

## 공주지역 상수도 사업 광역화 효과에 대한 연구\*

박 상 인\*\*

### <目 次>

- I. 서 론
- II. 한국 상수도산업 현황
- III. 공주지역 상수도사업 통합효과 분석
- IV. 결 론

### <요 약>

본 논문은 공주지역(공주시·논산시·부여군)의 상수도사업 통합에 따른 비용절감효과를 연구한다. 상수도사업 통합에 따른 비용절감은 주로 취·정수장의 통·폐합과 단일화된 중앙관리에 따른 인원 감축에 의해 발생하는데, 상수도물 생산에 필요한 노동투입합수 추정치를 이용한 시뮬레이션 결과, 공주지역 상수도사업 통합은 최소한 약 6.3%에서 7.4%에 이르는 평균비용(단위원가) 절감효과를 유발할 것으로 추정된다.

【주제어: 상수도산업, 광역화, 규모의 경제, 공주지역】

---

\* 본 논문의 작성에 도움을 준 서울대학교 행정대학원의 이달근 교수님, 박사과정의 전성만, 최연태 계군, 한국수자원공사의 김덕중 과장님에게 감사한다. 저자는 또한 익명의 세 심사자의 지적과 한국한술진흥재단의 선도연구자지원사업(KRF-2004-041-B00115)의 학술연구비 지원에 감사한다. 그러나 모든 오류나 누락은 저자 본인의 책임임을 밝힌다.

\*\* 서울대학교 행정대학원 교수

## I. 서 론

수도사업의 광역화와 사업운영과 규제·감독 기능의 분리는 최근의 세계적 추세이다. 광역화는 다양한 형태의 사업자간 통합과 전문사업자의 대형화를 통해 이뤄지고 있다. 예를 들면, 프랑스는 자치단체 간 조합(syndicate) 형성, 영국은 인위적인 사업구역 개편, 네덜란드는 자발적 사업 통합 유도 등을 통해 광역화를 추진하였다. 한편 사업운영과 규제·감독 기능의 분리는 상수도 사업의 운영주체를 정부 직영조직에서 공사화, 민영화, 위탁 등에 의한 전문화의 추진을 통해 이뤄지고 있다. 광역화와 전문화를 통해 경쟁력을 확보한 전문기업들은 상수도물 서비스 개선, 급수 확대를 위한 적기 투자, 그리고 수질 악화, 기상 이변 등 미래의 위험 요인에 체계적 대응 등을 통해 역외, 국외 등의 상수도물 시장에 활발히 진출하고 있다. 그리하여 1990년대 이후, 베올리아, 수에즈, RWE와 같은 민간기업들이 전 세계인구의 8% 이상에게 상하수도 서비스를 공급하고 있는 실정이다.

이러한 세계적 추세에 맞춰, 한국 상수도산업의 재산성과 효율성을 향상시키고, 국제적 경쟁력을 갖춘 환경산업으로 육성하기 위한 산업구조개편에 대한 논의가 활발히 이루어지고 있는 것은 놀라운 일이 아니다. 환경부는 상수도 사업과 하수도 사업을 통합하고 유역단위로의 광역화와 민영화를 목표로 하는 “상수도 민영화 계획”을 2001년에 수립하였으며, 행정자치부는 23개 광역행정구역 단위의 지방공사 설립을 추진하는 “지방상수도사업 광역지방공사화 추진기획단”을 2002년에 구성하였다. 또한 정부혁신지방분권위원회는 지방재정건전화 차원의 “재정지출구조개혁”의 세부 추진과제로 “지방상수도 경영합리화”를 추진 중이며, 지속가능발전위원회는 “지속가능한 물 관리체계 구축”을 5대 과제 중 하나로 선정하고 있다. 최근에는 지방자치 단체들도 수도산업 구조개편에 적극적으로 참여하고 있다. 제주도는 규모의 경제 실현과 지역간 요금격차 해소를 위해 제주도내 4개 시·군(제주시, 서귀포시, 북제주군, 남제주군)의 통합을 추진하고 있으며, 논산시는 사업 운영과 시설개선을 통한 급수서비스 효율화를 위해 한국수자원공사와 30년간 시설운영, 시설개선, 요금 및 고객관리 등에 관한 위·수탁 계약을 체결하였다. 이상의 수도산업 개편 논의들은 아래 <표 1>과 같이 요약될 수 있다.

〈표 1〉 한국 수도산업 구조개편 방안의 유형

유 형		특 징
사업규모의 광역화	수계별	-4대 수계별 수도사업 규모의 광역화 추진 -환경부 유역청과 연계 기능
	행정구역별	-수도서비스의 공급단위를 광역행정구역 단위로 확대 -행자부의 23개, 공급단위 광역화 방안
운영체제의 전환	공사화	-수계 및 광역행정단위별로 통합과 공사화 실시 -책임경영제, 독립채산제 확립
	민영화	- 운영권의 민간위탁, 시설소유권의 민간소유 -사업자에 의한 가격설정과 정부규제
접근방법	자율적 개편	-중앙정부는 규제자로서 제도적 장치 마련 -수도사업자들이 자율적으로 효율적 운영모델 선택
	정부주도	-정부의 구조개편의 구체적 방안 설정 -수도사업자들의 보조적 역할 수행
종합		-광역화를 통한 효율성 증대 -운영체제의 전환을 통한 경영 효율성 증대 -수도개편에 따른 정부의 역할 변화

수도산업 구조 개편의 목적은 한정된 수자원의 효율적 이용과 공공성 유지 및 사업의 재무성 향상에 있다. 구체적으로는 지방상수도 사업규모의 영세성과 지자체 직영에 따른 비효율 극복, 수도사업자들의 자율적인 구조 개편 참여, 정부의 지원 및 규제기능 조정 등을 지향하고 있다. 그러므로 상수도산업 구조개편 논의들의 주된 관심은 사업규모의 광역화와 운영체제의 개선 및 이에 따른 가격정책의 변화 등에 있다.

본 논문은 공주지역(공주시·논산시·부여군)의 상수도사업 통합에 따른 비용절감효과 분석을 통한 상수도사업 광역화 효과 연구를 목적으로 한다. 이와 같은 사업 통합에 대한 연구는 공사화나 민영화 같은 운영체제의 변화와 직접적으로 관련된 문제라고는 볼 수 없으나, 영국의 경우에서 보듯이 민영화 및 그 이후의 인수·합병에 관한 심사에 있어서 중요한 기준으로 활용될 수 있다. 또한 광역화에 따른 규모의 경제 실현과 지역간 요금격차 해소 및 요금 인하를 통한 소비자 후생의 증가를 가능할 수 있게 한다.

수도산업과 관련된 학술적 연구는 지금까지 주로 규모의 경제나 범위의 경제 존재 여부에 대한 비용함수 또는 생산함수의 추정이나 상수도물 수요에 대한 회귀분석과 예측에 집중되고 있다. 전자의 예로 Ashton(1999), Garcia&Thomas(2001), Kim&Lee(1998), Mizutani&Urakami(2001), Ofwat(2004), 고광홍(2001), 박상인(2005) 등을 들 수 있으며, 후자의 예는 Hogland(1997), Martinez-Espineria(2000), Nauges&Thomas(1998), Nieswiadomy(1989) 등을 포함한다. 그러나, 저자의 지식 내에서는, 이러한 계량적 연구들이 구체적인 사업광역화의 효과를 시뮬레이션하는 데에 응용된 경우는 아직 없다. 그 주된 이유는 대부분의 선행 연구들이 Diewert and Wales(1987)나 Roller(1990)에서 제안된 reduced-form 비용함수에 기초해 현재의 산출량 수준에서(국지적으로) 규모의 경제가(혹은 범위의 경제가) 존재하는지 여부의 정보만을 제공할 수 있기 때문이다. 이에 반해 박상인(2005)에서 제시된 비용함수에 대한 구조적 접근(structural approach)은 규모의 경제의 원인과 계량적 측정을 가능하게 한다는 이점을 갖고 있다.

본 연구는 박상인(2005)에서 제시된 노동 투입량 함수의 추정치를 이용해 상수도 사업광역화에 따른 평균생산비용의 절감액을 시뮬레이션한다. 이러한 시뮬레이션은 객관적으로 검증가능한 방법이며, 다른 사례에도 쉽게 응용될 수 있다. 이러한 객관적 평가방식이 부재한 경우에 통상 수도산업의 광역화에 따른 비용 절감 등의 시뮬레이션은 자의적인 예상치나 비계량적인 특정 사업자의 내부자료에 의존하고 있는 실정이다.<sup>1)</sup> 회귀분석에 의한 계량적 추정법의 유용성을 구체적으로 살펴보기 위해, 본 논문의 상수도물 생산에 필요한 노동투입함수 추정치를 이용하는 계량적 추정법과 공주지역 상수도사업 통합에 따른 비용절감 효과를 예측한 수자원공사의 내부자료에 대한 비교분석을 수행하기로 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제II장에서는 우리나라 상수도산업의 현황을 개관한다. 제III장에서는 공주지역의 상수도사업 통합에 따른 비용절감 효과를 분석한다. 제IV장에서는 정책적 함의와 향후 과제를 논의함으로써 본 논문을 종결한다.

---

1) 예를 들어, 김길복 외 (2004)를 참고하라.

## II. 한국 상수도산업 현황

수도산업은 대규모 시설 투자가 필요한 장치산업으로서 규모의 경제가 현저하다는 특징이 있다. 아울러 수도 서비스는 생활필수품으로 공공성이 강하므로 전통적으로 상수도 산업은 공공부문의 규제 대상이 되거나 공공 부문에 의해 직접 운영되어 왔다.

한국 수도산업의 주요 특징 중 하나는 광역상수도, 지방상수도, 하수도 등의 수처리 단계에 따라 사업자가 분리되어 있다는 것이다. 지방상수도사업은 수도법 및 지방자치법에 의해 시설소유권 및 공급권한이 지방자치단체에게 부여되어 있다. 이에 반해 광역상수도는 수자원공사에 의해 운영되고 있으며, 하수도의 경우는 지자체 직영, 지방 공단, 민간 위탁 등의 다양한 형태로 운영되고 있다. 또한 광역상수도, 지방상수도, 하수도 사업구분에 따른 규제 기관이 다원화되어 있다(<표 2> 참조).

<표 2> 다원화된 수도정책 부서

사업구분	계획/재정	가격	경영/조직	수질
광역상수도	건설교통부	건교부(재경부)	건교부(기획예산처)	환경부
지방상수도	환경부	지자체(행자부)	행정자치부	환경부
하수도	환경부	지자체(행자부)	행정자치부	환경부

2003년 말 현재 지방상수도사업은 특별·광역시 7곳, 시 74곳, 군 84곳, 도 출장소 2곳 등 총 167개의 사업자에 의해 이루어지고 있다. 이중 101개 사업자는 지방공기업의 형태를 띠고 있고, 66개 사업자는 일반행정조직으로 운영되고 있다. 지방자치단체는 상수도의 계획 및 수도시설의 정비·확충, 요금체계 설정 등 상수 공급에 관한 모든 업무를 전담하며, 중앙정부는 공공 서비스로서의 기능을 유지하기 위한 법과 제도의 운영, 상수도 보급의 지역간 격차를 시정하기 위한 재정기능을 수행한다. 그러므로 지방상수도 서비스와 관련된 의사결정은 거의 지방자치단체에 의해 이루어진다고 볼 수 있다.

광역상수도과 지방상수도 사업의 분절과 지방상수도 사업의 행정구역별 범위확정 등은 개별 지방자치단체의 취·정수장 중복투자로 인한 투자

의 비효율성을 초래하기도 한다. 이를테면 서울시, 인천시, 성남시 등은 수도권광역상수도에서 원수를 공급받을 수도 있으나 강북취수장, 풍납취수장, 성남취수장 등을 자체 건립하였고, 용인시의 경우에는 광역상수도 계획과는 별도로 광주군과 공동으로 신규 상수도시설을 개발하였다. 또한 대구광역시가 경산시의 운문댐 광역상수 이용에 이의를 제기함으로써 인해 경산시가 대정 취·정수장 확장공사를 추진한 것과 같이 개별 지방자치단체들 간의 중복투자의 예도 있다.

사업규모의 측면에서 볼 때, 지방상수도 사업은 7대 특별·광역시를 제외하고는 평균 급수인구가 약 10만 명 내외의 영세규모로 운영되고 있다. 우리나라의 수도사업자의 규모를 일일급수량으로 측정할 때 서울특별시가 전체의 25%를 차지하고, 6개 광역시는 29%, 일반시들은 41%, 군 단위는 5%를 차지하고 있다. 수도공급의 경계가 인위적인 행정구역단위로 편성되어 있는 현재의 구조에서 상수도 사업규모는 해당 지역의 인구규모에 비례하므로 사업 규모의 지역간 편차가 심하다. 일례로 1개 특별시의 사업규모가 137개의 시·군 단위 지방상수도사업을 합친 규모보다 더 크다.

상수도 사업규모는 채산성과 밀접한 관계가 있다. 2001년 현재 167개 사업자 중 55개의 사업자가 적자를 기록하고 있는데, 이중 급수 인구 10만 명이하의 사업자 110개 중 41개 사업자들이 적자를 기록하고 있다. 반면, 급수 인구 50만 명이상의 규모를 가진 지방상수도사업자의 운영에서는 흑자로서 경영성과가 높게 나타나고 있다. 이는 규모가 클수록 사업의 경영성과가 높게 나타나고 있음을 보여주고 있다.

상수도 사업규모의 불균등성은 채산성뿐만 아니라 지방자치단체별 상하수도 보급률 차이에서도 반영되고 있다. 2002년 현재, 상수도 급수 보급율은 특별·광역시의 경우 98.5%이나 농어촌의 경우 31.1%로 전국평균인 88.7%보다 현저히 낮다.

지방자치단체간 수도요금의 격차 또한 심한데, 2002년 현재 톤당 수도료는 강원도 정선의 경우 954.8원인데 반해 경기도 과천시 276.5원이다. 이러한 지자체별 수도요금의 격차는 주로 상수도물 생산비용의 차이에서 기인한다. <표 3>은 사업규모별 평균생산비용인 평균총괄원가(단위원가)를 나타내고 있다. 단위원가는 급수 인구가 50만 명 이상이나 100만 명 미만인 시에서 가장 낮으며, 급수인구가 10만 명이하인 경우의 단위원

가는 급수 인구가 50만 명이상인 시의 단위원가들의 약 1.8배임을 알 수 있다. 이러한 사업규모별 평균생산비용 자료와 사업규모별 경영성과 자료는 상수도물 생산에 규모의 경제가 존재하며, 이러한 규모의 경제가 사업 규모별 상이한 경영성과를 초래하는 근본 요인일 수 있다는 추론을 가능하게 한다.

〈표 3〉 상수도물 평균생산비용

구분	특별·광역시 (7개)	50만 명이상 100만명 미만 8개 시	10만 명이상 50만명 이하 43개 시	10만 명이하 109개 시, 군
단위원가 (원/m <sup>3</sup> )	552.8	484.5	638.7	858.3

자료: 환경부, 「2002년 상수도 통계」

〈표 3〉의 평균총괄원가는 공기업경영분석과 결산 중 총괄원가계산서에서 계산한 평균비용개념으로, 자본비용(요금기저의 9%)을 원가로 계상하고 있다. 이에 반해 다음 장에서 추정할 노동투입량은 가변비용에 관한 추정치이므로 자본비용을 고려않는 손익계산서상의 비용과 더 가깝다고 할 수 있다.<sup>2)</sup>

### III. 공주지역 상수도사업 통합효과 분석

#### 1. 공주지역 상수도사업 현황

이 장에서는 상수도산업 광역화 효과의 구체적 논의를 위해 공주지역의 상수도사업 통합에 따른 비용절감 효과를 추정해 보기로 한다. 공주지역이란 공주시, 논산시, 부여군을 지칭하며, 유역 기준으로는 금강남부권의 일부이다. 2002년 기준으로, 공주지역의 상수도물 연간 소비량은 약 1천7백

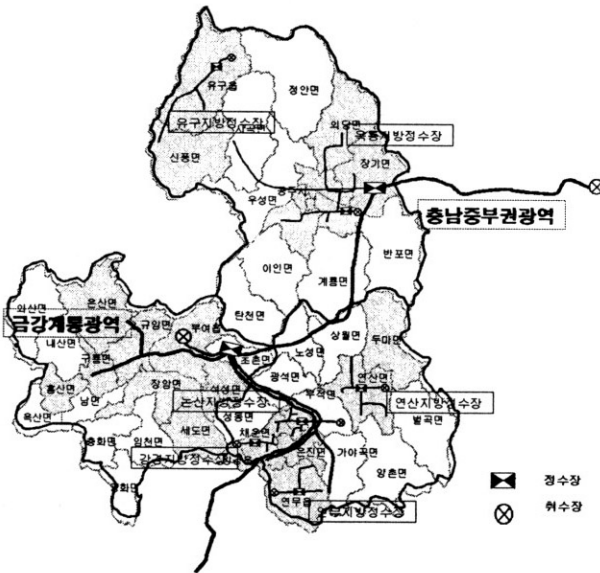
2) 손익계산서에는 급수공사수익과 급수공사비 및 지급이자를 각각 영업수익과 영업비용에 포함한다. 또한 손익계산서에서는 타회계부담금수입 전액을 영업외 수익으로 계상하나, 총괄원가계산서에는 타회계부담금수입 중 공공용수대 등 요금적 성격의 경상적 수입만을 영업외수익으로 계상한다.

만m<sup>3</sup>이며 지방상수도 관련 고용 인원은 115명이다. 부여시는 금강계통 광역상수도를 통해 지방상수도 정수를 공급받고 있는 실정이고, 공주시와 논산시는 각각 3개와 4개의 지방상수도 정수장을 보유하고 있다(<표 4>와 <그림 1>을 참조). 또한 공주지역 인근에 충남중부권광역상수가 건설 중이다.

<표 4> 공주지역 시설 현황

(단위: 천m<sup>3</sup>/일)

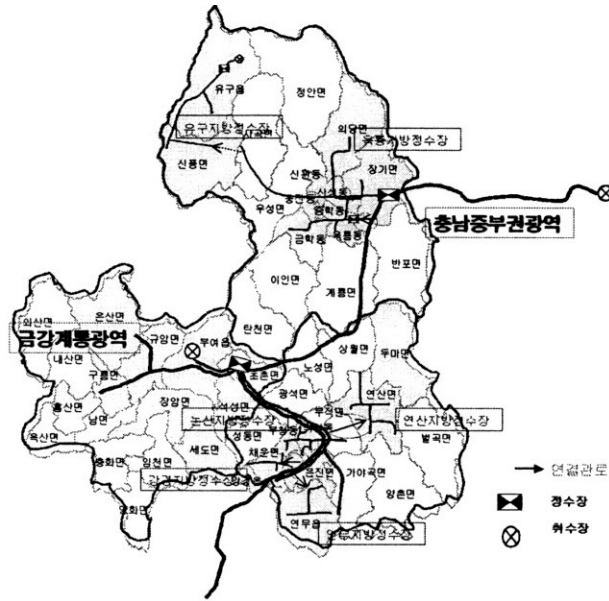
광역상수도		공주지방상수도		논산지방상수도	
구분	용량	정수장	용량	정수장	용량
금강계통 광역상수도	41 (논산:20.4, 부여:20.6)	옥룡정수장	28.0	논산정수장	23.2
		금학정수장	1.0	강경정수장	2.5
		유구정수장	2.5	연산정수장	2.2
				연무정수장	6.0



<그림 1> 공주지역 지방 및 광역 상수도 현황

2002년 현재 한국수자원공사는 논산시와 사업운영과 시설개선 등에 관한 위·수탁 계약을 체결하고 있으며, 공주지역의 상수도 사업 통합에 대한 다음과 같은 안을 상정하고 있다: (i) 공주시의 경우, 옥룡정수장에 충





<그림 2> 통합 후 지방 및 광역 상수도 운영

남중부권 광역상수도의 원수를 공급하고 금강정수장은 폐쇄한다; (ii) 부여군의 경우, 안정적인 수질 확보를 위하여 기존의 금강계통 광역상수도는 공업용수로 전환하고 생활용수는 충남중부권 광역상수도로 대체한다; (iii) 논산시의 경우, 4개의 지방정수장을 폐쇄하고 충남중부권 광역상수도로 대체한다.

이상의 한국수자원공사의 안에서 알 수 있듯이, 상수도사업 통합에 따른 비용절감은 주로 취·정수장의 통·폐합 및 중앙관리 인원의 감축 등에 의해 발생하는데, 상수도사업 통합에 따른 비용절감 효과를 추정하기 위해서 다음 절에서는 상수도물 생산에 필요한 노동투입함수 추정치를 이용한 평균생산 비용 절감액 추정법을 소개한다.

## 2. 통합운영 효과분석

노동투입함수는 상수도물 생산함수로부터 도출되는데, 노동투입함수 추정은 기본적으로 노동투입에 영향을 미치는 산출량, 자본, 그리고 기타 변수 등에 있어서 각 지방상수도 사업자들 간의 변이를 이용해 회귀분석함

으로써 구해진다.

상수도물 생산요소는 자본(K), 노동(L), 재료(M)를 들 수 있다. 상수도 산업의 자본은 장기수요예측에 기초하여 투자되며, 한번 투자되면 오랜 기간 동안 유지된다. 그러므로 상수도물 생산에서 자본은 고정생산요소로 취급될 수 있다. 상수도산업에서 노동은 주로 취·정수, 송수 및 급배수 설비 운용과 유지, 기타 행정적 업무 등을 위해 투입된다.<sup>3)</sup> 또한, 재료는 주로 전력과 정수약품 등을 지칭한다. 그러므로 상수도물 생산에서 두 가변 생산요소인 노동투입량과 재료투입량 사이에 대체관계가 없다고 상정할 수 있다. 즉, 취·정수에 필요한 약품이나 전력을 인력으로 대체하는 것이 현실적으로 불가능하다. 그러므로 상수도물의(단기) 생산은 레온티에프(Leontief) 생산함수로 특징지어질 수 있다. 생산함수가 레온티에프 형태를 취하면 가변비용을 최소화하는 요소들의 투입량은 요소가격들과 다른 가변요소의 투입량에 직접 영향을 받지 않는다. 그러므로 노동 투입함수는 다음과 같다.

$$(1) L = L(y; K, z).$$

위 식(1)에서  $y$ 는 상수도물 생산량,  $z$ 는 생산 기술 혹은 환경에 영향을 미치는 요소들의 벡터를 나타낸다.

박상인(2005)에 의하면, 행정자치부에서 발행하는 “지방 공기업 결산 및 경영평가(2001년)”와 환경부에서 발행하는 “상수도통계(2001년)” 등의 2001년 지방상수도 사업자에 대한 통계자료를 이용하여 heuristic 모형설정 검정과정을 거친 결과, 다음의 2차 함수 형태의 계량 분석모형을 최종적으로 선택할 수 있게 된다.

$$(2) L = K\alpha_0 + z_0\beta_0 + (K\alpha_1)y + (K\alpha_2)y^2 + \varepsilon.$$

식(2)에서  $\varepsilon$ 은 관측되지 않는(즉, 통계 자료에 잡히지 않는) 요소로 노동투입량에 영향을 미치는 생산기술 혹은 환경을 가리킨다. 오차항  $\varepsilon$ 과 산출량 사이에 상관관계가 존재하는지 여부를 통계적으로 검정하기 위해 생

3) 2000년 현재, 한국 상수도 사업의 직원현황은 행정직이 11%, 기술직이 20.1%, 기능직이 42.9%, 기타 26%로써 총 고용인원이 16,100 여명에 이른다.

산시설용량을 외생변수로 취급하는 Hausman-Wu 검정을 시행할 수 있다. 실제 Hausman-Wu 검정을 시행한 결과, 오차항  $\epsilon$ 과 산출량 사이에 상관관계가 존재하지 않는다는 귀무가설을 유의수준 5%에서 받아드릴 수 있었다.<sup>4)</sup>

$z_0$ 는 모든 관측 가능한 생산기술 혹은 환경 요인들로서, 광역 원수 사용비율, 광역 정수 사용비율, 수계 소속, 유수율, 특별·광역시/시/군 구분, 상수원과의 거리 등을 포함한다. 1년치 횡단면(cross-sectional) 자료를 사용하기 때문에 연차 별로 변하는 환경 요인들에 의한 영향은 상수항(또는 수계 더미 변수)에 포함된 것으로 이해할 수 있다. 이러한 요인들로는 수질 기준 등을 들 수 있다.

식(2)의 LS(Least Squares) 추정 결과는 <표 5>에서 보고되고 있다. <표 5>의 설명변수 중 관로 총연장 거리와 가구수는 각각 10,000m와 10,000가구 단위로 측정되었다. 또한 상수도물 산출량은 10,000m<sup>3</sup>/일 단위로 측정되었다.

<표 5> 회귀분석 결과

설명변수: 산출량	계 수	추정치	표준오차
상수항	상수	13.65**	7.87
	한강 더미변수	22.83*	10.12
	관로 길이	0.36***	0.23
	가구수	1.62	2.68
일차항	상수	1.87	2.18
	광역원수비율	-0.01	0.01
	광역정수비율	-0.03**	0.02
	관로 길이	-0.0004	0.01
이차항	상수	0.11**	0.06
	상수	-0.03	0.03
	관로 길이	-0.00003	0.00009
	가구수	0.000001	0.0005
R <sup>2</sup>		0.966	

\* 유의수준 5%에서 유의함

\*\* 유의수준 10%에서 유의함

\*\*\* 유의수준 12.5%에서 유의함

4) Hausman-Wu 통계치인 F 검정치의 값은 0.83으로 자유도는(1, 154)이다. 이 경우, F 검정치가 1.83미만이면 유의수준 5%에서 귀무가설을 기각할 수 없다.

<표 5>에서 볼 수 있듯이, 상수항에 포함된 생산 환경 요소 중, 한강 수계 더미 변수만이 유의수준 5%에서 유의하였으며, 그 밖의 수계 더미 변수들과 유수율, 특별·광역시/시/군 더미변수, 상수원과의 거리 등은 통계적으로 유의하지 않다. 그러므로 한강 수계 더미 변수와 한강 이외의 수계를 대표하는 상수만을 회귀분석에 포함한다. 한강 이외의 수계를 대표하는 상수는 유의수준 10%에서 유의한 것으로 판명되며, 한강 이외의 수계에서는 각 지방상수도 사업장에 약 14명 정도의 인력이 고정적으로(상수도 물 생산 여부와 관계없이) 투입됨을 알 수 있다. 이에 반해 한강 수계는 다른 수계들에 비해 연간 9명 정도의 고정적인 고용 인원 더 필요한 것으로 나타났다. 이러한 고정인원은 주로 취·정수장이나 지방상수도 운영을 관리하는 중앙통제소에 소요되는 인원으로 추정된다.

상수항에 포함된 자본변수 중에서는 관로 총길이 변수에 대한 계수 추정치가 유의수준 12.5%에서 유의함을 알 수 있다.<sup>5)</sup> 관로 총길이 변수의 계수가 상수항에서는 유의한 양(+)의 값을 갖지만 일차항 이상에서는 유의하지 않다는 것은 배수관로의 길이에 비례해 일정한 노동투입이 이뤄져야 하며, 이러한 노동 투입량은 상수도 물의 생산여부와 상관없이 일정하다는 것이다. 그러므로 관로 길이가 일정할 때 산출량이 증가할수록 산출량 당 노동 투입이 감소할 것이다. 한국수자원공사 실무자에 문의한 결과, 상수도 물 사용량 단위당 관로의 길이가 감소할 수 있는 이유는 해당 급수 지역의 가구들이 밀집해 위치할수록 용량이 큰(즉, 직경이 큰) 관로를 사용할 수 있기 때문인 것으로 보인다.

일차항의 계수 중에서 광역 정수 비율과 가구수의 추정치가 유의수준 10%에서 통계적으로 유의하다. <표 5>의 광역 정수 비율 추정치는 일일 광역 정수사용량이 1만<sup>3</sup> 증가할 때 연간 0.03명의 고용 감소가 가능함을 의미한다. 광역 원수 비율의 추정치 또한 음의 값을 가지나 통계적으로 유

5) 식(2)의 회귀분석에서는 자본 변수로 관로의 총연장과 급수 가구수를 사용한다. 위에서 논의된 바, 상수도산업에서 자본은 취·정수 생산시설, 배수 관로, 최종급수와 관련된 제반 장치 등을 포함하는데, 급수 가구수는 최종급수와 관련된 제반 장치의 대리변수로 사용된다. 취·정수 생산 시설용량과 연간 평균 상수도 물 산출량 사이에는 밀접한 상관관계가 존재하므로, 취·정수 생산 시설용량은 회귀분석의 자본변수에서 제외한다.

의하지는 않다. 가구수의 추정치가 통계적으로 유의하며 양의 값을 갖는다는 것은 한계 노동 투입량이 급수 가구수에 비례한다는 것을 의미한다. 즉, 일일 상수도물 생산이 1만 $m^3$  증가하면 급수 가구 수의 11% 만큼의 노동 투입량의 증가가 요구된다는 것이다. 이는 산출량이 증가할 때, 송수 및 급배수 설비 운용과 유지, 중앙관리 및 기타 행정적 업무 등을 위해 투입되는 인원이 급수 가구 수와 비례해 증가함을 의미한다.

이차항의 계수들은 모두 통계적으로 유의하지 않으므로, 상수항의 추정치가(특히 상수와 관로 총연장의 계수가) 양의 값을 가지는 것은 산출량 증가시 평균 노동 투입량이 감소함을 의미한다.<sup>6)</sup> 즉, 규모의 경제가 존재하고, 그 원인은 지방상수도 취·정수장 시설, 중앙관리, 관로 유지·보수에 필요한 고정적 노동투입이(상수도 물의 생산량과 상관없이) 필요하기 때문이라고 추정된다.

이제 <표 5>의 추정치를 이용해 공주지역 통합이 생산비용에 미칠 영향을 계산하면 다음과 같다. 사업통합 여부가 공주지역 가구수나 가구당 상수도물 소비량에 영향을 미치지 않는다는 전제를 한다면, 공주지역 통합으로 인한 운영비의 절감은 지방상수도 취·정수장 시설, 중앙관리, 그리고 관로의 유지·보수에 필요한 고정적 노동투입의 감소에서 주로 비롯될 것이다. 전력비와 약품비 등 산출량에 비례하는 재료비용은 상수도물 소비량이 불변인 경우, 통합여부에 상관없이 일정할 것이기 때문이다.

한국수자원공사의 예상에 의하면, 통합 후 공주지역 관로 총연장 거리가 약 16,174m 감소할 것으로 예상되는데, <표 5>의 추정치에 의하면 이는 오직 0.6명 정도의 고정 투입인원의 감소를 가져올 것이다. 그러므로 대부분의 투입노동의 감소는 사업통합에 따른 취·정수장 통합과 단일 중앙관리기구에 의한 고정 인원의 감소로, <표 5>의 추정치에 의하면 27.3명 정도 감소될 것으로 예상된다.

공주지역 통합은 또한 논산시의 정수 구입 비율을 100%로 증가시킴으로 추가적 인원 감축을 가능하게 할 것인데, 논산시의 상수도물 연간 소비

6) 이차항의 계수 추정치 중 상수항과 가구수항은 음의 값을 갖는다. 이는 산출량이 증가할수록 단위당 노동 투입량이 감소하는 경향을 나타낸다. 이차항의 관로 총연장은 음의 값을 가지나 그 크기가 미세하다. 그러므로 유의하지 않은 이차항의 계수 추정치들을 고려해도 이하의 논의 결과에는 변화가 없다.

량은 2002년 현재 약 7,922천톤으로 추정되므로, <표 8>의 추정치에 의하면 0.1명 정도의 투입인력 감축이 예상된다.

그러므로 공주지역 통합은 약 28명 정도의 고정 노동 투입의 감소를 가져올 것으로 추정된다. 2002년도 공주시, 논산시, 부여군의 총인건비를 직원수로 나눈 평균임금을 적용하면,<sup>7)</sup> 공주지역 통합은 2003년에 6억2천7백원 정도의 인건비 절감을 유발할 것으로 추정된다. 인건비와 물가상승율을 연 3%로 가정할 경우의 2011년까지의 인건비 절감액은 <표 6>에서 계산되고 있다.

총괄원가계산을 위해서는 광역상수도 연결과 광역상수도로의 대체를 위한 투자비의 감가상각비 추가와 기존 취·정수장 투자비의 감가상각비의 제거를 고려해야 한다. 총괄원가계산서에는 요금기저의 9%를 자본비용으로 원가에 계상한다. 이 경우 총괄원가 절감액은 2003년에 9원6천9백만원으로 추정되며, 물가상승율을 연 3%로 가정할 경우, 2011년까지의 총괄원가 절감액은 <표 6>과 같다.

<표 6> 공주지역 통합 효과 (단위: 백만원)

구분	2003 년	2004 년	2005 년	2006 년	2007 년	2008 년	2009 년	2010 년	2011 년
인건비 절감액	627	646	665	685	706	727	749	771	794
감가 상각비 절감액	342	280	218	256	295	333	372	410	448
총괄 원가 절감액	969	926	884	942	1,001	1,060	1,120	1,181	1,243

공주지역 통합에 따른 <표 6>의 절감액이 평균비용에 미치는 영향은 <표 7>에 계산되어 있다. <표 7>에 알 수 있듯이, 공주지역 통합은 약 6.3%에서 7.4%의 평균비용 절감 효과를 가져올 전망이다.

7) 2002년 공주시와 논산시의 인건비와 직원수는 “2002년 공기업결산및경영분석(행정자치부, 2002)”에서 부여군의 인건비와 직원수는 “2002년 상수도통계 예산자료(환경부, 2002)”에서 구할 수 있다.

〈표 7〉 공주지역 통합 효과 (단위: 원/톤)

구분	2004년	2008년	2011년
미 통합 시 평균비용 추정치	798	898	981
통합 시 평균비용 추정치	744	836	909

### 3. 한국수자원공사 내부자료와 비교

이 절에서는 본 논문의 상수도물 생산에 필요한 노동투입함수 추정치를 이용하는 계량적 추정법의 유용성을 구체적으로 살펴보기 위해, 공주지역 상수도사업 통합에 따른 비용절감 효과를 손익계산서와 총괄원가계산서를 직접 이용해 예측한 수자원공사의 내부자료에 대한 비교분석을 수행하기로 한다.

위에서 논의된 것처럼, 통합 시 논산시의 4개 지방정수장(논산, 연산, 연무, 강경정수장)을 폐쇄한다는 계획인데,<sup>9)</sup> 취·정수장 통합 효과는 취·정수장 운영비 개선 효과, 취·정수장 관리비 절감 효과, 그리고 광역상수도 대체로 인한 추가 운영비용 등을 들 수 있다.

수자원공사의 내부자료에 의하면, 취·정수장 운영비 개선 효과는 원수 및 취수 관련 제반비용과 정수 관련 제반비용의 합에서 수자원공사로부터 정수구입비를 뺀 것으로 계산한다. 2003년부터의 취·정수장 운영비 개선 효과 추정치는 1993년부터 2002년까지의 자료를 이용한 수자원공사의 추정치를 사용한다. 그러나 전체 관리비에서 취·정수장 관리비가 분리되어 있지 않으므로, 영업비용 중 원·정수 관련비용의 비율을 취·정수장 관리비 비율로 가정한다. 이렇게 산정된 취·정수장 관리비 비율은 55%에서 69%사이이다.

이상의 취·정수장 운영비 개선 효과와 취·정수장 관리비 절감 효과는 인건비 절감과 약품비, 전력비의 절감까지 포함하고 있다. 그러므로 광역상수도 대체 시의 인력 소요분과 추가적 약품비와 전력비 등을 고려한 광역상수도 대체로 인한 추가 운영비용을 계산해야 하는데, 광역상수도 대체로 인한 추가 운영비용에 대한 수자원공사의 추정치는 암묵적으로 규모의

7) 공주시의 금학 정수장은 세부 자료의 불비와 작은 규모로 인해 분석에서 제외되었다.

경제로 인한 인력 감축 등의 효과를 반영해 약 70%의 관리·운영비의 감축을 가정하고 있다.<sup>9)</sup>

이렇게 추정된 값에 광역상수도 연결과 광역 상수도로 대체를 위한 투자비의 감가상각비 추가와 기존 취·정수장 투자비의 감가상각비의 제거를 고려한 결과, 취·정수장 통합으로 인한 총괄원가 절감액은 2003년에 약 11억5천만원으로 추정되고 있다. 물가상승율을 연 3%로 가정할 경우, 2011년까지의 총괄원가 절감액은 <표 8>과 같다. 공주지역 통합에 따른 <표 8>의 절감액이 평균비용(총괄원가를 상수도물 산출량으로 나눈 값으로 단위원가)에 미치는 영향은 <표 9>에 계산되어 있는데, 공주지역 통합은 약 8.2%에서 10.3%의 평균비용 절감 효과를 가져올 것으로 한국수자원 내부자료는 전망하고 있다.

<표 6> 취·정수장 통합 효과(수자원공사 내부자료 이용)  
(단위: 백만원)

구분	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
절감액	1,628	1,738	1,847	1,957	2,066	2,176	2,285	2,395	2,505
추가액	480	591	703	715	728	741	754	767	781
총괄원가 절감액	1,148	1,147	1,144	1,241	1,338	1,435	1,531	1,628	1,724

<표 9> 공주지역 통합 효과(수자원공사 내부자료 이용)  
(단위: 원/톤)

구분	2004년	2008년	2011년
미 통합 시 평균비용 추정치	798	898	981
통합 시 평균비용 추정치	731	814	880

이상에서 살펴본 수자원공사의 내부자료는 기본적으로 취·정수장 별 인건비나 기타 운영비, 그리고 중앙관리에 필요한 인원 등에 대한 세부 정

9) 약품비나 전력비는 상수도물 산출량과 비례하므로 상수도물 소비량이 불변일 경우, 통합여부에 상관없이 일정할 것이다.



보가 결여되어 있는 상황에서 특정 취·정수장 통합이나 단일한 중앙관리의 효과분석을 위해 개별 취·정수장별 운영비와 중앙관리비에 관한 임의적인 가정들을 필요로 한다는 문제점을 안고 있다.<sup>10)</sup> 또한 광역상수도 대체로 인한 추가 운영비용 추정에서도 암묵적으로 규모의 경제로 인한 인력 감축 등의 효과를 반영한다고는 하나 사업상 이해관계등의 이유로 지나치게 낮게 책정할 가능성이 농후하다. 실제로 수자원공사의 공주지역의 추정치에 의하면 통합 시의 관리·운영비는 통합이 안 된 경우의 약 30%에 불과한 것으로 가정되고 있다.

이에 반해 노동투입합수 추정치에 기초한 공주지역 상수도사업 통합 효과분석은 통합에 따른 규모의 경제 효과와 투입 노동량 감축을 개관적, 계량적으로 추정할 수 있다는 장점이 있다. 앞 절에서 논의되었듯, 공주지역 상수도사업 통합은 28명의 고정 노동투입의 절감을 야기할 것으로 추정된다. <표 10>이 지적하듯, 실제 공주지역과 비슷한 규모의 지방상수도 사업자들의 평균 직원수와 공주지역(공주시, 논산시, 부여군) 현 직원수의 차이는 약 34명 정도이다.<sup>11)</sup> 또한 공주지역의 직원이 115명이므로 28명의

<표 10> 공주지역 직원 수 대 유사규모의 직원 수 비교(2002년도)

지 역		연간생산량	직원수
공주지역	공주시	9,988,983	40
	논산시	13,648,519	50
	부여군	6,410,000	25
	계	30,047,502	115
군포시		27,315,516	58
춘천시		27,478,341	113
김해시		33,341,154	78
경주시		34,083,309	91
남양주시		34,938,918	67
평균		31,431,448	81

- 10) 특히 논산시의 경우처럼 모든 취·정수장이 폐쇄되지 않는 경우라면, 각 취·정수장 운영비와 관리비에 대한 더욱 자의적인 가정에 의존할 수밖에 없다.
- 11) 물론 이러한 단순비교에는 사업자들 간의 상이한 자본수준이나 환경변수들이 고려되어 있지 않다.

감축은 약 24%의 인원 감축을 의미한다. 그러므로 지방상수도가 광역상수도와 유기적으로 통합됨에 따른 추가적인 관리·운영비의 감축도 가능할 수 있으나, 약 70%의 관리·운영비의 감축을 가정하는 수자원공사의 추정은 과대평가 되었을 개연성이 크다.

#### IV. 결 론

본 논문은 상수도산업 구조개편 논의의 한 축인 사업 광역화의 영향에 대해 공주지역의 예를 통해 구체적으로 시뮬레이션 연구를 하고 있다. 노동투입함수 추정치에 기초한 공주지역 상수도사업 통합 효과분석은 통합에 따른 규모의 경제 효과와 투입 노동량 감축을 추정하여 원가 감소분을 예측할 수 있게 한다. 본 논문에 제시된 이러한 시뮬레이션 분석 방법은 향후 특정 광역화의 효과에 대한 추정에도 응용될 수 있으며, 궁극적으로 비용최소화의 최적 광역화 범위에 대한 계산에도 사용될 수 있다.

한국 상수도산업 구조 개편은 지방상수도 사업 규모의 영세성과 지자체 직영에 따른 비효율 극복, 수도사업자들의 자율적인 구조개편 참여, 정부의 지원 및 규제기능 조정 등을 지향하고 있다. 그러므로 상수도산업 구조개편 논의들의 주된 관심은 사업규모의 광역화와 운영체제의 개선 및 이에 따른 가격정책의 변화 등에 있다. 본 논문의 사업 통합에 대한 연구는 공사화 및 민영화 같은 운영체제의 변화와 직접적으로 관련된 문제라고 볼 수는 없으나, 영국의 경우에서 보듯 민영화 및 그 이후 인수·합병에 관한 심사에 있어서 중요한 기준으로 활용될 수 있다. 또한 가격 정책이라는 측면에서는 광역화에 따른 통합 지역내 요금격차 해소 및 요금 인하를 통한 소비자 후생의 증가를 가능할 수 있게 하며, 지역간 요금격차 해소를 위한 조세 또는 교차보조 정책에도 응용될 수 있다.

그러나 노동투입함수 추정치에 기초한 효과분석은 기본적으로 산출량 규모가 비슷한 사업자가 현재의 산업구조 하에서 사업을 수행할 경우를 상정하고 있다. 그러므로 광역화가 사회후생에 미치는 효과를 온전히 분석하기 위해서는 다음과 같은 점들을 고려한 추가적 연구가 필요할 것이다. 첫째, 광역화는 광역상수도와의 유기적 통합에 따른 추가적인 관리·운영비

의 감축과 전문적이고 효율적 관리 체계의 도입 및 이에 따른 인건비 및 기타 관리·운영 경비의 추가적 감소를 야기할 수 있다. 또한 전문화와 광역화는 일정 수질이상의 수도공급서비스를 안정적으로 제공함으로써 소비자의 후생을 증진시킬 수 있음도 고려되어야 할 사항이다. 실제로 공주지역 통합의 경우 금강계통 광역상수는 공업용수로만 사용하고 생활용수는 충남중부권 광역상수도를 사용함으로써 부여군의 수질안정성이 확보될 수 있을 것이다. 마지막으로, (전문화된) 대형 사업자는 생산 공정의 자동화, 유수율 제고를 위한 투자, 광역-지방상수 망연결을 통한 안정적인 효율적인 상수공급 체계 확충, 체계적인 배급수관망의 인프라 구축 등을 위한 유인과 재원을 가질 것으로 기대된다. 특히 광역상수도와 지방상수도 사업의 분절과 지방상수도 사업 범위의 행정구역별 획정 등으로 말미암은 개별 지방자치단체별 취·정수장의 중복투자로 인한 투자의 비효율성이 제거될 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

- 고광홍. (2001). 지방상수도사업의 성과측정에 관한 실증적 연구. 「회계연구」, 제6권 제2호.
- 국무총리수질개선기획단. (2003). 물관리백서.
- 국회물관리정책연구회. (2003). 수도선진화를 위한 관리체계 개선에 관한 정책 포럼.
- 김길복 외. (2004). 「지방상수도 사업의 효율적인 공사화 추진전략」. 한국지방공기업학회.
- 김의준. (1997). 우리나라 지방상수도서비스의 광역운영에 따른 지역경제 효과. 「국토연구」, 제26권: 73-84.
- 문현주. (2003). 「환경산업의 경쟁력 강화 방안 연구-상하수도 산업을 중심으로」. 한국환경정책평가연구원.
- 박상인. (2005). 한국 지방상수도산업의 규모의 경제에 대한 계량적 분석.

- 「산업조직연구」, 제13권2호.
- 박중훈. (2000). 「정부기능의 민간위탁 제도 및 운영방식 개선방안」. 한국행정연구원.
- 서울대학교 공학연구소. (1998). 「물관리의 최적화를 위한 수도요금 정책방향에 관한 연구」.
- 윤근섭 · 송정기. (1997). 수자원 이용에 따른 지역이해의 구조에 관한 연구. 「한국사회학」. 31(1). 한국사회학회.
- 이달곤. (2004). 우리나라 물산업의 국제경쟁력 강화방안. 「한국행정학회 물산업정책세미나 자료집」.
- 한국물환경학회. (2003). 「물산업 구조개편 방안 연구」.
- 한국수자원학회 · 한국행정연구원. (1998). 「우리나라의 발전적인 물관리체계 구축 방안」.
- 한국자치경영협회. (2001). 「지방상수도 발전방안-경쟁력 있는 지방의 물산업 육성」.
- 행정자치부. (2003). 지방상하수도 현황.
- 환경관리공단. (2001). 「상하수도사업 민영화 기본계획 수립연구」.
- 환경부. (1999). 「수도사업 민간참여 모델개발 및 적용방안 연구」.
- 환경부. (2003). 「상수도통계」.
- Ashton, J. (1999). Economies of Scale, Economies of Capital Utilization and Capital Utilization in the English and Welsh Water Industry. *Bournemouth University, School of Finance & Law Working Paper Series*, 17.
- Diewart, W. and T. J. Wales (1987). Flexible Functional Forms and Global Curvature Conditions. *Econometrica*, 55, 43-68.
- Garcia, S. & Thomas, A. (2001). The Structure of Municipal Water Supply Costs: Application to a Panel of French Local Communities. *Journal of Productivity Analysis*, 6, 5, 29.
- Hogland, L. (1997). Estimation of Household Demand for Water in Sweden and its Implications for a Potential Tax on Water Use. *Studies in Environmental Economics and Development*, 1997:12 Department of Economics, Gothenburg Univ.: Gothenburg.
- Kim, E. & Lee, H. (1998). Spatial Integration of Urban Water Services and

- Economies of Scale. *Review of Urban and Regional Development Studies*, 10(1):3-18.
- Martinez-Espineira, R. (2002). Residential Water Demand in The Northwest of Spain. *Environmental and Resource Economics*, 21.
- Mizutani, F. & Urakami, T. (2001). Identifying Network Density and Scale Economies for Japanese Water Supply Organizations. *Papers in Regional Science*, 80: 211-230.
- Nauges, C. & Thomas. (1998). Efficient Estimation of Residential Water Demand with Panel Data. Paper presented at EAERE annual meeting, Venice, June. Univ. des Sciences Sociales de Thoulouse: Thoulouse.
- Nieswiadomy, M.L. & Molina D.J. (1989). Comparing Residential Water Demand Estimates Under Decreasing and Increasing Block Rates Using Household Data. *Land Economics*, Vol.65. No.3.
- Ofwat. (2004). Investigation into evidence for economies of scale in the water and sewerage industry in England and Wales. *Stone & Webster Consultants*.
- Roller, L. H. (1990). Proper Quadratic Cost Functions with an Application to the Bell System. *Review of Economics and Statistics*, 74, 202-210.

Abstract

**A Simulation Study of Spatial Integration of the Water Industry in the Kongju Region**

Sangin Park

This paper aims to study the effects of the spatial integration of the running water operations in the Kongju region. Simulations based on the estimate of the labor input demand function indicate that the spatial integration would lower the average cost of the running water supply by 6.3% to 7.4%.

**【Key words : Water Industry, Spatial Integration, Economies of Scale, Kongju Region】**