

버스 재정지원체계 변화가 버스노선 효율성에 미치는 영향 분석

정병두* · 김경식** · 김기혁***

Jung, Byung Doo*, Kim, Kyoung Sik**, Kim, Ki Hyuk***

An Investigation of the Effect of Government Subsidy Scheme to Bus Industry on the Efficiency of Inner-City Bus Route System

ABSTRACT

This study is focused on the effect of reformation of public transportation system on the efficiency of bus route system as a result of change of government subsidy scheme. Two types of government subsidy scheme has been considered and before and after analysis by Data Envelopment Analysis technique has been carried out for bus routes in Ulsan Metropolitan City. The analysis output has shown that there is no clear evidence to clarify the relationship between the change of government subsidy scheme and the efficiency of bus route system. There are two types of backgrounds may be suggested for this situation such as more longer period necessary to identify the policy effect and limitation to increase the number of passenger in a provincial city. Tobit regression analysis has also been conducted to discover the most effective variables for maximum efficiency and three variables including route length, frequency per vehicle per day, and headway are found to be influential. It is also seen that strategy to minimising input factors and service upgrade plan such as shortened route length and headway, increasing frequency per vehicle are necessary to develop the efficiency of bus routes operated in Ulsan city.

Key words : Bus fare adjustment, Incentive based subsidy, Data envelopment analysis, Efficiency, Tobit

초 록

본 연구에서는 버스업체에 대한 재정지원체계 변화가 버스노선의 효율성에 미치는 영향을 분석하였다. 최근 들어 증가추세에 있는 버스운행에 대한 지방자치단체의 재정지원은 안정적인 대중교통 서비스 제공을 목적으로 하기 때문에 효율적인 버스 노선 운영이 반드시 수반되어야 한다. 이러한 배경으로 본 연구에서는 요금조정(현실화)과 인센티브 재정지원의 두 가지 재정지원체계 시행에 따른 버스노선의 효율성 변화를 울산광역시로 대상으로 자료포락분석기법을 적용하여 제도시행 전후의 버스노선 효율성을 비교·분석하였다. 분석결과 재정지원체계 변화가 버스노선 효율성 개선에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었는데 이는 정책시행효과를 분석하기에는 분석기간이 다소 짧았고 지방도시의 대중교통수요는 한정되어 있어 무조건적인 승객 증가에는 한계가 있기 때문이다. 효율성 결정요인 분석결과 운행거리, 대당운행횟수, 배차간격 등이 유의한 변수로 도출되었는데 울산시 버스노선의 효율성을 향상시키기 위해서는 투입요소의 절감방안 마련과 함께 노선의 운행거리 단축과 대당 운행회수 증가 및 배차간격 단축 등을 적극적으로 시행할 필요가 있는 것으로 분석되었다.

검색어 : 시내버스 요금조정, 인센티브 재정지원, 자료포락분석, 효율성, 토빗분석

* 정회원 · 교신저자 · 계명대학교 교통공학과 교수 (Corresponding Author · Keimyung University · jungbd@kmu.ac.kr)

** 울산광역시 대중교통과 주무관 (joedave@korea.kr)

*** 정회원 · 계명대학교 교통공학과 교수 (ghkim@kmu.ac.kr)

Received May 13, 2013/ revised June 18, 2013/ accepted July 1, 2013

1. 서론

근년 들어 시내버스 운행비용이 지속적으로 증가함에 따라 버스 운임의 인상도 수반되었지만, 도시철도망 확충과 승용차 이용 증가 등 승객 수 감소 요인으로 인하여 버스회사의 운임수입은 크게 증가되지 않은 채 버스 서비스는 악화되고 이로 인해 또 다시 승객 수 감소를 야기하는 악순환이 지속되고 있는 실정이다.

서울시에서는 이러한 문제를 해결하고자 2004년 7월 수입금공 동관리를 근간으로 하는 버스준공영제 도입과 노선 및 요금체계 개편 등을 주요내용으로 하는 대중교통 체계개편을 시행하였다. 그러나 버스체계 개편 이후 대중교통 이용승객 수는 증가함에도 불구하고 지자체의 재정부담은 크게 개선되지 않고 오히려 버스업체들의 적자를 보조하는 재정지원액은 해마다 증가하고 있으며 재정지원액 규모의 차이만 있을 뿐 버스준공영제를 시행 중인 타 대도시에서도 유사한 문제점으로 대두되고 있는 실정이다. 이러한 결과는 새로운 제도 도입 이전에는 시행효과에 대한 충분한 사전검토가 필요하다는 것을 보여 주는 것이라 하겠다.

이제까지 버스준공영제를 포함한 대중교통체계 개편 시행효과에 관한 연구는 서울시 등 수도권 도시를 대상으로 버스준공영제 도입 전·후 버스업체의 효율성과 생산성 변화, 간선버스 노선의 효율성 평가 등이 주를 이루고 있는데 이러한 연구결과들은 대중교통 여건이 수도권과 상이한 지방 중소도시에 적용하는 데는 어려움이 따른다고 할 수 있다. 특히 지방도시는 수도권에 비해 취약한 대중교통 운행여건으로 인해 사회적 여건 변화의 영향을 최소화하면서 지속가능한 대중교통 서비스를 제공하는 것이 무엇보다 중요한데 관련성 있는 연구결과의 부족으로 대중교통 서비스 개선 추진에 어려움을 겪고 있다고 할 수 있다.

이러한 배경으로 본 연구에서는 지방도시를 대상으로 지속가능한 대중교통 서비스 제공을 위한 버스업체에 대한 재정지원체계 변화가 버스노선 효율성에 미치는 영향을 분석하여 그 결과를 비교하고자 한다. 연구대상도시는 울산광역시로 선정하였으며 고려된 재정지원체계는 요금조정(현실화)와 인센티브 재정지원 강화의 두 가지로 하였다. 선정배경은 현재 대도시에서 시행중인 버스준공영제는 재정지원과 관련하여 사실상 지자체의 무한책임특성을 내포하고 있기 때문에 개선방향은 지자체의 재정부담이 최소화되는 것이 적절하다고 판단하였기 때문이다. 그리고 버스요금 현실화를 재정지원방안으로 가정한 것은 지자체의 인가 없이는 버스요금 조정자체가 불가능하고 요금인상 자체가 재정지원 부족분을 보완하는 성격을 가지고 있기 때문이다.

1) 한편 2010년 12월 현재 울산광역시 시내버스 요금은 일반형 성인 현금 기준으로 1,000원인데 2006년 12월 900원에서 1,000원으로 100원이 인상되었다.

버스노선의 효율성 평가를 위한 분석기법은 의사결정단위(DMU : Decision Making Unit)별 효율성을 측정하는 변형접근법(Frontier Approach) 중의 하나인 자료포락분석(DEA : Data Envelopment Analysis)기법을 활용하였다. 본 연구에서는 먼저 노선별 효율성을 분석하여 재정지원정책의 시행 전과 후의 노선별 효율성 값 평균을 구한 후 비모수통계기법 중 하나인 맨-위트니(Mann-Whitney) 분석방법을 활용하여 효율성 개선 여부를 분석하고, 마지막으로 토빗분석기법을 적용하여 효율성 결정요인을 도출하고자 한다.

2. 선행연구 고찰

2.1 울산광역시 버스운영체계

울산광역시 관내 시내버스 업체 수는 총 15개로 시내 일반 및 좌석형 버스는 8개 업체가 운영 중이며, 7개 업체는 지역 내 근거리 운행을 담당하는 지선버스를 운영하는데 이들 대부분 업체의 운행대수는 10대 미만으로 아주 영세하여 분석대상에서는 제외하였다. 노선 수는 2006년 103개에서 2010년 95개로 감소 중이고 운행대수는 2006년 568대에서 2010년 599대로 지속증가하고 있다. 노선운영체계는 5개 업체가 공동배차체에 참여하고 있고 나머지 3개사는 개별노선제로 운영 중이다.

전국 7대 도시 중 유일하게 버스준공영제를 시행하지 않는 울산광역시는 민영제를 근간으로 한 재정지원체계를 운영하고 있으며 버스업체에 대해서는 무료환승 보전, 적자노선 재정지원, 유류세 보전 등을 실시하고 있다. 무료환승 보전은 2004년 10월부터 시행하고 있는데 첫 번째 탑승차량의 하차시간기준으로 1시간 동안 회수에 관계없이 환승이 가능하고 2010년 기준 보전예산 총액은

Table 1. Bus Operation Statistics in Ulsan (Unit : EA, Vehicle)

Year	No. of Routes	No. of Operators	Fleet Size	Route Operation System
2006	103	8	568	Joint Operation Group : 5 Operators Individual Operation Group : 3 Operators
2007	100	8	573	
2009	101	8	595	
2010	97	8	599	

Table 2. Current Bus Fare Structure¹⁾ (for Adult Passenger, as of Dec., 2010) (Unit : Won)

Category	Before Fare Adjustment		After Fare Adjustment	
	Standard	Express	Standard	Express
Pass	800	1,200	950	1,300
Cash	900	1,300	1,000	1,500

112억원이다. 적자노선 재정지원은 매년 시내버스 운송원가조사 용역 결과에 따라 산정된 노선별 운송원가를 기준으로 노선별 실 적자액에 비례하여 예산범위 내에서 지원하고 있다. 2010년 기준 예산액은 50억 원인데 이중 5억 원은 경영 및 서비스평가 결과에 따라 업체별로 차등지원하기 위해 2010년에 신규로 확보된 인센티브 차등지원금이며 그 외에 유류세 보조, 벽지노선 손실보상, 저상버스 도입, 대체차 지원 등을 실시하고 있다.

인센티브 차등지원금은 적자노선 재정지원과는 별도로 운영 중이며 배분방식은 경영서비스평가 결과를 토대로 대중교통개선 소위원회에서 지급방안을 심의하여 시행하고 있는데 2010년에는 업체별 차량보유대수 비율에 따라 기본성과 30%를 지급하고 추가 성과 70%는 경영평가와 서비스평가를 분리하여 평균 점수 이상 업체에 대해 순위별로 지급하였다. 예를 들면 평균점수 이상 업체의 수가 2개 일 경우에는 60:40, 3개 일 경우에는 50:30:20의 비율이 적용된다.

본 연구에서 지칭하는 별도 재정지원금을 인센티브화하여 업체 별로 차등 지원하는 방안은 버스운영체계의 근간이 준공영제가 아닌 민영제이면서 기존의 적자노선 손실 재정지원금과는 별개로 경영 및 서비스 평가 결과에 따라 지원대상 업체와 인센티브 규모를 결정하여 지급하는 방안을 의미한다.

2.2 자료포락분석 관련 선행연구

본 연구와 같이 자료포락분석기법을 이용한 국내 교통 분야 연구는 철도버스항공물류 등에서 활발하게 이루어지고 있는데, 시내버스와 관련된 연구는 버스업체의 효율성과 생산성 분석, 버스 노선의 효율성 평가 등에 적용되고 있다.

시내버스 부문의 선행연구 중 버스업체의 효율성 분석에 관한 연구는 Kim et al.(2002), Oh et al.(2002)이 대표적이며, 생산성 변화 분석은 Choi(2004), Oh and Kim(2005; 2008; 2010), Han(2011b), Jung and Kim(2012) 등이 있다. 버스노선의 효율성 평가 연구로는 서울시 간선버스노선의 효율성을 분석한 Han et al.(2009; 2010)의 연구와 인천시를 대상으로 버스준공영제 도입 전후 시내버스 노선의 효율성 변화를 분석한 Han(2011a)의 연구가 있고 Kim et al.(2012)은 울산광역시 시내버스노선 효율성 분석결과를 토대로 버스노선 운영체계의 효율성을 평가하였다.

한편 Oh and Kim(2008)는 서울시 대중교통체계 개편에 따른 버스업체의 생산성 변화 연구에서 변화 요인을 회귀분석한 결과 노선체계에서는 버스운행속도와 요금체계에서는 km 당 승객 수가 생산성 증가에 가장 큰 영향을 끼친 것으로 분석하였다. Han (2011a)은 인천의 버스준공영제 시행 등 주요 버스정책 변화에 따른 버스노선의 효율성과 영향요인에 대한 연구를 수행하면서 준공영제 시행으로 버스노선의 효율성은 크게 증가하지 않았으며

노선 효율성에 영향을 미치는 변수로는 BIS 설치 정류장수, 노선 중복도, 노선연장, 운행대수, 대당운행거리 등을 제시하였다.

이상의 연구결과를 종합하면 대상지역은 주로 수도권 도시이며 연구대상은 한정적이어서 대중교통 운행여건이 상이한 지방도시에 적용하기에는 다소 무리가 있음을 알 수 있다. 또한 버스준공영제 시행에 따른 버스업체 생산성 변화에 대해 Oh and Kim(2008)는 생산성이 증가된 것으로 분석한 반면 Han(2011b)은 감소하였다는 상반된 결론을 제시하여 유사한 정책이라도 지역 특성에 따라 시행효과가 상이하게 나타나는 것을 알 수 있다. 이를 고려한다면 버스업체 대상의 재정지원체계 관련 연구는 버스노선 효율성 변화 등 시행효과에 관한 고려도 포함할 필요가 있다고 하겠다.

3. 연구방법론

3.1 자료포락분석

Charnes et al.(1978)에 의해 제안된 자료포락분석은 Farrell (1957)의 효율성 개념을 새로이 해석하여 생성된 이론으로 사전에 구체적인 함수나 분포형태를 가정하고 모수를 추정하는 것이 아니라, 다수의 투입요소와 산출요소의 실제 자료를 비교하여 의사결정 단위라 불리는 조직들의 상대적 효율성을 비모수적 선형계획법으로 측정하는 기법이다. 이를 통해 DMU의 효율성뿐만 아니라 비효율성의 원인을 분석하고, 효율성의 개선을 목표로 한다.

$$\text{Max. } \theta_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{s.t. } & \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \\ & u_i, u_r \geq \epsilon \geq 0 \\ & i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

θ = DMU의 효율성 측정치,

x_{ij} = DMU j의 i번째 투입요소,

y_{rj} = DMU j의 r번째 산출요소,

u_r = DMU의 산출요소 r의 가중치,

v_i = DMU의 투입요소 i의 가중치,

s = 산출요소의 수,

m = 투입요소의 수,

n = DMU의 수,

ϵ = Non-Archimedean 상수

기술효율성(TE : Technical Efficiency)은 효율성 프론티어 (Efficiency Frontier)를 구성하는 DMU와 동일한 산출물을 생산하기 위해 투입량을 절감할 수 있는 정도를 측정하는 효율성이다. 이는 일정량의 산출물을 생산할 때 투입요소를 가장 적게 사용한 기업의 투입 벡터에 대한 모든 기업의 투입요소의 벡터들에 대한 상대적 비율을 가리킨다. 기술효율성은 통상 규모효율성(SE : Scale Efficiency)과 순수기술효율성(PTE : Pure Technical Efficiency)의 곱으로 산출되며, 이때 SE는 기업의 생산규모가 최적규모 상태에 있는지 측정하는 것으로 만일 생산규모가 최적규모에 미치지 않아 비효율이 발생한다면 파레토 최적에 도달하지 못한다.

즉, 규모에 대한 수익체증이 발생할 경우 이 조직은 추가적인 생산이익을 획득하지만, 반면 규모에 대한 수익체감 상태에 있을 경우 초과생산으로 인한 불이익을 감수해야 한다. 특히, 규모의 증가나 감소가 나타나지 않는 규모수익불변(CRS : Constant Returns to Scale)이 나타날 경우 SE는 1이 되고, 이때 최적생산규모가 결정된다. SE가 1이라면 TE와 PTE는 동일한 값을 가진다. 마지막으로 배분효율성(AE : Allocative Efficiency)은 생산요소 가격의 관점에서 최적 투입결합을 결정하는 능력을 가리킨다.

DEA에는 기본적으로 CCR(Charnes, Coopers & Rhoe의 이니셜 또는 CRS)과 BCC(Banker, Charnes & Cooper의 이니셜 또는 VRS) 모형이 있다. 먼저 CCR 모형은 CRS를 가정하고, DMU의 TE를 측정하는 모형이다(Charnes et al., 1997). CCR 모형은 SE와 PTE를 구분하지 못하는 단점을 가지고 있으나 다양한 해석이 가능하다. CCR 모형은 모든 DMU의 투입에 대한 산출비용이 1을 초과해서는 안 되고, 각 투입요소들의 산출요소 가중치는 0보다 크다는 제약조건하에 투입 산출의 비율을 결정할 수 있도록 구성된 선형계획모형이며, Eq. (1)과 같이 정식화된다.

BCC 모형은 Banker et al.(1984)에 의해 개발된 DEA 모형으로 CCR 모형이 가지는 CRS의 한계를 극복하고, 가변규모수익(VRS : Variable Return to Scale)을 가정함으로써 SE가 통제된 PTE를 산출하는 모형이다. BCC 모형은 SE를 이용하여 개별 DMU가 규모의 경제에서 이탈하여 생산 활동을 수행할 때 발생하는 비효율의 크기를 측정할 수 있다는 장점을 가지며, Eq. (2)와 같이 정식화된다.

$$\begin{aligned}
 &Max. \quad \theta_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} - \omega_0 \quad (2) \\
 &s.t. \quad \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \omega_0 \leq 0 \\
 &\quad \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \\
 &\quad u_i, u_r \geq \epsilon \geq 0 \\
 &\quad i = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned}$$

여기서 ω 는 규모수익지표(IRS : Indicator of Return to Scale)로 규모에 대한 수익이 증가하는 경우 $\omega_0 < 0$ 이고, 규모에 대한 수익이 일정할 경우 $\omega_0 = 0$, 규모에 대한 수익이 감소할 경우 $\omega_0 > 0$ 이 된다.

3.2 본 연구의 DEA 모형 전제조건

이 연구에서는 분석을 수행하기 위해 BCC모형을 사용하고자 하며, 전제조건으로는 투입지향, 가변규모수익, 강처분성, 방사성을 가정한다. 시내버스와 같은 대중교통의 경우 산출물 조정보다 투입물의 조정이 더 용이하기 때문에 투입지향을 전제조건으로 하며, 본 연구에서 DEA의 DMU인 노선별 효율성은 노선여건 및 운영특성에 따라 규모수익불변에서 결정되지 않고 규모 크기(규모수익증가나 규모수익감소)에 따라 결정될 수 있음을 고려하여 가변규모수익을 가정하였다.

또한 공익을 추구하는 대중교통 서비스의 특성상 정부의 규제 또는 노조의 요구 등으로 인한 과다 사용 또는 부족산출이 용인될 수 있다고 가정하여 과다 사용 등에 대해 비용 없이 처분 가능한 강처분성을 가정하였으며, 강처분성과 약처분성의 구분이 가능한 방사적 측정기법을 적용하여 버스노선의 상대적 효율성을 추정할 후 정책 시행 년도별로 효율성의 평균값 등을 비교하고자 한다

4. 분석자료 및 투입·산출변수 선정

4.1 분석자료 구축

본 연구에서는 노선별 효율성 추정 후 정책시행 전후로 구분하여 효율성 값을 비교평가하기 때문에 노선특성변수를 중심으로 분석 자료를 구축하고, 노선의 신설·폐차조정 등의 사유로 전후 비교가 곤란한 노선은 비교대상에서 제외하였다. 요금조정 효과분석은 조정 시점 1개월 이전인 2006년 11월의 노선현황과 조정 후 1년이 경과한 2007년 11월의 자료를 비교하였으며, 인센티브 재정지원의 효과분석은 시행년도인 2010년 12월과 시행이전인 2009년 12월의 노선을 대상으로 하였다.

DEA 모형을 활용한 노선별 효율성 추정 선행연구에서는 노선의 굴곡도, 중복도, 서비스 만족도 등을 고려하였으나 본 연구에서는 여객자동차운수사업법에서 제시하고 있는 버스 노선의 운행계통 구성요소인 운행거리, 운행대수, 운행횟수, 1일 1대당 운행횟수, 배차간격과 운행소요비용을 의미하는 운송원가, 그리고 월간 평균 운송수입금과 노선별 1일 1대당 평균승객 수의 총 8개 항목으로 선정하였다.

이러한 배경에는 노선 효율성의 체감은 서비스 공급자와 수요자 모두에게 투입물인 운행대수, 배차간격 등과 관계가 있고 개선방안 역시 차량의 증차 또는 운행거리의 변화로 나타나는 노선의 산출물

Table 3. Descriptive Statistics of Input & Output Variable : Before & After Fare Adjustment

Category		Average	Max	Min	SD	
Input	Route Length(km)	2006	26.0	52.0	8.8	9.3
		2007	25.6	52.0	6.0	9.4
	Fleet Size(Vehicle)	2006	5.5	31.0	1.0	5.7
		2007	5.7	31.0	1.0	5.7
	Frequency	2006	31.3	136.0	3.0	27.7
		2007	32.4	136.0	4.0	27.9
	Frequency per Vehicle	2006	6.1	14.0	3.6	1.7
		2007	6.1	14.0	3.6	1.7
	Headway(min)	2006	31.9	350.0	8.0	65.5
		2007	30.0	240.0	8.0	56.7
Operation Cost (10,000 won)	2006	39.6	47.6	30.7	4.4	
	2007	43.8	54.7	29.2	6.2	
Output	Monthly Revenue (1,000,000won)	2006	55.8	377.2	1.5	73.3
		2007	66.4	436.0	1.8	84.9
	No. of Passenger per day per vehicle(person)	2006	422.1	830.4	106.2	158.0
		2007	424.1	840.6	108.0	155.6

1) Source : Unit Operation Cost Survey Report of Inner-city Bus for Ulsan Metropolitan City, Internal Report for Ulsan (2006, 2007)

Table 4. Descriptive Statistics of Input & Output Variable : Before & After Introduction of Incentive System

Category		Average	Max	Min	SD	
Input	Route Length(km)	2009	27.2	55.0	9.5	9.6
		2010	27.2	51.6	9.4	8.7
	Fleet Size(Vehicle)	2009	6.3	29.0	1.0	5.6
		2010	6.5	29.0	1.0	5.7
	Frequency	2009	34.7	137.0	4.0	27.7
		2010	36.1	137.0	4.0	28.7
	Frequency per Vehicle	2009	30.3	257.0	8.0	50.6
		2010	28.8	195.0	8.0	45.3
	Headway(min)	2009	30.3	257.0	8.0	50.6
		2010	28.8	195.0	8.0	45.3
Operation Cost (10,000 won)	2009	45.8	57.5	29.9	7.2	
	2010	43.3	58.0	29.0	8.1	
Output	Monthly Revenue (1,000,000won)	2009	72.7	412.0	3.0	82.2
		2010	76.4	426.0	3.0	87.2
	No. of Passenger per day per vehicle(person)	2009	425.4	808.2	144.0	142.4
		2010	411.8	788.3	118.8	143.7

1) Source : Unit Operation Cost Survey Report of Inner-city Bus for Ulsan Metropolitan City, Internal Report for Ulsan(2009, 2010)

통폐합 등과 관련이 있기 때문이다. 본 연구에서 사용가능한 자료는 2006년과 2007년에는 97개 노선, 2009년과 2010년에는 95개 노선이며 노선별 사용가능한 자료의 기술통계량은 각각 Tables 3 and 4와 같다.

4.2 투입산출변수 선정

재정지원체계의 변화가 버스노선 효율성에 미치는 영향 분석을 위한 전 단계로 산출물에 대한 투입물의 영향 정도를 파악하기 위하여 각 산출물을 종속변수로 하는 다중회귀분석을 실시하였으

Table 5. Regression Model for Each Output Variable

Category	Output : Revenue		Output : No. of Passenger	
	Fare Adjustment	Incentive System	Fare Adjustment	Incentive System
Constant	-15.946(-8.889)	-19.326(-10.961)	380.207(15.907)	406.389(17.464)
Fleet Size	13.685(62.059)	14.679(68.672)	-	
Route Length	-	-	6.004(7.552)	4.454(5.976)
Headway	-	-	-1.763(-13.598)	-1.924(-13.582)
R ²	0.976	0.960	0.570	.549
Adjusted R ²	0.952	0.960	0.565	.544
Observation	194	190	194	190

Note) Values in parenthesis are t-statistics.

며 분석결과는 Table 5와 같다.

회귀분석결과 월간 운송수입금을 종속변수로 하는 모형은 운행대수가 유의한 변수로 나타나 운행대수가 많은 노선일수록 운송수입금 규모가 크다는 관계를 보여 주고 있다. 반면 1일 1대당 평균 승객 수를 산출물로 선정하 모형은 운행거리와 배차간격이 의미 있는 변수로 도출되어 운행거리가 길수록 그리고 배차간격은 짧을수록 승객 수가 많은 관계가 있음을 알 수 있다.

모형의 적합도는 월간 운송수입금을 산출물로 설정한 모형이 0.9로 우수한 것으로 분석되었으나, 운송수입금을 산출변수로 선정할 경우에는 요금조정 후 산출물의 증가 폭이 상대적으로 크게 나타났다. 그리고 노선 효율성 변화에 대한 객관적인 비교가 어렵고, 효율성 결정요인의 활용측면을 고려할 때에도 좀 더 구체적인 변수형태가 적합하므로 본 연구에서는 1일 1대당 평균 승객 수를 산출물로 선정하였다.

5. 재정지원체계 변화에 따른 버스노선 효율성 변화

5.1 시내버스 요금조정과 노선 효율성 변화

5.1.1 노선 효율성 변화

시내버스의 노선별 효율성 측정을 통한 지자체 재정지원체계의 영향 분석을 위하여 노선의 운행거리, 배차간격 두 가지 투입물 대비 1일 1대당 평균 승객 수의 최대 산출물 생산능력을 투입지향 BCC 모형의 순수기술적 효율성 측면에서 분석하고 추정된 효율성 점수를 종속변수로 하여 효율성 영향 요인을 추정하였다. 시내버스 요금조정 시행 이전과 이후의 노선 효율성을 비교한 결과는 Table 6과 같다.

분석결과 효율성 값의 평균은 요금조정 이전인 2006년에는 56%정도이고 조정 이후인 2007년에는 57%로 요금조정이 버스노선 효율성 개선에 영향을 미치지 못한 것으로 분석된다.

효율성 값이 1인 효율적인 노선의 수를 살펴보면 규모수익불변

Table 6. Comparison of Route Efficiency(Before & After Fare Adjustment)

Category	Year 2006			Year 2007		
	CRS	VRS	SE	CRS	VRS	SE
No. of Routes (Efficiency = 1)	1	4	1	1	5	1
Average	0.45	0.56	0.79	0.45	0.57	0.80
Maximum	1	1	1	1	1	1
Minimum	0.10	0.20	0.29	0.12	0.22	0.30
Standard Deviation	0.20	0.20	0.16	0.20	0.21	0.15

Note 1) CRS(Constant Return to Scale) : CCR Model, Technical Efficiency

2) VRS(Variabel Return to Scale) : BCC Model, Pure Technical Efficiency

3) SE : Scale Efficiency

을 가정하는 CCR 모형의 경우 요금조정 전후가 모두 1개로 동일하며, 규모수익가변을 전제로 하는 BCC 모형은 각각 4개와 5개로 큰 차이가 없는 것으로 나타났는데 이는 업체의 규모를 배제하고 순수기술적인 면을 고려했을 때 시내버스 요금조정 이후 노선의 효율성은 크게 개선되지 않았다는 것을 의미한다.

또한 BCC 모형 점수(0.56, 0.57)가 규모의 효율성 점수(0.79, 0.80)보다 상대적으로 낮아 전체적인 비효율성이 순수 기술적 요인에 기인하는 것으로 볼 때 울산의 시내버스 노선은 승객 수 증가를 위해 다양한 기술(정책)의 개발이 필요하다는 의미로 해석이 가능하다.

요금조정이 버스노선의 효율성 개선에 미친 영향을 분석하기 위해 맨-유티니(Mann-Whitney)분석방법을 활용하였는데, 이 분석방법은 서로 다른 체계에 속한 관측치들의 효율성이 소속된 집단에 따라 차이가 있을 가능성이 크다고 판단될 경우 사용하는 대표적인 비모수통계분석방법(Lee and Oh, 2010)이다. 요금 조정 전후 버스노선의 효율성 차이를 분석한 결과(Table 7) W값은

Table 7. Mann-Whitney Analysis Result of Route Efficiency(Before & After Fare Adjustment)

Category	Statistics
Mann-Whitney U	4583.000
Wilcoxon W	9336.000
Z	-0.311
Asymp. Sig. (2 tailed)	0.756

9336.0, 통계적 유의성은 75.6%로 나타나 “요금 조정 전·후의 노선 효율성은 서로 같다”는 귀무가설이 채택되어 버스요금 조정은 버스노선의 효율성 개선에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 분석되었다.

5.1.2 효율성 결정요인 분석

버스노선 효율성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 BCC 모형을 통해 추정된 효율성 점수를 종속변수로 선정하고 모형의 투입요소인 운행거리, 대당운행횟수, 배차간격, 운송원가, 운송수입금, 대당 승객수를 독립변수로 구성한 토빗 회귀식의 모수를 추정한 결과는 Table 8과 같다.

모수추정결과 2006년과 2007년 노선의 효율성에 영향을 미치는 요인은 운행거리, 대당 운행횟수, 배차간격, 운송원가, 운송수입금, 대당 승객 수 인 것으로 분석되었다. 또한 분석에 앞서 최종 모형의 분산팽창계수값(VIF)을 살펴 본 결과, 모두 10이하의 값으로 도출되어 최종모형에서 독립변수 간 다중공선성의 문제는 없는 것으로 나타났다.

요금조정 이전인 2006년 11월 현재 효율적인 노선이란 운송수입금과 승객 수가 많으면서 운행거리와 배차간격이 짧고 대당운행횟수는 많고 그리고 운송원가를 최소화하는 운행 경향이 있음을

알 수 있고, 요금조정 후 1년이 경과한 2007년 11월에는 운송수입금과 승객 수가 많으면서 운행거리와 배차간격이 짧고 대당운행횟수가 많고 운송원가 역시 증가할수록 효율성이 높은 노선 인 것으로 분석되었다.

요금조정 이전과 이후의 노선 효율성 변화에 영향을 미치는 요인은 운행거리, 대당운행횟수, 배차간격, 운송원가, 운송수입금, 대당승객 수로 동일하지만 1일 1대당 운행비용을 의미하는 운송원가 변수의 부호가 조정 이전 음(-)에서 조정 이후 양(+)으로 변화된 것으로 나타났는데, 이는 버스업체에서 조정 이전에는 운송원가 절감을 목표로 노선을 운행하였으나 요금조정(인상)으로 인해 버스업체 경영수지 적자가 일정규모 해소되는 동시에 지자체의 재정지원도 계속되고 있어 원가절감에 대한 관심이 둔화된 점과 또한 요금인상에 대한 반발로 증가하는 민원 해소를 위해 버스업체에서 각종 투입량을 증가시키는 방향으로 대책을 마련한 것에 기인한 것으로 보인다.

5.2 인센티브 재정지원과 노선 효율성 변화

5.2.1 노선 효율성 변화

지자체에서 버스업체에 대한 별도의 재정지원예산을 확보하여 평가결과에 따라 인센티브로 지급하는 재정지원정책이 버스노선의 효율성에 미치는 영향을 분석한 결과는 Table 9와 같다.

분석결과 효율성 평균은 인센티브 재정지원 이전인 2009년 57%에서 시행 이후인 2010년에는 58%로 1% 정도 증가하여 버스노선 효율성은 크게 변화하지 않은 것으로 판단된다.

효율성 값이 1인 효율적인 노선의 수를 살펴보면 규모수익불변을 가정하는 CCR 모형의 경우 시행 이전과 이후 모두 1개로 동일하며, 규모수익가변을 전제로 하는 BCC 모형 역시 각각 6개로 변화가 없는 것으로 나타나 업체의 규모를 배제하고 순수기술적인 면을

Table 8. Tobit Analysis Result

Variable	Year 2006		Year 2007	
	Coefficient	V.I.F.	Coefficient	V.I.F.
Constant	0.941(8.625)	-	0.888(9.500)	-
Route Length	-0.014(-9.731)	3.102	-0.013(-7.976)	3.641
Frequency per Vehicle	0.015(2.162)	2.411	0.000(-2.093)	2.359
Headway	-0.001(-2.554)	2.386	-0.007(-3.233)	2.408
Operation Cost	-0.007(-2.267)	3.014	0.001(10.092)	2.422
Revenue	0.002(10.490)	2.338	0.000(2.230)	3.965
Passenger per Vehicle	0.000(2.691)	4.309	0.023(2.822)	2.849
R ²	0.871		0.868	
Adjusted R ²	0.863		0.859	
Observation	97		97	

Note) Values in parenthesis are t-statistics.

Table 9. Comparison of Route Efficiency(Before & After Introduction of Incentive System)

Category	Year 2006			Year 2007		
	CRS	VRS	SE	CRS	VRS	SE
No. of Routes(Efficiency = 1)	1	6	1	1	6	1
Average	0.44	0.57	0.76	0.43	0.58	0.73
Maximum	1	1	1	1	1	1
Minimum	0.13	0.24	0.41	0.11	0.25	0.27
Standard Deviation	0.19	0.20	0.15	0.20	0.19	0.17

Note 1) CRS(Constant Return to Scale) : CCR Model, Technical Efficiency
 2) VRS(Variable Return to Scale) : BCC Model, Pure Technical Efficiency
 3) SE : Scale Efficiency

Table 10. Mann-Whitney Analysis Result of Route Efficiency (Before & After Introduction of Incentive System)

Category	Statistics
Mann-Whitney U	4568.000
Wilcoxon W	9719.000
Z	-.578
Asymp. Sig. (2 tailed)	.563

고려했을 때 인센티브 재정지원 이후에 노선 효율성은 변화하지 않았다는 것을 알 수 있다.

또한 BCC 모형 점수(0.57, 0.58)가 규모의 효율성 점수(0.76, 0.73)보다 상대적으로 낮아 전체적인 비효율성이 순수 기술적 요인에 기인하는 것으로 볼 수 있으며 승객 수 증가를 위해 다양한 기술(정책)의 개발이 필요하다는 의미로 해석이 가능하다.

인센티브 재정지원이 버스노선의 효율성 변화에 미친 영향을 분석하기 위한 맨-위트니(Mann-Whitney)분석 결과 W값은 9719.0, 통계적 유의성은 56.3%로 나타나 “인센티브 재정지원 전후의 노선 효율성은 서로 같다”는 귀무가설이 채택되어 인센티

브 재정지원으로 인한 버스노선 효율성 변화는 관찰되지 않은 것으로 확인되었다.

5.2.2 효율성 결정요인 분석

버스노선 효율성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 BCC 모형을 통해 추정된 효율성 점수를 종속변수로 선정하고 모형의 투입요소인 운행거리, 대당운행횟수, 배차간격, 운송원가, 운송수입금, 대당 승객수를 독립변수로 구성한 토빗회귀식의 모수를 추정한 결과는 Table 11과 같다. 독립변수 간 다중공선성 관계 확인을 위해 분산팽창계수값(VIF)을 살펴 본 결과 모두 10이하의 값으로 도출되어

Table 11. Tobit Analysis Result

Variable	Year 2009		Year 2010	
	Coefficient	V.I.F.	Coefficient	V.I.F.
Constant	0.650(9.922)	-	0.747(10.815)	-
Route Length	-0.014(-11.649)	1.905	-0.014(-11.665)	1.985
Frequency per Vehicle	0.028(4.114)	1.166	0.025(3.957)	2.050
Headway	-	-	-0.001(-4.117)	1.573
Revenue	0.002(16.810)	1.742	0.001(12.081)	1.704
R ²	0.827		0.869	
Adjusted R ²	0.821		0.863	
Observation	95		95	

Note) Values in parenthesis are t-statistics.

문제는 없는 것으로 나타났다.

모수추정결과 2009년과 2010년 노선의 효율성에 영향을 미치는 요인은 운행거리, 대당 운행횟수, 배차간격, 운송수입금 인 것으로 분석되었다.

인센티브 재정지원 이전인 2009년 12월 현재 기준의 효율적인 노선은 운송수입금이 많으면서 운행거리는 짧고 대당운행횟수는 많은 경향이 있는 것으로 나타났다. 인센티브 재정지원 시행 1년이 경과한 2010년 12월 현재 효율적인 노선이란 운송수입금이 많고 운행거리는 짧으면서 대당운행횟수는 많고 배차간격은 짧은 노선 인 것으로 분석되었다.

노선 효율성 영향 요인 중 인센티브 재정지원 전과 후에 동일하게 유의한 변수는 운행거리, 대당 운행횟수, 운송수입금 이며, 배차간격 변수는 2009년에는 유의하지 않았으나 2010년에 유의한 변수로 도출되었다.

6. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 버스운송업체에 대한 지방자치단체의 재정지원 체계 변화가 버스노선 효율성에 미치는 영향을 분석하였다. 분석 결과 재정지원체계 첫 번째 유형인 버스요금의 조정(현실화)으로는 버스노선의 효율성이 크게 개선되지는 않은 것으로 나타났는데 이는 인센티브 재정지원의 경우에도 마찬가지로 개선효과는 없는 것으로 나타났다. 이러한 배경에는 분석대상기간이 제도시행 후 1년으로 한정되어 정책시행효과를 분석하기에는 기간이 다소 짧은 측면이 있고, 두 번째 지방도시는 대중교통 이용수요가 한정되어 있고 수도권과는 달리 대중교통 이용여건이 열악하기 때문에 관측 가능할 정도의 뚜렷한 승객 증가 유도는 한계가 있기 때문이다. 그러므로 효과적인 분석을 위해 분석기간을 좀 더 연장할 필요가 있으며 아울러 지방도시의 한정적인 대중교통 이용수요의 증가 유도를 위한 각종 시책발굴이 필요한데 예를 들면 고급화된 서비스 맞춤형 서비스 제공 등을 들 수 있다.

결정 요인 분석결과 운행거리, 대당운행횟수, 배차간격 등이 유의한 변수로 도출되었는데 울산시 버스노선의 효율성을 현재보다 향상시키기 위해서는 투입요소의 합리적인 절감방안 마련과 함께 노선의 운행거리 단축과 대당 운행회수 증가 및 배차간격 단축 등을 적극적으로 시행할 필요가 있다고 할 수 있다.

본 연구에서 분석한 두 가지 유형의 재정지원정책이 노선 효율성에 미치는 영향을 분석한 결과에 따르면 요금조정(현실화)를 재정지원정책으로 선택할 경우에는 버스업체의 운송원가 절감에 대한 적극적인 관심 유도가 필요하며 이를 위해서는 재정지원이 수반되지 않고 전적으로 요금수입에 의존하는 정책방향을 수립하거나 다양한 평가 결과에 따른 조건부 재정지원이 적절하다. 인센티브

재정지원을 시행할 경우에는 버스업체의 적극적인 참여 유도를 위해 적정수준의 인센티브 재정지원금 확보가 필요하고 아울러 버스체계의 효율성과 생산성을 전반적으로 향상시킬 수 있는 평가 항목의 선정이 필요하다고 하겠다.

References

- Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W. W. (1984). "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis." *Management Science*, Vol. 30, pp. 1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1978). "Measuring the efficiency of decision making units." *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, pp. 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y. and Seiford, L. M. (1997). *Data envelopment analysis : Theory, Methodology and Application*, Kluwer Academic Publisher.
- Choi, I. Y. (2004). *A study on efficiency and productivity change (1996, 2002) in the Seoul's urban bus industries*, M.A. Thesis, Seoul National University, Seoul (in Korean).
- Farrell, M. J. (1957). "The measuring of productivity efficiency." *Journal of the Royal Statistical Society, Series A* 120, pp. 253-281.
- Han, J. H. (2011a). "Analysis of the efficiency of incheon urban bus routes due to public-private-partnership bus service." *Transportation Technology and Policy*, Vol. 8, No. 3, Korean Society of Transportation, pp. 41-50 (in Korean).
- Han, J. H. (2011b). "Analysis of a productivity change in incheon's urban bus industries with public-private-partnership bus service." Incheon Development Institute, pp. 36-72 (in Korean).
- Han, J. S., Kim, H. R. and Ko, S. Y. (2009). "A DEA(data envelopment analysis) approach for evaluating the efficiency of exclusive bus routes." *J. Korean Soc. Transp*, Vol. 27, No. 6, Korean Society of Transportation, pp. 45-53 (in Korean).
- Han, J. S., Kim, H. R. and Ko, S. Y. (2010). "Evaluation of efficiency in the seoul's arterial bus routes considering undesirable outputs." *J. Korean Soc. Transp*, Vol. 28, No. 5, Korean Society of Transportation, pp. 43-54 (in Korean).
- Jung, B. D. and Kim, K. S. (2012). "Efficient government subsidy strategy to improve the productivity of urban bus industry." *Journal of Transport Research*, Vol. 19, No. 2, Korea Transport Research, pp. 61-74 (in Korean).
- Kim, K. S., Jung, B. D. and Kim, K. H. (2012). "Evaluating efficiency of bus route operation system." Proc. of KST 67th Conf., Daegu (in Korean).
- Kim, S. S., Oh, M. Y. and Kim, M. J. (2002). "Analyzing efficiency and economies of scale in the Seoul's urban bus industry: An application of data envelopment analysis." *Environmental Research*, Vol. 40, Seoul National University, pp. 101-113 (in Korean).
- Lee, J. D. and Oh, D. H. (2010). *Introduction to efficiency analysis : Data Envelopment Analysis*, IB Book, pp. 270-274.
- Oh, M. Y. and Kim, S. S. (2005). "Productivity changes by public

- transport reforms in the seoul's urban bus industry.” *J. Korean Soc. Transp*, Vol. 23, No. 7, Korean Society of Transportation, pp. 53-61 (in Korean).
- Oh, M. Y. and Kim, S. S. (2008). “Productivity changes by public transport reforms in the Seoul's urban bus industry (using data envelopment analysis with consideration of accident costs).” *J. Korean Soc. Transp*, Vol. 26, No. 4, Korean Society of Transportation, pp. 77-86 (in Korean).
- Oh, M. Y. and Kim, S. S. (2010). “Analysis of the efficiency of urban bus companies in seoul considering accident and emission costs (using a directional distance function).” *J. Korean Soc. Transp*, Vol. 28, No. 4, Korean Society of Transportation, pp. 157-166 (in Korean).
- Oh, M. Y., Jung, C. Y. and Sohn, E. Y. (2009). “Analysis on reliabilities of Seoul's trunk bus lines using BMS data (through data envelopment analysis).” *J. Korean Soc. Transp*, Vol. 27, No. 1, Korean Society of Transportation, pp. 63-71 (in Korean).
- Oh, M. Y., Kim, S. S. and Kim, M. J. (2002). “Analyzing efficiency in the Seoul's urban bus industry using data environment analysis.” *J. Korean Soc. Transp*, Vol. 20, No. 2, Korean Society of Transportation, pp. 59-68 (in Korean).