

## 확률변경분석을 이용한 공공서비스 조직의 효율성 분석

신종섭<sup>1</sup> · 김현정<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>한국도로공사, <sup>2</sup>상지영서대학교 경영과

### Efficiency Analysis of Public Service Organizations Using Stochastic Frontier Analysis

Jong Seop Shin<sup>1</sup> · Hyun Jung Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Korea Expressway Corporation, <sup>2</sup>Sangji Youngseo College

#### ■ Abstract ■

An organization must restructure itself once it makes outsourcing decisions. Outsourcing is a strategy that a company adopts to direct internal efforts into strengthening its core business processes while contracting other companies for strategically less critical tasks thereby improving organizational production efficiency, and the strategy inevitably involves organizational restructuring. While public service organizations have increasingly embraced outsourcing as well, only a handful of studies analyze the change in efficiency from organizational restructuring. Therefore, this study uses Stochastic Frontier Analysis (SFA) to test whether efficiency improved in Korea Expressway Corporation's restructured branch offices. Korea Expressway Corporation evaluated and grouped its branches based on road extensions management, traffic volume, the number of snow days, road deterioration, and the number of junctions to differentially allocate its personnel and budget. The extent of efficiency improvement in each group was compared, and results show that inefficiency did not exist in any of the groups. The efficiency index among the three group categories was similar across the board: 9 offices in the A-group with its expanded personnel and budget had an efficiency index of 0.954, 12 offices in the B-group with unchanged personnel and budget conditions had an index of 0.950, and 12 offices in the C-group with reduced personnel and budget had an index of 0.937. SFA facilitates efficiency analyses because it does not require pre-restructuring data. This study is easy to apply in practice and empirically tests efficiency improvement in organizational restructuring based on data collected from all the branch offices in Korea Expressway Corporation.

Keywords : Efficiency, Stochastic Frontier Analysis(SFA), Public Service Organizations, Outsourcing, Organizational Restructuring

## 1. 서 론

공공서비스 조직을 기능 면에서 살펴보면, 정책 개발, 사업 설계, 서비스 전달의 세 가지 수준을 지닌다. 제 1수준인 정책 개발은 공공서비스의 전반적인 정책, 우선순위, 조직의 역할과 구조에 대하여 결정하는 것이고, 제 2수준인 사업 설계는 정책을 집행하기 위한 사업을 설계하고 서비스 전달방식을 선택하는 것이며, 제 3수준인 서비스 전달은 서비스 전달체계를 직접 운영하는 것이다[22, 38].

그동안 공공서비스 조직은 한 조직 내에서 정책 개발, 사업 설계 및 서비스 전달을 통합하는 방식으로 운영해왔다. 그러나 세 가지 기능을 한 조직에서 수행하는 포괄형 조직은 이를 분리하여 운영하는 분리형 조직보다 가치 및 목표 갈등의 문제[33], 상호 간의 공조로 인한 문제[13]가 많이 발생된다. 이에 따라 공공서비스의 효율적 운영을 위한 대안으로 기존의 한 조직에서 실시하던 기능 중 일부분을 민간 기업에 아웃소싱(Outsourcing)하는 전략이 제시되었다. 아웃소싱은 전략적으로 중요도가 낮은 업무를 외부에 위탁함으로써 비용 및 위험을 감소시키려는 경영전략이다[18, 27]. 즉, 기업의 핵심 업무는 자체적으로 실시하여 강화하고 그 외의 업무는 외부 기업에 의뢰하여 조직의 경비 절감과 효율화를 추진하는 전략이다. 이러한 아웃소싱 전략은 과거에는 영리를 추구하는 기업에서 주로 이루어졌지만, 최근에는 점차 공공서비스 분야에서도 활발해지고 있다[1, 32]. 공공서비스 분야에서의 아웃소싱은 민간위탁 방식으로 운영되는데, 이 방식은 민간 기업이 공공서비스 조직을 대신하여 서비스를 제공하고 그 대신 보상을 받는 형태를 의미한다[19, 21, 32]. Prager[31]는 공공서비스 조직은 아웃소싱을 통해 효율성, 탄력성, 대응성을 향상시킬 수 있다고 주장하였다.

본 연구의 사례가 되는 한국도로공사의 경우, 기존에 직접 하던 업무를 민간에 위탁함에 따라 서비스 전달 조직인 지사의 조직재설계가 필요하게 되어 지사등급제를 실시하였다. 이러한 지사등

급제는 그 평가 결과에 따라 인원 및 예산 배정에 차이를 두는 등 파급효과가 크지만, 조직재설계의 효과를 실증적으로 살펴본 연구는 아직 매우 부족하다. 이에 따라 본 연구는 크게 두 가지 목적을 지닌다.

첫째, 공공서비스 조직의 민간위탁이 효율성을 향상시키는지 분석할 수 있는 확률변경분석(SFA : Stochastic Frontier Analysis) 기법을 제안함으로써 효율성 연구에 공헌하고자 한다. 효율성은 투입물 대비 산출물의 비율을 측정하는 것으로 기업의 생산성 혹은 수익성을 판단하는 중요한 지표이므로, 공공서비스 조직은 효율성 평가 결과를 바탕으로 경영 진단과 개선을 할 수 있다[8]. 이와 같이 공공서비스 조직의 효율성 평가는 매우 중요한 문제이고 이를 위한 평가 방법을 개발해야 되지만[6], 기존에는 과거 데이터를 필요로 하는 자료포락분석(DEA : Data Envelopment Analysis)이 주로 이용되었다. 그러나 실무적으로 공공서비스 조직 중에서 정책 개발 또는 사업 설계를 담당하는 조직에서는 과거 데이터를 체계적으로 관리해오기도 하지만, 서비스 전달을 담당하는 조직에서는 과거 데이터가 누락된 곳이 많다. 따라서 본 연구는 공공서비스 조직들이 과거 데이터를 축적하지 않았더라도 효율성이 향상되었는지를 분석할 수 있는 SFA 기법을 제안함으로써 공공서비스 조직이 실무적으로 쉽게 활용할 수 있도록 하고자 한다.

둘째, 한국도로공사 지사들의 실제 데이터를 이용하여 아웃소싱 후 기업의 효율성이 향상되었는지에 관한 기업변화 사례를 분석함으로써 경영자에게 전략적 방향을 제시하고자 한다. 국내 공공서비스 조직에 관한 선행연구들은 대부분 행정조직[2], 정부출연 연구기관[4], 국내 지방공사[6] 등의 기관별 효율성을 비교하는데 치중하였다. 그러나 본 연구는 특정한 공공서비스 조직이 아웃소싱한 후에 효율성이 향상되는지 살펴봄으로써, 최근에 점차 증가하고 있는 민간위탁의 성과를 분석할 것이다. 이를 통해 공공서비스 조직들의 효율성을 단순히 비교하는 선행 연구들의 연구 범위를 확장하여 공공

서비스 조직의 효율성을 향상시킬 수 있는 대안인 민간위탁의 실효성을 검토하고자 한다.

본 연구는 총 5장으로 구성되어 있다. 제 1장은 서론으로 연구의 목적과 내용, 구성에 관해 기술하고 제 2장은 도로서비스의 특성, 유료도로조직 구조에 관한 이론적 배경을 살펴본다. 제 3장은 본 연구의 대상인 한국도로공사가 민간위탁으로 인해 지사의 인원 및 예산을 조정하기 위하여 실시한 지사등급제의 추진 절차 및 결과를 살펴보고, 연구방법인 SFA 기법을 구체적으로 설명한다. 제 4장에서는 분석자료 및 변수를 설명한 후 SFA 결과를 제시한다. 마지막으로 제 5장에서는 본 연구를 통해 도출된 결론을 정리하고, 학술적 및 실무적 시사점 등에 관해서 기술한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 도로서비스의 특성

공공서비스는 공공의 이익을 위하여 생산된 서비스이며, 대표적인 특징으로는 소비의 비경합성(non-rivalry)과 비배제성(non-excludability)이 있다. 비경합성은 공공서비스 사용에 있어서 한 사람이 더 참여하더라도 다른 사람의 소비가 줄지 않는 특성을 의미한다. 예를 들면, 국가가 제공하는 국방서비스에 국민이 한 사람 더 증가하더라도 다른 사람의 국방서비스는 줄지 않는다. 한편 비배제성은 공공서비스 소비에 대가를 치르지 않더라도 그 사람을 소비에서 배제시킬 수 없다는 것을 의미한다. 예를 들면, 어느 국민이 세금을 내지 않더라도 국가에서 제공하는 국방서비스에서 배제할 수 없다. 공공서비스는 비경합성과 비배제성을 기준으로 순수한 공공서비스와 준공공서비스로 구분할 수 있다. 특정한 공공서비스가 비경합성과 비배제성의 특성을 모두 강하게 지니면 순수한 공공서비스, 어느 한쪽의 특성을 약하게 지니면 준공공서비스라고 할 수 있다.

본 연구의 대상인 도로서비스는 도로의 사용 상황

및 종류에 따라 순수한 공공서비스 또는 준공공서비스로 볼 수 있다. 도로의 교통량이 적으면 자동차의 추가 유입은 다른 이용자의 도로서비스 소비에 영향을 미치지 않을 것이다. 그러나 도로에서 교통량이 늘어 혼잡이 발생하면 추가로 차량이 도로에 진입한 경우 다른 이용자에게 영향을 미쳐 소비에서 경합성이 발생한다. 또한 일반 도로는 자유로운 출입이 가능하므로 순수한 공공서비스이다. 그러나 유료도로의 경우에는 이용요금을 낸 사람만이 사용 가능하므로 사용자의 배제성이 발생한다. 이 경우 도로는 준공공서비스에 해당된다.

한편 공공서비스는 기능에 따라 명시적 기능, 경제적 기능, 사회적 기능으로 구분할 수 있다[24, 25, 34]. 첫째, 명시적 기능(Explicit Function)은 기본적 기능에 명시되어 있는 서비스이다. 예를 들면, 의무, 국방, 법무, 조세, 경찰 등의 서비스를 말하는데 순수한 공공서비스의 특성인 비경합성과 비배제성의 성격을 지닌 서비스를 의미한다. 둘째, 경제적 기능(Economic Function)의 공공서비스로는 물리적 지형 변경, 사회 기간 사업 등이 있다. Hood and Schuppert[24]는 이 기능을 자원동원(Resource Mobilization)으로 명하였다. 마지막으로 사회적 기능(Social Function)은 보건, 교육, 레저 같은 수단을 통해 시민복지를 향상시키는 것을 목적으로 하는 서비스이다. 사회적 기능의 서비스는 공공재의 특성이 상당히 줄어들고, 사적 재화의 성격을 지니며 자유로운 계약의 형태로 공급된다.

이와 같은 구분에 의하면, 도로 서비스는 도로의 특성에 따라 상이한 기능을 포함하고 있다. 누구나 이용 가능한 자유로운 도로는 국가에서 제공해야 하는 기본적인 서비스로 명시적 기능을 지닌다. 그러나 유료도로인 경우에는 명시적 및 경제적 기능이 강하다고 볼 수 있다. 유료도로의 기능은 건설, 유지관리, 통행료 수금, 휴게시설 제공으로 분류할 수 있다. 이 경우 건설, 유지관리는 명시적 기능, 통행료 수금은 경제적 기능, 휴게시설 제공은 사회적 기능의 성격을 지닌다.

## 2.2 유료도로 조직 구조

공공서비스 조직의 본사는 제 1수준인 정책 개발을 담당하고 지역본부는 제 2수준인 사업 설계, 지사는 제 3수준인 서비스 전달을 주로 담당한다[22, 38]. 유료도로 조직도 정책 개발, 사업 설계, 서비스 전달의 구조를 지니는데, 특히 아시아와 유럽에서 비슷한 형태로 운영되고 있다. 대표적인 유료도로 조직 구조를 살펴보면, 한국도로공사는 1개의 본사, 6개의 지역본부, 41개의 지사로 구성되어 있으며, 일본은 크게 동일본, 중일본, 서일본으로 구분하여 각각 1개의 본사, 4개의 지역본부, 10~37개의 지사를 보유하고 있다. 프랑스의 ASF는 1개의 본사, 7개의 지역본부, 31개의 지사, 이탈리아의 Atlantia는 2개의 본사, 9개의 지역관리사무소, 75개의 유지관리사무소로 운영되고 있다[9].

## 3. 연구설계

### 3.1 연구대상

본 연구의 대상은 서비스 전달 수준의 업무를 담당하고 있는 한국도로공사의 지사이다. 한국도로공사의 지사는 서비스 전달에 해당하는 요금징수, 휴게소 운영, 유지보수 및 안전순찰 업무를 민간 기업에 위탁하여 운영한다. 각 위탁운영을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 요금징수와 관련한 외주화는 1995년부터 추진하여 왔고 2012년 기준으로 306개의 영업소를 외부 민간 기업에서 운영하고 있다.

민간 기업은 영업소 운영 실적에 따라 위탁수수를 지급받는다. 둘째, 휴게소 운영은 한국도로공사가 건설하여 민간 기업에 임대하여 운영하는 방식과 민간 기업이 건설하고 일정 기간 동안 소유하는 민자 유치 방식이 있다. 두 가지 방식 모두 민간 기업에게 위탁하여 운영하며 운영업체로부터 임대료를 수령한다. 셋째, 도로의 유지보수도 대부분 민간 기업을 통하여 공사를 실시하고, 넷째, 고속도로의 사고를 예방하고 사고 발생 시 긴급처리를 위한 안전순찰 업무도 외주화하여 시행하고 있다.

이러한 민간위탁으로 인하여 한국도로공사는 지사의 인원 및 예산을 조정하기 위하여 지사등급제를 실시하였다. 한국도로공사는 총 41개의 지사를 대상으로 업무량에 영향을 미치는 도로관리연장, 교통량, 강설일수, 도로노후도, 나들목 및 분기점 개수 등에 관하여 AHP(Analytic Hierarchy Process) 분석을 실시하였다. 그 결과, 요소별 상대적인 중요도는 도로관리연장(21.4%), 교통량(20.0%), 강설일수(19.9%), 도로노후도(19.1%), 나들목 및 분기점 개수(18.0%) 등의 순으로 나타났다.

한국도로공사는 가중치를 고려한 업무량을 기준으로 전체 지사들을 A 등급부터 C 등급까지 총 3개의 등급으로 구분하고, 각 지사별 등급에 따라 정원을 조정하였다. 그 결과, A 등급 9개, B 등급 12개, C 등급 12개(지사 7개, 도로관리소 5개)로 구분하고, 각 지사별로 A 등급은 2명씩 증가, B 등급은 기존과 동일, C 등급 중 지사는 2명씩, 도로관리소는 5명씩 감소시켰다.

〈표 1〉 아시아와 유럽의 유료도로 조직 구조 비교

구 분	회사명	본사	지역본부	지사	지역본부의 통제 범위
한국	한국도로공사	1	6	41	8
일본	동일본	1	4	37	9
	중일본	1	4	17	5
	서일본	1	4	10	7
프랑스	ASF	1	7	31	4
이탈리아	Atlantia	2	9	75	8

1 단계	2 단계	3 단계	4 단계
핵심요소 선정	핵심요소별 가중치 결정	지역본부별 등급 수 결정	지역본부별 비계량 평가 및 등급 결정
도로처 및 교통처 의견 반영	연관도 분석, 지사 전수조사	표준화 점수 이용, 상대 비교	계량(80%), 비계량(20%)

〈그림 1〉 지사등급제 추진 절차

〈표 2〉 한국도로공사 지사등급제 실시 결과

구 분	지사명	직원 수 조정	등급별 특징
A 등급 (9개)	인천, 군포, 경안, 이천, 화성, 시흥, 천안, 대구, 양산	2명 증가	B, C등급에 비해 도로관리연장, 교통량 증대
B 등급 (12개)	충주, 논산, 진천, 영동, 당진, 보령, 전주, 광주, 군위, 상주, 창녕, 진주	기존과 동일	C 등급에 비해 교통량 증대
C 등급 (12개)	지사 (7개)	대관령, 홍천, 무주, 순천, 영주, 영천, 산청	도로관리소 보다 높은 점수
	도로관리소 (5개)	강릉, 제천, 남원, 고령, 고성	

### 3.2 연구방법

효율성의 측정에는 DEA에 의한 비모수적 방법과 SFA에 의한 모수적 방법이 있다. DEA는 Farrell [20]이 제시한 후 Banker et al.[11]에 의해 발전되어 왔으며, SFA는 Aigner et al.[10]과 Meusen and Van den Broeck[28]이 제시하고 Greene[23], Kumbhakar[26], Battese and Coelli[12]에 의해 발전되어 왔다. DEA는 다수의 투입변수와 산출변수를 포함하여 함수설정의 오류 없이 효율성을 측정할 수 있지만, 측정오차 등이 모두 비효율적인 요소로 포함되어 비효율성의 정도가 과장될 수 있는 단점이 있다. 반면에 SFA는 모수적 방법의 특성상 모형에서 사용된 투입변수들의 통계적 검증이 가능할 뿐만 아니라 측정오차와 비효율성을 구분하여 추정할 수 있는 장점이 있다[5]. 또한 DEA를 이용한 시계열 분석에는 과거 데이터가 필요한 반면에 SFA는 과거 데이터 없이도 시계열 분석이 가능하다는 장점을 지닌다. 본 연구의 대상은 한국도로공사의 지사이기 때문에 과거 데이터를 체계적으로 관리하지 않은 곳이 많아, 시계열 분석 시에 과거 데이터가

만드시 필요한 DEA를 이용하여 지사등급제의 효율성을 측정하기에는 어려움이 있었다[9]. 따라서 본 연구는 DEA의 방법론적 한계를 극복할 뿐만 아니라, 현실적으로 과거 데이터를 관리하지 않는 지사를 연구 대상으로 설정한 점을 고려하여 SFA를 이용하였다.

SFA 이용 시에는 산출거리함수가 아닌 투입거리함수를 적용하였는데, 투입거리함수는 산출량 수준을 유지하면서 투입량을 가능한 한 감소시켜 나가는 것이며, 산출거리함수는 그 반대이다. 공공서비스 조직은 각 운영주체별로 투입량 수준을 임의적으로 조정할 수 있으나 산출량 조정에는 제약이 있기 때문에 투입거리함수를 적용하는 것이 적합하다[3, 7]. 본 연구의 대상인 한국도로공사는 공공서비스 조직이기 때문에 SFA 분석 시 투입거리함수를 적용하였다.

SFA의 기본 모형은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y_i = \alpha + X_i\beta + v_i - u_i \quad v_i \sim N(0, \sigma^2), u_i > 0 \quad (1)$$

오차항 중에서  $v_i$ 는  $u_i$ 와 독립적으로 정규분포를

갖는 확률오차항이고  $u_i$ 는 단위조직의 개별 비효율성으로 인해 발생하는 손실산출량이다. 만약 모든 의사결정단위(DMUs : Decision Making Units)가 확률변경선상에 위치한다면(즉,  $u_i = 0$ ), 모든 의사결정단위는 최대의 효율성을 지닌 것으로 볼 수 있다. 이 경우에는 SFA 추정치와 OLS 추정치가 일치하게 된다. 따라서  $u_i = 0$ 은 가치 극대화를 위한 필요 충분조건이 된다.

본 연구에서는 확률투입거리변경함수를 이용하여 효율성을 측정하는데, m개의 투입요소와 s개의 산출요소로 구성된 콥-더글러스(Cobb-Douglas)형 확률투입거리변경함수는 식 (2)와 같다.

$$\ln D_{fk} = \alpha_0 + \sum_{r=1}^s \alpha_r \ln y_{r,k} + \sum_{i=1}^m \beta_i \ln x_{i,k} + v_k, \\ v_k \sim N(0, \sigma_v^2), \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$\ln D_{fk}$  : 한국도로공사 지사 k의 투입거리함수

$y_{r,k}$  : 한국도로공사 지사 k의 산출요소

$x_{i,k}$  : 한국도로공사 지사 k의 투입요소

$v_k$  : 통계적 잡음(statistical noise)을 나타내는 무작위 양측 오차항

투입에 대해 선형 동차성(Linear Homogeneity)을 만족하기 위해서는 위의 식에 식 (3)과 같은 제약이 부과되어야 한다.

$$\sum_{r=1}^s \alpha_r = 1 \quad (3)$$

콥-더글러스(Cobb-Douglas)형 확률투입거리변경함수에 산출에 대한 선형 동차성 조건을 적용하기 위해서는 투입요소 중의 하나인 s번째 투입요소를 사용하여 산출거리함수와 다른 산출요소를 나누어야 하며, s번째 투입요소를 사용하여 정규화하면 식 (4)와 같다.

$$\ln \left( \frac{D_{fk}}{x_{sk}} \right) = \alpha_0 + \sum_{r=1}^{s-1} \alpha_r \ln y_{r,k} + \sum_{i=1}^m \beta_i \ln \left( \frac{x_{i,k}}{x_{s,k}} \right) + v_k, \\ k = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

위의 식에서 좌변에 있는  $\ln D_{fk}$ 를 우변으로 이항하면 식 (5)가 된다.

$$-\ln x_{sk} = \alpha_0 + \sum_{r=1}^{s-1} \alpha_r \ln y_{r,k} + \sum_{i=1}^m \beta_i \ln \left( \frac{x_{i,k}}{x_{s,k}} \right) \\ + v_k - \ln D_{fk}, \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$\ln D_{fk}$ 는 기술적 비효율성의 음수, 즉  $-u_k$ 를 나타내므로, 식 (5)의 양변에 (-1)을 곱하면 식 (6)과 같이 표현할 수 있다[14].

$$\ln x_{sk} = -\alpha_0 - \sum_{r=1}^{s-1} \alpha_r \ln y_{r,k} - \sum_{i=1}^m \beta_i \ln \left( \frac{x_{i,k}}{x_{s,k}} \right) \\ - v_k + \ln D_{fk}, \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

기술적 비효율성을 나타내는  $u_k$ 는 독립적이고 등분산의 분포를 갖는 비음(non-negative)의 무작위 단측 오차항(random one-sided error term)이며, 지수분포를 갖는 것으로 가정한다.

## 4. 분석 결과

### 4.1 분석자료 및 변수

본 연구는 지사등급제를 실시한 총 33개 지사를 대상으로 이루어졌으며, 한국도로공사에서 조사한 2011년 통계 자료를 이용하였다. 확률투입거리변경함수에서 투입 및 산출변수는 도로서비스의 효율성에 관한 선행연구들을 바탕으로 도출하였다.

도로서비스의 효율성에 관한 대표적인 연구들을 살펴보면, Rouse et al.[36]은 뉴질랜드의 도로서비스를 대상으로 다양한 환경적 요소들이 효율성에 미치는 영향을 살펴보았다. 투입변수로는 포장비용, 재포장 비용, 유지관리 비용, 산출변수로는 서비스 수준, 도로 상태 등을 선정하고 DEA를 이용하여 도로서비스의 효율성을 분석하였다. 이 연구를 바탕으로 Rouse and Putterill[35]은 독립변수로 총비용, 종속변수로 유지관리, 재포장, 재보수 상태 등을 선정하여 회귀분석을 실시하였다.

〈표 3〉 투입 및 산출변수

변수		설명	선행연구
투입 변수	인건비	지사의 일반직, 현장직, 별정직 인건비	Chiu et al.[15] Cook et al.[17], Odeck[29]
	유지관리비	지사의 관리구간 내 도로 유지관리비	Rouse and Putterill[35] Rouse et al.[36]
	직원 수	지사의 일반직, 현장직, 별정직 직원 수	Welde and Odeck[37]
산출 변수	도로관리연장	지사의 관리구간 내 4차로 환산한 관리연장 길이	Chiu et al.[15] Cook and Zhu[16]
	교통량	지사의 관리구간 내 교통량	Cook et al.[17] Odeck[29]
	강설일수	지사의 관리구간 내 강설일수	Rouse et al.[36]
	도로노후도	지사의 관리구간 내 도로 길이와 사용연수	Welde and Odeck[37]
	나들목 및 분기점 개수	지사의 관리구간 내 나들목 및 분기점 개수	

〈표 4〉 투입 및 산출변수의 기술통계량

변수		단위	평균	표준편차	최소값	최대값
투입 변수	인건비	백만 원	4,649	1,016	2,606	7,386
	유지관리비	백만 원	12,913	2,578	7,648	20,896
	직원 수	명	43.08	4.14	36.00	51.00
산출 변수	도로관리연장	km	82.10	14.38	47.20	115.25
	교통량	대/1일	42,095	36,587	9,262	155,437
	강설일수	일	16.85	7.96	1.00	40.00
	도로노후도	점수	103.68	22.98	54.00	160.00
	나들목 및 분기점 개수	개	9.20	3.19	5.00	18.00

Odeck[29]은 2001년부터 2004년까지의 데이터를 바탕으로 노르웨이의 18개 유료도로서비스의 효율성을 분석하였다. 투입변수로는 운영비, 정부지출, 산출변수로는 관리노선 수, 교통량을 선정하고 DEA 기법을 실시한 결과, 도로서비스의 효율성을 향상시키기 위해서는 규모의 경제를 갖춰야 함을 밝혔다. 이러한 그의 연구는 Welde and Odeck[37]의 연구로 이어졌는데, 그들은 투입변수로는 운영비, 관리비, 산출변수로는 교통량을 설정하고 도로서비스에서 최초로 SFA 기법을 적용하여 규모의 경제가 중요함을 다시 한 번 강조하였다.

Cook and Zhu[16]는 DEA 기법을 이용하였는데, 투입변수로는 유지관리비, 자본 지출, 환경적 요소, 산출변수로는 서비스지역 규모, 교통량, 도로 포장 등급 등을 선정하였다. 마지막으로 Chiu et al.[15]은 중국 도로서비스의 효율성을 분석하면서 독립변수로는 직원 수, 고정자산, 차량 수 등, 산출변수로는 생산가치, 오염 정도를 제시하였다.

본 연구에서는 이러한 선행연구들을 바탕으로 투입변수는 인건비, 유지관리비, 직원 수, 산출변수는 도로관리연장, 교통량, 강설일수, 도로노후도, 나들목 및 분기점 개수를 선정하였다. 이러한 투입변수와 산출변수의 기술통계량은 <표 4>와 같다. 투입변수인 예산의 구성을 살펴보면 유지관리비가 인건비의 약 3배 정도였으며 표준편차가 더욱 큰 것으로 나타났다. 지사별 직원 수는 약 43명이었고 표준편차는 별로 크지 않음을 알 수 있다. 또한 산출변수인 도로관리연장을 살펴보면 최소 약 47km에서 최대 약 115km로 지사 간에 차이가 크고, 일일 교통량도 최소 9,262대에서 최대 155,437대로 차이가 매우 크다는 것을 알 수 있다. 강설일수의 경우에도 최소 1일에서 최대 40일로 지사별로 차이가 많이 났다. 마지막으로 도로노후도는 최소 54점에서 최대 160점, 나들목 및 분기점 개수는 최소 5개에서 최대 18개로 지사별로 비교적 차이가 크게 나타났다.

4.2 SFA 결과

본 연구에서는 투입변수가 3개, 산출변수가 5개 이므로 콥-더글러스(Cobb-Douglas)형 확률투입거리변경함수는 식 (7)과 같이 표시할 수 있다.

$$\ln x_{sk} = \alpha_0 - \alpha_1 \ln\left(\frac{x_{1k}}{x_{3k}}\right) - \alpha_2 \ln\left(\frac{x_{2k}}{x_{3k}}\right) - \beta_1 \ln y_{1k} - \beta_2 \ln y_{2k} - \beta_3 \ln y_{3k} - \beta_4 \ln y_{4k} - \beta_5 \ln y_{5k} + v_k - u_k$$

$k = 1, 2, \dots, n$  (7)

$x_{1k}$  : 인건비,  $x_{2k}$  : 유지관리비,  $x_{3k}$  : 직원 수  
 $y_{1k}$  : 도로관리연장,  $y_{2k}$  : 교통량,  $y_{3k}$  : 강설일수  
 $y_{4k}$  : 도로노후도,  $y_{5k}$  : 나들목 및 분기점 개수

확률투입거리변경함수 모형은 확률생산변경 모형과 동일한 형태이므로[12], 최대우도법으로 위 식의 모수를 추정할 수 있다. 따라서 한국도로공사 지사 k의 방사적 투입 지향적 기술적 효율성의 측정 지표는 식 (8)과 같이 계산된다.

$$TE_k = D_{ok} = \exp(-u_k) \quad (8)$$

한편, 본 연구에서는 기술적 비효율성 효과를 검증하기 위하여 Aigner et al.[10]과 Battese and Coelli [12]가 제시한 모형에 입각하여  $\lambda = \sigma_u / \sigma_v$ 를 사용하였다. 여기서  $\sigma_u$ 는 기술적 비효율성의 표준편차,  $\sigma_v$ 는 통계적 잡음을 나타내는 무작위오차의 표준편차를 의미한다.

SFA 결과, 투입변수 중 유지관리비( $\alpha_2$ )는 5% 유의수준에서 통계적으로 유의하지 않았지만, 10% 유의수준에서는 통계적으로 유의하였다. 산출변수 중, 교통량( $\beta_2$ )과 나들목 및 분기점 개수( $\beta_5$ )는 5% 유의수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 또한 비효율성이 존재하는가 여부에 대한 검증은 t-test와 우도비 검정(likelihood ratio test)을 사용한다. 귀무가설인 ‘비효율성이 존재하지 않는다’를 검정한 결과, t 값이 1.866으로 5% 유의수준의 임계치인 1.96보다 작으므로 귀무가설을 채택한다. 즉, 비효율성이 존재하지 않는다고 볼 수 있다. 또한 우도비 검정(likelihood ratio test) 결과를 살펴보

<표 5> 확률투입거리변경함수의 최대우도추정 결과

	모수	표준오차	t 값	p
절편	-2.953	0.418	-7.063	0.000
$\alpha_1$	0.078*	0.046	1.700	0.099
$\alpha_2$	0.054	0.067	0.803	0.428
$\beta_1$	-0.056	0.088	-0.641	0.526
$\beta_2$	-0.066***	0.019	-3.394	0.001
$\beta_3$	-0.008	0.013	-0.660	0.514
$\beta_4$	-0.053	0.081	-0.650	0.520
$\beta_5$	-0.109***	0.031	-3.512	0.001
$\lambda$	2.301*	1.233	1.866	0.071
$\sigma^2$	0.005			
$\sigma_v^2$	0.001			
$\sigma_u^2$	0.004			
로그 확률	66.264			
효율성	0.953			

주) \*p < 0.1, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01.

면, 귀무가설인 ‘기술적 비효율성 효과가 존재하지 않는다’를 검정하기 위한 우도비 검정통계량(-2log Q)은 2.67이다. 이 값은 5% 유의수준의 임계치인 3.84보다 작으므로 귀무가설을 채택한다. 즉, 기술적 비효율성 효과가 존재하지 않는다고 볼 수 있다. 마지막으로 투입변수의 1차항 계수의 합으로 산출되는 규모의 탄력성을 측정한 결과, 규모 탄력성이 0.9674로 1보다 작은 것으로 나타났다. 규모수익은 규모 탄력성의 역수이므로 규모수익은 1.0337이 된다. 이것은 한국도로공사의 규모수익이 규모수익체증영역에 속한다는 것을 의미한다. 이를 통해 한국도로공사의 지사들은 운영 규모를 확대함으로써 규모 효율성을 향상시킬 수 있음을 파악할 수 있다.

확률투입거리변경함수를 이용하여 한국도로공사 지사의 효율성을 측정한 결과는 <표 6>에 제시되어 있다. 한국도로공사 지사 전체의 평균 효율성은 0.947이고 표준편차는 0.031인 것으로 나타났다. 지사등급제에 의한 등급별로 평균 효율성을 살펴보면, A등급은 0.954, B등급은 0.950, C등급은 0.937로 등급 간의 차이는 매우 적은 편이다. 지사 등급별



표준편차는 A등급이 0.017로 가장 작고, B등급은 0.032, C등급은 0.043으로 갈수록 크다. 이와 같이 지사등급제에 의한 등급별 평균 효율성이 비슷한

것은 한국도로공사의 지사등급 설정 및 이에 따른 인원과 예산 조정이 효과적으로 진행되었음을 의미한다.

〈표 6〉 확률투입거리변경함수에 의한 효율성 분석 결과

지사명	지사 등급	효율성(거리함수)	평균	표준편차	최소값	최대값
인천지사	A	0.950	0.954	0.017	0.930	0.976
군포지사	A	0.967				
경안지사	A	0.957				
이천지사	A	0.970				
화성지사	A	0.976				
시흥지사	A	0.968				
천안지사	A	0.942				
대구지사	A	0.930				
양산지사	A	0.930				
충주지사	B	0.927	0.950	0.032	0.869	0.983
논산지사	B	0.967				
진천지사	B	0.965				
영동지사	B	0.983				
당진지사	B	0.955				
보령지사	B	0.974				
전주지사	B	0.965				
광주지사	B	0.869				
군위지사	B	0.917				
상주지사	B	0.976				
창녕지사	B	0.969				
진주지사	B	0.937				
대관령지사	C	0.819	0.937	0.043	0.819	0.989
강릉도로관리소	C	0.945				
홍천지사	C	0.966				
제천도로관리소	C	0.940				
무주지사	C	0.911				
순천지사	C	0.967				
남원도로관리소	C	0.903				
고령도로관리소	C	0.966				
영주지사	C	0.915				
영천지사	C	0.977				
산청지사	C	0.989				
고성도로관리소	C	0.944				
전체 평균			0.947	0.031		

## 5. 결 론

공공서비스 조직은 효율성 향상을 위하여 점차 많은 부문에서 민간위탁 방식의 아웃소싱을 실시하고 있다. 민간위탁은 공공서비스 조직이 담당하던 기능을 외부 민간 기업이 대행함으로써 공공서비스 조직의 내부 인력을 감축하고 해당 업무 수행에 소요되는 비용을 줄여 효율성을 제고하는 방식이다[30].

한국도로공사는 이러한 민간위탁 방식으로 도로서비스를 아웃소싱 하였고, 이에 따른 지사등급제를 실시하였다. 본 연구에서는 이러한 공공서비스 조직의 민간위탁이 효율성을 향상시키는지 분석하기 위하여 한국도로공사의 2011년도 자료를 이용하여 SFA 분석을 실시하였다.

그 결과, 한국도로공사에서 실시한 지사등급제 이후 지사들은 비효율성이 존재하지 않았고, 전체적으로 평균 효율성은 0.947이고 표준편차는 0.031인 것으로 나타났다. 지사등급제에 의해 지사들을 A등급, B등급, C등급으로 구분하여 구체적으로 살펴보면, A등급 지사의 평균 효율성은 0.954, B등급은 0.950, C등급은 0.937로 등급별 평균 효율성은 비슷한 수준이었다. 이와 같이 지사등급제를 실시한 후에 각 등급에 속하는 지사들의 평균 효율성이 비슷한 것은 각 지사별 업무량 대비 적정한 수준의 인원과 예산이 배정되었음을 의미한다.

본 연구의 학술적 및 실무적 시사점은 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫째, 학술적으로 본 연구는 공공서비스 조직의 민간위탁 방식이 효율성을 향상시키는지 실증적으로 분석함으로써, 그동안 소홀히 이루어졌던 민간위탁의 효율성 연구에 기여하였다. 공공서비스 조직의 효율성에 관한 대부분의 선행연구들은 행정조직[2], 정부출연 연구기관[4], 국내 지방공사[6] 등의 기관별 효율성을 비교하였다. 이러한 연구들은 특정 공공서비스 조직이 어떤 조직을 어느 정도로 벤치마킹해야 하는지에 관한 정보를 제공하지만, 보다 근본적으로 해당 공공서비스 조직이 효율성을 향상시키기 위하여 어떠한 전략을 실시해야 하는지에 관한 정보는 제공하지 못하는 한계점을 지닌다. 선행

연구들의 이러한 한계점을 극복하고자 본 연구는 한국도로공사의 데이터를 바탕으로 공공서비스 조직이 아웃소싱 전략을 통해 효율성이 향상되었음을 실증적으로 제시함으로써, 민간위탁의 유용성을 주장하였다.

둘째, 실무적으로 본 연구는 조직의 효율성 측정에 과거의 데이터가 필요하지 않은 SFA 기법을 제안함으로써, 산업 현장의 경영 실무자와 정책 연구자가 조직 효율성 분석 시 쉽게 활용 가능한 방법을 제시하였다. 공공서비스 조직의 효율성 평가는 중요한 문제로 주목받았기 때문에 이에 관한 연구들은 많이 이루어졌다[6]. 그러나 시계열 자료를 이용하여 공공서비스 조직의 효율성을 평가하는데 주로 이용된 방법인 DEA-Window 분석이나 맴퀴스트 생산성 지수(MPI : Malmquist Productivity Index)는 과거의 데이터가 필요한데, 실제로 기업의 지사들은 대부분 데이터를 체계적으로 관리하지 않는 경우가 많으므로 DEA-Window 분석이나 MPI는 실무적으로 적용하기에 한계가 있었다. 반면에 본 연구에서 제안한 SFA는 과거의 데이터가 없어도 조직 효율성의 시계열분석이 가능하므로 기존 분석방법들의 단점을 보완할 수 있으며, 경영 실무자와 정책 연구자가 사용하기에 실질적으로 유용한 방법이라고 볼 수 있다.

이러한 시사점에도 불구하고 본 연구는 몇 가지 한계점을 지닌다. 첫째, 본 연구는 한국도로공사의 민간위탁으로 인한 지사등급제를 살펴보고 그로 인한 효율성을 분석하였기 때문에 본 연구의 결과를 공공서비스 조직들의 아웃소싱으로 인한 효율성으로 일반화하여 해석하기에는 한계가 있다. 둘째, 업체 선정, 운영 및 감독, 운영 결과에 대한 재검토 등 민간위탁 방식에 관해 구체적으로 살펴보지 않았다. 후속 연구들에서는 다른 공공서비스 조직들의 자료를 수집하고 민간위탁 방식을 구체적으로 살펴봄으로써 아웃소싱으로 인한 공공서비스 조직의 효율성 향상을 면밀하게 분석할 수 있기를 기대한다. 이와 같은 후속 연구들이 이루어진다면 공공서비스 조직들의 효율성 제고를 위한 보다 유용한 경영전략 및 정책적 시사점을 얻을 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] 권해수, 유홍림, 김정렬, 한인섭, “행정서비스 민간위탁 제도의 운영 실태와 개선방안에 관한 연구”, 『행정자치부 연구용역 보고서』, 한국조직학회, 2006.

[2] 김건위, 이해영, 박해육, “DEA/AHP 모형을 통한 행정조직의 상대적 효율성 평가”, 『지방정부연구』, 제8권, 제4호(2004), pp.299-317.

[3] 김대환, 문종범, 유왕진, 이동명, “DEA 모형을 이용한 음식물류 폐기물 자원화 시설의 효율성 분석”, 『품질경영학회지』, 제38권, 제2호(2010), pp.212-224.

[4] 남인석, 송윤영, 정병호, “DEA 모형을 이용한 정부출연연구기관의 상대적 효율성 분석”, 『산업경영시스템학회지』, 제31권, 제1호(2008), pp. 1-10.

[5] 성신제, 강상목, “자료포락 분석(DEA)과 확률변경분석(SFA)을 이용한 부산시 물류창고업체의 효율성 비교”, 『한국물류학회지』, 제21권, 제3호(2011), pp.157-178.

[6] 심광식, 김재윤, “다중회귀분석을 이용한 DEA-AR 모형 개발 및 국내 지방공사의 효율성 평가”, 『한국경영과학회지』, 제37권, 제1호(2012), pp.29-43.

[7] 이정동, 오동현, 『효율성분석이론』, 지필미디어, 2012.

[8] 최종열, 김기석, 김도훈, “연안어업경영의 생산 효율성 분석 : DEA와 SFA 기법 비교를 중심으로”, 『한국경영과학회지』, 제35권, 제3호(2010), pp.59-68.

[9] 한국도로공사, 『지역본부-지사 기능 중복 해소를 위한 조직진단 연구』, 2009.

[10] Aigner, D., C.A.K. Lovell, and P. Schmidt, “Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models,” *Journal of Econometrics*, Vol.6, No.1(1977), pp. 21-37.

[11] Banker, R.D., A. Charnes, and W. Cooper, “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis,” *Management Science*, Vol.30, No.9(1984), pp. 1078-1092.

[12] Battese, G.E. and T.J. Coelli, *Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data : With Application to Paddy Farmers in India*, Springer, Netherlands, 1992.

[13] Boston, J., *Reorganizing the Machinery of Government : Objectives and Outcomes in Reshaping the State : New Zealand's Bureaucratic Revolution*, Oxford University Press, Auckland, 1991.

[14] Brümmer, B., T. Glauken, and G. Thijssen, “Decomposition of Productivity Growth Using Distance Functions : The Case of Dairy Farms in Three European Countries,” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol.84, No. 3(2002), pp.628-644.

[15] Chiu, Y.H., C.W. Huang, and C.M. Ma, “Assessment of China Transit and Economic Efficiencies in a Modified Value-Chains DEA Model,” *European Journal of Operational Research*, Vol.209, No.2(2011), pp.95-103.

[16] Cook, W.D. and J. Zhu, “Piecewise Linear Output Measures in DEA,” *European Journal of Operational Research*, Vol.197, No.1(2009), pp. 312-319.

[17] Cook, W.D., Y. Roll, and A. Kazakov, “A DEA Model for Measuring the Relative Efficiency of Highway Maintenance Patrols,” *Infor*, Vol.28, No.2(1990), pp.113-124.

[18] Corbett, M.F., *The Outsourcing Revolution : Why It Makes Sense and How to Do It Right*, Kaplan Publishing, 2004.

[19] DeHoog, R.H. and L.M. Salamon, *Purchase-of-Service Contracting, The Tools of Government : A Guide to the New Governance*,

- Oxford University Press, New York, 2002.
- [20] Farrell, M.J., "The Measurement of Productive Efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol.120, No.3(1957), pp.253-290.
- [21] Ferris, J. and E. Graddy, "Contracting out : For What? With Whom?," *Public Administration Review*, Vol.46, No.4(1984), pp.332-344.
- [22] Ford, R. and D. Zussman, *Alternative Service Delivery : Transcending Boundaries*, KPMG and IPAC, Toronto, 1997.
- [23] Greene, W.H., "A Gamma-Distributed Stochastic Frontier Model," *Journal of Econometrics*, Vol.46, No.1(1990), pp.141-163.
- [24] Hood, C. and G.F. Schuppert, *Delivering Public Services in Western Europe : Sharing Western European Experience of Para-Government Organization*, Sage Pubns, London, 1988.
- [25] Hood, C. and G.F. Schuppert, Para-Government Organizations in the Provision of Public Services : Three Explanations in *The Third Sector : Comparative Studies of Nonprofit Organizations*, Walter de Gruyter, New York, 1990.
- [26] Kumbhakar, S.C., "Production Frontiers, Panel Data and Time-Varying Technical Inefficiency," *Journal of Econometrics*, Vol.46, No.1(1990), pp.201-211.
- [27] Lever, S., "An Analysis of Managerial Motivations behind Outsourcing Practices in Human Resources," *Human Resource Planning*, Vol.20, No.2(1997), pp.37-49.
- [28] Meeusen, W. and J. Van den Broeck, "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error," *International Economic Review*, Vol.18, No.2(1977), pp.435-444.
- [29] Odeck, J., "How Efficient and Productive are Road Toll Companies? : Evidence from Norway," *Transport Policy*, Vol.15, No.4(2008), pp.232-241.
- [30] O'Toole, L.J. and K.J. Meier, "Parkinson's Law and the New Public Management? Contracting Determinants and Service-Quality Consequences in Public Education," *Public Administration Review*, Vol.64, No.3(2004), pp.342-352.
- [31] Prager, J., "Contracting out Government Services : Lessons from the Private Sector," *Public Administration Review*, Vol.54, No.2(1994), pp.176-184.
- [32] PUMA, *Best Practice Guidelines for Contracting out Government Services*, PUMA Policy Brief, OECD, 1997.
- [33] Rainey, H.G., *Understanding and Managing Public Organizations*, John Wiley and Sons, San Francisco, 2009.
- [34] Rose, R., "On the Priorities of Government : A Development Analysis of Public Policies," *European Journal of Political Research*, Vol.4, No.3(1976), pp.247-289.
- [35] Rouse, P. and M. Putterill, "Local Government Amalgamation Policy : A Highway Maintenance Evaluation," *Management Accounting Research*, Vol.16, No.4(2005), pp.438-463.
- [36] Rouse, P., M. Putterill, and D. Ryan, "Towards a General Managerial Framework for Performance Measurement : A Comprehensive Highway Maintenance Application," *Journal of Productivity Analysis*, Vol.8, No.2(1997), pp.127-149.
- [37] Welde, M. and J. Odeck, "The Efficiency of Norwegian Road Toll Companies," *Utilities Policy*, Vol.19, No.3(2011), pp.162-171.
- [38] Wright, D. and D. Zussman, Review and Analysis of Recent Changes in the Delivery of Government Services in *Report to the DMs Task Force on Service Delivery Models*, Ottawa, 1996.