

# 증발량을 고려한 지자체 가뭄상황 예측기술 개발

김미정, 윤현철, 원창희, 김원범, 양우현  
 국립재난안전연구원 국가통합가뭄센터  
 e-mail: hu2614@korea.kr

## Development of Drought Situation Prediction Technology in Local Government Considering Evaporation

Mi-Jung Kim, Hyeon-Cheol Yoon, Chang-Hee Won, Won-Beom Kim, Woo Hyun Yang  
 Disaster Prevention Research Division, National Disaster Management Research Institute

### 요약

본 논문에서는 가뭄 재난에 대비·대응하기 위해 2016년 3월부터 매월 관계부처 합동 가뭄 예·경보를 발표하고 있으며, 부처별 가뭄 분석정보와 지자체 체감가뭄 현황을 파악하여 예·경보를 지원하고 있다. 그러나 가뭄 담당자의 경우 비전공자의 업무담당, 관련 자료 유실 등의 이유로 지역의 가뭄상황 판단에 어려운 상황이다. 따라서 가뭄상황을 보다 객관적이고 과학적인 해석, 정책 수립 등 효율적인 의사결정 지원을 위해 강우 시나리오 기반 댐·저수지 가뭄상황 예측기술을 개발하였으며, 정확도 개선을 위해 댐·저수지 증발량을 반영하여 가뭄 진입시기를 검토하였다. 강우 시나리오는 평년·갈수년·최저강우·무강우 4가지 조건이며, 증발량은 Dalton 경험 공식으로 산정하였고 상습가뭄지역인 충청남도 대상으로 시범 적용하였다. 증발량 반영 유무에 따른 가뭄상황 예측기술 분석 결과 댐·저수지 증발량 반영 시 시나리오별 가뭄 진입 단계는 증발량 미반영하였을 때 보다 진입 시기가 빠르고, 저수지의 경우 갈수년과 무강우일 때 저수량이 빠르게 고갈됨을 확인하였다. 이는 담당자가 시나리오에 따라 해당 지역의 댐·저수지 가뭄상황을 예측 가능하며, 사전에 예산, 사업계획 수립 등 현업에 활용할 수 있다. 또한 국가가뭄정보서비스 홈페이지에 탑재되어 지자체 담당 공무원이 직접 활용할 수 있으며, 향후 추가 연구를 통해 안정화된 가뭄상황 예측기술을 지원하고자 한다.

### 1. 서론

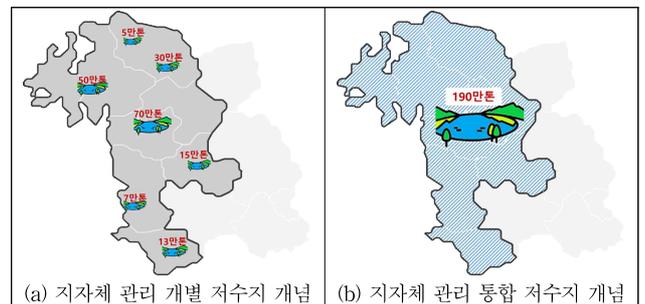
가뭄을 사전에 대비하기 위해 2016년 3월부터 매월 관계부처 합동 가뭄 예·경보를 발표하고 있으며, 부처별 가뭄 분석정보와 지자체 체감가뭄 현황을 파악하고 비교하여 가뭄 예·경보를 지원하고 있다. 그러나 비전공자 업무담당, 1인 관리 개소수 과다, 잦은 순환근무로 인한 관련 자료 유실 등의 원인으로 가뭄 발생 시 해당 지역의 가뭄 상황파악이 어려운 상황이다. 따라서 이러한 문제 해결하고자 지자체 가뭄 담당자가 가뭄상황에서 객관적이고 과학적인 해석 기반으로 효율적인 예산투입 등 의사결정을 지원할 수 있는 강우 시나리오 기반 가뭄상황 예측기술을 개발하였으며, 본 연구에서 댐·저수지 저수량에 영향을 미치는 주요 인자인 증발량을 고려하여 가뭄상황 예측기술에 미치는 영향을 검토하였다.

### 2. 연구방법

#### 2.1 가뭄상황 예측기술

가뭄상황 예측기술은 강우 시나리오에 따라 댐·저수지의 현재 저수량 기준으로 최대 6개월 후의 가뭄상황을 예측하는

개념이다. 강우 시나리오는 평년, 갈수년, 최저강우, 무강우로 구성되며, 평년은 연강우량이 연평균 강우량과 비슷한 과거년도, 갈수년은 가뭄이 극심했던 2015년으로 동일하게 적용하였다. 최저강우는 연강우량이 가정 적게 발생한 해이며 무강우는 현 시점에서 향후 몇 개월 동안 강우가 발생하지 않는 조건을 의미한다. 본 연구에서 활용한 댐·저수지는 용수공급 조정기준이 있는 댐 25개소(다목적댐 16개소, 용수댐 9개소) 자료와 한국농어촌공사 관리 저수지 전국 3,400개소 대상으로 구축하였다. 그러나 저수지의 경우 저수지 관리 실정상 저수지별 과거 관측자료에 대한 DB 확보에 한계가 있어 전국 167개 시·군 중 한국농어촌공사 관리 저수지가 없는 21개 시·군을 제외한 143개 시·군 대상으로 하나의 시·군 단위로 통합하여 적용하였다(그림 1).



[그림 1] 시·군단위 저수지 구축 예시

## 2.2 강우 시나리오 구축

평년, 갈수년, 최저강우, 무강우 4가지 조건의 강우 시나리오 구축을 위해 댐은 한국수자원공사에서 제공 중인 댐별 일 관측자료를 활용하였으며, 저수지는 기상청(기상자료개발포털)에서 제공하는 시·군별 종관기상관측(ASOS)와 방재기상관측(AWS) 자료를 활용하여 구축하였다.

## 2.3 증발량 산정

본 연구에서 증발량 산정을 위해 경험식, 증발접시 등 다양한 산정 방법을 조사한 결과, 경험식을 활용하여 증발량 산정 연구를 수행하였다. 경험식에는 물수지 방법, 에너지 수지 방법, 공기동역학적 방법, 혼합적용 방법이 있으며, 그 중 자유수면에 적합하고 전국 대상 관측자료 적용, 향후 시스템 표출 등을 고려하여 Dalton 경험식(식 2.1)을 활용하였다. 여기서,  $e_a$ 는 대기기온에서의 실제증기압(mmHg),  $e_s$ 는 대기기온에서의 포화증기압(mmHg),  $W_2$ 는 수면으로부터 높이 2m에서의 풍속(m/sec)이다.

$$E_a = 0.35(e_s - e_a)(0.5 + 0.54 W_2) \quad (\text{식 2.1})$$

## 3. 연구분석

증발량이 미치는 영향을 검토하고자 충청남도 보령댐, 예산군 저수지 대상으로 영농기(4월~9월) 기간에 증발량 반영 여부에 따른 강우 시나리오 기반 가뭄상황 예측기술을 적용하였다.

### 3.1 댐

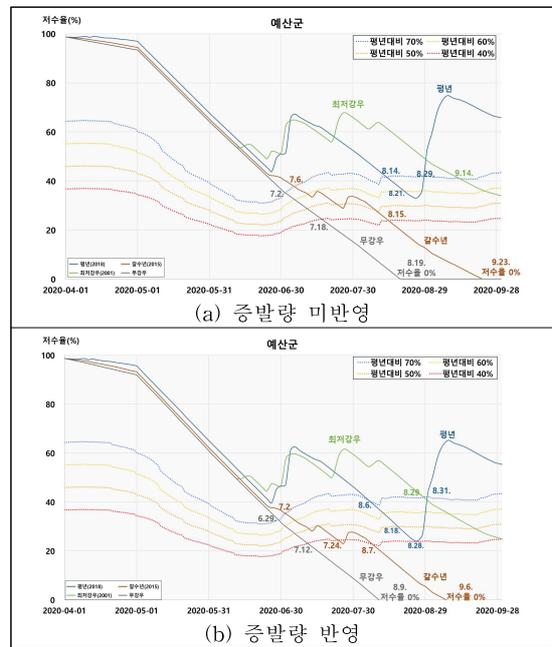


[그림 2] 충남 보령댐 적용결과

충남 보령댐 대상으로 적용한 결과 평년과 유사한 강우가

발생한 경우, 증발량 반영 유무에 관계없이 모의기간 동안 ‘정상’을 유지하였으며, 갈수년과 유사한 강우가 발생할 경우 그림 2(a)에서는 6월 26일 ‘관심’ 단계, 8월 25일 ‘경계’ 단계로 진입, 그림 2(b)는 6월 24일 ‘관심’ 단계로 조기 진입하여 8월 23일 ‘경계’ 단계로 9월 30일까지 유지되는 것을 확인하였다. 최악의 가뭄상황인 무강우 조건에서 그림 2(a)는 5월 7일 ‘관심’ 단계, 5월 22일 ‘주의’ 단계, 7월 22일 ‘경계’ 단계, 8월 7일 ‘심각’ 단계로 각각 진입하여 9월 30일까지 유지되었으며, 그림 2(b) 5월 6일 ‘관심’ 단계, 5월 20일 ‘주의’, 7월 18일 ‘경계’, 8월 5일 ‘심각’ 단계로 최소 4일에서 최대 1일까지 조기 진입하는 것을 확인하였다.

### 3.2 저수지



[그림 3] 충남 예산군 저수지 적용결과

충남 예산군 저수지 대상으로 적용한 결과, 평년 수준의 강우가 발생할 경우 그림 3(a)에서 8월 14일 ‘관심’ 단계, 8월 21일 ‘주의’ 단계 진입 후, 8월 29일 ‘정상’ 단계로 환원되었다. 반면 그림 3(b)에서는 8월 6일 ‘관심’ 단계로 조기 진입하고, 8월 12일 ‘주의’, 8월 18일 ‘경계’ 단계 도달한 후 8월 28일 ‘심각’ 단계까지 근접하였으나, 8월 29일 ‘주의’ 단계에서 8월 30일 ‘정상’ 단계로 회복되었다. 최악의 가뭄상황인 무강우 조건에서 그림 3(a)는 7월 2일 ‘관심’, 7월 6일 ‘주의’, 7월 11일 ‘경계’, 7월 18일에 ‘심각’ 단계에 각각 도달하여 8월 18일부터는 저수율이 0%에 도달하였다. 반면 그림 3(b)에서는 6월 29일 ‘관심’ 단계 조기 진입 후 7월 2일 ‘주의’, 7월 6일 ‘경계’, 7월 13일 ‘심각’ 단계까지 단시간에 도달하였으며 8월 9일 저수율이 0%로 농업용수가 고갈됨을 확인하였다.

#### 4. 결론

댐 25개소(다목적댐 16개소, 용수댐 9개소)와 146개 시·군 단위 저수지 전국 대상으로 증발량을 반영한 강우 시나리오 기반 가뭄상황 예측기술을 개발하였다. 평년, 갈수년, 최저강우, 무강우의 4가지 시나리오를 선정하였으며, 댐·저수지 수면에서 발생하는 증발량을 고려하기 위해 전국 저수지 대상으로 시스템 내에서 계산되어 표출되는 시간, 매개변수와 관측자료 DB 구축, 시나리오 갱신 등 종합적으로 고려하여 경험식을 적용하였다. 가뭄상황 예측기술에 증발량이 미치는 영향을 검토하고자 충남지역의 보령댐, 예산군 저수지 대상으로 비교·분석하였다. 그 결과, 댐·저수지 증발량 반영 시 각 시나리오별 가뭄 진입 단계가 증발량을 미반영하였을 때보다 빠르게 진입하며, 저수지의 경우 갈수년과 무강우일 경우 저수량이 빠르게 고갈됨을 확인하였다.

본 연구결과로 지자체 담당자가 강우 시나리오에 따라 댐·저수지의 가뭄상황이 어떻게 진행되는지를 예측하고, 필요시 예산을 투입하여 사업계획을 수립하는 등 현업에서 즉시 활용할 수 있는 것으로 판단된다. 또한 본 연구성과는 국가가뭄 정보서비스 홈페이지에 탑재하여 담당자가 직접 활용할 수 있으며, 향후 증발량 경험식에 대한 추가적인 연구를 통해 정확도가 향상된 가뭄상황 예측기술과 댐·저수지에 적합하고 간편한 증발량 경험 공식을 제안할 수 있을 것으로 기대된다.

※ 본 연구는 “NDMI-주요-2022-01-01”의 지원에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

- [1] 국립재난안전연구원, “지역 맞춤형 통합 가뭄정보 평가기술 개발”, 2020년
- [2] 국립재난안전연구원, “국가 가뭄정보 통합 예·경보 평가기술 개발”, 2021년