

■ 論 文 ■

지하철 이용 활성화를 위한 환승체계의 정책대안 평가

Evaluating the Policy of Transfer System to Promote a Use of the Busan Subway

정 현 영

(부산대학교 도시공학과 교수)

최 치 국

(부산발전연구원 선임연구위원)

목 차

- I. 서론
- II. 선행연구 고찰
- III. 부산 지하철의 이용실태 분석
 - 1. 조사개요
 - 2. 분석결과
- IV. 정책대안 설정 및 평가모형 정립
 - 1. 정책대안 설정
 - 2. 정책대안 평가모형 정립
- V. 정책대안의 평가
 - 1. 환승할인요금 정수시 이용수요 및 요금수입금 변화
 - 2. 서비스 개선시 이용수요 및 요금수입금 변화
 - 3. 환승할인요금 및 서비스 개선시 이용수요와 요금수입금 변화
- VI. 결론
참고문헌

Key Words : 지하철 환승실태, 명신선호(SP)조사, 네스티드 로짓모형, 환승할인요금, 차내·외시간단축

요 약

본 논문은 부산 지하철의 당면 문제점인 이용 승객의 감소추세와 이용효율의 저하를 개선하고자 지하철 중심의 환승체계 정책대안으로 환승할인 요금과 차내·외시간의 단축을 설정하고, 대안별 이용승객 및 요금수입의 변화를 계량적으로 제시하여 향후 정책추진의 근거자료로 활용하는데 목적이 있다.

선행연구의 정책대안은 지하철간의 환승저항 해소방안과 지하철과 연계교통수단의 환승할인 요금제의 도입방안 등을 제시하고 있다. 하지만 정책대안으로서 효과가 적고 재정적인 부담으로 시행이 어려운 실정에 있다.

따라서 본 연구는 지하철의 이용실태조사에서 지하철 이용승객에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타난 버스 와 지하철의 환승할인 요금체계 및 환승에 따른 서비스 개선(차내·외시간의 단축)방안을 정책대안으로 설정하였다. 그리고 제시된 정책대안이 시책으로서 타당한지를 판단하기 위해 명신선호(SP)조사를 토대로 구축한 네스티드 로짓모형을 이용하여 정책대안별로 요금수입과 이용승객의 변화에 미치는 영향을 평가하였다.

정책대안의 평가결과, 최적대안은 차내·외시간을 단축하지 않고 환승할인 요금제를 우선 시행할 경우 연간 67억의 재정지원을 전제로 환승요금을 50% 할인하는 방안이고, 환승할인요금과 차내·외시간 단축을 동시에 적용할 경우 예상수입금의 손실금액 56억을 재정지원 하는 것을 전제로 무료 환승방안이 타당한 것으로 나타났다.

I. 서론

부산시는 지하철 중심의 대중교통체계구축을 위해 총3조4천억에 달하는 재정으로 연장 71.6km의 지하철 1.2호선을 건설하여 운행하고 있다. 그리고 현재는 29.5km의 지하철 3호선을 건설 중에 있다.

하지만 지하철 1.2호선의 이용객은 기본계획수립 당시에 예측한 수요의 20~30%수준에 불과하고 1997년 이후부터는 이용객이 감소추세에 있다. 이러한 여건은 지하철의 이용효율저하로 이어져 지하철의 경영적자와 함께 효율적인 도시교통정책의 추진을 어렵게 하고 있다. 특히, 지하철이 기존 버스의 승객을 흡수함으로써 버스의 문제를 악화시키는 요인이 되기도 하여 총체적인 교통정책의 문제점을 야기 시키고 있다고 볼 수 있다.

이러한 문제인식하에 본 연구는 지하철의 이용활성화를 위한 정책대안으로 제시되고 있는 버스와 지하철간의 환승체계를 구축하고자 환승할인 요금과 차내·외시간의 단축에 따른 이용수요 및 요금수입의 변화를 산정하여, 적정 환승할인요금과 요금수입의 감소에 대한 보조금, 차내·외시간 단축 등의 수준을 제시하는데 연구목적을 두었다.

본 연구의 수행내용과 방법은 먼저 현재 부산지하철의 운행실태분석을 통하여 지하철 중심의 환승패턴별 이용현황과 환승시 차내·외시간 현황 등을 분석하였다. 그리고 지하철과 버스의 환승체계구축을 위하여 환승할인요금과 지하철 중심의 연계체계구축으로 차내·외시간의 단축을 위한 정책대안을 체계화시켰다. 또한 정책대안의 평가를 위하여 지하철과 버스의 환승체계에 대한 정책대안별 가상 시나리오에 대한 이용자의 선호의식(Stated Preference:SP) 조사결과를 토대로 로짓모형을 정립하여 사용하였다. 다음으로 구축된 모형을 이용하여 환승요금 할인과 차내·외시간 단축에 따른 수요와 요금수입의 변화를 산정하여 적정 환승할인 요금수준과 보조금 규모를 제시하였다.

본 연구결과는 환승요금의 할인을 조정과 지하철 중심의 연계 교통체계구축을 가속화시킬 수 있는 정량적인 근거를 마련하는데 의미가 있다.

II. 선행연구 고찰

지하철에 대한 연구는 지하철 자체의 서비스 개선과

타 교통수단과의 연계체계개선 등에 의한 지하철의 이용 활성화 방안이 중심이 되고 있다.

먼저 지하철 자체의 서비스 개선에 의한 이용 활성화와 관련된 연구는 「서울시 지하철 이용객의 환승 관련 변수의 가치추정 연구」가 있다(양창화, 손의영, 2000). 본 선행연구는 통행경로 선택에 있어서 지하철간의 환승이 통행저항으로 크게 영향을 미치지만 통행수요 예측에서 제대로 고려되지 못한다는 측면에서 이루어진 연구이다. 연구결과 SP분석 및 RP분석 결과가 차이는 나지만 대체적으로 서울시의 지하철 이용객들은 차내시간을 기준으로 할 때 환승시간은 1~2배, 환승 1회는 10~15분, 에스컬레이트 유무는 2~4분의 가치를 부여하는 것으로 나타났다. 이러한 연구결과는 지하철간의 환승에 따른 저항변수간의 가치를 산정함으로써 새로운 지하철 건설 및 기존 지하철 정비의 기준을 제시한다는 의미가 있고, 지하철 자체의 서비스 개선이 이용수요의 예측에 영향을 미칠 수 있는 것으로 판단할 수 있다.

지하철과 타 교통수단간의 연계체계 개선에 관련된 연구는 환승요금에 대한 연구로서 서울시의 사례를 중심으로 한 「대중교통 환승요금 적정 할인수준 추정」에 관한 연구(황기연, 이우철, 2000)와 대중교통 이용에 따른 비용부담의 절감으로 대중교통 이용수요를 도모하려는 방안으로 「대중교통환승요금 할인제도의 도입 방안연구」(황상규, 박병정, 2000), 「부산시 대중교통 요금구조 연구」(김종석 외 4인, 1997) 등이 있다. 그리고 지하철의 연계교통의 이용특성 분석을 통한 이용 활성화방안에 관한 연구로 「통근·통학자의 연계교통수단 선택행태분석」(정현영, 김정주, 2000)이 있다. 이상의 선행연구는 연구목적은 각각 상이하지만 수행방법은 공통적으로 요금수준을 비롯한 수단 선택에 영향을 미치는 변수들에 대한 선호의식 및 현 시선표자료를 구축하여 분석하였으며, 이를 근거로 수단선택 모형정립과 탄력성분석을 통하여 요금수준 등에 대한 수요를 예측하고 있다. 그리고 연구결과는 적정 환승할인요금의 수준으로 30%~50%를 제시하고 있으며, 이 경우 사회적 편익에 대한 보상차원에서 요금수입 감소에 대한 보조금의 지원을 주장하고 있다. 특히 본 연구의 연구대상인 버스와 지하철의 환승체계개선에 대한 관련 연구인 「대중교통 환승요금 적정 할인수준 추정」에 관한 연구에서는 버스와 지하철간의 환승만을 대상으로 기존 요금을 20% 인

상한 상태에서 이후 수단에 대해 30%까지 할인하는 방안을 제시하였으나 지하철의 이용수요가 0.2% 증가하는 반면 버스이용객은 다소 감소하는 것으로 나타나 적용에 문제점이 드러났으며, 환승할인요금의 도입 등 정책대안의 추진으로 발생하는 운영주체의 과도한 수입급손실을 자치단체의 재정지원을 통하여 보존하는 방안은 현실적으로 어려움이 있다. 즉, 대중교통 환승할인요금, 보조금정책 등 단편적인 정책대안으로는 지하철의 이용효율을 증대시키는 효과를 얻기는 힘들 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 기존연구의 한계로 제시된 통행목적 및 거리별 통행특성을 시장분할을 통해서 반영하고자한다. 그리고 기존연구의 대중교통 활성화 방안으로서 환승할인요금 중심의 정책대안에서 환승할인요금과 시간단축에 대한 서비스 개선방안을 종합적으로 제시하여 궁극적으로 지하철 중심의 대중교통체계 개선의 필요성을 계량적으로 제시하고자 한다.

III. 부산 지하철의 이용실태 분석

1. 조사개요

부산 지하철의 이용실태조사는 조사원에 의한 면접 및 관측조사가 아닌 현재 지하철과 시내버스의 이용객 중 56.9%가 이용하는 교통요금의 자동지불수단인 하나로 교통카드의 요금정산 DB를 기초로 분석하였다.

하나로 교통카드의 DB를 통하여 분석할 수 있는 자료는 지하철과 버스 등의 일별/월별/시간대별 이용자수와 교통수단별/승객유형별 이용실태, 시간대별/수단별 승하차 인원을 비롯한 통행 횟수와 대중교통 이용요금, 시간대별 수단간의 환승실태, 지하철의 역별 환승객수 및 역간O/D를 파악할 수 있다(이은진, 2003)(최치국, 2001).

본 연구에서는 하나로 교통카드센터의 DB자료 중 2002년 9월 11일(금), 14일(일), 15일(월)의 요일별 교통수단간의 환승실태를 중심으로 분석하였다.

2. 분석결과

대중교통수단간 환승행태별 환승실태 중 환승객수는

〈표 1〉 교통수단간 환승행태별 환승비율

선승수단	환승수단	환승 비율(%)		
		30분	60분	90분
버스	지하철	6.8	8.9	10.3
버스	마을버스	6.2	13.0	15.9
버스	버스	5.8	9.8	12.2
지하철	마을버스	8.0(0.6)	8.9(0.7)	9.7(0.8)
지하철	버스	3.6(7.3)	4.5(9.0)	5.2(10.6)
마을버스	지하철	0.5	0.6	0.6
마을버스	버스	0.2	0.3	0.4

주 : 환승비율은 선승수단을 하차 후 환승수단을 이용한 건수에 대한 환승수단의 총 이용건수에 대한 비율임(예, 버스와 지하철간 환승이용객/총 지하철이용객). 단, ()는 마을버스와 버스 이용객을 기준으로 하지 않고 지하철의 이용건수를 기준으로 산정된 비율임

자료 : 부산 하나로 교통카드센터 DB

요일별로 큰 차이를 나타냈지만, 환승비율은 요일별로 유사하게 나타나 요일별 평균 환승비율을 적용하였다. 이를 근거로 한 교통수단간 환승행태별 환승비율은 〈표 1〉과 같이 환승에 소요되는 시간대별로 상이하지만 지하철의 주 환승수단은 시내버스로서 전체 지하철 이용객의 14.1~20.9%를 차지하는 것으로 나타났다. 그리고 지하철과 버스의 환승비율은 환승 소요시간 30분을 기준으로 할 경우는 지하철 하차 후 버스를 이용하는 비율이 버스 하차 후 지하철을 이용하는 비율보다 0.5% 높고, 60분을 기준으로 할 경우는 0.1% 차이로 거의 유사하게 나타났다.

이상의 자료를 기초로 지하철과 연계교통수단의 환승행태별 이용객 및 수단분담율은 〈표 2〉와 같이 산정할 수 있다. 여기서 지하철을 중심으로 한 환승통행 행태는 〈표 2〉에서 나타난 바와 같이 ① 지하철 승차시는 연계교통수단을 이용하고 하차 후 도보를 이용할 경우, ② 지하철 승차시는 도보를 이용하고 하차 후 연계교통수단을 이용할 경우, ③ 지하철 승하차시 모두 연계교통수단을 이용할 경우, ④ 지하철 승하차시 모두 도보를 이용할 경우 등으로 구분하여 나타낼 수 있다(정현영, 최치국, 2000).

그리고 환승행태별 수단분담율 및 이용객은 평균통행시간¹⁾을 고려해서 환승시간 60분 이내를 기준으로 한 〈표 1〉의 환승행태별 환승비율과 2002년 지하철 1,2호선의 연간 평균 1일 이용객인 789천명(부산시,

1) 부산시의 버스평균노선거리 20.8km(부산시, 2003)와 버스평균 통행속도 24.1km/h(부산시, 2003) 그리고 〈표 4〉의 지하철 하차 후 버스 환승시 소요시간을 기준

〈표 2〉 지하철중심의 환승패턴별 이용실태

통행패턴	개념도	이용승객 (분담률)	연계교통 수단별분담율
① 승차시 연계교통 수단 이용		79.7천명 (10.1%)	시내버스 8.9% 마을버스 0.6% 택시 0.2% 자가용 0.4%
② 하차시 연계교통 수단 이용		80.5천명 (10.2%)	시내버스 9.0% 마을버스 0.7% 택시 0.3% 자가용 0.2%
③ 승하차시 연계교통 수단 이용		17.3천명 (2.2%)	시내버스 1.9% 마을버스 0.2% 택시(기타) 0.1%
④ 승하차시 도보이용		611.5천명 (77.5%)	도보 : 77.5%
계	-	789천명	100%

2003)을 토대로 산정하였다. 단, 택시와 승용차의 분담율은 지하철2호선 개통전후의 교통조사 결과를 적용하였다(부산시, 1999).

이상의 지하철 중심의 환승통행패턴별 이용실태와 함께 환승에 따른 소요시간(차외시간)을 현재 부산시의 교통카드에 의해 시간 체크가 가능한 지하철 하차 후 시내버스 또는 마을버스를 이용하는 환승행태를 기준으로 산정하였다. 그 결과 환승시 소요시간은 〈표 3〉과 같이 지하철 하차 후 시내버스로 환승시 소요시간은 10분 이내가 47.1%이고, 20분 이내는 62.1%로

〈표 3〉 지하철 하차후 버스로 환승시 차외시간 구성비

환승시간	시내버스		마을버스	
	이용승객수 (인)	구성비 (%)	이용승객수 (인)	구성비 (%)
10분 이내	23,542	47.0	2,297	60.1
10 ~ 20분	7,556	15.1	672	17.6
20 ~ 30분	3,530	7.1	196	5.1
30 ~ 40분	2,949	5.9	143	3.7
40 ~ 50분	613	1.2	22	0.6
50 ~ 60분	4,340	8.7	181	4.7
60 ~ 70분	2,425	4.9	92	2.4
70 ~ 80분	2,541	5.1	104	2.7
80 ~ 90분	2,535	5.0	113	3.0
합계	50,031	100.0	3,820	100.0

자료 : 부산 하나로 교통카드센터 DB

나타났으며, 마을버스로 환승시는 10분 이내가 69.1%이고, 20분 이내는 77.7%로 나타났다. 여기서 시내버스보다는 마을버스를 이용할 경우가 환승시간이 적게 소요되고, 특히 10분 이내의 환승을 하는 경우는 마을버스가 시내버스보다 높은 구성비를 나타냄을 알 수 있다. 그리고 지하철의 이용효율을 낮게 하는 원인으로 볼 수 있는 지하철과 버스의 경합율은 2001년 기준 시내버스 205개 노선과 지하철 1,2호선에 대한 것으로 28.7%로 나타났다(부산시, 2002). 특히 이중 25개의 노선은 경합율이 50%이상으로 나타났다.

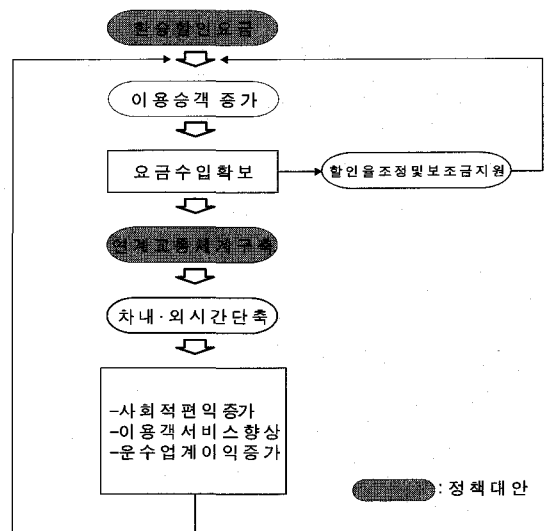
N. 정책대안 설정 및 평가모형 정립

1. 정책대안 설정

부산 지하철의 문제점은 지하철 이용승객의 감소 추세로 수송효율이 낮아지고, 그 원인으로는 지하철을 중심으로 한 연계교통체계가 제대로 구축되어 있지 않아 환승시 2배 이상의 추가 요금을 지불해야 하고 소요시간이 많이 걸리는 등 이용시민의 불편이 가중되기 때문으로 나타났다(최치국, 2003).

따라서, 본 연구의 정책대안은 지하철의 환승패턴별 이용실태를 중심으로 〈그림 1〉과 같이 지하철 이용활성화를 위한 단계별 정책대안의 체계를 제시하였다.

1단계는 환승할인 요금체계에 의한 이용객 증가와 요금수입을 확보하는 방안이다. 본 단계에서 요금수



〈그림 1〉 지하철 이용활성화 정책대안 체계

입이 확보되지 않을 경우는 할인을 조정 또는 보조금 지급을 전제로 하고 있다. 2단계는 보다 발전된 단계로 지하철 중심의 연계교통체계를 통한 환승에 따른 차내·외시간을 단축하는 방안이다. 1,2단계의 정책 대안은 환류(feed-back)과정을 거쳐 대중교통 이용률 증가에 의한 사회적인 편익 증진과 대중교통 이용자의 서비스개선, 운수업체의 이익을 증가시키는 win-win 정책이 될 것이다.

1단계 정책대안인 환승할인요금을 적용할 환승할인의 통행패턴은 <표 2> 중에서 환승할인요금을 징수할 수 있는 ①,②,③의 통행패턴을 대상으로 설정하였다. 그리고 환승할인 대안은 통행실태분석에서 나타난 환승시간 등을 고려하여 선승수단이 아닌 환승수단을 할인하는 방안으로 통행패턴별로<표 4>와 같이 설정하였다. 지하철 승차시 연계교통을 이용할 경우는 지하철의 요금을 할인하며, 환승시간은 버스 하차시 시간체크 기능이 없는 점과 버스의 차내시간 분포를 고려하여 1시간 이내로 설정하였다. 그리고 지하철 하차 후 연계교통수단을 이용할 경우는 연계교통의 요금을 할인하며, 환승시간은 지하철 하차시와 연계교통 승차시 시간체크가 가능하고 환승시 차외시간을 조사한 결과 69.2%가 30분 이내에 환승을 하고 있는 점을 고려하여 30분으로 설정하였다.

2단계 대안인 환승에 따른 서비스 개선은 차내·외시간(도보시간, 대기시간, 승차시간)의 단축을 분석 대상으로 선정하였다. 이는 지하철과 경합노선, 버스 간의 경합노선 등을 지하철 중심의 이상적인 노선으로 조정하는 경우와 지하철역 또는 버스 정류장까지

의 보행환경개선, 버스전용차로 확대 및 과학적 관리 등을 전제로 하고 있다.

2. 정책대안 평가모형 정리

1) 기본전제

앞서 선정된 정책대안의 평가는 환승할인요금과 차내·외시간의 변화에 대한 지하철 이용승객 및 요금 수입 추정을 전제로 하고 있다. 따라서 본 연구의 정책대안을 평가하기 위해서는 교통수단선택 모형의 정립이 요구된다.

교통수단선택모형의 정립은 개별행태모형(disaggregate behavioral model)에 바탕을 둔 SP 조사·분석에 의한 효용극대화(utility maximization)이론을 모형구축의 기본방향으로 설정하였다. 그리고 개별행태모형은 오차항의 확률분포의 행태에 따라 비선형 확률모형, 프로빗 모형, 로짓 모형으로 구분되나, 본 연구에서는 수단선택모형 중 가장 널리 사용되고 있는 로짓모형을 이용하였다. 또한 로짓모형의 비관련 대안 독립성(IIA)의 약점을 보완하기 위하여 네스티드 로짓모형을 사용하였다. 로짓모형의 효용함수식은 차내시간, 차외시간, 요금, 환승횟수 등의 변수로 구성된 식(1)과 같은 효용함수를 이용했다.

$$V_i = a_i + \rho_1 AT_i + \rho_2 WT_i + \rho_3 IVT_i + \rho_4 C_i + \rho_5 IC_i \quad (1)$$

여기서,

- V_i : 수단 i의 효용
- ρ : 계수값
- a_i : 수단 i의 상수
- AT_i : 수단 i의 도보시간
- WT_i : 수단 i의 대기시간
- IVT_i : 수단 i의 차내시간
- C_i : 수단 i 통행비용(원)
- IC_i : 수단 i의 환승 횟수

SP모형의 유용성은 개별시장(disaggregate market)인 통행거리별, 통행목적별, 소득별 등의 시장분할(market segment)을 통하여 검토하였다.

정산기법은 변수추정에 이용되는 최우추정법을 이용

<표 4> 지하철 중심의 환승통행패턴별 환승할인 대안

통행패턴	개념도	환승할인 대안
① 승차시 연계교통 수단이용		<ul style="list-style-type: none"> • 지하철요금 할인 -버스 탑승이후 1시간 이내 지하철 탑승시
② 하차시 연계교통 수단이용		<ul style="list-style-type: none"> • 버스의 요금할인 -지하철 하차후 30분 이내 버스 탑승시
③ 승하차시 연계교통 수단이용		<ul style="list-style-type: none"> • 지하철, 지하철 하차 후 탑승버스 요금할인 -버스탑승이후 1시간 이내 지하철 탑승시 -지하철 하차후 30분 이내 버스 탑승시

주 : ⊙지하철역, ⊖지하철, →연계교통수단, →도보

하였고, 로짓모형의 현실적인 적용을 위하여 효용함수의 결정, 자료수집, 정산, 모형검토, 유효화(validation) 과정을 거쳐 최종적인 교통수단 선택모형으로 선택하였다.

2) 설문설계와 설문조사

본 연구에서 사용된 명시선호에 관한 설문 설계는 승용차, 택시, 버스, 지하철, 환승(버스+지하철) 등에 대한 서비스 수준과 관련하여 차외시간(도보, 대기), 차내시간(승차시간), 환승횟수 등의 변수들을 사용하였다.

명시선호에 관한 설문에 있어 시나리오의 개수는 어느 정도 현실성이 있고, 시행 가능한 시나리오로 압축할 필요가 있다. 따라서 본 연구의 설문조합의 채택 과정은 직교 배열표(orthogonal array table)를 이용하여 총 16개의 시나리오 중에 응답자의 편의를 고려하여 8개를 선정하여 설문을 시행하였다. 시나리오는 예비조사를 통해 초안들을 테스트한 후 서비스의 등급을 현실적으로 조정 후 본 조사에 사용하였다.

각 수단별 변수들의 서비스 수준은 <표 5>와 같이 응답자가 좀 더 현실적인 선택을 할 수 있도록 설문지는 응답자의 주 교통수단의 차내 승차시간을 기준으로 세 개의 형식(set)으로 구분하여 사용되었다.

즉, 응답자가 실제로 이용한 교통수단이 버스이고 통행하는데 걸린 버스의 차내시간이 25분이면 명시선호조사 설문지의 형식1을 응답하게 함으로써 응답자로 하여금 선호순위를 매기는 데 있어 좀더 현실적인 상황에서 답할 수 있게 설문지를 구성하였다.

본 설문조사는 대중교통(버스, 지하철, 환승)의 이용자와 택시 및 자가용 이용자를 대상으로 <표 6>과 같이 실시하였다.

그리고 본 조사에서 사용된 표본의 대표성 검토와 응답자의 일관성 검토의 기초자료 활용과 모형구축 결과에 대한 검증용을 위하여 응답자의 실제상황에 대한 통행특성을 분석하여 정리하였다. 주요 분석내용은 성별 연령별 표본분포, 통행목적별 교통수단 이용의 표본분포, 통행목적별/교통수단별 통행빈도의 표본분포, 교통수단별 차내·외시간의 표본분포, 지하철과 버스의 환승에 의한 통행가능 여부, 교통수단별 차내·외시간/비용/환승횟수 등을 대상으로 하였다.

<표 5> 설문변수의 서비스 수준 (단위:분,원)

교통 수단	형식1(30분미만)				
	차외시간		차내 시간	요금	환승
	도보	대기			
버스	3/3	7/11	15/24	700/700	0/1
지하철	10/16	3/3	12/12	700/700	0/1
승용차	-	-	13/21	3,500/3,500	0/0
택시	-	5/5	13/13	3,700/5,600	0/0
버스+지하철	3/3	10/5	14/14	1,400/1,050/700	1/1
교통 수단	형식2(50분미만)				
	차외시간		차내 시간	요금	환승
	도보	대기			
버스	3/3	7/11	30/48	700/700	0/1
지하철	10/16	3/3	18/18	700/700	0/1
승용차	-	-	25/40	5,500/5,500	-
택시	-	5/5	25/25	5,600/10,100	-
버스+지하철	3/3	10/5	24/24	1,400/1,050/700	1/1
교통 수단	형식3(50분이상)				
	차외시간		차내 시간	요금	환승
	도보	대기			
버스	3/3	7/11	50/80	700/700	0/1
지하철	10/16	3/3	18/18	700/700	0/1
승용차	-	-	40/46	5,500/5,500	-
택시	-	5/5	40/40	14,000/18,200	-
버스+지하철	3/3	10/5	39/39	1,500/1,125/750	1/1

<표 6> 조사의 개요

예비조사	2003. 8. 11.(월)
조사기간	2003. 9. 19(금)~23(화)
조사시간	오전7시~오후10시
조사지점	지하철 1, 2호선 역사 및 역세권
조사방법	면담조사(노상, 가정, 대중교통탑승)
회수설문지	예비조사 : 113부, 본조사 : 1,976부

이 중에서 본 연구의 설명변수의 수준설정과 정책 대안 설정의 근거가 되는 내용을 중심으로 요약하여 제시하였다. 우선 조사표본은 남녀비율이 각각 50.7%, 49.3%이며 연령별로는 20대 이하가 49.9%, 30대가 19.3%, 40대가 18.5%, 50대가 7.9%, 60대 이상 이 4.4%로 나타나 실제 통계자료와 유사한 수준으로

〈표 7〉 교통수단별 차내외시간, 비용, 환승횟수의 평균값

구분	도보 (분)	대기 (분)	차내 (분)	비용 (원)	환승 (횟수)
버스	7.45	8.21	30.88	971.37	0.32
지하철	9.67	4.09	27.19	952.02	0.38
승용차	-	-	34.14	3,432.54	-
택시	5.82	5.33	17.70	3,961.11	0.15
환승	9.49	6.84	32.06	1,502.47	1.60

주 : 환승은 버스와 지하철을 이용하는 경우임

나타났다. 설명변수의 수준에 관련된 조사결과는 〈표 7〉과 같이 수단별 도보시간은 지하철이 버스보다 많이 소요되고, 환승이 버스를 이용하는 경우보다 높게 나타났다. 또한 대기시간은 예상과 같이 지하철이 가장 적게 소요되고 다음으로는 택시, 환승, 버스 순으로 나타났다. 차내시간은 환승이 32분으로 나타나 지하철과 버스보다 높게 나타났다. 환승횟수는 버스와 지하철은 유사한 수준이고 환승 승객은 비교적 높은 1.60회로 나타났다.

지하철 이용활성의 기본 정책대안인 환승에 대한 설문결과는 〈표 8〉과 같이 환승이 가능한데도 환승을 하지 않는 이유는 갈아타기 귀찮아서가 가장 많은 28.9%이며, 다음으로 요금이 높고 시간이 많이 소요되는 등의 순서로 나타났다.

〈표 8〉 환승하지 않는 이유 (단위:%)

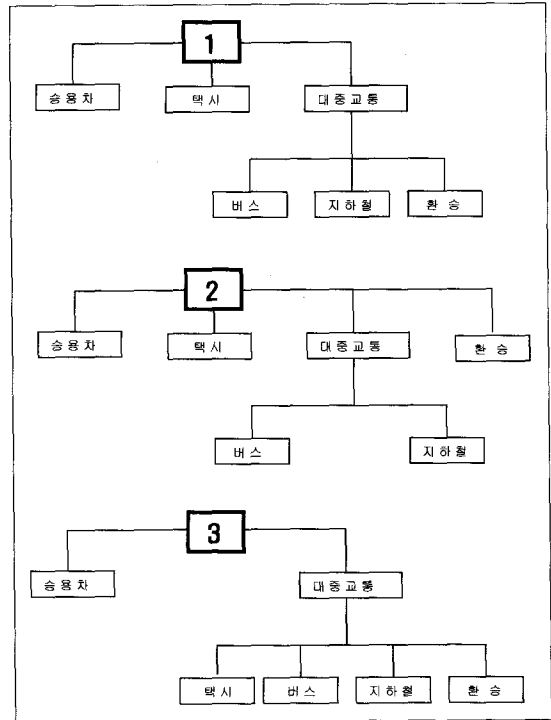
구분	버스	지하철	택시	환승	계
시간이 많이 걸림	6.0	7.0	4.8	1.3	19.2
요금이 높음	11.7	12.0	0.3	0.1	24.1
갈아타기 귀찮음	11.7	9.2	6.2	1.2	28.3
많이 걸어야함	4.1	0.9	1.0	0.7	6.7
노선없음	9.8	3.1	1.3	0.7	14.9
기타	1.1	2.4	2.7	0.8	7.0
계	44.3	34.6	16.3	4.8	100.0

3) SP분석결과

(1) 최적 네스티드(nested) 로짓모형 구조의 선정

본 연구에서는 다항로짓모형의 비관련대안의 독립성(IIA) 문제 해소 및 현실에 적합한 모형구축을 위해 표준 로짓모형 구조를 기초로 〈그림 2〉와 같은 3가지 네스티드 구조를 대상으로 분석하였다.

이상의 3개의 네스티드 구조에 대한 효용함수의



〈그림 2〉 분석대상 네스티드 구조

계수를 Alogit으로 분석한 결과 두 번째 네스티드 구조의 모형은 θ 값이 1에 가깝게 나타나 표준 로짓모형에 가까워 선택대안에서 제외하였다. 그리고 첫 번째와 세 번째를 비교한 결과 ρ^2 와 θ 값은 거의 같게 나타났다지만 현실적으로 택시가 개인교통수단에 가깝기 때문에 승용차와 택시를 묶은 계층구조인 첫 번째 대안을 본 연구에 적용하였다.

(2) 모형의 계수값

네스티드 로짓모형의 효용함수 계수값은 정책대안으로 설정된 버스와 지하철간의 환승요금할인과 차내·외시간 단축에 대한 정책효과를 현실에 맞게 평가하기 위해서 통행소요 시간별, 통행목적별, 소득수준별 시장분할을 통하여 각각 산정하였다. 그 구분내용은 통행소요시간은 30분미만/50분미만/50분 이상으로 구분하였고, 주요 통행목적은 통근/통학/업무/기타로 구분, 소득수준은 월소득을 200만원 미만/200만원 이상으로 구분하였다.

위에서 구분된 시장별 추정 계수값은 〈표 9〉와 같다. 도보시간의 계수값은 차내 승차시간의 계수값보다 높게 나타나 일반적인 특성이 잘 반영된 것으로

〈표 9〉 시장분할에 따른 교통수단선택모형 추정결과

설명변수	시장구분	전체	통행소요시간별			통행목적별			소득별	
			단거리	중거리	장거리	통근	통학	업무	저소득	고소득
도보시간		-0.0927	-0.0967	-0.1353	-0.0525	-0.1246	-0.0756	-0.0847	-0.0891	-0.1244
t값		-8.20	-5.10	-6.00	-2.70	-5.60	-4.30	-2.60	-7.40	-3.30
대기시간		-0.1010	-0.1531	-0.0723	-0.0571	-0.1134	-0.0943	-0.0734	-0.1039	-0.0937
t값		-10.20	-10.10	-3.40	-3.20	-5.50	-5.90	-2.50	-9.90	-2.70
차내시간		-0.0177	-0.0388	-0.0095	-0.0021	-0.0264	-0.0256	-0.0131	-0.0184	-0.0162
t값		-11.10	-5.20	-1.60	-0.60	-8.70	-8.90	-3.20	-10.40	-4.20
비용		-0.0001	-0.0010	-0.0007	-0.0002	-0.0000	-0.0003	-0.0001	-0.0002	-0.0000
t값		-7.40	-8.20	-5.00	-2.00	0.90	-4.50	-3.50	-7.90	-0.70
환승횟수		-0.4508	-0.5286	-0.6009	-0.3300	-0.4431	-0.2422	-0.6154	-0.4558	-0.4614
t값		-13.50	-9.40	-7.80	-4.70	-6.50	-4.10	-6.30	-12.70	-4.10
버스상수		1.7050	1.1810	0.7913	1.2800	1.7590	1.7050	1.8130	1.6740	1.5710
t값		32.70	8.70	4.70	9.90	17.40	15.70	12.10	29.80	9.50
지하철상수		2.1710	1.4640	3.0100	2.1700	2.5420	1.8000	2.5870	2.0750	2.7150
t값		13.70	5.70	8.80	7.60	8.00	7.60	5.60	12.50	5.10
승용차상수		-0.3456	2.4780	2.3130	0.3517	-0.5940	0.7899	0.5094	-0.2615	0.2616
t값		-2.00	6.20	3.10	0.40	-2.50	1.50	1.20	-1.30	0.80
택시상수		-1.8770	1.1450	2.5450	-0.0268	-2.9150	0.0511	-1.2930	-1.6330	-2.0380
t값		-9.00	2.60	2.30	-	-9.10	0.10	-2.60	-6.90	-4.70
θ		0.3486	0.2840	0.1752	0.9154	0.0250	1.9050	0.4089	0.5221	0.0321
t값		3.10	2.10	1.00	2.10	0.20	5.10	1.90	4.00	0.20
ρ^2		0.2373	0.1965	0.2802	0.3022	0.2215	0.3176	0.2111	0.2576	0.2069

주 : 1) 합리성 : 상수를 제외한 모든 계수값의 부호는 음의 값을 나타냄
 2) t값 : 모형의 통계적 유의성 검증은 95%의 신뢰도에서 2보다 커 통계적으로 유의미 하다고 할 수 있음
 3) ρ^2 : 모형의 적합성을 측정하는 것으로 0.2이상 이면 적당

보인다. 이러한 특성은 통행거리가 긴 중·장거리 통행일 경우 더욱 잘 나타났다. 대기시간은 일반적인 연구결과²⁾와 같이 차내 시간보다 높게 나타난 바, 이는 대중교통의 정시성 문제인 대기시간에 대한 통행 저항을 잘 나타낸 것으로 보인다. 특히 단거리 통행보다 장거리 통행에서 대기시간에 대한 차내 시간비가 높게 나타나 중·장거리일수록 차내시간 보다는 대기시간에 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 환승 변수는 버스와 지하철간 환승, 지하철간 환승, 버스간 환승에 따른 계수로 도보시간의 5~6배에 달하는 값을 갖는 것으로 나타났다. 이 결과는 다른 수단으로 갈아타는 불편함과 소요시간이 도보시간과 대기시간에 비해 통행저항이 높다는 것을 반영하는 값이다. 특히 차내 시간과의 비교는 단거리 통행일 경우 기존 연구³⁾와 비슷한 수준이지만, 중·장거리일 경우는 매

우 높게 나타나 단거리보다는 장거리 통행이 환승에 따른 통행저항이 큰 것으로 나타났다. 수단별 상수값은 모든 설명변수의 값을 0으로 하였을 경우 지하철과 버스간의 환승효율에 대한 다른 수단의 상대적인 효율의 정도를 나타낸 값이다. 전체적으로 환승에 대해 버스와 지하철의 상수는 양의 값을 승용차와 택시의 상수는 음의 값으로 나타났다. 이는 일반적 수단별 효율가치를 고려할 때 환승보다 승용차와 택시의 효율이 높을 것이라는 예상과 같은 결과이다. 하지만 시장분할에 의한 결과를 토대로 할 때 택시의 경우는 단거리와 중거리일 경우는 양의 값을 나타내고 있는 반면, 장거리일 경우는 음의 값을 나타내어 일반적인 통행특성을 잘 나타내고 있다. 또한 승용차의 상수도 통행소요시간 별로는 (+)값을 나타내고 있으며 통행 목적과 저소득층의 경우 (-)값을 나타내고 있다. 이는

2) 김종석의 5인의 부산시 대중교통요금 구조연구(1997)에서 대기시간과 차내시간의 비가(-0.1131/-0.0591)로 나타남.
 3) 양정화, 손의영의 서울지하철 이용승객의 환승관련 변수의 가치추정연구(2000)에서 통행시간이 길수록 환승횟수와 환승시간에 대한 통행 저항이 크므로 장거리 통행의 경우는 환승을 최소화하는 경로를 선택하는 것으로 분석하고 있음.

일반적으로 통근의 경우는 주차비 등이 무료일 경우가 많으나 본 연구에서는 주차비를 통행비용에 포함시켰기 때문일 것으로 판단된다.

(3) 탄력도 산출

요금과 차내·외시간의 1% 변화(감소)에 따른 탄력도는 <표 9>를 근거로 한 각 수단별 효용함수와 네스티드 로짓모형의 탄력도 함수식에 의해 산정되었다. 산정된 탄력도는 기존 연구에서 지하철과 버스의 환승이 주 교통수단으로서 분석된 바가 없어 상대적인 비교는 어려우나, 버스와 지하철간 환승을 하지 않는 이유 중 하나가 환승시에 2배의 추가 요금을 부담해야 되는 점임을 고려할 때 요금에 의한 직접탄력도가 타 연구의 버스 또는 지하철의 요금에 대한 직접탄력도⁴⁾보다 비교적 높게 나타나 타당한 것으로 판단된다.

그리고 요금에 대한 지하철과 버스간 환승에 대한 버스와 지하철의 교차탄력도가 자가용과 택시에 비해 높게 나타난 것은 본 연구에서 채택한 네스티드 구조에 따른 통행특성이 잘 반영된 것으로 판단된다.

<표 10> 환승을 기준으로 한 수단별 직접탄력도 및 교차탄력도

구분	요금	차내시간	도보시간	대기시간
버스	0.3805	0.1690	0.5810	0.3423
지하철	0.1798	0.0718	0.3637	0.0822
자가용	0.1053	.0146	0.0061	0.0033
택시	0.0857	0.0054	0.0251	0.0123
환승(버스+지하철)	-0.9146	-0.2726	-1.1502	-0.4432

주 : 환승 기준 직접탄력도는 (-), 교차탄력도는 (+)

V. 정책대안의 평가

앞서 정립된 교통수단선택 모형을 활용하여 정책대안인 환승할인 요금체제와 연계교통체계 구축에 의한 차내·외시간 단축에 대한 이용수요와 요금수입의 변화를 분석하여 정책대안으로서 효과를 정량적으로 평가하였다. 그리고 평가결과는 현황분석에서 제시된 환승통행태와 이용객을 근거로 한 현 요금체계 유지시의 통행량 및 요금수입과 할인요금에 대한 모형

의 추정결과가 명확하게 제시되므로 미래의 불투명한 가정에 대한 정량적인 정책적 판단기준으로 활용될 수 있다.

환승할인 요금대안은 요금할인 수준을 <표 4>의 버스와 지하철간의 환승태별로 요금의 할인 대상수단을 달리함과 동시에 할인범위를 10%단위로 분석하여 제시하였다. 즉 버스를 타고 지하철을 갈아탈 경우는 버스요금은 현재 수준으로 지불하고 갈아타는 지하철요금을 대상으로 하여 할인하는 방안이다. 예로서 만약 50% 할인시는 버스요금 700원은 현재와 같이 지불하고 지하철요금 700원에 대한 50% 할인으로 실제 할인요금은 350원으로 전체요금에 대해서는 25% 할인 요금이다.

차내·외시간 단축에 의한 서비스 수준 개선에 의한 이용객 및 요금수입 변화는 앞서 제시된 정책대안과 같이 차외시간(도보시간과 대기시간), 그리고 차내시간이 노선조정 등으로 각각 10%, 20%, 30% 감소될 때를 기준으로 하였다.

그리고 지하철과 버스의 환승에 대한 종합적인 정책대안으로서 환승할인요금의 시행과 함께 차내·외시간 단축을 전제로 한 지하철과 버스의 환승대안이 제시될 필요성이 있다. 이를 위해서는 차내·외시간의 단축에 대한 정책추진의 어려움을 고려하여 차내·외시간의 단축수준을 최소화하는 범위에서 최적 정책대안을 제시하였다.

1. 환승할인요금 징수시 이용수요 및 요금수입금 변화

<표 4>의 지하철 중심의 환승통행 패턴별 환승할인요금 대안에 대한 환승할인요금 수준별 이용수요 및 요금수입 변화를 분석한 결과는 <표 11>, <그림 3>과 같이 나타났다.

분석결과는 환승요금을 100% 할인(무료환승)할 경우는 현재의 요금체계에 대비한 이용승객은 55.8%(196,804명)가 증가하는 반면 요금수입은 25.7%(63,514천원)가 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 환승요금을 50% 할인할 경우는 이용승객이 25.3%(89,145명) 증가하는 반면, 요금수입은 7.5%(18,514

4) 황기연의 2인의 서울시 교통수요관리의 교통수단선택효과 예측을 위한로짓모형의 계수추정 및 검증에서는 지하철과 버스의 경우 cost에 대한 직접탄력성은 1.0(-0.13~-0.14)보다 적어 비탄력적인 반면, time에 대해서는 1.0(-2.08~-2.18)이상으로 탄력적으로 나타남.

〈표 11〉 환승요금 할인율별 이용수요 및 요금수입금 변화

통행 패턴	할인율 (%)	환승 이용수요 변화(통행)				환승 요금수입금 변화(천원)			
		버스 (A)	지하철 (B)	버스 (C)	총 이용객수 (A+B+C)	버스 (C)	지하철 (D)	버스 (F)	총수입 ¹⁾ (C+D+F)
①	0 기존	74,955	74,955	-	149,910	52,469	52,469	-	104,937
	30	85,880	85,880	-	171,760	60,116	42,081	-	102,197
	50	93,909	93,909	-	187,818	65,736	32,868	-	98,604
	100	116,799	116,799	-	233,598	81,759	-	-	81,759
②	0 기존	-	76,533	76,533	153,066	-	53,573	53,573	107,146
	30	-	87,688	87,688	175,376	-	61,382	42,967	104,349
	50	-	95,886	95,886	191,772	-	67,120	33,560	100,680
	100	-	119,258	119,258	238,516	-	83,481	-	83,481
③	0 기존	16,519	16,519	16,519	49,557	11,563	11,563	11,563	34,690
	30	18,927	18,927	18,927	56,781	13,249	9,274	9,274	31,797
	50	20,696	20,696	20,696	62,088	14,487	7,244	7,244	28,974
	100	25,741	25,741	25,741	77,223	18,019	-	-	18,019
합계 (E)	0 기존	91,474	168,007	93,052	352,533	64,032	117,605	65,136	246,773
	30	104,807	192,495	106,615	403,917	73,365	112,737	52,241	238,343
	50	114,605	210,491	116,582	441,678	80,224	107,232	40,804	228,259
	100	142,540	261,798	144,999	549,337	99,778	83,481	-	183,259

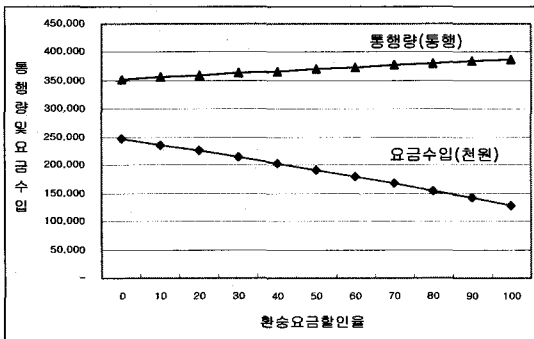
주 : ① 시내버스로 지하철을 이용시 지하철요금 할인
 ② 지하철 하차 후 시내버스 이용시 연계교통수단 요금할인
 ③ 지하철 승하차시 시내버스 이용시 지하철 및 지하철 하차 후 시내버스 요금 할인
 (E)는 요금할인율별(0,30,50,100%) 지하철 버스간 환승유형별(①,②,③) 이용객 및 요금수입의 합
 ※ 버스와 지하철의 요금을 각각 700원으로 설정

천원) 감소하는 것으로 나타났다. 또한 환승요금을 30% 할인할 경우는 이용객은 14.6%(51,384명) 증가하는 반면, 요금수입은 3.4%(8,430천원) 감소하는 것으로 나타났다.

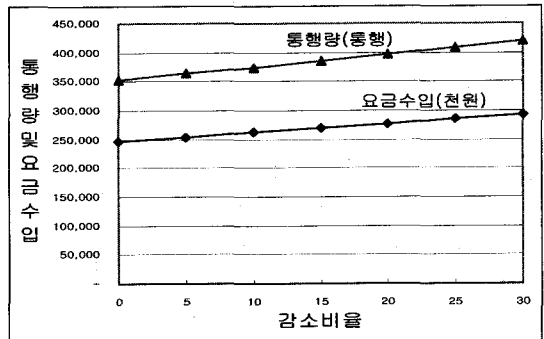
2. 서비스 개선시 이용수요 및 요금수입금 변화

1) 차내시간 개선시

차내시간에 대한 분석결과는 〈그림 4〉와 같이 차



〈그림 3〉 환승요금 할인에 따른 통행량 및 요금수입 변화



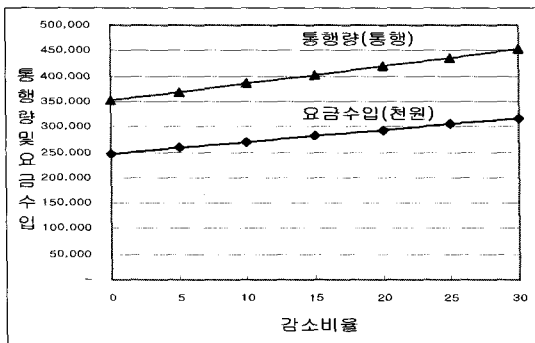
〈그림 4〉 차내시간 변화에 따른 통행량 및 요금수입 변화

대시간을 30% 감소시킬 경우 이용승객과 요금수입이 각각 8.5% 증가하는 것으로 나타났다. 또한 차외시간을 20% 감소시킬 경우 이용승객과 요금수입은 각각 5.6% 증가하는 것으로 나타났다. 10% 감소시는 이용승객과 요금수입이 각각 2.8% 증가하는 것으로 분석되었다.

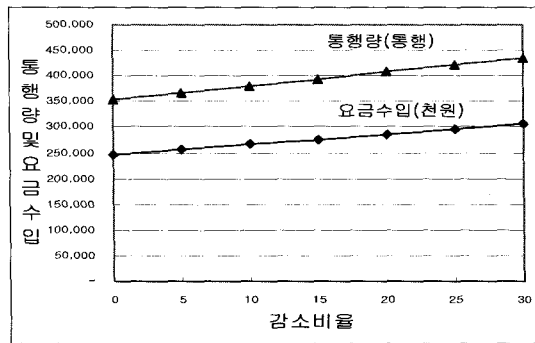
2) 차외시간 개선시

차외시간 개선은 도보시간과 대기시간으로 구분하여 분석하였으며 그 결과는 <그림 5>, <그림 6>에서 나타난바와 같다. 도보시간을 30% 단축할 경우 이용객과 요금수입이 각각 40.1% 증가하며, 10% 단축할 경우 이용객과 요금수입이 각각 12.1% 증가하는 것으로 나타났다. 한편 차외시간 중 대기시간을 30% 단축할 경우 이용승객과 요금수입은 각각 14.1%, 대기시간을 10% 단축시는 각각 4.5% 증가하는 것으로 분석되었다.

이상의 분석결과 차외시간의 단축에 의한 이용수와 요금수입의 증가는 차내시간의 단축보다 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 특히 도보시간 변화가 대기시간보다 높게 나타났다.



<그림 5> 도보시간 변화에 따른 통행량 및 요금수입 변화



<그림 6> 대기시간 변화에 따른 통행량 및 요금수입 변화

3. 환승할인요금 및 서비스 개선시 이용수요와 요금수입금 변화

지하철의 이용 활성화를 위해서는 환승할인요금제와 환승에 따르는 서비스 개선이 동시에 이루어지는 것이 필요하다. 즉, 환승할인요금제는 이용승객이 증가하는 반면 요금수입 손실에 대한 보조금 지원의 부담이 있으므로, 보완적으로 노선조정 등에 의한 대기시간 단축으로 이용승객을 증가시킬 필요가 있다.

따라서, 환승할인 요금제와 환승에 따른 차내·외시간 단축 등의 서비스 개선이 동시에 추진될 경우의 이용승객과 요금수입 변화를 분석하였다. 구체적으로는 앞서 분석한 환승할인요금과 서비스 개선에 의한 이용승객 및 요금수입의 변화를 고려하여, 최적 정책대안을 선정하고자 차내·외시간의 단축과 환승할인요금의 변화수준을 조합하여 <표 12>와 같이 나타났다.

최적대안의 선정은 최대한의 할인율을 확보하고 최소의 차내·외시간 단축을 전제로 현재의 요금수입을 유지할 수 있는 대안을 대상으로 하였다.

이러한 측면에서 차내·외시간을 각각 10% 단축함과 동시에 환승요금 할인율 80%를 적용할 때 요금수입의 감소 없이 환승할인 요금제를 도입할 수 있는 것으로 나타났다.

하지만 이미 환승할인 요금제를 시행하고 있는 외국도시의 사례와 같이 환승요금의 80% 할인보다는 무료환승(100%할인)을 채택하는 방안이 요구된다. 이때 차내·외시간을 각각 10% 수준에서 단축할 경우는 연간 약56억의 요금수입의 손실이 예상되고, 차내시간 10%와 차외시간 20%를 각각 단축할 경우는 무료환승을 하더라도 연간 약103억의 요금수입이 증가하는 것으로 나타났다.

또한, 정책의 단계별 추진을 고려할 때 제시될 수 있는 방안으로 환승요금 50% 할인과 차내·외시간을 각각 10% 단축시킬 경우는 1일 이용객은 41,564명이 증가하고 요금수입금은 29,310천원이 증가하는 것으로 나타났다.

VI. 결론

본 연구는 부산지하철과 버스 이용자중 56.9%가 이용하는 하나로 교통카드의 DB자료를 활용하여 지하철의 통행패턴별로 이용승객 및 연계교통의 수단분

〈표 12〉 시나리오별 이용객 및 요금수입

구분	이용객(인)				수입(천원)				
	버스	지하철	버스	합계	버스	지하철	버스	합계	
S 1 (현재계유지시)	91,474	168,007	93,052	352,533	64,032	117,605	65,136	246,773	
S 2	무료환승	142,540	261,798	144,999	549,337	99,778	83,481	-	183,259
	차내10%단축	93,998	172,643	95,620	362,261	65,799	120,850	66,934	253,583
	도보10%단축	102,543	188,337	104,312	395,192	71,780	131,836	73,018	276,634
	대기10%단축	95,608	175,600	97,258	368,466	66,926	122,920	68,081	257,926
	합계	160,267	294,357	163,033	617,657	112,187	106,272	12,624	231,083
S 3	요금80%할인	130,756	240,155	133,012	503,923	91,529	94,885	18,622	205,036
	차내10%단축	93,998	172,643	95,620	362,261	65,799	120,850	66,934	253,583
	도보10%단축	102,543	188,337	104,312	395,192	71,780	131,836	73,018	276,634
	대기10%단축	95,608	175,600	97,258	368,466	66,926	122,920	68,081	257,926
	합계	148,483	272,714	151,046	572,243	103,938	117,676	31,245	252,860
S 4	요금50%할인	114,605	210,491	116,582	441,678	80,224	107,232	40,804	228,259
	차내10%단축	93,998	172,643	95,620	362,261	65,799	120,850	66,934	253,583
	도보10%단축	102,543	188,337	104,312	395,192	71,780	131,836	73,018	276,634
	대기10%단축	95,608	175,600	97,258	368,466	66,926	122,920	68,081	257,926
	합계	132,332	243,050	134,616	509,998	92,632	130,023	53,428	276,083

주 : 할인율은 환승요금에 대한 할인임.

담을 산정할 수 있었다. 그리고 지하철의 이용실태 분석과 설문조사의 결과를 통하여 지하철의 환승시 문제점으로 나타난 환승요금과 소요시간에 대한 정책 대안으로서 환승할인 요금체계와 차내·외시간의 단축을 설정하였다. 정책 대안 평가를 위한 모형구축은 장래의 불완전한 가정에 대한 명시번호(SP)조사를 통하여 대중교통의 네스트에 버스와 지하철과 함께 환승(지하철+버스)을 포함한 네스티드 로켓모형을 구축하였다. 모형의 신뢰도를 높이기 위하여 통행거리별, 통행목적별, 소득별 시장분할을 통하여 모형을 검증하였다. 모형구축결과는 계수값, t값, 탄력도 등을 통해서 검증한 결과 통행특성을 잘 반영하는 것으로 나타났다.

수단선택모형에 의한 환승체계의 정책대안 평가는 환승할인요금과 차내·외시간이 각각 변화될 경우와 동시에 변화될 경우에 대한 이용승객 및 요금수입의 변화정도를 통하여 이루어졌으며, 평가결과를 통한 정책대안의 단계별 추진방안은 다음과 같이 분석되었다.

차내·외시간의 변화가 없을 경우 환승할인요금의 수준은 요금수입이 25.7% 감소하는 반면 이용승객이 55.5% 증가하는 100%(무료환승)할인방안과 요금수입이 7.5% 감소하는 반면 이용승객이 25.3% 증가

하는 50%할인방안 중에서 요금수입의 감소액에 대한 보조금 지불의 재정적인 여건을 감안하여 선택할 수 있을 것이다. 이때 무료환승과 50% 할인에 대한 각각의 연간 보조금수준은 229억과 67억으로 산정되었다.

환승할인요금과 차내·외시간 단축(버스 노선조정 등)을 동시에 시행할 경우의 이용객과 요금수입변화를 분석한 결과는 다양한 조합으로 제시되었으나, 차내·외시간의 단축이 현실적으로 어려운 점을 감안하고 요금수입이 감소하지 않고 이용객의 증가가 예상되는 조합에 대한 분석결과를 제시하였다. 구체적으로는 차내·외시간의 단축을 각각 10% 수준으로 할 때 요금수입이 감소하지 않는 환승요금의 할인율은 80%로 나타났다. 이때 이용객은 219,710명이 증가하고 요금수입도 6,087천원이 증가하는 것으로 분석되어, 별도의 요금손실 없이 환승할인 요금제를 시행할 수 있는 것으로 나타났다. 그러나 정책대안의 추진방안으로는 지하철 중심의 버스노선 조정을 전제로 선진도시와 같이 무료환승이 최적대안으로 판단된다. 이때 예상되는 연간 수입금 손실액 56억에 대해서는 보조금 지원이 필요한 것으로 나타났다.

그리고 환승요금의 할인없이 차내·외시간을 단축시킬 경우의 이용승객과 요금수입 변화는 도보시간을

단축시킬 때가 대기시간과 차내시간을 단축시킬 경우보다 높게 나타났다. 구체적으로는 도보시간과 대기시간 및 차내시간을 각각 10% 단축시킬 경우 이용객과 요금수입은 각각 12.1%, 4.5%, 2.8% 증가하는 것으로 분석되었다. 따라서 차내·외시간 단축의 방향은 지하철역 주변의 보행환경 개선과 다양한 버스의 운행 등을 통한 접근성 확보가 효과적인 것으로 판단된다.

본 연구의 향후 연구과제는 SP조사의 신뢰도를 높이기 위한 방안으로 환승의 통행목적 중 통근/통학이 많은 점을 고려할 때 시간대별 통행특성을 파악하여 첨두시와 비첨두시의 통행시간과 요금에 대한 탄력도 산정이 요구된다. 그리고 본 연구에서는 도심지 중심의 통행을 대상으로 하였으나 중심지와 비중심를 구분하는 방안도 연구되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 양창화·손의영(2000), "서울시 지하철 이용객의 환승 관련 변수의 가치 추정 (선호의식(SP) 및 현시선호(RP) 분석을 이용)", 대한교통학회지, 제18권 제4호, 대한교통학회, pp.19~30.
2. 황기연·이우철(2000), "대중교통 환승요금 적정 할인수준 추정 (서울시 사례를 중심으로)", 대한교통학회지, 제18권 제2호, 대한교통학회, pp.27~37.
3. 부산광역시(2003), "승객통행량조사 보고서", 부산시 정책개발실, p.6, p.13.
4. 황상규·박병정(2000), "대중교통 환승요금 할인 제도의 도입방안연구", KOTI, pp.56~85.
5. 김종석 외4인(1997), "부산시광역시 대중교통요금 구조연구", KOTI(연구보고서), pp.49~54.
6. 정현영·김정주(2000), "통근·통학자의 지하철

- 연계교통수단 선택행태분석", 대한교통학회지, 제18권 제5호, 대한교통학회, pp.69~82.
7. 부산광역시(2003), "부산광역시 도시철도기본계획", KOTI(연구보고서), pp.49~53.
8. 부산광역시(2003), "차량통행속조사 보고서", 부산시, p.10.
9. 최치국·권인영(2003), "부산지하철의 이용활성화를 위한 정책대안 평가 및 적용에 관한 연구", 부산발전연구원, pp.1~63.
10. 부산광역시(1999), "지하철2호선 개통에 따른 교통량조사 보고서", 부산시 정책개발실.
11. 이은진(2003), "교통카드 DB를 이용한 대중교통 이용실태 분석방안 연구", 부산발전연구원, p.78, p.98.
12. 정현영·최치국(2000), "하나로교통카드의 운영 실태 및 효과분석", 대한교통학회(제36회 학술발표회), p.427.
13. 부산광역시(2002), "대중교통활성화 종합계획", 대한교통학회 부산울산경남지회, pp.49~67.
14. 윤대식·윤성순,(1995), "도시모형론 - 분석기법과 적용", 홍문사, pp.484~489.
15. Chi-Gook Choi, Young Eun Shin and Hun-Young Jung(2001), "Formulation of strategies for Boosting the usage of Busan metro system", Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.4 No.6, pp.199~210.
16. Yong Eun Shin·Chi-Gook Choi·Hang Mook Yoon(1999), "Urban Public Transportaion and its Operation and Use by People", URBAN PUBLIC TRANSPORTION SYSTEM, ASCE, pp.453~464.

✉ 주 작 성 자 : 최치국
 ✉ 논문투고일 : 2004. 1. 31
 논문심사일 : 2004. 2. 27 (1차)
 2004. 3. 19 (2차)
 심사판정일 : 2004. 3. 19
 ✉ 반론접수기한 : 2004. 8. 31