Research Paper

A Study on Impact of Coronavirus (COVID-19) Outbreak and Countermeasures on Water Consumption in the Small-Medium Sized City

Si-Yeon Kim¹ · Sukmin Yoon¹ · Seokhyun Jang¹ · Gwirae Jo² · No-Suk Park^{1,†}

¹Department of Civil Engineering and Engineering Research Institute, Gyeongsang National University

²Department of Information and Statistics, Gyeongsang National University

(Received March 19, 2021; Revised April 11, 2021; Accepted May 10, 2021)

Objectives : The objective of this research is to evaluate how the COVID-19 pandemic spread and prevention actions are affecting water consumption pattern in the domestic small-medium sized city. Also, the main contribution is the assessment of water consumption during a pandemic, proving information for management of water supply system in order to be resilient in challenging situation for the community.

Methods : In this study, data on the water consumption by administrative subdivisions and uses were obtained from January 2018 to December 2020. The water consumption can be divided into the uses for household, office, business and public bath. Data were analyzed in a time series from 2018 to December 2020 in 35 administrative subdivisions.

Results and Discussion : As a result of analyzing the consumption pattern of tap water by use in domestic J_city, the consumption of household water tends to increase slightly, but it is found that the trend of change in office, business and public bath water is not significant.

Conclusion : It can be seen that the consumption of households in 2020 is slightly higher than in 2018 and 2019, and the consumption of water for business, business and public baths has decreased. Probably, as homework and non-face-to-face classes of students increase, consumption of household water increases and consumption of business and business water decreases.

Keywords : COVID-19 Pandemic, Household, Office, Business, Public Bath

The Korean text of this paper can be translated into multiple languages on the website of <http://jksee.or.kr> through Google Translator.

[†] Corresponding author

E-mail: nspark@gnu.ac.kr

Tel: +82-55-772-1798 Fax: +82-55-772-1799

© 2021, Korean Society of Environmental Engineers

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

연구논문

COVID-19 바이러스 유행 및 대응책이 중소도시에서의 수도물 소비에 미치는 영향 연구

김시연¹ · 윤석민¹ · 장석현¹ · 조귀래² · 박노석^{1,*}

¹경상국립대학교 토목공학과 및 공학연구원

²경상국립대학교 정보통계학과

목적: 본 연구의 목적은 인구 약 300,000명 정도 국내 중소도시를 대상으로 코로나-19 대유행으로 인해 야기된 시민들의 행동 및 생활의 변화가 수도물 소비에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

방법: 본 연구에서는 2018년 1월부터 2020년 12월까지 행정동별, 용도별, 시민들의 수도물 사용량 데이터를 입수하였다. 수도물의 용도는 가정용(household), 업무용(office), 영업용(business) 및 대중탕용(public bath)으로 구분하고 있다. 월 데이터를 이용하여 동, 읍 및 면단위로 35개의 행정소구역의 2018년부터 2020년 12월까지 데이터를 시계열로 분석하였다.

결과 및 토의: 연구 대상인 국내 J_도시의 용도별 수도물 소비패턴을 분석한 결과 가정용 용수의 사용량은 미세하게 증가하는 경향을 보이고 있으나 업무용, 영업용 및 대중탕 용수는 변화 추이가 크지 않는 것으로 조사되었다.

결론: 가정용은 2020년의 소비량이 2018년과 2019년에 비해 약간 높은 것을 알 수 있으며, 나머지 업무용, 영업용 및 대중탕용수는 소비량이 감소하는 것으로 나타났다. 아마도 재택근무와 학생들의 비대면 수업이 증가하면서 가정용수의 소비는 증가하고 업무용 및 영업용수의 소비는 감소하는 것으로 판단된다.

주제어: 코로나-19 대유행, 가정용, 업무용, 영업용, 대중탕 용수

1. 서론

수자원의 이수 가용성은 지역사회의 경제 및 환경적 발전의 큰 제한요소 중 하나이다.¹⁾ 더욱이 지역사회에 가정용수, 업무용수, 영업용수 및 대중탕 용수를 포함하는 수도물의 공급은 공중 보건 증진을 위해서는 필수적인 요소이다.²⁾ 현재 지역사회의 도시화 및 산업 단지는 예상되는 물 수요와 공급의 불균형을 더욱 심화시키고 있는 실정이다.¹⁾ 지속 가능한 용수공급 방안을 모색하는 것은 전 세계적으로 중요한 과제이지만 수도물의 수요와 공급의 균형을 맞추는 문제는 그리 쉽지 않다.³⁾

수도물을 안정적으로 공급하는 것은 특히 전염병이 발생하는 동안 사람들의 건강을 유지하는 데 중요한 역할을 한다. 특히 손을 씻는 횟수 및 시간의 증가와 같은 보건위생 용도의 수도물의 사용은 전염병의 원인이 되는 세균 및 바이러스의 확산을 막는데 필수적이다.⁴⁾ 최근 2020년 초부터 발생하고 있는 코로나-19(COVID-19) 사태는 사회적 거리두기의 강화, 재택근무의 장기화, 개인위생 강화, 상가의 영업시간 제한, 대

중교통의 운행 제한 및 집합 폐쇄 조치 등 수도물의 사용 패턴에 영향을 줄 수 있는 사람들의 활동에 큰 변화를 초래하고 있다.⁵⁾ 그럼에도 불구하고 2021년 1월 현재 몇몇 코로나 백신(vaccine)이 각 국에서 개발되어 실효성을 검증하고 있는 시기이지만 코로나 유행을 최소화하는 최선의 대책은 격리(quarantine)를 꾀고 있다.⁶⁾ 아직까지 세계 많은 국가들은 학교 폐쇄, 대중교통 서비스의 제한, 공공 모임 및 비필수적인 경제 활동의 일시 제한 등과 같은 격리 및 사회적인 거리두기 조치를 하고 있다. 참고로 Fig. 1은 우리나라에서의 2020년 2월부터 2021년 1월까지 코로나-19 바이러스의 확진자를 그래프로 정리한 것이다. 보시다시피, 이제까지 3차 대유행을 겪고 있으며, 3번째 대유행은 아직도 진행 중에 있다.

용수 공급에 어려움이 없는 우리나라의 경우는 아니지만 개도국이나 후진국에서는 코로나-19 바이러스 대유행 기간 동안 국민에게 적절한 수질의 용수를 충분히 공급하는데 어려움을 가지고 있다.⁷⁾ 또한 Sarkis 등은 전염병의 확산을 억제하는데 필요한 각 나라의 국민들의 행동 및 일상 생활의 변화는 보다 지속가능한 수도물의 생산 및 공급 전략을 수립하는데

Fig. 1. Number of coronavirus confirmed cases in Korea.

Fig. 2. Number of coronavirus confirmed cases in J_city.

유용한 정보를 제공할 수 있다고 하였다.⁸⁾ Kalbusch 등은 코로나-19 대유행을 막기 위한 억제 조치가 수도물 소비에 미치는 영향을 이해한다면 정책 결정자들이 확산을 성공적으로 극복하기 위한 합리적인 우선순위를 계획하고 수립할 수 있는 정확한 정보를 얻을 수 있을 것이라 예상했다.⁹⁾

이에 본 연구의 목적은 인구 약 300,000명 정도 국내 중소도시를 대상으로 코로나-19 대유행으로 인해 야기된 시민들의 행동 및 생활의 변화가 수도물 소비에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 본 연구의 결과는 코로나-19 대유행 기간 동안 수도물 소비를 평가하여 사회의 재난 상황으로부터 회복에 기여할 수 있는 수도 시스템 관리에 대한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 또한 용도별 수도물의 사용량 변화와 연계한 수도요금의 변동을 계산함으로써 대상 도시의 상수도 제정 상황

을 예측하고자 하였다. 이는 지자체에 따라 용도별 수도요금의 원단위가 상이함에 따라 발생하는 경향성을 반영하기 위함이다.

2. 연구방법

2.1. J_도시의 특성

연구 대상인 우리나라 J_도시는 경남 서부에 위치하고 있으며, 2018년을 기준으로, 세대수는 130,438 가구이며, 총 345,990명이며, 총 사업체수는 30,859개이다. 또한 2018년 기준 동, 읍 및 면 단위로 35개의 행정소구역으로 구성되어 있다.

Fig. 2에서 나타낸바와 같이 J_시의 경우 2020년 2월 1차 대유행부터 지금까지 3차 대유행을 겪고 있으면서 2020년 10

Fig. 3. Water consumption pattern in J_city (2018-2020).

월까지의 거의 확진자수가 나타나지 않다가 2020년 11월부터 매달 50명 이상의 확진자가 나타나고 있으며, 이에 시청에서는 확진자 수를 줄이기 위해 사회적 거리두기 2.5단계를 유지하고 있는 실정이다.

2.2. 통계 분석

본 연구에서는 2018년 1월부터 2020년 12월까지 행정동별, 용도별, 시민들의 수도물 사용량 데이터를 입수하였다. 수도물의 용도는 가정용(household), 업무용(office), 영업용(business) 및 대중탕용(public bath)으로 구분하고 있다. 가정용 수도물은 통상 가정에서 사용하거나 10 m² 미만의 소규모 가게에서 사용하는 용수를 말하며, 업무용은 영리를 목적으로 물품을 제조하거나 판매하는 서비스를 제공하는 업소에서 사용하는 용수로 정의된다. 또한 영업용은 식품 접객업, 공연장, 숙박업 및 노래방과 같은 장소에서 사용하는 용수의 범주이며, 대중탕용은 일반 대중 목욕업소에서 사용하는 용수를 일컫는다. 용도별 수도물 소비량 데이터는 월별 수도 요금 산정을 위한 검침량을 토대로 도출하였다. 일 데이터를 취득하고 있지 않아 월 데이터를 이용하여 동, 읍 및 면 단위로 35개의 행정소구역의 2018년부터 2020년 12월까지 데이터를 시계열로 분석하였다. 소비량 패턴 분석을 위해서 월별 및 연도별 평균값과 데이터의 불규칙 변화 정도를 판단하기 위해서 분산값을 계산하였다. 또한 본 연구에서는 월별 소비 패턴의 연속성을 한 눈에 알아보기 위해 각 데이터를 무차원화 시킨 그래프를 도출하여 연도별로 비교하였다.

본 연구에서는 용도별 수도물의 사용량 변화와 연계한 수도요금의 변동을 계산함으로써 대상 도시의 상수도 제정 상황을 예측하는데 도움이 되고자 하였다. 이에 J_시의 코로나-19 대유행 전과 후 연도별 수도물 소비량을 도출하여 원단위 수도

요금의 곱으로 세수의 변화 유무를 확인하였다. J_시에서는 가정용, 업무용, 영업용 및 대중탕용 원단위 수도요금은 각각 480원/m³, 810원/m³, 820원/m³ 및 790원/m³을 부과하고 있다. 용도별로 가정용에 비해 업무용, 영업용 및 대중탕용의 수도요금은 약 2배에 달한다.

3. 연구 결과 및 고찰

3.1. J_도시 전체 수도물 소비 패턴 분석

다음 Fig. 3은 국내 중소도시인 J_도시의 2018년 1월부터 2020년 12월까지 월별 수도물 사용량을 그래프로 나타낸 것이다. Fig. 3을 포함하여 각 소비 패턴을 나타내는 그래프의 가로축(X축)은 3개월을 분기(quarter)로 묶어 표시하였다. J_도시의 인구는 2018년 345,990명, 2021년 1월 기준으로 348,022명으로 약 2,000명도 정도 증가하였다. 이에 그래프 상으로 가정용 용수의 사용량은 미세하게 증가하는 경향을 보이고 있으나 업무용, 영업용 및 대중탕 용수는 변화 추이가 크지 않는 것으로 조사되었다. J_도시에서는 가정용수가 가장 많고, 다음으로 영업용수, 업무용수 및 대중탕 용수가 순서대로 사용량을 차지하고 있다.

좀 더 자세히 코로나-19 대유행이 J_도시의 수도물 사용 변화에 미치는 영향을 알아보기 위해 각 용수별로 평균값과 분산값을 Table 1에 정리하였다.

상기 표에서 나타나듯이, 가정용은 2020년의 소비량이 2018년과 2019년에 비해 약간 높은 것을 알 수 있으며, 나머지 업무용, 영업용 및 대중탕용수는 소비량이 감소하는 것으로 나타났다. 아마도 재택근무가 증가하면서 가정용수의 소비는 증가하고 업무용 및 영업용수의 소비는 감소하는 것으로 판단된다. 흥미로운 것은 영업용수 및 대중탕 용수 소비량의 분

Table 1. Statistical values on water consumption in J_city.

Division	Statistical values (m ³ /month)	2018	2019	2020
Household	Average	2,098,689	2,107,696	2,201,250
	Variance	18,838,866,446	19,660,325,555	17,768,368,217
Office	Average	347,600	338,310	321,432
	Variance	993,101,528.2	1,387,274,965	1,236,850,287
Business	Average	821,167	805,645	767,627
	Variance	2,884,427,882	2,768,899,776	3,079,459,906
Public bath	Average	102,682	97,814	86,563
	Variance	131,117,887.3	94,143,735.88	199,489,838.6

Fig. 4. Dimensionless water consumption pattern in J_city (2018-2020).

산이 2020년에 매우 높게 나타나는 것으로 나타났는데, 아마도 거리두기 단계 조정관련 정부시책의 변화로 소비량의 변화가 확연하게 나타나기 때문이라 생각된다. 특히 대중탕 용수의 경우 2019년에 비해 2020년 소비량 분산값이 거의 2배나 높다.

다음 Fig. 4는 각 가정용, 업무용, 영업용 및 대중탕 용수 소비량을 평균값으로 나누어 무차원화 시킨 값을 도시한 것이다. 가정용수의 경우 2018년부터 2020년까지 거의 동일한 패턴을 보이고 있으나 업무용수 및 영업용수의 경우 2018년 및 2019년에 비해 2020년 소비량의 최대값 및 최소값이 감소하는 경향을 보이고 있다. 더욱이 대중탕 용수의 경우 2020년 코로나-19 대유행에 따른 그 감소추세가 뚜렷이 나타나고 있다. 또한 가정용, 업무용 및 영업용수의 경우는 1사분기와 2

사분기의 소비량이 현저히 저하되고 있으나 3사분기 및 4사분기초까지는 소비량이 증가하는 경향이 동일하게 나타나고 있다.

한편 다음 Table 2는 2018, 2019 및 2020년의 소비량에 앞서 언급한 용도별 원단위 수도요금을 곱하여 추산한 J_도시의 상수도사업의 수입을 추산한 결과를 정리한 것이다. J_도시 내 인구 증가와 재택근무 장기화로 인한 가정용수의 증가에 따른 가정용 수도요금의 증가는 확연히 나타나고 있다. 이에 반해 업무용, 영업용 및 대중탕 용수의 사용량 감소는 각 용도별 수도요금의 감소세를 나타내고 있다. J_도시 상수도 사업의 재정(finance) 측면에서 보자면 2018년과 2019년에 비해 2020년 총 수도요금은 약 1.42% 정도 감소하는 것으로 나타났다. J_시의 경우 특이하게 대학교와 같은 많은 교육기관이

Table 2. Water charge estimation results in J_city.

Division	Average consumption (m ³ /month)	2018	2019	2020
	Average water charge (KRW, ₩)			
Household	Average consumption	2,098,689	2,107,696	2,201,250
	Average water charge	1,007,370,800	1,011,694,240	1,056,600,080
Office	Average consumption	347,600	338,310	321,432
	Average water charge	281,556,000	274,031,100	260,359,853
Business	Average consumption	821,167	805,645	767,627
	Average water charge	673,356,598	660,629,241	629,453,798
Public bath	Average consumption	102,682	97,814	86,563
	Average water charge	81,118,582	77,272,796	68,384,835
Charge sum (KRW, ₩)		2,043,401,981	2,023,627,378	2,014,798,567

Fig. 5. Water consumption pattern in G_dong (neighborhood commercial area) (2018-2020).

운영 중에 있으며 이러한 교육기관에서는 세금이 면제된 수도 요금을 부과하고 있기에 본 연구 결과의 정확도는 약간의 유동성이 있다.

3.2. 근린상업 지역의 소비패턴 분석

용도지역 중 상업지역의 하나로, 주민의 편의를 위해 소규모 상업 시설물이 몰려있는 지역을 근린상업지역이라고 한다. 본 연구에서는 J_도시 내 35개의 동, 읍 및 면 단위 지역 중 가장 변화한 근린 상업지역을 선정하여 이 지역의 2018년부

터 2020년 말까지 수도물 소비 패턴을 분석하였다. J_도시 내 G_동은 면적상으로 약 60% 정도의 소규모 상업 시설물들이 집중되어 있는 전형적인 근린상업지역이다. 다음 Fig. 5는 G_동의 2018년 1월부터 2020년 12월까지 월별 수도물 사용량을 그래프로 나타낸 것이다. 본 연구의 대상이 된 G_동 근린상업 지역은 면적상 약 20% 정도의 주거단지가 형성되어 있다. 이에 2020년 평균 가정용수의 경우 약 10% 정도 증가하였으나, 업무용수는 24% 정도, 영업용수는 약 13%, 대중탕 용수의 경우 33% 정도 소비량이 감소한 것으로 나타났다(Table 3 참

Table 3. Statistical values on water consumption in G_dong (neighborhood commercial area).

Division	Statistical values (m ³ /month)	2018	2019	2020
Household	Average	155,057	165,463	181,831
	Variance	74,858,539.2	126,217,920	221,757,583
Office	Average	37,606	38,473	29,443
	Variance	26,866,814.7	38,201,380.3	38,998,134.4
Business	Average	69,066	70,106	61,016
	Variance	83,671,828.5	119,199,690	73,970,550.6
Public bath	Average	7,818	7,715	5,142
	Variance	1,070,622.88	358,349.061	7,404,375.36

Fig. 6. Water consumption pattern in C_dong (office area) (2018-2020).

조). 3차에 걸친 코로나-19대유행에 정부 거리두기 방침으로 인해 대중탕 용수의 급감이 나타나고 있다. 재택근무 및 학생들의 비대면 수업으로 가정용수의 사용이 증가되었지만 업무용수와 영업용수의 소비량은 현저히 감소하는 양상을 보이고 있다. 특히 근린상업지역의 소규모 상업 시설의 경우 2020년 7월부터 12월까지의 감소한 소비량의 추세대로 변화없는 패턴을 그대로 보여주고 있다.

2020년 들어서 가정용수 소비량의 분산이 약 2배 정도 증가됨에 반해 소규모 상인들의 수도물 소비량의 분산은 오히려 감소하는 경향을 보이고 있다. 이는 영업시간 단축 및 5인 이상 집합 금지 등으로 인한 수도물 소비 양상이 어느 정도 감소한 상태로 이어진 결과라 판단된다.

3.3. 사무실 밀집지역의 소비패턴 분석

오피스(Office)는 업무활동이 가능한 건축물로 정의되며, 사무업자가 주로 이루어지는 건물을 일컫는다. 업무활동이란 기능적인 측면에서 ‘책상에서 이루어지는 작업’으로 정의된다. J_도시 내 가장 대표적인 사무실 밀집지역 C_동을 선정하여 수도물 소비 패턴을 분석하였다. J_도시 내 C_동은 공공기관 및 연구개발 기관을 포함하여 면적상으로 약 50% 정도 오피스가 차지하는 대표적인 사무실 밀집지역이다. 다음 Fig. 6은 C_동의 2018년 1월부터 2020년 12월까지 월별 수도물 사용량을 그래프로 나타낸 것이다. C_동의 경우 사무실이 밀집되어 있고, 고층 아파트가 약 20% 정도 입주되어 있으며, 대규모 쇼핑몰과 상가건물들이 공존하고 있는 상황이다. 이에 근

Table 4. Statistical values on water consumption in C_dong (office area).

Division	Statistical values (m ³ /month)	2018	2019	2020
Household	Average	106,319	130,939	159,657
	Variance	236,763,995.5	115,054,537.4	186,327,823
Office	Average	26,410	26,575	27,324
	Variance	36,819,971.82	23,323,163.24	22,443,359.11
Business	Average	36,057	43,104	48,857
	Variance	32,626,865.15	75,233,943.52	126,893,160
Public bath	Average	11	68	1,022
	Variance	509.90	1,429.63	1,928,719.11

Fig. 7. Water consumption pattern in P_dong (apartment complex area) (2018-2020).

린상업 지역과 마찬가지로 2020년 가정용수 소비량이 약 22% 정도 증가하였다. 근린상업지역과의 차이는 업무용은 약 3%, 영업용은 약 13% 정도 증가했다는 것이다. 이는 사무실 밀집 지역에 사무인력이 증가한 것도 그 원인이며, 전체적으로 2020년 9월 첫째 주 연휴이후 발생한 2차 대유행 이전에 거리 두기 완화에 기인하여 업무용수와 영업용수의 순간적인 증가로 인해 발생한 소비 패턴인 것으로 사료된다. 2020년 8월에 대중탕 용수의 소비가 순간적으로 증가한 것은 해당 지역에 대규모 대중탕이 영업을 시작하면서 발생한 결과이다.

2019년 소비 양상에 비해 사무실 밀집지역인 C_동에서 영업용수의 사용량이 증가하고, 분산 또한 2배 정도(2018년에 비하면 4배 정도) 증가한 것은 사무실 업무 특성상 배달 음식

을 주문하게 됨으로써 나타나게 된 현상으로 판단하고 있다. 특히 코로나-19 대유행이 시작된 2020년 초반부터 대부분의 사무실에서 배달 음식을 선호하게 됨으로써 영업용수의 사용이 지속적으로 증가하다가 1, 2차 대유행 시점에 수도물의 소비량이 감소하는 양상을 보이고 있다. Table 4에서 나타난 바와 같이 2018년 및 2019년 각 용도별 수도물의 소비패턴은 거의 유사한 것으로 나타났지만 소비량에 대한 절대 값은 2019년이 2018년에 비해 높게 나타나는 것으로 조사되었다. 일반적으로 재택근무와 비대면 수업으로 인해 수도물의 소비량이 감소할 것으로 예측하였지만 실제 조사결과 수도물의 소비량의 작게 증가하는 현상을 보이고 있다.

Table 5. Statistical values on water consumption in P_dong (apartment complex area).

Division	Statistical values (m ³ /month)	2018	2019	2020
Household	Average	142,068	143,284	147,833
	Variance	39,174,922	73,830,946	56,633,109
Office	Average	7,849	7,788	6,555
	Variance	166,2811	2,561,787	4,068,527
Business	Average	18,873	18,330	18,708
	Variance	2,492,613	3,106,838	3,514,371
Public bath	Average	10,421	10,182	9,293
	Variance	782,270.6	627,724.9	1,863,332

3.4. 공동주택 밀집지역의 소비패턴 분석

공동주택은 부지와 층수에 따라 분류되며 공동 주택 용도에 해당하는 건축물의 종류로써 아파트, 연립주택 및 다세대 주택 등이 있다. J_도시 내 가장 대표적인 공동주택 밀집지역 P_동을 선정하여 수도물 소비 패턴을 분석하였다. J_도시 내 P_동은 약 70% 정도 아파트와 다세대 주택이 차지하는 전형적인 공동주택 밀집지역이다. 다음 Fig. 7은 P_동의 2018년 1월부터 2020년 12월까지 월별 수도물 사용량을 그래프로 나타낸 것이다. 아파트 등 공동주택이 밀집된 지역의 P_동의 경우 가정용수의 소비는 약 3% 정도 증가하였고, 업무용은 약 16% 정도 감소하였으며, 영업용은 약 2% 정도 증가하였다. 마지막으로 대중탕 용수는 9% 정도 감소하였다. 즉 앞서 언급한 근린상업 지역 및 사무실 밀집지역과 마찬가지로 코로나-19의 대유행이 가정용수 소비량의 증가를 가져오는 것은 명백하게 사실임을 증명하고 있다. 1차 대유행의 직후 4월에 대중탕을 제외한 가정용, 업무용 및 영업용 수도물의 소비량이 감소가 일시적으로 나타나지만, 이는 2018년과 2019년에도 나타나는 현상이므로 코로나-19 대유행에 의한 결과라고 단정하기 어렵다. 업무용 소비량의 경우 다른 용도의 소비량에 비해 감소하는 양상이 크게 나타나게 되는데 이는 지역 경제의 어려움이 반영된 결과로 해석된다. 그럼에도 불구하고 가정용수 소비량의 변화량은 아주 미미한 것으로 조사되었다.

Table 5에서 나타난 바와 같이 코로나-19의 대유행 시기인 2020년 공동주택 밀집지역의 수도물 소비패턴은 업무용 수도물의 데이터 분산값 이외에 큰 변화를 찾아볼 수 없다. 업무용 수도물의 경우 소비량 절대 값도 크게 감소하였으며, 소비 변화량의 정도를 파악할 수 있는 분산 값도 큰 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구에서는 인구 약 300,000명 정도 국내 중소도시를 대상으로 코로나-19 대유행으로 인해 야기된 시민들의 행동 및 생활의 변화가 수도물 소비에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 이에 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 연구 대상인 국내 J_도시의 용도별 수도물 소비패턴을 분석한 결과 가정용 용수의 사용량은 미세하게 증가하는 경향을 보이고 있으나 업무용, 영업용 및 대중탕 용수는 변화 추이가 크지 않는 것으로 조사되었다. 가정용은 2020년의 소비량이 2018년과 2019년에 비해 약간 높은 것을 알 수 있으며, 나머지 업무용, 영업용 및 대중탕용수는 소비량이 감소하는 것으로 나타났다. 아마도 재택근무와 학생들의 비대면 수업이 증가하면서 가정용수의 소비는 증가하고 업무용 및 영업용수의 소비는 감소하는 것으로 판단된다.

2) 근린상업 지역의 수도물 소비패턴을 조사한 결과 2020년 평균 가정용수의 경우 약 10% 정도 증가하였으나, 업무용수는 24% 정도, 영업용수는 약 13%, 대중탕 용수의 경우 33% 정도 소비량이 감소한 것으로 나타났다. 이는 영업시간 단축 및 5인 이상 집합 금지 등으로 인한 수도물 소비 양상이 어느 정도 감소한 상태로 이어진 결과라 판단된다.

3) 사무실 밀집지역의 경우 근린상업 지역과 마찬가지로 2020년 가정용수 소비량이 약 22% 정도 증가하였다. 근린상업지역과의 차이는 업무용은 약 3%, 영업용은 약 13% 정도 증가했다는 것이다. 이는 전체적으로 2020년 9월 첫째 주 연휴이후 발생한 2차 대유행 이전에 거리두기 완화에 기인하여 업무용수와 영업용수의 순간적인 증가로 인해 발생한 소비패턴인 것으로 사료된다.

4) 아파트 등 공동주택이 밀집된 지역의 가정용 수도물의 소비는 약 3% 정도 증가하였고, 업무용은 약 16% 정도 감소하였으며, 영업용은 약 2% 정도 증가하였다. 이 지역의 대중탕 용수는 9% 정도 감소하였다. 업무용 소비량의 경우 다른 용도의 소비량에 비해 감소하는 양상이 크게 나타나게 되는데 이는 지역 경제의 어려움이 반영된 결과로 해석된다.

Acknowledgement

이 논문은 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2020R111A1A01070718)입니다.

References

1. Y. Wei, Z. Wang, H. Wang, Y. Yao, Y. Li, Promoting inclusive water governance and forecasting the structure of water consumption based on compositional data: a case study of Beijing, *Sci. Total Environ.*, 634, 407-416(2018).
2. S. B. Sorenson, C. Morssink, P. A. Campos, Safe access to safe water in low income countries: water fetching in current times, *Soc. Sci. Med.*, 72(9), 1522-1526(2011).
3. Q. Wang, X. Wang, Moving to economic growth without water demand growth : a decomposition analysis of decoupling from economic growth and water use in 31 provinces of China, *Sci. Total Environ.*, 726, 138362(2020).
4. J. T. F. Lau, S. Griffiths, K. C. Choi, H. Y. Tsui, Widespread public misconception in the early phase of the H₁N₁ influenza epidemic, *J. Infect.*, 59(2), 122-127(2009).
5. A. Tobias, Evaluation of the lockdowns for the SARS-CoV-2 epidemic in Italy and Spain after one month follow up, *Sci. Total Environ.*, 725, 138539(2020).
6. A. Cortegiani, G. Ingoglia, M. Ippolito, A. Giarratano, S. Einav, A systematic review on the efficacy and safety of chloroquine for the treatment of COVID-19, *J. Criti. Care.*, 57, 279-283(2020).
7. M. Brauer, J. T. Zhao, F. B. Bennitt, J. D. Stanaway, Global access to handwashing: implications for COVID-19 controlling low-income countries, 125(5), 057005(2020).
8. J. Sarkis, M. J. Cohen, P. Dewick, P. Schröder, A brave new world: lessons from the COVID-19 pandemic for transitioning to sustainable supply and production, *Resour. Conserv. Recycl.*, 159, 104894(2020).
9. A. Kalbusch, E. Henning, M. P. Brikalski, F. V. de Luca, A. C. Konrath, Impact of coronavirus (COVID-19) spread-prevention actions on urban water consumption, *Resour. Conserv. Recycl.*, 163, 105098(2020).

Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Authors and Contribution Statement

Si-Yeon Kim

Department of Civil Engineering and Engineering Research Institute, Gyeongsang National University, Master Candidate, ORCID[®] 0000-0002-9111-450X: Conceptualization, Methodology, Validation, Writing - original draft.

Sukmin Yoon

Department of Civil Engineering and Engineering Research Institute, Gyeongsang National University, Research Professor, ORCID[®] 0000-0002-5304-1207: Conceptualization, Methodology, Validation, Writing - original draft.

Seokhyun Jang

Department of Civil Engineering and Engineering Research Institute, Gyeongsang National University, Master Candidate, ORCID[®] 0000-0003-0648-3528: Conceptualization, Methodology, Validation, Writing - original draft.

Gwirae Jo

Department of Information and Statistics, Gyeongsang National University, Master Course Student, ORCID[®] 0000-0001-5925-5487: Conceptualization, Methodology, Validation, Writing - original draft.

No-Suk Park

Department of Civil Engineering and Engineering Research Institute, Gyeongsang National University, Professor, ORCID[®] 0000-0002-5396-1636: Conceptualization, Methodology, Validation, Writing - original draft.