

用達貨物運送業의 適正規模에 관한 研究

閔 承 基*

본 연구에서는 1986~1996년의 11년간, 보유차량규모별 4개 그룹으로 구성된 패널자료로 용달화물운송업에 대한 효율성 및 총요소생산성 성장을 측정하였다. 용달화물운송업에서 자본과 노동은 보완관계이며, 노동이 자본보다 필수적으로 사용되고 있다. 기술적 효율성, 총요소생산성 성장 및 규모의 경제효과는 3그룹이 가장 우세하여, 3그룹은 규모의 경제산업인 용달화물운송업의 적정규모로 판단된다. 한편 배분적 효율성 및 규모의 효율성은 1그룹이 가장 우세하여, 1그룹은 요소 간 투입비율과 최소비용수준 운영에서는 가장 유리한 것을 알 수 있다. 또한 기술적 효율성은 1그룹이 가장 작아, 1그룹은 요소투입 대비 운송수입의 비율이 가장 작지만, 기술적 효율성효과는 가장 크다. 반면, 배분적 효율성, 규모의 효율성 그리고 총요소생산성 성장은 4그룹이 가장 작아, 4그룹은 요소 간 투입비율, 최소비용수준 운영 그리고 생산성 측면에서 가장 불리한 것으로 나타났다. 결국 용달화물운송업은 차량대수 10~19대가 적정하지만, 개별용달도 요소 간 투입비율, 최소비용수준 운영 그리고 기술적 효율성효과는 가장 우수하므로 존속의 근거를 지닌 것으로 판단된다.

핵심주제어: 용달화물운송업, 효율성, 생산성
경제학문헌목록 주제분류: L9

I. 서 론

1986~1996년의 11년간 용달화물운송업 운송수입의 연평균 증가율은 14.5%이다. 이는 구역화물운송업 14.9%보다는 작고, 노선화물운송업 12.3%보다는 큰 실적이다. 1996년 현재 용달화물운송업의 영업현황을 살펴보면 다음과 같다. 운송수입은 영업용 화물자동차운송업의 9.1%를 차지하고 있다. 보유차량규모 5대 미만인 경우가 업체수에서는 99.6%, 차량대수에서는 97.0%를 차지하고 있는데, 이는 개별용달이 2만 2,572대이고, 타업종에 비해 많은 차량을 보유한 업체가 적기 때문이다. 이에 따라 용달화물운송업은 조직형태에서 차량대수기준

* 교통개발연구원 책임연구원

〈표 1〉 용달화물운송업체의 대당 운송수입현황(1996년)

(단위: 백만 원, 대)

보유차량규모	차량대수	운송수입	대당운송수입
5대 미만	23,282	602,977	25.9
5~9대	382	8,363	21.9
10~19대	160	6,343	39.6
20대 이상	172	2,980	17.3
계	23,996	620,663	25.9

자료: 통계청, 『1996 운수통산업 통계조사보고서』, 1997. 11.

법인비율이 2.3%로 나타나, 구역화물운송업 66.6%, 노선화물운송업 100.0%, 특수화물운송업 94.7%에 비하면, 법인비율이 매우 낮다. 또한 자본금 200만 원 미만인 업체비율을 살펴보면, 용달화물운송업은 99.6%로서 구역화물운송업 97.0%, 특수화물운송업 34.0%보다 높다. 그리고 차량 1대당 운송수입은 10~19대인 그룹이 3,960만 원으로 가장 많으며, 평균은 2,590만 원인데, 이는 구역화물운송업 5,020만 원, 노선화물운송업 5,040만 원, 특수화물운송업 8,400만 원보다 적다.

용달화물운송업은 과거 1톤 이하의 경화물차를 이용하여 소화물위주의 수송을 담당하던 업종으로서, 최근에는 대부분의 차량이 1톤이며, 주로 소규모의 이사화물, 즉 학생, 자취자 등의 이사를 담당하거나 소규모 유통업자의 화물운송을 취급하고 있다. 물량확보는 61.8%를 공동사업장으로부터 확보하고 있으며, 주선업체를 통해 확보하는 경우와 개인적으로 확보하는 경우가 각각 27.5%, 7.8%이다. 주선료를 지불하는 형태로는 운임의 일정 비율지급이 15%, 정액지급이 65%, 기타 방법이 20%를 차지하고 있다. 이것은 용달화물사업자가 공동사업장을 통하여 물량을 확보하는 경우가 많으므로 정액으로 지급하는 경우가 많기 때문이다. 한편 용달화물운송업의 경우 대부분의 차량이 개별차량이고, 사업권의 매매가격은 개별화물가격을 약간 상회하고 있으며, 거래는 주로 사업조합이나, 공동사업장을 통하여 이루어지고 있다.

용달화물운송업의 자본과 노동 간 대체탄력성을 보면 자본 및 노동은 교차 및 자체 탄력성 모두 보완관계를 보여 주고 있다. 교차가격탄력성에서, 자본의 노동가격에 대한 경우는 보완관계, 노동의 자본가격에 대한 경우는 대체관계이다. 그러나 자본수요가 노동수요보다 더 가격탄력적이므로 보완관계가 대체관

〈표 2〉 용달화물운송업의 제 탄력성

주요 지표	수 식	생산요소	측정결과
생산요소 간 대체탄력성	$\sigma_{ij} = \frac{C \cdot C_{ij}}{C_i \cdot C_j}$	kl	-0.0142
		kk	-8.1199
		ll	-0.6978
요소수요의 가격탄력성	$\eta_{ij} = \sigma_{ij} \cdot S_j$	kl	-0.0177
		lk	0.0062
		kk	-0.9916
		ll	-0.4406

계보다 더 크다. 자체가격탄력성은 보완관계이며, 자본수요가 노동수요보다 더 자체가격탄력적이므로 각각의 자체가격이 변할 때, 자본은 노동보다 자체가격 변화에 더 민감하게 반응한다. 그러므로 노동이 자본보다 더 필수적으로 사용되고 있다.

본 연구에서는 이상과 같이 살펴본 용달화물운송업체에 대해 보유차량규모별로 5대 미만, 5~9대, 10~19대, 20대 이상으로 구분하여 각각 1그룹, 2그룹, 3그룹, 4그룹으로 파악하였다. 용달화물운송업에서 개별용달은 구역화물운송업의 개별화물과 같이 차량 1대로도 운송하고 있다. 다만 전자는 1톤 이하, 후자는 1톤 초과인 차량이라는 점이 다를 뿐이다. 이와 같은 운송업은 차량 1대로도 영업이 가능하다는 특징을 지니고 있다. 본 논문에서는 용달화물운송업을 보유차량규모별로 4개 그룹으로 나누어, 1그룹을 중심으로 살펴봄으로써 용달화물운송업에서 1그룹 분석결과에 따라 개별용달을 그대로 존속시킬 것인가, 아니면 기업화하는 것이 더 타당한가를 파악하고자 한다. 그 이유는 개별용달이 2만 2,572대로서 1그룹 차량대수 2만 3,282대의 97.0%를 차지하고 있기 때문이다. 이를 위해 그룹별 용달화물운송업에 대해 효율성을 분석하고, 총요소생산성 성장에 효율성효과를 포함시켜 효율성의 기여도를 분석한다.

II. 문헌고찰

1. 투입물의 비효율성

투입물의 비효율성은 산출물을 생산하는 데 투입물을 최적으로 사용하지 않

기 때문에 발생하는 것으로서 주어진 산출물을 생산하기 위해 최소로 필요한 투입물보다 더 많은 투입물을 사용하는 경우에 발생하는 순수한 기술적 비효율성과 투입물 간의 결합이 준최적비율에서 결합할 때 발생하는 배분적 비효율성으로 나눌 수 있다. 기술적 효율성은 일정량의 생산요소를 투입하여 얼마나 많은 산출물을 얻을 수 있는가를 의미한다. 어느 기업이 똑같은 생산요소를 사용하여 다른 기업보다 많은 산출물을 얻었다면 그 기업은 다른 기업보다 기술효율면에서 우월한 것이다. 이와 같은 기술적 효율성은 계속적인 기술진보에 의해 향상될 수 있는데, 효율성을 협의로 정의하여 이 기술적 효율성만을 의미하는 경우도 있다. 한편 배분적 효율성은 생산주체가 여러 가지 생산요소를 어떤 생산과정에 투입할 때, 그 생산요소들을 최소비용조건에 맞게 결합하여 투입하는지 여부에 대한 개념이다. 즉, 생산요소를 자신의 한계생산가치와 그 요소단위가격이 일치하는 수준에서 배분되었는가를 가늠하는 지표이다. 이와 같은 투입물의 효율성은 생산측면에서 효율성을 측정하는 생산프론티어분석을 거쳐 비용측면에서 효율성을 측정하는 비용프론티어분석으로 발전되었다. 비용프론티어분석의 근본적인 가정은 주어진 산출물수준과 투입물가격하에서 비용을 최소화하는 것이다.

Farrell(1957)은 확정적 비모수프론티어로 투입물의 효율성을 처음 측정하였는데, 투입물의 효율성을 기술적 효율성과 배분적 효율성으로 구분하고 이들의 종합적인 개념을 경제적 효율성이라고 정의하였다. 그 이후 투입물의 효율성 측정모형은 확정적 모수프론티어, 확정적 통계프론티어, 확률적 프론티어, 패널자료 프론티어와 같은 모수프론티어로 발전되었으며, 주로 기술적 비효율성을 측정하였다. 이와 같은 효율성 측정모형 발전과정을 정리하면, <표 3>과 같다.

다음으로 배분적 비효율성 측정과 관련된 문헌을 살펴보기로 한다. Schmidt and Lovell(1979)은 정확한 비용최소화(기술적 효율성만 고려)와 비정확한 비용최소화(기술적 효율성과 배분적 효율성을 고려)의 가정하에 확률적 프론티어 생산·비용함수 간의 쌍대성을 고려하여 Aigner, Lovell, and Schmidt(1977)와 Meeusen and Broeck(1977)의 확률적 프론티어 생산함수 연구를 확장시켰다. 이를 통해 기술적 비효율성과 배분적 비효율성 관련 비효율성의 비용을 측정했다. 이러한 기법은 증기-전기발전공장에 대한 자료에 적용되어 실증분석을 하였다. Kopp and Diewert(1982)는 프론티어 비용함수를 이용하여 기술적 효율성과 배분적 효율성을 분리하여 측정하는 방법을 소개하였으며, 다산출 프론티어함수의 경우에도 동일한 분석방법의 적용이 가능함을 언급하였다. Zieschang

〈표 3〉 투입물의 효율성 측정모형

효율성 측정모형		대표적 연구자	추정방법
확정적 비모수프론티어		Farrell(1957)	선형계획법
모 수 프 론 티 어	확정적 모수프론티어	Aigner and Chu(1968)	수학적 프로그래밍
	확정적 통계프론티어	Afriat(1972) Richmond(1974)	MLE COLS
	확률적 프론티어	Aigner, Lovell and Schmidt(1977) Meeusen and Broeck(1977)	OLS, MLE MLE
	패널자료 프론티어	Pitt and Lee(1981) Schmidt and Sickles(1984) Cornwell, Schmidt and Sickles(1990) Kumbhakar(1990) Lee and Schmidt(1993)	GLS, MLE GLS, Within, MLE GLS, Within MLE GLS, Within

자료: Forsund, Lovell and Schmidt(1980), pp. 7~19 참조.

(1983)은 투입거리함수의 쌍대성을 이용하여 기술적 효율성과 배분적 효율성을 측정하는 방법을 제시하였다. Schmidt(1988)는 Schmidt and Lovell(1979)을 일반화하여, 콥-더글러스 생산함수와 비용최소화를 위한 결합된 1차조건으로 구성된 방정식체계를 고려했다. 여기에서는 전자의 오차항과 후자의 오차항 간에 상관관계가 있는 경우와 그렇지 않은 경우로 각각 나누어 배분적 비효율성 추정법을 소개했다. 각각 방정식에서 고정된 개별효과를 고려했고, 패널자료의 유용성을 보여 주었다. Atkinson and Cornwell(1994)은 잠재비용최소화의 가정하에 기술적 비효율성과 배분적 비효율성을 측정했으나, 업체특유(firm specific)의 배분적 비효율성을 측정하지는 못했다.

2. 산출물의 비효율성

산출물의 비효율성(output inefficiency)은 생산과정에서 최소한의 단위비용에 일치하는 산출물의 결합 및 수준을 생산하지 못하는 경우에 발생하는 비효율성이다. 즉, 규모의 경제 또는 비경제가 존재하는 산출물수준과 규모의 보수불변에서 결정되는 최적산출물수준을 비교함으로써 규모의 효율성을 설명할 수 있다. 주어진 산출물수준에서 산출물이 증가하면서 단위당 비용이 감소한다면, 규모의 경제가 존재하게 되며, 그 결과로 최소한의 비용으로 산출물의 결합이나

산출물수준을 이루지 못하게 된다. 이와 같은 상황에서 발생하는 산출물의 비효율성으로서 규모의 비효율성(scale inefficiency)을 들 수 있다. 규모의 비효율성은 산출물이 평균비용의 최소비용점에서 생산되지 않기 때문에 발생하는 비효율성으로서 산출물의 변화에 따른 비용변화에 의해 결정된다. 즉, 규모의 보수감소(decreasing returns to scale) 또는 규모의 보수증가(increasing returns to scale)가 발생할 때 규모의 비효율성이 발생하고, 규모의 보수불변(constant returns to scale)에서 규모의 효율성이 이루어진다는 것이다. 이러한 규모의 비효율성은 규모의 경제와 다르다. 규모의 비효율성은 개별업체가 평균비용을 최소화하지 못하는 점에서 운영하게 됨으로써 발생하는 효율성의 손실을 평가하는 기준이다. 대부분의 연구들은 단순히 규모의 경제측정을 통해 산출의 한계 변화에 따른 비용효과만을 파악하므로 자신도 모르는 사이에 규모의 효율성을 무시하는 상황에 이른다. 단일생산물에서의 Evanoff and Israilevich(1991)와 복수생산물에서 Berger(1991)가 제시하였듯이, 규모의 효율성은 산출물수준에 따라 달라지므로 규모의 경제와 다르다(Berger(1992) 참조). 본 연구에서는 Berger(1992)가 제시한 방법으로 규모의 효율성을 측정하였다.

3. 총요소생산성 성장에 대한 기여도

Bauer(1990)는 Farrell(1957), Nishimizu and Page(1981), Denny, Fuss, and Waverman(1981)을 토대로 하여 총요소생산성 성장에 대한 기술적 효율성과 배분적 효율성의 기여도를 생산함수의 경우와 비용함수의 경우로 나누어 설명했다. 비용함수접근에서는 총요소생산성 성장을 규모의 경제효과, 기술적 효율성효과, 배분적 효율성효과, 기술진보효과, 잔여가격효과로 분해했다. 그리고 비용함수접근법을 미국의 항공산업에 적용하여 실증분석을 실시했다. Lovell(1993)은 Bauer(1990)를 토대로 하여 총요소생산성 성장은 규모의 경제효과, 기술변화효과, 기술적 효율성효과, 배분적 효율성효과, 가격효과, 비한계적 비용가격설정효과로 분해된다고 했다. Grosskopf(1993)도 Bauer(1990)를 토대로 하여 비용과 투입물방정식의 트랜스로그 체계를 통해 총요소생산성 성장에 대한 효율성효과들의 기여도측정이 가능하다고 했다.

Ⅲ. 측정방법

1. 투입물의 효율성 측정

(1) 기술적 비효율성

패널자료를 이용한 프론티어모형은 Pitt and Lee(1981)와 Schmidt and Sickles (1984)가 도입하였으며, Cornwell, Schmidt, and Sickles(1990), Kumbhakar(1990), Lee and Schmidt(1993) 등이 발전시켰다. 본 연구에서는 기술적 비효율성이 매년 동일하다고 가정한 경우와 그렇지 않다고 가정한 경우로 나누어 보기로 하였다. 전자는 Schmidt and Sickles(1984)를 기준으로 하였으며, 방법 1로 하였다. 후자는 Cornwell, Schmidt, and Sickles(1990)를 기준으로 하였으며, 방법 2로 하였다.

기술적 비효율성(u_p) 측정과정을 설명하면 다음과 같다.

$$\ln C_{pt} = \alpha + \ln \hat{C}_{pt} + u_{pt} + v_{pt} = \ln \hat{C}_{pt} + \alpha_{pt} + v_{pt}$$

$$\alpha_{pt} = \alpha + u_{pt}, \quad p=1, \dots, 4; \quad t=1, \dots, 11$$

여기서 u_{pt} : 기술적 비효율성
 v_{pt} : 임의적 측정오차

기술적 비효율성(u_p)은 다음과 같이 측정된다.

$$\hat{u}_p = \frac{\sum (\ln C_{pt} - \ln \hat{C}_{pt})}{t} \tag{1}$$

이상과 같은 기술적 비효율성(u_p)을 토대로 기술적 효율성(TE)은 다음과 같은 방법으로 측정된다.

① 방법 1

Schmidt and Sickles(1984)에 따라, 다음과 같은 비용함수를 가정하였다.

$$\ln C_{pt} = \alpha + \ln \hat{C}_{pt} + u_p + v_{pt} = \ln \hat{C}_{pt} + \alpha_p + v_{pt}$$

$$\alpha_p = \alpha + u_p, \quad p=1, \dots, 4; \quad t=1, \dots, 11$$

여기서 u_p : 기술적 비효율성
 v_{pt} : 임의적 측정오차

그리고 $\hat{u}_p = \min(\hat{a}_p) - \hat{a}_p$ 이므로 기술적 효율성(TE)은 다음식으로 측정된다.

$$TE_p = e^{\hat{u}_p} \quad (2)$$

② 방법 2

Cornwell, Schmidt, and Sickles(1990)에 따라 다음과 같은 비용함수를 가정하였다.

$$\begin{aligned} \ln C_{pt} &= \alpha + \ln \hat{C}_{pt} + u_{pt} + v_{pt} = \ln \hat{C}_{pt} + \alpha_{pt} + v_{pt} \\ \alpha_{pt} &= \alpha + u_{pt}, \quad p=1, \dots, 4; \quad t=1, \dots, 11 \end{aligned}$$

여기서 u_{pt} : 기술적 비효율성
 v_{pt} : 임의적 측정오차

그리고 $\alpha_{pt} = \theta_{p1} + \theta_{p2}t + \theta_{p3}t^2$ 이고, $\hat{u}_{pt} = \min(\hat{a}_{pt}) - \hat{a}_{pt}$ 이므로 기술적 효율성(TE)은 다음식으로 측정된다.

$$TE_{pt} = e^{\hat{u}_{pt}} \quad (3)$$

(2) 배분적 비효율성

Schmidt and Lovell(1979)과 Schmidt(1988)는 콥-더글러스함수를 기준으로 배분적 비효율성을 측정하였으나, 본 연구에서는 함수에 대한 제약검정을 거친 트랜스로그 비용함수로 배분적 비효율성을 측정했다. 고정효과모형의 경우, 콥-더글러스함수와 그렇지 않은 함수의 차이를 보면, 무작위오차항(random error terms) ε_{ptj} 는 변화를 보이지 않으나, B_{ptj} , 고정개별효과(fixed individual effects) ζ_{pj} 는 배분적 비효율성과 더불어 미소한 차이를 보이고 있다. X_{ptj} 는 시간 t 에서 업체 p 가 사용한 투입 j 의 양에 로그를 취한 값이다. $X_{pt1} - X_{ptj}$ 는 비용함수의 무작위오차항과 비용을 최소화 하기 위한 1차조건의 무작위오차항 ε_{ptj} 의 상호독립성¹⁾을 가정하고 있으며, 비용을 최소화 하기 위한 1차조건은 다음과 같다.

$$X_{pt1} - X_{ptj} = B_{ptj} + \zeta_{pj} + \varepsilon_{ptj} \text{ (Schmidt, 1988, 1b)}$$

1) 패널자료를 활용하여 배분적 비효율성을 측정하는 경우에는 통상 기업 내 가격변화에 대해 비용함수의 무작위오차항과 비용을 최소화 하기 위한 1차조건의 무작위오차항 사이의 상호독립성을 가정하지 않는다. 그러나 Mundlak(1963)은 개별기업효과를 파악하기 위해 위의 상호독립성을 가정해야 한다고 주장했다(Schmidt, 1988, p. 366).

B_{ptj} 는 파라미터 추정값과 가격으로 구성된다. W_{ptj} 는 시간 t 에서 업체 p 의 투입 j 의 가격에 로그를 취한 값이며, α_j 는 파라미터 추정값이다.

$$B_{ptj} = W_{ptj} - W_{pt1} + \ln \alpha_1 - \ln \alpha_j \text{ (Schmidt, 1988, p. 362)}$$

\bar{X}_{pj} 는 업체 p 가 사용한 투입 j 의 양에 로그를 취한 값으로서 t 기간의 평균값이다. 그리고 \bar{B}_{pj} 도 B_{ptj} 에 대한 t 기간의 평균값이다.

$$\zeta_{pj} = \bar{X}_{p1} - \bar{X}_{pj} - \bar{B}_{pj} \text{ (Schmidt, 1988, 9b)}$$

이상의 식을 통해 무작위오차항 ϵ_{ptj} 는 다음과 같은 식을 통해 측정된다.

$$\epsilon_{ptj} = X_{pt1} - X_{ptj} - B_{ptj} - \zeta_{pj}$$

이에 따라 배분적 비효율성(AI)은 다음과 같이 측정된다.

$$AI = \sum_{j=2}^n \frac{\alpha_j}{\gamma} \epsilon_j + \ln \left[\alpha_1 + \sum_{j=2}^n \alpha_j e^{-\epsilon_j} \right] \text{ (Schmidt and Lovell, 1979, p. 356)} \quad (4)$$

여기서 $\gamma = \sum_{i=1}^n \alpha_i$ (Schmidt and Lovell, 1979, p. 347).

2. 산출물의 효율성 측정

산출물의 효율성을 측정하기 위해 식 (13)으로부터 비용의 산출탄력성(E_{CY})을 구한다.

$$E_{CY} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y} = D + \sum_i G_i \ln W_i + I \ln T + J \ln Y \quad (5)$$

기업은 비용의 산출탄력성이 1이 되는 점에서 평균비용이 최소가 되는 산출 수준을 통해 규모의 효율성을 갖게 된다. 그러므로 비용의 산출탄력성이 1이 되도록 하는 새로운 산출량 Y^{se} 을 식 (5)로부터 다음과 같이 도출하였다.

$$Y^{se} = \exp \left[\frac{1 - D - \sum_i G_i \ln W_i - I \ln T}{J} \right]$$

결국 규모의 효율성은 Y 의 비용함수 추정값에 대한 Y^{se} 의 비용함수 추정값의 비율로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
SE &= \exp[\ln \hat{C}(Y^{se}, w) - \ln \hat{C}(Y, w)] \cdot \left[\frac{Y}{Y^{se}} \right] \\
&= \exp \left[D(\ln Y^{se} - \ln Y) + \frac{1}{2} J(\ln Y^{se} \ln Y^{se} - \ln Y \ln Y) \right. \\
&\quad \left. + \sum_i G_i \ln W_i (\ln Y^{se} - \ln Y) + I \ln T(\ln Y^{se} - \ln Y) \right] \cdot \left[\frac{Y}{Y^{se}} \right] \quad (6)
\end{aligned}$$

이상과 같이 규모의 효율성은 비용함수의 독립변수와 추정된 파라미터에 의해 결정된다.

3. 총요소생산성 성장에 대한 기여도

총요소생산성 성장은 다음과 같이 정의된다.

$$T\dot{F}P = \dot{Y} - \dot{F} \quad (7)$$

여기서, Y : 운송수입

F : 요소투입

\cdot : 성장률

요소투입증가율(\dot{F})을 측정하기 위해 디비지아지수가 사용되었다.

$$\dot{F} = \sum_i \frac{W_i X_i}{C} \dot{X}_i$$

여기서, \dot{X}_i : 투입 i 의 비례적 성장률

W_i : 투입 i 의 가격

X_i : 투입 i 의 수량

그러므로 총요소생산성 성장은 기술변화효과와 규모의 경제효과로 분해된다.

$$T\dot{F}P = (1 - E_{CY})\dot{Y} - \dot{\beta} \quad (8)$$

만약 규모의 보수불변이라면, 식 (8)은 $T\dot{F}P = -\dot{\beta}$ 가 되어, 총요소생산성 성장은 기술변화효과만을 반영한다.

비용함수접근법을 이용하여 총요소생산성 성장에 대한 기술변화효과와 규모의 경제효과의 기여도 이외에도 기술적 효율성효과와 배분적 효율성효과의 기여도를 파악하기 위해 비용함수를 아래와 같이 정의했다.

$$C = g(W_i, Y, T) \tag{9}$$

여기서 C : 비용,

W_i : 노동가격, 자본가격, 재료가격과 같은 전통적인 요소가격

Y : 운송수입

T : 시간추세

Farrell(1957)에 따라, 투입에 근거한 경제효율성을

$$E = \frac{C(W_i, Y, T)}{C} \tag{10}$$

로 정의할 때, TE 와 AE 는 각각 Farrell의 투입에 근거한 기술적 효율성 및 배분적 효율성 각각의 측정값이며, 경제효율성(E)은 기술적 효율성(TE)과 배분적 효율성(AE)의 곱이다. 그러므로 $E = TE \cdot AE$ 이고, 결국은 $\dot{E} = T\dot{E} + A\dot{E}$ 가 된다.

총요소생산성 성장을 비용함수접근법으로 분해하기 위해, 식 (10)의 양변에 자연로그를 취하여, 시간추세(T)로 전미분하고, 대입하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \dot{E} = & \varepsilon_{cy}(W_i, Y, T)\dot{Y} + \sum_i \frac{\partial C(W_i, Y, T)}{\partial W_i} \cdot \frac{W_i}{C(W_i, Y, T)} \dot{W}_i \\ & + \dot{C}(W_i, Y, T) - \dot{C} \end{aligned} \tag{11}$$

식 (11)을 식 (7)에 대입하여 총요소생산성 성장을 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\begin{aligned} T\dot{F}P = & [1 - \varepsilon_{cy}(W_i, Y, T)]\dot{Y} + T\dot{E} + A\dot{E} + \varepsilon_{cy}(W_i, Y, T)\dot{Y} \\ & - \sum_i \frac{W_i X_i}{C} \dot{X} - \dot{C}(W_i, Y, T) + \dot{C} - \sum_i \frac{W_i X_i (W_i, Y, T)}{C(W_i, Y, T)} \dot{W}_i \end{aligned} \tag{12}$$

이리하여 총요소생산성 성장은 규모의 경제효과($[1 - \varepsilon_{cy}(W_i, Y, T)]\dot{Y}$), 기술적 효율성효과 ($T\dot{E} = \dot{C}(W_i, Y, T) - \dot{C}$), 배분적 효율성효과($A\dot{E} = \sum_i \{W_i X_i (W_i, Y, T) / C(W_i, Y, T)\} \dot{W}_i$), 기술변화효과($\varepsilon_{cy}(W_i, Y, T)\dot{Y} - \sum_i \{W_i X_i / C\} \dot{X}$), 잔여효과로 분해된다. 여기에서 잔여효과는 기술적 효율성효과와 배분적 효율성효과의 합에 음(-)을 취한 값이다.

IV. 모형의 설정, 검정 및 추정

1. 모형설정과 자료설명

(1) 모형설정

비용함수의 일반적인 형태를 이용하여 비용프론티어모형을 아래와 같이 설정하였다.

$$\begin{aligned} \ln C = & A + \sum_i B_i \ln W_i + K \ln T + D \ln Y + \frac{1}{2} \sum_i \sum_h E_{ih} \ln W_i \ln W_h \\ & + \sum_i F_i \ln W_i \ln T + \sum_i G_i \ln W_i \ln Y + \frac{1}{2} H (\ln T)^2 + I \ln T \ln Y \\ & + \frac{1}{2} J (\ln Y)^2 + \varepsilon_{pt} \end{aligned} \quad (13)$$

여기서, $i = K, L, M$

C : 비용

W_i : 요소가격으로서 자본가격, 노동가격, 재료가격

Y : 산출로서 운송수입

T : 시간추세

(2) 자료설명

자료는 1986~1996년의 11년간에 대해, 차량보유 대수의 구분에 따라 1~4대, 5~9대, 10~19대, 20대 이상으로 하여, 4개 그룹으로 구분하였다. 이와 같이 연도별 자료를 보유차량규모별 그룹으로 세분한 이유는 본 연구의 특성상 최소한 21년 이상의 장기간 시계열자료가 필요한데, 이러한 자료를 구할 수 없기 때문이다.²⁾ 이에 따라 4개 그룹으로 구분된 용달화물운송업체 각각에 대한 11년간 자료로 44개의 패널자료를 작성했다. 그리고 해당 보유차량규모별 자료의 총비용과 운송수입을 해당 보유차량규모별 그룹의 업체수로 나누어 그룹별

2) 화물운송업체에 대한 자료를 직접 구해 보기도 했지만, 과거의 자료를 폐기하는 경우가 대부분이므로 시계열자료는 물론 횡단면자료를 작성하기도 곤란하여, 통계청의 시계열자료를 활용하게 되었는데, 이 경우 시계열자료의 수가 적어 보유차량 대수별 패널자료를 통해 자료의 수를 늘려 비용함수를 추정하였다. 통계청자료도 『운수업통계조사보고서』에 수록된 자료도 있고, 수록되지 않은 자료도 있으므로 후자의 경우에는 통계청에 자료를 별도로 신청하였음.

1개 업체당 자료로 변경시킴으로써 업체수의 크기에 따른 자료의 편의를 제거시켰다. 한국표준산업분류를 사용하는 통계청의 『운수업통계조사보고서』의 경우, 지사별 자료가 아니고 본사별 자료이므로 지역별 연구는 수행할 수 없으나, 자료의 내용이 본 연구의 수행에 적합하므로 이를 택하였다. 산출은 『운수업통계조사보고서』에 따라 운송수입을 기준으로 하였다. 자본가격, 노동가격, 재료(연료 포함)가격과 같은 요소가격은 Christensen and Huston(1987)과 Grimm, Corsi, and Jarrell(1989)을 기준으로 작성하였으며, 『운수업통계조사보고서』 외에도 『에너지총조사보고서』, 『건설교통통계연보』, 『종합물가정보』, 『산업연관표』, 『국민계정』, 『물가연보』, 『조사통계월보』, 석유협회 내부자료 등의 자료를 활용하였다.

2. 모형의 통계적 검정

잔차항이 비용함수에서 다음의 구조를 갖는다고 가정한다.

$$\varepsilon_{pt} = u_p + v_{pt} \quad p=1, \dots, P; t=1, \dots, T$$

여기서 u_p : 운송업체의 관찰불가능한 특유효과

v_{pt} 는 잔여착관항인데, 이것은 평균이 0인 정규분포를 따른다. 이러한 특유효과가 설명변수와 관련되어 있는지의 여부에 근거하여 패널자료에서 두 가지 형태의 추정모형인 고정효과모형 또는 임의효과모형을 적용시킬 수 있다. 우선 이 두 가지 모형에 대해 각각 설명하면 다음과 같다.

임의효과모형(GLS 추정)은 업체별·연도별 잔차를 통해 개별업체의 시간효과뿐만 아니라 업체 간 효과도 측정한다. 잔차와 독립변수 간에 상관관계는 있을 수도 있고, 없을 수도 있으나, 상관관계가 있는 전자의 경우에는 고정효과모형을 사용해야 한다. 임의효과모형에서는 개별업체의 시간효과는 임의효과의 일부분이며, 업체 간의 효과도 측정하기 때문에 상수항이 있다.

고정효과모형(Within 추정)은 임의효과모형의 제한된 경우로서 개별업체의 시간효과만 측정할 뿐이지 업체 간 효과를 측정하지 않는다. 그 결과 고정효과모형에는 업체 간의 효과가 나타나지 않으며, 업체공통의 상수항이 없다. 그러나 고정효과모형은 잔차와 독립변수 간의 상관관계를 갖고 있지 않다.

이 두 모형 가운데 어느 모형이 적합한가를 파악하기 위해 Hausman(1978) 검정을 수행했다. 회귀모형에서 중요한 가정은 $E(\varepsilon_{pt}/X_{pt})=0$ 이라는 것이다. 이것은 잔차가 관찰되지 않고 X_{pt} 와 상관하게 되는 개별특유효과(u_p)를 포함한

상황에서 중요하다. 이러한 개개의 관찰될 수 없는 능력을 나타내는 개별특유효과(u_p)가 독립변수와 상관될 경우, $E(\varepsilon_{pt}/X_{pt}) \neq 0$ 이며, GLS 추정값 $\hat{\beta}_{GLS}$ 는 편의되고, β 에 대해 비일관적이다. 그러나 within변형은 이러한 개별특유효과(u_p)를 제거하고, within추정값 $\tilde{\beta}_{within}$ 을 편의하지 않게 하며, β 에 대해 일관적이게 한다.

이에 따라 검정할 가설은 다음과 같다.

$$H_0: E\left(\frac{\varepsilon_{pt}}{X_{pt}}\right) = 0$$

$$H_1: E\left(\frac{\varepsilon_{pt}}{X_{pt}}\right) \neq 0$$

하우스만은 $\hat{\beta}_{GLS}$ 와 $\tilde{\beta}_{within}$ 의 비교를 제시했는데, 이 모두는 귀무가설(H_0)하에 일관적이지만, 이것은 만약 귀무가설이 사실이 아니라면, 상이한 확률한계를 갖게 된다. 사실 $\tilde{\beta}_{within}$ 은 귀무가설이 사실이든 아니든 일관적인 반면, $\hat{\beta}_{GLS}$ 는 귀무가설하에 BLUE이고, 일관적이며, 점근적으로 효율적이나, 귀무가설이 허위일 때, 비일관적이다. 검정통계는 $\hat{q}_1 = \hat{\beta}_{GLS} - \tilde{\beta}_{within}$ 에 기초하게 된다. 귀무가설하에 $\text{plim } \hat{q}_1 = 0$, 그리고 $\text{cov}(\hat{q}_1, \hat{\beta}_{GLS}) = 0$ 이다.

$\hat{\beta}_{GLS} - \beta = (X' \Omega^{-1} X)^{-1} X' \Omega^{-1} \varepsilon$ 그리고 $\tilde{\beta}_{within} - \beta = (X' Q X)^{-1} X' Q \varepsilon$ 이라는 사실을 이용하여 $E(\hat{q}_1) = 0$ 을 얻는다.

또

$$\begin{aligned} \text{cov}(\hat{\beta}_{GLS}, \hat{q}_1) &= \text{var}(\hat{\beta}_{GLS}) - \text{cov}(\hat{\beta}_{GLS}, \tilde{\beta}_{within}) \\ &= (X' \Omega^{-1} X)^{-1} - (X' \Omega^{-1} X)^{-1} X' \Omega^{-1} E(\varepsilon \varepsilon') Q X (X' Q X)^{-1} \\ &= (X' \Omega^{-1} X)^{-1} - (X' \Omega^{-1} X)^{-1} = 0 \end{aligned}$$

이다. 그리고 $\tilde{\beta}_{within} = -\hat{q}_1 + \hat{\beta}_{GLS}$ 라는 사실을 이용하여 다음 식을 얻는다.

$$\text{var}(\tilde{\beta}_{within}) = \text{var}(-\hat{q}_1 + \hat{\beta}_{GLS}) = \text{var}(\hat{q}_1) + \text{var}(\hat{\beta}_{GLS}).$$

또한 $\text{cov}(\hat{\beta}_{GLS}, \hat{q}_1) = 0$ 이므로 $\text{var}(\hat{q}_1) = \text{var}(\tilde{\beta}_{within}) - \text{var}(\hat{\beta}_{GLS}) = \sigma^2 \eta (X' Q X)^{-1} - (X' \Omega^{-1} X)^{-1}$ 이 된다.

이러한 하우스만 검정통계는 다음과 같이 주어진다(Green, 2000, p. 841; Baltagi, 1999, p. 68; Kmenta, 1990, p. 635; Kennedy, 1992, p. 148).

〈표 4〉 용달화물운송업의 하우스만 검정결과

귀 무 가 설	자유도	m_1 통계값	$\chi^2_{0.01}$ 임계값	결과
임의효과모형의 파라미터와 고정효과모형의 파라미터 간에 차이가 없다	20	3.48	37.57	채택

$$m_1 = \hat{q}'_1 [\text{var}(\hat{q}_1)]^{-1} \hat{q}_1$$

귀무가설하에 m_1 은 $\chi^2(k)$ 로 분포되는데, 여기에서 k 는 절편과 매기간 일정한 독립변수를 제외한 파라미터의 수이다.

결국 하우스만 검정은 고정효과모형 및 임의효과모형에 의해 추정되는 파라미터의 동등성에 대한 공식적인 시험이다. 만약 이 두 모형 간의 파라미터가 유의하게 다르다면, 개별특유효과(u_p)가 독립변수와 상관되어 있다는 것이다. 그러므로 하우스만 검정은 임의효과모형의 적합성을 조사하는 것이다.

용달화물운송업의 경우 m_1 통계값이 3.48이므로 $\chi^2_{0.01}$ 임계값 37.57보다 작아 임의효과모형의 파라미터와 고정효과모형의 파라미터 간에 차이가 없다는 귀무가설은 모두 채택되었다. 따라서 모두 임의효과모형을 기준으로 하여 추정결과를 해석하였다.

3. 모형추정과 모형에 대한 제약검정

(1) 모형추정

식 (13)은 대칭성(symmetry)과 동차성(homogeneity) 제약을 만족해야 하므로 다음과 같은 제약조건이 부과된다.

$$E_{ih} = E_{hi} \text{ (모든 } i, h \text{ 에 대해)} \tag{14}$$

$$\sum_i B_i = 1$$

$$\sum_i E_{ih} = \sum_h E_{ih} = \sum_i \sum_h E_{ih} = 0 \text{ (모든 } i, h \text{ 에 대해)}$$

$$\sum_i F_i = 0$$

$$\sum_i G_i = 0 \tag{15}$$

〈표 5〉 용달화물운송업의 비용함수 추정결과

파라미터	추정값	T 값	파라미터	추정값	T 값
1. α_o	-0.0225	-1.2531	12. γ_{KL}	-0.0843	-3.3820
2. α_K	0.1376	8.3280	13. γ_{KM}	0.1002	1.9153
3. α_L	0.7232	19.2535	14. γ_{KT}	-0.0367	-1.8454
4. α_M	0.1392	2.8625	15. γ_{KY}	0.0935	2.1209
5. α_T	-0.1480	-2.5192	16. γ_{LM}	0.1476	1.8180
6. α_Y	0.1953	3.1555	17. γ_{LT}	-0.0832	-2.2317
7. γ_{KK}	-0.0160	-0.3672	18. γ_{LY}	0.3029	3.0407
8. γ_{LL}	-0.0633	-0.9936	19. γ_{MT}	0.1199	2.4266
9. γ_{MM}	-0.2478	-2.1588	20. γ_{MY}	-0.3964	-3.0498
10. γ_{TT}	0.0177	0.2123	21. γ_{TY}	-0.2238	-2.1131
11. γ_{YY}	-0.4075	-2.8621	-	-	-

비용함수가 이와 같이 정의되었을 때, 일정 산출수준하에서 비용을 최소화하기 위해 비용함수를 요소가격으로 미분하고 여기에 Shephard's Lemma($\partial C/\partial W_i = X_i$)를 적용함으로써 다음과 같은 조건부 요소수요함수가 얻어진다.

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln W_i} = S_i = B_i + \sum_h E_{ih} \ln W_h + F_i \ln T + G_i \ln Y \quad (16)$$

용달화물운송업의 비용함수 파라미터 추정결과는 〈표 5〉와 같다.

(2) 모형에 대한 제약검정

트랜스로그함수는 콥-더글러스함수나 CES함수에 비해 보다 일반적인 특성을 갖고 있다. 이 함수는 생산기술구조가 동조적이라든가, 대체탄력성에 대해 특별한 제약을 두지 않는다. 그러나 이러한 제약조건은 통계적으로 검정할 수 있다. 만일 전제조건에 대해 검정하여 그 제약이 정당하다고 판단되면, 모형을 보다 단순화시킬 수 있다. 만일 트랜스로그함수가 산출량과 요소가격의 함수로 분리될 수 있다면, 동조적 생산함수와 일치할 수 있고, 산출량에 대한 비용탄력성이 일정하다면, 동차적 생산기술구조를 가정할 수 있다. 한편 가격에 대한 2차항을 삭제할 수 있다면 편대체탄력성이 1(unity)이라고 하는 제약을 추가할 수 있다

〈표 6〉 용달화물운송업의 비용함수 제약 검정결과(χ^2 값)

제 약	동 조 성	산출의 동차성	단위대체탄력성	콕-더글러스
GLS추정법	11.77*	26.51*	13.14*	48.27*

주: *는 5% 유의수준에서 기각된 경우.

(Brown, Caves, and Christensen(1979) 참조). 식 (13)~(16)에 이상의 제약을 부과시켜, 동조성, 산출의 동차성, 단위대체탄력성, 콕-더글러스함수 제약에 대한 검정을 실시하였다. 제약을 수식으로 표현하면 아래와 같다.

동조성 제약: $G_i=0, I=0$

산출의 동차성 제약: $G_i=0, I=0, J=0$

단위대체탄력성 제약: $E_{ih}=0$

콕-더글러스함수 제약: $E_{ih}=0, F_i=0, G_i=0, H=0, I=0, J=0$

검정결과 5% 유의수준에서 모두 기각되었다. 따라서 〈표 5〉의 비용함수 추정결과를 그대로 사용하였다.

V. 효율성 및 생산성 측정

1. 투입물의 비효율성

(1) 기술적 비효율성

식 (1)에 따라 측정한 기술적 비효율성(u_p)을 살펴보면, 추정비용($\ln \hat{C}_{pt}$)은 실제비용($\ln C_{pt}$)보다 커, 모든 그룹은 음(-)의 기술적 비효율성(u_p)을 나타내고 있으며, 3, 4, 2, 1그룹 순으로 효율적이다. 그리고 Leibenstein의 X-비효율성³⁾

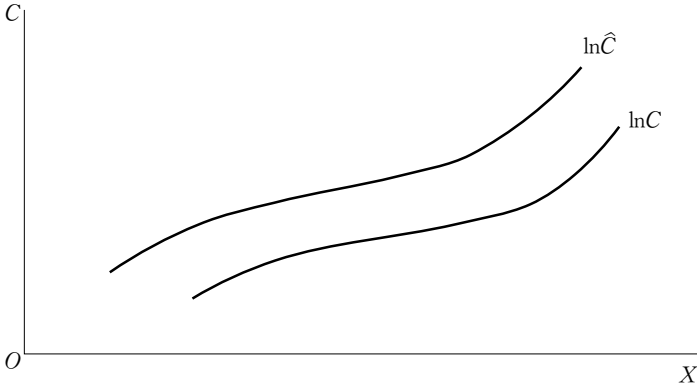
3) X-비효율성은 요소수요함수로부터 구한 $\dot{S}_K, \dot{S}_L, \dot{S}_M$ 을 활용하여 $\dot{K}, \dot{L}, \dot{M}$ 을 각각 계산한 후, 다시 비용최소화방정식($W_K \dot{K} + W_L \dot{L} + W_M \dot{M}$)에 대입하여 계산할 수 있다. 즉, X-비효율성을 추정하기 위한 식은 다음과 같다(임양택(1997), p. 46을 참조했음).

$$D = \frac{\text{실제로 사용된 초과비용}}{\text{비용최소화}} = \frac{(W_K \dot{K} + W_L \dot{L} + W_M \dot{M})}{(W_K \dot{K} + W_L \dot{L} + W_M \dot{M})}$$

여기서, W_K : 자본가격
 W_L : 노동가격
 W_M : 재료가격
 K, L, M : 각각의 수량

〈표 7〉 용달화물운송업의 기술적 비효율성(u_p)

주요 지표	1 그룹	2 그룹	3 그룹	4 그룹	평 균
기술적 비효율성(u_p)	-0.0076	-0.0171	-0.1962	-0.1551	-0.0940
Leibenstein의 X-비효율성	0.9928	0.9840	0.8324	0.8799	0.9223



〈그림 1〉 기술적 비효율성(u_p)

〈표 8〉 용달화물운송업의 기술적 효율성(TE)

주요 지표		1 그룹	2 그룹	3 그룹	4 그룹
기술적 효율성 (TE)	방법 1	0.8281	0.8360	1.0000	0.9597
	방법 2	0.8301	0.8324	0.9845	0.9450

을 보아도 역시 3, 4, 2, 1그룹 순으로 효율적이다.

이와 같이 모든 그룹들은 기술적 비효율성(u_p)이 음(-)의 값이다. 그러므로 모든 그룹은 요소투입이 효율적이다. 그러나 이러한 기술적 비효율성(u_p)에 대해 방법 1의 식 (2)와 방법 2의 식 (3)을 적용한 결과, 기술적 효율성(TE)은 3, 4, 2, 1그룹 순으로 큰 것으로 나타났다.

(2) 배분적 비효율성

식 (4)에 따라 측정한 배분적 비효율성은 4, 2, 3, 1그룹 순으로 크다. 투입요소 간 비교에서, 자본과 노동의 경우, 1그룹은 자본>노동이고, 2, 3, 4그룹은 노동>자본이다. 그리고 자본과 재료의 경우, 모든 그룹은 자본>재료이다. 노동과 재료의 경우, 모든 그룹은 노동>재료이다. 그룹별로 보면, 모든 그룹은

〈표 9〉 배분적 비효율성 측정

투입요소		1 그룹	2 그룹	3 그룹	4 그룹
자 본	노 동	0.1620	-0.1670	-0.0447	-0.1455
	재 료	0.4181	0.4787	0.5161	0.2699
노 동	자 본	-0.1620	0.1670	0.0447	0.1455
	재 료	0.2561	0.6457	0.5608	0.4153
재 료	자 본	-0.4181	-0.4787	-0.5161	-0.2699
	노 동	-0.2561	-0.6457	-0.5608	-0.4153
배분적 비효율성		0.0118	0.0239	0.0230	0.0400

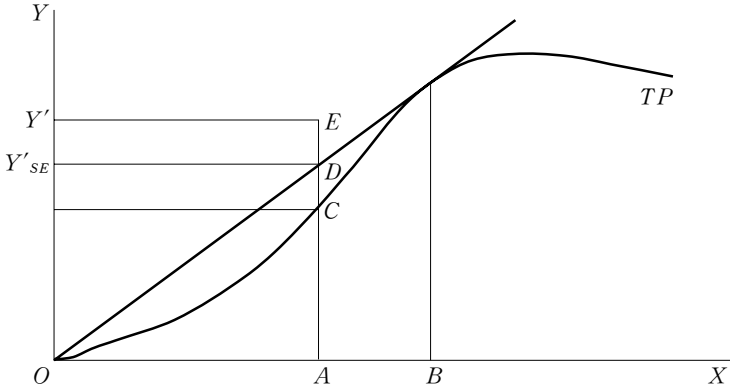
재료과소이며, 자본과 노동의 경우, 1그룹은 노동과소, 2, 3, 4그룹은 자본과소이다. 따라서 모든 그룹은 재료투입이 가장 요구되고 있다. 이 가운데 1그룹은 재료투입 다음으로 노동투입이, 2, 3, 4그룹은 재료투입 다음으로 자본투입이 요구되고 있다.

2. 산출물의 비효율성

식 (6)에 따라 측정된 규모의 비효율성을 살펴보면, 1, 3, 2, 4그룹 순으로 1에 가깝다. 그러므로 1그룹은 타그룹에 비해 규모의 효율성이 가장 커 타그룹보다 비용이 최소화된 점에서 운영되고 있다. 용달화물운송업체의 규모의 효율성을 설명하기 위해 용달화물운송업체의 규모의 경제 여부를 측정하였다. 1에서 비용의 산출탄력성을 뺀 값이 0보다 작을 경우 규모의 불경제, 0일 때, 규모의 보수불변, 0보다 클 경우 규모의 경제가 있는 것으로 판단한다. 본 연구에서 비용의 산출탄력성(E_{CY})은 0.39이므로 $(1 - E_{CY})$ 는 0.61로 양(+)의 값이므로 규모의 경제가 존재하고 있다. 이와 같이 용달화물운송업체에는 규모의 경제가 존재하므로 〈그림 2〉와 같이 총생산곡선(TP)이 직선과 접하는 점의 왼쪽에서 투입량이 결정된다고 할 수 있다. 즉, 접점에서 아래로 내려 그은 선이 X 축과 만나는 점을 B 라고 하면, B 의 왼쪽에 있는 A 에서 투입량이 결정된다. 그러므로 A 의 투입량에서는 총생산곡선과는 C 에서, 원점에서 총생산곡선과 접하는 직선과는 D 에서 만난다. 그러나 실제로 생산되는 점은 E 이다. 그 이유는 용달화물운송업에서는 생산량(Y')이 규모의 경제를 1로 만드는 생산량(Y'_{SE})보다 위에 존재하는 것으로 분석되었기 때문이다. 그러므로 D 는 Y'_{SE} E 는 Y' 와 관련

〈표 10〉 용달화물운송업의 (Y'/Y'_{SE}) 및 규모의 비효율성

주요 지표	1 그룹	2 그룹	3 그룹	4 그룹
Y'/Y'_{SE}	4.0067	5.4169	4.7401	5.8976
규모의 비효율성	1.5239	1.7983	1.6655	1.9423



〈그림 2〉 규모의 비효율성

된 생산점이다. 이 경우 점 C 위에 점 D가 존재하고, 점 D 위에 점 E가 존재하게 된다.

C에서는 기술적 비효율성은 없으나, 규모의 비효율성이 DC로 나타난다. D에서는 규모의 비효율성은 없으나, 음(-)의 기술적 비효율성이 DC로 나타난다. E에서는 음(-)의 기술적 비효율성이 EC, 규모의 비효율성이 ED이다. 따라서 E에서 음(-)의 기술적 비효율성 EC는 규모의 비효율성 ED보다 큰 것으로 분석된다. 용달화물운송업은 E에 해당된다.

3. 총요소생산성 성장에 대한 기여도분석

식 (12)에 따라 구한 연구대상 기간에 총요소생산성 성장은 1.27%이며, 규모의 경제효과, 배분적 효율성효과, 잔여효과, 기술변화효과, 기술적 효율성효과 순으로 총요소생산성 성장에 크게 기여했다. 이러한 총요소생산성 성장은 3, 1, 2, 4그룹 순으로 큰 것으로 나타났다. 이 가운데 규모의 경제효과는 3그룹, 기술변화효과는 4그룹, 기술적 효율성효과는 1그룹, 배분적 효율성효과는 2그룹, 잔여효과는 2그룹이 총요소생산성 성장에 가장 크게 기여했다.

〈표 11〉 구성요소별 총요소생산성 성장기여도

(단위: %)

기 간	총요소생산성 성장	규모의 경제효과	기술변화 효과	기술적 효율성효과	배분적 효율성효과	잔여효과	계
전 반 기	-0.80	9.89	21.19	16.60	34.46	17.86	100.00
후 반 기	2.99	63.55	1.37	3.74	17.54	13.79	100.00
전 기 간	1.27	33.84	11.43	11.10	27.36	16.27	100.00

주: 전반기는 1986~1990년, 후반기는 1991~1996년임.

〈표 12〉 구성요소별 그룹별 총요소생산성 성장기여도

(단위: %)

그 룹	총요소생산성 성장	규모의 경제효과	기술변화 효과	기술적 효율성효과	배분적 효율성효과	잔여효과	계
1그룹	2.01	20.22	18.94	30.42	22.94	7.48	100.00
2그룹	1.44	17.64	5.65	6.44	38.36	31.92	100.00
3그룹	2.46	35.27	5.96	24.25	29.39	5.13	100.00
4그룹	-0.84	23.25	30.83	14.84	22.96	8.11	100.00
평 균	1.27	33.84	11.43	11.10	27.36	16.27	100.00

VI. 결 론

본 연구에서는 1986~1996년의 11년간, 차량보유대수별 그룹을 4개로 한 패널자료로 용달화물운송업에 대한 효율성 및 이와 관련된 총요소생산성 성장을 측정하였다. 용달화물운송업에서 자본과 노동은 보완관계가 우세하며, 노동이 자본보다 필수적으로 사용되고 있다. 투입물의 효율성에서 기술적 비효율성(u_p)은 음(-)의 값으로 계산되어 모든 그룹들은 요소투입에서 효율적이며, 기술적 효율성(TE) 및 Leibenstein의 X-비효율성과 더불어 3, 4, 2, 1그룹 순으로 효율적이다. 배분적 비효율성의 경우 4, 2, 3, 1그룹 순으로 크게 측정되었으며, 모든 그룹은 재료투입이 가장 크게 요구되고 있다. 이 가운데 1그룹은 재료투입 다음으로 노동투입이, 2, 3, 4그룹은 재료투입 다음으로 자본투입이 요구되고 있다. 따라서 1그룹은 기술적 효율성이 가장 작고, 배분적 효율성이 가장 커 투입에 대한 산출 측면은 가장 비효율적이나, 투입요소 간 배분측면은 가장 효율적

이다.

산출물의 효율성을 살펴보면, 실제산출(Y')이 적정산출(Y'_{SE})보다 크고, 기술적 비효율성(u_p)은 음(-)의 값으로 계산되었으며, 결국 양(+)의 기술적 효율성은 음(-)의 규모의 효율성보다 크다. 규모의 비효율성 측정결과를 살펴보면, 1, 3, 2, 4그룹 순으로 1에 가까운 것으로 나타나 1그룹은 그룹 가운데 규모의 효율성이 가장 커 타그룹보다 비용이 최소화된 점에서 운영되고 있다.

용달화물운송업에서 총요소생산성 성장은 1.27%이고, 그룹별로는 3, 1, 2, 4 그룹 순으로 커, <표 1>에 나와 있는 대당 운송수입과 같은 순위를 보이고 있다. 총요소생산성 성장에 대한 기여도는 규모의 경제효과가 가장 크고, 그 다음으로는 배분적 효율성효과가 크다. 규모의 경제효과는 총요소생산성 성장에 가장 크게 기여하고 있는데, 이는 용달화물운송업이 규모의 경제를 충분히 활용한 결과로 판단된다. 규모의 경제효과는 3그룹이, 기술변화효과는 4그룹이, 기술적 효율성효과는 1그룹이, 배분적 효율성효과는 2그룹이 가장 크다. 그러므로 기술적 효율성은 1그룹이 가장 작으나, 기술적 효율성효과는 1그룹이 가장 크며, 배분적 효율성은 1그룹이 가장 크나, 배분적 효율성효과는 1그룹이 가장 작다. 따라서 개별용달은 기업화되지 않은 상태에서도 비용이 가장 최소화된 점에서 운영되고 있으며, 기술적 효율성이 가장 작음에도 불구하고 총요소생산성 성장에 가장 크게 기여하고 있으며, 배분적 효율성이 가장 큼에도 불구하고 총요소생산성 성장에 가장 작게 기여하고 있다.

참 고 문 헌

- 강정모, 「한국제조업의 총요소생산성 변화요인분석」, 『산연논총』 14, 경희대학교 산업관계연구소, 1989. 11.
- 권태진, 「미곡생산의 규모경제성에 관한 연구」, 서울대학교 대학원 석사학위논문, 1985. 8.
- 김상호·이영훈·구재운, 「사회간접자본과 제조업 생산의 효율성」, 『계량경제학보』 8, 한국계량경제학회, 1997. 12.
- 김원만, 「은행산업의 효율성 추정: 프론티어 생산함수의 원용」, 서강대학교 대학원 석사학위논문, 1994. 7.

- 김진오, 「프론티어(FRONTIER) 생산함수를 이용한 석탄산업의 효율성 계측에 관한 연구」, 세종대학교 대학원 박사학위논문, 1991. 1.
- 민승기, 「구역화물운송업과 노선화물운송업의 효율성 특징 비교」, 『로지스틱스 연구』 7(2), 한국로지스틱스학회, 1999. 12.
- 박희석, 「우리 나라 제조업부문에서 비용함수에 의한 기술진보의 효과」, 한양대학교 대학원 석사학위논문, 1990. 12.
- 서선덕·이재훈, 『지역간 철도운행비용모형의 정립』, 교통개발연구원, 1994. 9.
- 신동선, 「시내버스 운송산업의 비용구조」, 『교통정책연구』 4(2), 교통개발연구원, 1997 여름.
- 신동선·민승기·임재경, 『화물자동차운송산업의 규제완화 효과분석』, 교통개발연구원, 2000. 12.
- 유승민·이인찬, 「한국 제조업의 기술적 효율성: 산업별 기술적 효율성의 추정」, 『한국개발연구』 12(2), 한국개발연구원, 1990 여름.
- 이만기, 「전력부문의 가격효율성에 관한 연구」, 고려대학교 대학원 박사학위논문, 1993. 12.
- 이상규, 「예금은행 지점의 X-효율성 및 규모효율성: 확률적 후론티어 모형의 적용」, 『금융학회지』 3(2), 한국금융학회, 1998. 12.
- 이영수, 「은행산업의 총요소생산성 추정과 효율성 추정에 관한 연구」, 고려대학교 대학원 박사학위논문, 1993. 6.
- _____, 「통신사업자의 효율성(technical efficiency)연구: 국제 간 비교」, 『정보사회연구』 7(2), 통신개발연구원, 1995 가을.
- 이종원·이상돈, 『RATS를 이용한 계량경제분석』, 박영사, 1995. 4.
- 임양택, 「공기업의 효율성 제고 및 경쟁력 강화방안」, 『공공부문 생산성 제고를 위한 연구(IV)』, 연구총서 5, 한국조세연구원, 1997. 9.
- 홍갑선·정승주, 『화물자동차운송산업의 현황과 규제완화방안』, 교통개발연구원, 1994. 12.
- Atkinson, S. E. and C. Cornwell, "Parametric Estimation of Technical and Allocative Inefficiency with Panel Data," *International Economic Review*, 35(1), Feb. 1994, 231~243.
- Baltagi, B. H., *Econometric Analysis of Panel Data*, 3rd ed., Chichester: John Wiley & Sons, 1999.
- Bauer, P. W., "Decomposing TFP Growth in the Presence of Cost Inefficiency,

- Nonconstant Returns to Scale, and Technological Progress,” *The Journal of Productivity Analysis*, 1, 1990, 287~299.
- Berger, A. N., “The Profit-Concentration Relationship in Banking: Tests of Market-Power and Efficient-Structure Hypotheses and Implications for the Consequences of Bank Mergers,” *Finance and Economics Discussion Series (FEDS)*, No.176, Board of Governors of the Federal Reserve System, 1991.
- _____, “Distribution Free’ Estimates of Efficiency in the U.S. Banking Industry and Tests of the Standard Distributional Assumptions,” *Finance and Economics Discussion Series*, No.188, Board of Governors of the Federal Reserve System, Mar. 1992.
- Brown, R. S., D. W. Caves, and L. R. Christensen, “Modelling the Structure of Cost and Production for Multiproduct Firms,” *Southern Economic Journal*, 46(1), 1979, 256~273.
- Christensen, L. R. and J. H. Huston, “A Reexamination of the Cost Structure for Specialized Motor Carriers,” *The Logistics and Transportation Review*, 23 (4), 1987, 339~351.
- Cornwell, C., P. Schmidt, and R. C. Sickles, “Production Frontiers with Cross-Sectional and Time-Series Variation in Efficiency Levels,” *Journal of Econometrics*, 46, 1990, 185~200.
- Denny, M., M. Fuss, and L. Waverman, “The Measurement and Interpretation of Total Factor Productivity in Regulated Industries, with an Application to Canadian Telecommunications,” Edited by Cowing, T. G. and R. E. Stevenson, *Productivity Measurement in Regulated Industries*, Academic Press, 1981, 179~218.
- Evanoff, D. D. and P. R. Israilevich, “Productive Efficiency in Banking”, *F. R. B. of Chicago: Economic Perspectives*, 15(4), July/Aug. 1991, 11~32.
- Farrell, M. J., “The Measurement of Productive Efficiency,” *Journal of the Royal Statistical Society*, A 120, 1957, 253~281.
- Forsund, F. R., C. A. K. Lovell, and P. Schmidt, “A Survey of Frontier Production Functions and of Their Relationship to Efficiency Measurement,” *Journal of Econometrics*, 13, 1980, 5~25.

- Greene, W. H., *Econometric Analysis*, New Jersey: New York University, 2000.
- Grimm, C. M., T. M. Corsi, and J. L. Jarrell, "U.S. Motor Carrier Cost Structure under Deregulation," *The Logistics and Transportation Review*, 25(3), 1989, 231~247.
- Grosskopf, S., "Efficiency and Productivity," Edited by Fried, H. O., C. A. K. Lovell, and S. S. Schmidt, *The Measurement of Productive Efficiency*, Oxford University Press, 1993, 160~194.
- Kennedy, P., *A Guide to Econometrics*, 3rd ed., Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1992.
- Kmenta, J., *Elements of Econometrics*, 2nd ed., New York: Macmillan Publishing Company, 1990.
- Kwon, J. K., "Capital Utilization, Economies of Scale and Technical Change in the Growth of Total Factor Productivity: An Explanation of South Korean Manufacturing Growth," *Journal of Development Economics*, 24, Nov. 1986, 75~89.
- Leibenstein, H., "Allocative Efficiency vs. 'X-Efficiency'," *The American Economic Review*, 56(3), June 1966, 392~415.
- Lovell, C. A. K., "Production Frontier and Productive Efficiency," Edited by Fried, H. O., C. A. K. Lovell, and S. S. Schmidt, *The Measurement of Productive Efficiency*, Oxford University Press, 1993. 3~67.
- Nishimizu, M. and J. M. Page, Jr., "Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia, 1965~78," *Economic Journal*, 92, Dec. 1982, 920~936.
- Schmidt, P., "Estimation of Fixed-Effect Cobb-Douglas System Using Panel Data," *Journal of Econometrics*, 37, 1988, 361~380.
- Schmidt, P. and C. A. K. Lovell, "Estimating Technical and Allocative Inefficiency Relative to Stochastic Production and Cost Frontiers," *Journal of Econometrics*, 9, 1979, 343~366.
- Schmidt, P. and R. C. Sickles, "Production Frontiers and Panel Data," *Journal of Business & Economic Statistics*, 2(4), Oct. 1984, 367~374.

[Abstract]

A Study on the Appropriate Scale of Small Freight Trucking

Seung-Ki Min

This study measures the efficiency and growth of TFP in small freight trucking companies using panel data from four groups, categorized by size, for the period 1986 to 1996. The results show that, in terms of input factors, capital and labour are in a complementary relationship, while labour is more indispensable than capital. Group 3 is superior in the areas of technical efficiency, TFP growth, and economies of scale effect, showing that group 3 is the appropriate size for small freight trucking, which relies on economies of scale. Group 1 is dominant in terms of allocative efficiency and scale efficiency. Thus, group 1 has the advantage of input ratio across the various factors, and management of minimal costs. And group 1 has the largest technical efficiency effect, albeit the lowest revenue/factor-input ratio according to lowest technical efficiency. Meanwhile, allocative efficiency, scale efficiency and TFP growth are smallest in group 4. Therefore, group 4 shows an unfavorable position in terms of input ratios across the various factors, management of minimal costs, and productivity. Finally, fleet size of 10~19 is suitable for small freight trucking. However, owner-drivers also perform well in terms of input ratio among factors, management of minimal costs, and technical efficiency effect, providing justification for their continued operation.

Keywords: small trucking, efficiency, productivity

JEL Classification: L9