간 추이	30
<그림 IV-3> 서울~부산 간 대중교통수단별 운임 추이	32
<그림 IV-4> 서울~부산 간 대중교통수단별 운행횟수 추이	33
<그림 IV-5> 1인당 월평균 실질 처분가능소득 추이	34
<그림 V-1> 고속철도 운임변화에 따른 수단분담률 변화.....	48
<그림 V-2> 고속철도 운임변화에 따른 고속철도의 이익 변화.....	50
<그림 V-3> 고속철도 운임변화에 따른 철도운영기관의 이익 변화....	51
<그림 V-4> 고속철도 운임변화에 따른 사회적 후생 변화.....	53

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

2004년 4월 1일 경부고속철도의 1단계 구간(서울~대구) 개통에 이어 2010년 11월 1일 2단계 구간(동대구~부산)의 개통으로 서울에서 부산까지 2시간 18분 만에 이동할 수 있게 되었다. 2011년 12월 기준 월 330만 명이 경부고속철도를 이용하여 2005년 12월 대비 약 27.5%가 증가하였다.¹⁾ 고속철도의 도입으로 지역 간 통행시간을 단축함과 동시에 가장 빠른 수단이었던 항공에 비해 저렴한 운임으로 서비스를 제공하면서 고속철도는 장거리에서 경쟁력 있는 수단으로 자리 잡았다.²⁾

그러나 물가상승으로 2011년 12월 고속철도 운임이 3.3% 인상이 되고 이후 수서발 KTX 민간 운영이 논란이 되면서 고속철도 운임의 적정 수준에 대해 의문이 제기되고 있다.³⁾ 현재 철도운임은 철도운송서비스를 제공하는데 소요되는 총괄원가를 보상하는 수준에서 결정되고 있으며 총괄원가는 운송서비스를 제공하는데 소요되는 적정원가에 적정투자보수를 가산한 금액으로 산정되고 있다.⁴⁾

이렇게 물가상승률과 수송원가를 바탕으로 산정된 운임은 공공성이 배제되어 있다는 한계가 있다. 국가가 운영하는 고속철도의 운임은 공공성을 유지하면서 경쟁력이 있어야 하며 동시에 수익을 내야하는 딜레마가 존재한다. 대중교통수단의 운임은 운임수준에 따른 수요와 공급을 고

1) 2011년 12월 경부고속철도의 승객 수는 3,302,813명/월이며 2005년 12월 이용 승객 수는 2,589,958명/월인 것으로 나타났다. 2005~2011 여객수송실적 자료, 한국철도공사.

2) 서울~부산의 고속철도 운임은 주중 49,200원, 주말 52,900원(2011년 12월 기준), 한국철도공사(2011).

3) 국토해양부는 수서발 KTX 운영 민간사업자 기준을 발표하면서 현재 코레일 운임의 85% 수준으로 출발해 향후 15년간 평균 20% 낮추는 계획을 발표하면서 실효성이 있는지 논란이 되고 있다.(2011. 4. 19), 매일경제 A1면 1단.

4) 철도운임원가정보공개, 한국철도공사(2012).

려해야 하며 통행자에게 편익을 제공하면서 일정 수준 이상의 운영기관 이익을 보장하는 수준에서 설정되어야 한다. 또한, 운행 시 발생하는 대기오염 또는 소음 등의 외부비용이 반영되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 철도운영기관의 관점과 사회적 관점에서 고속철도의 적정 운임수준을 추정하는 방법론을 제시하고 적용하고자 한다. 두 관점의 추정결과를 도출하여 그 차이를 비교 및 분석할 것이다. 대부분의 선행연구가 이용자의 고속철도 운임 지불수준 측면에서 진행되거나 도시 내 도로부문에 국한된 반면, 본 연구는 운영기관의 이윤 극대화과 사회적 편익 극대화 관점에서 접근한다는 점에서 차이가 있다.

한편, 경부고속철도 전체 이용자 중 21.3%는 서울~부산을 통행하며, 서울발(發) 기준으로 31%가 부산을 목적지로 하는 것으로 나타났다.⁵⁾ 고속철도 노선 중 이용고객이 많고 통행시간 절감 효과가 큰 서울~부산을 대상으로 고속철도의 적정운임을 추정하고자 한다.

본 연구의 목적을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 고속철도의 적정 운임수준을 추정하기 위해 서울~부산 통행수요모형을 구축하여 고속철도의 운임변화가 수단분담에 미치는 영향을 살펴본다.

둘째, 고속철도의 운임변화에 따른 철도운영기관의 수입변화와 운행횟수변화로 인한 비용변화를 통해 운영기관의 이익변화를 살펴본다. 이익변화가 극대화되는 고속철도의 운임을 추정하여 철도운영기관의 관점에서 적정 운임수준을 추정한다.

셋째, 사회적 관점에서 적정운임은 사회적 후생을 극대화하는 운임을 의미하므로, 본 연구에서는 운임변화에 따른 통행자 편익변화와 각 운송업체의 사회적 비용과 운임수입 변화, 외부비용 변화, 중앙정부의 세수

5) 2011년 12월 편도 기준, 서울~부산 경부고속철도 승객 수는 1,017,175명(31.0%)이며 서울~동대구 229,634명(22.6%), 서울~대전 165,937명(16.3%), 서울~울산 83,344명(8.2%), 서울~천안아산 74,348명(7.3%) 순으로 많은 것으로 나타났다. 2011 여객수송실적 자료, 한국철도공사.

변화를 고려하여 사회적 후생 변화를 살펴본다. 사회적 후생 변화가 최대가 되는 고속철도의 운임을 추정하여 사회 전체의 관점에서 적정 운임 수준을 제시한다.

2. 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 대상 및 범위

본 연구는 경부축 중 서울~부산 통행을 대상으로 하며 적정 운임수준 추정의 시간적 범위는 2011년 12월이다. 단, 고속철도의 적정운임을 추정하기 위해 사용한 수단분담모형 구축에 사용한 자료는 2005년 1월부터 2011년 12월까지이다.

통행수단은 고속버스, 고속철도, 일반철도, 항공, 네 가지 지역 간 대중교통수단이며 승용차는 제외한다. 승용차의 경우 고속도로 톨게이트와 같은 기종점의 수가 매우 많아 이동 경로가 다양하여 승용차의 통행량과 재차인원, 이동패턴을 현실적으로 파악하는데 한계가 있으므로 본 연구에서는 승용차를 고려하지 않는다.

고속버스는 우등고속과 일반고속을 포함하며 두 수단의 통행시간은 차이가 없고 서비스 수준에 따라 운임차이만 있으므로 구분하지 않는다. 일반철도의 경우, 새마을호와 무궁화호를 하나의 수단이라 가정하여 집계한다. 고속철도와 비교하면 상대적으로 통행시간이 길고 운임이 저렴하다는 공통점이 있으므로 분리하지 않는다.

항공의 경우 퍼스트, 비즈니스, 이코노미 클래스로 구분되며 제공 서비스에 따른 운임차이가 존재하지만, 통행시간은 동일하고 대형항공사와 저비용항공사의 운임차이는 크지 않으므로 세분화하지 않는다.⁶⁾

6) 대형항공사의 기본운임은 대한항공 71,900원, 아시아나항공 67,400원, 에어부산 64,000원이다.(2012년 6월 기준), KTDB.

2) 연구의 방법

본 연구는 철도운영기관의 관점과 사회적 관점에서 서울~부산 간 고속철도의 적정 운임수준을 추정하는 방법론을 제시하고 적용하는 것이다. 고속철도의 적정운임은 고속철도의 운임변화에 따른 수단분담률의 변화와 운행횟수변화를 통해 추정할 수 있다. 이때 통행자의 수단분담은 2005년 1월부터 2011년 12월까지 서울~부산 간 수단별 월 승객 수를 집계한 자료를 이용하여 다항로짓모형으로 추정되며 Limdep version 8.0을 사용한다. 수단분담모형은 통행시간과 소득이 반영된 운임, 운행횟수 변수로 구성된다.

운행횟수는 운임변화에 따른 수단분담률 변화를 반영하여 조정하며 한계점(maximum)이 존재한다. 운임변화로 인한 수요변화는 공급변수인 운행횟수 변화로 이어지며 운행횟수 변화는 다시 수요량을 변화시킨다. 수요변화는 또다시 운행횟수 변화로 이어지며 이러한 과정을 반복 정산하여 수단별 통행 수요량과 운행횟수의 균형점을 도출한다.

철도운영기관 관점에서 적정 운임수준은 고속철도의 운임변화에 따른 고속철도의 수요변화와 운임수입 변화, 운행횟수 변화로 인한 운행비용 변화를 반영하여 이익 변화가 최대가 되는 운임수준을 추정하여 적정운임을 도출한다.

사회적 관점에서 고속철도의 적정운임은 수단분담모형으로부터 도출되는 통행자의 편익변화와 각 운송업체의 사회적 비용과 운임수입 변화, 외부비용 변화, 중앙정부의 세수 변화가 반영된 사회적 편익 변화를 통해 추정된다. 운임추정에 사용되는 자료는 모두 2011년 12월을 기준으로 한다.

II. 선행연구의 고찰

1. 교통수단의 적정운임에 관한 선행연구 고찰

1) 고속철도의 적정 운임수준 추정에 관한 연구

이용상(2000)은 고속철도의 잠재이용고객 조사를 통해 고속철도 운임의 수용 범위를 추정하였다. 현시점(2000년 6월)에서 고속철도가 운영된다면 운임이 얼마일 때 이용할 의사가 있는지 설문조사를 실시하였다. 가격 민감도 측정법(Price Sensitivity Measurement)을 이용하여 고속철도에 대한 잠재수요자의 운임 수용범위를 추정한 결과, 자가용 이용자의 서울~부산 간 고속철도 수용가능 운임은 34,000~39,000원, 고속버스 이용자는 31,000~36,000원, 항공 이용자는 34,000~37,000원, 일반철도 이용자는 33,000원~39,000원으로 나타났다. 종합하면 37,000원 정도의 수준일 때 잠재수요의 만족도가 가장 높을 것으로 예상되는 결과를 도출하였다.

이장호(2005)는 고속철도 개통 전 새마을호의 통행시간과 운임, 고속철도 개통 후 고속철도의 통행시간과 운임을 비교하여 통행시간 절감 대비 증가한 운임수준을 분석하였다. 그 결과 2005년 당시 운임수준은 절감된 통행시간에 비해 약간 비싼 것으로 나타났다. 서울~부산 간 운임은 44,800원(2005년 기준)으로 운행되고 있으나 한계대체율법에 의한 시간 가치를 고려하면 42,500원, 한계임금률법에 의해 산정된 운임은 41,500원이 적정 수준인 것으로 추정되었다. 철도공사의 비용자료 취득의 어려움으로 고속철도의 운영비용을 고려하지 않아 현실적으로 적정 운임수준을 판단하는데 한계가 있다.

고속철도의 적정 운임수준에 관한 연구는 주로 이용자의 지불수준 측면에서 진행되어 철도운영기관의 측면이나 사회적 측면에서 추정한 연구는 거의 없는 것으로 나타났다.

2) 운임과 사회적 편익에 관한 연구

전미현(2002)은 교통수요관리방안 시행에 따른 교통 측면의 효과와 형평성, 효율성 측면의 효과를 분석하였다. 서울시 가구통행실태조사를 바탕으로 수단선택모형을 정립하여 도심 진입료 부과, 10부제 실시, 버스 전용차로제 시행 등 3가지 수요관리방안에 따른 수단분담률 추정과 노선 배정을 실시하였다. 각 방안별로 수단분담률과 통행시간의 변화를 통한 효과를 분석한 결과, 효율성 측면에서 3가지 수요관리방안 모두 사회에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

조은경(2006)은 서울시의 혼잡통행료 부과에 따른 교통 측면의 효과와 형평성, 효율성 효과를 추정하였다. 개별다항로짓 수단선택모형과 도로구간의 교통량-지체함수를 이용하여 수요모형과 공급모형을 구축하였고, 이를 이용하여 통행자의 보상변화와 대중교통 운영기관의 사적 운행 비용, 세수 및 혼잡통행료 수입, 외부비용 등을 고려하여 효율성 측면의 효과를 분석하였다. 그 결과, 혼잡통행료를 부과하면 수도권에서 사회적 순편익이 발생하는 것으로 추정되었다.

Liu and McDonald(1998)은 캘리포니아 91번 주(州) 도로를 대상으로 최적의 가격설정, 차선의 가격설정, 통행료 수입금 극대화 가격설정과 무료 도로 4가지 대안에 대해 적정 혼잡통행료 수준과 통행량을 분석하여 사회적 후생을 도출, 비교하였다. 그 결과, 최적, 차선의 가격설정은 후생을 증가시켰으나 무료도로는 후생변화가 없고 수입금 극대화 가격설정은 후생을 매우 감소시키는 것으로 나타났다.

Small and Rosen(1981)은 후생경제학 이론을 바탕으로 교통수단의 이산선택 시 교통정책 변화에 따른 사회적 후생효과를 추정하는 방법을 교통 분야에서 최초로 도입하였다. 이때, 수요함수 대신 개인별 자료에서 추정한 이산선택모형을 사용하여 서비스 질과 운임 변화로 인한 후생효과를 분석하였다.

그 이후 Small(1983)은 연구를 발전시켜 샌프란시스코의 만 지역의 CBD 통근자를 대상으로 혼잡통행료 부과 시 통행자의 후생효과를 추정할 때, 로짓 수단선택모형을 수요모형으로 교통량-지체함수를 공급모형으로 설정하여 수요와 공급의 균형점을 찾아 후생효과를 분석하였다.

2. 지역 간 통행수요모형의 선행연구 고찰

1) 지역 간 통행수요모형에 관한 국내 선행 연구

(1) 교통시설 투자평가지침

국토해양부(2011)의 교통시설 투자평가지침(제4차 개정)에서는 승용차, 버스, 철도의 수단별 총통행시간과 총통행비용, 수단별 특성을 나타내는 더미변수를 사용하여 지역 간 여객통행 수단선택모형을 제시하고 있다. 또한 고속철도와 일반철도를 분리하기 위해 철도투자타당성 평가체계 개선방안(한국교통연구원, 2010)의 연구결과를 바탕으로 수단선택모형을 추가로 제시하였으며 접근시간과 차내시간을 분리하여 적용하였다. 그러나 지역 간 장거리 통행에서 고속철도의 경쟁수단이라 할 수 있는 항공을 반영하지 못한 한계점이 있다.

(2) 예비타당성조사 표준지침

한국개발연구원(2008)의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)에서 제시한 지역 간 수단선택모형은 수단별 총통행시간, 총통행비용과 수단별 더미변수를 사용하였으며, 고속철도와 일반철도가 분리된 모형과 그렇지 않은 모형을 제시하였다. 교통시설 투자평가지침과 마찬가지로 항공수요는 반영되어 있지 않다는 한계가 있다.

(3) 기타 선행연구

심재인(2010)은 지역 간 교통수단선택모형과 기법을 정리하고 통계적으로 타당성을 검증하였다. 지역 간 통행 수단인 승용차, 버스, 고속철도, 일반철도, 항공에 대한 연도별 횡단면 자료를 이용하여 통행수요모형을 구축하였다. 설명변수로는 통행시간, 통행비용, 일 운행횟수를 사용하였으며 중력모형, 추상수단모형, 집계로짓모형을 구축하여 장래 고속철도 노선확장 완공 시 수요변화를 예측하였다. 로짓모형이 추상수단모형보다 예측력이 좋은 것으로 분석되었으나 통행비용 변수의 통계적 유의성이 낮은 것으로 나타나 본 연구에 적용하기에는 어려울 것으로 판단된다.

윤대식(2006)은 경부고속철도 개통에 따른 대구시민의 지역 간 통행 수단 선택행태를 분석하기 위해 대구~서울, 대구~대전 구간의 통행수단 선택모형을 추정하였다. 승용차, 버스, 고속철도, 일반철도, 항공을 대상으로 RP/SP 설문조사를 실시하고 자료를 수집했으며, 다항로짓모형을 사용하여 대구~서울, 대구~대전 구간의 수단선택모형을 구축하였다. 설명변수로는 수단별 통행시간, 통행비용, 접근시간, 접근비용 등을 사용하였으며 구간에 따라 설명변수의 계수 값과 통계적 유의성이 다르게 나타났다. 경부고속철도 2단계 개통 이전의 진술선호자료를 이용하여 현실을 반영하기 어려우며 분석구간이 다른 서울~부산 노선에 적용하기에 무리가 있는 것으로 판단된다.

이장호(2009)는 고속철도 개통 후 고속철도의 수요분석을 위해 경북, 호남, 영동축의 주요 기종점 통행자를 대상으로 실시한 현시선호(Revealed Preference)자료를 이용하여 지역 간 통행수단 선택모형을 추정하였다. 지역 간 통행행태를 현실적으로 반영하기 위해 고속철도와 일반철도를 분리하고 항공을 포함했으며 모형의 설명력을 높이기 위해 본 수단과 접근수단을 분리한 모형을 제시하였다. 그러나 설명변수로 운행횟수를 고려하지 않았고 고속철도 2단계 개통 전의 현시선호자료를 이용했다는 점에서 본 연구의 수요모형에 적용하기 어려울 것으로 보인다.

정철(2007)은 철도수요의 시간과 요금의 영향을 분석하기 위해 경부축과 호남축을 대상으로 집계형 로짓모형과 직접수요모형을 추정하였다. 승용차, 버스, 고속철도, 새마을호, 무궁화호, 항공의 수단별 통행시간, 운임, 운행횟수 자료를 사용하여 모형을 구축하였다. 운행횟수 변수를 사용하여 서비스 공급이 수요에 미치는 영향을 반영하였으나 2004년 고속철도의 개통 전후 자료를 바탕으로 모형을 구축한 점에서 저비용항공사의 진입, 고속철도의 2단계 개통이 반영된 자료를 사용하지 않았다는 한계점이 있다. 또한 로짓모형 추정 시 소득이 포함되지 않아 본 연구에서 적용하기 힘들다고 판단된다.

2) 지역 간 통행수요모형에 관한 국외 선행 연구

국내 연구는 전국 단위의 지역 간 통행수요모형이 대부분인 반면, 특정 노선을 대상으로 고속철도와 항공수단을 고려한 모형을 추정한 국외 연구는 다음과 같다.

Behrens(2012)는 런던~파리 구간을 대상으로 고속철도인 유로스타(Eurostar)와 공항과 항공사에 따라 5가지 수단으로 세분화 한 항공의 여객통행 수요모형을 추정하였다. 통행시간, 운임, 운행횟수, 접근거리 등의 변수를 포함시켜 로짓모형과 혼합로짓모형(Mixed Logit Model)을 사용하여 수요모형을 구축하였다.

Bhat(1995)는 토론토~몬트리올 구간의 철도와 항공, 승용차를 대상으로 교통수요모형을 추정하였다. 철도의 차내시간, 차외시간, 운임, 운행횟수 변수를 사용하여 다항로짓모형(Multinomial Logit Model)과 이분산성 특성치모형(Heteroscedastic Model)을 구축하였고 철도수요의 자기탄력성과 항공수요의 교차탄력성을 추정하였다.

Roman(2008)은 마드리드~사라고사, 마드리드~바르셀로나 축을 대상으로 고속철도, 버스, 항공, 승용차에 대하여 네스티드 로짓모형(Nested

Logit Model)을 사용하여 고속철도와 대안수단의 통행수요모형을 구축하였다. 고속철도의 차내시간, 차외시간(접근+배출시간), 운임, 운행빈도를 설명변수로 사용하여 이에 대한 고속철도 수요의 자기탄력성과 항공수요의 교차탄력성을 추정하였다.

3. 선행연구의 시사점

지금까지의 연구들을 살펴보면 고속철도의 적정운임 추정에 관한 연구는 이용자의 지불용의 관점에서 진행되었다. 사회적 관점에서 교통수단의 운임, 운영정책에 관한 연구는 주로 혼잡통행료, 버스전용차로제 등과 같은 도로부문을 중심으로 진행되어 왔다. 기존의 연구들이 교통수단 이용자 입장에서 분석하거나 각 도로정책의 사회적 편익을 추정하여 효율성을 비교·분석하는데 그쳤다면 본 연구에서는 사회적 편익이 최대가 되는 고속철도의 운임을 추정하여 사회적 관점의 적정 운임수준을 도출하는 방법론을 제시하고 적용시켜 운영기관의 이익이 최대가 되는 운임과 비교·분석 할 것이다.

고속철도의 적정운임 수준을 추정하기 위해서는 운임과 운행횟수 변화에 따른 교통수단별 통행량 변화를 분석할 수 있는 수요모형이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 이를 반영한 통행수요모형을 새로 구축하고자 한다.

앞서 살펴본 것처럼 지역 간 통행수요모형에서 이용 가능한 모든 수단에 대한 모형을 제시한 국내 연구는 많지 않으며 전국 단위의 모형이 대부분이다. 윤대식(2006)의 결과에서 알 수 있듯이 같은 모형을 사용하더라도 거리대별로 설명변수의 계수 추정치와 통계적 유의성이 다르기 때문에 서울~부산 간 수요모형을 구축할 필요가 있다.

또한 통행시간, 운임뿐만 아니라 공급변수인 운행횟수가 통행수요에 영향을 미침에도 이를 반영하지 않은 모형이거나 고속철도 2단계 개통

후를 반영하지 않은 자료를 근거로 구축한 모형을 본 연구에 사용하기에는 어려움이 따른다. 국외 연구의 경우 고속철도와 항공을 포함한 교통수단에 대해 특정 노선을 대상으로 수요모형을 추정했으나 국내 교통시장에 적용하기에는 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 경부고속철도 개통 후 현재까지 자료를 바탕으로 전국단위의 모형 대신 고속철도의 이점을 가장 많이 누리는 장거리 통행의 주요구간인 서울~부산 통행을 대상으로 수요모형을 구축한다. 항공을 고려한 대중교통수단의 통행시간, 소득이 반영된 운임, 운행횟수 자료를 사용하여 수요변수와 공급변수를 반영한 수단분담모형을 구축하여 철도운영기관의 관점과 사회적 관점에서 고속철도의 적정운임을 추정하는 데 사용할 것이다.

Ⅲ. 적정운임 추정 방법론 설정

1. 방법론의 개요 및 가정

1) 방법론의 개요

고속철도의 적정운임을 추정하기 위해 고속버스, 고속철도, 일반철도, 항공 등 서울~부산 통행이 가능한 4개의 대중교통수단을 대상으로 수단 분담모형을 구축한다. 모형은 각 수단의 통행시간, 운임, 운행횟수 변수로 구성되며 Limdep version 8.0 프로그램을 사용한다. 고속철도의 운임과 각 수단의 운행횟수 변화에 따른 수단분담률 변화를 통해 철도운영기관의 측면과 사회적 관점에서 고속철도의 적정운임을 추정한다.

2) 방법론의 가정

(1) 서울~부산 교통축에 대한 가정

서울~부산 편도 통행을 대상으로 수단분담모형을 구축하며 고속철도의 적정운임을 추정한다. 기종점간 각 수단의 통행량 집계는 서울과 부산 각 지역에서 이용 가능한 수단별 터미널을 모두 고려하며 <표 III-1>과 같다. 모든 승객은 왕복으로 통행한다고 가정하며 각 수단의 양방향 통행량의 1/2 값을 편도 통행량으로 사용한다.

통행시간의 경우 서울~부산 간 차내 통행시간만을 의미하며 접근시간과 배출시간은 고려하지 않는다. 집계자료의 특성상 접근시간과 배출시간은 지역 내 편차가 크기 때문에 대푯값 추정이 어렵기 때문이다. 같은 이유로 운임도 본 통행수단의 운임만을 의미하며 운행횟수는 하루 편도 운행횟수를 기준으로 한다.

<표 III-1> 각 수단별 터미널

수단	서울	부산
고속버스	동서울, 서울경부	부산
고속철도	서울, 영등포	구포, 부산
일반철도	서울, 영등포	구포, 부산
항공	김포공항	김해공항

(2) 통행수단에 대한 가정

서울~부산 간 통행자의 이용 가능한 수단은 승용차를 제외한 고속버스, 고속철도, 일반철도, 항공 등 4개의 대중교통수단으로 한정한다.

지역 간 통행 시 대중교통수단은 정해진 1~2개의 기종점에서 일정한 노선으로 운행하는 특징이 있다. 반면, 승용차는 고속도로 톨게이트와 같이 기종점이 많고 이용할 수 있는 고속도로와 국도의 수가 많아 이동경로가 매우 다양하다. 승용차의 통행량과 재차인원, 이동패턴을 현실적으로 파악하는데 한계가 있으므로 본 연구에서는 개인교통수단인 승용차를 제외하고 분석한다.

고속버스의 경우 시외버스를 제외한 우등고속과 일반고속만 고려하며, 일반철도는 새마을호와 무궁화호를 의미한다. 항공은 연구의 분석기간인 2005년 1월부터 2011년 12월까지 김포~김해 노선을 운항한 대한항공, 아시아나항공과 에어부산⁷⁾을 대상으로 한다.

7) 아시아나항공은 2008년 10월부터 김포~김해 노선을 모(母)기업 금호아시아나의 자(子)회사인 에어부산과 공동운항하고 있다.

(3) 수요변화에 따른 운행횟수 변화에 대한 가정

운송업체는 수요변화에 맞추어 공급량을 조절하여 원활한 운송환경을 제공할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 첫째, 대중교통수단의 이용자 수가 변하면 운송업체는 운행횟수를 변화시켜 좌석 이용률(load factor)을 일정하게 유지하며 운행한다고 가정한다. 일반적으로 좌석 이용률이란 교통수단의 운송 가능한 여객 수에 대한 실제 이용한 여객의 비율을 말한다. 그러나 본 연구에서는 운송업체가 일정한 수익을 보장하기 위해 현재 운행하고 공급 좌석 수에 대한 이용 좌석 수를 가정한다.

둘째, 운행횟수는 각 운송업체가 현재 보유하고 있는 차량만으로 운행횟수를 늘리는 데 현실적으로 한계가 존재하므로 운행횟수의 한계점(maximum)을 설정하여 이 이상 운행횟수의 증가는 불가능하다고 가정한다. 또한, 신규 차량을 구입하여 운행횟수를 늘리는 경우는 없다고 가정한다. 운행횟수가 감소할 경우 운행하지 않는 차량을 판매하여 얻는 수익은 고려하지 않는다. 다시 말해 유휴상태의 차량이 다른 용도로 사용되는 경우는 존재하지 않는다.

셋째, 고속버스와 일반철도의 경우 서울~부산 간 통행의 분담률은 고속철도와 항공에 비해 매우 낮고 고속철도 운임변화에 덜 민감해 수요변화가 크지 않으므로 두 수단의 운행횟수는 고정이라 가정한다. 즉, 수요변화에 따른 대중교통수단의 운행횟수 변화는 고속철도와 항공만 가능하다.

항공의 운행횟수는 서울~부산 노선만 해당하므로 운행횟수가 변하면 다른 노선의 수요와 공급에 영향을 미치지 않는다. 그러나 고속철도의 운행횟수는 경부선 전체에 대한 운행횟수이므로 운행횟수가 변하면 서울~대전, 서울~대구 등 다른 노선의 수요와 공급 변화에 영향을 미친다. 따라서 마지막으로 경부선 각 구간별 수요량은 서울~부산의 수요변화와 같은 비율로 변하며, 경부선 철도를 이용하는 승객 중 서울~부산을 통행하는 승객이 차지하는 비율은 일정하다고 가정한다.

2. 수단분담모형

본 연구에서는 서울~부산 간 수단분담모형을 추정하기 위해 월별 집계자료를 사용하여 다항로짓모형을 구축한다. 통행시간, 소득을 반영한 운임 외에 운행횟수 변수가 포함된 효용함수를 추정하고 수단분담모형을 구축한다. 운임이 변하면 수요가 변하고, 수요가 변하면 공급량도 변하기 때문에 공급변수인 운행횟수를 포함한다.

집계자료를 이용하여 모형을 추정할 경우 통행자 집단이나 존별 평균값에 의존하기 때문에 개별 자료의 분산을 정확하게 반영하지 못한다는 문제점이 존재한다. 그러나 개별 자료를 사용할 경우 운행횟수가 포함된 로짓모형을 구축하는데 시간과 비용이 많이 든다는 단점을 보완할 수 있다. 또한, 기존연구에서 추정한 수단선택모형의 효용함수는 운행횟수를 고려한 모형은 거의 존재하지 않기 때문에 운행횟수 변수가 포함된 모형 추정이 필요하다. 따라서 시간의 흐름에 따라 운행횟수의 변화와 통행량 변화를 쉽게 파악할 수 있는 월별 집계자료를 사용하여 운행횟수 변수가 포함된 수단분담모형을 구축한다.

1) 다항로짓모형

교통수단의 시장분담을 모형화 하는데 많이 쓰인다. 집계자료를 이용하는 본 연구는 합산된 형태의 자료를 이용한다는 점에서 비집계 로짓모형과 차이가 존재한다. 로짓모형은 확률적 효용함수를 갖는 의사결정자의 효용 극대화 과정에 의해 유도되며, 여러 수단 중 특정 수단 m 이 선택된다는 것은 수단 m 의 효용이 다른 어떤 수단의 효용보다도 크다는 것을 의미한다.

본 연구에서는 서울~부산 간 고속버스, 고속철도, 일반철도, 항공 4수단에 대해 다항로짓모형을 추정하며 (식 III-1)와 같이 계산된다.

$$P_m = \frac{\exp(V_m)}{\sum_{m=1}^4 \exp(V_m)} \quad V_m = \beta' X_m \quad (\text{식 III-1})$$

여기서, P_m : 수단 m의 수단분담률
 (1: 고속버스, 2: 고속철도, 3: 일반철도, 4: 항공)
 V_m : 수단 m의 효용
 X_m : 수단 m을 설명하는 독립변수
 β : 수단 m의 추정된 파라메타

2) 효용함수의 설정

통계적 유의성을 고려하여 구축한 최종 수단분담모형의 변수 및 수단별 효용함수는 다음과 같다.

$$V_{bus} = \beta_1 TIME_{bus} + \beta_2 \frac{FARE_{bus}}{INC} + \beta_3 FREQ_{bus} \quad (\text{식 III-2})$$

$$V_{KTX} = \alpha_{KTX} + \beta_1 TIME_{KTX} + \beta_2 \frac{FARE_{KTX}}{INC} + \beta_3 FREQ_{KTX}$$

$$V_{rail} = \alpha_{rail} + \beta_1 TIME_{rail} + \beta_2 \frac{FARE_{rail}}{INC} + \beta_3 FREQ_{rail}$$

$$V_{air} = \alpha_{air} + \beta_1 TIME_{air} + \beta_2 \frac{FARE_{air}}{INC} + \beta_3 FREQ_{air}$$

여기서, V_m : 수단 m의 효용
 $TIME_m$: 수단 m의 통행시간(분)
 $FARE_m$: 수단 m의 운임(천원)
 INC : 1인당 월평균 실질처분가능소득(천원)
 $FREQ_m$: 수단 m의 일 운행횟수(회/일, 편도)
 α_m : 수단특정상수
 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$: 통행시간, 운임, 운행횟수에 대한 파라메타

3) 운행횟수 기준

수단분담모형의 공급변수인 운행횟수 변화의 기준은 각 대중교통수단의 서울~부산 간 좌석 이용률(load factor)을 사용한다. 일반적으로 좌석·km에 대한 인·km를 사용하나 본 연구에서는 서울~부산 간 노선만 한정하여 거리가 일정하므로 공급 좌석 수에 대한 실제 이용자 수를 의미한다.

앞에서 운송업체가 적정 이윤을 보장하기 위한 기준이 load factor이며 이 값에 따라 운행횟수를 변화시킨다고 가정하였다. 예를 들어, 고속철도의 운임 인상으로 승객 수가 감소하여 승객 수가 load factor보다 작으면 운송업체는 운행횟수를 줄여서 운행비를 절감하고 승객 수를 load factor 수준으로 유지하며 이윤을 얻는다. 반대로 운임변화로 승객 수가 증가해 load factor보다 크면 운송업체는 운행횟수를 증가시켜 승객 수를 load factor 수준으로 유지한다.

운임 변화에 따라 이용자 수(Q)가 변하면 운송업체는 load factor 기준에 따라 운행횟수(N)를 수요변화에 맞게 변경한다. 변경된 운행횟수 변수를 수단분담모형에 반영해 각 수단의 이용자 수를 다시 추정하며, 이에 따른 운행횟수를 load factor 기준에 맞게 또 다시 변경한다. 이런 과정을 모든 수단의 이용자 수가 더 이상 변하지 않는 균형에 이를 때까지 i 번 반복한다.

운행횟수를 결정하는 식은 (식 III-3)과 같이 정리할 수 있으며, 운행횟수는 자연수이므로 소수점의 첫째자리에서 올림 한다.

각 수단의 운행횟수 한계점(maximum) 설정은 선로용량과 같은 교통환경과 실제로 운송업체의 운행 가능한 공급량을 고려해야 한다. 선로용량은 기준 시점인 2011년 12월의 용량 상태를 유지하여 교통 환경 변화가 없으며, 운송업체가 열차와 항공기를 추가로 구입하지 않는다는 가정하에 각 수단의 최대 운행가능횟수를 설정한다.

$$N_m^{i+1} = \frac{Q_m^i}{l_m} (i = 1, 2, 3, \dots \infty) \quad (\text{식 III-3})$$

여기서, N_m : 수단 m의 일 운행횟수(편도)

Q_m : 운임변화 후 i 번째 수단분담모형에 따른 수단 m의 이용자 수(명)

l_m : 수단 m의 운행횟수 1건 당 load factor(좌석 수)

i : 운행횟수 변화 횟수

앞의 방법론의 가정에서 운행횟수에 따른 운송업체의 차량 추가 구입과 판매는 고려하지 않으며 현재 운송업체가 보유하고 있는 차량만으로 운행횟수를 변화시킨다고 가정하였으므로 운행횟수 증가의 한계점이 존재하는 상황에서 운행횟수가 변한다.

3. 고속철도의 운임변화에 따른 영향

본 연구에서는 공급변수인 운행횟수가 포함된 수단분담모형을 구축하여 운임변화에 따른 서울~부산 간 대중교통수단별 통행량을 추정한다. 추정된 통행량과 운임변화, 운행횟수 변화 등을 바탕으로 고속철도의 적정운임 추정의 기준시점인 2011년 12월의 서울~부산 간 고속철도 운임을 5% 단위로 변화시키며 철도운영기관의 관점에서 고속철도만의 이익⁸⁾ 변화와 일반철도를 포함한 이익 변화를 살펴본다. 또한 사회적 관점에서 고속철도의 운임변화에 따른 사회적 후생 변화를 살펴본다. 여기서 철도 운영기관의 이익과 사회적 후생이 극대화가 되는 고속철도의 운임이 적정운임이라 할 수 있다.

8) 이익 = 수입 - 비용

1) 철도운영기관의 이익 변화

일반적으로 운송업체는 이익을 극대화하려는 목적을 갖고 있으므로 이익이 최대가 되는 운임은 운송업체 입장에서 적정운임이라고 할 수 있다. 한국철도공사는 고속철도, 일반철도(새마을, 무궁화 등), 광역전철을 운영하고 있으나 본 연구에서는 지역 간 통행수단인 고속철도, 일반철도에서 발생하는 이익만 고려하며 접근수단의 이익은 제외한다.

(1) 고속철도의 이익 변화

고속철도 이익을 최대화하는 운임을 추정하는 식은 다음과 같다. 대괄호는 운임이 변했을 때(a) 이익과 기준 운임일 때(b) 측정되는 내부항의 차이를 나타낸다.

$$Max R^{KTX} = [Q^{KTX} \times F^{KTX} - N^{KTX} \times C^{KTX}]_b^a \quad (\text{식 III-4})$$

여기서, R^{KTX} : KTX 이익 변화

Q^{KTX} : 서울~부산 KTX 이용자 수(인/일, 편도)

F^{KTX} : 서울~부산 KTX의 운임

N^{KTX} : 서울~부산 KTX 운행횟수(회/일, 편도)

C^{KTX} : 서울~부산 KTX의 운영비(천원/회)

(2) 일반철도를 포함한 이익 변화

일반철도 이익을 최대화하는 운임을 추정하는 방법은 (식 III-5)와 같으며, 고속철도와 일반철도를 고려하여 철도운영기관의 이익을 극대화하는 운임추정 방법은 (식 III-6)과 같다. 고속철도의 운임이 변하면 일반철도의 수요도 변하게 되나 일반철도 수요에 따른 공급 변화는 앞의 가정에서 고려하지 않기로 했으므로 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$Max R^{rail} = [Q^{rail} \times F^{rail}]_b \quad (\text{식 III-5})$$

여기서, R^{rail} : 일반철도의 수입 변화

Q^{rail} : 서울~부산 일반철도 이용자 수(인/일, 편도)

F^{KTX} : 서울~부산 KTX의 운임

$$Max R^{Korail} = R^{KTX} + R^{rail} \quad (\text{식 III-6})$$

여기서, R^{Korail} : 철도운영기관의 이익 변화

R^{KTX} : 고속철도의 이익 변화

R^{rail} : 일반철도의 이익 변화

2) 사회적 후생 변화

고속철도 운임 변화에 따라 변하는 사회적 후생은 서울~부산의 통행자가 얻게 되는 편익, 대중교통 운송업체의 사회적 비용과 외부비용을 포함하여 사회 전체의 편익을 반영해야 한다. 사회적 후생(ΔTSW)을 극대화하는 운임은 사회적인 관점에서 적정운임이라고 볼 수 있으며 다음(식III-7) 과 같이 계산된다.

$$\Delta TSW = \Delta CS - \Delta TSC - \Delta TEC + \Delta TFR + \Delta TTR \quad (\text{식 III-7})$$

여기서, ΔTSW : 사회적 후생 변화

ΔCS : 통행자 편익 변화

ΔTSC : 대중교통 운송업체의 사회적 비용 변화

ΔTEC : 외부비용(대기오염비용) 변화

ΔTFR : 대중교통 운송업체의 운임수익 변화

ΔTTR : 세수(부가가치세) 변화

(1) 통행자 편익 변화

통행자 편익이란 운임 변화 전후의 효용의 차이를 화폐가치로 나타낸 것을 말하며 보상변화를 통해 구할 수 있다. 보상변화란 운임 변화 후에도 모든 통행자가 운임 변화가 이루어지기 전의 효용수준과 같게 하기 위해 통행자에게 보상해야 할 금액의 크기를 말한다. 보상변화가 양(+)의 값이면 운임 변화 후 효용이 나빠져 통행자에게 일정 금액을 보상해야 하는 것으로 볼 수 있다. 즉, 편익이 일정 금액만큼 감소하여 보상해줘야 한다는 것을 의미한다. 보상변화의 음(-)의 값은 편익이라고 해석할 수 있으며 (식 III-8)과 같이 계산된다.

$$\Delta CS = \frac{N}{\lambda} [\ln(\sum_{m=1}^4 e^{V_m})]_b^a \quad (\text{식 III-8})$$

여기서, ΔCS : 서울~부산 통행자가 수단 m을 선택할 때
통행자 편익 변화
(m = 1: 고속버스 2: KTX, 3: 일반철도 4: 항공)
 λ : 통행자 1명의 소득에 대한 한계효용
 N : 서울~부산 총 통행자 수(인/일, 편도)
 V_m : 수단 m을 이용함으로써 얻는 간접 효용

$$\lambda = \frac{-\beta_2}{INC} \quad (\text{식 III-9})$$

여기서, β_2 : 효용함수에서 (운임/소득)의 계수
 INC : 통행자 1명의 월평균 처분가능소득(천원)

간접 효용(V_m)은 로짓모형을 통해 추정할 수 있으며, 대괄호 내부 항은 통행자 1명이 네 가지 교통수단을 모두 이용할 경우 얻게 되는 효용의 기대치를 나타낸다. 소득의 한계효용(λ)은 소득 한 단위가 효용 몇 단위와 같은지를 의미하며, 그 역수는 효용 한 단위가 얼마의 가치가 있는지 화폐로 나타낸 것을 말한다. 따라서 효용의 변화량에 λ 의 역수를 곱해 편익 변화량을 화폐가치로 환산하고 네 수단의 서울~부산 간 총 승객수를 반영하면 통행자 편익을 구할 수 있다.

운임 변화 후 ΔCS 가 양(+)의 값을 가지면 현재 운임보다 효용이 증가하여 편익이 증가한 것으로 볼 수 있고, 반대로 (-)의 값이 도출되면 운임이 변하면 편익이 지금보다 감소한 것을 의미한다.

(2) 운송업체의 사회적 비용 변화

대중교통운송업체가 부담해야 하는 사회적 비용은 각 수단의 수요변화에 따라 증감하는 운행횟수에 영향을 받는다. 운송업체의 사회적 비용은 운행횟수와 운영비 원단위를 이용해 산출할 수 있으며 (식 III-10)과 같이 계산된다. 다만, 앞에서 고속버스와 일반철도의 운행횟수는 고정이라는 가정에 의해 운행횟수 변화에 따른 사회적 비용 변화는 고속철도와 항공만 존재한다.

$$\Delta TSC = \sum_m [C^m \times N^m]_b^a (m=2,4) \quad (\text{식 III-10})$$

여기서, ΔTSC : 수단 m 운송업체의 사회적 비용 변화

C^m : 수단 m의 서울~부산 운영비 원단위(천원/회, 편도)

N^m : 수단 m의 서울~부산 편도 운행횟수(회/일)

(3) 외부비용(대기오염비용) 변화

통행자가 대중교통수단을 이용하면 교통사고와 대기오염이 발생하게 되므로 이에 따른 외부비용을 반영해야 한다. 사고비용은 운영비에 보험료가 포함되어 있으므로 고려하지 않는다. 대기오염비용은 운행횟수에 영향을 받으므로 운행횟수가 불변이라 가정된 고속버스와 일반철도의 대기오염비용은 제외한다. 고속철도에서 발생하는 대기오염물질은 미미하므로 항공부문만 고려하며 다음과 같이 계산된다.

$$\Delta TEC = [EC^{air} \times N^{air}]_b^a \quad (\text{식 III-11})$$

여기서, ΔTEC : 대기오염비용 변화

EC^{air} : 서울~부산 항공기의 대기오염비용 원단위(원/회)

N^{air} : 항공의 편도 운행횟수(회/일)

(4) 운송업체의 운임수익 변화

대중교통수단 이용 시 승객이 지불하는 운임은 대중교통운송업체의 사회적 비용과 반드시 같지는 않다. 대중교통운송업체의 사회적 비용 변화는 앞에서 반영되었으므로 운송업체의 운임수익 변화는 사회적 비용 변화액과 차감계산을 해야 하며, 다음과 같이 계산된다.

$$\Delta TFR = \sum_{m=1}^4 [(0.909 \times F^m \times Q^m) + (F^{rail} \times Q^{rail})]_b^a \quad (\text{단, } m \neq 3) \quad (\text{식 III-12})$$

여기서, ΔTFR = 수단 m 운송업체의 운임 수익 변화

F^m : 수단 m의 서울~부산 구간의 운임

Q^m : 수단 m의 서울~부산 구간의 이용자 수

0.909 : 실제 지불 운임 중 부가가치세를 제외하기 위한 보정계수

(5) 세수(부가가치세) 변화

통행자 편익 중 운임은 부가가치세가 포함되어 있다. 통행자가 대중 교통수단을 이용하면서 운임을 지불하지만 이는 공급가액에 10%의 부가가치세가 합산된 것이다. 부가가치세의 변화는 사회 전체적인 관점에서 증가하거나 감소한 것이 아니라 이전된 것이므로 따로 고려해주어야 한다. 단, 일반철도는 면세대상이므로 제외하며 다음과 같이 계산된다.⁹⁾

$$\Delta TTR = \sum_{m=1}^4 [0.091 \times F^m \times Q^m]_b^a \quad (\text{단, } m \neq 3) \quad (\text{식 III-13})$$

여기서, ΔTTR : 부가가치세 수입 변화

F^m : 서울~부산까지 수단 m을 이용할 때 지불하는 운임

Q^m : 서울~부산까지 수단 m을 이용하는 통행자 수

0.091: 부가가치세 보정계수(실제 지불 운임의 9.1%는 부가가치세)

9) 부가가치세법 12조 1항에 따르면 시내버스·시외버스·철도·지하철도·전철 및 일반 여객선은 면세대상이며 항공기·고속버스·전세버스·택시·특수자동차·특종선박 및 고속철도는 과세에 해당된다.

IV. 자료의 구축

1. 수단분담모형의 자료

본 연구에서 수단분담모형 추정에 사용된 자료는 2005년 1월~2011년 12월 까지 월별 시계열 자료이다. 경부축 중 서울~부산 간 통행을 대상으로 월별 형태의 자료를 수집하였다.

<표 IV-1> 수단분담모형 수집 자료의 개요

자료	자료설명	출처	형태
고속버스 여객 수송실적(인)	서울~부산 간 고속버스 유임승객 수(시외버스 제외)	KTDB	월별
철도 여객 수송실적(인)	서울~부산 간 KTX, 새마을호, 무궁화호 유임승객 수	KTDB	월별
항공 여객 수송실적(인)	서울~부산 간 항공 유임승객 수	한국항공공사	월별
고속버스 통행시간(분)	서울~부산 간 고속버스 소요시간	전국고속버스 운송사업조합	월별
철도 통행시간(분)	서울~부산 간 KTX, 새마을호, 무궁화호 소요시간	한국철도공사	월별
항공 통행시간(분)	서울~부산 간 항공 소요시간	대한항공 아시아나항공	월별

<표 IV-1> 수단분담모형 수집 자료의 개요(계속)

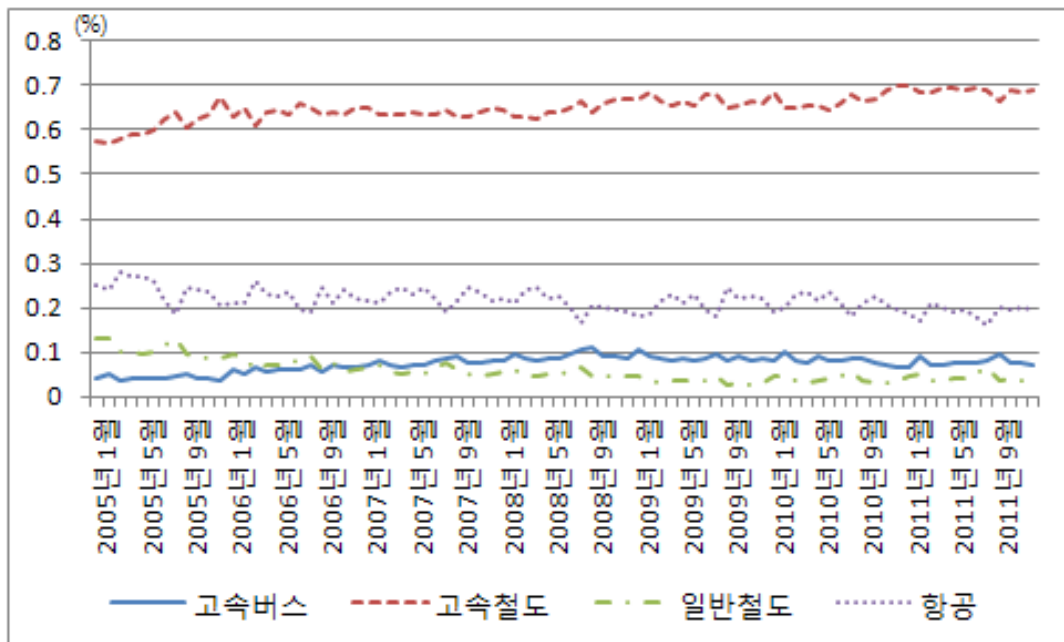
자료	자료설명	출처	형태
고속버스 운임(원)	서울~부산 간 고속버스 (일반/우등) 운임	KTDB	월별
철도 운임(원)	서울~부산 간 KTX, 새마을호, 무궁화호 운임	KTDB 한국철도공사	월별
항공 운임(원)	서울~부산 간 항공 운임	대한항공 아시아나항공 에어부산	월별
소비자물가지수	기본분류 소비자 물가지수 (2010=100)	통계청	월별
고속버스 운행횟수(회)	서울~부산 간 운행횟수	KTDB	월별
철도 운행횟수(회)	서울~부산 간 KTX, 새마을호, 무궁화호 운행횟수	KTDB 한국철도공사	월별
항공 운행횟수(회)	서울~부산 간 항공 운행횟수	한국공항공사	월별
국민처분가능 소득(억 원)	전체 항목 국민처분가능소득	통계청	연도별
취업자 수(인)	취업자 수		월별
인구 수(인)	시군구별 주민등록인구 수		연도별

수단분담모형을 추정하기 위해 고속버스, 고속철도, 일반철도, 항공 등 수단별 서울~부산 간 월 통행량 자료를 종속변수로 사용하였다. 독립변수로 서울~부산의 수단별 통행시간, 운임, 운행횟수 자료를 이용하였다. 각 지역에 여러 터미널이 존재하는 수단일 경우, 노선에 따라 통행시간과 운임의 차이가 존재하므로 노선의 운행횟수에 따른 가중평균을 사용하여 통행시간과 운임을 추정하였다.

수단분담모형 추정에 사용된 자료는 [부록 1]에 첨부하였다.

1) 수단분담률

서울, 부산지역의 각 대중교통수단별 터미널을 이용해 서울~부산을 통행한 승객수를 집계하였다. 분석기간 동안 서울~부산 간 대중교통수단별 수단분담률을 추정하였고 추이는 아래와 같다.



<그림 IV-1> 서울~부산 간 수단분담률 추이

<표 IV-2> 수단별 수단분담률

(단위: %)

구분	고속버스	고속철도	일반철도	항공
평균	0.075	0.650	0.058	0.217
최댓값	0.109	0.701	0.132	0.282
최솟값	0.038	0.572	0.026	0.162
표준편차	0.017	0.028	0.025	0.025

수단분담률 추이를 살펴보면 고속버스와 고속철도의 분담률은 증가하는 추세이며 일반철도와 항공의 분담률은 감소하는 것을 알 수 있다. 신대구부산고속도로 개통에 따른 고속도로의 통행시간 절감¹⁰⁾과 2008년 미국 발 금융위기의 여파로 운임이 상대적으로 저렴한 고속버스의 선호가 높아진 것으로 볼 수 있다. 고속철도의 분담률은 꾸준히 증가하는 모습을 보이다가 2010년 11월 경부고속철도 2단계 개통이후 증가율이 소폭 상승했다. 고속버스와 고속철도 분담률의 증가로 일반철도와 항공의 분담률은 상대적으로 감소한 것으로 보인다.

서울~부산 간 대중교통수단의 분담률은 계절적 변동의 특성을 보이고 있는데, 특히 항공의 경우 계절에 따라 분담률의 변화가 큰 것으로 나타났다.

10) 2006년 1월 26일 신대구부산고속도로가 개통되었으며, 2008년 3월부터 고속버스 운행노선에 적용되어 서울~부산 간 통행시간이 약 35분정도 절감되었다.

2) 수단별 통행시간

고속버스의 경우 우등고속과 일반고속의 통행시간에 차이가 존재하지 않는다. 동서울~부산, 서울경부~부산 노선의 운행횟수를 기준으로 가중평균하여 고속버스 통행시간 단일변수를 구축했다.

고속철도와 일반철도의 통행시간은 열차의 운행스케줄에 따라 시간대별로 차이를 보이고 있다. 따라서 한국철도공사에서 제공하는 열차운행스케줄의 서울~부산 간 출발 및 도착시간을 이용하여 하루 평균 통행시간을 산출했다. 이때, 일반철도의 통행시간 변수를 단일화하기 위해 새마을호와 무궁화호의 통행시간을 가중평균하여 구축했다. 가중평균의 기준은 운행횟수로 하였으며 추정식은 (식 IV-1)과 같다. 항공의 통행시간은 각 항공사 홈페이지의 운행스케줄의 출발 및 도착시간을 이용하였다.

$$T_{rail} = \frac{S_n \times S_t + M_n \times M_t}{S_n + M_n} \quad (\text{식 IV-1})$$

여기서, T_{rail} : 일반철도 가중 통행시간(분)

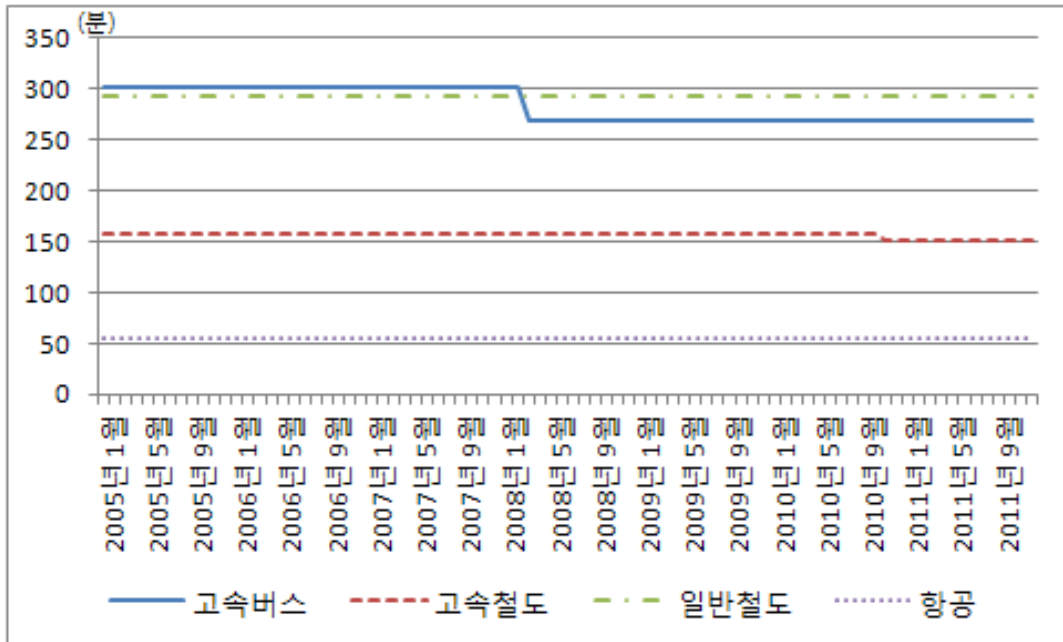
S_n : 새마을호 운행횟수(회/일)

S_t : 새마을호 일평균 통행시간(분)

M_n : 무궁화호 운행횟수(회/일)

M_t : 무궁화호 일평균 통행시간(분)

서울~부산 간 대중교통수단별 통행시간 추이는 다음과 같다.



<그림 IV-2> 서울~부산 간 대중교통수단별 통행시간 추이

<표 IV-3> 수단별 통행시간

구분	고속버스	고속철도	일반철도	항공
평균	283.4	156.2	292.3	55.0
최댓값	302.0	157.0	293.7	55.0
최솟값	268.0	152.0	291.8	55.0
표준편차	17.0	1.9	0.7	0.0

주: 통행시간은 차내시간을 의미함.

3) 수단별 운임

고속버스의 운임은 일반, 우등, 심야 등급에 따라 차등 적용된다. 따라서 고속버스의 운임변수를 단일화하기 위해 고속버스 운송실적 자료를 사용하여 일반과 우등의 운임을 가중평균하였다. 이 때 가중평균의 기준은 매월 일반과 우등의 운행횟수로 하였으며 추정식은 다음과 같다.

$$F_{bus} = \frac{A_n \times A_F + B_n \times B_F}{A_n + B_n} \quad (\text{식 IV-2})$$

여기서, F_{bus} : 고속버스 가중 운임(천원)

A_n : 우등고속 운행횟수(회/일)

A_F : 우등고속 운임(천원)

B_n : 일반고속 운행횟수(회/일)

B_F : 일반고속 운임(천원)

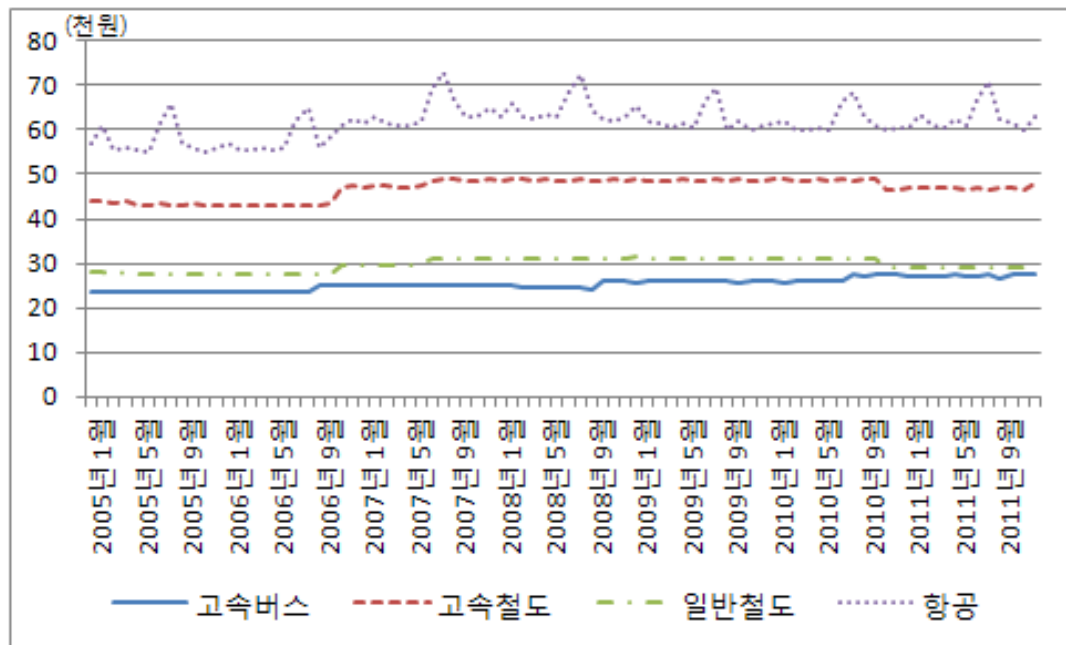
고속철도의 운임은 특실과 일반실로 구분되어 있으나 일반실이 차지하는 비중은 약 90% 이상으로 매우 크며 본 연구의 중점은 수단 내 등급별 운임이 아닌 수단 간 운임이기 때문에 일반실의 운임만 고려하여 산출하였다.

일반철도의 운임도 같은 이유로 일반실의 운임만을 이용하였으며 새마을호와 무궁화호의 운행횟수를 기준으로 고속버스와 같은 방법으로 가중평균하여 단일운임변수를 산출하였다. 각 대중교통수단의 주중과 주말의 운임이 다르기 때문에 월별 주중, 주말의 일수를 반영하여 최종 운임 자료를 구축하였다.

항공의 운임은 퍼스트, 비즈니스, 이코노미로 구분되어 적용되나 가중평균의 기준인 공급좌석수의 자료를 구하기 쉽지 않다는 한계점과 이코노미 석이 공급좌석의 대부분을 차지하고 있으므로 이코노미 운임만 사

용하였다. 또한 다른 수단과 달리 항공운임은 주중과 주말, 성수기와 비성수기에 따라 운임이 다르게 적용되기 때문에 이를 반영하여 단일운임을 산출하였다.

추정된 각 대중교통수단의 운임에 소비자 물가지수(2011년 12월=100)을 반영하여 운임자료를 구축하였다. 서울~부산 간 대중교통수단별 운임 추이는 다음과 같다.



<그림 IV-3> 서울~부산 간 대중교통수단별 운임 추이

<표 IV-4> 수단별 서울~부산 간 운임

(단위: 천원)

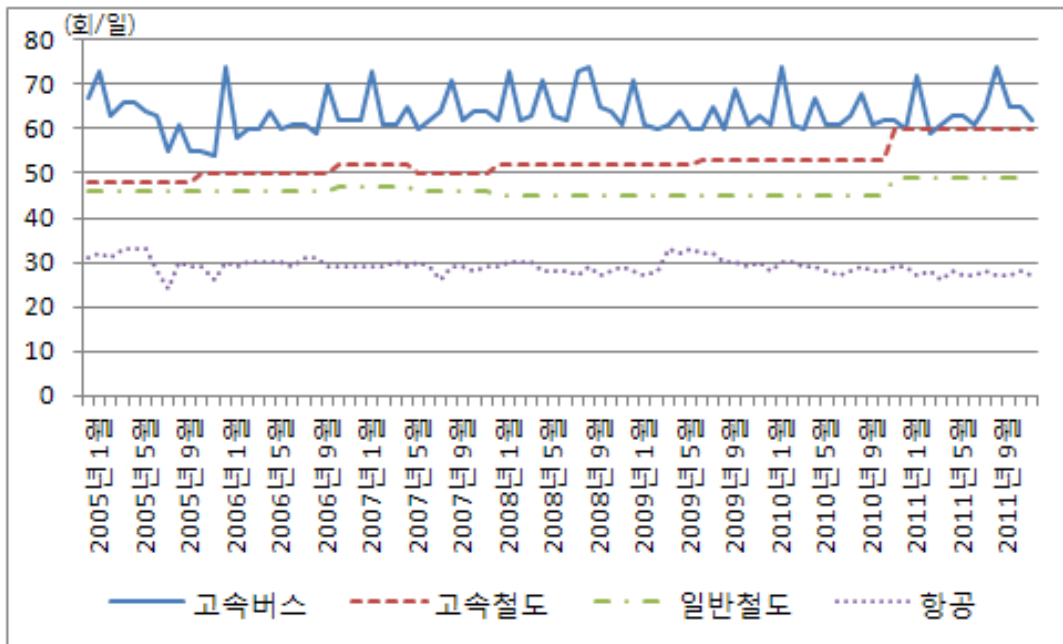
구분	고속버스	고속철도	일반철도	항공
평균	25.4	46.9	29.7	61.7
최댓값	27.5	49.2	31.3	72.7
최솟값	23.4	43.0	27.4	55.2
표준편차	1.3	2.3	1.5	4.0

주: 운임은 본 통행수단의 운임을 의미함.

4) 수단별 운행횟수

고속버스는 탄력적으로 운행이 가능하기 때문에 계절에 따라 운행횟수 차이가 가장 크게 나타났다. 2010년 11월 경부고속철도 2단계 구간이 개통하면서 고속철도와 일반철도의 운행횟수는 편도 기준 각각 14회/일, 8회/일 증가했다. 항공도 수요에 따라 탄력적인 공급이 가능하기 때문에 계절에 따라 약간의 운행횟수 차이를 보였다.

서울~부산 간 대중교통수단별 운행횟수 추이는 다음과 같다.



<그림 IV-4> 서울~부산 간 대중교통수단별 운행횟수 추이

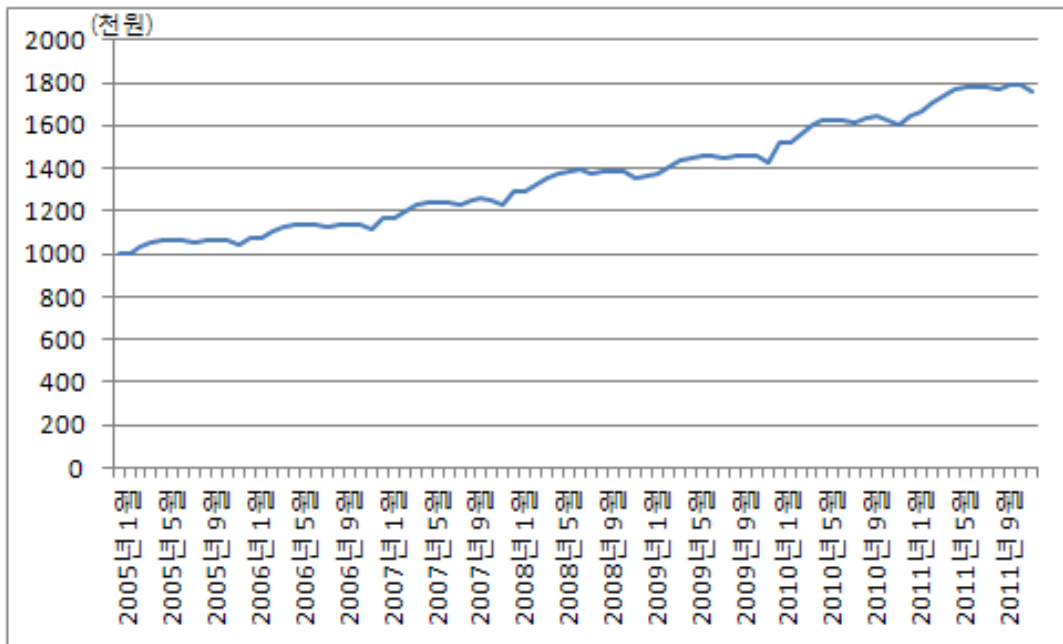
<표 IV-5> 수단별 서울~부산 간 운행횟수

(단위: 회/일, 편도)

구분	고속버스	고속철도	일반철도	항공
평균	63.6	52.5	46.1	29.1
최댓값	74.0	60.0	49.0	33.0
최솟값	54.0	48.0	45.0	24.0
표준편차	4.7	3.6	1.4	1.8

5) 1인당 국민처분가능소득

통계청에서 제공하는 국민처분가능소득은 연도별로 제공한다. 월별 처분가능소득으로 변환하기 위해 본 연구에서는 연도별 처분가능소득을 통계청에서 제공하는 월별 취업자 수에 따라 비례적으로 배분, 연도별 주민등록인구 자료를 이용하여 월별 1인당 국민처분가능소득을 구축하였다. 여기에 월별 소비자 물가지수(2011년 12월=100)를 반영하여 월별 1인당 실질 처분가능소득을 산출하였으며 추이는 다음과 같다.



<그림 IV-5> 1인당 월평균 실질 처분가능소득 추이

2. 운행횟수 변화 기준 자료

1) 좌석 이용률(load factor)

좌석 이용률(load factor)이란 교통수단의 편도 1회 운행 시 공급 좌석 수에 대한 실제 이용한 승객의 비를 말한다. 앞에 3장에서 가정한 운송업체의 적정 이윤을 보장하는 운행횟수의 기준이 되는 load factor는 5장의 고속철도의 적정운임을 추정 시 기준 시점인 2011년 12월 자료를 사용해야 한다. 그러나 월별 편차가 존재할 수 있으므로 이를 보완하기 위해 2011년 월 평균 load factor를 사용하였다.

2011년 각 수단의 편도 1회 운행 시 공급 좌석 수는 <표 IV-6>, <표 IV-7>, <표 IV-8>, <표 IV-9>와 같다. 수단별로 단일변수를 적용하기 위해 수요모형의 자료구축에서 사용한 운행횟수 기준으로 가중평균 한 방법을 적용하였다.

<표 IV-6> 고속버스 공급 좌석 수(2011년 기준)

(단위: 좌석 수/회, 편도)

수단	공급 좌석 수	운행횟수 비
일반고속	45	0.3
우등고속	28	0.7
고속버스 평균	33	-

자료: 전국고속버스운송사업조합

<표 IV-7> 고속철도 공급 좌석 수(2011년 기준)

(단위: 좌석 수/회, 편도)

수단	공급 좌석 수	운행횟수 비
KTX	935	1

자료: 한국철도공사

주: KTX 특실 127석, 일반실 808석 포함, 경부선은 KTX-산천 운행하지 않음.

<표 IV-8> 일반철도 공급 좌석 수(2011년 기준)

(단위: 좌석 수/회, 편도)

수단	공급 좌석 수	운행횟수 비
새마을호	228	0.2
무궁화호	432	0.8
일반철도 평균	391	-

자료: 한국철도공사

주: 운행시각에 따라 객차 편성이 다르므로 가장 빈도수가 높은 편성 채택.
 새마을호 특실 60석, 일반석 64석*2량+20석*2량 포함.
 무궁화호 일반석 72석*6량 포함.

<표 IV-9> 항공 공급 좌석 수(2011.12 기준)

(단위: 좌석 수/회, 편도)

수단	공급 좌석 수	운행횟수 비
대한항공	147	0.5
에어부산	127	0.5
항공 평균	137	-

자료: 각 항공사 웹 사이트

주: 대한항공 B737-800 기준, 에어부산 B737-500 기준.

수단분담모형 구축에서 사용했던 자료를 바탕으로 2011년 각 수단의 운행횟수 1건당(편도) 이용 승객 수를 정리하면 <표 IV-10>과 같다.

<표 IV-10> 수단별 운행횟수 1건당(편도) 이용 승객 수(2011년 기준)

(단위: 명/회, 편도)

이용 승객 수	고속버스	고속철도	일반철도	항공
평균	20.4	193.3	15	119.5
최댓값	23.9	214.7	24.8	129.5
최솟값	17	163.2	10.4	107.8
표준편차	2.036	13.585	3.947	7.698

주: 운행횟수 1건당(편도) 이용 승객 수 = 월 승객 수 / (일 운행횟수(편도)*일수).

각 수단의 운행횟수 1건당 공급 좌석 수와 이용 승객 수 자료를 이용하여 load factor를 계산하면 <표 IV-11>과 같다.

<표 IV-11> 수단별 load factor

(단위: 명/회, 좌석 수/회, %)

구분	고속버스	고속철도	일반철도	항공
이용 승객 수	20	193	15	120
공급 좌석 수	33	935	391	137
load factor	0.606	0.206	0.038	0.876

주: load factor = 이용 승객 수/공급 좌석 수.

2) 고속철도 운행횟수의 한계점(maximum)

경부고속철도의 경우 본선보다 기존선 공유구간의 운행횟수 제약이 크다. 경부고속철도 본선의 용량은 공식적으로 제시된 것은 없으나 단일 차종으로 운행되며 자동열차제어장치(ATC) 시스템을 이용하는 점을 감안하면 시간당 편도 15회 이상이라 볼 수 있다.¹¹⁾ 본선의 용량은 매우 크다는 점을 감안하여 기존선 공유구간의 선로용량을 기준으로 운행횟수 한계점을 설정하였다.

한국철도공사(2011)에 따르면 경부선의 서울~천안 구간은 경부선 외에 다른 노선의 열차도 사용하고 있다. 특히, 서울~금천구청 구간의 경우 운행횟수 제약이 심하므로 이 구간의 선로용량을 기준으로 고속철도의 최대운행가능횟수를 설정하였다. 고속철도를 제외한 열차의 운행횟수는 고정이라 가정했으므로 선로용량 171회 중 새마을호, 무궁화호, 화물의 운행횟수를 제외하면 73회 운행이 가능하다.

11) 김훈·김찬성·김연규(2006) 「지역 간 철도 선로용량 관리를 위한 지표개발 연구」, 한국교통연구원.

하루 기준, 편도 73회를 경부고속철도 운행횟수의 한계점이라 설정하며 호남선, 전라선 등 다른 노선의 고속철도는 일반열차의 운행횟수와 조정하여 운행한다고 가정하며 구체적인 방법은 본 연구에서 고려하지 않는다.

<표 IV-12> 경부선 구간별 선로용량 및 운행횟수

(단위: 회/일, 하행기준)

구분	선로용량	KTX	새마을	무궁화	화물
서울-금천구청	171	81	24	66	8
금천구청-의왕	166	4	24	66	9
의왕-천안	164	4	24	66	55
천안-조치원	158	4	17	46	58
조치원-대전조	162	4	17	53	57
대전조-옥천	160	57	10	35	40
옥천-김천	153	-	10	25	40
김천-신동	159	-	10	28	45
신동-동대구	171	55	14	36	46
동대구-삼랑진	172	15	10	33	41
삼랑진-부산	157	8	5	28	30

자료: 한국철도공사(2011)

3) 항공 운행횟수의 한계점(maximum)

김포공항과 김해공항의 활주로연간처리능력은 각각 226,000회, 200,000회로 일평균 처리능력은 출발 기준 310회, 274회이다. 활주로의 용량에 따르면 서울~부산 간 항공의 운행횟수는 매우 크다고 할 수 있다. 그러나 각 항공사의 보유 항공기와 국내선, 국제선의 노선 스케줄에 따른 일 운항가능 횟수는 구체적으로 알 수 없어 운송업체 관점의 최대 운행횟수는 추정하기 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 적정운임 추정의 기준시점 해당연도인 2011년의 월별 운행횟수 중 최댓값을 운송업체가 보유한 항공기로 서울~부산의 운항 가능한 최대 운행횟수라 가정한다. 2011년의 월별 최대 운행횟수는 설 연휴가 포함된 1월의 일평균 편도 운행횟수인 29회/일로 설정하였다.

3. 운영비용 자료

3장에서 대중교통수단 중 고속버스와 일반철도의 운행횟수는 고정이라 가정했으므로 두 수단의 운영비는 불변이다. 고속철도와 항공의 운행횟수는 가변이므로 운행횟수 변화에 따른 운영비를 반영해야 한다.

1) 고속철도 운영비용

철도공사의 경영성적보고서(2010)의 수송원가를 이용하여 운영비를 산출하였다. 고속철도의 경부선 영업비용은 인건비, 경비, 자산관련경비, 선로사용료의 4개 부문으로 구성되어 있으나 본 연구에서는 선로사용료를 제외하였다. 한국철도공사는 고속철도의 장기한계비용(유지보수비+총건설 사업비) 즉, 고속철도 운송수입의 31%를 선로사용료로 한국철도시설공단에게 지불하고 있다.¹²⁾ 선로사용료에 건설비가 포함되어 있어 선로의 유지보수를 위한 실질적인 비용을 추정하기 어려우므로 선로사용료는 포함하지 않았다.

경부고속철도의 운영비용 중 서울~부산 통행의 운영비를 추정하기 위해 고속철도의 경부선 수송량(인-km) 중 서울~부산 간 수송량이 차지하는 비율을 적용하여 고속철도부문 운영비를 산출하였다. 운영비는 영업거리(km)와 비례하며 승객 한 명당 부담해야 하는 운영비는 수송량(인)과 반비례하기 때문이다. 운영비 자료는 2010년 기준으로 되어있으므로 소비자 물가지수를 반영해 2011년 기준으로 보정 하였다.

12) 임채성(2008), “철도 선진국의 선로사용료 현황과 그 시사점”, 「한국철도학회」, 11(3): 263-271.

<표 IV-13> 경부고속철도 수송원가(2010년)

(단위: 백만 원)

구분	인건비	경비	자산관련경비	계
고속여객	136,967	90,283	259,915	487,165

자료: 한국철도공사(2010), “경영성적보고서”

<표 IV-14> 서울~부산 간 고속철도 운영비 원단위(2011년 환산)

(단위: 원/일, 회/일, %, 원/회)

경부선 운영비	운행횟수	구간 비	서울~부산 운영비
13,880,923	100	31.64	4,391,230

자료: KTDB, “철도여객수송실적(2010)”

주: 구간 비 = 서울~부산 고속철도 수송량 / 경부선 고속철도 수송량(단위: 인-km)
 = 29,111,441,861 / 92,024,158,503.

2) 항공 운영비용

서울~부산을 운항하는 항공기 기종은 Boeing-737이며 2 Engine Narrow Body에 해당한다. 국토해양부(2011)의 교통시설투자평가지침에서 제시한 기종별 시간당 운영비를 사용하여 서울~부산 간 항공부문 운영비를 산출하였다. 2009년 가격을 기준으로 하고 있으므로 소비자물가지수를 이용하여 2011년 가격으로 환산하였다.

<표 IV-15> 서울~부산 간 항공부문 운영비 원단위(2011년 가격 환산)

(단위: 원/회)

Crew 인건비	Fuel&Oil비	유지관리비	임대료	감가상각비	보험료	Block Hour당 운영비용
868,495	1,443,494	940,337	569,949	287,370	23,947	4,133,592

자료: FAA, Economic Values for Evaluation of Federal Aviation Administration Investment and Regulatory Decisions(2004)을 바탕으로 미국과 우리나라 간 비용차이가 큰 인건비와 유류비를 조정하여 도출한 것임.

4. 대기오염비용 자료

고속철도에서 발생하는 대기오염은 고려하지 않으며 항공부문의 대기오염비용만 고려한다. 항공기의 이착륙(LTO) 운항단계에서 발생하는 이산화탄소와 온실가스는 낮은 고도(3,000ft 이하의 고도)에서 발생하여 대기오염에 큰 영향을 미치나 순항단계에서는 거의 영향을 미치지 않는다.¹³⁾ 따라서 본 연구에서는 항공기의 이착륙 단계에서 발생하는 이산화탄소만 고려한다.

국토해양부(2011)의 교통시설투자평가지침에서 제시하는 탄소의 사회적 가치를 사용하며 이는 2009년 가격을 기준으로 하므로 소비자물가지수를 반영해 2011년 가격으로 환산한다. 여기에 서울~부산을 운항하는 항공기 기종의 이산화탄소 배출량과 항공사별 운행횟수를 고려하여 편도 운행 시 발생하는 대기오염비용을 산출하였다.

<표 IV-16> 탄소의 사회적 가치(2011년 가격 환산)

(단위: 원/tCO₂)

구분	영국	스위스	프랑스	독일	평균
탄소잠재가치 원화 환산	55,731	148,968	168,073	326,904	174,919

자료: 국토해양부(2011), “교통시설 투자평가지침 개정안”

<표 IV-17> 기종별 이산화탄소 배출량

(단위: kg/LTO/aircraft, 원/tCO₂, %, 원/회)

기종	이산화탄소 배출량	탄소의 사회적 가치	운행횟수 비	대기오염비용
B737-600	2,280	174,919	0.5	442,545
B737-800	2,780		0.5	

자료: 조운경(2010)

주: 에어부산의 주 기종인 B737-500은 항공기 크기가 유사한 B737-600로 대체하며 737-800은 대한항공의 김포~김해 노선의 주 기종임. 이산화탄소 배출량은 ICAO에서 제시하고 있는 항공기 기종별 이산화탄소 배출량을 나타냄.

13) 조운경(2010), 항공기 기종별 탄소배출량 측정 및 그에 따른 사회적 비용의 항공 요금화 효과: 김포-제주노선을 중심으로, 한국항공대학교 대학원 석사학위논문.

V. 고속철도의 적정운임 추정

본 연구에서는 고속철도의 적정운임 수준을 철도운영기관의 관점과 사회적 관점으로 나누어 추정한다. 철도운영기관 관점에서는 고속철도의 이익만 고려하는 것과 일반철도를 포함하여 운영기관 전반적인 이익의 변화를 통해 고속철도의 적정운임을 추정한다. 사회적 관점에서는 서울~부산 간 통행자의 편익뿐만 아니라 각 운송업체의 운임 수입, 사회적 운영비용과 외부비용, 정부로 이전되는 세수 등을 모두 고려한다. 세부적인 추정결과는 부록에 첨부하였다.

이에 앞서 수단분담모형의 추정 결과를 분석하고 2011년 12월 고속철도의 서울~부산 간 현재 운임수준에서 수단분담률과 이익을 살펴본다.

1. 수단분담모형의 추정 결과

본 연구에서는 2005년 1월부터 2011년 12월까지 월별로 72개 관찰점의 집계자료를 사용하여 로짓모형을 추정하였다. 모형 추정결과의 타당성 검증 시점은 분석기간의 가장 최근 시점이자 적정운임 추정의 기준 시점인 2011년 12월로 한다.

모형의 추정 결과는 <표 V-1>과 같이 나타났다. 모형 전체의 설명력을 나타내는 수정된 우도비($\bar{\rho}^2$)는 0.304로 추정되었으며, 0.2에서 0.4 사이의 값으로 나타나 신뢰할 수 있는 것으로 보인다. 통행시간, 운임과 운행횟수 변수의 t값은 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며, 각 설명변수 모두 기대부호와 일치하는 것으로 나타났다.

<표 V-1> 서울~부산 간 다항로짓모형 추정결과

변수	계수	표준오차	t-통계량
통행시간(β_1)	-0.0159***	0.0028	-5.738
운임(β_2)	-29.0805***	7.8303	-3.714
운행횟수(β_3)	0.0256***	0.0047	5.409
고속철도 상수(α_{KTX})	0.9267***	0.3308	2.801
일반철도 상수(α_{rail})	0.4614***	0.1128	4.090
항공 상수(α_{air})	-0.8548	0.6118	-1.397
Log L(c)		-7923.6130	
Log L(0)		-11344.0468	
ρ^2		0.3045	
$\bar{\rho}^2$		0.3043	

주: ***, **, *는 각각 0.01, 0.05, 0.1 수준에서 유의함을 의미함.

2. 시간가치 추정결과

추정된 모형을 바탕으로 통행시간가치를 도출한 결과 본 연구의 시간가치는 57,528원으로 나타났다. 교통시설 투자평가지침(제4차 개정)과 예비타당성 표준지침 수정보완연구(제5판)에서 제시한 시간가치와 비교할 때 높게 추정된 것으로 나타났다.¹⁴⁾ 그 이유는 본 연구에서 구축한 모형은 버스, 고속철도, 일반철도, 항공 모두 동일한 모수로 추정하였으며 지역 간 통행에서 장거리 노선인 서울~부산만 대상으로 시간가치를 도출했기 때문인 것으로 판단된다.

본 연구에서는 고속철도의 적정 운임수준 추정 방법론을 제시하고 적용해 보는데 의의를 두고 있으므로 앞에서 구축한 모형을 사용하는 것으로 한다. 다만 향후 자료를 보완하여 신뢰성 높은 시간가치를 바탕으로 연구를 진행할 필요가 있는 것으로 보인다.

14) 각 지침에서 제시한 시간가치를 소비자 물가지수를 반영하여 2011년으로 환산하면 교통시설 투자평가지침 제4차 개정(2011)의 경우 고속철도는 21,569원(업무), 5,845원(비업무), 11,820원(평균)이며, 예비타당성조사 표준지침 수정보완연구(2009)의 경우 21,451원(업무), 4,295원(비업무), 6,452원(평균)임.

3. 탄력성 추정결과

각 수단별 시간, 운임과 운행횟수 탄력성은 다음과 같이 추정되었다.

<표 V-2> 직접탄력성 추정결과

구분	고속버스	고속철도	일반철도	항공
통행시간(분)	-4.026	-0.714	-4.487	-0.720
운임(천원)	-0.426	-0.234	-0.471	-0.852
운행횟수(회/일)	1.478	0.451	1.198	0.555

수단별 통행시간 탄력성은 고속버스 -4.026, 고속철도 -0.714, 일반철도 -4.487, 항공 -0.720으로 나타나 고속버스와 일반철도는 탄력적, 고속철도와 항공은 비탄력적으로 추정되었다. 즉, 서울~부산 간 고속버스와 일반철도의 수요는 차내시간이 변화하면 수요에 큰 영향을 미치나 고속철도와 항공의 수요는 그렇지 않음을 알 수 있다.

수단별 운임탄력성은 고속버스 -0.426, 고속철도 -0.234, 일반철도 -0.471, 항공 -0.852로 모두 비탄력적으로 추정되었다. 서울~부산 간 모든 대중교통수단은 각 수단의 운임이 소득보다 빠르게 증가해도 해당 수단의 이용수요는 크게 감소하지 않는다는 것을 알 수 있다.

운행횟수 탄력성은 고속버스 1.478, 고속철도 0.451, 일반철도 1.197, 항공 0.555로 나타나 고속버스와 일반철도는 탄력적, 고속철도와 항공은 비탄력적인 것으로 나타났다. 본 연구에서 고속철도와 항공의 운행횟수를 변화시켜도 각 수단의 수요변화가 크지 않다는 것을 예상할 수 있다.

한편, 고속철도 속성에 대한 각 수단의 교차탄력성은 <표 V-3>와 같이 나타났다.

<표 V-3> 교차탄력성 추정결과

고속철도 속성변수	고속버스	일반철도	항공
통행시간(분)	0.271	0.221	0.161
운임(천원)	0.029	0.023	0.191
운행횟수(회/일)	-0.01	-0.059	-0.124

고속철도 통행시간에 대한 각 수단의 교차탄력성은 고속버스 0.271, 일반철도 0.221, 항공 0.161로 나타나 고속철도 통행시간에 대해 각 수단의 수요는 민감하지 않은 것으로 볼 수 있다.

고속철도 운임에 대한 각 수단의 교차탄력성은 고속버스 0.029, 일반철도 0.023, 항공 0.191로 나타나 비탄력적인 것으로 추정되었다. 고속철도의 운임변화에 각 수단의 수요변화는 민감하지 않음을 알 수 있다. 그러나 서울~부산 간 대중교통수단 중 항공이 고속철도의 운임변화에 가장 민감한 것으로 나타나 고속철도와 경쟁력 있는 수단이라고 볼 수 있다.

고속철도 운행횟수에 대한 각 수단의 교차탄력성은 고속버스 -0.099, 일반철도 -0.059, 항공 -0.124로 비탄력적인 것으로 나타났다. 교차운임탄력성과 마찬가지로 항공의 교차탄력성이 가장 큰 것으로 보아 고속철도와 항공은 장거리 통행인 서울~부산 노선에서 경쟁관계에 있음을 알 수 있다.

4. 현재 운임 수준에서 이익 산출

1) 수단분담률 현황

2011년 12월의 수단분담률 실측치와 다항로짓모형으로 추정된 수단분담률 추정치는 <표 V-4>과 같다. 실제 수단분담률과 추정치의 차이는 고속버스 -0.7%, 고속철도 1.3%, 일반철도 0.6%, 항공 -1.2%로 고속버스와 항공은 과소추정, 철도는 과대추정된 것으로 나타났으나 그 차이가 크지 않아 모형이 현실을 잘 반영하고 있는 것으로 볼 수 있다.

<표 V-4> 수단분담률의 실측치와 추정치 비교

(단위: %)				
구분	고속버스	고속철도	일반철도	항공
실측치	7.2	68.9	4.1	19.8
추정치	6.5	70.2	4.7	18.6
오차(추정치-관측치)	-0.7	1.3	0.6	-1.2

2) 철도운영기관 관점의 이익 산출

(1) 고속철도의 이익

고속철도 운임이 현재수준인 48,100원일 때, 고속철도의 이익에 영향을 주는 요소와 고속철도의 이익은 다음과 같다.

<표 V-5> 고속철도의 이익에 영향을 주는 요소 및 고속철도 이익(편도 기준)

(단위: 인/일, 회/일, 천원/일)				
고속철도 수요	고속철도 운영횟수	고속철도 운임수입	고속철도 비용	고속철도 이익
11,653	60	509,503	219,562	289,941

서울~부산 간 고속철도의 하루 운임수입은 운영비보다 큰 상태로 철도운영기관은 이 구간의 고속철도 운영을 통해 이익을 내고 있다.

(2) 철도운영기관 관점의 이익

고속철도의 이익과 일반철도의 이익을 더하면 철도운영기관 입장에서 서울~부산 간 철도 운행에 따른 이익을 추정할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 일반철도의 운행횟수가 고정이라 가정했기 때문에 일반철도 운영비 자료는 수집하지 않았다. 따라서 철도운영기관 관점의 이익은 일반철도의 운영비를 제외한 고속철도의 수입과 비용, 일반철도의 수입만을 의미한다.

<표 V-6> 고속철도와 일반철도 이익에 영향을 주는 요소 및 철도운영기관 관점에서 이익

(단위: 인/일, 천원/일)

일반철도 수요	일반철도 편익	고속철도 편익	전체 편익
781	23,274	289,941	313,215

3) 사회적 관점의 이익 산출

사회적 관점의 이익은 서울~부산 간 대중교통수단을 이용하는 모든 통행자의 편익뿐만 아니라 각 운송업체의 운임 수입, 사회적 운영비용과 대기오염비용과 같은 외부비용, 정부로 이전되는 세수 등을 모두 고려하였다. 2011년 12월 현재 운임 수준일 때 사회적 후생은 <표 V-7>와 같이 나타났다.

<표 V-7> 사회적 후생에 영향을 주는 요소 및 사회적 후생

(단위: 천원/일)

통행자 편익	운송업체 운영비	대기오염비용	운송업체 운임 수익	세수	사회적 후생
398,585	331,168	11,949	736,337	71,385	66,020

통행자 편익, 운송업체의 운영비와 운임수익은 대기오염비용과 세수보다 상대적으로 크게 나타나 사회적 후생에 따른 적정운임을 추정하는데 있어서 영향력이 크다고 볼 수 있다.

5. 운임변화에 따른 적정운임 추정

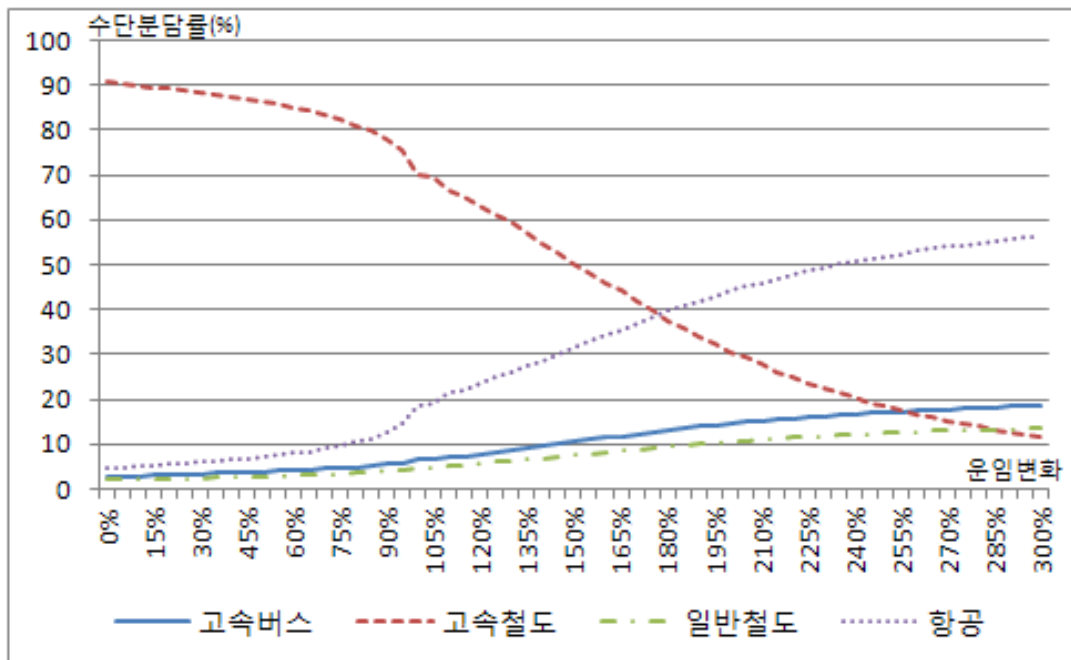
1) 고속철도 운임변화에 따른 수단분담률 변화

현재 고속철도의 운임인 48,100원을 기준으로 5% 단위로 운임을 변화시켜 이에 따른 각 대중교통수단의 분담률 변화는 다음과 같다.

<표 V-8> 고속철도 운임변화에 따른 수단분담률 변화

(단위: %)

기준 운임 대비 고속철도 운임		고속버스	고속철도	일반철도	항공
운임(원)	변화율(%)				
0	0	2.7	90.7	2.0	4.6
24,050	50	3.8	86.1	2.8	7.3
48,100	100	6.5	70.2	4.7	18.6
72,150	150	10.4	50.4	7.6	31.6
96,200	200	14.6	30.6	10.6	44.2
120,250	250	17.1	18.7	12.4	51.8
144,300	300	18.6	11.7	13.5	56.2



<그림 V-1> 고속철도 운임변화에 따른 수단분담률 변화

고속철도 운임변화에 따른 수단분담률의 변화를 살펴보면 고속철도 운임변화 대해 고속철도와 항공의 수요는 민감하게 반응하나 고속버스와 일반철도는 그렇지 않은 것으로 나타났다. 기준시점의 고속버스와 일반철도의 수단분담률이 낮고 운행횟수가 변하지 않는다는 가정의 영향으로 이러한 결과가 나타난 것으로 보인다.

고속철도의 운임이 감소했을 때 보다 증가했을 때 수단분담률의 변화가 큰 것으로 나타났다. 이는 고속철도의 운임이 감소하면 다른 수단보다 운임이 매우 저렴하거나 비슷한 수준이며, 통행시간은 상대적으로 짧은 이점 때문인 것으로 추정할 수 있다.

2) 운영기관 관점의 적정운임 추정 결과

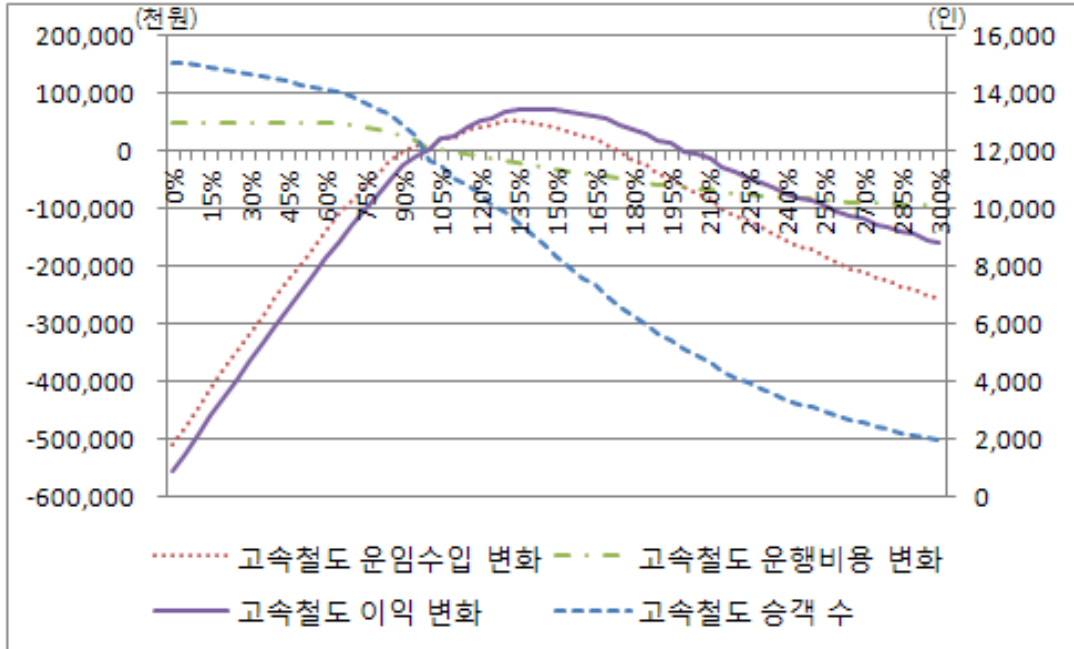
(1) 고속철도의 이익 극대화

서울~부산 간 고속철도 운임변화에 따른 고속철도의 이익 변화는 다음과 같이 나타났다.

<표 V-9> 고속철도 운임변화에 따른 고속철도 이익 변화

(단위: 인/일, 회/일, 천원/일)

기준 운임 대비 고속철도 운임		고속철도 승객 수	고속철도 운행횟수	고속철도 운임수입 변화	고속철도 운영비용 변화	고속철도 이익변화
운임(원)	변화율(%)					
24,050	50	14,296	73	-196,972	47,572	-244,544
48,100	100	11,653	60	-	-	-
69,745	145	8,744	46	44,851	-27,357	72,208
72,150	150	8,366	44	39,176	-31,265	70,441
96,200	200	5,084	27	-64,929	-64,485	-444
120,250	250	3,099	17	-170,760	-84,026	-86,734
144,300	300	1,939	11	-255,167	-95,750	-159,417



<그림 V-2> 고속철도 운임변화에 따른 고속철도의 이익 변화

고속철도의 이익변화 추세는 운임수입이 운행비용보다 크기 때문에 운임수입 변화와 비슷한 형태로 나타났다. 고속철도의 운임이 인상될수록 운임수입은 증가하다가 감소하는 모습을 보였다. 현재보다 비싼 운임을 지불하면서 고속철도를 이용하는 승객이 여전히 많기 때문에 일정수준까지는 운임수입이 증가한다. 운임이 더 올라가 고속철도의 부담률이 낮아지게 되면 운임수입이 줄어들어 이와 같이 나타난 것으로 보인다.

고속철도 운임이 증가하면 승객 수의 감소에 따른 운행횟수 감소로 운행비용이 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 반면에 운임이 감소할 경우 운행비용이 증가하다가 일정해지는 것을 볼 수 있는데 이는 고속철도의 운행횟수가 최대 73회/일이라는 가정 때문인 것으로 볼 수 있다.

고속철도의 운임수입만 고려하면 현재 운임의 130%수준일 때 이익이 최대가 되므로 적정운임이라 할 수 있다. 그러나 운임수입과 운행비용을 고려하여 고속철도의 이익을 극대화하는 운임을 추정하면 현재 운임의 145% 수준인 69,745원이 적정운임인 것으로 나타났다.

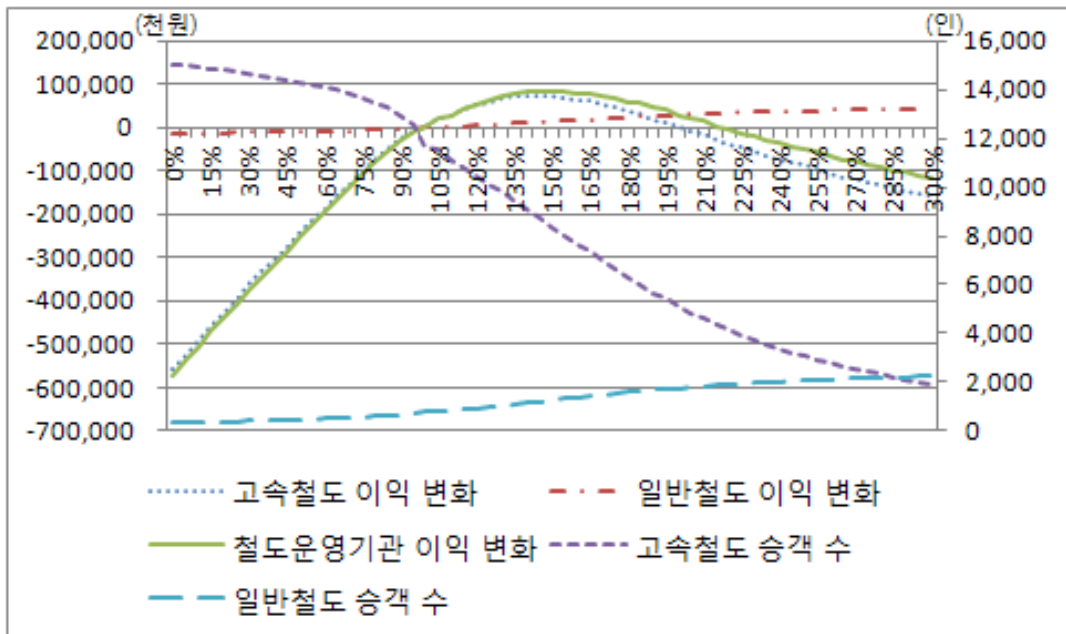
(2) 철도운영기관의 이익 극대화

고속철도의 운임수입과 운영비용, 일반철도의 운임수익을 고려한 철도운영기관의 이익 변화는 다음과 같이 나타났다.

<표 V-10> 고속철도 운임변화에 따른 철도운영기관의 이익 변화

(단위: 인/일, 회/일, 천원/일)

기존 운임 대비 고속철도 운임		고속철도 승객 수	일반철도 승객 수	고속철도 이익 변화	일반철도 이익 변화	철도 운영기관 이익 변화
운임(원)	변화율(%)					
24,050	50	14,296	462	-244,544	-9,506	-254,050
48,100	100	11,653	781	-	-	-
69,745	145	8,744	1,201	72,208	12,516	84,724
72,150	150	8,366	1,258	70,441	14,215	84,656
96,200	200	5,084	1,760	-444	29,174	28,730
120,250	250	3,099	2,063	-86,734	38,204	-48,530
144,300	300	1,939	2,240	-159,417	43,478	-115,938



<그림 V-3> 고속철도 운임변화에 따른 철도운영기관의 이익 변화

서울~부산 간 고속철도와 일반철도의 운임수입에서 고속철도의 운영 비용을 제외하면 철도운영기관이 얻을 수 있는 이익을 구할 수 있다. 여기서 이익은 고속철도의 현재 운임상태의 이익에 대한 상대적인 크기를 나타내기 때문에 운행횟수가 고정되어 있는 일반철도의 운영비는 불변이므로 포함되지 않았다.

철도운영기관은 서울~부산 간 고속철도의 운임이 현재 운임수준의 145%인 69,745원일 때 최대 이익을 갖는 것으로 나타났다. 고속철도의 이익만 고려했을 때와 동일하다는 것을 알 수 있는데, 이는 고속철도 운임에 대한 일반철도 수요의 교차탄력성이 비탄력적이기 때문이다. 즉, 일반철도의 수요가 고속철도의 운임과 운행횟수 변화에 덜 민감하기 때문에 고속철도의 이익만 고려했을 때와 크게 차이가 나지 않는 것으로 해석할 수 있다. 일반철도의 낮은 운임은 수요가 높아져도 운임수입이 크게 증가하지 않기 때문에 철도운영기관 관점에서 일반철도의 영향은 크지 않아 고속철도의 이익만 고려했을 때 적정운임과 같게 추정된 것으로 보인다.

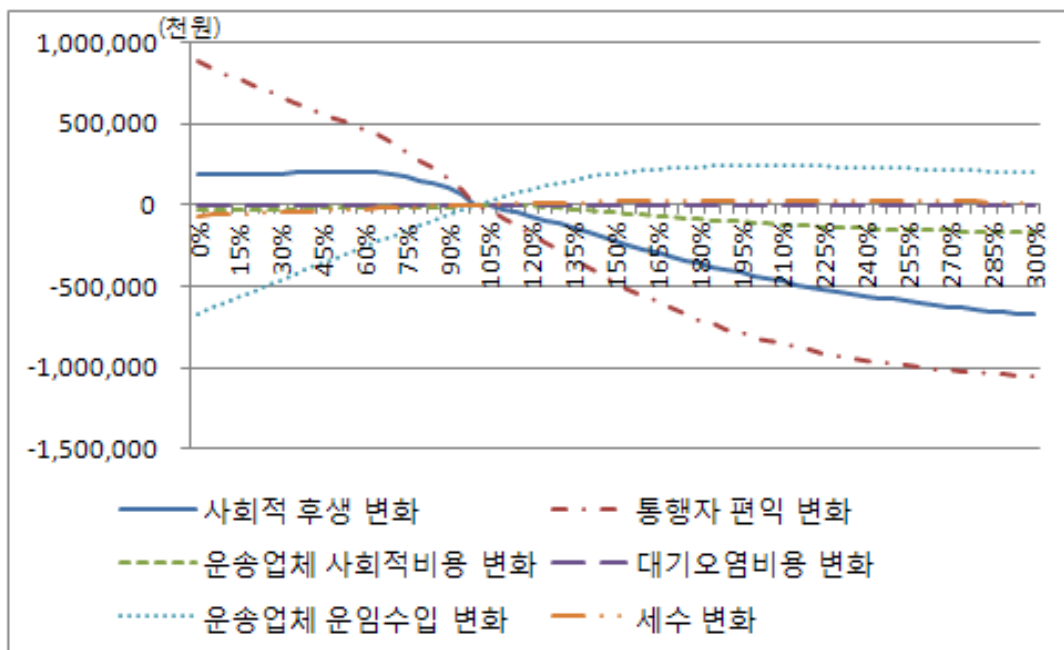
3) 사회적 관점의 적정운임 추정 결과

통행자 편익 변화, 운송업체의 사회적 비용 변화, 대기오염비용과 같은 외부비용 변화, 운임수익 변화, 부가가치세 등의 세수변화를 고려한 사회적 관점의 이익 변화는 다음과 같이 나타났다.

<표 V-11> 고속철도 운임변화에 따른 사회적 후생 변화

(단위: 인/일, 회/일, 천원/일)

기준 운임 대비 고속철도 운임		사회적 후생 변화	통행자 편익 변화	운송업체 사회적 비용 변화	대기 오염 비용 변화	운송업체 운임수입 변화	세수 변화
운임 (원)	변화율 (%)						
0	0	183,325	876,351	-35,100	-8,851	-671,143	-65,834
24,050	50	198,079	528,966	-18,565	-7,081	-324,953	-31,580
31,265	65	201,271	428,809	-14,432	-6,638	-226,719	-21,889
48,100	100	-	-	-	-	-	-
72,150	150	-218,879	-478,763	-50,282	885	192,626	17,861
96,200	200	-443,037	-815,686	-112,491	885	239,943	21,100
120,250	250	-582,665	-975,379	-149,085	885	225,740	18,774
144,300	300	-678,035	-1,058,181	-171,041	885	194,838	15,152



<그림 V-4> 고속철도 운임변화에 따른 사회적 후생 변화

사회적 후생에 가장 큰 영향을 미치는 통행자 편익은 고속철도의 운임이 증가할수록 감소하고 있다. 통행자 편익은 운임 변화에 따른 효용의 차이를 금전가치화 한 것인데 고속철도의 운임이 증가할수록 효용이 감소하여 통행자 편익이 줄었다고 해석할 수 있다. 또한 고속철도와 항공의 운행횟수 변화에 따른 효용변화 때문에 통행자 편익이 감소했다고 볼 수 있다. 고속철도의 운임을 인상할수록 항공의 수단분담률과 운행횟수는 증가한다. 그러나 항공의 운행횟수 증가는 한계가 있으므로 이로 인한 효용 증가는 크지 않다. 또한 고속철도의 운임이 인상되면서 고속철도의 분담률이 낮아지고 운행횟수도 줄어들게 되어 이에 따른 효용감소가 반영되었기 때문에 통행자 편익은 감소했다고 할 수 있다.

운송업체의 사회적 비용 변화는 고속철도의 운임이 증가할수록 감소하는 경향을 보이고 있다. 고속철도의 운임 인상에 따른 수요 감소의 영향으로 운행횟수가 줄어들게 되면서, 운영비 감소에서 기인한 것으로 볼 수 있다. 운송업체의 운임수입은 고속철도의 운임이 인상될수록 증가하다가 현재 운임의 195% 수준에서 감소하는 것으로 나타났다. 고속철도와 항공의 운임수입의 영향 때문인 것으로 보인다.

대기오염비용의 경우 고속철도의 운임이 인상되면서 항공의 분담률이 높아져 운행횟수가 증가했기 때문에 비용이 늘어난 것으로 해석할 수 있다. 세수변화는 운송업체의 운임수익과 비슷한 경향을 보이나 변화 액이 상대적으로 작아 변동이 크지 않은 것으로 보인다.

사회적 관점에서 고속철도의 적정운임은 31,265원으로 현재 운임의 65%수준인 것으로 나타났다. 이는 서울~부산 간 고속철도의 현재 운임이 사회적으로 적절한 운임 수준보다 높은 수준에서 운행되고 있다는 것을 의미한다. 고속철도의 운임을 인하하면 철도운영기관의 운임수익이 줄어드는 대신 통행자 편익이 현재보다 증가하게 되어 사회적 후생이 최대가 되어 사회적 관점에서 현재 운임의 65% 수준이 적절한 것으로 추정되었다.

VI. 결론

1. 추정결과의 요약

본 연구에서는 철도운영기관의 관점과 사회적 관점에서 서울~부산 간 고속철도의 적정 운임수준을 추정하는 방법론을 제시하고 적용시켜 보았다. 운임변화에 따라 철도운영기관의 이익변화와 사회적 후생변화를 분석하고, 각 변화량이 최대가 되는 운임이 고속철도의 적정운임이라 할 수 있다.

고속철도의 운임변화에 따른 수단별 수요변화를 추정하기 위해 먼저 지역 간 수요모형을 구축하였다. 고속버스, 고속철도, 일반철도, 항공에 대한 다항로짓모형을 구축하여 이용했으며 설명변수로는 수단별 통행시간, 소득이 반영된 운임, 운행횟수를 사용하였다.

구축된 수요모형을 이용하여 2011년 12월 고속철도의 운임을 5%씩 변화시키며 각 수단의 수요 변화를 추정하였다. 이 때, 운임변화에 따른 수요변화로 운영기관은 공급량을 변화시킨다는 가정 하에 고속철도와 항공의 운행횟수도 변화시켰으며 load factor를 기준으로 하였다. 운행횟수가 변하면 수요는 다시 변하게 되며 이러한 과정이 균형점에 도달할 때까지 반복하여 최종 값을 도출하였다.

최종적으로 도출된 수단별 수요량인 이용자 수와 공급량인 운행횟수를 이용하여 운임 변화에 따른 고속철도의 운임수입 변화와 운행비용 변화, 일반철도의 운임수입변화를 추정하고 철도운영기관의 이익변화를 산출하였다. 또한 통행자 편익변화, 대중교통수단별 운임수입변화, 사회적 비용변화, 외부비용(대기오염비용)변화, 세수(부가가치세) 변화를 추정하여 사회적 후생변화를 추정하였다.

서울~부산 간 통행수요모형 추정결과 모형 전체의 설명력을 나타내는

$\bar{\rho}$ 값은 0.304로 추정되어 설명력이 높은 것으로 나타났으며 통행시간, 소득이 반영된 운임, 운행횟수 변수 모두 기대부호와 일치하고 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 다만 시간가치가 57,528원으로 기존연구보다 높게 나타났다. 이는 본 연구에서 구축한 모형의 경우 버스, 고속철도, 일반철도, 항공 모두 동일한 모수로 추정하였으며 지역 간 통행에서 장거리 노선인 서울~부산만 대상으로 시간가치를 도출했기 때문인 것으로 보인다. 본 연구의 목적은 고속철도의 적정 운임수준을 추정하는 방법론을 제시하고 적용해 보는데 의의가 있으므로 본 연구에서 구축한 모형을 사용하여 연구를 진행하였다.

철도운영기관의 관점과 사회적 관점에서 서울~부산 간 고속철도의 적정 운임수준 추정결과는 다음과 같다.

첫째, 철도운영기관의 관점에서 고속철도의 이익변화만 고려하면 현재 운임(48,100원)의 145%수준인 69,745원이 적정운임인 것으로 나타났다. 이때 고속철도의 이익변화는 72,208천원/일로 추정되었다. 고속철도의 운임수입만 고려하면 현재 운임의 130%수준일 때 이익이 최대가 되어야 하나 이때 운행횟수 감소에 따른 운행비용절감은 크지 않기 때문에 이와 같이 나타난 것으로 볼 수 있다.

둘째, 현재 철도운영기관은 고속철도와 일반철도 모두 운영하고 있으므로 고속철도와 일반철도의 이익변화를 모두 고려하였다. 그 결과 고속철도의 현재운임의 145%인 69,745원일 때 운영기관은 최대 이익을 가져 지금보다 84,724천원/일의 이익을 얻는 것으로 나타나 적정 운임수준으로 나타났다. 일반철도의 이익을 고려했지만 고속철도의 이익만 고려했을 때와 같은 결과로 도출되었는데, 이는 고속철도 운임에 대한 일반철도 수요의 교차탄력성이 비탄력적이기 때문인 것으로 볼 수 있다. 즉, 일반철도의 수요가 고속철도 운임과 운행횟수 변화에 덜 민감하며, 일반철도의 운임은 매우 낮아 수요가 증가해도 운임수입은 크지 증가하지 않기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 따라서 철도운영기관의 관점에서 보면

일반철도의 수요량과 운임수입은 크지 않아 고속철도의 이익변화만 고려했을 때 적정운임과 동일하게 추정된 것으로 보인다.

셋째, 사회적 관점에서 고속철도의 적정 운임수준은 31,265원으로 현재 운임의 65% 수준인 것으로 추정되었다. 이는 서울~부산 간 고속철도의 현재 운임이 사회적으로 적절한 운임 수준보다 높은 수준에서 운행되고 있다는 것을 의미한다. 이러한 결과가 도출된 가장 큰 이유는 고속철도의 운임을 낮추면 철도운영기관의 운임수입이 줄어들지만 다른 운송업체의 운임수입은 증가하기 때문인 것으로 판단된다. 특히 통행자 편익이 현재보다 많이 증가해 사회적 후생변화가 201,271천원/일로 현재 운임의 65% 수준에서 최대가 되는 것으로 나타났다. 운송업체의 사회적비용과 대기오염비용의 변화도 감소하는 것으로 나타나 사회적 관점에서 지금보다 운임을 인하하는 것이 적절하다고 보인다.

철도운영기관의 이익을 극대화하는 고속철도의 운임과 사회적 후생을 극대화하는 운임이 차이가 나는 가장 큰 이유는 통행자 편익 때문이라고 볼 수 있다. 철도운영기관은 운임을 올려서 고속철도 통행자 수가 감소함에도 불구하고 지금보다 더 높은 운임수입을 얻을 수 있기 때문에 운임을 인상시키는 것이 적절하다고 할 수 있다. 그러나 고속철도의 운임을 인상하게 되면 통행자 편익이 지금보다 매우 감소해 사회 전체적으로 볼 때는 바람직하지 않은 것으로 나타났다. 반면, 사회적 후생을 극대화하는 운임으로 철도운영기관이 운영할 경우, 다른 운송업체의 운임수입은 증가하지만 철도운영기관의 운임수입은 지금보다 감소하게 된다.

철도운영기관 관점과 사회적 관점의 적정운임 차이를 극복하기 위해 사회적 관점의 적정운임으로 운영하는 대신 정부의 보조금을 지원하는 방안이 있을 수 있다. 혹은 고속철도의 운임을 현재수준으로 유지하거나 약간 인상하되 고속버스와 일반철도의 통행시간을 단축하거나 운행횟수를 늘리는 등의 서비스 질을 개선할 수 있는 정책을 마련하여 통행자 편익을 증가시킬 필요가 있는 것으로 판단된다.

2. 한계점 및 향후 연구과제

서울~부산 간 고속철도의 적정운임을 추정하는 과정에서 다음과 같은 연구의 한계점을 지니고 있다.

첫째, 수요모형 자료의 한계이다. 집계자료를 사용한 본 연구에서는 모형의 타당성을 높이기 위해 승용차와 대중교통수단의 접근통행을 고려하여 수요모형을 추정하지 않았다. 또한 본 연구에서 추정된 수요모형의 시간가치가 다소 높게 나타나 향후 자료를 보완하여 신뢰성 높은 모형을 바탕으로 적정 운임수준을 추정해야 할 것이다. 한편, 지침에서 제시한 운송업체의 운행비용과 외부비용 자료를 사용하여 고속철도의 적정 운임수준을 추정하였으나 실제 운행비용과 차이가 있을 것으로 예상된다.

둘째, 방법론 정립 시 가정에 대한 한계이다. 고속철도의 운임이 변하면 실제로 다른 수단의 운임이 변할 수 있으나 이를 고려하지 않는다고 가정하였다. 수요변화에 따라 운영기관이 운행횟수를 늘려 차량을 구입하거나 운행횟수를 줄여 차량을 팔아서 다른 노선에 투입할 수 있으나 운영기관 관점에서 비용을 파악할 수 없기 때문에 운행횟수 변화에 제약을 두었다.

향후 연구 과제로는 수요모형의 효용함수에 따라 결과가 달라질 수 있으므로 승용차를 포함한 모든 교통수단에 대해 수단분담모형을 구축하고 접근통행을 고려한 수요모형을 사용하여 보다 현실적인 운임추정 결과를 도출할 필요가 있다. 또한 서울~부산 외에 다른 노선에도 본 연구의 방법론을 적용하여 비교·분석하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

다른 수단의 운임변화를 고려하여 시나리오별로 고속철도의 적정운임을 추정하면 지금과 다른 결과가 도출될 것으로 예상된다. 지역 간 통행에서 소득수준별로 수단분담률이 다를 것으로 예상되므로 이를 보완하여 형평성 측면에서 적정 운임수준을 추정한다면 소득계층별로 철도정책을 세울 수 있는 연구가 될 것이다.

<참고문헌>

국내문헌

1. 국토해양부(2011) “교통시설 투자평가지침(제4차 개정)”.
2. 김연명·박진서(2005) “지방공항 운영체제 개선방안에 관한 연구” - 공항의 경제적 가치산정과 공항운영 정책 -, 한국교통연구원 연구총서.
3. 심재인(2010) “집계자료를 이용한 지역 간 교통수단분담모형에 관한 연구”, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
4. 윤대식·육태숙·김상황(2006) “경부 고속철도 개통에 따른 대구시민의 지역 간 통행수단 선택행태 분석에 관한 연구”, 대한교통학회지 제24권 제1호, pp.29-38.
5. 이용상(2000) “고속철도 운임정책에 관한 연구”, 한국철도기술연구원 연구보고서.
6. 이장호(2009) “고속철도 수요 분석을 위한 지역 간 통행수단 선택모형 구축”, 한국교통연구원 교통연구 제16권 제2호, pp.27-40.
7. 이장호·장수은(2005) “지역 간 통행의 효율성 제고를 위한 고속철도 이용증대방안연구”, 한국교통연구원 연구총서.
8. 임채성(2008) “철도 선진국의 선로사용료 현황과 그 시사점”, 한국철도학회지, 제11권 제3호, 263-271.
9. 전미현(2002) “교통수요관리방안의 형평성과 효율성 분석: 서울의 서북지역에서 도심진입료, 10부제 및 버스전용차로제를 시행하는 경우”, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
10. 정철·김시곤·김찬성(2007) “지역 간 철도수요분석에서 비용과 시간탄력성의 비교연구” - KTX 수요에 대한 탄력성을 중심으로 -, 대한토목학회논문집 제27권 제5D호, pp.547-553.
11. 조윤경(2010) “항공기 기종별 탄소배출량 측정 및 그에 따른 사회적 비용의 항공 요금화 효과: 김포-제주노선을 중심으로”, 한국항공대학

- 교 대학원 석사학위논문.
12. 조은경(2006) “혼잡통행료 부과방안의 효율성과 형평성 분석: 수도권을 대상으로”, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
 13. 한국개발연구원(2008), “도로·철도부문 사업의 예비타당성조사 표준 지침 수정·보완 연구(제5판)”.

국외문헌

1. Behrens, C & Pels, E(2012) “Intermodal competition in the London-Paris Passenger market: High-Speed Rail and air transport”, *Journal of Urban Economics*, Vol. 71, pp. 278-288.
2. Bhat, C. R(1995) “A Heteroscedastic Extreme Value Model of Intercity Travel Mode Choice”, *Transportation Research B*, Vol. 29, No. 6, pp. 471-483.
3. Liu, L. N. and McDonald, J. F.(1998), “Efficient Congestion Tolls in the Presence of Unpriced Congestion: A Peak and Off-Peak Simulation Model”, *Journal of Urban Economics*, Vol. 44, pp.352-366.
4. Mandel, B(1994) “Linear or Nonlinear Utility Functions in Logit Models? The Impact on German High-Speed Rail Demand Forecasts”, *Transportation Research B*, Vol. 28B, No. 2, pp. 91-101.
5. McCarthy, P. S(1997) “The Role of Captivity in Aggregate Share Model of Intercity Passenger Travel”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 31, No. 3, pp. 293-308.
6. Oum, T. H.(1989) “Alternative Demand Models and Their Elasticity Estimates”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 23, No. 2, pp. 163-187.
7. Roman, C(2009) “Analyzing Competition between the High Speed

Train and Alternative Modes. The Case of the Madrid-Zaragoza-Barcelona Corridor”, *Journal of Choice Modelling*, Vol. 3, No. 1, pp.84-108.

8. Small, K. A. and Fosen, H. S.(1981), "Applied Welfare Economics with Discrete Choice Models", *Econometrica*, Vol. 49, No. 3, pp. 105-130.
9. Small. K. A.(1983), "The Incidence of Congestion Tolls on Urban Highways", *Journal of Urban Economics*, Vol. 13, pp. 90-111.
10. Zhang, L (2012) “ Methodological Options and Data Sources for the Development of Long-Distance Passenger Travel Demand Models: A Comprehensive Review”, *Transport Reviews*, Vol. 32, No. 4, pp. 399-433.

<부록 A> 서울~부산 수단분담모형 구축자료

<표 A-1> 서울~부산 수단분담률

(단위: %)

시점(월)	고속버스	고속철도	일반철도	항공	시점(월)	고속버스	고속철도	일반철도	항공
200501	0.043	0.575	0.129	0.253	200807	0.096	0.647	0.055	0.202
200502	0.053	0.572	0.132	0.243	200808	0.105	0.662	0.068	0.165
200503	0.038	0.578	0.102	0.282	200809	0.109	0.638	0.046	0.207
200504	0.041	0.588	0.102	0.269	200810	0.093	0.657	0.048	0.202
200505	0.042	0.591	0.096	0.271	200811	0.09	0.671	0.044	0.195
200506	0.041	0.598	0.099	0.262	200812	0.088	0.671	0.048	0.193
200507	0.041	0.627	0.115	0.217	200901	0.107	0.667	0.044	0.182
200508	0.045	0.639	0.13	0.186	200902	0.093	0.683	0.038	0.186
200509	0.053	0.606	0.095	0.246	200903	0.087	0.666	0.033	0.214
200510	0.041	0.627	0.091	0.241	200904	0.081	0.654	0.035	0.23
200511	0.041	0.637	0.084	0.238	200905	0.088	0.666	0.036	0.21
200512	0.038	0.673	0.085	0.204	200906	0.082	0.654	0.035	0.229
200601	0.062	0.632	0.094	0.212	200907	0.087	0.678	0.037	0.198
200602	0.052	0.65	0.086	0.212	200908	0.096	0.681	0.044	0.179
200603	0.067	0.611	0.06	0.262	200909	0.083	0.647	0.026	0.244
200604	0.057	0.639	0.071	0.233	200910	0.093	0.652	0.033	0.222
200605	0.063	0.644	0.069	0.224	200911	0.083	0.662	0.028	0.227
200606	0.059	0.635	0.071	0.235	200912	0.086	0.66	0.032	0.222
200607	0.061	0.661	0.084	0.194	201001	0.08	0.683	0.047	0.19
200608	0.069	0.65	0.092	0.189	201002	0.103	0.651	0.045	0.201
200609	0.057	0.633	0.063	0.247	201003	0.081	0.651	0.035	0.233
200610	0.072	0.641	0.074	0.213	201004	0.078	0.652	0.033	0.237
200611	0.065	0.637	0.057	0.241	201005	0.091	0.656	0.036	0.217
200612	0.066	0.651	0.062	0.221	201006	0.081	0.644	0.039	0.236
200701	0.069	0.647	0.068	0.216	201007	0.083	0.661	0.044	0.212
200702	0.083	0.635	0.07	0.212	201008	0.087	0.677	0.054	0.182
200703	0.069	0.637	0.056	0.238	201009	0.088	0.665	0.035	0.212
200704	0.067	0.635	0.053	0.245	201010	0.074	0.67	0.032	0.224
200705	0.073	0.639	0.055	0.233	201011	0.072	0.689	0.032	0.207
200706	0.07	0.634	0.051	0.245	201012	0.068	0.698	0.038	0.196
200707	0.082	0.633	0.064	0.221	201101	0.066	0.701	0.047	0.186
200708	0.086	0.646	0.075	0.193	201102	0.091	0.685	0.052	0.172
200709	0.091	0.632	0.059	0.218	201103	0.07	0.684	0.036	0.21
200710	0.074	0.632	0.05	0.244	201104	0.069	0.696	0.035	0.2
200711	0.076	0.64	0.048	0.236	201105	0.074	0.695	0.039	0.192
200712	0.082	0.649	0.053	0.216	201106	0.076	0.687	0.043	0.194
200801	0.08	0.643	0.058	0.219	201107	0.074	0.695	0.051	0.18
200802	0.096	0.632	0.063	0.209	201108	0.083	0.69	0.065	0.162
200803	0.085	0.629	0.047	0.239	201109	0.095	0.665	0.038	0.202
200804	0.079	0.627	0.046	0.248	201110	0.077	0.688	0.039	0.196
200805	0.088	0.64	0.052	0.22	201111	0.076	0.685	0.037	0.202
200806	0.085	0.64	0.049	0.226	201112	0.072	0.689	0.041	0.198

<표 A-2> 서울~부산 수단별 통행시간

(단위: 분)

시점(월)	고속버스	고속철도	일반철도	항공	시점(월)	고속버스	고속철도	일반철도	항공
200501	302	157	292	55	200807	268	157	291.8	55
200502	302	157	292	55	200808	268	157	291.8	55
200503	302	157	292	55	200809	268	157	291.8	55
200504	302	157	292	55	200810	268	157	291.8	55
200505	302	157	292	55	200811	268	157	291.8	55
200506	302	157	292	55	200812	268	157	291.8	55
200507	302	157	292	55	200901	268	157	291.8	55
200508	302	157	292	55	200902	268	157	291.8	55
200509	302	157	292	55	200903	268	157	291.8	55
200510	302	157	292	55	200904	268	157	291.8	55
200511	302	157	292	55	200905	268	157	291.8	55
200512	302	157	292	55	200906	268	157	291.8	55
200601	302	157	292	55	200907	268	157	291.8	55
200602	302	157	292	55	200908	268	157	291.8	55
200603	302	157	292	55	200909	268	157	291.8	55
200604	302	157	292	55	200910	268	157	291.8	55
200605	302	157	292	55	200911	268	157	291.8	55
200606	302	157	292	55	200912	268	157	291.8	55
200607	302	157	292	55	201001	268	157	291.8	55
200608	302	157	292	55	201002	268	157	291.8	55
200609	302	157	292	55	201003	268	157	291.8	55
200610	302	157	292	55	201004	268	157	291.8	55
200611	302	157	293.4	55	201005	268	157	291.8	55
200612	302	157	293.4	55	201006	268	157	291.8	55
200701	302	157	293.4	55	201007	268	157	291.8	55
200702	302	157	293.4	55	201008	268	157	291.8	55
200703	302	157	293.4	55	201009	268	157	291.8	55
200704	302	157	293.4	55	201010	268	157	291.8	55
200705	302	157	293.4	55	201011	268	152	291.8	55
200706	302	157	292.5	55	201012	268	152	293.7	55
200707	302	157	292.5	55	201101	268	152	293.7	55
200708	302	157	292.5	55	201102	268	152	293.7	55
200709	302	157	292.5	55	201103	268	152	293.7	55
200710	302	157	292.5	55	201104	268	152	293.7	55
200711	302	157	292.5	55	201105	268	152	293.7	55
200712	302	157	292.5	55	201106	268	152	293.7	55
200801	302	157	291.8	55	201107	268	152	293.7	55
200802	302	157	291.8	55	201108	268	152	293.7	55
200803	268	157	291.8	55	201109	268	152	293.7	55
200804	268	157	291.8	55	201110	268	152	293.7	55
200805	268	157	291.8	55	201111	268	152	293.7	55
200806	268	157	291.8	55	201112	268	152	293.7	55

<표 A-3> 서울~부산 수단별 운임

(단위: 천원)

시점(월)	고속버스	고속철도	일반철도	항공	시점(월)	고속버스	고속철도	일반철도	항공
200501	23.7	43.9	27.9	57	200807	24.6	48.6	31.1	69.1
200502	23.7	44.1	28	60.9	200808	24.5	48.9	31.2	72.4
200503	23.6	43.6	27.8	55.7	200809	24.2	48.7	31.1	64.3
200504	23.6	43.9	27.9	56.2	200810	26.1	48.7	31.1	62.7
200505	23.6	43.2	27.5	55.3	200811	26.1	48.8	31.2	62.1
200506	23.6	43.1	27.4	55.2	200812	26	48.7	31.1	62.8
200507	23.6	43.3	27.5	61.7	200901	25.6	49.1	31.3	65.4
200508	23.5	43.1	27.4	65.7	200902	26	48.7	31.1	61.8
200509	23.4	43.2	27.5	57	200903	26	48.7	31.1	61.6
200510	23.5	43.3	27.5	56	200904	26	48.6	31.1	60.7
200511	23.5	43	27.4	55.2	200905	26	49	31.2	61.6
200512	23.4	43.2	27.5	55.9	200906	26	48.6	31.1	60.5
200601	23.6	43.2	27.5	57.1	200907	26	48.7	31.1	66.3
200602	23.5	43.1	27.4	55.4	200908	26.1	48.8	31.1	69.4
200603	23.5	43.1	27.4	55.4	200909	26	48.6	31.1	60
200604	23.5	43.2	27.5	56	200910	25.7	48.8	31.1	62.1
200605	23.5	43	27.4	55.3	200911	26.1	48.7	31.1	60.2
200606	23.5	43.2	27.5	56.2	200912	26	48.6	31.1	60.9
200607	23.5	43.2	27.5	61.9	201001	26	48.9	31.2	61.5
200608	23.5	43.1	27.4	64.7	201002	25.6	48.8	31.1	62.1
200609	25.2	43.2	27.5	56	201003	26	48.7	31.1	60.2
200610	25.1	43.3	27.5	58.5	201004	26	48.7	31.1	60.2
200611	25.3	47.1	29.4	60.9	201005	26.1	48.9	31.2	60.7
200612	25.2	47.5	29.5	62.6	201006	25.9	48.6	31.1	59.9
200701	25.2	47.1	29.4	61.3	201007	26	48.8	31.1	66.5
200702	25	47.4	29.5	62.9	201008	27.4	48.7	31.1	68.5
200703	25.2	47.3	29.5	61.3	201009	27.2	49	31.2	63.1
200704	25.2	47.2	29.4	61.1	201010	27.4	48.9	31.2	60.8
200705	25.3	47.2	29.4	60.9	201011	27.4	46.6	28.9	59.9
200706	25.2	47.5	29.9	61.8	201012	27.4	46.6	28.9	60.7
200707	25.3	48.7	30.8	69.5	201101	27.3	46.8	28.9	60.7
200708	25.3	48.8	30.8	72.7	201102	27.1	46.9	29	63.7
200709	25.1	49.2	30.9	66.2	201103	27.3	46.9	29	60.8
200710	25.3	48.7	30.8	62.9	201104	27.3	46.8	29	60.7
200711	25.3	48.7	30.8	63	201105	27.4	46.9	29	62.3
200712	25.2	48.9	30.8	64.8	201106	27.3	46.7	28.9	60.8
200801	25.3	48.6	31.1	63.1	201107	27.3	46.9	29	66.8
200802	25	49	31.2	66.1	201108	27.4	46.6	28.9	70.7
200803	24.5	48.8	31.1	63.2	201109	26.8	46.9	29	62.5
200804	24.5	48.6	31.1	62.6	201110	27.4	46.9	29	61.6
200805	24.5	49	31.2	63.7	201111	27.5	46.6	28.9	59.9
200806	24.5	48.7	31.1	63	201112	27.4	48.1	29.8	62.8

<표 A-4> 서울~부산 소득이 반영된 운임 = 운임/1인당 일평균 가처분 소득

(단위: %)

시점(월)	고속버스	고속철도	일반철도	항공	시점(월)	고속버스	고속철도	일반철도	항공
200501	0.024	0.044	0.028	0.057	200807	0.018	0.035	0.022	0.050
200502	0.024	0.044	0.028	0.061	200808	0.018	0.036	0.023	0.053
200503	0.023	0.042	0.027	0.054	200809	0.018	0.035	0.022	0.046
200504	0.023	0.042	0.027	0.054	200810	0.019	0.035	0.022	0.045
200505	0.022	0.041	0.026	0.052	200811	0.019	0.035	0.023	0.045
200506	0.022	0.041	0.026	0.052	200812	0.019	0.036	0.023	0.046
200507	0.022	0.041	0.026	0.058	200901	0.019	0.036	0.023	0.048
200508	0.022	0.041	0.026	0.063	200902	0.019	0.035	0.023	0.045
200509	0.022	0.041	0.026	0.054	200903	0.019	0.035	0.022	0.044
200510	0.022	0.041	0.026	0.052	200904	0.018	0.034	0.022	0.042
200511	0.022	0.040	0.026	0.052	200905	0.018	0.034	0.022	0.043
200512	0.022	0.041	0.026	0.053	200906	0.018	0.033	0.021	0.041
200601	0.022	0.040	0.026	0.053	200907	0.018	0.033	0.021	0.046
200602	0.022	0.040	0.026	0.052	200908	0.018	0.034	0.021	0.048
200603	0.021	0.039	0.025	0.050	200909	0.018	0.033	0.021	0.041
200604	0.021	0.039	0.025	0.050	200910	0.018	0.033	0.021	0.043
200605	0.021	0.038	0.024	0.049	200911	0.018	0.033	0.021	0.041
200606	0.021	0.038	0.024	0.050	200912	0.018	0.034	0.022	0.043
200607	0.021	0.038	0.024	0.055	201001	0.017	0.032	0.021	0.041
200608	0.021	0.038	0.024	0.057	201002	0.017	0.032	0.020	0.041
200609	0.022	0.038	0.024	0.049	201003	0.017	0.031	0.020	0.039
200610	0.022	0.038	0.024	0.051	201004	0.016	0.030	0.019	0.038
200611	0.022	0.042	0.026	0.054	201005	0.016	0.030	0.019	0.037
200612	0.023	0.043	0.026	0.056	201006	0.016	0.030	0.019	0.037
200701	0.022	0.040	0.025	0.053	201007	0.016	0.030	0.019	0.041
200702	0.021	0.040	0.025	0.054	201008	0.017	0.030	0.019	0.042
200703	0.021	0.039	0.025	0.051	201009	0.017	0.030	0.019	0.039
200704	0.021	0.039	0.024	0.050	201010	0.017	0.030	0.019	0.037
200705	0.020	0.038	0.024	0.049	201011	0.017	0.029	0.018	0.037
200706	0.020	0.038	0.024	0.050	201012	0.017	0.029	0.018	0.038
200707	0.020	0.039	0.025	0.056	201101	0.017	0.028	0.018	0.037
200708	0.021	0.040	0.025	0.059	201102	0.016	0.028	0.017	0.038
200709	0.020	0.039	0.025	0.053	201103	0.016	0.027	0.017	0.036
200710	0.020	0.039	0.025	0.050	201104	0.016	0.027	0.017	0.035
200711	0.020	0.039	0.025	0.050	201105	0.016	0.026	0.016	0.035
200712	0.021	0.040	0.025	0.052	201106	0.015	0.026	0.016	0.034
200801	0.020	0.038	0.024	0.049	201107	0.015	0.026	0.016	0.037
200802	0.020	0.038	0.024	0.051	201108	0.015	0.026	0.016	0.040
200803	0.019	0.037	0.024	0.048	201109	0.015	0.027	0.016	0.035
200804	0.018	0.036	0.023	0.046	201110	0.015	0.026	0.016	0.034
200805	0.018	0.036	0.023	0.046	201111	0.015	0.026	0.016	0.034
200806	0.018	0.035	0.022	0.045	201112	0.016	0.027	0.017	0.036

<표 A-5> 서울~부산 편도운행횟수

(단위: 회/일)

시점(월)	고속버스	고속철도	일반철도	항공	시점(월)	고속버스	고속철도	일반철도	항공
200501	67	48	46	31	200807	62	52	45	28
200502	73	48	46	32	200808	73	52	45	27
200503	63	48	46	31	200809	74	52	45	29
200504	66	48	46	33	200810	65	52	45	27
200505	66	48	46	33	200811	64	52	45	28
200506	64	48	46	33	200812	61	52	45	29
200507	63	48	46	28	200901	71	52	45	28
200508	55	48	46	24	200902	61	52	45	27
200509	61	48	46	30	200903	60	52	45	28
200510	55	48	46	29	200904	61	52	45	33
200511	55	50	46	29	200905	64	52	45	32
200512	54	50	46	26	200906	60	52	45	33
200601	74	50	46	30	200907	60	53	45	32
200602	58	50	46	29	200908	65	53	45	32
200603	60	50	46	30	200909	60	53	45	30
200604	60	50	46	30	200910	69	53	45	30
200605	64	50	46	30	200911	61	53	45	29
200606	60	50	46	30	200912	63	53	45	30
200607	61	50	46	29	201001	61	53	45	28
200608	61	50	46	31	201002	74	53	45	30
200609	59	50	46	31	201003	61	53	45	30
200610	70	50	46	29	201004	60	53	45	29
200611	62	52	47	29	201005	67	53	45	29
200612	62	52	47	29	201006	61	53	45	28
200701	62	52	47	29	201007	61	53	45	27
200702	73	52	47	29	201008	63	53	45	28
200703	61	52	47	29	201009	68	53	45	29
200704	61	52	47	30	201010	61	53	45	28
200705	65	52	47	29	201011	62	53	45	28
200706	60	50	46	30	201012	62	60	49	29
200707	62	50	46	29	201101	60	60	49	29
200708	64	50	46	26	201102	72	60	49	27
200709	71	50	46	29	201103	59	60	49	28
200710	62	50	46	29	201104	61	60	49	26
200711	64	50	46	28	201105	63	60	49	28
200712	64	50	46	29	201106	63	60	49	27
200801	62	52	45	29	201107	61	60	49	27
200802	73	52	45	30	201108	65	60	49	28
200803	62	52	45	30	201109	74	60	49	27
200804	63	52	45	30	201110	65	60	49	27
200805	71	52	45	28	201111	65	60	49	28
200806	63	52	45	28	201112	62	60	49	27

<부록 B> 고속철도 운임변화에 따른 고속철도 이익변화 세부결과

(단위: 인/일, 회/일, 천원)

고속철도 운임변화		승객 수	운행횟수	운임수입 변화	운영비용 변화	이익 변화
운임(원)	변화율	KTX	FREQ	△KB	△KC	△KR
-	0%	15,055	73	-509,503	47,572	-557,075
2,405	5%	14,998	73	-476,715	47,572	-524,287
4,810	10%	14,920	73	-444,268	47,572	-491,840
7,215	15%	14,859	73	-412,051	47,572	-459,623
9,620	20%	14,796	73	-380,118	47,572	-427,690
12,025	25%	14,709	73	-348,723	47,572	-396,295
14,430	30%	14,641	73	-317,459	47,572	-365,031
16,835	35%	14,571	73	-286,523	47,572	-334,095
19,240	40%	14,474	73	-256,365	47,572	-303,937
21,645	45%	14,399	73	-226,198	47,572	-273,770
24,050	50%	14,296	73	-196,972	47,572	-244,544
26,455	55%	14,215	73	-167,666	47,572	-215,238
28,860	60%	14,104	73	-139,502	47,572	-187,074
31,265	65%	14,019	73	-111,085	47,572	-158,657
33,670	70%	13,841	72	-85,885	43,913	-129,798
36,075	75%	13,653	71	-61,791	40,253	-102,044
38,480	80%	13,456	70	-38,835	36,594	-75,429
40,885	85%	13,247	69	-17,185	32,935	-50,120
43,290	90%	12,915	67	-1,290	25,616	-26,906
45,695	95%	12,511	65	10,163	18,297	-8,134
48,100	100%	11,653	60	-	-	-
50,505	105%	11,513	60	19,048	0	19,048
52,910	110%	11,067	58	22,766	-3,908	26,674
55,315	115%	10,824	57	34,742	-5,862	40,604
57,720	120%	10,476	55	40,146	-9,770	49,916
60,125	125%	10,120	53	43,592	-13,678	57,270
62,530	130%	9,859	52	50,880	-15,632	66,512
64,935	135%	9,492	50	50,771	-19,541	70,312
67,340	140%	9,120	48	48,751	-23,449	72,200
69,745	145%	8,744	46	44,851	-27,357	72,208
72,150	150%	8,366	44	39,176	-31,265	70,441

(단위: 인/일, 회/일, 천원)

고속철도 운임변화		승객 수	운행횟수	운임수입 변화	운영비용 변화	이익 변화
운임(원)	변화율	KTX	FREQ	△KB	△KC	△KR
74,555	155%	7,989	42	31,915	-35,174	67,089
76,960	160%	7,612	40	23,007	-39,082	62,089
79,365	165%	7,343	39	20,241	-41,036	61,277
81,770	170%	6,973	37	8,793	-44,944	53,737
84,175	175%	6,607	35	-3,968	-48,852	44,884
86,580	180%	6,249	33	-17,699	-52,760	35,061
88,985	185%	5,996	32	-24,502	-54,715	30,213
91,390	190%	5,652	30	-39,972	-58,623	18,651
93,795	195%	5,411	29	-48,163	-60,577	12,414
96,200	200%	5,084	27	-64,929	-64,485	-444
98,605	205%	4,856	26	-74,250	-66,439	-7,811
101,010	210%	4,635	25	-83,926	-68,393	-15,533
103,415	215%	4,337	23	-101,807	-72,301	-29,506
105,820	220%	4,131	22	-112,141	-74,255	-37,886
108,225	225%	3,931	21	-122,785	-76,209	-46,576
110,630	230%	3,738	20	-133,600	-78,164	-55,436
113,035	235%	3,552	19	-144,539	-80,118	-64,421
115,440	240%	3,373	18	-155,557	-82,072	-73,485
117,845	245%	3,201	17	-166,608	-84,026	-82,582
120,250	250%	3,099	17	-170,760	-84,026	-86,734
122,655	255%	2,938	16	-181,935	-85,980	-95,955
125,060	260%	2,783	15	-193,133	-87,934	-105,199
127,465	265%	2,635	14	-204,197	-89,888	-114,309
129,870	270%	2,548	14	-208,707	-89,888	-118,819
132,275	275%	2,410	13	-219,729	-91,842	-127,887
134,680	280%	2,329	13	-224,377	-91,842	-132,535
137,085	285%	2,201	12	-235,236	-93,797	-141,439
139,490	290%	2,127	12	-239,807	-93,797	-146,010
141,895	295%	2,008	11	-250,506	-95,750	-154,756
144,300	300%	1,939	11	-255,167	-95,750	-159,417

<부록 C> 고속철도 운임변화에 따른 철도운영기관 이익변화 결과

(단위: 인/일, 천원)

고속철도 운임변화		승객 수		고속철도 이익 변화	일반철도 이익 변화	철도운영기관 이익 변화
운임(원)	변화율	KTX	RAIL	△KR	△RR	△(KR+RR)
-	0%	15,055	327	-557,075	-13,529	-570,604
2,405	5%	14,998	339	-524,287	-13,172	-537,459
4,810	10%	14,920	351	-491,840	-12,814	-504,654
7,215	15%	14,859	363	-459,623	-12,456	-472,079
9,620	20%	14,796	376	-427,690	-12,069	-439,759
12,025	25%	14,709	389	-396,295	-11,682	-407,977
14,430	30%	14,641	403	-365,031	-11,264	-376,295
16,835	35%	14,571	418	-334,095	-10,817	-344,912
19,240	40%	14,474	432	-303,937	-10,400	-314,337
21,645	45%	14,399	447	-273,770	-9,953	-283,723
24,050	50%	14,296	462	-244,544	-9,506	-254,050
26,455	55%	14,215	478	-215,238	-9,029	-224,267
28,860	60%	14,104	493	-187,074	-8,582	-195,656
31,265	65%	14,019	510	-158,657	-8,076	-166,733
33,670	70%	13,841	538	-129,798	-7,241	-137,039
36,075	75%	13,653	566	-102,044	-6,407	-108,451
38,480	80%	13,456	596	-75,429	-5,513	-80,942
40,885	85%	13,247	626	-50,120	-4,619	-54,739
43,290	90%	12,915	668	-26,906	-3,367	-30,273
45,695	95%	12,511	709	-8,134	-2,146	-10,280
48,100	100%	11,653	781	-	-	-
50,505	105%	11,513	803	19,048	656	19,704
52,910	110%	11,067	846	26,674	1,937	28,611
55,315	115%	10,824	883	40,604	3,040	43,644
57,720	120%	10,476	936	49,916	4,619	54,535
60,125	125%	10,120	991	57,270	6,258	63,528
62,530	130%	9,859	1,030	66,512	7,420	73,933
64,935	135%	9,492	1,087	70,312	9,119	79,430
67,340	140%	9,120	1,143	72,200	10,788	82,988
69,745	145%	8,744	1,201	72,208	12,516	84,724
72,150	150%	8,366	1,258	70,441	14,215	84,656

(단위: 인/일, 천원)

고속철도 운임변화		승객 수		고속철도 이익 변화	일반철도 이익 변화	철도운영기관 이익 변화
운임(원)	변화율	KTX	RAIL	△KR	△RR	△(KR+RR)
74,555	155%	7,989	1,316	67,089	15,943	83,032
76,960	160%	7,612	1,374	62,089	17,671	79,760
79,365	165%	7,343	1,415	61,277	18,893	80,170
81,770	170%	6,973	1,471	53,737	20,562	74,299
84,175	175%	6,607	1,527	44,884	22,231	67,115
86,580	180%	6,249	1,582	35,061	23,870	58,931
88,985	185%	5,996	1,620	30,213	25,002	55,215
91,390	190%	5,652	1,673	18,651	26,582	45,232
93,795	195%	5,411	1,710	12,414	27,684	40,098
96,200	200%	5,084	1,760	-444	29,174	28,730
98,605	205%	4,856	1,794	-7,811	30,187	22,377
101,010	210%	4,635	1,828	-15,533	31,201	15,668
103,415	215%	4,337	1,874	-29,506	32,571	3,066
105,820	220%	4,131	1,905	-37,886	33,495	-4,390
108,225	225%	3,931	1,936	-46,576	34,419	-12,157
110,630	230%	3,738	1,965	-55,436	35,283	-20,153
113,035	235%	3,552	1,994	-64,421	36,147	-28,274
115,440	240%	3,373	2,021	-73,485	36,952	-36,533
117,845	245%	3,201	2,047	-82,582	37,727	-44,855
120,250	250%	3,099	2,063	-86,734	38,204	-48,530
122,655	255%	2,938	2,087	-95,955	38,919	-57,036
125,060	260%	2,783	2,111	-105,199	39,634	-65,565
127,465	265%	2,635	2,134	-114,309	40,319	-73,989
129,870	270%	2,548	2,147	-118,819	40,707	-78,112
132,275	275%	2,410	2,168	-127,887	41,333	-86,554
134,680	280%	2,329	2,180	-132,535	41,690	-90,845
137,085	285%	2,201	2,200	-141,439	42,286	-99,153
139,490	290%	2,127	2,211	-146,010	42,614	-103,396
141,895	295%	2,008	2,229	-154,756	43,150	-111,605
144,300	300%	1,939	2,240	-159,417	43,478	-115,938

<부록 D> 고속철도 운임변화에 따른 사회적 후생변화 결과

(단위: 천원)

고속철도 운임변화		사회적 후생변화	통행자 편익 변화	운송업체 사회적 비용변화	대기오염 비용 변화	운송업체 운임수입 변화	부가 가치세 변화
운임(원)	변화율	△TSW	△CS	△TSC	△TEC	△TFR	△TTR
-	0%	183,325	876,351	-35,100	-8,851	-671,143	-65,834
2,405	5%	185,841	840,215	-35,100	-8,851	-635,976	-62,349
4,810	10%	186,204	805,523	-30,966	-8,409	-599,919	-58,775
7,215	15%	188,639	769,718	-30,966	-8,409	-565,126	-55,328
9,620	20%	191,004	734,063	-30,966	-8,409	-530,531	-51,903
12,025	25%	191,335	700,035	-26,833	-7,966	-495,103	-48,396
14,430	30%	193,575	664,745	-26,833	-7,966	-460,951	-45,018
16,835	35%	195,678	629,621	-26,833	-7,966	-427,071	-41,671
19,240	40%	195,971	596,357	-22,699	-7,524	-392,370	-38,239
21,645	45%	197,904	561,632	-22,699	-7,524	-359,007	-34,944
24,050	50%	198,079	528,966	-18,565	-7,081	-324,953	-31,580
26,455	55%	199,806	494,673	-18,565	-7,081	-292,168	-28,345
28,860	60%	199,858	462,621	-14,432	-6,638	-258,785	-25,048
31,265	65%	201,271	428,809	-14,432	-6,638	-226,719	-21,889
33,670	70%	184,094	375,916	-13,958	-6,196	-193,345	-18,631
36,075	75%	167,188	323,920	-13,483	-5,753	-160,538	-15,430
38,480	80%	150,406	272,870	-13,009	-5,311	-128,474	-12,310
40,885	85%	133,917	222,833	-12,535	-4,868	-97,064	-9,255
43,290	90%	101,068	156,920	-11,586	-3,983	-65,228	-6,193
45,695	95%	69,705	97,367	-6,504	-2,656	-33,666	-3,156
48,100	100%	-	-	-	-	-	-
50,505	105%	73	-27,850	0	0	25,442	2,481
52,910	110%	-24,930	-79,647	949	885	51,581	4,970
55,315	115%	-39,174	-122,958	-2,710	885	74,778	7,181
57,720	120%	-67,097	-181,631	-10,029	885	96,220	9,170
60,125	125%	-94,830	-238,360	-17,348	885	116,074	10,993
62,530	130%	-109,485	-277,885	-21,007	885	135,460	12,818
64,935	135%	-137,173	-331,177	-28,326	885	152,236	14,327
67,340	140%	-164,590	-382,443	-35,645	885	167,413	15,680
69,745	145%	-191,866	-431,649	-42,963	885	180,853	16,852
72,150	150%	-218,879	-478,763	-50,282	885	192,626	17,861

(단위: 천원)

고속철도 운임변화		사회적 후생변화	통행자 편익 변화	운송업체 사회적 비용변화	대기오염 비용 변화	운송업체 운임수입 변화	부가 가치세 변화
운임(원)	변화율	△TSW	△CS	△TSC	△TEC	△TFR	△TTR
74,555	155%	73	-27,850	0	0	25,442	2,481
76,960	160%	-24,930	-79,647	949	885	51,581	4,970
79,365	165%	-39,174	-122,958	-2,710	885	74,778	7,181
81,770	170%	-67,097	-181,631	-10,029	885	96,220	9,170
84,175	175%	-94,830	-238,360	-17,348	885	116,074	10,993
86,580	180%	-109,485	-277,885	-21,007	885	135,460	12,818
88,985	185%	-137,173	-331,177	-28,326	885	152,236	14,327
91,390	190%	-164,590	-382,443	-35,645	885	167,413	15,680
93,795	195%	-191,866	-431,649	-42,963	885	180,853	16,852
96,200	200%	-218,879	-478,763	-50,282	885	192,626	17,861
98,605	205%	-245,638	-523,818	-57,601	885	202,762	18,702
101,010	210%	-272,116	-566,780	-64,920	885	211,250	19,379
103,415	215%	-287,571	-596,374	-68,579	885	220,888	20,221
105,820	220%	-313,645	-635,799	-75,898	885	226,523	20,618
108,225	225%	-339,352	-673,198	-83,216	885	230,650	20,865
110,630	230%	-364,533	-708,604	-90,535	885	233,441	20,980
113,035	235%	-379,848	-732,817	-94,194	885	238,306	21,354
115,440	240%	-404,327	-764,902	-101,513	885	238,711	21,236
117,845	245%	-419,442	-786,773	-105,172	885	241,626	21,418
120,250	250%	-443,037	-815,686	-112,491	885	239,943	21,100
122,655	255%	-457,798	-835,349	-116,151	885	241,164	21,121
125,060	260%	-472,421	-854,115	-119,810	885	241,696	21,073
127,465	265%	-494,517	-878,826	-127,129	885	237,545	20,520
129,870	270%	-508,575	-895,566	-130,788	885	236,741	20,347
132,275	275%	-522,535	-911,525	-134,447	885	235,316	20,112
134,680	280%	-536,223	-926,687	-138,107	885	233,408	19,834
137,085	285%	-549,669	-941,102	-141,766	885	231,041	19,511
139,490	290%	-562,828	-954,803	-145,425	885	228,281	19,154
141,895	295%	-575,659	-967,806	-149,085	885	225,181	18,766
144,300	300%	-582,665	-975,379	-149,085	885	225,740	18,774
72,150	150%	-595,125	-987,319	-152,744	885	222,006	18,329

Abstract

An Estimation of Optimal KTX Fares

- The Case of Seoul~Busan Travel -

Lee, Mi Ra

Department of Environmental Planning

The Graduate School of Environmental Studies

Seoul National University

As the KTX(Korea Train Express) opened its first section from Seoul to Daegu in April 1st, 2004 and the second from Dongdaegu to Busan in November 1st, 2010, the travel time from Seoul to Busan has been shortened to 2 hours and 18 minutes. As of December 2011, despite the three millions passengers who had been taking the KTX, the fares increased in December, 2011. In addition, little controversy about the possible fare decrease if a private agency operates KTX departing from Suseo has called upon the need to further research.

The current KTX fares are estimated from the rate of inflation and operating costs and at the same time, they have to be set while excluding the publicity. The fares of public transportation should take the supply and demand, also provide benefits to passengers. They also should guarantee profits to the operating agencies and reflect the external costs that arise from operation such as air pollution or noise cost.

Therefore, this study suggests the methodology on estimating the optimal KTX fares from the perspective of both the railway operating organization and the society and aims to apply the methodology to Seoul to Busan travel.

The time frame of this study is from January 2005 to December 2011 and the study utilizes data from a monthly total of 72 perspectives travel. The reference year for the estimation of fares has been set to the earliest point which is December 2011. The space frame is from Seoul to Busan, the long distance travel which has a large reduction in travel time. The subjects are 4 modes of public transportation, bus, KTX, railway and air.

The method of estimation of optimal KTX fares is the following.

First, a demand model for Seoul to Busan was developed to estimate the fares based on the changes in the mode share and operation frequencies, which are caused by the changes in the KTX fares. The change in demand from the change in the fare affects operation frequency, which in turn affects the demand. This process was repeated until the equilibrium was estimated, where the mode share and the operation frequencies would no longer change.

Based on the calculated equilibrium values, the optimal KTX fares were estimated from the perspective of both the railway operating organization and the society. By changing the fares by 5% each time, the variations in the revenue of the railway operating organization and of the social welfare were estimated. The optimal fares for which

each of these variations was maximized could be estimated. The variations in the revenues of the railway operating organization consisted of the revenue change from the KTX and railway. Meanwhile, the social welfare revenue variation was measured from the variations in passenger benefits, fare revenues and social costs of the operating organization, external costs and tax.

The modal split showed the value of $\overline{\rho^2}$ was calculated to be 0.304, suggesting the model explained the travel. The variables of the travel time, fare and operation frequency, all coincided with the expected signs and were estimated reasonable statistically.

The results of the estimation of optimal KTX fares from the operating organization and the society are as the following.

Firstly, from the organization's perspective which only considers the variations in its revenue, the optimal fare was estimated to be 69,745 won which is 145% of the present fare(48,100 won).

Secondly, from the perspective of railway organization that operates the KTX and the railway, the optimal fare of 69,745 won, which is 145% of the current fare rate(48,100 won) allows the organization to take the maximal revenue and this result is the same as the result when only the KTX was considered. This result can be explained by the facts that the demand of railway is less sensitive compared to the KTX fare and operation frequencies, and also that the railway fare is too low to be raised greatly by the increase in the demand.

Lastly, from the perspective of the society, the optimal KTX fare was estimated to be 31,265 won, 65% of the current fare rate. This suggests the present fare rate for Seoul Busan Travel is higher than the appropriate fare rate. The main reason for such a result is that lowering KTX fare decreases the revenue of operating organization but increases the revenue of other transport agencies. Passenger benefits in particular increase greatly compared to the present, showing the variation in social welfare to be 201,271 thousand won per a day which means the maximum is 65% of the current fare rate.

This study is significant as it suggests the methodology for estimating the optimal KTX fares, and it estimates the modal split of a specific line rather than a national level, based on the latest data after the 1st and 2nd openings of KTX.

◆ **Key words** : Korea Train Express(KTX), Optimal Fares, Seoul~ Busan Travel, Modal Split, Social Perspective

◆ *Student Number* : 2011-22321