

가뭄상황시 생활용수 가치 추정 Study for Valuing of Residential Water when Drought Conditions

박두호* / 박윤신**

Park, Doo Ho / Park, Yoon Shin

요 지

최근 잦은 기상이변으로 인한 자연재해는 그 빈도와 강도가 점차 증가하고 있다. 이러한 기상이변은 결국, 극단적인 가뭄이 닥칠 가능성이 농후할 것이고, 만일 극단적인 가뭄상황이 도래할 경우 제한급수 또는 절수로 인한 일반인이 느끼는 피해정도는 매우 늘어날 것이다. 본 연구는 가뭄상황시 제한급수를 고려한 소비자의 지불의사를 알아보고자, 7대 특·광역시와 32개 가뭄상습지역에 거주하는 일반인을 대상으로 생활용수 수요패턴과 가뭄상황을 고려한 생활용수의 가치를 추정하였다. 조사결과, 수도물 수질 관련에 대해서는 가뭄상습지역보다 7대광역시가 더 민감하였고, 수도물 수량에 대해서는 가뭄상습지역이 더 민감한 것으로 나타났다. 지불의사 추정은 양분선택형과 개방형을 혼합하여 지불의사액을 설문하였고, Tobit모형을 이용하여 지불의사액을 추정하였다. 추정결과, 교육수준이 높을 수록, 가구수가 많을수록, 소득이 높을수록 지불의사가 높은 것으로 나타났다. 또한, 가뭄으로 인해 생활용수의 25% 제한시에는 약 2,010원, 50% 제한시에는 2,395원의 추가적인 지불의사가 있는 것으로 추정되었다. 결국, 조사가구의 평균 수도물 사용량과 절감량등을 추정하여 계산한 결과, 생활용수 25% 제한시 1m³당 추가적인 지불의사 금액은 약 534원으로 추정된다. 지불의사가 기대했던 것보다 낮은 이유는 소비자가 그 정도의 가뭄을 경험하지 못한데서 오는 조세저항으로 여겨진다. 그러나 이 같은 결과는 가뭄을 회피하기 위해 소비자가 기꺼이 지불할 수 있는 비용은 현재의 물 값보다 훨씬 높다는 것을 의미한다.

핵심용어 : 가뭄상태, 생활용수, 지불의사, Tobit 모형

1. 서 론

유엔(UN)산하 '정부 간 기후변화위원회(IPCC)'의 보고서에 따르면, 2050년경에는 아시아 지역의 약 10억명 정도가, 2080년경에는 전 세계 11억~32억명 정도가 물 부족에 시달릴 것이라 예상하였다.

우리나라에서도 점차 예측치 못한 기상변동이 나타나고 있다. 그 예로 2006년 장마는 사상 유례가 없을 정도로 많은 비가 내려 그 피해가 매우 심각하였으나, 장마가 끝나자 바로 가을 가뭄이 시작되었다. 8월~10월 중순까지 강수량은 평년의 32%~40%수준에 불과하였고, 특히 9월달의 강수량은 평년의 12%수준으로 가뭄이 제법 심각하여 농작물 피해가 속출하였다.

이처럼 극단적인 기상현상들은 그 강도가 점차 강해지고 있을 뿐만 아니라, 예전에 비해 자주 나타나고 있다.

만일, 극단적인 가뭄시 수자원의 가치는 무한이 될 것이라는 것은 너무나 자명한 것이다. 특히 생활용수의 가치는 인간이 기본적인 삶을 영위하기 위해서 다른 용수에 비교할 수 없을 정도로 높을 것이다.

또한, 수자원의 가치 정도는 가뭄의 상태에 따라 변하게 될 것이다. 즉, 각 가정에 평소 생활하는데 지장 없이 100%의 물을 공급받아 이용하다가 가뭄으로 인해 25% 또는 50%를 제한되어 공급하게

* 한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원
Senior Researcher., Korea Institute of Water & Environment., 462-1, Jeonmin-Dong, Yusung-Gu, Daejeon, 305-730 Korea.
(E-mail : dhpark@kwater.or.kr)

** 한국수자원공사 수자원연구원 연구원
Researcher., Korea Institute of Water & Environment., 462-1, Jeonmin-Dong, Yusung-Gu, Daejeon, 305-730 Korea.
(E-mail : blunt1006@hanmail.net)

되면, 이에 따른 용수 공급에 대한 가치는 각각 변하게 될 것이다. 다시 말하면, 25%를 제한급수하여 느끼는 불편에 대한 가치와 50%를 제한급수하여 느끼는 불편에 대한 가치를 정량화하여 수자원공급에 대한 생활용수의 가치를 추정할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 일반시민을 대상으로 설문조사를 실시하여 응답자들이 느끼는 생활용수의 수량에 대한 가치를 추정하였다.

2. 설문조사 개요

설문조사는 만 20세이상 65세미만 일반시민을 대상으로 수도물에 대한 기본적인 인식, 수도물 만족정도, 수도물 요금관련, 수도물의 수질과 수량에 대한 설문을 실시하였다.

설문대상 및 성별구성은 전 국민을 대표할 수 있도록, 즉 추출된 표본이 모집단의 대표성을 잘 반영하도록 하기 위하여 유의할당 추출법(purposive quota sampling)에 의해 대상자를 선정하였다.

조사방법은 일대일 대면면접방법을 이용하였다. 또한, 본 조사에 앞서 설문지의 오류와 지불의사 제시금액의 적절성을 평가하고자 Pre-Test를 실시하였다. 설문 기간은 2006년 10월 11일~25일까지 15일간이고, 설문조사로부터 얻은 유효 표본수는 794개이다. 표본오차는 95% 신뢰수준에서 $\pm 3.5\%$ 이다.

2.1 설문조사 지역

설문조사 지역은 서울을 비롯한 7대광역시와 가뭄에 취약한 지역 32개 지역을 비롯하여 총 39개의 지역을 대상으로 하였다.

우리나라에서 5~6년에 한 번씩 극심한 가뭄이 발생한다고 해도, 중소도시에 비해 상대적으로 광역상수도가 발달한 대도시의 경우 그 피해가 상대적으로 미미한 편이다. 하지만, 중소도시, 특히 도서지역을 중심으로 한 가뭄취약지역의 경우 가뭄의 실정에 따라 바로 제한급수를 통해 불편을 느끼고 있다. 따라서, 실제 가뭄에 따른 불편을 느끼고 있는 32개 지역과 일반 대도시에서 거주하는 일반인들과의 가뭄에 관련된 인식등을 비교해 보는 것은 의미가 있을 것이다.

설문조사 지역은 7대 광역시와 가뭄상습지역을 파악하기 위해 행정자치부에서 조사한 자료를 이용하였다. 즉, 가뭄상습지역은 '98년도 이후 시간제·격일제 급수, 운반급수등 제한급수를 실시한 적이 있는 지역으로 다음과 같이 총 32개지역으로 나타내어진다. 이들 지역중 대부분의 지역은 전라남도과 경상남도에 분포하면서, 대부분 지역이 광역상수도를 공급 받지 못하여 지방상수도나 간이상수도를 이용하고 있는 것으로 나타났다.

표 1. 설문조사 지역 및 도시

지 역		도 시
7대 광역시		서울, 부산, 인천, 대전, 대구, 광주, 울산
가뭄 상습 지역 (32개 지역)	강원도 지역 (2개 지역)	속초, 동해
	전라북도 지역 (1개 지역)	전주
	전라남도 지역 (12개 지역)	고흥, 진도, 해남, 완도, 강진, 영암, 곡성, 신안, 여수, 함평, 무안, 영광
	경상북도 지역 (6개 지역)	경주, 의성, 영천, 영덕, 울진
	경상남도 지역 (11개 지역)	양산, 남해, 거제, 하동, 창녕, 의령, 진해, 통영, 사천, 함안, 합천

2.2 지불의사 유도 방법

생활용수의 수량에 따른 응답자의 지불의사를 알아보기 위하여, 먼저 설문조사자가 현재 평균적으로 사용하고 있는 생활용수의 양을 알기 쉽게 도표로 보여주고 설명하였다. 그리고, 과거의 가물의 빈도와 피해규모를 알려주고 이에 따른 제한급수에 따른 피해현황도 설문 응답자에게 설명해주었다.

또한, 가상적인 가물 시나리오를 설정하여 만일 가물이 도래하여 제한급수를 할 수 밖에 없다면, 다양한 피해가 발생한다고 응답자들에게 설명을 하였다.¹⁾

지불의사 유도 방법은 이중양분선택형과 개방형을 혼합하여 질문하였다. 즉, 가상적인 제한급수를 피하기 위한 수량 확보에 대해 특정 금액에 대한 지불의사 여부를 '예/아니오'로 물은 다음 한번 더 개방형으로 지불의사를 물어보는 것이다. 이렇게 두 가지 지불의사 모형을 혼합하여 질문함으로써 개방형의 단점인 응답률이 낮거나, 응답을 하더라도 지불의사액이 지나치게 높거나 낮은 점을 보완할 수 있으며, 많은 정보와 표본수를 얻을 수 있다는 장점이 있다.²⁾

3. 분석 결과

3.1 변수의 정의 및 표본통계

설문조사 지역의 변수의 정의 및 표본통계는 다음과 같다.

표 2. 변수 정의 및 표본통계

변수	지역 정의	전체지역 (N=794)		7대 광역시 (N=394)		가물상습지역 (N=400)	
		평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차
Gender	응답자의 성별 (0=여자, 1=남자)	0.497	0.500	0.497	0.500	0.498	0.501
Age	응답자의 나이 (1=20대, 2=30대, 3=40대, 4=50대, 6=70대)	41.578	12.028	39.946	12.201	43.185	11.648
House	응답자의 주거형태 (0=기타, 1=아파트)	0.381	0.486	0.459	0.498	0.305	0.461
Family	응답자의 가족수	3.497	1.131	3.614	1.042	3.383	1.202
Education	응답자의 교육수준 (0=고등학교이상, 1=고등학교이하)	0.682	0.465	0.573	0.495	0.790	0.408
Income	응답자의 소득수준 ³⁾ (0=300만원이상, 1=300만원미만)	0.692	0.461	0.55	0.49	0.828	0.378

먼저 응답자의 성별은 거의 남녀가 비슷한 분포를 보였고, 평균 연령은 약 41세로 나타났다. 주거 형태는 아파트보다는 주택(단독, 연립)에 거주하는 인구가 더 많은 것으로 파악되었다. 가족수는 평균 약 3.5명으로 나타났고, 교육수준은 고졸이하가 훨씬 더 많은 것으로 조사되었다. 마지막으로 응답자의 소득수준은 월 300만원미만의 경우가 대다수인 것으로 추정된다.

1) 각 가정의 하루 물 사용량은 여러 보고서에서 추정된 결과인 190ℓ로 가정했고, 각 사용처별 용수 사용량 등에 대한 자료는 환경부의 '가계부문 물사용패턴 시범조사사업' 보고서를 참조하였다.

2) 단, 응답자가 설문지가 설정한 가상적 상황이 실제로 발생할지에 대해 회의적인 경우에 생기는 가상적 편의(bias)가 생길 가능성이 있다.

3) 2006년 3/4분기 월평균 가계소득은 3,056,542원으로, 약 300만원을 기준으로 소득수준을 나누었다.

3.2 Tobit 모형 추정 및 지불의사액 추정

Tobit모형을 이용하여 <표 2>와 같은 변수를 포함한 함수식을 다음과 같이 나타내었다.

$$WTP = f(\text{Gender}, \text{Age}, \text{House}, \text{Family}, \text{Education}, \text{Income}) \quad (\text{식 } 1)$$

위 변수를 포함한 각각의 25%, 50% 제한급수시 Tobit 추정 결과 및 월평균 가구당 지불의사추정액은 다음 <표 3>, <표 4>와 같다.

표 3. Tobit 추정결과

변수	지역	전체지역		7대광역시		32개 가뭄상습지역	
		25% 저감시	50% 저감시	25% 저감시	50% 저감시	25% 저감시	50% 저감시
Constant		-488.092 (-0.448)	-243.328 (-0.183)	-156.548 (-0.112)	-462.805 (-0.272)	-436.552 (-0.243)	-501.961 (-0.264)
Gender		-483.075 (-1.280)	-638.894 (-1.390)	-789.731 (-1.60)	-1048.495 (-1.738)*	-157.109 (-0.267)	11.640 (0.018)
Age		1.003 (0.053)	-6.633 (-0.292)	0.033 (-0.001)	1.377 (0.047)	-1.581 (-0.053)	-13.411 (-0.427)
House		31.620 (0.082)	101.272 (0.216)	187.221 (0.390)	124.228 (0.212)	-353.795 (-0.557)	-131.842 (-0.195)
Education		-783.758 (-1.631)	-808.005 (-1.381)	-404.580 (-0.684)	-401.14 (-0.555)	-1123.018 (-1.362)	-1194.913 (-1.365)
Family		546.791 (3.192)***	654.716 (3.137)***	458.713 (1.943)*	618.348 (2.143)**	597.720 (2.343)**	696.141 (2.567)**
Income		-1004.835 (-2.479)**	-1449.183 (-2.938)***	-621.526 (-1.287)	-972.992 (-1.650)*	-1361.561 (-1.786)*	-1396.335 (-1.726)*
Log likelihood		-4196.1	-4262.551	-2264.09	-2303.66	-1928.00	-1926.81

주: 1. ()는 t-value를 나타냄.

2. *,**,***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함.

표 4. 월 평균 가구당 지불의사 추정액

단위: 원

용수제한	지역	전체지역	7대 광역시	32개 가뭄상습지역
25% 급수 제한시		2010.43	2290.12	1730.75
50% 급수 제한시		2392.50	2811.25	1973.75
25%→50%일때 WTP 증가율(%)		19.0%	22.75%	14.04%

추정결과를 살펴보면, 비교적 유의하지 않은 변수들이 많았으나, 전반적으로 가족 수와 소득변수들이 유의한 변수로 추정되었다. 추정된 추정계수의 부호를 살펴보면, 가구원 수가 많을 수록, 학력이 높을수록, 소득이 높을수록 제한급수에 따른 지불의사가 있는 것으로 나타났다.

지불의사 금액은 전체 지역의 경우 25% 제한급수시 약 2,010원으로 추정되었고, 50% 제한급수시 약 2,395원으로 나타났다. 즉, 25% 제한급수시 일때보다 50% 제한급수시 약 16%의 지불의사금액을 더 지불할 수 있는 것으로 나타났다.

지역별로 살펴보면, 32개 가뭄상습지역보다 7대광역시가 지불의사금액이 높았다. 이러한 결과는 Tobit 추정결과에 나타나 있듯이 소득수준의 차이, 교육수준의 차이, 가구원수의 차이로 인해 지불의사액의 차이가 있는 것으로 판단된다.

전체지역에서 기존 공급량 대비 25%제한급수시와 50% 제한급수시에 따른 지불의사 금액의 차이가 약 387원정도 밖에 차이가 나지 않는 것은 설문조사시 가뭄에 따른 피해를 알기 쉽게 그림과 설명으로 알려주었음에도 불구하고, 응답자가 불편에 대한 체험을 실감하지 못했기 때문이거나 어느 정도의 제한급수는 견딜 수 있다고 생각하는 응답자가 많았기 때문으로 판단된다.

표 5. 전체지역에 대한 제한급수별 1m²당 지불의사액 추정

시나리오	하루 1일당 사용량(lpcd)	가구당 한달 평균 사용량	월 평균 지불의사금액	시나리오별 월 평균 제한급수량	제한급수량에 대한 1m ² 당 지불의사액
25%제한시	156.59ℓ	15.0m ³	2,010원	3.75m ³	534원
50%제한시			2,395원	7.51m ³	319원

한편, <표 5>와 같이 전체 지역의 1인당 하루 평균 수돗물 사용량은 약 156ℓ로 조사되었고, 이는 가구당 한 달 평균 약 15m³을 사용하고 있는 것으로 추정된다.⁴⁾ 또한, 응답자가 가뭄에 대한 제한급수에 대한 피해를 피하기 위한 지불의사가 25%시 약 2,010원이라는 것은 156ℓ의 25%의 절감량, 38.7ℓ에 대한 가치를 나타내는 것이다. 즉, 한 달 3.75m³의 수돗물의 수량을 확보하기 위한 추가 지불의사금액이 2,010원이라는 것이다.

결국, 25% 제한급수시 1m²당 추가적인 지불의사 금액은 약 534원으로 추정된다. 하지만, 50% 제한급수시에는 약 309원으로 나타났는데, 이는 25% 제한급수일때 지불의사금액에서 50% 제한급수일때의 추가적인 지불의사액이 직관적으로 2배이상의 금액으로 추정되었어야함에도 불구하고, 응답자들은 더 이상 추가적인 지불의사를 하지 않았기 때문이다.

지불의사금액을 연간으로 변환하면 25% 제한 급수시 약 24,120원이고, 전국 가구수⁵⁾로 곱하여 우리나라 전체의 수량에 대한 지불의사액을 추정하면, 연간 약 3,471억원으로 추정되고, 50% 제한 급수시에는 가구당 연간 28,740원, 전국적으로는 연간 약 4,136억원으로 추정된다.

4. 결론 및 정책제언

본 연구는 우리 가정에서 가뭄으로 인한 제한 급수시 소비자들이 느끼는 피해의 정도를 화폐가치로 추정해 보았다. 또한, 광역상수도가 공급되는 7대광역시와 지방상수도 또는 간이상수도가 공급되는 32개 가뭄상습지역에 거주하는 794명을 대상으로 가뭄 상황시 일반적인 수돗물 수량과 관련된 일반적인 설문과 제한급수시 지불의사액을 추정하여 지역별 차이를 살펴보았다.

본 조사를 통해 다음과 같은 몇 가지 시사점을 도출할 수 있다.

첫째, 7대 광역시의 거주자들이 가뭄상습지역의 거주자보다 수돗물 오염여부(녹물, 냄새, 이물질, 탁수등)에 민감한 반응을 보였고, 수돗물을 직접 음용시 더 위험하다고 느끼는 것으로 나타났다. 가뭄상습지역의 거주자들은 7대 광역시의 거주자보다 수도요금을 덜 내고 있으면서 요금에 대해서는 불만이 더 많아 이 부분에 대해서 민감한 것으로 나타났다.

둘째, 실제적으로 제한급수를 경험했다라도 제한급수를 회피하기 위한 지불의사는 일반 대도시 지

4) 통계청 자료에 따르면, 2005년도 기준 가구당 평균인원은 약 3.2명이다.

5) 2005년도 기준 우리나라 전국 가구수는 14,391,374가구이다

역에 비해 낮은 수준이었다. 즉, 지불의사가 소득, 교육수준, 가구수에 영향을 받을 뿐 아니라, 가물 상습지역이 7대 광역시에 비해 요금에 대해 민감하여 조세 저항도 상대적으로 높은 것으로 판단된다.⁶⁾

셋째, 제한급수의 강도에 따른 회피비용도 그다지 많지 않은 것으로 판단된다. 실제로, 가물의 정도에 따른 불편한 상황 설명을 충분히 했음에도 불구하고, 일정 이상의 제한급수는 견딜 수 있다고 생각하는 응답자가 많은 것으로 판단된다. 즉, 실제로 제한급수를 경험하지 못한 응답자들이 불편에 대한 체험을 실감하지 못한 이유일 수 있고, 물 절약이 생활화되어 있는 지역에서는 어느 정도의 제한급수는 추가비용을 지불하지 않고 견딜 수 있다고 생각하는 응답자가 많았기 때문으로 판단된다.

넷째, 제한급수에 대한 추가적인 지불의사액은 제한급수 강도에 따라 차이가 있지만, 전국 평균으로 25%제한시 1㎡당 약 534원의 추가적인 지불의사가 있는 것으로 나타났다. 이는 전국 수도요금의 평균 단가인 1㎡당 550원과 비슷한 수준이고, 결국 기존 수도요금만큼의 추가적인 지불의사가 있는 것으로 판단된다.

지구 온난화가 가속화되면서 해수면 상승과 같은 영향으로 기상이변이 예상되고 있다. 이러한 기상이변이 인류에게 직접적인 영향을 미치는 것은 결국 홍수와 가물이고, 지금보다 극심한 홍수와 가물은 인류에게 심각한 영향을 미치게 될 것이다. 이와 같은 재해를 피하기 위해서는 지금부터 준비해야 한다. 특히, 가물이 상습적으로 발생하는 지역에 대해서는 광역 상수도 설비를 설치하거나, 대체 수자원을 개발하는 등의 역량을 키워 향후 미래의 극심한 가물에 대처해 나아가야 할 것이다.

감 사 의 글

본 연구는 21C 프론티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비 지원(과제번호 1-10-2)에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 건설교통부·한국건설기술연구원, 『가물관리 종합대책 수립연구』, 2002.
- Howe C. W., & Smith M.G., The value of water supply reliability in urban water systems, *Journal of Environmental Economics and Management*, 26:19-30. 1994.
- Meral Gerald H., "Local Drought-Induced Conservation: California Experiences", in *Proceedings of the Conference on Water conservation: Needs and Implementing Strategies*, American Society of Civil Engineers, New York. 1979.
- Patricia Koss, M.Sami Khawaja., The value of water supply reliability in California: a contingent valuation study, *Water Policy* 3:165-174, 2001.

⁶⁾ 연구 초반 예상으로는 가물에 따른 피해를 보았던 지역이 일반지역보다 제한급수에 대한 회피비용이 더 클 것으로 예상했으나, 예상과는 달리 7대 광역시가 높은 지불의사를 보였다. 이는 소득, 교육등의 사회적인 변수의 영향이 더 높았기 때문으로 향후 가물상습지역과 제한급수에 대한 지불의사를 비교하기 위해서는 가물상습지역과 소득, 교육등의 수준이 비슷한 지역과의 비교가 더 합리적인 결과를 도출할 것으로 판단된다.