

■ 論 文 ■

대중교통 환승요금 적정 할인수준 추정

- 서울시 사례를 중심으로 -

Estimating the appropriate Level of Transit Fare Discount for Transfer Passengers

황 기 연

(서울시정개발연구원 연구위원)

이 우 철

(서울시정개발연구원 위촉연구원)

목 차

I. 서론	1. 분석방법론
1. 연구의 배경 및 목적	2. 분석을 위한 가정
2. 연구방법론	V. 환승할인대안의 분석결과
II. 요금과 수단선택의 관계	1. 현재요금수준: Network 비고려
III. 환승할인대안의 결정	2. 변동요금수준: Network 비고려
1. 환승할인 대안의 모색	3. 최적요금수준: Network 고려
2. 대안의 선택	VI. 결론
IV. 대안별 기대효과 분석방법론 및 가정	참고문헌

요 약

본 연구의 목적은 대중교통수단간 환승할인제도를 서울시에서 도입할 경우 할인의 대상적 범위를 확정하고 할인율을 결정하는 것이다. 최적대안을 찾기 위해 서울시 교통혼잡관리를 위해 개발된 SECOMM 모형의 수단선택패라미터값을 활용한 모의분석방법을 사용하였다. 본 연구에서는 공간적인 범위를 서울시로 한정했고, 환승할인 대상에서 마을버스와 좌석버스가 제외하였다.

모의분석결과 서울시에서 단기적으로 시행가능한 환승할인제도는 버스와 지하철간의 환승만을 대상으로 기존 요금을 500원에서 600원으로 100원씩 인상한 상태에서 이후 수단에 대해 30%까지 할인을 해주는 안이 현실적으로 가장 도입가능성이 높은 대안으로 분석되었다. 이 경우 지하철 이용수요는 0.2% 가까이 늘어나는 대신 버스이용자는 다소 감소할 것으로 분석되었으며 연간 802억원에 가까운 요금수입 증대효과가 나타날 것으로 분석되었다. 한편, 요금의 인상이 없을 경우 이후 수단에 대해 30%를 할인해 준다면 (버스-버스 환승할시) 연간 2,000억 이상의 정부지원이 전제되어야하며 그 이상 할인해줄 경우는 적자규모가 급격하게 늘어나기 때문에 현재 운영기관의 재정여건을 감안할 때 도입하기 힘든 대안으로 분석되었다.

본 연구결과는 분석시 버스와 지하철의 다양한 요금유형을 충분히 반영하지 못했고 오전첨두시 데이터로 요금에 대한 민감도가 낮은 문제가 있으며, 모의분석 결과이기 때문에 현실에 적용하는데 있어서는 운영기관 실무진들의 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단된다. 또한 실행을 위해서는 환승할인이 인정되는 시간간격, 할인방식, 버스하차시 시간기록장치 설치여부 등이 선결되어야 할 것으로 판단된다.

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

현재 서울시의 대중교통수단은 운영 주체가 서로 상이하여 서로간의 운영상 협력관계를 유지하지 못하고 경쟁관계에 있다. 이 결과 요금도 개별적으로 징수함에 따라 버스/마을버스간 환승 및 버스/지하철/마을버스 환승시 할인제도가 없다. 대중교통이용자들은 갈아타는 불편과 함께 매번 환승시 할인없는 추가요금에 대한 경제적 부담이 크고, 이는 다시 대중교통수단의 경쟁력을 약화시켜서 자가용승용차에 대한 의존도를 높이는 결과를 초래하고 있다.

반면 대부분의 외국도시에서는 대중교통수단간 환승시 할인제도가 보편화되어 있어서 환승편의를 증진시키고 요금부담을 줄이고 있으며 정기간, 자유이용권 등과 같은 다양한 요금제도를 통해 대중교통 이용 수요의 증대를 추구하고 있다. 승용차에 대한 의존도가 높은 북미의 경우만 해도 버스과 지하철 환승시 할인이 없는 시는 보스턴, 워싱턴 등에 불과하며, 대도시중 80%가 할인을 해주고 있으며, 40%는 완전 무료로 환승을 허용하고 있다. 한편 버스과 버스간 환승시 요금할인이 없는 도시는 보스턴밖에 없어서 93%가 할인혜택을 제공하고 있는 것으로 조사되었다 (TRB, 1996). 한편, 대부분의 유럽도시에서도 동일수단 뿐만 아니라 타수단간 환승에도 할인혜택이 주어지며, 환승혜택에 따른 수입금 누수액은 국가나 지방정부에서 지원하고 있다. 일본의 경우도 예외는 아니어서 다양한 방법을 이용한 할인을 통해 대중교통 이용자들의 부담을 덜어주고 있다(권영인A, 1998).

최근 외국 주요 대도시의 대중교통요금전략의 특징은 일일자유이용권과 같은 무제한이용권, 정기간 구입시 25% 이상의 선불요금할인 등과 같은 Deep Discounting 전략이 수요증대 및 수입증대라는 두 가지 목적을 동시에 달성할 수 있는 방법으로 적극적으로 활용되고 있다는 점이다. 정기적으로 대중교통수단을 이용하는 저소득층에 대해서는 Deep Discounting 전략을 구사하고, 비정기적으로 대중교통수단을 이용하는 고소득층에 대해서는 Deep Discounting을 적용하지 않을 때 수입을 증대시키는 동시에 형평성을 개선할 수 있는 장점 때문에 점차 확산되는 경향이다(Oram, 1988).

Deep Discounting 전략의 획기적 성과는 미국 뉴

욕시의 경우에서 찾아볼 수 있다. 1997년 봄에 뉴욕시는 대중교통 자동요금징수시스템을 설치하였는데 예상과는 달리 메트로카드의 이용률이 극히 저조하였다. 그래서 뉴욕MTA(Metropolitan Transportation Authority)에서는 카드이용률을 높이고 승객수를 획기적으로 늘리기 위해 1997년 7월에 버스-지하철간 무료환승제도를 도입하였다. 그 결과 1997년 하반기에 버스승객이 상반기 증가율 3%보다 훨씬 증가한 18%에 이르렀고, 지하철 승객은 상반기 증가율의 3배인 3.6%였으며, 버스와 지하철의 승객수가 1996년 가을에서 1998년 가을 2년동안 약 16% 증가한 것으로 나타났다. 도입초 15%에 불과하던 메트로카드 이용률이 1997년 12월에 59%, 1998년 10월 74%에 이르렀고, 매년 부정승차가 전체 승객의 1%로 감소하여 수백만 달러의 요금손실을 막을 수 있었다. 그러나 무엇보다도 중요한 사실은 무료환승에도 불구하고 승객수의 획기적 증가로 인해 수입금 손실액은 거의 없는 것으로 나타났다(Schaller, 1998).

본연구의 목적은 서울시에서 대중교통수단간 환승 할인제도를 도입할 경우 운영기관의 수입금 손실이 없는 환승요금할인 수준을 결정하는데 있다. 이러한 제도가 도입되어 성공적으로 시행될 경우 대중교통 이용자들의 증가로 도로상의 교통혼잡이 개선되고, 유류비도 절약되며, 나아가 대중교통운영기관의 경영수지도 개선할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구방법론

본 연구는 제2장에서 대중교통요금과 수단선택과의 이론적 및 실증적 관계를 정립한다. 기본적으로 요금의 인상은 이용수요를 감소시키고 인하는 수요를 증대시킨다. 본 장에서는 요금의 변화에 따른 수요변화의 정도를 서울시의 경우를 대상으로 구체적으로 제시한다.

제3장에서는 서울시에서 대중교통환승요금 할인제도를 도입할 경우 할인이 적용될 수 있는 시간적, 공간적, 수단적 범위를 고려하여 가능한 대안을 선택한다. 예를들면 버스-버스간 할인을 허용할 것인가? 지하철-마을버스간의 환승할인을 허용할 것인가? 등과 같은 다양한 대안을 대상으로 현실적으로 실현가능성을 고려하여 대안을 선정한다.

제4장에서는 선택된 대안들의 기대효과를 분석하게 된다. 기대효과분석을 위해서는 우선적으로 분석방법

론을 제시하고 다음으로 분석을 위해 필요한 가정을 제시한다. 대안별 기대효과 분석은 1) 기존 요금수준의 변화여부, 2) 요금변화로 인한 수단분담율 변화가 가로망 교통상황 변화에 의해 다시 영향을 받는지의 여부 등에 따라 구분되어 이루어진다. 최적대안은 대중교통이용수요를 증대시키면서도 운영기관의 경영수지를 악화시키지 않은 대안으로서 환승할인율의 다양한 변화를 통한 모의분석방법에 의해 선정된다. 모의분석을 위해서는 서울시 교통관리를 위해 개발된 SECOM 모형(황기연 외, 1999)을 이용하고 프로그램은 EXCEL, ALOGIT, EMME2 등을 이용한다.

II. 요금수준과 수단선택의 관계

교통수단선택 분석단계에서 정책변수의 변화는 대표적인 선택모형인 로짓모형의 효용함수(utility function)의 독립변수 값을 조정함으로써 반영시키는 것이 일반적이다(Ben-Akiva and Lerman, 1985). 효용함수는 일반적으로 선택자의 사회경제적인 특성과 선택대안의 특성(속성)으로 정의되며, 이러한 대안의 효용은 결정적 효용(관측 가능한 효용)과 확률적 효용(관측 불가능한 효용)으로 구성되어 있음을 가정하게 된다(식(1) 참조).

$$P_i = \frac{\text{Exp}[V_i]}{\sum_j \text{Exp}[V_j]} \quad (1)$$

여기서, P_i : 교통수단 i 를 선택할 확률
 V_i : 교통수단 i 의 효용함수

로짓모형은 효용함수에 포함되는 독립변수가 단위에 제약받지 않고 사용될 수 있으며, 또한 통행자의 속성, 교통수단이 제공하는 서비스의 속성 및 통행목적 등 통행 자체의 속성 등을 자유롭게 효용함수에 포함시킴으로써 통행자의 현실적 선택행태를 설명할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 예로서 대중교통 요금, 주차요금, 통행자에게 선택이 가능한 교통수단의 집합 (Available mode choice set) 등을 식(2)와 같은 형태로 쉽게 반영시킬 수가 있다.

$$V_i = \text{상수}_i + \beta_1 TTime_i + \beta_2 TCost_i \quad (2)$$

여기서

V_i : i 수단¹⁾의 효용함수
 상수 i : i 수단의 Constant(버스는제외)
 $TTime_i$: i 수단의 총 통행시간(분)
 $TCost_i$: i 수단의 총 통행비용(원)
 β_1, β_2 : 설명변수의 계수

식(2)에서 $Cost_i$ 는 V_i 와 역의 관계를 갖게 되므로 값이 커질수록 수단 i 를 선택할 확률은 낮아진다. 반면 $Cost_i$ 값이 작아지면 수단 i 를 선택할 확률은 높아진다. 결국 대중교통수단의 요금이 인하되면 이용자수는 늘어나게 되지만 전체적인 수입금 규모에 어떠한 변화가 올 지에 대해서는 예측하기가 어렵다. 왜냐하면 이용자수의 증가에도 불구하고 단위 수입금은 감소했기 때문이다. 따라서 요금인하를 통한 수요증대는 운영수지를 악화시키지 않는다는 제약조건을 충족시킬 필요가 있다(Oram, 1988). 그렇지 않을 경우 문제의 해결이 아닌 문제의 대체가 되기 때문이다.

한편 서울시민들의 수단별 수요의 가격탄력성에 대한 최근 연구(황기연, 1998)에 따르면 Cost계수값 : -0.0002, Time 계수값 : -0.0337, 상수값(승용차:지하철:택시) : -0.821 -0.826 -1.93이고, 수단별 가격탄력성은 승용차: -0.5066, 버스: -0.1081, 지하철: -0.1145, 택시 -1.9610으로 나타나 택시, 승용차, 지하철, 버스의 순으로 요금변화에 민감한 것으로 나타났다. 탄력성의 수치를 놓고 볼 때 서울시민들이 버스나 지하철과 같은 대중교통의 요금변화에 대해서는 아주 둔감하게 반응하기 때문에 환승요금할인이 이용수요증대보다는 수입금의 감소에 악영향을 줄 것으로 예상된다. 따라서 심각한 재정적자를 경험하고 있는 서울시 대중교통의 현실을 감안할 때 환승할인으로 인한 운영측면의 문제점을 최소화할 수 있는 방안을 모색하여야 할 것으로 판단된다.

III. 환승할인 대안의 결정

1. 환승할인 대안의 모색

서울시에서 대중교통요금 할인제도를 도입하기 위해서는 환승할인 범위를 확정할 필요가 있다. 첫째,

1) 승용차, 버스, 지하철, 택시

〈표 1〉 환승할인대안

공간적	타수단간 할인	동일수단내 할인	시간대
1 서울	버스/지하철, 전철	지하철	종일
2 서울	버스/지하철, 전철	지하철	일부 시간대
3 서울	버스/지하철, 전철	버스, 지하철	종일
4 서울	버스/지하철, 전철	버스, 지하철	일부 시간대
5 서울	버스/마을버스/지하철, 전철	지하철	종일
6 서울	버스/마을버스/지하철, 전철	지하철	일부 시간대
7 서울	버스/마을버스/지하철, 전철	버스, 지하철	종일
8 서울	버스/마을버스/지하철, 전철	버스, 지하철	일부 시간대
9 서울/경기/인천	버스/지하철, 전철	지하철	종일
10 서울/경기/인천	버스/지하철, 전철	지하철	일부 시간대
11 서울/경기/인천	버스/지하철, 전철	버스, 지하철	종일
12 서울/경기/인천	버스/지하철, 전철	버스, 지하철	일부 시간대
13 서울/경기/인천	버스/마을버스/지하철, 전철	지하철	종일
14 서울/경기/인천	버스/마을버스/지하철, 전철	지하철	일부 시간대
15 서울/경기/인천	버스/마을버스/지하철, 전철	버스, 지하철	종일
16 서울/경기/인천	버스/마을버스/지하철, 전철	버스, 지하철	일부 시간대

공간적으로 환승할인의 범위를 서울시로 한정할 것인지 경기도를 포함한 수도권으로 확대할 것인지를 결정해야 한다. 둘째로, 서로 다른 수단간 환승시 대상 수단을 무엇으로 할 것인가를 결정해야 한다. 이 경우 버스는 고급인 좌석버스를 제외한 일반버스, 마을버스를 고려한다. 셋째, 동일수단간 환승에 있어서 노선을 갈아탈 때 요금할인 여부를 결정해야 한다. 이 경우 현재 지하철은 무료환승이기 때문에 할인여부를 논의할 필요없고 마을버스는 기본적으로 단거리 수단이기 때문에 마을버스간의 환승문제를 고려할 필요는 없다. 따라서 동일 수단간 환승할인은 버스-버스간 환승할인을 해줄 것인가의 문제로 귀착된다. 마지막으로 환승할인이 가능한 시간대를 하루종일, 첨두시,

비첨두시에 할것인지도 결정해야 한다. 기존의 요금체계, 할인체계, 요금유형 등에 변화가 없다고 가정할 때 서울시에서 고려할 수 있는 환승할인의 대안은 크게 16가지로 구분할 수 있다(〈표 1〉 참조).

2. 대안의 선택

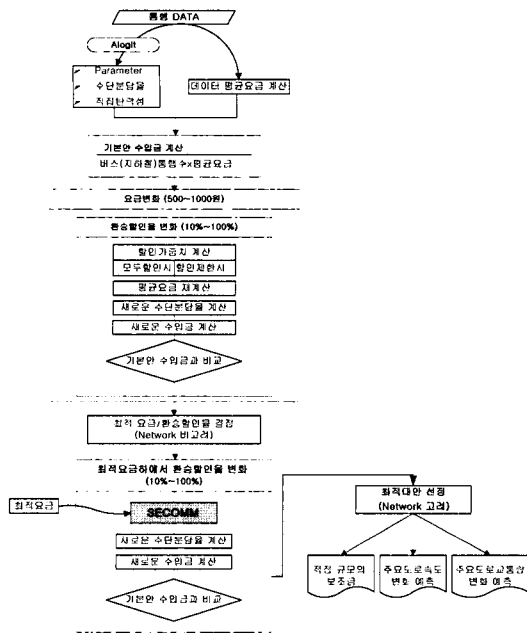
대안에 대한 검토 결과 공간적 범위를 서울시로 한정하기로 결정하였다. 그 이유는 각 지자체 별로 요금결정이 이루어지고 있으며, 요금체계도 다양하기 때문이다. 향후 수도권의 대중교통체계가 중앙정부의 재정지원을 통해 통합적으로 운영될 때 지역간 환승할인이 가능할 것으로 판단된다. 환승할인의 수단적 범위에 있어서 다른 수단간의 경우는 마을버스를 제외하고 버스/지하철, 전철로 한정한다. 그 이유는 마을버스의 경우 요금수준이 300원으로 기능은 일반버스와 비슷함에도 요금수준은 낮기 때문이다. 결론적으로 대안 1,2,3,4를 본 연구의 검토대안으로 선정하였다.

IV. 대안별 기대효과 분석방법론 및 가정

1. 분석방법론

본 연구의 방법론은 〈그림 1〉에 나타난 것과 같이 ①Alogit 프로그램을 이용하여 비집계모형의 계수를 추정하고 수단분담율 및 직접탄력성을 구하는 과정, ②구해진 수단분담율을 이용해 대중교통 수단의 기본수입금을 구하는 과정, ③Network 효과를 고려하지 않은 상태에서 요금과 환승할인율을 변화해 가면서 ②의 수입금과 비교해서 최적요금과 환승할인율을 구하는 과정, ④구해진 최적요금으로 Network 효과를 반영(SECOMM 이용)하여 최적 대안을 결정하는 과정으로 구성되어 있다. 본 과정은 요금이 하락하면 수요가 증가하고 이는 다시 요금수입을 증가시킨다는 사실을 입증하는 절차로서 각 단계별로 구체적인 방법론은 아래와 같다.

비집계모형의 계수와 수단분담율은 「서울시 교통혼잡관리프로그램 실행을 위한 교통수요관리 효과분석체계의 구축」(1998, 황기연)의 결과를 이용하였다. 대중교통수단(버스, 지하철)의 기본수입금을 구하는 과정은 【수단별 일일 통행량×수단별 평균 요금×25(일)×12(개월)】으로 여기서 수단별 통행량은 「서울



〈그림 1〉 최적대안의 결정과정도

〈표 2〉 '97서울시 교통센서스 수단별 일 통행량 및 수 단분담율

	승용차	버스	지하철	택시	계
통행수	4,656,268	6,379,825	3,843,106	2,661,912	17,541,111
수단 분담율	26.54%	36.37%	21.91%	15.18%	100.0%

주 : 수단(승용차, 시내버스+마을버스, 지하철(환승미포함), 택시)

시 교통센서스 및 데이터 베이스 구축」(1997,서울시)의 일일통행량(지하철환승 미포함)을 참조하였고 수단별 평균요금은 비집계로짓모형을 구축할 때 사용된 대중교통 수단별 평균 요금을 이용하여 산정하였다.

2. 분석을 위한 가정

버스와 지하철의 요금과 환승할인율을 각각 변화해 가면서 새로운 수단분담율과 수입금을 기존의 것과 비교하면서 수입금의 지나친 손실이 발생하지 않는 최적의 요금과 환승할인율을 구하는 단계에서는 몇 가지 설정해야 할 전제 조건이 있다.

〈표 3〉 환승통행 행태

환승수단 \ 환승후수단	버스	지하철	합계
버스	61	124	185
지하철	71	-	71
합계	132	124	256

① 환승통행비율가정 : 로짓모형의 Parameter를 추정하기 위하여 사용한 Data²⁾(3006통행)중 환승할인대상이 되는 경우는 〈표 3〉과 같이 256 통행으로 전체의 8.5%에 해당된다. 지하철간 환승은 추가비용이 없으므로 환승할인 대상에서 제외하였다.

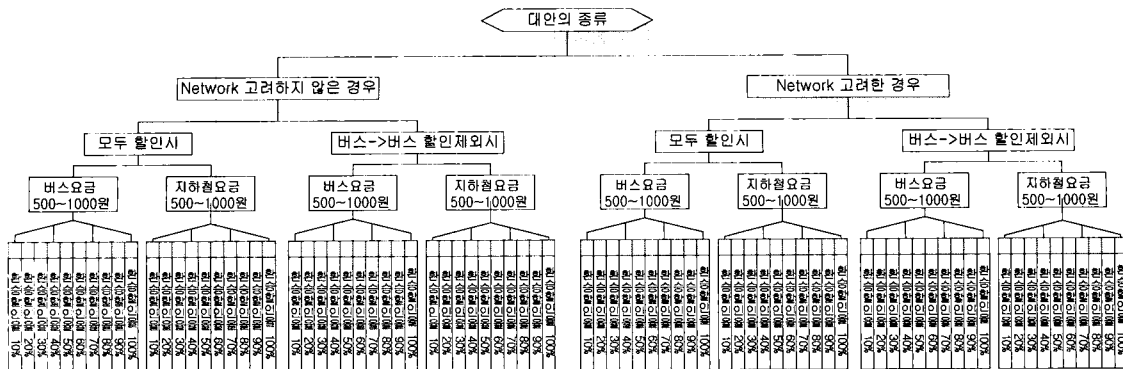
② 환승할인을 적용방법 가정 : 환승할인은 환승후수단에 대해서만 일정한 환승비율만큼 할인이 된다고 가정하였다. 예를들면 버스를 타고 지하철로 갈아타는 경우에는 버스가 환승수단이고 지하철이 주수단(환승후수단)이 되므로 이 경우 10%의 환승할인을 해줄 경우에 이 통행자의 총비용은 950 원(버스:500원, 지하철:450원)이 된다.

③ 환승할인대상 가정 : 환승할인 혜택을 받을 수 있는 경우는 ①버스→지하철, ②버스→버스, ③지하철→버스로 3가지 경우가 있다. 그리고 2번 이상 환승을 한 경우에 대해서는 예로, 버스→버스→지하철인 경우 버스→버스는 환승할인을 적용하지 않고 버스→지하철의 경우에만 환승할인을 적용하기로 가정하였다. 즉 환승수단은 할인이 안되고 주수단만 할인을 적용하였다.(참고로 지하철→지하철은 현재 환승무료이므로 환승할인 대상에서 제외하였다.)

④ 이용자변화분석모형 : 할인을 변화에 따른 수단분담율 변화를 추정하기 위해 지난 연구(황기연 외, 1998)에서 제시된 수단선택모형의 계수를 활용하였다.(「Ⅱ.요금수준과 수단선택의 관계」참조)

⑤ 분석대안의 설정 : 각 수단의 요금을 각각 50원씩 증가하면서 환승할인율을 10%~100%까지 10%씩 증가하면서 할인율을 적용하는 것으로 가정하였더니, 총 880개의 대안의 조합이 나왔다(〈그림 2〉 참조).

2) 센서스 일기식 데이터 중 수요일 데이터와 선호도조사 데이터를 합쳐서 Missing데이터를 삭제하고 오전첨두시 통행으로 구성된 Algorit용 데이터



〈그림 2〉 대안의 종류

〈표 4〉 수단별 할인가중치

	버스	지하철
모두할인시	51.6%	48.4%
할인제외시	36.4%	63.6%

⑥ 환승할인 가중치를 고려한 평균요금 계산 방법 : 평균요금은 사용된 Data의 평균을 말하고 있으며 버스와 지하철 모두 500원이다. 여기서 환승할인을 적용하게 되면 요금의 할인이 생기고 이 할인된 금액은 대중교통의 이용 여부에 관계없이 모든 통행자들의 대중교통요금에 하락(기대비용의 하락)했음을 느끼게 되고, 이 할인된 금액은 버스와 지하철 요금의 하락을 의미하게 되는데 단순히 50:50의 하락이 아니고 〈표 3〉에 제시된 환승통행비율에 따라 변화될 것이라고 가정하고 “모두할인시”와 “할인제외시(버스↔버스 제외)”를 나누어서 가중치를 적용하였다(〈표 4〉 참조).

〈표 4〉의 할인가중치를 적용한 예를 보면 버스요금 500원이고 지하철요금 500원일 경우 환승할인율이 10%이면 50원의 할인된 금액에 대해 “모두할인시” 버스요금은 「500원-(50원*0.516)=474원」, 지하철요금은 「500원-(50원*0.484)=476원」이 되고, “할인제외시” 버스요금은 「500원-(50원*0.364)=482원」, 지하철요금은 「500원-(50원*0.636)=468원」이 된다. 위와 같은 전제조건을 통해서 변화에 따른 새로운 분담율과 수입금을 계산하여 기본안과 비교하여서 최적의 요금과 적절한 환승할인율을 결정하게 된다.

V. 환승할인대안의 분석결과

1. 현재요금수준하에서의 환승할인 적용시 수단 분담율 및 수입금 변화분석 : Network 영향 비교러시

버스와 지하철의 비용을 데이터 평균요금(버스:500원, 지하철:500원)으로 하여 환승할인을 대안을 적용하여 수단분담율의 변화와 수입금의 변화를 비교해 보았다. 〈표 5〉에서 “모두할인시”는 환승할인 대상 ①, ②, ③ 모두에 대하여 할인율을 적용한 경우이고 “할인제외시”는 ④(버스→버스)의 경우는 환승할인에서 제외하고 ①, ③의 경우만 환승할인을 해준 경우이다.

환승할인율 0%를 기본안으로 하여 환승할인율을 변화해 가면서 분담율의 변화와 수입금의 변화를 보면 “모두할인시”는 버스가 지하철에 비해 이용자가 많이 늘어나고 수입금의 적자가 커진다. 환승할인율 100%의 경우 기준보다 버스분담율이 1.2% 늘어나고 수입금은 1,585백만원/일 적자가 난다. 지하철은 0.7% 늘고 수입금이 898백만원/일 줄어들게 된다. 그래서 연간 약7,449억원의 수입금 감소가 생긴다.

“할인제외시”의 경우 “모두할인시”와 반대로 지하철의 수요변화가 버스보다 큼을 알 수 있다. 역시 환승할인율 100%의 경우 기준보다 버스분담율이 0.3%늘어나고 수입금이 1,130백만원/일 줄어들고 지하철은 분담율이 1.5%늘어나고 수입금이 1,177백만원/일 적자가 발생한다. 적자를 해소하기 위해 보조금으로 연간 6,920억원을 지원해야 한다. 요금불변 가정시

〈표 5〉 환승할인시 수단분담율 및 수입금변화(기본안) (단위:백만원)

모두 할인시	수단분담율				변화율				수입금(백만원)			
	승용차	버스	지하철	택시	승용차	버스	지하철	택시	버스	지하철	합계 (일)	수지 (억원/년)
환승 할인율												
0%	32.7%	38.5%	27.0%	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0	0
10%	32.5%	38.6%	27.1%	1.8%	-0.2%	0.1%	0.1%	0.0%	-153	-87	-240	-719
20%	32.3%	38.8%	27.2%	1.8%	-0.4%	0.3%	0.1%	0.0%	-307	-175	-481	-1,444
30%	32.1%	38.9%	27.3%	1.8%	-0.6%	0.4%	0.2%	0.0%	-462	-263	-725	-2,174
40%	31.9%	39.0%	27.3%	1.7%	-0.7%	0.5%	0.3%	0.0%	-619	-352	-970	-2,911
50%	31.7%	39.1%	27.4%	1.7%	-0.9%	0.6%	0.4%	-0.1%	-777	-441	-1,218	-3,653
60%	31.5%	39.3%	27.5%	1.7%	-1.1%	0.7%	0.4%	-0.1%	-936	-531	-1,467	-4,401
70%	31.3%	39.4%	27.6%	1.7%	-1.3%	0.9%	0.5%	-0.1%	-1,096	-622	-1,718	-5,154
80%	31.2%	39.5%	27.6%	1.7%	-1.5%	1.0%	0.6%	-0.1%	-1,258	-713	-1,971	-5,914
90%	31.0%	39.6%	27.7%	1.7%	-1.7%	1.1%	0.6%	-0.1%	-1,421	-805	-2,226	-6,678
100%	30.8%	39.8%	27.8%	1.7%	-1.9%	1.2%	0.7%	-0.1%	-1,585	-898	-2,483	-7,449

할인 제외시	수단분담율				변화율				수입금(백만원)			
	승용차	버스	지하철	택시	승용차	버스	지하철	택시	버스	지하철	합계 (일)	수지 (억원/년)
환승 할인율												
0%	32.7%	38.5%	27.0%	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0	0
10%	32.5%	38.5%	27.2%	1.8%	-0.2%	0.0%	0.2%	0.0%	-111	-111	-222	-665
20%	32.3%	38.6%	27.4%	1.8%	-0.4%	0.1%	0.3%	0.0%	-223	-223	-446	-1,337
30%	32.1%	38.6%	27.5%	1.8%	-0.5%	0.1%	0.5%	0.0%	-335	-337	-672	-2,014
40%	31.9%	38.6%	27.7%	1.7%	-0.7%	0.1%	0.6%	0.0%	-447	-452	-899	-2,697
50%	31.8%	38.7%	27.8%	1.7%	-0.9%	0.2%	0.8%	0.0%	-560	-569	-1,129	-3,387
60%	31.6%	38.7%	28.0%	1.7%	-1.1%	0.2%	0.9%	-0.1%	-673	-687	-1,361	-4,082
70%	31.4%	38.7%	28.1%	1.7%	-1.2%	0.2%	1.1%	-0.1%	-787	-807	-1,594	-4,783
80%	31.2%	38.8%	28.3%	1.7%	-1.4%	0.3%	1.2%	-0.1%	-901	-929	-1,830	-5,489
90%	31.1%	38.8%	28.4%	1.7%	-1.6%	0.3%	1.4%	-0.1%	-1,016	-1,052	-2,067	-6,202
100%	30.9%	38.8%	28.6%	1.7%	-1.8%	0.3%	1.5%	-0.1%	-1,130	-1,177	-2,307	-6,920

버스-지하철간(●,●안) 환승할인만을 해주는 안이 운영수지면에서 다소 유리하지만 수요증가에 비해 보조금액수가 지나치게 커서 현 재정여건을 볼 때 실현 가능성이 낮다고 판단된다.

2. 변동적 요금수준하에서 환승할인 적용시 분담율 및 수입금 변화분석 : Network 영향 비고려시

보조금 없이 환승할인을 해주기 위해서는 적절한 요금인상이 필요하며 요금을 50원씩 인상하면서 대안을 검토하였다. 요금을 인상하면 기본적으로 해당 수단의 분담율은 떨어지면서 수입금은 증가하

는데 다시 환승할인율을 적용하면 수입금은 감소하면서 분담율이 증가하게 된다. 이 과정을 통하여 이루어진 요금인상폭과 환승할인율의 균형점이 최적대안이라고 가정하였다. 〈표 6〉은 환승할인율의 변화에 따른 수지 적자에 대해 보조금을 지원하지 않고 요금인상으로만 해결할 수 있는 요금별 적정 환승할인율을 나타내고 있다. 예로, 버스가 600원이고 지하철인 600원인 경우 환승할인율이 30%까지는 수지가 기본안(500:500:0%)에 비해 흑자이고 환승할인율이 30% 이상이면 적자이다. 이런 방법으로 요금을 500~1000원까지 변화시키면서 주어진 요금수준하에서 최대한 할인가능한 환승할인율을 제시하였다.

〈표 6〉 요금에 따른 최대환승할인율

(단위:원)

모두 할인시		지하철요금										
		500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
버스 요금	500	0%	0%	10%	20%	20%	30%	40%	40%	50%	60%	60%
	550	10%	10%	20%	30%	30%	40%	40%	50%	60%	60%	70%
	600	20%	20%	30%	30%	40%	50%	50%	60%	60%	70%	70%
	650	20%	30%	40%	40%	50%	50%	60%	60%	70%	70%	80%
	700	30%	40%	40%	50%	50%	60%	60%	70%	70%	80%	80%
	750	30%	40%	50%	50%	60%	60%	70%	70%	80%	80%	80%
	800	40%	40%	50%	60%	60%	60%	70%	70%	80%	80%	90%
	850	40%	50%	50%	60%	60%	70%	70%	80%	80%	90%	90%
	900	50%	50%	60%	60%	70%	70%	70%	80%	80%	90%	90%
	950	50%	50%	60%	60%	70%	70%	80%	80%	90%	90%	90%
1000	50%	60%	60%	70%	70%	70%	80%	80%	90%	90%	90%	

버스→버스 할인제외시		지하철요금										
		500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
버스 요금	500	0%	0%	10%	20%	30%	30%	40%	50%	60%	60%	70%
	550	10%	10%	20%	30%	40%	40%	50%	60%	60%	70%	80%
	600	20%	20%	30%	40%	40%	50%	60%	60%	70%	80%	80%
	650	20%	30%	40%	40%	50%	60%	60%	70%	80%	80%	90%
	700	30%	40%	40%	50%	60%	60%	70%	70%	80%	80%	90%
	750	40%	40%	50%	50%	60%	70%	70%	80%	80%	90%	90%
	800	40%	50%	50%	60%	60%	70%	70%	80%	90%	90%	100%
	850	50%	50%	60%	60%	70%	70%	80%	80%	90%	90%	100%
	900	50%	50%	60%	60%	70%	70%	80%	80%	90%	90%	100%
	950	50%	60%	60%	70%	70%	80%	80%	90%	90%	100%	100%
1000	50%	60%	60%	70%	70%	80%	80%	90%	90%	100%	100%	

〈표 6〉의 모의분석결과를 볼 때 현실적으로 가장 실현가능성이 높은 안은 요금을 버스 600원, 지하철 600원으로 인상하고 환승할인율을 30%(할인액수 180원)로 하였을 때 가장 타당하다고 판단된다. 600원 이란 요금수준은 대중교통의 요금인상 스케줄에 따른 2000년의 요금수준이다. 버스, 지하철 요금이 600원으로 인상되었을 경우 수입금과 수송분담율의 변화에 관한 사항은 〈표 7〉에 요약되어 있다.

환승할인을 30%했을 경우 기본안과 비교하여 수입금은 “모두할인시”는 약 263억원 흑자, “할인제외시”에는 약 450억원의 흑자를 나타내고 있으며 수단 분담율의 변화는 두수단을 합해서 거의 변화가 없는 것으로 예측된다. 최적안의 경우 요금인상만 정기적으로 이루어지고, 타수단의 요금에 큰 변화가 없다면 재정지원 없이도 30%까지 환승할인을 해줄 수 있다는 결과를 보여주고 있다.

3. 최적요금수준하에서 할인율 변동시 부담율 및 수입금 변화 분석 : Network 영향 고려시

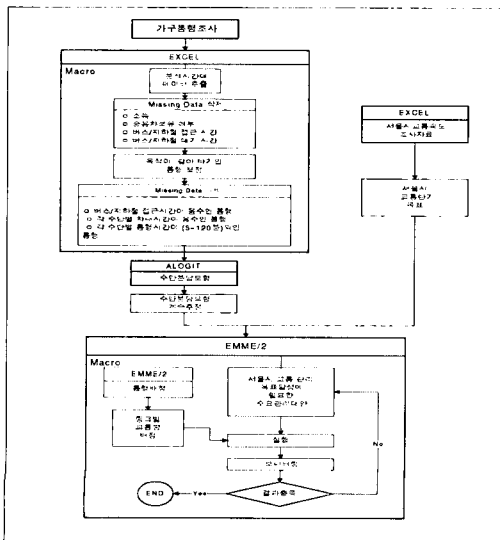
앞에서 선정한 최적안(버스요금:600, 지하철요금: 600, 환승할인율:30%)은 네트워크를 고려하지 않고 환승할인율을 적용하였을 경우 수단분담율 및 수입금의 변화를 본 것이고, 환승할인을 해주면 실제 네트워크에서는 어떤 영향이 있는지 알아보기 위해 SECOMM (황기연 외, 1999)을 이용해 Network를 고려해서 분석하였다. Network를 고려할 경우 환승요금 할인에 따라 수송분담율이 변화하면 도로상의 교통시간이 변화하여 다시 교통수단 부담율이 변화할 수 있다. SECOMM의 분석과정도는 〈그림 3〉과 같다.

환승할인을 고려하지 않은 Network 상태(기본안: 버스 500원, 지하철 500원)를 기준으로 하여 요금을 버스 600원, 지하철 600원으로 인상하고 환승할인율을

〈표 7〉 환승할인시 수단분담율 및 수입금변화(요금인상안 : 600, 600원) (단위:백만원)

모두 할인시	수단분담율 및 변화								수입금(백만원)			
	승용차	버스	지하철	택시	승용차	버스	지하철	택시	버스	지하철	합계(일)	수지(억원/년)
0%	33.4%	38.0%	26.7%	1.8%	0.8%	-0.5%	-0.3%	0.0%	582	351	932	2,797
10%	33.2%	38.2%	26.8%	1.8%	0.5%	-0.3%	-0.2%	0.0%	404	249	654	1,961
20%	33.0%	38.3%	26.9%	1.8%	0.3%	-0.2%	-0.2%	0.0%	225	147	372	1,116
30%	32.7%	38.5%	27.0%	1.8%	0.1%	0.0%	-0.1%	0.0%	44	44	88	263
40%	32.5%	38.7%	27.1%	1.8%	-0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	-139	-60	-199	-597
50%	32.3%	38.8%	27.2%	1.8%	-0.4%	0.3%	0.1%	0.0%	-324	-165	-489	-1,466
60%	32.0%	39.0%	27.2%	1.8%	-0.6%	0.4%	0.2%	0.0%	-511	-271	-781	-2,344
70%	31.8%	39.1%	27.3%	1.7%	-0.8%	0.6%	0.3%	0.0%	-700	-377	-1,077	-3,230
80%	31.6%	39.2%	27.4%	1.7%	-1.1%	0.7%	0.4%	-0.1%	-890	-485	-1,375	-4,124
90%	31.4%	39.4%	27.5%	1.7%	-1.3%	0.9%	0.5%	-0.1%	-1,082	-593	-1,676	-5,027
100%	31.2%	39.5%	27.6%	1.7%	-1.5%	1.0%	0.5%	-0.1%	-1,277	-703	-1,979	-5,937

할인 제외시	수단분담율 및 변화								수입금(백만원)			
	승용차	버스	지하철	택시	승용차	버스	지하철	택시	버스	지하철	합계(일)	수지(억원/년)
0%	33.4%	38.0%	26.7%	1.8%	0.8%	-0.5%	-0.3%	0.0%	582	351	932	2,797
10%	33.2%	38.1%	26.9%	1.8%	0.5%	-0.4%	-0.1%	0.0%	452	223	674	2,023
20%	33.0%	38.1%	27.1%	1.8%	0.3%	-0.4%	0.0%	0.0%	321	92	414	1,240
30%	32.8%	38.2%	27.3%	1.8%	0.1%	-0.3%	0.2%	0.0%	190	-40	150	449
40%	32.5%	38.2%	27.5%	1.8%	-0.1%	-0.3%	0.4%	0.0%	58	-175	-117	-349
50%	32.3%	38.3%	27.6%	1.8%	-0.3%	-0.3%	0.6%	0.0%	-74	-311	-386	-1,157
60%	32.1%	38.3%	27.8%	1.8%	-0.5%	-0.2%	0.8%	0.0%	-208	-450	-658	-1,973
70%	31.9%	38.3%	28.0%	1.7%	-0.7%	-0.2%	1.0%	0.0%	-341	-592	-933	-2,798
80%	31.7%	38.4%	28.2%	1.7%	-1.0%	-0.1%	1.2%	-0.1%	-476	-735	-1,211	-3,632
90%	31.5%	38.4%	28.4%	1.7%	-1.2%	-0.1%	1.3%	-0.1%	-610	-881	-1,491	-4,474
100%	31.3%	38.4%	28.6%	1.7%	-1.4%	-0.1%	1.5%	-0.1%	-746	-1,029	-1,775	-5,324



〈그림 3〉 SECOMM 과정도

10~100%까지 변화시키면서 Network상의 수단분담율의 변화를 분석하였다.〈표 8〉.

Network를 고려하여 분석한 결과 30% 환승할인시 버스와 지하철의 수단분담율은 감소 또는 약간 증가하나 수지는 모두 흑자가 되는 것을 알 수 있다. 앞에서 Network을 고려하지 않은 분석의 결과와 비교할 때 운영수지흑자폭은 "모두할인시"는 상당히 감소하고 "할인제외시"는 오히려 증가하는 것으로 나타났다. 결과적으로 최적안은 버스-지하철 할인만을 인정했을 때 각각 600원의 요금수준하에서 30%의 할인율을 적용했을때로 나타났다.

V. 결론

대중교통수단이 승용차와 경쟁하기 위해서는 다양한 차원에서 상이한 수단간의 통합이 이루어져야 한다.

〈표 8〉 SECOMM을 이용한 환승할인시 수단분담율 변화 (요금인상안:600, 600원)

모두 할인시	수단분담율 및 변화								수입금(억원)			
	승용차	버스	지하철	택시	승용차	버스	지하철	택시	버스	지하철	합계(일)	수지(년)
환승 할인율												
SECOMM 기본안	37.9%	35.6%	17.4%	9.0%	0	0	0	0	0	0	0	0
0%	38.6%	35.4%	17.0%	9.0%	0.71%	-0.22%	-0.49%	-0.02%	58	28	85	3,987
10%	38.5%	35.5%	17.0%	9.0%	0.60%	-0.13%	-0.45%	-0.02%	55	26	81	2,746
20%	38.7%	35.4%	16.9%	9.0%	0.76%	-0.24%	-0.53%	-0.01%	52	25	77	1,367
30%	38.4%	35.6%	17.0%	9.0%	0.53%	-0.06%	-0.43%	-0.03%	49	24	73	182
40%	38.2%	35.7%	17.1%	9.0%	0.30%	0.11%	-0.35%	-0.06%	46	23	69	-1,021
50%	38.1%	35.8%	17.1%	9.0%	0.21%	0.18%	-0.32%	-0.08%	43	21	65	-2,291
60%	37.9%	35.9%	17.2%	8.9%	0.03%	0.32%	-0.25%	-0.10%	40	20	60	-3,532
70%	37.9%	36.0%	17.2%	8.9%	0.02%	0.33%	-0.25%	-0.10%	37	19	56	-4,845
80%	37.8%	36.0%	17.2%	8.9%	-0.06%	0.39%	-0.23%	-0.11%	35	17	52	-6,107
90%	37.7%	36.2%	17.3%	8.9%	-0.25%	0.53%	-0.15%	-0.13%	32	16	48	-7,382
100%	37.5%	36.3%	17.4%	8.9%	-0.41%	0.65%	-0.09%	-0.15%	29	15	43	-8,662

할인 제외시	수단분담율 및 변화								수입금(억원)			
	승용차	버스	지하철	택시	승용차	버스	지하철	택시	버스	지하철	합계(일)	수지(년)
환승 할인율												
SECOMM 기본안	37.9%	35.6%	17.4%	9.0%	0	0	0	0	0	0	0	0
0%	38.6%	35.4%	17.0%	9.0%	0.71%	-0.22%	-0.49%	-0.02%	58	28	85	3,987
10%	38.1%	35.4%	17.4%	9.1%	0.22%	-0.22%	-0.03%	0.04%	56	27	82	3,030
20%	38.0%	35.4%	17.5%	9.1%	0.12%	-0.23%	0.08%	0.03%	54	25	79	1,899
30%	37.8%	35.5%	17.7%	9.1%	-0.06%	-0.17%	0.22%	0.01%	51	23	75	802
40%	37.7%	35.5%	17.8%	9.0%	-0.20%	-0.15%	0.36%	0.00%	49	22	71	-310
50%	37.8%	35.3%	17.8%	9.1%	-0.07%	-0.33%	0.36%	0.02%	47	20	67	-1,565
60%	37.5%	35.5%	18.0%	9.0%	-0.41%	-0.15%	0.58%	-0.02%	45	18	63	-2,619
70%	37.4%	35.4%	18.1%	9.0%	-0.46%	-0.19%	0.66%	-0.02%	43	16	59	-3,806
80%	37.4%	35.4%	18.2%	9.0%	-0.54%	-0.20%	0.77%	-0.02%	41	15	56	-4,983
90%	37.5%	35.4%	18.3%	8.9%	-0.44%	-0.27%	0.86%	-0.16%	39	13	52	-6,185
100%	36.9%	35.6%	18.5%	9.0%	-0.96%	-0.06%	1.09%	-0.06%	37	11	48	-7,270

그중 가장 중요한 것이 대중교통수단간의 요금통합이고 요금통합은 환승할인제도의 도입을 통해 가능하다. 본 연구는 외국의 주요 도시에서 실행중인 대중교통수단간 환승할인제도를 서울시에서 도입할 경우 할인의 대상적 범위를 확정하고 할인율을 결정하는 것이다.

환승할인을 결정시 고려점은 할인에 따른 운영수입의 감소를 어떻게 최소화할 수 있을 것인가 하는 점이며 이러한 문제를 해소하기 위해서는 요금수준이 하락함에 따라 얼마나 많이 승용차 이용자가 대중교통으로 전환될 수 있는가에 대한 예측이 필요하다. 본 연구에서는 서울시 교통혼잡관리를 위해 개발된 SECOMM 모형의 수단선택패러미터 값을 활용한 모의분석 방법적 접근을 통해 대안을 분석하였다.

연구결과 서울시에서 단기적으로 시행가능한 환승

할인제도는 버스와 지하철간의 환승만을 대상으로 기존 요금을 500원에서 600원으로 100원씩 인상한 상태에서 이후 수단에 대해 30%까지 할인을 해주는 안이 현실적으로 가장 도입가능성이 높은 대안으로 분석되었다. 이 경우 지하철 이용수요는 0.2% 가까이 늘어나는 대신 버스이용자는 다소 감소할 것으로 분석되었으며 연간 802억원에 가까운 요금수입 증대효과가 나타날 것으로 분석되었다. 하지만 요금의 인상이 없을 경우, 버스-버스 할인을 인정해줄 경우는 적자규모가 급격하게 늘어나기 때문에 현재 운영기관의 재정여건을 감안할 때 도입하기 힘든 대안으로 분석되었다.

또한 본 연구에서는 공간적인 범위를 서울시로 한정했는데 이는 각 지방자치단체별로 상이한 대중요금수준 때문에 통합할인제도 운영시 자치단체별로 획일

적인 할인율 수준을 적용하기 어려웠기 때문이다. 환승 할인 대상에서 마을버스와 좌석버스가 제외되었는데 이는 현재의 마을버스의 기능은 일반버스와 큰 차이가 없는 반면 요금수준은 300원으로 낮기 때문이고 좌석버스는 고급의 서비스를 지향하는 것이기 때문에 환승할인의 대상이 아니라고 판단하였다.

마지막으로 본 연구는 몇가지 한계점이 있다. 우선, 분석시 버스과 지하철의 다양한 요금유형을 충분히 반영하지 못했고, 환승형태분석에 사용된 데이터는 수요일 오점첨두시를 기준으로 한 Alogit데이터로 수적인 측면에서 대표성에 한계가 있을 수 있으며, 오점첨두시 데이터이기 때문에 요금에 대한 민감도가 낮은 경향이 크며, 모의분석 결과이기 때문에 현실에 적용하는데 있어서는 운영기관 실무진들의 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단된다. 또한 환승요금지불 수단, 환승할인이 인정되는 시간간격, 할인방식, 버스 하차시 시간기록장치 설치여부 등 실행에 앞서서 선결되어야 할 사안이 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 권영인A, 도시내 대중교통요금 수준의 국제적 비교, 월간교통, 1998. 11월.

2. 권영인B, 선진국과 우리나라의 도시철도 요금수준 비교, 도시철도, 1998 겨울호.

3. 황기연, 서울시 교통혼잡관리프로그램 실행을 위한 교통수요관리 효과분석체계의 구축, 서울시정개발연구원, 1998.

4. 서울특별시, 서울시 교통센서스 및 데이터 베이스 구축, 1997.

5. Ben-Akiva, M. and S.R. Lerman, Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand, The MIT Press, Cambridge, MA, 1987.

6. Oram, R., Deep Discount Fares: Building Transit Productivity with Innovative Pricing. USDOT/UMTA, 1988.

7. Schaller, B., Lessons From MetroCard Fare Initiatives, NY Transportation Journal, Fall/Winter, 1998.

8. Transportation Research Board A, Fare Policies, Structures, and Technologies, TCRP Report 10, 1996.

9. Transportation Research Board B, Workshop on Transit Fare Policy and Management, 1994.