

통합가뭄평가기술의 가뭄 예·경보 통합지도 개발

양우현, 윤현철, 원창희, 김미정, 김원범
국립재난안전연구원 방재연구실
e-mail:ywh1@korea.kr

The Development of Integrated Drought Forecasting-Warning Map in the Integrated Drought Assessment Techniques

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

요약

본 논문에서는 국가통합가뭄평가기술(OneMap) 중 부처 가뭄 예경보 통합지도 개발 방법론과 개선, 가뭄 예·경보 정량화 최적화 방안에 대해 서술한다. 행정안전부 국립재난안전연구원에서는 분야별(생활 및 공업, 농업, 기상) 분산된 가뭄 예·경보 지도를 단계별 가중치를 바탕으로 하나의 지수를 생산하여 통합하고, 부처별 의견을 반영하여 가뭄과 관련된 지역별 특성을 적용·개선하였다. 또한, 기상 가뭄 중요도를 증감한 민감도 분석으로 가뭄 통합지도를 최적화 하였다.

1. 서론

지구온난화로 인한 기후변화의 영향으로 전지구 규모 기후현상 및 기후재난 강도 및 빈도가 강해지고 있다. 가뭄으로 인한 피해와 손실이 세계적으로 발생하고 있어 가뭄 피해 저감을 위한 예방·대비·대응 정책 및 사전예측에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

우리나라도 2000년대 들어서 반복적인 가뭄이 발생하면서 정부의 역할과 중요성이 강조되었다. 이에, 2015년 10월 1차 물관리협의회를 시작으로 2016년 3월부터 관계부처 합동 가뭄 예·경보를 시행하고 있다. 가뭄 예·경보는 부처별 생활 및 공업, 농업, 기상 세 분야의 현재, 전망(1개월, 2개월, 3개월) 지도를 제공하고 있다. 매달 제공되는 총 12장의 분야별 지도는 전문가에게는 유용한 정보이나, 국민 또는 비전문가 및 순환보직인 지자체 담당 공무원에게는 가뭄상황 인지에 혼란과 직관적인 이해에 어려움을 준다. 따라서, 행정안전부 국립재난안전연구원에서는 통합가뭄평가기술(OneMap)을 통해 정책사업 계획수립, 의사결정을 지원하고 지역 가뭄 판단을 지원하기 위하여 부처 가뭄 예·경보 통합지도 개발하였다.

2. 통합가뭄평가기술(OneMap)의 가뭄 예·경보 통합지도 개발

2.1 통합가뭄평가기술 방법론 개발

2.1.1 AHP 분석을 통한 가뭄 예·경보 통합지도 개발

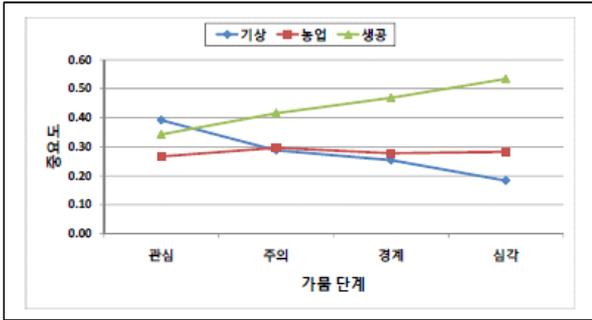
부처별 가뭄 예·경보 통합지도를 생산하기 위하여 AHP 분석을 진행하였다. 전문가 설문조사는 30인의 산·학·연 가뭄 및 수자원 분야 연구경험 경력 전문가를 대상으로 진행하였다. AHP에서는 인자들의 상대적 쌍대비교를 통하여 상대적 중요도를 설정한다. 그 결과 가뭄 예·경보 단계별 생·공, 농업, 기상 가뭄의 중요도 및 기상가뭄과 농업가뭄의 가중치를 산출하였다.

2.1.2 분야별 가뭄 예·경보 단계별 중요도 및 가중치

가뭄이 발생하는 초기단계에는 기상가뭄의 중요도가 높지만, 가뭄이 심각해질수록 생·공 및 농업 가뭄의 중요도가 증가하는 것을 확인 할 수 있다.(그림 2.1) 이는 가뭄이 기상가뭄에서 생·공 및 농업가뭄으로 전이되는 것과 같은 결과라고 이해할 수 있다.

기상가뭄의 가중치는 발생월과 지속기간 따른다. 6

개월 누적강수량의 특성상 우기의 포함여부에 따라 다르게 조사됐다. 지속기간은 1개월부터 12개월까지 오래 유지될수록 가중치가 증가하는 것으로 조사되었다. 농업가ムの 가중치는 경지면적 대비 총저수량이 적을수록 가중치가 높게 산정되었다.



[그림 1] 가뭄 단계에 따른 분야별 중요도 상대비교 결과

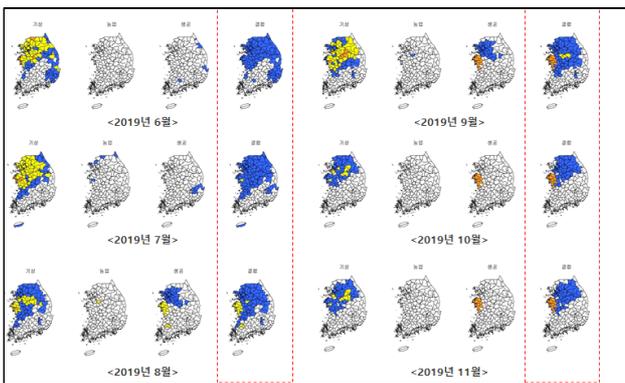
2.1.3 결합가뭄점수(CDS) 산정

조사된 분야별 가뭄 예·경보 단계별 중요도와 가중치를 바탕으로 결합가뭄점수(CDS)를 산정하였다.

$$CDS = MeS \times w_d \times w_m + AgS \times w_a + MuS$$

CDS: 결합가뭄 점수
 MeS: 기상가뭄단계 점수, AgS: 농업가뭄단계 점수, MuS: 생·공가뭄단계 점수
 w_d: 기상가뭄 지속기간 가중치, w_m: 기상가뭄 발생월 가중치,
 w_a: 농업가뭄 가중치,

가뭄결합점수로 생산된 예·경보 통합지도는 지역 가뭄 상황을 직관적으로 확인할 수 있으면서 부처 가뭄정보 위험수준을 적절히 표현하였다.



[그림 2] 결합가뭄점수 바탕 가뭄 예·경보 통합지도('19.6.~'19.11.)

2.2 통합가뭄평가기술 방법론 개선

2.2.1 지역 특성을 고려한 지역별 가중치 산정

부처에서 관리하는 주수원 중심의 시·군별 가뭄 예·경보 결과와 실제 지자체의 체감가뭄은 상당한 차이가 발생한다. 이를 통합지도에서 개선하기 위하여 지역별 특성을 고려한 평가지표를 선정하였다. 지표들은 가뭄확산 및 가뭄피해 저감 분야로 구분하였다.(표 1) 선정된 지표의 인자를 정규화 후 엔트로피 가중치 산정을 통해 지역별 가중치를 산정하였다. 지역별로 가뭄 확산 및 가뭄피해 저감 분야 가중치의 합을 결합가뭄점수에 반영하여 수정결합가뭄점수(MCDS)를 산정하였다.

[표 1] 지역별 특성을 고려한 평가지표

Code	평가지표	가뭄확산요인분석
D1	미급수 인구율	가뭄확산(Plus)
D2	논 면적률	가뭄확산(Plus)
D3	밭 면적률	가뭄확산(Plus)
D4	산업단지 및 공장면적률	가뭄확산(Plus)
D5	지하수 이용 유형별 개소수	가뭄확산(Plus)
D6	목장 및 축사 면적률	가뭄확산(Plus)
D7	생활용수 연간 수요량(추정)	가뭄확산(Plus)
D8	공업용수 연간 수요량(추정)	가뭄확산(Plus)
D9	농업용수 연간 수요량(추정)	가뭄확산(Plus)
D10	7년 누적 제한 및 운반 급수 건수	가뭄확산(Plus)
D11	10년 연평균 지하수 이용량	가뭄확산(Plus)
D12	수리불안전담면적	가뭄확산(Plus)
D13	연간 대체용수 공급량	가뭄피해 저감(Minus)
D14	상수도 보급률	가뭄피해 저감(Minus)
D15	생공용수 공급시설수	가뭄피해 저감(Minus)
D16	농업수리시설 개소수	가뭄피해 저감(Minus)
D17	유수 및 저류시설 용량	가뭄피해 저감(Minus)

2.2.2 수정결합가뭄점수(MCDS) 산정

수정결합가뭄점수는 다음과 같다.

$$MCDS = CDS + (CDS \times D_e) - (CDS \times D_r)$$

MCDS: 수정결합가뭄점수
 De: 가뭄확산 가중치의 합, Dr: 가뭄피해 저감 가중치의 합

지역별 특성을 반영한 수정결합가뭄점수를 바탕으로 시·군별 가뭄 예·경보 통합지도를 작성하였다.(그림3) 수정결합가뭄점수 바탕 통합지도는 과대모의 되던 기상가뭄의 영향을 줄여주고, 생·공 및 농업 분야 가뭄의 영향을 지역별로 더욱 잘 반영하는 것으로 해석된다.

3. 결론 및 토의

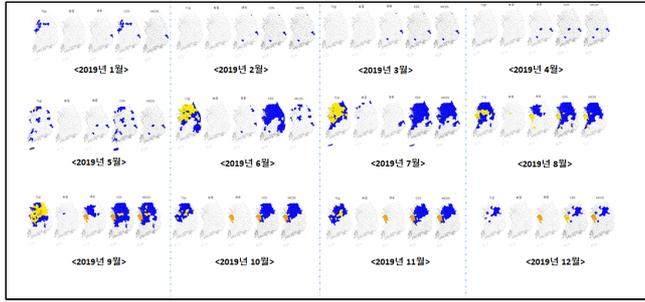
본 연구에서는 가뭄재난 상황판단 및 지자체 담당공무원 의사결정을 지원하기 위한 통합가뭄평가기술(OneMap)의 가뭄 예·경보 통합지도 개발을 수행하였다. AHP 분석을 통한 세 분야(생활 및 공업, 농업, 기상) 가뭄의 중요도를 산정하고, 지역적 평가지표의 엔트로피 가중치로 지역적 특성을 통합지도에 반영하였다. 산정된 수정가뭄결합지수(MCDS)는 분야별 가뭄 예·경보를 적절히 반영하였다.

가뭄 초기 기상가뭄 영향을 최적화한 통합지도 작성을 위하여 기상가뭄 민감도 분석을 실시하였다. 그 결과 기상가뭄을 +10% 증감 반영한 통합지도가 가장 기존의 시·군별 가뭄 예·경보를 잘 반영하고 있는 것으로 나타났다.

지속적 가뭄 발생 시 지속기간이 길고 심화된 가뭄의 데이터가 축적되면 생활 및 공업 가뭄, 농업 가뭄에 대한 민감도 분석을 추가적으로 수행하고 더욱 최적화된 가뭄 예·경보 통합지도를 작성할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 지역 맞춤형 가뭄정보 평가기술 개발, 국립재난안전연구원, 12월, 2019년.
- [2] 지역 맞춤형 통합 가뭄정보 평가기술 개발, 국립재난안전연구원, 12월, 2020년.
- [3] 국가 가뭄정보 통합 예·경보 평가기술 개발, 국립재난안전연구원, 12월, 2021년.



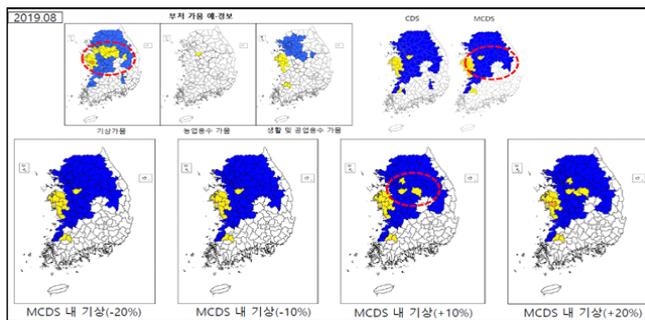
[그림 3] 수정결합가뭄점수 바탕 가뭄 예·경보 통합지도(2019년)

2.3 가뭄 예·경보 정량화 방안 최적화

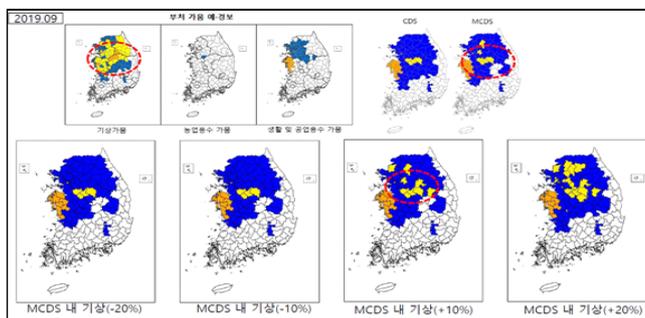
결합가뭄점수와 수정가뭄결합점수로 제시한 통합지도 방법론은 가뭄 발생 초기단계 시 기상가뭄의 발생을 따라가는 경향이 크다. 따라서, 세분야(생·공, 농업, 기상)의 가뭄 통합지도는 가뭄 발생 시 미치는 사회적 파급효과 및 전이특성을 고려할 때 세 분야의 가뭄지도 단계를 잘 반영해야한다.

가뭄 발생 시 기상가뭄의 효과가 큰점을 고려하여 기상가뭄의 단계별 점수구간(-50%~50%) 증감분을 고려하여 수정결합가뭄점수(MCDS)의 민감도분석을 진행하였다.

민감도 분석 결과 기상가뭄에 대한 영향을 +10%로 반영할 때 가뭄시작의 영향을 가장 잘 반영하는 것으로 판단된다.(그림4, 5)



[그림 4] 기상가뭄 -20%~20% 증감분 가뭄 예·경보 통합지도('19.8.)



[그림 5] 기상가뭄 -20%~20% 증감분 가뭄 예·경보 통합지도('19.9.)

감사의 글

본 연구는 행정안전부 국립재난안전연구원 'NDMI-주요-2022-01-01(빅데이터·AI 기반 가뭄 전주기 예측기술 개발)'의 지원으로 수행되었습니다.