

# 수자원공급 능력을 고려한 신규 가뭄지수의 개발



**박민지**

건국대학교 사회환경시스템공학과 박사과정  
iamgj@konkuk.ac.kr



**김성준**

건국대학교 사회환경시스템공학과 교수  
kimsj@konkuk.ac.kr



**박상선**

국토해양부 수자원정책관실 공업사무관  
p99ss@korea.kr



**신영호**

K-water 조사기획처 조사총괄차장  
yhshin@kwater.or.kr

## 1. 서론

근래 국내외 가뭄, 홍수 등 자연재해의 빈도가 잦아지고 있는데 이러한 현상은 전지구적으로 나타나고 있는 이상기후 현상에 따른 것으로 판단된다.

여러 가지 자연재해 중 가뭄은 진행속도가 느려 시간적으로 대처할 여유가 많기 때문에 비록 진행 중인 상태라 하더라도 그 진행상황을 초기에 감지한다면 가뭄 피해를 최소화할 수 있다. 즉, 가뭄심도 및 진행상황을 모니터링하여 그 진행상황을 물 관리 담당자 및 일반 국민에게 알려줄 수 있다면 신속한 대처와 피해경감효과를 기대할 수 있다(한국수자원공사, 2008). 가뭄심도 파악을 위해 여러 가지 가뭄지수가 연구되었으며, 몇 개의 가뭄지수를 2007년부터 한국수자원공사의 가뭄정보시스템(<http://drought.kwater.or.kr/>; 그림 1)에서 제공 중이다. 모니터링을 중심으로 정보를 제공하고 있으며 시스템의 가뭄현황 평가기법은 통합가뭄지수, 표준강수지수(SPI), 파머가뭄지수(PDSI), 수문학적 가뭄지수(MSWDI), 토양수분지수(SMI), 정규식생지수(NVDI), 농업가뭄지수(ASWSI)에 대한 가뭄평가지도를 작성하여 주단위와 일단위로 제공하고 있다.

본 고에서는 전국의 다목적댐 및 용수전용댐, 농업용저수지, 하천유량, 지하수, 취수원을 포함한 용수공급 수리 시설물의 현황을 파악하고 수자원 양에 따른 지수화를 실시하여 이전 가뭄 지수와는 차별화된 실제적인 수자원 공급 능력을 고려한 새로운 가뭄 지수(Water supply Drought Index; WADI)에 대한 개발 내용을 서술하고자 한다.

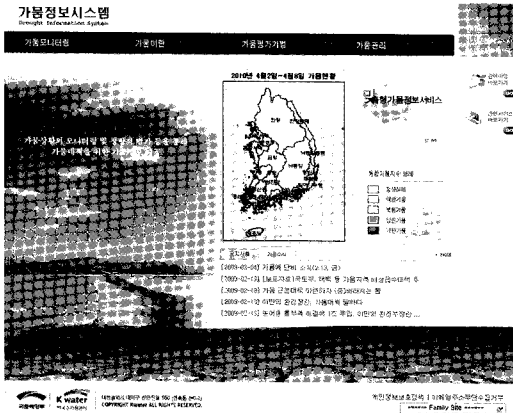


그림 1. 가뭄정보시스템 메인화면

## 2. WADI (Water supply Drought Index, 용수공급을 고려한 가뭄지수) 개발

기존의 가뭄 지수는 강수량과 토양 수분 및 몇몇 시설물의 자료를 기초로 계산되었다. 가뭄은 기본적으로 적은 강수량에 대한 물부족 반응이므로 이러한 지수들의 신뢰성을 낮다고 할 수 없으나 강수량이나 토양수분이 낮아도 댐이나 저수지 등의 시설물과 하천의 수자원 확보량에 따라 체감 가뭄 정도는 다르게 나타날 수 있다는 한계를 극복하기에는 어려움이 있다. 이러한 기존 가뭄 지수의 단점을 보완하기 위해 전국의 수리시설물 및 하천의 유량을 파악하여 실제 사용하고 있는 용수공급 시설물의 현재 가뭄 정도를 제시함으로써 보다 실질적인 가뭄지수인 WADI를 제공하고자 한다. WADI의 수리시설물별 적용 지역과 순서를 나타낸 개략적인

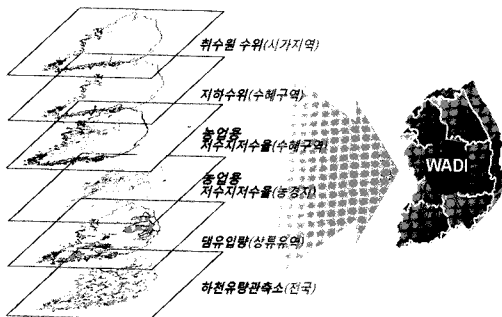


그림 2. 수리시설물의 중첩순서 및 표현지역

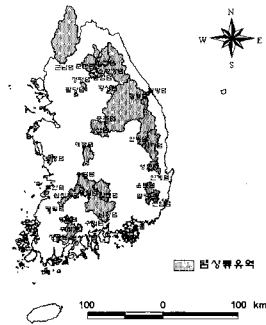


그림 3. 댐 상류유역

모식도는 그림 2와 같다.

### 2.1 수리시설물 자료 수집

전국의 용수 공급 수리시설물인 취수원(다목적댐, 용수전용댐, 하천), 지하수, 농업용 저수지, 하천유량의 현황을 파악하고 과거 관측 자료를 수집하였다.

한국수자원공사에서 제공하는 다목적댐 및 용수전용댐 자료를 이용하여 자료 보유 기간이 짧거나 유입량 관측 자료가 존재하지 않는 경우를 제외한 39개 댐에 대한 유입량 자료를 구축하였다(그림 3).

지하수위 자료 수집을 위해 국가 지하수 관측망은 국가지하수정보센터(<http://www.gims.go.kr>)에서 제공하는 자료를 이용하여 구축하였다. 현재 국가지하수정보센터에서 제공되고 있는 암반층을 포함한 320개 관측소와 충적층만을 조사하는 158개의 관측소 중 충적층을 조사하고 있는 158개 관측소를 그림 4와 같이 구축하였다.

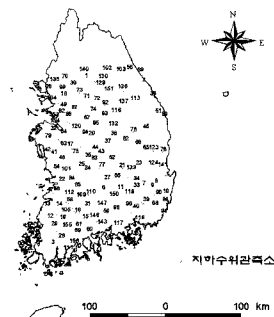


그림 4. 지하수관측소



그림 5. 농업용 저수지

한국농업기반공사에서 제공하는 농업 시설물의 수혜구역은 저수지, 취입보, 집수암거, 양수장의 4 가지 시설물에 대해 분할되어 제공된다. 이러한 시설물 중 저수지 자료는 농촌공사에서 관할하는 농업기반시설관리 홈페이지(<http://rims.ekr.or.kr/>)에서 제공되고 있다. 하지만 전국 18,000개 이상의 저수지 중 약 3천개에 대한 자료만을 제공하고 있다. 따라서 본 연구에서는 농업기반시설관리 홈페이지에서 제공하는 저수지 목록과 수혜구역을 제공하고 있는 저수지를 비교하여 1,495개 저수지에 대한 2,180개 수혜구역 자료를 구축하였다. 또한 그 외 수혜구역이 정해지지 않은 저수지 자료 1,760개 관측소 정보를 확보하여 전체 3,255개 저수지에 대한 표준화를 실시하였다(그림 5).

하천 유량 자료 수집을 위해 1995년부터 2008년까지의 수자원연보 유량편을 이용하여 국토해양부와 한국수자원공사에서 관할되고 있는 유량자료를 구축하였다. 최종적으로 정리된 유량자료는 271개 관측소였으며, 14년 모든 기간에 자료가 존재하



그림 6. 하천수위관측소

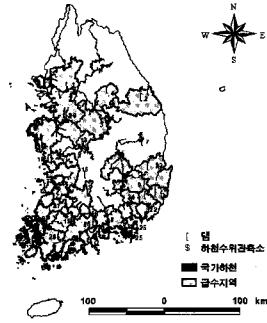


그림 7. 취수원별 급수지역

는 관측소는 영양, 정암, 진동 3개 관측소뿐이었으며, 평균 자료보유 기간은 5.5년이다(그림 6).

취수원에 대한 용수공급 고려를 위해 수자원공사에서 제공하는 수도관리연보(한국수자원공사, 2008)에 따라 사업 단계별 공급지역으로 분할하였다. 각 광역 취수원별 급수지역 분할을 고려하였으나 한강 156개, 금강 97개, 낙동강 198개, 섬진·영산강 136개의 취수장에 대한 지속적인 관측값 구축에 어려움이 있어 향후 활용성 측면에서 사업 단계별 취수원에 대한 급수 지역 분할이 우수할 것으로 판단하였으며 또한 가뭄관련 자료 조사 결과 취수원의 수위에 따른 가뭄 정도 예측이 적합하다고 판단되어 취수원에 따른 수혜구역 분할을 실시하였다. 수도 시설에 대한 전국 사업은 총 29단계이지만 같은 취수원에서 중복 공급되는 지역을 제외하여 총 27개 광역과 공업용수도 사업에 대한 36개 취수원별 급수 지역을 분할하여 자료를 그림 7과 같이 구축하였다.

## 2.2 지표의 표준화

지수 개발을 위해서는 지표들의 서로 다른 단위로 인한 비교를 위해 단위가 없는 무차원값으로 변화하는 표준화 과정을 거쳐야 한다(강민구, 2006). 지표를 표준화하는 방법에는 표준편차와 평균을 입력하는 방법인 Z-core 법(식 1)을 사용하였다. 그리고 1개월 동안의 표준화 자료를 평균하여 수리시설물의 가뭄 심도를 파악하였다.

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

위의 식과 수리시설물별로 구축된 자료를 기반으로 평균과 표준편차를 구한 후 표준화를 실시하였다.

그림 8은 2001년 가뭄이 가장 심화되었던 6월 6일의 표준화 결과이다. 토지피복과 수리시설물의 유량이 영향을 받는 지역을 고려하여 그림 2에서 나타낸 것과 같이 하천 유량은 전국에 내삽하고, 댐 유입량의 결과는 댐 상류유역에 표현한다. 농업용 저수지 결과는 수혜구역과 농경지에 나타내게 된

다. 지하수위는 수혜구역에, 취수원의 수위는 급수 구역내 시가지 지역에 나타내었다.

### 3. WADI 표현 결과

수리시설물의 표준화 결과를 중첩하여 전국의 WADI 정보를 얻게 된다. 중첩은 그림 2에 나타난 것과 같이 하천의 유량을 바탕으로 댐 상류유역, 농업용 저수지의 농경지와 수혜구역, 지하수 수혜구역과 급수구역 순으로 하여 각 수리시설물의 특성

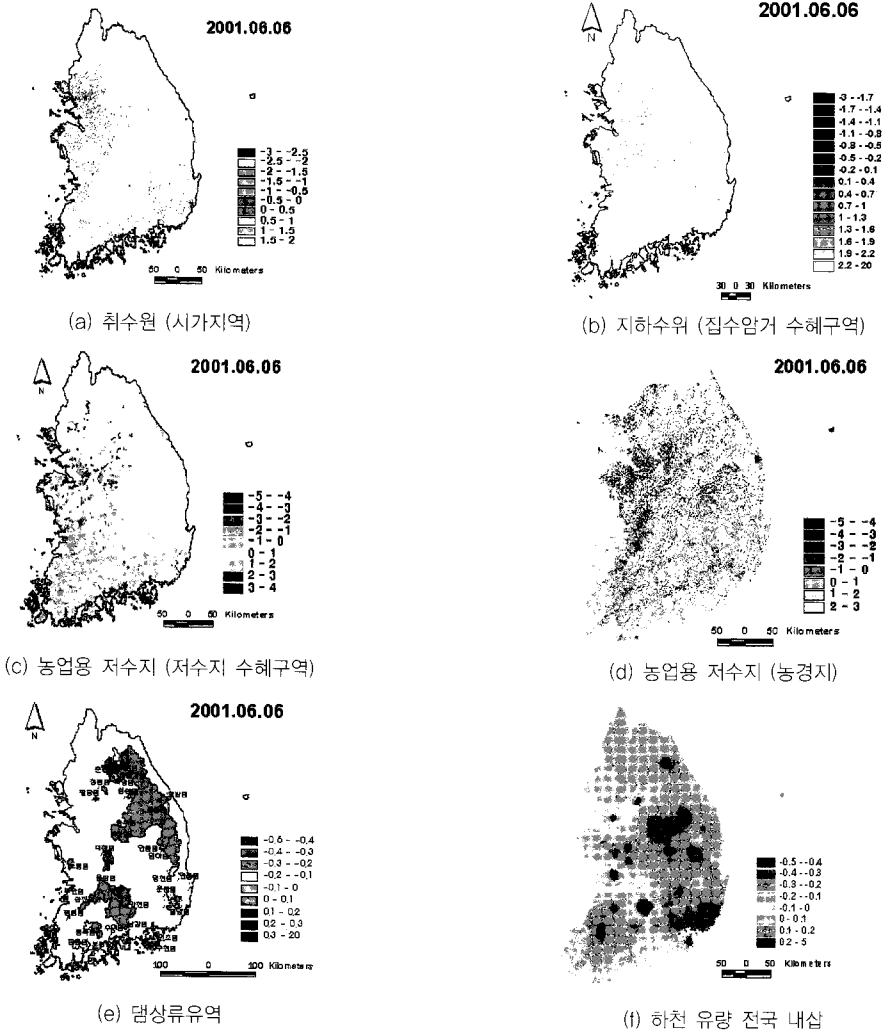


그림 8. 수리시설물별 표준화 결과

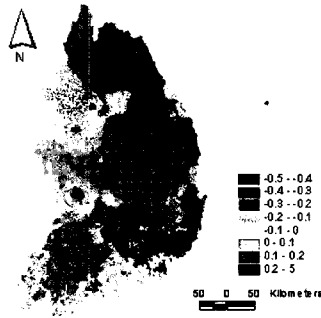


그림 9. 2001년 6월 6일 전국 표준화 결과  
 을 최대한 잃지 않도록 하였다. 각 시설물의 표준화  
 결과를 중첩한 결과 그림 9와 같이 나타났다. 전국  
 적으로 대부분 지역이 '-0.1' 이하의 지수를 보여  
 가뭄 피해의 가능성이 높음을 나타내고 있으나, 시  
 가지와 몇몇 하천 유량 표현 지역의 지수는 '0' 이  
 상으로 나타나 가뭄심도가 낮은 것으로 나타났다.  
 시가지의 경우 취수원의 수위가 일정하게 유지되어  
 가뭄의 피해가 없었던 것으로 표현되었다. 향후 과  
 저 가뭄 피해 지역과 WADI 결과의 정확도 분석과

지수에 따른 가뭄 정도를 일반 국민들이 이해하기  
 쉽도록 단계 분류를 실시할 계획이다.

#### 4. 결론

기존 가뭄지수의 한계를 보완하고자 자료 구축  
 및 지속적인 자료 확보가 가능한 전국의 수리시설  
 물의 현황과 과거 자료 수집을 실시하여 평균과 표  
 준편차를 구하여 표준화를 실시하여 시설물별 지역  
 분할 후 중첩을 실시하여 WADI 라는 수자원의 용  
 수공급 능력을 고려한 가뭄 지수 개발을 위해 자료  
 수집 및 표준화를 실시하였다. 향후 지수의 정확도  
 분석 및 단계 분류를 실시할 계획이며, 신뢰성이 떨  
 어지는 관측 자료에 대한 문제 등 아직 해결해야 할  
 과제들이 있지만 실제 사용 중인 수원에 대한 수자  
 원량을 파악하여 보다 현실적인 가뭄 심도를 제공  
 하는데 도움이 될 것이라고 판단된다. ☞

#### 참고문헌

1. 가뭄정보시스템 (<http://drought.kwater.or.kr/>)
2. 강민구, 김우구 (2006) 유역의 수자원 및 환경 평가를 위한 Index와 Indicator의 활용, 물과 미래, 한국 수자원학회, 제39권 제3호, pp. 37~48
3. 건설교통부 (1995~2006) 한국수문조사연보(유량편)
4. 국가지하수정보센터 (<http://www.gims.go.kr>)
5. 국토해양부 (2007~2008) 한국수문조사연보(유량편)
6. 농업기반시설관리 (<http://rims.ekr.or.kr/>)
7. 한국수자원공사 (2008) 가뭄정보시스템(물공급 Guideline 중심으로)
8. 한국수자원공사 (2008) 수도관리연보