creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

공기업정책학 석사 학위논문

지방상수도 현대화사업 성과에 관한 실증적 연구

2023년 08월

서울대학교 행정대학원

공기업정책학과

유 강 민

지방상수도 현대화사업 성과에 관한 실증적 연구

지도교수 김 상 헌

이 논문을 공기업정책학 석사 학위논문으로
제출함
2023년 03월

서울대학교 행정대학원
공기업정책학과
유 강 민

유강민의 석사 학위논문을 인준함
2023년 06월

위 원 장 _____박 상 인_____ (인)

부위원장 _____이 석 원_____ (인)

위 원 _____김 상 헌_____ (인)

국문초록

우리나라는 급속한 경제성장과 함께 상수도 분야에도 집중적인 투자로 선진국과 유사한 수준의 급수보급률 등 각종 지표에서 양적으로 빠르게 성장하였지만, 질적 측면에서는 여전히 많이 부족한 상황이다. 시설물 노후화가 빠르게 진행되고 있음에도 대다수 지방자치단체는 열악한 재정, 낮은 요금 현실화율로 인하여 적기에 노후 시설물을 교체하지 못하면서 수돗물 공급 여건은 갈수록 나빠지고 있고, 재정적으로는 만성적인 적자 상태의 악순환이 반복되고 있다. 이러한 문제를 인식한 정부는 이를 개선하고자 지방상수도 선순환 구조 구축을 목표로 현대화사업을 시행하였다.

본 연구에서는 현대화사업이라는 정부 정책의 시행 효과와 사업수행 방식에 따라 운영 효율화 성과에 차이가 있는지를 실증적으로 분석하고자 하였다. 이를 위해 153개 지방자치단체의 2012~2021년 패널데이터를 바탕으로 사업 시행 여부와 사업수행 방식에 따라 각각 실험집단과 비교집단을 구성하여 사업 시행 전후의 차이를 비교 분석하였다. 좀 더 정확한 분석을 위하여 미관측 시불변 변수를 통제하여 편의를 줄일 수 있는 패널 고정효과모형 이중차분분석을 실시하였고, 통계적 방법을 통한 평행추세가정 검정으로 인과적 효과를 추정하였다. 이때 종속변수는 현대화사업 효과를 검증할 수 있는 유수율과 ㎥당 총괄원가로 설정하였고, 독립변수는 현대화사업 시행 여부와 사업수행 방식을 집단더미 변수화하고, 사업 시행 전후를 시기더미 변수화하였다. 그리고 통제변수는 선행연구를 참고하고, 각 지방상수도 사업의 특성(사업요인, 시설요인, 지역요인, 재무·제도 요인) 차이를 반영하여 설정하였다.

실증분석 결과 단순 이중차분분석에서는 사업시행의 경우와 사업수행을 전문기관에 위탁한 경우 모두 유수율 개선 효과가 더 높은 것으로 확인되었고, ㎥당 총괄원가의 경우에는 앞의 두 가지 경우 모두 금액이 증가는 것으로 나타났다. 단순 이중차분분석 결과 정(+)의 영향이 인정되는 유수율에 대해서는 좀 더 정확한 효과 추정을 위하여 패널 고정효과모형 이중차분분석을 실시한 결과 사업 시행의 경우와 사업수행을 전문기관에 위탁한 경우 모두 유수율 개선 효과가 더 높았고, 통계적으로 유의수준 1% 내에서 유의미한 것으로 나타났다. 그리고 인과적 효과를 추정하기 위하여 통계적 방법으로 평행추세 가정을 검정한 결과 가정을 만족한 것으로 나왔다.

본 연구는 현대화사업 효과를 최초로 실증분석한 데 의의가 있으며, 정부 정책과 관련한 시사점을 도출할 수 있었다. 먼저, 실증분석 결과 사업 시행의 효과가 인정되는 만큼 현대화사업 확대가 필요하고, 이러한 측면에서 정부의 2차 현대화사업 추진은 바람직한 정책 방향이라고 평가할 수 있다. 사업수행과 관련해서는 전문기관 위탁 등 효율성을 높이는 방향으로 추진할 필요가 있다. 그리고 각 지방자치단체의 지방상수도 운영 여건은 상이하므로 이러한 차이를 반영하고, 재정적 측면을 고려하여 현대화사업 목표 유수율을 유연하게 설정할 필요가 있음을 제언한다.

주요어 : 지방상수도, 현대화사업, 유수율, 총괄원가 개선, 이중차분분석, 패널 고정효과모형 이중차분분석, 평행추세가정 검증

학 번 : 2022-24177

목 차

제 1 장 서론 ····· 1
제 1 절 연구의 배경 및 목적 ····· 1
제 2 절 연구의 범위 및 방법 ····· 4

제 2 장 이론적 배경 및 선행연구 검토 ····· 5
제 1 절 지방상수도 현황 ····· 5
1. 수도사업체계 ····· 5
2. 지방상수도 운영형태 ····· 6
3. 지방상수도 운영현황 ····· 7
제 2 절 지방상수도 현대화사업 ····· 18
1. 1단계 현대화사업 ····· 18
2. 2단계 현대화사업 ····· 25
제 3 절 선행연구 검토 ····· 26
1. 지방상수도 위탁 운영의 효율성에 관한 연구 ····· 26
2. 지방상수도 현대화사업에 관한 연구 ····· 32

제 3 장 연구가설 및 연구설계 ····· 34
제 1 절 연구가설 ····· 34
제 2 절 연구설계 ····· 36
1. 연구대상 및 자료 ····· 36
2. 연구모형 ····· 38
3. 변수의 설정 및 측정 ····· 40
4. 연구방법 ····· 43

제 4 장 실증분석 결과 ····· 45
제 1 절 기술통계 분석 ····· 45
1. 사업시행 여부에 따른 실험집단과 비교집단 ····· 45
2. 사업수행 방식에 따른 실험집단과 비교집단 ····· 50
제 2 절 단순 이중차분분석 ····· 55
1. 사업시행 여부의 운영 효율화에 미치는 영향 분석 ····· 55
2. 사업수행 방식의 운영 효율화에 미치는 영향 분석 ····· 57
제 3 절 패널 고정효과모형 이중차분분석 ····· 59
1. 사업시행 여부에 따른 유수율 성과 차이 분석 ····· 59
2. 사업수행 방식에 따른 유수율 성과 차이 분석 ····· 63
제 4 절 실증분석 결과 요약 ····· 66

제 5 장 결론 ····· 69
제 1 절 연구결과 및 시사점 ····· 69
제 2 절 연구의 한계 및 향후 연구과제 ····· 71

참고문헌 ····· 74
Abstract ····· 78

표 목 차

[표 1] 지방상수도 위탁운영 현황 ····· 6
[표 2] 상수도 보급현황 ····· 8
[표 3] 취수원별 시설현황 및 연간 취수량 ····· 9
[표 4] 취수장 현황 ····· 10
[표 5] 정수장 현황 ····· 10
[표 6] 경년별 수도관 현황 ····· 11
[표 7] 급수량 및 유수율·누수율 현황 ····· 12
[표 8] 수도요금 및 총괄원가 현황 ····· 14
[표 9] 재투자 여력 현황 ····· 16
[표 10] 지방상수도 직원현황 ····· 17
[표 11] 지방상수도 현대화사업 개요 ····· 19
[표 12] 현대화사업 대상 지방자치단체 현황 ····· 20
[표 13] 연차별 현대화사업 추진계획 ····· 21
[표 14] 기관별 현대화사업 수행 현황 ····· 22
[표 15] 지방상수도 위탁운영 효율성에 관한 선행연구 ····· 30
[표 16] 지방상수도 현대화사업에 관한 선행연구 ····· 33
[표 17] 연구대상 ····· 37
[표 18] 연구모형 ····· 39
[표 19] 변수의 조작적 정의 및 측정 ····· 42
[표 20] 사업시행 여부에 따른 실험집단과 비교집단
지방자치단체 현황 ····· 45
[표 21] 사업시행 여부에 따른 실험집단의 기초통계량 ····· 47
[표 22] 사업시행 여부에 따른 비교집단의 기초통계량 ····· 48

[표 23] 사업시행 여부에 따른 실험집단과 비교집단의
기초통계량 비교 ····· 49
[표 24] 사업수행 방식에 따른 실험집단과 비교집단
지방자치단체 현황 ····· 50
[표 25] 사업수행 방식에 따른 실험집단의 기초통계량 ····· 52
[표 26] 사업수행 방식에 따른 비교집단의 기초통계량 ····· 53
[표 27] 사업수행 방식에 따른 실험집단과 비교집단의
기초통계량 비교 ····· 54
[표 28] 단순 이중차분분석 결과(사업시행 여부_유수율) ·· 55
[표 29] 단순 이중차분분석 결과(사업시행 여부_총괄원가) 56
[표 30] 단순 이중차분분석 결과(사업수행 방식_유수율) ·· 57
[표 31] 단순 이중차분분석 결과(사업수행 방식_총괄원가) 58
[표 32] 패널 고정효과모형 이중차분분석 결과
(사업시행 여부_유수율) ····· 60
[표 33] 평행추세 가정 검정(사업시행 여부_유수율) ····· 62
[표 34] 패널 고정효과모형 이중차분분석 결과
(사업수행 방식_유수율) ····· 64
[표 35] 평행추세 가정 검정(사업수행 방식_유수율) ····· 65
[표 36] 가설검증 결과 ····· 68

그 림 목 차

[그림 1] 수도사업체계 ····· 5
[그림 2] 최근 10년간 상수도 보급률 추이 ····· 8
[그림 3] 지방상수도 선순환 구축 모식도 ····· 18
[그림 4] 지방상수도 현대화사업 현황도 ····· 23
[그림 5] 현대화사업 성과판정 절차 ····· 24
[그림 6] 단수 이중차분분석 결과 그래프
(사업시행 여부_유수율) ····· 55
[그림 7] 단수 이중차분분석 결과 그래프
(사업시행 여부_총괄원가) ····· 56
[그림 8] 단수 이중차분분석 결과 그래프
(사업수행 방식_유수율) ····· 57
[그림 9] 단수 이중차분분석 결과 그래프
(사업수행 방식_총괄원가) ····· 58

제1장 서 론

제1절 연구의 배경 및 목적

우리나라 수도의 유래를 보면 삼국시대까지 거슬러 올라간다. 삼국시대 백제 수도인 부여의 궁궐터에서 기와로 된 수도관이 발견되었고, 통일신라시대의 경주 안압지에서는 토기로 된 상·하수도관이 발견되었다. 그리고 근대의 수도는 영국인이 설립한 조선(대한)수도회사가 1908년에 뚝도 정수장을 세워 수돗물을 서울에 공급하면서 시작되었다. 이후 1950년 6·25 전쟁으로 거의 모든 수도시설이 파괴되는 아픔을 겪었지만, 1970~90년대 급속한 산업화를 맞이하면서 대대적인 급수 정책이 시행되었고, 이후 수돗물 보급의 안정화와 함께 수도사업의 급속한 성장 속에서 오늘에 이르고 있다.[1)]

현재의 우리나라 상수도 현황을 간단하게 살펴보면, 2021년 말 기준 전국 161개 지방상수도 사업자(특·광역시 7개, 특별자치시 1개, 특별자치도 1개, 시·군 152개)와 1개의 광역상수도 사업자(한국수자원공사)가 전 인구의 99.4%, 약 52,397천 명에게 상수도를 공급하고 있다. 전국의 정수장은 총 482개소(지방 444개소, 광역 38개소)에 이르고, 수도관 총연장은 233,701km(지방 227,943km 97.5%, 광역 5,758km 2.5%)이며, 수돗물 총 공급량은 6,765백만㎥으로 이 가운데 누수량 등을 제외한 실제 유효수량은 6,068백만㎥, 유수율은 85.9%, 수도요금 현실화율은 72.9%이다(환경부, 2021).

이처럼 우리나라는 지난 40~50년간 집중적인 상수도 투자 확대를 통해 1960년 17%에 불과하던 상수도 보급률이 2021년 99.4%에 이를 정도

1) 한국수자원공사 홈페이지(www.kwater.or.kr) '우리나라 수도의 역사' 참고

로 엄청난 성장을 거듭해왔다. 이는 2020년 기준 독일 99.9%, 프랑스 99.3%, 캐나다 99.1%, 일본 98.6%, 미국 97.3% 등 주요 선진국과 유사한 수준에 해당한다.[2] 그러나 이러한 양적 성장에도 불구하고, 질적 측면에서는 여전히 도시와 농어촌지역 간 격차가 존재하고 있다. 2021년 상수도통계에 따르면 상수도 보급률이 도시인 특·광역시는 100%이나 면 단위 농어촌지역은 95.9%이다. 유수율은 특·광역시가 93.2%이나 군 단위는 71.3%에 불과하고, 수도요금 현실화율은 특·광역시가 77.9%이나 군 단위는 42.6%에 불과하다(환경부, 2021).

이러한 차이는 첫째, 농어촌지역 지방자치단체의 열악한 물관리 여건과 수도시설 및 서비스 개선을 위한 재정 능력 부족에서 기인한다. 둘째, 안정적인 수원을 바탕으로 대규모로 물을 처리·공급하는 도시의 상수도 시설보다 상대적으로 열악한 수원과 소규모 시설을 운영하는 농어촌지역은 시설 운영의 효율성이 떨어지고, 지역 간 수돗물 생산비용 부담의 격차도 심각하다(이상호, 2022). 셋째, 고령화·저출산·저성장 시대에 접어들면서 심각한 인구감소를 겪고 있는 농어촌지역의 경우 수돗물 품질을 유지 및 개선하기 위한 여건이 더욱더 열악해지고, 비용 충당을 위한 재원 확보 역시 갈수록 어려워지는 실정이다(구윤모, 2021).

우리나라 지방상수도의 또 다른 문제는 1970~90년대 경제성장기에 집중적인 설치, 확장이 진행된 시설 노후화 문제이다. 2021년 상수도통계에 따르면 관로의 경우 총연장은 233,701km 중 21년 이상이 경과된 노후관이 83,925km로 전체 관로의 35.9%를 차지하고 있다. 정수장은 전국 482개 중 20년 이상의 노후정수장은 261개로 전체의 54.1%에 해당한다. 이러한 노후 수도시설이 적절하게 개선되지 않는 경우 수돗물 수질문제, 단수사고 등 고품질 수돗물의 안정적 공급이 저해되면서 대국민 서비스 수준을 떨어뜨리게 된다. 특히, 재정이 열악한 농어촌지역 지방자치단체의 경우 노후화 등으로 인한 투자 수요에도 불구하고 적기 시설개선이

2) UN water 홈페이지(www.unwater.org)의 '6.1.1 Proportion of population using safely managed drinking water services' 참고

이루어지지 않아 유수율이 떨어지고, 이는 총괄원가 증가로 이어져 다시 재정이 열악해지는 악순환이 반복되고 있다(박임수, 2017).

이러한 지방상수도 문제를 개선하기 위하여 환경부는 노후 상수도 시설을 체계적으로 정비하고, 지방상수도 재정을 건실화하여 지방상수도 운영의 악순환이 아닌 선순환 구조를 정착시키기 위하여 지방상수도 현대화사업을 시행하였다.

지방상수도 현대화사업은 전국 161개 지방자치단체 중 118개 지방자치단체가 대상으로 2017년부터 2024년까지 약 3조 1,000억 원의 예산을 투입, 국고를 차등적으로 지원하는 사업이다. 2017년 22개 지방자치단체를 시작으로 2020년까지 순차적으로 진행하여 2024년 완료를 목표로 하고 있고, 사업수행은 지방자치단체에서 직접 수행하거나, 한국수자원공사 또는 한국환경공단에 위탁하여 수행하고 있다. 현재까지 진행한 현대화사업 중 2017~2018년도 시행사업은 완료 또는 마무리 단계이고, 2018~2020년 시행사업은 어느 정도 궤도에 오른 상태이다.

그런데 최근 인천시 적수 발생사태, 일부 지방상수도 정수장 유충 발생 등 수돗물의 안전성을 의심하게 하는 사건이 일어나면서 국민의 먹는물 불안이 가중되고 있고, 이는 2단계 지방상수도 현대화사업 추진에 대한 사회적 요구로 귀결되고 있다. 이에 환경부는 한국수자원공사와 공동으로 지방상수도 2단계 현대화사업 타당성 연구를 진행 중이다.

1단계 현대화사업은 상당 부분 진행되어 사업종료까지 2~3년밖에 남지 않았고, 이어서 시행할 2단계 현대화사업은 시행계획 수립이 검토되고 있는 현시점에서 과연 현대화사업 시행으로 그 효과성이 있었는지 확인해볼 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 지방상수도 현대화사업 시행에 따른 운영 효율화 성과에 대한 실증분석을 하고자 한다. 또한, 현대화사업 수행 방식과 관련해서 전문기관 위탁 수행인지, 지방자치단체에서 직접 수행인지에 따라 사업성과에 차이가 있는지도 분석하여 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

그간의 지방상수도에 대한 논의는 주로 사업 규모의 광역화나 운영체제의 변화를 통한 효율성 또는 생산성 개선 여부가 중심이었다. 특히, 전문기관 위탁 운영으로 위탁 전후 효율성이 개선되는지, 운영 주체별로 효율성에 차이가 발생하는지가 대부분이었고, 지방상수도 현대화사업에 대한 논의는 상대적으로 부족하였다. 또한, 전국의 지방상수도 현대화사업의 효과에 대한 실증분석 자체는 지금까지 한 번도 없었다는 점에서 본 연구가 최초이고, 이는 나름의 의미를 가질 것으로 생각한다.

제2절 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 7개의 특·광역시와 세종특별자치시, 그리고 2014년에 충청북도 청주시에 편입된 충청북도 청원군을 제외한 153개 지방자치단체의 2012년부터 2021년까지의 패널데이터를 바탕으로 실험집단과 비교집단을 선정하여 현대화사업 시행 전후 및 시행 지역과 비시행 지역을 비교 분석하여 현대화사업 성과를 실증하고자 한다. 또한, 현대화사업 수행방식(위탁 수행 또는 자체 수행)에 따라 실험집단과 비교집단을 선정하여 사업성과에 차이가 발생하는지도 살펴보고자 한다. 이때 종속변수는 현대화사업의 효과를 검증할 수 있는 유수율과 ㎥당 총괄원가로 하고, 독립변수는 현대화사업 시행 여부 또는 사업수행 방식, 사업 시행 시점, 사업 시행 여부 또는 수행방식과 사업 시행 시점의 상호교호항으로 하였다. 통제변수는 선행연구들을 참고하였을 뿐만 아니라, 지방상수도 사업의 특성(사업요인, 시설요인, 지역요인, 제무·제도요인)을 고려한 변수를 도입하여 단순 이중차이분석, 패널 고정효과모형을 통한 이중차이분석을 실시하고, 분석 결과의 인과관계를 명확히 하고자 평행추세 가정을 통계적 방법으로 검증하고자 한다.

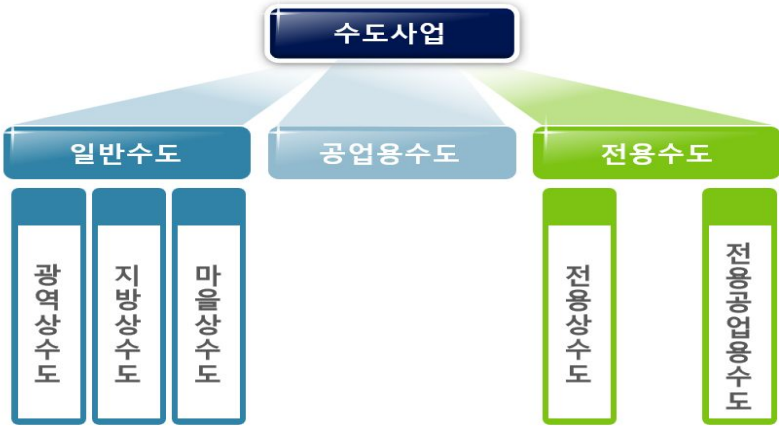
제2장 이론적 배경 및 선행연구 검토

제1절 지방상수도 현황

1. 수도사업체계

수도법 제3조에 의하면 우리나라의 수도사업은 전용수도, 공업용수도, 일반수도로 나눠지며, 전용수도는 다시 전용상수도와 전용공업용수도로 구분되고, 일반수도는 광역상수도, 지방상수도, 마을상수도로 구분된다.

<그림 1> 수도사업체계



일반수도 중 광역상수도의 공급은 주로 한국수자원공사에서 담당하고, 지방상수도와 마을상수도[3]의 공급은 지방자치단체에서 담당하고 있다.

3) 마을상수도 : 100명 이상 2천500명 이내의 급수인구에 공급하는 일반수도로 1일 공급량 20㎥ 이상 500㎥ 미만인 수도(수도법 제3조)

2. 지방상수도 운영형태

지방상수도 사업은 지방자치단체가 직접 운영 또는 전문기관에 위탁하여 운영하고 있다. 지방자치단체가 직접 경영하는 방식은 지방공기업법에 따른 지방직영기업을 설치하거나, 지방자치법에 따른 일반행정사무로 수행하는 방식이 있다. 2022년 현재 지방직영기업을 설치한 지방자치단체는 122개이며, 39개 지방자치단체는 비 공기업 방식을 취하고 있다.

전문기관 위탁 방식은 지방자치단체(위탁기관)가 시설소유권을 가지고 수도정책 및 수도요금 결정, 신규 수도시설 설치 및 마을상수도 관리, 위탁업무 감독 등의 업무를 수행하고, 전문기관(수탁기관)은 운영관리권을 가지고 수돗물 생산·공급 등 수도시설 운영관리, 기존 시설개선, 검침 및 요금부과, 민원 처리 등의 업무를 수행하는 형태이다. 2022년 현재 전국에 161개 지방상수도 사업자 중 26개 사업자가 한국수자원공사(24개)와 한국환경공단(4개)에 위탁하여 운영 중이다.

<표 1> 지방상수도 위탁운영 현황

구분	'04년	'05년	'06년	'07년	'08년	'09년	'10년	'12년	'13년	'17년
한국수자원공사	논산	정읍 사천 예천	서산 고령 금산 동두천	거제	나주 영주 단양	함평 파주 광주	고성 통영	완도 진도 장흥	봉화	청송
한국환경공단	-	-	-	-	-	-	-	정선 영월 평창 태백	-	-

자료 : 한국수자원공사와 한국환경공단 홈페이지 참조

지방자치단체가 직접 경영하는 방식은 일반 행정과 일체적이고 종합적인 행정을 촉진할 수 있고, 지역주민의 의견을 직접 반영하여 주민 생활에 적합하게 운영할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 지방자치단체의 직접 경영은 정치적 영향으로 인해 자주성이 결여되고, 채산성 유지가 힘들다. 또한 잦은 업무교체로 책임 의식이 낮고, 전문성이 부족하여 운영효율성을 기하기 힘들다는 단점이 있다(고수정, 2016).

전문기관 위탁 운영의 경우 노후관 개선, 블록시스템 구축, 누수탐사 등을 통한 유수율 제고, 원가절감, 수질 및 수량관리로 깨끗한 수돗물의 안정적 공급, 고객서비스 개선 등을 통한 경영효율을 극대화할 수 있다. 다만, 지방상수도의 위탁 운영을 반대하는 사람들은 수탁자의 이익 추구 행위로 인하여 수도 요금 인상, 평균 투자액 증가, 엄격한 규제 요구 등의 폐단으로 공공성과 형평성이 저해된다고 주장한다(Fitch, 1974; 김상문, 2012).

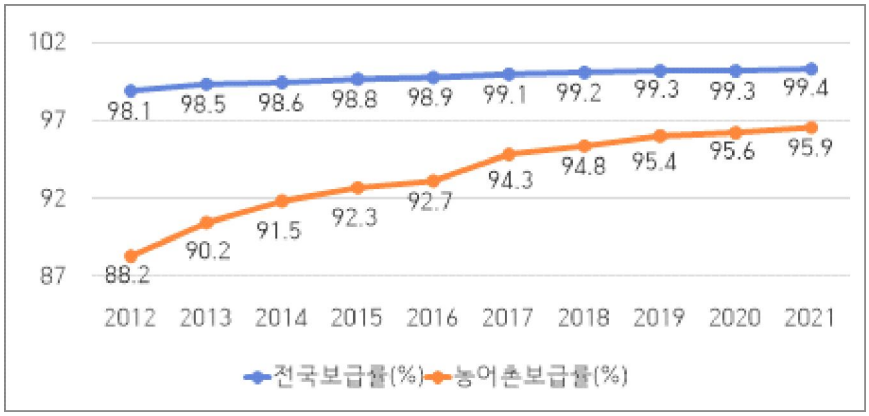
3. 지방상수도 운영현황

1) 보급현황

2021년 기준 전국 161개 지방상수도 사업자 및 1개 광역상수도 사업자가 전 인구의 99.4%, 약 52,397천명에게 상수도를 공급하고 있다. 전국 급수보급률은 10년 전 대비하여 1.3% 상승에 불과했으나, 농어촌지역의 급수보급률은 10년 전 대비 7.7% 상승으로 크게 성장했다. 이는 10년 전에는 농어촌지역과 도시의 급수보급률 차이가 컸으나, 지난 10년간 그 격차가 크게 줄었다는 점에서 긍정적으로 생각할 수 있다. 그러나 다른 한편으로는 도시는 양적으로 이미 포화상태에 있었으므로 지난 10년간 질적 성장을 추구했다면, 농어촌지역은 질적 성장보다는 양적 성장에 치중했음을 알 수 있다. 이는 결국 도시와 농어촌지역의 양적 차이는 줄었

으나 질적 서비스 수준에서는 여전히 차이가 클 수밖에 없다는 것을 보여주는 것으로 생각할 수 있다.

<그림 2> 최근 10년간 상수도 보급률 추이



자료 : 환경부(2022), 『2021 상수도통계』

좀 더 세분화해서 행정구역별로 급수보급률을 비교해 보면 대도시에 해당하는 7개 특·광역시의 경우 100%, 시·군지역(동 지역)이 99.8%, 시·군지역(읍 지역)이 98.5%, 농어촌지역에 해당하는 면 지역이 95.9%이다.

<표 2> 상수도 보급현황

구분		총인구 (천명)	급수인구(천명)		급수보급률(%)	
			마을·소규모 포함	지방 및 광역	마을·소규모 포함	지방 및 광역
전국		52,733	52,397	51,495	99.4	97.7
특·광역시		23,000	22,994	22,945	100	99.8
시·군 지역	동 지역	20,614	20,547	20,460	99.7	99.3
	읍 지역	4,616	4,541	4,415	98.4	95.7
면 지역	전국	4,718	4,526	3,848	95.9	81.6
	특·광역시	216	211	174	97.9	80.7
	시·군	4,503	4,315	3,674	95.8	81.6

자료 : 환경부(2022), 『2021 상수도통계』

2) 시설현황

2021년 기준 지방상수도 시설현황 중 취수시설의 경우 취수량은 댐이 3,373백만㎥/년으로 가장 높은 비중을 차지하고, 하천표류수가 3,017백만㎥/년으로 두 번째로 높다. 이외에 하천 복류수, 지하수, 기타 저수지에서 취수되고 있으나, 취수량 대부분은 댐과 하천표류수가 차지하고 있다.

<표 3> 취수원별 시설현황 및 연간 취수량

구 분	시설용량(천㎥/일)		연간 취수량(백만m^3/년)	
합계	33,217	100%	7,075	100%
댐	14,714	44.3%	3,373	47.7%
하천표류수	15,517	46.7%	3,017	42.6%
하천복류수	1,860	5.6%	436	6.2%
지하수	604	1.8%	186	2.6%
기타저수지	522	1.6%	65	0.9%

자료 : 환경부(2022), 『2021 상수도통계』

2020년 기준 지방상수도 취수장은 전국에 총 483개소가 있으며, 특·광역시 22개소, 시 지역 125개소, 군 지역 256개소, 특별자치도 80개소이다. 취수장 개소 수가 농어촌지역인 시·군지역이 대도시인 특·광역시에 비해 훨씬 많은 것은 시·군지역 지방자치단체가 대부분 별도의 취수장을 운영하기 때문이다. 또한, 취수장 개소 수와 별개로 총취수량은 특·광역시가 훨씬 크다는 점에서 규모의 경제 달성에 유리한 구조임을 알 수 있다. 취수장 가동률의 경우 특·광역시는 55.4%, 시 지역 74.7%, 군 지역 98.8%로 특·광역시보다 시·군지역이 훨씬 높다는 점에서 취수장 운영에 여유가 있음을 알 수 있다.

<표 4> 취수장 현황

구분	개소 (개)	시설용량 (천㎥/일)	연간 총취수량 (천㎥/년)	취수장 가동률 (%)
총 계	483	19,095	3,720,036	64.0
특·광역시	22	12,881	2,279,508	55.4
시	125	4,459	980,972	74.7
군	256	1,176	295,411	98.8
특별자치도	80	579	164,145	101.5

자료 : 환경부(2022), 『2021 상수도통계』

2021년 기준 지방상수도 정수장은 전국에 444개소가 있으며, 특·광역시가 29개소, 시 지역이 145개소, 군 지역이 253개소, 특별자치도가 17개소 취수장과 마찬가지로 정수장 개소 수가 농어촌지역인 시·군지역이 대도시인 특·광역시에 비해 훨씬 많은 것은 시·군지역 지방자치단체가 대부분 별도의 정수장을 운영하기 때문이다. 또한 특·광역시의 연간 생산량은 2,687백만㎥/년으로 전체 생산량 4,625백만㎥/년의 58.1%를 차지고 있음을 볼 때 역시 규모의 경제 달성에 유리한 구조임을 알 수 있다. 정수장 가동률에서도 시·군지역에 비해 특·광역시가 여유가 있다.

<표 5> 정수장 현황

구분	개소 (개)	시설용량 (천㎥/일)	연간총생산량 (천㎥/년)	정수장 가동률 (%)
총 계	444	20,143	4,625,232	75.1
특·광역시	29	12,135	2,687,035	70.5
시	145	6,674	1,569,126	78.1
군	253	991	248,318	96.7
특별자치도	17	344	120,752	118.0

자료 : 환경부(2022), 『2021 상수도통계』

2021년 기준 지방상수도 수도관 총연장은 227,943km이며, 21년 이상 노후관은 80,817km로 전체 수도관의 35.5%를 차지하고 있다. 노후관 비율이 가장 높은 지자체는 대구로 63.3%, 그리고 서울 63.0%, 광주 53.3%, 부산 46.8% 등의 순이다. 반면, 충청남도 19.6%, 전라남도 21.7%, 충청북도 26.8% 등 대도시가 아닌 지방의 노후관 비율이 더 낮다. 이는 대도시를 중심으로 수도가 우선 보급된 이유로 현시점에서 노후관 비율이 더 높고, 지방의 경우 수도 보급이 늦은 만큼 노후관 비율이 상대적으로 낮은 것으로 파악된다. 그런데도 노후화가 문제가 되는 것은 대도시 외의 지방자치단체는 적기에 노후관을 보수할 재정적 여력과 전문성이 상대적으로 부족하기 때문이다(박임수, 2017).

<표 6> 경년별 수도관 현황

구 분	총연장 (km)	10년 이내 (km)		11~20년 이내 (km)		21년 이상 (km)	
총 계	227,943	73,617	32.3%	73,510	32.2%	80,817	35.5%
서울특별시	13,390	1,574	11.8%	3,375	25.2%	8,440	63.0%
부산광역시	8,506	2,284	26.8%	2,241	26.3%	3,981	46.8%
대구광역시	7,928	1,408	17.8%	1,501	18.9%	5,019	63.3%
인천광역시	7,256	2,406	33.2%	2,027	27.9%	2,823	38.9%
광주광역시	4,046	826	20.4%	1,062	26.3%	2,158	53.3%
대전광역시	4,023	1,014	25.2%	1,210	30.1%	1,799	44.7%
울산광역시	3,594	1,042	29.0%	1,258	35.0%	1,294	36.0%
세종특별자치시	1,258	806	64.0%	338	26.9%	114	9.1%
경기도	39,063	12,330	31.6%	13,783	35.3%	12,949	33.1%
강원도	13,811	5,383	39.0%	3,595	26.0%	4,833	35.0%
충청북도	11,079	3,828	34.6%	4,284	38.7%	2,967	26.8%
충청남도	18,938	8,707	46.0%	6,521	34.4%	3,710	19.6%
전라북도	18,736	4,595	24.5%	6,760	36.1%	7,381	39.4%
전라남도	21,463	8,777	40.9%	8,026	37.4%	4,660	21.7%
경상북도	28,203	10,347	36.7%	8,029	28.5%	9,826	34.8%
경상남도	20,841	7,019	33.7%	7,210	34.6%	6,612	31.7%
제주특별자치도	5,810	1,271	21.9%	2,290	39.4%	2,250	38.7%

자료 : 환경부(2022), 『2021 상수도통계』

3) 급수현황

2021년 기준 전국의 연간 총급수량은 6,765백만㎥으로 무효수량을 제외한 실제 유효수량은 6,068백만㎥이고, 이 중 요금이 부과된 유수수량은 5,813백만㎥, 유수율은 85.9%, 누수율은 10.2% 수준이다. 유수율을 좀 더 세부적으로 살펴보면 특·광역시 93.2%로 높은 수준의 유수율을 보여준다.

반면, 시 지역 84.0%, 군지역 71.3%로 대도시보다 낮은 유수율을 나타낸다. 이는 수돗물 공급과정에서 누수 등에 의해 요금으로 회수하지 못하는 손실이 크다는 의미이므로 유수율 제고에 대한 투자 확대 필요성 등 지방자치단체의 재정적인 부담을 가중하는 요인에 해당한다.

결국 재정자립도가 낮은 시·군지역 지방자치단체들은 낮은 유수율로 인하여 누수 등의 손실에 대해 요금 회수가 어렵고, 이를 개선하기 위한 투자 확대가 필요하나 재정적 어려움으로 적기 투자가 이루어지지 않아 손실의 폭이 커지고 이는 다시 재정적 어려움을 가중하는 악순환으로 반복되고 있음을 알 수 있다. 따라서 이러한 어려운 상황을 개선하고, 지방상수도 운영의 선순환 구조를 위해 정부가 2017년부터 시행한 '지방상수도 현대화사업' 정책은 매우 바람직하고, 적절한 것으로 생각된다.

<표 7> 급수량 및 유수율·누수율 현황

구분	연간 총 급수량 (만㎥/년)	유효수량4)(백만㎥/년)				무효수량5)(백만㎥/년)			
		소계	유수6) 수량	유효 무수 수량7)	유수 율8) (%)	소계	조정 감액 수량9)	누수량 10)	누수 율 (%)
전국	6,765	6,068	5,813	256	85.9	696	9	688	10.2
특·광역시	2,727	2,627	2,541	86	93.2	100	49	100	3.7
시	3,342	2,948	2,807	141	84.0	394	7	387	11.6
군	532	400	379	21	71.3	132	2	130	24.5
특별자치도	164	93	85	8	51.8	71	0	71	43.1

자료 : 환경부(2022), 『2021 상수도통계』

4) 요금현황

2021년 기준 전국 평균 수도요금은 720.8원/㎥이고, 총괄원가[11]는 989.2원/㎥으로 현실화율은 72.9%에 불과하다. 이를 좀 더 상세하게 살펴보면 지역별로 수도요금과 총괄원가, 현실화율에 있어서 차이가 있다.

---

4) 유효수량은 총급수량 중 사용상 유효로 인정되는 수량, 유수수량 및 유효무수수량 합

5) 무효수량은 사용상 무효로 인정되는 수량, 조정감액수량 및 누수량의 합

6) 유수수량은 유효수량 중 요금으로 징수가 가능한 수량, 요금이 부과된 계량요금수량과 미계량요금수량 및 분수량, 그리고 기타 부과량의 합

7) 사용상 유효이지만 요금이 부과되지 않는 수량, 계량기 불감수량과 수도사업용수량 및 공공수량, 그리고 부정 사용량의 합

8) 유수율은 총급수량 대비 유수수량 비율, 누수율은 총급수량 대비 누수량의 비율이며, 공공수량과 수도사업용수량 및 부정 사용량, 그리고 계량기 불감수량과 조정감액수량을 포함하지 않음

9) 조정감액수량은 오염 등의 수도사업자 귀책 사유로 인하여 요금 징수 시 조정에 의해 감액 대상이 된 수량, 검침 오류로 인한 조정과 계량기 고장으로 인한 인정조정 및 사용자 귀책에 의한 옥내누수 감액은 미포함

10) 누수량은 송수 시작점 이후부터 급수사용자 계량기 이전에서 손실된 수량. 즉, 수도관 사고나 배수지 균열, 그리고 배수지 월류 등에 의해 손실된 수량. 누수량은 합리적 산정이 불가능하기 때문에 누수량을 제외한 모든 성분별 수량을 산정한 후 총급수량 중 남은 양을 누수량이라 인정

11) 총괄원가는 영업비용, 자본비용, 영업외비용 합산 후 기타영업수익과 영업외수익 차감을 통해 산출, 총괄원가를 연간조정량으로 나누면 ㎥당 원가가 됨
- 영업비용은 수돗물 생산·공급·요금과징에 지출된 비용으로 인건비, 일반운영비, 약품비, 동력비, 수선유지비, 감가상각비 등을 말함
- 자본비용은 사업 유지를 위해 영업비용을 초과하여 요금으로 회수되어야 하는 금액으로 타안자본비용(이자비용)과 자기자본보수로 구성
- 자기자본보수는 요금기저에 자기자본비율, 적정투자보수율을 곱하여 산정
- 요금기저는 순가동설비자산가액, 운전자금, 건설중인 자산을 합산한 금액

먼저 평균 수도요금의 경우 특·광역시는 628.7원/㎥, 시 지역은 770.5원/㎥, 군지역은 944.1원으로 대도시에서 농어촌지역으로 갈수록 수도요금이 올라감을 알 수 있다. 총괄원가의 경우 특·광역시 806.9원/㎥, 시 지역 983.6원/㎥, 군지역은 2,216.5원으로 수도요금과 마찬가지로 대도시에서 농어촌지역으로 갈수록 올라감을 알 수 있다.

특·광역시의 평균 수도요금 대비 군지역 수도요금은 1.5배 수준이나, 총괄원가는 특·광역시 총괄원가 대비 군지역 총괄원가는 2.7배 수준의 차이를 나타내고 있다. 그런데도 요금 현실화율은 42.6%에 불과해 심각한 수준에 있음을 알 수 있다. 이 때문에 수돗물 생산 규모, 급수인구 등의 측면에서 어느 정도 규모의 경제가 적용되고, 일반재정도 튼튼한 대도시와는 달리 군지역 지방자치단체는 심각한 적자 상태에 허덕이게 된다. 따라서 투자재원 부족으로 적기에 노후관을 정비하지 못하고, 유수율은 개선되지 않아 만성적인 재정적자 상태는 해소되지 못하고 있다. 결국 군지역 지방자치단체에 거주하는 주민들의 경우 전국의 평균보다 더 높은 수도요금을 내고 있음에도 불구하고, 더 낮은 수준의 수돗물 서비스를 받을 수밖에 없다.

<표 8> 수도 요금 및 총괄원가 현황

구 분	총급수량 (천㎥/년)	연간부과량 (천㎥)	부과액 (백만원)	평균단가 (원/㎥)	총괄원가 (원/㎥)	현실화율 (%)
전국	6,764,686	5,812,766	4,189,677	720.8	989.2	72.9
특·광역시	2,727,068	2,540,958	1,597,380	628.7	806.9	77.9
시	3,341,577	2,807,305	2,163,105	770.5	983.6	78.3
군	531,897	379,468	358,242	944.1	2,216.5	42.6
특별자치도	164,145	83,036	70,949	834.4	1,143.5	73.0

자료 : 환경부(2022), 『2021 상수도통계』

5) 재정현황

수도법 제12조에서 수도사업자는 수도사업을 경영하는 경우 합리적인 원가 산정에 따른 수도요금 체계를 확립하고, 수도요금 체계를 확립하는 경우 수요자가 물을 공급받는 데에 드는 비용과 사업의 계속성을 유지하는 데 필요한 재원을 요금 수입으로 확보하도록 노력하여야 한다고 규정하고 있다. 이에 지방상수도 사업자의 재투자 여력을 분석하기 위하여 요금 수입에서 유지관리비 및 원리금 상환 제출을 빼는 방식으로 다음 <표 9>와 같이 산정하였다(한국수자원공사, 2020).

<표 9>에 의하면 2021년 기준 전국 총 수도요금 세입은 42,352억 원이고, 유지관리비 세출은 43,119억 원, 원리금 상환 세출은 845억 원으로 수도요금 세입 보다 유지관리 및 원리금 상환 세출이 많아 재투자 여력이 없는 것으로 나타났다. 행정구역별로 살펴보면 대도시에 해당하는 특·광역시는 수도요금 세입이 16,025억 원이고, 유지관리비 및 원리금 상환 세출은 15,054억 원으로 요금수입 대비 재투자 여력이 6.1%에 해당하여 재투자 여력이 있는 것을 알 수 있다.

그러나 시 지역은 수도요금 세입이 21,996억 원이나, 유지관리비 및 원리금 상환 세출은 24,063억 원으로 2,067억 원 적자여서 요금수입 대비 재투자 여력 비율이 -9.4%이고, 군지역은 수도요금 세입이 3,638억 원이나, 유지관리비 및 원리금 상환 세출은 4,245억 원으로 607억 원 적자로 요금수입 대비 재투자 여력 비율이 -16.7%로 시·군지역 모두 재투자 여력이 없음을 알 수 있다.

제주도특별자치도의 경우에는 수도요금 세입이 693억 원이고, 유지관리비 및 원리금 상환 세출은 604억 원으로 요금수입 대비 재투자 여력이 12.8%에 해당하여 재투자 여력이 있는 것을 알 수 있다.

<표 9> 재투자 여력 현황

구 분	전국	특·광역시	시	군	특별자치도
총 수도요금 세입(억원)	42,352	16,025	21,996	3,638	693
유지관리비 세출(억원)	43,119	14,969	23,477	4,244	430
원리금상환 세출(억원)	845	85	586	1	174
재투자 여력(억원)	-1,612	971	-2,067	-607	89
요금수입 대비 재투자 여력 비율	-3.8%	6.1%	-9.4%	-16.7%	12.8%

자료 : 한국수자원공사(2020) 수정, 환경부(2022) 『2021 상수도통계』

6) 직원현황

2021년 기준 전국의 지방상수도에 근무하는 직원 수는 총 12,239명이고, 직종군별로는 행정직 2,180명, 기술직 5,777명, 기타 4,282명으로 기술직이 전체의 47.2%로 차지하는 비중이 가장 크다. 이는 지방상수도 운영관리의 업무 특성상 기술직에 속한 업무가 다수를 차지하고 있기 때문이다. 지역별로 살펴보면 서울이 1,869명으로 가장 많고, 다음은 경기도가 1,723명, 부산이 1,125명으로 많은 편에 속하고, 나머지 지방정부의 직원 수는 행정 규모에 따라 차이가 나는 것으로 나타났다.

<표 10> 지방상수도 직원현황

구분	직원 총수 (명)	행정직 (명)	기술직 (명)	기타 (명)
전국	12,239	2,180	5,777	4,282
	100.0%	17.8%	47.2%	35.0%
서울특별시	1,869	453	1,024	392
부산광역시	1,125	232	483	410
대구광역시	862	161	370	331
인천광역시	845	131	350	364
광주광역시	411	82	145	184
대전광역시	494	78	195	221
울산광역시	241	59	139	43
세종특별자치시	37	5	15	17
경기도	1,723	294	897	532
강원도	704	121	321	262
충청북도	424	68	204	152
충청남도	509	104	177	228
전라북도	478	62	234	182
전라남도	614	54	258	302
경상북도	933	138	514	281
경상남도	860	138	393	329
제주특별자치도	110	0	58	52

자료 : 환경부(2022), 『2021 상수도통계』

제2절 지방상수도 현대화사업

1. 1단계 현대화사업

1) 추진배경

급속한 경제성장기인 1970~90년대 지방상수도에 투자가 집중적으로 이루어졌고, 그 시기에 설치했던 시설들이 노후화되면서 2016년 기준 20년 이상 경과된 상수도관은 61,578km로 전체의 31.0%를 차지하고, 정수장은 315개소로 전체의 70.6%에 달하게 되었다. 이로 인하여 연간 6.91억㎥의 누수가 발생하였고, 이는 팔당댐 저수용량(2.4억㎥)의 약 3배에 해당하며 6,059억 원의 경제적 손실이 발생하였다. 또한, 연간 36,792건 이상의 단수로 인하여 국민 불편이 가중되고, 노후화된 시설은 지속 증가하고 있으나, 열악한 재정과 낮은 요금 현실화율로 투자 여력이 부족한 지방자치단체는 적기에 노후화된 시설을 교체하지 못하면서 유수율은 개선되지 못하고, 만성적인 적자 상태의 악순환이 반복되는 상황이었다.

이에 정부는 노후 상수도 관망 및 정수장 정비 등을 집중적으로 실시하여 유수율 제고와 노후화된 시설을 현대화하고, 이를 통해 국민에게 깨끗한 수돗물의 안정적 공급과 더불어 경영수지 개선으로 지방상수도 사업 선순환 구조를 구축하고자 2016년 3월 국고지원을 통한 지방상수도 현대화사업 추진을 결정하였다.

<그림 3> 지방상수도 선순환 구축 모식도

자료 : 한국수자원공사

2) 사업 개요

지방상수도 현대화사업은 노후 상수도 관망 정비사업과 노후정수장 정비사업으로 구분된다. 먼저 노후 상수도 관망 정비사업은 유수율 70% 미만의 시·군을 선정대상으로 하여 104개 지방자치단체를 선정하였다. 총 23,988억 원(국고 14,393억 원)의 예산을 투입하고, 5년의 기간 동안 관망 정비공사, 누수탐사·정비, 블록시스템 구축, 유지관리시스템 구축을 통하여 유수율 85% 달성을 목표로 한다.

노후정수장 정비사업은 경과년수가 20년 이상이고, 정수처리 기능이 저하된 시설을 선정대상으로 하여 22개 지방자치단체의 29개 정수장을 선정하였다. 총 6,974억 원(이 중 국고는 3,487억 원)의 예산을 투입하여 정수장 부분 또는 전면 개량이나 재건설, 통합건설 등 3~5년의 기간 내 준공을 목표로 한다.

<표 11> 지방상수도 현대화사업 개요

구분	노후 상수도 관망 정비	노후정수장 정비
선정 대상	- 유수율 70% 미만의 급수구역을 포함하고 있는 시·군	- 경과년수 20년 이상(기계식은 10년) 이고, 정수처리 기능 저하된 시설
사업 내용	- 시·군내 유수율 70%미만 급수구역 : 관망정비공사, 누수탐사 및 정비 - 시·군의 전체 급수구역 : 블록시스템 구축, 유지관리시스템 구축	- 정수장 부분 또는 전면개량 - 정수장 재건설 - 정수장 통합건설 (공사별 시설 운영관리시스템 구축공사 포함)
사업비	2조 3,988억 원 (국고 1조 4,393억 원)	6,974억 원 (국고 3,487억 원)
대상	104개 지자체	22개 지자체
규모	3,332 km	29개 정수장
목표	사업대상 지역 유수율 85% 달성	정수장 시설개량·재건설 준공
기간	5년	3~5년

자료 : 환경부(2021), 『지방상수도 현대화사업 업무처리지침』 보완

118개 지방자치단체, 129개 사업을 세부적으로 살펴보면 경상북도 21개 사업, 전라남도 20개 사업, 강원도 18개 사업, 경상남도 16개 사업 등 상대적으로 낙후된 지역이 집중적으로 선정되었음을 알 수 있다.

<표 12> 현대화사업 대상 지방자치단체 현황

상수관망(102개 지자체, 102개 사업)				정수장 (22개 지자체, 27개 사업)
도	군	도농복합 시	시	
경기도	가평, 양평, 연천	여주, 포천	-	의정부, 안양, 남양주, 안성, 가평
강원도	횡성, 양구, 화천, 철원, 인제, 양양, 홍천	강릉, 삼척, 원주	동해, 속초	춘천, 태백, 영월(2), 정선(3), 철원, 고성
충청남도	부여, 서천, 태안, 청양, 예산, 홍성	공주, 당진, 보령, 서산, 천안	-	-
충청북도	보은, 괴산, 증평, 음성, 옥천, 진천, 영동	청주, 충주	-	충주, 제천, 보은, 단양(2)
전라북도	임실, 고창, 무주, 완주, 부안, 장수, 진안, 순창	군산, 김제, 익산	전주	남원
전라남도	고흥, 함평, 신안, 구례, 보성, 강진, 해남, 곡성, 영암, 장성, 담양, 영광, 무안, 화순	광양, 순천, 여수	목포	순천, 구례
경상북도	청송, 의성, 청도, 영양, 울진, 영덕, 칠곡, 울릉, 군위, 성주	경산, 경주, 김천, 문경, 상주, 안동, 영주, 영천, 포항	-	예천, 봉화
경상남도	남해, 해동, 창녕, 산청, 합천, 이령, 거창, 함안, 함양	거제, 김해, 밀양, 양산, 진주, 창원	-	진주
제주도	-	-	제주	제주(2)

자료 : 한국수자원공사

3) 사업추진 현황

지방상수도 현대화사업은 2017년 21개 선도사업을 시작으로 2018년 22개 사업, 2019년 40개 사업, 2020년 46개 사업이 연차별 추진계획에 따라 순차적으로 진행되었다. 다만, 당초 사업 기간은 2017년부터 2028년까지 12년간 시행될 예정이었으나, 2019년에 발생한 인천 적수사태를 계기로 2017년부터 2024년까지 사업 기간이 총 12년에서 8년으로 4년이 단축되었다.

<표 13> 연차별 현대화사업 추진계획

구분	합계	상수관망				정수장			
		소계	군	도농	시	소계	군	도농	시
총계	129	102	64	33	5	27	13	10	4
1그룹('17)	21	20	20	-	-	1	1	-	-
2그룹('18)	22	15	15	-	-	7	7	-	-
3그룹('19)	28	24	19	3	2	4	2	2	-
4그룹('19 추경)	12	12	1	10	1	-	-	-	-
5그룹('20)	46	31	9	20	2	15	3	8	4

자료 : 한국수자원공사

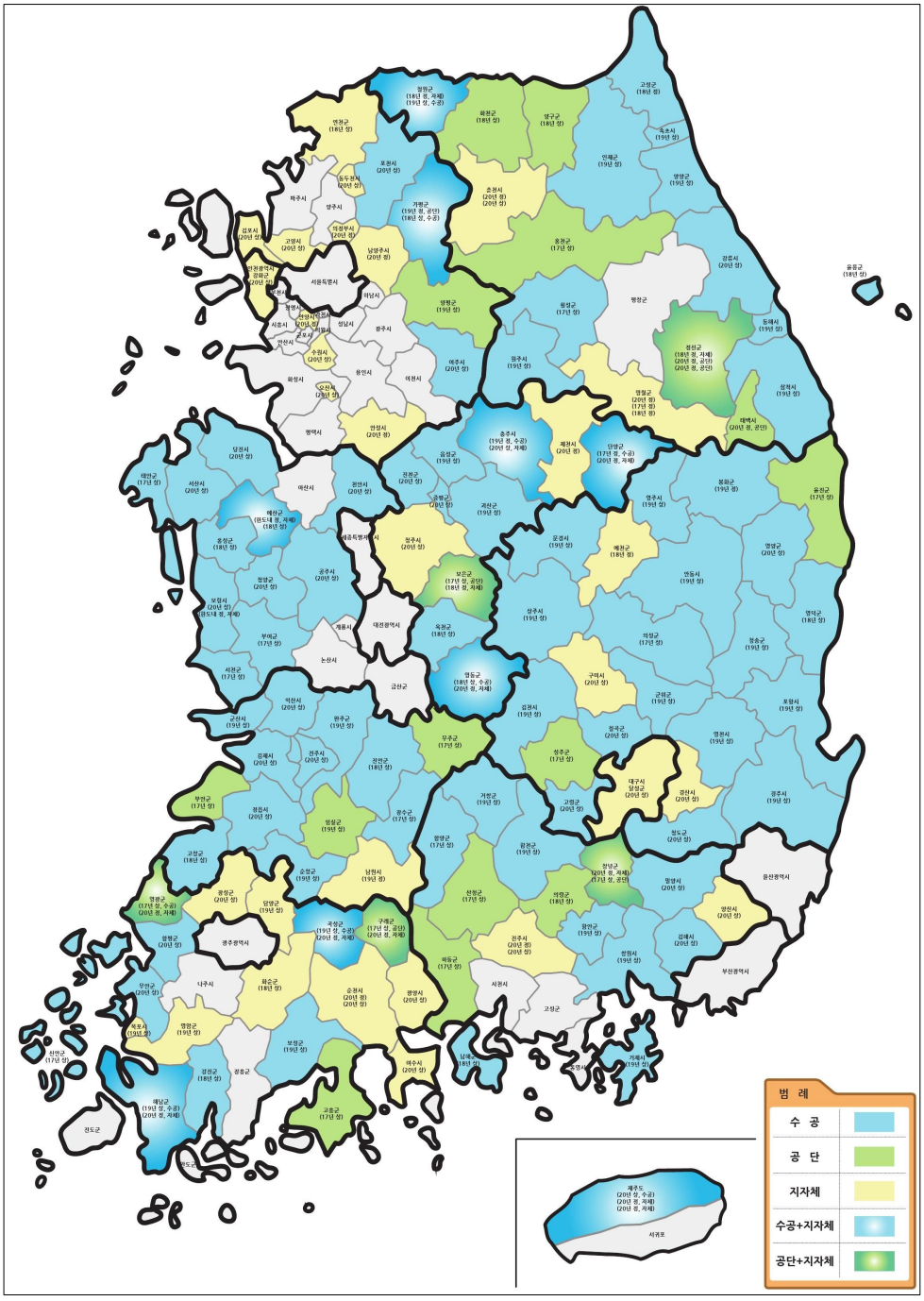
지방상수도 현대화사업에 선정된 지방자치단체는 사업수행에 있어 지방자치단체 자체적으로 수행하거나, 물관리 전문기관인 한국수자원공사나 한국환경공단에 위탁하여 수행하고 있다. 전체 129개 사업에서 한국수자원공사는 노후 상수도 관망 정비 71개 사업과 노후정수장 정비 4개 사업, 총 75개 사업을 수행 중이고, 한국환경공단은 노후 상수도 관망 정비 17개 사업과 노후정수장 정비 1개 사업, 총 18개 사업을 수행 중이다. 나머지 36개 사업은 지방자치단체에서 자체 시행 중이다. 다만, 2020년, 2022년 1~2차 공모사업과 2023년 신규사업으로 총 40개 사업이 추가되었으나, 추가사업은 아직 시행 전이므로 본 연구에서는 제외하였다.

<표 14> 기관별 현대화사업 수행 현황

구 분		합계	소계	K-water	환경공단	지자체
합계	소계	129	129	75	18	36
	관망		102	71	17	14
	정수장		27	4	1	22
‘17	상수 관망	21	20	8	12	-
				횡성,부여,서천,태안 장수,신안,의성,함양	홍천,보은,무주,부안 구례,고흥,영광,성주 울진,창녕,하동,산청	-
	정수장		1	1	-	-
				단양	-	-
‘18	상수 관망	22	15	10	3	2
				영동,옥천,홍성,예산 진안,고창,강진,영덕, 울릉,남해	양구,화천,의령	연천,화순
	정수장		7	1	1	5
				고성	가평	영월,정선,철원, 보은,예천
‘19	상수 관망	40	36	31	2	3
				가평,인제,양양,괴산 완주,순창,곡성,청송 군위,거창,함안,음성 속초,보성,군산,합천 거제,창원,해남,경주 김천,문경,상주,안동 영주,영천,포항,철원 삼척,원주,동해	임실,양평	목포,영암,담양
	정수장		4	2	-	2
				봉화,충주	-	구례,남원
‘20	상수 관망	46	31	22	-	9
				칠곡,영양,청도,강릉 진천,밀양,청양,당진 보령,서산,천안,공주 무안,증평,전주,함평 익산,김제,김해,포천 여주,제주	-	청주,충주,광양 장성,순천,경산 진주,양산,여수
	정수장		15	-	-	15
				-	-	안성,남양주,안양, 영월,정선(2),춘천, 태백,제천,의정부 단양,순천,진주 제주(2)

자료 : 한국수자원공사

<그림 4> 지방상수도 현대화사업 현황도

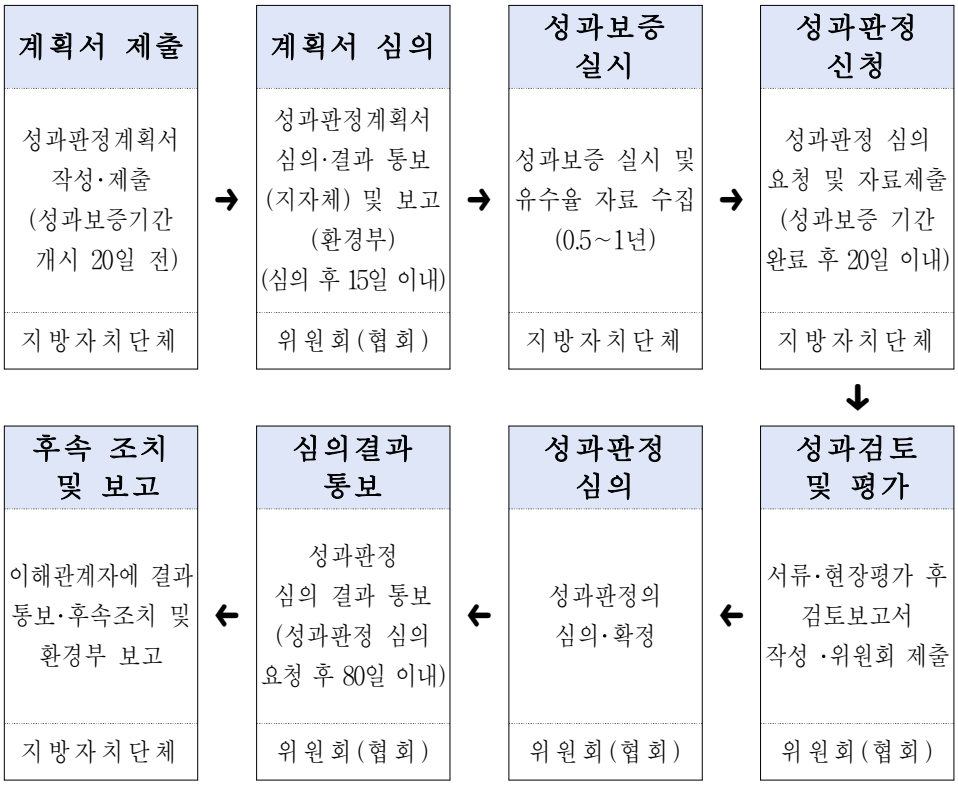


자료 : 한국수자원공사

4) 성과판정

지방상수도 현대화사업은 각 사업이 완료로 인정받기 위해서는 사업별 성과판정 합격이 필요하다. 따라서 성과판정 결과 합격이 되기 위해서는 노후 상수도 관망 정비사업 대상 지역에 대한 유수율 85% 달성 성과를 관망 정비 완료 후 1년 동안 유지하는 성과보증을 실시하여야 하고, 유수율 산정자료도 적정하다고 인정받아야 한다. 이때 성과판정 심의·확정은 한국상하수도협회에 설치 및 운영되는 성과판정위원회가 수행하게 된다. 2022년 현재 노후 상수도 관망 정비 7개 사업이 성과판정 합격이 되었고, 16개 사업이 성과보증을 진행하고 있다.

<그림 5> 현대화사업 성과판정 절차



자료 : 환경부(2021), 『지방상수도 현대화사업 업무편람』

2. 2단계 현대화사업

환경부는 1단계 현대화사업이 아직 마무리되지 않았으나, 2단계 현대화사업 추진을 검토 중이다. 이는 1단계 현대화사업 진행 중에 발생한 2019년 인천 적수 사태와 2020년 수돗물 유충 사태 등으로 국민의 먹는 물에 대한 불안이 가중되면서 현대화사업 확대에 대한 사회적 요구가 증가하였기 때문이다.

또한, 2020년 기준 지방상수도 관로 전체 222,641km 중 21년 이상 경과 된 노후 관로가 76,830km로 34.5%를 차지하고 있고, 정수장은 전체 447개소 중 21년 이상 경과 된 노후정수장이 314개소로 70.2%를 차지하는 등 노후시설이 지속해서 증가하고 있는 점도 그 이유 중 하나이다.

더군다나 1단계 현대화사업에 총 30,962억 원의 예산을 투입했으나, 상수도 관망은 전체 노후관의 4.3% 수준인 3,332km 교체에 불과하고, 정수장은 전체 노후정수장의 9.5% 수준인 30개 정비에 불과한 점도 고려된 것으로 보인다.

환경부는 2022년 현재 2단계 현대화사업 타당성 연구용역과 노후 관로 정밀조사 용역을 동시에 진행하고 있다. 이를 통해서 노후시설 정비 물량 및 사업비가 확정되면 사업의 연속성 유지를 위해 1단계 현대화사업이 마무리되는 2024년에 예비타당성 면제 승인[12] 및 신규예산 반영 등을 추진할 계획이다.

---

12) 예비타당성조사 운영지침 제20조에 따라 노후 상수도 개량은 면제 대상에 해당

제3절 선행연구 검토

1. 지방상수도 위탁 운영의 효율성에 관한 연구

지방상수도 위탁 운영의 효율성에 관한 연구는 그동안 다양하게 시도되었다. 먼저 위탁 전후를 비교하여 위탁 운영 이후 효율성 개선 효과를 분석한 연구(권영주, 2010)와 운영 주체별(위탁, 직영) 효율성을 비교 분석한 연구(원구환, 2010; 김상문 등, 2011; 김상문, 2012; 박경욱 등, 2013; 현승현 등, 2018)가 있으며, 위탁 전후 및 위탁과 직영의 경우를 함께 분석한 연구(고수정, 2016; 박임수, 2016)도 있다. 그리고 특정 위탁 운영 지방자치단체 사례를 중심으로 위탁성과를 분석한 연구(안국찬, 2012; 김석기, 2016)도 있다. 대다수의 연구에서는 위탁 운영이 직접 운영보다 효율성이 높고, 위탁 이후 효율성이 개선되었다는 분석 결과가 도출되었으나, 위탁 운영이 비용 효율성이나 원가절감에서 효과가 없다는 결론을 도출한 연구(장덕희 등, 2009; 유지연, 2014; 김현아 등, 2017)도 있다.

권영주(2010)는 한국수자원공사에서 위탁 운영 중인 5개 지방자치단체의 위탁 전후 시점을 기준으로 DEA/Window 방법을 활용하여 효율성 변화를 비교 분석하였다. 분석 결과 한국수자원공사 위탁 방식이 지방자치단체 직영방식보다 더 효율적인 것으로 나타났다.

원구환(2010)은 48개 수도사업장(위탁 7개, 직영 41개)의 2008년 결산자료를 대상으로 자료포락분석(DEA) 방법을 활용하여 지방상수도 사업 효율성을 비교 분석하였다. 분석 결과 위탁기관이 직영 기관보다 상대적으로 효율적인 것으로 나타났다.

김상문 등(2011)은 지방상수도 운영형태를 기준으로 3개의 위탁 운영 공기업과 67개의 직영 공기업의 2005년부터 2009년까지의 자료를 대상으로 맘퀴스트 생산성 지수를 활용하여 생산성 차이를 분석하였다. 분석

결과 직영 대비 위탁 운영에서 더 높은 생산성을 달성하는 것으로 나타났다.

김상문(2012)은 국내 164개 수도사업자 중 공기업으로 분류되는 112개 수도사업자의 2006년부터 2009년까지의 자료를 대상으로 확률프런티어 분석(SFA)법을 활용하여 지방상수도 사업의 운영유형(직영/위탁)에 따라 효율성에 차이가 있는지를 비교 분석하였다. 분석 결과 위탁 운영이 수도사업 운영 효율화 관점에서 긍정적임을 확인하였다.

박경욱 등(2013)은 공기업 형태의 지방상수도 사업자 중 직접 운영하는 56개와 위탁 운영하는 9개를 대상으로 2011년 자료를 이용하여 자료포락분석을 실시하였다. 투입변수는 인원수, 영업비용을 선정하였고, 산출변수는 유수수량, 매출액 순이익률을 선정하였다. 분석 결과 위탁 운영이 직접 운영의 경우보다 지방상수도 사업의 효율성을 높인 것으로 나타났다.

현승현 등(2018)은 152개 상수도사업소 대상으로 2015년 시점에 측정된 지방상수도 운영 효율성 지수를 산정, 직영과 민간위탁 운영 효율성을 자료포락분석(DEA) 방법을 활용하여 비교 분석하였다. 분석 결과 직영보다 위탁 운영이 상대적으로 효율적인 것으로 나타났다.

고수정(2016)은 특·광역시를 제외한 153개 지방상수도 사업자를 대상으로 2006년부터 2012년까지 자료포락분석(DEA)를 활용하여 위탁기관과 직영 기관의 효율성을 비교 분석하였고, 효율성 변화 파악을 위하여 DEA/Window 분석 방법을 활용하였다. 분석 결과 효율적인 기관은 직영 기관 136개소 중 20개소로 35.7%에 불과하나, 위탁기관은 17개소 중 12개소로 70.6%에 해당하는 것으로 나타났다. 또한 효율성 변화에서는 위탁 운영을 실시한 이후에 상대적으로 효율성이 증가하는 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 지방상수도 운영의 효율성을 도모하기 위해서는 직접 운영보다는 전문성을 갖추고 있는 기관에 위탁하는 것이 효율적이라고 판단하였다.

박임수(2019)는 위탁운영제도의 효과를 분석하기 위하여 급수인구 30

만명 미만 128개 지방자치단체의 2006년부터 2015년까지 자료를 사용하였다. 확률변경분석에 의한 운영효율성 추정 결과 위탁 운영이 더 높은 운영효율성을 보여주었다. 패널회귀모형을 통한 위탁 운영과 효율성의 관계 분석은 위탁 운영이 효율성에 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 위탁 전후의 효율성의 차이에 대한 이중차분모형 분석에서도 위탁 운영이 효율성 개선에 유의한 효과를 미치는 것으로 나타났다.

안국찬(2012)은 2005년부터 한국수자원공사에 위탁 중인 전라북도 정읍시의 2004년부터 2010년까지의 자료를 대상으로 위탁 전후의 성과를 ANOVA를 사용하여 분석하였다. 분석 결과 위탁 후 운영 측면에서 유수율 제고 등의 성과를 낸 것으로 나타났고, 이용자 만족도 측면에서는 대부분 지표에서 만족도가 상승한 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 전문기관에 의한 체계적 운영과 적절한 감시가 이루어지는 경우 위탁의 효과는 극대화될 수 있다고 평가하였다.

김석기(2016)는 2008년부터 한국수자원공사에 위탁관리되고 있는 거제시 상수도 사업을 대상으로 2000년부터 2015년까지의 자료를 시계열추세분석 방법을 활용하여 위탁성과를 분석하였다. 특히, 위탁목표가 제시된 유수율과 주민만족도는 목표치와 실적을 비교 분석하였고, 목표치가 없는 ㎥당 총괄원가, 시설 현대화, 수돗물의 안정성은 위탁 전후 측정지표 평균 및 추세 치를 비교 분석하였다. 분석 결과 유수율은 향상되고, 수도시설의 현대화와 수돗물 안정성 및 ㎥당 원가가 개선되고 있으며, 주민만족도 역시 높아지고 있음을 확인하였다.

장덕희 등(2009)은 지방상수도 생산 전달 방식과 관련하여 광역상수도 수입·공급의 경우를 민간위탁의 한 범주에 해당한다고 정의하고, 지방상수도의 생산 전달 방식 변화와 효율성 간 관계를 패널데이터 회귀분석을 통하여 분석하였다. 분석 결과 위탁생산이 자체 생산보다 생산비용이 더 높음을 확인하였다.

유지연(2014)은 위탁 운영과 직접 운영하는 65개 지방상수도 기업의

2008년부터 2011년까지의 균형패널자료를 대상으로 자료포락분석(DEA) 방법을 활용하여 비용효율성 점수를 구한 후에 이를 종속변수로 하고, 운영유형(직영, 위탁)을 독립변수로 하여 확률효과모형 패널토빗분석을 이용하여 운영유형에 의한 효율성 차이를 분석하였다. 분석 결과 지방상수도 기업의 비용효율성에 위탁 운영이 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 즉, 위탁 운영을 하지 않더라도 비용효율적으로 운영하고 있는 지방상수도 기업이 있고, 비용효율적이지 않은 운영의 경우 위탁 운영으로 비용효율성이 개선되는 것은 아님을 확인하였다. 이를 통해 위탁 운영에 따른 긍정 효과보다 부정 효과가 더 크다고 판단하였다.

김현아 등(2017)은 공기업 형태로 운영되고 있는 116개 지방자치단체의 2011년부터 2013년까지의 지방공기업 자료를 분석대상으로 하여 민간위탁에 의한 사업 효율화 여부를 회귀분석 모형을 통해 분석하였다. 분석 결과 광역생산 방식에 의한 민간위탁은 유수율 개선, 인건비 절감 등 단기적 비용 절감효과는 있었으나, 생산구조적인 비용 절감으로 나타나지 않았음을 확인하였다. 민간위탁 과정에서 정수구입비 등 비용증가가 발생할 수 있으며, 구조적인 원가절감의 폭 자체는 크지 않기 때문에 장기적 관점에서 오히려 비용 절감효과가 크지 않다고 지적하였다.

<표 15> 지방상수도 위탁 운영 효율성에 관한 선행연구

연구자	분석대상	변수	분석방법	분석결과
권영주 (2010)	5개 위탁사업장 (2000~2008)	투입변수: 직원수, 영업비용 순가동설비자산 산출변수: 유수율, 영업수익	DEA/Window	직영방식보다 위탁 방식이 더 효율적임을 확인
원구환 (2010)	48개 수도사업장 (2008)	투입변수: 급수인구당 원정수비, 일반관리비, 급수공사비, 감가상각비, 영업외비용 산출변수: 유수율, 매출액	DEA	위탁기관이 직영 기관보다 상대적으로 더 효율적임
김상문 이익규 (2011)	70개 수도사업장 (2005~2009)	투입변수: 영업비용 산출변수: 영업수익, 유수율, 정수시설 이용률 및 가동률	맘퀴스트 생산성 지수	직접 운영 대비 위탁 운영이 보다 높은 생산성 달성
김상문 (2012)	112개 수도사업장 (2006~2009)	종속변수: 유수율 독립변수: 자본, 노동, 순운영비 가구당 관망길이, GIS관리율, 관망경년, 시간	SFA	위탁운영이 지방상수도 운영 효율화 관점에서 긍정적이라고 평가
박경욱 김용환 (2013)	65개 수도사업장 (2011)	투입변수: 인원수, 영업비용 산출변수: 유수수량, 매출액 순이익률	DEA	위탁 운영이 직영보다 지방상수도 사업의 효율성을 높인 것으로 나타남
현승현 김정렬 (2018)	152개 수도사업장 (2015)	투입변수: 행정직 직원수, 전문·기술직 직원수, 유지관리비, 요금현실화율 산출변수: 총급수량, 유수율, 급수수익 수납액	DEA	지방정부의 직접 운영보다 위탁운영이 상대적으로 효율적인 것으로 분석됨
안국찬 (2012)	정읍시 (2004~2010)	보급률, 평균요금, 요금현실화율, 유수율, 누수율, 이용자 만족도(수도검침, 수도공급 및 단수관리, 서비스센터 직원의 업무처리, 전반적 만족도)	ANOVA	위탁 후 운영 측면에서 유수율 제고, 누수율 하락의 성과가 있었고, 이용자 만족도는 대부분 지표가 상승하였음
김석기 (2016)	거제시 (2000~2015)	유수율, m^3당 원가, 수도시설 현대화, 수돗물 안정성, 주민만족도	시계열 추세 분석	거제시의 유수율, 수도시설 현대화, 수돗물 안정성, m^3당 원가, 주민만족도 개선되거나 높아지고 있음을 확인

연구자	분석대상	변수	분석방법	분석결과
고수정 (2016)	153개 수도사업장 (2006~2012)	투입변수: 직원수, 영업비용, 총괄원가, 가정용 평균단가 산출변수: 급수보급률, 수도요금, 1인당 1일 급수량, 급수수익, 총괄원가, 관로연장, 유수율, 누수율	DEA DEA/Window	운영 주체에 따른 효율성 비교 결과 위탁기관이 상대적으로 효율적이고, 효율성 변화에서는 위탁 이후 효율성이 증가하는 것으로 나타남
박임수 (2019)	128개 수도시업장 (2006~2015)	투입변수: 직원수, 순가동설비자산 산출변수: 생산량	SFA	위탁 지방자치단체의 효율성이 더 높다고 나타남
		종속변수: 운영효율성 독립변수: 위탁운영 더미 통제변수: 급수인구, 유수율, 급수보급률, 요금현실화율, 관로당 무수수량, 1인당 원가부담액, 1인당 광역사용량	패널회귀모형	위탁운영이 효율성에 통계적으로 유의한 정(+)의 효과를 미치고 있음을 확인
		-	이중차분모형	위탁 지방자치단체는 직영 지방자치단체보다 위탁 이후에 더 높은 효율성 개선 효과가 나타남
장덕희 신 열 (2009)	90개 수도사업장 (2002~2007)	종속변수: ㎥당 생산비용 독립변수: 자체 정수 비중 통제변수: 상수도 보급률, 유수율, 급수인구	회귀분석	위탁생산이 자체 생산보다 생산비용이 높음을 확인
유지연 (2014)	65개 수도사업장 (2008~2011)	투입변수: 노동, 자본 산출변수: 관로연장, 급수전수, 급수조정량	DEA	위탁운영이 지방상수도기업의 비용효율성에 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 위탁운영으로 비용효율성이 개선되는 것은 아님을 확인함
		종속변수: 비용 효율성 독립변수: 운영유형 더미 통제변수: 급수인구, 재정자립도, 요금현실화율, 조직규모, 2008 금융위기(더미), 시간더미	패널토빗분석	
김현아 김지영 (2017)	116개 수도사업장 (2011~2013)	종속변수: 인건비, 유수율 독립변수: 총급수량, 관로길이, 정수구입비율, 인구밀도, 상수도 부채, 재정자립도, 민간위탁 더비, 연도더미, 관로포설연장, 수도요금(㎥), 시설가동율, 노후관 비율	회귀분석	민간위탁으로 유수율과 인건비 등 단기적인 비용절감 효과는 있으나, 생산구조적인 비용절감이 나타나지 않음.

2. 지방상수도 현대화사업에 관한 연구

지방상수도 현대화사업에 대한 선행연구는 거의 찾기 힘들다. 지방상수도에 대한 연구자들의 주요 관심은 중소규모 지방상수도 사업의 재정적 어려움, 비효율적 운영 등에 대한 문제점 인식을 바탕으로 한 사업의 효율성이나 생산성 향상방안이고, 이러한 측면에서 규모의 경제 분석, 운영 주체에 따른 효율성 차이, 효율성에 영향을 미치는 요인, 생산비용 또는 요금 문제 등을 주로 다루기 때문이다. 또한, 현대화사업이 아직 종료되지 않은 채 진행 중이라는 점도 연구가 부족한 이유일 것이다.

현재 지방상수도 현대화사업에 대한 선행연구는 현대화사업을 통한 지방상수도 지속가능성 향상에 대한 제언(박임수, 2017), 상수도 관망 관리와 관련한 기술적 공법에 관한 연구(정경택 외, 2020; 정지은 외, 2020), 특정 지역의 현대화사업 성과에 관한 연구(김근태 외, 2021)가 거의 전부이다.

먼저, 박임수(2017)는 지방상수도 정책변화와 현황, 현대화사업 개요를 살펴보고, 현대화사업을 통한 지방상수도 지속가능성 향상을 위한 제언을 제시하였다. 제시된 제언은 세 가지로 요약될 수 있는데, 첫째 현대화사업과 관련하여 지방자치단체에 사업 기간, 사업비, 사업목표 등을 조정할 수 있는 재량권 필요성, 둘째 현대화사업의 선정과정 및 성과평가 과정과 결과에 대한 투명성 확보 필요성, 마지막으로 사업성과 유지를 위해 국가 차원에서 추가 국고지원이나 전문기관 위탁 운영 및 열악한 지역 수도사업자 간 통합 등의 논의 필요성이다.

정경택 등(2020)은 효율적인 유수율 제고를 위해서는 대상 지방자치단체의 여건과 특성에 맞는 사업추진이 필요함을 전제로 의성군 사례를 중심으로 '블록시스템 개선 및 데이터 기반 누수탐사' 기법을 제안하였다. 이를 통해 의성군의 유수율이 현대화사업 시작 전인 2016년 41.6%에서 2020년 5월 기준 86.3%로 44.7%p가 향상되는 결론을 얻었다.

정지은 등(2020)은 노후화된 상수도 관망으로 인해 발생하는 수질 문

제를 해소하기 위해 가장 경제적이고 친환경적인 기술로 고압산소 관세척 공법을 제안하고, 군위군 사례에서 고압산소 관세척 공법을 적용하여 그 효과를 관 내시경 카메라를 통해 실증하였다.

김근태 등(2021)은 경상남도에서 시행 중인 15개 지방자치단체의 지방상수도 현대화사업 중 4개 지방자치단체(함양군, 남해군, 함안군, 거창군)에 대해 2018년부터 2020년까지의 유수율 추이 분석을 통해 현대화사업 성과를 확인하였다. 아울러 현대화사업 이후 향후 과제로 유수율이 저하되지 않고, 사업성과를 유지할 방안을 조속히 결정할 것을 제안하였다.

<표 16> 지방상수도 현대화사업에 관한 선행연구

연구자	연구주제	연구 결과
박임수 (2017)	지방상수도 지속가능성과 현대화사업	현대화사업을 통한 지방상수도 지속가능성 향상을 위한 제언으로 현대화사업 관련 지방자치단체의 재량권, 사업 선정과정, 성과평가 등의 투명성, 사업성과 유지방안 등을 제시
정경택·김창순·손광준·이금오 (2020)	블록시스템 개선 및 데이터 기반 누수탐사를 통한 유수율 제고	의성군에서 '블록시스템 개선 및 데이터 기반 누수탐사' 기법을 적용하여 유수율이 2016년 41.6%에서 2020년 5월 기준 86.3%로 향상
정지은·박세출·김창순·김민재 (2020)	상수도 관망에서의 산소 관세척 공법 적용	군위군에서 가장 경제적이고, 친환경적인 기술인 고압산소 관세척 공법을 적용하여 그 효과를 관 내시경 카메라를 통해 실증
김근태·이용곤 (2021)	경상남도 지방상수도 현대화사업의 성과와 향후 과제	경상남도 4개 지방자치단체(함양·남해·함안·거창)의 유수율 추이 분석을 통한 현대화사업 성과 확인, 향후 사업성과 유지방안 조속한 결정 제안

제3장 연구가설 및 연구설계

제1절 연구가설

지방상수도 현대화사업은 지방상수도 운영의 구조적 문제, 즉 낮은 유수율과 요금 현실화율, 열악한 재정, 노후 시설물 지속적 증가 등으로 인한 어려움을 해소하고자 정부가 실시한 것으로, 막대한 예산이 투입된 사업인 만큼 과연 성과가 있는지 그 실효성 확인이 필요하다. 물론 아직 사업이 완료된 것은 아니지만, 2017년부터 순차적으로 실시하여 2024년 완료까지 2년밖에 남지 않았고, 2단계 현대화사업 시행계획도 수립하고 있는 상황인 만큼 사업성과에 대한 분석이 충분히 가능하고, 또한 필요한 시점이다.

본 연구에서는 지방상수도 현대화사업 시행으로 운영 효율화 성과가 있었는지를 연구 문제로 하여 다음과 같은 가설을 설정하였다.

가설 1. 지방상수도 현대화사업을 시행한 지방자치단체와 시행하지 않은 지방자치단체의 운영 효율화 성과는 차이가 있을 것이다.

가설 1-1. 지방상수도 현대화사업을 시행한 지방자치단체는 시행하지 않은 지방자치단체에 비해 유수율 개선 효과가 더 높을 것이다.

가설 1-2. 지방상수도 현대화사업을 시행한 지방자치단체는 시행하지 않은 지방자치단체에 비해 m^3당 총괄원가 개선 효과가 더 높을 것이다.

지방상수도 현대화사업의 수행 형태를 살펴보면, 지방상수도 운영 효율화에 전문성을 가진 한국수자원공사 또는 한국환경공단에 위탁하는 경우와 지방자치단체가 직접 수행하는 경우가 있다.

지방상수도 위탁 운영 효율성에 관한 다수의 선행연구에서 전문기관에 의한 위탁 운영이 지방자치단체의 직영보다 효율성이 더 높다는 결론이 도출되었던 것처럼 위탁 운영의 업무 범위 중 일부에 해당하는 현대화사업 수행 업무[13]도 위탁하는 것이 지방자치단체가 직접 수행하는 것보다 더 효과적일 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서 지방상수도 현대화사업의 수행 주체에 따라서 운영 효율화 성과에 차이가 있을 것인지를 연구 문제로 하여 다음과 같은 가설을 설정하였다.

가설 2. 지방상수도 현대화사업 수행방식에 따라 전문기관 위탁 수행의 경우와 지방자치단체 자체 수행의 경우 운영 효율화 성과에 차이가 있을 것이다.

가설 2-1. 지방상수도 현대화사업을 전문기관에 위탁 수행한 경우가 지방자치단체 자체 수행한 경우보다 유수율 개선 효과가 더 높을 것이다.

가설 2-2. 지방상수도 현대화사업을 전문기관에 위탁 수행한 경우가 지방자치단체 자체 수행한 경우보다 m^3당 총괄원가 개선 효과가 더 높을 것이다.

13) 관망 정비공사, 누수탐사 및 정비, 블록시스템 구축, 유지관리시스템 구축, 노후정수장 정비

제2절 연구설계

1. 연구대상 및 자료

본 연구는 7개의 특·광역시와 세종특별자치시, 그리고 2014년에 충청북도 청주시에 편입된 충청북도 청원군을 제외한 153개 지방자치단체의 2012년부터 2021년까지의 패널데이터를 바탕으로 현대화사업 시행 지역과 비시행 지역을 비교 분석하여 현대화사업 성과를 실증하고자 한다. 다만, 현대화사업 성과분석에는 시행된 현대화사업 중 노후 상수도 관망 정비사업만을 대상으로 하였고, 노후정수장 정비사업은 제외하였다. 노후정수장 정비사업은 유수율에 미치는 영향은 없고, ㎥당 총괄원가에는 영향을 미칠 수는 있으나, 정수장의 규모, 정비 범위, 정수 생산방식 등이 너무나 다양하여 일관된 기준으로 적용하기 힘들기 때문이다.

본 연구의 대상은 특·광역시를 제외한 153개 지방자치단체를 모집단으로 하여 사업 시행 여부에 따른 차이 분석과 사업수행 방식에 따른 차이 분석을 위해 실험집단과 비교집단을 별도로 구성하였다. 먼저, 사업 시행 여부에 따른 차이 분석을 위해 실험집단은 현대화사업 성과목표 달성 시기(시행 후 5년)[14]를 고려하여 2017년에 현대화사업을 시행한 20개 지방자치단체를 선정하였고, 비교집단은 현대화사업을 시행하지 않은 49개 지방자치단체를 선정하였다. 다음으로 사업수행 방식에 따른 차이 분석을 위해 현대화사업이 설계·발주 이후 본격화되는 시기(시행 후 3년차)[15]를 고려하여 2017년부터 2019년에 시행한 지방자치단체 중 위탁 수

---

14) 현대화사업 중 노후 상수도 관망 정비사업은 5년의 기간 동안 사업대상 지역의 유수율 85% 달성을 목표로 하였다.

15) 노후 상수도 관망 정비 사업추진 표준절차 : 기초자료 조사 및 관망도 작성, 블록시스템 구축 기본 및 실시설계(1년차) → 블록고립 공사 시행, 관망정비 기본계획 수립 및 실시설계(2년차) → 관망정비 공사 시행(3~4년차) → 유지관리시스템 구축(4~5년차) → 성과판정(5년차)

행한 66개 지방자치단체를 실험집단으로 자체 수행한 5개 지방자치단체를 비교집단으로 선정하였다.

<표 17> 연구대상

모집단	특·광역시 등을 제외한 153개 지자체 (n=1,530)		
⇩		⇩	
연구1 사업 시행 여부에 따른 차이 분석		연구2 사업수행 방식에 따른 차이 분석	
실험집단(시행)	비교집단(미시행)	실험집단(위탁)	비교집단(직접)
20개 지자체 (n=200)	49개 지자체 (n=490)	66개 지자체 (n=660)	5개 지자체 (n=50)
실험집단 선정 기준	비교집단 선정 기준	실험 및 비교집단 선정 기준	
사업 성과목표 달성 시기를 고려하여 2017년 시행 지자체로 선정	모집단의 미시행 지자체 전체 선정 (단. 사업 중도 취소 2개 지자체 제외)	현대화사업이 설계·발주 이후 본격화되는 시기(시행 후 3년 차)를 고려하여 2017~2019년 시행 지자체 선정(‘20년 시행 제외)	

본 연구의 자료는 7개의 특·광역시와 세종특별자치시, 그리고 2014년에 충청북도 청주시에 편입된 충청북도 청원군을 제외한 153개 지방자치단체의 2012년부터 2021년까지의 지방상수도 통계자료, 지방재정 통합공개 시스템상의 지방재정 자료, 그리고 한국수자원공사의 현대화사업 현황 자료를 활용하였다.

2. 연구모형

본 연구에서는 지방상수도 현대화사업의 실질적인 성과와 현대화사업 수행 주체(위탁 수행과 자체 수행)에 따른 사업성과의 차이를 실증하고자 한다. 앞에서 살펴보았듯이 지방상수도 현대화사업은 노후 상수도 관망을 정비하여 유수율을 제고 및 원가절감을 통한 경영수지 개선으로 지방상수도 사업 선순환 구조를 구축하기 위한 목적으로 시행되었다. 따라서 현대화사업 시행 취지와 달성목표를 고려하여 종속변수는 유수율과 ㎥당 총괄원가로 설정하였다.

독립변수는 현대화사업의 성과분석과 관련해서는 현대화사업 시행 여부를 더미변수로 하여 설정하고, 현대화사업 시행 주체에 따른 사업성과의 차이 분석에 있어서는 수행 주체를 수탁 시행과 자체 수행으로 구분하여 더미변수로 설정하였다. 독립변수 외에 현대화사업 성과에 영향을 미치는 요인의 효과를 통제하기 위한 통제변수는 지방상수도 위탁 운영 효율성에 관한 선행연구들을 참고하여 사업요인(현대화사업 수행율), 시설요인(플랜트 수, 누수율, 수도관 연장, 노후관 비율)과 지역요인(행정구역 면적, 원·정수의존률, 급수인구, 직원 수), 재무·제도 요인(재정자립도, 요금현실화율, 거버넌스)을 설정하였다.

본 연구의 연구모형은 4가지 형태로 구분하였다. 먼저, 모형1은 사업 시행 여부에 따른 유수율 성과 차이 분석을 위해 유수율을 독립변수로 하고, 종속변수는 사업 시행 여부, 사업 시행 전후를 각각 더미변수로 설정, 그 외 통제변수를 설정하였다. 모형2는 사업 시행 여부에 따른 ㎥당 총괄원가 차이를 분석하기 위하여 ㎥당 총괄원가를 독립변수로 하고, 종속변수는 사업 시행 여부, 사업 시행 전후를 각각 더미변수로 설정, 그 외 통제변수를 설정하였다. 모형3은 사업수행 주체에 따른 유수율 성과 차이를 분석하기 위하여 유수율을 독립변수로 하고, 종속변수는 사업수행 방식(위탁, 자체), 사업수행 전후를 각각 더미변수로 설정, 그 외 통제변수를 설정하였다. 다만, 모형1, 모형2와 달리 통제변수에 사업요인으로

현대화사업 수행률(사업 규모)을 포함하였다. 현대화사업 시행 범위에 따라 성과에 차이가 발생할 수 있기 때문이다. 모형4는 사업수행 주체에 따른 ㎥당 총괄원가 차이 분석을 위하여 ㎥당 총괄원가를 독립변수로 하고, 종속변수는 사업수행 방식(위탁, 자체), 사업수행 전후를 각각 더미변수로 설정, 그 외 통제변수에 역시 사업요인으로 현대화사업 수행률(사업 규모)을 포함하였다.

<표 18> 연구모형

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">구분</th><th colspan="2">시행 여부에 따른 차이 분석</th><th colspan="2">수행방식에 따른 차이 분석</th></tr>
<tr><th>모형 1</th><th>모형 2</th><th>모형 3</th><th>모형 4</th></tr>
<tr><td colspan="2">종속변수</td><td>유수율</td><td>㎥당 총괄원가</td><td>유수율</td><td>㎥당 총괄원가</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">독립변수</td><td colspan="2">사업 시행 여부 :
1=시 행(실험집단)
0=미시행(비교집단)</td><td colspan="2">사업수행 방식 :
1=위탁 수행(실험집단)
0=자체 수행(비교집단)</td></tr>
<tr><td colspan="2">사업 시행 전후 : 시행 전 = 0
시행 후 = 1</td><td colspan="2">사업 시행 전후 : 시행 전 = 0
시행 후 = 1</td></tr>
<tr><td rowspan="13">통제변수</td><td>사업요인</td><td colspan="4">현대화사업 수행률(사업 규모)
: 사업대상 수도관 연장 / 전체 수도관 연장</td></tr>
<tr><td rowspan="4">시설요인</td><td colspan="4">시설물 수 : 취수장 수+정수장 수+가압장 수</td></tr>
<tr><td colspan="4">누수율 : 누수 수량 / 총급수량</td></tr>
<tr><td colspan="4">수도관 연장 : 도수관, 송수관, 배수관, 급수관 총연장</td></tr>
<tr><td colspan="4">노후관 비율 : 21년 경과 수도관 연장 / 전체 수도관 연장</td></tr>
<tr><td rowspan="4">지역요인</td><td colspan="4">행정구역 면적</td></tr>
<tr><td colspan="4">정수 의존율 : 정수 수입량 / 총 급수량</td></tr>
<tr><td colspan="4">급수인구 : 총 급수인구</td></tr>
<tr><td colspan="4">종사 직원 : 지방상수도 종사 직원 수</td></tr>
<tr><td rowspan="3">재무·제도요인</td><td colspan="4">재정자립도 : 지방자치단체 전체 재원 중 자주재원 비율</td></tr>
<tr><td colspan="4">요금현실화율 : 요금부과액 / 총 생산비용</td></tr>
<tr><td colspan="4">거버넌스 : 위탁 운영=0, 직접 운영=1</td></tr>
</table>

3. 변수의 설정 및 측정

1) 종속변수

정부에서 지방상수도 현대화사업을 시행한 목적은 수도사업의 경영개선에 있다. 이는 지방상수도의 열악한 재정 개선으로 재정적으로 독립하여 운영할 수 있는 선순환 구조를 구축하고, 상수도 시설의 체계적이고 효율적인 운영관리로 깨끗한 물을 안정적으로 공급하기 위함이다.

먼저 열악한 재정을 개선하기 위해서는 수도요금을 현실화하고, 높은 원가를 절감하는 것이 필요하다. 그런데 수도요금은 정치적 요인 등으로 현실화하기가 쉽지 않으므로 우선하여 고려될 수 있는 것이 원가절감이다. 다음으로 상수도 시설의 체계적이고 효율적인 운영관리를 위해서는 노후시설 현대화가 필요하고, 시설 현대화의 효과를 직접적으로 보여주는 것이 유수율이다. 유수율 85% 달성이 현대화사업의 직접적인 목표이기도 하다.

따라서 현대화사업 시행으로 인한 성과를 보여주는 종속변수로 ㎥당 총괄원가와 유수율을 사용한다. ㎥당 총괄원가는 총괄원가를 연간조정량으로 나눈 값이고, 유수율은 유수수량을 총급수량으로 나눈 값으로 상수도통계에서 확인할 수 있다.

2) 독립변수

본 연구의 목적은 지방상수도 현대화사업의 시행으로 인한 운영 효율화 성과를 분석하는 것이다. 이를 위해 현대화사업을 시행한 지방자치단체와 시행하지 않은 지방자치단체를 비교·분석하고, 현대화사업 시행 전후를 비교 분석한다. 여기서 운영 효율화 성과의 차이를 발생하게 하는 것은 현대화사업의 시행 여부와 시행 전후이므로 본 연구에서 이를 더미

변수화해서 독립변수로 사용한다. 그리고 현대화사업 수행방식은 위탁하는 방식과 지방자치단체가 직접 수행하는 방식이 있다. 본 연구에서 현대화사업 수행 주체에 따라 운영 효율화 성과의 차이를 분석하고자 하므로 현대화사업 수행 주체를 더미 변수화해서 독립변수로 사용한다.

3) 통제변수

본 연구에서는 지방상수도 위탁 운영 효율성에 관한 선행연구 등을 토대로 지방상수도 운영 여건을 고려하여 통제변수를 설정하였다. 사업요인으로 인한 영향을 통제하기 위한 변수로 현대화사업 수행률을 설정하였다. 현대화사업 수행 규모가 클수록 운영 효율화 성과에 차이가 발생하기 때문이다. 시설요인으로 인한 영향을 통제하기 위한 변수로는 시설물 수(취수장, 정수장, 가압장), 수도관 연장, 노후관 비율, 누수율 사용한다. 시설물 수가 많을수록, 수도관 연장이 길수록, 노후관 비율과 누수율이 높을수록 현대화사업 수행의 난이도가 올라간다.

지역요인으로 인한 영향을 통제하기 위한 변수로는 행정구역 면적, 원·정수의존율, 급수인구, 직원 수를 사용한다. 행정구역 면적과 급수인구는 수돗물의 생산과 공급에 영향을 미치고, 원·정수의존율과 직원 수에 의한 인건비는 생산비용에 영향을 미친다. 재무·제도 요인으로 인한 영향을 통제하기 위한 변수로는 재정자립도, 요금현실화율, 거버넌스를 사용한다. 재정자립도와 요금현실화율이 높을수록 시설개선에 대한 투자 여력이 높아지고, 이는 운영 효율화에 영향을 미친다. 거버넌스는 지방상수도 운영방식에 관한 것으로 위탁 운영인지 지방자치단체 직영인지를 나타낸다. 거버넌스의 경우 다수의 선행연구에서 위탁 운영이 직영보다 상대적으로 효율성이 높다는 분석 결과를 고려하여 선정하였다.

<표 19> 변수의 측정

구분	변수		측정
종속 변수	㎥당 원가		- 총괄원가/연간조정량
	유수율		- 유수수량/총급수량
독립 변수	현대화사업 시행 여부		- (더미) 미시행=0, 시행=1
	현대화사업 수행 주체		- (더미) 위탁 수행=0, 자체 수행=1
	현대화사업 시행 전후		- (더미) 시행 전=0, 시행 후=1
통제 변수	사업 요인	사업 범위	- 사업대상 수도관 연장/전체 수도관 연장
	시설 요인	시설물 수	- 취수장 수 + 정수장 수 + 가압장 수
		누수율	- 누수 수량/총급수량
		수도관 연장	- 도수관, 송수관, 배수관, 급수관 총연장
		노후관 비율	- 21년 경과 수도관 연장/전체 수도관 연장
	지역 요인	행정구역	- 행정구역 면적
		원·정수의존율	- 원·정수구입량/총급수량
		급수인구	- 총 급수인구
		종사직원	- 총 고용인원
	재무·제도 요인	재정자립도	- 자주 재원 / 지방자치단체 전체 재원
		요금현실화율	- 요금부과액/총 생산비용
		거버넌스	- (더미) 위탁 운영=0, 직접 운영=1

4. 연구방법

본 연구는 먼저 단순 이중차분분석(difference in differences)를 통해 큰 틀에서 집단 간의 성과 차이를 비교하여 이중 차이에 관한 변화를 파악한다. 이후에 지자체별 특성에 의한 유수율 등의 영향요인을 통제하고 관측되지 않은 시불변 변수를 제거하여 편의를 줄인 패널 고정효과모형 이중차분분석을 실시한다.

이중차분분석은 정책효과를 추정하는 방법으로 정책의 적용대상인 실험집단과 적용대상이 아닌 비교집단으로 일종의 준실험 상태를 구성하여 분석한다(이지민 등, 2020). 현대화사업 시행 여부에 대해서는 사업 시행 지방자치단체를 실험집단으로 시행하지 않은 지방자치단체를 비교집단으로 하여 현대화사업 시행 전후 차이를 분석함으로써 사업 시행이 운영 효율화 성과에 미치는 영향을 추정한다. 사업수행 방식의 경우 위탁수행 지방자치단체를 실험집단으로 자체 수행한 지방자치단체를 비교집단으로 현대화사업 시행 전후의 차이를 분석하여 운영 효율화에 미치는 영향을 추정한다.

그리고 현대화사업 수행 여부나 사업수행 방식에 따른 운영 효율화 성과에 미치는 영향을 보다 정확하게 추정하기 위하여 패널 고정효과모형 이중차분분석을 실시한다. 관측되지 않은 시불변 변수를 제거하여 편의를 줄일 수 있기 때문이다.

$$Y = \phi T_{it} + \delta X_{it} + \eta_i + \epsilon_{it}$$

위 식에서 좌변과 우변을 시점에 따라 차분하게 되면, 다음과 같이 오차항 η_i가 제거된 차분방정식이 도출된다.

$$(Y_{it} - Y_{it-1}) = \phi(T_{it} - T_{it-1}) + \delta(X_{it} - X_{it-1}) + (\eta_i - \eta_i) + (\epsilon_{it} - \epsilon_{it-1})$$

따라서 패널고정효과모형은 공변량(covariates) X_{it}와 η_i이 0이 아니더라도 OLS 추정을 통해 ϕ에 대한 추정량을 구할 수 있고, 이 경우 내생성의 원인에 해당되는 관측되지 않은 지방자치단체 특성 η_i가 제거되기 때문에 편향되지 않은 현대화사업 효과 또는 위탁수행 방식의 효과를 추정할 수 있다(권현정 등, 2015). 본 연구의 분석에서 사용된 패널고정효과모형 방정식은 다음과 같다.

$$\triangle Y_{it} = \phi \triangle T_{it} + \delta \triangle X_{it} + \triangle \epsilon_{it}\ ,\ \phi = DID_i$$

이중차분분석 추정기법에 있어서 가장 중요한 가정 중 하나는 평행추세에 대한 가정이다. 이는 만약 정책이 시행되지 않았다면, 정책수혜 집단과 비수혜 집단의 결과변수의 값이 정책 시행 전후로 비슷한 추세를 보였을 것이라는 가정이다. 이중차분분석 설계 하에서 시간에 의해 변하지 않는 요인은 제거되지만, 시간에 의해 변하는 요인은 평행추세 가정이 만족하는 경우에만 제거될 수 있다. 따라서 이중차분분석 추정기법을 통해 정책의 인과 효과를 분석하기 위해서는 평행추세 가정의 만족 여부를 검증하여야 한다. 그런데, 반사실적인 상황은 현실에서 관측할 수 없기 때문에 연구자가 직접적으로 이를 검증하는 것은 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 통계적 분석 방법을 활용한 간접적인 검증방식을 활용하고자 한다(손호성 등, 2018).

제4장 실증분석 결과

제1절 기술통계 분석

1. 사업시행 여부에 따른 실험집단과 비교집단

본 연구에서 사업시행 여부에 따른 차이 분석을 위해 설정한 실험집단과 비교집단을 구체적으로 살펴보면, 먼저 실험집단은 현대화사업 성과목표 달성 시기(시행 후 5년)를 고려하여 2017년에 현대화사업을 시행한 20개 지방자치단체로 구성되었다. 비교집단은 현대화사업을 미시행한 49개 지방자치단체로 구성되었고, 이는 사업시행 중도에 취소한 2개 지방자치단체(경기도 평택시, 오산시)를 제외한 모든 미시행 지방자치단체를 포함하고 있다.

<표 20> 사업시행 여부에 따른 실험집단과 비교집단 지방자치단체 현황

구분	실험집단(20개)	비교집단(49개)
경기도	-	수원, 성남, 의정부, 안양, 부천, 광명, 동두천, 안산, 고양, 과천, 구리, 남양주, 시흥, 군포, 의왕, 하남, 용인, 파주, 이천, 안성, 김포, 화성, 광주, 양주
강원도	홍천, 횡성	춘천, 태백, 영월, 평창, 정선, 고성
충청북도	보은	제천, 단양
충청남도	부여, 서천, 태안	아산, 논산, 계룡, 금산
전라북도	무주, 장수, 부안	정읍, 남원
전라남도	구례, 고흥, 영광, 신안	나주, 장흥, 완도, 진도
경상북도	의성, 성주, 울진	구미, 고령, 예천, 봉화
경상남도	창녕, 하동, 산청, 함양	통영, 사천, 고성,

1) 실험집단 특성

2017년에 현대화사업을 시행한 20개 지방자치단체로 구성된 실험집단의 변수별 기초통계량을 살펴보면, 먼저 종속변수에 해당하는 유수율은 평균 61.62%이나 가장 낮은 지방자치단체는 34.3%, 가장 높은 지방자치단체는 83.7%로 같은 실험집단에 속에 있으면서도 유수율 차이가 크다는 것을 알 수 있다. 톤당 총괄원가에 있어서도 평균은 2,233원이지만 최소 790원과 최대 5,708원으로 차이가 크다는 사실을 알 수 있다.

다음은 통제변수를 요인별로 살펴보면 사업요인에 해당하는 현대화사업 시행범위는 평균 3.89%이고, 최대 17%에 해당한다. 사업범위는 전체 관로연장 중 현대화사업에 포함되는 관로연장의 비율에 의한 것으로 각 지방자치단체별로 현대화사업 범위가 차지하는 비중이 크지 않음을 알 수 있다. 다만, 현대화사업 시행 전의 연도별 현대화사업 범위는 당연히 0%에 해당하므로 평균 사업 범위가 상대적으로 작게 표현되었음을 참고할 필요가 있다. 시설요인에 해당하는 시설물 수는 평균 26.65개로 최소 2개에서 최대 167개소의 시설물을 보유하고 있고, 누수율은 평균 31.57%로 최소 11.3%에서 최대 62.3%로 나타났다. 수도관 연장은 평균 705.52㎞, 최소 175㎞에서 최대 1,618㎞이고, 노후관 비율은 평균 12.21%, 최소 0%에서 최대 42.2%로 나타나고 있어 실험집단 내의 지방자치단체 간 그 차이가 큰 것을 알 수 있다. 지역요인에 해당하는 행정구역 면적은 평균 721.44㎢이고, 최소 358㎢에서 최대 1,821㎢로 약 5배의 차이가 있는 것으로 나타났다. 정수 의존율은 평균 48.59%이나 0%에서 100%까지 다양하게 존재하는 것으로 나타났고, 급수인구는 평균 38천명으로 15천명에서 66천명으로 약 4배 정도의 차이, 종사직원의 경우 최소 7명에서 최대 54명으로 약 8배까지 차이가 나고 있다. 재무·제도요인에 해당하는 재정자립도는 대부분 열악한 상황으로 평균 9.84%에 불과하고, 요금 현실화율은 14.5%에서 100.4%까지 차이가 큰 것으로 나타났다. 마지막으로 거버넌스의 경우 실험집단 내 모든 지방자치단체는 직영으로 나타났다.

<표 21> 사업시행 여부에 따른 실험집단의 기초통계량

변수명	N	평균	표준편차	최소값	최대값
유수율(%)	200	61.62	9.23	34.3	83.7
톤당 총괄원가(원)	200	2,233.36	917.88	790	5,708
사업 범위(%)	200	3.89	4.78	0	17
시설물수(개소)	200	26.65	22.88	2	167
누수율(%)	200	31.57	10.06	11.3	62.3
수도관 연장(㎞)	200	705.52	387.95	175	1,618
노후관 비율(%)	200	12.21	9.49	0	42.2
행정구역 면적(㎢)	200	721.44	321.61	358	1,821
정수 의존율(%)	200	48.59	42.23	0	100
급수인구(천명)	200	37.55	14.97	15	66
종사직원(명)	200	26.51	9.62	7	54
재정자립도(%)	200	9.84	3.04	4.8	18.6
요금현실화율(%)	200	44.28	17.38	14.5	100.4
거버넌스(더미)	200	1.00	0	1	1

2) 비교집단 특성

현대화사업을 미시행한 49개 지방자치단체로 구성된 실험집단의 기초통계량을 살펴보면, 종속변수에 해당하는 유수율은 평균 82.28%로 높은 편이나 최소 25.7%에서 최대 96.2%로 비교집단 내 지방자치단체 간 약 4배의 차이가 있는 것으로 나타났고, 톤당 총괄원가도 최소 461원과 최대 6,797원으로 14배 이상의 매우 큰 차이가 있는 것으로 나타났다.

통제변수를 요인별로 살펴보면 현대화사업 미시행 집단인 비교집단 특성상 사업요인은 당연히 0%이고, 시설요인에 해당하는 시설물 수의 경우 최소 1개에서 최대 173개소까지 집단 내 지방자치단체 간 매우 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 누수율은 평균 12.61%로 대체적으로 낮은 편이나 최대 59.9%에 해당하는 지방자치단체도 있는 것으로 나타났고, 수도관 연장은 최소 91㎞에서 최대 3,758㎞로 실험집단의 경우보다 비교

집단 내의 지방자치단체 간 차이가 훨씬 크게 나타나고 있다. 노후관 비율 역시 최소 0에서 최대 56.8%로 지방자치단체 간 차이가 큰 것을 알 수 있다. 지역요인에 해당하는 행정구역 면적은 최소 33㎢에서 최대 1,464㎢로 약 4배 차이, 급수인구는 최소 17천명에서 최대 1,242천명으로 70배 이상의 차이, 종사직원은 최소 2명에서 최대 156명으로 78배의 차이가 나고 있는 것으로 나타났다. 재무·제도요인에 해당하는 재정자립도는 최소 4.6%의 열악한 지방자치단체도 있는 반면, 65.2%의 양호한 지방자치단체도 있는 것으로 나타났고, 요금현실화율 역시 15.2%에 불과한 지방자치단체도 있으나, 139.3%로 매우 높은 요금현실화율을 보여주는 지방자치단체도 포함되어 있는 것으로 나타났다. 거버넌스는 위탁과 직영 지방자치단체가 모두 포함되어 있는 것으로 나타났다.

<표 22> 사업시행 여부에 따른 비교집단의 기초통계량

변수명	N	평균	표준편차	최소값	최대값
유수율(%)	490	82.28	10.70	25.7	96.2
톤당 총괄원가(원)	490	1,410.36	953.75	461	6,797
사업 범위(%)	490	0	0	0	0
시설물수(개소)	490	31.66	29.25	1	173
누수율(%)	490	12.61	10.02	0	59.9
수도관 연장(㎞)	490	1,041.96	656.56	91	3,758
노후관 비율(%)	490	12.18	11.38	0	56.8
행정구역 면적(㎢)	490	462.53	353.71	33	1,464
정수 의존율(%)	490	50.85	40.51	0	100
급수인구(천명)	490	287.23	314.82	17	1,242
종사직원(명)	490	40.91	37.06	2	156
재정자립도(%)	490	27.13	15.85	4.6	65.2
요금현실화율(%)	490	70.68	24.80	15.2	139.3
거버넌스(더미)	490	0.57	0.50	0	1

3) 실험집단과 비교집단의 특성 비교

실험집단과 비교집단의 특성을 살펴보면, 먼저 종속변수에서 실험집단은 비교집단보다 유수율은 낮으나, 톤당 총괄원가는 더 높다. 다음은 통제변수를 요인별로 살펴보면 시설요인에서 시설물 수와 수도관 연장은 비교집단이 더 높으나, 누수율은 실험집단이 더 높다. 노후관 비율은 유사한 수준이다. 지역요인에서 정수 의존율은 실험집단과 비교집단이 유사하나, 실험집단이 행정구역 면적은 더 넓으면서도 급수인구는 더 적고, 지방상수도 종사 직원 수도 더 적다. 재무·제도요인에서는 재정자립도와 요금 현실화율이 실험집단 대비 비교집단이 2~3배 더 높다. 두 집단의 이러한 특성을 살펴봤을 때 실험집단이 비교집단 대비 지방상수도 운영의 구조적 문제, 즉 낮은 유수율과 요금 현실화율, 열악한 재정, 높은 총괄원가 등의 어려움을 안고 있음을 알 수 있다.

<표 23> 사업시행 여부에 따른 실험집단과 비교집단의 기초통계량 비교

변수명	실험집단		평균차이	비교집단	
	평균(a)	표준편차	(a-b)	평균(b)	표준편차
유수율(%)	61.62	9.23	-20.66	82.28	10.70
톤당 총괄원가(원)	2,233.36	917.88	823.00	1,410.36	953.75
사업 범위(%)	3.89	4.78	3.89	0	0
시설물 수(개소)	26.65	22.88	-5.01	31.66	29.25
누수율(%)	31.57	10.06	18.96	12.61	10.02
수도관 연장(㎞)	705.52	387.95	-336.44	1,041.96	656.56
노후관 비율(%)	12.21	9.49	0.03	12.18	11.38
행정구역 면적(㎢)	721.44	321.61	258.91	462.53	353.71
정수 의존율(%)	48.59	42.23	-2.26	50.85	40.51
급수인구(천명)	37.55	14.97	-249.68	287.23	314.82
종사직원(명)	26.51	9.62	-14.40	40.91	37.06
재정자립도(%)	9.84	3.04	-17.29	27.13	15.85
요금 현실화율(%)	44.28	17.38	-26.40	70.68	24.80
거버넌스(더미)	1.00	0	0.43	0.57	0.50

2. 사업수행 방식에 따른 실험집단과 비교집단

본 연구에서 사업 수행방식에 따른 차이 분석을 위해 설정한 실험집단과 비교집단을 구체적으로 살펴보면, 먼저 실험집단은 현대화사업 수행을 전문기관에 위탁한 지방자치단체이고, 비교집단은 현대화사업을 자체 수행하는 지방자치단체이다. 그리고 현대화사업은 사업 시행 후 3년차 부터 본격적인 관로공사가 실시된다는 점을 고려하여 2017~2019년에 사업을 시행한 지방자치단체들로 구성하였다. 다만, 비교집단의 요건인 현대화사업을 2017~2019년에 시행하고, 사업을 자체 수행하는 지방자치단체가 5개에 불과하여 적은 수로 구성되었다는 아쉬움이 있다.

<표 24> 사업수행 방식에 따른 실험집단과 비교집단 지방자치단체 현황

구분	실험집단(66개)	비교집단(5개)
경기도	가평, 양평	연천
강원도	원주, 동해, 속초, 삼척, 홍천, 횡성, 철원, 화천, 양구, 인제, 양양	-
충청북도	보은, 옥천, 영동, 괴산, 음성	-
충청남도	부여, 서천, 홍성, 예산, 태안	-
전라북도	군산, 완주, 진안, 무주, 장수, 임실, 순창, 고창, 부안	-
전라남도	곡성, 구례, 고흥, 보성, 강진, 해남, 영광, 신안	목포, 담양, 화순, 영암
경상북도	포항, 경주, 김천, 안동, 영주, 영천, 상주, 문경, 군위, 의성, 청송, 영덕, 성주, 울진, 울릉	-
경상남도	창원, 거제, 의령, 함안, 창녕, 남해, 하동, 산청, 함양, 거창, 합천	-

1) 실험집단 특성

2017~2019년에 현대화사업을 시행하고, 사업수행을 전문기관에 위탁한 66개의 지방자치단체로 구성된 실험집단의 기초통계량을 살펴보면, 평균 유수율은 63.81%, 최소 유수율 34.3%, 최대 유수율 91.7%로 집단 내 지방자치단체간 유수율의 격차가 큰 것으로 나타났다. 또한, 톤당 총괄원가도 평균은 1,874.79원이나, 최소 667원에서 최대 8,030원으로 무려 12배나 차이가 나는 것으로 나타났다.

통제변수를 요인별로 살펴보면, 사업요인에 해당하는 사업범위는 평균 2.51%로 극히 낮으나, 미시행 기간을 포함하여 평균에 산정됨에 따라 더 낮게 산출된 측면이 있다. 시설요인을 살펴보면 시설물 수는 평균 31.37개소, 누수율은 29.04%로 나타났고, 수도관 연장은 792.04㎞, 노후관 비율은 16.77%로 나타났다. 다만, 각 시설요인별 최소값과 최대값의 격차가 30~200배 이상의 차이를 보여 집단 내 지방자치단체 간 지방상수도 시설규모 차이가 매우 크다는 사실을 알 수 있다. 지역요인에 있어서도 행정구역 면적, 급수인구, 종사 직원도 적게는 25배 차이, 많게는 135배의 차이를 보이고 있어 지역적인 차이도 매우 크다는 사실을 알 수 있다.

마지막으로 재무·제도요인을 살펴보면, 평균 재정자립도가 12.60%로 집단 내 대다수의 지방자치단체의 재정이 열악함을 알 수 있고, 평균 요금현실화율도 51.67%에 불과하여 지방상수도 운영이 적자 상태임을 파악할 수 있다. 다만, 일부 지방자치단체의 경우 재정자립도가 상대적으로 높고, 요금현실화율도 100%가 넘는 곳이 있어 일부나마 노후 상수도 시설에 대한 재투자 여력이 있을 것으로 판단된다. 거버넌스와 관련해서는 집단 내 대다수의 지방자치단체가 지방상수도 운영을 직영 중인 것으로 나타났다.

<표 25> 사업수행 방식에 따른 실험집단의 기초통계량

변수명	N	평균	표준편차	최소값	최대값
유수율(%)	660	63.81	9.79	34.3	91.7
톤당 총괄원가(원)	660	1,874.79	855.30	667	8,030
사업 범위(%)	660	2.51	3.86	0	17.1
시설물수(개소)	660	31.37	24.64	0	167
누수율(%)	660	29.04	10.37	0.3	65.3
수도관 연장(㎞)	660	792.04	581.74	101	3,346
노후관 비율(%)	660	16.77	12.41	0	56.9
행정구역 면적(㎢)	660	738.46	325.80	73	1,821
정수 의존율(%)	660	33.17	39.04	0	100
급수인구(천명)	660	82.22	145.40	8	1,080
종사직원(명)	660	34.78	28.13	3	266
재정자립도(%)	660	12.60	6.83	4.8	45.2
요금현실화율(%)	660	51.67	20.50	7.2	155.9
거버넌스(더미)	660	0.96	0.19	0	1

2) 비교집단 특성

2017~2019년에 현대화사업을 시행하고, 사업수행을 자체 수행한 5개의 지방자치단체로 구성된 비교집단의 기초통계량을 살펴보면, 종속변수에 해당하는 유수율은 평균 66.90%로 실험집단과 비슷한 수준이며, 최소 47.7%에서 최대 82%로 실험집단보다 집단 내 차이가 적은 것으로 나타났다. 톤당 총괄원가는 평균 1,510.16원으로 실험집단보다 작았다. 또한, 최소 788원과 최대 2,798원의 차이는 약 3.5배로 이 역시 실험집단보다 집단 내 차이가 적은 것으로 나타났다.

통제변수를 요인별로 살펴보면 사업요인에 해당하는 사업 범위는 평균 1.59%에 불과했고, 시설요인에 해당하는 시설물 수는 평균 34.36개,

평균 누수율 26.64%, 평균 수도관 연장 863.94㎞, 평균 노후관 비율 15.87%로 실험집단과 유사한 수준으로 나타났다. 지역요인에 해당하는 행정구역 면적은 최소 50㎢에서 최대 787㎢로 약 15.7배 차이, 급수인구는 최소 35천명에서 최대 247천명으로 약 7배 차이, 종사직원은 최소 11명에서 최대 66명으로 6배의 차이가 나고 있는 것으로 나타났다. 재무·제도요인에 해당하는 재정자립도는 평균 16.98%로 역시 매우 열악한 수준이었고, 요금현실화율은 평균 61.36%로 낮은 수준이었다. 다만 일부 지방자치단체의 경우는 100%가 넘는 요금현실화율을 보여주고 있다. 거버넌스와 관련해서는 비교집단 내 모든 지방자치단체는 직영 중인 것으로 나타났다.

<표 26> 사업수행 방식에 따른 비교집단의 기초통계량

변수명	N	평균	표준편차	최소값	최대값
유수율(%)	50	66.90	8.55	47.7	82
톤당 총괄원가(원)	50	1,510.16	532.56	788	2,798
사업 범위(%)	50	1.59	2.27	0	6.5
시설물수(개소)	50	34.36	13.77	5	55
누수율(%)	50	26.64	11.26	8.3	49.3
수도관 연장(㎞)	50	863.94	225.83	459	1,211
노후관 비율(%)	50	15.87	18.95	0.6	65.5
행정구역 면적(㎢)	50	516.90	259.69	50	787
정수 의존율(%)	50	48.91	29.01	0	89.9
급수인구(천명)	50	85.56	76.61	35	247
종사직원(명)	50	37.46	12.78	11	66
재정자립도(%)	50	16.98	4.35	9.7	26.6
요금현실화율(%)	50	61.36	16.94	31.8	104.1
거버넌스(더미)	50	1.00	0	1	1

3) 실험집단과 비교집단의 특성 비교

사업 수행방식에 차이를 보이는 실험집단과 비교집단의 특성을 비교하면, 유수율과 톤당 총괄원가뿐만 아니라 사업요인, 시설요인, 지역요인, 재무·제도 요인에 해당하는 통제변수에 있어서도 대부분 유사한 수준이 해당하는 것으로 나타났다. 다만, 실험집단이 비교집단보다 행정구역 면적, 종사 직원, 재정자립도, 요금현실화율 등에서 다소 열악한 것으로 나타났다.

<표 27> 사업수행 방식에 따른 실험집단과 비교집단의 기초통계량 비교

변수명	실험집단		평균차이 (a-b)	비교집단	
	평균(a)	표준편차		평균(b)	표준편차
유수율(%)	63.81	9.79	-3.09	66.90	8.55
톤당 총괄원가(원)	1,874.79	855.30	364.63	1,510.16	532.56
사업 범위(%)	2.51	3.86	0.92	1.59	2.27
시설물 수(개소)	31.37	24.64	-2.99	34.36	13.77
누수율(%)	29.04	10.37	2.40	26.64	11.26
수도관 연장(㎞)	792.04	581.74	-71.90	863.94	225.83
노후관 비율(%)	16.77	12.41	0.90	15.87	18.95
행정구역 면적(㎢)	738.46	325.80	221.56	516.90	259.69
정수 의존율(%)	33.17	39.04	-15.74	48.91	29.01
급수인구(천명)	82.22	145.40	-3.34	85.56	76.61
종사직원(명)	34.78	28.13	-2.68	37.46	12.78
재정자립도(%)	12.60	6.83	-4.38	16.98	4.35
요금 현실화율(%)	51.67	20.50	-9.69	61.36	16.94
거버넌스(더미)	0.96	0.19	-0.04	1.00	0

제2절 단순 이중차분분석

1. 사업시행 여부의 운영 효율화에 미치는 영향 분석

1) 유수율 성과 차이 분석 결과

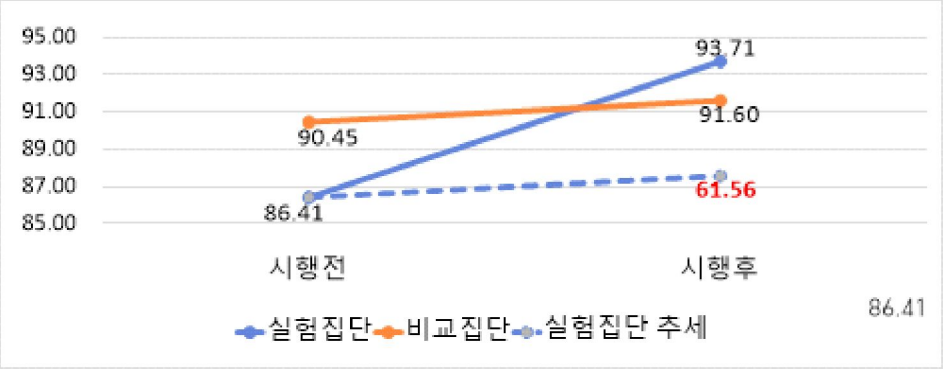
현대화사업 시행 여부가 유수율 성과에 미친 영향에 대해 단순 이중차분분석을 실시한 결과 비교집단(미시행)은 시행 전 유수율 90.45%에서 시행 후 91.60%로 1.15%p 증가했으나, 실험집단(시행)은 시행 전 유수율 86.41%에서 시행 후 유수율 93.71%로 7.3%p 증가한 것으로 나타나 현대화사업 시행으로 유수율 개선 효과가 더 높은 것으로 나타났다.

<표 28> 단순 이중차분분석 결과(사업시행 여부_유수율)

구분	집단	유수율	표준오차	t 값	유의확률
시행 전	실험집단	86.41	0.722	-5.60	0.000***
	비교집단	90.45			
	차이	-4.04			
시행 후	실험집단	93.71	1.085	1.95	0.052*
	비교집단	91.60			
	차이	2.11			
DID		6.15	1.045	5.88	0.000***

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

<그림 6> 단순 이중차분분석 결과 그래프(사업시행 여부_유수율)



2) 톤당 총괄원가 개선 효과 분석 결과

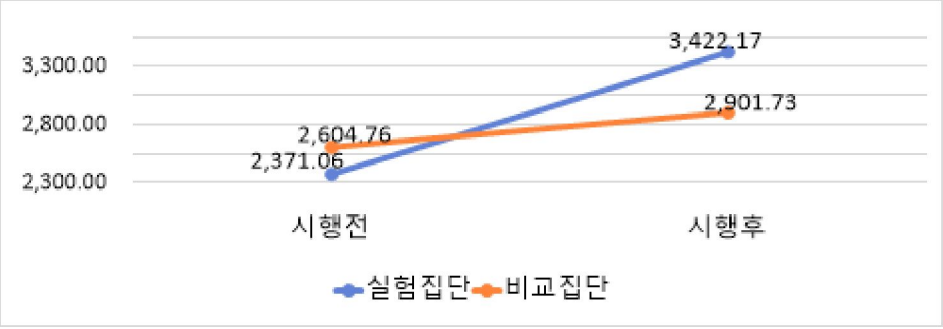
현대화사업 시행 여부가 톤당 총괄원가 개선 효과에 미친 영향에 대한 단순 이중차분분석 결과를 살펴보면, 실험집단(시행)은 시행 전 2,371.06원에서 시행 후 3,422.17원으로 오히려 1,051.11원 증가했고, 비교집단(미시행)의 시행 전후 증가액 296.97원 보다 훨씬 크다. 따라서 현대화사업 시행이 톤당 총괄원가 개선에 전혀 영향을 미치지 못한 것으로 분석되었다. 다만, 이는 현대화사업 투자비가 포함되기 때문에 나타난 현상으로 판단되며, 총괄원가 개선 효과를 명확하게 분석하기 위해서는 현대화사업 종료 이후 영업비용(일반운영비, 동력비, 수선유지비, 원정수구입비 등)을 중심으로 추가 분석이 필요할 것으로 판단된다.

<표 29> 단순 이중차분분석 결과(사업시행 여부_총괄원가)

구분	집단	총괄원가	표준오차	t 값	유의확률
시행 전	실험집단	2,371.06	94.912	-2.46	0.014**
	비교집단	2,604.76			
	차이	-233.70			
시행 후	실험집단	3,422.17	142.690	3.65	0.000***
	비교집단	2,901.73			
	차이	520.44			
DID		754.14	137.500	5.48	0.000***

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

<그림 7> 단순 이중차분분석 결과 그래프(사업시행 여부_총괄원가)



2. 사업수행 방식의 운영 효율화에 미치는 영향 분석

1) 유수율 성과 차이 분석 결과

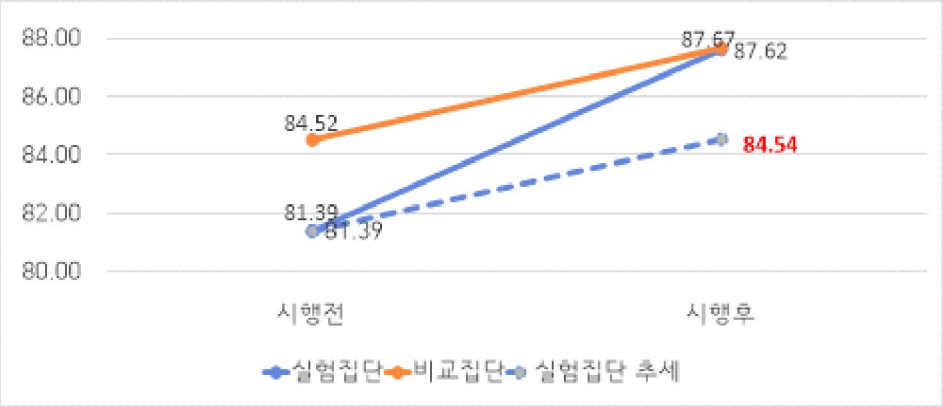
사업수행 방식에 따른 유수율 성과차이에 대한 단순 이중차분분석을 실시한 결과 비교집단(자체 수행)의 사업 시행 전후 유수율 증가는 3.15%p이고, 실험집단(위탁수행)의 사업 시행 전후 유수율 증가는 6.23%p로 전문기관 위탁수행이 자체 수행에 비해 유수율 개선 효과가 더 큰 것으로 나타났다.

<표 30> 단순 이중차분분석 결과(사업수행 방식_유수율)

구분	집단	유수율	표준오차	t 값	유의확률
시행 전	실험집단	81.39	0.971	-3.22	0.001***
	비교집단	84.52			
	차이	-3.13			
시행 후	실험집단	87.62	1.316	0.04	0.970
	비교집단	87.67			
	차이	-0.05			
DID		3.08	1.609	1.91	0.056*

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

<그림 8> 단순 이중차분분석 결과 그래프(사업수행 방식_유수율)



2) 톤당 총괄원가 개선 효과분석 결과

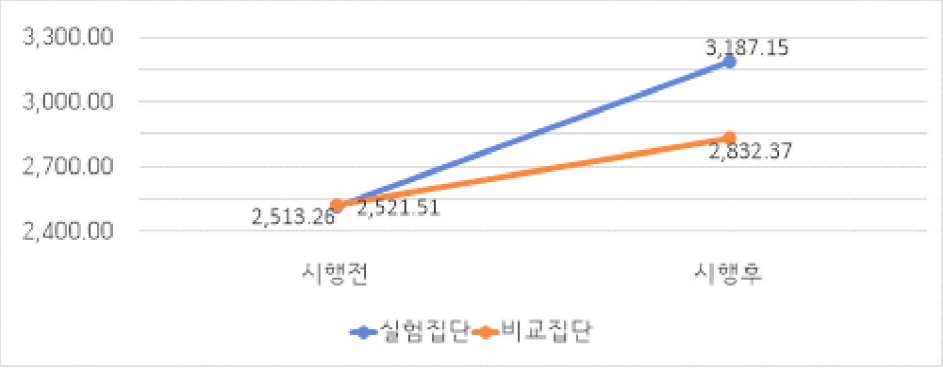
사업수행 방식에 따른 톤당 총괄원가 절감 효과에 대해 단순 이중차분분석을 실시한 결과, 실험집단(위탁수행)과 비교집단(자체 수행) 모두 사업 시행 전후 총괄원가가 크게 증가하여 총괄원가 절감 효과가 없는 것으로 나타났다. 현대화사업 투자비 집중 투입으로 인하여 나타난 현상으로 판단되며, 정확한 분석을 위해서는 현대화사업 종료 이후에 영업비용(일반운영비, 동력비, 수선유지비, 원정수구입비 등)을 중심으로 추가 분석이 필요할 것으로 판단된다.

<표 31> 단순 이중차분분석 결과(사업수행 방식_총괄원가)

구분	집단	총괄원가	표준오차	t 값	유의확률
시행 전	실험집단	2,513.26	98.745	-0.08	0.933
	비교집단	2,521.51			
	차이	-8.25			
시행 후	실험집단	3,187.15	133.856	2.65	0.008***
	비교집단	2,832.37			
	차이	354.78			
DID		363.03	163.669	2.22	0.027**

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

<그림 9> 단순 이중차분분석 결과 그래프(사업수행 방식_총괄원가)



제3절 패널 고정효과모형 이중차분분석

1. 사업시행 여부에 따른 유수율 성과 차이 분석

1) 패널 고정효과모형 이중차분분석 결과

사업시행 여부에 따른 운영 효율화 성과 차이에 대해 단순 이중차분분석을 실시한 결과 현대화사업 시행이 유수율 개선에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났고, 톤당 총괄원가의 절감에는 영향이 없는 것으로 분석되었다. 이에 유수율 개선에 대해서는 보다 정확한 사업시행 효과 추정을 위하여 관측되지 않은 시불변 변수들을 통제하는 패널 고정효과모형 이중차분분석을 실시하였다.

<표 30>은 패널 고정효과모형에서 독립변수가 사업시행 여부와 사업시행 전후일 때, 유수율 개선에 미치는 영향을 분석한 결과이다. 분석 결과 통계적으로 유의수준 1% 내에서 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 현대화사업을 시행한 경우가 시행하지 않은 경우보다, 그리고 현대화사업 시행 전보다 시행 후가 유수율 개선 효과를 더 높이는데 더 큰 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있다.

이외의 통제변수 중에서는 누수율, 수도관 연장, 종사직원, 재정자립도, 거버넌스가 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히, 이 중에서 누수율, 수도관 연장, 종사직원은 유수율 개선에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 누수율이 높을수록, 수도관 연장이 길수록, 종사직원이 많을수록 유수율 개선에는 악영향을 미치는 것을 의미한다. 반면, 재정자립도, 거버넌스의 경우 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 재정자립도가 높을수록, 그리고 거버넌스에서 위탁운영인 경우에 유수율 개선 효과를 더 높이는 것을 의미한다.

<표 32> 패널 고정효과모형 이중차분분석 결과(사업시행 여부_유수율)

구 분		회귀계수	표준오차	t값
독립 변수	시행효과(xtdid)	2.516	0.904	2.78***
	시점더미(after)	3.456	0.693	4.99***
	시행여부(treat)	(omitted)	(omitted)	(omitted)
통제 변수	사업 범위	-0.038	0.096	-0.39
	시설물 수	0.013	0.009	1.42
	누수율	-0.870	0.019	-46.03***
	수도관 연장	-0.003	0.001	-2.31**
	노후관 비율	0.023	0.017	1.29
	행정구역 면적	0.026	0.048	0.55
	정수 의존율	0.003	0.013	0.23
	급수인구	0.005	0.005	1.11
	종사직원	-0.034	0.013	-2.57**
	재정자립도	0.084	0.032	2.65***
	요금현실화율	0.008	0.010	0.80
	거버넌스	5.011	2.730	1.84*
_Cons		71.096	25.807	2.75***
		Num of obs = 690 Num of groups = 69 F(22, 599) = 131.05***		
F test that all u_i=0		F(68, 599) = 13.86***		

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

2) 평행추세 가정의 검정

이중차분분석에 있어서 가장 중요한 가정 중 하나는 평행추세에 대한 가정이다. 이중차분분석으로 시간 불변요인은 제거되지만, 시간 가변요인은 평행추세 가정이 만족되어야 제거될 수 있다. 따라서 이중차분분석

을 통해 현대화사업 시행이 유수율 개선 성과에 영향을 미친다는 인과관계가 인정받기 위해서는 평행추세 가정이 만족함을 검정하여야 한다. 그런데, 평행추세 가정을 만족하는지를 직접적으로 검정하는 방법은 없다. 왜냐하면 현대화사업은 이미 시행되었기 때문에 실험집단이 현대화사업의 영향을 받지 않은 결과값이 존재하지 않기 때문이다. 그렇다면 어떻게 평행추세 가정의 만족 여부를 확인할 수 있는가. 이에 대해 현대화사업 시행 이전에 실험집단과 비교집단의 결과변수 값이 평행한 추세를 보였는지를 확인하는 것으로 간접적인 검정이 가능하다. 이를 위해 본 연구에서는 통계적 분석 방법을 활용한 간접적인 검정방식을 활용하였다.

통계적 분석 방법을 활용하는 경우 분석 결과에서 평행추세 가정이 만족한다는 주장에 신뢰성이 확보되기 위해서는 현대화사업 시행 전의 회귀계수 추정값이 0에 근접하고, 통계적으로 유의미하지 않게 나타나야 한다. 그리고 현대화사업 시행 이후에는 회귀계수 추정값이 0에서 비교적 멀어지고 통계적으로 유의미하다고 나타나야 한다.

<표 31>은 사업시행 여부에 대한 패널 고정효과모형 이중차분분석에 대해 평행추세 가정의 만족 여부를 분석한 결과이다. 분석 결과를 살펴보면, 현대화사업 시행 이전인 2013~2016년까지의 회귀계수 추정값은 비교적 0에 근접하고 있고, 통계적으로도 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 현대화사업 시행 이후인 2017~2021년에는 회귀계수 추정값이 비교적 0에서 멀게 나타났으나 2017~2019년은 통계적으로 유의미하지 않은 결과가 나왔다. 다만 2020년은 10% 유의수준에서, 그리고 2021년은 5% 유의수준에서 통계적으로 유의미한 것으로 나왔다. 이러한 결과를 종합해봤을 때 평행추세 가정이 만족하지 않는 것으로 볼 여지가 있으나, 현대화사업은 시행 후 3년 차에 노후 상수도 관망 정비 공사가 본격적으로 시행되어 4년 차부터 성과가 나오는 사업 과정의 특성을 고려한다면 2020~2021년에 통계적으로 유의미하게 나타났다는 점은 평행추세 가정을 만족한 것으로 해석할 수 있다.

<표 33> 평행추세 가정 검정(사업시행 여부_유수율)

구 분		회귀계수	강건한 표준오차	t값
독립 변수	시행효과(xtdid_2013)	-1.102	1.525	-0.72
	시행효과(xtdid_2014)	0.935	1.310	0.71
	시행효과(xtdid_2015)	0.942	1.274	0.74
	시행효과(xtdid_2016)	1.612	1.397	1.15
	시행효과(xtdid_2017)	0.723	1.966	0.37
	시행효과(xtdid_2018)	2.007	1.734	1.16
	시행효과(xtdid_2019)	2.133	1.714	1.24
	시행효과(xtdid_2020)	3.335	1.779	1.88*
	시행효과(xtdid_2021)	4.675	1.885	2.48**
	시점더미(after)	2.319	1.149	2.02**
	시행여부(treat)	(omitted)	(omitted)	(omitted)
통제 변수	사업 범위	0.038	0.165	0.23
	시설물 수	0.013	0.020	0.66
	누수율	-0.872	0.054	-16.08***
	수도관 연장	-0.003	0.001	-1.72*
	노후관 비율	0.024	0.024	1.03
	행정구역 면적	0.027	0.035	0.76
	정수 의존율	0.004	0.012	0.35
	급수인구	0.006	0.004	1.65
	종사직원	-0.035	0.032	-1.09
	재정자립도	0.052	0.057	0.91
	요금현실화율	0.008	0.012	0.66
	거버넌스	4.719	1.131	4.17***
_Cons		71.773	19.550	3.67***
		Num of obs = 690 Num of groups = 69		

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

2. 사업 수행방식에 따른 유수율 성과 차이 분석

1) 패널 고정효과모형 이중차분분석 결과

독립변수가 사업시행 여부인 경우와 마찬가지로 독립변수를 사업 수행방식으로 하여 운영 효율화 성과 차이에 대해 단순 이중차분분석을 실시한 결과 현대화사업을 전문기관에 위탁 수행한 경우에 지방자치단체 자체 수행한 경우보다 유수율 개선 효과가 더 큰 것으로 나타났고, 톤당 총괄원가의 절감 효과는 오히려 떨어지는 것으로 나타났다. 이에 유수율 개선에 대해서는 보다 정확한 효과 추정을 위하여 관측되지 않은 시불변 변수들을 통제하는 패널 고정효과모형 이중차분분석을 실시하였다.

<표 32>은 패널 고정효과모형에서 독립변수를 사업수행 방식과 사업 시행 시점으로 하여 유수율 개선 효과에 미치는 영향을 분석한 결과이다. 분석 결과 통계적으로 유의수준 1% 내에서 유의미한 것으로 나타났다. 즉, 현대화사업 수행을 전문기관에 위탁한 경우가 지방자치단체가 자체 수행한 경우보다 유수율 개선 효과가 더 높다는 것을 의미하고, 현대화사업 시행 전보다 시행 후가 유수율 개선 효과가 더 높다는 것을 의미한다.

이외의 통제변수 중에서는 누수율, 수도관 연장, 재정자립도, 요금현실화율이 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이 중 누수율과 요금현실화율은 부(-)의 영향을 미치고 있으므로 누수율이 높을수록 요금현실화율이 높을수록 전문기관 위탁수행이 지방자치단체 자체 수행의 경우보다 유수율 개선 효과가 더 낮은 것으로 파악할 수 있다. 반면, 수도관 연장과 재정자립도는 정(+)의 영향을 미치고 있으므로 수도관 연장이 길수록, 재정자립도가 높을수록 전문기관 위탁수행이 지방자치단체 자체 수행의 경우보다 유수율 개선 효과가 더 높은 것으로 판단할 수 있다.

<표 34> 패널 고정효과모형 이중차분분석 결과(사업수행 방식_유수율)

구 분		회귀계수	표준오차	t값
독립 변수	시행효과(xtdid)	3.679	1.065	3.45***
	시점더미(after)	-4.003	1.265	-3.16***
	수행방식(treat)	(omitted)	(omitted)	(omitted)
통제 변수	사업 범위	-0.018	0.084	-0.22
	시설물 수	0.005	0.012	0.38
	누수율	-0.591	0.022	-26.89***
	수도관 연장	0.003	0.002	1.69*
	노후관 비율	0.006	0.022	0.26
	행정구역 면적	0.009	0.008	1.17
	정수 의존율	0.038	0.024	1.63
	급수인구	-0.009	0.029	-0.32
	종사직원	-0.028	0.018	-1.55
	재정자립도	0.143	0.067	2.12**
	요금현실화율	-0.021	0.013	-1.68*
	거버넌스	-1.719	2.098	-0.82
_Cons		69.883	6.373	10.97***
		Num of obs = 710 Num of groups = 71 F(23, 616) = 55.32***		
F test that all u_i=0		F(70, 616) = 13.47***		

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

2) 평행추세 가정의 검정

이중차분분석 을 통해 현대화사업 수행을 전문기관에 위탁한 경우가 지방자치단체 자체 수행의 경우보다 유수율 개선 효과가 더 높다는 결과에 인과관계가 인정받기 위해서는 평행추세 가정이 만족함을 검정하여야

한다. 이를 위해 사업시행 여부의 경우와 마찬가지로 통계적 분석 방법을 활용한 간접적인 검정방식을 활용하여 분석하였다.

<표 33>은 사업수행 방식에 대한 패널 고정효과모형 이중차분분석에 대해 평행추세 가정의 만족 여부를 분석한 결과이다. 분석 결과를 살펴보면, 현대화사업 시행 이전인 2013~2016년까지의 회귀계수 추정값은 0선 아래에 있고, 통계적으로도 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 현대화사업 시행 이후인 2017~2021년에는 회귀계수 추정값은 비교적 0선 위쪽으로 멀게 나타났으나 2017~2019년은 통계적으로 유의미하지 않은 결과가 나왔다. 다만 2020년은 10% 유의수준에서, 그리고 2021년은 5% 유의수준에서 통계적으로 유의미한 것으로 나왔다. 이러한 결과는 사업시행 여부에서의 경우와 마찬가지로 현대화사업은 시행 후 3년 차에 노후 상수도 관망 정비 공사가 본격적으로 시행되어 4년 차부터 성과가 나오는 사업 과정의 특성을 고려할 때 평행추세 가정을 만족한 것으로 해석할 수 있다.

<표 35> 평행추세 가정 검정(사업수행 방식_유수율)

구 분		회귀계수	강건한 표준오차	t값
독립변수	시행효과(xtdid_2013)	-2.309	1.727	-1.34
	시행효과(xtdid_2014)	-1.556	1.885	-0.83
	시행효과(xtdid_2015)	-0.991	1.752	-0.57
	시행효과(xtdid_2016)	-1.228	1.495	-0.82
	시행효과(xtdid_2017)	0.310	1.179	0.26
	시행효과(xtdid_2018)	1.097	1.687	0.65
	시행효과(xtdid_2019)	1.580	2.131	0.74
	시행효과(xtdid_2020)	3.315	1.907	1.74*
	시행효과(xtdid_2021)	4.102	1.734	2.37**
	시점더미(after)	-0.552	1.129	-0.49
	수행방식(treat)	(omitted)	(omitted)	(omitted)

통제 변수	사업 범위	-0.016	0.129	-0.13
	시설물 수	0.004	0.015	0.29
	누수율	-0.589	0.058	-10.12***
	수도관 연장	0.003	0.002	1.17
	노후관 비율	0.007	0.029	0.23
	행정구역 면적	0.010	0.004	2.67**
	정수 의존율	0.041	0.046	0.89
	급수인구	-0.012	0.034	-0.35
	종사직원	-0.029	0.025	-1.19
	재정자립도	0.145	0.100	1.44
	요금현실화율	-0.022	0.018	-1.28
	거버넌스	-1.618	0.737	-2.20**
_Cons		69.676	4.124	16.90***
		Num of obs = 710 Num of groups = 71		

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

제4절 실증분석 결과 요약

본 연구는 현대화사업 시행 여부나, 사업수행 방식이 운영 효율화에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 사업시행 여부가 운영 효율화에 미치는 영향을 확인하기 위하여 2017년도 현대화사업을 시행한 20개의 지방자치단체를 실험집단으로, 시행하지 않은 49개 지방자치단체를 비교집단으로 구성하였고, 운영 효율화 성과(유수율, 톤당 총괄원가)에 차이가 있는지 단순 이중차분분석과 패널 고정효과모형 이중차분분석을 실시하였다. 사업수행 방식이 운영 효율화에 미치는 영향을 확인하기 위하여는 2017~2019년에 현대화사업을 전문기관에 위탁 수행한 66개 지방자치단

체를 실험집단으로, 동일한 시기에 현대화사업을 자체 수행한 5개 지방자치단체를 비교집단으로 구성하였고, 운영 효율화 성과(유수율, 톤당 총괄원가)에 차이가 있는지 단순 이중차분분석과 패널 고정효과모형 이중차분분석을 실시하였다.

먼저, 사업시행 여부가 운영 효율화에 미치는 영향에 대해 단순 이중차분분석을 실시한 결과, 사업 시행으로 유수율이 더 높은 개선 효과가 있었음을 확인하였다. 반면, 톤당 총괄원가에 대해서는 사업 시행이 오히려 총괄원가 개선 효과가 없는 것으로 나타났다. 이는 현대화사업 시행으로 인해 집중 투자되는 사업비가 반영된 결과로 분석된다. 따라서 총괄원가 개선에 대한 효과는 현대화사업 모두 종료된 이후에 영업비용(일반운영비, 동력비, 수선유지비, 원정수구입비 등)을 중심으로 추가 분석해야 정확한 파악이 가능한 것으로 판단된다. 다음으로 사업수행 방식이 운영 효율화에 미치는 영향에 대해서 단순 이중차분분석을 실시한 결과, 사업시행의 경우와 마찬가지로 전문기관 위탁수행으로 유수율이 더 높은 개선 효과가 있었음을 확인하였다. 반면, 톤당 총괄원가는 개선 효과가 없는 것으로 나타났다. 이는 지방자치단체별로 상이한 현대화사업 투자비가 반영된 결과로 추정되며, 정확한 분석을 위해서는 현대화사업 종료 이후에 영업비용(일반운영비, 동력비, 수선유지비, 원정수구입비 등)을 중심으로 추가 분석하는 것이 필요하다.

좀 더 정확한 효과 추정을 위하여 관측되지 않은 시불변 변수들을 통제하는 패널 고정효과모형 이중차분분석을 실시한 결과, 현대화사업을 시행한 경우와 수행방식을 전문기관에 위탁한 경우 모두 유수율 개선 효과가 더 높은 것으로 확인되었고, 통계적으로 유의수준 1% 내에서 유의미한 것으로 나타났다. 그리고 이러한 결과에 대한 인과관계를 인정받기 위한 평행추세 가정을 통계적 분석 방법으로 검정한 결과, 현대화사업 시행 이전인 2013~2016년까지의 회귀계수 추정값은 0선 아래에 있고, 통계적으로도 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 현대화사업 시행 이후인 2017~2021년에는 회귀계수 추정값은 비교적 0선 위쪽으로 멀게 나

타났으나 2017~2019년은 통계적으로 유의미하지 않은 결과가 나왔다. 다만 2020년은 10% 유의수준에서, 그리고 2021년은 5% 유의수준에서 통계적으로 유의미한 것으로 나왔다. 이러한 결과에 대해 현대화사업은 시행 후 3년 차에 노후 상수도 관망 정비 공사가 본격적으로 시행되어 4년 차부터 성과가 나오는 특성을 고려한다면 평행추세 가정을 만족한 것으로 해석할 수 있다. 따라서 가설검증 결과는 <표 36>과 같다.

<표 36> 가설검증 결과

구 분	가설내용	채택 여부
사업 시행 여부	가설 1. 지방상수도 현대화사업을 시행한 지방자치단체와 시행하지 않은 지방자치단체의 운영 효율화 성과는 차이가 있을 것이다.	
	1-1. 지방상수도 현대화사업을 시행한 지방자치단체는 시행하지 않은 지방자치단체에 비해 유수율 개선 효과가 더 높을 것이다.	**채택**
	1-2. 지방상수도 현대화사업을 시행한 지방자치단체는 시행하지 않은 지방자치단체에 비해 ㎥당 총괄원가 개선 효과가 더 높을 것이다.	기각
사업 수행 방식	가설 2. 지방상수도 현대화사업 수행방식에 따라 전문기관 위탁 수행의 경우와 지방자치단체 자체 수행의 경우 운영 효율화 성과에 차이가 있을 것이다.	
	2-1. 지방상수도 현대화사업을 전문기관에 위탁 수행한 경우가 지방자치단체 자체 수행한 경우보다 유수율 개선 효과가 더 높을 것이다.	**채택**
	2-2. 지방상수도 현대화사업을 전문기관에 위탁 수행한 경우가 지방자치단체 자체 수행한 경우보다 ㎥당 총괄원가 개선 효과가 더 높을 것이다.	기각

제5장 결 론

제1절 연구 결과 및 시사점

우리나라는 급속한 경제성장과 더불어 지방상수도에 집중적으로 투자하면서 급수보급률 등 각종 지표에서 양적으로 빠르게 성장하였지만, 질적 측면에서는 여전히 많은 개선이 필요한 상황이다. 특히, 지방상수도 시설물 노후화는 급격하게 진행되고 있으나, 대다수 소규모 지방자치단체는 열악한 재정과 낮은 요금 현실화율로 투자 여력이 부족하여 적기에 노후 시설물을 교체하지 못하면서 수돗물 공급 여건은 갈수록 어려워지고, 만성적인 적자 상태의 악순환이 반복되고 있다. 이러한 문제를 개선하고자 정부는 약 3조 원의 사업비를 투입하여 노후 시설물을 현대화하고, 경영수지 개선 등으로 지방상수도 선순환 구조 구축을 목표로 지방상수도 현대화사업을 시행하게 되었다.

본 연구는 이러한 현대화사업이 실질적인 효과가 있었는지, 그리고 현대화사업을 수행하는 방식에 따라 효과에 차이가 있는지를 실증적으로 분석하고자 하였다. 먼저, 현대화사업 시행으로 인한 실질적 효과를 확인하기 위하여 전국 153개 지방자치단체의 2012년부터 2021년까지의 패널데이터를 바탕으로 현대화사업을 시행한 지방자치단체와 시행하지 않은 지방자치단체를 실험집단과 비교집단으로 설정하고, 현대화사업 시행 전후의 차이를 비교하였다. 사업 효과는 유수율 제고와 ㎥당 총괄원가 개선으로 하고, 좀 더 정확한 분석을 위하여 패널 고정효과모형 이중차분 분석을 실시한 결과 현대화사업 시행으로 유수율 제고 효과가 있다는 결론을 얻을 수 있었다. 통계적 방법을 활용한 평행추세 가정 검정을 통해 인과관계도 인정되었다. 그런데 ㎥당 총괄원가는 개선효과가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 현대화사업 시행 기간에 사업비를 집중적으

로 투자하였기 때문으로 보여진다.

다음으로 현대화사업 수행방식에 따라 차이가 있는지를 확인하기 위해서 전문기관에 위탁한 지방자치단체와 자체 수행한 지방자치단체를 실험집단과 비교집단으로 설정하고, 이 역시 패널 고정효과모형 이중차분 분석을 실시한 결과 현대화사업을 전문기관에 위탁한 경우가 자체 수행한 경우보다 유수율 제고 효과가 더 높다는 결론을 얻을 수 있었다. 또한, 통계적 방법을 활용한 평행추세 가정 검정을 통해 인과관계도 인정되었다. 그리고 ㎥당 총괄원가는 수행방식에 상관없이 모두 증가하였고, 이러한 결과 역시 현대화사업 시행 기간에 사업비를 집중적으로 투자하였기 때문으로 보여진다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 정책적 시사점을 도출할 수 있다. 첫째, 현대화사업 시행의 실질적인 효과가 인정되는 만큼 현대화사업을 확대할 필요가 있다. 이런 의미에서 정부의 2차 현대화사업 추진계획 수립 등은 바람직한 정책 방향이라고 평가할 수 있다. 다만, 현대화사업 대상 범위를 유수율 70% 이하의 급수구역으로 제한하여 한정된 지역의 목표 유수율 달성에 치중하기 보다는 지방자치단체 전체 구역의 유수율이 개선될 수 있도록 정책 방향의 전환을 검토할 필요가 있다.

둘째, 각 지방자치단체의 상이한 지방상수도 운영 여건을 고려하여 목표 유수율을 유연하게 설정할 필요가 있다. 각 지방자치단체는 시설물수·누수율·수도관 연장 등 시설요인, 급수인구·행정구역 면적 등 지역요인, 재정자립도·요금현실화율 등 재무요인 등에서 차이가 존재하기 때문에 일률적으로 목표 유수율을 85%로 설정하는 것은 비효율적이다. 개별 지방자치단체의 여건을 고려하지 않은 무리한 목표 유수율 달성이 운영효율화 측면이나, 재정적 측면에서 부정적 영향을 끼칠 수 있기 때문이다. 특히, 유수율이 일정 수준에 이른 경우 1~2%만 올리려고 해도 투입비용은 급격하게 증가할 뿐만 아니라, 높은 목표 유수율 달성 후 유지하는 비용도 덩달아 증가하기 때문에 총괄원가 절감 등 경영효율화를 통한 지방상수도 선순환 구조 정착이라는 현대화사업 취지에 반하는 결과를

초래할 수 있다.

셋째, 현대화사업 수행은 전문기관 위탁 등 효율성을 높이는 방향으로 추진할 필요가 있다. 시·군 지방자치단체의 경우 열악한 지방상수도 운영 여건상 수행인력과 전문성 부족 등으로 단기간에 집중적인 사업수행 자체가 어려운 경우가 많기 때문이다. 또한, 현대화사업 종료 이후 성과 유지를 위해서는 자체 전문인력 양성, 소규모 지방자치단체 수도사업자 간 통합에 의한 규모의 경제 실현, 전문기관 운영관리 위탁 등 국가 차원에서 다양한 방안에 대해 추가적인 논의도 필요하다.

제2절 연구의 한계 및 후속 연구과제

본 연구는 현대화사업이라는 정부 정책의 효과와 사업수행 방식에 따른 효과 차이를 분석하고자 10년간의 패널데이터를 활용하였다. 그리고 좀 더 정확한 분석을 위하여 사업요인, 시설요인, 지역요인, 재무·제도요인으로 분류된 12개의 통제변수를 설정하여 각 지방자치단체 간 지방상수도 운영 여건의 차이를 반영하였고, 패널 고정효과모형 이중차분분석을 통해 관측되지 않은 시불변 변수를 제거하여 편의(Bias)를 줄였다. 또한, 통계적 방법을 통한 평행추세가정 검정으로 인과적 효과를 추정함으로써 현대화사업 시행 효과와 사업수행 방식에 따른 효과 차이를 실증적으로 규명하였다. 이러한 실증적 규명은 지금까지 한 번도 없었던 최초의 연구 결과라는 점에서 그 의미가 크다. 그럼에도 불구하고, 본 연구에는 다음과 같은 한계를 가지고 있다.

첫째, 현대화사업을 시행하지 않은 지방자치단체의 상당수가 70% 이상 유수율을 유지하고 있었다는 점에서 현대화사업을 시행한 지방자치단체에 비해 사업 시행 전후의 유수율 개선 정도가 상대적으로 낮을 수밖에 없었다. 따라서 좀 더 정확한 분석을 위해서는 현대화사업 시행 전의

유수율이 유사한 지방자치단체들을 매칭하여 실험집단과 비교집단으로 설정하는 것이 필요했으나, 유사한 유수율을 보이는 표본이 적어서 매칭할 수 없었던 점은 선발요인에 의한 내적 타당성 위협 요소로 작용할 수 있다는 한계가 있다. 다만, 현대화사업을 시행한 지방자치단체는 사업 시행 후 평균 유수율이 미시행 지방자치단체의 평균 유수율보다 더 높아진 점에서 현대화사업 시행 효과를 부정하기는 힘들 것으로 보인다.

둘째, 각 지방자치단체의 현대화사업 범위는 전체 구역의 평균 10% 내외, 최대 17.1%에 불과하므로 현대화사업 대상 구역의 목표 유수율 달성이 전체 구역의 유수율 개선 효과에 미치는 영향이 크다고 볼 수는 없다. 따라서 사업 시행 후 지방자치단체의 유수율 개선 효과가 현대화사업 대상 외 구역의 유수율 개선 효과에 주로 기인했을 가능성을 배제하기 힘들다. 이러한 가능성을 완전히 배제하기 위해서는 현대화사업 대상 구역과 대상 외 구역의 유수율 변화를 분리하여 파악한 후 전체 구역의 유수율 개선 효과에 미치는 영향 정도를 살펴볼 필요가 있다. 그러나 아쉽게도 각 지방자치단체의 현대화사업 대상 구역과 대상 외 구역의 유수율 변화를 파악할 수 있는 데이터를 구할 수 없어서 본 연구에서는 이러한 분석이 이루어지지 못한 한계가 있다.

셋째, 사업수행 방식에 따른 차이 분석을 위해 전문기관에 위탁한 지방자치단체를 실험집단으로, 자체 수행한 지방자치단체를 비교집단으로 설정하였으나, 실험집단은 66개, 비교집단은 5개로 비교집단의 표본 수가 지나치게 적다는 한계가 있다. 현대화사업은 1~2년 차에 조사·설계·발주가 이루어지고, 3년 차에 본격적인 노후상수도 관망 정비가 이루어지면서 성과가 나오기 시작한다. 그런데, 최신 상수도통계 자료는 2021년도이므로 성과 차이를 분석하기 위해서는 2021년도에서 역산하여 사업 시행 3년 차 이상이 되어야 하고, 이 때문에 2017~2019년 사업 시행 지방자치단체만을 실험집단과 비교집단에 포함하였다. 자체 수행 지방자치단체의 대다수는 2020년에 사업을 시행하였으므로 추후 2022년 상수도통계가 발표되면, 비교집단 표본을 추가하여 분석해볼 필요가 있다.

마지막으로, 현대화사업 시행 효과와 사업수행 방식에 따른 효과 차이를 분석하기 위한 변수로 유수율과 ㎥당 총괄원가로 설정하였다. 분석 결과 유수율은 개선 효과가 있거나, 개선 효과에 차이가 있는 것으로 결과가 나왔으나, ㎥당 총괄원가는 개선 효과가 없는 것으로 나왔다. 이러한 결과의 원인은 앞에서도 언급했던 것처럼 현대화사업 투자비가 집중적으로 투입되었기 때문으로 보여진다. 따라서 총괄원가 개선 효과를 정확하게 분석하기 위해서는 현대화사업 종료 이후에 영업비용(일반운영비, 동력비, 수선유지비, 원정수구입비 등) 중심의 추가 연구과제로 남겨둔다.

참 고 문 헌

1. 논문

고수정. (2016). 지방상수도 사업의 운영 주체별 효율성 비교분석. 대구·경북 연구, 15(1), 1-23.

구윤모. (2021). 인구감소· 지방분권 시대에 대응한 지방상수도 정책 개선방안 연구. 국토, 114-115.

권영주. (2010). 지방상수도 운영 주체의 합리적 선택에 관한 연구: 공사위탁 전후의 효율성 비교를 중심으로. 한국정책논집, 10, 92-109.

권현정, & 고지영. (2015). 노인장기요양보험제도의 노동공급효과 분석: 부양가구원과 여성가구원을 중심으로. 한국사회복지학, 67(4), 279-299.

김근태, & 이용곤. (2021). 경상남도 지방상수도 현대화사업의 성과와 향후 과제. 경남발전, 52-59.

김상문 & 이익규. (2011). 운영 형태별 수도사업 생산성 평가. 상하수도학회지, 25(3), 325-334.

김상문. (2012). 확률 프런티어 분석 (SFA) 에 의한 지방상수도 효율성 평가. 저널 물 정책· 경제, 19, 73-89.

김석기. (2016). 지방상수도 위탁관리의 성과에 관한 연구. 한국지방정부학회 학술대회 논문집, 2016, 93-122.

김현아 & 김지영. (2017). 지방상수도 민간 위탁 효과분석의 경제적 의미. 재정학연구, 10(2), 155-177.

박경욱 & 김용환. (2013). 위탁 운영과 지방상수도 사업의 효율성 간의 관계에 대한 연구: 방사적/비방사적 자료포락분석 결과를 중심으로. 경상논집, 33(1), 43-63.

박임수. (2017). 지방상수도 지속가능성과 현대화사업. 저널 물 정책· 경제, 29, 83-96.

박임수. (2019). 지방상수도 위탁 운영의 효율성 추정 및 효과분석. 기업경영연구, 26(5), 101-117.

손호성, & 이재훈. (2018). 행정학· 정책학 연구에서의 이중차분 추정기법의 활용과 쟁점. 현대사회와 행정, 28(3), 1-31.

안국찬. (2012). 공공서비스 민영화의 효과에 관한 재고찰-지방상수도서비스를 중심으로. 한국자치행정학보, 26(3), 49-64.

유지연. (2014). 지방상수도 기업의 위탁과 비용효율성에 관한 연구 (Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원).

원구환. (2010). 지방상수도 사업의 전문기관 위탁 효율성 분석. 한국지방자치연구, 12(3), 91-110.

이상호. (2022). 물복지 개선을 위한 물관리 정책방향. 저널 물 정책· 경제, 37, 28-37.

이지민, and 임병인. "기초노령연금이 수급가구 엥겔계수에 미치는 효과 분석." 재정학연구 13.2 (2020): 59-85.

장덕희 & 신열. (2009). 지방상수도 공급방식의 변화에 따른 효율성 비교분석. 한국정책과학학회보, 13(1), 145-165.

정경택, 김창순, 손광준, & 이금오. (2020). 블록시스템 개선 및 데이터 기반 누수탐사를 통한 유수율 제고-의성군 지방상수도 현대화사업을 중심으로. 대한토목학회 학술대회, 209-210.

정지은, 박세출, 김창순, & 김민재. (2020). 상수관망에서의 산소 관세척 공법 적용-군위군 지방상수도 현대화사업을 중심으로. 대한토목학회 학술대회, 213-214.

조은채. (2012). 거버넌스 구조가 지방상수도사업 성과에 미치는 영향 연구-위탁· 직영 사업간 효율성 비교를 중심으로 (Doctoral dissertation, 서울대학교 행정대학원).

현승현 & 김정렬. (2018). DEA 모형을 통한 지방상수도 운영효율성 비교분석: 기초자치단체 중심으로. 한국행정논집, 30(1), 165-193.

Fitch, L. C. (1974). Increasing the role of the private sector in providing public services. Improving the quality of urban management, 8, 501-559.

2. 기타

환경부. 『상수도통계』, 각 년도(2011~2020년)

환경부. (2021). 『지방상수도 현대화사업 추진현황 및 향후 계획』, 한국상하수협회 2022년 2차 상수도정책세미나; 45-58

환경부. (2021). 『지방상수도 현대화사업 업무처리지침』

환경부. (2021). 『지방상수도 현대화사업 업무편람』

한국수자원공사. (2020). 『미래 물관리 여건을 고려한 광역·지방상수도 최적 운영·관리방안 연구』

우석진. (2018). 『정책분석을 위한 STATA』, 경기: ㈜ 지필미디어

Abstract

An empirical study on the performance of modernizing local water supply system projects

Yu Kangmin

Master of Public Enterprise Policy

The Graduate School of Public Administration

Seoul National University

South Korea has made significant progress in the water supply sector, with rapid investment and development in line with its economic growth. However, despite achieving quantitative indicators similar to advanced countries in terms of water supply coverage, there are still many quality issues to address. Many local governments face difficulties in replacing aging facilities due to poor finances and low rates, resulting in deteriorating water supply conditions and chronic financial deficits. To address these issues, the government has implemented modernization projects with the goal of establishing a self-sustaining structure for local water supply systems.

This study aims to empirically analyze the effect of the government policy of modernization project and the difference in operational efficiency depending on the implementation method. To achieve this, We constructed an experimental group and a control group based on panel data from 153 local governments from 2012 to 2021, depending on whether they had implemented the project and the method of execution, and compared and analyzed the differences before and after the project. To conduct more accurate analysis, We used a panel fixed-effect model with a difference-in-differences analysis, controlling for unobserved time-invariant variables, and estimated causal effects through a statistical method using the parallel trends assumption test. The dependent variables were set as the water supply rate and production cost per cubic meter, which can verify the effect of the modernization project, and the independent variables were group-dummy variables of project implementation and execution method, and time-dummy variables before and after the project. We also set control variables reflecting the characteristics of each local water supply project (factors related to the project, facility, region, finance and institutional factors) based on previous studies.

Based on the empirical analysis, it was found that both the implementation of the modernization project and outsourcing the project execution to a specialized agency led to a higher improvement in water supply rate compared to the control group, according to the simple difference-in-differences analysis. However, the cost per cubic meter of water increased in both cases. In order to estimate the effect more accurately, panel fixed-effects models with difference-in-differences analysis were employed, which showed that both the implementation of the modernization project and outsourcing the project execution to a specialized agency resulted in a higher improvement in water supply rate, with statistically significant results

at a 1% level. Additionally, the parallel trends assumption was met through statistical testing, allowing for the estimation of a causal effect.

This study has significant implications for government policies regarding modernization projects, as it is the first to conduct an empirical analysis of their effects. The results demonstrate the need for expanding modernization projects, given their positive impact when implemented. From this perspective, the government's pursuit of a second round of modernization projects is viewed as a desirable policy direction. In terms of project implementation, there is a need to increase efficiency, such as by delegating tasks to specialized institutions. Additionally, since the operational conditions of each local waterworks differ, it is suggested that the modernization project's target reduction rates for water loss be flexibly set, taking into account these differences and financial considerations.

Keywords: Local waterworks, modernization project, water flow rate, production cost reduction, difference-in-difference, panel fixed-effects model difference-in-difference, parallel trend assumption verification