

## DEA를 이용한 경기도내 시·군별 택시서비스 효율성 분석

김대훈\* · 장태연\*\* · 송재룡\*\*\*

Kim, Dae Hoon\*, Jang, Tae Youn\*\*, Song, Je Ryong\*\*\*

### Relative Efficiency of Taxi Services by Data Envelopment Analysis among Cities and Counties in Gyeonggi Province

#### ABSTRACT

This study analyzes the relative efficiencies through satisfaction on taxi services of thirty-one cities and counties in Gyeonggi Province. The DEA (Data Envelopment Analysis) is used to measure efficiencies on the privately owned taxis and the corporate taxis respectively. Efficiency in the DEA is measured relative to the highest observed performance rather than against some average. Pyeongtaek, Pocheon, Osan, Yangpyeong, and Gapyeong have the highest efficiency in the private owned taxis. And Pyeongtaek, Pocheon, Osan, and Gapyeong have the highest one in the corporate taxis. These cities and counties have the ability to use less resources for equal efficiency relative to others. Rank-sum test proves that there is no statistical difference in efficiency between the privately owned taxis and the corporation owned taxis.

**Key words :** Data Envelopment Analysis (DEA), Taxi Services, Relative Efficiency, Gyeonggi-Do

#### 초록

본 연구는 경기도내 31개 시군에서 운행되고 있는 택시의 서비스에 대한 만족도를 기초로 지역별 택시의 효율성을 평가하였다. 효율성 평가는 개인택시와 법인택시로 구분하여 분석하였다. 시·군별 효율성 평가는 DEA(Data Envelopment Analysis) 모형을 이용하였다. 본 연구에서 사용한 자료는 경기도 31개 시·군의 개인 및 법인택시를 대상으로 조사한 자료이다. 31개 지자체의 효율성 평가 결과를 살펴보면, 개인택시의 경우 효율적인 지자체는 평택시, 포천시, 오산시, 양평군, 가평군 등 5개 지자체로 나타났다. 법인택시는 평택시, 포천시, 오산시, 가평군 등 4개 지자체이다. 이들 지자체들은 일정한 수준의 만족도를 생산함에 있어서 다른 지자체보다 적은 양의 서비스를 사용하는 능력을 확보하고 있음을 의미한다. 개인택시와 법인택시 DMU들의 통계적 차이가 있는지를 검증하기 위하여 순위합검증(Rank-sum Test)을 시행한 결과 두 집단 간에 서비스제공에 따른 만족도 차이는 없는 것으로 분석되었다.

**검색어 :** 자료포락분석(DEA), 택시서비스, 상대적 효율성, 경기도

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

문전운행 서비스(door to door)를 제공하는 고급서비스의 기능을 가진 택시가 이용자들의 다양한 욕구를 충족시키지 못한 채 준 대중교통수단으로 전락되고 있다. 2011년 기준으로 경기도는 35,778대가 운행되고 있는 반면, 서울시는 2001년부터 택시 적정규모

\* 정희원 · 연세대학교 도시공학과 박사, 평화엔지니어링 교통계획부 (phdkbig@gmail.com)

\*\* 정희원 · 교신저자 · 전북대학교 도시공학과 교수, 도시및환경연구센터 (Corresponding Author · Chonbuk National University · jangty@jbn.ac.kr)

\*\*\* 경기개발연구원 연구위원 (Songjr@gri.re.kr)

Received March 26 2012, Revised October 5 2012, Accepted April 30 2013

7,000대를 기준으로 택시 총량제를 시행하고 있으며 이후 택시 공급이 이루어지지 않고 72,355대 수준의 택시가 운행되고 있다 (Table 1).

2011년 8월 경기도에서 시행한 “경기도민 교통이용 행태”조사에서 도내 대중교통수단별 이용만족도는 수도권전철이 48.7%로 가장 높았고 광역버스(47.0%), 간선버스(45.2%), 마을버스(41.7%), 일반철도(39.7%), 택시(35.9%) 순이었다. 자가용 만족도는 62.0%로 대중교통보다 높았다. 택시의 이용만족도가 낮은 이유는 다양화 되지 못한 서비스 및 서비스 질 저하에 기인한 것으로 이는 택시이용률 감소로 이어져 택시운수 관련 종사자들의 안정적인 수입 및 경영에 영향을 주고 있는 실정이다(송재룡, 2010). 택시문제 해결을 위해서는 택시수요 대비 택시공급의 불균형의 문제, 택시이용자 측면에서의 편리하고 안전한 서비스에 대한 욕구, 택시업체의 경영개선 등이 필요하다.

택시(기사)가 제공한 서비스는 기사친절도, 차량상태, 택시운행, 택시요금 등 4개 항목으로 구성된다. 기사친절도는 운전기사의 인사여부, 복장·언행 및 응대태도, 목적지에 대한 지리 숙지 등이며, 차량상태는 차량청결도, 차량 냉/난방 적정성, 승차감 및 차량내부 상태 등이다. 택시운행 서비스는 운행중 승차감, 법규준수, 안전운행, 운행태도 등이며, 택시요금은 부당요금 요구, 정확한

거스름돈, 영수증 발행 등이다. 이러한 서비스는 이용객의 만족도에 큰 영향을 미친다.

본 연구의 목적은 경기도내 31개 시·군에서 운행되고 있는 택시(기사)의 서비스에 대한 이용자가 느끼는 효율성(만족도)를 조사하고, 도시간 서비스 효율성(만족도)에 있어 차이가 있는지 비교·평가하기 위함이다. 즉, 택시서비스에 대한 효율성(만족도)측면에서 경기도내 각 도시의 효율성을 실증적으로 측정해보고 비효율적인 도시의 효율성을 제고시킬 수 있는 현실적인 방안을 도출하고자 한다. 효율성 평가는 개인택시와 법인택시로 각각 구분하여 분석하였다.

1.2 선행연구 검토

Table 2에서는 택시관련 정책에 대한 보고서와 본 연구에서 활용하게 될 분석모형인 DEA를 활용한 기존 선행연구를 보여주고 있는데, 특히 택시관련 연구는 대부분 도시 과제차원에서 수행한 것이 대부분이며, 모형구축이나 분석방법론을 통한 학술적 측면에서의 연구는 미미한 것으로 나타났다.

DEA를 이용한 학술적 측면에서의 효율성 분석으로는 오미영 등(2002)이 대중교통수단의 다른 한축인 서울시 시내버스운송업에 대한 효율성을 분석하였으며, 한진석 등(2009, 2010)은 서울시

Table 1. Facts of Taxis(2011)

	Total No. of Operating Taxis	No. of Privately Owned Taxis	No. of Corporation Owned Taxis	No. of Corporation Companies
Gyeonggido	35,778	25,304	10,474	193
Seoul	72,355	49,504	22,851	255

Table 2. Previous Researches

Field	Research Contents
Taxi Policy	1. Taxi Problems and Solution (Kang, Sang Uook, 2009) 2. Study on Actual Taxi Total Quantity of each Region (Kang, Sang Uook, 2009) 3. Optimal Taxi Quantity (Kim, Kyung Hwan et al., 1998) 4. Characteristics on Corporation Owned Taxis (Kim, Rak Gi et al., 2007)
Revenue	1. Simplifying Taxi Fare System (Song, Je Ryong et al., 2005) 2. Study on Taxi Revenue in Seoul (Lee, Seung Jae et al., 2001)
Taxi Management	1. Assesment of Taxi Management and Service (Gyeonggi Research Institute, 2010) 2. Efficiency and Economy of Scale for Taxi Industry (Min, Seung Gi, 2003) 3. Improvement of Management and Service of Corporation Owned Taxi (Yoon, Joon Byung, 2009)
Taxi Accident	1. Taxi Company Management and Traffic Accident Reduction (Hong, Chang Eui, 1998) 2. Modeling on Taxi Accidents (Jang, Tae Youn, 2003)
Others	1. DEA (Data Envelopment Analysis) Approach for Evaluating the Efficiency of Exclusive Bus Routes (Han, Jin Seok et al., 2010) 2. DEA (Data Envelopment Analysis) Approach for Evaluating the Efficiency of Exclusive Bus Routes (Han, Jin Seok et al., 2009) 3. Efficiency of Airport Operation by DEA in Asia (Lee, Young Hyuk et al., 2004) 4. Efficiency of Airlines' and Cargo Divisions-Using a DEA Model Approach (Hong, Suk Jin, 2004) 5. Efficiency in the Seoul's Urban Bus Industry Using Data Envelopment Analysis (Oh, Mi Young et al., 2002)

간선버스노선 및 지선버스노선의 형평성을 분석하였다. 공항분야에서는 이영혁 등(2004)이 아시아 공항 운영 효율성을 홍석진(2004)이 항공화물 부문과 항공사 효율성에 관한 연구를 수행하였다. 효율성을 비교·평가하는 이유는 그를 통하여 효율성을 향상시키기 위한 것이므로 효율성 향상을 위해 무엇을 해야 하는지 방향을 제시해 준다. 택시의 정책, 요금, 경영·서비스, 사고 분야 등에서 다양한 정책이 진행되었음에도 불구하고 택시가 제공하는 서비스와 이용객의 만족도를 고려한 도시별 효율성을 비교·분석한 연구는 전무한 상태이다.

## 2. 분석 방법 및 자료

### 2.1 DEA 분석

경기도내 31개 시·군간 택시서비스에 대한 만족도를 상호 비교하기 위해서 가장 널리 활용되고 있는 DEA를 본 연구에서도 이용하였다. DEA는 투입과 산출관계가 명확하게 정의되지 않은 의사결정단위의 상대적 효율성을 평가하는 것으로 매우 다양한 분야에서 사용되고 있다. 본 연구에서 DEA를 활용한 이유는 DEA는 상대적 효율성 측정방법이기 때문에 효율성 점수 이외에도 다른 방법론에서 제시하지 못하는 2가지 유용한 정보를 제시한다. 경기도내 시·군중에서 택시서비스와 관련하여 가장 효율적인 도시를 제시함으로써 벤치마킹의 근거를 제공한다는 것이고, 서비스(투입)과 만족도(산출)의 요소별로 비효율의 정도에 관한 정보를 제공한다

DEA 이론에 대한 설명을 CCR모형으로부터 시작하는데 널리 활용된 모형이라는 점과 다양한 해석이 가능하다는 점 때문이다. CCR모형은 표현되는 형태에 따라 비율모형(Ratio Model), 승수모형(Multiplier Model), 그리고 포락모형(Envelopment Model) 등으로 구별되는데, 효율성 평가를 위해 유사한 목적을 위하여 조직된 의사결정단위(Decision Making Units : DMU)간의 상대적 효율성을 평가하는 일종의 선형계획기법이다. 본 연구에서 DMU는 경기도내 시·군을 의미한다. 시·군간의 상대적 효율성이란 각 투입 및 산출요소에 대한 각각의 가중치 합에 대한 비율이다.

$$\begin{aligned} \text{DMU의 효율성} &= \text{산출} / \text{투입} \\ &= \frac{\sum_{r=1}^n u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \quad (1) \\ k &= 1, 2, \dots, s \text{ (DMU의 수)} \end{aligned}$$

여기서 n은 효율성을 측정하고자하는 DMU의 산출요소의 수, m은 투입요소의 수를 나타낸다.  $y_{rk}$ 와  $x_{ik}$ 는 산출물과 투입물의 실제 관찰치를 나타내는 상수이다.  $u_r, v_i$ 는 대상 DMU의 산출 및 투입요소의 상대적 중요도를 나타내는 가중치인데, 참조집합

로 사용된 모든 DMU의 자료를 이용하여 구해진다. 효율성의 극대화는 곧 식 (1)의 극대화를 통해서 가능하며 효율성 값은 항상 0과 1사이의 범위를 취하게 된다. 임의 평가대상  $DMU_0$ 의 효율성 최대값을  $h_0$ 라 할 때 다음의 비선형계획법이 된다.

$$\begin{aligned} \max h_0 &= \frac{\sum_{r=1}^n u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (2) \\ \text{subject to} & \\ & \frac{\sum_{r=1}^n u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1, \quad k=1, \dots, s \\ & u_r, v_i \geq \epsilon > 0, \quad r=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, m \end{aligned}$$

CCR모형에 이용될  $u_r$ 과  $v_i$ 의 값이 위 식을 통해 산출된다. 식 (2)의 첫 번째 제약조건은  $DMU_k$ 의 효율성에 대한 제약조건으로서 계산된 해가 1을 초과하지 않도록 보장해 준다. 두 번째 제약조건의  $\epsilon$ 는 매우 작은 양의 상수로서 계산된  $u_r$ 과  $v_i$ 가 양수가 되도록 보장해 준다. 식 (2)는 비선형, 비볼록(nonconvex)이며, 평가대상 수가 많은 경우에는 해의 계산이 어려운 문제가 있다. 계산상의 난점을 해결하기 위해 매개변수를 활용하여 CCR모형을 식 (3)처럼 선형계획문제로 대체할 수 있다.

$$\begin{aligned} \max \sum_{r=1}^n u_r y_{r0} \quad (3) \\ \text{subject to} & \\ & \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \\ & \sum_{r=1}^n u_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \leq 0, \quad k=1, \dots, s \\ & u_r, v_i \geq \epsilon > 0, \quad r=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, m \end{aligned}$$

CCR모형은 규모의 수익불변(CRS, Constant Returns to Scale)을 가정하였다. 하지만 모든 DMU들이 규모의 수익불변 상태라고 단정할 수 없다. 규모의 수익가변(VRS, Variable Returns to Scale) 즉, 규모에 대한 수익증가, 불변, 감소 등 모두 포함하여 생산효율성과 규모에 대한 수익을 알려주는 BCC모형(Banker, Charnes, and Cooper 1984)이 제시되었다.

$$\begin{aligned} \max h_0 &= \frac{(\sum_{r=1}^n u_r y_{r0} - u_0)}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (4) \\ \text{subject to} & \\ & \frac{(\sum_{r=1}^n u_r y_{rk} - u_0)}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1, \\ & k=1, \dots, s \\ & u_r, v_i \geq \epsilon > 0, \quad r=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, m \end{aligned}$$

Table 3. Survey

	Taxi Monitoring	Passenger Satisfaction
Survey Contents	Drivers' Kindness, Vehicle Condition, Taxi Operation, and Taxi Fare	Passenger Satisfaction based on Drivers' Kindness, Vehicle Condition, Taxi Operation, and Taxi Fare
Target	Privately Owned Taxis and Corporation Owned Taxis in Gyeonggido	Passengers Riding Taxis in Garage within Gyeonggido (Deluxe Taxi excluded)
Survey Time	2010.9.6. ~ 2010.10.6	2010.9.6. ~ 2010.10.6
Sample Size	2,300 Corporation Owned Taxis : about 20% of Total Taxis 3,700 Privately Owned Taxis: about 15% of Total Taxis	904 Passengers of Corporation Owned Taxis 2,110 Passengers of Privately Owned Taxis

식 (5)를 CCR모형에서와 같은 방법에 따라 선형계획문제로 변환하면

$$\max \sum_{r=1}^n u_r y_{r0} - u_0 \quad (5)$$

subject to

$$\sum_{r=1}^n u_r y_{rk} = 1$$

$$\sum_{r=1}^n u_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - u_0 \leq 0, \quad k=1, \dots, s$$

$$u_r, v_i \geq \epsilon > 0, \quad r=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, m$$

$u_0$ 는 부호제약을 받지 않는 값으로서 규모에 대한 보수지표(indicator of returns to scale)를 의미한다. 규모에 대한 보수가 증가인 경우에는  $u_0 < 0$ , 규모에 대한 보수가 일정하면  $u_0 = 0$ , 규모에 대한 보수가 감소하면  $u_0 > 0$ 이 된다.

## 2.2 상대적 효율성 분석

효율성란 특정 조직이 제한된 자원 내에서 최대의 산출물을 창출해 내는 생산기술을 말한다(박만희, 2008). 본 연구에서는 기술 효율성(Technical Efficiency)과 규모효율성(Scale Efficiency)을 분석하는데, 기술효율성은 일정량의 산출물을 생산할 때 투입물을 가장 적게 사용하는 특정 DMU의 생산요소 벡터에 대한 모든 DMU의 생산요소 벡터의 상대적 비율로 측정된다. 기술효율성은 다시 규모효율성(Scale Efficiency)과 순수기술효율성(Pure Technical Efficiency)으로 구분할 수 있다. 규모효율성은 DMU의 생산규모가 사회적으로 최적 규모 상태인가를 측정하는 것이며, 순수기술효율성은 기술효율성에서 규모효율성의 효과를 제거한 것으로 규모효율성이 1일 때 기술효율성과 순수기술효율성은 같은 값을 갖게 된다.

효율성 점수가 1인 경우 택시의 서비스 만족도에 있어 상대적 효율성이 100%라고 볼 수 있으며, 1보다 작은 도시인 경우 택시서

비스에 있어 상대적 비효율성을 나타낸다. 1보다 작은 효율성을 나타내는 경우 도시간의 투입 또는 산출의 수준에 있어서 그 도시를 평가하는데 비교된 도시에 비해 비효율적인 것을 의미한다.

## 2.3 분석 자료

연구에서 사용한 자료는 2010년 경기도내 시·군에 대한 택시 경영·서비스평가(경기개발연구원, 2010)에서 조사된 자료를 활용하였으며 세부내용은 Table 3과 같다. 택시모니터링 조사는 도내 법인택시 및 개인택시를 대상으로 승객 입장에서 택시 및 택시기가 제공하는 서비스 등의 실태를 조사하였다. 조사내용으로는 기사친절도, 차량상태, 택시운행, 택시요금 등 이다. 승객 만족도 조사는 택시를 이용한 시민이 택시(기사)가 제공하는 서비스 등에 대해 만족한 정도를 조사한 자료이다(Table 4). 택시 및 택시기사 제공 서비스(택시모니터링조사)와 승객만족도는 100점 만점을 기준으로 한다.

개인택시의 기사친절도 점수는 65.11점, 차량상태는 73.55점, 택시운행 및 택시요금 서비스는 각각 96.9점과 96.09점을 보이고 있다. 승객의 만족도는 74.16점으로 나타났다. 기사친절도, 차량상태, 택시요금 서비스는 시지역 점수가 높았으며, 택시운행서비스는 군지역 점수가 높게 나타났다. 만족도는 시지역이 74.82점으로 군지역보다 높게 나타나 시지역의 택시이용객 만족도가 높은 것으로 나타났다.

법인택시의 경우 기사친절도 점수는 66.49점, 차량상태는 72.84점, 택시운행 및 택시요금 서비스는 각각 91.55점과 95.53점을 보이고 있다. 승객의 만족도는 72.32점으로 나타났다. 기사친절도, 차량상태, 택시요금 서비스는 시지역 점수가 높았으며, 택시운행서비스는 군지역 점수가 높게 나타났다. 만족도는 시지역이 73.88점으로 군지역보다 높게 나타나 개인택시와 유사한 결과를 보였다. 택시 및 운전자가 제공한 서비스 중 기사친절도는 개인택시보다 법인택시의 점수가 높게 나타났다, 차량상태, 택시운행 및 택시요금에 대한 평가는 법인택시보다 개인택시의 점수가 높아 전반적으로 높은 서비스를 제공한다는 것을 알 수 있다.

**Table 4.** Statistics of Passenger Satisfaction and Taxi Service

			Drivers' Kindness	Vehicle Condition	Taxi Operation	Taxi Fare	Passenger Satisfaction
Privately Owned Taxis	Cities	Mean	68.18	73.59	91.51	96.61	74.82
		Min.	57.48	54.76	83.43	80.28	61.97
		Max.	83.14	79.88	98.39	100.0	83.94
		Std. Dev.	7.14	5.50	4.05	3.74	5.51
	Counties	Mean	44.41	73.33	93.94	92.63	69.71
		Min.	37.41	69.49	88.11	89.82	64.65
		Max.	50.93	78.17	97.22	97.68	76.03
		Std. Dev.	4.82	3.53	3.48	3.05	4.21
	Total	Mean	65.11	73.55	91.83	96.09	74.16
		Min.	37.41	54.76	83.43	80.28	61.97
		Max.	83.14	79.88	98.39	100.0	83.94
		Std. Dev.	10.71	5.38	4.13	3.96	5.72
Corporation Owned Taxis	Cities	Mean	69.02	73.24	91.32	96.32	73.88
		Min.	57.17	57.51	82.34	82.76	64.55
		Max.	83.13	80.43	98.10	100.0	81.75
		Std. Dev.	7.17	5.25	3.95	3.89	5.26
	Counties	Mean	49.38	70.15	93.09	90.21	61.83
		Min.	42.75	66.60	88.42	84.69	55.16
		Max.	55.99	74.67	96.53	94.33	75.54
		Std. Dev.	4.73	3.11	3.04	3.48	8.07
	Total	Mean	66.49	72.84	91.55	95.53	72.32
		Min.	42.75	57.51	82.34	82.76	55.16
		Max.	83.13	80.43	98.10	100.0	81.75
		Std. Dev.	9.70	5.21	3.95	4.42	7.11

### 3. 시·군별 효율성 평가

본 연구는 DEA모형을 통해 경기도에 위치한 31개 시·군을 의사결정단위(DMU)로 선정하여 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성을 측정하였다. 그리고 택시의 특성에 따라 개인택시와 법인택시로 구분하여 효율성 차이가 있는지를 분석하였다. Table 5에서 보여주는 것처럼 투입변수는 택시에 승차하여 승객 입장에서 택시 및 택시기사가 제공한 서비스이고, 산출변수는 승객의 만족도이다.

**Table 5.** Input and Output Variables

	Variable
Input	Drivers' Kindness, Vehicle Condition, Taxi Operation, Taxi Fare
Output	Satisfaction

### 3.1 개인택시

#### 3.1.1 효율성

경기도내 시·군별 개인택시의 효율성을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 여기서 측정하는 효율성 값은 기사친절도, 차량상태, 택시운행, 택시요금을 투입물로 하여 산출물인 서비스 만족도를 극대화할 수 있는 가의 능력을 효율적 프런티어 상에 있는 시·군과 비교하여 상대적으로 측정된 값이다. 측정된 값이 1인 경우는 효율적인 시·군이며 1미만이 경우는 비효율적인 시·군을 의미한다.

CCR 모형에 의한 기술효율성 분석결과에 따르면 경기도내 31개 지자체 중 상대적으로 효율적인 도시는 효율치가 1의 값을 가지는 평택시, 포천시, 오산시, 양평군, 가평군 등 5개로 나타났다. 비효율적인 도시는 상대적으로 가장 효율치가 낮은 의정부를 포함하여 26개로 나타났다. 의정부의 경우 0.703으로 현재의 만족도는 택시(기사)가 제공한 서비스의 70.3%를 이용하여 달성할 수 있음을 의미한다. 즉 제공한 서비스에 비해 승객의 만족도가 상대적으로

Table 6. Efficiency of Privately Owned Taxis

DMU		Technical Efficiency	Pure Technical Efficiency	Scale Efficiency	Return to Scale	Reference
1	Suwon	0.785	0.937	0.838	IRS	6,22,29
2	Seongnam	0.939	0.948	0.990	IRS	10,12,22,23
3	Goyang	0.961	0.988	0.973	DRS	22,23
4	Bucheon	0.808	0.896	0.901	IRS	12,22
5	Yongin	0.944	0.947	0.997	IRS	22,23,30
6	Ansan	0.912	<b>1.000</b>	0.912	IRS	6
7	Anyang	0.844	0.942	0.897	IRS	6,22,29
8	Namyangju	0.904	0.942	0.960	IRS	10,12,22,23
9	Uijeongbu	0.703	0.911	0.771	IRS	10,12,22,23
10	Pyeongtaek	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	1.000	CRS	10
11	Siheung	0.887	0.977	0.908	IRS	6,22,23
12	Hwaseong	0.874	<b>1.000</b>	0.874	IRS	12
13	Gwangmyeong	0.808	0.919	0.879	IRS	6,22,29
14	Paju	0.868	0.896	0.969	IRS	10,12,22,23
15	Gunpo	0.875	0.940	0.931	IRS	6,22,29,30
16	Gwangju	0.945	0.980	0.964	IRS	6,23,29,30
17	Gimpo	0.869	0.946	0.918	IRS	6,22,29,30
18	Icheon	0.807	0.960	0.841	IRS	6,22,29,30
19	Guri	0.896	0.976	0.918	IRS	6,22,23
20	Yangju	0.880	0.919	0.957	IRS	6,10,22,23,30
21	Anseong	0.844	0.949	0.889	IRS	6,22,23
22	Pocheon	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	1.000	CRS	22
23	Osan	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	1.000	CRS	23
24	Hanam	0.959	0.986	0.973	DRS	22,23
25	Uiwang	0.967	0.989	0.979	IRS	22,23,30
26	Dongducheon	0.897	0.934	0.961	IRS	10,12,22,23
27	Gwacheon	0.968	0.973	0.996	IRS	22,23,30
28	Yangpyeong	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	1.000	CRS	28
29	Yeosu	0.841	<b>1.000</b>	0.841	IRS	29
30	Gapyeong	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	1.000	CRS	30
31	Yeoncheon	0.916	0.982	0.933	IRS	22,28
Mean		0.900	0.962	0.934		
Min.		0.703	0.896	0.771		
Max.		1.000	1.000	1.000		
Std. Dev.		0.073	0.033	0.059		

Note : CRS means Constant Return of Scale  
 DRS means Decreasing Return of Scale  
 IRS means Increasing Return of Scale

낮음을 의미한다.

Table 7은 31개 도시의 효율성값 평균은 0.900으로 약 0.1 즉 10% 정도 효율성 개선의 여지가 있음을 보여주며, 평균값을

기준으로 도시별로 분류한 결과이다.

BCC모형을 이용하여 기술효율성을 순수기술효율성과 규모효율성으로 분리할 수 있다. 즉 각 도시의 비효율성이 순수한 기술적

**Table 7.** Classification of Cities by Technical Efficiency

	DMU
Below Average	Suwon, Bucheon, Anyang, Uijeongbu, Siheung, Hwaseong, Gwangmyeong, Paju, Gunpo, Gimpo, Icheon, Guri, Yangju, AnSeong, Dongducheon, Yeosu
Above Average	Seongnam, Goyang, Yongin, Ansan, Namyangju, Gwangju, Hanam, Uiwang, Gwacheon, Yeoncheon
Efficient Cities	Pyeongtaek, Pocheon, Osan, Yangpyeong, Gapyeong

**Table 8.** Cities by Return of Scale

Return of Scale	DMU
CRS	Pyeongtaek, Pocheon, Osan, Yangpyeong, Gapyeong
DRS	Goyang, Hanam
IRS	Suwon, Seongnam, Bucheon, Yongin, Ansan, Anyang, Namyangju, Uijeongbu, Siheung, Hwaseong, Gwangmyeong, Paju, Gunpo, Gwangju, Gimpo, Icheon, Guri, Yangju, Anseong, Uiwang, Dongducheon, Gwacheon, Yeosu, Yeoncheon

요인에 의한 것인지 규모요인에 의한 것인지 분석 할 수 있다. 순수기술효율성을 분석한 결과 평택시, 포천시, 오산시, 양평군, 가평군 외에 안산시, 화성시 및 여주군이 효율성이 있는 도시로 분석되었다. 31개 시·군의 순수기술효율성 평균은 0.962이고, 규모효율성 평균은 0.934로 나타났다. 이는 기술적 비효율성의 원인이 순수기술효율성보다는 규모효율성에서 기인하고 있음을 알 수 있다. 순수기술효율성이 규모효율성보다 낮은 8개 도시는 비효율성의 원인이 규모요인보다는 비능률적인 서비스 제공에 의해 발생하고 있음을 보여준다. 이들 도시는 효율성 제고를 위하여 규모를 확대하거나 축소하기 보다는 상대적으로 택시(기사)의 서비스를 효율적으로 제공하는 방법을 찾아야 할 것이다. 나머지 18개 지자체는 비효율성의 원인이 비능률적인 서비스 제공보다는 규모요인에 의해 발생되고 있음을 알 수 있다.

### 3.1.2 준거집단 및 규모수익

Table 6의 가장 왼쪽에 있는 “번호”열은 각 도시에 순서대로 1부터 31까지 부여한 번호이며 이 번호는 “준거집단”열에서 각 도시별 준거집단 구성원을 지칭할 때 사용하였다. 예를 들어 1번 수원시의 준거집단을 살펴보면 6, 22, 29로 나타나 있는데 이는 6번 안산시, 22번 포천시와 29번 여주군이 수원시의 효율성을 계산하는데 참조되었음을 나타낸다.

DEA에 있어서 준거집단은 대단히 중요한 의미를 지닌다. 왜냐하면 각 의사결정단위의 효율성과 비효율성의 정도 그리고 비효율적 부문이 이 준거집단을 통해서 상대적으로 측정되기 때문이다. 준거집단은 비효율적인 조직이 참조할 수 있는 모델이 된다는 점에서 의의를 갖는데, 그것은 준거집단이 되는 의사결정단위가 평가대상이 되는 의사결정단위와 투입 및 산출구조에 있어서 비교적 동질성을 지닌 집단들로 구성되기 때문이다.

효율성 값이 1.000으로 계산된 포천시, 오산시가 각각 22, 15회

의 참조집단 출현빈도를 나타내었다. 포천시의 참조집단 출현빈도 22회는 포천시가 다른 22개 도시의 효율성 계산과정에 참조집단 구성원 역할을 하였다는 의미이다. 참조횟수가 높다고 해서 가장 효율성이 높은 기관이라고 평가할 수는 없지만 준거집단은 투입요소 및 산출요소의 조합에 있어서 비효율적인 기관들이 벤치마킹의 대상으로 삼아야 할 기관이라는 점에서 중요하다.

Table 8의 규모수익은 생산량이 어떻게 변화하는가를 설명하기 위한 개념이다. 모든 생산요소를 동시에 증가시킬 때 산출량이 이에 비례하여 동일하게 증가하는 경우를 규모에 대한 수익불변(CRS), 더 감소하는 경우를 규모에 대한 수익체감(DRS), 더 증가하는 경우를 규모에 대한 수익체증(IRS)이라고 한다. 규모수익체증인 경우에 규모의 경제가 존재한다고 하고, 규모수익체감인 경우에 규모의 비경제가 존재한다고 한다.

분석결과에 따르면 평가 대상 31개 도시 중 규모수익불변(CRS)인 도시가 5개, 규모수익체감(DRS)인 도시가 2개, 규모수익체증(IRS)인 도시가 24개로 나타났다. 규모수익불변인 도시는 가장 효율적인 도시임을 의미하며, 규모수익체증인 도시들은 향후 투입량을 증대함으로써 효율성을 개선시킬 수 있는 가능성을 있는 도시들이다.

## 3.2 법인택시

### 3.2.1 효율성

경기도내 시·군별 법인택시의 효율성을 측정한 결과는 다음 Table 9과 같다. 기술효율성 분석결과에 따르면 경기도내 31개 도시 중 상대적으로 효율적인 도시는 4개, 비효율적인 도시는 27개로 나타났다. 효율적인 도시는 평택시, 포천시, 오산시, 가평군이다. 이는 이들 4개 도시가 일정한 수준의 만족도를 생산함에 있어서 다른 도시보다 적은 양의 서비스를 사용하는 능력을 확보하고 있음을 의미한다.

Table 9. Efficiency of Corporation Owned Taxis

DMU		Technical Efficiency	Pure Technical Efficiency	Scale Efficiency	Return to Scale	Reference
1	Suwon	0.815	0.921	0.884	IRS	6,22,29
2	Seongnam	0.959	0.965	0.994	IRS	10,12,22,23
3	Goyang	0.953	0.956	0.996	DRS	22,23
4	Bucheon	0.832	0.898	0.926	IRS	12,22
5	Yongin	0.973	0.974	0.999	DRS	22,23,30
6	Ansan	0.969	<b>1.000</b>	0.969	IRS	6
7	Anyang	0.891	0.929	0.959	IRS	6,22,29
8	Namyangju	0.946	0.966	0.980	IRS	10,12,22,23
9	Uijeongbu	0.799	0.910	0.878	IRS	10,12,22,23
10	Pyeongtaek	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	1.000	CRS	10
11	Siheung	0.909	0.979	0.928	IRS	6,22,23
12	Hwaseong	0.816	0.970	0.841	IRS	12
13	Gwangmyeong	0.803	0.919	0.874	IRS	6,22,29
14	Paju	0.911	0.915	0.996	IRS	10,12,22,23
15	Gunpo	0.916	0.943	0.971	IRS	6,22,29,30
16	Gwangju	0.964	0.970	0.993	IRS	6,23,29,30
17	Gimpo	0.871	0.933	0.934	IRS	6,22,29,30
18	Icheon	0.802	0.986	0.814	IRS	6,22,29,30
19	Guri	0.919	0.949	0.969	IRS	6,22,23
20	Yangju	0.962	0.967	0.995	IRS	6,10,22,23,30
21	Anseong	0.787	0.922	0.854	IRS	6,22,23
22	Pocheon	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	1.000	CRS	22
23	Osan	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	1.000	CRS	23
24	Hanam	0.995	<b>1.000</b>	0.995	DRS	22,23
25	Uiwang	0.838	0.900	0.931	IRS	22,23,30
26	Dongducheon	0.944	0.946	0.998	DRS	10,12,22,23
27	Gwacheon	0.945	0.951	0.993	IRS	22,23,30
28	Yangpyeong	0.790	<b>1.000</b>	0.790	IRS	28
29	Yeosu	0.755	0.975	0.775	IRS	29
30	Gapyeong	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	1.000	CRS	30
31	Yeoncheon	0.827	<b>1.000</b>	0.827	IRS	22,28
Mean		0.900	0.960	0.938		
Min.		0.755	0.898	0.775		
Max.		1.000	1.000	1.000		
Std. Dev.		0.077	0.033	0.070		

Note : CRS means Constant Return of Scale  
 DRS means Decreasing Return of Scale  
 IRS means Increasing Return of Scale

가장 비효율적인 도시는 효율성이 0.75인 여주군으로 나타났고, 31개 도시의 효율성 평균은 0.900이었다. 개인택시와 마찬가지로 약 0.1 즉 10% 정도 효율성 개선의 여지가 있음을 보여준다.

평균값을 기준으로 도시별로 분류한 결과는 Table 10과 같다.

BCC모형을 이용하여 순수기술효율성을 분석한 결과 평택시, 포천시, 오산시, 양평군, 가평군 외에 안산시, 하남시 및 연천군이



**Table 10.** Classification of Cites by Technical Efficiency

	DMU
Below Average	Suwon, Bucheon, Anyang, Uijeongbu, Hwaseong, Gwangmyeong, Gimpo, Icheon, Uiwang, AnSeong, Yangpyeong, Yeosu, Yeoncheon
Above Average	Seongnam, Goyang, Yongin, Ansan, Namyangju, Siheung, Paju, Gunpo, Gwangju, Hanam, Dongducheon, Gwacheon, Guri, Yangju
Efficient Cities	Pyeongtaek, Pocheon, Osan, Gapyeong

효율성이 있는 도시로 분석되었다. 31개 시·군의 순수기술효율성의 평균은 0.960이고, 규모효율성의 평균은 0.938로 나타났다. 이는 개인택시와 마찬가지로 기술적 비효율성의 원인이 순수기술 효율성보다는 규모효율성에서 기인하고 있음을 알 수 있다. 순수기술 효율성이 규모효율성 보다 낮은 15개 도시는 비효율성의 원인이 규모요인보다는 비능률적인 서비스 제공에 의해 발생하고 있음을 보여준다. 이들 도시는 효율성 제고를 위하여 규모를 확대하거나 축소하기 보다는 상대적으로 택시(기사)의 서비스를 효율적으로 제공하는 방법을 찾아야 할 것이다. 나머지 12개 도시는 비효율성의 원인이 비능률적인 서비스 제공보다는 규모 요인에 의해 발생되고 있음을 알 수 있다.

**3.2.2 준거집단 및 규모수익**

Table 9에서 참조집단 출현빈도를 보면 안산시가 20회, 포천시가 18회, 오산시가 10회의 빈도를 보이고 있다. 참조횟수가 높은 준거집단은 투입요소 및 산출요소의 조합에 있어서 비효율적인 기관들이 벤치마킹의 대상으로 삼아야 할 기관이라는 점에서 중요하다. Table 11의 분석결과에 따르면 평가 대상 31개 도시 중 규모수익불변(CRS)인 도시가 4개, 규모수익체감(DRS)인 도시가 4개, 규모수익체증(IRS)인 도시가 13개로 나타났다. 규모수익체감인 도시는 규모의 비경제가 존재하는 지역으로 규모에 대한 검토가 필요하며 규모수익체증인 도시들은 투입량을 증대함으로써 효율성을 개선시킬 수 있는 가능성을 있는 도시들이다.

**Table 11.** Cities by Return of Scale

Return of Scale	DMU
CRS	Pyeongtaek, Pocheon, Osan, Gapyeong
DRS	Goyang, Yongin, Hanam, Dongducheon
IRS	Suwon, Seongnam, Bucheon, Ansan, Anyang, Namyangju, Uijeongbu, Siheung, Hwaseong, Gwangmyeong, Paju, Gunpo, Gwangju, Gimpo, Icheon, Guri, Yangju, Anseong, Uiwang, Gwacheon, Yangpyeong, Yeosu, Yeoncheon

**3.3 순위합 검증**

서로 다른 그룹에 속하는 DMU들의 효율성간에 차이가 있는지를 파악하기 위해서는 두 그룹 간에 통계적 검증이 필요하다. 자료포락분석은 이론적으로 효율성이 어떤 분포를 따르는지 모르기 때문에 값의 분포에 독립적인 비모수적 통계량을 이용하는 것이 바람직하다. 비모수적 통계량 중 두 그룹간의 효율성 차이가 유의한지 여부를 검증하기 위해서는 Wilcoxon-Mann-Whitney에 의해 개발된 순위합검증(Rank-sum Test)이 유효한 방법이다. 본 연구에서는 순위합검증을 이용하여 개인택시와 법인택시간 DMU들의 통계적 차이가 있는지를 검증하였다. Table 12은 기본 통계내용이다. 개인택시와 법인택시를 순위를 매겨서 구한 순위의 평균값은 Table 13과 같으며, 개인택시의 평균 순위는 31.52이고 법인택시의 평균순위는 31.48로 나타났다. Z 통계량에 대한 근사유의확률(양측검정)이 0.994로 0.05보다 크므로 개인택시와 법인택시의 서비스준이 같다는 귀무가설을 채택하게 된다(Table 14). 각 도시에서 개인택시가 제공하는 만족도와 법인택시가 제공하는 만족도의 차이는 없는 것으로 판단할 수 있다.

**Table 12.** Technical Statistics

	No. of data	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.
Efficiency	62	0.900	0.075	0.703	1.000
DMU	62	1.5	0.504	1	2

**Table 13.** Mann-Whitney Test

	No. of Data	Average Rank	Rank-Sum
Privately Owned Taxis	31	31.52	977.0
Corporation Owned Taxis	31	31.48	976.0
Total	62		

**Table 14.** Test Statistics

	Statistics
Mann-Whitney U	480.0
Wilcoxon W	976.0
Z	-0.007
Sig. Probability	0.994

**4. 결론 및 시사점**

지속적인 택시요금 인상과 정기적인 교육에 비해 이용자들의 서비스 체감 만족도는 여전히 제자리걸음으로 낮은 서비스 만족도, 타 교통수단의 발달, 업계 지구노력 부족 등으로 경쟁력 저하 및

택시 산업의 침체가 지속되고 있다. 택시와 관련해서는 요금, 제도, 서비스개선 방안 등 다양한 시각에서 연구가 진행되어 오고 있다. 정책, 요금, 경영·서비스 분야 등에서 다양한 연구가 진행되었음에도 불구하고 택시가 제공하는 서비스와 이용객의 만족도를 고려한 지역별 효율성을 분석한 연구가 없다는 점에서 본 연구가 갖는 의의는 크다.

31개 도시의 기술효율성 평가 결과를 살펴보면, 개인택시의 경우 효율적인 도시는 평택시, 포천시, 오산시, 양평군, 가평군 등 5개이다. 이는 이들 5개 도시가 일정한 수준의 만족도를 생산함에 있어서 다른 도시보다 적은 양의 서비스를 사용하는 능력을 확보하고 있음을 의미한다. 가장 비효율적인 도시는 효율성이 0.70인 의정부시로 나타났다. 법인택시의 경우 기술효율성 분석결과에 따르면 경기도내 31개 도시 중 상대적으로 효율적인 도시는 4개, 비효율적인 도시는 27개로 나타났다. 효율적인 도시는 평택시, 포천시, 오산시, 가평군이다. 가장 비효율적인 도시는 효율성 값이 0.75인 여주군으로 나타났다, 31개 도시의 개인택시와 법인택시의 효율성 평균은 0.900(90%)이었다. 이는 약 0.1 즉 10% 정도 효율성 개선의 여기가 있음을 보여준다.

규모수익을 분석결과에 따르면 개인택시는 평가 대상 31개 도시 중 규모수익불변(CRS)인 도시가 5개, 규모수익체감(DRS)인 도시가 2개, 규모수익체증(IRS)인 도시가 24개로 나타났다. 법인택시는 규모수익불변(CRS)인 도시가 4개, 규모수익체감(DRS)인 도시가 4개, 규모수익체증(IRS)인 도시가 13개로 나타났다. 규모수익불변인 도시는 가장 효율적인 도시임을 의미하며, 규모수익체감인 도시는 규모의 비경제가 존재하는 지역으로 규모에 대한 검토가 필요하며 규모수익체증인 도시들은 투입량을 증대함으로써 효율성을 개선시킬 수 있는 가능성을 있는 도시들로 나타났다.

각 도시에서 개인택시가 제공하는 만족도가 법인택시가 제공하는 만족도에 비해 높을 것으로 생각되어 두 그룹간 차이를 순위합 검증(Rank-sum Test)을 시행한 결과 개인택시와 법인택시간의 서비스제공에 따른 만족도 차이는 없는 것으로 분석되었다. 택시의 서비스는 다양한 요소에 의해 측정될 수 있는데, 본 연구에서는 4가지 투입변수만을 기준으로 하여 효율성을 측정하였다. 향후 다양한 요소를 고려한 효율성 평가가 요구된다.

## References

- Kang, S. U. (2009). "Road transport : Taxi Problems and Solutions." *Urban Problems*, pp. 64-67 (in Korean).
- Kang, S. U. (2009). "Road transport : Study on Actual Taxi Total Quantity of each Region." *Urban Problems*, pp. 59-61 (in Korean).
- Kim, K. H. and Sun, J. W. (1998). "Optimal Taxi Quantity in Small and Medium Size Cities." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 16, No. 4, pp. 7-20 (in Korean).
- Kim, R. G., Kim, C. M. and Goo, J. E. (2007). "Characteristics on corporation owned taxis through the tachometer in cities and counties of gyeonggido." *Proc. of 56th Conference*, Korean Society of Transportation, pp. 459-468 (in Korean).
- Min, S. G. (2003). "Efficiency and economy of scale for taxi industry." *Regional Development Research*, Vol. 35, No. 1, pp. 55-84 (in Korean).
- Gyeonggi Research Institute (2010). *Assesment of Taxi Management and Service*. Gyeonggido (in Korean).
- Song, J. R. and Lee, S. H. (2009). *Simplifying Taxi Fare System*, Gyeonggi Research Institute (in Korean).
- Yoon, J. B. (2009). "Improvement of management and service of corporation owned taxi." *Transport Technology and Policy*, Vol. 6, No. 3, pp. 179-198 (in Korean).
- Lee, Y. H., Kim, E. J. and Kim, D. H. (2004). "Study on efficiency of airport operation by DEA in Asia." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 22, No. 4, pp. 7-18 (in Korean).
- Lee, S. J., Kim, J. H. and Choi, I. J. (2001). "Study on Taxi Revenue in Seoul." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 19, No. 6, pp. 241-251 (in Korean).
- Oh, M. Y., Kim, S. S. and Kim, M. J. (2002). "Analyzing efficiency in the Seoul's urban bus industry using data envelopment analysis." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 20, No. 2, pp. 59-68 (in Korean).
- Jang, T. Y. (2003). "Modeling on taxi accidents through overdispersion test." *Journal of Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 23, No. 1-D, pp. 27-34 (in Korean).
- Han, J. S., Kim, H. R. and Gho, S. Y. (2010). "Study on fairness of local bus line through DEA(Data Envelopment Analysis)." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 29, No. 2, pp. 15-24 (in Korean).
- Han, J. S., Kim, H. R. and Gho, S. Y. (2009). "A DEA (Data Envelopment Analysis) Approach for evaluating the efficiency of exclusive bus routes." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 27, No. 6, pp. 45-53 (in Korean).
- Hong, S. J. (2004). "Study of the efficiency of airlines' and cargo divisions-using a DEA model approach." *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 22, No. 3, pp. 17-26 (in Korean).
- Hong, C. E. (1998). "Study on taxi company management and traffic accident reduction in Incheon." *Proc. of 34th Fall Conference*, *Journal of Korean Society of Transportation*, pp. 410-419 (in Korean).
- Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W. W. (1984). "Models for estimating technical and scale efficiencies." *Management Science* 30, pp. 1078-1092.