

공립도서관의 효율성 평가: 부트스트랩 자료포락분석

유 금 록*

〈目 次〉

- I. 서론
- II. 공공도서관의 효율성에 관한 선행연구 검토
- III. 공공도서관의 효율성 및 결정요인 분석모형
- IV. 공공도서관의 효율성 분석결과
- V. 결론 및 시사점

〈요 약〉

전통적인 자료포락분석모형에 의해 측정된 효율성점수가 결정적인 특성을 지니고 있어서 통계적 유의미성을 갖지 못하는 한계를 갖고 있기 때문에 부트스트랩 자료포락분석모형을 사용하여 부트스트랩 효율성 추정치(bootstrapped efficiency estimates)와 신뢰구간을 구할 필요가 있다. 본 연구에서는 부트스트랩 자료포락분석을 사용하여 서울특별시 공공도서관들 중 교육청 소관의 19개 공립도서관예산의 기술적 효율성과 환경변수의 효과, 규모효율성을 분석한 후, 운영규모의 비효율성을 규명하기 위하여 규모수익을 추정했다. 본 연구결과에 의하면 공립도서관이 소재한 자치구의 인구가 많을수록 서울시 공립도서관의 효율성이 높아지며, 19개 서울시 공립도서관들 간에 기술적 효율성의 차이가 큰 것으로 나타났다. 19개 공립도서관들의 부트스트랩 편조정 효율성점수의 평균은 76.82%이고 표준편차는 15.65%로 나타났다. 서울시 공립도서관들의 규모효율성이 전반적으로 낮은 수준이고 도서관들 간에 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 규모효율성의 평균이 56.60%이고 표준편차는 16.18%로 나타났다. 그리고 운영규모가 비효율적인 도서관들은 규모수익체중(IRS) 영역에서 운영되고 있는 것으로 나타났다. 이것은 공립도서관들의 현재 운영규모를 최적규모수준으로 확대할 필요가 있다는 것을 시사한다.

【주제어: 공립도서관, 부트스트랩 자료포락분석, 규모수익분석, 부트스트랩 규모효율성, 환경변수】

* 국립 군산대학교 행정학과 교수(kryoo@kunsan.ac.kr)
논문접수일(2010.6.14), 수정일(2010.8.3), 게재확정일(2010.8.16)

I. 서론

공공도서관은 지역사회 주민에 대한 지식과 정보를 적시에 제공하고 지역사회의 문화를 창달하는 기능을 수행하고 있다. 공공도서관이 이러한 기능을 효과적으로 수행하기 위해서는 공공도서관의 운영에 있어서 효율성(efficiency)을 제고하지 않으면 안 될 것이다. 공공도서관의 효율성을 높이기 위한 방안을 강구하기 위해서는 공공도서관의 효율성을 정확하게 측정할 필요가 있다.

지금까지 공공도서관의 효율성을 분석한 선행연구들은 세 가지 한계를 갖고 있다. 첫째, 선행연구들이 사용한 전통적 자료포락분석(data envelopment analysis: DEA)은 거의 대부분 결정적(deterministic) 효율성점수(efficiency scores)만을 분석했을 뿐, 효율성점수에 대한 통계적 유의미성(statistical significance)을 검증하는데 한계를 지니고 있다. 전통적 자료포락분석에 의한 효율성점수는 편의(bias)를 수반하고 있을 뿐만 아니라 효율성점수에 대한 통계적 신뢰구간(confidence intervals)을 결여함으로써 공공도서관의 효율성 평가에 오류를 야기할 수도 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 부트스트랩 자료포락분석(bootstrapped data envelopment analysis)을 사용할 필요가 있다. 부트스트랩 자료포락분석은 편의를 조정한 효율성 추정치를 제시함은 물론 효율성점수에 대한 신뢰구간을 추정함으로써 효율성점수에 대한 통계적 유의미성을 검증할 수 있을 뿐만 아니라 부트스트랩 자료포락분석을 사용하여 편의를 조정한 효율성점수는 효율적 의사결정단위(decision-making units: DMUs)가 다수 존재하는 경우 효율적 의사결정단위들 간의 변별력(discriminating power)을 높일 수 있는 이점을 갖고 있다. 둘째, 선행연구들은 공공도서관의 기술적 효율성(technical efficiency)만을 분석했을 뿐, 공공도서관의 규모효율성(scale efficiency)을 분석하지 않아서 공공도서관의 최적인영규모(optimal scale of operation)에 관한 정책적 방향을 제시하지 못했다. 셋째, 다수의 선행연구들은 환경변수(environmental variable)가 공공도서관의 효율성에 미치는 영향을 분석하지 않았다.

따라서 본 연구의 목적은 서울특별시 공립도서관을 중심으로 부트스트랩 자료포락분석을 사용하여 편의가 조정된 효율성점수와 효율성점수의 통계적 신뢰구간을 제시하고 공립도서관들의 규모효율성을 분석하는 한편 환경변수가 공립도서관의 효율성에 미치는 영향을 분석함으로써 공공도서관을 비롯한 공공부문의 효율성 분석을 위한 방법론과 공공도서관의 효율적인 운영에 기여하는 데 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2절에서 자료포락분석을 사용하여 공공도서관의 효율성을 분석한 주요 선행연구들을 검토한 후 선행연구들에서 사용한 전통적 자료포락분석의 한계와 본 연구의 방향을 제시하며, 제3절에서 공공도서관

관의 효율성 측정모형과 효율성에 대한 환경변수효과 분석모형 및 방법을 설명하고, 제4절에서 부트스트랩 자료포락분석을 사용하여 서울특별시 공립도서관의 기술적 효율성과 규모효율성을 측정하고 환경변수가 효율성에 미치는 효과를 분석한 결과를 제시하며, 제5절에서 결론을 맺고 시사점을 제시하기로 한다.

II. 공공도서관의 효율성에 관한 선행연구 검토

1. 선행연구 검토

먼저 자료포락분석을 사용하여 도서관의 효율성을 측정한 외국의 선행연구들을 살펴보기로 한다. Chen(1997)은 투입요소로 직원수와 장서수, 도서구입비, 도서관면적, 좌석수를, 그리고 산출물로 이용자수와 대출책수, 참고봉사조회수, 이용자만족도, 연간 개관시간, 상호대차수를 사용하여 대만의 23개 대학도서관의 효율성을 측정했다. Vitaliano(1998)는 재량적(discretionary) 투입요소로 장서수와 주당 개관시간, 신규구입책수, 연속간행물수를, 비재량적(nondiscretionary) 투입요소로 인구와 도서관직원의 초임, 도서관장의 임금을, 그리고 산출물로 대출책수와 참고봉사수를 사용하여 미국 뉴욕시의 184개 공공도서관의 효율성을 분석했다. Worthington(1999)은 재량적 투입요소로 총도서관지출(total library expenditure)을, 비재량적 투입요소로 인구와 면적, 비영어사용자, 노령인구, 학생인구, 비거주대출자수, 사회경제적 지수를, 그리고 산출물로 대출책수를 사용하여 호주의 168개 공공도서관의 효율성을 평가했다. Sharma 외(1999)는 투입요소로 장서수와 직원수, 개관일수, 총도서관지출을, 그리고 산출물로 대출책수와 이용자수, 참고봉사수를 사용하여 미국 하와이주 공공도서관의 효율성을 분석했다. Hammond(2002)는 재량적 투입요소로 개관시간, 논문 및 시청각자료수, 연속간행물수, 신규구입자료수를, 비재량적 투입요소로 인구밀도와 면적, 거주인구를, 그리고 산출물로 대출책수와 참고봉사수, 요구사항처리수를 사용하여 영국의 99개 공공도서관의 효율성을 비교했다. Shim(2003)은 재량적 투입요소로 장서수와 연간증가책수, 구입논문수(monographs), 정기간행물 구독종수, 전문직원수(사서수), 보조직원수, 근로학생수와 비재량적 투입요소로 등록학생수와 등록대학원생수, 교수수를, 그리고 산출물로 도서관간 상호대출수와 상호차입수, 집단발표참여자수, 참고봉사수, 대출책수를 사용하여 미국의 95개 학술연구도서관의 효율성을 측정했다. Reichmann & Sommersguter-Reichmann(2006)는 투입요소로 직원수와 장서수를, 그리고 산출물로 정기간행물 구독종수와 이용책수, 연간증가책수, 주당 개관시간을 사용하여 미국과 독일, 캐나다, 오스트리아, 스위스,

호주 등 6개 국가의 118개 대학도서관의 효율성을 분석했다. 그리고 Liu & Chuang(2009)은 Kao 외(1998)의 연구에서 이용한 자료를 사용하여 대만의 24개 대학도서관의 효율성을 분석했다. 그들은 투입요소로 교수와 대학원학생, 학부 학생, 평생교육학생의 표준화점수의 가중합을, 그리고 산출물로 장서수와 직원 수, 도서지출, 도서관건물면적, 도서관서비스(개관시간, 이용책수 등 표준화점수의 가중합)를 사용했다.

도서관의 효율성을 측정할 국내의 선행연구들을 살펴보면, 광영진(1992)은 투입요소로 이용대상자수(학생수+교직원수)와 직원수, 면적, 도서구입비, 관리비를, 그리고 산출물로 이용자수와 이용책수를 사용하여 23개 국립대학도서관의 효율성을 평가했다. 광영진(1999)은 투입요소로 좌석수와 장서수, 직원수를, 그리고 산출물로 이용자수와 이용책수를 사용하여 충남지역에 소재한 47개 공공도서관의 효율성을 측정했다. 한두완·홍봉영(2002)은 투입요소로 면적과 직원수, 장서수를, 그리고 산출물로 이용책수와 이용자수를 사용하여 서울시에 소재한 29개 대학도서관의 효율성을 비교했다. 김선애(2005)는 투입요소로 장서수와 연속간행물수, 연간증가책수를, 그리고 산출물로 이용책수와 이용자수를 사용하여 서울시에 소재한 21개 공공도서관의 효율성을 측정했다. 홍봉영 외(2005)는 투입요소로 도서관면적과 직원수, 단행본수, 비도서수, 간행물수를, 그리고 산출물로 대출책수와 이용자수를 사용하여 수도권 소재 39개 사립대학의 효율성을 분석했다. 김선애(2007)는 투입요소로 직원수와 장서수, 자료구입비, 면적을, 그리고 산출물로 연간증가책수와 연속간행물 구독종수, 이용자수, 이용책수를 사용하여 서울시와 6대 광역시에 소재한 102개 공공도서관의 효율성을 분석했다. 조성한 외(2009)는 투입요소로 직원수와 시설면적, 예산, 장서량을, 그리고 산출물로 이용자수와 대출책수, 상호대차이용건수를 사용하여 26개 국립대학도서관의 효율성을 평가했다. 문경주(2009)는 투입요소로 인력수와 예산, 장서수, 도서관면적, 그리고 산출물로 이용자수와 이용책수, 문화프로그램 참여자수를 사용하여 부산 지역 21개 공공도서관의 효율성을 분석했다. 그리고 유금록(2009)은 투입요소로 인건비와 자료수집비, 운영비를, 그리고 산출물로 이용자수와 이용책수(열람책수 및 대출책수)를 사용하여 서울시 공립도서관과 사립도서관 간의 효율성의 차이를 비교했다.

2. 선행연구의 한계 및 본 연구의 방향

위에서 살펴본 바와 같이 공공도서관의 효율성을 분석한 선행연구들은 다음과 같은 한계를 지니고 있다. 첫째, 선행연구들은 전통적 자료포락분석모형에 속하는 규모수익불변(constant returns to scale: CRS) 자료포락분석모형 또는 규모수익가변(variable returns to scale: VRS) 자료포락분석모형을 사용하여 결정적 추

정치인 효율성점수를 측정함으로써 편의를 갖는 효율성점수를 제시하고 있을 뿐만 아니라 효율성점수의 통계적 유의미성을 검증할 수 없다는 한계를 지니고 있다. 전통적 자료포락분석에 의한 효율성점수는 편의를 수반하고 있을 뿐만 아니라 효율성점수에 대한 통계적 신뢰구간을 결여함으로써 공공도서관의 효율성 평가에 오류를 야기할 수도 있다. 둘째, 선행연구들은 공공도서관의 운영효율성(managerial efficiency)을 기술적 효율성으로 분석했을 뿐, 공공도서관의 규모효율성을 분석하지 않아서 공공도서관의 최적운영규모에 관한 정책적 방향을 제시하지 않았다. 선행연구들은 공공도서관의 운영규모가 비효율적인 경우에 운영규모를 확대 또는 축소여부에 대한 정책대안을 제시하지 못하고 있다. 셋째, 다수의 선행연구들은 환경변수가 공공도서관의 효율성에 미치는 영향을 분석하지 않았다. 넷째, 선행연구들은 투입요소와 산출물로 물리적 단위(physical unit)로 구성된 요소들을 사용하거나 화폐적 가치(monetary value)로 구성된 요소들 또는 물리적 단위와 화폐적 단위가 혼합된 요소들을 사용했다. 하지만 자료구입비는 연속간행물을 구독하고 도서를 구입하는 데 사용되므로 연속간행물구독종수 및 연간증가책수와 실질적으로 그 내용이 거의 유사하며, 직원수와 인건비 또는 예산을 동시에 투입요소로 사용하면 측정단위는 다르지만 실질적 내용이 중복되는 문제점을 지니게 된다.

따라서 본 연구에서는 선행연구들의 한계를 극복하기 위해 다음과 같은 방향에서 연구를 수행하려고 한다. 첫째, 본 연구에서는 효율성점수에 대한 통계적 유의미성을 검증할 수 있도록 부트스트랩 자료포락분석을 사용하여 편의를 조정한 효율성 추정치와 통계적 신뢰구간을 제시한다. 둘째, 본 연구에서는 공공도서관의 규모효율성(scale efficiency)과 규모수익(returns to scale: RTS)을 분석한 후, 공공도서관의 최적운영규모를 제시한다. 규모효율성은 규모수익불변(CRS) 자료포락분석모형을 사용하여 구한 기술적 효율성점수(CRS TE)를 규모수익가변 자료포락분석모형을 사용하여 구한 기술적 효율성점수(VRS TE)로 나누어 구할 수 있다. 특정 공공도서관에 대한 규모비효율성(scale inefficiencies)의 본질, 즉 규모비효율성이 규모수익체증(increasing returns to scale: IRS)에 기인하는지 또는 규모수익체감(decreasing returns to scale: DRS)에 기인하는지에 관한 규모수익 분석은 규모수익비체증(non-increasing returns to scale: NIRS) 자료포락분석모형을 사용하여 구한 기술적 효율성점수(NIRS TE)와 규모수익가변 기술적 효율성점수(VRS TE)를 비교하여 수행한다(Coelli 외, 2005: 174). 셋째, 본 연구에서는 환경변수가 공공도서관의 효율성에 미치는 영향을 분석한다.

본 연구는 크게 세 가지 측면에서 기존 선행연구들과 명확한 차별성을 갖고 있다. 첫째는 본 연구에서 사용하는 부트스트랩 자료포락분석모형은 본 연구의 적용사례인 공공도서관의 효율성 분석에 있어서 아직까지 국내외적으로 사용된

적이 없으며, 본 연구에서 처음 적용하는 것이다. 둘째는 최적규모에서 운영되지 않는 공공도서관들의 운영규모의 확대여부를 제시하기 위한 규모비효율성의 원인을 규명하기 위한 규모수익분석은 아직까지 국내외적으로 수행된 적이 없으며 본 연구에서 처음 시도하는 것이다.¹⁾ 셋째, 본 연구에서 분석하는 부트스트랩 규모효율성(bootstrapped scale efficiency)과 부트스트랩 규모수익비체증 기술적 효율성(bootstrapped non-increasing returns to scale technical efficiency)은 국내외적으로 본 연구에서 처음 시도하는 것이다.

Ⅲ. 공공도서관의 효율성 및 결정요인 분석모형

1. 공공도서관의 효율성 분석모형

1) 규모수익가변 자료포락분석모형

본 연구에서는 공공도서관예산의 효율성을 분석하는 데 초점을 두고 있기 때문에 투입지향적(input-oriented) 자료포락분석모형을 사용하여 공공도서관의 효율성을 측정하기로 한다. 공공도서관의 효율성을 규모가 비슷한 공공도서관들과 비교하여 구하는 것이 합리적이므로 공공도서관 k 의 효율성을 구하는 데 사용하기 위한 투입지향적 규모수익가변(VRS) 자료포락분석모형은 식 (1)과 같은 선형계획문제로 공식화할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\theta, \lambda} \quad & \theta_k = \theta & (1) \\ \text{St} \quad & X\lambda \leq \theta x_k \\ & Y\lambda \geq y_k \\ & e'\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

여기서 θ_k 는 공공도서관 k 의 모든 투입요소에 적용된 비례적 감소를 나타내는

1) 공공도서관의 규익수익을 분석하는 방법은 특정 공공도서관의 규모수익비체증 기술적 효율성(NIRS TE)과 규모수익가변 기술적 효율성(VRS TE)을 측정한 후 양자를 비교하여 양자가 일치하지 않으면 특정 공공도서관이 규모수익체증(IRS) 영역에서 운영되는데 비해 양자가 일치하면 특정 공공도서관이 규모수익체감(DRS) 영역에서 운영되고 있는 것으로 판정한다. 따라서 본 연구의 기여도는 부트스트랩 규모수익비체증 기술적 효율성과 부트스트랩 규모수익가변 기술적 효율성을 비교하여 공공도서관의 규모비효율성이 규모수익체증 영역에서 기인하는지 아니면 규모수익체감 영역에서 연유하는지를 최초로 분석하는 데 있으며, 단지 규모수익가변 기술적 효율성을 분석하는 것이 아니다.

스칼라변수(scalar variable)로서 규모수익가변 기술적 효율성점수(VRS TE)를, x_k 는 k 번째 공공도서관에 대한 m 차원의 투입요소벡터를, y_k 는 s 차원의 산출물 벡터를, X 는 $m \times n$ 투입요소행렬을, Y 는 $s \times n$ 산출물행렬을 각각 나타낸다. 그리고 λ 는 가중치벡터이고 e' 은 1의 행벡터(row vector)이다.

한편, 규모효율성(SE)은 투입지향적 규모수익불변(CRS) 자료포락분석모형을 사용하여 구한 기술적 효율성(technical efficiency: TE)을 투입지향적 규모수익가변(VRS) 자료포락분석모형을 사용하여 구한 기술적 순효율성(pure technical efficiency: PTE)으로 나누어 구할 수 있다.²⁾ 투입지향적 규모수익불변(CRS) 자료포락분석모형은 식 (1)의 제약조건 중 가중치(λ)의 합이 1이 되는 볼록성(convexity) 제약조건인 $e'\lambda = 1$ 을 제외한 것으로 공식화된다.

2) 규모수익비체증 자료포락분석모형

본 연구에서는 공공도서관의 규모비효율성(scale inefficiency)이 존재하는 경우 규모비효율성이 규모수익체증(IRS)에 기인하는지 또는 규모수익체감(DRS)에 기인하는지를 규명하기 위하여 투입지향적 규모수익비체증(NIRS) 자료포락분석모형을 사용한다. 공공도서관 k 의 규모수익비체증 기술적 효율성을 측정하기 위한 투입지향적 규모수익비체증(NIRS) 자료포락분석모형은 식 (2)와 같은 선형계획문제로 공식화할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\theta, \lambda} \quad & \theta_k = \theta & (2) \\ \text{St} \quad & X\lambda \leq \theta x_k \\ & Y\lambda \geq y_k \\ & e'\lambda \leq 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

여기서 θ_k 는 공공도서관 k 의 모든 투입요소에 적용된 비례적 감소를 나타내는 스칼라변수(scalar variable)로서 규모수익비체증 기술적 효율성점수(NIRS TE)를 의미한다. 그리고 $e'\lambda \leq 1$ 제약조건은 규모수익비체증을 의미하는 것으로서 k 번째 공공도서관이 상당히 더 큰 다른 도서관들을 벤치마킹하는 것이 아니라 더 작은 다른 도서관들과 비교될 수 있도록 해준다.

규모수익비체증 기술적 효율성점수(NIRS TE)가 규모수익가변 기술적 효율성점수(VRS TE)와 동일하면 운영규모가 비효율적인 공공도서관은 규모수익체감(DRS) 영역에서 운영되고 있는 데 비해 규모수익비체증 기술적 효율성점수가

2) $TE = PTE \times SE$ 가 성립하므로 규모효율성은 $SE = TE \div PTE$ 라는 수식을 사용하여 구할 수 있다.

규모수익가변 기술적 효율성점수와 동일하지 않으면 운영규모가 비효율적인 도서관은 규모수익체증(IRS) 영역에서 운영되고 있는 것으로 볼 수 있다(Coelli 외, 2005: 174).

3) 부트스트랩 자료포락분석

부트스트랩 자료포락분석을 사용하여 편의조정 효율성점수와 신뢰구간, 표준편차를 추정하는 과정을 요약하면 다음과 같다.³⁾

1단계: 표준적인 선형계획모형의 해를 구하여 각 공공도서관에 대한 기술적 효율성점수 $\hat{\theta}_k(k=1, \dots, L)$ 를 계산한다.

2단계: $\{\hat{\theta}_k; k=1, \dots, L\}$ 로부터 크기 L 의 무작위표본을 생성하여 $\{\theta_{1b}^*, \dots, \theta_{Lb}^*\}$ 를 제공하기 위해 커널밀도추정(kernel density estimation)과 반사법을 사용한다.⁴⁾

3단계: 준거부트스트랩기술(reference bootstrap technology)을 생성하기 위해 의사자료집합(pseudo data set) $\{(\mathbf{x}_{kb}^*, \mathbf{y}_k), k=1, \dots, L\}$ 을 계산한다.

4단계: 이러한 의사자료에 대해 표준적인 선형계획모형의 부트스트랩 대응모형(bootstrap counterpart)의 해를 구함으로써 각 공공도서관에 대해 $\hat{\theta}_k$ 의 부트스트랩 효율성 추정치 $\hat{\theta}_{kb}^*$ 를 계산한다.

5단계: 부트스트랩 효율성 추정치 $\{\hat{\theta}_{kb}^*; b=1, \dots, B\}$ 를 얻기 위하여 매우 큰 수인 B 번 반복한다. Hall(1986)과 Simar & Wilson(2000)은 적절한 신뢰구간의 범위를 확보하기 위해 $B=1,000$ 과 $B=2,000$ 을 각각 제안했다. 부트스트랩 효율성 추정치를 B 번 반복하여 구한 평활부트스트랩추정량은 다음과 같다.

$$\bar{\theta}_k^* = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \hat{\theta}_{kb}^*, \quad (3)$$

각 공공도서관의 효율성점수에 대해 추정한 $(1-\alpha)$ 퍼센트 신뢰구간은 다음과 같다.⁵⁾

3) Simar & Wilson(1998, 1999a)와 Tortosa-Ausina 외(2008), 유금록(2008, 2010a, 2010b) 등을 참고하기 바란다.

4) 보다 더 자세한 설명에 대해서는 Simar & Wilson(1998)을 참고하기 바란다.

5) 효율성점수의 신뢰구간의 설정방법에 대해서는 Simar & Wilson(1999a, 2000)을 참고하기 바란다.

$$\hat{\theta}_k + \hat{a}_\alpha^* \leq \theta_k \leq \hat{\theta}_k + \hat{b}_\alpha^*$$

각 공공도서관의 효율성점수 추정치 $\hat{\theta}_k$ 의 편의(bias)를 부트스트랩 표본을 사용하여 다음과 같이 추정할 수 있다.

$$\widehat{bias}_k(\hat{\theta}_k) = \bar{\theta}_k^* - \hat{\theta}_k \tag{4}$$

이러한 부트스트랩 추정으로부터 각 효율성점수 θ_k 에 대한 편의조정추정량 (bias-corrected estimator)은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\tilde{\theta}_k = \hat{\theta}_k - \widehat{bias}_k(\hat{\theta}_k) = \hat{\theta}_k - \bar{\theta}_k^* + \hat{\theta}_k = 2\hat{\theta}_k - \bar{\theta}_k^* \tag{5}$$

또한 $\tilde{\theta}_k$ 의 표준편차는 다음과 같이 추정할 수 있다.

$$\hat{s}_k = \sqrt{\frac{1}{B} \sum_{b=1}^B (\hat{\theta}_{kb}^* - \bar{\theta}_k^*)^2} \tag{6}$$

2. 효율성에 대한 환경변수효과 분석모형

Vitaliano(1998)는 공공도서관의 비효율성에 영향을 미치는 요인으로 후원자유형(시립도서관, 협회도서관)과 자금원천(지방정부지원금비율, 기부금비율, 투자소득비율), 인구를 포함했다. 그의 분석결과에 의하면 시립도서관의 비효율성이 협회도서관보다 더 높고, 도서관 운영자금 중 지방정부지원금비율과 기부금비율이 높을수록 도서관의 비효율성이 낮은 반면 투자소득비율과 인구는 도서관의 비효율성에 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 산출물이 주어진 상태에서 투입요소를 최소화하는 투입지향적 자료포락분석모형을 사용하기 때문에 외부환경변수(external environmental variable)가 공공도서관의 효율성에 미치는 영향을 분석하기 위한 모형을 정립하기로 한다. 본 연구에서는 공공도서관의 효율성에 영향을 미칠 수 있는 환경변수로는 공공도서관이 소재한 자치구의 인구를 포함했다. 선행연구들 중에서 Vitaliano(1998)와 Worthington(1999), Hammond(2002)도 인구를 비재량적(non-discretionary) 투입요소로 포함했다. 인구는 공공도서관의 효율성에 영향을 미치는 재량적 투입요소가 아니라 비재량변수(non-discretionary variable)이다. 왜

냐하면 비재량변수는 도서관의 관리자들이 재량적으로 늘리거나 줄일 수 있는 변수가 아니기 때문이다. 따라서 도서관의 운영효율성을 객관적으로 평가하기 위해서는 인구나 같은 환경변수의 효과를 조정할 필요가 있다.

공공도서관이 소재한 자치구의 인구가 많을수록 이용자수와 이용책수와 같은 산출물이 증가할 수 있으므로 인구는 도서관의 운영효율성에 양(+)의 영향을 미친다고 볼 수 있다. 왜냐하면 공공도서관의 관리자의 도서관 운영능력과는 관계 없이 인구가 많은 자치구의 이용자수가 인구가 적은 자치구의 이용자수보다 더 많은 경향이 있기 때문이다. 인구가 많은 자치구에 소재한 공공도서관의 효율성이 높아지는 것은 환경변수에 기인한다. 공공도서관의 효율성에 영향을 미치는 환경변수와 측정지표, 가설의 예상되는 부호는 <표 1>에서 보는 바와 같다.

<표 1> 공공도서관 효율성의 영향요인

영향요인	변수명	측정지표(단위)	가설의 부호
외부환경변수	인구	자치구 주민등록상 인구(명)	양(+)

공공도서관의 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위하여 본 연구에서는 단절회귀모형(truncated regression model)을 사용한다. 공공도서관의 효율성점수가 0과 1 사이의 값을 갖기 때문에 회귀분석에서 통상최소자승법(ordinary least squares: OLS)을 사용하여 회귀계수를 추정하면 회귀계수가 불일치·편의 추정치(inconsistent and biased estimates)를 갖게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 지금까지 거의 대부분의 연구들은 토빗회귀모형(Tobit regression model)을 사용해왔다.

하지만 최근에 들어 Simar & Wilson(2007)은 2단계 회귀분석(two-stage regression)에서 토빗회귀분석을 사용하는 것이 타당하지 않다고 지적하고 그 대신 부트스트랩 효율성 추정치(bootstrapped efficiency estimates)를 구하여 단절회귀분석을 사용하여 효율성에 영향을 미치는 요인들을 분석하는 것이 타당하다는 것을 몬테카를로실험(Monte Carlo experiments)을 통해 입증했다. 왜냐하면 토빗회귀분석에서는 추정된 효율성점수 간에 복잡한 미지의 계열상관(serial correlation)이 존재할 뿐만 아니라 2단계 회귀분석을 의미 있도록 하는 기본적인 자료생성과정(data generating process: DGP)에 관한 설명을 결여하고 있기 때문이다(Simar & Wilson, 2007: 32-33).

부트스트랩 자료포락분석을 사용하여 측정한 효율성점수가 상한 1에서 제외되기 때문에 단절회귀모형은 다음과 같이 설정되어야 한다.

$$\tilde{\theta}_k \approx \alpha + \beta' x_k + e_k, \quad (k = 1, \dots, 19) \quad (7)$$

$$e_k \leq 1 - \alpha - \beta' x_k, \quad (k = 1, \dots, 19)$$

여기서 $\tilde{\theta}_k$ 는 공공도서관 k 의 규모수익가변 부트스트랩 편의조정 효율성점수 (bootstrapped bias-corrected efficiency scores)를, α 는 상수항을, β' 는 미지의 모수의 벡터를, x_k 는 공공도서관의 효율성에 영향을 미치는 설명변수들을 각각 나타낸다. 그리고 e_k 는 평균이 0, 분산이 σ^2 이고 우측단절점(right truncation point)을 갖는 잔차이며, 단절정규분포(truncated normal distribution)를 이룬다.

공공도서관의 기술적 효율성에 영향을 미치는 결정요인을 분석하기 위한 구체적인 모형은 다음과 같다.

$$\tilde{\theta}_k = \delta_0 + \delta_1 \ln pop + e_k \quad (8)$$

여기서 $\tilde{\theta}_k$ 는 공공도서관 k 의 규모수익가변 부트스트랩 편의조정 효율성점수를, pop 는 공공도서관이 소재한 자치구의 인구를, 그리고 e_k 는 우측단절점을 갖는 무작위오차항을 각각 나타낸다.

본 연구에서는 인구수의 이분산성(heteroscedasticity)을 완화하기 위해 자연대수치(natural logarithm)로 전환했다.

IV. 공공도서관의 효율성 분석결과

1. 적용사례

본 연구에서는 서울특별시 자치구별 교육청 소관의 공립도서관을 적용사례로 선정하여 공립도서관들의 상대적 효율성을 비교한다. 서울시의 공립도서관을 연구사례로 선정한 이유는 다수의 공립도서관들이 도서서비스를 제공하는 사회경제적 환경이 유사하여 공립도서관들의 상대적 효율성을 측정하는 데 적합할 뿐만 아니라 효율성을 측정하는 데 필요한 투입자료와 산출자료가 체계적으로 구비되어 있기 때문이다.

본 연구에서는 2006년도 서울시 공공도서관 중 교육청 소관인 공립도서관 19개를 대상으로 효율성의 차이를 비교하기로 한다. 2006년도에 운영되고 있는 교육청 소관 공립도서관 20개 중 마포아현분관은 투입요소와 산출물의 일부가 누

략되어 있어서 본 연구에서 제외하기로 한다. 2007년도 자료의 경우 인건비와 자료구입비에 관한 자료가 다수의 공공도서관들에서 신뢰하기 어려운 것으로 판단되어 2006년도 자료를 사용했다.

2. 투입요소와 산출물 선정

공공도서관에 의한 서비스의 효율성을 측정하기 위해서는 먼저 투입요소와 산출물을 선정하여 자료포락분석으로 기술적 효율성을 측정해야 한다. 본 연구에서는 선행연구들에서 사용한 투입요소와 산출물을 토대로 본 연구의 초점을 고려하여 투입요소와 산출물을 선정하기로 한다.

연구의 목적에 따라 투입요소와 산출물로 물리적 단위 또는 화폐적 단위를 사용할 수 있지만, 일반적으로 화폐적 단위가 물리적 단위보다 각 요소의 가치를 정확하게 반영하는 경향이 있다. 본 연구의 초점이 예산의 효율성을 측정하는 데 있기 때문에 본 연구에서는 투입요소로 인건비와 자료구입비, 기타 운영비, 그리고 산출물로 이용자수와 이용책수를 사용하기로 한다.⁶⁾

투입요소와 산출물의 적절한 수(number)에 대해서 명확히 이론적으로 정해진 것은 없지만, 일반적으로 의사결정단위들(decision-making units: DMUs)의 수가 투입요소와 산출물을 곱한 것과 투입요소와 산출물을 합한 것의 3배 중 최대치 이상이면 적절한 것으로 알려져 있다(Tone, 2007: 116). 서울시 공공도서관의 효율성을 분석하기 위해 본 연구에서 사용한 투입요소와 산출물은 <표 2>와 같다.

<표 2> 공공도서관의 투입요소 및 산출물

구 분	측정치표(단위)
투입요소	인건비(천원)
	자료구입비(천원)
	운영비(천원)
산출물	이용자수(명)
	이용책수(열람책수+대출책수)(권)

공공도서관의 투입요소와 산출물의 기술통계량(descriptive statistics)은 <표 3>과 같다.

6) 산출물로 도서관서비스의 결과(outcome)지표에 해당하는 이용자의 만족도를 포함할 수 있지만, 관련 자료가 존재하지 않기 때문에 본 연구에서 제외했다.

〈표 3〉 투입요소 및 산출물의 기술통계량

구 분	투입요소			산출물	
	인건비 (천원)	자료구입비 (천원)	운영비 (천원)	이용자수 (명)	이용책수 (권)
평균	1,285,755	119,642	490,743	914,341	1,192,608
표준편차	584,375	38,372	304,600	527,891	647,993
최대치	2,803,052	220,042	1,431,663	2,730,861	2,981,793
최소치	692,210	75,375	248,056	439,959	472,763

투입요소에서는 인건비의 평균과 표준편차, 최대치, 최소치가 각각 1,285,755천원, 584,375천원, 2,803,052천원, 692,210천원으로 도서관별로 매우 큰 차이를 보이고 있다. 자료구입비의 평균과 표준편차, 최대치, 최소치가 각각 119,642천원, 38,372천원, 220,042천원, 75,375천원으로 도서관별로 매우 큰 차이를 보이고 있다. 운영비의 평균과 표준편차, 최대치, 최소치가 각각 490,743천원, 304,600천원, 1,431,663천원, 248,056천원으로 도서관별로 매우 큰 차이를 보이고 있다. 산출물에서는 이용자수의 평균과 표준편차, 최대치, 최소치가 각각 914,341명, 527,891명, 2,730,861명, 439,959명으로 도서관별로 매우 큰 차이를 보이고 있다. 그리고 이용책수의 평균과 표준편차, 최대치, 최소치가 각각 1,192,608권, 647,993권, 2,981,793권, 472,763권으로 도서관별로 매우 큰 차이를 보이고 있다.

본 연구에서 사용한 자료는 한국도서관협회에서 발간한 「한국도서관연감」으로부터 수집했다.

3. 효율성 분석결과

투입요소와 산출물이 도서관별로 매우 큰 차이를 나타내고 있기 때문에 본 연구에서는 서울시 공립도서관들의 규모의 차이를 조정하기 위하여 규모수익가변(VRS) 자료포락분석모형을 사용했다. 표준적 투입지향적 규모수익가변 자료포락분석모형과 투입지향적 부트스트랩 규모수익가변 자료포락분석모형을 사용하여 공립도서관의 효율성을 분석한 결과는 <표 4>에 나타난 바와 같다.

먼저 표준적인 투입지향적 규모수익가변 자료포락분석모형을 사용하여 공립도서관의 효율성을 측정한 결과를 보면 강남도서관과 구로도서관, 동작도서관, 송파도서관, 양천도서관, 어린이도서관 등 6개 도서관의 효율성이 100%로 서울시 19개 공립도서관들 중에서 가장 효율적으로 운영되고 있는 것으로 나타났다. 이들 6개 도서관들은 효율성이 동일하여 도서관들 간 효율성의 차이를 구분하기가 어렵다. 이와 같이 효율적인 도서관들이 다수로 나타난 것은 도서관들 간 규모의 차이를 조정하기 위한 규모수익가변모형이 사용되었기 때문이다. 한편,

비효율적으로 나타난 13개 공립도서관들을 살펴보면, 강동도서관 96.42%, 강서도서관 71.23%, 개포도서관 83.74%, 고척도서관 93.86%, 남산도서관 39.27%, 도봉도서관 92.91%, 동대문도서관 73.03%, 서대문도서관 99.65%, 용산도서관 70.71%, 정독도서관 43.49%, 종로도서관 87.49%, 고덕평생학습관 84.77%, 마포평생학습관 60.76%로 각각 나타났다. 표준적 효율성점수의 평균은 84.07%이고 표준편차는 19.39%로 나타났다.

〈표 4〉 부트스트랩 편의조정 효율성점수와 신뢰구간

공립도서관	효율성점수 ($\hat{\theta}_k$)	편의조정 효율성점수 ($\tilde{\theta}_k$)	편의 ($bias_k(\hat{\theta}_k)$)	표준편차 (\hat{s}_k)	하한 신뢰구간 ($\hat{\theta}_k + \hat{a}_\alpha^*$)	상한 신뢰구간 ($\hat{\theta}_k + \hat{b}_\alpha^*$)
강남도서관	1.0000	0.9315	0.0685	0.0373	0.8605	0.9914
강동도서관	0.9642	0.9057	0.0585	0.0376	0.8382	0.9565
강서도서관	0.7123	0.6694	0.0429	0.0477	0.6260	0.7081
개포도서관	0.8374	0.7785	0.0589	0.0510	0.7125	0.8325
고척도서관	0.9386	0.8785	0.0602	0.0403	0.8111	0.9328
구로도서관	1.0000	0.8881	0.1119	0.0634	0.8104	0.9914
남산도서관	0.3927	0.3673	0.0254	0.0791	0.3451	0.3908
도봉도서관	0.9291	0.8701	0.0590	0.0365	0.8137	0.9228
동대문도서관	0.7303	0.6866	0.0437	0.0412	0.6486	0.7273
동작도서관	1.0000	0.8749	0.1251	0.0789	0.7719	0.9927
서대문도서관	0.9965	0.9407	0.0558	0.0297	0.8844	0.9893
송파도서관	1.0000	0.8374	0.1626	0.1454	0.6234	0.9943
양천도서관	1.0000	0.8372	0.1628	0.1454	0.6250	0.9943
어린이도서관	1.0000	0.8498	0.1502	0.1235	0.6677	0.9934
용산도서관	0.7071	0.6691	0.0380	0.0379	0.6324	0.7006
정독도서관	0.4349	0.4170	0.0200	0.0542	0.3946	0.4340
종로도서관	0.8749	0.8311	0.0438	0.0355	0.7750	0.8707
고덕평생학습관	0.8477	0.8018	0.0459	0.0349	0.7517	0.8425
마포평생학습관	0.6076	0.5605	0.0471	0.1032	0.4750	0.6036
평균	0.8407	0.7682	0.0726	0.0604	0.6877	0.8352
표준편차	0.1939	0.1664	0.0458	0.0381	0.1531	0.1921
최대치	1.0000	0.9407	0.1628	0.1454	0.8844	0.9943
최소치	0.3927	0.3673	0.0200	0.0297	0.3451	0.3908

전통적인 자료포락분석모형을 사용하여 측정한 효율성점수가 결정적

(deterministic)인 특성을 지니고 있어서 통계적 유의미성을 갖지 못하는 한계가 존재하기 때문에 이러한 문제점을 해결하기 위하여 부트스트랩 자료포락분석모형을 사용하여 부트스트랩 효율성 추정치(bootstrapped efficiency estimates)와 95% 신뢰구간을 구했다. 편의조정 효율성점수(bias-corrected efficiency scores)를 보면 <표 4>의 3열과 같다. 전통적 자료포락분석모형을 사용하여 효율성이 100%인 것으로 나타난 6개 공립도서관들의 효율성이 모두 100% 미만으로 공립도서관들 간에 효율성의 차이를 보이고 있다. 가장 효율성이 높은 공립도서관은 서대문도서관으로 94.07%인 데 비해 가장 효율성이 낮은 공립도서관은 남산도서관으로 36.73%이다. 다른 공립도서관들의 효율성을 살펴보면 강남도서관 93.15%, 강동도서관 90.57%, 강서도서관 66.94%, 개포도서관 77.85%, 고척도서관 87.85%, 구로도서관 88.81%, 도봉도서관 87.01%, 동대문도서관 68.66%, 동작도서관 87.49%, 송파도서관 83.74%, 양천도서관 83.72%, 어린이도서관 84.98%, 용산도서관 66.91%, 정독도서관 41.70%, 종로도서관 83.11%, 고덕평생학습관 80.18%, 마포평생학습관 56.05%로 각각 나타났다.

특히 흥미로운 것은 전통적 자료포락분석모형을 사용한 효율성 분석에서 가장 효율적인 공립도서관으로 나타난 6개 공립도서관들이 부트스트랩 자료포락분석모형을 사용한 효율성 분석에서는 가장 효율적인 것으로 나타나지 않았다는 것이다. 즉 강남도서관과 구로도서관, 동작도서관만이 19개 공립도서관들 중 각각 두 번째와 네 번째, 여섯 번째로 효율적인 것으로 나타났을 뿐, 송파도서관과 양천도서관, 어린이도서관은 각각 아홉 번째와 열 번째, 여덟 번째로 효율적인 것으로 나타났다. 그리고 19개 공립도서관들의 부트스트랩 편의조정 효율성의 평균은 76.82%이고 표준편차는 16.64%이다.

전통적 투입지향적 규모수익가변 자료포락분석모형과 본 연구에서 사용한 부트스트랩 자료포락분석모형에 의한 효율성의 차이를 살펴보면 부트스트랩 편의조정 효율성점수가 전통적 효율성점수보다 평균적으로 7.25% 낮은 경향을 보이고 있다.

표준적 효율성점수에서 편의조정 효율성점수를 차감한 편익(bias)은 <표 4>의 4열에 나타나 있다. 편익의 최대치는 양천도서관의 16.28%이고 최소치는 정독도서관의 2%이다. 편익의 평균은 7.26%이고 표준편차는 4.58%이다.

편의조정 효율성 추정치의 표준편차가 5열에 나타나 있다. 표준편차의 최대치는 송파도서관의 14.54%이고 최소치는 서대문도서관의 2.97%이다. 표준편차의 평균은 6.04%이고 표준편차는 3.81%이다.

95% 신뢰수준에서 부트스트랩 효율성 추정치의 신뢰구간은 6열과 7열에 나타난 바와 같다. 2.5% 하한(lower bound) 신뢰구간의 최대치는 서대문도서관의 88.44%이고 최소치는 남산도서관의 34.51%이다. 하한 신뢰구간의 평균은

68.77%이고 표준편차는 15.31%이다. 97.5% 상한(upper bound) 신뢰구간의 최대치는 양천도서관의 99.43%이고 최소치는 남산도서관의 39.08%이다. 상한 신뢰구간의 평균은 83.52%이고 표준편차는 19.21%이다.

4. 효율성에 대한 환경변수효과 분석결과

단절회귀분석(truncated regression)을 사용하여 인구나 같은 환경변수가 공립도서관의 효율성에 미치는 영향을 분석한 결과는 <표 5>와 같다.

본 연구에서 사용한 자료가 횡단면자료(cross-sectional data)이기 때문에 이분산성(heteroscedasticity)이 존재하여 White 이분산성 조정(correction)을 사용하여 이분산성에 안정적인(robust) 표준오차(standard errors)를 구했다.

<표 5> 환경변수가 효율성에 미치는 단절회귀분석 결과

독립변수	회귀계수	안정적 표준오차	z값	유의확률(p 값)
인구	0.067101*	0.006172	10.87	0.000
/sigma	0.208842*	0.054884	3.81	0.000

$$\text{Wald } \chi^2(1) = 118.20^*$$

$$\text{Prob} > \chi^2 = 0.0000$$

$$\text{대수의사우도값(log pseudolikelihood)} = 10.9859$$

*** $p < 0.01$

분석결과에 의하면 인구가 유의수준(significance level) 1%에서 공립도서관의 효율성에 통계적으로 유의미한 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이것은 도서관이 소재한 인구가 많을수록 도서관의 효율성이 높아진다는 것을 의미한다. 이것은 환경변수가 도서관의 운영효율성에 미치는 가설과 부합한다.

한편, 환경변수가 부트스트랩 규모수익가변 기술적 효율성에 미치는 영향을 분석한 단절회귀분석 결과에서 설명변수들의 계수들이 모두 0이라는 귀무가설을 검증하는 Wald 검정통계량이 118.20으로 유의수준 1%에서 귀무가설을 기각하는 것으로 나타났다. 추정치의 표준오차(standard error)를 나타내는 sigma값은 약 0.208842로서 1% 유의수준에서 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 그리고 대수의사우도값(log pseudolikelihood)은 10.9859로 나타났다.

인구가 공립도서관의 효율성에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났기 때문에 부트스트랩 편의조정 효율성점수를 자치구별 인구에 대해 조정했으며, 인구에 대해 조정한 부트스트랩 편의조정 효율성점수가 <표 6>에 표시되어 있다.

〈표 6〉 환경변수효과를 조정한 부트스트랩 편의조정 효율성점수

공립도서관	효율성점수	인구효과 조정 전 부트스트랩 편의조정 효율성점수	인구효과	인구효과 조정 후 부트스트랩 편의조정 효율성점수
강남도서관	1.0000	0.9315	0.0291	0.9024
강동도서관	0.9642	0.9057	0.0165	0.8892
강서도서관	0.7123	0.6694	0.0288	0.6406
개포도서관	0.8374	0.7785	0.0291	0.7494
고척도서관	0.9386	0.8785	0.0101	0.8684
구로도서관	1.0000	0.8881	0.0101	0.8780
남산도서관	0.3927	0.3673	-0.0297	0.3970
도봉도서관	0.9291	0.8701	0.0030	0.8671
동대문도서관	0.7303	0.6866	0.0032	0.6834
동작도서관	1.0000	0.8749	0.0083	0.8666
서대문도서관	0.9965	0.9407	-0.0023	0.9430
송파도서관	1.0000	0.8374	0.0349	0.8025
양천도서관	1.0000	0.8372	0.0221	0.8151
어린이도서관	1.0000	0.8498	-0.0518	0.9016
용산도서관	0.7071	0.6691	-0.0297	0.6988
정독도서관	0.4349	0.4170	-0.0518	0.4688
종로도서관	0.8749	0.8311	-0.0518	0.8829
고덕평생학습관	0.8477	0.8018	0.0165	0.7853
마포평생학습관	0.6076	0.5605	0.0053	0.5552
평균	0.8407	0.7682	0.0000	0.7682
표준편차	0.1939	0.1664	0.0288	0.1565
최대치	1.0000	0.9407	0.0349	0.9430
최소치	0.3927	0.3673	-0.0518	0.3970

인구가 효율성에 미치는 영향에 대한 조정은 인구가 인구의 평균보다 많은 공립도서관에 대해서는 인구수에서 평균을 차감한 값을 회귀계수에 곱한 값을 부트스트랩 편의조정 효율성점수로부터 차감하고, 인구가 평균보다 적은 공립도서관에 대해서는 평균에서 인구수를 차감한 값을 회귀계수에 곱한 값을 부트스트랩 편의조정 효율성점수에 가산하는 방법으로 수행되었다.

인구가 공립도서관의 효율성에 미치는 효과를 조정한 후 송파도서관의 효율성점수가 가장 많이 낮아진 반면 어린이도서관과 정독도서관, 종로도서관의 효율성점수가 가장 많이 높아졌다. 인구효과를 조정하지 않은 부트스트랩 효율성점수에서는 서대문도서관의 효율성이 가장 높고 남산도서관의 효율성이 가장 낮으며, 인구효과를 조정한 부트스트랩 효율성점수에서는 서대문도서관의 효율성이 가장 높고 남산도서관의 효율성이 가장 낮은 것으로 나타났다. 이와 같이

인구효과를 조정하기 전후에 효율성이 가장 높은 도서관과 가장 낮은 도서관이 동일하게 나타난 것은 인구효과가 공립도서관의 효율성에 미치는 영향이 크지 않은 데 기인한다.

5. 규모효율성 및 규모수익 분석결과

〈표 7〉 부트스트랩 규모효율성과 규모수익

공립도서관	부트스트랩 규모효율성 (bootstrapped SE)	부트스트랩 규모수익비체증 기술적 효율성 (bootstrapped NIRS TE)	부트스트랩 규모수익가변 기술적 효율성 (bootstrapped VRS TE)	규모수익 (RTS)
강남도서관	0.4873	0.4398	0.9024	규모수익체증(IRS)
강동도서관	0.5730	0.5095	0.8892	규모수익체증(IRS)
강서도서관	0.3580	0.2293	0.6406	규모수익체증(IRS)
개포도서관	0.6073	0.4551	0.7494	규모수익체증(IRS)
고척도서관	0.5718	0.4965	0.8684	규모수익체증(IRS)
구로도서관	0.3235	0.2840	0.8780	규모수익체증(IRS)
남산도서관	0.5114	0.2030	0.3970	규모수익체증(IRS)
도봉도서관	0.5691	0.4935	0.8671	규모수익체증(IRS)
동대문도서관	0.4051	0.2769	0.6834	규모수익체증(IRS)
동작도서관	0.8293	0.7187	0.8666	규모수익체증(IRS)
서대문도서관	0.3922	0.3699	0.9430	규모수익체증(IRS)
송파도서관	0.8357	0.6706	0.8025	규모수익체증(IRS)
양천도서관	0.8303	0.6768	0.8151	규모수익체증(IRS)
어린이도서관	0.8168	0.7365	0.9016	규모수익체증(IRS)
용산도서관	0.5156	0.3603	0.6988	규모수익체증(IRS)
정독도서관	0.5113	0.2397	0.4688	규모수익체증(IRS)
종로도서관	0.5040	0.4450	0.8829	규모수익체증(IRS)
고덕평생학습관	0.4628	0.3635	0.7853	규모수익체증(IRS)
마포평생학습관	0.6495	0.3606	0.5552	규모수익체증(IRS)
평균	0.5660	0.4384	0.7682	
표준편차	0.1618	0.1668	0.1565	
최대치	0.8357	0.7365	0.9430	
최소치	0.3235	0.2030	0.3970	

본 연구에서는 투입지향적 부트스트랩 규모수익불변 및 규모수익가변 자료포

락분석모형을 사용하여 서울시 공립도서관의 규모효율성을 분석했다. 운영규모가 비효율적인 공공도서관에 대한 규모수익은 부트스트랩 규모수익가변 기술적 효율성(VRS TE)과 부트스트랩 규모수익비체증 기술적 효율성(NIRS TE)을 비교하여 분석했다. 인구가 부트스트랩 규모수익가변 및 규모수익비체증 효율성 점수와 부트스트랩 규모효율성에 미치는 효과를 조정하여 서울시 19개 공립도서관들의 규모효율성과 규모수익을 분석한 결과는 <표 7>과 같다.

규모효율성을 분석한 결과를 보면 19개 공립도서관들의 규모효율성이 모두 1에 크게 미치지 못하여 운영규모의 비효율성이 큰 것으로 나타났다. 규모효율성이 가장 높은 도서관은 송파도서관으로 83.57%인 데 비해 규모효율성이 가장 낮은 도서관은 구로도서관으로 32.35%로 나타났다. 19개 공립도서관들의 규모효율성의 평균은 56.60%이고 표준편차는 16.18%로 나타났다. 이러한 결과는 서울시 19개 공립도서관들의 규모비효율성이 매우 크다는 것을 시사한다.

규모수익을 분석한 결과를 보면 규모수익비체증 기술적 효율성과 규모수익가변 기술적 효율성이 19개 공립도서관들 모두 상이한 것으로 나타났다. 이것은 서울시의 19개 공립도서관들이 모두 규모수익체증(IRS) 영역에서 운영되고 있다는 것을 의미한다. 이러한 분석결과는 운영규모가 비효율적인 19개 공립도서관 모두 운영규모를 중장기적으로 기술적 효율성만을 고려하는 수준보다 확대할 필요가 있다는 것을 시사한다. 따라서 서울시 공립도서관들의 규모효율성을 높이기 위해서는 도서관의 운영규모를 중장기적으로 기술적으로 효율적인 수준보다 확대해야 할 것이다.

규모효율성을 높이기 위해서 비효율적인 도서관들의 운영규모를 확대해야 한다는 것과 비효율적인 도서관들의 투입요소를 감축해야 한다는 것을 상호 모순된 것으로 오해할 수도 있다. 하지만 양자가 모순된 것이 아니라는 것을 유념할 필요가 있다. 규모효율성을 높이기 위해서 운영규모를 확대해야 한다는 것은 비효율적인 도서관들이 규모수익체증 영역에서 운영되고 있기 때문에 규모효율성이 100%가 되는 수준, 즉 규모수익불변변경(CRS frontier)과 규모수익가변변경(VRS frontier)이 일치되는 수준으로 중장기적으로 운영규모를 확대해야 한다는 것인 데 비해 비효율적인 도서관들의 투입요소를 축소해야 한다는 것은 기술적으로 비효율적인 도서관들의 투입요소를 단기적으로 규모수익가변변경(VRS frontier) 수준으로 투입요소를 줄여야 한다는 것을 의미한다.⁷⁾ 환언하면 기술적 효율성을 높이기 위해서 단기적으로 벤치마킹의 대상인 준거집단(reference group)에 속하는 효율적인 도서관에서 사용하는 수준으로 투입요소를 줄이는 동시에 규모효율성을 높이기 위해 중장기적으로 투입요소의 규모를 확대하면 전

7) 규모효율성은 최적운영규모에서의 평균생산물에 대한 규모수익가변변경(VRS frontier)에서의 평균생산물의 비율로 해석할 수 있다(Coelli 외, 2005: 173).

체적으로 투입요소가 현재수준보다 감소하거나 증가하게 된다.⁸⁾ 규모수익가변 기술적 효율성과 규모효율성을 동시에 고려하는 경우에 기술적 효율성이 매우 낮은 도서관의 경우에는 투입요소가 현재수준보다 감소하게 되지만, 기술적 효율성이 매우 높은 도서관의 경우에는 투입요소가 현재수준보다 증가하게 된다. 기술적 규모수익가변 기술적 효율성이 낮을수록 기술적 효율성을 높이기 위한 투입요소 감소량보다 규모효율성을 높이기 위한 투입요소 증가량이 상대적으로 작아지는 데 비해 규모수익가변 기술적 효율성이 높을수록 기술적 효율성을 높이기 위한 투입요소 감소량보다 규모효율성을 높이기 위한 투입요소 증가량이 상대적으로 커지게 된다. 따라서 본 연구에서 분석한 19개 공립도서관들 모두가 규모수익체증 영역에서 운영되고 있기 때문에 비효율적인 도서관들은 단기적으로 효율적인 도서관에 비해 과다하게 사용된 투입요소를 줄이는 동시에 중장기적으로 도서관의 규모를 확대하는 방향으로 운영해야 할 것이다.

공립도서관별로 투입요소를 어느 정도 확대해야 최적규모에 도달하는지에 관해서는 본 논문의 초점이 서울시 공립도서관의 규모수익을 분석하는 데 있는 것이 아니라 부트스트랩 자료포락분석이라는 새로운 방법론을 사용하여 서울시 공립도서관의 효율성을 평가하는 데 있기 때문에 각 도서관의 투입요소별로 투입요소의 증가량을 계산할 필요가 없다고 본다. 예를 들면, 전국의 수많은 도서관들의 효율성을 분석하는 경우에 수많은 도서관들의 투입요소별로 최적투입량을 계산해서 분량이 제한되어 있는 학술논문에 포함할 수는 없는 것이다.

본 논문의 연구대상인 서울시 19개 공립도서관들이 중장기적으로 최적규모에서 운영되는 데 필요한 투입요소의 증가량을 총괄적으로 제시하면 부트스트랩 규모효율성이 100%가 되는 수준이다. 이것은 부트스트랩 규모수익불변 기술적 효율성과 부트스트랩 규모수익가변 기술적 효율성이 일치하는 수준이다. 투입요소가 이러한 수준으로 늘어나기 위해서는 실제투입량에 부트스트랩 규모수익가변 기술적 효율성점수에서 부트스트랩 규모수익불변 기술적 효율성점수를 차감한 기술적 효율성점수를 곱한 투입량만큼 중장기적으로 투입요소의 규모를 확대해야 할 것이다. 각 공립도서관이 중장기적으로 최적규모에서 운영될 수 있는 투입요소의 증가량은 <표 8>과 같다. 이와 함께 각 공립도서관별로 투입요소의 상대적인 과다분을 조정해야 할 것이다.

8) Coelli 외(2005: 174)의 <그림 6.3>을 참조하기 바란다. 한편, 공립도서관이 규모수익체감(DRS) 영역에서 운영되고 있는 경우에는 기술적 효율성만을 고려하는 경우보다 기술적 효율성과 규모효율성을 모두 고려하는 경우에 투입요소가 더 많이 줄어들게 된다.

〈표 8〉 최적운영규모에서의 투입요소 증가량

공립도서관	부트스트랩 규모효율성 (bootstrapped SE)	부트스트랩 규모수익가변 기술적 효율성 (bootstrapped VRS TE)	부트스트랩 규모수익불변 기술적 효율성 (bootstrapped CRS TE)	투입요소 증가량 (실제투입량×(VRS TE-CRS TE))
강남도서관	0.4873	0.9024	0.4398	실제투입량×0.4626
강동도서관	0.5730	0.8892	0.5095	실제투입량×0.3797
강서도서관	0.3580	0.6406	0.2293	실제투입량×0.4112
개포도서관	0.6073	0.7494	0.4551	실제투입량×0.2943
고척도서관	0.5718	0.8684	0.4966	실제투입량×0.3718
구로도서관	0.3235	0.8780	0.2840	실제투입량×0.5940
남산도서관	0.5114	0.3970	0.2030	실제투입량×0.1939
도봉도서관	0.5691	0.8671	0.4935	실제투입량×0.3736
동대문도서관	0.4051	0.6834	0.2768	실제투입량×0.4065
동작도서관	0.8293	0.8666	0.7187	실제투입량×0.1479
서대문도서관	0.3922	0.9430	0.3698	실제투입량×0.5732
송파도서관	0.8357	0.8025	0.6707	실제투입량×0.1319
양천도서관	0.8303	0.8151	0.6768	실제투입량×0.1384
어린이도서관	0.8168	0.9016	0.7365	실제투입량×0.1651
용산도서관	0.5156	0.6988	0.3603	실제투입량×0.3385
정독도서관	0.5113	0.4688	0.2397	실제투입량×0.2291
종로도서관	0.5040	0.8829	0.4450	실제투입량×0.4379
고덕평생학습관	0.4628	0.7853	0.3635	실제투입량×0.4218
마포평생학습관	0.6495	0.5552	0.3606	실제투입량×0.1946
평균	0.5660	0.7682	0.4384	실제투입량×0.3298
표준편차	0.1618	0.1565	0.1668	실제투입량×0.1433
최대치	0.8357	0.9430	0.7365	실제투입량×0.5940
최소치	0.3235	0.3970	0.2030	실제투입량×0.1319

V. 결론 및 시사점

공공도서관의 효율성을 분석한 선행연구들이 사용한 전통적인 자료포락분석 모형에 의한 효율성점수가 결정적인 특성을 지니고 있어서 통계적 유의미성을 갖지 못하는 한계가 존재하기 때문에 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 부트

스트랩 자료포락분석모형을 사용하여 편의를 조정한 부트스트랩 효율성 추정치(bootstrapped efficiency estimates)와 신뢰구간을 구할 필요가 있다.

본 연구에서는 부트스트랩 자료포락분석을 사용하여 서울특별시 공공도서관들 중 교육청 소관의 19개 공립도서관들의 기술적 효율성과 환경변수의 효과, 규모효율성을 분석한 후, 운영규모의 비효율성을 규명하기 위하여 규모수익분석을 수행했다.

본 연구결과에 의하면 19개 서울시 공립도서관들 간에 기술적 효율성의 차이가 큰 것으로 나타났다. 19개 공립도서관들의 부트스트랩 편의조정 효율성의 평균은 76.82%이고 표준편차는 15.10%인 것으로 나타났다. 또한 공립도서관이 소재한 자치구 인구가 공립도서관의 효율성을 유의미하게 높이는 것으로 나타났다. 한편, 서울시 공립도서관들의 규모효율성이 전반적으로 낮은 수준이고 도서관들 간에 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 규모효율성의 평균이 56.62%이고 표준편차는 16.49%인 것으로 나타났다. 운영규모가 비효율적인 도서관들은 규모수익체중(IRS) 영역에서 운영되고 있는 것으로 나타났다.

본 연구의 학문적 및 정책적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 공공도서관의 기술적 효율성과 규모효율성을 측정하기 위하여 본 연구에서 사용한 부트스트랩 자료포락분석모형은 공공도서관의 효율성을 분석하는 데 국내외적으로 본 연구에서 처음 적용된 것이다. 특히 부트스트랩 방법을 사용한 규모효율성과 규모수익비체중 효율성은 본 연구에서 최초로 분석된 것이다. 본 연구에서 사용한 부트스트랩 자료포락분석모형은 지방정부와 공기업, 공공기관 등을 포함한 공공부문의 효율성은 물론 재정사업의 성과평가와 공공서비스, 공공조직, 민간조직 등 다양한 분야의 효율성을 측정하는 데 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

둘째, 부트스트랩 자료포락분석은 전통적 자료포락분석에 의한 효율성점수의 편의를 조정하고 통계적 신뢰구간을 제시함으로써 효율성점수의 통계적 유의미성을 검증할 수 있다.

셋째, 부트스트랩 편의조정 효율성점수는 효율적인 조직이 다수인 경우에 효율적인 조직들 간의 변별력을 높일 수 있다. 부트스트랩 자료포락분석은 효율적인 조직들이 다수인 경우에 조직들 간의 효율성의 차이를 구분하기 어려운 전통적 자료포락분석의 한계를 해결할 수 있다.

넷째, 환경변수가 공립도서관의 효율성에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 단절회귀모형(truncated regression model)을 사용할 필요가 있다. 왜냐하면 선행연구들에서 지금까지 거의 대부분 사용해온 토빗회귀분석에서는 추정된 효율성점수 간에 복잡한 미지의 계열상관이 존재할 뿐만 아니라 2단계 회귀분석을 의미 있게 하는 기본적인 자료생성과정(DGP)에 관한 설명을 결여하고 있기 때문이다.

다섯째, 운영규모의 비효율성으로 인해 규모비효율성이 존재하는 경우에 규모비효율성의 근본적 원인이 규모수익체증(IRS)에 기인하는지 아니면 규모수익체감(DRS)에 기인하는지를 규명하여 최적운영규모를 유지하기 위한 정책대안을 강구할 필요가 있다. 규모효율성만을 분석해서는 운영규모의 비효율성이 발생하는 원인을 파악할 수 없다. 규모효율성의 한계를 해결하기 위해서는 규모수익비체증 효율성(NIRS TE)과 규모수익가변 효율성(VRS TE)을 비교하여 규모수익(RTS) 분석을 수행할 필요가 있다.

여섯째, 서울시의 19개 공립도서관들의 현재 운영규모를 중장기적으로 최적 규모수준으로 확대하여 규모효율성을 높일 필요가 있다. 공립도서관들의 운영규모가 비효율적이고 규모수익체증(IRS) 영역에서 운영되고 있기 때문에 규모를 확대하여 최적규모에서 운영되도록 해야 할 것이다. 이것은 비효율적인 도서관들이 투입요소를 감축해야 한다는 것과 상호 모순된 것으로 오해할 수도 있지만 양자는 모순된 것이 아니라는 것을 유념할 필요가 있다. 규모효율성을 높이기 위해서 운영규모를 확대해야 한다는 것은 비효율적인 도서관들이 규모수익체증 영역에서 운영되고 있기 때문에 규모효율성이 100%가 되는 수준, 즉 규모수익불변변경(CRS frontier)과 규모수익가변변경(VRS frontier)이 일치되는 수준으로 중장기적으로 운영규모를 확대해야 한다는 것인 데 비해 비효율적인 도서관들의 투입요소를 축소해야 한다는 것은 기술적으로 비효율적인 도서관들의 투입요소를 단기적으로 규모수익가변변경(VRS frontier) 수준으로 투입요소를 줄여야 한다는 것을 의미한다. 환언하면 기술적 효율성을 높이기 위해서 단기적으로 벤치마킹의 대상인 준거집단에 속하는 효율적인 도서관에서 사용하는 수준으로 투입요소를 줄이는 동시에 규모효율성을 높이기 위해 중장기적으로 투입요소의 규모를 확대하면 전체적으로 투입요소가 현재수준보다 감소하거나 증가하게 된다. 규모수익가변 기술적 효율성과 규모효율성을 동시에 고려하는 경우에 기술적 효율성이 매우 낮은 도서관의 경우에는 투입요소가 현재수준보다 감소하게 되지만, 기술적 효율성이 매우 높은 도서관의 경우에는 투입요소가 현재수준보다 증가하게 된다. 기술적 규모수익가변 기술적 효율성이 낮을수록 기술적 효율성을 높이기 위한 투입요소 감소량보다 규모효율성을 높이기 위한 투입요소 증가량이 상대적으로 작아지는 데 비해 규모수익가변 기술적 효율성이 높을수록 기술적 효율성을 높이기 위한 투입요소 감소량보다 규모효율성을 높이기 위한 투입요소 증가량이 상대적으로 커지게 된다. 따라서 본 연구에서 분석한 19개 공립도서관들 모두가 규모수익체증 영역에서 운영되고 있기 때문에 비효율적인 도서관들은 단기적으로 효율적인 도서관에 비해 과다하게 사용된 투입요소를 줄이는 동시에 중장기적으로 운영규모를 확대하는 방향으로 운영해야 할 것이다. 본 논문의 연구대상인 서울시 19개 공립도서관들이 중장기적으로 최적규모

에서 운영되는 데 필요한 투입요소의 규모를 총괄적으로 제시하면 실제투입량에 부트스트랩 규모수익가변 기술적 효율성점수에서 부트스트랩 규모수익불변 기술적 효율성점수를 차감한 기술적 효율성점수를 곱한 투입량만큼 중장기적으로 투입요소의 규모를 확대해야 할 것이다. 이와 함께 각 공립도서관별로 투입요소의 상대적인 과다분을 조정해야 할 것이다.

일곱째, 기술적 순효율성이 평균 수준보다 상당히 낮은 것으로 나타난 공립도서관들은 관리운영상 효율성을 개선하도록 노력해야 할 것이다. 기술적 순효율성이 평균보다 상당히 낮은 것으로 나타난 강서도서관과 남산도서관, 동대문도서관, 용산도서관, 정독도서관, 마포평생학습관 가운데 특히 남산도서관과 정독도서관, 마포평생학습관은 도서관의 예산운용에 있어서 비효율성을 개선해야 할 것이다.

여덟째, 서울시 공립도서관의 운영효율성을 매년 정기적으로 평가하여 투입측면과 산출측면의 비효율성을 개선해야 할 것이다.

아홉째, 공립도서관이 소재한 자치구 인구가 많을수록 공립도서관의 효율성이 높아지는 것으로 나타났기 때문에 공립도서관의 효율성을 객관적으로 평가하기 위해서는 인구나 같은 환경변수가 공립도서관의 효율성에 미치는 영향을 조정해야 할 것이다.

마지막으로 투입요소로 인건비와 자료구입비, 관리운영비와 같은 예산자료를 사용하여 공공도서관서비스에 투입된 예산의 효율성을 분석함으로써 예산운용에 있어서 효율성을 제고하도록 해야 할 것이다. 지금까지 거의 대부분의 선행연구들이 직원수와 장서수 등과 같은 물리적 단위의 투입요소를 사용해온 경향이 있다.

참고문헌

- 곽영진. (1992). 대학도서관의 효율성 평가를 위한 DEA 적용. 『충남대 경영논집』, 8(2): 255-285.
- 곽영진. (1999). DEA를 이용한 공공도서관의 효율성 평가: 충남지역 공공도서관을 대상으로. 『회계연구』, 4(1): 151-175.
- 곽동철. (2004). 우리나라 공공도서관 민간위탁의 성과분석에 관한 연구. 『한국문헌정보학회지』, 38(1): 51-75.
- 김선애. (2004). DEA를 이용한 대학도서관의 효율성 평가: 프랑스의 대학도서관을 대상으로. 『한국문헌정보학회지』, 38(2): 137-160.
- 김선애. (2005). DEA를 이용한 공공도서관의 효율성 평가: 정보서비스 활동을 중

- 심으로. 『한국문헌정보학회지』, 39(1): 220-239.
- 김선애. (2007). 공공도서관의 효율성 비교 분석: 서울시 및 6대 광역시의 102개 공공도서관을 대상으로. 『한국문헌정보학회지』, 41(2): 237-256.
- 문경주. (2009). 공공도서관의 효율성 측정과 평가: 부산지역 21개 공공도서관을 중심으로. 『한국사회와 행정연구』, 20(2): 59-92.
- 유금록. (2004). 『공공부문의 효율성 측정과 평가』. 서울: 대영문화사.
- 유금록. (2008). 부트스트랩 자료포락분석에 의한 공공부문의 효율성과 결정요인의 경험적 평가: 서울시 보건소를 중심으로. 『한국정책학회보』, 17(2): 291-321.
- 유금록. (2009). 관료제의 공공선택모형과 효율성 평가. 『한국정책학회보』, 18(4): 173-205.
- 유금록. (2010a). 공공도서관서비스의 효율성 평가: 부트스트랩 자료포락분석. 『한국정책학회 하계대회 및 국제학술회의 논문집』, 259-282.
- 유금록. (2010b). 예산의 효율성 평가: 소방예산에 대한 부트스트랩 자료포락분석모형의 적용. 『한국지방재정논집』, 15(2): 29-55.
- 조성한·박동진·이길호·윤동원. (2009). DEA를 이용한 국립대학도서관 경영효율성 분석. 『한국도서관·정보학회지』, 40(1): 253-274.
- 한국도서관협회. (2007). 『2007 한국도서관연감』.
- 한두환·홍봉영. (2002). DEA를 이용한 도서관의 효율성 평가. 『한국문헌정보학회지』, 36(3): 275-285.
- 홍봉영·김강정·강은경. (2005). 비모수적 방법에 의한 도서관의 효율성 분석. 『회계정보연구』, 23(1): 117-132.
- Athanassopoulos, A. D. & Triantis, K. P. (1998). Assessing Aggregate Cost Efficiency and their Related Policy Implications for Greek Local Municipalities. *INFOR*, 36(3): 66-83.
- Banker, R. D. (1984). Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 17: 35-44.
- Banker, R. D., Charnes, A. & Cooper, W. W. (1984). Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies. *Management Science*, 30: 1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 1: 429-444.
- Chen, T.-Y. (1997). A Measurement of the Resource Utilization

- Efficiency of University Libraries. *International Journal of Production Economics*, 53: 71-80.
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E.. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Second Edition. New York: Springer.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2005). *Introduction to Data Envelopment Analysis and its Uses with DEA-Solver Software and References*. New York: Springer.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Second Edition. New York: Springer.
- Dougherty, C. (2007). *Introduction to Econometrics*. Third Edition. Oxford: Oxford University Press.
- Efron, B. (1979). Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. *Annals of Statistics*, 7: 1-26.
- Efron, B. & Tibshirani, R. J. (1993). *An Introduction to the Bootstrap*. London: Chapman and Hall.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120(3): 253-290.
- Ferrier, G. D. & Hirschberg, J. G. (1997). Bootstrapping Confidence Intervals for Linear Programming Efficiency Scores: With an Illustration Using Italian Banking Data. *Journal of Productivity Analysis*, 8: 19-33.
- Ferrier, G. D. & Hirschberg, J. G. (1999). Can We Bootstrap DEA Scores. *Journal of Productivity Analysis*, 11: 81-92.
- Hammond, C. J. (2002). Efficiency in the Provision of Public Services: A Data Envelopment Analysis of UK Public Library Systems. *Applied Economics*, 34: 649-657.
- Kao, C., Lin, Y. C., Liang, L. C., & Lo, S. C. (1998). Ranking University Libraries: The Case of Taiwan. *LIBRI*, 19: 212-223.
- Liu, S.-T. & Chuang, M. (2009). Fuzzy Efficiency Measures in Fuzzy DEA/AR with Application to University Libraries. *Expert Systems with Applications*, 36: 1105-1113.

- Lovell, C. A. K. (1993). Production Frontiers and Productive Efficiency. In H. O. Fried, C. A. K. Lovell & S. S. Schmidt(eds.), *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*, 3-67. Oxford: Oxford University Press.
- Maddala, G. S. (1986). *Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Maddala, G. S. (1991). A Perspective on the Limited-Dependent and Qualitative Variables Models in Accounting Research. *The Accounting Review*, 66(4): 788-807.
- McDonald, J. & Moffitt, R. (1980). The Uses of Tobit Analysis. *Review of Economics and Statistics*, 62: 318-321.
- Ray, S. C. (2004). *Data Envelopment Analysis: Theory and Techniques in Economics and Operations Research*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Reichmann, G. & Sommersguter-Reichmann, M. (2006). University Library Benchmarking: An International Comparison Using DEA. *International Journal of Production Economics*, 100: 131-147.
- Ruggiero, J. (2004). Performance Evaluation in Education: Modeling Educational Production. In W. W. Cooper, L. M. Seiford & J. Zhu(eds.), *Handbook on Data Envelopment Analysis*, 299-325. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Seiford, L. M. & Zhu, J. (1999). An Investigation of Returns to Scale in Data Envelopment Analysis. *Omega: The International Journal of Management Science*, 27: 1-11.
- Sharma, K. R., Leung, P., & Zane, L. (1999). Performance Measurement of Hawaii State Public Libraries: An Application of Data Envelopment Analysis (DEA). *Agricultural and Resource Economics Review*, 28(2): 190-198.
- Shim, W. (2003). Applying DEA Technique to Library Evaluation in Academic Research Libraries. *Library Trends*, 51(3): 312-332.
- Silverman, B. W. (1986). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. London: Chapman and Hall.
- Simar, L. (1992). Estimating Efficiencies from Frontier Models with Panel Data: A Comparison of Parametric, Non-Parametric and Semi-Parametric Methods with Bootstrapping. *Journal of*

- Productivity Analysis*, 3: 167-203.
- Simar, L. & Wilson, P. W. (1998). Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. *Management Science*, 44(1): 49-61.
- Simar, L. & Wilson, P. W. (1999a). Estimating and Bootstrapping Malmquist Indices. *European Journal of Operational Research*, 115: 459-471.
- Simar, L. & Wilson, P. W. (1999b). Of Course We Can Bootstrap DEA Scores! But Does It Mean Anything? Logic Trumps Wishful Thinking. *Journal of Productivity Analysis*, 11: 93-97.
- Simar, L. & Wilson, P. W. (1999c). Some Problems with the Ferrier/Hirschberg Bootstrap Idea. *Journal of Productivity Analysis*, 11: 67-80.
- Simar, L. & Wilson, P. W. (2000). Statistical Inference in Nonparametric Frontier Models: The State of the Art. *Journal of Productivity Analysis*, 13: 49-78.
- Simar, L. & Wilson, P. W. (2007). Estimation and Inference in Two-Stage, Semi-Parametric Models of Production Processes. *Journal of Econometrics*, 136: 31-64.
- Tortosa-Ausina, E., Grifell-Tatjé, E., Armero, C., & Conesa, D. (2008). Sensitivity Analysis of Efficiency and Malmquist Productivity Indices: An Application to Spanish Savings Banks. *European Journal of Operational Research*, 184: 1062-1084.
- Vitaliano, D. F. (1998). Assessing Public Library Efficiency Using Data Envelopment Analysis. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 69: 107-122.
- Worthington, A. (1999). Performance Indicators and Efficiency Measurement in Public Libraries. *Australian Economic Review*, 32: 31-42.
- Zhu, J. (2000). Further Discussion on DEA and Linear Production Function. *European Journal of Operational Research*, 127(3): 611-618.
- Zhu, J. (2003). *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets and DEA Excel Solver*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Abstract

Evaluating the Efficiency of Public Libraries: A Bootstrap Data Envelopment Analysis

Keum-Rok Yoo

Bootstrapped efficiency estimates and confidence intervals need to be measured using the bootstrap data envelopment analysis model because efficiency scores calculated by the traditional data envelopment analysis model have deterministic characteristics and the limitation of not having statistical significance. This study analyzed the technical efficiencies, their determinants and scale efficiencies of the nineteen public libraries managed by the Seoul Metropolitan Office of Education in 2006 using a bootstrap data envelopment analysis, and then estimated returns to scale to examine the nature of scale inefficiencies. The empirical results show that the greater the population of a district in which a particular public library is located, the higher the efficiency of a particular public library, and that there are large differences in the technical efficiency among the nineteen public libraries. The mean and standard deviation of bootstrapped bias-corrected efficiency scores are 76.82% and 15.65%, respectively. In addition, the scale efficiencies of public libraries tend to be low and indicate large differences among them. The mean and standard deviation of scale efficiencies are 56.60% and 16.18%, respectively. Public libraries with an inefficient scale of operation indicate an operation in an area of increasing returns to scale, which implies the operating scale of inefficient public libraries needs to be expanded to the optimal scale.

【Key words: public libraries, bootstrap data envelopment analysis, returns to scale analysis, bootstrapped scale efficiency, environmental variable】