

일반인 인식조사를 통한 도시가뭄 정책의 개선방향 : 한국과 캘리포니아를 대상으로

최희선* · 신동원**†

*한국환경정책·평가연구원 환경계획연구실 선임연구위원, **한국환경정책·평가연구원 기후에너지연구실 부연구위원

Lessons from Public Attitudes toward Water Management and Drought in South Korea and California, USA

Choi, Hee-Sun* and Shin, Dong Won**

*Chief Research Fellow, Division for Environmental Planning, Korea Environment Institute

**Research Fellow, Division for Climate and Energy, Korea Environment Institute

ABSTRACT

With the increase in frequency of extreme climate events, the environmental and economic damage caused by drought is intensifying in many countries, including South Korea, the United States, and Australia. California, which has experienced severe levels of drought since 2012, has responded through various policy measures. In this study, through a survey of awareness of drought and policy preferences among the citizens of South Korea and the residents of California, USA, we investigated the differences in social, policy, and climatic experiences associated with drought. Based on the results, we present implications for policy implementation. Compared to other types of climate change events, drought has a wide influence; however, there is generally a low level of direct public awareness, which is required for effective implementation of policy and promotion of citizen participation. Furthermore, policy implementation should be differentiated based on factors such as culture or age group. In South Korea, which has experienced fewer periodic drought events than California, the current severity of drought is perceived more widely as a part of the climate change phenomena. In addition, in Korea, there is a greater demand for public- and municipal-level policy implementation rather than at the household and individual levels, which should be considered in establishing policy direction. The efficiency of policy implementation depends on level of citizen awareness and participation. This study is significant as it highlights the need for public awareness-based policy promotion through examination of the differences in level of citizen awareness of droughts and drought policies and assessment of public perception in the two countries.

Key words: Extreme Event, Millenium Drought, Urban Drought, Resilience, Perception, Precipitation

1. 서론

전 세계적으로 극한 기후환경의 발생과 빈도가 증가하고 있으며, 이에 대한 영향의 우려와 함께 대응노력의 필요성도 증대되고 있다. 특히 지난 몇 년간 한국은 여름철 집중강우에 따른 침수피해 뿐만 아니라 가을부터 초여름까지 지속되

는 가뭄으로 많은 지역에서 생활 및 농업용수 부족, 수질악화 등의 피해를 받은 바 있어, 가뭄에 따른 사후대책과 더불어 예방적 차원에서의 대응노력들이 이루어지고 있다.

기상청에 따르면, 한국은 2015년 6월 16일 기준으로 영동과 영서, 경기 지역의 강수량이 각각 예년의 39%, 64%, 55%에 불과해 이들 지역에 심각한 가뭄이 계속되고 있으며, 이러한 가뭄으로 소양강댐과 충주댐의 저수율도 예년의

†Corresponding author : dwshin@kei.re.kr / 370, Sicheong-daero, Sejong-si, Republic of Korea / +82-044-415-7221 ORCID 최희선 : 0000-0002-4894-3214 신동원 : 0000-0002-0776-2716

65% 정도에 불과하다고 보고한 바 있다(Kim and Park, 2015). 실제로 2015년은 1988년, 1994년에 이어 1973년 이래 강수량이 세 번째로 낮은 해로 기록되었다(Kim et al., 2016).

한국 뿐만 아니라 미국, 호주, 영국, 중국 등도 가뭄으로 어려움을 겪었으며, 특히 지난 몇 년 간 미국 캘리포니아주의 경우는 1,200년만의 최악의 가뭄에 시달리면서(Griffin, 2014), 원인과 해결방안에 대한 다양한 연구와 정책대안들이 제시되고 있다. 캘리포니아는 2011년 12월부터 2017년 3월까지 약 6년간 가장 심각한 가뭄을 경험했으며(Boxall, 2017), 70년대와 90년대에도 심각한 가뭄의 경험이 있어 지속적으로 대응방안을 모색하고 있다(Swain et al. 2014). 이에 앞서 2001년부터 2009년까지 10여년 간 밀레니엄 가뭄(Millennium drought)를 경험했던 호주는 그 동안의 정책적 시행착오를 거쳐 현재는 상당히 안정화된 단계로 접어들어 물관리를 위한 공공과 민간, 시민참여 등 다양한 부문의 정책을 체계적으로 추진하고 있다. 특히 도시의 물관리를 통한 정책, 계획, 기술 및 기법 등의 적용과 함께 가뭄 시 물이용 제한 및 위반 시 벌금처분 등 도시민, 기업 등의 적극적 참여로 확대 적용하고 있다.

현재 여러 국가에서 경험하고 있는 심각한 가뭄현상은 기후변화 뿐만 아니라 도시화의 확대 및 부적절한 물관리 정책 등 복합적인 원인으로 검토되고 있는데(Zhang et al., 2015), 가뭄의 영향은 향후 전 세계적으로 더욱 심화되고 확대될 것으로 예측되고 있다. 그러나 가뭄은 사람들에게 미치는 영향이 크고 해갈 후에도 수개월에서 수년동안 영향이 지속(Wilhite, 2005) 됨에도 불구하고, 위험에 대한 인식정도가 가장 낮은 재해로 알려져 있다(Choi, 2010).

가뭄은 강우의 절대적 부족량이 아닌 지리적 특성, 발생 시기, 영향 등에 따라 규정하는 것이 상이하며, 다른 재해보다도 다양하고 복합적인 원인으로 인해 발생한다. 이로 인해 가뭄의 정의도 학술적인 명확한 하나의 정의가 아닌, 기상학적 정의와 수문학적 정의, 농업적 정의, 사회경제적 정의 등 다양하게 언급되고 있다(Wilhite and Glantz, 1985). 최근에는 생태적 가뭄(Ecological Drought)으로서의 논의도 활발하게 이루어지고 있으며¹⁾, 가뭄의 원인과 영향, 대책의 체계적 분석과 발전을 위해서는 사실상 다양한 단계에서 여러 분야와의 협업이 필요하다. 이러한 이유로 극한 가뭄에 대처하기 위해 가뭄의 시공간적 분포특성 분석(Kim et al., 2006; Vicente-Serrano, 2006; Bonaccorso et al., 2003), 정책적 전략 마련(Choi et al., 2017; Kim et al., 2013), 기술 개발 등의

분야에서 여러 부문과 연계하여 연구가 수행되고 있다.

가뭄의 원인 중 하나가 도시화 및 물소비 등을 포함한 도시물관리 정책의 부족임에도 불구하고, 도시에 직접적 피해를 유발하는 홍수와 달리 가뭄에 대한 관련 연구 및 논의는 상당히 제한적으로 이루어지고 있다. 또한 물리적이고 가시적인 다른 재난과 달리 보이지 않지만 큰 영향을 미치는 가뭄 대응을 위해서는 일반인들의 인식제고와 이를 기반으로 보다 적극적인 참여를 유도할 수 있는 정책 발굴 및 추진이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 도시 가뭄정책의 보다 발전적 논의를 위하여 가뭄에 대한 일반인 인식조사와 정책적 수요 파악을 통해 도시가뭄정책에의 시사점을 도출하고자 하였다. 일반인들의 도시가뭄에 대한 일반적인 이해와 대응 정책 인식조사는 2016년을 전·후로 심각한 가뭄을 겪었던 한국과 캘리포니아 시민(1년 이상 거주)들을 대상으로 온라인 설문을 시행하였으며, 도시가뭄에 대한 실태와 추진정책, 제도 및 사업들에 대한 인식과 수요 등을 중심으로 조사하였다.

2. 배경: 선행연구 고찰

가뭄은 한국을 비롯해 전 세계 많은 나라들에서도 오랜기간 동안 발생했으며, 심각한 영향을 미쳤던 여러 기록들이 존재하고 있다. 그러나 과거와 비교할 때, 21세기의 가뭄은 그 심각성과 빈도, 기간 등이 점차 증가하고 있으며, 가뭄의 빈도가 21세기 중반에는 2배 이상, 21세기 말에는 3배까지 증가할 것으로 예상되고 있다(Sheffield et al., 2011). 가뭄은 'Creeping phenomena'로 자주 언급되는데(Wilhite, 2011), 다른 재해와는 달리 '잠복성 재해'로 느리게 발달하며 발발하는데 걸리는 시간동안 잠복성을 가지고 있어 이를 알아차리기 어렵다(Kim et al., 2013). 또한 모든 기후조건에서 자연적으로 발생할 수 있을 뿐만 아니라 원인이 복합적이어서 피해예측이 상당히 어렵고, 가뭄에 대한 취약성이 인구의 증가, 토지이용의 변화, 기술 및 정부정책 등 다양한 요소에 의해 지속적으로 변화되고 있다(Wilhite, 2011).

영향의 특성도 다른 재해(홍수, 허리케인 등)와 대조적으로 비구조적(unstructural)인데, 이것은 피해지역이 훨씬 광범위해질 수 있다는 것을 의미할 뿐만 아니라 피해의 양적 산정 및 저감을 위한 방안이 어렵다는 것을 의미하는 것이기도 하다(Hayes et al., 1999). 가뭄의 심각성은 가뭄의 기간, 강도, 공간적 범위 뿐만 아니라 인간의 활동과 지역 물공급, 식생 등과도 관련이 있는데(Hayes et al., 1999), 이는 도시에

1) <https://nccwsc.usgs.gov/science/ecological-drought/>와 <http://snappartnership.net/groups/ecological-drought/> 등에서 알 수 있다.

서의 공간정책, 물관리 및 물소비 정책 등 광범위하고 체계적 정책추진을 통한 사전예방 및 대응이 필요함을 의미하는 것이기도 하다.

가뭄대응을 위해 미국은 지질조사국(USGS), 해양대기청(NOAA) 등 여러 연방정부 부처들이 협력하여 국가가뭄경감센터(National Drought Mitigation Center)를 중심으로 필요한 정보를 제공하고 있으며, 주정부는 이러한 자료를 바탕으로 지역의 기후 및 수자원 상황에 맞는 가뭄대응 계획을 수립하고 있다(Kim and Park, 2015).

미국은 1934년 “Dust Bowl”로 불릴 만큼 심각한 가뭄을 경험한 바 있는데, 특히 가뭄이 심각했던 서부지역의 주민 수백만 명은 다른 곳으로 이주해야만 했으며(Cook et al., 2009), 이후 1976년부터 1977년까지, 2011년부터 2016년까지도 캘리포니아를 중심으로 심각한 가뭄이 지속되어 많은 피해가 있었다. 이처럼 주기적이면서 점차 장기화되고 있는 가뭄에 대응하여 기상, 수문, 농업, 사회경제, 지질, 도시계획 분야 등 다양한 분야의 전문가들의 연구가 이루어지고 있다.

가뭄피해와 관련하여 미국의 Center for American Progress에 따르면, 미국 연방정부는 2011년과 2012년 재해경감(Disaster relief)을 위해 약 620억 달러를 소요하였으며, 거의 대부분은 이 시기에 발생한 심각한 가뭄에 대응하기 위한 것이었다(Wilhite, 2014). 오늘날의 가뭄 영향은 실제로는 훨씬 복합적일 뿐만 아니라, 농업, 교통, 에너지생산, 관광 및 여가, 생태계서비스 및 건강 등에도 영향을 미쳐 환경, 사회, 경제적으로까지 나타나고 있다(Wilhite, 2012). 예를 들어 해양대기청(NOAA)의 국가기후데이터센터(National Climatic Data Center)는 1980년부터 2010년까지 미국의 가뭄이 1,850억 달러 이상의 손실을 초래했다고 보고했다(Wilhite, 2012). 미국에서만 2013년 현재 2010년부터 발생한 가뭄으로 인해 약 400억 달러의 비용이 들었으며, 218명의 생명피해가 있었다(Overpeck., 2013). 2014년 가뭄으로 양서류, 조류, 포유류 등 야생동물에 까지 영향이 연속적으로 발생했으며, 1,200만 그루의 나무가 고사하기도 하였다(AghaKouchak et al., 2015). 2013년 캘리포니아주 거의 전 지역은 12개월간의 축적강우량이 평년의 34%에도 미치지 못했는데(Swain et al., 2014), 이러한 영향은 주가 “가뭄 비상사태 (drought emergency)”를 선언하는 계기가 되었고, 주의 58개 카운티가 연방정부로부터 “자연 재해지역(natural disaster area)”으로 지정되었다(Swain et al., 2014; USDA 2014). 특히 3년 동안 평균이하의 토양수분 유지로 2014년

은 지난 1,200년 동안 가장 심각한 가뭄으로 분석되었다(Griffin, 2014). 이 같은 심각한 가뭄으로 인한 지하수 사용과 고갈은 최대 30m 이상까지의 지반침하로 이어지고 있고(Farr et al., 2015), 이에 가뭄이 심각한 지역에 입지해 있는 대학에서도 다음해 봄까지 물 사용량 12%를 줄이는 등 자발적 노력도 함께 이루어지고 있다²⁾.

도시 가뭄은 생산량이나 일자리를 통해 정량적 피해규모를 파악할 수 있는 농촌지역에서의 가뭄과 달리 그 피해가 지역경제 뿐만 아니라 도시 공간 전역에 광범위한 영향을 미치지만 피해가 가시적이지 않고, 정량화가 쉽지 않아 위험성 인지가 상당히 낮다(Choi, 2010). 이러한 도시가뭄의 특징을 고려하여 가뭄을 포함한 극한 기후에 대한 인식과 소통체계를 위해 시민들을 포함한 이해당사자들과의 인터뷰, 인식조사, 포커스 그룹(focus group) 논의 등 기후 커뮤니케이션(Climate communication)을 통한 손실과 피해의 최소화 방안(Osaka and Bellamy, 2020)이 모색되고 있으며, 이를 통한 대응역량 확보(Lim et al., 2018; Dilling et al., 2019) 등도 고려되고 있다.

가뭄대응의 참여적 접근 중 하나인 도시민들의 물소비와 관련한 인식과 현실 간의 차이를 기반으로 정책적 시사점을 도출한 연구에서는 지리적 특성과 사회인구적 요인이 통계적으로 유의함을 제시하기도 하였다(Araya et al., 2020). 또한 최근 도시가뭄 원인의 복합성을 고려하여 취약성 평가의 틀로서 사회-경제, 물, 정책적 지표를 통합적으로 고려한 방법론 등이 모색되고 있다(Wang et al., 2020). 특히 도시가뭄은 개별적인 문제해결 접근보다는 폭염 및 강수 등과 연계하여 해결방안을 모색해야 하는 복잡한 유형 중의 하나로 도시에서의 가뭄대응을 위한 계획적 접근에는 도로의 포장면적 최소화, 투수성 포장, 입체녹화 등 열섬, 도시미기후, 빗물 관리와 같은 다른 기후변화 대응을 위한 계획과도 연계되어 있는 것으로 강조되기도 한다(Kim, 2012).

3. 연구 방법

본 연구는 문헌조사와 설문조사로 크게 구분된다. 문헌조사는 가뭄과 관련된 키워드 검색을 통해 관련연구와 정책동향을 살펴보았으며, 설문조사는 한국과 미국 캘리포니아³⁾의 일반시민을 대상으로 양 국가의 가뭄이 심각하게 진행되었던 2016년 스마트폰 앱(한국과 미국의 앱 설문 전문기관의 패널집단을 대상으로 조사)을 통한 조사를 시행하였다. 일반

2) <http://www.news.ucsb.edu/2015/015766/smart-water>

3) 한국의 경우에도 2015년 가장 강수량이 낮았으며, 2013년과 2014년도도 낮은 강수량을 보이고 있어, California의 2012년부터 2015년까지의 이례적(unusual) 가뭄이었던 2012년부터 2017년 3월까지의 심각한 상황과 유사하다.

시민 인식의 경우 캘리포니아와 한국의 일반시민 500명, 캘리포니아 600명 등 총 1,100명을 대상으로 동일한 설문지에 대한 조사를 통해 양 국가 시민들의 가뭄에 대한 인식 정도와 정책에 대한 선호도를 중심으로 고찰하였으며, 일반시민들의 선호도와 정책적 합리성 확보를 위해 국내외 정책기술 관련 문헌 및 호주의 실제 적용정책 등을 기반으로 정책적 시사점을 도출하였다.

한국과 캘리포니아의 면적 및 인구 등 주요 특징은 Table 1과 같으며, 양 국가의 가뭄 시기는 2015년을 전후로 유사하나 한국은 가을-겨울-봄에, 캘리포니아는 봄-여름-가을에 가뭄이 집중되어 있다는 점은 차이점이라고 할 수 있다.

Table 1. General comparison of South Korea and California, US

Category	South Korea	California, US
Location	North East Asia	Western region, US
Areas	99,720km ²	423,970km ²
No. of Population	51,541,582(2016)	38,340,000(2014)
Rainfall information	Average annual rainfall : 1,000(Min)-1,900(Max) mm	Average annual rainfall : 500 mm

설문조사 기간, 인원, 방법, 항목 등을 비교하여 제시하면 다음 Table 2와 같으며, 캘리포니아 시민의 경우 가뭄 경험 등을 고려하여 총 설문에 응답한 3,176명 중 캘리포니아에서 1년 이상 거주한 1,066명 중에서 17개 문항에 대해 모두 답한 601명을 중심으로 분석하였다. 나이대별 비율 및 남녀

비율(각 50%)도 가능한 유사한 비율로 분포하도록 구성하여 양 국가 동일한 16개 문항을 중심으로 설문을 시행하였으며, 우리나라는 정책적 시사점 등의 보완을 고려하여 현황 및 특수성 등의 추가 고려한 11개 문항을 추가 설문하여 정책 도출 등에 활용하였다.

Table 2. Introduction of survey

Category	South Korea	California, US
Survey organization	Open survey https://www.opensurvey.co.kr	Pollfish https://www.pollfish.com
No. of participants	500	601
Participants	Citizens of South Korea Adults aged 18 or over	Residents of California (1 year or longer) Adults aged 18 or over
Gender ratio (Men: Women)	50%: 50%	48%: 52%
Respondent composition (Age)	11~19yrs(2%): 20~29yrs(13%): 30~39yrs(25%): 40~49yrs(25%): 50~59yrs(25%): 60yrs(10%)	18~24yrs(29%): 25~34yrs(29%): 35~44yrs(18%): 45~54yrs(15%): over 54yrs (9%)

공통으로 조사한 16개 문항은 다음 Table 3과 같이 크게 ①도시민들의 가뭄에 대한 인식조사와 ②도시를 중심으로 적용될 수 있는 가뭄정책의 선호도로 구분하여 조사하였다. 조사결과는 항목별 평균 및 표준편차를 도출하고 양 국가 답변간의 유의성 판단을 위해 t-test를 시행하였다.

Table 3. Main survey items

Category	Survey Item
I. Awareness of drought	I-1. Awareness of the severity of drought in California/South Korea
	I-2. Status on the experience of drought
	I-3. Means of obtaining drought information
	I-4. Awareness of the primary causes of drought
II. Preferences relating to urban drought policy	I-5. Awareness of the secondary causes of drought
	I-6. The severity of the current drought
	I-7. The severity of drought over 50 years
	II-1. Preference for five main policies
	II-2. Preference for policies on the water storage and management infrastructure
	II-3. Preference for policies on the improvement of water use efficiency
	II-4. Preference for urban water circulation improvement policy
	II-5. Preference for policies for the promotion of education and awareness
	II-6. Preference for policies with flat-rate application
II-7. Comments on current water rates	
II-8. Appropriate level of water rate adjustment in the future	
II-9. Water utility bills payer	

4. 가뭄 인식과 도시 가뭄정책 선호 조사 결과

4.1. 가뭄 인식(Drought Knowledge) 조사 결과

가뭄인식조사 결과는 가뭄에 대한 인식과 관련한 총 7개의 동일 항목에 대해 조사하였으며, 그 구체적인 질문과 답변 항목별 평균비율 및 표준편차 등은 Table 4와 같다.

첫 번째, 가뭄의 심각수준에 대한 인식과 관련하여 캘리포니아 시민들은 26.5%가 관심있게 지켜보고 있으며, 41.1%가 생활이나 생계와 관련하여 심각하게 생각하고 있다고 답변하였다. 한국은 생계와 관련이 있어 심각한 문제로 인식하는 비율은 21.6%로 상대적으로 낮으나 45.2%가 관심있게 가뭄을 지켜보고 있어 두 국가 모두 약 66~67%수준에서 관심도가 높아 가뭄 심각성에 대한 인식수준은 유사한 것으로 나타났다.

두 번째, 가뭄에 대한 경험을 묻는 질문에서는 유의적 차이가 없는(t-test 0.1066) 평균 30%대의 유사한 수준으로 가뭄에 대한 불편이 없는 것으로 나타났으나, 캘리포니아는 일상적인 삶(35.8%)이나 생계에 직접적 경험(16.1%)을 한 비율이 높았으며, 한국은 다른 사람의 경험을 간접적으로 듣거나 인지하는 비율이 높게 나타났다(39.2%). 이는 캘리포니아의 경우 물소비를 줄이기 위한 일상적인 캠페인 및 참여중심의 정책, 물이용량 제한 등의 정책 확산이 이루어지는 반면, 한국의 경우 삶에 직접적 영향을 미치는 정책으로까지 확산되지 않아 가뭄 정책의 노출수준이 인식에 영향을 미쳤을 것으로 판단되었다.

세 번째, 가뭄에 대한 정보와 관련하여 선호하는 2가지 매체를 조사한 결과, 캘리포니아 시민들은 대부분 TV(66.2%)와 인터넷 검색(34.4%) 등을 통해서 정보를 인지하고 있으며, 기타 사람들과의 대화(23.6%), 신문(20.8%), 라디오(19.8%) 순으로 답변하였다. 한국의 경우는 TV를 통한 정보인식이 89%로 압도적으로 높았으며, 다음으로 인터넷 기사(6.6%), 사람들과의 대화(2.0%) 순으로 조사되었다. 양 국가 모두 TV, 인터넷 기사, 사람들과의 대화 순으로 조사되었으나, 그 비율은 차이를 보여 정보인지의 수단, 문화적 차이 등을 살펴볼 수 있다.

네 번째, 가뭄의 주요 원인에 대해 캘리포니아 시민들은 32.6%가 지구온난화와 같은 심각한 기후변화를 꼽았으며, 24.5%가 강우부족의 특징을 가지고 있는 국가나 도시 고유의 특성으로 인식하고 있다고 답변하였다. 또한 15.1%가 기후변화와 (비)주기적 가뭄의 복합적 작용을, 14.5%가 (비)주기적 가뭄이 주요 원인으로 인식하고 있었다. 한국은 65.8%가 기후변화를 주요 원인으로, 21.4%가 기후변화와 (비)주기적 가뭄의 복합적 작용으로 인식하였다. 캘리포니아와 비교할 때 한국의 시민들은 가뭄 현상을 기후변화와 연계하여 인식하고 있는 비율이 87.2%로 캘리포니아(47.7%) 보다 높게 나타났다. 특정 국가나 도시의 고유한 기후현상으로 보는 비율이 캘리포니아의 경우 24.5%로 한국의 5.2%에 비해 상대적으로 높았다. 이는 캘리포니아의 경우 1930년대, 1970년대, 1990년대 및 최근의 주기적인 가뭄이 발생했던 것에 근거하고 있는 것으로 보인다. 이와 대조적으로 한국은 이례적 가뭄으로 기후변화에서 그 원인을 높이 인식하는 것으로 해석할 수 있다.

다섯 번째, 캘리포니아 시민들은 가뭄의 2차적인 원인에 대해서 저류와 효율적 강우사용 및 관리에 대한 종합적 고려의 부족이 31.9%로 가장 많았으며, 물 소비 자체의 증가가 22.0%, 불투수공간의 증가 및 열섬효과와 같은 빠른 도시화가 18.1%로 답변하였다. 한국도 물 관리의 종합적 관리 부족을 39.6%가 물소비 증가를 24.2%로 답변하는 등 유사하게 답하였으나, 저류지와 같은 기반 시설 부족도 20.0%, 불투수공간의 증가 및 여름철 열섬 현상 등 급격한 도시화도 16.0%로 높게 답하였다. 양 국가 시민 모두 물 관리에 대한 종합적 고려의 부족 및 물 소비 자체의 증가가 주요한 원인으로 인식하고 있었다.

여섯 번째와 일곱 번째는 현재와 미래의 가뭄 심각도를 1점부터 7점 척도로 조사한 것으로 현재의 가뭄에 대해서는 캘리포니아는 평균 4.9점 한국은 5.1점으로 유사한 것으로 조사되었으며, 50년 후 미래의 심각성에 대해서는 캘리포니아는 평균 5.1점, 한국은 5.5점으로 미래의 심각성에 대한 인식이 다소 높은 것으로 조사되었다. 이는 캘리포니아의 가뭄은 역사적 사실에 근거함에 따라 향후 미래의 심각성에 대한 인식이 낮은 반면, 한국의 경우 과거와 달리 이례적 가뭄으로 인해 향후 미래에 대한 불안요소가 다소 크게 작용한 것으로 판단된다.

Table 4. The results of perception comparison on drought knowledge

Variable	California		South Korea		T-test
	Mean(%)	Std. Dev	Mean(%)	Std. Dev	
1. Awareness of the severity of drought in California/South Korea: Do you know that we have recently been experiencing severe droughts?					
1) I was not aware of this.	11.0	0.313	8.0	0.272	0.0001***
2) I have heard about this, but I haven't taken an interest in it.	15.6	0.364	25.0	0.433	0.0000***
3) I have been interested in this topic.	26.5	0.441	45.2	0.498	0.0000***
4) I think of this as a serious issue, as it is related to quality of life/living conditions.	41.1	0.492	21.6	0.412	0.0000***
5) Other	5.8	0.234	0.2	0.045	0.0000***
2. Status on the experience of drought: Have you ever experienced a drought?	-	-	-	-	-
1) Never.	30.6	0.461	35.2	0.478	0.1066
2) I have heard about a drought or experienced it indirectly from people who actually experienced one.	17.5	0.380	39.2	0.489	0.0000***
3) I have experienced drought-related inconveniences in daily life, such as water shortages.	35.8	0.480	18.2	0.386	0.0000***
4) I have experienced difficulties in means of living.	4.5	0.207	6.2	0.241	0.2070
5) I have experienced difficulties in both daily life and means of living.	11.6	0.321	1.2	0.109	0.0000***
3. Means of obtaining drought information: How do you obtain information on droughts? (Multiple responses)	-	-	-	-	-
1) TV	66.2	0.473	89.0	0.313	0.0000***
2) Radio	19.6	0.398	40.2	0.491	0.0000***
3) Newspaper	20.8	0.406	19.7	0.396	0.5651
4) Magazine	3.5	0.184	7.4	0.262	0.0038***
5) Local information sheet	6.0	0.237	1.8	0.133	0.0005***
6) Internet news articles	34.4	0.476	6.6	0.249	0.0000***
7) Lectures or classes	5.7	0.231	0.4	0.063	0.0000***
9) Experience	10.0	0.300	1.8	0.133	0.0000***
10) Conversation	23.6	0.425	2.0	0.140	0.0000***
11) Other	0.0	0.000	0.2	0.045	0.2731
4. Awareness of the primary causes of drought: In your opinion, what is the most direct cause of a drought?	-	-	-	-	-
1) It is a unique climate phenomenon of certain countries or cities related to insufficient rainfall.	24.5	0.430	5.2	0.222	0.0000***
2) It is a phenomenon that occurs on a periodic or non-periodic basis, as we have had many droughts in the past.	14.5	0.352	7.0	0.255	0.0001***
3) It is the result of increasingly severe climate change, including global warming.	32.6	0.469	65.8	0.475	0.0000***
4) It can be attributed to the complex action of climate changes, including global warming and periodic or non-periodic droughts.	15.1	0.359	21.4	0.411	0.0071***
5) Other	13.3	0.340	0.6	0.077	0.0000***
5. Awareness of the secondary causes of drought: In your opinion, what is the secondary cause of a severe drought?	-	-	-	-	-
1) Lack of infrastructure such as retention ponds to prevent droughts	12.8	0.335	20.0	0.400	0.0012***
2) Rapid urbanization, which increases impermeable space and the thermal island effect in summer	18.1	0.386	16.0	0.367	0.3497
3) Increasing water consumption for farming and by industries and cities compared to rainfall	22.0	0.414	24.2	0.429	0.3802
4) Lack of water management measures like a lack of comprehensive consideration of retention and efficient use of rainfall	31.9	0.457	39.6	0.490	0.0082***
5) Other	15.1	0.359	0.2	0.045	0.0000***
6. The severity of the current drought (min=1, max=7)	4.9	1.574	5.0	0.971	0.08*
7. The severity of drought over 50 years (min=1, max=7)	5.1	1.645	5.5	1.071	0.0000***

Notes: Superscripts *, ** and *** indicate statistical significance at the 10 percent, 5 percent and 1 percent levels, respectively.

4.2. 도시 가뭄정책(Urban Drought Policy) 선호 조사 결과

도시 가뭄정책은 문헌을 통해 크게 ①물 저류 및 관리기반 확보 정책 ②물 사용 효율성 향상 정책 ③물순환 향상 정책 ④교육 및 인식 확대 정책 ⑤일률적 적용 정책(단수 및 절수 등) 5가지 유형으로 구분하였으며, 5개 유형 중 우선적으로 필요한 정책과 각 유형별 세부 정책의 선호도를 조사하였다. 동일한 설문을 통해 한국인의 인식과 비교한 결과 Table 5와 같이 도출되었다.

첫 번째, 도시 가뭄정책 5가지 유형의 정책에 대해 캘리포니아 시민들은 물 누출방지, 고효율시설 등 물 사용 효율을 높이는 정책 선호도가 25.3%로 가장 높았으며, 물 저류 및 관리기반 확보(20.5%), 일률적 적용 정책(19.8%), 교육 및 인식 확대정책(18.0%), 물순환 향상(16.5%) 순으로 조사되었다. 한국도 물 사용 효율성 향상 정책(35.6%), 물 저류 및 관리기반 조성 정책(27.0%)이 높게 나왔으나, 나머지 물순환 향상정책(20.8%), 교육 및 인식 확대(15.4%), 일률적 적용정책(1.2%)은 다소 차이가 존재했다. 양 국가 모두 향상된 기술을 활용한 물사용 효율에 대한 선호도가 가장 높았으며, 캘리포니아의 경우 단수 및 의무절수와 같은 일률적 적용정책에 대한 선호도가 한국에 비하여 상대적으로 높게 나왔다.

두 번째, ‘물 저류 및 관리기반 확보 정책’과 관련하여 가장 우선적으로 추진이 필요한 세부정책에 대해 캘리포니아 시민은 해수담수화 시설이 31.4%로 가장 높았으며, 지하공간의 대규모 빗물 저장시설의 조성(29.5%), 저류지 및 댐 조성과 확장도(27.5%)순으로 선호도가 높았다. 한국은 지하공간의 대규모 빗물 저장시설이 39.2%, 해수담수화 시설이 30.0%, 저류지 및 댐도 29.8%로 답하였다. 대체적으로 양 국가 모두 유사한 비율의 필요성이 제기되었으며, 한국은 해수담수화 시설보다는 지하공간의 대규모 빗물저장시설에 대한 요구가 더 높았다. 이는 캘리포니아는 겨울이 우기로 강우와 폭설이 함께 나타나 저류조의 필요성이 낮으나, 한국은 여름이 우기로 집중호우 현상이 빈번하게 발생 됨에 따라 홍수와 가뭄 등 복합적 기능 측면에서 기후적 특성이 반영된 것으로 보인다.

세 번째, 캘리포니아 시민들의 ‘물 사용 효율성 향상 정책’에 대한 세부정책 선호는 오래된 상수도 교체와 같은 누수방지사업이 25.5%로 가장 높았으며, 하수 및 중수이용 기술 및 정책(21.0%), 수도꼭지 샤워기 교체와 같은 사용효율을 높이기 위한 정책(19.8%), 내건성 식물교체사업(11.5%), 물 은행프로그램

(11.3%) 순으로 답하였다. 한국은 ‘물이용 효율 향상정책’에 대한 선호도가 가장 높았으며, 수도물 누수방지 사업의 경우 43.2%로 그 필요성이 상당히 높은 비율로 제기되었으며, 수도물 누수방지사업, 하수 및 중수 이용기술개발 및 활성화 정책이 전체 74.2%로 높은 비율을 차지하였다. 실제로 한국은 2018년 현재 상수도 보급률이 99.2%이나 노후도가 높아 20년 이상 된 상수도관 교체 사업에 국가와 지자체들의 투자가 확대되어 가고 있다(www.waternow.go.kr).

네 번째, ‘물순환 향상 정책’과 관련하여 캘리포니아는 강우와 수요를 고려한 통합계획의 필요성이 30.6%로 가장 높았으며, 녹지공간과 같은 강우의 침투를 높이기 위한 설계요소의 도입이 22.8%, 그 다음으로 물순환 도시계획 수립(18.1%), 강과 습지복원 등의 물순환 건전성 확보(17.1%)순으로 답변하였다. 한국은 도시의 빗물저류, 침투를 높이기 위한 기술도입 및 녹지화가 35.6%, 가뭄관리 통합계획이 28.0%, 하천복원 등의 물순환건정성 확보가 19.6%, 기존도시와 신도시의 물순환 도시계획 수립은 16.2%로 제시되었다. 양 국가 모두 도시의 물순환성을 높이기 위한 기술과 녹지의 선호도가 높았으며, 가뭄관리 통합계획의 수요도 높게 나타났다.

다섯 번째, ‘교육 및 인식확대 정책’ 분야의 세부정책에 대한 선호에서는 캘리포니아의 경우 지역사회 중심의 교육과 참여가 29.3%로 가장 높았으며, 물절약에 따른 인센티브 정책이 28.8%, 대중매체를 통한 물절약 인식과 홍보가 27.8%로 높게 나왔으나, 선호도는 유사한 비율로 제시되었다. 한국은 언론매체를 통한 인식과 홍보가 35.8%로 가장 높았으며, 인센티브 지원정책이 31.4%, 물절약 시민교육 및 자발적 참여유도 정책은 30.8%였다. 앞서, 가뭄에 대한 정보의 경로가 한국의 경우 TV가 절대적으로 높았던 만큼, 언론매체를 통한 인식확대와 홍보정책의 선호도가 캘리포니아에 비하여 높게 제시된 것으로 보인다.

여섯 번째, ‘일률적 적용정책’에 대한 선호는 캘리포니아는 분야별 물사용 절감을 적용정책이 36.6%로 가장 높게 나왔으며, 수도요금의 조정(27.3%), 가뭄 시 일시적 단수(18.8%)순으로 답하였다. 한국도 비율은 다르나 동일한 순으로 제시되었다. 일률적으로 적용하는 정책에 대해서는 다른 정책에 비하여 어느 것도 선택하지 않은 비율이 한국은 6.8%, 캘리포니아는 17.3%로 선호도가 가장 낮은 정책이기도 하다.⁴⁾

기타, 물수요 관리의 주요한 대안으로 제시되는 수도요금 현황 및 인상에 대해 현재의 수도요금 수준과 향후 지불가능한 범위를 조사해 본 결과 다음 Table 6과 같다.

4) 특히 한국인들은 세 가지 정책 중 가장 불필요한 정책으로 상수도 요금의 조정 및 인상정책을 36.8%로 가장 높게 제시하였다.

Table 5. The results of perception comparison on urban Drought policy

Variable	California		South Korea		T-test
	Mean(%)	Std. Dev	Mean(%)	Std. Dev	
1. Preference for five main policies: Of the following five policy types, which are the most necessary to your region?					
1) The creation of water retention and management facilities	20.5	0.404	27.0	0.444	0.0108**
2) Improvement of the efficiency of water use	25.3	0.435	35.6	0.479	0.0002***
3) The improvement of water circulation	16.5	0.371	20.8	0.406	0.0653*
4) Promotion of education and perception	18.0	0.384	15.4	0.361	0.2565
5) Uniformly applied policies	19.8	0.399	1.2	0.109	0.0000***
2. Preference for policies on the water storage and management infrastructure: In your opinion, what is the most urgent initiative with regard to the creation of water retention and management facilities?					
1) Expansion and creation of retention ponds/dams that can be utilized in the event of droughts	27.5	0.447	29.8	0.458	0.3912
2) Creation of desalination facilities that use sea water as a water supply source	31.4	0.465	30.0	0.459	0.6048
3) Creation of large-scale underground rain water storage in preparation for floods and droughts.	29.5	0.456	39.2	0.489	0.0007**
4) Nothing	11.6	0.321	1.0	0.100	0.0000***
3. Preference for policies on the improvement of water use efficiency: In your opinion, what is the most urgent initiative with regard to the improvement of the efficiency of water use?					
1) Water leakage prevention projects, including the replacement of old water pipes	25.5	0.436	43.2	0.469	0.0000***
2) Policies that support the development and vitalization of sewage and heavy water utilization technologies	21.0	0.407	31.0	0.463	0.0001***
3) Projects to develop facilities with higher water use efficiency, such as replacement of faucets and showers	19.8	0.399	14.0	0.347	0.011**
4) Policies for the replacement of street and garden plants with ones more resistant to droughts and dryness	11.5	0.319	7.6	0.265	0.0304**
5) A water bank program for trading water and water credits in the public and private sectors	11.3	0.317	3.0	0.171	0.0000***
6) Nothing	11.0	0.313	1.2	0.109	0.0000***
4. Preference for urban water circulation improvement policy: In your opinion, what is the most urgent initiative with regard to the improvement of urban water circulation?					
1) Establishing urban plans that consider water circulation in existing urban development projects	18.1	0.386	16.2	0.369	0.3977
2) Introducing technologies and afforestation (greener rooftop and rain retention gardens) to improve rain retention and permeability in the city	22.8	0.420	35.6	0.479	0.0000***
3) Securing the soundness of urban water circulation, including ecological rivers and restoration of water-retaining wetlands	17.1	0.377	19.6	0.397	0.2928
4) Establishing a comprehensive drought management plan that considers rainfall, demand and infrastructure	30.6	0.461	28.0	0.449	0.3435
5) Nothing	11.3	0.317	0.6	0.077	0.0000***
5. Preference for policies for the promotion of education and awareness: In your opinion, what is the most urgent initiative with regard to promotion of education and perception?					
1) Policies to spread awareness regarding the need to save water, and the promotion of water saving through mass media, for example	27.8	0.448	35.8	0.480	0.0043***
2) Policies on public education and spontaneous participation for water saving through community-level activities	29.3	0.455	30.8	0.462	0.5851
3) Policies on incentives for water saving	28.8	0.453	31.4	0.465	0.3462
4) Nothing	14.1	0.349	2.0	0.140	0.0000***
6. Preference for policies with flat-rate application: In your opinion, what is the most urgent initiative with regard to uniform application of policies?					
1) Policies on temporary water outages in cases of severe drought	18.8	0.391	21.0	0.408	0.3626
2) Measures to reduce a certain proportion of water use in the event of droughts by area (e.g., agriculture, industry)	36.6	0.482	49.2	0.500	0.0000***
3) Policies on temporary adjustment in increase in water utility bills to promote water saving	27.3	0.446	23.0	0.421	0.1036
4) Nothing	17.3	0.379	6.8	0.252	0.0000***

Note: Superscripts *, ** and *** indicate statistical significance at the 10 percent, 5 percent and 1 percent levels, respectively.

Table 6. The results of perception comparison on Water rates

Variable	California		South Korea		T-test
	Mean(%)	Std. Dev	Mean(%)	Std. Dev	
1. Comments on current water rates: What do you think of the level of water utility bills in your city?	4.7	1.465	4.3	0.929	0.0000***
2. Appropriate level of water rate adjustment in the future: When it is necessary to increase water utility bills temporarily or continuously due to water shortage, what level do you think is appropriate?	-	-	-	-	-
1) Current level	24.3	0.429	41.4	0.493	0.0000***
2) Within 10% of the current level	25.0	0.433	41.6	0.493	0.0000***
3) 10-30% of the current level	18.8	0.391	9.6	0.295	0.0000***
4) 30-50% of the current level	15.1	0.359	4.2	0.201	0.0000***
5) 50-100% of the current level	7.7	0.266	0.18	0.133	0.0000***
6) 2 x the current level	4.2	0.200	1.0	0.100	0.0013***
7) 3 x the current level	5.0	0.218	0.4	0.063	0.0000***
3. Water utility bills payer					
1) My family(me, parents, children)	63.2	0.483	87.8	0.328	0.0000***
2) Landlord	22.8	0.420	11.8	0.323	0.0000***
3) Others(e.g., relatives, acquaintance, roommate/housemate)	0.14.0	0.347	0.4	0.063	0.0000***

Note: Superscripts *, ** and *** indicate statistical significance at the 10 percent, 5 percent and 1 percent levels, respectively.

현재 수도요금에 대한 적절성에 대해서는 캘리포니아가 한국보다 높다는 인식이 다소 많았다.⁵⁾ 향후 수도요금 조정에 대해서는 캘리포니아는 10% 이내에서의 인상이 25.0%로 가장 높았으며, 현 수준 유지도 24.3%였다. 한국도 10% 이내의 인상이 41.6%로 가장 높았으며, 현 수준 유지가 41.4%였다.⁶⁾ 또한, 한국의 경우 현상태유지 및 10% 이내 인상에 대한 의견이 캘리포니아에 비해 높았는데, 이는 한국은 대부분 본인이나 가족이 상수도 요금을 내는 반면 (87.8%), 캘리포니아의 경우 63.2%가 본인과 가족부담이고 22.8%는 주인이 지불하는 특징을 가지고 있었다.

5. 인식조사 기반 정책적 시사점

본 장에서는 가뭄에 대한 인식과 정책 우선순위에 대해서 양국가의 시민들을 대상으로 조사·분석한 결과와 관련 문헌의 주요 내용 고찰을 바탕으로 도시 가뭄관련 정책에의 시사점을 도출하였다.

가뭄에 대한 인식과 관련하여, 양 국가 모두 3년 이상의 심각한 가뭄이 있었음에도 불구하고 관심있게 가뭄의 심각성을 인식하고 있는 답변은 50% 이내로 일반인예의 직접적 영향과 파급영향은 높지 않은 것으로 나타났다. 실제로 홍

수와 비교할 때 가뭄은 물리적 기반시설의 훼손과 파괴와 같은 구조적 피해보다 비구조적 피해가 발생하고, 폭염과 같이 건강에 직접적 피해로 발생하는 것은 아니어서 직접적으로 인식하기 어려울 수 있다. 캘리포니아 시민의 30.6%가 가뭄에 대한 간접적 경험조차도 없다고 답변해 가뭄으로 인한 물소비 및 관리정책 추진에 일반인의 참여를 유도하기에는 상당히 어려움이 따를 것으로 보인다.

가뭄의 심각성과 정책인식의 필요성을 확대하기 위한 인식수단으로 한국의 경우 TV가 가장 유용한 수단으로 판단되며, 캘리포니아의 경우에는 TV 뿐만 아니라 인터넷뉴스, 사람을 통한 정보공유 등 다양한 접근방법이 효과적일 것으로 보인다.

가뭄의 원인에 대해 최근 기후변화의 영향이 크게 부각되고 있으나(Hong et al., 2019), 캘리포니아와 같이 과거 가뭄이 역사적으로 심각한 사례가 있는 경우 지역고유의 특성으로 인식하는 비율도 높게 나타났다. 이와 연계하여 현재의 가뭄 심각성에 대해서도 한국(72.6%)이 캘리포니아(64.9%)보다 다소 높았으며, 미래 가뭄을 심각하게 인식하는 비율도 한국(82.4%)이 캘리포니아(67.2%)보다 높아 과거와 현재의 경험이 미래의 심각성에 대한 인식에 영향을 미칠 수 있음을 알 수 있었다. 또한 가뭄의 2차적인 원인에 대해 도시화 및 물소비의 증가보다는 통합적 물관리 수단(정

5) 캘리포니아 시민의 30.5%가 적절하다고 답하였으며, 높은 것으로 보는 의견도 54.9%로 조사되었다. 한국은 55.6%가 적절하다고 답하였으며, 34% 이상은 높은 편으로 답변하였다.

6) 호주에서 시민들을 대상으로 한 설문조사에서 도시열섬 완화, 하천의 건강성 향상에 대한 지불의사에 대한 설문조사도 이루어진 바 있는데, 대체로 소득이 높을수록 지불의사가 증가하는 것으로 분석된 바 있다(CRC water sensitive city, 2014).

책)에 더 큰 문제가 있다고 조사되어 소비 측면 보다는 공급 측면의 관리가 더 중요하다고 인식하고 있었다. 따라서, 양 국가 모두 국가단위의 가뭄 인식정책 추진 시 기존 정책의 정당성 확보가 선행되어야 하며, 그럼에도 불구하고 도시화 및 물소비 증가가 가뭄의 원인 중 하나임을 과학적으로 제시함으로써 정책 참여를 유도할 필요가 있을 것으로 보인다.

가뭄관련 정책을 5가지로 유형화하여 조사한 결과, 가뭄의 해결을 위한 물 사용 효율을 높이는 정책 및 기술활용, 물저류 시설 조성에 대한 선호도가 공통적으로 높았으나, 시민들의 사회적 인식과 정책의 경험여부에 따라 캘리포니아는 교육이나 일률적으로 개인에게 적용하는 정책 등 참여형 정책에 대한 선호가 높았다. 반면 한국은 단수와 의무절수 정책의 선호도는 상당히 낮고 정부의 물순환성 향상 정책에 대한 선호가 높아 국가 간 차이를 살펴볼 수 있다.

캘리포니아와 한국 모두 높은 비율로 선호되는 ‘물 저류 관리 기반 확보 정책’에 대해서 캘리포니아는 해수담수화 시설을 한국은 지하공간의 대규모 빗물저장시설을 가장 선호해 해안을 중심으로 대도시가 형성되어 있는 캘리포니아의 지리적 특성과 한국의 여름철 집중강우와 같은 기후 특성이 반영된 것으로 보인다. 다만 캘리포니아의 경우 물리적 시설조성 정책에 대해 모두 불필요하다는 답변도 11.6%로 한국(1%)에 비해 높았다.

‘물 사용 효율성 향상 정책’과 관련해서는 오래된 상수관 교체 등 누수방지 및 하수, 중수이용기술에 대한 선호는 캘리포니아가 약 46.5%, 한국이 74.2%로 근본적인 물의 효율적 이용이 모두 선호되는 반면, 샤워기 교체나 내건성 식물 교체와 같이 개인이나 가구단위의 참여가 전제되는 정책의 경우 캘리포니아(31.3%)가 한국(21.6%)보다 높은 선호도를 보여 가뭄인식 관련 설문 결과와 같은 맥락을 갖고 있었다.

‘도시 물순환성 향상정책’에서는 양 국가의 1, 2순위는 다르나 모두 우수침투 및 저류를 촉진하기 위한 녹지조성(캘리포니아 22.8%, 한국 35.6%)과 가뭄관리통합계획(캘리포니아 30.6%, 한국 28.0%)을 높게 선호하였다.

‘교육 및 인식 확대 정책’과 관련해서 양국 모두 비슷한 비율로 정책선호도가 나왔으며, 캘리포니아는 지역사회차원에서 참여할 수 있는 자발적 참여를 위한 교육이 한국은 언론매체를 통한 인식과 홍보정책의 선호도가 다소 높았다. 이를 고려할 때, 문화적 차이를 기반으로 한 교육 및 인식확대 정책의 적용이 이루어질 필요가 있을 것으로 보인다.

‘일률적 적용 정책’에 대해서는 두 국가 모두 분야별 일정비율 물이용을 줄이도록 하는 조치가 가장 높게 제시되었

으며, 특히 한국의 경우 상수도요금 인상에 대해서는 부정적으로 답변하였다. 한국에 비해 캘리포니아가 요금인상에 대해서는 더 긍정적인 것으로 조사되었다. 향후 수도요금 인상정책 시 인상에 앞서 가뭄에 대한 현재와 미래의 심각성, 물의 가치 및 사용 등에 대한 인식 전환을 통해 단계별 접근이 요구되며, 가뭄인식 확대를 위한 다양한 매체와 방법의 모색이 요구될 것으로 보인다.

6. 결론 및 고찰

도시민들의 인식조사를 통해 고찰된 바와 같이 가뭄은 홍수나 폭염과 달리 실제 체감되기 쉽지 않은 기후요인이나 실제로 사회, 경제적 파급영향(물가상승 등)은 클 것으로 보여(Hong et al., 2019; Howitt et al., 2014; Kim et al., 2013), 다른 기후요인보다 인식제고를 위한 노력이 더욱 요구될 것으로 보인다. 실제로 호주는 1997~2009년의 Millennium Drought가 대중의 인식과 정책을 변화시키는 데 큰 계기가 되었으며, 정책과 전략에 따른 시민들의 참여로 장기적인 물수요를 대폭 줄인 바 있다(AghaKouchak et al., 2015). 캘리포니아와 한국의 경우 가뭄의 심화에 따라 인식 확대가 예상되며, 물 사용과 관련 기술 및 산업의 발전에도 영향을 미칠 것으로 보인다.

도시가뭄은 농업이나 산업분야 가뭄 피해와 비교해 볼 때 가장 마지막 단계에서 그 영향과 피해가 나타날 가능성이 크며, 다른 재해와 달리 가시적인 영향이 나타나지 않아 대책과 대응이 늦게 이루어짐으로써 피해가 확산될 수 있다. 또한 홍수가 유역권내에서의 집중적 피해가 발생하는 것과 비교해 볼 때 가뭄은 비구조적이지만 피해범위가 넓고 광범위하다. 도시가뭄은 환경, 생태, 사회 경제적 피해로 나타날 수 있으나, 원가상승 등으로 인한 물가상승 등 가뭄의 직접적 원인으로 받아들이는 경우가 도시 환경관리정책에 적절하게 반영되지 않을 가능성도 높다. 기후변화 및 재해에의 대응과 적응의 관점에서 가뭄요소를 고려한 도시계획과 설계, 환경관리정책의 방안 모색이 요구된다.

캘리포니아의 최근의 가뭄 영향은 상당히 복합적이며, 지구온난화 등으로 영향이 배가되었다고 언급되고 있다(Swain et al., 2014). 또한 가뭄은 지역강우의 감소에 따른 결과로서 뿐만 아니라 지구온난화에 따른 증발량의 증가로 미래에는 더욱 빈번하고 심각해질 것으로 예측되고 있다(Sheffield et al., 2012). 점차 뜨거워지고 있는 지구에서 가뭄에 대응할 수 있는 물의 공급과 수요에 대해 더 많은 연구가 필요하다(AghaKouchak et al., 2015).

가뭄은 광범위한 연구이며, 가뭄의 원인, 영향 그리고 미

래 발생될 가뭄에 대비하기 위한 저감방안과 계획연구가 이루어져야 한다. 영향과 관련해서는 특히 1차, 2차, 심지어 3차 원인에 대해서 밝힐 필요가 있는데(Wilhite and Glantz, 1985), AghaKouchak 등 (2015)은 캘리포니아의 물문제가 전 세계에 걸쳐 올 문제의 징후로 언급하면서 “발전하고 있는 경제와 개발된 물 시스템에 맞는 정책과 물관리 실행 뿐만 아니라 도시화, 온실가스 배출, 식량 및 에너지생산에 의해 초래되는 물스트레스에 대한 인간의 영향 등 다각적인 제도적 고려가 필요하다”고 조언한 바 있다.

가뭄의 관리, 적응, 저감, 리질리언스 평가 및 예측이 고도화되기 위해서는 과학자, 정책개발자, 정책결정자간의 긴밀한 협력이 요구되며, 기술 현실화를 위해 장기 연구프로그램도 개발되어야 한다(AghaKouchak et al., 2015). 또한 환경적 수요를 포함해 물 수요를 해결하기 위해서는 공급이 슈를 넘어 사회, 경제적 가뭄으로 가뭄의 범위를 확대할 필요가 있다(AghaKouchak et al., 2015).

정책이 효과를 가지기 위해서는 자발적인 것 뿐만 아니라 의무적인 규정도 요구되며, 광역 단위의 정책보다는 지역, 커뮤니티 단위의 정책이 더 선호되고 있다(Bruvold, 1979). 그러나 여전히 본 연구의 인식조사에서도 고찰되었듯이, 의무적 규정에 대한 반감이 존재하며 이러한 인식에는 가뭄의 심각성과 개인이 가지게 될 영향에 대한 인식부족이 잠재되어 있다. 가뭄의 영향은 개발도상국과 선진국 모두 증가하는 것으로 나타나고 있으며, 여러 사례를 통해 지속가능하지 않은 개발이나 기후변화, 지구온난화로부터 나타나고 있다는 명확한 지표들이 제시되고 있다(Wilhite, 2011). 미래 가뭄의 영향을 감소시키기 위해서는 모니터링과 초기경보 시스템, 체계적으로 준비된 계획과 적절한 저감 프로그램 등 보다 넓은 범위의 리스크 관리 기술이 고려된 가뭄정책을 발전시킬 필요가 있다(Choi et al., 2017).

그동안 도시계획가나 공간계획가들에게 있어 물을 고려한 계획은 대부분 홍수와 관련이 있었는데 이는 홍수가 구조적 영향이 큰 재해요소이며, 큰 공간적 변화를 가져왔기 때문이다. 이에 반해 가뭄은 농업용수용 저수지 확보에 집중되어 왔으며, 사회, 경제적 영향으로 제한적 수준에서 관리되어 왔다. 그러나 최근 가뭄의 심화로 생태적 가뭄을 포함한 환경적 영향과 도시가뭄 대응정책의 필요성으로 정책적 전환이 요구된다. 가뭄 대응을 위한 정책은 홍수 및 폭염 대응 정책 등과도 연계되어 복합적 대응 정책의 차원에서 접근이 필요하기도 하다⁷⁾.

가뭄은 인간과 생태계 간의 물 경쟁으로 인한 도시생태계

의 수분스트레스와 그 영향, 가뭄으로 인한 인간의 사회적, 건강측면에서의 영향 등 복합적으로 고려하는 것이 필요하다. 또한 도시의 적절한 물공급과 수요를 유지할 위해 예측, 관리, 대응 체계와 이를 적절하게 판단할 수 있는 기반(도시가뭄심각성 지수, 가뭄의 경제적 영향 등)이 확보되어야 할 것이다. 최근 스마트 도시의 발전과 함께 호주, 미국, 독일 등을 중심으로 스마트 기술에 기반한 물에 민감한 도시(water sensitive city)의 공간계획과 설계가 더욱 확대추세에 있어 향후 국내 도시계획 및 정책에도 보다 적극적 모색이 이루어 질 것으로 기대한다.

사사

본 연구는 한국환경정책·평가연구원(KEI)이 수행하였으며, 국토교통부가 지원하는 ‘쇠퇴지역 재생역량 강화를 위한 기술개발사업(19TSRD-B151228-01)’과 KEI가 지원한 ‘극한가뭄에 따른 도시개발 및 환경관리정책의 변화와 시사점(2016)’ 결과를 활용 발전시켜 논문화한 것입니다.

References

- AghaKouchak A, Feldman D, Hoerling M, Huxman T, Lund J. 2015. Recognize anthropogenic drought. *Nature*. 524: 409-411.
- Araya, F., Osman, K., Faust, K.M., 2020. Perceptions versus reality: Assessing residential water conservation efforts in the household. *Resources, Conservation and Recycling*, 162, 105020.
- Bonaccorso B, Bordi I, Cancelliere A, Rossi G, Sutera A. 2003. Spatial variability of drought: an analysis of the SPI in Sicily. *Water resources management*. 17(4):273-296.
- Boxall B. 2017. Gov. Brown declares California drought emergency is over. *Los Angeles Times*.
- Bruvold W H. 1979. "Residential Response to Urban Drought in Central California". *Water Resources Research*. 15(6):1297-1304.
- Choi CI. 2010. Estimation of the Drought Damages with the Case of Taebaek. *Journal of Korea Planning Association*. 45(4):171-181.

7) 한국의 수도 서울은 재난에 취약한 도시로 가뭄에 대한 취약성도 높은 것으로 연구된 바 있음(http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2015/10/09/2015100901451.html)

- Choi HS, Hwang IC, Kim DH, Shin JY, Lee MJ, Lim YS, Jun JY, Kim JH, Kim SW, Yu JH, Jo WH. 2017. The Study for on Climate Change Adaptation Industrialization, Ministry of Environment, Korea Environment Institute, Korea Adaptation Center for Climate Change.
- Cook BI, Ron LM, and Richard S. 2009. Amplification of North American “Dust Bowl” drought through human-induced land degradation. PNAS. 106(13):4997-5001.
- CRC for Water Sensitive Cities. 2014. Valuing stormwater management: Who is willing to pay?
- Dilling L et al, 2019. Drought in urban water systems: learning lessons for climate adaptive capacity. *Climate Risk Management*. 23:32-42.
- Farr T G, C Jones, Z Liu. 2015. Progress Report: Subsidence in the Central Valley. California. NASA.
- Griffin D, K J Anchukaitis. 2014. How unusual is the 2012-2014 California drought?. *Geophysical Research Letter*. 41:9017-9023.
- Hayes MJ, Svoboda MD, Wihite DA, Vanyarkho OV. 1999. Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index. *Bulletin of the American meteorological society*. 80(3):429-38.
- Hong H, Li FW, Xu J. 2019. Climate risks and market efficiency. *Journal of Econometrics*. 208(1):265-281.
- Howitt R, Medellín-Azuara J, MacEwan D, Lund J R, Sumner D. 2014. Economic analysis of the 2014 drought for California agriculture. University of California, Davis, CA: Center for Watershed Sciences.
- Kim BK, Kim SD, Lee JS, Lee HS. 2006. Spatio-Temporal Characteristics of Droughts in Korea: Construction of Drought Severity-Area-Duration Curves, *Korean Society of Civil Engineers*. 26(1): 69-78.
- Kim JK. 2012. The Analysis of planning method and case study for Model Climate Change Adaptaion City. *KIEAE Journal*. 12(4):13-19.
- Kim HJ et al. 2013. A study of Climate Change Adaptation Policies for Different Types of Droughts, Korea Environment Institute.
- Kim TW, Park DH. 2015. Extreme Drought Response and Improvement: Focusing on 2015 Drought, *The magazine of the Korean Society of Civil Engineers*. 63(9):25-35.
- Lim BS, Kwon JI, Chu S, Lee BH, 2018, Survey on water utilization status and saving mind for water demand management, *Journal of Korean Society of Water and Wastewater* 32(6):507-505.
- Osaka S, Bellamy R. 2020. Natural variability or climate change? Stakeholder and citizen perceptions of extreme event attribution. *Global Environmental Change*. doi:10.1016/j.gloenvcha.2020.102070.
- Overpeck JT. 2013. The challenge of hot drought, *Nature*. 503:350-351.
- Sheffield J, Herrera-Estrada JE, Caylor K, Wood EF. 2011. Drought, Climate Change and Potential Agricultural Productivity.
- Sheffield J, Wood EF, Roderick ML. 2012. Little change in global drought over the past 60 years. *Nature*. Vol(491):435-440.
- Swain D L, Michael T, Matz H, Noah S D. 2014. The extraordinary california drought of 2013/2014: Character, Context, and the Role of Climate Change Explaining extreme event of 2013: from a climate perspective. *Special Supplement to the Bulletin of the American Meteorological Society*. 95(9):53-57.
- USDA, 2014. Secretarial Disaster Designations-2014 Crop Year. All Crop - Total Counties by State (updated 9/3/2014). United States Department of Agriculture.
- Vicente-Serrano S M. 2006. Differences in Spatial Patterns of Drought on Different time scales: an analysis of the Iberian Peninsula. *Water resources management*. 20(1):37-60.
- Wang P, Qiao W, Wang Y, Cao S, Zhang Y. 2020. Urban drought vulnerability assessment—A framework to integrate socio-economic, physical, and policy index in a vulnerability contribution analysis. *Sustainable Cities and Society*. doi:10.1016/j.scs.2019.102004.
- Wihite DA, Glantz MH . 1985. Understanding: the Drought Phenomenon: The Role of Definitions, *Water International*. 10(3):111-120.
- Wihite DA. 2005. Drought and Water Crises: Science, Technology, and Management Issues?. CRC Press. Taylor&Francis Group.
- Wihite DA. 2011. National Drought Policies: Addressing

- Impacts and Societal Vulnerability. Towards a Compendium on National Drought Policy: Proceedings of an Expert Meeting. WMO, George Mason University, Environmental Science and Technology Center, National Grouht Mitigation Center and USDA. pp13-22.
- Wilhite DA. 2012. Breaking the Hydro-Illogical Cycle: Changing the Paradigm for Drought Management. Drought Mitigation Center Faculty Publications. pp 53.
- Wilhite DA. 2014. "Changing the Paradigm for Drought Management: Can We Break the Hydro-Illogical Cycle?" Drought Mitigation Center Faculty Publications. pp 54.
- Zhang Q, Sun P, Li, J, Xiao M, Singh VP. 2015. Assessment of drought vulnerability of the Tarim River basin, Xinjiang, China .Theoretical and Applied Climatology. 121(1-2):337-347.
- http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2015/10/09/2015100901451.html
- <https://nccwsc.usgs.gov/science/ecological-drought> 와 <http://snappartnership.net/groups/ecological-drought/>
- <http://www.news.ucsb.edu/2015/015766/smart-water>
- <https://www.opensurvey.co.kr>
- <https://www.pollfish.com>
- <hrrps://www.waternow.go.kr>