

■ 論 文 ■

# 서울 시내버스운송업의 규모 및 범위의 경제성 분석

Economies of Scale and Scope in Seoul's Urban Bus Industry

**김 성 수**

(서울대학교 환경대학원 부교수)

**김 민 정**

(서울대학교 환경대학원 박사과정)

## 목 차

I. 서론	2. 추정방법
II. 모형의 설정	IV. 모형의 추정결과
1. 비용함수모형의 설정	1. 비용함수
2. 생산요소의 편대체탄력성과 요소수요의 가격탄력성	2. 생산요소의 편대체탄력성과 요소수요의 가격탄력성
3. 규모의 경제성	3. 규모의 경제성
4. 범위의 경제성	4. 범위의 경제성
5. 평균 및 한계비용	5. 평균, 한계비용 및 최소효율규모
III. 자료와 추정방법	V. 결론
1. 자료	참고문헌

Key Words : 시내버스운송업, 규모의 경제성, 범위의 경제성, 최소효율규모, 서울

## 요 약

본 논문은 초월대수 함수형태의 다수산출물 비용함수모형을 이용해 서울의 시내버스운송업에 대한 규모 및 범위의 경제성을 분석하였다. 시내버스업체는 노동, 자본, 유류 및 정비의 네 가지 생산요소를 투입하여 도시형 버스-km, 좌석버스-km 및 지역순환버스-km의 세 가지 산출물을 생산하는 기업형태로 상정되었다. 비용함수와 요소점유율방정식으로 구성된 방정식체계는 서울의 81개 시내버스업체에 대한 1996년의 자료와 결합일반화최소자승법을 사용해 추정되었다.

추정 결과 서울의 시내버스운송업에는 지역순환버스-km에 대해서만 동조적인 형태의 비용함수가 적합한 것으로 나타났으며, 시내버스업체는 요소가격의 변화에 탄력적으로 대응하지 못하는 것으로 나타났다. 한편 대부분의 시내버스업체들에서 전반적인 규모의 경제는 작게 존재하는 반면, 산출물별 규모의 경제는 세 산출물 모두에 대해 상당히 크게 존재하는 것으로 나타났다. 또한 도시형버스와 좌석버스의 산출물간에는 상당히 큰 범위의 경제가 존재하는 반면, 도시형버스와 지역순환버스의 산출물간에는 상당히 큰 범위의 불경제가 존재하는 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 중소기업들을 버스보유대수가 200대 정도인 업체로 대형화하는 방안이 비용최소화 관점에서 타당함을 시사하고 있다.

## 1. 서론

현재 서울의 많은 시내버스업체들은 경영여건의 악화로 인한 재정난에 처해 있다. 1990년대 초반 이후 시내버스의 운행비용은 인건비의 상승과 더불어 자동차의 보급 및 이용 증가에 따른 교통혼잡 때문에 급격히 증가하였다. 반면 운임수입은 연례적인 운임 인상에도 불구하고 지하철노선망의 확장과 자가용승차의 보유 및 이용 증가에 따른 승객수 감소로 인해 크게 증가하지 않았다. 이러한 이유로 서울의 많은 시내버스업체들은 일부 또는 완전 자본잠식상태 하에서 버스를 운행해 왔다.<sup>1)</sup>

서울시는 시내버스운송업의 경쟁력을 강화하고 시내버스의 서비스수준을 제고하기 위해 다음과 같은 방안들을 시행하고 있거나 시행할 계획이다.<sup>2)</sup> 첫째, 버스업체의 대형화를 유도하기 위해 부실업체를 퇴출시키고 업체간 인수합병을 지원하는 방안이다. 둘째, 버스업체의 재정난을 덜어주기 위해 좌석버스노선을 도시형 또는 지역순환버스노선으로 전환해 주는 방안이다. 셋째, 버스의 운행속도를 향상시키기 위해 거의 대부분의 주요간선도로에 버스전용차로를 설치하여 운영하는 방안이다. 넷째, 차고지 부족문제를 해결하기 위해 공영 차고지를 만들어 버스업체에게 임대해 주는 방안이다. 마지막으로, 버스서비스의 공백을 방지하기 위해 버스업체가 노선 수익률의 악화로 운행을 기피하는 노선 등에 대하여 보조금을 지급하는 조건으로 입찰을 통해 사업자를 선정할 후 그 노선에 버스를 운행하게 하는 방안이다.

위의 다섯 가지 방안 중 도시형, 좌석 또는 지역순환 버스서비스를 함께 생산하는 버스업체의 대형화방안이 경제적으로 타당한 지 여부를 검증하기 위해서는 서울의 시내버스운송업에 대해 규모의 경제성 뿐만 아니라 범위의 경제성도 함께 분석할 필요가 있다. 이는 서울의 시내버스운송업과 같은 다수산출물산업의 경우 생산 측면의 경제는 산출규모의 증가(규모의 경제) 뿐만 아니라 다수 산출물의 결합생산(범위의 경제)에 기인해서도 발생할 수 있기 때문이다. 또한 서울의 버스업체는 산출규모에 따라 산출물 구성비율이 같지 않기 때문이다.

시내버스운송업을 여러 유형의 버스서비스를 생산

하는 다수산출물산업으로 상정한 다음 규모 및 범위의 경제성을 분석한 연구는 전무한 상태이다. 다만 버스운송업을 버스서비스와 승객의 두 산출물을 생산하는 산업으로 상정한 다음 규모의 경제성과 함께 비용보완성, 즉 간접적으로 범위의 경제성을 분석한 연구로 다음의 두 연구를 들 수 있을 뿐이다. 먼저 Tauchen et al.(1983)은 미국의 시외, 전세, 시내 및 통학 버스서비스간에 비용보완성이 존재한다는 분석결과에 따라 각 버스서비스를 각각에 대하여 특화된 업체가 생산할 때보다 하나의 업체가 이들 산출물을 모두 생산하는 경우 비용이 절감된다고 결론짓고 있다. 또한 김성수(1997)는 서울의 도시형과 좌석 버스서비스간에 비용보완성은 존재하지 않는다는 분석결과를 제시하고 있다.

반면 시내버스운송업을 단일산출물산업으로 상정한 다음 규모의 경제성만을 분석한 연구는 상당히 많은 편이다. 그러나 이들의 연구결과는 분석방법, 즉 비용함수의 형태, 종속변수, 산출량 지표, 생산요소의 수 등과 분석대상에 포함된 버스업체들의 규모에 따라 규모의 경제, 규모수익의 불변 또는 규모의 불경제가 있는 것으로 상이하게 나타난다. 다만 사례연구들의 결과를 검토한 Berechman(1993, p.137)은 버스보유대수가 100대 미만인 소형업체의 경우 규모의 경제가 나타나지만, 100대 이상 500대 이하의 버스를 운행하는 중형업체의 경우 작은 규모의 경제 또는 규모수익불변의 현상이 나타나며, 500대보다 많은 버스를 운행하는 대형업체의 경우 규모의 불경제가 나타난다고 잠정적으로 결론짓고 있다.

본 연구는 시내버스운송업을 다수산출물산업으로 상정하여 초월대수(translog) 함수형태의 총비용함수 모형을 설정하고, 서울시의 업체별 자료를 사용해 이를 추정한 후 생산기술의 특성과 규모 및 범위의 경제성을 분석한 다음 최소효율규모를 제시하는데 그 목적이 있다. 먼저 2장에서는 비용함수모형과 이로부터 도출되는 생산요소의 편대체탄력성과 요소수요의 가격탄력성, 규모 및 범위의 경제성 지수, 그리고 평균 및 한계비용에 대하여 설명한다. 3장에서는 사용한 자료와 추정방법을 설명하고, 4장에서 추정결과를 제시한다. 마지막으로 5장에서 분석결과를 요약하고,

1) 손의영·이우승(2000), pp.14~16.

2) 서울특별시(2000), pp.378~387 및 손의영·이우승(2000), pp.13~14.

서울의 시내버스산업구조를 개편하는 방안에 대한 정책적 시사점에 대해 논한다.

## II. 모형의 설정

### 1. 비용함수모형의 설정

서울의 시내버스업체를 네 가지의 생산요소(노동, 유류, 정비 및 자본)를 투입해 세 가지의 이질적인 산출물(도시형버스-km, 좌석버스-km, 지역순환버스-km)을 생산하는 기업형태로 상정하여 총비용함수모형을 설정한다.<sup>3)</sup> 이때 개별업체는 생산기술과 생산요소의 가격을 주어진 것으로 받아들이며, 비용이 극소화되는 생산요소조합을 선택한다고 가정된다. 여기서 비용함수는 일정 기간 동안 주어진 산출량을 생산하는데 소요되는 최소한의 총비용을 나타내며, 산출량과 생산요소가격의 함수로 주어진다.

비용함수를 추정하는데 있어서 산출량은 오차항과 상관관계가 없는 외생변수로 가정된다. 산출량이 오차항과 상관관계가 있다면 모수의 추정량은 일치(consistent) 또는 불편(unbiased) 추정량이 되지 않는다. 서울의 시내버스운송업은 대표적인 피규제산업으로서 정부의 시장진입과 퇴출, 서비스수준(운행간격의 조정을 위한 버스보유대수의 증차 또는 감차) 및 운임에 대한 규제 때문에 시내버스업체가 자율적으로 산출량, 즉 운행거리를 결정할 수 없으므로 이 가정은 타당하다고 할 수 있다.

서울의 시내버스운송업에 적용되는 함수형태는 유연한 초월대수 함수형태이다.<sup>4)</sup> 이 함수형태를 채택하는 이유는 유연하지 않은, 즉 사전적인 제약(a priori restrictions)이 부과되는 함수형태를 이용하는 경우가 함수형태의 적합성을 검증할 수 없기 때문에 도출되는 결과를 유의하다고 할 수 없기 때문이다. 따라서 먼저 유연한 함수형태로 추정한 다음 사전적인 제약이 부과되는 여러 함수형태를 검정한 뒤 가장 적합

한 함수형태를 채택하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

시내버스업체  $t$ 에 대한 다수산출물 초월대수 함수형태는 다음과 같다. 여기서 이 함수는 임의의 비용함수에 대한 2차 국부적 근사식(a second-order, local approximation to an arbitrary cost function)이라고 할 수 있다.

$$\begin{aligned} \ln TC_t = & \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln P_{it} + \sum_q \beta_q \ln Y_{qt} \\ & + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \ln P_{it} \cdot \ln P_{jt} \\ & + \frac{1}{2} \sum_q \sum_r \delta_{qr} \ln Y_{qt} \cdot \ln Y_{rt} \\ & + \sum_i \sum_q \phi_{iq} \ln P_{it} \cdot \ln Y_{qt} \end{aligned} \quad (1)$$

여기서

$i, j = l$	: 노동
$f$	: 유류
$m$	: 정비
$k$	: 자본
$q, r = d$	: 도시형버스-km
$s$	: 좌석버스-km
$h$	: 지역순환버스-km
$TC$	: 총비용
$P_i$	: 생산요소 $i$ 의 가격
$Y_q$	: 산출물 $q$ 의 산출량

위 식은 이차항의 테일러시리즈 전개를 통해 도출되므로 함수  $\ln(TC)$ 에 대한 헤시안 행렬(Hessian matrix)이 대칭(symmetry)이어야 한다. 이는 식의 계수가 다음의 조건을 충족해야 함을 의미한다.

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji}, \quad \delta_{qr} = \delta_{rq} \quad (2)$$

또한 식(1)의 비용함수가 잘 정의된 생산기술을 반영하기 위해서는 요소가격에 대한 1차 동차성조건(homogeneous of degree one in input prices)<sup>5)</sup>

3) 쌍대이론(duality theory)에 따르면 생산기술에 관한 모든 정보는 쌍대함수인 비용함수로부터 도출 가능하므로, 생산기술에 관한 분석은 생산함수 또는 비용함수 중 어느 하나를 이용하더라도 가능하다.

4) 그러나 이 함수형태는 산출량 관련항이 자연대수(ln)형태를 취하므로 그 항에 0의 값을 대입할 수 없다는 단점을 갖고 있다. Bailey와 Friedlaender(1982)는 어떤 산출물의 산출량이 0의 값을 갖는 경우 대단히 작은 값으로 대체해서 추정할 수 있다고 주장하고 있으며, Cowing과 Holtmann(1983)과 김태승(1999)은 이 방법을 사용하고 있다. 본 연구에서도 산출량이 0의 값을 갖는 경우 그 산출물의 산출량 최소값의 0.1%에 해당하는 값을 대입하여 초월대수함수와 규모 및 범위의 경제성 지수 등을 추정하였다.

5) 생산요소가격에 대한 1차 동차성조건은 비용함수에서  $C(tw, y) = tC(w, y)$  (단,  $t > 0$ )의 관계가 성립하는 것을 의미한다. 이러한 1차 동차성조건 때문에 추정해야 할 계수의 수가 제약식의 수만큼 감소하는 효과가 발생한다.

을 만족해야 한다. 여기서 이 조건은 식(1)의 모수에 대한 다음의 선형 제약조건으로 주어진다.

$$\begin{aligned} \sum_i \alpha_i &= 1 \\ \sum_i \gamma_{ij} &= 0, \quad \text{for all } j = l, f, m, k \\ \sum_i \phi_{iq} &= 0, \quad \text{for all } q = d, s, h \end{aligned} \quad (3)$$

비용함수인 식(1)에 Shephard의 정리<sup>6)</sup>를 적용하면 요소점유율방정식(input share equation)의 형태로 조건부 요소수요함수(cost-minimizing input demand)를 구할 수 있다. 즉 생산요소 Xi에 대한 비용이 총비용에서 차지하는 비중 또는 요소점유율(S<sub>i</sub>)은 식(1)을 생산요소의 가격(P<sub>i</sub>)에 대해 로그미분(log differentiation)함으로써 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} S_{it} &= \frac{\partial \ln(TC_t)}{\partial \ln(P_{it})} = \frac{P_{it} X_{it}}{TC_t} \\ &= \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_{jt} + \sum_q \phi_{iq} \ln Y_{qt} \\ i, j &= l, f, m, k \end{aligned} \quad (4)$$

## 2. 생산요소의 편대체탄력성과 요소수요의 가격 탄력성

편대체탄력성(partial elasticities of substitution)은 생산요소의 상대가격체계가 변할 때 조건부 요소수요가 어떻게 변하는 지에 관한 정보를 제공해 준다. 요소점유율방정식(4)로부터 Allen의 자기 및 교차편대체탄력성을 구하는 식은 다음과 같이 도출된다.

$$\begin{aligned} \text{자기편대체탄력성} : \sigma_{ii} &= \frac{\gamma_{ii} + S_i^2 - S_i}{S_i^2} \\ i &= l, f, m, k \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{교차편대체탄력성}^7) : \sigma_{ij} &= \frac{\gamma_{ij} + S_i S_j}{S_i S_j} \\ i, j &= l, f, m, k, \quad i \neq j \end{aligned} \quad (5)$$

자기편대체탄력성으로부터 얻을 수 있는 정보는 생

산요소가격에 대한 비용함수의 곡률(curvature)이다. 생산요소가격에 대한 비용함수의 2계 도함수는 비용함수의 곡률에 관한 정보를 제공하는데 자기편대체탄력성을 계산하는 식에 비용함수의 2계 도함수가 포함되어 있다. 비용함수는 생산요소가격에 대해 준오목(quasi-concave)해야 하므로, 즉 비용함수의 생산요소가격에 대한 2계 미분을 통해 도출된 헤시안 행렬이 음반정부호(negative semi-definite)가 되어야 하므로 헤시안 행렬의 대각 원소의 부호와 관련되는 자기편대체탄력성이 비양의 부호를 가져야 한다. 교차편대체탄력성으로부터는 두 요소간에 존재하는 대체 및 보완관계를 파악할 수 있다. 즉 교차편대체탄력성이 양의 부호를 갖는다면 요소간에는 대체성이 있음을 알 수 있고, 음의 부호를 갖는다면 요소간에는 보완성이 있음을 알 수 있다.

요소수요의 가격탄력성이란 생산요소가격이 1% 변할 때 생산요소에 대한 수요가 몇 % 변하는 지를 나타내주는 탄력성을 의미하므로 다음과 같이 정의된다.

$$\epsilon_{ij} = \frac{\partial X_i / X_i}{\partial P_j / P_j}, \quad i, j = l, f, m, k \quad (6)$$

여기서 X<sub>i</sub>는 생산요소 i의 투입량이다.

자기 및 교차가격탄력성은 Allen의 편대체탄력성을 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{자기가격탄력성} : \epsilon_{ii} &= S_i \times \sigma_{ii} = \frac{\gamma_{ii} + S_i^2 - S_i}{S_i} \\ i &= l, f, m, k \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{교차가격탄력성} : \epsilon_{ij} &= S_j \times \sigma_{ij} = \frac{\gamma_{ij} + S_i S_j}{S_i} \\ i, j &= l, f, m, k, \quad i \neq j \end{aligned} \quad (7)$$

## 3. 규모의 경제성

다수산출물의 경우 규모의 경제성은 산출물별 규모의 경제성(product-specific economies of scale)과 전반적인 규모의 경제성(overall economies of scale)로 나누어 정의될 수 있다. 어떤 기업이 몇 개의 서

6) Shephard의 정리란 비용함수를 어떤 임의의 생산요소가격에 대하여 편미분한 값은 임의의 생산요소투입량과 동일하다는 정리를 말한다.  
7) 이러한 방법으로 계산된 Allen의 교차편대체탄력성은 대칭적이라는 단점을 갖고 있다. 즉  $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$ 가 성립한다.

로 다른 산출물을 생산하는 경우  $q$  번째 산출물에 국한된 규모의 경제성 지수는 다음과 같이 정의된다.

$$SCE_q = 1 - \frac{Y_q \cdot MC_q}{TIC_q} = 1 - \epsilon_q \quad (8)$$

여기서  $TIC_q$ 는  $q$  번째 산출물의 총증분비용(total incremental cost)으로, 다른 산출물의 산출량수준은 그대로 유지하는 반면  $q$  번째 산출물만 생산을 중단함으로써 회피할 수 있는 비용을 말한다. 즉

$$TIC_q = TC(Y) - TC(\dots, Y_{q-1}, 0, Y_{q+1}, \dots) \quad (9)$$

으로 표시된다. 또한  $\epsilon_q$ 는 산출물  $q$ 에 대한 비용탄력성으로,  $\frac{\partial TC}{\partial Y_q} \cdot \frac{Y_q}{TC}$ 로 정의된다. 따라서  $SCE_q > 0$ 이면  $q$  번째 산출물에 국한된 규모의 경제가 존재하는 것이고,  $SCE_q < 0$ 이면 규모의 불경제가 존재하는 것을 의미한다. 이 지수는 식(1)으로부터 다음과 같이 도출된다.

$$SCE_q = 1 - (\beta_q + \sum_r \delta_{qr} \ln Y_r + \sum_i \phi_{iq} \ln P_{ii}) \quad (10)$$

전반적인 규모의 경제성은 모든 산출물의 산출량이 동시에 동일한 비율로 증가할 때 총비용이 어느 정도 증가하는지를 측정하는데 그 목적이 있으며, 다음과 같이 정의된다.

$$SCE_o = 1 - \frac{\sum_q Y_q \cdot MC_q}{TC} = 1 - \sum_q \epsilon_q \quad (11)$$

$SCE_o > 0$ 이면 산출물별 한계비용의 합이 평균비용의 합보다 작음을 의미하므로 전반적인 규모의 경제가 존재함을 나타내는 반면,  $SCE_o < 0$ 이면 전반적인 규모의 불경제가 존재함을 나타낸다. 이 지수는 식(1)과 식(10)으로부터 다음과 같이 도출된다.

$$SCE_o = 1 - \sum_q (\beta_q + \sum_r \delta_{qr} \ln Y_r + \sum_i \phi_{iq} \ln P_{ii}) \quad (12)$$

#### 4. 범위의 경제성

어떤 산업의 산출물이 여러 가지인 경우 한 산출물에 특화된 기업이 하나의 산출물을 각각 생산할 때보다 하나의 기업이 서로 다른 산출물을 함께 생산할 때 비용이 절감되는 경우가 있다. 이와 같이 기업의 조업 범위에 따라 나타나는 경제를 범위의 경제(economies of scope)라고 한다. 산출물벡터  $Y$ 가 두 산출물집합  $\{Y^A, Y^B\}$ 로 분할되는 경우 범위의 경제성 지수(SCP)는 다음과 같이 정의된다.

$$SCP = \frac{TC(Y^A) + TC(Y^B) - TC(Y)}{TC(Y)} \quad (13)$$

SCP는 산출물벡터  $Y$ 를 결합생산할 때보다  $Y^A$ 와  $Y^B$ 의 두 산출물집합으로 나누어 생산할 때 초래되는 비용 증가액을 총비용에 대한 비율로 표시한 것이다. 따라서  $SCP > 0$ 인 경우 범위의 경제가 있으며,  $SCP < 0$ 인 경우 범위의 불경제가 있음을 의미한다. 시내버스운송업에 참여하는 어떤 기업이 여러 가지 산출물을 생산하는 경우 각 산출물의 생산에 있어서 규모의 경제가 있다고 하더라도 범위의 경제가 없다면 모든 산출물을 하나의 기업이 생산할 필요는 없다. 이는 전반적인 규모의 경제 자체가 범위의 경제에 의존하기 때문이다.<sup>8)</sup> 즉 산출물별 규모의 경제도 존재하고 범위의 경제도 발생하는 경우에는 산출물별 규모의 경제의 가중합에 비하여 전반적인 규모의 경제는 범위의 경제가 존재하는 만큼 확대되어 나타나게 된다.

#### 5. 평균 및 한계비용

다수산출물의 경우 평균비용은 이질적인 산출물간의 관계를 포함하고 있으므로 명확하게 정의하기가 어려운 개념이다. 즉 단일산출물의 경우와는 달리 다수산출물의 경우에는 총산출량 뿐만 아니라 산출물의 구성비율에 따라서 비용함수의 행태가 달라지므로 평균비용 또한 달라진다. 따라서 본 연구에서는 세 산출물의 산출량 구성비율을 일정하게 고정시킨 상태에서

8) 이것을 다수산출물산업에서 범위의 경제와 산출물별 규모의 경제 개념을 이용해 설명하면 다음과 같다. 다수산출물산업의 전반적인 규모의 경제는 산출물별 규모의 경제와 범위의 경제로 구성된다. 산출물별 규모의 불경제가 존재하더라도 범위의 경제가 매우 강해 산업 전체적으로 전반적인 규모의 경제를 보이고 있는 다수산출물기업은 자연독점기업으로 존재할 수 있다. 반면 산출물별 규모의 경제는 존재하나 범위의 경제가 존재하지 않는다면, 규모의 경제 하에서 서로 다른 산출물을 각각 생산하는 별도의 산업으로 구분되므로 이 산업은 다수산출물 산업으로서의 특성을 갖지 못한다.

총비용을 단위산출물비용의 배율, 즉 총산출량으로 나눈으로써 구해지는 방사평균비용(ray average cost, RAC) 개념<sup>9)</sup>을 이용해 평균비용과 한계비용(marginal cost, MC)을 다음과 같이 계산한다.

$$RAC = \frac{TC(rY^b)}{r} \quad (14)$$

$$MC(Y) = \frac{\partial TC(rY^b)}{\partial Y^b} \quad (15)$$

여기서  $Y^b$ 는 단위산출물비용(a composite output) 또는 단위산출량을 나타내며,  $r$ 은 총산출량( $Y$ )을 단위산출량으로 표시할 때 사용하는 배율(따라서  $Y=rY^b$ )을 뜻한다.

### III. 자료와 추정방법

#### 1. 자료

비용함수를 추정할 때 사용하는 자료는 서울의 81개 시내버스업체에 대한 1996년의 횡단면 자료이다.<sup>10)</sup> 이 자료는 산동회계법인(1997a, b)의 20개 업체, 안건회계법인(1998)의 41개 업체, 그리고 한국산업관계연구원(1997)의 20개 업체에 대한 손익계산서를 이용해 구축되었다.

본 연구에서는 시내버스업체가 모든 생산요소의 투입량을 최적으로 조절할 수 있다고 가정하기 때문에 4가지 요소비용의 합을 총비용으로 정의하였다. 먼저 노동비용은 운전기사와 관리직원의 임금과 복리후생비를 합산하여 구하였으며, 유류비용은 경유와 잠유비를 합산하여 구하였다. 정비비용은 정비직원의 임금과 복리후생비를 정비비(타이어비와 차량정비비)에 합산해 구하였다. 마지막으로 자본비용은 버스유형별

차량가격(취득가격 - 폐차처분가액<sup>11)</sup>)에 자본회수계수(capital recovery factor)<sup>12)</sup>와 버스유형별 보유대수를 곱해 구한 값에 차량보험료, 벌과금, 사고보상비, 제경비를 더해 구하였다. 업체별 생산요소비용비중, 즉 요소점유율은 각 요소비용을 총비용으로 나누어 산정하였다. 총비용과 요소점유율의 최대값, 최소값 및 표본평균은 <표 1>과 같다.

산출량 지표로는 버스유형별 운행거리, 즉 도시형 버스-km, 좌석버스-km 및 지역순환버스-km의 세 가지를 사용하였으며, 이들을 각 산출물별 산출량의 평균값으로 나누어 정규화된 지수자료를 사용해 비용함수를 추정하였다. 버스유형별 산출량을 합한 총산출량과 총보유대수 측면에서 표본에 포함된 버스업체들의 규모를 살펴보면 <표 1>에서 볼 수 있는 것처럼 가장 규모가 큰 업체는 3,076.4만 버스-km와 243대이었던 반면, 가장 규모가 작은 업체는 242.8만 버스-km와 33대이었던 것으로 각각 나타난다.

네 생산요소의 가격은 요소비용을 요소투입량으로 나누어 각각 산정하였으며, 이들을 각 요소가격의 평균값으로 나누어 정규화된 지수자료를 사용해 비용함수를 추정하였다. 노동, 유류, 정비 및 자본의 요소투입량으로 운전기사 및 관리직원수, 도시형환산 총버스-km, 정비직원수 및 버스보유대수를 각각 사용하였다. 버스유형별 유류소비량의 차이를 반영하기 위해 유류의 투입량으로 총버스-km 대신에 각 버스유형의 경우 1리터당 운행거리를 기준으로 도출한 도시형환산 총버스-km를 사용하였다. 이와 같이 구한 네 요소가격의 최대값, 최소값 및 평균은 <표 1>과 같다.

표본에 포함된 시내버스업체들을 총산출량을 기준으로 5등분한 후 규모별로 산출물 구성비율과 버스유형별 보유비율 및 평균총비용을 구하면 <표 2>와 같다. 이 표로부터 업체의 규모에 따라 산출물 구성비율 또는 버스유형별 보유비율과 평균총비용이 다름을 확인할 수 있다. 즉 시내버스업체의 규모가 클수록 도시

9) 방사평균비용에 관한 논리적 설명에 대해서는 Baumol et al.(1982, pp.48~50)과 Bailey와 Friedlaender(1982, pp.1029~1030) 등을 참조. 방사평균비용 개념에 따른 평균비용곡선은 서울의 시내버스운송업에 대한 전반적인 규모의 경제성 특성을 나타내는 반면, 평균중분비용 개념에 따른 평균비용곡선은 도시형, 좌석 및 지역순환 버스서비스의 산출물별 규모의 경제성 특성을 나타낸다. 즉 방사평균비용은 산출물 구성비율을 고정된 상태에서 총산출량을 기준으로 한 평균비용을 도출할 경우에 적합한 반면, 평균중분비용은 어떤 한 산출물의 산출량을 기준으로 한 평균비용을 도출할 경우에 적합하다. 따라서 방사평균비용이 본 연구의 목적에 보다 적합한 것으로 판단된다.

10) 규모의 경제성 등을 파악하기 위한 비용함수의 추정에는 기본적으로 횡단면 자료가 이용되어 왔다. 이는 시계열 자료를 이용하는 경우에 비해 기술적인 진보로 인한 오류의 가능성 등을 방지할 수 있는 장점이 있기 때문이다.

11) 본 연구에서는 0으로 가정하였다.

12) 업체별 자본회수계수는 업체의 차량별 버스보유대수에 관한 자료를 이용해 구한 버스의 평균내용년수 7년과 3년만기 은행보증 회사채의 평균수익률인 12%를 적용해 구하였다. 단, 좌석버스의 경우 구입시 2000만원을 이자를 7%에 3년거치 5년상환조건으로 융자해주는 점을 감안하여 좌석버스에 대한 자본회수계수는 내용년수 8년과 이자를 7%를 적용해 달리 구하였다.

〈표 1〉 자료의 특성(1996년 가격)

변수	단위	최대값	최소값	평균
총비용	억원	255.3	27.1	96.6
요소점유율	노동	-	0.636	0.471
	유류	-	0.173	0.091
	정비	-	0.180	0.062
	자본	-	0.278	0.179
버스유형별 산출량	도시형	천버스-km	15,986	0
	좌석	천버스-km	18,640	0
	지역순환	천버스-km	1,853	0
총산출량 <sup>1)</sup>	천버스-km	30,764	2,428	9,576
총보유대수 <sup>1)</sup>	대	243	33	102
요소가격	노동	백만원/기사 및 관리직원·년	25.3	16.7
	유류	원/도시형환산 총버스-km	178.4	82.6
	정비	백만원/정비직원·년	82.8	20.7
	자본	백만원/대·년	27.8	16.0

주 : 1) 식(1)에 포함되는 독립변수는 아니나, 표본에 포함된 버스업체의 특성을 보다 잘 보여주는 지표로 사료되어 포함시켰음.

형버스의 보유비율은 낮은 반면 좌석버스의 보유비율은 높으며, 버스-km당 평균총비용은 낮음을 알 수 있다.

다수산출물산업의 경우 산출물 및 전반적인 규모의 경제성과 범위의 경제성은 산출물 구성비율에 따라 달라질 수 있다. 4장에서 분석의 기준이 될 산출물 구성비율에 최근의 업체 특성을 반영하기 위해 시내버스업체가 어떤 유형의 버스를 운행하는 지에 따라 다섯 가지 유형으로 구분한 후 업체수 및 버스유형별 보유비율 측면에서 1996년과 2000년을 비교하였다.<sup>13)</sup> 〈표 3〉에서 볼 수 있는 것처럼 2000년의 업체 전체에 대한 버스유형별 평균 보유비율은 1996년과 다른 반면, 〈표 2〉의 1996년 하위 20% 업체의 버스유형별 평균 보유비율과 비슷하다. 즉 2000년의 업체 전체의 평균 산출물 구성비율은 1996년의 하위 20% 업체의 평균 산출물 구성비율과 같다고 간주할 수 있다. 또한 〈표 3〉으로부터 2000년의 경우 1996년에 비해 도시형버스만을 운행하거나 도시형과 지역순환버스를 함께 운행하는 업체의 수는 증가한 반면, 모든 유형의 버스를 운행하는 업체와 좌석버스만을

〈표 2〉 업체규모별 산출물 구성비율과 평균총비용(1996년 가격)

구분 <sup>1)</sup>	산출물 구성비율(%)	버스유형별 보유비율(%)	평균총비용 <sup>2)</sup> (원/버스-km)
전체	도시형버스	65.6	68.8
	좌석버스	32.6	28.6
	지역순환버스	1.8	2.6
	계	100.0	100.0
상위 20%	도시형버스	60.3	63.4
	좌석버스	38.1	34.8
	지역순환버스	1.6	1.8
	계	100.0	100.0
차상위 20%	도시형버스	62.0	67.2
	좌석버스	36.5	30.7
	지역순환버스	1.5	2.1
	계	100.0	100.0
중위 20%	도시형버스	65.2	68.0
	좌석버스	32.5	28.4
	지역순환버스	2.3	3.6
	계	100.0	100.0
차하위 20%	도시형버스	74.1	76.2
	좌석버스	23.5	20.6
	지역순환버스	2.4	3.1
	계	100.0	100.0
하위 20%	도시형버스	80.2	78.8
	좌석버스	18.1	18.2
	지역순환버스	1.7	3.0
	계	100.0	100.0

주 : 1) 상위, 차상위, 중위, 차하위, 하위는 총산출량 기준임.  
2) 총비용을 총산출량으로 나누어 구한 값임.

운행하거나 좌석과 도시형버스를 함께 운행하는 업체의 수는 감소하였음을 알 수 있다.

이러한 추세를 감안하여 4장에서 규모 및 범위의 경제성 지수와 최소효율규모를 구할 때 기준이 되는 산출물 구성비율로 다섯 가지, 즉 1996년 전체 업체의 평균, 도시형과 좌석버스를 주로 운행하는 업체의 평균(상위 20%의 평균), 전체 업체의 평균에 비해 좌석보다 도시형버스의 운행에 주력하는 업체의 평균(하위 20%의 평균), 도시형버스만 운행하는 업체, 도시형과 지역순환버스를 함께 운행하는 업체의 평균을 선정하였다.

13) 2000년의 업체별 버스유형별 산출량 자료를 구할 수 없었기 때문에 버스유형별 보유비율 측면에서 2개 년도를 비교하였다.

〈표 3〉 업체유형별 평균 보유대수와 버스유형별 보유비율 : 1996년과 2000년

업체유형		1996					2000 <sup>1)</sup>			
		업체 수	평균산출량		평균보유대수		보유대당 천 버스-km	업체 수	평균보유대수	
			천 버스-km	구성비율 (%)	대	보유비율 (%)			대	보유비율 (%)
도시형버스 운행업체	도시형	6	5,089	100.0	65.3	100.0	77.9	19	88.8	100.0
좌석버스 운행업체	좌석	2	5,872	100.0	49.0	100.0	119.8	0	-	-
도시형과 좌석버스 운행업체	도시형	44	6,200	64.0	67.3	68.3	92.2	23	95.0	66.3
	좌석		3,494	36.0	31.2	31.7	112.1		48.3	33.7
계			9,694	100.0	98.5	100.0	98.5		143.3	100.0
도시형과 순환버스 운행업체	도시형	3	6,097	85.2	67.7	79.6	90.1	18	86.9	89.3
	순환		1,061	14.8	17.3	20.4	61.2		10.4	10.7
계			7,158	100.0	85.0	100.0	84.2		97.3	100.0
도시형·좌석과 순환버스 운행업체	도시형	26	7,201	65.6	81.2	66.9	88.7	12	93.0	69.1
	좌석		3,353	30.5	34.0	28.0	98.6		30.7	22.7
	순환		423	3.9	6.1	5.1	69.0		11.0	8.2
	계		10,977	100.0	121.3	100.0	90.5		134.7	100.0
업체전체	도시형	81	6,282	65.6	69.9	68.8	89.9	72	91.0	78.5
	좌석		3,119	32.6	29.0	28.6	107.6		20.5	17.7
	순환		175	1.8	2.6	2.6	67.1		4.4	3.8
	계		9,576	100.0	101.6	100.0	94.3		115.9	100.0

주 : 1) 2000년 7월 31일 기준의 서울시 내부자료를 이용해 계산한 결과임.

## 2. 추정방법

비용함수모형은 비용함수와 요소점유율방정식의 오차항이 상관관계를 가지는, 즉 결합정규분포를 하고 있다는 가정 하에 Zellner의 반복결합일반화 최소자승법(SUR)을 이용해 추정된다.<sup>14)</sup> 실제 추정에서는 요소점유율의 합이 1이 되므로 네 요소점유율방정식 중 하나를 제외하고 추정하여야 한다. 본 연구에서는 정규화시키는 요소의 점유율방정식을 제외하는 일반적인 관례에 따라 자본요소의 점유율방정식을 제외하였다.<sup>15)</sup>

앞에서 식(1)과 같이 설정한 완전모형을 추정한 후 동조성(homotheticity), 동차성(homogeneity) 및 코브-더글라스(Cobb-Douglas) 생산기술에 관한 제약조건을 부과한 세 가지 함수형태를 검정함으로써

설정한 모형의 타당성을 검증한다. 동조성은 비용함수에서 생산요소가격과 산출량을 분리할 수 있어서 두 변수가 독립적이라는 조건을 의미한다. 이 조건이 충족되면 생산요소가격과 산출량의 2차항 모수  $\phi_{iq} = 0$  이 된다. 본 연구에서는 세 가지의 산출물을 고려하므로 모든 산출물에 대한 동조성 검정과 함께 각 산출물에 대한 동조성 검정도 시행한다. 동차성은 산출량에 대한 비용탄력성이 상수가 되어 산출량이 변하더라도 규모의 경제성이 변화하지 않는 조건을 의미한다. 이 조건이 충족되면  $\phi_{iq} = 0$ 이 되고 동시에 산출량의 2차항 모수  $\delta_{qr} = 0$ 이 된다. 마지막으로, Cobb-Douglas 생산기술을 반영하는 비용함수는 동조성과 동차성 뿐만 아니라 생산요소간 단위대체탄력성을 그 특징으로 갖게 된다. 따라서 이 조건이 충족되면  $\phi_{iq} = \delta_{qr} = \gamma_{ij} = 0$ 이 된다.

14) 이와 같이 비용함수를 요소점유율방정식과 함께 추정하는 방법은 관찰점수를 원래 관찰점수에 요소점유율방정식의 개수를 곱해서 얻는 수 만큼 증가시킴으로써 자유도가 증가되는 장점이 있다.

15) 이 때 최우추정법을 사용하면 어떤 요소점유율방정식을 제외하더라도 추정결과에는 영향을 미치지 않는다(Berndt(1991), pp.473-474).



### IV. 모형의 추정결과

#### 1. 비용함수

비용함수 추정시 어떤 생산기술을 반영하는 비용함수형태가 서울의 시내버스운송업에 적합한 지에 대한 가설을 검정하였다. <표 4>에서 볼 수 있는 것처럼 동조성, 동차성 및 Cobb-Douglas 형태의 생산기술에 관한 가설은 모두 기각되었다. 그러나 세 가지 산출물 중 하나인 지역순환버스-km에 대해서는 동조성 가설을 기각할 수 없었다. 이는 서울의 시내버스운송업은 지역순환버스의 산출량이 변하더라도 요소가격이 변화하지 않는 비용구조를 가지는 것을 의미한다. 생산기술에 대한 가설 검정을 통해 적합하다고 입증된 지역순환버스-km만에 대해 동조적인 비용함수형태의 추정결과는 <표 5>와 같다. 이 표에서 볼 수 있는 것처럼 추정계수들 중 대부분은 1% 수준에서 유의하며, 수정결정계수도 높은 값을 보이고 있다.

시내버스서비스의 생산기술에 관한 본 연구의 결과는 초월대수 함수형태의 단일산출물 비용함수를 추정한 Berechman과 Giuliano(1984), Berechman(1987) 그리고 De Rus(1997)의 결과와 거의 부합하는 것으로 판단된다.<sup>16)</sup> 이들은 모두 시내버스운송업의 생산기술은 코브-더글라스 특성을 갖지 않으며, 동조적이며 동차적인 특성도 갖지 않는다는 연구결과를 제시하고 있기 때문이다. 따라서 다수산출물 비용함수의 추정결과에 의한 규모 및 범위의 경제성 등에 대한 추론이 부적절하지 않다고 할 수 있다.

<표 4> 생산기술에 대한 가설의 검정결과

가설	우도비 검정 통계량	$n_R$ <sup>1)</sup>	$\chi^2(n_R)$ (유의수준 1%)	검정 결과
지역순환버스-km에 대한 동조성	4.20	3	11.34	채택
전체 산출물에 대한 동조성	39.25	9	21.66	기각
동차성	81.23	15	30.57	기각
Cobb-Douglas	270.62	21	38.93	기각

주 : 1) 0으로 제약되는 모수의 개수를 의미함.

<표 5> 초월대수 비용함수의 추정결과

모수	계수추정치	표준오차	t-통계량
$a_0$	23.055	0.014	1685.009***
$a_l$	0.557	0.003	193.401***
$a_f$	0.124	0.002	79.806***
$a_m$	0.107	0.002	47.316***
$a_k$	0.212	0.007	30.286***
$\beta_d$	0.610	0.021	29.630***
$\beta_s$	0.276	0.008	33.292***
$\beta_h$	0.034	0.008	4.210***
$\gamma_{ll}$	0.190	0.024	8.090***
$\gamma_{ff}$	0.078	0.007	11.753***
$\gamma_{mm}$	0.022	0.009	2.509***
$\gamma_{kk}$	0.113	0.029	3.896***
$\gamma_{lf}$	-0.067	0.009	-7.836***
$\gamma_{lm}$	-0.013	0.010	-1.215
$\gamma_{lk}$	-0.111	0.043	-2.581***
$\gamma_{fm}$	-0.009	0.004	-2.317***
$\gamma_{fk}$	-0.002	0.020	-0.100
$\gamma_{mk}$	-0.001	0.024	-0.042
$\delta_{dd}$	0.138	0.005	28.098***
$\delta_{ss}$	0.058	0.002	32.844***
$\delta_{hh}$	0.006	0.002	3.486***
$\delta_{ds}$	-0.052	0.005	-10.210***
$\delta_{dh}$	-0.007	0.003	-2.461***
$\delta_{sh}$	-0.001	0.000	-1.183
$\phi_{ld}$	0.004	0.002	2.010**
$\phi_{fd}$	-0.001	0.001	-0.953
$\phi_{md}$	-0.005	0.002	-2.865***
$\phi_{kd}$	0.002	0.005	0.400
$\phi_{ls}$	-0.004	0.001	-4.586***
$\phi_{fs}$	0.003	0.001	4.804***
$\phi_{ms}$	0.002	0.001	2.788***
$\phi_{ks}$	-0.001	0.003	-0.333
수정결정계수( $\bar{R}^2$ )			
비용함수	0.907		
비중 식	노동	0.351	
	유류	0.040	
	정비	0.138	

주 : 1) t값의 \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 각각 나타냄.

16) 시내버스운송업을 여러 유형의 버스서비스를 생산하는 다수산출물산업으로 상정한 다음 유연한 형태의 비용함수를 추정한 후 생산기술에 대한 가설을 검정한 선행연구는 없다. 따라서 본 연구의 결과를 단일산출물 비용함수를 추정한 선행연구의 결과와 비교할 수밖에 없었다.

## 2. 생산요소의 편대체탄력성과 요소수요의 가격 탄력성

〈표 6〉과 〈표 7〉은 초월대수 비용함수의 추정결과에 따라 설명변수의 표본 평균점에서 Allen의 자기 및 교차편대체탄력성과 요소수요의 자기 및 교차가격탄력성을 각각 추정하여 정리한 것이다.

〈표 6〉에서 볼 수 있는 것처럼 자기편대체탄력성은 모두 최소한 10% 수준에서 유의한 음의 값을 가지므로, 추정된 비용함수가 오목성(concavity) 조건을 충족하고 있음을 알 수 있다. 반면 교차편대체탄력성은 모두 1보다 작은 양의 값을 가지나 노동-정비간의 편대체탄력성을 제외하고는 유의하지 않으므로, 모든 생산요소가 서로 약한 대체 또는 독립적인 관계에 있음을 알 수 있다. 교차편대체탄력성에 관한 이러한 결과는 Berechman(1993, pp.131~133)이 지적한 것처럼 시내버스서비스의 생산기술이 고정비율유형(fixed-proportions type)이기 때문에 나타나는 것으로 보이며, 추정치의 절대값이 대부분 1보다 작게 나온 Williams와 Dalal(1981)과 Berechman과 Giuliano(1984)의 결과와도 대체로 일치한다고 할 수 있다.

앞의 〈표 7〉에서 자기가격탄력성은 모든 생산요소에 대해 유의한 음의 값을 가지므로 이론과 부합하며, 추정치의 절대값이 1보다 작으므로 요소수요는 요소가격에 대해 비탄력적임을 알 수 있다. 반면 교차가격탄력성은 교차편대체탄력성의 경우와 마찬가지로 1보다 작은 양의 값을 가지나 대부분 유의하지 않으므로, 요소가격이 변하더라도 생산요소간의 대체 용이성 정도는 대단히 낮다고 해석할 수 있다.

## 3. 규모의 경제성

3장에서 1996년과 2000년의 업체 특성을 대표하는 것으로 선정된 다섯 가지의 산출물 구성비율에 대해 규모의 경제성 지수를 각각 도출하였다. 각 경우의 버스유형별 산출량은 표본평균 총산출량(9,576,078km)에 각각의 산출물 구성비율을 곱해 구한 뒤 버스유형별 산출량의 표본평균값으로 정규화시켰다. 요소가격은 〈표 1〉에 제시된 표본평균값을 이용하였다.

산출물별 규모의 경제성 지수의 추정결과 좌석과 지역순환버스의 산출물에는 산출물 구성비율에 관계없이 대단히 큰 규모의 경제가 존재하는 것으로 나타난 반면 도시형버스는 산출물 구성비율에 따라 상당히 큰 규모의 경제 또는 작은 규모의 불경제가 존재하는 것으로 나타났다. 전반적인 규모의 경제성 지수의 추정결과 모든 경우에서 작은 규모의 경제가 존재하는 것으로 나타났는데, 이는 앞에서 확인했던 규모가 클수록 평균총비용이 낮아진다는 사실과 일치하며, 업체의 규모가 버스보유대수 측면에서 표본평균인 102대 정도인 경우 작은 규모의 경제 또는 규모수익의 불변 현상이 나타난다는 선행연구의 결과와도 어느 정도 일치한다고 볼 수 있다. 따라서 서울의 시내버스업체들은 규모의 경제로 인해 규모가 클수록 비용 면에서 경쟁우위에 있기 때문에 경영여건이 어려워진다고 하더라도 대형업체일수록 생존할 수 있는 가능성은 커진다고 할 수 있다.

## 4. 범위의 경제성

규모의 경제성 지수와 마찬가지로 다섯 가지의 산

〈표 6〉 Allen의 자기 및 교차편대체탄력성

	노동	유류	정비	자본
노동	-0.178 (-2.340**)	0.015 (0.111)	0.782 (4.657***)	0.068 (0.188)
유류	0.015 (0.111)	-1.937 (-4.051***)	0.298 (0.957)	0.922 (1.177)
정비	0.782 (4.657***)	0.298 (0.957)	-6.476 (-8.364***)	0.982 (0.915)
자본	0.068 (0.188)	0.922 (1.177)	0.982 (0.915)	-1.201 (-1.844*)

주 : 1) t값의 \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 각각 나타냄.

〈표 7〉 자기 및 교차가격탄력성

	노동	유류	정비	자본
노동	-0.100 (-2.298***)	0.002 (0.024)	0.083 (4.611***)	0.014 (0.175)
유류	0.008 (0.519)	-0.234 (-4.048***)	0.032 (0.948)	0.195 (1.195)
정비	0.439 (4.673***)	0.036 (0.957)	-0.686 (-8.360***)	0.207 (1.052)
자본	0.038 (0.188)	0.112 (1.177)	0.104 (0.915)	-0.253 (-1.844*)

주 : 1) t값의 \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 각각 나타냄.

출물 구성비율에 대해 산출물의 부분집합간 범위의 경제성 지수를 추정한 결과는 <표 9>와 같다. 이 표로부터 도시형버스와 지역순환버스의 산출물간에는 상당히 큰 범위의 불경제가 존재하며 도시형·좌석버스와 지역순환버스의 산출물간에는 범위의 경제 및 불경제가 모두 존재하지 않는 반면, 도시형·지역순환버스와 좌석버스 및 좌석·지역순환버스와 도시형버스의 산출물간에는 상당히 큰 범위의 경제가 존재함을 알 수 있다.<sup>17)</sup>

이러한 결과로부터 서울 시내버스운송업의 경우 한 업체가 도시형버스와 좌석버스만을 함께 운영하는 것이 가장 비용효율적인 것으로 판단된다. 반면 도시형

및 좌석버스와 지역순환버스를 함께 운영하는 것은 지역순환버스의 산출물 구성비율이 2% 미만일 정도로 대단히 작을 경우를 제외하고는 비효율적인 것으로 판단된다. 이러한 결론은 앞의 <표 3>에서 볼 수 있었던 최근의 추세, 즉 도시형버스만을 운행하거나 도시형과 지역순환버스를 함께 운영하는 업체의 수는 증가하는 반면 도시형과 좌석버스를 함께 운영하는 업체의 수는 감소하는 추세와 상반되는 것으로 보인다. 그러나 좌석버스가 도시형 또는 지역순환버스보다 비용과 운임수입을 함께 포괄하는 수익 측면에서 열위한 상태에 있었다는 점을 고려하면 부적절하지 않은 것으로 판단된다.

<표 8> 규모의 경제성 지수

산출물 구성비율	산출물별 규모의 경제성			전반적인 규모의 경제성
	도시형 버스-km	좌석 버스-km	지역순환 버스-km	
전체 업체의 평균	0.390 (19.562***)	0.724 (85.975***)	0.966 (118.756***)	0.079 (2.165**)
총산출량 상위 20% 업체의 평균	0.409 (20.590***)	0.710 (87.800***)	0.966 (119.799***)	0.085 (2.309**)
총산출량 하위 20% 업체의 평균	0.331 (15.092***)	0.769 (86.407***)	0.967 (116.990***)	0.066 (1.692*)
도시형버스만 운영하는 업체	-0.184 (-3.421***)	-	-	0.084 (2.341**)
도시형과 순환버스를 함께 운영하는 업체의 평균	-0.084 (-2.265**)	-	0.951 (113.597***)	0.108 (2.561**)

주 : 1) t값의 \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 각각 나타냄.

2) - 표시는 규모의 경제성 지수가 추정될 수 없는 경우를 의미함. 즉, 해당 경우의 산출량은 0이기 때문에 산출량의 % 변화에 따른 비용의 % 변화는 추정될 수 없음.

<표 9> 범위의 경제성 지수

산출물 구성비율	도시형·좌석/지역순환	도시형·지역순환/좌석	좌석·지역순환/도시형
전체 업체의 평균	-0.027 (-2.735***)	0.103 (10.298***)	0.295 (29.538***)
총산출량 상위 20% 업체의 평균	-0.022 (-2.486**)	0.098 (8.359***)	0.280 (26.315***)
총산출량 하위 20% 업체의 평균	-0.013 (-2.159**)	0.219 (15.356***)	0.285 (27.612***)
도시형버스만 운영하는 업체	0	0	0
도시형과 순환버스를 함께 운영하는 업체의 평균	-0.167 (-8.612***)	0	-0.167 (-8.612***)

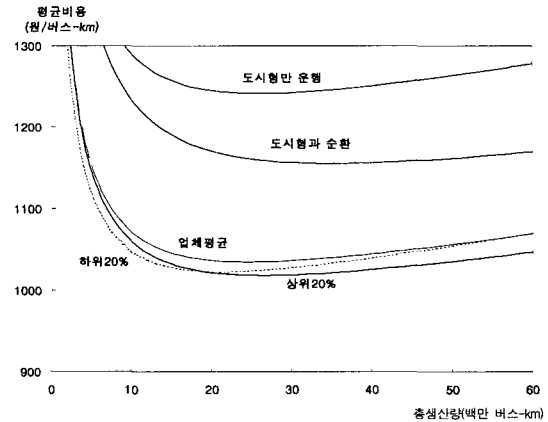
주 : 1) t값의 \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 수준에서 유의함을 각각 나타냄.

17) 도시형·좌석버스와 지역순환버스의 산출물간에 범위의 경제 및 불경제가 모두 존재하지 않는 이유는 도시형버스와 지역순환버스를 운행하는 업체의 산출물 구성비율 하에서 도시형과 지역순환버스의 산출물간에 발생하는 범위의 불경제로부터 추론할 수 있다. 즉 도시형과 지역순환버스의 산출물간에 발생하는 범위의 불경제를 좌석과 지역순환버스, 도시형과 좌석버스의 산출물간에 발생하는 범위의 경제가 상쇄시키면서 전체적으로 도시형·좌석버스와 지역순환버스의 산출물간에 범위의 경제 및 불경제가 모두 발생하지 않는 것으로 추론된다.

### 5. 평균, 한계비용 및 최소효율규모

총산출량의 표본평균 수준에서 산출물 구성비율별로 요소가격의 표본평균을 적용해 추정한 평균 및 한계비용은 <표 10>과 같다. 총산출량이 표본평균 수준으로 같은 경우 도시형버스만 운행하는 업체의 평균비용이 가장 높으며, 총산출량 하위 20% 업체의 평균비용이 가장 낮은 것으로 나타났다. 이렇게 세 유형의 버스를 모두 운행하는 업체보다 도시형버스만 운행하는 업체 또는 도시형과 순환버스를 함께 운행하는 업체의 평균비용이 높은 이유 중의 하나는 도시형과 좌석버스의 산출물간에 범위의 경제가 존재하기 때문인 것으로 판단된다. 다섯 가지 경우에서 모두 평균비용이 한계비용보다 높은 것으로 나타나는 이유는 전반적인 규모의 경제가 존재하기 때문이다. 도시형과 지역순환버스의 산출물간에 범위의 불경제가 발생함에도 불구하고, 전반적인 규모의 경제가 존재하는 이유는 지역순환버스 산출물의 강한 규모의 경제에 기인하기 때문이며, 이로 인해 평균비용이 한계비용보다 높은 것으로 판단된다.

산출물 구성비율별로 도출한 방사평균비용곡선은 <그림 1>과 같이 나타나며, 각 경우에 대해 도출된 버스업체의 최소효율규모는 <표 10>에 제시되어 있다. <표 10>에서 볼 수 있는 것처럼버스유형별 보유비율이 전체 업체의 평균과 같을 때의 최소효율규모는 265대로 추정되었다. 한편 도시형버스만 운행하거나 도시형버스와 좌석버스를 주로 운행하는 업체의 최소효율규모도 276대로 이와 비슷하게 추정된 반면 도시형버스와 순환버스를 운행하는 업체의 최소효율규모는 371대로 상당히 크게 추정되었으며, 버스유형별 보유비율이 전체 업체의 평균에 비해 도시형버스가



<그림 1> 방사평균비용곡선

높고, 좌석버스가 낮은 경우의 최소효율규모는 223대로 조금 작은 것으로 추정되었다. 이와 같이 각 경우마다 최소효율규모가 다르게 도출된 이유는 버스유형별 평균 보유비율, 특히 도시형과 좌석버스의 보유비율이 서로 다르기 때문이다. 이러한 결과는 서론에서 제시된 Berechman(1993, p.137)의 잠정적인 결론과 대체로 일치하는 것으로 보인다.

### V. 결론

본 연구는 서울의 시내버스운송업에 대해 초월대수 함수형태의 다수산출물 총비용함수모형을 설정한 다음 1996년의 업체별 자료를 이용하여 이를 결합일반화최소자승법으로 추정하였다. 이 때 시내버스업체를 노동, 자본, 유류 및 정비의 네 생산요소를 투입하여 도시형버스-km, 좌석버스-km 및 지역순환버스-km의 세 이질적인 산출물을 생산하는 기업형태로 상정하였다. 함수형태에 대한 가설검정의 결과 서울의 시내버

<표 10> 산출물 구성비율별 평균, 한계비용 및 최소효율규모

산출물 구성비율	평균비용 (원/버스-km)	한계비용 (원/버스-km)	최소효율규모(범위)	
			총산출량 (백만 버스-km)	보유대수 <sup>1)</sup>
전체 업체의 평균	1,074	990	25.0(23.0-26.5)	265(245-280)
총산출량 상위 20% 업체의 평균	1,064	974	26.0(25.0-28.0)	276(265-297)
총산출량 하위 20% 업체의 평균	1,051	981	21.0(19.0-23.0)	223(202-244)
도시형버스만 운행하는 업체	1,294	1,185	26.0(24.0-28.0)	276(255-297)
도시형과 순환버스를 함께 운행하는 업체의 평균	1,239	1,106	35.0(33.0-37.0)	371(350-392)

주: 1) 총산출량에 산출물 구성비율을 곱해서 구한 버스유형별 산출량을 버스유형별 보유대당 평균산출량(도시형: 89.9 ; 좌석: 107.6 ; 순환: 67.1 천버스-km)으로 나누어 계산하였음.

스운송업에는 지역순환버스-km에 대해서만 동조적인 형태의 비용함수가 적합한 것으로 나타났으며, 시내버스업체는 세 산출물을 생산할 때 사용하는 고정비율유형의 생산기술 등으로 인해 요소가격의 변화에 탄력적으로 대응하지 못하는 것으로 나타났다.

규모 및 범위의 경제성과 최소효율규모는 서울의 시내버스업체를 대표할 수 있는 다섯 가지의 산출물 구성비율에 대해 각각 추정되었다. 먼저 산출물별 및 전반적인 규모의 경제성을 표본평균점에서 추정된 결과 좌석버스와 지역순환버스의 산출물에는 산출물 구성비율에 관계없이 대단히 큰 규모의 경제가 각각 존재하는 것으로 나타난 반면 도시형버스에는 산출물 구성비율에 따라 상당히 큰 규모의 경제 또는 작은 규모의 불경제가 존재하는 것으로 나타났으며, 전반적으로는 모든 산출물 구성비율에서 작은 규모의 경제가 존재하는 것으로 나타났다.

산출물의 부분집합간 범위의 경제성을 표본평균점에서 추정된 결과 도시형버스와 지역순환버스의 산출물간에는 상당히 큰 범위의 불경제가 존재하며 도시형·좌석버스와 지역순환버스의 산출물간에는 범위의 경제 및 불경제가 모두 존재하지 않는 반면, 도시형·지역순환버스와 좌석버스 및 좌석·지역순환버스와 도시형버스의 산출물간에는 상당히 큰 범위의 경제가 존재하는 것으로 나타났다. 따라서 한 시내버스업체가 세 유형의 버스 중 도시형버스와 좌석버스를 함께 운행하는 것이 가장 비용효율적인 반면, 도시형 및 좌석버스와 지역순환버스를 모두 함께 운행하는 것은 지역순환버스의 운행대수가 대단히 적은 경우를 제외하고는 비효율적인 것으로 판단된다.

마지막으로 시내버스업체의 최소효율규모는 산출물 구성비율에 따라 다르나, 버스유형에 관계없이 200대 이상의 버스를 보유하는 규모인 것으로 추정되었다. 표본에 포함된 81개의 시내버스업체 중 3개 업체만이 200대 이상의 버스를 보유하고 있을 뿐이므로, 시내버스업체의 대형화방안은 비용최소화 관점에서 타당한 것으로 판단된다.

본 연구에서 비용함수모형으로 사용된 초월대수 함수형태는 산출량 관련항이 자연대수형태를 취하므로 해당 산출물을 생산하지 않는 경우에도 그 항에 0의 값을 대입할 수 없다는 단점을 갖고 있다. 본 연구에서는 이러한 경우에 그 산출물의 산출량 최소값의 0.1%에 해당하는 값을 대입하여 비용함수와 규모 및

범위의 경제성 지수 등을 추정하였다. 따라서 산출물 관련항에 0의 값을 직접 대입할 수 있는 함수형태, 예를 들면 일반화된(generalized) 초월대수 함수형태나 이차 함수형태 등을 이용한 연구가 필요하다고 보며, 향후 연구과제로 제기하고자 한다.

## 참고문헌

1. 김성수(1997), "서울 시내버스운송업의 규모의 경제성 분석", 환경논총, 제35권, pp.54~70.
2. 김태승(1999), "육상화물운송업 비용특성과 탈규제의 경제적 효과", 경제학박사학위논문, 서울대학교.
3. 산동회계법인(1997a), "운송원가검증 및 경영분석".
4. 산동회계법인(1997b), "시내버스 업체 경영합리화 방안".
5. 서선덕·이재훈(1994), "지역간 철도운행 비용 모형의 정립", 교통개발연구원.
6. 서울특별시(2000), "새서울 시정백서 2000".
7. 손양훈·정태용(1993), "전력산업의 규모의 경제성에 관한 연구", 경제학연구, 제41집 제2호, pp.23~47.
8. 손의영·이우승(2000), "시내버스 산업정책과 구조조정 방향 연구", 서울시정개발연구원.
9. 신동선(1997), "시내버스 운송산업의 비용구조", 교통정책연구, 제4권 제2호, pp.23~38.
10. 안건회계법인(1998), "경영진단보고서".
11. 한광호·김상호(1996), "한국 제조업의 생산요소 수요구조: 생산기술, 요소의 수요탄력성 및 대체탄력성 추정", 경제학연구, 제44집 제3호, pp.137~163.
12. 한국산업관계연구원(1997), "운송원가검증 및 경영분석".
13. Bailey, E. E. and A. F. Friedlaender(1982), "Market Structure and Multiproduct Industries", Journal of Economic Literature, Vol. 20, pp.1024~1048.
14. Baumol, W. J., J. C. Panzar and R. D. Willig(1982), "Contestable Markets and the Theory of Industry Structure", Harcourt Brace Jovanovich.
15. Berechman, J.(1987), "Cost Structure and

- Production Technology in Transit", *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 17, pp.519~534.
16. Berechman, J.(1993), "Public Transit Economics and Deregulation Policy", North-Holland.
  17. Berechman, J. and G. Giuliano(1984), "Analysis of the Cost Structure of An Urban Bus Transit Property", *Transportation Research B*, Vol. 18B, pp.1~16.
  18. Berechman, J., and G. Giuliano(1985), "Economies of Scale in Bus Transit: A Review of Concepts and Evidence", *Transportation*, Vol. 12, pp.313~332.
  19. Berndt, E. R.(1991), "The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary", Addison-Wesley.
  20. Caves, D. W. and L. R. Christensen and M. W., Tretheway(1981), "Flexible Cost Functions for Multiproduct Firms", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 62, pp.477~481.
  21. Cowing, T. G. and A. Holtmann(1983), "Multiproduct Short-Run Hospital Cost Functions: Empirical Evidence and Policy Implications from Cross-Sectional Data", *Southern Economic Journal*, Vol. 49, pp.637~653.
  22. De Rus, G. and G. Nombela(1997), "Privatization of Urban Bus Services in Spain", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 31, pp.115~129.
  23. Friedlaender, A. F., C. Winston and K. Wang(1983), "Cost, Technology and Productivity in the U.S. Automobile Industry", *Bell Journal of Economics*, Vol. 14, pp.1~20.
  24. Guilkey, D. K. and C. A. K. Lovell(1980), "On the Flexibility of the Translog Approximation", *International Economic Review*, Vol. 21, pp 137~148.
  25. Matas, A. and J. Raymond(1998), "Technical Characteristics and Efficiency of Urban Bus Companies: The Case of Spain", *Transportation*, Vol. 25, pp.243~263.
  26. Oum, T. H. and W. G. Waters II(1996), "A Survey of Recent Developments in Transportation Cost Function Research", *Logistics and Transportation Review*, Vol. 32, pp.423~463.
  27. Pulley, L. B. and Y. M. Braunstein(1992), "A Composite Cost Function for Multiproduct Firms with An Application to Economies of Scope in Banking", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 74, pp.221~230.
  28. Tauchen, H., F. D. Fravel and G. Gilbert (1983), "Cost Structure of the Intercity Bus Industry", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 17, pp.25~47.
  29. Williams, M. and A. Dalal(1981), "Estimation of the Elasticities of Factor Substitution in Urban Bus Transportation: A Cost Function Approach", *Journal of Regional Science*, Vol. 21, pp.263~275.
  30. Youn, K.(1987), "Economies of Scale and Scope in Multiproduct Firms: Evidence from US Railroads", *Applied Economics*, Vol. 19, pp.733~741.
  31. Zellner, A.(1962), "An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regression and Tests for Aggregation Bias", *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 58, pp.348~368.
- ✉ 주 작성자 : 김성수  
 ✉ 논문투고일 : 2001. 9. 19  
 논문심사일 : 2001. 10. 17 (1차)  
 2001. 11. 9 (2차)  
 심사판정일 : 2001. 11. 9