



운영형태별 수도사업 생산성 평가

An evaluation of local waters productivity by operating types

김상문^{1*} · 이익규²

Kim, ShangMoon^{1*} · Lee, Ikgyu²

1 한국수자원공사 K-water연구원, 2 충북지방중소기업청

(2011년 3월 28일 접수 ; 2011년 6월 7일 수정 ; 2011년 6월 9일 채택)

Abstract

Market Environment around water work industry is rapidly changing. ISO, International Organization for Standardization, announced the international water work service standard for comparison and evaluation between nations and businesses. And developed countries in water work are introducing market principle for growth of nation's water industry and reinforcement of its competitiveness.

Also, some local governments entrusted their water utilities for improvement of competitiveness of water work. However, as some failure cases from overseas came out with emphasis, there are many refuting perspective about entrusted operation achievements of domestic water market.

Hence, this paper evaluated competitiveness of domestic local water utilities from the perspective of productivity. After evaluating productivity using Malmquist productivity index, the authors compared and analyzed whether there is a difference of productivity between two different operating types by using Mann-Whitney test.

As a result of analysis, it has shown that local water utilities achieved higher productivity at entrusted operation type rather than direct operation type. The local water utilities which chose entrusted operation had increased the productivity 13.9% on total factor productivity(TFP) during experimenting period, while the local water utilities which chose direct operation had increased 0.2%. The background of achieving this high productivity in entrusted operation was analyzed as a result of the higher technological effectiveness of a special water company.

The result of this study can be referred when local government needs to decide on what operating types they will use.

Key words : local water utility, direct operation, entrusted operation, productivity

주제어 : 지방상수도, 직접운영, 위탁운영, 생산성

1. 서론

오늘날 수도물은 생활용수, 공업용수, 상업용수 등으로 이용되어 가정 및 사회 활동에 있어 없어서는 안 될 중요한 재화로 자리를 잡았다. 수도물이 설비 결함이나 수질 오염 등 다양한 위해요인으로 잠시라도 공급이 중단되는 경우에는 사회적·경제적으로 큰 혼란이 야기되곤 한다. 예로써 지난 2월 서울시 강북지역과 서대문구, 경기도 구리시에서는 설을 앞두고 수도관이 동파되어 수도물 공급이 중단되었다. 그 결과 지역 주민 약 6만 4천여 가구가 급수차나 응급 지원용 병물에 의존해야 하는 큰 불편을 겪기도 하였다. 이에 정부는 공공성 확보의 관점에서 수도물 공급사업인 수도 사업을 지방자치단체(이하 지자체)만의 고유 사업으로 분류·운영하였다.

하지만 지속경영이 되어야 할 수도사업이 높은 적자상태를 면치 못하고 있다. 2009년에만 지방상수도 공기업 112개 중 55개 사업체에서 약 1,358억 원의 손실실이 발생하였으며, 지방공기업으로 분류되지 않는 52개 지방상수도 사업자까지 포함하면 손실규모는 더욱 커질 것으로 추정된다(행정안전부, 2010). 이와 같이 수도사업이 비효율적 운영으로 적자를 면치 못하자 일부 지자체에서는 수도사업의 효율성 개선을 위한 대안으로 전문 물 공기업에 의한 위탁 운영을 도입하였다. 2004년 논산시를 시작으로 도입된 지방상수도 위탁운영은 현재 총 18개 지자체에서 시행되고 있다. 그러나 일각에서는 전문 공기업에 의한 위탁운영이 수탁업체의 이윤 증대를 위해 높은 수도요금을 적용하는 반면 서비스 개선 투자는 보류축소하게 되어 효율이 저하될 것이라는 의문을 제기하고 있다.

보편적으로 생산성을 평가하는 방법은 포락 분석법(DEA: Data Envelop Analysis)과 프론티어 분석법(Frontier

Analysis)으로 구분된다. 포락 분석법 DEA는 실적 데이터를 기초로 가장 효율적인 샘플의 생산성을 기준으로 다른 샘플의 상대적인 효율성을 평가하는 방법이다. 이 기법은 기업이나 지자체 등 다양한 DMU(Decision Make Unit)의 투입·산출요소를 연구자의 주관적 판단없이 평가가 가능하고, 효율성 개선을 위한 대안 제시가 비교적 용이하다는 장점이 있다. 반면 비모수통계 기법으로 결과해석에는 제한이 있다. 둘째, 프론티어 분석법은 모수통계방법으로 비모수통계 방법인 DEA와 비교하여 결과해석에는 상대적인 장점이 있으나 분석에 앞서 연구자가 함수 및 분포를 결정해야 함에 따라 도출 결과에 편의가 발생할 수 있다는 단점이 있다.

본 연구는 국내 지방상수도의 운영형태별 효율성을 살펴보고자 생산성을 평가하고, 평가된 생산성을 운영형태(위탁운영/직접운영)에 따라 구분비교함으로써, 수도사업의 위탁운영 효과를 검증하였다. 이를 위한 검정 방법은 포락 분석법(DEA) 가운데 Malmquist 생산성 지수 측정법을 사용하였으며, 측정된 생산성 지수는 Mann-Whitney 검정법을 이용집단간(위탁운영/직접운영) 차이검정을 실시하였다. 분석을 위한 데이터는 행정안전부 발간 지방공기업결산 자료가 이용되었다.

2. 국내 수도사업

2. 1. 수도사업 현황

"수도사업"은 최종 소비자 또는 다른 수도사업자에게 수도를 이용하여 원수나 정수를 공급하는 사업으로, 특성을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 1일 생산능력 1만 5천 m³ 이상의 생산설비를 갖춘 수도사업은 지방공기업법의 적용을 받는 반면, 이보다 적은 소규모 사업장의 경우에는 임의적

표 1. 지방상수도사업 현황(164개)

지방공기업법의 적용을 받는 지방상수도 (112개)	서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산, 수원, 성남, 고양, 부천, 안양, 안산, 용인, 의정부, 남양주, 평택, 광명, 시흥, 군포, 김포, 화성, 파주, 이천, 구리, 포천, 광주, 안성, 하남, 의왕, 양주, 오산, 여주군, 양평군, 동두천, 과천, 가평군, 연천군, 춘천, 원주, 강릉, 동해, 태백, 속초, 삼척, 홍천군, 정선군, 철원군, 영월군, 평창군, 인제군, 고성군(경남), 청주, 충주, 제천, 옥천군, 청원군, 음성군, 단양군, 천안, 공주, 보령, 아산, 서산, 논산, 예산군, 당진군, 홍성군, 전주, 군산, 익산, 정읍, 남원, 김제, 완주군, 고창군, 부안군, 목포, 여수, 순천, 나주, 영암군, 광양, 포항, 경주, 김천, 안동, 구미, 영주, 영천, 상주, 문경, 울진군, 경산, 칠곡군, 의성군, 영덕군, 창원, 마산, 진주, 진해, 통영, 사천, 김해, 밀양, 거제, 양산, 창원군, 거창군, 함안군, 화순, 제주
기타 지방상수도 (52개)	강진, 계룡, 고령, 고성(강원), 고흥, 곡성, 괴산, 군위, 구례, 금산, 남해, 담양, 무안, 무주, 보성, 보은, 봉화, 부여, 산청, 서천, 성주, 순창, 신안, 양구, 양양, 연기, 영광, 영동, 영양, 예천, 완도, 울릉, 의령, 임실, 장성, 장수, 장흥, 증평, 진도, 진안, 진천, 청도, 청송, 청양, 태안, 하동, 함양, 함평, 합천, 해남, 화천, 횡성

표 2. 지방상수도사업 운영현황(2009년 기준)

구 분	수도사업자 수	당기순손익
흑자경영	57	+1,822억 원
적자경영	55	-1,358억 원

표 3. 급수규모별 유수율·누수율 분포

급수인구	5만명 이하	5~10만명	10~30만명	30만명 이상
수도사업자(개)	72	26	35	31
유수율(%)	62.0	68.5	76.9	83.7
누수율(%)	27.0	19.5	14.1	10.6

표 4. 지역별 수도요금 비교

수도사업자	요금 (원/m ³)	수도사업자	요금 (원/m ³)
강원 정선	1,348.5	경북 군위	367.9
강원 평창	1,120.5	경기 과천	420.7
경남 통영	1,089.0	경남 진주	428.6

자료 : 환경부(2010), 상수도통계.

용사업으로 구분되어 지자체 '조례'의 적용을 받는다. 국내 수도사업자 수는 총 164개이나, 지방공기업법의 적용을 받는 사업자는 특·광역시 7개, 경기도 31개, 강원도 14개, 충청도 16개, 전라도 16개, 경상도 27개, 제주도 1개 등 총 112개이다. 표 1.은 국내 지방상수도 현황을 정리한 것으로, 지방공기업법의 적용을 받는 지방상수도와 기타 지방상수도로 구분된다.

둘째, 수도사업 정상손익을 살펴보면 지방공기업법의 적용을 받는 112개 수도사업 가운데 57개 지방상수도가 약 1,822억원의 당기순이익을 실현한 반면 나머지 55개 지방상수도는 약 1,358억 원의 경영수지 적자를 기록하였다(행정안전부, 2010). 중요한 점은 국내 지방상수도사업이 지자체별로 운영되고 있는 상황에서 55개(49.1%) 수도사업이 경영적자 상태에 있으며, 특히 지방공기업의 적용을 받지 않는 나머지 52개 소규모 수도사업자를 포함하면 전체 수도사업 164개 중 107개(65.2%) 수도사업이 적자 상태에서 물 서비스가 이루어지고 있다는 점에 문제가 있다. 표 2.는 지방상수도 사업의 운영 현황이다.

셋째, 2009년 기준 164개 수도사업자의 유수율¹⁾ 현황

을 살펴보면(환경부, 2010), 평균 82.6% 수준이나 소규모 사업장은 상대적으로 유수율이 낮은 상태이다. 급수인구가 30만 명 이상인 수도사업 유수율은 83.7%인데 반해 급수인구가 5만 명 이하인 경우에는 62.0%로 차이가 크다. 표 3.은 지방상수도 급수규모별 유수율과 누수율 현황이다.

넷째, 수도요금은 높은 요금 부과 지역과 낮은 요금 부과 지역간 차이가 최대 3.7배에 달할 정도로 매우 큰 차이를 보이고 있다. 정선(강원)·평창(강원) 등지에서는 수도요금이 m³당 1,089.0 ~ 1,348.5원으로 높은 요금을 부과하는 반면 군위(경북)·과천(경기) 등지에서는 m³당 500원 미만 가격에 수도물을 공급하고 있다. 표 4.는 수도요금이 가장 높은 지역과 가장 낮은 지역, 각각 3개 지자체를 나타내고 있다.

이와 같이 국내 수도사업은 지자체 행정단위 중심으로 사업을 영위하다보니 많은 사업이 경영적자 상태에서 운영되고 있으며, 이 영향으로 지역주민들은 수도서비스의 양적·질적 모두의 관점에서 차별적 서비스를 제공 받고 있다. 이에 일부 지자체에서는 물 전문 공기업과 계약을 체결함으로써 수도사업을 위탁운영하였고, 정부는 제도적 관점에서 수

1) 유수율은 정수장에서 생산된 수도물 가운데 요금수입으로 받아들이는 수량의 비율을 의미하는 것으로, 유수율이 높을 경우에는 수도물 손실이 적고 생산량 축소가 가능하여 원수구입비, 약품비, 동력비 등 각종 생산비용 절감 효과가 발생

표 5. 연도별 지방상수도 위탁운영계약 체결 현황

구 분	2004	2005	2006	2007	2008	2009
지자체	논산	정읍, 사천 예천	서산, 고령, 금산, 동두천, 천안(공업)	거제	양주, 나주 단양	파주, 함평, 광주, 통영, 고성
급수인구(천명)	76	244	257	204	245	662

표 6. 국내·외 수질검사항목 기준 대비 위탁 지자체 수질검사 항목

구 분	K기업	국내 기준	미국	캐나다	WHO
검사항목	250	55	112	205	157

도사업의 위탁운영을 법제화²⁾하였다. 2011년 현재 국내 수도사업자 164개 중 18개 수도사업이 물 전문기관인 K기업을 통해 운영되고 있다. 표 5.는 2004년 이후 연도별 지방상수도 위탁운영계약 체결 현황이다.

2. 2. 위탁운영 사업

국내 수도사업 위탁운영 도입은 앞서 살펴본 수도사업의 문제점을 해소하기 위한 대안의 하나로써 채택되었다. 따라서 위탁운영 관련 주요 사업 목적 또한 물 전문기관에 의한 효율적 운영관리 실현, 전문성과 인프라를 활용한 저렴하고 질 좋은 수돗물 제공, 그리고 지방상수도 생산원가 절감 및 재정 건전화 등에 두고 있다. 위탁운영 도입 이후 K기업 추진의 주요 사업 내용 및 성과를 살펴보면 다음과 같다.

주요 사업 내용으로는 효율성 향상 목적에서 노후 관망개·대체, IT 도입을 통한 통합운영관리 시스템 구축, 자동화 설비 도입 등이 추진되고 있으며, 고객서비스 제고 목적에서 지방상수도 통합정보시스템 구축(Water-INFOS), 통합 Call 센터 구축, 수돗물 품질관리제 등을 추진하고 있다.

상기 사업 추진에 따른 수도사업 효율화 및 고객만족도 관점에서의 성과를 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 유수율 제고. 위탁사업 추진 이후 1년 이상 경과한 12개 사업체만을 대상으로 유수율 변화를 살펴본 결과, 수탁전 57.7% 이었던 유수율이 '09년 76.3%인 것으로 분석되었는데, 유수율 제고에 따른 경제적 효과는 연간 277억 원 상당의 수도예산이 절감된다(년간 27백만m³의 수돗물 저감). 둘째, IT 기반의 통합 상수관망 운영관리시스템(Water-NET) 구축·운영. 위탁전 개별적으로 이루어졌던 관망DB관리, 관망진단, 관망운영을 하나의 시스템에서 통합·관리가 가능하게 되었다. 이로써 상수관망의 통합·운영을 비롯하여 수리, 수질, 시설, 에너지관리, 위기관리 등에 대한

24시간 감시, 분석, 진단 등이 가능하게 되었다. 셋째, 고객만족도 제고. K기업은 위탁계약 이후 수도 효율화 사업과 함께 고객서비스 제고를 위하여 정보공개 시스템인 Water-INFOS 및 통합 Call 센터 등을 구축·운영하고 있다. 그 결과 K기업 운영의 지방상수도 사업 관련 고객만족도가 높아지고 있는 것으로 분석되었다(위탁전 64.0% → 위탁후 75.8%, 2009). 마지막으로 수돗물 품질 향상. 수돗물 품질확인제 도입을 통하여 수도꼭지 수질 검사 및 수질 적합 스티커를 공인기관 주도로 실시하고 있다. 또한 수질 검사 항목을 국내 법정기준 항목인 55개보다 엄격한 250개 항목에 대한 수질검사를 실시하고 있다(표 6).

3. 연구방법

3. 1. 추정방법

효율성 측정은 투입요소와 산출요소에 대한 측정이 선행되어야 하는데, 공공서비스로서의 상수도 사업은 금액으로 환산하기 어려운 다양한 형태의 산출물을 서비스하기 때문에 산출요소의 결합이 쉽지 않다. Charnes, Cooper and Rhodes(1978)에 의해 개발된 Data Envelopment Analysis(이하 DEA)는 측정단위가 다른 복수의 투입·산출요소들을 연구자의 주관적 가중치 없이 동시에 모형에 포함시킬 수 있다는 장점이 있어 효율성 측정을 위한 유용한 방법으로 주목된다.

Malmquist 생산성 변화 지수(productivity change index)(m_0)는 DEA 방법 가운데 패널데이터를 이용하여 단위 기간 동안의 총요소생산성(total factor productivity) 변화, 기술적효율성(technical efficiency change) 변화, 기술변화(technological change)를 측정하고자 할 경우에 자주 사용되는 투입·산출 거리함수로, 산출기준(output-based) m_0 와 투입기준(input-based) m_0 가 사용된다.

2) 수도법 시행령 제22조의3 및 제22조의5

Fare et al(1994)은 산출기준(out-based)의 m_0 를 t 시점과 $t+1$ 시점에서의 Malmquist 총요소생산성 지수의 기하평균(geometric mean)으로 정의하였다.

$$\begin{aligned}
 m_0(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) &= \left[\frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \times \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \\
 &= \left[\frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \right] \times \left[\frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \\
 &= \text{기술적효율성 변화(TEC)} \times \text{기술변화(TC)} \quad (\text{식 1})
 \end{aligned}$$

- x_t : t 기의 투입량
- y_t : t 기의 산출량
- $d_0^t(x_t, y_t)$: 산출방향 거리함수
(output distance function)

도출된 m_0 의 값이 1보다 크면 총요소생산성의 증가를 의미하는 반면 1보다 작은 값이면 총요소생산성의 감소를 의미한다. 그리고 (식 1)에서 알 수 있듯이, m_0 는 기술적효율성 변화(TEC, technical efficiency change³⁾)와 기술변화(TC, technological change)의 합으로 구성된다. TEC는 t 시점과 $t+1$ 시점 사이에서 투입거리 함수의 상대적인 비율로 각 기간의 생산 프론티어에 DMU(Decision Making Unit)가 어느 정도 근접하고 있는지를 측정하며, 규모의 변화에 따른 불변수익(CRS, constant returns to scale) 가정하의 TEC는 규모의 변화에 따른 가변수익(variable returns to scale:VRS) 가정 하의 TEC('순수' TEC)와 규모의 효율성 변화로 구성된다. 기술변화(TC)는 t 시점과 $t+1$ 시점 사이에서 프론티어 기업군의 생산기술 변화를 측정한다.

투입거리 함수는 투입 기술 효율성의 역수이며, 수학적 프로그래밍방법(LP; linear programming)을 이용하여 측정할 수 있다.

(식 1)은 CRS를 가정한다. 그리고 기하평균을 이용하여 m_0 를 측정하기 위해서는 각각의 DMU별 4개의 LP 문제를 해결해야 하는데, (식 2)와 (식 3)의 계산을 통하여 t 시점

의 m_0 을, (식 4)와 (식 5)의 계산을 통하여 $t+1$ 시점의 m_0 를 도출하게 된다.

$$\begin{aligned}
 [d_0^t(x_t, y_t)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi \\
 \text{st. } -\phi y_{it} + Y_t \lambda &\geq 0, \quad x_{it} - X_t \lambda \geq 0, \\
 \lambda &\geq 0, \quad (\text{식 2})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi \\
 \text{st. } -\phi y_{i,t+1} + Y_{t+1} \lambda &\geq 0, \quad x_{i,t+1} - X_{t+1} \lambda \geq 0, \\
 \lambda &\geq 0, \quad (\text{식 3})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi \\
 \text{st. } -\phi y_{i,t+1} + Y_t \lambda &\geq 0, \quad x_{i,t+1} - X_t \lambda \geq 0, \\
 \lambda &\geq 0, \quad (\text{식 4})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [d_0^{t+1}(x_t, y_t)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi \\
 \text{st. } -\phi y_{it} + Y_{t+1} \lambda &\geq 0, \quad x_{it} - X_{t+1} \lambda \geq 0, \\
 \lambda &\geq 0, \quad (\text{식 5})
 \end{aligned}$$

- k : 투입, m : 산출, N : DMU 수
- X : ($k \times N$) 매트릭스
- Y : ($m \times N$) 매트릭스
- λ : 가중치로 ($N \times 1$)의 상수 벡터
- ϕ : 기술적효율성

상기 4개의 선형모형은 표본으로 선정된 DMU 각각에 대하여 적용되며, 한 시점(time period)이 추가될 때마다 각각의 DMU에 3개의 선형모형이 추가된다. 즉, 분석기간이 T 이면 각각의 DMU에 $(3T-2)$ 개의 선형모형이 요구된다. 결론적으로 N 개의 DMU에 대한 T 기간 분석은 총 $N \times (3T-2)$ 의 선형모형 계산이 필요하다.

3. 2. 표본선정

본 연구는 위탁운영이 처음 도입된 논산시(2004년)를 시작으로 점차 확대되고 있는 지방상수도 위탁운영 방식이 지자체 직접운영 방식과 비교하여 생산성에 차이가 있는지를 분석한다. 이를 위해 국내 지방상수도 사업 중 지방공기업법의 적용을 받고 있는 상수도 사업을 대상⁴⁾으로 한다. 다만, 수도사업 운영방식에 따른 생산성 차이를 분석하기 위해서는 최소 3년 이상의 운영기간에 대한 검토가 필요하며, 연구기간은 2005년부터 2009년까지 상수도 사업으로

3) 투입 대비 산출 효율성

4) 지방공기업법의 적용을 받고 있는 상수도 사업은 112개 이다.

표 7. 지방상수도 운영형태 기준, 표본기업수

구 분	위탁운영 공기업	직접운영 공기업
업체수	3개(논산, 정읍, 사천)	67개

한정하였다. 분석에 이용된 데이터는 행정안전부가 발간한 “지방공기업 결산” 데이터에서 추출되었으며, 연구기간 내 운영방식이 변경된 지방상수도⁵⁾와 2006년 이후 새롭게 지방공기업법 적용을 받는 지방상수도⁶⁾는 분석에서 제외하였다.

또한, 수도사업의 생산성은 지자체 규모, 급수전 밀집도, 분석 초기 상수도 효율성 등에 의해 많은 영향을 받을 수 있는 바, 상수도 사업을 급수인구, 총 수도관 길이(송수관, 배수관, 급수관의 총합), 분석기간 초기 유수율을 기준으로 집단을 구분함으로써 지방상수도 사업 중 70개를 표본으로 선정하였다. 표 7.은 지방상수도 운영형태 기준, 표본기업수를 나타내고 있다.

3. 3. 변수선정

수도사업의 효율성을 분석한 국내 선행연구 중 윤경준·원구환(1996)은 수도사업의 기술적 효율성을 평가하기 위해 영업비용(인건비, 물건비, 이전경비 및 급수공사비)과 영업외비용(지급이자 및 기업채취급제비용)을 투입변수로, 유수조정량(1인당 1일 급수량), 안정성비율(부채비율의 역수) 및 수익성비율(총수익성비율)을 산출변수로 활용하였다.

원구환(1998)은 지방상수도사업의 기술적 효율성을 측정하기 위해서 영업비용(인건비, 관리비, 약품비, 원수 및 정수비, 동력비, 수선유지비, 이전경비, 수탁공사비), 영업외비용(지급이자 및 기업채취급제비용) 및 특별손실을 투입변수로, 수익성비율(총수지비율)을 산출변수로 사용하였다.

유금록(2002)은 외환위기 이후 국내 상수도사업의 총요소생산성 변화를 분석하기 위해 노동과 자본을 투입변수로, 수도관연장, 급수전수, 급수조정량을 산출 변수로 사용하였다.

해외에서, Aida et. al.(1998)은 일본 관동지방과 가나가와(Kanakawa)현 119개 상수도사업에 대한 효율성을 검증하는 과정에서 직원수, 영업비용(감가상각비 포함), 순설

비자산(net plant and equipment asset), 인구 및 수도관연장을 투입변수로, 영업수익과 급수조정량(배수량-누수량)을 산출변수로 사용하였다.

Thanassoulis(2000)는 영국의 잉글랜드(England) 및 웨일즈(Wales) 지방 32개 상수도 급수사업에 대한 효율성 평가를 위하여 운영비용(OPEX)을 투입변수로, 급수전수, 수도관연장, 급수공급량(급수 총량, 측정된 급수량, 추정된 급수량), 누수량(잠재적 역량) 등을 산출변수로 사용하였다.

이 외에도 Kulshrestha(2009)는 급수전수, 수도관연장, 급수량을 산출변수로, 운영비용(OPEX)과 불감수량(unaccounted for water)을 투입변수로 이용하였으며, Kumar(2010)는 운영비용과 자본지출을 투입변수로, 감수량과 불감수량을 산출변수로 이용하였다.

상기 선행연구의 목적 및 투입·산출 변수 그리고 분석에 사용된 데이터 특성을 정리하면 표 8.과 같다.

따라서 본 연구는 선행연구에서 제시한 변수 중 지방공기업 결산자료에 포함되어 있고, 분석기법인 Malmquist 생산성지수 측정에 활용가능한 자료를⁷⁾ 변수로 선정하였다. 이에 따라 투입변수는 영업비용을, 산출변수는 영업수익, 유수율, 설비활용율(정수시설 이용률⁸⁾과 가동률⁹⁾을 이용하였다. 그리고 Malmquist 생산성지수 측정 프로그램으로 DEAP Version 2.1을 이용하였다(Tim Coelli, 1996).

4. 분석결과 및 고찰

본 연구는 운영방식에 따른 상수도 사업의 생산성 변화를 확인하기 위하여 ‘Malmquist 생산성 지수’를 활용하여 총요소생산성 변화와 구성요소인 기술적효율성 변화, 기술 변화, 순수(기술적)효율성 변화, 규모의 효율성 변화를 분석하였다[부록]. 표 9.는 측정된 생산성 변화 값을 위탁운영과 직접운영으로 구분·평균한 값이다.

5) 지자체 직접운영 방식에서 전문공기업에 의한 위탁운영 방식으로 전환한 서산(2006.5), 동두천(2007.1), 양주(2008.8)
6) 2006년 청원군, 고창군; 2007년 음성군, 부안군, 함안군; 2008년 단양군, 의성군, 영덕군
7) 양(+), 부호로만으로도 구성된 변수
8) 이용률(평균)(%) = 일평균생산량 / 설계 시설용량 × 100
9) 가동률(최대)(%) = 일최대생산량 / 설계 시설용량 × 100

표 8. 수도사업의 효율성 평가 관련 투입·산출 변수

구 분	연구목적	투입변수	산출변수	자료특성
윤경준·원구환 (1996)	수도사업의 기술적 효율성 평가	영업비용, 영업외비용	유수조정량, 안정성비율, 수익성비율	횡단면자료 (1994)
원구환 (1998)	수도사업의 기술적 효율성 평가	영업비용, 영업외비용, 특별손실	수익성비율	패널자료 (‘93~’96)
유금록 (2002)	외환위기 이후 수도사업 의 생산성 평가	노동, 자본	수도관연장, 급수전수, 급수조정량	패널자료 (‘97~’00)
Aida et. al. (1998)	수도사업의 효율성 평가 (일본)	종업원, 영업비, 순설비자 산, 인구, 수도관연장	영업수익, 급수조정량	횡단면자료 (1993)
Thanassoulis (2000)	가격규제 하의 수도 효율 성 평가(UK)	운영비용	급수전수, 수도관연장, 급수조정량, 누수량	횡단면자료 (1992/1993)
Kulshrestha (2009)	물기업 효율성 평가 (인도)	운영비용, 불감수량	급수전수, 수도관연장, 급수량	횡단면자료 (NIUA, ‘05)
Kumar (2010)	물기업 성과 평가(인도)	운영비용, 자본지출	감수량, 불감수량	횡단면자료 (‘05~’06)

표 9. 집단별 Malmquist 생산성지수 및 구성요소의 변화율(2005-2009)

구 분	중요소생산성	기술적효율성	기술변화	순수효율성	규모의 효율성
위탁운영	1.139	1.137	1.002	1.127	1.007
직접운영	1.002	0.990	1.014	1.001	0.986

표 9.는 국내 지방상수도 사업의 생산성이 직접운영 방식에 비하여 위탁운영 방식에서 생산성이 높았음을 보여주고 있다. 즉 위탁운영을 선택한 지방상수도사업의 생산성은 중요소생산성이 13.9% 증가한 반면 직접운영 지방상수도사업의 생산성은 0.2% 향상에 머물렀다.

구체적으로 살펴보면 위탁운영 수도사업은 순수효율성과 규모의 효율성이 각각 12.7%, 0.7% 증가됨에 따라 기술적효율성이 13.7% 증가하였다. 반면 지자체에서 직접 운영한 수도사업의 생산성은 순수 효율성이 0.1% 증가한데 반해 규모의 효율성은 0.14% 감소하여 기술적효율성이 0.1% 감소하였다. 반면 기술진보를 나타내는 기술변화의 경우에는 위탁운영 방식이 0.2% 증가한데 반해 직접운영 방식은 1.4% 증가한 것으로 나타났다.

또한, 본 연구는 Malmquist 생산성 지수를 활용하여 분석한 상기 결과 값이 통계적인 관점에서 집단간(위탁운영 vs 직접운영) 유의적인 의미가 있는가를 살펴보기 위하여 Mann-Whitney 분석을 실시하였고, 결과는 표 10.에 제시하였다.

표 10.은 중요소생산성의 유의확률이 0.058로 10% 유의수준에서 차이를 나타냄으로써 위탁-직접 운영방식에 따라 생산성에 차이가 있는 것으로 분석되었다. 이를 자세히 살펴보면 기술적효율성은 유의확률이 .033으로 분석되어

통계적으로 유의적인 차이가 있다. 반면에 기술변화는 유의확률이 .612로 위탁운영과 직접운영 수도사업에 통계적으로 차이가 없는 것으로 볼 수 있다. 결과적으로 위탁운영방식에 의한 생산성 차이는 기술변화의 영향보다는 기술적효율성 향상에 차이가 발생함으로써 중요소생산성에 차이를 가져온 것으로 해석할 수 있다.

또한, 기술적효율성을 구성하는 순수효율성과 규모의 효율성 관련 차이검정 결과를 살펴보면 유의확률 값이 각각 .006, .572로 나타나 순수효율성은 유의적인 차이가 있으나 규모의 효율성은 없는 것으로 분석되었다.

요약하면 지방상수도 위탁운영은 기술적 패러다임 변화 및 규모의 효율성 제고 등의 효과는 없으나 투입 대비 산출 등의 최적화를 통한 기술적효율성 변화가 총 생산성 제고에 큰 영향을 주고 있다고 할 수 있다.

5. 결 론

수돗물은 가정 및 사회 활동에 있어 없어서는 안 될 중요한 재화로, 정부는 공공성 확보의 관점에서 수돗물 공급사업인 수도사업을 지자체의 고유 사업으로 분류·운영하였다. 하지만 지속경영이 전제되어야 할 수도사업이 높은 적자상태를 면치 못하고 있을 뿐만 아니라 지역간 요금 및 서비스 등에서 불균형이 심화되자, 이는 사회적인 문제로까지 확대되었다. 이에 일부 지자체에서는 수도사업의 효율성 개

표 10. 지방상수도 운영형태별 생산성 변화 Mann-Whitney 검정

구 분	운영방식(n)	평균순위	순위합	Mann-Whitney U	유의 확률
총요소생산성	위탁(3)	13.67	41	35	0.058*
	직접(67)	36.48	2,444		
기술적 효율성	위탁(3)	11.00	33	27	0.033**
	직접(67)	36.60	2,452		
기술변화	위탁(3)	41.33	124	83	0.612
	직접(67)	35.24	2,361		
순수효율성	위탁(3)	4.00	12	6	0.006**
	직접(67)	36.91	2,473		
규모의 효율성	위탁(3)	29.00	87	81	0.572
	직접(67)	35.79	2,398		

주) *은 10%, **은 5% 유의수준에서 유의함을 나타냄

선 및 서비스 체고 목적에서 전문 물 공기업에 의한 위탁운영을 도입하였고, 정부는 수도사업의 위탁운영을 법제화하였다. 그리고 2011년 현재 지방상수도 사업에 있어 위탁운영을 실시하고 있는 지자체는 총 18개로 증가하였다. 이렇듯 전문 물 기업에 의한 위탁운영이 국내 수도시장에서 자리를 잡아가자, 일각에서는 전문 물기업에 의한 위탁운영이 수탁사업자의 이윤 증대 목적에서 높은 수도요금 적용 및 서비스 투자 축소로 이어져 궁극에는 효율이 저하될 것이라는 의문을 제기하고 있다.

이에 본 연구는 국내 지방상수도의 운영형태별 효율성을 살펴보고자 생산성을 평가하고, 표본 사업을 위탁운영 집단과 직접운영 집단으로 구분·집단간 생산성을 비교하였다.

분석 결과, 지방상수도는 직접운영 대비 위탁운영에서 보다 높은 생산성을 달성한 것으로 분석되었다. 위탁운영 방식을 선택한 사업체에서는 실험기간 동안 총요소생산성이 13.9% 증가한 반면 직접운영 사업체는 0.2% 향상된 것으로 평가되었다. 위탁운영 사업체에서 이와 같이 높은 생산성을 이룰 수 있었던 배경은 직접운영 사업체 대비 기술적 효율성이 높았기 때문으로 분석되었다.

본 연구 결과는 현행 국내 지방상수도 시장에서 도입·운영되고 있는 위탁운영 방식의 생산성을 직접운영 방식과 비교·평가한 것으로, 향후 수도사업의 위탁운영을 고려하는 지방자치단체에서 의사결정을 위한 정책자료로 활용될 수 있다.

다만, 본 연구는 수도사업의 위탁운영효과를 생산성 측면으로 제한·연구함에 따라 수도사업의 공공성 효과를 반영하지 못하였다는 점과 국내 시장에서 위탁운영을 도입한 수도사업이 소수임에 따라 샘플의 대표성이 미약하다는 한계가 있다.

참 고 문 헌

원구환(1998), 확률변경생산함수를 이용한 공익사업의 비용효율

성 측정: 지방상수도사업의 패널자료(panel data)를 중심으로, 한국정책학회보, 제7권 제3호, pp. 287-306.

유금록(2002), 외환위기 이후 지방상수도사업의 생산성 변화 분석, 한국행정학보, 제36권 제4호, pp. 281-301.

윤경준·원구환(1996), 지방정부 직영기업의 상대적 효율성 평가 - 도시 상수도사업에 대한 Data Envelopment Analysis, 한국행정연구, pp. 199-220.

행정안전부(2006~2010), 지방공기업결산.

환경부(2010), 상수도통계.

Charnes, A., W.W. Cooper and E. Rhodes(1978), Measuring the Efficiency of Decision Making Units, European Journal of Operational Research, 2, pp. 429-444.

Emmanuel Thanassoulis(2000), The use of data envelopment analysis in the regulation of UK water utilities: Water distribution, European Journal of Operational Research 126, pp. 436-453.

Fare, R., S. Grosskopf, and C.A.K. Lovell(1994), Production Frontiers, Cambridge University Press, Cambridge.

Kazuo Aida, William W. Cooper, Jesus T. Pastor, Toshiyuki Sueyoshi(1998), Evaluating Water Supply Services in Japan with RAM: a Range-adjusted Measure of Inefficiency, OMEGA - The International Journal of Management Science, vol. 26, No. 2, pp. 207-232.

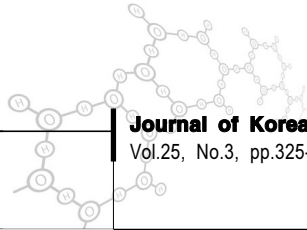
Mukul Kulshrestha(2009), Efficiency Evaluation of Urban Water Supply Utilities in India, www.infraday.tu-berlin.de

Surender Kumar(2010), Unaccounted for water and the performance of water utilities: an empirical analysis from India, Water Policy Uncorrected Proof, pp. 1-15.

Tim Coelli(1996), A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) program.

[부록] Malmquist 생산성지수 및 구성요소의 변화율(2005-2009)

운영유형	자치단체	총요소 생산성	기술적 효율성	기술변화	순수효율성	규모의 효율성
위탁 운영	논 산	1.082	1.116	0.97	1.113	1.002
	사 천	1.284	1.258	1.02	1.167	1.078
	정 읍	1.052	1.037	1.015	1.101	0.942
직접 운영	가평균	1.04	1.032	1.008	1.044	0.988
	거 제	0.89	0.832	1.07	0.917	0.907
	거창군	1.145	1.19	0.962	1.122	1.061
	고성군	1.091	1.073	1.016	1.027	1.045
	공 주	1.245	1.225	1.016	1.053	1.164
	과 천	1.012	1.028	0.984	1.01	1.018
	광 명	1.059	1.018	1.04	0.995	1.023
	광 양	0.964	0.97	0.994	1.005	0.965
	광 주	0.847	0.878	0.965	1	0.878
	구 리	1.005	0.961	1.046	0.999	0.962
	군 포	0.918	0.909	1.01	0.97	0.937
	김 천	0.983	1.003	0.98	1	1.003
	김 포	1.002	0.987	1.015	1.01	0.977
	나 주	1.136	1.154	0.985	1.068	1.08
	남양주	0.95	0.939	1.012	1.009	0.931
	남 원	0.992	0.979	1.013	1.035	0.946
	당진군	1.118	1.073	1.042	1.014	1.059
	동 해	1.01	1.014	0.997	1.043	0.971
	문 경	1.032	0.962	1.072	1.011	0.952
	밀 양	0.835	0.801	1.043	0.923	0.867
	보 령	1.224	1.317	0.929	1.114	1.182
	삼 척	0.977	0.949	1.029	1	0.949
	상 주	0.919	0.898	1.023	0.969	0.927
	속 초	1.147	1.083	1.059	1.036	1.045
	순 천	1.034	1.02	1.014	1.036	0.984
	시 흥	0.989	1	0.989	1	1
	아 산	0.853	0.85	1.004	0.954	0.891
	안 동	1.089	1.063	1.024	1.009	1.054
	안 성	0.977	0.955	1.023	0.998	0.957
	안 양	1.037	1	1.037	1	1
양 산	1.13	1.1	1.027	1.047	1.05	
양평균	1.067	1.083	0.985	1.002	1.082	
여 수	0.956	0.924	1.034	0.931	0.993	



운영유형	자치단체	총요소 생산성	기술적 효율성	기술변화	순수효율성	규모의 효율성
직접 운영	여주군	1.253	1.191	1.052	1.043	1.143
	연천군	0.849	0.842	1.008	0.906	0.93
	영암군	0.826	0.811	1.019	1.022	0.794
	영월군	0.959	0.94	1.02	0.986	0.953
	영주	1.119	1.117	1.001	1.034	1.08
	영천	0.936	0.946	0.989	0.988	0.957
	예산군	0.856	0.879	0.973	0.912	0.964
	오산	1.126	1.126	1	0.99	1.137
	옥천군	0.953	0.921	1.034	0.955	0.964
	완주군	1.006	1	1.006	1	1
	울진군	0.906	0.94	0.963	0.986	0.953
	원주	1.057	1.026	1.03	1.054	0.973
	의왕	1.067	1.093	0.977	1.014	1.078
	의정부	1.056	1.034	1.021	1.013	1.02
	이천	0.954	0.947	1.007	0.993	0.954
	인제군	1.215	1.106	1.098	1.115	0.992
	정선군	0.767	0.746	1.028	0.799	0.933
	제천	0.945	0.92	1.027	1	0.92
	진해	1.122	1.112	1.009	1.079	1.031
	창녕군	0.927	0.869	1.067	0.943	0.922
	철원군	1.005	0.992	1.013	0.968	1.024
	춘천	0.944	0.951	0.993	0.989	0.961
	충주	1.031	0.999	1.032	0.997	1.002
	칠곡군	0.895	0.891	1.004	0.96	0.928
	태백	0.918	0.943	0.974	0.959	0.983
	통영	0.947	0.899	1.054	1.03	0.873
	파주	0.875	0.879	0.995	0.973	0.903
	평창군	0.974	0.966	1.009	0.985	0.98
	평택	0.995	0.973	1.023	1.002	0.97
	포천	0.998	0.984	1.015	0.995	0.988
	하남	1.033	1.038	0.995	1.008	1.03
	홍성군	1.128	1.169	0.965	1.064	1.099
홍천군	1.003	0.937	1.071	0.981	0.954	
화성	0.846	0.84	1.006	1	0.84	