

음수 산출물이 존재하는 경우 공기업의 효율성 평가

유금록*

본 연구에서는 음수 및 양수 산출물이 존재하는 경우에 효율적인 목표치를 정확하게 제시하기 위하여 기존의 반지향방사지표모형(semi-oriented radial measure model)을 수정한 모형을 개발하여 2017년도 전국 16개 도시개발공사의 효율성과 규모효율성, 규모수익을 분석하고, 비효율적인 도시개발공사에 대한 목표치와 준거집단을 제안한 후, 방법론적·정책적 시사점을 제시하였다. 주요 분석결과는 다음과 같다. 첫째, 본 논문에서 사용한 모형이 선행연구들에서 사용한 모형보다 더 정확하게 음수산출물의 효율적인 목표치를 추정한다. 둘째, 효율성의 평균이 68.1%로 효율성이 낮고 도시개발공사 간 효율성의 차이가 크다. 셋째, 규모효율성이 비효율적인 도시개발공사는 12개이다. 넷째, 규모수익이 체증하는 영역에서 운영되는 도시개발공사는 9개인 반면 규모수익이 체감하는 영역에서 가동하는 도시개발공사는 5개이다.

주제어: 음수산출물, 효율적 목표치, 공기업, 도시개발공사, 반지향방사지표모형, 규모수익

I. 서론

최근 공공서비스, 공공기관, 공기업, 공공조직 등 공공부문의 효율성을 분석하는데 자료포락분석(DEA)을 이용하는 연구들이 증가하는 경향을 보이고 있다. 자료포락분석의 기본 전제는 투입요소와 산출물 모두 비음수(non-negativity) 자료를 가져야 한다는 것이다. 그러나, 공기업의 경우 경영실적이 미흡하면 당기순손실과 영업손실을 넘으로써 산출물이 음수와 양수를 포함하는 경우가 빈번하게 발생한다. 효율성을

* 서울대학교에서 행정학 박사학위를 취득하고, 현재 국립 군산대학교 행정학과 교수로 재직하고 있다. 주요 관심분야는 성과평가 및 정책분석, 재무행정, 공공선택론, 공기업 등이다 (kryoo@kunsan.ac.kr).

분석한 연구들은 거의 대부분 양수자료를 사용하며, 영업손실과 당기순손실(경영손실) 등 음수자료(negative data)를 가진 산출물을 포함하지 않는 경향이 있다.

산출물이나 투입요소에 음수와 양수자료가 존재하는 경우에 전통적인 자료포락분석을 이용한 효율성 분석뿐 아니라 효율성을 개선하기 위한 목표치(target)를 제시하는 데 있어서 편의(bias)가 존재한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 변환불변모형을 비롯하여 범위방향지표(RDM), 수정잔여기준지표(MSBM), 반지향방사지표(SORM), 변형방사지표(VRM) 등이 제시되었다. 아직도 해결되지 않은, 음수변수의 효율적인 목표치를 제공하지 못하는 문제점을 최근 Martin et al.(2014)가 해결책을 제시했지만, 이 연구도 효율성을 과대 추정함으로써 음수 산출물의 효율적인 목표치를 제시하는 데 한계를 지니고 있다. 자료포락분석을 이용한 효율성 분석의 적실성을 높이기 위해서는 조속히 음수변수의 효율적인 목표치를 제시하지 못하고 있는 선행연구들의 한계를 해결할 필요가 있다. 따라서 본 연구의 목적은 산출물이 음수와 양수를 동시에 포함하는 경우에 음수변수의 효율적인 목표치를 정확하게 제공할 수 있는 수정반지향방사지표모형을 개발하여 공기업의 효율성 분석에 적용함으로써 공공부문의 효율성 분석 방법론의 발전과 공기업의 경영개선에 기여하는 데 있다.

본 논문의 구성을 설명하면, 제2절에서 도시개발공사의 현황과 효율성과 목표치 측정에 관한 이론, 자료포락분석을 이용하여 효율성을 분석한 선행연구들과 음수자료를 처리하는 방법에 관한 주요 선행연구들을 고찰하고 본 논문의 차별성을 설명하며, 제3절에서는 산출물이 음수와 양수를 갖는 혼합자료를 처리할 수 있는 수정반지향방사지표모형을 정식화하고 Emrouznejad et al.(2010) 및 Martin et al.(2014)의 모형과 비교하는 한편 투입요소와 산출물을 선정하고, 제4절에서는 지방공기업 중 도시개발공사의 효율성과 규모효율성, 규모수익, 목표치를 분석한 결과를 Emrouznejad et al.(2010) 및 Martin et al.(2014)의 모형과 비교하여 논의하고 환경변수 효과를 분석한 후 공기업의 효율성을 높일 수 있는 정책적 개선방안을 제안하며, 제5절에서는 연구결과와 시사점을 제시하기로 한다.

II. 이론적 배경 및 선행연구 고찰

1. 도시개발공사 현황

16개 광역자치단체에서 운영하고 있는 도시개발공사는 주로 택지개발, 공단조성,

주택건설, 주택관리, 공유수면 매립 등의 사업을 수행하고 있으며, 2017년도 결산기준 도시개발공사의 재무 현황은 <표 1>과 같다. 자본과 부채를 합한 자산의 평균은 3조 4,319억원이며, 서울주택도시공사의 자산이 22조 4,542억원으로 가장 많은 반면 제주특별자치도개발공사의 자산은 4,165억원으로 가장 적다. 상임임원과 직원을 합한 직원수의 평균은 374명이며, 서울주택도시공사의 직원수가 1,056명으로 가장 많은 반면 울산도시공사의 직원수는 58명으로 가장 적다. 매출액의 평균은 5,101억원이며, 서울주택도시공사의 매출액이 2조 5,213억원으로 가장 많은데 비해 광주광역시도시공사는 798억원으로 가장 적다. 영업이익의 평균은 993억원이며, 경기도시공사가 6,112억원의 최대 흑자를 달성한 반면 대전도시공사는 81억원의 적자를 기록했다. 당기순이익의 평균은 761억원이고, 경기도시공사가 4,652억원의 최대 흑자를 달성한데 비해 전남개발공사는 39억원의 최소 흑자를 기록했다. 매출액순이익률의 평

<표 1> 도시개발공사 재무현황

도시개발공사	총자산 (억원)	직원수 (명)	매출액 (억원)	영업손익 (억원)	당기 순이익 (억원)	매출액 순이익률 (%)	부채 비율 (%)
서울SH공사	224,542	1,056	25,213	3,158	2,160	8.6	196.7
부산도시공사	35,279	1,179	4,813	1,424	1,137	23.6	131.0
대구도시공사	9,632	230	2,831	605	475	16.8	63.6
인천도시개발공사	98,733	326	9,640	887	370	3.8	219.5
광주광역시도시공사	7,757	254	798	159	164	20.5	105.8
대전도시공사	8,180	762	1,235	-81	166	13.5	121.5
울산도시공사	5,350	58	1,795	389	318	17.7	100.8
경기도시공사	90,081	505	22,241	6,112	4,652	20.9	161.4
강원도개발공사	16,972	88	1,700	11	64	3.8	231.3
충북개발공사	3,868	80	1,248	327	252	20.2	62.4
충남개발공사	8,513	70	1,003	58	180	18.0	149.4
전북개발공사	5,510	71	1,020	320	296	29.1	110.4
전남개발공사	10,878	126	1,282	96	39	3.1	103.0
경상북도개발공사	11,563	492	2,348	1,459	1,151	49.0	32.8
경상남도개발공사	8,073	105	1,775	78	72	4.1	110.1
제주특별자치도개발공사	4,165	578	2,684	890	675	25.1	23.9
평균	34,319	374	5,101	993	761	17.4	120.2
표준편차	58,692	361	7,604	1,593	1,178	11.9	60.7
최대치	224,542	1,179	25,213	6,112	4,652	49.0	231.3
최소치	3,868	58	798	-81	39	3.1	23.9

자료: 2017년도 지방공기업 결산 및 경영분석 재무제표, 지방공기업경영정보공개시스템 (<http://cleaneye.mois.go.kr>).

주: 1) 직원 수는 직원과 상임임원의 합계임.

군은 17.5%이며, 경상북도개발공사가 49%로 가장 우수한 성과를 낸데 비해 전남개발공사는 3.1%의 가장 저조한 실적을 기록했다. 그리고 부채비율의 평균은 120.2%이고, 강원도개발공사가 231.3%로 가장 높는데 비해 제주특별자치도개발공사는 23.9%로 가장 안정적인 수준을 나타내고 있다.

2. 효율성과 목표치

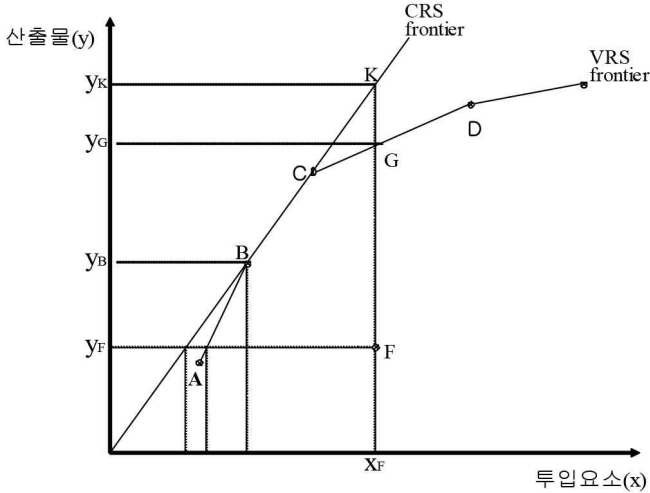
자료포락분석에서 효율성은 투입요소의 가중치합(weighted sum)에 대한 산출물의 가중치합의 비율을 의미한다. 산출지향적 효율성은 주어진 투입요소를 사용하여 산출물을 최대화하는 정도를 나타낸다. <그림 1>에서 5개 의사결정단위(decision-making units) A, B, C, D, F가 일정한 투입요소(x)를 사용하여 산출물(y)을 최대화하는 경우에 비효율적인 의사결정단위 F의 산출지향적 규모수익가변(CRS) 기술적 효율성을 측정하기 위해서는 의사결정단위 C와 D를 토대로 가상단위(virtual unit) G를 효율변경(efficiency frontier) 상에 표시할 필요가 있다. 의사결정단위 C와 D는 비효율적 의사결정단위 F의 준거집단(reference group)이 된다.

비효율적인 의사결정단위 F의 산출지향적 규모수익불변(CRS) 기술적 효율성은 y_K/y_F 로 측정되고, 산출지향적 규모수익가변(VRS) 기술적 효율성은 y_G/y_F 로 계산된다. 산출지향적 규모효율성(scale efficiency)은 산출지향적 규모수익불변 효율성(y_K/y_F)을 규모수익가변 효율성(y_G/y_F)으로 나눔으로써 측정된다. 따라서 규모 효율성은 y_K/y_G 로 측정된다. 산출지향적 기술적 효율성과 규모효율성은 1이상이 되기 때문에 효율성을 0과 1사이로 측정하기 위해서는 앞에서 설명한 기술적 효율성과 규모효율성의 역수(inverse)를 구하면 된다.¹⁾

규모수익(RTS)은 규모수익불변(CRS) 자료포락분석모형의 가중치합을 토대로 분석되는데, 가중치합이 1미만이면 피평가 의사결정단위가 규모수익체증(IRS) 영역에 속하고, 가중치합이 1보다 크면 규모수익체감(DRS) 영역에 해당하며, 가중치합이 1이면 규모수익불변(CRS) 영역에서 속한다. <그림 1>에서 AB구간은 규모수익체증 영역을, BC구간은 규모수익불변 영역을, CD구간은 규모수익체감 영역을 각각 나타낸다.

1) 투입지향적 규모수익불변 및 규모수익가변 기술적 효율성과 규모효율성, 최적 목표치의 추정 방법에 대해서는 유금록(2004: 33-38)을 참고하기 바란다.

〈그림 1〉 규모수익불변(CRS)과 규모수익가변(VRS) 효율성



효율적 목표치(target value)는 산출지향적 자료포락분석모형의 경우 효율성이 1(100%)이 되는 데 필요한 산출물의 수준을 의미한다. 따라서 산출지향적 목표치는 기술적 효율성에 실제산출량을 곱하여 구할 수 있다. 예를 들어, 산출지향적 기술적 효율성이 1.5이고 실제산출량이 100개인 경우에 산출효율성이 1(100%)이 되기 위한 산출물의 목표치는 $1.5 \times 100 = 150$ 개가 된다. 따라서 산출지향적 자료포락분석 모형에서는 1이상인 효율성지표를 사용하는 것이 목표치를 구하는 데 용이하다.

3. 선행연구 검토

본 연구에서는 음수처리방법을 사용하여 주요 지방공기업에 속하는 광역자치단체 소속 도시개발공사의 효율성을 분석하기 때문에 도시개발공사의 효율성을 분석한 선행연구들도 검토하는 것이 논문의 체계상 바람직할 수도 있지만, 도시개발공사의 효율성을 분석한 선행연구들은 소수에 불과하기 때문에 지면관계상 도시개발공사의 효율성을 분석한 선행연구들을 간략하게 고찰하고, 본 논문의 쟁점인 음수자료 처리방법에 관한 선행연구들을 중심으로 선행연구들을 검토하기로 한다.

도시개발공사의 효율성을 측정한 선행연구들에서 사용한 산출물과 투입요소, 분석 방법을 요약하면 〈표 2〉에서 보는 바와 같다.

〈표 2〉 도시개발공사의 효율성을 분석한 주요 선행연구 요약

저자	산출물	투입요소	분석방법
이환범 외 (2005)	자기자본비율, 수지비율	직원수, 총비용	VRS DEA
김홍주·이희연 (2005)	주택공급면적, 토지면적	인력, 영업비용	VRS DEA
유금록 (2006)	매출액, 당기순이익, 경제적 부가가치(EVA)	인건비, 투자자본	VRS Super SBM
이상철 (2009)	안정성, 수익성, 활동성, 총수지비율	인력, 예산	CRS, VRS DEA
문광민 (2011)	매출액순이익률, 부채비율	인건비, 경비, 투자자본	동태 VRS SBM
심광식·김재윤 (2012)	경상이익	인건비, 사업예산, 자산	CRS DEA/AR
유금록 (2014)	매출액	인건비, 순유형자산, 물건비	bootstrap VRS SBM

음수자료 처리에 관한 방법을 크게 분류하면 변환불변모형, 범위방향지표, 수정잔여기준지표, 반지향방사지표, 변형방사지표로 구분할 수 있다. 변환불변성에 입각한 변환불변모형(translation-invariant model)은 산출물의 원자료를 변환하여 새로운 모형이 구(old) 모형과 동일한 최적해를 갖는 것을 의미한다(Cooper 외, 2007; Ali & Seiford, 1990). 변환불변성은 볼록성(convexity) 제약조건 하에서 타당하므로 규모수익가변(VRS) 자료포락분석모형에서 변환불변성이 성립한다(유금록, 2005). 변환불변모형을 적용한 국내 연구로는 유금록(2005)의 연구가 있다. 이 방법은 사용하기가 용이하다는 장점을 갖고 있는 반면 산출물이 음수와 양수로 구성된 경우에 산출지향적 모형을 사용할 때 편의(bias)가 발생하고, 원점(origin) 변동에 의해 자료가 변환되기 때문에 규모수익불변(CRS) 효율성이 편의를 갖기 때문에 규모효율성과 규모수익을 분석하기가 어렵다는 한계를 지닌다.

범위방향지표(range directional measure: RDM)는 방향거리함수모형을 토대로 Portela et al.(2004)가 제안하였다. 이 모형은 산출방향벡터로 산출물의 최대치와 실제치 차이를 그리고 투입방향벡터로 투입요소의 실제치와 최소치 차이를 이용한다. 이 지표는 실제치와 최적치의 차이를 의미하는 범위치(range values)를 방향벡터(direction vector)로 사용한다. 범위방향지표는 음수와 양수를 가진 혼합자료를 방향벡터를 이용하여 처리할 수 있다는 이점을 가진데 비해 자료를 변환하는 과정에서

원점이 변동하기 때문에 규모수익불변 효율성이 편의를 가질 수 있고, 이로 인해 규모 효율성과 규모수익을 분석하기가 곤란하다는 한계를 갖고 있다.

수정잔여기준지표(modified slacks-based measure: MSBM)는 Sharp et al.(2007)에 의해 제안되었는데, Tone(2001)이 개발한 잔여기준지표(SBM)와 범위 방향지표(RDM)을 결합한 방법이다. 이 방법은 효율성을 계산하는 목적함수에 투입 요소와 산출물의 실제치 대신 투입방향벡터와 산출방향벡터를 사용한다. 이 모형도 범위방향지표와 비슷한 장점과 단점을 지니고 있을 뿐만 아니라 효율성 추정치가 너무 높게 추정된다는 한계를 갖고 있다. 유금록(2016a)은 이 방법과 범위방향지표모형의 한계를 개선한 잔여기준 범위방향 초효율성모형을 개발하여 지방공영개발사업의 효율성을 분석하였다.

반지향방사지표(semi-oriented radial measure: SORM)는 Emrouznejad et al.(2010)에 의해 제안되었다. 이 모형은 음수와 양수를 동시에 포함한 산출물 또는 투입요소 변수를 양수와 음수 변수의 합으로 이루어진 것으로 보고 두 변수를 제약조건에 포함하여 효율성을 분석한다. 이 모형은 양수자료만을 포함한 경우에 전통적 자료포락 분석모형과 동일한 결과를 제공할 뿐 아니라 자료를 변환하는 과정에서 원점을 변동시키지 않기 때문에 규모수익불변 효율성을 측정할 때 편이가 발생하지 않기 때문에 규모 효율성과 규모수익을 분석할 수 있다는 장점을 지닌 반면 음수변수의 효율적 목표치(target value)를 제공하지 못할 수도 있다는 심각한 한계가 존재한다(Emrouznejad et al., 2010: 304). 이러한 한계는 음수변수의 효율성을 가장 효율적인 수준보다 과대 추정할 때 기인한다. 유금록(2016b)은 비방사적 잔여를 반영하기 위하여 반지향비방사 지표모형을 사용하여 지방공기업 중 기타공사의 효율성을 분석하였다. Martin et al.(2014)는 Emrouznejad et al.(2010)의 문제점을 해결하기 위하여 음수변수의 효율적인 목표치를 올바른 방향으로 제시할 수 있는 모형을 제안하였다. 하지만 이 모형도 음수변수의 효율성을 과대 추정함으로써 실제치보다 개선되기는 하지만 효율적인 목표치보다는 과소한 목표치를 제공한다는 한계를 지니고 있다.

변형방사지표(variant of radial measure: VRM)는 Cheng et al.(2013)에 의해 제시되었다. 이 모형은 음수자료를 가진 산출물 또는 투입요소의 절대치(absolute values)를 선형계획모형의 제약조건에 포함한다. 이 모형은 투입요소 또는 산출물 변수가 음수자료만 포함한 경우에는 전통적 자료포락분석모형의 오류를 해결할 수 있을 뿐만 아니라 규모수익불변 효율성을 측정할 때 편이가 발생하지 않으므로 규모효율성과 규모수익을 분석할 수 있다는 강점을 갖고 있지만, 산출물이나 투입요소가 양수와 음수를 동시에 포함한 경우에 그릇된 방향으로 효율적 목표치를 제공하는 경우가 발

생활 수도 있다는 단점이 존재한다(Cheng et al., 2013: 104). 유금록(2016c)은 변형방사지표모형의 한계를 개선한 변형비방사지표모형을 개발하여 지방하수도공기업의 효율성을 분석하였다.

4. 본 연구의 차별성

산출물 또는 투입요소가 음수와 양수 자료를 동시에 포함한 경우 전통적 자료포락 분석모형은 효율성을 개선하기 위한 산출물 또는 투입요소의 목표치를 잘못된 방향으로 제공한다는 근본적인 한계를 갖고 있을 뿐만 아니라, 변환불변모형과 범위방향지표모형, 수정잔여기준지표모형은 원점의 변동을 통한 자료변환으로 인해 규모수익불변(CRS) 효율성을 측정할 경우 편이가 발생한다는 문제점을 지니고 있다. 규모수익불변 효율성을 정확하게 측정하지 않으면 규모수익과 규모효율성을 분석하기 어렵다는 심각한 문제가 초래된다. 반지향방사지표모형과 변형방사지표모형도 산출물이나 투입요소가 음수와 양수를 포함하는 경우 잘못된 방향으로 효율적 목표치를 제공할 수도 있다는 심각한 한계를 갖고 있다. 최근 Martin et al.(2014)가 제안한 방법도 목표치가 실제치보다 개선된 것이기는 하지만 음수변수의 비효율성을 실제보다 과소 추정함으로써 효율적인 목표치에 비해 과소한 목표치를 제공한다는 문제점을 지니고 있다.

본 연구에서는 이와 같은 선행연구들의 문제점을 해결하기 위하여 수정반지향방사지표(revised semi-oriented radial measure)모형을 개발하여 2017년도 결산기준 전국 16개 광역자치단체 도시개발공사의 효율성과 규모효율성, 규모수익을 분석한다. 수정반지향방사지표모형은 변환불변모형, 범위방향지표모형, 수정잔여기준지표모형, 반지향방사지표모형, 변형방사지표모형에 비해 아래와 같은 차별적 장점을 갖고 있다. 첫째, 산출물과 투입요소 모두 양수와 음수를 갖고 있는 경우에도 효율성을 정확히 분석할 수 있다. 둘째, 규모수익불변(CRS) 효율성은 물론 규모효율성을 측정할 수 있다. 셋째, 산출물이나 투입요소가 양수와 음수를 포함한 경우에 효율성을 개선할 수 있는 올바른 효율적인 목표치를 제공할 수 있다. 넷째, 규모수익을 분석함으로써 최적의 운영규모에 관한 정책적 개선방안을 제시할 수 있다.

본 연구에서 사용하는 수정반지향방사지표모형은 음수와 양수의 혼합자료가 존재한 경우에 원점을 변동시키지 않고 규모수익가변(VRS) 및 규모수익불변(CRS) 효율성, 규모효율성, 그리고 규모수익을 분석할 수 있는 새로운 방법론이다.

III. 분석모형

1. 수정반지향방사지표모형

본 연구에서는 도시개발공사의 산출물의 하나인 경제적 부가가치(EVA)가 양수와 음수자료로 구성되어 있으므로 음수변수를 처리하기 위한 선행연구들의 문제점을 해결할 수 있는 수정반지향방사지표모형(revised SORM)을 개발하여 도시개발공사의 효율성을 분석하기로 한다. y_{qj} 가 양수와 음수를 포함한 경우에 다음과 같이 두 변수의 합으로 분해하면 다음과 같다($y_{qj} = y_{qj}^1 - y_{qj}^2$)(Emrouznejad et al., 2010).

$$y_{qj}^1 = \begin{cases} y_{qj} & \text{if } y_{qj} \geq 0 \\ 0 & \text{if } y_{qj} < 0 \end{cases} \quad \text{and} \quad y_{qj}^2 = \begin{cases} 0 & \text{if } y_{qj} \geq 0 \\ -y_{qj} & \text{if } y_{qj} < 0 \end{cases}$$

본 연구에서는 본 연구의 핵심적 선행연구에 해당하는 Emrouznejad et al.(2010)와 Martin et al.(2014)의 연구에서 사용한 방사적(radial) 모형과는 달리 방향거리함수(directional distance function)를 사용하기로 한다. 방향거리함수는 방사적 모형보다 음수와 양수를 포함한 혼합자료(mixed data)를 보다 더 명확하여 반영하여 처리할 수 있기 때문이다. 혼합자료 문제를 근본적으로 처리하기 위해서는 Emrouznejad et al.(2010)와 Martin et al.(2014)의 연구에서처럼 음수산출물을 전통적인 소망산출물(undesirable outputs)로 보기보다는 비소망산출물(undesirable outputs)로 간주할 필요가 있다. 도시개발공사의 경제적 부가가치의 흑자는 소망산출물에 속하지만, 적자는 비소망산출물에 해당한다고 볼 수 있다. 흑자는 증가할수록 유익하지만, 적자는 감소할수록 바람직하기 때문이다. 본 연구에서 개발한 모형은 선행연구에서 사용한 방사적 모형의 논리를 보다 더 명확하게 개선하는 데 기여할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 산출지향적 규모수익가변(VRS) 수정반지향방사지표모형을 다음과 같이 정식화한다.²⁾

$$\beta_k^* = \max \beta$$

2) 방향거리함수에 대해서는 Chung et al.(1997), Chambers et al.(1998) 등을 참고하기 바란다.

$$\begin{aligned}
 \text{st} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{ik}, \quad (i = 1, \dots, m) & (1) \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq (1 + \beta) y_{rk}, \quad (r = 1, \dots, s) \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{qj}^1 \geq (1 + \beta) y_{qk}^1, \quad (q = 1, \dots, p) \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{qj}^2 \leq (1 - \beta) y_{qk}^2, \quad (q = 1, \dots, z) \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 0, \quad \forall j
 \end{aligned}$$

여기서 β_k 는 도시개발공사 k 의 방사적 비효율성(radial inefficiency), x_{ij} 는 도시개발공사 j 의 투입요소 i , x_{ik} 는 도시개발공사 k 의 투입요소 i , y_{rj} 는 도시개발공사 j 의 양수(positive) 산출물 r , y_{rk} 는 도시개발공사 k 의 양수산출물 r , y_{qj}^1 는 도시개발공사 j 의 산출물 q 의 양수(positive) 산출물, y_{qk}^1 는 도시개발공사 k 의 산출물 q 의 양수산출물, y_{qj}^2 는 도시개발공사 j 의 산출물 q 의 음수(negative) 산출물, y_{qk}^2 는 도시개발공사 k 의 산출물 q 의 음수산출물, λ_j 는 잠재가격(shadow price), 환원하면 비효율적인 도시개발공사의 투입요소와 산출물에 대한 효율적인 도시개발공사의 가중치를 의미한다. 그리고 규모수익가변(VRS) 수정반지향방사지표모형은 볼록성(convexity) 제약조건(constraints), $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ 을 제약조건에 추가한 것이다. 볼록성 제약조건을 제외하면 규모수익불변(CRS) 모형이 된다.

식 (1)에서 산출물의 효율적인 목표치는 $\hat{\beta}_k^* y_{rk}$, $(1 + \hat{\beta}_k^*) y_{qk}^1 - (1 - \hat{\beta}_k^*) y_{qk}^2$ 로 추정된다.

2. EAT모형 및 MAE모형과의 비교

본 연구에서 개발한 수정반지향방사지표모형에 의한 산출물의 효율적 목표치, Emrouznejad et al.(2010)가 개발한 EAT(Emrouznejad-Anouze-Thanassoulis)

모형을 이용한 산출물의 효율적 목표치, 그리고 Martin et al.(2014)가 개발한 MAE(Martin-Amin-Emrouznejad) 모형을 사용한 산출물의 효율적 목표치를 비교하기 위하여 EAT모형과 MAE모형을 제시하면 각각 식 (2) 및 식 (3)과 같다.

$$\begin{aligned}
 & h_k^* = \max h \\
 \text{st} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{ik}, \quad (i = 1, \dots, m) \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq h y_{rk}, \quad (r = 1, \dots, s) \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{qj}^1 \geq h y_{qk}^1, \quad (q = 1, \dots, p) \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{qj}^2 \leq h y_{qk}^2, \quad (q = 1, \dots, z) \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 0, \forall j; h \geq 1
 \end{aligned} \tag{2}$$

식 (2)에서 $\hat{h}_k^* \geq 1$ 이기 때문에 산출물의 효율적인 목표치는 $\hat{h}_k^* y_{rk}$, $\hat{h}_k^* (y_{qk}^1 - y_{qk}^2)$ 로 추정된다.

$$h_k^* = \max h$$

$$\begin{aligned}
\text{st} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{ik}, \quad (i = 1, \dots, m) \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq h y_{rk}, \quad (r = 1, \dots, s) \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{qj}^1 \geq h y_{qk}^1, \quad (q = 1, \dots, p) \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{qj}^2 \leq \frac{1}{h} y_{qk}^2, \quad (q = 1, \dots, z) \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 0, \quad \forall j; \phi \geq 1
\end{aligned} \tag{3}$$

식 (3)에서 $\hat{h}_k^* \geq 1$ 이기 때문에 산출물의 효율적인 목표치는 $\hat{h}_k^* y_{rk}$, $\hat{h}_k^* y_{qk}^1 - \frac{1}{\hat{h}_k^*} y_{qk}^2$ 로 추정된다.

산출물의 효율적 목표치를 본 연구에서 사용하는 수정반지향방사지표모형과 MAE 모형, EAT모형을 비교하면 <표 3> 및 <표 4>와 같다. 양수 산출물의 경우 효율적인 의사결정단위들에 대해서는 세 모형 간에 차이가 없는데 비해 음수 산출물을 가진 비효율적인 의사결정단위들에 대해서는 본 연구모형과 MAE모형 및 EAT모형 간에 약간의 차이가 존재하지만, MAE모형과 EAT모형 간에는 차이가 없다. 하지만 음수 및 양수 산출물의 목표치는 세 모형 간에 큰 차이가 존재한다. 음수 및 양수 산출물에 대한 세 모형의 상대적 차이를 살펴보면 본 연구모형이 음수 산출물을 가장 크게 개선하는 목표치를 제공하고, 그 다음으로 MAE모형(2014)이 음수 산출물을 개선하는 목표치를 제공하는 반면 EAT모형(2010)은 음수 산출물을 실제 수준보다 악화시키는 비현실적인 목표치를 제공하는 근본적인 문제점을 내재하고 있다.

〈표 3〉 본 연구모형, MAE모형, EAT모형 간 효율적 목표치 비교

산출물 \ 모형	본 연구모형	MAE모형	EAT모형
양수산출물 (y_{rk})	$(1 + \hat{\beta}_k^*)y_{rk}$	$\hat{h}_k^*y_{rk}$	$\hat{h}_k^*y_{rk}$
음수 및 양수 산출물 (y_{qk})	$(1 + \hat{\beta}_k^*)y_{qk}^1 - (1 - \hat{\beta}_k^*)y_{qk}^2$	$\hat{h}_k^*y_{qk}^1 - \frac{1}{\hat{h}_k^*}y_{qk}^2$	$\hat{h}_k^*(y_{qk}^1 - y_{qk}^2)$

〈표 4〉 본 연구모형, MAE모형, EAT모형 간 효율적 목표치 차이

산출물 \ 모형	본 연구모형과 MAE모형	본 연구모형과 EAT모형	MAE모형과 EAT모형
양수산출물 (y_{rk})	$(1 + \hat{\beta}_k^* - \hat{h}_k^*)y_{rk}$	$(1 + \hat{\beta}_k^* - \hat{h}_k^*)y_{rk}$	0
음수 및 양수 산출물 (y_{qk})	$(1 + \hat{\beta}_k^* - \hat{h}_k^*)y_{qk}^1 - (1 - \hat{\beta}_k^* - \frac{1}{\hat{h}_k^*})y_{qk}^2$	$(1 + \hat{\beta}_k^* - \hat{h}_k^*)y_{qk}^1 - (1 - \hat{\beta}_k^* - \hat{h}_k^*)y_{qk}^2$	$-(\frac{1}{\hat{h}_k^*} - \hat{h}_k^*)y_{qk}^2$

이와 같은 이론적 근거를 토대로 간단한 예제를 활용하여 세 모형 간의 효율성과 목표치의 차이를 설명하기로 한다. 예제자료(example data)는 Martin et al.(2014: 154)의 논문에 제시된 자료를 이용하기로 한다.

〈표 5〉 음수와 양수 산출물을 포함한 예제 자료의 효율성과 목표치

DMU	투입 요소	산출물1	산출물2	EAT모형			MAE모형			본연구모형		
				효율성	목표치		효율성	목표치		효율성	목표치	
					산출물1	산출물2		산출물1	산출물2		산출물1	산출물2
A	2	2	-3	1.75	3.5	-5.25	1.75	3.5	-1.71	1.67	3.34	-0.99
B	1	3	-2	1	3	-2	1	3	-2	1	3	-2
C	3	4	3	1	4	3	1	4	3	1	4	3
D	5	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E	4	1.5	-4	2.67	4	-10.68	2.67	4	-1.5	2	3	0

〈표 5〉에서 보는 바와 같이 음수를 포함한 산출물2의 목표치를 의사결정단위(DMU)와 모형별로 살펴보면, 의사결정단위 A의 경우 EAT모형에서는 목표치가 -5.25로 실제치(-3)보다 악화된 반면 MAE모형에서는 -1.71로 실제치보다 개선되고 본 연구모형에서는 목표치가 -0.99로 실제치보다 향상될 뿐만 아니라 MAE모형보다 더 개선된 목표치를 제시한다는 장점을 지니고 있다. 의사결정단위 B의 경우 EAT모형과 MAE모형, 본 연구모형 모두 목표치가 -2로 실제치(-2)와 동일하다. 의사결정단위 E의 경우에는 EAT모형에서는 목표치가 -10.68로 실제치(-4)보다 비현실적으로 악화된 반면 MAE모형에서는 -1.5로 실제치보다 개선되고 본 연구모형에서는 목표치가 0으로 실제치보다 향상될 뿐만 아니라 MAE모형보다 더 개선된 목표치를 제시한다.

한편, 의사결정단위별 효율성 비교하면, EAT모형과 MAE모형에서는 A 1.75, B 1, C 1, D 3, E 2.67로 나타났는데 비해 본 연구모형에서는 A 1.67, B 1, C 1, D 3, E 2로 의사결정단위 A와 E의 효율성이 차이를 보이고 있다. 요컨대 음수자료를 포함하고 있는 비효율적인 의사결정단위의 효율성이 EAT모형과 MAE모형에서는 동일한 반면 본 연구모형에서는 EAT모형 및 MAE모형을 통해 구한 효율성과는 상이한 효율성을 제공한다는 것을 알 수 있다.

3. 규모효율성과 규모수의 분석모형

도시개발공사 k 의 규모효율성 및 규모수익을 분석하기 위해서는 규모수익불변(CRS) 산출지향적 자료포락분석모형을 사용하여 효율성과 가중치의 합($\sum_{j=1}^n \lambda_j$)을 구할 필요가 있다. 규모효율성은 산출지향적 규모수익불변 자료포락분석모형을 이용하여 측정된 효율성을 산출지향적 규모수익가변 자료포락분석모형을 사용하여 측정된 효율성으로 나누는 방법으로 계산된다.

본 연구에서는 도시개발공사의 규모수익(returns to scale)을 다음과 같이 분석한다(Banker et al., 1984; Cooper et al., 2007; Zhu, 2000, 2014; Banker & Thrall, 1992; Seiford & Zhu, 1999). 첫째, k 번째 도시개발공사의 효율성이

1(100%)인 경우에는 가중치의 합($\sum_{j=1}^n \lambda_j^*$)이 1이 되며, k 번째 도시개발공사는 규모

에 대한 수익이 불변인(CRS) 영역에서 가동한다. 둘째, 가중치의 합($\sum_{j=1}^n \lambda_j^*$)이 1보다

작으면 k 번째 도시개발공사는 규모에 대한 수익이 체증하는(IRS) 영역에서 운영된

다. 셋째, 가중치의 합($\sum_{j=1}^n \lambda_j^*$)이 1보다 크면 k 번째 도시개발공사는 규모에 대한 수익이 체감하는(DRS) 영역에서 가동한다.

4. 투입요소와 산출물

본 연구에서는 선행연구에서 활용한 투입요소와 산출물을 감안하고 연구의 초점과 자료의 수집가능성을 고려하여 도시개발공사의 투입요소와 산출물을 선정하였다. 투입요소로는 공기업의 생산활동과 영업활동에 필요한 핵심적 생산요소인 노동과 자본을 사용하였다. 노동은 인건비로 측정되었다. 인건비는 판매비와 일반관리비 중 급여와 제수당, 퇴직급여, 기타직보수, 복리후생비로 구성된다. 자본은 물건비와 투자자본(invested capital)으로 측정하였다.³⁾ 물건비는 매출원가에 판매비와 일반관리비 가운데 경비를 더한 것이다. 투자자본은 총자산에서 비영업자산, 비이자발생부채를 차감한 것으로 실제로 생산활동과 영업활동에 투입된 자본의 특성을 지니고 있다. 투자자본은 준고정(quasi-fixed) 투입요소에 해당하며, 준고정투입요소는 공공부문에서는 부분적인 비재량성을 내재하고 있다(Ouellette & Vierstraete, 2010; Essid et al., 2014; Von Geymueller, 2009; Essid et al., 2010; 문광민, 2011; Ouellette & Yan, 2008). 본 연구에서는 투자자본의 재량성(discretion)을 25%로 가정한다.

본 연구에서는 도시개발공사의 산출물로 당기순이익과 경제적 부가가치(EVA)를 사용하였다.⁴⁾ 당기순이익은 도시개발공사의 고유한 업무들을 효과적으로 달성하는데 있어서 도시개발공사가 수행한 주요사업들의 경영성과를 재무적 성과로 환산한 것이다. 당기순이익은 총수익으로부터 총비용을 차감한 것이다. 총수익은 매출액과 영업외수익, 특별이익을 포함하며, 총비용은 매출원가, 판매비와 일반관리비, 영업외비용, 특별손실, 법인세를 더한 것이다. 경제적 부가가치는 영업손익에서 이자비용과 법인세를 제한 것으로 최근에 들어 재무관리 분야에서는 당기순이익보다 경영성과를 평가하기 위한 적실성이 높은 지표로 활용하고 있다.⁵⁾ 경제적 부가가치에는 당기순

3) 투자자본은 경영학의 재무관리 분야에서 사용되는 투하자본에 해당한다. 투하자본의 이론적 근거와 측정방법에 대해서는 Seo & Soh(2019), Byers 외(2015), 김철중(2018), 장영광·송치승(2017), 김영규 외(2016), 김대호·문성주(2015), 박정식·신동령(2016) 등을 참고하기 바란다.

4) 경제적 부가가치의 이론적 근거와 계산방법에 대해서는 김철중(2018), 장영광·송치승(2017), 김영규 외(2016), 김대호·문성주(2015), 박정식·신동령(2016) 등을 참고하기 바란다.

5) 시장부가가치(market value added)를 설명하는 데 있어서 경제적 부가가치와 전통적인 경제

이익과 달리 영업외수익과 영업외비용, 특별이익과 특별비용이 제외된다. 태국에서는 국가공기업의 경영성과를 평가하는 데 경제적 부가가치를 활용하였다(Chiwamit et al., 2017). 2017년도 도시개발공사에서는 대전도시공사와 강원도개발공사, 전남개발공사 등 3개 도시개발공사가 각각 130억원, 180억원, 11억원의 경제적 부가가치의 순손실을 기록하였다. 따라서 경제적 부가가치는 음수와 양수자료를 포함한다.

〈표 6〉 도시개발공사의 투입요소와 산출물, 측정지표

변수	요소	측정치표(단위)	자료출처
투입 요소	인건비	판매비와 일반관리비 중 인건비(억원)	지방공기업 결산 및 경영분석 (손익계산서)
	물건비	판매비와 일반관리비 중 경비+매출원가 (억원)	지방공기업 결산 및 경영분석 (손익계산서)
	투자자본	영업자산(총자산-비영업자산)-비이자발생부채 비영업자산=금융자산+투자자산+건설가계정 비이자발생부채=매입채무+미지급비용+미지 급금+예수금+예수보증금(억원)	지방공기업 결산 및 경영분석 (재무상태표)
산출 물	당기순이익	총수익-총비용(억원) 총수익=매출액+영업외수익+특별이익(억원) 총비용=매출원가+판매비와 일반관리비+특별 손실+영업외비용+법인세(억원)	지방공기업 결산 및 경영분석 (손익계산서)
	경제적 부가가치 (EVA)	영업손익(영업이익)-이자비용-법인세(억원) 영업손실=매출액-영업비용(매출원가 및 판매 비와 일반관리비)(억원)	지방공기업 결산 및 경영분석 (손익계산서)

4. 자료

본 논문에서 사용한 자료는 2017년도 결산기준 전국 16개 도시개발공사이다. 본 논문에서는 「지방공기업 결산 및 경영분석(행정안전부, 2018)」 그리고 「지방공기업 경영정보시스템」(<http://cleaneye.mois.go.kr>)으로부터 수집하였다.

적 수익성지표 간의 상대적 우월성에 대한 논쟁에 대해서는 Altaf(2016)를 참조하기 바란다.

IV. 효율성 분석결과

1. 투입요소와 산출물 기술통계량

2017년도 16개 도시개발공사의 투입요소와 산출물의 기술통계량은 <표 7>에 제시된 바와 같다. 인건비와 물건비, 투자자본, 당기순이익, 경제적 부가가치 등 투입요소와 산출물이 도시개발공사들 간에 큰 차이를 나타내고 있다. 특히 강원도개발공사의 당기순이익은 2015년에 199억원, 2016년에 13억원의 당기순손실을 기록했으나, 2017년도에는 16개 도시개발공사들 모두 당기순이익을 달성하였다. 경제적 부가가치는 대전도시공사가 130억원 순손실, 강원도개발공사가 183억원 순손실, 전남개발공사가 11억원의 순손실을 기록함으로써 음수와 양수자료가 혼합되어 있다.

<표 7> 투입요소와 산출물 기술통계량

구분	인건비 (억원)	물건비 (억원)	투자자본 (억원)	당기순이익 (억원)	경제적 부가가치 (억원)
평균	87	4,022	25,732	761	640
표준편차	75	6,188	47,618	1,178	1,173
최대치	273	21,781	184,045	4,652	4,479
최소치	20	599	742	39	-183

2. 산출지향적 효율성

본 연구에서 제시한 산출지향적 규모수익가변 수정반지향방사지표모형, EAT모형, MAE모형을 사용하여 도시개발공사들 간의 규모의 차이를 감안하여 2017년도 16개 광역자치단체 도시개발공사의 효율성을 분석한 결과는 <표 8>에 제시되어 있다.

수정반지향방사지표모형으로 분석한 결과, 100%의 효율성을 가진 도시개발공사는 광주광역시도시공사, 경기도시공사, 충북개발공사, 전북개발공사, 경상북도개발공사 등 6개로 16개 도시개발공사 중 37.5%를 점유하고 있다. 그 다음으로 부산도시공사 77.0%, 서울SH공사 70.7%, 충남개발공사 62.0%, 강원도개발공사 60.5% 순으로 보통 수준 이하의 효율성을 보이고 있는데 비해 나머지 도시개발공사들은 60% 미만의 상당히 낮은 효율성을 나타내고 있다. 대전도시공사와 울산도시공사, 전남개발공사는 각각 50.0%, 48.9%, 50.0%의 낮은 효율성을 나타내고 있다. 특히 대구도시공

〈표 8〉 도시개발공사의 규모수익가변 효율성

도시개발공사	수정반지향방사지표모형	EAT모형	MAE모형
서울SH공사	1.415 (0.707)	1.415 (0.707)	1.415 (0.707)
부산도시공사	1.299 (0.770)	1.299 (0.770)	1.299 (0.770)
대구도시공사	2.725 (0.367)	2.725 (0.367)	2.725 (0.367)
인천도시개발공사	3.701 (0.270)	3.702 (0.270)	3.702 (0.270)
광주광역시도시공사	1 (1)	1 (1)	1 (1)
대전도시공사	2.000 (0.500)	1 (1)	1 (1)
울산도시공사	2.043 (0.489)	2.043 (0.489)	2.043 (0.489)
경기도시공사	1 (1)	1 (1)	1 (1)
강원도개발공사	1.654 (0.605)	1	1
충북개발공사	1 (1)	1 (1)	1 (1)
충남개발공사	1.614 (0.620)	1.633 (0.613)	1.633 (0.613)
전북개발공사	1 (1)	1 (1)	1 (1)
전남개발공사	2.000 (0.500)	8.320 (0.120)	8.320 (0.120)
경상북도개발공사	1 (1)	1 (1)	1 (1)
경상남도개발공사	13.331 (0.075)	13.331 (0.075)	13.331 (0.075)
제주특별자치도개발공사	1 (1)	1 (1)	1 (1)
평균	2.361 (0.681)	2.654 (0.713)	2.654 (0.713)
표준편차	3.020 (0.302)	3.405 (0.346)	3.405 (0.346)
최소치	13.331 (0.075)	13.331 (0.075)	13.331 (0.075)
최대치	1 (1)	1 (1)	1 (1)

주: 1) 괄호 안의 수치는 효율성을 0과 1 사이로 계산한 값임.

사는 36.7%, 인천도시개발공사는 27.0%, 경상남도개발공사는 7.5%의 매우 낮은 효율성을 나타내고 있다. 16개 도시개발공사의 효율성의 평균은 68.1%, 표준편차는 30.2%, 최대치 100%, 최소치 7.5%로 도시개발공사들의 규모의 차이를 통제한 후에도 효율성이 낮은 뿐 아니라 도시개발공사들 간에 큰 효율성의 차이를 노정하고 있다.

한편, EAT모형과 MAE모형을 사용하여 도시개발공사의 효율성을 분석한 결과를 수정반지향방사지표모형을 사용한 분석한 결과와 비교하면, 경제적 부가가치(EVA)가 음수로 나타난 대전도시공사와 강원도개발공사, 전남개발공사의 효율성이 큰 차이를 나타내고 있다. 대전도시공사의 경우 EAT모형과 MAE모형에서 100%로 수정반지향방사지표모형으로 분석한 50%에 비해 50%포인트 더 높고, 강원도개발공사는 EAT모형과 MAE모형에서 100%로 수정반지향방사지표모형으로 분석한 60.5%에 비해 39.5%포인트 더 높은데 비해 전남개발공사의 경우는 EAT모형과 MAE모형에서 12%로 수정반지향방사지표모형으로 분석한 50%에 비해 38%포인트 더 낮은 것으로 나타났다. 또한 경제적 부가가치가 7억원으로 양수이기는 하나 매우 낮은 수준을 나타낸 충남개발공사는 EAT모형과 MAE모형에서 61.3%로 수정반지향방사지표모형으로 분석한 62%에 비해 0.7%포인트 낮지만 통계적으로 유의미한 차이가 존재하는 것으로 보기는 어렵다. 요컨대 산출물이 음수인 경우에는 EAT모형과 MAE모형으로 측정된 효율성은 동일하지만 수정반지향방사지표모형으로 분석한 효율성과는 차이가 있다는 것을 알 수 있다.

3. 규모효율성과 규모수의 향상방안

규모수익가변(VRS) 및 규모수익불변(CRS) 산출지향적 수정반지향방사지표모형과 EAT모형, MAE모형을 사용하여 16개 도시개발공사의 규모효율성 및 규모수익을 분석한 결과와 규모효율성을 높이기 위한 정책적 개선방안은 <표 9>와 같다. 규모효율성을 측정된 결과, 규모효율성이 효율적인 도시개발공사는 대전도시공사와 전남개발공사, 경상북도개발공사, 경상남도개발공사, 제주특별자치도개발공사 등 5개로 전체 도시개발공사들 중 31.3%를 차지한 반면 운영규모가 비효율적으로 운영되는 도시개발공사는 11개로 전체의 68.7%를 점유하고 있다. 규모효율성이 90% 구간에 속하는 도시개발공사는 인천도시개발공사, 경상남도개발공사, 울산도시공사 등 3개로 전체의 18.8%를 차지하며, 80% 구간의 규모효율성을 가진 도시개발공사는 경기도시공사, 서울SH공사, 강원도개발공사, 대구도시공사 등 4개로 전체의 25.0%를 점유하고 있다. 규모효율성이 60% 구간에 속하는 도시개발공사는 부산도시공사와 충북개발공

사가 있으며, 50% 구간에서 가동하는 도시개발공사로는 충남개발공사가 있다. 특히 전북개발공사와 광주광역시도시공사의 규모효율성은 40% 미만으로 낮은 수준을 나타내고 있다. 16개 도시개발공사의 규모효율성은 평균이 79.1%, 표준편차가 24.6%로서 규모효율성이 전반적으로 보통 수준일 뿐 아니라 도시개발공사들 간의 차이가 큰 편이다.

〈표 9〉 규모효율성과 규모수익 제고를 위한 정책적 개선방안

도시개발공사	수정반지향방사지표모형				EAT모형			MAE모형		
	규모 효율성	가중치합 ($\sum_{j=1}^n \lambda_j^*$)	규모 수익	정책적 개선 방안	규모 효율성	가중치합 ($\sum_{j=1}^n \lambda_j$)	규모 수익	규모 효율성	가중치합 ($\sum_{j=1}^n \lambda_j^*$)	규모 수익
서울SH공사	0.859	2.483	체감	축소	0.859	2.483	체감	0.859	2.483	체감
부산도시공사	0.658	1.902	체감	축소	0.658	1.902	체감	0.658	1.902	체감
대구도시공사	0.801	1.457	체감	축소	0.801	1.457	체감	0.801	1.457	체감
인천도시개발공사	0.982	0.946	체증	확대	0.982	0.946	체증	0.982	0.946	체증
광주광역시도시공사	0.200	0.712	체증	확대	0.200	0.712	체증	0.200	0.712	체증
대전도시공사	1	0.348	체증	확대	1	1	불변	1	1	불변
울산도시공사	0.904	0.681	체증	확대	0.904	0.681	체증	0.904	0.681	체증
경기도시공사	0.899	4.553	체감	축소	0.899	4.553	체감	0.899	4.553	체감
강원도개발공사	0.827	0.064	체증	확대	1	1	불변	1	1	불변
충북개발공사	0.655	0.353	체증	확대	0.655	0.353	체증	0.655	0.353	체증
충남개발공사	0.512	0.490	체증	확대	0.518	0.490	체증	0.518	0.490	체증
전북개발공사	0.383	0.673	체증	확대	0.383	0.673	체증	0.383	0.673	체증
전남개발공사	1	1.622	체감	축소	0.942	0.927	체증	0.942	0.927	체증
경상북도개발공사	1	1	불변	유지	1	1	불변	1	1	불변
경상남도개발공사	0.980	0.910	체증	확대	0.980	0.910	체증	0.980	0.910	체증
제주특별자치도개발공사	1	1	불변	유지	1	1	불변	1	1	불변
평균	0.791	1.200	체감	축소	0.799	1.255	체감	0.799	1.255	체감
표준편차	0.246	1.092			0.248	1.026		0.248	1.026	
최대치	1	1			1	1		1	1	
최소치	0.200	0.064			0.200	0.353		0.200	0.353	

규모수익을 분석한 결과, 규모에 대한 수익체증(IRS) 영역에서 운영되는 도시개발 공사는 9개로 16개 도시개발공사의 56.3%에 해당하며, 인천도시개발공사, 광주광역시도시공사, 대전도시공사, 울산도시공사, 강원도개발공사, 충북개발공사, 충남개발

공사, 전북개발공사, 그리고 경상남도개발공사를 포함한다. 규모에 대한 수익이 체증하는 영역에서 가동한다는 것은 현행 운영규모에서 규모의 경제가 발생한다는 것을 시사한다. 이러한 도시개발공사들은 현행 운영규모를 확장하면 규모에 대한 수익이 현행 수준보다 늘어날 것이다.

규모에 대한 수익이 체감하는(DRS) 영역에서 운영되는 도시개발공사는 서울SH공사, 부산도시공사, 대구도시공사, 경기도시공사, 전남개발공사 등 5개로 전체의 31.3%를 차지하고 있다. 도시개발공사가 규모에 대한 수익체감 영역에서 운영된다는 것은 규모의 불경제가 발생한다는 것을 의미한다. 따라서 규모에 대한 수익체감 영역에서 가동하는 도시개발공사는 현행 운영규모를 줄이면 규모에 대한 수익이 현행수준보다 증가할 것이다.

규모에 대한 수익이 불변인(CRS) 영역에서 가동하는 도시개발공사는 2개에 불과하며, 경상북도개발공사와 제주특별자치도개발공사를 포함한다. 이러한 도시개발공사들은 최적규모에서 운영된다는 것을 시사하기 때문에 규모에 대한 수익이 불변인 영역에서 가동하는 도시개발공사는 현행 운영규모를 유지하면 규모에 대한 수익이 현행 수준을 유지하게 될 것이다.

한편, EAT모형과 MAE모형을 사용하여 도시개발공사의 규모효율성과 규모수익을 분석한 결과를 보면 수정반지향방사지표모형과 대부분 동일하지만, 음수 산출물을 가진 대전도시공사와 강원도개발공사, 전남개발공사는 상이하하다. 대전도시공사의 경우 EAT모형과 MAE모형에서는 규모효율성과 규모수익이 모두 1로 수정반지향방사지표모형에 비해 규모효율성이 동일하지만, 규모수익은 상이하하여 규모수익불변을 보이고 있다. 강원도개발공사의 경우 EAT모형과 MAE모형에서는 규모효율성과 규모수익이 모두 1로 수정반지향방사지표모형에 비해 규모효율성과 규모수익 모두 상이하하여 최적 규모와 규모수익불변 영역에서 가동하는 것으로 나타났다. 전남개발공사의 경우 EAT모형과 MAE모형에서는 규모효율성과 규모수익이 모두 1보다 작은 것으로 나타나 수정반지향방사지표모형과는 반대로 최적규모에 미달하는 상태에서 규모수익체증 영역에서 운영되는 것으로 나타났다. 요컨대 음수산출물을 가진 경우에는 EAT모형과 MAE모형은 수정반지향방사지표모형과는 상이한 규모효율성과 규모수익을 제시함으로써 도시개발공사의 정책적 개선방안에 오류를 초래할 수도 있다는 것을 시사한다.

4. 산출물의 목표치 및 조정방안

산출지향적 규모수익가변 수정반지향방사지표모형과 EAT모형, MAE모형을 사용

하여 2017년도 도시개발공사 16개의 효율성 분석결과를 토대로 비효율적인 도시개발공사가 효율적인 도시개발공사로 개선하는 데 필요한 산출물의 목표치(targets)와 조정치를 제시하면 <표 10>과 같다.

당기순이익에서는 광주광역시도시공사, 경기도시공사, 충북개발공사, 경상북도개발공사, 전북개발공사 등 5개 도시개발공사는 현행 수준을 유지하더라도 효율적이지만, 나머지 11개 도시개발공사가 효율적으로 수준으로 개선되기 위해서는 당기순이익을 목표치 수준으로 확대해야 할 것이다. 특히 효율성이 매우 낮은 경상남도개발공사가 효율적인 도시개발공사로 개선되기 위해서는 현재보다 당기순이익을 893억원 증가시킴으로써 966억원 수준으로 증가시켜야 될 것이다. 효율성이 27.0%로 낮은 수준을 보이고 있는 인천도시개발공사는 당기순이익을 1,001억원 증가시켜 1,371억원 수준을 확대해야 할 것이다. 그리고 효율성이 36.7%인 대구도시공사도 당기순이익을 819억원 늘려 1,294억원 수준으로 확대할 필요가 있다.

<표 10> 도시개발공사 산출물의 목표치 및 조정치

도시개발공사	수정반지향방사지표모형					EAT모형					MAE모형	
	당기순이익 조정치 (억원)	당기순이익 목표치 (억원)	경제적 부가가치 실제치 (억원)	경제적 부가가치 조정치 (억원)	경제적 부가가치 목표치 (억원)	당기순이익 조정치 (억원)	당기순이익 목표치 (억원)	경제적 부가가치 조정치 (억원)	경제적 부가가치 목표치 (억원)	경제적 부가가치 조정치 (억원)	경제적 부가가치 목표치 (억원)	
서울SH공사	896	3,056	2,011	834	2,845	896	3,056	834	2,845	834	2,845	
부산도시공사	340	1,477	998	298	1,296	340	1,477	298	1,296	298	1,296	
대구도시공사	819	1,294	435	750	1,185	819	1,294	750	1,185	750	1,185	
인천도시개발공사	1,001	1,371	23	60	83	1,001	1,371	32	55	32	55	
광주광역시도시공사	0	164	77	0	77	0	164	0	77	0	77	
대전도시공사	166	333	-130	130	0	0	166	0	-130	0	-130	
울산도시공사	331	649	279	291	570	331	649	291	570	291	570	
경기도시공사	0	4,652	4,479	0	4,479	0	4,652	0	4,479	0	4,479	
강원도개발공사	42	105	-183	120	-63	0	64	0	-183	0	-183	
충북개발공사	0	252	241	0	241	0	252	0	241	0	241	
충남개발공사	110	291	7	5	12	114	294	-3	4	-3	4	
전북개발공사	0	296	216	0	216	0	296	0	216	0	216	
전남개발공사	39	79	-11	11	0	287	326	-81	-92	10	-1	
경상북도개발공사	0	1,151	1,077	0	1,077	0	1,151	0	1,077	0	1,077	
경상남도개발공사	893	966	21	256	277	893	966	256	277	256	277	
제주특별자치도개발공사	0	675	695	0	695	0	675	0	695	0	695	

경제적 부가가치(EVA)에서는 광주광역시도시공사와 경기도공사, 충북개발공사, 경상북도개발공사, 전북개발공사, 제주특별자치도개발공사 등 6개 도시개발공사는 현행 수준을 유지해도 효율적인 목표치를 달성할 수 있지만, 나머지 10개 도시개발공사들은 경제적 부가가치를 목표치 수준으로 확대할 필요가 있다. 특히 효율성이 아주 낮은 경상남도개발공사는 경제적 부가가치를 현재보다 256억원 늘려 277억원 수준으로 확대해야 할 것이다. 인천도시개발공사는 경제적 부가가치를 60억원 증가시켜 83억원 수준으로 늘려야 할 것이다. 그리고 대구도시공사도 경제적 부가가치를 750억원 늘려 1,185억원 수준으로 증가시킬 필요가 있다.

특히 경제적 부가가치가 음수치(negative value)를 갖는 도시개발공사는 3개로서 대전도시공사가 130억원의 적자, 강원도개발공사가 183억원 적자, 그리고 전남개발공사가 11억원의 적자를 보이고 있다. 이들 도시개발공사가 효율적인 경제적 부가가치를 달성하기 위해서는 대전도시공사는 현행 수준보다 130억원을, 강원도개발공사는 120억원을, 전남개발공사는 11억원을 증가시킬 필요가 있다. 본 연구에서 제시한 수정반지향방사지표모형을 사용하여 분석한 결과를 보면, 대전도시공사의 경제적 부가가치의 목표치가 0억원, 강원도개발공사가 -63억원, 전남개발공사가 0억원으로 추정되어 음수자료의 목표치가 현행 수준보다 훨씬 더 개선되었다는 것을 알 수 있다.

한편, EAT모형, MAE모형을 사용한 분석한 결과를 보면, 양수 산출물을 갖는 도시개발공사들에서는 수정반지향방사지표모형과 거의 동일한 조정치와 목표치를 제시하지만, 음수 산출물을 갖는 도시개발공사에서는 상이한 조정치와 목표치를 제시하고 있다. EAT모형의 경우, 대전도시공사와 강원도개발공사는 효율적이어서 현행 수준의 경제적 부가가치를 유지해도 되지만, 효율성이 매우 낮은 전남개발공사는 11억원 적자인 경제적 부가가치를 92억원 적자로 늘려도 된다는, 현재수준보다 너무 악화된 터무니없는 목표치를 제시함으로써 심각한 방법론적 문제점을 시사하고 있다. 이에 비해 MAE모형에서는 효율성이 100%인 대전도시공사와 강원도개발공사의 경우에는 EAT모형과 동일한 목표치를 제시하고 있지만, 효율성이 12%에 불과한 전남개발공사의 경제적 부가가치의 목표치로 현재수준보다 10억원을 줄인 1억원의 적자를 제시함으로써 현재수준보다 개선된 현실적인 목표치를 제시하고 있다. 요컨대 비효율적인 도시개발공사의 음수산출물에 대해서 수정반지향방사지표모형과 MAE모형이 올바른 목표치를 제시하는데 비해 EAT모형은 그릇된 목표치를 제시하지만, 수정반지향방사지표모형이 MAE모형보다 더 개선된 목표치를 제시한다는 장점을 지니고 있다고 볼 수 있다.

5. 벤치마킹 방안

산출지향적 규모수익불변 수정반지향방사지표모형을 사용하여 2017년도 도시개발공사 16개의 효율성을 분석한 결과에 의하면 비효율적인 도시개발공사가 효율적인 도시개발공사로 개선되기 위하여 벤치마킹해야 할 준거집단은 <표 11>에 제시된 바와 같다. 비효율적으로 운영되고 있는 도시개발공사가 효율적인 수준으로 개선되기 위해서는 준거집단의 가중치(팔호 안)를 중요도로 하여 준거집단을 벤치마킹할 필요가 있다. 예를 들면, 가장 낮은 효율성을 보이고 있는 경상남도개발공사는 경상북도개발공사를 73.5%, 충북개발공사를 13.9%, 그리고 제주특별자치도개발공사를 12.6% 벤치마킹하면 효율적인 도시개발공사로 전환될 수 있다. 경상북도개발공사의 산출물에 0.735를 곱한 것에 충북개발공사의 산출물에 0.139를 곱한 것과 제주특별자치도개발공사의 산출물에 0.126을 곱한 것을 더하면 경상남도개발공사가 벤치마킹해야 할 효율적인 산출물이 추정된다. 효율적인 도시개발공사는 지속적으로 현재의 산출물과 투입요소 수준을 유지하면 효율적인 수준을 유지하게 될 것이다.

〈표 11〉 도시개발공사의 준거집단: 벤치마킹 대상

도시개발공사	준거집단 (가중치)	준거횟수
서울SH공사(1)	01(0.640); 08(0.360)	2
부산도시공사(2)	01(0.063); 08(0.075); 14(0.862)	1
대구도시공사(3)	08(0.041); 14(0.959)	0
인천도시개발공사(4)	01(0.305); 10(0.098); 14(0.597)	3
광주광역시도시공사(5)	05(1.000)	0
대전도시공사(6)	02(0.074); 12(0.675); 15(0.201); 16(0.050)	0
울산도시공사(7)	10(0.493); 14(0.383); 16(0.124)	0
경기도시공사(8)	08(1.000)	3
강원도개발공사(9)	04(0.045); 09(0.346); 10(0.609)	0
충북개발공사(10)	10(1.000)	5
충남개발공사(11)	04(0.002); 10(0.534); 11(0.390); 14(0.074)	1
전북개발공사(12)	12(1.000)	2
전남개발공사(13)	04(0.044); 11(0.344); 12(0.612)	0
경상북도개발공사(14)	14(1.000)	6
경상남도개발공사(15)	10(0.139); 14(0.735); 16(0.126)	1
제주특별자치도개발공사(16)	16(1.000)	3

6. 환경변수 효과

환경변수들이 도시개발공사의 효율성에 미치는 효과를 단절회귀분석(truncated regression)으로 분석한 결과는 <표 12>와 같다. 본 연구에서는 환경변수로 지역내총생산(GRDP), 광역자치단체 인구, 광역자치단체 재정자립도, 도시개발공사의 자산, 자치단체 유형(광역시=1, 도=0)을 포함하였다. 자료가 횡단면자료이므로 이분산성(heteroskedasticity)을 줄이기 위하여 지역내총생산과 인구, 자산에 대해서는 자연대수값(natural logarithm)을 사용하였다. 그리고 White 이분산성 수정(correction)을 이용하여 이분산성에 안정성을 갖는(robust) 표준오차를 추정하였다.

도시개발공사의 효율성에 외부환경변수가 미치는 효과를 분석한 결과를 보면, 지역내총생산이 1% 유의수준에서 도시개발공사의 효율성에 유의미한 양(+)의 효과를 미친다. 이것은 도시개발공사가 소재한 광역자치단체의 지역내총생산이 증가할수록 도시개발공사의 효율성이 높아진다는 것을 시사한다. 지역내총생산이 늘어나면 지역 주민의 소득이 증가하기 때문에 주택과 토지공급 등에 대한 수요가 증가하여 도시개발공사의 매출액이 증가하고 이로 인해 도시개발공사의 효율성이 증가하는 것으로 볼 수 있다.

광역자치단체의 재정자립도는 도시개발공사의 효율성에 1% 유의수준에서 통계적으로 유의미하고 음(-)의 영향을 미친다. 이것은 재정자립도가 증가할수록 도시개발공사의 효율성이 감소한다는 것을 의미한다. 이러한 결과는 재정자립도와 효율성 사이에 유의미한 상관관계가 존재한다는 김홍주·이희연(2005)의 연구결과와 부합한다. 재정자립도가 높은 지역에서는 도시개발공사보다 민간부문이 분양하는 주택과 토지공급 등에 대한 참여가 활성화되어 상대적으로 도시개발공사의 효율성이 낮아지는 것으로 볼 수 있다.

광역자치단체의 유형도 5% 유의수준에서 도시개발공사의 효율성에 유의미하게 양(+)의 영향을 미친다. 이것은 주민의 소득이 높은 광역시에 위치한 도시개발공사의 효율성이 주민의 소득이 낮은 도 지역에 위치한 도시개발공사의 효율성보다 더 높다는 것을 시사한다. 광역시의 경우 도시개발공사보다 민간부문에서 공급하는 주택 및 토지에 대한 주민들의 참여도가 더 높기 때문에 광역시 도시개발공사의 효율성이 도 지역 도시개발공사의 효율성보다 더 높은 것으로 볼 수 있다.

하지만 광역자치단체 인구와 사업규모를 나타내는 총자산은 도시개발공사의 효율성에 통계적으로 유의미한 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 한편, 독립변수들의 계수들이 0이라는 귀무가설을 검정하는 Wald 검정통계량은 9.96으로 유의수준 10%에

서 귀무가설을 기각하였다. 추정치의 표준오차를 의미하는 sigma값은 약 0.145이고 5% 유의수준에서 유의미하였다.

〈표 12〉 단절회귀분석 결과

변수	계수	Robust 표준오차	z값	p값
상수	-6.26681**	2.74257	-2.29	0.022
ln지역내총생산	0.69424***	0.26956	2.58	0.010
ln인구	-0.24166	0.17252	-1.40	0.161
재정자립도	-0.04040***	0.01542	-2.62	0.009
ln자산	0.06943	0.10732	0.65	0.518
자치단체 유형	1.17437	0.46465	2.53	0.011
/sigma	0.14534***	0.02849	5.10	0.000

Wald $\chi^2(5) = 9.96^*$

Prob > $\chi^2 = 0.076$

로그우도값 = 5.55

주: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$

V. 결론 및 시사점

본 연구에서는 공공기관의 재무적 경영성과에서 자주 발견되는 당기순손실, 영업손실 등과 같이 산출물에서 음수와 양수로 구성된 혼합자료가 존재하는 경우에 효율성과 규모효율성을 분석하고 음수변수의 효율적인 목표치를 올바르게 제공할 수 있는 수정반지향방사지표모형을 개발하여 지방공기업 중 중요한 기능을 수행하고 있는 도시개발공사의 효율성을 측정하고 음수산출물의 효율적인 목표치를 추정하였다.

본 논문에서는 산출지향적 규모수익가변(VRS) 수정반지향방사지표모형을 사용하여 2017년도 전국 16개 도시개발공사의 효율성과 규모효율성, 규모수익, 비효율적인 도시개발공사의 효율성을 향상하기 위한 산출물의 효율적인 목표치를 Emrouznejad et al.(2010)와 Martin et al.(2014)가 개발한 모형들과 비교하고, 준거집단을 제시한 후, 방법론적·정책적 시사점을 제안하였다.

효율성을 측정된 결과, 100%의 효율성을 보인 도시개발공사는 광주광역시도시공사, 경기도시공사, 충북개발공사, 전북개발공사, 경상북도개발공사 등 6개로 나타났다. 16개 도시개발공사의 효율성의 평균은 68.1%, 표준편차는 30.2%, 최대치 100%, 최소치 7.5%로 운영효율성이 낮을 뿐 아니라 도시개발공사들 간에 효율성의 차이가 크게 나타났다.

규모효율성을 분석한 결과, 효율적인 도시개발공사는 대전도시공사와 전남개발공사, 경상북도개발공사, 경상남도개발공사, 제주특별자치도개발공사 등 5개인데 비해 운영규모가 비효율적으로 운영되는 도시개발공사는 11개로 전체의 68.7%를 점유하는 것으로 나타났다.

규모수익을 분석한 결과, 규모에 대한 수익이 체증하는(IRS) 영역에서 운영되는 도시개발공사는 9개로 전체의 56.3%를 점유하고, 규모에 대한 수익이 체감하는(DRS) 영역에서 운영되는 도시개발공사는 5개로 전체의 31.3%를 차지하고 있다. 규모에 대한 수익이 불변인(CRS) 영역에서 운영되는 도시개발공사는 2개로 전체의 12.5%를 점유하고 있다.

본 연구에서 사용한 수정반지향방사지표모형을 사용하여 분석한 결과, 대전도시공사의 경제적 부가가치의 목표치가 0억원, 강원도개발공사가 -63억원, 전남개발공사가 0억원으로 추정되어 음수산출물의 목표치가 현행 수준보다 더 개선된 효율적인 목표치로 제시되었다. 본 연구에서는 이러한 목표치가 Emrouznejad et al.(2010)와 Martin et al.(2014)가 개발한 방법보다 더 정확하고 적실성이 있다는 입증하였다.

또한 환경변수들이 도시개발공사의 효율성에 미치는 효과를 분석한 결과, 지역내 총생산과 광역자치단체 재정자립도, 광역자치단체 유형이 도시개발공사 효율성에 유의미한 효과를 미치는데 비해 인구와 도시개발공사의 총자산은 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

본 연구결과와 방법론적 시사점을 제시하면, 첫째, 양수와 음수를 포함한 산출물의 경우에 편익이 발생하는 전통적 자료포락분석모형보다는 본 연구에서 개발한 수정반지향방사지표모형을 사용하여 효율성을 측정해야 할 것이다. 특히 본 연구에서 제시한 모형은 Emrouznejad et al.(2010)와 Martin et al.(2014)가 제안한 모형보다 비교 우위에 있기 때문에 수정반지향방사지표모형의 정식화와 적용이 효율성 평가방법론의 발전에 기여할 수 있다.

둘째, 규모수익불변(CRS) 효율성과 규모효율성, 규모수익을 분석하기 위해서는 수정반지향방사지표모형을 사용할 필요가 있다. 수정반지향방사지표모형은 원점을 변동시키지 않으므로 규모수익가변(VRS) 효율성뿐만 아니라 규모수익불변(CRS) 효율

성을 추정하는 데 있어서 편의가 존재하지 않기 때문이다.

셋째, 도시개발공사는 물론 공기업의 효율성을 평가하기 위해서는 자본의 대리지표로 유형고정자산보다 투자자본을 사용하고 경영성과지표로 경제적 부가가치(EVA)를 사용하는 방안을 적극적으로 고려할 필요가 있다.

본 연구결과의 정책적 시사점은 설명하면, 첫째, 16개 도시개발공사 가운데 효율적인 도시개발공사가 6개이고 나머지 10개 도시개발공사는 비효율적으로 운영되고 있으므로 효율적으로 운영되고 있는 도시개발공사들 가운데 규모와 특성이 근접한 도시개발공사를 벤치마킹할 필요가 있다.

둘째, 경상남도개발공사와 대구도시공사, 인천도시개발공사의 효율성이 아주 낮기 때문에 이들 도시개발공사의 운영상 비효율성을 개선하기 위한 방안을 모색해야 할 것이다. 효율성이 낮은 도시개발공사의 경영효율성을 높이기 위해서는 장기적으로 당기순이익과 경제적 부가가치를 효율적인 목표치 수준으로 확대해야 될 것이다.

셋째, 규모수익이 체증하는 영역에서 운영되고 있는 9개 도시개발공사는 현행 운영규모를 확대하고, 규모수익이 체감하는 영역에서 운영되고 있는 5개 도시개발공사는 운영규모를 축소하는 방안을 검토해야 할 것이다.

본 연구의 한계는 도시개발공사가 사업의 특성상 매출액이나 당기순이익이 사업의 초기와 분양시기에 따라 상이할 수 있으므로 2017년 결산자료만으로 도시개발공사의 효율성을 단정적으로 특정할 수 없다는 것이다. 본 연구의 초점이 음수와 양수의 혼합자료로 구성된 산출물을 가진 공기업의 효율성을 분석하는 데 필요한 수정반지향방사지표모형을 개발하고 이 모형을 사용하여 도시개발공사의 효율성을 기존의 방법보다 더 정확하게 분석할 수 있다는 것을 제시하는 데 있기 때문에 본 연구에서 제안한 정책제언을 도시개발공사별 특성과 환경을 감안하여 검토해야 할 것이다. 향후 연구에서는 다년간의 패널자료를 사용하여 도시개발공사의 효율성을 분석함으로써 보편적 적실성을 높여야 할 것이다. 본 연구에서 개발한 모형은 음수와 양수 혼합자료를 사용하여 효율성을 분석하는 데 있어서 현재까지 선행연구들에서 제기된 쟁점을 거의 대부분 해결한 것으로 볼 수 있지만, 향후 연구에서는 음수와 양수 혼합산출물을 두 가지 산출물 변수로 구분하지 않고 효율적인 목표치를 제시할 수 있는 방안과 초효율성을 분석할 수 있는 모형을 연구할 필요가 있다.

■ 참고문헌

- 김대호·문성주. 2015. 「경영분석」. 서울: 삼영사.
- 김용규·김형규·신용재. 2016. 「에센스 재무관리」. 서울: 유원북스.
- 김철중. 2018. 「기업가치 중심의 경영분석」. 서울: 명경사.
- 김홍주·이희연. 2005. “자료포락분석을 활용한 지자체 도시개발공사의 효율성 분석.” 「국도연구」, 47: 77-88.
- 문광민. 2011. “지방공기업의 투자자본과 효율성: 잔여기준 동태적 자료포락분석모형의 적용.” 「정책분석평가학회보」, 21(2): 219-246.
- 박정식·신동명. 2016. 「경영분석」. 제6판. 서울: 다산출판사.
- 심광식·김재운. 2012. “다중회귀분석을 이용한 DEA-AR 모형개발 및 국내 지방공사의 효율성 평가.” 「한국경영과학회지」, 37(1): 29-43.
- 신열·장덕희. 2010. “지방공기업의 재무건전성 분석: 2005-2008년 지하철공사와 개발공사를 중심으로.” 「한국지방재정논집」, 15(3): 113-138.
- 유금록. 2004. 「공공부문의 효율성 측정과 평가: 프린터분석의 이론과 적용」. 서울: 대영문화사.
- _____. 2005. “효율성 평가를 위한 자료포락분석에 있어서 투입산출요소의 음수자료 처리방법과 적용.” 「정책분석평가학회보」, 15(4): 173-197.
- _____. 2008. “공공부문의 효율성과 영향요인 분석: 도시개발공사를 중심으로.” 「한국행정학보」, 42(3): 79-109.
- _____. 2014. “부트스트랩 비방사적 자료포락분석을 이용한 지방공기업의 영업효율성 평가.” 「한국행정학보」, 48(4): 319-348.
- _____. 2016a. “잔여기준 범위방향 초효율성모형을 이용한 지방공기업의 운영효율성 평가: 지방공영개발사업을 중심으로.” 「정책분석평가학회보」, 26(1): 27-56.
- _____. 2016b. “반지향비방사지표모형을 이용한 공기업의 효율성 평가.” 「한국정책학회보」, 25(1): 61-88.
- _____. 2016c. “지방직영공기업의 재정효율성 평가: 음수와 양수 혼합자료 처리를 위한 새로운 방법론의 적용.” 「한국정책학회보」, 25(3): 1-36.
- 이상철. 2009. “DEA를 이용한 지방개발공사의 재무효율성 평가.” 「행정논총」, 47(1): 71-99.
- 이환범·송건섭·김병문. 2005. “지방공기업의 경영성과관리와 평가지표 개발: 자료포락분석에 의한 효율성 측정.” 「한국사회와 행정연구」, 15(4): 275-298.

장영광·송치승. 2017. 「경영분석」. 제5판. 서울: 무역경영사.

행정안전부. 2018. 「지방공기업 결산 및 경영분석」. 서울: 행정안전부.

Ali, Agha Iqbal, & Lawrence M. Seiford. 1990. "Translation Invariance in Data Envelopment Analysis." *Operations Research Letters*, 9: 403-405.

Altaf, Nufazil. 2016. "Economic Value Added or Earnings: What Explains Market Value in Indian Firms?" *Future Business Journal*, 2: 152-166.

Banker, Rajiv D., Abraham Charnes, & William W. Cooper. 1984. "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis." *Management Science*, 30: 1078-1092.

Banker, Rajiv D., & Robert M. Thrall. 1992. "Estimation of Returns to Scale Using Data Envelopment Analysis." *European Journal of Operational Research*, 62(1): 74-84.

Byers, Steven S., John C. Groth, & Tomohiko Sakao. 2015. "Using Portfolio Theory to Improve Resource Efficiency of Invested Capital." *Journal of Cleaner Production*, 98: 156-165.

Chambers, Robert G., Yangho Chung, & Rolf Färe. "Profit, Directional Distance Functions, and Nerlovian Efficiency." *Journal of Optimization Theory and Applications*, 98(2): 351-364.

Cheng, Gang, Panagiotis Zervopoulos, & Zhenhua Qian. 2013. "A Variant of Radial Measure Capable of Dealing with Negative Inputs and Outputs in Data Envelopment Analysis." *European Journal of Operational Research*, 225: 100-105.

Cheng, Gang, & Panagiotis D. Zervopoulos. 2014. "Estimating the Technical Efficiency of Health Care Systems: A Cross-Country Comparison Using the Directional Distance Function." *European Journal of Operational Research*, 238: 899-910.

Chung, Yangho H., Rolf Färe, and Shawna Grosskopf. 1997. "Productivity and Undesirable Outputs: A Directional Distance Function Approach." *Journal of Environmental Management*, 51: 229-240.

Chiwamit, Pimsiri, Sven Modell, and Robert W. Scapens. 2017. "Regulation and Adaptation of Management Accounting Innovations: The Case of

- Economic Value Added in Thai State-Owned Enterprises.” *Management Accounting Research*, 37: 30-48.
- Cooper, William W., Lawrence M. Seiford, & Kaoru Tone. 2007. *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Second Edition. New York: Springer.
- Essid, Hédi, Pierre Ouellette, & Stéphane Vigeant. 2010. “Measuring Efficiency of Tunisian Schools in the Presence of Quasi-Fixed Inputs: A Bootstrap Data Envelopment Analysis Approach.” *Economics of Education Review*, 29(4): 589-596.
- Essid, Hédi, Pierre Ouellette, & Stéphane Vigeant. 2014. “Productivity, Efficiency, and Technical Change of Tunisian Schools: A Bootstrapped Malmquist Approach with Quasi-Fixed Inputs.” *Omega: The International Journal of Management Science*, 42(1): 88-97.
- Emrouznejad, Ali, Abdel Latif Anouze, & Emmanuel Thanassoulis. 2010. “A Semi-Oriented Radial Measure for Measuring the Efficiency of Decision Making Units with Negative Data, Using DEA.” *European Journal of Operational Research*, 200: 297-304.
- Matin, Reza Kazemi, Gholam R. Amin, & Ali Emrouznejad. 2014. “A Modified Semi-Oriented Radial Measure for Target Setting with Negative Data.” *Measurement*, 54: 152-158.
- Ouellette, Pierre, & Valérie Vierstraete. 2004. “Technological Change and Efficiency in the Presence of Quasi-Fixed Inputs: A DEA Application to the Hospital Sector.” *European Journal of Operational Research*, 154(3): 755-763.
- Ouellette, Pierre, & Valérie Vierstraete. 2010. “Malmquist Indexes with Quasi-Fixed Inputs: An Application to School District in Québec.” *Annals of Operations Research*, 173: 57-76.
- Ouellette, Pierre, & Li Yan. 2008. “Investment and Dynamic DEA.” *Journal of Productivity Analysis*, 29: 235-247.
- Portela, M. C. A. Silva, Emmanuel Thanassoulis, & Gary Simpson. 2004. “Negative Data in DEA: A Directional Distance Approach Applied to Bank Branches.” *Journal of the Operational Research Society*, 55: 1111-1121.

- Seiford, Lawrence M., & Joe Zhu. 1999. "An Investigation of Returns to Scale in Data Envelopment Analysis." *Omega: The International Journal of Management Science*, 27: 1-11.
- Seo, Kwanglim, & Jungtae Soh. 2019. "Asset-Light Business Model: An Examination of Investment-Cash Flow Sensitivities and Return on Invested Capital." *International Journal of Hospitality Management*, 78: 169-178.
- Sharp, John A., Wei Meng, & Wenbin Liu. 2007. "A Modified Slacks-Based Measure Model for Data Envelopment Analysis with 'Natural' Negative Outputs and Inputs." *Journal of the Operational Research Society*, 58: 1672-1677.
- Tone, Kaoru. 2001. "A Slacks-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis." *European Journal of Operational Research*, 130: 498-509.
- Von Geymueller, Philipp. 2009. "Static versus Dynamic DEA in Electricity Regulation: The Case of US Transmission System Operators." *Central European Journal of Operational Research*, 17: 397-413.
- Zhu, Joe. 2000. "Further Discussion on DEA and Linear Production Function." *European Journal of Operational Research*, 127: 611-618.
- _____. 2014. *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets*. Third Edition. New York: Springer.

Evaluating the Efficiency of Public Enterprises in the Presence of Negative Outputs

Keum-Rok Yoo

To accurately provide efficient target values in the presence of negative and positive outputs, this study developed a modified model of the existing semi-oriented radial measure model, analyzed the managerial efficiency, scale efficiency, and returns to scale of 16 urban development corporations in 2017 in Korea, suggested the efficient target values and reference groups for inefficient corporations, and proposed methodological and policy implications. Key findings are as follow. First, the model developed in this paper estimates the efficient target values of negative outputs more precisely than prior models. Second, the mean of technical efficiency is 68.1%, showing low efficiency with large differences among corporations, Third, the scale efficiency of 12 corporations is inefficient. Fourth, nine corporations operate in the region of increasing returns to scale, whereas in comparison five corporations operate in the region of decreasing returns to scale.

※ Keywords: negative outputs, efficient target values, local public enterprises, urban development corporations, semi-oriented radial measure model, returns to scale