

농촌용수관리를 위한 Web 및 GIS 기반 농업가뭄정보시스템 개발

Development of Web-GIS Based Agricultural Drought Information System for Agricultural Water Management

남원호*, 최진용**, 유승환***, 장민원****, 고광돈*****

Won-Ho Nam, Jin-Yong Choi, Seung-Hwan Yoo, Min-Won Jang, Kwang-Don Ko

요 지

우리나라는 계절적으로 편중된 강우특성 때문에 가용 수자원이 충분하지 않고 최근엔 빈번하게 발생하는 이상기후현상과 국지성기후로 인해 가뭄의 빈도 및 강도가 증대되고 있어 기후변화에 적응할 수 있는 농촌용수 물관리 대책과 가뭄대응능력 개선의 필요성이 요구되고 있다. 이러한 가뭄의 관리를 위해서는 시간적인 가뭄의 발생과 공간적인 가뭄의 분포를 파악하여 적절한 가뭄평가 수단을 통한 가뭄대책 수립기준을 설정하고 이에 대한 대책방안을 마련하여 각 지역별 특성에 맞는 가뭄대책을 수립해야 한다. 따라서 본 연구에서는 농업가뭄을 극복하고 농촌수자원의 안정적 확보와 효율적인 이용을 위해서 농업가뭄 상황을 분석하고 평가할 수 있으며 농업가뭄대책의 수립과 시행을 뒷받침할 수 있는 Web 및 GIS 기반 농업가뭄관리시스템을 제안하고자 한다. 기존의 개발된 토양수분지수(Soil Moisture Index, SMI)와 저수지가뭄지수(Reservoir Drought Index, RDI)를 통합한 통합농업가뭄지수(Integrated Agricultural Drought Index, IADD)을 이용하여 다양한 시나리오를 통해 가뭄의 여러 가지 패턴에 따른 지역별 농업가뭄의 위험과 예측 피해를 설명하고, 가뭄관리에 필요한 정보를 단계적으로 제공함으로써 실제 물 관리 및 가뭄대책 업무에 반영하고 적절한 대응책을 수립하는데 기초자료가 될 것으로 판단된다.

핵심용어 : 농업가뭄, Decision Support System, GIS, Web

1. 서 론

우리나라는 계절적으로 편중된 강우특성 때문에 가용 수자원이 충분하지 않고 최근엔 빈번하게 발생하는 이상기후 현상으로 가뭄에 대한 취약성이 높은 것으로 알려져 있다. 가뭄은 강우의 시기별·지역별 불균형으로 인해 발생하며 한 계절에서 1년, 길게는 수년 동안 지속되는 시간 특성을 가지면서 점차적으로 피해 범위가 확대되고 지속적으로 누적된 효과가 천천히 나타나 시간이 경과함에 따라 강도가 강해지는 특징이 있다. 이러한 가뭄의 관리를 위해서는 시간적인 가뭄의 발생과 공간적인 가뭄의 분포를 파악하

* 정희원 · 서울대학교 생태조경·지역시스템공학부 박사과정 · E-mail : wh531@snu.ac.kr
** 정희원 · 서울대학교 생태조경·지역시스템공학부 부교수 · E-mail : iamchoi@snu.ac.kr
*** 비희원 · 서울대학교 생태조경·지역시스템공학부 박사수료 · E-mail : crom97@snu.ac.kr
**** 비희원 · 경상대학교 지역환경기반공학과 조교수 · E-mail : mwjang@gnu.kr
***** 정희원 · 한국농어촌공사 · E-mail : kgd@ekr.or.kr

여 적절한 가뭄평가 수단을 통한 가뭄대책 수립기준을 설정하고 이에 대한 대책방안을 마련하여 각 지역별 특성에 맞는 가뭄대책을 수립해야 하며, 가뭄의 예측 및 극복을 위해서는 가뭄을 정량화하여 지수로 나타내는 가뭄지수를 이용하여 정확한 가뭄의 원인분석과 가뭄의 진행상황이나 강도(intensity)를 정의할 수 있는 객관적인 기준을 이용해야 한다. 따라서 가뭄을 정량화한 다양한 가뭄지수들을 이용하여 정확한 가뭄의 원인분석과 가뭄의 진행상황이나 강도를 정의하고 이를 가뭄대책의 기초자료로써 활용하려는 연구가 이루어져왔다. 우리나라에서 가뭄과 관련된 과거의 연구동향은 주로 외국에서 개발된 가뭄지수를 국내의 수문, 기상학적 자료를 이용하여 산정함으로써 가뭄지수의 국내 적용성에 대하여 검토되었고(윤용남 등, 1997; 김상민, 박승우, 1999; 류재희 등, 2002), 가뭄을 지속적으로 모니터링하기 위한 시스템의 개발(이동률 등, 2003)에 대한 연구가 진행되었다. 외국의 경우, 1995년부터 국립가뭄경감센터(National Drought Mitigation Center, NDMC)를 설치하여 가뭄관련정보 및 미국 전역의 가뭄 모니터링과 예보, 가뭄경감대책 수립 등의 정보를 제공하고 있다. 또한 미국전역에 걸쳐 PDSI(Palmer Drought Severity Index), SPI(Standardized Precipitation Index) 등의 가뭄지수를 이용하여 가뭄상황에 대한 정보를 주단위로 산정하여 웹사이트를 통해 제공하고 있으며, 미국 국립기상청(National Weather Service, NWS)의 기후예측센터(Climatic Prediction Center, CPC)와 연계하여 각종 가뭄지수의 예측을 통한 가뭄전망(Drought Outlook) 결과도 주단위로 제공하고 있다(<http://drought.unl.edu/dm/monitor.html>). 현재 국내에서 가뭄을 모니터링하며 가뭄과 관련된 정보를 제공하는 시스템으로는 국토해양부의 국가수자원관리 종합정보시스템(Water Management Information System, WAMIS)이나 기상청의 가뭄판단지수(Drought Decision Index) 등이 중심이 되어 가뭄과 관련된 기초적인 정보를 축적하고 인터넷상으로 관련 기관과 국민들에게 서비스하고 있으나 가뭄의 전망 및 예측과 관련된 연구(이주현 등, 2006)는 상대적으로 미약했던 것으로 분석된다. 또한 우리나라 농업환경에 맞는 농업적 가뭄상황을 객관적으로 표현할 수 있는 지표가 명확하지 않으며 현장 업무에 반영하거나 관련 정책 수립의 의사결정(Decision Making)을 지원할 수 있는 적절한 도구가 부재한 상황이다. 따라서 기존의 개발된 농업가뭄 분석 및 평가 기술을 통합하여 지역별 농업가뭄의 위험과 예측 피해를 설명하여 실제 물 관리 및 가뭄대책 업무에 반영할 수 있도록 농업가뭄을 정량화하고 효율적, 지속적으로 관리할 수 있는 농업가뭄정보시스템의 개발이 필요하게 되었다.

본 연구에서는 농업가뭄상황을 분석하고 평가할 수 있으며 농업가뭄대책의 수립과 시행을 뒷받침할 기술적·과학적 근거가 될 수 있는 통합농업가뭄지수(Integrated Agricultural Drought Index, IADI)를 개발하였으며, 이를 이용한 가뭄현황도 작성 및 가뭄정보 분석을 위한 Web 기반 GIS 농업가뭄정보시스템을 제안하고자 한다. 또한 다양한 시나리오를 통해 가뭄의 여러 가지 패턴에 따른 지역별 농업가뭄의 위험과 예측 피해를 설명하고 가뭄관리에 필요한 정보를 단계적으로 제공함으로써 일반인뿐만 아니라 수자원 관리자 및 정책결정자들에게 가뭄대책 업무에 반영하고 가뭄 시 적절한 대응책 수립 및 의사결정을 지원하는 시스템을 제안하고자 한다.

2. 통합농업가뭄지수의 산정

현재 국내에서는 농업분야의 가뭄대책을 수립하기 위한 지표로써 농업용 저수지의 저수율(김선주 등, 1995; 박기욱 등, 2006) 및 과우일수(박성우 등, 1982; 김현영 등, 1996)가 대표적으로 사용하고 있어 농업적 가뭄을 분석함에 있어 수문학적 또는 기상학적 변량을 대상으로 연구되어 왔다. 하지만 농업적 가뭄의 경우 토양, 작물 등 복합요인에 의해 지배를 받기 때문에 비정상적인 강수의 부족상태를 나타내는 기상학적 가뭄이나 특정지역이 정상적으로 필요로 하는 하천유량의 부족상태를 나타내는 수문학적 가뭄으로는 분석이 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 우리나라의 농업가뭄상황을 분석하고 평가할 수 있으며 농업가뭄대책의 수립과 시행을 뒷받침할 수 있는 기술적·과학적 근거로써 기존의 개발된 토양수분지수(Soil Moisture Index, SMI)와 저수지 가뭄지수(Reservoir Drought Index, RDI)를 통합한 통합농업가뭄지수(Integrated Agricultural Drought Index, IADI)를 제안하고자 한다. 통합농업가뭄지수는 논지역의 경우 수리시설의 능력에 따라 가뭄에 영향을 받는 저수지 가뭄지수(장민원 등, 2003)를 사용하고 밭 지역의 경

우에는 토양수분 물수지 모형에 의한 토양수분지수(김옥경 등, 2006)를 사용하였으며, 토지피복별로 산정된 두 가뭄지수를 통합하여 일별 모의가 가능하고 물의 수요와 공급에 대한 다양한 시나리오를 통해 가뭄의 여러 가지 패턴에 따른 적절한 용수공급방안을 수립하는데 기초자료가 될 것으로 판단된다.

3. 농업가뭄대응을 위한 기상시나리오 개발

본 연구에서는 물관리 및 가뭄대책에 활용되기 위하여 예상되는 가뭄상황을 설정하여 장기적인 대책을 마련할 수 있는 분석 방법이 필요하다. 이를 위해서는 농업가뭄대응을 위한 기상시나리오를 설정하여 현재의 가뭄 정도를 파악하고 향후 가뭄의 진행 상태를 예측한다면 농업가뭄대응책 수립 및 농업수자원 관리의 의사 결정을 지원할 수 있을 것으로 판단된다. 기상시나리오의 일반적인 방법은 과거 관측 자료의 추계학적 특성에 근거하여 시나리오를 개발하고, 필요한 수문자료계열을 인위적으로 생성하는 것이다. 하지만 본 연구에서는 추계학적 방법이 아닌 과거에 발생했던 가뭄 사상을 이용하여 단계별 기상시나리오를 개발하였다. 과거 강수량 자료에 대하여 유효강수량을 산정하고 빈도분석을 실시하여 각 빈도별로 기상시나리오에 해당되는 기준 년도를 결정하여 이를 바탕으로 농업가뭄 대응단계별 기상시나리오를 설정하였다.

4. Web 및 GIS 기반 농업가뭄정보시스템 구축

본 시스템에서는 현재의 농업가뭄상황을 분석·평가하고 예상되는 가뭄상황을 설정하여 장기적인 농업가뭄대책의 수립과 시행을 마련할 수 있는 분석 방법으로 농업가뭄평가, 농업가뭄예측, 농업가뭄대책의 세 단계로 구분하였다. 농업가뭄평가 단계에서는 SMI와 RDI, IADI와 같은 농업가뭄지수를 산정하여 현재의 농업가뭄상태를 분석하고 각각의 가뭄단계별로 가뭄예警보를 판단한다. 농업가뭄예측 단계에서는 농업가뭄대응을 위한 다양한 기상시나리오를 설정하여 향후 지역별 농업가뭄의 위험과 피해를 예측하며, 농업가뭄대책 단계에서는 시나리오를 통한 가뭄현황 결과를 바탕으로 농업가뭄대응책 수립 및 농업수자원 관리의 의사 결정을 지원할 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결 론

가뭄의 진행에 따른 적절한 대응책을 수립하기 위해서는 가뭄상황의 조기 확인 및 현 가뭄상황에 대한 정확한 분석이 필요하며, 이는 가뭄지수 및 가뭄 모니터링을 통하여 가뭄단계를 설정하고 가뭄상황의 시간적·공간적 분석에 의해 수행될 수 있다. 본 연구에서는 기존의 개발된 SMI 및 RDI 가뭄지수를 이용하여 신뢰성 있는 농업가뭄 감시를 위한 통합농업가뭄지수를 개발하였으며, 이를 이용하여 현재의 농업가뭄상태를 분석하고 각각의 가뭄단계별로 가뭄 예警보를 판단하였다. 또한 농업가뭄대응을 위한 다양한 기상시나리오를 설정하여 향후 지역별 농업가뭄의 위험과 피해를 예측하여 적절한 농업가뭄대응책 수립 및 농업수자원 관리의 의사결정을 지원하는 시스템을 제안하였다. 이러한 가뭄 정보들을 물 관리자 뿐만 아니라 일반 대중들에게 신속하고 손쉽게 접근할 수 있는 시스템의 구축이 필요하며, 본 연구에서 제안한 Web 및 GIS 기반 농업가뭄정보시스템은 효과적인 장·단기 사전가뭄대책을 위한 기반을 제공하고 가뭄 예警 및 가뭄 시 적절한 대응책을 수립하는 기초자료로써 활용가능성이 클 것으로 판단된다.

감 사 의 글

본 연구는 『Web 및 GIS 기반 가뭄관리시스템 개발』 과제의 일환으로 한국농어촌공사의 연구지원으로 수행되었습니다. 이에 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 김선주, 이광야, 신동원(1995). 관개용 저수지의 한발지수산정, 제37권 제6호, pp. 103-111.
2. 김상민, 박승우(1999). 우리나라 주요 지점에 대한 가뭄지수의 산정과 비교, 한국농공학회지, 제41권 제5호, pp. 43-52.
3. 김옥경, 최진용, 장민원, 유승환, 남원호, 이주현, 노재경(2006). 토양수분지수를 이용한 유역단위 가뭄평가, 한국농공학회논문집, 제48권 제6호, pp. 3-13.
4. 김현영, 서영제, 오수훈(1996). 우리나라 가뭄 평가방법에 관한 연구, 한국관개배수, 제3권 제1호, pp. 20-31.
5. 박기욱, 김진택, 주옥종, 이용직(2006). 농업가뭄의 평가를 위한 가뭄지수의 적용성 분석, 한국관개배수, 제13권 제1호, pp. 72-81.
6. 박성우, 안재숙, 이기춘(1982). 한발기준년 재조정, 농업개발시험연구, 서울대 농업개발연구소.
7. 류재희, 이동률, 안재현, 윤용남(2002). 가뭄평가를 위한 가뭄지수의 비교 연구, 한국수자원학회논문집, 제35권 제4호, pp. 397-410.
8. 윤용남, 안재현, 이동률(1997). Palmer의 방법을 이용한 가뭄의 분석, 한국수자원학회논문집, 제30권 제4호, pp. 317-326.
9. 이동률, 이대희, 강신욱(2003). 가뭄 경보기준과 모니터링 시스템, 한국수자원학회논문집, 제36권 제3호, pp. 375-384.
10. 이주현, 정상만, 김재한, 고양수(2006). 가뭄모니터링 시스템 구축: II. 정량적 가뭄 모니터링 및 가뭄전망기법 개발, 한국수자원학회논문집, 제39권 제9호, pp. 801-812.