

지역의 시장구조 및 생산구조가 지방상수도공기업 효율성에 미치는 영향 분석*

: 규모의 경제, 밀도의 경제, 범위의 경제를 중심으로

A Study on Effects of Efficiency of Local Public Water Utilities
Enterprises on Market and Production Structure in Local Government

: Economy of Scale, Economy of Density, and Economy of Scope

서 선 재** · 이 선 호*** · 한 창 목****

Seo Seon jae · Lee Sun ho · Han chang mook

■ 목 차 ■

- I. 서론
- II. 이론적 고찰
- III. 연구설계
- IV. 분석결과
- V. 결론 및 시사점

본 연구는 지방상수도공기업의 효율성을 측정하고, 효율성에 영향을 미치는 요인을 도출하여 정책적 함의를 제공하는데 목적이 있다. 이를 위해 본 연구에서는 87개 지방상수도공기업을 대상으로 2002년부터 2013년까지 지방공기업결산자료를 통해 DEA-window 효율성을 측정하였다. 또한, 지역의 시장구조와 사업구조의 경제적 특성을 규모의 경제(Economy of Scale), 밀도의 경제(Economy of Density), 범위의 경제(Economy of

* 이 논문은 2013년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2013 S1A3A2055108).

** 성균관대학교 국정전문대학원 박사과정(제1저자)

*** 성균관대학교 국정전문대학원 석·박사통합과정(제2저자)

**** 성균관대학교 국정전문대학원 석사과정(제3저자)

논문 접수일: 2015.10.15, 심사기간(1, 2차): 2015.10.15~2016.1.5, 게재확정일: 2016.1.5

Scope)로 구분하여 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 분석결과, 지방상수도공기업의 효율성은 2002년부터 2013년까지 계속 증가하였고, 지방상수도공기업의 효율성에 상하수도 통합운영과 인구밀도, 그리고 지방자치단체의 재정자립도가 통계적으로 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 즉, 지방상수도공기업의 효율성을 논의하는데 있어 상하수도 통합운영과 더불어 집약적인 운영이 고려되어야 함을 의미한다. 본 연구는 지방상수도공기업의 효율성은 지방자치단체가 지니는 시장구조와 생산구조의 경제적 특성이 고려되어야 함을 제시하였다.

□ 주제어: 지방상수도공기업, 효율성 요인, 규모의 경제, 밀도의 경제, 범위의 경제, DEA-window, 토빗회귀모형

The purpose of this study is to measure the operating efficiency of local public water utilities enterprises in Korea and to examine factors affecting efficiency. Our major concerns are in economy of scale, economy of density, economy of scope in market and production structure in local government. We performed DEA/window efficiency measurement and panel tobit regression analysis to take into account the factors affecting efficiency of local public water utilities enterprises. In doing that, this paper utilizes panel data (2002 to 2013) from 87 local public water utilities enterprises in Korea. According to empirical results, the efficiency of local public water utilities enterprises is increasing. Economy of density, economy of scope, and local financial independence rate has positive effect on local public water utilities enterprises at the 5% significance level. These findings suggest that we need to consider not only integrated operating in public water and sewage services but also intensive operating in order to enhance efficiency. That is, about discussion of efficiency of local public water utilities enterprises, we need to consider economic features in market and production structure in local government.

□ Keywords: local public water utilities enterprises, factors of efficiency, economy of scale, economy of density, economy of scope, DEA-window, Tobit regression model

I. 서론

예로부터 치수(治水)의 중요성이 강조되어 왔듯이, 국민에게 양질의 상수도를 안정적으로 공급하는 상수도서비스는 국가가 맡아야 할 가장 중요한 공공서비스 중 하나이다. 과거에는 국가가 주도적으로 상수도서비스를 공급·제공하였는데 예산이 들더라도 복지차원에서 모든 국민에게 당연히 제공해야하는 것으로 여겨왔다. 그러나 지방자치단체시대가 도래하고 지방공기업이 지방자치단체 소관으로 이전되면서 상수도공기업에 의한 지방자치단체의 재정적인 압박이 심해졌다. 지방공기업의 공공서비스 제공에 있어서 효율성에 대한 문제가 이슈로 떠올랐고 그러한 연장선상에서 민영화 논의도 이루어졌다. 지방상수도공기업의 효율성 문제는 이미 오래전부터 제기되어왔으나 최근까지도 적자문제는 해소되지 않고 있는 실정이다. 2014년도 지방상수도공기업의 부채규모는 1.1조에 달하며 이는 작년에 비해 소폭 감소했으나 여전히 심각한 수준인 것으로 나타났다(행정자치부, 2014). 중요한 경영손익측면에서 볼 때 2013년(299억의 적자)보다 적자규모(2014년 기준 930여억 원)가 더 커진 것으로 나타났다(행정자치부, 2014). 이러한 규모의 적자추세라면 해마다 적자가 늘어나 해결이 어려울 정도로 상황이 악화될 것으로 예상된다. 지방상수도공기업은 민간 기업에서처럼 조직을 구조조정을 하기도 어려울 뿐만 아니라 수도공급가를 적정 수준으로 인상하는 방법도 쉽지 않다. 즉, 투입부문의 비용을 절감하기 어렵다면 수도부문의 공급가를 적정수준으로 인상하여 적자수준을 줄여나가야 하지만 국민들의 공감을 얻기 쉽지 않은 관계로 실천하기 어렵다. 이러한 측면에서 지방상수도 공급의 효율성은 결국 운영의 효율성을 확보하여 투입요소를 효율적으로 활용하는 것이 가장 적합한 해결책으로 볼 수 있다. 하지만 서비스 공급측면에서의 효율성 개선에는 지방자치단체의 지역적 특성이 매우 크게 작용할 수 있다. 예를 들어 면적이 넓은 지역일 경우, 수요와 무관하게 상수도 인프라를 구축해야 하므로 이 과정에서 비효율이 발생할 수 있으며, 인구가 많은 지역은 규모의 경제가 달성되어 서비스 공급에 낭비적인 요소가 많음에도 불구하고 효율적인 서비스 공급이 이루어질 수 있다. 즉, 지방자치단체가 민영화를 통해 공급하는 상수도서비스의 일부는 민영화의 과정에서 최소한의 수익성을 확보할 수 없는 지역에서 다른 지방자치단체들의 성공사례를 바탕으로 추진되었을 가능성을 배제할 수 없다. 특히 구조적으로 지방자치단체가 수익성을 확보하지 못하는 환경일 경우, 상수도공기업의 자구책만으로는 효율적인 공공서비스 제공에 한계가 있을 수 있다. 따라서 지방자치단체가 지니는 시장구조 및 생산구조가 공공서비스 공급에 미치는 영향을 분석하는 것은 지방자치단체에 대한 중앙정부 및 지방자치단체의 지원의 효율성과 민영화를 통한 공공서비스 공급을 논의하는 과정에서 큰 시사점을 제시할 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 지방

상수도공기업의 효율성에 영향을 미칠 수 있는 시장구조와 사업구조를 규모의 경제(Economy of Scale), 밀도의 경제(Economy of Density), 범위의 경제(Economy of Scope)로 구분하여 이러한 요인들이 상수도 공기업의 효율성에 영향을 미치는지를 DEA와 토빗분석을 통해 분석하고자 한다.

II. 이론적 고찰

1. 상수도 정책, 그리고 지방상수도공기업의 효율성

우리나라 상수도정책은 시대별로 다른 양상을 띠며 추진되어 왔다. 60년대 경제개발계획을 시작됨과 동시에 경제성장을 위한 동력으로 원활한 수자원 확보의 필요성이 강조되었다. 70년대에는 수도권광역상수도사업을 추진하여 수도권의 물 부족 현상을 해소하였고, 금강과 낙동강 등 유역별로 광역상수도를 개발하여 시설용량과 급수인구가 크게 증가하였다. 80년대까지도 상수도정책은 경제성장의 동력인 농업과 공업을 위한 용수 확보가 큰 문제여서 수량 확보 중심의 정책으로 추진되었다. 그러나 80년대 말 낙동강 폐늘사태 등이 발생하였고 수돗물의 수질에 대한 문제제기가 이루어지면서 수질관리의 중요성이 부각되어지는 사회적 인식전환이 이루어졌다. 국토부(현 국토해양부)에서 추진하던 수량위주, 개발중심 정책과 더불어 환경부를 필두로 한 수질관리, 치수보전 정책이 새로운 상수도 정책의 흐름이 되었다. 구체적으로, 환경부에서는 1998년 한강수계 상수원 수질관리 특별종합대책으로부터 2006년 4대강 대권역 수질보전을 위한 물 환경 관리 기본계획 등 기존 수량 확보까지 개발위주의 수자원 정책과 다른 자연 보호적 측면과 지속가능한 물 관리 관점에서 수자원 계획을 입안하여 진행해왔다(이태관, 2013). 수질관리와 더불어 2000년대에 들어서 상수도 정책의 또 다른 큰 이슈는 바로 민영화이다. 상수도 민영화와 관련한 논의는 2000년대 전부터 이루어졌지만 본격적인 시도는 2001년의 수도법 개정¹⁾ 및 환경부의 상수도 민영화 계획 발표로부터 시작되었다. 우리나라의 많은 공공부문 사업들이 이 시기에 민영화 과정을 거치게 되었는데 이는 IMF라는 외부적인 충격과 그로 인한 공공부문 구조조정의 필요성이 대두되었기 때문이다.

1) 기존의 '수도사업은 지방자치단체가 아니면 이를 경영할 수 없다'(수도법 제8조)에서 '수도사업은 국가·지방자치단체 또는 한국수자원공사가 경영하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 지방자치단체 등을 대신하여 민간사업자에 의하여 수돗물을 공급하는 것이 필요하다고 인정되는 경우에는 그러하지 아니하다.'(개정 후 수도법 제8조)로 개정

상수도서비스의 효율성 문제를 해결하기 위한 노력은 노무현 정부에서 본격적으로 계획되었다. 2006년에는 『물 산업 육성방안』를 2007년에는 『물 산업 육성 5개년 세부추진계획안』이 발표되었고, 상수도서비스 효율성을 제고시키는 방안으로 민영화가 추진되었다. 2008년 이명박 정부의 취임과 함께 공공부문에 대한 개혁의지를 피력했고 『지방공기업개선명령』에 따라 상수도부문에 큰 개혁이 이루어졌다. 이는 경영평가 결과를 토대로 기존의 부실한 상수도 사업장에 대해서는 수자원 공사에 의한 위탁운영을 유도한다는 내용이 담겨 있었다. 그러나 이러한 이명박 정부의 초기 개혁방침은 공공부문 민영화에 따른 요금 상승으로 이어지는 것이 아니냐는 강력한 반대에 부딪히게 되었고 촛불시위에서도 상수도 민영화가 하나의 큰 이슈로 부상함으로써 잠시 보류하는 과정을 거치게 된다. 그러나 결과적으로는 지방상수도 운영에 있어 효율성 논의는 지속되었으며, 상수도 부문에 있어 민간 기업을 육성하려는 환경부의 계획이 지방상수도의 광역화 및 전문기관에 의한 위탁사업이라는 행정안전부의 추진방향으로 변경된 것이라 볼 수 있다(박용성, 2010). 정부는 이후 2010년 발표한 『물 산업 육성전략』을 통해 “우선, 적정규모와 기술력을 갖춘 공공부문 내 기존사업자인 대규모 수도사업자(특·광역시)와 공기업(수공, 환경공단)에 위탁시켜 수도사업 전문기관으로 육성하여 경영 효율 제고, 규모의 경제 달성 및 물 기업들의 전문 경영능력을 확보”²⁾ 하겠다고 명시했으며, 최종적으로는 이러한 상수도 전문 기업에 의한 위탁·통합 운영 및 M&A 등을 통해 세계적인 물 기업 육성을 목표로 하고 있음을 제시했다. 이를 통해 단계적인 개혁을 거쳐 결과적으로는 당초 목표했던 상수도 부문의 민영화를 추진하겠다는 정책의지를 피력한 것으로 이해할 수 있다. 이와 관련하여 현재도 많은 논의(가령, 외국에서 추진했던 공공부문의 민영화와 그로 인한 서비스 품질 하락 및 가격 상승 문제 등)가 지속되고 있으며 그럼에도 불구하고 상수도 부문에 있어서 민영화 흐름은 계속될 것이다.

1991년 지방자치법이 실시되어 지방자치단체가 자체적으로 살림을 꾸리고 행정을 하면서 지방상수도공기업도 변화를 겪게 된다. 1999년 공기업 설립 인가권이 지방자치단체로 이양되면서 지방상수도공기업은 지방자치단체가 직접 운영하는 직영기업과 간접 운영하는 지방공사와 지방공단, 민간영역으로 구성되었다(유지연, 2014). 하지만, 지방상수도공기업 부채는 지속적으로 증가함에 따라 지방상수도공기업을 운영하고 있거나 출자 받은 지방자치단체의 재정부담은 가중되고 있다. 또한, 전체 지방자치단체의 재정자립도는 2014년 기준 약 44.8%이지만 특별·광역시·도를 제외한 일반 시·군·구의 재정자립도는 2014년 기준 약 24.9%로 더 낮게 나타났다(지방재정고 홈페이지). 이는 지방상수도공기업을 운영하거나 출자 받은 시·군·구 지방자치단체의 재정건전성이 상대적으로 규모가 큰 특별 광역시·도의 재정건전성보다 훨씬 더 심각한 것을 알 수 있다.

2) 환경부·국토부·녹색성장추진위원회 『물 산업 육성 전략』 12쪽.

이러한 현실에서 지방자치단체의 재정건전성을 회복하고 지방상수도공기업의 부채를 낮추기 위한 효율성 방안이 심도 있게 논의되어야 할 필요가 있다.

지방상수도공기업은 인간이 사는데 가장 필수적인 물을 생산하고 제공한다는 점에서 일반기업에서 이윤을 창출하는 측면과는 차별적으로 접근할 필요가 있다. 일반기업의 목적은 수익을 창출하는 것이고 이를 위해 한계수입(Marginal Revenue)과 한계비용(Marginal Cost)이 같아지는 이윤극대화 조건을 성립해야 한다.³⁾ 하지만, 지방상수도공기업은 초기 고정비용이 많이 들고, 자본비용과 감가상각비가 과다한 사업이지만(유지연, 2014) 그럼에도 불구하고 상수도서비스 요금을 인상 하는데는 한계가 있다. 따라서 지방상수도공기업은 조직 내부의 노력과 더불어 지역과 시장의 구조를 파악하여 효율성을 높이는 방안을 찾아야 한다. 조직 내부의 노력으로는 지출비용을 낮추고, 수익을 높일 수 있는 방안을 들 수 있는데 유사한 서비스를 제공하는 사업과의 통합운영을 통한 방법 등이 있다. 또한, 지역과 시장의 구조적인 특성을 파악하는 것은 인구수와 밀도, 그리고 지역의 재정적 특성 등을 고려함으로써 효율성을 제고하는 방안을 찾을 수 있다. 결국 지방상수도공기업의 효율적 운영을 위해 조직 내부의 지출비용을 절감하는 방안과 지역 및 시장의 구조적 특성을 파악해야 함을 의미한다.

다음으로는 상수도의 운영현황을 현재 시점에서 진단해 볼 필요가 있다. 상수도부문에 있어 경제성을 살펴보기 위해 2014년 세입·세출 현황을 살펴보면, 우선 상수도 운영비용은 총 6조8116억원에 달했다. 동력비, 인건비, 약품비 등 유지관리에 들어간 비용이 전체 운영비에 46%가량으로 가장 많은 부분을 차지했으며, 공사비와 부채에 대한 원리금상환액이 그 뒤를 이었다. 반면 세입내역에서는 자본수입이 6조351억 가량으로 세입의 대부분을 차지하고 있었는데 그 중 수도요금은 3조4307억원이었다. 그 외엔 과년도 이월금과 수수료, 시설분담금, 수탁공사비 등이 자본수입 항목을 이루고 있다. 상수도 운영에 있어서 자본수입만으로는 상당부분이 모자라며 이러한 부분은 일반회계보조금, 국고보조금, 도보조 및 교부세 등의 보조수입으로 충당하고 있다. 2014년 통계로 볼 때 전체 보조수입은 7252억원에 달하고 있다. 이러한 통계수치로 볼 때, 상수도 부문에 있어서 가장 큰 문제는 운영상에 있어 만성적인 재정적자, 그리고 그 재정적자는 자본수입에 있어서 상대적으로 고정적인 다른 항목들을 빼면 수도요금에 의한 부분이 부족한데서 기인한다고 할 수 있다. 국가 상수도 정보시스템에서는 상수도의 요금현실화율은 2011년 기준으로 상수도의 생산단가가 813.4원/m³인 반면 평균 수도단가는 619.3원/m³으로 요금현실화율이 76.1% 수준이었다. 2007년의 84.4%

3) 이윤극대화 제 1 조건: 완전경쟁시장에서는, 공급자 혹은 소비자가 무한대로 존재하기 때문에, 가격에 어떤 영향도 미칠 수 없다고 가정하고 있다. 이윤(π) = 총수입(TR) - 총비용(TC)을 통해 $MR = MC$ 을 도출할 수 있다. 한계수입(MR)이란, "재화나 서비스를 한 단위 더 팔아서 추가적으로 얻는 수입"을 의미하고, 한계비용(MC)은 "재화나 서비스를 한 단위 더 생산하는 데 들어가는 추가 비용"을 말한다.

이래로 요금현실화율은 꾸준히 감소하고 있으며, 대체로 70% 중반~90%대까지를 보이는 광역지자체는 사정이 그래도 낫다고 볼 수 있겠지만 일부 지역(전라북도 진안군 15.7%, 전라북도 무주군 15.7%)은 10%대를 밑도는 지역도 있었으며 이러한 지역별 요금현실화율 격차는 생산원가와 수도요금의 지역별로 큰 차이를 보이고 있기 때문이다. 기본적으로 상수도 공급과정에 있어서 지형이나 원수를 취수하는 상수원과의 거리 등이 지역별로 상이하기 때문에 이러한 격차가 발생한다고 볼 수 있다. 만성적인 재정적자와 더불어 감소하고 있는 요금현실화율을 보면 이러한 추세가 쉽게 개선되지 않을 것으로 보인다. 요금현실화율 문제는 이미 상수도의 경제성을 분석한 선행연구들에서 많이 다뤄진 이슈 중 하나다. 상수도의 경우 요금현실화율을 증가시킴으로써 부채문제를 해결할 수 있다는 통계적 분석을 제시한 조임곤(2014)의 연구나 요금현실화율이 높을수록 지방상수도공기업의 서비스비용이 유의미하게 감소하여 효율적인 공급이 가능하다는 배수호 외(2010)의 연구 등이 있다. 하지만 요금현실화율 증가에 대한 논의가 있어왔음에도 불구하고 13년에 비해 14년 요금현실화율은 오히려 83%대에서 81%대로 감소하였다. 그러나 낮은 요금 현실화율 문제를 해소하기 위해 지방상수도공기업을 민영화의 논리나 수도 요금을 인상하는 방안으로 접근하는 것은, 오히려 지방상수도공기업이 가지고 있는 공공성의 측면에서 문제가 될 수 있다. 2000년대 초반 IMF 이후로 지방 공기업들의 민영화와 구조조정이 이뤄진 이후에도 여전히 상수도 요금에 있어서는 지역별로 차이를 보이고 있다. 이러한 현실 하에서 지방상수도공기업은 재정적자 문제를 접근함에 있어서 요금의 측면이 아니라, 상수도 생산에 투입되는 비용을 효율적으로 절감할 수 있는 방안과 서비스를 제공하는 지역과 시장의 조건에 초점을 맞춰야 한다.

2. 효율성 측정 방법의 유형

기업의 효율성에 대한 측정은 투입 대비 성과나 산출을 통해서 측정할 수 있으나, 공기업의 경우에는 공기업이 제공하는 공공서비스의 특성상 성과를 측정하는데 시간적 및 금전적 노력이 크게 들어갈 뿐만 아니라, 성과 측정 역시 부정확할 수 있다는 제약이 존재한다. 일반적으로 이 같은 한계를 고려하여 투입 대비 산출에 대한 효율성을 주로 측정하게 되는데 주로 비율분석(Ratio Analysis), 회귀분석(Regression Analysis), 변경분석(Frontier analysis)의 방법을 사용한다(김성옥·문옥륜, 2000; 유금록, 2001; Sherman, 1984).

비율분석은 기업의 투입물과 산출물간의 비율을 분석하여, 기관 및 조직의 효율성을 측정하는 분석 방법이다. 비율분석을 사용하여 효율성을 측정하는 경우에는 결과가 단순한 수치로 표현된다는 점에서 상호비교가 쉽고, 비교를 통해 조직운영상 의사결정을 빨리 낼 수 있다. 그러나 비율 분석은 다수의 요인들을 포함하기가 어렵고 개별 단위조직 수준에서 업무성

과 평가에 도움이 되지 못한다는 한계를 지닌다(김성옥·문옥륜, 2000).

회귀분석은 여러 독립변수와 종속변수간의 함수관계를 설정하여, 독립변수의 변화에 대한 예상되는 종속변수의 값을 측정하는 통계적 분석 방법이다. 공기업의 효율성을 측정하는데 있어 회귀분석을 사용하는 경우에는 다수의 투입요소와 산출물간의 평균적인 관계를 추정함으로써 단일의 투입요소를 단일의 산출물에 비교하는 난점을 극복할 수 있으며, 거시적이고 통계적인 분석방법을 통해 특정산업의 규모 및 범위의 경제성을 개관할 수 있다는 이점을 갖고 있다(유금록, 2001, Sherman, 1984;).

변경분석은 효율성변경(eficiency frontier)을 개발하고 표본내의 모든 다른 의사결정단위들(Decision Making Units: DMUs)에 대한 한 의사결정단위(DMU)의 상대적 효율성(relative efficiency)를 평가하기 위하여 의사결정단위들의 표본으로부터 다수의 투입요소와 산출물을 사용하는 분석 방법이다(유금록, 2001). 변경분석의 분석방법으로는 확률변경분석(SFA)과 자료포락분석(DEA)이 있다. SFA와 DEA는 관찰된 자료로부터 효율변경을 설정하고, 이러한 변경으로부터 떨어진 의사결정단위들의 거리를 이용하여 비효율을 추정하는 공통점이 있다. SFA는 모수적 및 확률적 접근 방식으로서 DMU들의 효율변경을 구성하는 특정 생산함수를 사전에 가정하며, 효율성을 추정하는 경우 발생 가능한 확률오차를 비효율에서 배제하지만, DEA의 경우에는 특정함수와 오차항에 대한 가정을 필요로 하지 않으며, 상대적으로 비효율이 과대 추정될 수 있다는 점에서 두 분석방법은 서로 차이가 있다(이상수·한하늘, 2011).

3. 선행연구

선행연구에 있어 지방상수도서비스의 생산비용 측면에 초점을 맞춘 논문들(장덕희·신열, 2009; 배수호 외, 2010; 정성영 외, 2012)이 있다. 장덕희·신열(2009)은 2002년에서 2007년 동안의 6개년도의 패널 데이터를 사용하여 분석한 결과 지방상수도에 대한 민간위탁 방식이 언제나 생산 비용의 절감을 가져오지는 않기 때문에 생산 방식을 변경하는 정책 결정을 하기 전에 사전 타당성 조사의 필요성을 강조했다. 배수호 외(2010)의 연구와 정성영 외(2012)의 연구는 지방상수도공기업의 비용에 영향을 주는 요인을 살펴본 연구이다. 배수호 외(2010) 연구에서는 상수도공기업 운영방식과 규모의 경제여부, 그리고 요금 현실화율이 상수도 서비스 비용에 영향을 주는 요인으로 분석되었고, 정성영 외(2012) 연구에서는 상수도 시설용량과 인구밀도는 상수도서비스비용을 절감시키는 요인으로 단독주택 비율과 연립주택 비율, 상수도 보급률, 누수율, 그리고 상수도 부채액은 비용을 상승시키는 요인으로 분석되었다.

선행 연구들을 검토하는데 있어 본 연구에서는 상수도 사업의 경제적 측면에 초점을 맞추고자 한다. 지방상수도서비스의 생산비용을 절감하는 방안에 있어서 기업의 재정적인 측면을

반영할 필요가 있으며, 이를 경제성의 원리를 적용해 살펴볼 수 있다. 경제성에 대한 정의는 일반적으로 “수단-목적 관계의 최적성”의 원칙을 의미하며 이는 특정결과를 위해 가능한 최소의 수단을 투입하거나 특정한 수단의 투입으로 최대한의 결과를 가져오도록 하는 것을 말한다(v. Arnim, 1998; 김형섭, 2009에서 재인용). 특히 지방공기업의 재정수지 적자문제는 실제 지방공기업의 효율성에 영향을 미치는 중요한 영향 요인이 된다. 따라서 지방공기업의 효율성을 어떻게 측정하였고, 측정에 있어서 지방공기업, 특히 지방상수도공기업의 효율성에 대한 영향 요인을 무엇으로 설정하였는지 관련 선행연구들을 중점적으로 살펴보았다.

지금까지 지방공기업의 효율성을 연구한 기존의 국내외 연구들(윤경준·원구환, 1996; 원구환, 1998; 고광홍, 2001; 유금록, 2001, 2002, 2011, 2012a, 2012b, 2013, 2015; 권오상·홍종호, 2006; 조형석·문상호, 2007; 김상문, 2012; 박과영·김갑성, 2014; Aida 외, 1998; Munisamy, 2009; Picazo-Tadeo 외2인, 2011)은 대부분 자료포락분석(DEA), 맘퀴스트 분석(Malmquist), 확률 경계 모형 혹은 확률 프런티어 모형(Stochastic Frontier Analysis: SFA)을 통해 효율성을 분석하였다. 먼저 국외 연구를 살펴보면, Aida외(1998)는 자료포락분석의 additvie-model인 Range-adjusted measure(RAM) 방법을 사용하였는데 1993년 일본 공기업 연간 보고서 자료를 활용하여 카나가와현의 19곳과 칸토 지역의 108곳의 상수도 공기업의 효율성을 측정하였다. 투입요소로는 직원수, 영업비용, 설비자산, 인구수, 수도관 연장을, 산출 요소로는 조정량과 영업수입을 사용했다. 측정 결과, DEA방법이 상수도 사업성과에 대한 효율성을 측정하는데 도움이 될 수 있다는 점을 확인하였다. 특히 인구밀도가 높은 지역에서는 민간 상수도 운영방식이 공공 운영방식보다 더 효율적인 반면에 인구밀도가 낮은 지역에서는 공공 운영방식이 더 효율적이라는 점이 확인되었다. Munisamy(2009)는 자료포락분석(DEA)방법을 사용하여 2006년 말레이시아 상수도 보고서의 자료를 활용하여 11곳의 상수도 공기업과 6곳의 민간 상수도 기업을 대상으로 운영의 주체를 정부 또는 민간으로 구분하여 효율성의 차이가 어떻게 나타나는지를 분석하였다. 투입 요소로는 운영비용과 상수도 연장, 그리고 누수량을 고려했고, 산출 요소로는 제공 지역 면적과 서비스 가구 수, 그리고 조정량을 고려했다. 분석 결과, 민간 기업의 효율성이 공기업에 비해 우세했으나 그 차이가 미미하여 민간 운영방식이 공기업 방식보다 더 효과적이라고 보기는 힘들다고 분석하였다. Picazo-Tadeo 외(2011)는 투입지향적 자료포락 분석방법을 활용하였는데 2001년 안달루시아 지방 정부 재정 보고서의 자료를 사용하여 34개 상하수도 사업소를 대상으로 환경적 요인이 상하수도 사업소의 효율성에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하였다. 분석 결과, 정부와 민간의 운영주체의 차이에 있어서 민간기업의 경우 상하수도사업소의 직원 수 부분에서 더 효율적인 것으로 분석되었고, 인구밀도가 높을수록 상하수도사업소의 효율성이 높은 것으로 분석되었다.

지방공기업의 효율성을 측정한 국내 연구들은 다음과 같다. 윤경준·원구환(1996)은 직영

기업으로서의 지방상수도사업의 효율성을 7개의 투입·산출요소와 67개의 지방상수도 사업장을 대상으로 분석하였다. 연구를 통해서 DEA의 분석방법이 공공부문의 효율성 측정에 유용한 방법이 될 수 있음을 밝혔다. 또한, DEA 분석방법은 투입·산출요소에 있어서 측정대상 조직의 투입과 산출측면을 전반적으로 대변해 줄 수 있는 것들로 선정되어야 하며 판별력 저하를 막기 위해 투입·산출요소의 수를 적절하게 관리해야 한다는 점을 제시하였다. 고광홍(2001); 고광홍·이도희(2008)는 4개의 투입요소와 2개의 산출요소를 통해 지방자치단체 160개 수도사업장을 대상으로 하여 1995-1999, 2001-2005년간의 효율성을 자료포락분석(DEA)방법을 통해 분석하였다. 이를 통해 상수도사업장 규모에 따른 효율성과 광역 상수도 공급에 따른 효율성에 유의미한 차이가 있음을 보여주었다.

유금록(2001, 2002, 2011, 2012a, 2012b, 2013, 2015)은 지방하수도공기업의 효율성을 초월대수 확률비용변경 함수모형(2001), 비방사적 맘퀴스트 생산성지수 분석(2012a), 방향거리 함수모형(2012b), 투입산출지향적(non-oriented) 비방사적(non-radial) 메타변경 비소망산출물모형(metafrontierundesirable outputs model) 분석 방법(2015)을 통해 분석하였다. 분석결과, 하수도사업 비용효율성의 전체 평균은 83.0%이며, 하수도사업간 효율성의 차이가 크게 존재하는 것으로 나타났다(2001). 또한 하수도공기업의 비효율성이 물건비 보다는 주로 인건비의 과다 투입에 기인한다는 것을 제시하였다(2011). 하수도공기업의 운영규모의 효율성을 높이고 기술혁신을 지속적으로 추진할 필요가 있다고 보았다(2012a). 한편, 하수도공기업의 규모효율성을 분석한 결과, 하수도공기업의 대부분이 최적규모에서 운영되지 않고 있는 것을 확인하였다(2012b). 지방상수도공기업의 효율성 측정에 있어서는 DEA분석과 맘퀴스트(Malmquist) 분석(2002), 방향거리함수모형(2013)의 방법을 통해 분석하였다. 먼저 89개 지방상수도공기업의 1997년부터 2000년까지의 패널자료를 대상으로 한 분석(2002)에서는 총요소생산성·기술적 효율성·규모효율성의 변화를 분석하였다. 이를 통해 상수도사업의 생산성에 있어서 기술적 순효율성의 개선과 함께, 규모 효율성을 높여야 할 필요가 있다는 점을 제시하였다. 다음으로 우리나라 기초자치단체 105개 지방상수도를 대상으로 한 분석(2013)에서는 공기업의 운영효율성과 투입비효율성, 산출비효율성, 규모효율성, 규모경제(규모수익)를 분석하였다. 분석 결과 지방 상수도 공기업의 운영효율성에 환경변수가 어떠한 영향을 미치는지를 확인하였으며, 상수도공기업의 비효율성이 투입요소의 측면보다는 산출요소의 측면에서 비효율성이 발생하는 것으로 나타났다. 권오상·홍종호(2006)는 확률경제모형 분석 방법을 사용하여 2000년부터 2004년까지의 166개 지방자치단체의 지방 상수도 산업에 대한 효율성을 분석했다. 분석 결과 지방 상수도 산업에 있어서 경쟁체제 도입을 통해 효율성을 개선할 수 있다고 보았으며, 공급 규모의 확대를 통해 배분효율성을 개선할 수 있다고 판단하였다. 조형석·문상호(2007)는 2003년 31개 및 2004년 39개의 지방 하수도 사업을 대상으로 자료포락분석과, Tier분석을 실시했다.

현재 타 지역에 비해 비효율적인 상태에 놓여있는 지역이 어떤 지역을 벤치마킹해야 하는지를 제시하였다. 원구환(2010)은 지방상수도사업에 있어서 직영기관과 위탁기관 간의 상수도사업 효율성을 자료포락분석(DEA) 방식을 사용하여 2008년 지방공기업결산 자료를 통해 분석하였다. 그 결과 위탁기관이 직영기관에 비해 상대적으로 효율적이라는 것을 확인하였다. 또한 위탁운영에 있어서 상대적으로 비효율성을 지닌 것으로 분석된 지자체들의 문제점은 무엇인지에 대해서 진단하였다. 김상문(2012)은 확률프런티어 분석(SFA) 방법을 사용하여 국내 지방상수도공기업에 있어서 위탁운영의 효과를 분석하였다. 분석결과, 지방상수도 우수율 향상에 순운영비가 높은 양(+의 상관관계)이 있다는 점을 제시했으며, 수도사업에 있어서 노동집약적 사업운영에서 자본집약적 사업운영으로 전환이 필요하다고 보았다. 박과영·김갑성(2014)은 지방상수도 서비스 공급에서의 효율성을 확보할 수 있는 적정 도시규모를 위탁운영 전인 2003년 자료와 위탁운영이 수행된 2010년의 자료를 이용하여 두 시점에 대한 162개 지자체 지방상수도 서비스의 효율성 지수를 자료포락방법을 통해 분석하였다. 이를 통해 급수 인구 50만 미만의 지자체에서는 위탁운영에 대한 규모의 경제효과가 있으며, 50만 이상의 지자체에서는 급수 인구 증가에 대한 규모의 경제효과가 있음을 제시하였다.

선행연구에서 지방상수도공기업의 효율성을 평가하는데 사용한 요인들을 정리하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 지방상수도공기업의 효율성 평가에 관한 선행연구

구 분	투입요소	산출물	방법론
K. Aida외 (1998)	직원수, 영업비용, 설비자산, 인구수, 수도관 연장	조정량과 영업수입	자료포락분석(DEA) Range-adjusted measure(RAM)
Susila Munisamy(2009)	운영비용, 상수도 연장, 누수량	제공 지역 면적, 서비스 가구 수, 조정량	자료포락분석(DEA)
Andres J. Picazo-Tadeo외 (2011)	조정량, 하수도 수집량, 하수도 처리량	상수도 연장, 하수도 연장, 직원수, 물건비	자료포락분석(DEA)
윤경준·원구환 (1996)	인건비, 물건비 기타, 영업비용 영업외, 비용	1인당 급수량, 안정성 비율, 수익성비율	자료포락분석(DEA)
원구환(1998)	인건비, 관리비, 이전경비, 약품비, 원수 및 정수대, 동력비, 수선유지비, 수탁공사비, 지급이자 및 기업채무제비용, 특별손실	총수지비용	확률변경생산함수(SFPPF)

구 분	투입요소	산출물	방법론
고광홍(2001) 고광홍·이도희(2008)	인건비, 시설공사비, 유지관리비, 원리금상환액	수도요금수입액, 생산량	자료포락분석(DEA)
유금록(2002)	노동(직원수), 자본	수도관 연장, 급수전수, 조정량	맘퀴스트 (malmquist) 지수
박상인(2005a,b)	자본, 산출량, 원수광역화율, 정수광역화율, 상수원과의 거리, 유수율, 특별시, 광역시, 시, 군 더미변수, 수계 더미변수	고용인원	노동투입함수 추정(회귀분석)
권오상·홍종호 (2006)	공사비, 유지관리비	조정량, 유수율	확률경계모형
김상문(2012)	노동(인건비), 자본, 운영 비	유수율	확률 프런티어 분석 (SFA)
유금록(2013)	노동(직원수), 자본	수도관연장, 급수전수, 조정량, 요금현실화율(상수도요금 /원가×100(%))	투입산출지향적 방향거리함수모형
박과영·김갑성 (2014)	인건비, 건설비, 유지관리비, 원리금 상환액	상수도 연장, 자본 수익, 조정량	DEA, 패널자료 회귀분석
최경호·조정근 (2014)	노동자, 비용, 유수율	수도요금수입액, 이용률	DEA, 맘퀴스트 지수

한편 지방공기업의 효율성에 영향을 미치는 요인들에 있어서, 투입과 산출 측면만이 아닌 다른 영향요인들에 대해서도 고려할 필요가 있다. 지방공기업의 효율성에 대한 민영화 논의는 많은 학자들이 관심을 갖고 연구하고 있는 부분이며, 실제 지방상수도공기업의 효율성에 대한 논의에 있어서도 추가적인 분석을 통해 운영의 주체가 정부 또는 민간일 경우에 효율성에 차이가 있는지를 연구해왔다(Munisamy, 2009; Picazo-Tadeo 외, 2011; 원구환, 2010; 김상문, 2012; 박과영·김갑성, 2014). 먼저, 규모 효율성의 측면을 고려한 연구들이 있다. 4대강 유역의 지방상수도공기업을 대상으로 하여 규모의 경제가 존재하는지를 분석한 연구(김의준, 1997)나 지방상수도사업의 광역화를 통해 규모의 경제를 실현할 수 있는지를 분석한 연구(배수호 외, 2010)가 있다. 다른 측면으로는 자치단체의 인구를 일정 기준으로 나눠서 급수 인구 50만 이상과 미만의 경우에 규모의 경제효과의 원인이 다르게 나타남을 분석한 연구(박과영·김갑성, 2014)도 있다. K. Aida 외(1998)는 지방상수도사업의 효

율성에 영향을 미치는 요인으로 인구밀도를 고려하여, 인구밀도에 따라 민간 운영과 공공 운영 방식의 효율성의 정도가 달라진다고 분석하였다.

선행 연구에서 다루었던 영향요인들은 경제적 측면과 깊은 관련이 있다. 특히 지방자치단체가 지니는 시장구조 및 생산구조에 있어서 규모의 경제·밀도의 경제·범위의 경제적 특성이 어떻게 지방상수도서비스 효율성에 영향을 미치는지 그 영향요인으로 설정할 수 있다. 규모의 경제는 기존의 선행 연구들을 통해 지속적인 연구가 이뤄져 왔으며, 밀도의 경제도 인구밀도를 통해 분석된 적이 있다. 그러나 아직 지방상수도공기업에 있어서 범위의 경제에 대해 분석한 연구는 없다. 기존 선행연구에서 경제성 특히, 범위의 경제를 고려하지 못한 점은 지방공기업 효율성 연구에 있어서 한계가 될 수 있을 것이다. 따라서 지방상수도공기업 효율성에 영향을 미치는 경제적 요인 중 규모·밀도·범위의 경제의 세 가지 영향요인을 모두 포함하여 연구의 적실성을 높이고자 하였다. 본 연구가 기여하는 바는 다음과 같다. 먼저 지방상수도공기업의 효율성을 측정하고, 효율성에 영향을 미치는 경제적 요인을 산정하여, 해당 요인들이 지방상수도공기업 효율성에 어떠한 영향을 미치는가를 분석한다. 또한 2002년부터 2013년까지의 패널분석을 하기 위해 DEA/Window 분석 방법과 토빗 회귀분석 방법을 활용하였다.

III. 연구설계

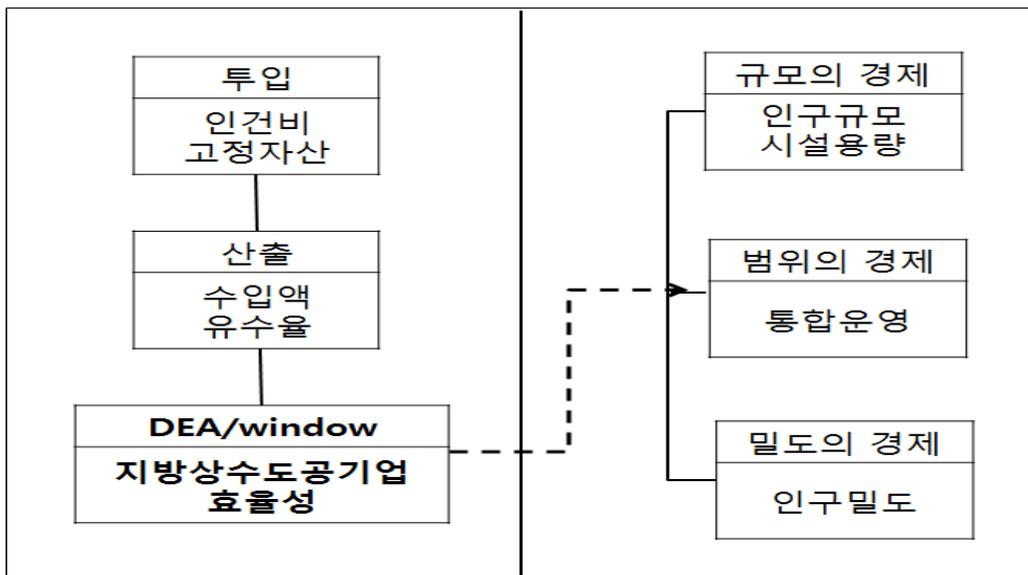
1. 연구모형 및 방법(DEA/window, Tobit model)

1) 연구모형

본 연구는 <그림 1>과 같이 2단계의 분석방법을 이용하고 있다. 지방상수도공기업의 효율성을 DEA/window 방법을 통해 측정하고, 영향을 미치는 요인을 도출하는데 목적이 있다. 먼저 DEA/window모형을 설정하여 지방상수도공기업의 효율성을 측정하였다. 1단계 연구모형을 설정하는데 있어 다음 세 가지 사항을 고려하였다. 첫째, 규모에 대한 수익(Return to Scale)에 대해 수익불변(CRS)과 수익가변(VRS)을 가정한 모형을 이용하였다. 지방상수도공기업과 같은 공기업의 특성상 규모의 경제가 작용하고 있을 것으로 예상되나, DEA 분석방법이 순기술적 효율성(BCC모형)과 규모의 효율성(CCR모형)으로 구분하여 해석가능하기 때문에 CCR 모형과 BCC 모형 모두를 이용하고자 한다. 둘째, 투입지향적(input oriented) 옵션을 선택하여 분석하였다. DEA 분석은 모형설정에 따라 투입지향적(input-oriented), 산출지향적

(output-oriented)으로 분석방법을 구분한다. 본 연구에서는 지방상수도공기업이 제공하는 서비스가 공공재적 성격을 지니기 때문에 투입과 무관하게 일정수준의 서비스를 공급해야 하므로 투입된 자원이 감소하더라도 동일한 상수도서비스를 제공할 것인가에 초점을 두었다. 즉, 투입요소의 효율성을 높이는 방안을 모색하기 위해 투입지향적으로 분석하였다. 셋째, 다년도 자료를 활용하여 지방상수도공기업의 효율성 변화의 동태적 추이와 안전성을 분석하고자 DEA/window모형을 이용하였다. 다시 말해서, 분석기간을 2002년부터 2013년까지 12년 동안의 지방상수도공기업의 상대적 효율성을 분석하였다.

다음은 2단계 분석으로 지방상수도공기업 효율성에 영향을 미치는 영향요인 분석에 관한 연구모형을 설정하였다. 다음 모형에서도 마찬가지로 두 가지 사항을 고려하였다. 첫째, 효율성에 영향을 미치는 요인 중 특히, 지역의 시장구조 및 생산구조에서의 경제적 특성을 중심으로 탐색함으로써 기존의 선행연구들에서 경제성에 대한 고려가 부족했던 점을 보완하였다. 또한, 경제적 특성을 규모, 범위, 밀도로 구분하여 효율성에 영향을 미치는 각각의 영향요인들에 대한 상대적 비교 분석을 하였다. 둘째, 분석기간을 2002년부터 2013년까지 12개년으로 설정하여 단년도에서 파악할 수 없었던 연도별 동태적 변화추이도 함께 살펴보았다. 결론적으로, 2차적 연구모형은 DEA/window 방법을 통해 도출한 지방상수도공기업 효율성 점수를 종속변수로 하고, 효율성에 영향을 미치는 요인 특히, 규모의 경제, 범위의 경제, 밀도의 경제요인들을 독립변수로 하여 회귀식을 선정하였다.



<그림 1> 분석틀

다음은 2차적 연구모형에 관한 회귀식을 정리한 것이다.

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \sum \beta_4 X_4 + \epsilon_{it}$$

Y_{it} = 지방상수도공기업 효율성(i = 지역, t = 기간)

X_1 = 규모의 경제, X_2 = 범위의 경제, X_3 = 밀도의 경제, X_4 = 통제변수

ϵ_{it} = 오차항(i = 지역, t = 기간)

2) 분석방법

DEA 분석방법은 1978년 Charnes⁴⁾, Cooper and Rhodes에 의해 개발된 것으로 생산성, 특히 효율성을 측정하고 평가하는데 유용한 분석도구로 활용되어 왔다. DEA 모형은 일련의 선형계획에 있어서 각 의사결정단위(DMU)를 투입·산출물에 적용하여 최선의 DMU를 선별하고, DMU의 최선의 효율적인 프론티어를 구성하여, 각 DMU가 프론티어로부터 떨어져 있는 거리를 계산해서 상대적 효율성을 측정하는 것이다(지홍민, 1996:117). 하지만, DEA는 비모수적인 기법이기 때문에 통계적인 유의성 검정 등이 논의되지 않으므로 의사결정단위와 투입·산출 요소를 선정하는데 신중을 기해야 한다.

DEA 모형은 그 목적과 특징에 따라 구분된다. 목적에 따라 투입지향적(input-oriented) 모형 또는 산출지향적(output-oriented) 모형으로 구분되며, 특징에 따라 CCR 모형⁵⁾, BCC 모형⁶⁾으로 구분된다. 투입지향적 모형은 최소한의 투입요소를 사용하여 주어진 산출요소를 생산하는 것이 목적이며, 산출지향적 모형은 주어진 투입요소를 가지고 산출물을 최대화 하는 데 목적을 두고 있다. CCR 모형은 규모수익불변(constant return to scale: CRS)이라는 가정 하에 기술효율성(technical Efficiency: TE)을 측정하는 것이다. 즉, 투입요소의 증가에도 산출이 일정한 비율로 변한다는 것을 의미한다. 반면, BCC 모형은 규모수익의 가변성(variable returns to scale: VRS)을 반영한 것으로 주어진 생산 규모에서 얻어지는 순수기술효율성(pure technical efficiency: PTE)을 측정한다. 다시 말해서, 운영 및 기술상에 있어서 효율성의 증감을 고려한 것으로 투입요소의 증감비율에 따라 산출요소의 증감비율이 변한다는 것을 의미한다. 부수적으로, 규모의 효율성(Scale Efficiency:

4) 미해군 인사사령부 총괄과장이었던 Charnes은 미해군사령부 분기별 보고서에서 2년치 데이터를 이용해 추세를 파악하고자 하였는데 분석의도와 생산성 점수에 대한 분석결과가 다르게 나오자 DEA/window 기법을 동료들과 함께 개발하였다.

5) Charnes 등이 개발

6) Banker, Charnes & Cooper가 개발

SE)은 기술효율성 값에서 순수기술효율성 값을 나눈 것으로 구하는데, 적정 규모와 규모의 효율성과의 연관성을 파악할 수 있다.

하지만, 여러 장점이 있음에도 불구하고, DEA 모형은 정태적이고 횡단면적(cross-sectional) 분석만 가능하다는 한계를 지적받고 있다(문경주 2009:66). 즉, DEA 분석방법은 다수의 투입·산출 요소를 동시에 고려하여 효율적인 의사결정단위를 판별할 수 있다는 장점을 가지고 있지만(임성목, 2009). 어떤 특정시점에서의 투입요소와 산출요소만을 기준으로 효율성을 측정해서는 환경변화에 따른 효율성의 동태적인 변화를 알 수 없다는 한계가 있다(박진선, 2014). DEA의 이런 방법론적인 한계를 극복한 것이 DEA/window 분석방법이다. DEA/window방식은 기본적으로 DEA 모형을 바탕으로 하나 여러 시점에서의 효율성을 동태적·시계열적으로 분석할 수 있어 추세, 안정성 등을 확인할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 동일한 DMU라 하더라도 윈도우의 설정기간이 다르면 분석결과도 달라지기 때문에 동일한 DMU가 특정 기간에 따라 업무 성과가 어떻게 달라지는지를 평가할 때도 유용하다(문경주, 2009:67). DEA/window 분석을 하기 위해서는 먼저 동태적인 변화를 관찰할 윈도우의 폭(depth)을 결정해야 한다. 이때 윈도우의 폭이 너무 좁으면 충분한 DMU가 부족하여 기존 분석과 차이가 없게 되며, 윈도우의 폭이 너무 넓으면 각 윈도우의 분석기간이 길어져 추세를 파악하기 어렵다(주희진, 2010:18).

DEW/window방식은 시계열자료를 특정구간으로 나누어 재구성(window)하는데 이를 동일한 DMU로 간주하여 분석한다. 예컨대, n개의 DMU들에 대해 k기간 동안의 데이터를 수집한 후 윈도우의 폭, 윈도우의 수, 그리고 각 윈도우의 DMU수를 구한다. 윈도우의 폭, 윈도우의 수, 그리고 각 윈도우의 DMU수는 다음 <표 2>의 식으로 계산할 수 있다. 본 연구에서는 DEA/window의 투입지향적 CCR 모형과 BCC 모형의 이용하여 기술효율성과 순수기술효율성을 측정하였고 이를 비교·분석하였다.

<표 2> DEA/window의 특성

구 분	수식
윈도우의 수	$w = k - p + 1$
각 윈도우에 대한 총DMU의 수	np
전체 DMU의 수	npw
윈도우의 폭(depth)	$p = \frac{k+1}{2} \text{ (K는 홀수)}$ $p = \frac{k+1}{2} \pm \frac{1}{2} \text{ (K는 짝수)}$

효율성을 측정된 후에는 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해서 토빗 회귀모형(Tobit Regression Model)을 활용하였다. DEA 분석을 통한 효율성값이 0에서 1값 사이의 제한된 값(censored value)을 갖기 때문에 OLS(최소자승법; Ordinary Least Square)와 같은 통상적인 회귀모형을 활용하는 경우 편의성(biased)이 발생할 수 있다(이건남, 2012:276). 따라서 토빗모형을 이용하여 회귀모형에 선형관계를 가지도록 변형시켜 영향요인을 분석하였다. 다음은 토빗모형을 수식화 한 것이다.

$$Y_{itk} = \alpha + \beta X_{itk} + \epsilon_{itk}$$

$$Y_{itk} = 1, \text{ if } Y_{itk} > 0$$

$$Y_{itk} = 0, \text{ if } Y_{itk} \leq 0$$

Y_{itk} 는 지방상수도공기업의 효율성 값이고, β 값은 지방상수도공기업 효율성에 영향을 미치는 요인들의 모수의 절편값을, X_{itk} 는 지방상수도공기업의 효율성에 영향을 미치는 변수들을 각각 나타 낸 것이다. ϵ 은 잔차를, I 는 지방상수도공기업의 해당 지역을, 그리고 t 는 다년도 분석기간을 의미한다. Y 값이 1미만 또는 1이상인 경우에 따라 Y_i 가 결정되는데 본 연구에서는 지방상수도공기업 효율성 값이 0이상 1이하 값으로 1이상 값을 기준으로 우측절단(Right-censored)하여 분석하였다.

2. 분석대상 및 자료출처

2013년 기준 지방상수도공기업은 총 116개다. 본 연구의 분석대상은 지방상수도공기업 87곳이다. 전체 지방상수도공기업 중에서 시·군에 비해 상대적으로 큰 규모로 운영되는 특별시 및 광역시의 상수도공기업과 2002년부터 2013년까지 행정상으로 지방자치단체가 통합폐합된 경우의 지방상수도공기업은 제외하였다. 분석대상을 시·군 단위의 지방자치단체 소속의 지방상수도공기업으로 한정하였다.

3. 변수선정

본 연구에서는 효율성 측정을 위한 투입변수와 산출변수를 선정하는데 있어 노동과 자본 관련된 변수를 사용하였다(유금록, 2013:286). DEA는 분석적 특성이자 방법론적 한계로 인해 투입과 산출변수를 선정하는 과정이 매우 중요하다. 분석의 타당성을 높이기 위해 많은 변수를 포함시키는 것보다 대표할 수 있는 핵심 변수를 선정하는 것이 더 중요하다. 따라서

선행연구들에서 주로 활용되어 검증된 변수, 그리고 지방상수도공기업의 특징을 가장 잘 나타낼 수 있는 것으로 투입·산출변수를 선정하였다. 먼저, 노동변수는 임금으로 측정하였다. 상수도와 관련된 선행연구들에서도 대부분 노동변수로 직원수(Aida외, 1998) 내지 인건비(윤경준·원구환, 1996; 원구환, 1998; 고광홍, 2001; 고광홍·이도희, 2008; 유금록, 2013; 박과영·김갑성, 2014)를 사용하고 있다. 임금은 영업비용에서 인건비와 퇴직급여를 합해 계산하였다. 본 연구에서는 자본변수로 순고정비용을 선정하였다. 선행연구에서도 자본변수로 고정자산(K. Aida외, 1998; 윤경준·원구환, 1996; 고광홍, 2001; 고광홍·이도희, 2008; 권오상·홍종호, 2006; 박과영·김갑성, 2014) 내지 영업과 관련된 비용(Aida외, 1998; Munisamy, 2009; 원구환, 1998; 구광홍, 2001; 고광홍·이도희, 2008; 권오상·홍종호, 2006; 김상문 2012; 박과영·김갑성, 2014)을 사용하였다. 선행연구들마다 자본비용에 포함되는 내용이 조금씩 다른데 대체적으로 자본비용에는 설비 등의 고정비용을 그리고, 운영비, 유지관리비와 같은 가변비용을 사용하였다. 본 연구에서는 순고정비용을 가동설비자산(토지, 입목, 선물, 구축물, 기계장치, 차량운반구, 공기구비품, 기타가동설비자산)에서 감가상각충당금 누계를 뺀 값으로 계산하였다.

공기업은 직영기업과 공단·공사 혹은 민간영역 형태로 운영되는데, 지방상수도공기업은 공공복리를 위해 국가나 지방이 경영하는 대표적인 공기업으로 주로 직영기업 혹은 위탁기업으로 운영된다. 2000년대 공기업 민영화가 본격적으로 추진되면서 운영방식이 직영에서 위탁으로 바뀐 경우가 있지만, 운영방식과 관계없이 지방상수도공기업은 기업으로서 수익을 창출해야 한다. 또한, 물이라는 공공재를 생산하고 공급한다는 점에서 공공성도 함께 추구해야 한다. 따라서 지방상수도공기업의 특성을 반영할 수 있도록 수익성 및 공공성 변수를 고려하였다. 지방공기업 효율성 관련 선행연구에서 많이 활용되고 있는 산출변수로는 조정량(Aida외, 1998; Munisamy, 2009; 유금록, 2002; 권오상·홍종호, 2006; 유금록, 2013; 박과영·김갑성, 2014)과 유수율(권오상·홍종호, 2006; 김상문, 2012)이다. 조정량은 상수도사업소의 정수처리장에서 생산된 배수량에서 노후 수도관으로 인해 발생할 수 있는 상당한 양의 누수량을 뺀 값이다. 조정량은 수도요금을 부과할 수 있는 산출량으로서 배수량보다 더 타당성 높은 변수라고 할 수 있다(유금록, 2013:286). 반면, 유수율은 정수처리장에서 생산한 물이 각 가정까지 도달해 사용한 양의 비율로서 유수율이 높아졌다는 것은 그만큼 수도관 노후 등의 원인으로 새어나가 낭비되는 물이 줄어들었다는 것을 의미한다. 조정량과 유수율 둘 다 지역주민에게 양질의 물을 안정적으로 제공한다는 점에서 지방상수도공기업을 대표하는 공공성 변수로 선정할 수 있을 것이다. 하지만 본 연구에서는 지방상수도공기업의 산출변수로 유수율만을 포함하였다. 본 연구의 2차적인 분석에서 경제성을 평가하기 위한 중요변수로 시설처리용량을 선정하였다. 조정량과 시설처리용량은 비슷한 개념으로 독립변수들간의 자기상관성(autocorrelation) 문제

가 발생할 수 있기 때문에 DEA 분석에서 산출변수로는 제외하였다.

공기업의 재정상태는 지방자치단체의 재정에 큰 영향을 미칠 수 있다. 즉, 지방공기업이 재정적자가 발생한다면, 해당 지방자치단체가 적자를 보전해야 할 책임을 갖고 있는 것이다(유금록, 2012:276). 따라서 본 연구에서는 지방공기업의 수익성을 대표하는 변수로 총수입액(Aida외, 1998; 고평홍, 2001; 고평홍·이도희, 2008; 박과영·김갑성, 2014; 최경호·조정근, 2014)을 선정하였다. 총수입액은 급수 수익으로 나타내는데 물을 공급함으로써 걷어 들이는 수익금(단위: 천원)으로 계산하였다. DEA 분석하기 위한 변수들의 자료는 모두 2002년부터 2013년까지의 지방상수도공기업 결산자료를 활용하였다. 다시 말해, DEA 분석을 위해 노동과 자본 변수를 선정하였는데 투입변수로는 인건비, 고정자산으로 산출변수로는 총수입액, 유수율로 구분하여 측정하였다.

다음은 지방상수도공기업의 효율성에 영향을 미치는 요인들에 관한 변수선정이다. 본 연구는 지방상수도공기업의 효율성에 미치는 영향 요인 중에서도 지역의 시장 및 생산구조에서의 경제적 특성을 중심으로 분석하는 것이다. 일반적으로 경제성은 내용에 따라 규모, 밀도, 그리고 범위의 경제를 의미한다. 규모의 경제(Economies of Scale)는 각종 생산요소 투입량을 증가시킴으로써 발생하는 이익이 증가되는 것인데, 일반적으로 대량생산을 하거나 기술혁신을 통해서 이익을 증대할 수 있다. 규모의 경제는 비용탄력성(cost Elasticity) 개념으로도 정의 내릴 수 있다. 산출이 1% 증가할 때 그 산출증가를 위한 투입요소비용이 1%보다 작게 증가하는 경우 산출단위당 비용이 하락하게 되므로 규모의 경제가 존재한다는 것이다(박선영 외, 2012). 반면, 규모의 경제가 음의 값을 갖는 경우, 산출이 1% 증가할 때마다 비용이 1% 이상 증가하기 때문에 평균 비용이 상승하게 되어 규모의 불경제가 존재한다는 것을 의미한다. 지방공공서비스에서 규모의 경제가 존재하는 경우는 서비스 생산규모가 클수록 평균생산단가가 낮아지기 때문에 이익을 증대시킬 수 있다는 의미이다. 이에 따라 본 연구에서는 지방상수도공기업의 규모의 경제를 측정하는 변수로 인구규모(인구수)와 시설처리용량을 선정하였다. 인구의 규모가 클수록 단위당 생산비용이 작아질 수 있기 때문에 규모의 경제를 달성할 수 있다. 또한, 시설처리용량은 지방상수도공기업 정수처리시설의 정수처리량으로서 정수량에서 누수량을 뺀 값인 조정량과 비슷한 개념이다. 지역 주민의 수요와 기술혁신 정도에 따라 시설처리용량이 달라질 수 있는데, 지역 주민의 수요가 많을수록 처리기술이 발전할수록 시설처리용량이 많아질 수 있어 규모의 경제가 실현될 수 있다는 것이다. 인구밀도는 지방상수도서비스 수요에 밀접한 영향을 미치는 변수로 인구밀도가 높을수록 밀도의 경제(Economies of Density)를 충족시키는데 매우 유리하다. 인구밀도가 높다는 것은 작은 구역에 인프라를 구축하는 것으로 보다 많은 주민들의 수요를 충족시킬 수 있다는 것이다.

범위의 경제(Economies of Scope)는 단일생산물을 생산하는 기업이 다양한 생산물을 제공

할 경우 얻을 수 있는 비용효과를 통하여 측정한다(김선재·이영화, 2013:181). 또한, 두 기업이 비슷한 서비스를 제공하는 경우 독립된 자원을 각각 이용하는 것보다 자원을 같이 이용하여 생산할 때 경제적으로 더 효과적인 경우를 의미한다(김선재·이영화, 2013:181). 즉, 상수도서비스를 생산·제공하는데 있어 다른 비슷한 기능을 담당하는 조직과 공동으로 한다면, 비용은 적게 들고 효과는 높일 수 있다. 본 연구에서는 범위의 경제를 측정하기 위한 변수로 상하수도 통합운영 여부를 선정하였다. 일반적으로 상수도서비스는 취수-도수-정수-송수-급배수-차집-하수처리의 과정을 거치면서 공급된다. 상수도와 하수도는 유사한 공급체계를 가지기 때문에 시설 및 장비비용을 비롯해 관리조직의 통합을 통해 상당한 효율성을 제고할 수 있는 여지가 크다(주선미·배용수, 2012:64). 선행 연구에서도 상하수도 사업에서 시설 및 사업운영의 통합을 통한 일원화로 재정건전성을 확보하는 것이 바람직하다고 지적한다(김현아, 2015:37; 문현주·정아영, 2013); 소일섭, 2012). 본 연구에서는 지방 상하수도공기업의 통합운영 여부를 동일한 조건에서 파악하기 위해 조직체계상 상수도 조직과 하수도 조직이 같은 위치에 있으면서 최종적으로 상하수도 통합본부에 의해 관리 받는 형태로 한정하였다. 지방 상하수도공기업의 통합운영 여부는 지방공기업 경영정보 공개시스템인 '클린아이'에서 확인하였다. 지방 상하수도 통합운영의 경우 1, 아닌 경우 0으로 가변수로서 기입하여 측정하였다. 마지막으로 지방자치단체의 재정적 특성을 파악할 수 있는 변수로 1인당 지방세부담액과 재정자립도를 통제변수로 선정하였다. 1인당 지방세부담액과 재정자립도는 자체세입으로 지방자치단체의 재정 자율성과 직결되는 변수이다. 지방자치단체의 자체세입이 높을 경우 상수도서비스에 대한 인프라 구축을 위해 일반회계상 재원배분의 효율성이 증가되기 때문에 해당 지방상수도공기업의 효율성도 개선될 여지가 크다(신유호·최정우, 2015:15).

다음 <표 3>는 지방상수도공기업의 효율성, 그리고 효율성에 미치는 요인들을 분석하기 위해 선정한 변수들의 측정과 자료 출처를 정리한 것이다.

<표 3> 측정 변수 및 자료 출처

구분	변수		측정지표	측정방법(단위)	자료출처
효율성	투입	노동	인건비	인건비(천원) = 인건비 + 퇴직급여	지방공기업 결산자료
		자본	고정자산	순고정자산(천원) = 총가동설비자산 (토지, 입목, 건물, 구축물, 기계장치, 차량운반구, 공기구비품, 기타가동설비자산) - 감가상각충당금누계	
	산출	경제성	수입액	수입액(천원) = 급수수익	
		공공성	유수율	유수율(%) = 요금으로 징수되는 수량/총수량*100	

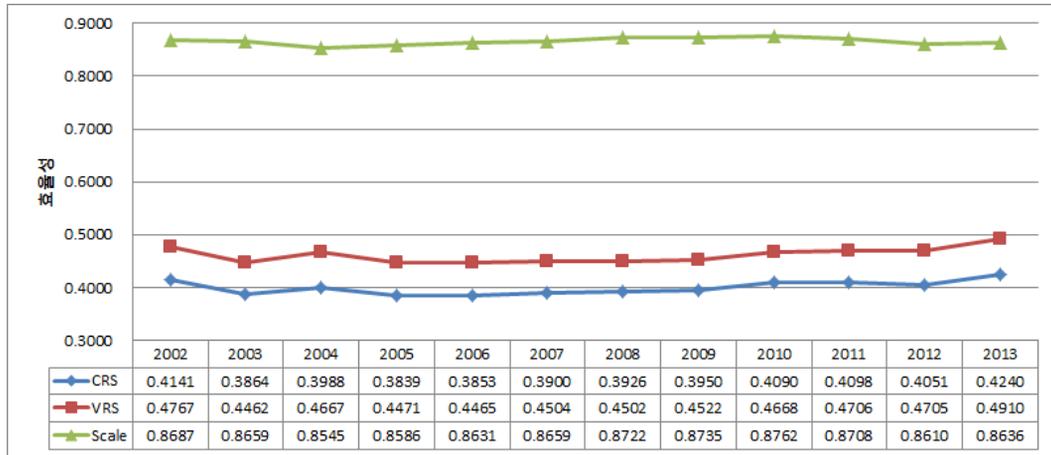
구분	변수		측정지표(단위)	측정방법	자료출처
효율성 영향요인 (경제성)	종속변수	지방상수도공기업 효율성 지수	DEA/window-CCR 모형의 효율성 지수(CRS) DEA/window-BCC 모형의 효율성 지수(VRS)		지방공기업 상수도 결산 클린아이 KOSIS국가통계포 털 재정고 재정고
			독립변수	인구규모	
	규모의 경제	시설용량		1일 최대 정수처리 후 공급하는 용량(m ³)	
	범위의 경제	상하수도 통합운영여부		통합운영 o = 1 통합운영 x = 0	
	밀도의 경제	인구밀도		= 인구/행정구역 면적(명/km ²)	
	조절변수	지역의 재정적 특성	1인당 지방세부담액	= 지방세총액/총인 구수	
재정자립도			= {(지방세 + 세외 수입) ÷ 일반회계세 입총계} × 100		

IV. 분석결과

1. 효율성분석(DEA) 결과 및 기술통계분석 결과

다음 <그림 1>과 <표 4>는 DEA/window를 통해 87개 지방상수도공기업의 효율성을 분석한 결과를 정리한 것이다. 2002년부터 2013년까지 연도별 효율성 변화추이를 살펴보면, 지방상수도공기업의 효율성이 대체적으로 높아진 것을 알 수 있다. CCR 모형에서의 효율성은 2005년 0.3839로 상대적으로 가장 낮게 나타났지만, 2013년 0.4240으로 높아졌다. BCC 모형에서도 2003년에는 0.4462, 2013년에는 0.4910로 연도별로 증감변화는 있지

만 대체적으로 높아진 것으로 나타났다.



<그림 2> 연도별 지방상수도공기업 효율성 모형별 동태적 변화추이 비교

<표 4> 2013년 기준 지방상수도공기업 효율성 점수 비교표

DMU	CCR (기술 효율성)	BCC (순수기술 효율성)	scale (규모 효율성)	DMU	CCR (기술 효율성)	BCC (순수기술 효율성)	scale (규모 효율성)
가평균	0.22	0.27	0.81	양산시	0.28	0.29	0.94
강릉시	0.23	0.23	1.00	양주군	0.30	0.35	0.85
거제시	0.88	0.88	1.00	양평군	0.66	0.66	1.00
경산시	0.31	0.31	1.00	여주시	0.31	0.42	0.74
경주시	0.29	0.40	0.71	여주군	1.00	1.00	1.00
고성군	0.28	0.31	0.91	연천군	0.44	0.77	0.57
고양시	0.37	0.42	0.88	영암군	0.43	0.43	1.00
공주시	0.39	0.40	0.97	영월군	0.25	0.25	1.00
과천시	0.46	0.46	1.00	영주시	0.39	0.39	0.99
광명시	0.41	0.41	1.00	영천시	0.19	0.24	0.79
광양시	0.48	0.66	0.72	예산군	0.54	0.99	0.55
광주시	0.50	0.66	0.77	오산시	1.00	1.00	1.00
구리시	0.46	0.46	0.99	옥천군	0.45	0.48	0.93
구미시	0.30	0.35	0.87	완주군	0.25	0.26	0.99
군산시	0.31	0.31	0.99	용인시	0.25	0.25	1.00
군포시	0.30	0.33	0.89	울진군	0.21	0.27	0.75

DMU	CCR (기술 효율성)	BCC (순수기술 효율성)	scale (규모 효율성)	DMU	CCR (기술 효율성)	BCC (순수기술 효율성)	scale (규모 효율성)
김제시	0.42	0.59	0.72	원주시	0.51	0.82	0.62
김천시	0.41	0.48	0.85	의왕시	0.21	0.21	1.00
김해시	0.75	0.75	1.00	의정부시	0.28	0.28	1.00
나주시	0.92	0.93	0.99	이천시	0.55	0.55	1.00
남양주시	0.39	0.39	0.99	익산시	1.00	1.00	1.00
남원시	0.31	0.31	1.00	인제군	0.88	0.89	0.99
논산시	0.22	0.24	0.94	전주시	0.31	0.47	0.65
동두천시	0.32	0.46	0.70	정선군	0.34	0.49	0.69
동해시	0.52	0.54	0.96	정읍시	0.21	0.22	0.97
목포시	0.33	0.33	1.00	제천시	0.31	0.31	1.00
문경시	0.26	0.30	0.86	진주시	0.25	0.27	0.91
밀양시	0.55	0.55	1.00	창녕군	0.20	0.27	0.73
보령시	0.26	0.37	0.70	천안시	0.51	0.83	0.61
부천시	0.47	0.92	0.51	철원군	0.25	0.28	0.88
사천시	0.33	0.34	1.00	청주시	0.51	0.77	0.67
삼척시	1.00	1.00	1.00	춘천시	0.21	0.21	1.00
상주시	0.33	0.33	1.00	충주시	0.27	0.27	1.00
서산시	0.13	0.14	0.94	태백시	0.47	0.53	0.90
성남시	0.50	1.00	0.50	통영시	1.00	1.00	1.00
속초시	0.32	0.32	1.00	파주시	0.89	0.89	1.00
수원시	0.46	0.46	0.99	평창군	0.27	0.47	0.56
순천시	0.72	0.72	1.00	평택시	0.34	0.49	0.68
시흥시	0.17	0.20	0.85	포천군	0.20	0.21	0.97
아산시	0.33	0.33	1.00	포항시	0.34	0.40	0.84
안동시	1.00	1.00	1.00	하남시	0.31	0.31	1.00
안산시	0.31	0.31	1.00	홍천군	0.25	0.27	0.90
안성시	0.26	0.28	0.93	화성시	0.51	0.84	0.61
안양시	0.39	0.62	0.63				

다음 <표 5>는 연구에서 사용된 변수들의 기술통계 분석 결과를 정리한 것이다. 지방상수도공기업(87개)의 효율성을 측정하기 위한 투입요소인 인건비의 평균은 약 23억 2천 3백만원, 고정자산의 평균은 약 146억 5천 7백만원으로 나타났다. 산출변수인 총수입액의 평균은 약 231억 3천 3백만원, 유수율은 약 73%로 나타났다. 유수율은 제외하고 변수들의 표준편차가 상당히 큰 것으로 알 수 있다. 종속변수인 지방상수도공기업의 평균 효율성은 CCR 모

형의 경우 약 0.39, BCC 모형의 경우 약 0.46로 나타났다. 즉, 투입요소 증감에 따라 산출요소도 증감한다는 규모의 가변성을 고려할 경우 전체 지방상수도공기업의 효율성은 더 높아짐을 확인할 수 있다. 독립변수에 대한 기술통계 분석 결과에서 해당 지방상수도공기업 지역의 평균 인구수는 약 24만 9천명, 평균 시설용량은 약 11만 9천톤, 면적(1km²)당 인구수는 약 1천 4백명으로 나타났다. 지역의 재정과 관련된 변수인 재정자립도는 평균 약 32%, 1인당 지방세부담액은 약 33만 4천원으로 지방자치단체마다 차이가 큰 것으로 나타났다. 시·군보다 상대적으로 큰 광역시·도의 지방상수도공기업을 분석대상에서 제외시켰음에도 불구하고 변수들이 대체적으로 지방자치단체마다 큰 편차를 보이는 것으로 나타났다.

〈표 5〉 기술통계 분석 결과(n=1044)

구분	변수		측정치표	평균	표준편차	최소값	최대값
효율성	투입	노동	임금(천원)	2323365	1569818	173690	8754664
		자본	고정자산(만원)	146597.5	260442.4	9694	4133633
	산출	수입	총수입액(만원)	23133.83	42324.04	1189	434751
		효과	유수율(%)	73.47797	13.59045	26.00	100
종속 변수	지방상수도공기업 연도별 효율성 점수	연도별 평균효율성(CRS)	0.3995077	0.1855116	0.1019	1	
		연도별 평균효율성(VRS)	0.4612317	0.2083626	0.1374	1	
독립 변수	규모의 경제	인구수(명)	249266.2	232497.4	30057	1178508	
		시설용량(천톤)	119079.1	123071.7	13900	679200	
	범위의 경제	상하수도 운영 통합 O = 1, 통합 X = 0	0.6944444	0.4608631	0	1	
	밀도의 경제	인구밀도 = (인구수/km ²)	1458.566	2764.129	6.12	16672	
통제 변수	지역의 재정적 특성	재정자립도(%)	32.32931	15.99809	8.3	74	
		1인당 지방세부담액(천원)	334.3228	165.1284	106	985	

2. 실증분석 결과

본 연구에서는 지방상수도공기업 효율성에 영향을 미치는 요인을 도출하고자 패널토빗분석을 실시하였다. 분석을 통해 얻을 수 있는 결과와 함의는 다음과 같다. 유의수준 99% 수준에서 상하수도공기업의 통합운영은 CCR 모형에서 지방상수도공기업의 효율성에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한, 유의수준 95% 수준에서 인구밀도의 증가와 재정자립도의 증가는

CCR 모형에서의 지방상수도공기업의 효율성을 증가시키는 것으로 나타났다. 시설용량은 유의 수준 90% 수준에서 지방상수도공기업 효율성에 부정적인 영향력을 미치는 것으로 나타났다. 이 외에 인구규모와 1인당 지방세부담액은 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 반면, BCC 모형에서는 상하수도 통합운영, 인구밀도가 지방상수도공기업의 효율성에 긍정적인 영향을, 시설용량이 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

먼저, 상하수도 통합운영은 지방상수도공기업의 효율성에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 상하수도 사업소가 통합적으로 운영할수록 지방상수도공기업의 효율성이 증가 되는 것을 의미한다. 상하수도 통합운영은 지방상수도공기업과 지방하수도공기업의 인력, 시설 및 장비 등을 공동 운영함으로써 예산을 절감시켜 범위의 경제를 실현할 수 있다는 것이다. 정부는 2006년부터 점차적으로 지방상수도사업소와 하수도사업소의 통합운영을 추진하고 있다. 이러한 움직임과 더불어 정부는 지방상수도사업소를 권역별로 광역화·전문화하는 방안을 추진하고 있으며 부분적으로 민간위탁 운영방식을 채택하여 효율성을 높이기도 한다. 본 연구의 분석결과는 지방상하수도 통합운영의 타당성을 실증적으로 뒷받침해주고 있다. 또한, 지방상수도 통합운영에 따른 규모의 경제 효과를 실증적으로 분석한 권일웅·조수연(2012) 논문의 분석결과와도 일치한다. 상수도와 하수도의 사업체제는 유사한 사업구조를 가지고 있다(주선미·배용수, 2008). 두 사업 모두 정수처리장과 하수처리장과 같은 장치시설이 필요하고 장비이용 및 공정 등이 비슷하며 동일한 지역에서 동일한 고객을 상대한다는 점에서 기술적·물리적으로 많은 유사성을 보인다. 상하수도 통합관리가 이루어질 경우 정보 및 인력 공유 측면에서도 보다 합리적이라고 할 수 있다.

지방상수도공기업에 있어서 인구규모는 해당 급수인구를 의미하기도 한다. 상수도서비스는 해당 지역주민 모두에게(100%) 제공되고 있는 대표적인 공공서비스이다. 지방상수도서비스를 제공하는데 있어 인구규모에 따라 지방상수도공기업의 효율성이 유의미한 영향을 받을 것으로 예상하였다. 하지만 본 연구에서는 인구규모가 효율성에 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 예상결과와 반대로 나타난 것에 대해서 다음과 같이 생각되어진다. 지방상수도공기업의 효율성을 측정하기 위한 투입산출변수로 인건비와 고정자산, 수입액과 유수율을 선정하였는데 인구규모와 효율성과는 직접적인 영향관계가 아니라 한 단계 거친 영향관계이기 때문에 그 영향정도가 작아 통계적으로 유의미하게 나오지 않을 수 있다. 하지만 상수도를 비롯한 공공서비스 규모의 경제를 연구한 대부분의 선행연구들은 공급규모의 확대를 통해 배분효율성을 개선할 수 있다고 제시한다. 반면, 몇몇 선행연구에서는 상하수도사업에 있어 규모의 경제를 이루지 못할 수 있다고 지적하기도 한다.⁷⁾ 규모의 경제

7) 상하수도사업의 경우 댐, 정수장, 배수지, 등 상당한 자본이 소요되며 일정 수준까지는 규모가 커질수록

효과에 대한 결론을 내리기에는 아직 이를 수 있다는 것이다(김현아, 2015). 따라서 인구규모와 효율성에 관한 영향관계는 계량연구의 속성에 따른 분석결과 차이인지 추후에 보다 심층적인 연구를 요구하는 바이다.⁸⁾

시설용량이 지방상수도공기업 효율성에 부(-)의 영향관계로 나타난 것으로 다음과 같이 해석할 수 있다. 시설처리용량은 상수도시설의 처리 가능한 용량으로 통상 $m^3/일$ 단위로 표시한다. 일반적으로 지방자치단체의 상수도 시설처리용량을 설계하고 적정용량을 산정할 때 규모의 경제효과를 높이기 위해 비용 효율적으로 시설용량을 크게 설계하는 경향이 있다(이상은 외, 2008). 하지만 인구밀도가 낮은 농어촌 지역에서는 막대한 공급시설에 비해 상수도서비스 수요가 부족하여 규모의 경제가 실현되기 어렵다(주선미·배용수, 2008:53). 시설용량에 비해 생산량이 적은 즉, 가동률⁹⁾이 낮으면 재정력이 열악한 지방자치단체의 경우 수요가 많지 않아 수입액에 있어 공급시설 투자에 대한 재정부담이 있을 수 있다. 또한, 본 연구의 분석대상이 광역시·도를 제외한 시·군 상수도공기업이라는 점에서 단위 자체가 작아 규모의 경제 효과를 보기 어려울 수 있다.¹⁰⁾ 이러한 점에서 시설용량이 지방상수도공기업 효율성에 부정적인 영향을 미친 것으로 생각되어 진다. 좀 더 정확한 분석을 위해 추후에 개별 사례를 통한 심층 분석을 할 필요가 있다.

반면, 인구밀도는 지방상수도공기업 효율성에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 단위당 면적에 인구가 집약적으로 분포되어 있을 경우, 밀도의 경제를 달성할 가능성이 높아진다는 것을 의미한다. 앞서 언급한 기존의 Picazo-Tadeo외(2011)의 연구, 정성영 외(2012)의 연구에서와 마찬가지로 좁은 지역의 인프라 구축으로 많은 인원에게 공공서비스를 공급할 수 있기 때문에 경제적인 효율성에 긍정적인 영향을 준다는 점을 다시 한 번 실증적으로 볼 수 있었다.

한편, 지방재정자립도가 높을수록 지방상수도공기업 효율성을 증가시키는 것으로 나타났다. 지방자치단체의 재정자립도가 높다는 것은 다시 말해 지방자치단체가 보조금과 같은 중

평균비용이 체감하는 규모의 경제를 이루지만, 인구밀도가 작은 농어촌지역에서는 막대한 공급시설에 비해 상수도서비스 수요부족으로 규모의 경제가 실현되기 어렵다(주선미·배용수, 2008). 특별시와 광역시, 대부분의 시·군 상수도에서 규모의 경제가 존재하지 않았고 중소기업 상수도 사업의 경우에는 생산량이 증가할 때 생산원가가 감소하는 효과가 존재한다(김지영, 2008).

8) 박과영·김갑성 (2014)에서와 같이 공공서비스 제공 도시 적정 규모인 인구 10만 미만, 10만 이상 - 50만 미만, 50만미만 등 인구규모별로 분류해 분석하였지만 통계적으로 유의미하지 않는 것으로 나타났다. 또한, 군이 시로 승격하기 위한 인구규모 기준인 15만미만, 15만 이상 분류를 통한 실증분석에서도 통계적으로 유의미하지 않았다.

9) 시설용량의 적정용량을 산정하는 것이 가동률의 특정수치를 유지하는 것은 아니다(이상은 외, 2008).

10) Shih 외(2004:13). <Figure 5> Distribution of Plant Production Costs by Size.

양정부 재정지원에 의존하지 않고 독립적으로 살림을 꾸려갈 수 있다는 것을 의미한다. 이와 관련하여 정재진(2012)의 연구에서 지방자치단체의 재정력이 높을수록 대상 상수도 공기업의 경영수익, 즉 경제적 효율성에 긍정적인 영향을 미쳤다는 점을 증명하였다. 자체 지방세와 세외수입으로 재정을 충당하는 지방자치단체와 해당 지역의 지방상수도공기업은 경제적 효율성의 측면에서 긍정적인 상승 작용을 기대할 수 있다는 것이다.

<표 6> 패널도짓분석 결과

지방상수도공기업 효율성		CCR 모형		BCC 모형	
		회귀계수	표준오차 (S.E)	회귀계수	표준오차 (S.E)
규모의 경제	인구규모(명)	.0082718	.0288527	.0531418	.0331991
	시설용량(m ³)	-.0372439	.0203442*	-.0412646	.0230206*
범위의 경제	통합운영여부	.0480057	.0138399***	.0515695	.0155841***
밀도의 경제	인구밀도(인구수/m ²)	.0305589	.0120873**	.0369332	.0137611***
통제 변수	재정자립도(%)	.0027795	.0008964**	.000703	.0010112
	1인당 지방세부담액(천원)	-.004452	.0109708	-.0154345	.0123331
F(LR)		43.52		37.96	
Pseudo R2		0.0000		0.0000	
Log likelihood		569.46117		447.17763	
n		1044		1044	

V. 결론 및 시사점

본 연구는 전체 지방상수도공기업 중 광역시(특별시)·도와 통·폐합 지역을 제외한 87개 지방상수도공기업을 대상으로 효율성을 측정하고, 그 영향을 미치는 요인을 도출하고자 하였다. DEA/window를 통해 지방상수도공기업의 효율성을 측정하고, 2002년부터 2013년까지 12년간의 효율성 변화 추이를 살펴보고자 하였다. 또한, 효율성에 미치는 지역의 시장 및 생산구조에 대한 경제적 특성을 규모의 경제, 범위의 경제, 밀도의 경제로 구분하여 패널도짓 분석을 통해 규명하고자 하였다. 이로써 지방상수도공기업 효율성을 개선시키기 위한 정

책적 함의를 제공하였다.

분석결과, DEA/window를 통해 87개 지방상수도 공기업의 효율성을 측정하였는데, 기술효율성, 순수기술효율성, 그리고 규모의 효율성 모두 2002년부터 2013년까지 계속 증가하였지만 연도별로는 소폭 상승한 것으로 나타났다. 지방상수도공기업의 효율성 영향요인을 분석한 결과, 지방상수도공기업은 범위의 경제뿐만 아니라 밀도의 경제, 그리고 지역의 재정 능력도 고려해야 하는 것으로 나타났다. 반면, 규모의 경제를 측정하는 변수인 인구규모는 지방상수도공기업 효율성과 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 범위의 경제를 나타내는 상수도 통합운영 요인과 밀도의 경제를 측정하는 지표인 인구밀도요인이 지방상수도공기업 효율성에 미치는 영향에 대한 시사점은 다음과 같다. 상수도 통합운영은 비용절감을 통해 지방상수도공기업의 범위의 경제를 실현하는 것뿐만 아니라 체계적이고 일관된 물 계획 수립을 통해 보다 안정적인 물 공급 서비스도 가능하다는 측면에서 적극적으로 제고할 필요가 있다. 또한, 지방상수도공기업의 효율성을 개선시키기 위해서는 규모의 경제를 실현하여 단위 서비스 비용을 줄이는 것보다 지방상수도공기업을 집약적으로 운영함으로써 밀도의 경제를 실현하는 것이 더 바람직함을 시사한다. 권일웅·조수연(2012)의 논문에서 지적 하듯이 지방상수도사업의 통합운영에서 규모의 경제효과는 지역에 따라 큰 차이를 가질 수 있으므로 획일적 통합보다는 체계적이고 탄력적으로 추진하는 것이 효과를 더 높일 수 있을 것이다. 이와 같이 상수도서비스는 사회 및 시장구조, 환경, 지역경제 등의 요소가 함께 내포하고 있기 때문에 이들을 고려해야 하며, 여러 이해관계가 조화를 이루도록 하는 것이 무엇보다 중요하다. 한편 지방상수도공급에 있어 인구규모나 시설용량 측면에서 규모의 경제가 발견되지 않는 것으로 나타나는데 이는 선행연구와 차별화되는 점으로 추후 심도 있는 논의 및 추가연구의 필요성을 제기할 수 있을 것이다.

본 연구는 분석에 있어, 방법적 한계를 보완하기 위해 종단면 데이터(패널 데이터)를 활용하여 분석의 적실성을 높이고자 하였다. 하지만, 지방상수도공기업 효율성 영향요인을 경제적 측면을 중심으로 분석함에 있어서 지역 고유의 특성 등 다양한 변수들을 활용하지 못했다. 무엇보다 2013년 기준 전체 116개 지방상수도공기업 중 동일한 데이터를 확보할 수 있는 87개만을 대상으로 분석하였기 때문에 일반화의 한계 등을 지적할 수 있다. 향후 연구에서는 지방상수도공기업의 경제성뿐만 아니라 형평성, 민주성 등의 가치를 측정할 수 있는 지표 설정을 비롯해서 지방상수도공기업의 운영주체에 따른 특징에 대해 보다 실증적으로 분석하는 등 상수도부문에 있어서 다양한 연구가 이루어져야 할 것이다.

【참고문헌】

- 고광홍. (2001). 지방상수도사업의 성과측정에 관한 실증적 연구. 『회계연구』, 6(2):273-295.
- 고광홍·이도희. (2008). 상수도사업의 효율적 운영관리 방안을 위한 DEA 성과분석. 『한국회계학회보』, 2007(2):1-20.
- 권일웅·조수연. (2012). 지방상수도 통합운영에 따른 규모의 경제 원인 분석. 『산업조직연구』, 20(4):1-24.
- 김상문. (2012). 확률프런티어 분석(SFA)에 의한 지방상수도 효율성 평가. 한국수자원공사 (K-Water). 『저널 물 정책·경제』, 19(0):73-89.
- 김선재·이영화. (2013). 한국 의료서비스산업의 규모 및 범위의 경제와 그 정책적 시사점. 『한국콘텐츠학회보』, 13(11):176-186.
- 김성욱·문옥륜. (2000). 지역사회 정신보건사업기관의 효율성 평가: 비율분석과 자료포락분석 방법을 적용하여. 『보건경제와 정책연구』(구 『보건경제연구』), 6(2): 83-115
- 김의준. (1997). 우리 나라 지방상수도서비스의 광역운영에 따른 지역경제 효과. 『국토연구』, 26(0): 73-84.
- 김현아. (2015). 물공급 재정효율성 개선방향. 『한국조세재정연구원』, 재정포럼25-43.
- 김형섭. (2009). 독일에 있어 생존배려의 주체로서 공기업과 경제성원리에 관한 소고. 『토지공법연구』, 43(2):611-635.
- 권오상·홍종호. (2006). 수도산업의 규모탄력성 및 기술효율성 분석. 『산업조직연구』, 14(3): 61-85.
- 박과영·김갑성. (2014). 도시 공공서비스의 효율적 공급을 위한 적정 도시규모 분석 : 지방 상수도서비스를 대상으로. 『한국도시행정학회』, 27(2):231-261.
- 박경돈. (2012). 지방의료원의 성과와 환경요인. 『한국행정연구』, 21(1):189-217.
- 박상인. (2005a). 한국 지방상수도산업의 규모의 경제에 대한 계량적 분석. 『산업조직연구』, 13(2):1-19.
- 박상인. (2005b). 공주지역 상수도 사업 광역화 효과에 대한 연구. 『행정논총』, 43(2): 181-202.
- 배수호·홍성우·조세현. (2010). 지방상수도사업 비용의 영향요인 분석. 『한국정책학회보』, 19(4):415-440.
- 박선영 외. (2012). 초월대수 비용함수를 이용한 하수도 부문의 규모의 경제성 평가. 『국토연구』, 74:35-46.
- 박용성 외. (2011). 지방상수도 민영화정책 변동과정에 관한 연구. 『지방정부연구』, 14(4): 211-232.

- 박진선. (2014). 「DEA window를 활용한 국내컨벤션센터의 효율성 변화 분석에 관한 연구」. 경희대학교 관광대학원 석사학위 논문.
- 문경주. (2009). 공공도서관의 효율성 측정과 평가: 부산지역 21개 공공도서관을 중심으로. 『서울행정학회보』. 20(2).
- 문현주·정아영. (2013). 지속가능한 상하수도 재정체계 구축 및 운용방안 연구. 『한국환경정책평가연구원』.
- 소일섭. (2013). 지방공기업 부채관련 재무건전성 평가와 재정위험 감축대책. 『한국조세재정연구원』.
- 신유호·최정우. (2015). 지방하수도 공기업 효율성의 결정요인 연구. 『한국지방재정논집』. 20(1):1-26.
- 유금록. (2001). 지방하수도사업의 효율성 - 확률변경분석. 『한국행정학보』. 35(4):75-295.
- _____. (2002). 외환위기 이후 지방상수도사업의 생산성 변화 분석. 『한국행정학보』. 36(4): 281-302.
- _____. (2011). 잔여기준 자료포락분석을 이용한 지방공기업의 효율성 평가. 『정책분석평가학회보』. 21(4):61-85.
- _____. (2012a). 지방하수도공기업의 생산성 및 기술진보 평가. 『한국행정학보』. 46(1):157-181.
- _____. (2012b). 지방공기업의 효율성 및 규모수의 평가: 지방하수도공기업에 대한 방향거리합수모형의 적용 『행정논총』. 50(1):67-90.
- _____. (2013). 방향거리합수모형을 이용한 지방상수도공기업의 운영효율성과 규모효율성, 규모경제 평가. 『한국행정학보』. 47(2):275-312.
- _____. (2015). 지방직영기업의 효율성과 기술격차 측정: 지방하수도공기업의 메타변경분석. 『한국행정학보』. 49(1):193-222.
- 유지연. (2014). 지방상수도공기업의 위탁운영이 비용효율성에 미치는 영향에 관한 연구. 『한국지방재정논집』. 19(2):101-131 .
- 윤경준·원구환. (1996). 지방정부 직영기업의 상대적 효율성 평가 - 도시 상수도사업에 대한 Data Envelopment Analysis -. 『한국행정연구』. 5(4):4119-4139.
- 원구환. (1998). 확률변경생산함수를 이용한 공익사업의 비용효율성 측정 ; 지방상수도사업의 패널자료를 중심으로, 『한국정책학회보』. 7(3):287-306.
- 엄준용. (2010). 「DEA를 활용한 대학원의 효율성 분석」. 고려대학교 박사학위 논문
- 이건남. (2012). 자료포락분석(DEA)과 토빗분석(Tobit)을 활용한 대학의 효율성 분석. 『인문사회과학연구』. 13(2):267-293.
- 이상은·신은허·최동진·박희경. (2008). 국내 상수도시설의 과다 용량설계 현황 분석 및 대안 제시. 『한국물환경학회 공동추계학술발표회』. 324-326.
- 이태관. (2013). 한국과 일본의 물관리행정 비교 고찰. 『일본근대학연구』. 40:243-258.

- 장덕희·신열. (2009). 지방상수도 공급방식의 변화에 따른 효율성 비교분석. 『한국정책과학학회보』. 13(1):145-165.
- 정재진. (2012). 지방상수도 우수율과 경영수익 결정 요인에 대한 연구: 지방공기업 경영평가 지표의 개선 방안을 중심으로. 『한국정책연구』. 12(1):139-159.
- 조임곤. (2014). 지방직영기업의 부채감축 및 재정건전성 관리방안: 요금현실화를 중심으로. 『지방행정연구』. 28(2):3-22.
- 조형석·문상호. (2007). 지방하수도사업의 효율성 평가 -DEA와 Tier분석을 중심으로-. 『지방행정연구』. 21(1):123-151.
- 주선미·배용수. (2008). 지방공공서비스 공급의 규모와 범위, 수도서비스의 광역화와 통합화. 『한국지방자치연구』. 21(4):49-69.
- 주희진. (2010). 『우리나라 국립공원의 생산성 분석에 관한 연구: DEA-window 모형과 MPI의 활용을 중심으로』. 성균관대학교 국정관리대학원 석사학위 논문.
- 지홍민. (1996). 미국 손해보험산업의 효율성 측정: DEA 기법 적용. 『금융학회지 창간호』. :117.
- 행정자치부. (2002). 2002 회계연도 지방공기업 결산자료.
- 행정자치부. (2003). 2003 회계연도 지방공기업 결산자료.
- 행정자치부. (2004). 2004 회계연도 지방공기업 결산자료.
- 행정자치부. (2005). 2005 회계연도 지방공기업 결산자료.
- 행정자치부. (2006). 2006 회계연도 지방공기업 결산자료.
- 행정자치부. (2007). 2007 회계연도 지방공기업 결산자료.
- 행정자치부. (2008). 2008 회계연도 지방공기업 결산자료.
- 행정자치부. (2009). 2009 회계연도 지방공기업 결산자료.
- 행정자치부. (2010). 2010 회계연도 지방공기업 결산자료.
- 행정자치부. (2011). 2011 회계연도 지방공기업 결산자료.
- 행정자치부. (2012). 2012 회계연도 지방공기업 결산자료.
- 행정자치부. (2013). 2013 회계연도 지방공기업 결산자료.
- 행정자치부. (2014). 2014 회계연도 지방공기업 결산자료.
- 클린아이 경영공시 <http://www.cleaneye.re.kr>(검색일: 2015.07.14.).
- 재정고 <http://www.lofin.mospa.go.kr>(검색일: 2015.07.14.).
- Kazuo Aidaa, William W. Cooperb, Jésus T. Pastorc, Toshiyuki Sueyoshid. (1998). Evaluating Water Supply Services in Japan with RAM: a Range-adjusted Measure of Inefficiency. 26(2):207 - 232.
- Sherman, H. D. (1984). Hospital Efficiency Measurement and Evaluation:

- Empirical Test of a New Technique. *Medical care*. 22(10), 922-938.
- Susila Munisamy. (2009), Efficiency and Ownership in Water Supply: Evidence from Malaysia. *International Review of Business Research Papers*. 5(6):148-260.
- Andrés J. Picazo-Tadeoa, Francisco J. Sáez-Fernándezb, Francisco González-Gómezc. (2009). The role of environmental factors in water utilities' technical efficiency. Empirical evidence from Spanish companies, *Applied Economics*. 41(5):615-628.
- Charnes, A., W.W. Cooper and E. Rhodes. (1978). Measuring the efficiency of decision of making units. *European Journal of Operational Research*. 2(6):219-444.
- Jhih-Shyang Shih, Winston Harrington, William A. Pizer, and Kenneth Gillingham. (2004). Economies of Scale and Technical Efficiency in Community Water Systems. *Resources for the future*. 4-15.

서 선 재 : 성균관대학교 국정전문대학원에서 2011년 '신재생에너지 지방보급사업 보조금 결정요인 분석 - 정치적 요인을 중심으로' 논문으로 석사학위를 취득하고, 현재 박사과정 재학 중이다. 주요 관심분야는 정책분석 및 평가, 거버넌스, 환경복지, 환경정책 등이다. (ssj5592@naver.com)

이 선 호 : 성균관대학교 행정학과를 졸업하고, 성균관대학교 국정전문대학원에서 석박통합과정을 재학 중이다. 주요 관심분야는 사회자본과 공동체 분야이다. (sunho2014@naver.com)

한 창 목 : 성균관대학교 사회과학부에서 행정학과를 졸업하고, 같은 학교 대학원인 국정전문대학원에서 석사과정을 재학 중이다. 주요 관심분야는 공공관리와 협력적 거버넌스이다. (nagnet5462@gmail.com)

[부록] 지방상수도공기업(87개)의 연도별 효율성

〈표 1〉 지방상수도공기업(87개)의 연도별 효율성(CCR 모형)

DMU	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
가평군	0.4624	0.2532	0.2659	0.2452	0.2330	0.2481	0.2650	0.2776	0.2607	0.2353	0.2277	0.2160
강릉시	0.3032	0.3707	0.2860	0.2008	0.2045	0.2014	0.2020	0.2020	0.2060	0.2083	0.2207	0.2282
거제시	0.4911	0.3397	0.5212	0.5152	0.5178	0.5137	0.7006	0.7003	0.7015	0.8545	0.8133	0.8800
경산시	0.3865	0.5284	0.3224	0.2962	0.2460	0.2422	0.2658	0.2583	0.2745	0.2922	0.2869	0.3081
경주시	0.2502	0.2106	0.2316	0.2692	0.1809	0.1962	0.2231	0.2246	0.2375	0.2437	0.2550	0.2861
고성군	0.9074	0.6569	0.4872	0.3686	0.3436	0.3280	0.3519	0.3540	0.3217	0.3256	0.3040	0.2826
고양시	0.5485	0.2628	0.9110	0.5669	0.5488	0.5913	0.5873	0.5649	0.5767	0.5366	0.5342	0.3653
공주시	0.3860	0.3515	0.3135	0.3284	0.3232	0.3653	0.3135	0.3373	0.3474	0.3351	0.2996	0.3851
과천시	0.3610	0.3739	0.3833	0.4393	0.3842	0.3573	0.3668	0.3831	0.4310	0.4461	0.3868	0.4609
광명시	0.5499	0.2485	0.4778	0.5820	0.6512	0.6683	0.6521	0.6336	0.6281	0.7746	0.7832	0.4083
광양시	0.5002	0.4632	0.4408	0.4642	0.4558	0.4570	0.4667	0.4636	0.4682	0.4889	0.4339	0.4797
광주시	0.2342	0.4237	0.3232	0.2946	0.2371	0.2374	0.2457	0.2607	0.4639	0.4055	0.4393	0.5035
구리시	0.3947	0.4947	0.3887	0.4546	0.4532	0.4794	0.4840	0.4702	0.4918	0.4705	0.4459	0.4609
구미시	0.8629	1.0000	0.5840	0.5746	0.5506	0.5497	0.5125	0.5111	0.5203	0.5029	0.4863	0.3029
군산시	0.4054	0.6985	0.4238	0.4134	0.4041	0.4546	0.4112	0.4382	0.4750	0.5214	0.5166	0.3102
군포시	0.4551	0.2805	0.5580	0.4989	0.5466	0.5328	0.5521	0.5513	0.5705	0.4568	0.4624	0.2958
김제시	0.3722	0.3837	0.3037	0.2891	0.3368	0.3118	0.2959	0.2838	0.2791	0.2817	0.2796	0.4237
김천시	0.3971	0.2536	0.3215	0.3320	0.3458	0.3311	0.3308	0.3073	0.3281	0.3120	0.3034	0.4107
김해시	0.2175	0.3094	0.1965	0.2192	0.2253	0.2318	0.2670	0.2697	0.2808	0.2829	0.2825	0.7455
나주시	0.3726	0.3752	0.3501	0.3080	0.3113	0.3032	0.3218	0.6384	0.6897	0.6897	0.6648	0.9230
남양주시	0.2948	0.2752	0.2982	0.3262	0.3511	0.3694	0.3829	0.3829	0.4326	0.4126	0.3944	0.3913

DMU	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
남원시	0.4922	0.3884	0.3100	0.3170	0.2964	0.3000	0.3166	0.2997	0.2856	0.2842	0.2581	0.3136
논산시	0.4563	0.3262	0.7387	0.8097	0.8199	0.6895	0.6951	0.7011	0.6389	0.7931	0.8284	0.2236
동두천시	0.3856	0.3138	0.2944	0.3102	0.2699	0.7276	0.9052	0.9826	0.9952	1.0000	0.9499	0.3236
동해시	0.3392	0.2766	0.2491	0.2670	0.2381	0.2418	0.2651	0.2722	0.2773	0.2849	0.3299	0.5202
목포시	0.3031	0.2612	0.3154	0.2702	0.2840	0.2862	0.2959	0.3022	0.3188	0.3179	0.3150	0.3318
문경시	0.3537	0.3218	0.2375	0.2263	0.2052	0.2065	0.2021	0.1960	0.1955	0.2021	0.2020	0.2605
밀양시	0.4738	0.2522	0.3768	0.3584	0.3649	0.2962	0.2872	0.2886	0.2930	0.2946	0.2894	0.5480
보령시	0.4465	0.7015	0.3534	0.3882	0.3463	0.3431	0.3606	0.3460	0.3216	0.2845	0.2465	0.2585
부천시	0.3343	0.2049	0.5251	0.3799	0.4031	0.3871	0.3749	0.3656	0.3886	0.3944	0.3890	0.4721
사천시	0.3791	0.4990	0.4006	0.4073	0.5594	0.5435	0.5212	0.5741	0.6340	0.6367	0.6294	0.3343
삼척시	0.2793	0.1901	0.2330	0.2534	0.2581	0.2685	0.2776	0.2811	0.2687	0.2854	0.2768	1.0000
상주시	0.2410	0.1687	0.3040	0.2758	0.2541	0.2645	0.2685	0.2777	0.2907	0.3171	0.2725	0.3299
서산시	0.4165	0.3095	0.4978	0.5038	0.4371	0.5500	0.6663	0.7176	0.6918	0.6556	0.6694	0.1298
성남시	0.2961	0.1649	0.3929	0.3462	0.3520	0.3341	0.3416	0.3363	0.3008	0.2908	0.2862	0.5009
속초시	0.3232	0.5782	0.2425	0.2533	0.2567	0.2749	0.2720	0.2738	0.2516	0.2757	0.2992	0.3194
수원시	0.3842	0.1635	0.8337	0.4228	0.4271	0.4827	0.4845	0.4737	0.4850	0.4741	0.4709	0.4568
순천시	0.4165	0.3355	0.2910	0.2938	0.2982	0.2975	0.3001	0.2840	0.3010	0.3396	0.3288	0.7212
시흥시	1.0000	0.7591	0.8502	0.8458	0.8683	0.8396	0.9668	1.0000	1.0000	0.9990	1.0000	0.1689
아산시	0.3652	0.2544	0.3947	0.3996	0.3962	0.3377	0.3486	0.3015	0.3198	0.3330	0.3332	0.3329
안동시	0.2884	0.2668	0.2663	0.2989	0.3046	0.2952	0.3088	0.2585	0.2752	0.1918	0.1723	1.0000
안산시	0.4508	0.3580	0.7547	0.4553	0.4726	0.4507	0.4683	0.4545	0.4704	0.4876	0.4926	0.3113
안성시	0.3680	0.4231	0.6274	0.4821	0.5031	0.4991	0.5047	0.4715	0.4118	0.3667	0.3501	0.2605
안양시	0.3038	0.2385	0.6067	0.3552	0.3711	0.3534	0.3353	0.3442	0.3479	0.3360	0.3278	0.3900
양산시	0.2783	0.4429	0.3573	0.3807	0.3646	0.3654	0.3651	0.3748	0.3365	0.3915	0.4246	0.2755
양주군	0.5171	0.5010	0.3618	0.3345	0.3230	0.3403	0.4442	0.8878	0.8859	0.8978	0.9262	0.2986
양평군	0.2489	0.1019	0.2201	0.2183	0.2123	0.2212	0.2310	0.1642	0.1621	0.1607	0.1650	0.6631

DMU	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
여수시	0.2778	0.2038	0.2024	0.2224	0.2356	0.3212	0.2963	0.3148	0.3282	0.3204	0.3557	0.3124
여주군	0.4182	0.3938	0.2990	0.2793	0.2887	0.2870	0.2683	0.2843	0.2959	0.2785	0.2407	1.0000
연천군	0.2652	0.2533	0.2644	0.3355	0.3255	0.3233	0.3018	0.2986	0.2953	0.2632	0.2664	0.4374
영암군	0.2911	0.6300	0.2388	0.2426	0.2634	0.2857	0.2874	0.2708	0.2709	0.2743	0.2791	0.4339
영월군	0.6190	0.1998	0.5185	0.3118	0.2736	0.2516	0.2472	0.2108	0.2042	0.1909	0.2352	0.2454
영주시	0.3583	0.2591	0.2658	0.2815	0.3171	0.3253	0.3231	0.3322	0.2730	0.2570	0.2546	0.3880
영천시	0.3596	0.3088	0.2511	0.2185	0.2240	0.2093	0.1906	0.1853	0.1870	0.1834	0.1265	0.1883
예산군	0.4932	0.5308	0.4841	0.4345	0.3754	0.3681	0.3589	0.3825	0.4042	0.2830	0.2255	0.5425
오산시	0.8538	0.5445	0.8932	0.9019	0.9411	0.9094	0.9253	0.7514	0.7586	0.6630	0.6732	1.0000
옥천군	0.5031	0.5249	0.4378	0.4347	0.4169	0.4136	0.3384	0.3015	0.3081	0.2844	0.2809	0.4510
완주군	0.9749	0.8120	0.8736	0.9447	1.0000	1.0000	0.9985	0.9730	0.9801	1.0000	0.9990	0.2545
용인시	0.4977	0.2673	0.6889	0.4239	0.4192	0.4545	0.4421	0.4120	0.4377	0.4402	0.4525	0.2457
울진군	1.0000	0.7230	0.5657	0.5106	0.3890	0.3446	0.3342	0.2592	0.2388	0.2186	0.1951	0.2058
원주시	0.2763	0.2819	0.2607	0.3863	0.4391	0.4993	0.4468	0.4248	0.4267	0.4915	0.5001	0.5056
의왕시	0.4575	0.3875	0.3948	0.4045	0.3827	0.3628	0.3957	0.3740	0.3969	0.3649	0.3615	0.2104
의정부시	0.5853	0.4537	0.5539	0.5297	0.5643	0.4840	0.4823	0.4830	0.5468	0.4610	0.4565	0.2800
이천시	0.3966	0.2548	0.3440	0.3275	0.3262	0.3537	0.3660	0.3567	0.3145	0.2897	0.2766	0.5488
익산시	0.4256	0.5675	0.3577	0.3820	0.4053	0.3302	0.3229	0.3338	0.3639	0.4015	0.3955	1.0000
인제군	0.3389	0.2487	0.2550	0.2960	0.3372	0.3328	0.2534	0.2392	0.2507	0.2394	0.2057	0.8843
전주시	0.4003	0.4657	0.4750	0.5453	0.4835	0.5869	0.5845	0.5893	0.6047	0.6003	0.5968	0.3072
정선군	0.2911	0.2465	0.1977	0.2010	0.2481	0.2975	0.2893	0.2769	0.2780	0.3054	0.3468	0.3378
정읍시	0.4252	0.3532	0.4234	0.4957	0.5360	0.5434	0.4881	0.5069	0.5105	0.4882	0.4939	0.2119
제천시	0.2538	0.6116	0.2327	0.2596	0.2535	0.2827	0.3105	0.2715	0.2591	0.2393	0.2399	0.3098
진주시	0.2686	0.2838	0.2519	0.2182	0.2108	0.2302	0.2344	0.2220	0.2249	0.2372	0.2437	0.2489
창녕군	0.6130	0.6277	0.5652	0.5786	0.5788	0.5680	0.2510	0.2767	0.2505	0.2604	0.2220	0.1992
천안시	0.3926	0.7639	0.5001	0.5109	0.4858	0.3899	0.4554	0.4420	0.4727	0.4974	0.4924	0.5056

DMU	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
칠원군	0.5456	0.2730	0.5448	0.5284	0.6128	0.4523	0.2616	0.2576	0.2457	0.2520	0.2474	0.2483
청주시	0.4014	0.5623	0.3743	0.4356	0.4371	0.4003	0.4379	0.4096	0.4620	0.4701	0.4947	0.5135
춘천시	0.2398	0.3884	0.2334	0.2570	0.2673	0.2754	0.2745	0.2798	0.2576	0.2275	0.2186	0.2092
충주시	0.3254	0.3633	0.2772	0.3050	0.2986	0.3030	0.3128	0.3104	0.3304	0.2762	0.2676	0.2708
태백시	0.2085	0.1862	0.1751	0.2163	0.2498	0.2791	0.2787	0.2825	0.3467	0.4079	0.4339	0.4739
통영시	0.4695	0.4126	0.5227	0.6285	0.6723	0.7447	0.8187	0.8858	0.9568	1.0000	0.9915	0.9990
파주시	0.3073	0.2529	0.2876	0.3042	0.3235	0.3269	0.3280	0.2916	0.7035	0.9068	0.9179	0.8887
평창군	0.2861	0.2730	0.1467	0.1516	0.1560	0.1952	0.2103	0.2184	0.1867	0.1715	0.1713	0.2657
평택시	0.3650	0.3726	0.3886	0.3800	0.3735	0.4113	0.3753	0.3236	0.3519	0.3327	0.3532	0.3380
포천군	0.2957	0.1874	0.2663	0.2444	0.2472	0.2531	0.2653	0.2430	0.2573	0.2310	0.2061	0.2046
포항시	0.2756	1.0000	0.2719	0.3302	0.3162	0.3175	0.3094	0.2793	0.3158	0.3197	0.3490	0.3350
하남시	0.4071	0.2924	0.3787	0.3951	0.4129	0.3218	0.3424	0.3308	0.3497	0.3414	0.3362	0.3112
홍천군	0.2365	0.1800	0.2044	0.2570	0.2764	0.2839	0.2802	0.2805	0.3041	0.2937	0.2512	0.2477
화성시	0.3311	0.3230	0.4066	0.4460	0.4235	0.4418	0.4662	0.4578	0.5007	0.5200	0.5347	0.5134

〈표 2〉 지방상수도공기업(87개)의 연도별 효율성(BCC 모형)

DMU	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
가평군	0.7322	0.3368	0.3469	0.3219	0.3144	0.3295	0.3307	0.3391	0.3355	0.2932	0.2733	0.2672
강릉시	0.3331	0.4497	0.3087	0.2143	0.2148	0.2095	0.2107	0.2101	0.2115	0.2099	0.2222	0.2288
거제시	0.5683	0.3984	0.6106	0.5941	0.5628	0.5504	0.7574	0.7431	0.7232	0.8621	0.8251	0.8815
경산시	0.3918	0.545	0.3372	0.3128	0.2575	0.2519	0.2762	0.2689	0.2831	0.2941	0.2889	0.3085
경주시	0.2922	0.2431	0.271	0.2996	0.2006	0.2129	0.2417	0.2385	0.246	0.2453	0.2563	0.4038
고성군	1	0.7037	0.7521	0.6415	0.5789	0.4865	0.4928	0.4962	0.4494	0.4822	0.4269	0.3099
고양시	0.6358	0.4482	1	0.6978	0.7828	0.8771	0.8697	0.8484	0.9129	0.8839	0.8751	0.4153
공주시	0.4911	0.4799	0.3908	0.3996	0.3758	0.403	0.3499	0.3642	0.3654	0.3581	0.3235	0.3954
과천시	0.386	0.4019	0.4197	0.4888	0.4188	0.3936	0.3976	0.4114	0.4497	0.4518	0.4181	0.4629
광명시	0.5515	0.2583	0.4915	0.5974	0.6694	0.6862	0.6697	0.651	0.6414	0.8023	0.8122	0.4086
광양시	0.5383	0.5137	0.4942	0.4958	0.4863	0.4827	0.4898	0.4847	0.4906	0.5009	0.4401	0.6635
광주시	0.2362	0.4359	0.3371	0.3054	0.2445	0.243	0.2517	0.2682	0.4766	0.4106	0.4495	0.6553
구리시	0.3977	0.5133	0.4039	0.4639	0.4613	0.4847	0.4898	0.4757	0.4958	0.4708	0.4461	0.4647
구미시	1	1	0.6203	0.6427	0.6944	0.6948	0.6381	0.7186	0.6726	0.6714	0.6342	0.3486
군산시	0.4218	0.7498	0.439	0.4255	0.4136	0.4591	0.3452	0.4388	0.511	0.6757	0.6704	0.3126
군포시	0.4617	0.2918	0.5657	0.5094	0.5559	0.5435	0.5635	0.5631	0.5812	0.4569	0.468	0.3326
김제시	0.4317	0.4704	0.3657	0.3659	0.4035	0.3821	0.365	0.3538	0.3324	0.3264	0.3219	0.5873
김천시	0.4546	0.2899	0.3685	0.3719	0.3751	0.3541	0.3546	0.3298	0.3479	0.3154	0.3037	0.4848
김해시	0.2264	0.323	0.2074	0.2273	0.2313	0.2349	0.2694	0.2721	0.2819	0.283	0.2825	0.7483
나주시	0.5098	0.4405	0.5057	0.3891	0.39	0.383	0.4049	0.817	0.8904	0.8512	0.795	0.9285
남양주시	0.3024	0.2854	0.3075	0.3361	0.3584	0.3748	0.386	0.3843	0.4335	0.4346	0.4298	0.3943
남원시	0.7054	0.5446	0.3903	0.3753	0.346	0.3622	0.3775	0.3448	0.3377	0.3145	0.2779	0.3147
논산시	0.5968	0.3922	0.9136	0.9702	0.9188	0.7524	0.7312	0.7341	0.6594	0.7953	0.8312	0.2369
동두천시	0.4189	0.3702	0.3473	0.3511	0.2903	0.7879	0.9946	1	0.9953	1	0.9506	0.4635

DMU	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
동해시	0.4277	0.3619	0.3277	0.3339	0.2804	0.2777	0.3039	0.3122	0.3131	0.3082	0.3427	0.5402
목포시	0.3229	0.286	0.3367	0.2859	0.2967	0.297	0.3067	0.3129	0.3261	0.3208	0.3172	0.3322
문경시	0.3824	0.3479	0.3098	0.3067	0.2768	0.2715	0.2609	0.2522	0.2456	0.246	0.2379	0.3035
밀양시	0.851	0.372	0.532	0.4952	0.466	0.3683	0.3557	0.3666	0.3583	0.3461	0.3277	0.5487
보령시	0.5077	0.7966	0.457	0.4728	0.4141	0.4034	0.4126	0.3902	0.37	0.3265	0.2979	0.3703
부천시	0.3552	0.2736	0.5894	0.4381	0.4979	0.4807	0.4624	0.4514	0.4993	0.5652	0.5396	0.9186
사천시	0.4421	0.6191	0.4975	0.4889	0.7021	0.6359	0.5815	0.6112	0.6539	0.642	0.6335	0.3356
삼척시	0.4463	0.2582	0.3376	0.3466	0.3425	0.3454	0.3551	0.3431	0.3132	0.316	0.3068	1
상주시	0.304	0.1978	0.358	0.323	0.3044	0.3067	0.3144	0.318	0.3283	0.3448	0.3046	0.3302
서산시	0.5703	0.3598	0.5909	0.5755	0.5254	0.6368	0.7111	0.7449	0.7045	0.6586	0.6741	0.1374
성남시	0.2978	0.2647	0.4556	0.437	0.461	0.4405	0.448	0.4378	0.4305	0.4337	0.4231	1
속초시	0.3666	0.698	0.2723	0.2889	0.2891	0.307	0.2994	0.3036	0.2757	0.2956	0.3111	0.3194
수원시	0.4451	0.3875	1	0.6689	0.7008	0.9588	0.9749	0.8999	0.9021	0.8855	0.8748	0.4591
순천시	0.4364	0.3539	0.3083	0.3086	0.3116	0.3099	0.3114	0.2938	0.3104	0.3468	0.3333	0.7217
시흥시	1	0.7679	0.8565	0.8517	0.8716	0.8406	0.971	1	1	1	1	0.1978
아산시	0.4109	0.2802	0.4225	0.4199	0.4107	0.348	0.3588	0.3128	0.3293	0.3419	0.3379	0.3334
안동시	0.2979	0.2848	0.2871	0.3137	0.3153	0.3046	0.3176	0.2665	0.2796	0.1943	0.1751	1
안산시	0.5559	0.5343	1	0.7789	0.8776	0.8431	0.9378	0.8346	0.9642	0.9585	0.9762	0.3113
안성시	0.3708	0.4389	0.6581	0.5035	0.5222	0.5151	0.5184	0.4868	0.4222	0.3768	0.3566	0.2807
안양시	0.3054	0.2407	0.6156	0.3581	0.3926	0.3653	0.3356	0.3451	0.2611	0.3363	0.3376	0.619
양산시	0.3013	0.4954	0.3874	0.4084	0.3858	0.3824	0.3812	0.3902	0.3468	0.3962	0.4259	0.2918
양주군	0.5193	0.5182	0.3741	0.3437	0.3324	0.3485	0.4572	0.8896	0.8875	0.8993	0.9263	0.3528
양평군	0.4555	0.1528	0.3662	0.3427	0.3353	0.321	0.3119	0.2182	0.213	0.211	0.2026	0.6631
여주시	0.301	0.2332	0.237	0.245	0.2529	0.3354	0.3084	0.3252	0.3339	0.3204	0.3572	0.423
여주군	0.4719	0.4547	0.376	0.3492	0.3412	0.3315	0.3063	0.3225	0.3218	0.2987	0.2752	1
연천군	0.3518	0.3369	0.3398	0.3906	0.3796	0.3685	0.3377	0.3353	0.3214	0.2885	0.2852	0.773

DMU	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
영암군	0.3106	0.739	0.2844	0.3018	0.3136	0.3221	0.3176	0.3051	0.3029	0.29	0.2927	0.4341
영월군	0.8573	0.2442	0.7003	0.4314	0.3805	0.3516	0.3329	0.3236	0.3335	0.2979	0.4381	0.2461
영주시	0.4266	0.2806	0.4044	0.3533	0.3815	0.3769	0.3722	0.384	0.3217	0.3005	0.2904	0.3901
영천시	0.4195	0.3635	0.2862	0.2412	0.2466	0.2389	0.23	0.2198	0.2155	0.2077	0.1594	0.2388
예산군	0.5945	0.6826	0.5649	0.5065	0.5129	0.4929	0.4902	0.5087	0.5276	0.4062	0.3484	0.9915
오산시	0.8692	0.5669	0.9344	0.9328	0.9664	0.9288	0.9446	0.7883	0.7895	0.6799	0.6896	1
옥천군	0.7092	0.7322	0.6125	0.5863	0.5475	0.5452	0.4464	0.4075	0.4052	0.3823	0.3997	0.4825
완주군	1	0.8817	0.8977	0.9716	1	1	1	1	0.9898	1	1	0.256
용인시	0.5019	0.2716	0.7025	0.4248	0.4249	0.564	0.602	0.6008	0.6868	0.7274	0.8055	0.2467
울진군	1	0.7676	0.6852	0.6587	0.4852	0.4383	0.4344	0.4301	0.4181	0.3985	0.3734	0.2747
원주시	0.3167	0.3605	0.2914	0.4073	0.4583	0.5187	0.4637	0.4415	0.4429	0.5102	0.5169	0.8177
의왕시	0.4655	0.4022	0.4115	0.4169	0.3912	0.3679	0.4052	0.3875	0.4082	0.372	0.3693	0.2105
의정부시	0.5883	0.4599	0.563	0.5394	0.5681	0.4902	0.4875	0.4898	0.5595	0.4718	0.465	0.2807
이천시	0.4039	0.2667	0.3531	0.3328	0.3313	0.3574	0.3722	0.3655	0.3218	0.2962	0.2806	0.5494
익산시	0.4344	0.6187	0.3754	0.3996	0.4232	0.3414	0.3319	0.3417	0.3685	0.4018	0.3958	1
인제군	0.4753	0.3551	0.3575	0.3857	0.4136	0.3919	0.3132	0.293	0.3011	0.2854	0.2453	0.8888
전주시	0.407	0.5492	0.5393	0.6348	0.5742	0.8109	0.8134	0.8136	0.8329	0.9429	1	0.4733
정선군	0.4013	0.322	0.3476	0.3292	0.3477	0.3794	0.3734	0.3557	0.3363	0.349	0.4434	0.4874
정읍시	0.5212	0.4171	0.5542	0.5915	0.6265	0.6248	0.5199	0.5369	0.5338	0.5023	0.5107	0.2184
제천시	0.2878	0.7736	0.2678	0.2861	0.2733	0.2981	0.3223	0.2798	0.2646	0.2401	0.2404	0.3103
진주시	0.2812	0.3098	0.2685	0.234	0.2238	0.2396	0.2432	0.2291	0.2296	0.2385	0.2446	0.274
창녕군	0.7701	0.8436	0.854	0.8474	0.8595	0.8294	0.3564	0.3978	0.3433	0.3484	0.2979	0.2747
천안시	0.3947	0.7731	0.5035	0.528	0.5243	0.4303	0.5955	0.5803	0.7033	0.8087	0.813	0.8333
철원군	0.7662	0.3289	0.7225	0.7075	0.7374	0.5307	0.3166	0.3161	0.2933	0.2914	0.2808	0.282
청주시	0.4069	0.5729	0.3777	0.5076	0.5304	0.4923	0.5584	0.5124	0.6204	0.6787	0.7286	0.7662
춘천시	0.2436	0.423	0.2463	0.266	0.2755	0.2827	0.2819	0.2884	0.2651	0.2279	0.2188	0.2093

DMU	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
충주시	0.3338	0.4176	0.3017	0.3211	0.3109	0.3135	0.3226	0.3191	0.3386	0.278	0.2695	0.2715
태백시	0.3831	0.3609	0.3299	0.3488	0.3796	0.3912	0.4062	0.3984	0.4456	0.4772	0.499	0.527
통영시	0.5795	0.5263	0.6713	0.7402	0.7666	0.8235	0.8926	0.9464	1	1	0.9956	1
파주시	0.3224	0.2624	0.2981	0.3146	0.3303	0.3315	0.3335	0.3007	0.7063	0.9075	0.9184	0.8891
평창군	0.341	0.3141	0.3058	0.2971	0.2472	0.2797	0.2767	0.2816	0.2444	0.247	0.2734	0.4733
평택시	0.3699	0.3801	0.3934	0.3851	0.3775	0.4123	0.3761	0.3247	0.379	0.3977	0.4651	0.4937
포천군	0.3337	0.2022	0.3045	0.2614	0.2645	0.2664	0.2764	0.2544	0.2663	0.2369	0.2128	0.2113
포항시	0.2888	1	0.2889	0.3407	0.3244	0.3226	0.3138	0.2833	0.3185	0.3239	0.4047	0.4003
하남시	0.42	0.3053	0.4053	0.4226	0.4355	0.3349	0.3505	0.3375	0.3549	0.3438	0.3367	0.3117
홍천군	0.3292	0.2176	0.2941	0.3182	0.3249	0.3288	0.3244	0.3172	0.3299	0.3125	0.2806	0.274
화성시	0.335	0.3302	0.4176	0.4501	0.4326	0.4493	0.4695	0.4612	0.5774	0.7162	0.8259	0.8447