

물재이용 활성화를 위한 결정요인분석

Determinant Factor Analysis for the Spread of Water Reuse

박헌주 · 김충일* · 한무영**

Hyunju Park · Tschungil Kim* · Mooyoung Han**

서울대학교 공학연구소 · *서울대학교 건설환경종합연구소 · **서울대학교 건설환경공학부

Engineering Institute, Seoul National University

*Integrated Research Institute of Construction and Environmental Engineering, Seoul National University

**Department of civil and Environmental Engineering, Seoul National University

(2013년 4월 26일 접수, 2014년 4월 3일 채택)

Abstract : The purpose of this study was to survey Suwon citizens over the age of 20 in order to provide basic data on the extent of coverage of the city's water reclamation system and to set guidelines for a policy on water reuse. The survey used a questionnaire with two fields, rainwater use and wastewater recycling, for analyzing factors that influenced water reuse. A factor analysis of 19 questionnaires gave a Cronbach's alpha coefficient greater than 0.4. Factors that influenced rainwater use were environmental protection, water charges, and the risk of climate change. Of the total explanatory power, the share of rainwater use and environmental protection was 39.7% and 28.1% respectively. Environmental protection (explanatory power 24.2%) had an effect on the explanatory power of wastewater reuse. When factors influencing wastewater recycling, like cost of recycling, water management policy, climate change, and suspension of tap water supply were included, the explanatory power of each of these factors went up by 4.3%, 2.8%, 3.3%, and 1.1%, respectively. For more effective wastewater recycling, a water management policy that factors in the above is required, along with a campaign to educate citizens on water management and environment conservation. Additionally, it may be necessary to improve the reliability and the quality of water supply.

Key Words : Water Reuse, Rainwater, Wastewater, Policy, Factor Analysis

요약 : 본 연구는 물재이용 활성화 방안 및 물재이용 정책시행을 위한 기초적인 자료로 제시하기 위해 20세 이상의 수원시민을 대상으로 설문조사하였다. 설문지는 시민들의 물재이용 결정요인을 분석하기 위해 빗물 재이용과 하수처리수 재이용 2개 분야로 구성하였다. 물재이용 결정요인은 요인분석을 실시하여 요인의 신뢰도 Cronbach's Alpha 값이 0.4 이상으로 나타난 19 문항을 이용하였다. 빗물 이용에 영향을 미치는 요인은 환경보호, 수도요금, 단수위험 및 기후변화로 나타났다. 빗물 이용에 관한 모든 변수들의 총 설명력은 39.7%이며 환경보호는 28.1%의 설명력을 보였다. 하수처리수 재이용에 영향을 미치는 요인으로 가장 먼저 환경보호 요인이 투입되었으며 설명력은 24.2%였다. 하수처리수 재이용 결정요인에 수도요금, 물관리 정책, 기후변화 및 단수위험이 추가적으로 투입된 결과, 각각의 설명력이 4.3%, 2.8%, 3.3%, 1.1% 증가되었다. 따라서 물 재이용을 활성화하기 위해서는 물재이용 정책 개발뿐만 아니라 환경보호에 관한 교육과 재이용수의 수질에 대한 신뢰도 향상이 중요한 요인이라고 생각된다.

주제어 : 물재이용, 빗물, 하수처리수, 정책, 요인분석

1. 서론

지속적인 경제성장 및 범국가적 기후변화로 인한 물부족 현상이 심화되고 있다. 물 분야는 금융, 석유·가스·전기, 교통, 통신, 자동차, 컴퓨터·소프트 등 그 어느 분야보다도 기후변화에 큰 영향을 받는다.^{1,2)} UN에 따르면 지구온난화로 인하여 2030년경이면 전 세계 인구의 거의 절반가량이 물 부족지역에 거주하게 될 것이며, 물 기반시설에 대한 지속적인 투자가 없을 시 개발목표나 경제활동에 위협요인으로 작용할 것으로 전망하고 있다.³⁾ 우리나라도 하천 취수율이 36%로 물에 대한 스트레스가 높은 국가군에 속하며, 향후 물 부족문제가 더욱 심각해질 것으로 예상됨에 따라 대체수자원 개발의 필요성이 대두되고 있다.^{4,5)} 물의 재생과 재이용은 자본과 기술이 집약돼야 하는 산업이다. 그래서 선진

국들은 물의 재생과 재이용을 대표적인 녹색기술로 삼고, 정책적으로 지원하고 있다.

물이 부족한 국가에서는 대부분 하수처리수를 재이용하고 있으며, 특히, 싱가포르의 국가 생존차원에서 물재이용 사업을 추진하고 있다.^{6,7)} 미국은 1980년대 들어서면서 공업용수 재이용 시설을 늘려왔다. 현재 재이용률을 18%까지 높였으며, 이미 물 부족난에 시달리고 있는 호주는 지하수 재이용률을 올해 14%까지 올렸다.⁸⁾

우리나라 정부는 '물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(2010.6)' 제정, '물산업 육성전략(2010.8)' 수립, '물재이용 기본계획 수립' 등 대체수자원 확보를 위한 물재이용 사업에 적극적으로 대처할 수 있는 계획들을 추진하고 있다.⁹⁻¹¹⁾

물재이용 촉진을 위한 정책뿐만 아니라 하수 재이용 기술도 세계적으로 급속한 발전을 거듭하고 있다. 특히 불순물을

† Corresponding author E-mail: amor77@gmail.com Tel: 02-880-4321 Fax: 02-885-7376

걸러내는 분리막 기술은 꺾목할 만한 성과를 거두었다.^{6,12)}

이로 인해 빗물이나 하수처리수는 기존 수자원을 대체하여 생활, 농업, 공업용수 등으로 활용 가능한 수질이 되었다. 하지만 빗물은 산성비라는 오해와 편견으로 주민들은 이용을 꺼려하고 있으며, 하수처리수도 단지 하천유지용수로 공급하고 있을 뿐 수질에 대한 불신으로 주민들에게 외면당하고 있는 실정이다.¹⁴⁾ 우리나라의 물 재이용률은 2000년대 들어 꾸준히 증가하고 있지만 아직도 빗물과 하수처리수의 재이용이 전체의 10%를 훨씬 못 미치고 있는 수준이다.¹¹⁾

물재이용률을 높이기 위해서는 빗물과 하수 재이용수를 활용하기 위한 기술개발 및 용도 개발도 중요하지만 주민들의 능동적인 참여가 가장 중요하다. 지역주민들의 의견을 바탕으로 시행계획을 수립하여 사업의 연속성 및 안정성을 확보할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 물재이용 활성화 방안에 관한 연구로서 20세 이상의 수원시민을 대상으로 조사되었다. 현재 수원시민의 물이용에 대한 현황 및 태도에 대하여 설문 조사하였으며, 물재이용에 영향을 미치는 요인들을 분석함으로써 향후 물재이용 활성화 방안 및 정책시행을 위한 기초적인 자료로 제시하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 대상 및 자료 수집

수원시는 대한민국 경기도에 위치하고 있으며 총 인구는 1,143,000명이다. 본 연구는 수원시에 거주하는 20세 이상의 시민을 모집단으로 하고 550명을 임의 추출하여 표본 집단으로 하였다. 자료 수집기간은 1차 설문지를 작성하여 2011년 8월에 수원시민을 대상으로 예비조사를 실시하였고, 본 조사는 설문지를 수정 보완하여 2011년 10월 1일부터 10월 17일까지 17일간 실시하였다.

자료 수집방법은 연구원이 직접 연구의 목적과 취지, 설문 내용 및 기재시간 요령을 설명하고 설문지를 배부, 회수하였다. 배부한 설문지 총 550부 중 500부가 회수되었고, 이중 응답 내용이 부실하다고 판단된 24부를 제외한 486부를 분석 대상으로 하였다.

2.2. 도구 및 분석방법

본 설문지는 시민들의 물재이용 결정요인을 분석하기 위해 빗물 이용과 하수처리수 재이용 2개 분야로 구성하였다. 또한 연구대상자의 일반적 특성에 관한 5개 문항과 물재이용 결정요인에 관한 21문항을 작성하였다. 본 설문지를 이용하여 수원 시민 40명을 대상으로 예비 조사를 실시하였으며, 요인분석 결과 요인의 신뢰도 Cronbach's Alpha 값이 0.4 이하로 나타난 2개 문항은 제외하였다.¹⁵⁾ 본 조사에서는 일반적 특성 5문항, 물재이용 결정요인 19문항, 빗물 이용 5개 문항, 하수처리수 재이용 4개 문항으로 구성하였다(Table 1).

Table 1. Description of variable on questionnaire

Characteristics	Variable
Dependent variables	Use of rainwater Use of reclaimed wastewater
Independent variables	
Demographic characteristics	Gender, Age, Job, Income, Dwelling patterns
Determinant factor of water reuse	Environmental protection, Suspension of tap water, Water charge, Water management policy, Trust on government, Water supply system, Climate change
Use of rainwater	Necessary for use of rainwater, The most important factor to use of rainwater, Utilization of rainwater, Mandate of facility to use rainwater in public buildings, Mandate of facility to use rainwater in individual buildings
Use of reclaimed Wastewater	Necessary for use of reclaimed Wastewater, The most important factor to use of Wastewater, Utilization of reclaimed wastewater, Swimming activities in river with using reclaimed wastewater

조사된 자료는 모두 전산부호화 처리를 한 후 자료의 분석을 위해 SPSS/PC + Version 20.0 통계 프로그램을 이용하였다. 연구대상자의 일반적 특성과 빗물 및 하수처리수 재이용에 대한 문항은 빈도와 백분율을 구하였다. 빗물과 하수처리수 재이용에 영향을 미치는 요인을 규명하기 위해 물재이용 결정요인에 대해 단계별 중회귀분석을 실시하였다.¹⁶⁾

3. 연구결과 및 고찰

3.1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 성별 분포는 남성이 52.3%, 여성은 47.4%였다. 연령은 20대, 30대, 40대, 및 50대가 각각 30.9%, 21%, 25.9%, 16.5%였으며, 60대 이상은 5.8%로 나타났다. 응답자의 직업은 학생 25.9%, 사무직 22.2%, 기술직 14.4% 서비스직 11.5%, 전문직 10.3%의 비율을 보였다. 가정의 월수입은 200~300만원이 27.9%로 가장 많았으며, 300~400만원 23.4%, 500만원 이상 20.7%로 나타났다. 주거형태는 아파트에 거주하는 비율이 51.0%, 연립 주택은 20.2% 주택 16.5%, 오피스텔 5.8%로 나타났다(Table 2).

3.2. 물 재이용 결정요인 분석방법

본 연구에서는 응답자들의 물재이용 결정요인을 측정하는데 있어서 영향을 주는 특성들을 조사해 보았다. 물재이용에 영향을 미치는 요인으로 환경보호에 대한 관심도와 현재 물관리에 대한 관심과 만족도, 정부의 물공급 방법에 대한 만족감과 상수도 시스템에 관한 문항 그리고 기후변화에 대한 관심 및 대안에 관한 문항 등 총 21문항을 구성했다. 측정도구의 신뢰성 판정과 변수들을 적은 수의 몇 가지 요인으로 축소하기 위해 요인분석을 실시하였다.

Table 2. Demographic characteristics of the water reuse

	Classification	Frequency	Ratio (%)
Gender	Male	254	52.3
	Female	232	47.7
Age	20 ~ 29	150	30.9
	30 ~ 39	102	21.0
	40 ~ 49	126	25.9
	50 ~ 59	80	16.5
	above 60	28	5.8
Job	Specialized job	50	10.3
	office job	108	22.2
	Service job	56	11.5
	Technical post	70	14.4
	Student	126	25.9
	Homemaker	56	11.5
	Agriculture·Fishing etc	16	3.3
Income	under 1 million won	20	4.1
	1 million ~ 1.99 million	36	7.4
	2 million ~ 2.99 million	136	27.9
	3 million ~ 3.99 million	114	23.4
	4 million ~ 4.99 million above 5 million	79	16.2
Dwelling patterns	Apartment	248	51.0
	Row house	98	20.2
	Detached house	80	16.5
	Efficiency apartment	28	5.8
	etc	32	6.6

각 변수들의 요인 점수값을 기준으로 21개 변수가 7개 변수로 축소되었으며 요인에 포함되지 않은 변수는 2개로 중요도가 낮다고 판단되어 제거하였다. 배리맥스회전(Varimax rotation)에 의하여 도출된 각각의 요인구성 문항의 최종 요인점수와 신뢰도(Cronbach's Alpha)를 Table 3에 나타내었다. 주요 요인은 환경보호, 단수, 수도요금, 물관리 정책, 정부 물 관리에 대한 만족도, 상수도 공급 시스템 및 기후변화이다. 신뢰성은 측정된 결과치의 일관성, 정확성, 의존가능성, 예측 가능성 등과 관련된 개념으로, 본 연구에서는 속성별로 측정된 측정변수인 속성별 기대, 속성별 성과의 신뢰성을 검증하기 위해 내적 일관도 방법을 사용하였다.¹⁷⁾ 일반적으로 신뢰도 계수의 값이 0.5~0.6 수준을 충족시키면 신뢰도가 비교적 높다고 할 수 있는데,¹⁷⁾ 본 연구에서 사용되어진 변수들은 0.597~0.803 사이로 나타나 비교적 양호한 내적 일관도를 보였다. 요인분석 결과 침수 및 단수에 대한 경험에 대한 문항은 요인값 및 신뢰도 Cronbach's Alpha 값이 0.4 이하로 나타나 물재이용 결정요인에서 제외하였다.

3.3. 물 재이용에 영향을 미치는 요인

3.3.1. 빗물 이용에 영향을 미치는 요인

빗물 이용에 영향을 미치는 요인을 규명하기 위해 독립변

Table 3. Factor analysis of water reuse

Factor	Number of question	Component	Reliability (Alpha)
Environmental protection	3	.747	.773
		.728 .636	
Suspension of tap water	3	.731	.803
		.679 .582	
Water charge	2	.780	.762
		.705	
Water management policy	3	.742	.715
		.713 .488	
Trust on government	3	.721	.636
		.669 .636	
Water supply system	3	.859	.682
		.837 .591	
Climate change	2	.618	.597
		.511	

Table 4. The factors affecting the use of rainwater

	Model	B	Std. error	Beta	t	F	R
1	(Constant)	2.283	0.197		11.592*	41.528*	0.281
	Environmental protection	0.312	0.048	0.281	6.444*		
2	(Constant)	1.835	0.216		8.485*	32.193*	0.343
	Environmental protection	0.284	0.048	0.256	5.944*		
	Water charge	0.175	0.038	0.198	4.597*		
3	(Constant)	1.292	0.249		5.188*	28.019*	0.385
	Environmental protection	0.279	0.047	0.251	5.933*		
	Water charge	0.169	0.037	0.191	4.507*		
	Suspension of tap water	0.186	0.044	0.176	4.180*		
4	(Constant)	1.016	0.276		3.681*	22.494*	0.397
	Environmental protection	0.256	0.048	0.231	5.352*		
	Water charge	0.170	0.037	0.192	4.555*		
	Suspension of tap water	0.183	0.044	0.173	4.136*		
	Climate change	0.104	0.046	0.098	2.278**		

Dependent variable: use of rainwater
 ***p<0.05, **p<0.01, *p<0.001

수인 빗물 이용과 각 변수 중 분산분석의 결과가 통계적으로 유의했던 변수들에 대해 단계별 중회귀분석을 실시하였다. 그 결과 본 연구에서 빗물 이용에 영향을 미치는 요인은 Table 4와 같다.

빗물 이용에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로는 환경보호였으며 설명력은 28.1%였다. 다음으로 수도요금, 단수위험 그리고 기후변화에 대한 관심이 빗물 이용에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 각각의 변수가 추가적으로 투입된 결과 수도요금 6.2%, 단수 4.2%, 기후변화 1.2%의 설명력이 증가되었다.

3.3.2. 하수처리수 재이용에 영향을 미치는 요인

하수처리수 재이용에 영향을 미치는 요인을 규명하기 위해 독립변수인 하수처리수 재이용과 각 변수 중 분산분석의 결과가 통계적으로 유의했던 변수들에 대해 단계별 중회귀 분석을 실시하였다. 그 결과 본 연구에서 하수처리수 재이용에 영향을 미치는 요인은 Table 5와 같다.

변수들의 상관관계 및 분산분석 결과 하수처리수 재이용에 영향을 미치는 요인은 가장 먼저 환경보호가 투입되었으며 설명력은 24.2%였다. 수도요금이 추가적으로 투입된 결과 설명력이 28.5%로 증가하였다. 또한 물관리 정책, 기후변화 그리고 단수위험이 하수처리수 재이용에 영향을 미치

Table 5. The factors affecting the use of reclaimed wastewater

	Model	B	Std. error	Beta	t	F	R
	(Constant)	2,441	0,175		13,955*		
1	Environmental protection	0,236	0,043	0,242	5,495*	30,190*	0,242
	(Constant)	2,141	0,194		11,047*		
2	Environmental protection	0,217	0,043	0,223	5,079*	21,298*	0,285
	Water charge	0,117	0,034	0,151	3,426**		
	(Constant)	1,834	0,218		8,425*		
3	Environmental protection	0,205	0,043	0,211	4,809*	17,433*	0,313
	Water charge	0,118	0,034	0,153	3,501**		
	Water management policy	0,101	0,034	0,130	3,000**		
	(Constant)	1,252	0,273		4,577*		
4	Environmental protection	0,195	0,042	0,200	4,614*	16,358*	0,346
	Water charge	0,114	0,033	0,147	3,414**		
	Water management policy	0,150	0,036	0,193	4,139*		
	Climate change	0,149	0,043	0,161	3,456**		
	(Constant)	0,915	0,318		2,882*		
5	Environmental protection	0,201	0,042	0,206	4,760*	14,023*	0,357
	Water charge	0,122	0,034	0,158	3,639*		
	Water management policy	0,165	0,037	0,212	4,470*		
	Climate change	0,137	0,043	0,148	3,168**		
	Suspension of tap water	0,082	0,040	0,093	2,060***		

Dependent variable: use of reclaimed wastewater

***p<0.05, **p<0.01, *p<0.001

는 요인으로 나타났다. 각각의 변수가 추가적으로 투입된 결과 물관리 정책 2.8%, 기후 변화 3.3%, 단수위험 1.1%의 설명력이 증가되었다.

3.4. 물 재이용 방안

3.4.1. 빗물 이용 방안

연구지역 응답자들의 빗물 재이용 필요성, 빗물을 이용하기 위해 가장 중요한 사항, 빗물 재이용 용도, 공공건물의 빗물시설 의무화 및 개인소유 건물의 빗물시설 의무화에 대한 의견을 조사하여 Table 6에 나타내었다.

빗물 이용의 필요성을 묻는 질문에서는 “매우 필요하다”는 의견이 16.5%이고, “필요하다”는 의견이 40.5%로 전체 응답자의 57.0%가 빗물 이용이 필요하다고 답했다. 빗물 이용을 하기 위해 가장 중요한 사항은 56.4%가 수질이라고 응답하였으며, 사용용도 18.3%, 수량 14.0% 홍보 9.3% 순으로 나타났다.

빗물 이용 용도는 “음용수”부터 모든 용도에 이용하겠다는 응답이 16.5%, 음용을 제외한 “샤워 및 세탁용수” 등 생활용수로 사용하겠다는 응답이 40.3%였다. 이외에도 “청소 및 화장실용수” 이용은 26.7%, “조경용수” 10.7%, “사용하지 않겠다”는 응답은 5.8%로 나타났다. 공공건물에 빗물

Table 6. Demographic characteristics of the using rainwater

Variable	Value	Frequency	%
Necessary for use of rainwater	Very necessary	80	16,5
	Necessary	197	40,5
	Moderate	131	27,0
	Not so necessary	50	10,3
The most important factor to use of rainwater	Not necessary	28	5,8
	Water quality	274	56,4
	Public relations	45	9,3
	Water quantity	68	14,0
Utilization of rainwater	Method of using water	89	18,3
	Others	10	2,1
	For drinking	80	16,5
	For taking shower	196	40,3
Mandate of facility to use rainwater in public buildings	For cleaning and toilet	130	26,7
	For landscape	52	10,7
	No use	28	5,8
	Very necessary	71	14,6
Mandate of facility to use rainwater in individual buildings	Necessary	230	47,3
	Moderate	139	28,6
	Not so necessary	30	6,2
	Not necessary	71	14,6
Mandate of facility to use rainwater in individual buildings	Very necessary	120	24,7
	Necessary	131	27,0
	Moderate	166	34,2
	Not so necessary	53	10,9
Not necessary	16	3,3	

시설 의무화 시행이 필요한가에 대한 질문에는 “매우 필요하다”가 14.6%, “필요하다”는 47.3%로 “필요없다(6.2%)” 또는 “전혀 필요없다(14.6%)” 보다 높게 나타났다. 개인건물의 빗물시설 의무화에 필요성에 대한 설문에서는 응답자의 24.7 %가 “매우필요하다”라고 응답했다.

3.4.2. 하수처리수 재이용 방안

응답자들의 하수처리수 재이용 필요성, 하수처리수를 재이용하기 위해 가장 중요한 사항, 하수처리수 재이용 용도 및 하수처리수를 이용한 하천에서의 물놀이 여부에 대한 의견을 조사하여 Table 7에 나타내었다.

하수처리수 재이용의 필요성을 묻는 질문에서는 “매우 필요하다”는 의견이 8.2%이고, “필요하다”는 40.9%가 응답했다. 하수처리수 재이용을 하기 위해 가장 중요한 사항은 58.0%가 수질이라고 응답하였으며, 사용용도 25.3%, 수량 8.6% 홍보 6.0% 순으로 나타났다.

하수처리수 재이용 용도는 “청소 및 화장실 용수”에 이용하겠다는 응답이 48.6%로 가장 많았다. “음용수”는 4.9%로 응답자가 가장 적었으며, “샤워 및 세탁용수”는 20.8%, “조경용수” 13.4%, “사용하지 않겠다”는 응답은 12.3%로 나타났다. 하수처리수를 이용한 하천에서 수영을 하겠는가에 대한 질문에는 “매우 그렇다”가 1.6%, “그렇다”는 24.7%로 “아니다(25.1%)” 또는 “전혀 아니다(13.2%)” 보다 낮게 나타났다.

Table 7. Demographic characteristics of the using reclaimed wastewater

Variable	Value	Frequency	%
Necessary for use of reclaimed Wastewater	Very necessary	40	8,2
	Necessary	199	40,9
	Moderate	168	34,6
	Not so necessary	61	12,6
	Not necessary	18	3,7
The most important factor to use of Wastewater	Water quality	282	58,0
	Public relations	29	6,0
	Water quantity	42	8,6
	Method of using water	123	25,3
Utilization of reclaimed wastewater	Others	10	2,1
	For drinking	24	4,9
	For taking shower	101	20,8
	For cleaning and toilet	236	48,6
Swimming activities in river with using reclaimed wastewater	For landscape	65	13,4
	No use	60	12,3
	Very eagerly	8	1,6
	Eagerly	120	24,7
	Moderate	172	35,4
	Not so eagerly	122	25,1
	Not eagerly	64	13,2

3.5. 물재이용 결정요인

세계 물 시장규모는 2025년 8,650억 달러로 전망되며, 특히 재이용수 분야의 급성장으로 2007년 10억 달러에서 2025년 210억 달러로 21배 증가될 것으로 전망된다. 한국에서 빗물이용시설은 2000년 이후부터 본격적으로 보급 확대되어 2012년도에 체육시설, 공공청사, 공장 및 상가, 아파트, 학교 등 총 630개소가 전국에 설치되었다.

빗물 총 저류조 용량은 4,174,688 m³이며 앞으로 빗물이용시설을 설치할 수 있는 용량은 총 54,440,737 m³으로 조사되었다. 그러나 2012년 빗물시설의 이용도를 조사한 결과, 총 빗물시설의 20%만 빗물을 이용하고 있으며, 나머지는 홍수시 잠깐 저류조로 이용되거나 방치된 상태였다.

공공하수처리시설의 하수처리수 재이용량은 2008년 46,411 m³/일로 재이용률 8.9%에서 2012년 567,000 m³/일로 하수처리량 대비 19.2%의 재이용률을 나타냈다. 하수처리수의 재이용 용도는 하천유지용수가 가장 많이 사용되고 있으며 다음으로 농업용수, 기타용수, 공업용수 순이다. 그동안 추진되어온 물재이용 정책과 추진사업이 하수처리수의 재이용률을 높이는 데 크기 기여한 것으로 판단된다. 반면 하수처리수 재이용으로 인한 문제점도 다양하게 부각되고 있다. 하천유지용수 이용으로 인한 민원 및 농업용수로의 안전성 검증을 요구하게 된 것이다.

본 연구결과에서 나타난 바와 같이 효과적인 물재이용을 위해서는 다양한 접근방법이 필요하다.

수원시민을 대상으로 물재이용 결정요인을 조사한 결과, 빗물 이용과 하수처리수 재이용을 예측하기 위한 회귀 방정식은 다음과 같았다.

빗물재이용 회귀방정식

$$\text{Model 1 : } Y = 2.283 + 0.312E$$

$$\text{Model 2 : } Y = 1.835 + 0.284E + 0.175T$$

$$\text{Model 3 : } Y = 1.292 + 0.279E + 0.169T + 0.186S$$

$$\text{Model 4 : } Y = 1.016 + 0.256E + 0.170T + 0.183S + 0.104C$$

하수처리수 재이용 회귀방정식

$$\text{Model 1 : } Y = 2.441 + 0.236E$$

$$\text{Model 2 : } Y = 2.141 + 0.217E + 0.117T$$

$$\text{Model 3 : } Y = 1.834 + 0.205E + 0.118T + 0.101P$$

$$\text{Model 4 : } Y = 1.252 + 0.195E + 0.114T + 0.150P + 0.149C$$

$$\text{Model 5 : } Y = 0.915 + 0.201E + 0.122T + 0.165P + 0.137C + 0.082S$$

여기서, E는 환경보호, T는 수도 요금, S는 단수 위험, C는 기후변화, P는 물관리 정책이다.

즉 빗물과 하수 재이용수 활용에 있어 첫 번째 결정요인은 환경보호에 대한 관심으로 주민들의 환경보호에 대한 관심이 높을수록 물재이용에 대한 필요성도 높게 나타났다. 이외에도 수도요금 인상, 단수 위험도 증가 및 기후변화로

인한 영향 증가도 주민들의 물재이용 필요성을 증가 시켰다. 특히 하수처리수 재이용은 ‘물관리 정책’도 물재이용 결정요인 중 하나였다.

따라서 빗물과 하수재이용수 이용을 활성화하기 위해서는 물재이용 정책 개발뿐만 아니라 환경보호에 관한 교육도 중요한 요인으로 나타났다.

빗물과 하수처리수의 수질분석 결과를 공유하여 수질에 대한 주민들의 신뢰도를 향상시키고 꾸준히 재이용 수요처를 개발한다면 물재이용기술 발전과 함께 물재이용 정책도 성공할 수 있을 것이다.

5. 결론

본 연구에서는 20세 이상의 수원시민을 대상으로 빗물과 하수재이용수 활용의 필요성 및 결정요인에 대해 조사하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 빗물 이용의 필요성에 대해 “매우 필요하다”는 의견이 16.5%이고, “필요하다”는 의견 40.5%로 전체 응답자의 57.0%가 빗물 재이용이 필요하다고 답했다.

2) 빗물 이용에 영향을 미치는 요인은 환경보호, 수도요금, 단수위험 및 기후변화에 대한 관심로 나타났다. 모든 변수들의 총 설명력은 39.7%이며 환경보호는 28.1%의 설명력을 보였다.

3) 하수처리수 재이용의 필요성을 묻는 질문에서는 “매우 필요하다”는 의견이 8.2%이고, “필요하다”는 40.9%가 응답했다.

4) 하수처리수 재이용에 영향을 미치는 요인은 가장 먼저 환경보호 요인이 투입되었으며 설명력은 24.2%였다. 수도요금, 물관리 정책, 기후변화 및 단수위험 요인이 추가적으로 투입된 결과, 각각의 설명력이 28.5%, 2.8%, 3.3%, 1.1% 증가되었다.

이와 같이 빗물과 하수처리수 재이용에 있어서 시민들에게 필요성을 인식시키기 위해 가장 중요한 요인은 환경보호로 나타났다. 물을 재이용하기 위해 가장 중요한 사항은 빗물과 하수처리수 모두 ‘수질’로 조사되었다. 따라서 물재이용을 활성화하기 위해서는 물재이용 정책 개발뿐만 아니라 환경보호에 관한 교육을 통해 물재이용에 대한 필요성과 구체적인 환경보호에 대한 인식을 시켜야 한다. 또한 재이용수를 확대 보급할 시 재이용수의 수질에 대한 신뢰도 향상을 위해 수질의 안정성을 강화시켜야 한다고 사료된다.

사사

본 연구는 환경부의 환경정책기반공공기술개발사업에서 지원받았습니다.

Reference

1. Jang, J. Y., “A status and estimation of water reuse,” The Korean Society of Industrial and Engineering Chemistry & The Membrane Society of Korea Joint International symposium, pp. 63~74(2008).
2. Kim, D. J., Kim, Y. J. and Lim, D. Y., “Water reuse present situation and water reuse vitalizations policy direction,” Korean Society of Water Quality, Joint fall meeting, pp. 298~299(2011).
3. Hoekstra, A. Y., “Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis,” *Ecol. Economics*, **68**(7), 1963~1974(2009).
4. Ryu, M. H., “Plan for vitalization of agricultural reservoir redevelopment,” Policy Industry Issue, pp. 79~81(2008).
5. Cho, C.-S., “Considerations on the water reutilization invigoration,” The society of air-conditioning refrigerating engineers of Korea summer meeting, pp. 297~300(2012).
6. Tortajada, C., “Water Management in Singapore,” *Int. J. Water Resour. Dev.*, **22**(2), 227~240(2006).
7. Kivaisi, A. K., “The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review,” *Ecol. Eng.*, **16**(4), 545~560(2001).
8. Hong, W.-H., Kim, J.-Y. and Choi, M.-Y., “A study on the economic evaluation in case of reusing wastewater of sewage disposal plant as industrial water,” *Arch. Inst. Kor.*, **20**(7), 256~263(2004).
9. <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=105894&efYd=20110609#0000> Promotion of and support for water reuse act, (2010).
10. Yi, Y. G., Park, S. J. and Hyeong, J. S., “An enactment of water reuse act and its significance,” *Kor. Water Resour. Assoc.*, **44**(7), 82~87(2011).
11. Ministry of environment, “Research for establishing water reuse master plan,” pp. 5~155(2010).
12. Asano T. and Levine A. D., “Wastewater reclamation, recycling and reuse: past, present, and future,” *Water Sci. Technol.*, **33**(10), 1~14(1996).
13. Kim, Y. H., Ahn, C. H., Kim, G. T., Yim, S. K., Lee, J. H., Kim, R. H. and Kim, J. O., “Smart reuse of treated water and stormwater,” Korean society on water environment fall meeting, pp. 771~772(2011).
14. Han, M. Y., “Application plan for rainwater as alternative water resources,” *Seoul National University*, **45**, 12~14(2001).
15. Park, H. J., Jeong, J. H., Chung, I. H. and Na, C. K., “A comparative study on the effects of environmental education in middle school students, Mokop city,” *J. Environ. Sci.*, **17**(4), 365~374(2008).
16. Ministry of environment, “2012 wastewater statistics,” pp. 1297~1391(2013).