

신도시의 가정용수 수요 관련 가구특성 변인 분석 : 세종시를 중심으로

신 명 진*

2014년 발표된 기후변화에 관한 정부간 패널의 기후변화 종합보고서는 전 세계적인 지구온난화로 인한 강수량의 변동이 홍수와 가뭄에 대한 취약성을 증가시킬 것으로 예견하였다. 우리나라의 연평균 강수량은 세계 평균 수준보다 많은 편이지만, 우리나라 역시 기후변화의 영향으로 홍수와 가뭄의 위험에 직면해 있다. 이는 우리나라에서도 물 관리가 중요한 정책 이슈임을 의미한다. 물 관리에 대한 정보를 담고 있는 환경부의 상수도 통계에 따르면, 2016년에는 가정용수에 대한 수요가 전체 급수량 중 절반 이상을 차지하였다. 이러한 배경에서 가정용수 수요에 대한 연구가 중요하나, 선행연구들은 주로 일부 대도시만을 연구대상으로 삼았을 뿐, 2012년 출범 이래 전년 대비 두 자리 수 인구성장률을 기록하고 있는 세종시에 대해서는 연구하지 않았다. 이러한 이유로 본 연구는 신도시인 세종시의 가정용수 수요에 영향을 주는 가구특성을 연구하여 시 차원의 가정용수 수요 관리에 기여하는 것을 목적으로 한다. 연구에 사용된 자료는 제10차 재정패널자료 내 세종시 가구의 소득 및 지출 정보이며, 연구방법으로는 선형회귀분석이 채택되었다. 연구의 결과는 다음과 같다. (1) 월평균 광열비, 연간 국내여행 경험의 유무, 취업 중인 가구원 수, 1인당 주택전용면적이 종속변수인 월평균 수도료에 유의미한 영향을 미치는 독립변수들로 확인되었다. (2) 월평균 광열비가 1원 증가할 때 월평균 수도료는 0.028원 증가한다. (3) 연간 국내여행 경험이 있는 가구일수록 월평균 수도료를 4314.188원만큼 적게 납부한다. (4) 취업 중인 가구원 수가 1명 늘어날수록 가구의 월평균 수도료는 3844.124원 증가한다. (5) 1인당 주택전용면적이 1㎡만큼 증가할수록 월평균 수도료는 63.125원만큼 감소한다. 신도시인 세종시에 대한 이와 같은 연구결과는 신도시 건설을 앞두고 있는 타 지역에서도 사회적·정책적으로 도움이 될 수 있다고 판단된다.

주제어 _ 신도시, 세종시, 물 관리, 가정용수, 선형회귀분석

* 세종대학교 일반대학원 기후변화협동과정 정책전공 박사과정(제1저자 및 교신저자)

An Analysis of the Household-Level Variables Affecting Residential Water Demand in A New Multi-functional Administrative City :

A Case Study on Sejong City

Myeongjin Shin*

Climate Change 2014 Synthesis Report published by IPCC said that changes in precipitation caused by global warming would increase vulnerability to floods and droughts. Despite its annual average rainfall, which is higher than the world's average, South Korea also faces floods and droughts that have become serious due to climate change. It means that water resources management is an important policy issue in South Korea. According to the Water Statistics for 2016, residential water demand accounted for more than half the total water supply in South Korea. Against this backdrop, the study on residential water demand is of great importance. However, several prior studies focused only on existing metropolises except Sejong City, which has been a new multi-functional administrative city with a double-digit population growth rate year on year since 2012. For this reason, the main goal of this study is set to research the household-level variables affecting residential water demand in this newly-created city and contribute to the city's policy-making on water resources management. The employed research method is Linear Regression Analysis with the data for the households residing in Sejong City, which are included in the 10th National Survey of Tax and Benefit in South Korea. The results show that the significant independent variables for a monthly water bill(a proxy variable for residential water demand per month) are a monthly expenditure for lighting and heating, a dummy variable for annual domestic travel, the number of household members on the job, a residential area size per capita. The findings of this study on residential water demand in newly-established Sejong City are of service to Gyeonggi-do expecting the 3rd development of new cities in its administrative district in terms of residential water saving and water resources management.

Key words _ New multi-functional administrative city, Sejong City, Water resources management, Demand for residential water, Ordinary least squares

* Ph.D. Student, Cooperative Course for Climate Change, Sejong University Graduate School
(First Author and Corresponding Author)

1. 서론

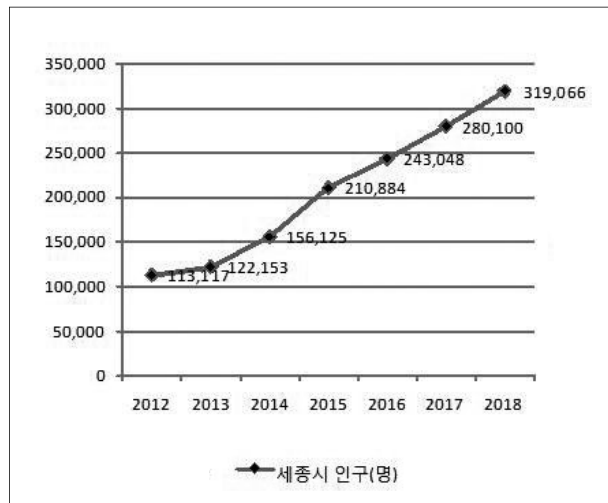
Intergovernmental Panel on Climate Change의 2014년 기후변화 종합보고서(2015)에 따르면, 지구온난화가 강수량의 변동을 야기하며, 이것이 연쇄적으로 홍수와 가뭄에 대한 취약성을 증가시킬 것이라고 한다. 2007년에서 2016년까지 집계된 우리나라의 연평균 강수량은 약 1,232mm로서 세계 연평균 강수량인 973mm보다 많은 편이다. 그러나 강수량은 계절, 연도, 지역에 따라 차이가 있으므로 기후변화가 야기하는 홍수와 가뭄의 위협으로부터 우리나라도 안전할 수는 없다.

위와 같은 이유로 우리나라에서도 물 관리가 정책적으로 중요하다고 할 수 있다. 물 관리에 대한 정보는 환경부의 통계에서 확인할 수 있다. 환경부의 상수도 통계(2016)에 따르면, 업종별 급수량은 가정용 65%, 업무용 7%, 영업용 23%, 욕탕1종 2%, 기타 용도가 3%로 구성되어 있다. 전체 급수량 중 절반 이상을 가정용수 수요가 차지하고 있는 것이다.

국내에서 과거 가정용수 혹은 생활용수에 관한 연구대상이 되었던 지역으로는 서울시(현인환 외, 2000; 광승준·이충기, 2002; 유승훈 외, 2005; 김종원·한동근, 2007), 충청남도(오혜정(2008)), 공주시(안병기·노재경(1993)), 부산시(표희동 외(2011))가 있다. 그리고 전국 단위 연구는 현재까지 약 6건이 존재하는 것으로 확인된다(민동기, 2000; 김영상 외, 2006; 박두호·최한주, 2006; 최선희 외, 2008; 명성민 외, 2011; 김형진, 2018).

이에 비해 2012년 출범한 신도시¹⁾인 세종시는 상대적으로 용수 수요 연구의 대상이 되지 못하였다. 가정용수를 비롯한 용수 수요는 도시 내 인구 및 인프라 등과 관련이 있는데, 구체적으로 인구 현황부터 살펴보면, 세종시의 인구는 2018년 기준 319,066명이며, 2014년부터 2018년까지 연이어 전년 대비 두 자릿수 증가율²⁾을 기록하고 있다. <그림 1>은 통계청과 세종시가 공개한 통계자료를 재구성하여 나타낸 세종시 인구증가 추세 그래프이다.

<그림 1> 세종시 인구증가 추세



1) 신도시개발 편람·매뉴얼(국토해양부, 2010)에 따르면, 신도시는 기존 대도시의 과밀과 혼잡을 해결하고 낙후지역의 개발촉진 등을 위하여 건설되는 일정한 규모 이상의 복합 도시이다. 신도시는 기능, 인구와 면적, 도시특성과 개발목적에 의해 분류될 수 있다.

2) 출처 : http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=315&tblId=TX_315_2009_H1113&conn_path=I3 통계청 홈페이지.

〈표 1〉 세종시의 변화

구분	2012년 출범 당시	변화량	2018년 12월말 기준
세대	42,531세대	191% 증가	123,762세대
재정	7천2백억원 (2013년 기준)	129% 증가	1조6천5백억원
중앙행정기관	17개	42개 증가	43개 (2019년 05월말 기준)
국책연구기관	0개	15개 증가	15개
사업체	5,268개	160% 증가	13,668개 (2017년 기준)
종사자	29,696명	236% 증가	99,827명 (2017년 기준)
학교	61개	164% 증가	161개
학생	31,002명	166% 증가	82,412명
의료기관	86개	284% 증가	330개
상수도 보급률	71.5%	23.5% 증가	95.0%
자동차 등록대수	43,000대	244% 증가	147,862대
시내버스	41대	480% 증가	238대
간선급행버스	0대	33대 증가	33대
공영자전거	0대	1,475대 증가	1,475대

인구뿐만 아니라, 위의 〈표 1〉³⁾에서 볼 수 있듯이 세종시에서는 각종 시설과 차량, 상수도 보급률 등도 급증하는 추세이다. 본 연구에서는 대표적인 신도시인 세종시 내 가정용수 수요와 관련된 가구특성을 독립변수로 연구함으로써 향후 신도시의 수자원 정책 수립 및 수요 관리에 기여할 수 있는 기초 연구 논문을 작성하는 것을 목적으로 한다. 이후 본 연구논문의 차례는 Ⅱ. 선행연구 고찰, Ⅲ. 연구방법, Ⅳ. 연구결과, Ⅴ. 결론으로 구성되어 있다.

Ⅱ. 선행연구 고찰

선행연구를 위하여 주로 2000년 이후 발표된 국외 및 국내 학술논문 위주로 조사한 결과, 가정용수 수요량, 가격, 소득, 가구원 수 등이 주요 변수로 다루어져 왔다.

3) 출처 : http://www.sejong.go.kr/viewer/default/doc.html?fn=BBS_201905230218443990_hwp&rs=/viewer/result/BBSMSTR_00000000421/ 세종특별자치시 주요통계지표

우선 국외의 경우, Arbues et al.(2003)가 1967년부터 2002년까지의 가정용수 관련 연구논문들을 약 100편 분석하여 리뷰논문을 집필하였는데, 이에 따르면 용수 가격, 소득, 기온, 가구원 수, 주거공간의 특성, 요금체계 등이 주요 독립변수로서 연구되었고, 가격탄력성은 음으로 나타났다.

Schleich와 Hillenbrand(2009)는 독일 내 600개 용수 공급 지역을 연구대상지역으로 설정하고, 이들 지역 내 가정용수 가격, 소득, 주택 면적, 거주자의 나이, 거주 형태 등을 연구하였다. 가격탄력성은 음수로, 소득탄력성은 양수로 도출되었다. 특히 소득탄력성은 가구의 소득분위가 높아질수록 감소하였으나, 신도시에서는 구도시에서보다 최소 세 배 높게 나타났다.

Hung와 Chie(2013)는 대만의 2005년 가계 소득·지출 서베이로부터 결측값과 이상치를 제거한 후 1,985개 가구의 데이터를 확보하여 가정용수 수요를 연구하였다. 주요 연구대상 변수로는 가정용수 평균가격, 가처분소득, 납부한 가정용수 요금, 가정용수 사용량이었다.

Sebri(2014)는 2002년부터 2012년까지 발표된 100편의 선행연구에 제시된 가격탄력성, 소득탄력성, 주택크기탄력성을 메타 분석하였다. 이들 세 탄력성의 값은 수요자측 요인, 데이터의 특성 요인, 가격 유형 요인, 요금 체계 요인, 분석방법론 요인, 국가별 혹은 대륙별 요인, 장·단기 요인에 따라 다양하게 나타났다.

국내에서는 민동기(2000)가 각 지자체들의 1997년 자료를 이용하여 시계열 분석과 혼합모형 분석을 수행하였다. 사용된 변수는 급수 인구, 지역총생산, 개인가처분소득, 가정용수 사용량, 가정용수 부과액, 가정용수 실질가격, 영업용수 사용량, 영업용수 부과액, 영업용수 실질가격이다.

곽승준·이충기(2002)는 서울시의 1970년부터 1999년까지의 연도별 시계열 자료를 이용하여 생활용수의 수요함수를 도출하였다. 서울시 생활용수 수요함수에 나타난 생활용수 수요를 종속변수로 삼고, 서울시의 가정용 유수량(m^3) 당 평균수도요금과 가구당 평균소득을 독립변수로 삼았다. 용수수요가 용수 가격에 대하여 단기적으로는 비탄력적이지만 장기적으로는 탄력적이었다.

유승훈 외(2005)는 2002년 7월에 시행된 서울시 354가구 서베이 자료로 생활용수의 수요를 분석하였다. 종속변수로는 가구의 생활용수 사용량을, 독립변수로는 생활용수의 가격, 가구소득, 가구의 기호나 특성에 대한 벡터값을 취하였다. 연구방법론으로는 오차수정모형이 사용되었다. 가구 생활용수 수요는 가격과는 부적(-) 관계를, 소득 및 가구원 수 그리고 65세 이상 가구원 수와는 정적(+) 관계를 가지는 것으로 나타났다.

김중원·한동근(2007)은 1977년부터 2004년까지의 상수도 통계자료와 서울시의 경제통계자료를 이용하여 연구하였다. 구체적으로 가구 규모, 아파트 비율, 가구주 연령, 실질가구소득, 실질최저생계비, 실질용수가격, 가구당 월 용수 소비량을 변수로 설정하였다. 가정용수의 가격탄력성을 밝혀내었고, 이 연구 결과를 이용하여 가정용 수도사용 구간요금 체계가 합리적인가를 평가하였다.

노상환(2007)은 1995년부터 2004년까지 10년간 가용자료가 축적된 4개 광역지방자치단체(경기도, 강원도, 경상북도, 경상남도)를 대상으로 정태모형분석과 패널분석을 수행하였다. 종속변수로는 상수도 사용량을, 독립변수로는 상수도의 톤당 요금, 1인당 GRDP, 세대당 인구수를 설정하였다. 정태모형 분석의 결과와는 달리, 패널분석의 결과는 상수도 요금이 시장에서 기능을 하고 있음을 보여주었다.

이두진 외(2008)는 2002년부터 2006년까지 전국 140여 가구로부터 전자적으로 취합한 용도별 유량 자료에 대하여 분산분석, 상관분석을 실시하였다. 분석항목은 양적 변수와 질적 변수로 나뉘어 있다. 양적 변수에는 실거주인원, 수도요금, 건평, 방 개수, 월수입이 포함되며, 질적 변수에는 주택 유형, 맞벌이 여부, 입주형태, 절수기 사용 여부가 포함되었다. 분석 결과, 가정용수 용도별 사용량은 실거주인수와 유의한 관계를 갖는 것으로 나타났다.

고미화(2018)는 전국 162개 지자체의 2007년부터 2013년까지의 자료를 이용하여 생활용수의 수요에 대한 각종 탄력성을 모형별로 비교분석하였다. 종속변수는 연간 가정용 상수도 소비량이며 독립변수는 가정용 생활용수의 평균요금, 소득, 급수인구수였다. 분석은 그룹(지자체)에 대한 비교와 시간(2007년~2013년)에 대한 비교, 두 차원에서 실시되었다. 분석 결과, 급수인구에 대한 탄력성만이 탄력적으로 나타났다.

김형진(2018)은 세종시 등 일부 지역을 제외하고 161개 시군의 2010년부터 2013년까지의 자료를 사용하여 생활용수의 수요를 패널 분위수회귀모형으로 연구하였다. 연구에 활용된 변수는 1인당 생활용수 소비량, 1㎡당 생활용수 가격, GRDP, 천명당 사업체 수, 면적, 고령인구비율, 인구, 전력사용량, 난방도일, 강수량, 인구밀도이다.

선행연구 결과, 일반적으로 가정용수 수요에 영향을 주는 변수 중 용수가격이 부적(-) 영향을, 소득과 가구원 수가 정적(+) 영향을 미치는 것으로 일관되게 도출되었다.

〈표 2〉 선행연구 요약

저자	연도	논문명
Arbues et al.	2003	Estimation of Residential Water Demand: A State-Of-The-Art Review
Schleich and Hillenbrand	2009	Determinants of Residential Demand in Germany
Hung and Chie	2013	Residential Water Use: Efficiency, Affordability, and Price Elasticity
Sebri	2014	A Meta-Analysis of Residential Water Demand Studies
민동기	2000	생활용수 수요 분석
곽승준·이충기	2002	서울시 생활용수 수요 추정
유승훈 외	2005	가구 서베이 자료를 이용한 서울시 생활용수의 수요 분석

김중원·한동근	2007	스톤-게리 모형을 이용한 가정용 생활용수 수요 추정
노상환	2007	상수도 사용량 결정요인 분석
이두진 외	2008	가정용수 용도별 사용량의 통계적 특성 분석
고미화	2018	패널자료를 이용한 생활용수의 수요 가격탄력도 분석의 모형별 비교
김형건	2018	패널 분위수회귀 모형을 사용한 우리나라 지방 상수도 생활용수 수요의 가격탄력성 추정

위의 선행연구를 통해 확인할 수 있듯이, 과거의 가정용수 혹은 생활용수⁴⁾ 수요에 관한 연구는 주로 세종시 이외의 지역만을 대상으로 하여 수행되었다. 본 논문에서는 2012년 출범한 신도시인 세종시의 용수 수요 중 가정용수에 초점을 맞추어 유의한 영향을 미치는 변수들을 식별하고 이들의 영향력에 대하여 연구한다.

III. 연구방법

1. 분석자료

본 연구에서는 2017년 집계된 제 10차 재정패널자료를 사용하였다. 재정패널자료⁵⁾는 조세 관련 정책과 행정을 연구하기 위해 기획·수집되었지만, 그 안에는 가구의 소득, 지출, 수도료 정보 등이 포함되어 있다. 제 10차 재정패널자료에는 전국 4,790 가구의 정보가 수록되어 있으며, 이 중 세종시에 거주하는 가구는 총 20가구⁶⁾이다. 본 연구의 목적은 세종시에서의 월평균 수도료에 영향을 미치는 가구의 특성을 분석하는 것이므로 재정패널자료를 사용하였다.

4) 생활용수는 정확하게는 가정용 및 가정용에 준하는 목적으로 이용되는 경우(상가나 공공기관 등)로서 음용수·농업용수·공업용수 이외의 모든 용수를 포함한다.

(출처 : http://www.wamis.go.kr/wke/wke_wqbase_lst.aspx 국가수자원관리종합정보시스템.)

5) 2005년 인구주택총조사 자료를 모집단으로 하며, 거주지역과 소득수준 면에서 대표성을 가질 수 있도록 패널가구가 선정·유지되고 있다. 2008년 제1차 재정패널자료에서는 세종시 거주가구가 존재하지 않았으나, 2012년 세종시 출범 후부터는 신도시인 세종시에 거주하는 가구가 재정패널자료에서 관찰된다. 참고로 2019년 07월 현재 공식적으로 열람할 수 있는 가장 최신의 자료는 2017년 제10차 재정패널자료이다.

6) 2016년과 2017년 세종시 거주 인구는 전국 인구 대비 약 0.5%를 차지하고 있었으며, 2017년 제 10차 재정패널자료(2016년 한 해 동안의 생활정보를 담고 있는 자료) 내에서 확인된 세종시 거주 20가구 역시 전국 4,790 가구 중 0.5%에 해당한다.

2. 변수의 구성

본 연구에서의 종속변수는 세종시 거주 가구의 월평균 수도료이다. 선행연구논문들에서는 주로 용수 사용량을 종속변수로 삼았으나, 재정패널자료에서는 관찰대상가구의 월평균 수도료 정보만이 존재하므로 이를 종속변수의 대용변수로 활용하였다. 본 연구에 활용한 독립변수는 선행연구를 참고하여 가구의 월평균 총소득, 총 가구원 수, 여성 가구원 수, 취업 중인 가구원 수, 만6세에서 만18세미만 가구원 수, 만65세 이상 가구원 수, 주택 아파트 여부 더미, 1인당 주택전용면적, 자동차 보유대수, 월평균 광열비, 월평균 식료품비, 월평균 외식횟수, 월평균 의류구입비, 연간 국내여행 여부 더미로 선정하였다.

〈표 3〉 변수 구성표

구분	변수설명	비고
종속변수	월평균 수도료	단위 : 원
	월평균 총소득	단위 : 원
독립변수	총 가구원 수	
	여성 가구원 수	
	취업 중인 가구원 수	
	만 6세에서 만 18세미만 가구원 수	
	만 65세 이상 가구원 수	
	주택 아파트 여부 더미	아파트 : 0, 비아파트 : 1
	1인당 주택전용면적	단위 : m ²
	자동차 보유대수	
	월평균 광열비	단위 : 원
	월평균 식료품비	단위 : 원
	월평균 외식횟수	
	월평균 의류구입비	단위 : 원
	연간 국내여행 여부 더미	국내여행 無 : 0, 국내여행 有 : 1

시계열분석을 수행하였거나 복수의 지역을 분석대상으로 삼았던 선행연구들은 용수의 평균단가를 중요한 독립변수로서 포함하였으나 본 연구에는 용수 가격이 독립변수에 포함되지 않았다. 그 이유는 본 연구에서 세종시 한 지역의 1개년도 횡단면 자료만을 분석하였기 때문이다. 즉, 연구대상인 세종시의 20가구가 동일 연도에 동일한 가정용 상수도 평균단가⁷⁾를 적용받았으므로 가격을 독립변수로서 고려하지 않았다.

7) 2017년 발표된 제 10차 재정패널자료에는 2016년 한 해 동안의 생활정보가 담겨 있다. 그리고 상수도 통계에 따르면, 2016년 세종시의 가정용 상수도 평균단가는 484.3원/m³이었다.

(출처: http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=106&tblId=DT_106N_07_0100047&conn_path=I3 2016 상수도통계.)

3. 분석방법

1) 종속변수에 대한 정규성 검정

본 연구에서는 종속변수에 대한 정규성 검정을 실시하였다. Kolmogorov-Smirnova와 Shapiro-Wilk 정규성 검정의 가설과 검정 결과는 다음과 같다.

H_0 : 종속변수의 자료 분포는 정규분포를 따른다.

H_1 : 종속변수의 자료 분포는 정규분포를 따르지 않는다.

두 검정 결과에서 유의확률은 각각 0.178과 0.106으로 나타났다. 이는 유의수준 0.05를 상회하는 수치이므로 정규성 검정의 귀무가설을 기각할 수 없다. 따라서 본 연구의 종속변수 데이터는 정규분포하고 있다는 것이 밝혀졌고, 이에 따라 본 논문에서는 모수적 방법론 중의 하나인 선형회귀분석을 분석방법론으로 채택하였다.

〈표 4〉 종속변수의 정규성 검정 결과

종속변수	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	통계량	자유도	유의확률	통계량	자유도	유의확률
월평균 수도료	0.162	20	0.178	0.921	20	0.106

2) 선형회귀모형과 가설

선형회귀분석은 두 단계에 걸쳐 수행하였다. 1단계에서는 종속변수와 각 독립변수 간 단순회귀분석을 실시하여 유의한 독립변수들을 식별해냈다. 1단계에서 유의한 것으로 판명된 독립변수들을 투입하되 2단계에서는 SPSS 단계선택법을 적용하여 다중회귀식을 도출하였다. 분석에 사용된 기본적인 모형은 다음과 같다.

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 X_i + e_i \dots\dots\dots 1\text{단계 : 종속변수와 각 독립변수 간의 단순회귀모형}$$

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_k X_{kj} + e_j \dots\dots\dots 2\text{단계 : 다중회귀모형}$$

위의 식에서 i 와 j 는 연구대상인 세종시의 20개 가구를 의미한다. Y_i 와 Y_j 는 종속변수인 각 가구의 월평균 수도료이다. X_i 와 $X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{kj}$ 는 독립변수를 의미한다. α_0, α_1 과 $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ 는 회귀계수를,

그리고 e_1 와 e_2 는 잔차⁸⁾를 의미한다. 단순회귀모형 및 다중회귀모형에서의 가설은 다음의 (1), (2), (3)에 정리되어 있다.

(1) 종속변수와 각 독립변수 간의 단순회귀분석에서의 가설

H_0 : 독립변수(월평균 총소득, ..., 월평균 의류구입비)는 종속변수(월평균 수도료)에
영향이 없다.(각 독립변수 투입 시의 $\alpha_1 = 0$)

H_1 : 독립변수(월평균 총소득, ..., 월평균 의류구입비)는 종속변수(월평균 수도료)에
영향을 미친다.(각 독립변수 투입 시의 $\alpha_1 \neq 0$)

(2) 다중회귀모형의 효과에 대한 가설

H_0 : (단계선택법으로 채택된) 독립변수들을 포함한 회귀모형이 월평균 수도료의 분산을
설명하는 효과가 없다. 즉, 회귀식의 모든 회귀계수들이 0이다. ($\beta_1 = \dots = \beta_k = 0$)

H_1 : (단계선택법으로 채택된) 독립변수들을 포함한 회귀모형이 월평균 수도료의 분산을
설명하는 효과가 있다. 즉, 회귀식의 회귀계수(β_1, \dots, β_k) 중 하나 이상은 0이 아니다.

(3) 다중회귀모형에서 독립변수별 영향에 대한 가설

H_0 : (단계선택법으로 채택된 독립변수들 중에서 다른 독립변수들의 영향을 통제한 후)
특정한 한 독립변수가 월평균 수도료에 미치는 영향이 없다. ($\beta_{1 \sim k} = 0$)

H_1 : (단계선택법으로 채택된 독립변수들 중에서 다른 독립변수들의 영향을 통제한 후)
특정한 한 독립변수가 월평균 수도료에 미치는 영향이 있다. ($\beta_{1 \sim k} \neq 0$)

재정패널자료를 구축하는 한국조세재정연구원은 표본의 대표성을 유지하고자 조사년도마다 조사대상 가구에 횡단면 및 종단면 가중치를 부여하고 있다. 한국조세재정연구원에 따르면, 1개년도의 자료만을 가지고서 분석할 경우 횡단면 가중치의 사용이 요구된다고 하여, 본 연구의 모든 회귀분석에는 횡단면 가중치가 적용되었다⁹⁾.

8) 본 연구에서 분석할 자료는 횡단면 자료로서 시계열 자료가 아니므로 잔차의 독립성 검증은 필요하지 않았다.

9) SPSS를 활용하여 가중치만큼 가중된 최소제곱 회귀분석을 수행하였기 때문에 표준화 잔차는 계산되지 않는다.

IV. 연구결과

1. 기술통계량

본 연구에서 사용된 변수들의 기술통계량은 다음과 같다. 기술통계량에 따르면, 자료 수는 모두 20개이며, 변수 중 어느 하나라도 결측치가 있는 가구 자료는 발견되지 않았다.

〈표 5〉 기술통계량

변수	자료 수	평균	표준편차	최소값	최대값
월평균 수도료	20	14,400.0	6,302.9	5,000	25,000
월평균 총소득	20	5,099,529.3	3,726,353.1	970,000	15,000,000
총 가구원 수	20	2.9	1.5	1	5
여성 가구원 수	20	1.4	0.9	0	3
취업 중인 가구원 수	20	1.1	0.7	0	3
만 6세~만 18세 미만 가구원 수	20	0.7	1.0	0	3
만 65세 이상 가구원 수	20	0.3	0.6	0	2
1인당 주택전용면적	20	40.5	26.7	4	106
자동차 보유대수	20	1.1	0.6	0	2
월평균 광열비	20	182,450.0	75,127.6	65,000	330,000
월평균 식료품비	20	472,500.0	325,445.0	0	1,200,000
월평균 외식횟수	20	2.3	1.4	1	6
월평균 의류구입비	20	174,375.0	136,464.6	25,000	416,667

2. 연속형 변수들에 대한 상관관계 분석

전체 연속형 변수들 간의 상관관계 중에서도 종속변수와 독립변수들 간의 피어슨 상관계수 위주로 살펴보면, 유의수준 0.05(양쪽)에서는 월평균 총소득($\rho=0.535$)과 자동차 보유대수($\rho=0.464$)가 종속변수에 대하여 각각 다소 높은 상관관계를 나타내었다. 유의수준 0.01(양쪽)에서는 총 가구원 수($\rho=0.609$), 여성 가구원 수($\rho=0.584$), 취업 중인 가구원 수($\rho=0.653$), 1인당 주택전용면적($\rho=-0.588$), 월평균 광열비($\rho=0.615$), 월평균 의류구입비($\rho=0.615$)가 종속변수에 대하여 각각 다소 높은 상관관계를 갖고 있었다.

한편, 선형적 지식과 달리, 본 연구에 사용된 데이터 내에서는 1인당 주택전용면적과 월평균 총소득 사이의 상관관계가 유의하지는 않았다. <표 6>에서 확인할 수 있듯이 양자 사이의 피어슨 상관계수 ρ 는 -0.391 로 나타났으나, 이 때의 유의확률이 0.088 로서 유의수준 0.05 (양쪽)와 비교할 때 유의하다고 판단할 수 있는 수준은 아니다. 세종시 출범 직후 공공기관 종사자들을 중심으로 1인 가구 라이프스타일이 확산되었다가 후에 주말부부 등이 세종시에서 합가·정착하여 4인 가구 역시 증가하면서 나타난 양상이다¹⁰⁾. 즉, 전체적으로 주택공급이 충분하지 않은 상태에서 전입자가 빠르게 늘어나면서 소득 수준과 1인당 점유하는 주거공간 전용면적이 비례하여 늘어나지 못한 것이다. 전체 연속형 변수들 간의 상관관계 분석표는 지면상 생략한다.

<표 6> 월평균 수도료와 총소득, 총 가구원 수, 1인당 주택전용면적 간 상관관계

	월평균 수도료	월평균 총소득	총 가구원 수	1인당 주택전용면적
월평균 총소득	0.535**	1	-	-
총 가구원 수	0.609***	0.534**	1	-
1인당 주택전용면적	-0.588***	-0.391	-0.828***	1

** 유의확률(p-value) < 0.05에서 유의함. *** 유의확률(p-value) < 0.01에서 유의함.

3. 회귀분석결과

1) 종속변수와 각 독립변수 간의 단순회귀분석 결과

1단계 단순회귀분석에서 유의수준 0.05 를 기준으로 유의확률(p-value)을 검정한 결과, 귀무가설(H_0 : 각 독립변수 투입 시의 $\alpha_1 = 0$)을 기각하여 회귀계수가 유의한 것으로 판명된 독립변수는 월평균 총소득, 총 가구원 수, 여성 가구원 수, 취업 중인 가구원 수, 1인당 주택전용면적, 자동차 보유대수, 월평균 광열비이다.

10) 양영석, “세종시 ‘나홀로 가구’ 줄었다…가족단위 정착 늘어”, 연합뉴스, 2016.12.28.

(<https://www.yna.co.kr/view/AKR20161228098000063>)

윤여운, “세종시 ‘4인가구’ 늘고 ‘1인가구’ 줄고”, 내일신문, 2016.12.29.

(http://www.naeil.com/news_view/?id_art=222409)

〈표 7〉 독립변수별 단순회귀분석 결과

개별 독립변수	비표준화 계수		표준화 계수	t	p	B에 대한 95.0% 신뢰구간	
	B(=α _i)	표준오차	베타			하한값	상한값
월평균 총소득	0.001	0.000	0.507	2.495	0.023**	0.000	0.002
총 가구원 수	2,082.998	791.989	0.527	2.630	0.017**	419.090	3,746.905
여성 가구원 수	3,122.891	1,328.809	0.485	2.350	0.030**	331.168	5,914.615
취업 중인 가구원 수	5,737.780	1,810.489	0.598	3.169	0.005**	1,934.083	9,541.477
만 6세에서 만 18세 미만 가구원 수	1,502.146	1,288.953	0.265	1.165	0.259	-1,205.844	4,210.137
만65세 이상 가구원 수	282.839	2,459.623	0.027	0.115	0.910	-4,884.638	5,450.316
주택 아파트 여부 더미	-3,668.926	2,501.610	-0.327	-1.467	0.160	-8,924.613	1,586.760
1인당 주택전용면적	-115.935	39.127	-0.573	-2.963	0.008**	-198.137	-33.733
자동차 보유대수	4,977.011	1,859.689	0.534	2.676	0.015**	1,069.949	8,884.073
월평균 광열비	0.048	0.013	0.647	3.599	0.002**	0.020	0.075
월평균 식료품비	0.005	0.004	0.304	1.355	0.192	-0.003	0.014
월평균 외식횟수	989.411	892.394	0.253	1.109	0.282	-885.439	2,864.262
월평균 의류구입비	0.024	0.011	0.438	2.064	0.054	0.000	0.048
연간 국내여행 여부 더미	-4,346.722	2,383.694	-0.395	-1.824	0.085	-9,354.677	661.234

** 유의확률(p-value) < 0.05에서 유의함.

2) 다중회귀모형의 효과에 대한 가설 검정 결과

위의 1단계 단순회귀분석에서 유의한 것으로 판명된 독립변수들을 2단계 다중회귀분석에 투입하되, 유의확률이 0.3을 초과하지 않는 변수들도 잠재적인 독립변수로서 함께 투입하였다. “p값을 사용하는 경우, 가설검정에 있어서는 p값이 0.05보다 작을 때 유의하다고 판정하는데, 회귀분석에 있어서의 설명 변수 선택을 이 기준으로 실시하면, 너무 엄격해서 중요한 변수를 간과할 가능성이 높다고 일컬어지고 있다. 그래서 p값이 0.1에서 0.3 정도를 선택의 기준으로 하면 적절하다(노형진, 2016).” 그 후 SPSS의 단계선택법으로 다중회귀분석을 수행하였고, 다중회귀모형이 최종적으로 네 개의 유의미한 독립변수들로 구성됨이 밝혀졌다. 분석 결과는 〈표 8〉에 정리하였다.

〈표 8〉 다중회귀분석 결과

회귀모형	비표준화 계수		표준화 계수	t	p	B에 대한 95.0% 신뢰구간		공선성 통계량	
	B	표준 오차	베타			하한값	상한값	공차 한계	VIF
(상수)	9,288,884 (= β_0)	2,311,109		4.019	0.001**	4,362.872	14,214.897		
월평균 광열비(X_1)	0.028 (= β_1)	0.010	0.375	2.770	0.014**	0.006	0.049	0.670	1.494
연간 국내여행 여부 더미(X_2)	-4,314,188 (= β_2)	1,262,978	-0.392	-3.416	0.004**	-7,006.162	-1,622,215	0.933	1.072
취업 중인 가구원 수(X_3)	3,844,124 (= β_3)	1,222,429	0.401	3.145	0.007**	1,238.579	6,449.669	0.755	1.324
1인당주택 전용면적(X_4)	-63.125 (= β_4)	24.621	-0.312	-2.564	0.022**	-115.603	-10.646	0.830	1.204

$R^2 = 0.816$ Adjusted $R^2 = 0.767$ $F = 16.615$ $p\text{-value} = 0.000^{***}$

** 유의확률(p-value) < 0.05에서 유의함. *** 유의확률(p-value) < 0.01에서 유의함.

본 연구에서 도출한 다중회귀모형의 F값은 16.615이고 유의확률은 0.000으로 나타났다. 유의수준 0.01를 기준으로 삼아 유의확률 0.000을 판단할 때, ‘회귀식의 모든 회귀계수들이 0이다($H_0 : \beta_1 = \dots = \beta_4 = 0$).’라는 귀무가설이 기각되므로 최종적으로 네 독립변수들로 구성된 본 다중회귀모형은 종속변수인 세종시 20가구의 월평균 수도료를 설명하는데 유용하다고 할 수 있다.

연구결과로서 도출된 다중회귀모형의 R^2 은 0.816으로서 이는 종속변수의 분산 중 81.6%가 네 개의 독립변수들에 의해 설명됨을 의미한다. 자유도를 반영하여 수정된 R^2 은 이보다 낮은 0.767으로 계산되었지만 역시 매우 높은 설명력을 보인다.

3) 다중회귀모형에서 독립변수별 영향에 대한 가설 검정 결과

제 10차 재정패널자료 내에서는 세종시에 거주하고 있는 20가구의 데이터를 관찰할 수 있다. 이들 20가구의 월평균 수도료에 대하여 단계선택법으로 다중회귀분석을 수행한 결과, 최종적으로 월평균 광열비, 연간 국내여행 여부 더미, 취업 중인 가구원 수, 1인당 주택전용면적이 유의미한 변수로서 판명되었다. 네 변수들의 유의확률은 각각 0.014, 0.004, 0.007, 0.022로서 이들이 모두 유의수준 0.05 미만의 값이다. 이는 유의수준 0.05를 기준으로 할 때 귀무가설($H_0 : \beta_1 \sim \beta_4 = 0$)이 기각됨을 의미한다.

앞서 기술하였듯 전체 연속형 변수들 간 상관관계 분석표는 지면상 생략되었지만, 다중회귀모형에 최종적으로 포함된 독립변수들 간 상관관계가 문제될 수준이 아님을 확인하기 위하여 공차한계를 검토한 결과, 월평균 광열비는 0.670, 연간 국내여행 여부 더미는 0.933, 취업 중인 가구원 수는 0.755, 1인당 주택전용면적은 0.830으로 나왔다. 이 값들 모두 기준인 0.1보다 크므로 각 독립변수는 다른 독립변수들과의 공선성에 문제가 없다고 판단하였다.

표본에서 타 독립변수들의 영향을 통제한 후 특정 독립변수만의 영향을 나타내는 통계치는 비표준화 회귀계수 B와 t 값이다. 이에 따라 비표준화 계수 B를 이용하여 종속변수인 월평균 수도료에 대한 네 가지 독립변수들의 영향력을 해석하면 다음과 같다.

나머지 세 독립변수들의 영향을 통제한 후 첫 번째 독립변수인 월평균 광열비(X_1)만의 영향을 나타내는 비표준화 계수 $B(=\beta_1)$ 는 0.028이고 t 값은 2.770이다. 가구의 월평균 광열비가 1원 증가할 때 월평균 수도료는 0.028원 증가한다. 가정용수는 그 자체로만 소비될 수 없다. 가정용수가 가구 내에서 취사용수와 냉·온수 형태로 소비될 때 필연적으로 에너지 이용을 동반해야 하므로 광열비 지출과 수도료 지출 사이에 정적 관계가 발견되는 것으로 판단된다.

두 번째 독립변수인 연간 국내여행 경험(X_2)만의 영향을 나타내는 비표준화 계수 $B(=\beta_2)$ 는 -4,314.188이고 t 값은 -3.416이다. 연간 국내여행 경험이 있는 가구일수록 경험이 없는 가구보다는 가구원들이 가정 내에서 머무르는 시간이 줄어들면서 가정용수 또한 적게 사용하게 되는데, 이는 가구가 납부하는 월평균 수도료를 4,314.188원만큼 감소시키는 효과를 야기한다.

세 번째 독립변수인 취업 중인 가구원 수(X_3)만의 영향을 나타내는 비표준화 계수 $B(=\beta_3)$ 는 3,844.124이고 t 값은 3.145이다. 가구 내에 취업 중인 가구원 수가 1명 늘어날수록 가구의 월평균 수도료는 3844.124원 증가한다. 경제활동을 하는 가구원 수가 많아질수록 출근 준비 등에서 가정용수를 더 소비할 수밖에 없기 때문에 월평균 수도료가 증가하는 것으로 판단된다.¹¹⁾

다중회귀분석 모형 내에서 네 번째 독립변수인 1인당 주택전용면적(X_4)만의 영향을 나타내는 비표준화 계수 $B(=\beta_4)$ 는 -63.125이고 t 값은 -2.564이다. 가구 내 1인당 주택전용면적이 1㎡만큼 증가할수록

11) 취업 중인 가구원 수의 증가가 가구 내 자원 소비에 미치는 영향은 상반된 두 가지 방향으로 해석될 수 있다. 첫째는 가구의 소득 수준이 향상되어 자원의 소비가 늘어난다고 보는 견해이고, 둘째는 가구 내 머무는 시간 및 머무는 가구원 수가 감소하여 자원의 소비가 줄어든다는 견해이다. 본 연구에서 다루는 가정 내 용수 수요와 유사한 연구주제인 가구의 에너지 소비에 관한 연구에서도 이러한 상반된 결과가 나타났다. 박광수·정윤경(2014)은 맞벌이 가구의 월평균 에너지 요금 지출이 평균 수준보다 낮다는 결과를 도출하였다. 반면, Longhi(2005)는 미취업 가구원이 있을 경우 가구 내 에너지 소비가 증가한다는 결과를 발표하였다. 한편, Huang(2015)의 연구에 따르면, 전력 저소비 가구에서는 취업 가구원 수의 증가가 전력 소비 증가로 이어진 반면, 전력 다소비 가구의 경우 그 반대의 결과가 나타났다고 한다. 세종시 20가구의 횡단면 자료를 가지고서 본 연구에서 수행한 선형회귀분석에서는 취업 가구원 수가 증가하면 월평균 수도료도 증가하는 것으로 나타났다.

가구의 월평균 수도료는 63,125원만큼 감소한다. 다중회귀모형 도출을 위해 함께 투입된 독립변수들 중 하나인 총 가구원 수가 단계선택법을 거치면서 제외되기는 하였지만, 1인당 주택전용면적은 가구원 수가 월평균 수도료에 미치는 효과를 간접적으로 보여준다. 가구원 수가 감소하면 1인당 주택전용면적은 늘어나는데, 이는 가구원 밀도가 낮아지는 것을 의미한다. 따라서 가구원 밀도가 낮아지면서 월평균 수도료가 감소하는 것으로도 해석할 수 있다.

네 독립변수들의 비표준화 계수 $B(=\beta_1 \sim 4)$ 와 상수의 비표준화 계수 $B(=\beta_0)$ 를 바탕으로 다음과 같은 다중회귀식이 도출된다.

$$Y = 9,288.884 + 0.028X_1 - 4,314.188X_2 + 3,844.124X_3 - 63.125X_4 \dots\dots \text{다중회귀식}$$

한편, 표준화 계수는 각 독립변수가 표준편차 1단위씩 증가할 때마다 해당 독립변수에 의해 종속변수가 어느 정도의 영향을 받는지 보여준다. 즉, 표준화 계수는 다중회귀모형 내에서 독립변수들의 상대적 영향을 나타낸다. 본 연구에서 분석한 자료 내에서는 취업 중인 가구원 수(0.401), 연간 국내여행 여부 더미(0.392), 월평균 광열비(0.375), 1인당 주택전용면적(0.312) 순으로 영향력이 큰 것을 확인할 수 있다. 월평균 수도료에 대해서 취업 중인 가구원 수와 월평균 광열비는 정(+)의 유의한 영향을 주고 있으며, 연간 국내여행 여부 더미와 1인당 주택전용면적은 음(-)의 유의한 영향을 주고 있는 것으로 나타났다.

V. 결론

본 연구에서는 세종시 가정용수 수요를 대변할 수 있는 가구의 월평균 수도료에 영향을 미치는 가구특성을 발견하고 영향의 크기를 분석하였다. 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

- 본 연구에서 분석한 제10차 재정패널자료의 세종시 20가구 데이터 내에서 월평균 수도료에 유의한 영향을 미치는 것으로 식별된 독립변수들은 월평균 광열비, 연간 국내여행 경험의 유무, 취업 중인 가구원 수, 1인당 주택전용면적이다.
- 월평균 광열비가 1원 증가할 때 월평균 수도료는 0.028원 증가한다.
- 연간 국내여행 경험이 있는 가구일수록 월평균 수도료를 4314,188원만큼 적게 납부한다.
- 취업 중인 가구원 수가 1명 늘어날수록 가구의 월평균 수도료는 3844,124원 증가한다.

- 1인당 주택전용면적이 1㎡만큼 증가할수록 월평균 수도료는 63.125원만큼 감소한다.
- 취업 중인 가구원 수(0.401), 연간 국내여행 여부 더미(0.392), 월평균 광열비(0.375), 1인당 주택전용면적(0.312) 순으로 상대적 영향력이 큰 것으로 확인된다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서 수행한 분석은 가구의 미시적 데이터를 활용한 분석이었고, 사용한 데이터의 개수 또한 30개 미만이었다. 따라서 연구 결과를 일반화하는데 한계가 있다. 둘째, 연구대상 가구의 실제 가정용수 사용량이 아닌 월평균 수도료를 종속변수의 대응변수로 사용하였기 때문에 누진제의 영향이 고려되지 않았다. 셋째, 재정패널자료 내 가구의 거주지역 분류체계 상 세종시 이외의 타 신도시를 식별할 수 없으므로 세종시 거주가구의 상황과 타 신도시 거주가구의 상황을 비교할 수 없었다. 넷째, 정규성 검정 결과, 세종시를 제외한, 다른 도시의 가구 자료는 종속변수의 정규성을 만족하지 못하였으므로 선형회귀분석을 실시하여 세종시와 비교할 수는 없었다. 타 도시에 거주하는 가구로까지 연구의 범위를 확장하려면 추후 비모수 회귀분석 등을 수행하여야 할 것으로 판단된다.

그러나 본 연구는 선행연구들과 달리 신도시인 세종시를 연구대상으로 삼았으며, 또한 분석에 앞서 데이터에 대한 엄격한 정규성 검사를 연구과정에 포함하였다는 점에서 차별성을 갖고 있다. 그리고 세종시의 가정용수 수요에 대한 연구는 타 신도시의 물 관리 정책 연구에도 참조할만한 아이디어를 제공할 수 있다. 80년대 후반 1기, 2000년대 후반 2기¹²⁾에 이어 앞으로 3기 신도시 건설을 앞두고 있는 경기도의 경우, 도 차원의 물 관리 5대 전략에서 물 절약과 수요관리를 언급하였다(경기도의회, 2017). 본 연구는 대표적인 신도시인 세종시의 월간 가정용수 수요를 설명할 수 있는 네 가지 가구특성 변인들을 식별해내었으므로, 향후 추가적으로 신도시를 개발할 예정인 경기도 등이 가정용수 중심의 물 관리 정책을 연구·시행할 때 본 연구의 결과가 사회·정책적으로 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

그러므로 인구 및 각종 인프라가 꾸준한 성장세를 보이고 있는 신도시인 세종시에 대해서는 앞으로 조사대상 가구를 더 확보하거나 거시데이터를 활용하여 후속 연구를 수행할 필요가 있다고 판단된다.

12) 출처 : http://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl?id=522 국토교통부 신도시 개념 및 건설현황.

■ 참고문헌 ■

- 경기도의회(2017). 『경기도 상수도시설 노후 실태조사 및 개선방안』, 경기도의회.
- 고미화(2018). “패널자료를 이용한 생활용수의 수요 가격탄력도 분석의 모형별 비교”, 『차세대융합기술 학회논문지』, 2(1): 42-52.
- 곽승준·이충기(2002). “서울시 생활용수 수요 추정”, 『자원환경경제연구』, 11(1): 81-97.
- 국토해양부(2010). 『신도시개발 편람·매뉴얼』, 국토해양부.
- 김영상·김신결·구자용(2006). “실측자료를 이용한 가정용수 수요예측에 관한 연구”, 『대한상하수도학회·한국물환경학회 2006공동 추계학술발표회 논문집』, H61-H70.
- 김종원·한동근(2007). “스톤-게리 모형을 이용한 가정용 생활용수 수요 추정”, 『자원환경경제연구』, 16(4): 781-802.
- 김형건(2018). “패널 분위수회귀 모형을 사용한 우리나라 지방 상수도 생활용수 수요의 가격탄력성 추정”, 『자원환경경제연구』, 27(1): 195-214.
- 김화수·이두진·박노석·정관수(2008). “가정용수 용도별 사용량의 통계적 특성 분석”, 『대한환경공학회 2008 춘계학술연구발표회 논문집』, 28(5B): 603-614.
- 노상환(2007). “상수도 사용량 결정요인 분석”, 『환경정책』, 15(1): 5-21.
- 노형진(2016). 『SPSS를 활용한 회귀분석』, 지필출판사.
- 명성민·이두진·김화수·조진남(2011). “가정용수 수요량 예측을 위한 통계적 모형 비교”, 『응용통계연구』, 24(4): 567-573.
- 민동기(2000). “생활용수 수요 분석”, 『자원환경경제연구』, 9(2): 311-332.
- 박광수·정윤경(2014). 『맞춤형 에너지지원을 위한 가구 특성별 에너지 소비지출 결정요인 분석』, 에너지경제연구원.
- 박두호·최한주(2006). “패널자료를 이용한 생활용수 수요의 가격탄력도 분석”, 『상하수도학회지』, 20(4): 527-534.
- 안병기·노재경(1993). “공주시의 생활용수 장기수급계획 연구”, 『공공문제와 정책』, 5(0): 129-154.
- 오혜정(2008). “충청남도 가정용수 사용량 조사 및 분석”, 『충남논단』, 4: 90-105.
- 유승훈·정군오·양창영(2005). “가구 서베이 자료를 이용한 서울시 생활용수의 수요 분석”, 『서울도시연구』, 6(1): 1-16.
- 최선희·손미나·김상현(2008). “가정용수의 사용 목적별 소비경향 특성분석”, 『상하수도학회지』, 22(1): 23-29.

표희동·박철형·추재욱(2011). “비모수추정법에 의한 부산시 가정용수 수질개선에 대한 지불의사액 추정”, 『한국수자원학회』, 44(2): 125-134.

한국조세재정연구원(2017). 『제10차 재정패널조사』, 한국조세재정연구원.

현인환·지병준·이상준·이제인(2000). “아파트 층수와 주거인구가 생활용수량에 미치는 영향”, 『상하수도 학회지』, 14(3): 217-223.

환경부(2016). 『상수도통계』, 환경부.

Arbués, F., Garcia-Valinas, M.A. & Martinez-Espineira, R.(2003). “Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review”, *Journal of Socio-Economics*, 32: 81-102.

Hung, M.F. & Chie, B.T.(2013). “Residential Water Use: Efficiency, Affordability and Price Elasticity”, *Water Resour Manage*, 27: 275-291.

Intergovernmental Panel on Climate Change(2015). *Climate Change 2014 Synthesis Report*, Intergovernmental Panel on Climate Change.

Schleich, J. & Hillenbrand, T.(2009). “Determinants of residential water demand in Germany”, *Ecological Economics*, 68: 1756-1769.

Sebri, M.(2014). “A meta-analysis of residential water demand studies”, *Environ Dev Sustain*, 16: 499-520.

Longhi, S.(2015). “Residential energy expenditures and the relevance of changes in household circumstances”, *Energy Economics*, 49: 440-450.

W.-H. Huang.(2015). “The determinants of household electricity consumption in Taiwan: Evidence from quantile regression”, *Energy*, 87:120-133.

인터넷 자료

http://www.wamis.go.kr/wke/wke_wqbase_lst.aspx 국가수자원관리종합정보시스템.

http://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl?id=522 국토교통부 신도시 개념 및 건설 현황.

http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=106&tblId=DT_106N_07_0100047&conn_path=I3 상수도 통계.

http://www.sejong.go.kr/viewer/default/doc.html?fn=BBS_201905230218443990.hwp&rs=/viewer/result/BBSMSTR_000000000421/ 세종특별자치시 주요통계지표.

http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=315&tblId=TX_315_2009_H1113&conn_path=I3
통계청 홈페이지.

신문자료

양영석, “세종시 ‘나홀로 가구’ 줄었다…가족단위 정착 늘어”, 연합뉴스, 2016.12.28. (<https://www.yna.co.kr/view/AKR20161228098000063>)

윤여운, “세종시 ‘4인가구 늘고 1인가구 줄고’”, 내일신문, 2016.12.29. (http://www.naeil.com/news_view/?id_art=222409)

원 고 접 수 일 | 2019년 7월 9일

심 사 완 료 일 | 2019년 8월 2일

최종원고채택일 | 2019년 8월 5일

신명진 smj215_int@naver.com

세종대학교 일반대학원 기후변화협동과정 정책전공 박사과정에 재학 중이다. 기후변화 대응 에너지·자원 정책 활성화 연구(2011), 주요 개도국 온실가스 인벤토리 및 감축목표 연구(Ⅰ)(2018), 집단에너지사업의 온실가스 감축효과 분석 및 POST-2020 대응 로드맵 수립 연구(2018)에 참여하였으며, 현재 2019년 IPCC 대응 방안 연구에 참여하고 있다. 주요 관심분야는 에너지·환경·기후변화와 관련된 인과관계분석, 비용편익분석, 정책 효과 분석 등이다.