

수도권 통합요금제 시행에 따른 철도부문 수입금 변화에 대한 연구

조용찬, 김석홍

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

2004년 대중교통체계 개편 전 서울시 대중교통 이용자는 하나의 목적통행을 위해 다수의 수단통행을 할 경우 각 수단별 요금을 개별적으로 지불하였으나, 개편 후 환승요금 무료 및 대폭 할인에 따라 요금을 지불하게 되었다.

이로 인해 이용자 측면에서는 요금부담이 감소된 만큼 운영기관 입장에서는 수입금이 감소하게 되었으며, 환승에 따른 대중교통 운영기관 간 수입금 정산이 필요하게 되었다.

또한, 2007년 7월 수도권으로 통합요금제가 확대 시행됨에 따라 경기도와 철도 운영기관 간 수입금 정산이 불가피해졌으며, 수입금 체계에 또 한번의 변화가 있었을 것으로 예측되는바 수도권 대중교통 통합요금제 시행 이후 철도부문의 수입금에 어떤 변화가 발생했는지 분석해 보는데 연구의 목적이 있다.



〈그림 1〉 수도권 통합요금제 전/후 수입금 정산기관

2. 연구의 방법 및 절차

본 연구에서는 수도권 통합요금제 시행 전·후의 수입금 변화를 분석하기 위하여 수도권 통합요금제 시행 전인 2007년 6월과 시행 후인 2007년 11월의 일별 대중교통 카드자료를 수집·분석하였다.

수집된 대중교통카드자료는 분석의 용의를 위해 통합 및 정렬과정을 거치고, 버스와 철도 운영기관 간 수입금 정산원칙에 따라 철도부문 요금만을 추출한 후 2007년 6월과 11월의 이용인원 및 철도부문 수입금을 비교·분석 하였다.

II. 본론

1. 자료의 수집

1) 대중교통 카드

(1) 대중교통카드 정의

교통카드란 교통수단 탑승 및 이용을 위해 사용되는 전자화폐의 하나로써 현금, 수표, 신용카드 등 기존의 화폐와 동일한 가치를 지니는 디지털 형태의 정보를 말한다.

대중교통 운영의 비효율성(소액 현금결제로 인한 수입누수와 높은 인건비 및 관리비)과 집적 회로카드(IC카드)의 장점(빠른 거래, 소액결제이므로 보안성이 상대적으로 크게 요구되지 않는다는 점) 때문에 타 분야에 비해 대중교통분야에 교통카드가 활성화 되었다. [1]

(2) 국내 도입배경

대중교통 카드는 이용자 측면에서 현금지불에 대한 부담 및 승차시간 지체와 운영자 측면에서 경영투명성 확보 등의 문제를 개선하기 위해 1995년 9월 서울시는 12대 버스에서 테스트를 거친 후, 1996년 1월 27개 노선으로 확대되어 시범 실시되었고, 그해 3월에는 65개 노선, 그리고 7월부터 서울시내 모든 버스노선으로 확대(지하철은 1998.6)되었다. [2]

(3) 대중교통카드 이용 현황

서울메트로(1,2,3,4호선)의 경우 2006년 12월 현재 대중교통카드의 월 평균 74.74%의 이용실적을 보이고 있으며, 2002년 이후 현재까지 26.5%, 64.0%, 68.1%, 72.8%, 74.3%로 매년 증가추세에 있다. [3]

도시철도(5,6,7,8호선)는 2006년 현재 연평균 72.1%의 이용실적을 보이고 있으며, 2004년 이후 66.5%, 70.7%, 72.1%로 증가추세에 있다. [4]

<표 1> 버스와 철도의 교통카드 정보 및 예시

	수록 정보	내용	실제 버스 Data	실제 철도 Data
1	D/**/암호화ID	개인 정보 암호화	2605n3R5rWs LwYZeeHDmp NqAAyNnh2I=	260y9FwH2nU TvMeBOA2Pvj 1LlpTO5A=
2	일일카드번호	일별 최초 사용 시 해당카드에 부여되는 번호		
3	카드종류	카드회사별 번호로 분류		
4	출발시간	사용자가 승차 시 단말기에 카드를 접촉한 시각	20071117075419	20071117072746
5	트랜잭션ID	환승을 구분하기 위한 ID	011	054
6	수단	지하철과 버스유형별 부여된 ID	115	200
7	환승횟수	하차태그 후 30분 이내에 다시 승차한 횟수	0	0
8	버스노선ID	버스노선별로 부여되는 ID [지하철 없음]	11110063	-
9	교통사업자ID	사업자별로 부여 ID, 지하철은 호선정보 수록	111007100	211200000
10	버스차량ID	버스 차량별로 부여되는 ID [지하철 없음]	111707938	-
11	사용자구분코드	초등학생, 청소년, 일반인을 구분하는 코드	01	04
12	운행출발일시	버스가 종점에서 운행을 출발한 시각	20071117071845	-
13	승차정류장ID	승차한 정류장에 부여된 ID	0008435	2561
14	도착일시	하차 시 단말기에 카드를 접촉한 시각	20071117081828	20071117074606
15	하차정류장ID	하차한 정류장에 부여된 ID	0009199	2558
16	이용객수	하나의 카드로 지불한 이용객 수	1	1
17	승차금액	승차 시 지불된 금액	900	720
18	하차금액	하차 시 지불된 추가요금	0	0

(4) 대중교통카드 정보

대중교통 개편과 함께 도입된 대중교통카드는 그 이용에 대한 정보가 시스템을 통해 이루어지므로 사람이 직접 조사하는 방식에 비해 정확성이 높다고 할 수 있다.

또한, 대중교통 카드의 이용은 1년 365일 24시간 수도권 어느 지역에서나 이용 가능하기 때문에 시간별, 일별, 요일별, 계절별 등 전 시간대 및 전 지역에 걸친 자료습득이 가능하며, 이미 시스템이 구축되어 있어 비용면에서도 저렴하다.

현재 점차 교통카드 이용비율이 높아지는 추세로 향후 전수조사에 가까운 자료의 습득이 가능할 것으로 판단되며, 지역 간/기관 간 교통카드 정보의 통일화 작업을 통해 전국 단위 대중교통 이용패턴 분석이 가능할 것으로 판단된다.

대중교통 카드자료는 총18개의 항목으로 구분되며 개별 정보는 <표 1>과 같다.

2) 자료 수집

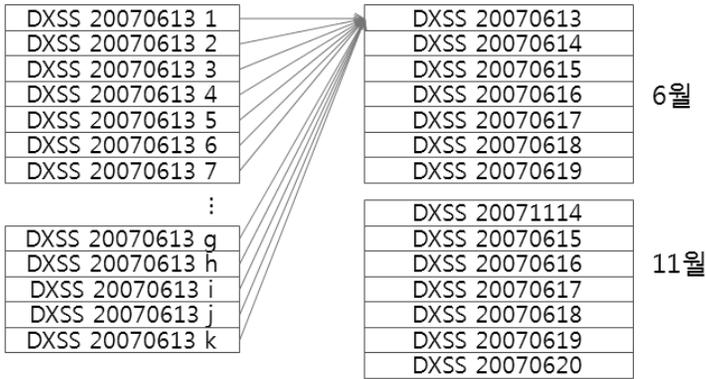
현재 수도권 대중교통카드 정보는 한국스마트카드(서울지역)와 EB카드(경기지역)가 수집하여 상호 공유하고 있는 상태이며, 서울TOPIS에서는 스마트카드사로부터 1일 정보를 정기적으로 협조 받고 있으며 본 연구에서는 서울TOPIS로부터 자료를 협조 받아 분석을 수행하였다.

분석 자료는 수도권 통합요금제 시행 전인 2007년 6월과 시행 후인 2007년 11월 자료이며, 차 후 분석결과에서도 나타나듯이 요일별 통행 차이에 의해 발생할 수 있는 수입금 변화에 대한 편차를 제거하기 위해 본 분석에서는 일주일(7일)을 기준으로한 일평균 자료를 비교·분석하였다.

2. 기초자료 분석

1) 자료 통합

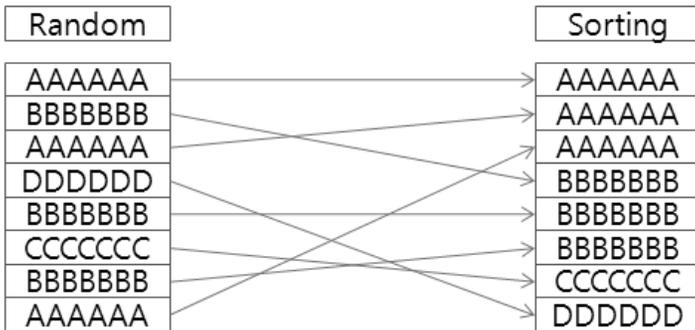
수집된 1일 교통 카드 자료는 총 20개의 분할 압축된 파일 형태로 분석을 위해서 일차적으로 압축해제 및 자료 통합과정을 거친다.



〈그림 2〉 자료 통합 과정

2) 자료 정렬

Low Data에서는 통행 정보를 시간 기준으로 ID를 무작위 기록 방식이기 때문에 개별 통행분석을 위해서 Data Sorting(ID 기준)과정을 거쳐야 한다.



〈그림 3〉 ID Sorting 과정

3. 철도부문 수입금 산출

1) 수단간 수입금 정산 원칙

대중교통 카드 정보에는 버스와 철도의 환승요금이 기록되기 때문에 수단간 수입금 정산이 필요하며 기본적인 정산원칙은 식(1)과 같다.

$$F_i = F_T \times \frac{BF_i}{\sum BF_i} \tag{1}$$

여기서, F_i : 수단 i 의 수입금(원)
 F_T : 총 수입금(원)
 BF_i : 수단 i 의 기본요금(원)
 i : 대중교통 수단(버스-철도)

단, 철도의 이용거리가 기본운임구간(10km)을 초과한 경우에는 철도 단독이용시의 추가운임을 철도 운영기관에 우선 귀속한 후 나머지 금액을 기본운임 비율로 정산한다.

〈표 2〉 수단간 수입금 정산 예시

구분	시내버스(9km)		철도(19km)		마을버스(6km)		총계(34km)
	승차	하차	승차	하차	승차	하차	
요금부과(원)	900	0	0	400	0	100	1,400
정산금액(원)	$1200 \times \frac{900}{900+900+600} = 450$		$200+1200 \times \frac{900}{900+900+600} = 650$		$1200 \times \frac{600}{900+900+600} = 300$		1,400

2) 철도부문 자료 추출

Low Data 처리과정이 끝난 분석 Data는 통일 ID(개별 통행인)으로 정렬되고, 이 때 개별통행인의 통행은 수단통행과 목적통행으로 구분할 수 있으며, 각각의 목적통행은 버스와 철도의 개별수단통행으로 구성된다.

본 분석에 필요한 철도부문 수입금을 추출하기 위해서 개별통행의 목적통행 중 철도수단 통행을 포함한 목적통행을 분리시키고(표 4), 그 목적통

〈표 3〉 ID Sorting 후 Data

구분	ID	트렌잭션 ID	수단	환승횟수	수단통행	목적통행
1	AAAAA	59	버스	0	√	√
2	AAAAA	59	버스	1	√	
3	AAAAA	59	버스	2	√	
4	AAAAA	9	철도	0	√	√
5	AAAAA	17	버스	0	√	√
6	AAAAA	17	철도	1	√	

〈표 4〉 철도를 포함한 Data

구분	ID	수단	이동거리	탑승요금	하차요금	비고
1	AAAAA	철도	17km	900	200	
2	AAAAA	버스	11km	900	0	철도만 이용할 경우 추가요금 100원
	AAAAA	철도	13km	0	300	

〈표 5〉 철도부문 Data

구분	ID	수단	기본요금	추가요금	총 요금
1	AAAAA	철도	900	200	1,100
2	AAAAA	철도	550	100	650

행이 버스와의 환승통행을 포함하고 있다면 앞서 설명한 수단간 수입금 정산원칙에 의해 버스와 철도부문의 수입금을 배분한다.〈표 5〉

Low Data 처리 및 철도부문 Data 추출은 Visual C++ 6.0을 이용하여 산출하였다.

4. 철도 통행량과 수입금의 관계

1) 2006년 월별 통행량 및 수입금

월별 통행량 패턴과 수입금의 관계를 분석하기 위해 2006년 1~12월의 월별 통행량 및 수입금 분석을 수행하였다.

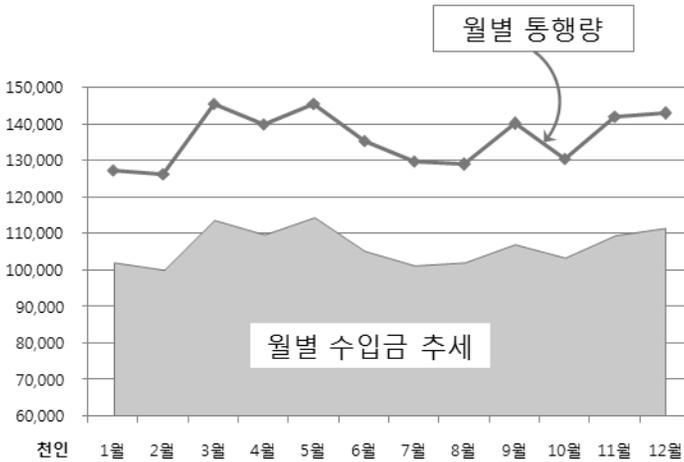
〈표 6〉 2006년 월별 통행량

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월
이용인구 (천인)	127,468	126,338	145,518	139,926	145,555	135,552
구분	7월	8월	9월	10월	11월	12월
이용인구 (천인)	129,912	128,988	140,144	130,676	142,184	142,986

2006년 6월 대비 11월의 통행량은 4.89% 증가하였으며, 수입금은 4.40% 증가한 것으로 나타났다.

〈표 7〉 2006년 6월/11월 통행량 및 수입금 비교

구분	6월	11월	증감
통행량(인) (일평균)	135,552,073 (4,518,402)	142,184,211 (4,739,474)	4.89%
수입금	-	-	4.40%



〈그림 4〉 2006년 월별 통행량 및 수입금 추세

2) 통계분석

〈그림 4〉에 나타난 것과 같이 월별 통행량과 수입금의 변화 패턴이 유사한 것으로 나타났으며, 통계분석결과 기울기는 (+)로 분석되었고, R^2 값이 0.949로 통행량과 수입금의 유사성이 매우 높은 것으로 분석되어 통행량증가는 곧 수입금 증가로 볼 수 있다.

〈표 8〉 통계분석 결과

구분	t 통계량	P-값	결정계수 R2
Y 절편	2.210735756	0.051496466	0.949285478
X1 (+)	13.68145389	8.43622E-08	

5. 수도권 통합요금제 시행 전/후 분석 결과

1) 철도부문 수입금 분석

(1) 분석결과

2007년 6월/11월 분석결과 일평균 대중교통 총 수입금은 7,747,341천원, 7,632,892천원, 철도통행량 4,731천 통행, 4,924천 통행, 철도부문 수입금 4,359,284천원, 4,362,197천원으로 각각 분석되었다.

〈표 9〉 2007년 6월 철도부문 통행량 및 수입금 분석결과

구분 (DXSS_)	총 수입금 (천원)	통행량 (천통행)	철도 수입금 (천원)
20070613	4,698,269	2,666	2,491,791
20070614	8,438,060	5,214	4,809,633
20070615	8,473,527	5,226	4,808,801
20070616	8,471,716	5,231	4,809,512
20070617	8,417,368	5,189	4,774,174
20070618	8,657,244	5,339	4,910,218
20070619	7,075,204	4,253	3,910,858
총계	54,231,388	33,118	30,514,985
일평균	7,747,341	4,731	4,359,284

〈표 10〉 2007년 11월 철도부문 통행량 및 수입금 분석결과

구분 (DXSS_)	총 수입금 (천원)	통행량 (천통행)	수입금 (천원)
20071114	5,001,326	3,122	2,839,159
20071115	8,171,260	5,267	4,660,564
20071116	8,237,999	5,311	4,689,281
20071117	8,453,655	5,439	4,772,949
20071118	8,180,814	5,368	4,738,918
20071119	8,452,760	5,498	4,857,364
20071120	6,932,432	4,464	3,977,144
총계	53,430,246	34,469	30,535,381
일평균	7,632,892	4,924	4,362,197

(2) 분석결과 검증

현재 (주)스마트카드사에서는 일별 철도부문 수입금을 산정하여 각 기관에 수입금을 입금하는 체계로 스마트 카드사에서 철도운영기관에 입금하고 있는 수입금과 분석 값을 비교한 결과 일별 -0.12~-0.23%의 오차가 발생하는 것으로 나타났다.

(주)스마트카드사는 대중교통 카드에서 발생할 수 있는 오검지 자료 및 수집되지 않는 하차시 미태그 통행에 대해서는 매월 1회 미 정산 수입금에 대하여 총 합산하여 기관별 배분하고 있으나, 본 분석에서는 오검지 자료(하

〈표 11〉 분석결과 검증

구분	실제 통행일	분석 값 (천원)	실제 값 (천원)	오차 (%)
DXSS_200711114	11월11일	2,839,159	2,845,629	-0.23
DXSS_200711115	11월12일	4,660,564	4,668,202	-0.16
DXSS_200711116	11월13일	4,689,281	4,698,608	-0.20
DXSS_200711117	11월14일	4,772,949	4,781,864	-0.19
DXSS_200711118	11월15일	4,738,918	4,747,679	-0.18
DXSS_200711119	11월16일	4,857,364	4,866,517	-0.19
DXSS_200711120	11월17일	3,977,144	3,981,941	-0.12

차 미태그 등)에 대하여 분석에서 제외하였기 때문에 분석 값과 실제 값의 오차는 이러한 결과에 의한 것으로 예상된다.

(3) 통합요금제 시행 전/후 비교·분석

2007년 6월과 11월의 통행량 및 철도부문 수입금을 비교·분석한 결과 통행량은 4.08% 증가한 반면 수입금은 0.07% 증가하여 2006년 6월/11월의 통행량(4.89%) 및 수입금(4.40%) 증가와 다른 패턴을 보이는 것으로 나타났다.

〈표 12〉 2007년 통행량 및 수입금 비교

구분		6월	11월	증감
2007년	통행량(통행)	4,731,094	4,924,158	4.08%
	수입금(천원)	4,359,284	4,362,197	0.07%

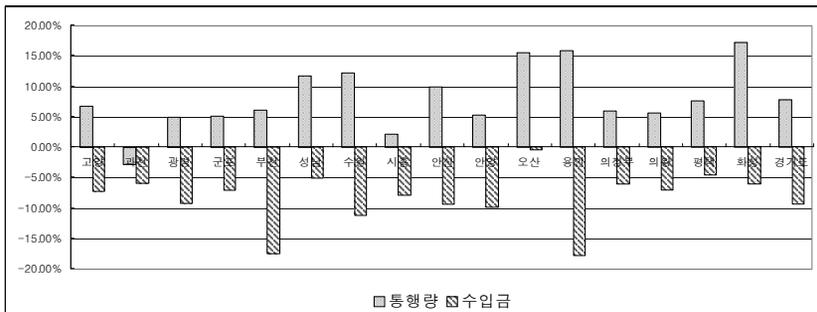
2) 경기도 도시별 분석

수도권 통합요금제에 따른 경기도 각 도시별 통행량과 수입금의 변화를 분석하기 위하여 경기도 각 시군별 철도 역사의 이용인구를 대상으로 분석을 수행하였다.

분석결과 과천을 제외한 모든 도시에서 철도통행량이 증가(7.81%)한 반면 수입금은 감소(-9.41%)하는 것으로 나타났다.

〈표 13〉 경기도 시별 분석 구간 및 결과

지역	노선	구간	역수	6월(일평균)		11월(일평균)		증감	
				통행량 (통행)	수입금 (천원)	통행량 (통행)	수입금 (천원)	통행량 (%)	수입금 (%)
고양	일산선	대화-지축	10개	56,799	65,601	60,648	60,780	6.78	-7.35
과천	과천선	선바위-과천정부청사	5개	23,175	22,833	22,508	21,468	-2.88	-5.98
광명	7호선	광명사거리-철산	2개	34,624	32,580	36,356	29,552	5.00	-9.29
군포	경부선, 안산선	금정-군포, 금정-수리산	4개	44,485	46,914	46,750	43,592	5.09	-7.08
부천	경인선	역곡-송내	5개	120,246	124,506	127,632	102,770	6.14	-17.46
성남	8호선, 분당선	산성-모란, 경원대-오리	16개	134,311	134,483	150,045	127,617	11.71	-5.11
수원	경부선	성균관대-세류	4개	54,761	67,819	61,474	60,187	12.26	-11.25
시흥	안산선	정왕-오이도	2개	8,903	11,886	9,098	10,946	2.18	-7.91
안산	안산선	대야미-신길온천	9개	53,031	64,688	58,300	58,612	9.94	-9.39
안양	경부선, 과천선	석수-명학, 인덕원-범계	7개	85,613	92,294	90,110	83,092	5.25	-9.97
오산	경부선	오산	1개	5,509	7,465	6,365	7,426	15.53	-0.53
용인	분당선	보정	1개	6,178	7,161	7,158	5,888	15.86	-17.78
의정부	경원선	망월사-의정부	3개	31,703	34,390	33,616	32,269	6.03	-6.17
의왕	경부선	의왕	1개	5,006	5,436	5,291	5,048	5.70	-7.13
평택	경부선	송탄-평택	4개	12,328	17,532	13,270	16,715	7.64	-4.66
화성	경부선	병점	1개	9,996	12,988	11,708	12,200	17.12	-6.06
경기도			75개	686,669	748,577	740,329	678,164	7.81	-9.41



〈그림 5〉 경기도 시별 분석 결과

3) 결과 분석

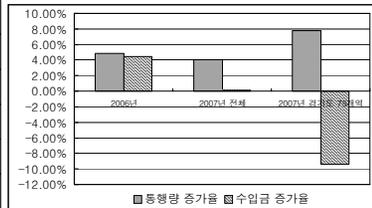
경기도 시·군을 대상으로 한 분석에서 2007년 6월과 11월 사이 철도 통행량은 7.81% 증가하였으나 반면에 수입금은 -9.41% 감소한 것으로

나타났으며, 이러한 결과는 서울을 포함한 전체 철도 수입금과 비교하여 큰 감소라 할 수 있겠다.

2007년 6월과 11월의 사이에는 경기도지역의 역 신설, 요금인상, 신교통수단 및 신설노선이 추가된 사례가 없기 때문에 이러한 변화는 수도권 통합요금제에 따른 경기지역의 환승통행으로 인해 발생된 것으로 판단된다.

〈표 14〉 결과 종합

구분		6월	11월	증감 (%)	
2006년	통행량	4,518,402	4,739,474	4.89	
	수입금	-	-	4.40	
2007년	철도 전체	통행량	4,731,094	4,924,158	4.08
		수입금	4,359,284	4,362,197	0.07
	경기도 75개역	통행량	686,669	740,329	7.81
		수입금	748,577	678,164	-9.41



III. 결론

1. 연구의 결론

1996년 서울시에서 처음 도입된 교통카드는 10여년이 지난 현재 서울시 내 모든 버스·철도뿐만 아니라 16개 시·도에 걸쳐 확대 사용되고 있다. 이러한 교통카드는 대중교통뿐만 아니라 전자화폐로서의 기능 등 다양한 분야에서 사용 가능해 짐에 따라 점차 이용률이 증가 추세에 있다.

본 연구의 목적은 2007년 7월 시행된 수도권 통합요금제에 따른 철도부문 수입금 변화에 대해 분석하는데 있다.

연구의 결론으로 첫째, 2006년 월별 통행량 및 수입금 분석 결과 R^2 가 0.949로 매우 유사한 패턴을 보이는 것으로 나타났으며, 6월과 11월의 자료를 비교한 결과 통행량은 4.89% 증가하였고, 수입금은 4.40% 증가한 것으로 나타났다.

둘째, 2007년 6월과 11월의 통행량은 각각 4,473,109통행, 4,924,158통행으로 4.08%의 증가를 보였으나 수입금은 각각 4,359,284천원,

4,362,197천원으로 수입금 차이가 거의(0.07%) 발생하지 않았다.

셋째, 특히 경기도 도시별 철도역(75개 역)만을 대상으로 한 통행량 및 수입금 분석에서는 통행량은 경기도 평균 7.81%가 증가한 반면, 수입금은 9.41% 감소한 것으로 분석되었다.

넷째, 2007년 6월과 11월 사이에는 신규 역 신설, 요금인상, 신교통수단 및 신설노선이 추가된 사례가 없기 때문에 이러한 패턴 변화는 수도권 통합요금제에 따른 것으로 판단된다.

2. 연구의 한계점 및 연구의 의의

1) 연구의 한계점

본 연구는 대중교통 운영기관의 수입금에 관한 연구로서 대중교통 운영기관의 수입금 노출에 대한 우려로 인해 실제 수입금을 이용한 세부적인 분석에 어려움이 있다.

현재 한국스마트카드사에서는 하차시 미태그 통행에 대해 다음번 탑승시 미태그에 따른 요금 추가분을 3일 간 수집 후 정산하기 때문에 정확한 수입금 산출이 가능하나, 본 연구에서는 일일 교통카드 자료를 대상으로 분석을 수행하였기 때문에 미태그 건에 대한 고려가 미흡하였다.

2) 연구의 의의

2007년 6월 8일 경기도와 서울시, 한국철도공사는 '수도권 대중교통 통합 환승할인제 시행을 위한 공동합의문'을 발표했다. 합의문에 따르면, 통합요금제 시행에 따라 버스 운영기관 간 발생하는 환승 손실금은 버스회사의 관할 지자체가 부담하기로 했으며, 경기버스와 수도권 전철 간 환승에 따라 발생하는 환승손실금은 경기도가 한국철도공사 손실의 60%를 보전하기로 했다. [5]

본 연구는 경기도 환승할인에 따른 철도 운영기관의 수입금 증감에 대한 분석을 수행함으로써 향후 손실보전금 책정 등에 기초가 될 수 있는 연구로서 의의가 있다고 하겠다.

향후 분석에 있어 경기도 버스와 환승으로 발생하는 통행 및 수입금에

대한 변화 분석을 통해 수도권 통합요금제 시행에 따른 철도부문 환승손실금 산출이 가능할 것으로 판단된다.

또한, 철도 운영기관 간 연락구간 운임 정산을 고려할 경우 각 철도 운영기관의 수도권 통합요금제로 인하여 발생할 수 있는 수입금 감소분이 도출될 수 있으며, 매일 수집되는 교통카드 자료를 이용한 경기도 부담 손실보전금의 일일 정산이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 박진영·김동준(2006), '대중교통정책 수립에 있어서 교통카드 자료 활용방안 연구', 한국교통연구원.
2. 한국운수사업연구원(2005), 교통카드 전국호환시스템 도입에 관한 연구.
3. 서울메트로(2007), 2007년 서울메트로 수송계획.
4. 서울특별시 도시철도공사(2007), 2007년 도시철도 수송계획.
5. 수도권 대중교통 통합환승할인제 시행을 위한 서울경기한국철도 공동합의문, 2007. 6. 8.



조용찬



김석홍