▣ 論 文 ▣

영업용 도로화물운송업의 생산 효율성 평가 및 영향요인 분석

Productivity Evaluation and Factor Analysis in Commercial Road Freight Transport Industry

한 상 용

(한국교통연구원 녹색성장실천연구본부 연구위원)

목 차

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 국내외 연구사례
1. 국내 연구사례
2. 해외 연구사례
Ⅲ. 연구방법론 고찰
1. 생산 효율성 분석 : 자료포락분석법
2. 영향요인 분석 : 토빗모형
Ⅳ. 분석자료 개요 및 주요 특성
1. 분석자료 개요
2. 분석자료의 주요 특성
Ⅴ. 실증분석결과
1. 생산 효율성 분석결과
2. 영향요인 분석결과
Ⅵ. 결론 및 정책 제언
참고문헌

Key Words : 도로화물운송업, 생산 효율성, 위탁관리제, 다단계거래, 자료포락분석법, 토빗모형
Road Freight Transportation Industry, Production Efficiency, Entrust Management System, Multi-level Transactions, Data Envelopment Analysis, Tobit Model

요 약

본 논문에서는 2005년 1사분기부터 2009년 3사분기까지 개별 화물자동차 운전자들의 실제 화물운송 실적자료를 이용하여 영업용 도로화물운송업의 업종 및 품목별 생산 효율성을 평가하고, 위탁관리제 및 다단계거래 등 규제적 요인을 포함하여 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성에 영향을 미치는 요인들을 분석하였다. 구체적으로 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성 평가를 위해 자료포락분석법을 적용하였고, 개별 화물자동차 운전자들의 생산 효율성에 미치는 영향요인을 분석하기 위해 토빗모형을 이용하였다. 분석결과, 개별화물과 용달화물보다는 일반화물 업종의 생산 효율성이 더 높은 것으로 분석되었으며, 품목별로는 철강화물의 생산 효율성이 가장 높고, 유류화물의 생산 효율성이 가장 낮은 것으로 평가되었다. 특히 시간이 지남에 따라 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성은 소폭 증감을 보이고 있으나, 전반적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 아울러 본 연구에서는 실증분석결과를 토대로 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성 증대를 위한 정책방향을 제시하였다.

The objective of this paper is to evaluate production efficiency of the commercial road freight transportation industry using quarterly actual data by individual truck drivers from January 2005 to September 2009. In addition, this study analyzes various impact factors that influence production efficiency, including regulatory factors (e.g., entrust management system and multi-level transactions). For this purpose, this study uses data envelopment analysis and a truncated Tobit model. As a result, production efficiency of the general freight sector is higher than those of the other two sectors. Also, production efficiency in the steel goods sector ranks the highest; meanwhile, production efficiency in the oil goods sector ranks the lowest. In particular, production efficiency indicators of the commercial road freight transportation industry fluctuate with time by a small margin, and have an upward tendency on the whole. Finally, some policy implications are given to promote production efficiency of the commercial road freight transportation industry.

Ⅰ. 서론

2007년 화물자동차에 의한 도로화물 운송실적은 약 16.32억톤으로 국내 화물운송실적(약 18억톤)의 90.8%를 차지하고 있다. 특히 같은 해 톤-㎞ 기준 도로화물 운송실적은 약 1,052억 톤-㎞으로 전체 운송실적(약 1,442억톤)의 73.0%를 차지하고 있으며, 또한 도로화물운송 비중은 지속적으로 증가해 왔다. 그러나 이러한 도로화물운송의 중요성에도 불구하고 과거로부터 관행처럼 지속되어 온 위탁관리제(지입제)와 다단계거래는 개별 화물차주의 실질 수입을 감소시킬 뿐만 아니라 영업용 도로화물운송업 전반의 생산 효율성을 감소시키는 주요 원인으로 지적되고 있다(신동선, 1995).

위탁관리제는 화물자동차를 소유하고 있는 차주가 외형적으로 화물자동차를 운송사업 면허를 가진 운송사업자 명의로 등록하여 운송사업자에게 귀속시키고, 실질적으로는 개별 차주들이 독립적으로 영업을 하되 운송사업자에게 일정액의 지입료를 지불하는 운송사업 형태를 의미한다. 이러한 위탁관리제의 발생은 화물자동차의 운행지역 범위가 전국에 걸쳐 있어 운행관리가 어렵고, 개별 서비스단위(차량)간 분리가 상대적으로 쉽다는 영업용 화물자동차운송업의 특성에 기인한다는 의견이 지배적이다(신동선, 2002). 정부도 이러한 위탁관리제에 따른 경영 및 운송 효율성 저하 등의 문제점을 개선하기 위해 화물자동차 최소보유대수 기준 설정을 통해 운송업체의 직영화와 대형화 정책을 추진하였으나, 2004년 등록제에서 허가제로 전환하면서 폐지되었다.

그리고 국내 영업용 화물자동차운송업에 있어 중요한 특징 중 하나는 다단계 거래로서 이는 화주로부터 위탁받은 물류회사 또는 운송업체가 직접 운송 업무를 수행하지 않고, 다른 주선업체 또는 운송업체에게 화물운송업무를 재위탁함으로써 화주로부터 실제 화물을 운송하는 차주에 이르는 단계가 3단계 이상인 것을 의미한다. 하헌구 외(2003)에 의하면 일반 카고화물을 운송하는 차주는 이러한 다단계 거래 행위로 인해 화주가 지불한 운임의 60~70% 수준만을 지급받는 것으로 분석되고 있다.

정부에서도 도로화물운송의 다단계 거래 관행을 개선하고자 2004년 4월 화물자동차운송가맹사업을 추진하는 것을 골자로 한 화물자동차운수사업법 개정안을 공포 시행하고 있으며 다단계 거래 행위를 법으로서 금지하고 있지만, 국내의 영세한 지입차주와 운송 거래구조 특성상 아직도 행해지고 있다.[1] 2003년 5월 화물연대의 대규모 집단운송거부사태가 처음 발생한 이후 제도 개선을 통한 정부의 지속적인 노력에도 불구하고 매년 같은 행태가 재발되고 있는 데, 도로화물 운송에서의 위탁관리제와 다단계 거래 관행도 이와 적지 않은 관련성을 지닌다고 판단된다.

그러나 아직까지 국내에서는 개별 화물운전자들의 화물 운송실적을 이용한 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성 평가결과를 바탕으로 위의 위탁관리제와 다단계거래 등 규제적 요인들이 개별 화물운전자들의 생산 효율성에 어떠한 영향을 미치는 지 연구한 사례는 거의 존재하지 않는다.

본 연구에서는 2005년 1사분기부터 2009년 3사분기까지 영업용 화물자동차 운전자들의 개별 운송실적자료와 자료포락분석법(data envelopment analysis, 이하 DEA)을 적용하여 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성을 평가하고, 위탁관리제 및 다단계거래 등 규제적 요인들이 개별 화물운전자들의 생산 효율성에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하였다. 이를 통해 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성 증대를 위한 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

이후 본 연구의 구성은 다음과 같다. 우선 제2장에서는 도로화물운송업의 효율성 평가와 관련한 국내외 연구사례를 간략히 고찰하였다. 이어서 제3장에서는 개별 화물운전자들의 운송실적 자료를 이용하여 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성을 분석하고, 규제적 요인 등이 생산 효율성에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하기 위한 연구방법론을 제시하였다. 제4장에서는 실증분석을 위해 사용된 분석자료의 개요와 주요 특성들을 제시하였고, 제5장에서는 DEA 모형을 적용하여 영업용 도로화물운송업의 업종 및 품목별 생산 효율성을 분석하였고, 토빗모형(Tobit model)을 적용하여 규제적 요인(위탁관리제 및 다단계거래) 등이 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성에 어떠한 영향을 미치는 지를 분석하였다. 마지막으로 제6장은 결론 및 정책적 시사점으로 할애하였다.

1) 화물자동차 운송가맹사업이란 화물운송의 거래 단계를 축소 투명화하고, 개별 운송사업자들의 영업활동을 지원하기 위해 운송가맹 사업자가 화주로부터 물량을 확보하여 주선 및 위탁단계를 거치지 않고 전산망을 통해 가맹점(개별 운송사업자)에게 물량을 배정하는 것을 의미한다.

II. 국내외 연구사례

1. 국내 연구사례

국내에서 수행된 도로화물운송업 관련 생산 효율성을 측정한 대표적 연구사례는 민승기(1999), 박명섭 외(2003), 하헌구 외(2007), 그리고 임재경(2007) 등이 있다.

먼저 민승기(1999)에서는 Translog 비용함수를 이용하여 구역화물 운송업체와 노선화물 운송업체에 대해 보유차량 규모별로 기술적 및 규모의 비효율성, X-비효율성을 분석하고, 구역화물 운송업체와 노선화물 운송업체의 기술적 비효율성이 준고정요소와 어떠한 관계를 갖고 있는가를 분석하였다. 분석자료의 경우 1986~1996년에 걸친 총 135개의 구역화물 운송업체와 노선화물 운송업체 자료를 이용하였고, 투입변수로는 자본가격, 노동가격, 재료가격을 이용하였고, 산출변수로는 운송수입을 사용하였다. 그 결과, 구역화물 운송업의 기술적 비효율성은 화물터미널보다는 도로에 기인하고 있는 반면, 노선화물 운송업의 기술적 비효율성은 반대로 도로보다는 화물터미널에 기인한다는 결과를 도출하였다.

그리고 박명섭 외(2003)에서는 국내 50개 도로화물운송업체를 대상으로 한 조사자료와 DEA 모형을 이용하여 도로화물 운송업체들의 기술적 효율성과 규모 효율성을 분석하였다. 구체적으로 투입변수로는 노동비용, 자본비용, 운영비용, 자산 자료를 이용하였고, 산출변수로는 매출액과 경상이익 자료를 이용하였다. 그 결과, 기술적 효율성과 규모 효율성을 기준으로 한 4개의 집단으로 그룹화하여 개별 집단의 특징과 향후 전략방향을 제시하였다.

하헌구 외(2007)에서는 DEA-ANP 결합모형을 이용하여 우리나라 물류산업의 상대적인 효율성을 분석하였다. 본 연구에서는 국내 211개 물류기업에 대한 조사자료를 활용하였으며, 투입변수로는 종업원수, 고정자산, 자본총계, 운영비용을 이용하였고, 산출변수로는 매출액과 당기순이익을 사용하였다. 분석결과, 2003~2005년까지 국내 물류산업의 효율성 평균값은 0.175로서 현재 투입물의 17.5%만을 효율적으로 사용하고 있는 것으로 분석되었으며, 해상운송업이 우리나라 물류산업의 효율성에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

그러나 위의 연구들은 영업용 도로화물운송업의 생산효율성 평가측면에서 다음과 같은 한계점을 지니고 있다. 먼저 민승기(1999)의 경우 비교적 오래전에 수행된 연구로서 현재의 도로화물운송업의 업종 구분과 상이하여 연구결과의 시의성 및 활용 가능성이 떨어진다. 둘째, 위의 3개 연구들에서는 산출변수로서 주로 재무적 관점에서의 매출액과 운송수입 자료만을 이용하고 있어 운송업체들의 효율성 평가에 있어 도로화물운송업의 주요 산출물인 운송실적을 고려하지 못하고 있다. 셋째, 위의 연구들은 업체수준에서의 효율성만을 분석하고 있어 운송업체들의 운영 효율성에 대한 충분한 정보를 제공하지만, 실제 운송과정에서의 생산 효율성은 반영하지 못하고 있다. 마지막으로 위의 연구들은 국내 도로화물운송업의 문제점으로 지적된 규제적 요인들(위탁관리제와 다단계거래 등)이 운송업체의 효율성에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서는 어떠한 정보도 제공하지 못하고 있다.

마지막으로 임재경(2007)은 한국교통연구원 화물운송시장정보센터가 조사한 2006년도 3사분기 개별 화물운전자들의 운송실적자료를 이용하여 국내 화물자동차 운송산업의 운영, 수익 및 경영부문 효율성을 국내에서 처음으로 분석하였다는 점에서 그 의미가 크다고 할 수 있다. 그러나 위 연구에서는 비교적 짧은 기간의 자료만을 이용하고 있으며, 최종 표본자료(483개)를 추출하는 과정에서 조사자료(1,757개) 중 상당한 부분을 누락하고 있어 연구결과를 일반화하기에는 한계점을 지니고 있다. 또한 위탁거래제와 다단계거래 여부 등 규제적 요인들이 개별 화물운전자들의 생산 효율성에 어떠한 영향을 주는지에 대한 명확한 결과를 제시하지 못하고 있다.

2. 해외 연구사례

DEA 모형을 적용하여 교통산업 및 시설의 효율성을 분석한 해외 연구사례는 주로 버스, 철도, 항만, 공항 등을 대상으로 수행되었다(Cowie, 2002; Cantos et, al., 2000; Cullinane et, al., 2006; Chiou and Chen, 2006). 그러나 도로화물운송업의 효율성 평가와 관련한 해외의 연구사례는 그리 많지 않다. Hjalmarsson and Odeck(1996)에서는 DEA 모형을 이용하여 1983~1985년까지의 노르웨이 공로청 소속의 16.5톤 차량들을 대상으로 도로 건설 및 유지에 대한 효율성을 평가하였다. 본 연구에서는 투입변수로는 임금, 동력비, 타이어비, 유지관리비 등을 사용하였으며, 산출변수로는 운행거리와 운행시간을 이용하였다. 특히 이 연구에서는 화물차량

의 효율성에 영향을 미치는 요인으로서 지역적 특성과 적정한 산출량 측정, 그리고 차량의 연식과 모델 등의 중요성을 언급하였다.

III. 연구방법론 고찰

1. 생산 효율성 분석 : 자료포락분석법

1) 개요

자료포락분석법(data envelopment analysis, 이하 DEA)은 생산함수 또는 비용함수를 추정하는 모수적 접근법(parametric approach)과는 달리 실제 측정자료를 이용하여 개별 대상의 상대적 효율성을 측정하는 비모수적 접근법(non-parametric approach)이다.[2] DEA 모형은 개별 의사결정단위(decision making unit, 이하 DMU)의 기술적 효율성 평가에 적합한 분석방법으로서 개별 DMU별로 다양한 투입요소와 산출요소에 대한 적절한 가중치를 부여함으로써 개별 DMU의 상대적 효율성을 측정하는 비모수적 선형계획법이다(서상범, 2003).

DEA 모형은 1978년 Charnes, Cooper, and Rhodes 등에 의해 최초로 제시되었으며, 공공부문과 서비스산업과 같이 동질성이 강하면서 다수의 산출물을 생산하는 복잡한 생산구조를 가진 조직의 효율성을 평가하기 위해 널리 이용되었다.[3] DEA 모형은 ① 측정단위가 서로 다르고 다양한 투입요소와 산출요소로 구성된 생산단위의 효율성을 단일 지표로 나타낼 수 있으며, ② 확률분포를 가정하는 비용함수를 추정하는 회귀분석법과는 달리 관찰된 자료만을 이용하여 효율성 개선에 대한 유용한 정보를 제공할 수 있으며, ③ 투입요소와 산출요소에 대한 가중치를 직접 산정함으로써 사전적인 지식이나 가정을 최소화할 수 있고, ④ 생산단위의 지리적 위치와 경쟁 환경의 차이 등 질적 요소들도 고려할 수 있다는 장점을 지니고 있다.[4]

2) 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성 측정

경제학에서 효율성이란 “자원 배분적 효율성(resource allocation efficiency)”과 “기술적 효율성(technical efficiency)”으로 구분되며, 자원 배분적 효율성은 생산을 위해 투입되는 자원이 얼마나 사회가 필요로 하는 생산물의 생산을 위해 사용되는가를 의미하는 반면, 기술적 효율성은 투입물(input)에 대한 산출물(output)의 비율을 의미한다.

DEA 모형의 기본적인 개념은 전술하였듯이 평가하고자 하는 개별 DMU에 대한 과거의 실제 데이터를 이용하여, 각 DMU들 간의 상대적인 효율성을 측정하는 것인데, 여기서 효율성의 개념은 투입 대비 산출의 척도로서 생산성(productivity)의 개념과 유사하다.

그러나 다수의 투입요소를 투입하여 다수의 산출물을 생산하는 조직 활동의 성과 측정에 있어 가장 큰 문제점은 조직의 투입 및 산출에는 비화폐적인 요소와 화폐적인 요소가 동시에 다양하게 영향을 미치므로 하나의 비교 척도로 계산하는 것이 불가능하다는 것인데, DEA 모형은 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법론이다.

DEA 모형에서의 효율성은 다수의 투입요소와 산출요소를 가정할 때 총괄 투입 대비 총괄 산출의 비율로 총요소생산성(total factor productivity)을 의미하는데, 예를 들어 k개의 투입요소($x_1, x_2, \cdots, x_k$)를 이용하여 m개의 산출물($y_1, y_2, \cdots, y_m$)을 생산할 때, DEA 모형에서 정의하는 효율성은 식(1)과 같이 정의될 수 있다.

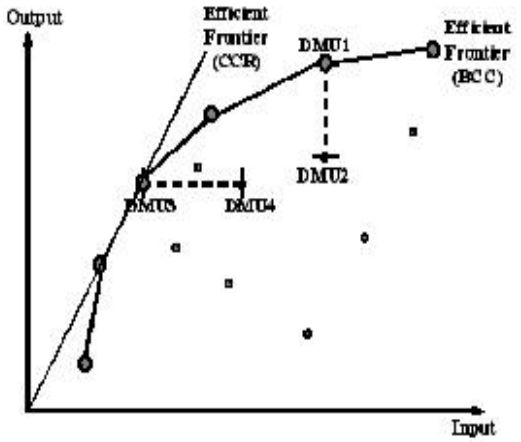
$$\text{효율성} = \frac{\text{총괄 산출}}{\text{총괄 투입}} = \frac{\sum_{j=1}^{m} v_j \cdot y_j}{\sum_{i=1}^{k} u_i \cdot x_i} \quad (1)$$

여기서, k는 투입요소의 수, m은 산출요소의 수, u_i와 v_j는 각각 투입요소와 산출요소의 가중치, x_i와 y_i는 각각 투입요소와 산출요소의 측정값을 의미한다. 위의 식에서 알 수 있듯이 효율성 평가를 위해서는 다수의 투

2) 생산 효율성 분석을 위한 연구방법론으로는 자료포락분석법 이외에도 함수적 접근법, 비율분석법 및 총생산성지수법 등이 존재하지만, ① 본 연구에서 이용하고 있는 분석자료가 비교적 단기자료이고, ② 투입 및 산출자료의 일부가 비화폐적인 요소를 지니고 있으며, ③ 일반화물, 개별화물, 용달화물 등 서로 다른 특성을 지닌 업종별 특성을 시기별로 구분하기 어렵기 때문에 본 연구에서는 자료포락분석법을 이용하였다.

3) 특히 도로화물운송업과 같은 서비스산업은 일반적인 제조기업과는 달리 서로 다른 환경을 지닌 여러 지역에 많은 수의 사업장을 운영하고 있어 개별 사업장별로 지리적, 경제적, 경쟁적 특성이 서로 다르기 때문에 공통적인 성과관리 기준을 적용하여 효율성을 평가하기가 어렵다.

4) 한편 DEA 모형은 ① 상대적 효율성만을 측정할 수 있으며, 절대적 효율성은 제시하지 못하며, ② 효율성 측정을 위해 사용되는 변수들에 따라 생산단위의 상대적 효율성 값이 달라질 수 있으며, ③ 효율성 측정에 있어 회귀분석에 비해 측정오차가 심하며, 통계적 가설 검증이 불가능하다는 단점도 지니고 있다.



<그림 1> 효율적 경계 상에서의 비교

입(산출)요소를 총괄 투입(산출)으로 결합하기 위해서는 투입요소와 산출요소에 대한 가중치가 결정되어야 한다. DEA 모형에서의 가중치 계산은 개별 DMU의 효율성 점수를 극대화하는 가중치를 선형계획법의 해로서 산정한다. 그리고 경험적으로 생산 가능한 최적의 효율성을 갖는 DMU들로 구성된 효율적 경계(efficient frontier)를 구성한 후에, 비효율적인 DMU들과 효율적 경계 상에 존재하는 가상 DMU 간의 효율성 비교를 통해 상대적 효율성을 측정한다.

<그림 1>에 제시되었듯이 DMU1과 DMU2는 동일한 양의 투입요소를 이용하고 있지만, DMU1의 산출량이 DMU2의 산출량보다 많으므로 DMU1이 DMU2에 비해 상대적으로 효율적임을 알 수 있다. 또한 DMU3과 DMU4는 동일한 산출량을 생산하고 있지만, DMU3이 DMU4에 비해 투입량이 적으므로 DMU3이 DMU4에 비해 상대적으로 더 효율적인 것으로 평가될 수 있다.

본 연구에서는 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성 평가를 위해 규모수익 불변(constant returns-to-scale, CRS)을 가정한 CCR(Charnes, Cooper and Rhodes, 1978) 모형을 이용하였다.[5] 예를 들어, CCR 모형은 먼저 투입 대비 산출이라는 효율성 개념을 직접적으로 나타내 주는 분수형에서 쌍대관계를 지니는 승수형, 그리고 선형계획법 적용을 위한 포락형 등으로 표현될 수 있다. 먼저 분수형으로 표현된 CCR 모형은 식(2)와 같이 표현된다.[6]

$$Max \quad \theta_0 = \frac{\sum_{j=1}^{m} v_j \cdot y_{j,0}}{\sum_{i=1}^{k} u_i \cdot x_{i,0}} \tag{2}$$

$$s.t. \quad \frac{\sum_{j=1}^{m} v_j \cdot y_{j,h}}{\sum_{i=1}^{k} u_i \cdot x_{i,h}} \le 1 \ (h = 1,2,\cdots,n)$$
$$u_i \ge \epsilon, \ v_j \ge \epsilon \quad for \ all \ i, j$$

그러나 식(2)는 비선형계획 알고리즘을 이용하여야 하며, 무한개의 해가 도출되므로 식(3)과 같이 승수형으로 선형화하여 분석하는 것이 바람직하다.

$$Min \quad \theta_0 = \sum_{i=1}^{m} u_j \cdot x_{i,0} \tag{3}$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^{m} v_j \cdot y_{j,0} = 1$$
$$\sum_{i=1}^{k} u_i \cdot x_{i,h} - \sum_{j=1}^{m} v_j \cdot y_{j,h} \le 0$$
$$u_i \ge \epsilon, \ v_j \ge \epsilon \quad for \ all \ i, j$$

식(3)은 산출지향(output-oriented) 승수형 CCR 모형이라 하며, 목적식과 제약식이 모두 일차식 형태로 구성되므로 선형계획 알고리즘을 이용하여 유일 해를 구할 수 있다. 위의 식(3)은 각각 쌍대변수 θ, λ와 여유변수(slack variable) S^+, S^-를 이용하여 선형계획법 적용을 위한 쌍대모형인 식(4)와 같이 전환할 수 있다. 식(4)에서 여유변수인 S^+와 S^-는 각각 투입부등식과 산출부등식에 관련된 비음수(semi-positive)를 의미한다.

$$Max \quad \theta \tag{4}$$

$$s.t. \quad -\sum_{h=1}^{n} \lambda_h \cdot y_{j,h} + \theta \cdot y_{j,0} + S_j^+ = 0 \quad for \ all \ j$$
$$\sum_{h=1}^{n} \lambda_j \cdot x_{i,h} - x_{i,0} + S_i^- = 0 \quad for \ all \ i$$
$$S_i^-, \ S_j^+, \lambda_h \ge 0 \quad for \ all \ i, j, h$$

5) 대표적인 DEA 모형은 규모에 대한 수익 불변(constant returns-to-scale, CRS)을 가정한 CCR(Charnes, Cooper and Rhodes, 1978) 모형과 CCR 모형에 볼록성 조건(convexity condition)을 제약식으로 추가한 BCC(Banker, Charnes and Cooper, 1984) 모형이 존재하는데, 위의 모형들은 생산가능집합의 규모수익 특성에 따라 DRS(decreasing returns-to-scale) -CCR(BCC) 모형과 IRS(Increasing Returns-to-scale)-CCR (BCC) 모형 등으로 확장될 수 있다(Cooper et, al., 1999).

6) ϵ은 아주 작은 양(+)의 상수값을 의미하며, 실증적으로 $10^{-6} \sim 10^{-5}$의 크기를 갖는다.

2. 영향요인 분석 : 토빗모형

1) 개요

본 연구에서의 DEA 모형을 적용한 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성 평가분석은 개별 화물자동차 운전자들의 실제 화물운송 실적자료를 바탕으로 한 것이다. 즉, 개별 운전자들이 화물운송실적, 운송수입, 순수입 등의 산출물을 생산하기 위해 이용된 투입요소(노동, 자본, 연료, 기타 투입요소 등)를 바탕으로 생산 효율성을 평가한 것이다.

따라서 본 연구에서는 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성 평가 결과를 바탕으로 개별 차주들의 개인, 차량 및 운송 특성변수 등 규제적 요인들이 생산 효율성에 어떠한 영향을 미치는 지를 분석함으로써 향후 정책방향 설정을 위한 시사점을 도출하고자 한다. 구체적으로 본 연구에서는 개별 차주들의 생산 효율성 차이를 설명하기 위해 위탁관리제와 다단계 거래 등의 규제적 요인 외에도 개인 특성변수(차주 여부, 운전경력 등), 차량 특성변수(적재톤수, 차령, 보험가입 등), 운송 특성변수(적재거리 운행비중, 적재율 등)를 이용하였다.

위에서 DEA 분석결과를 통해 도출된 개별 차주의 생산 효율성은 0과 1사이의 정량화된 값으로 표현되기 때문에 본 연구에서는 규제적 요인이 개인 차주들의 생산 효율성에 어떠한 영향을 미치는 지를 분석하기 위해 토빗모형(Tobit model)을 적용하였다.[7] 본 연구에서의 토빗모형은 효율성을 만족하는 점($c=1$)의 우측에서 절단된(right-censored) 모형으로 식(5)와 같이 표현할 수 있다.

$$y_i^* = x_i' \cdot \beta + \sigma \cdot \epsilon_i \qquad (5)$$

$$y_i = \begin{cases} y_i^* & (\text{if } y_i^* \le 1) \\ 1 & (\text{if } y_i^* > 1) \end{cases}$$

단, y_i^*는 잠재적 변수(latent variable)이고, y_i는 에너지 효율성 값(θ^*, β^*)이며, σ는 규모를 나타내는 모수, x_i'는 설명변수, ϵ_i는 표준정규분포를 따르는 확률 오차항을 의미한다. 여기서 추정모수 β와 σ를 추정하기 위한 로그-우도함수(log-likelihood function)은 식(6)과 같이 표현된다.

$$l(\beta, \sigma) = \sum_{i=1}^{N} \log\left[f((y_i - x_i' \cdot \beta)/\sigma) \cdot 1(y_i < 1)\right] + \log\left[1 - F((1 - x_i' \cdot \beta)/\sigma) \cdot 1(y_i = 1)\right] \qquad (6)$$

여기서 f와 F는 각각 확률변수 ϵ의 확률밀도함수와 확률누적함수를 의미한다.

Ⅳ. 분석자료 개요 및 주요 특성

1. 분석자료 개요

화물운송시장실태조사(차주부문)는 2003년 물류대란을 계기로 화물운송시장 및 물류산업의 선진화가 국가경쟁력 확보에 있어 중요한 정책적 과제로 제기됨에 따라 2005년 1사분기부터 분기별로 시행되어 왔으며, 화물운송시장관련 DB의 체계적인 생산과 주기적이고 전문적인 분석을 통해 관련 정책에 활용되어 왔다.[8] 화물운송실태조사(차주부문)의 주요 목적은 현재 국가교통DB 조사를 통해 수행되고 있는 물류현황조사에서 파악할 수 없는 차량운행 특성 및 운임변화 등 다양한 화물운송시장의 경제적 상황을 파악하는 것이다.

<표 1> 분석자료 표본 수

구분		전체	일반화물	개별화물	용달화물
2005년	1/4분기	1,344	838	294	212
	2/4분기	1,377	842	280	255
	3/4분기	1,377	924	251	202
	4/4분기	1,317	809	277	231
2006년	1/4분기	1,806	1,231	304	271
	2/4분기	1,735	1,211	264	260
	3/4분기	1,363	882	238	243
	4/4분기	1,651	1,077	328	246
2007년	1/4분기	1,820	1,229	345	246
	2/4분기	1,679	1,130	353	196
	3/4분기	1,651	1,128	362	161
	4/4분기	1,658	1,103	355	200
2008년	1/4분기	1,810	1,213	340	257
	2/4분기	1,694	1,126	300	268
	3/4분기	1,727	1,190	288	249
	4/4분기	1,778	1,194	298	286
2009년	1/4분기	2,547	1,663	516	368
	2/4분기	2,467	1,547	507	413
	3/4분기	2,529	1,657	504	368

7) 본 연구에서와 같이 종속변수가 0과 1사이의 값으로 절단된 경우 최소좌승법(OLS)을 이용하게 되면 일반적으로 추정결과에 있어 편의(bias)가 발생하므로 Tobit 모형을 이용하였다.

8) 화물운송시장실태조사는 조사사업의 취지 및 중요성 확대에 따라 2007년부터 운송 및 주선업체 조사로 확대되어 왔으며, 2010년부터는 화주업체 조사도 수행될 예정이다.

조사대상은 영업용 화물차량을 운행하는 개별 차주이고, 업종별로는 일반·개별·용달(택배포함) 화물차주로 구성되어 있으며, 품목별로는 컨테이너, 시멘트, 유류, 철강, 기타화물 등으로 구성되어 있다. 조사방식은 전문 리서치기관의 조사원에 의해 직접 현장에서 일대일 면접조사(personal interview) 방식으로 수행되고 있으며, 조사지점은 주요 운송품목의 운송특성을 고려하여 항만 컨테이너 터미널, ICD, 저유소, 트럭터미널, 고속도로 화물차휴게소, 용달 공동사업장에서 조사를 수행하고 있다(정승주 외, 2007).

2. 분석자료의 주요 특성

본 연구에서는 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성 평가를 위해 화물운송시장실태조사 자료들 중 다음과 같은 자료들을 이용하였다. 우선 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성을 평가하기 위해서는 투입변수와 산출변수에 대한 자료가 요구된다. 따라서 본 연구에서는 다음과 같은 기준을 이용하여 <표 2>와 같이 투입변수와 산출변수 자료를 구축하였다.

먼저 노동(L) 변수는 실제 화물운송에 투입된 노동투입량만을 고려하기 위해 운행 외 업무시간을 제외한 노동시간을 이용하였다. 특히 자본비용(K) 변수값은 차량 구입비용, 월 할부금, 제세공과금 및 보험료 등의 자료를 이용하여 월평균 차량 자본비용을 산정하였으며, 특히 차량자본비용은 화물차량을 할부로 구입한 경우 지불한 월평균 차량할부금과 보험료, 그리고 제세공과금(자동차세 등)도 포함하였으며, 분석의 엄밀성을 위해 차량 프리미엄을 포함한 경우와 포함하지 않은 경우를 구분하여 자본비용을 산정하였다. 또한 연료(E) 변수는 화물자동차 운송을 위해 투입된 실제 연료 사용량을 활용하였다. 이 외에도 기타 투입요소(M) 변수는 유지수리비와 타이어비 등을 포함한 유지관리비(M_1)와 지입료와 주선료 등의 알선료(M_2), 그리고 마지막으로 통행료, 주차비, 숙박비, 기타 지출비용 등을 포함한 기타 비용(M_3) 등을 포함하였다.

마지막으로 화물자동차 운송에 의한 최종 산출물(Y) 변수는 월평균 화물운송량과 적재 운송거리를 곱하여 산출한 실제 화물운송실적(Y_1)과 운송수입(Y_2), 그리고 운송 순수입(Y_3) 등으로 구분하여 분석에 이용하였다.

또한 본 연구에서는 전술한 바와 같이 위의 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성 평가 결과를 토대로 위탁관리제 및 다단계거래 등의 규제적 요인이 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성에 어떠한 영향을 미치는 지를 분석을 위해 <표 3>과 같이 개인 특성변수(지입차주 여부, 운전경력 등), 차량 특성변수(적재톤수, 차령, 적재물 보험가입 여부 등), 운송 특성변수(운송거리, 거래단계 수, 적재운행 거리율, 적재율 등) 등의 자료들을 이용하였다. 여기에서 지입차주 여부는 화물운전자가 위탁관리제를 행하는 지를 나타내는 변수이며, 거래단계 수는 다단계 거래 여부를 나타내는 변수를 의미한다.

<표 2> 생산 효율성 평가를 위한 자료 특성

구분	세구분	내용	단위
투입물	노동(L)	월평균 노동시간 (운행 외 업무시간 제외)[9]	시간/월
	자본(K)	차량 구입비용 및 기타 자본비용	만원/월
	연료(E)	월평균 연료 사용량	리터/월
	기타 투입요소 (M)	유지관리비(M_1)	만원/월
		지입료 및 주선료(알선료)(M_2)	만원/월
		기타 투입요소 비용(M_3) =숙박비, 통행료, 주차비 등	만원/월
산출물	산출물 (Y)	화물 운송실적(Y_1)	톤·㎞/월
		운송수입(Y_2)	만원/월
		순수입(Y_3)	만원/월

<표 3> 영향요인 분석을 위한 자료 특성

구분	세구분	내용	단위
개인 특성 변수	지입차주 여부 ($Geip$)	차량 지입 여부 (예=1, 아니오=0)	Dummy
	운전경력 ($Career$)	화물자동차 운송경력	년
차량 특성 변수	적재톤수 ($Capacity$)	차량 적재톤수	톤
	차령 ($Carage$)	차량연식을 고려한 차령	년
	적재물보험가입 여부($Insur$)	적재물 보험가입 여부 (예=1, 아니오=0)	Dummy
운송 특성 변수	운송거리 ($Dist$)	월평균 운송거리	㎞
	거래단계 수 ($Step$)	화주로부터 운송거래 단계 수	단계
	적재운행 거리율($Dload$)	월평균 운송거리 대비 적재거리 운행 비중	%
	적재율 ($Load$)	평균 적재율 (실제 적재톤수/차량 적재톤수)	%

9) 운행 시간을 제외한 모든 업무시간(예를 들어 상·하차작업, 배차대기시간, 차량점검시간 등을 포함)

Ⅴ. 실증분석결과

1. 생산 효율성 분석결과

본 연구에서는 2005년 1사분기부터 2009년 3사분기까지 영업용 화물자동차 운전자들의 실제 화물운송 실적을 바탕으로 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성을 분석하였다. 전술한 바와 같이 본 연구에서는 자료포락분석법인 CCR 모형을 적용하여 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성을 분석하였다.

구체적으로 식(1)~식(4)을 이용하여 자료포락분석법을 적용하였으며, 투입요소는 노동투입시간(L), 차량자본비용(K), 연료사용량(E), 기타비용(M) 등을 이용하였으며, 산출요소로는 운송실적(Y_1), 운송수입(Y_2), 순수입(Y_3) 등을 이용하였다.

GAMS 프로그램을 이용하여 DEA 모형을 분석한 결과, 영업용 도로화물운송업의 업종 및 품목별 생산 효율성은 <표 4> 및 <표 5>와 같이 분석되었다.

<표 4>에 의하면 업종 전체의 생산 효율성은 2005년 0.311~0.356에서 2006년 0.405~0.426으로 소폭 증가했다가 2007년 0.260~0.277로 대폭 감소한 후, 2008년 0.552~0.595로 대폭 증가하였고, 2009년에는 2006년 수준인 0.406~0.465 수준으로 회귀하였음을 알 수 있다. 구체적으로 업종별로 살펴보면 이러한 시계열적 추세는 전반적으로 유사한 형태를 보이고 있으나, 개별화물과 용달화물보다는 일반화물의 생산 효율성이 가장 높은 것으로 분석되고 있다.

그리고 <표 5>에 의하면 품목별 생산 효율성은 시간의 추세와 상관없이 철강화물의 생산 효율성이 가장 높고, 유류화물의 생산 효율성이 가장 낮은 것으로 평가되었다. 특히, 전체 화물 품목별 생산 효율성은 2007년에 가장 낮은 수준을 나타내고 있으며, 2008년에 가장 높은 수준을 보이고 있음을 알 수 있다. 그리고 이러한 품목별 생산 효율성의 격차는 2005년, 2007년, 2009년보다는 2006년과 2008년에 큼을 알 수 있다.

2. 영향요인 분석결과

본 연구에서는 영업용 화물운전자들의 생산 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 식(5)와 식(6)을 이용하여 토빗모형을 추정하였다.

구체적으로 자료포락분석법 중 CCR 모형을 이용한 도출된 생산 효율성 지수를 종속변수로 이용하였고, 설명변수는 <표 3>에 제시되어 있는 개인 특성변수(지입차주 여부, 운전경력 등), 차량 특성변수(적재톤수, 차령, 적재물 보험가입 여부 등), 운송 특성변수(운송거리, 거래단계 수, 적재운행 거리율, 적재율 등) 등의 자료들을 이용하였다.

<표 4> 업종별 생산 효율성 분석결과

구분		전체		일반화물	개별화물	용달화물
		표본수	평균			
2005년	1/4분기	1,344	0.356	0.356	0.347	0.368
	2/4분기	1,377	0.311	0.330	0.277	0.285
	3/4분기	1,377	0.333	0.343	0.308	0.320
	4/4분기	1,317	0.327	0.337	0.311	0.310
2006년	1/4분기	1,806	0.422	0.465	0.351	0.310
	2/4분기	1,735	0.426	0.474	0.333	0.298
	3/4분기	1,363	0.405	0.456	0.346	0.278
	4/4분기	1,651	0.419	0.464	0.365	0.292
2007년	1/4분기	1,820	0.277	0.287	0.251	0.260
	2/4분기	1,679	0.260	0.265	0.242	0.261
	3/4분기	1,651	0.271	0.280	0.256	0.245
	4/4분기	1,658	0.274	0.289	0.255	0.226
2008년	1/4분기	1,810	0.555	0.557	0.561	0.538
	2/4분기	1,694	0.554	0.567	0.532	0.524
	3/4분기	1,727	0.595	0.610	0.578	0.544
	4/4분기	1,778	0.552	0.569	0.528	0.505
2009년	1/4분기	2,547	0.406	0.421	0.394	0.352
	2/4분기	2,467	0.465	0.490	0.444	0.397
	3/4분기	2,529	0.411	0.431	0.390	0.350

<표 5> 품목별 생산 효율성 분석결과

구분		전체	컨테이너	시멘트	유류	철강	기타화물
2005년	1/4분기	0.356	0.369	0.358	0.292	0.386	0.361
	2/4분기	0.311	0.354	0.321	0.251	0.378	0.296
	3/4분기	0.333	0.355	0.340	0.246	0.408	0.332
	4/4분기	0.327	0.353	0.325	0.265	0.388	0.322
2006년	1/4분기	0.422	0.446	0.483	0.349	0.571	0.383
	2/4분기	0.426	0.487	0.473	0.357	0.601	0.373
	3/4분기	0.405	0.471	0.453	0.353	0.535	0.368
	4/4분기	0.419	0.468	0.503	0.345	0.513	0.388
2007년	1/4분기	0.277	0.308	0.287	0.220	0.351	0.262
	2/4분기	0.260	0.268	0.263	0.214	0.301	0.260
	3/4분기	0.271	0.275	0.253	0.202	0.327	0.275
	4/4분기	0.274	0.289	0.251	0.229	0.351	0.267
2008년	1/4분기	0.555	0.553	0.511	0.477	0.645	0.567
	2/4분기	0.554	0.590	0.546	0.458	0.678	0.544
	3/4분기	0.595	0.616	0.589	0.532	0.694	0.579
	4/4분기	0.552	0.591	0.592	0.468	0.630	0.535
2009년	1/4분기	0.406	0.430	0.392	0.358	0.456	0.401
	2/4분기	0.465	0.499	0.458	0.419	0.502	0.460
	3/4분기	0.411	0.445	0.380	0.374	0.478	0.401

그리고 분석결과의 활용성을 제고하기 위해 설명변수들 중 더미변수와 카테고리변수가 아닌 경유가격($Poil$), 운전경력($Career$), 적재톤수($Capacity$), 차령($Carage$), 운송거리($Dist$), 적재운행 거리율($Dload$), 적재율($Load$) 등은 대수형태(logarithmic form)로 변환하여 분석하였다. 이 외에도 자료들의 시계열적 특성을 반영하기 위해 시간변수($Time$)를 추가적으로 포함하였고, 자료들의 이분산성(Heteroscedasticity)을 고려하여 모형을 추정하였다.[10][11]

영업용 화물운전자들의 생산 효율성 지수를 종속변수로 한 모형 추정결과는 <표 6>에 제시되어 있다. 추정된 모형의 모든 추정계수들은 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하였으며, 토빗모형의 적합성을 나타내는 규모모수(scale paprameter)인 σ 변수의 추정값도 유의한 것으로 분석되었다.

그리고 예상한 바와 같이 적재운행 거리율($Dload$)과 적재율($Load$)에 대한 추정계수들은 모두 양(+)으로 분석되었다. 예를 들어, 적재율($Load$) 변수에 대한 추정계수의 부호가 양(+)이라는 사실은 화물차량의 적재율이 높을수록 투입요소인 노동투입시간(L), 차량자본비용(K), 연료사용량(E), 기타 투입요소 비용(M) 등과 산출요소인 운송실적(Y_1), 운송수입(Y_2), 순수입(Y_3)을 기준으로 한 생산 효율성이 높다는 것을 의미한다. 한편 위탁거래제와 다단계거래 등 규제적 요인이 영업용 도로화물운송업에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하기 위해 설정된 거래단계 수($Step$)와 지입차주 여부($Geip$)에 대한 추정계수들은 모두 음(-)으로 분석되었다. 이것은 위탁거래제와 다단계거래는 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성에 부정적인 영향을 준다는 것을 의미한다.

또한 최근일수록, 경유가격이 높을수록, 지입차량이 아닐수록, 운전경력이 낮을수록, 적재톤수가 클수록, 차령이 많을수록, 적재물 보험 가입대상일수록, 운송거리가 클수록, 적재운행 거리율과 적재율이 높을수록 화물자동차 운전자들의 생산 효율성이 높은 것으로 분석되었다.

위에서 경유가격, 지입차량 여부, 운전경력, 차령, 적재물 보험 가입대상 여부 변수 등의 영향요인들에 대한 분석결과는 이론의 여지가 있을 수 있으나, 이에 대한 설명은 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서 생산 효율성 평가를 위해 사용한 연료변수는 <표2>에서 알 수 있듯이 연료비용이 아닌 실제 연료사용량이다. 따라서 경유가격이 오를 경우 화물운전자는 동일한 연료 사용에 대한 지출비용이 더 커지고 좀 더 효율적으로 화물운송을 하게 될 유인을 가지므로 생산 효율성에 정(+)의 영향을 미친 것으로 해석된다. 둘째, 본 연구에서의 생산 효율성 평가를 위한 자료포락분석에서 산출변수는 화물운송실적 외에도 운송수입과 순수입을 포함하고 있다. 따라서 지입차량인 경우 지입료 지불 등으로 기타 투입비용은 커지고 순수입은 작아지기 때문에 상대적으로 생산 효율성이 낮게 분석된 것으로 판단된다. 셋째, 운전경력은 노동의 질을 반영하는 숙련도라고 생각할 수도 있으나, 운전경력이 많을수록 운전자의 연령이 높기 때문에 단위시간당 노동생산성은 감소하므로 생산 효율성에 음(-)의 영향을 미친 것으로 판단된다.[12] 넷째, 차령에 대한 추정부호는 에너지 효율성 측면에서는 음(-)의 값이 명확하

<표 6> 영향요인 분석모형 추정결과

변수명	추정계수	표준오차	t-values
상수항	-2.9595	0.0443	-66.84
시간($Time$)	0.0043	0.0002	26.55
경유가격($Poil$)	0.3179	0.0056	56.81
지입차주 여부($Geip$)	-0.0134	0.0028	-4.86
운전경력($Career$)	-0.0051	0.0010	-4.94
적재톤수($Capacity$)	0.0237	0.0012	20.36
차령($Carage$)	0.0182	0.0011	16.52
적재물 보험가입 여부($Insur$)	0.0075	0.0020	3.71
운송거리($Dist$)	0.0408	0.0019	21.91
거래단계 수($Step$)	-0.0087	0.0014	-6.30
적재운행 거리율($Dload$)	0.1048	0.0032	32.57
적재율($Load$)	0.0432	0.0031	13.89
scale parameter(σ)	0.1429	0.0006	250.36

10) 본 실증분석 자료는 분기자료이기 때문에 시간변수(Time)의 입력값은 최초 2005년 1사분기 값을 1로 설정한 후, 이후 분기값을 시계열에 따라 2, 3, 4, …, 19의 순으로 입력하여 분석하였다.

11) Tobit 모형 추정을 위한 분석자료들은 업종별로 화물자동차 톤급이 현저히 다르며 설명변수 자료값(예, 적재톤수 및 운송거리)도 업종별로 큰 차이를 보일 수 있다. 이에 따라 Tobit 모형 추정시 추정모형의 잔차항은 이분산을 가질 수 있으므로 본 연구에서는 Huber/White가 제안한 quasi-maximum likelihood (QML)를 이용하여 robust standard error를 도출하였다.

12) 이러한 이유로 인해 추정모형 설명변수에서 운전자의 연령변수는 제외하였다.

지만, 본 연구에서의 생산 효율성 분석은 연료뿐만 아니라 운전자의 노동(운행시간), 자본(차량 구입비용 및 기타 자본비용) 및 차량유지에 따른 기타비용 등이 종합적으로 투입물로 고려되기 때문에 차령이 크면 자본비용이 감소하므로 상대적으로 생산 효율성에 정(+)의 영향을 미칠 수 있다. 분석결과에 의하면 차령 증가에 의한 에너지 소비 증가 등 음(-)의 효과보다 자본비용 감소 등 정(+)의 효과가 상대적으로 더욱 커서 결과적으로 추정계수가 정(+)의 부호가 도출된 것으로 판단된다. 마지막으로 적재물 보험은 시멘트 등 벌크화물보다는 적재화물의 가치가 상대적으로 큰 철강과 컨테이너 등의 품목을 운송하는 화물차량이 가입하며, 이에 따라 운송수입도 상대적으로 클 수 있어 생산 효율성이 더 높게 분석된 것으로 해석된다.

그리고 위에서의 추정결과를 이용하여 토빗모형에서의 적재율($Load$) 변수에 대한 한계효과(marginal effect)를 추정한 결과는 0.0284으로서, 이것은 영업용 화물자동차의 적재율을 1% 증가시킬 경우 생산 효율성이 0.0284% 증가함을 의미한다.[13]

<표 7>은 개별 추정변수들의 생산 효율성에 대한 한계효과를 제시하고 있다. 경유가격($Poil$) 변수의 생산 효율성에 대한 한계효과가 0.2093으로 가장 커서 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성 개선을 위해서는 유가 상승에 따른 에너지 효율성 제고 노력이 무엇보다도 중요함을 알 수 있다.

<표 7> 주요 영향요인들의 생산 효율성에 대한 한계효과

변수명	한계효과
경유가격($Poil$)	0.2093
지입차주 여부($Geip$)	-0.0088
운전경력($Career$)	-0.0034
적재톤수($Capacity$)	0.0156
차령($Carage$)	0.0120
적재물 보험가입 여부($Insur$)	0.0049
운송거리($Dist$)	0.0268
거래단계 수($Step$)	-0.0058
적재운행 거리율($Dload$)	0.0690
적재율($Load$)	0.0284

지입 차량여부($Geip$)와 거래단계 수($Step$)의 추정계수(한계효과)는 모두 음(-)으로 분석되어 현재 영업용 도로화물운송업에서 관행처럼 행해지고 있는 지입제와 다단계거래는 생산 효율성에 부정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

Ⅵ. 결론 및 정책 제언

본 연구에서는 한국교통연구원 화물운송시장정보센터에서 조사한 2005년 1사분기부터 2009년 3사분기까지의 개별 화물운전자들의 화물운송 실적자료를 이용하여 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성을 평가함과 동시에 영향요인들을 분석하였다.

구체적으로 DEA 모형 중 CCR 모형을 적용하여 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성을 업종 및 품목별로 구분하여 분석하였으며, 토빗모형을 이용하여 규제적 요인을 포함하여 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성에 영향을 미치는 요인들을 분석하였다.

본 연구의 실증분석결과를 토대로 향후 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성 제고를 위해 다음과 같은 정책적 시사점을 도출하였다. 무엇보다도 향후 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성을 제고하기 위해서는 적재운행 거리율과 적재율을 높이는 노력이 필요하다. 이를 위해서는 복합물류터미널, 물류단지, 공동집배송센터 등 공공물류시설의 지속적 개발을 통해 물류 공동화 노력을 지속하여야 한다. 둘째, 현재 관행처럼 행해지고 있는 위탁관리제(지입제)와 다단계거래를 줄이는 것이 바람직하다. 특히, 다단계거래 수의 축소를 위해서는 종합물류정보망 구축 및 화물가맹사업의 확대 등이 필요할 것으로 판단된다.

마지막으로 본 연구의 한계점 및 향후 연구방향은 다음과 같다. 본 연구에서는 다기간의 영업용 화물자동차 운전자들의 개별 운송실적자료를 이용하여 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성을 평가함과 동시에 영향요인들을 분석하였으나, 품목 및 연도별 생산 효율성의 편차가 존재하는 이유에 대해서는 논리적으로 설명하지 못하고 있다. 이러한 한계점은 영업용 도로화물운송업의 생산 효율성 평가를 위해 본 연구에서 적용한 자료포락분석법이 투입변수와 산출변수의 선택에 따라 평가결과가 달라질 수 있다는 점과 국내 영업용 도로화물운송업의 관련 제도 및 산업구조의 복잡성에 기인한다. 따라서 향

13) OLS 모형과는 달리 토빗모형에서의 추정계수는 한계효과를 나타내지 않으며, 계산식 $\beta \cdot \Phi(\beta x/\sigma)$를 이용하여 추정할 수 있다(Green, p.910).

후 연구에서는 영업용 도로화물운송업에 대한 업종 및 품목별 산업구조분석이 수행될 필요성이 있다.

알림 : 본 논문은 2009년 화물운송시장정보센터 연구사업(한국교통연구원)에서 수행된 연구내용 중 일부 내용을 수정·보완하여 작성한 것이다.

참고문헌

1. 민승기(1999), “구역화물 운송업과 노선화물 운송업의 효율성 특징 비교”, 로지스틱스연구, 제7권 제2호, 한국로지스틱스학회, pp.5~25.
2. 박만희(2008),「효율성과 생산성 분석」, 한국학술정보(주).
3. 박명섭·안영효(2003), “DEA-AR모형을 이용한 우리나라 도로화물운송업체의 효율성 분석”, 한국SCM학회지, 제3권 제2호, 한국SCM학회, pp.61~68.
4. 서상범(2003), “성과측정 의사결정지원 시스템 개발에 관한 연구”, 고려대학교 박사학위논문.
5. 신동선(2002), “화물자동차운송산업의 규제완화 효과와 정책방향”, 규제연구, 제11권 제2호, 한국규제학회·한국경제연구원, pp.59~86.
6. 신동선(1995), “화물자동차운송사업자와 운전자 간의 위탁관리(지입)계약의 효율성 분석”, 교통개발연구, 제2권 제3호, 한국교통연구원, pp.51~63.
7. 임재경(2007), “한국 화물자동차 운송산업의 효율성 분석”, 서울대학교 박사학위논문.
8. 정승주·권혁구·임동민·허진수(2007),『화물자동차운송시장실태조사를 활용한 시장평가지표 개발방향』, 한국교통연구원.
9. 하헌구·최아영(2007), “우리나라 물류산업의 효율성 분석: DEA-ANP(Data Envelopment Analysis-Analytic Network Process)의 적용”, 대한교통학회지, 제25권 제3호, 대한교통학회, pp.55~63.
10. 하헌구·김용진(2003),『물류부문의 온라인 중개서비스 활성화 방안』, 한국교통연구원
11. Cantos, P., J.M. Pastor, Serrano, L.(2000), “Efficiency measures and output specification: the case of European railways”, Journal of Transportation and Statistics, 3(3), pp.61~68.
12. Chiou, Y.C. and Y.H. Chen(2006), “Route-based performance evaluation of Taiwanese domestic airlines using data envelopment analysis”, Transportation Research Part E, 42(2), pp.116~ 127.
13. Cooper, W.W., L.M. Seiford, and K. Tone(1999), Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Application, Reference and DEA-Solver Software, Kluwer Academic Publishers.
14. Cowie, J.(2002), “Acquisition, efficiency and scale economics: an analysis of the British bus industry”, Transport Reviews, 22, pp.147~157.
15. Cullinane, K., Wang, T.F., Song, D.W., and Ji, P.(2006), “The technical efficiency of container ports: comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis”, Transportation Research Part A, 40, pp.354~374.
16. Greene, W.H.(2000), Econometric Analysis, Prentice Hall International, Inc.
17. Hjalmarsson, L. and J. Odeck(1996), “Efficiency of trucks in road construction and maintenance: An evaluation with data envelopment analysis”, Computers & Operations Research, 23(4), pp.393~404.

♧ 주 작 성 자 : 한상용
♧ 교 신 저 자 : 한상용
♧ 논문투고일 : 2010. 6. 20
♧ 논문심사일 : 2010. 8. 28 (1차)
2010. 9. 4 (2차)
♧ 심사판정일 : 2010. 9. 4
♧ 반론접수기한 : 2011. 2. 28
♧ 3인 익명 심사필
♧ 1인 abstract 교정필