

위성영상 자료를 이용한 고해상도 가뭄지수 산정모형 개발

Generation of Fine Resolution Drought Index using Satellite Data

김 광 섭* / 박 한 균**
Kim, Gwangseob / Park, Han gyun

요 지

본 연구에서는 현재 가뭄을 관측하는데 주로 이용되는 가뭄지수의 단점 등을 보완하고자 가뭄에 관련되는 식생지수를 연계한 공간해상도 높은 가뭄지수를 제시하였다. 우리나라 지상관측을 통해 산출할 수 있는 PDSI(Palmer Drought Severity Index)와 SPI(Standardized Precipitation Index) 같은 가뭄지수는 기온과 강수량 등의 기후자료만을 이용하여 산정할 수 있다. 두 가뭄지수는 관측하기 어려운 가뭄의 시기와 심도를 설명하고자 여러 연구를 통해 개발한 지수이지만, 두 가뭄지수만을 가지고 우리나라 전역의 가뭄의 공간적인 분포를 설명하기에는 다소 무리가 있다. PDSI의 경우 강수량과 기온과 토양의 수분함유량을 가지고 산출하는데, 전 관측지점을 똑같은 토양수분함유량을 가지고 있다는 가정 하에 계산되고, SPI의 경우 강수량만을 이용하여 산정한다. PDSI의 경우 과거의 가뭄의 정도를 판단하는데 매우유용하다고 알려져 있다. 하지만, 현재의 가뭄 정도를 나타내는 데는 문제를 가지고 있고, SPI의 경우는 누적강수량을 가지고 시간단위로 계산한다는 점에서 다양한 가뭄의 정도를 예측할 수 있지만, 입력 자료로 강수량만 들어간다는 점에서 약점을 가진다. 이런 기후지수만을 이용한 가뭄정보 생산이 공간정보를 구현하는데 한계를 가지는 문제점을 개선하고자 가뭄에 직간접적으로 관련이 있는 보다 세밀한 공간정보를 가진 식생, 토지 이용, 고도 등의 자료와 기후정보로부터 산정된 가뭄지수간의 관계를 분석하였다. 나아가 기존의 기후지수보다 고해상도를 가진 위성의 정규식생지수(NDVI; Normalized Difference Vegetation Index)와 같은 식생지수를 이용하여 기존보다 더 향상된 해상도의 가뭄지수를 산정하고자 하였다. 우리나라 지상관측소 76개 지점 중에 MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) 정규식생지수 자료와의 관계를 분석하고자 자료의 보유기간이 짧은 지점과 섬지점 등을 제외한 57개 지점을 선정하고, 연구기간동안의 강수량과 기온자료를 이용하여 PDSI와 SPI를 산출하였다. PDSI와 SPI자료를 고해상도 가뭄지수 산정의 기본 변수로 사용하기 위하여 역거리가중평균법을 이용한 연구기간동안의 한반도 지역 PDSI와 SPI 가뭄지수 지도를 생산하였다. 각각의 가뭄지수와 식생 상태를 나타내는 NDVI와의 상관특성과 계절 변화에 따른 변화특성을 분석하고, CART(Classification and Regression Trees) 알고리즘을 이용하여, 지상 자료만을 사용한 가뭄지수가 가지는 시공간적 변화 특성 제시에 대한 문제점을 개선한 보다 해상도가 높은 조합가뭄지수를 제시하였다.

핵심용어 : SPI, PDSI, NDVI, CART

* 정회원·경북대학교 공과대학 건축토목공학부 토목공학전공 부교수·E-mail : kimg@knu.ac.kr

** 경북대학교 공과대학 건축토목공학부 토목공학전공 석사과정·E-mail : idegogo@nate.com

1. 서론

최근 우리나라의 강원도 지역은 심각한 가뭄을 겪고 있으나, 과거에 가뭄이 있었던 1994~1995년과 2001년과 마찬가지로 가뭄에 대하여 충분한 준비가 되어있지 못하고, 가뭄이 발생하고 나서 피해가 있는 지역을 구조하는 사후대책이 현재 우리나라가 가지고 있는 가뭄에 대한 자세이다. 이는 가뭄의 예측에 대해 체계적으로 연구가 진행되지 못하였고, 대부분이 과거에 발생했던 가뭄에 대한 연구가 주되었고, 예측을 위한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 가뭄은 일반적인 자연재해와는 다른 면을 가지고 있다. 홍수와 같은 경우 그 피해가 단시간에 나타나는 반면, 가뭄의 경우에는 그 피해가 누적된 이후에 서서히 나타난다는 점을 들 수 있다. 가뭄에 대한 연구가 어려운 이유가 가뭄을 단순히 수분의 부족으로만 정의하기에는 서로 연관이 된 변수와 현상들이 다양해 각각의 상관성을 분석을 실시하지 않고서는 가뭄에 대해 정확하게 분석하기란 어렵다고 볼 수 있다. 이에 장, 단기간에 효율을 보이는 각각의 가뭄지수와 식생을 표현하는 변수들과의 상관성을 분석하고, 계절성이 뚜렷한 우리나라의 경우 계절적인 변화를 분석하여 새로운 조합 가뭄지수를 개발하는 연구가 필요하다.

2. 지수산정

2.1 자료설명

본 연구에서 사용된 지상관측망 자료는 우리나라 76개소 기상관측소 중에 자료의 기간이 30년 이상인 관측소와 섬 지역들을 제외한 57개 지점의 기상, 수문 자료를 사용하였으며 선택된 대상지역은 그림 1과 같다.

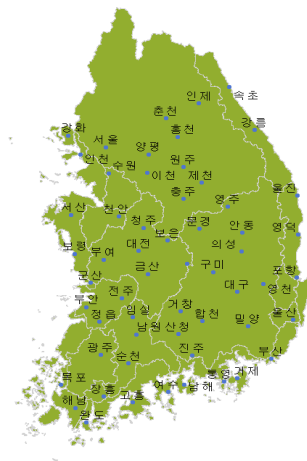


그림. 1 사용된 57개 관측지점

2.2 SPI(Standardized Precipitation Index)

Mckee 등(1995) 1, 3, 5, 12개월과 같은 특정한 시간단위를 설정하고, 각 시간 단위별로 강수량의 부족량을 이용하여, 가뭄에 미치는 영향을 파악하고자 이 가뭄지수를 개발하였다. 표준강수지수는 사용자의 요구에 따라 다양한 시간단위로 계산이 가능한데, 짧은 시간단위의 SPI는 농업적 가뭄을 모니터링을 실시하는데 유용하며, 긴 시간단위의 SPI는 수리학적 가뭄을 모니터링을 실시하는데 유용하게 쓰인다. 양의 SPI는 특정기간의 강수량의 양이 과거의 평균 강수량보다 많다는

것을 의미하며, 그림 2는 우리나라의 평균 SPI (3, 6, 9, 12개월) 시계열을 나타내며 2001년 가을부터 2002년 초여름까지 나타난 가뭄사상을 잘 나타내고 있다.

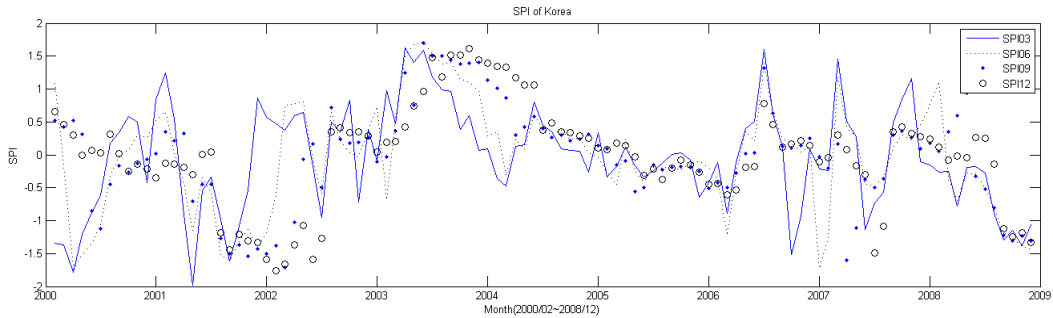


그림 2. 우리나라 SPI(3, 6, 9, 12개월) 평균

2.3 PDSI(Palmer Drought Severity Index)

Palmer(1965)가 개발한 PDSI는 가뭄을 장기간동안 수분의 이상부족현상으로 설명하였으며, 이를 수분부족량과 부족기간의 함수로 나타낸 가뭄지수이다. 간단한 물수지에 대한 공급수요모델을 이용하여 계산되며, 사용되는 기후인자는 과거의 강수량과 기온 자료이다. Thornthwaite의 수분수지방법을 이용하여 기후학적으로 필요한 강수량과 실제로 측정된 강수량의 차이를 이용하며, 여기에 지역적인 특성을 고려하여 시공간적인 비교가 가능한 가뭄지수로 개발하였다. 그림 3은 우리나라의 평균 PDSI와 유역별 평균 PDSI 시계열을 나타낸다.

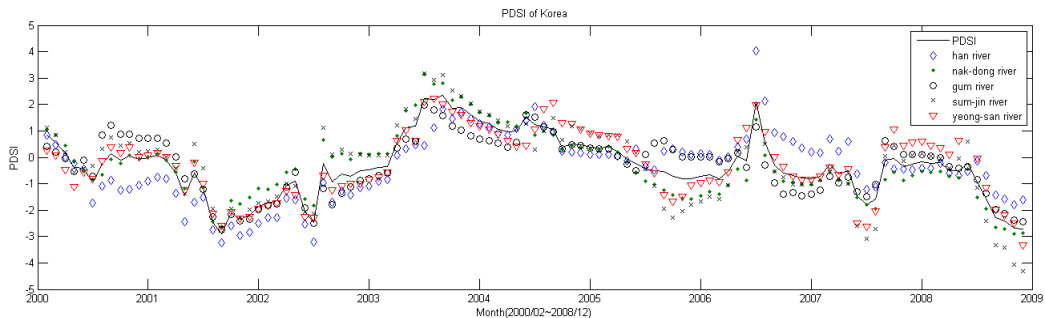


그림 3. 우리나라 PDSI 평균과 유역별 평균 PDSI

2.4 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)

정규식생지수는 근적 파장대(Near-InfraRed)와 가시 파장대(Red) 반사도 값의 합과 차의 비로 계산되며, 계산식은 다음과 같다.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \dots\dots\dots(1)$$

NDVI는 식생의 존재와 지표 식생의 상태를 나타내는 방법으로 가장 많이 사용되고 있는 식생지수 중의 한가지로서 1974년에 Rouse등에 의해 최초로 제안되었다. 정규식생지수는 무차원 값으로 -1.0 ~ +1.0의 범위를 가지고, 0.1보다 큰 값을 가질 때는 일반적으로 그 지역의 식생이 증가하는 것을 보여주며, 암반이나 나지에서는 0과 0.1 사이의 값을 가지며, 물이나 비 식생지역에서는 0보다 작은 음의 값을 가진다. MODIS의 모든 영상은 미국 NASA에서 제공하는 자료를 이용하였으며, 자료의 기간은 2000년 2월부터 2008년 12월까지이며, 관측주기는 1개월, 해상도는 1km 자료이다.

3. 연구방법

3.1 CART(classification and regression trees) 알고리즘

CART(classification and regression trees)알고리즘은 Decision Tree analysis을 실시하는데 있어서 흔히 사용되는 알고리즘이다. L.Briemen 등(1984)에 의해 발표되어 컴퓨터의 machine-learning 실험의 기초가 된 알고리즘이다. CART 알고리즘은 첫째로, 분리기준 찾기를 training data set을 가지고 시작한다. 한가지의 목표변수는 나머지 설명변수의 조합으로 나타나며, data set을 가지고, 잘 분류할 수 있는 모형을 생성하고 새로운 설명변수를 가지고 새로운 설명변수를 생성한다.

3.2 계절성과 여러 가뭄지수를 이용한 조합가뭄지수 개발

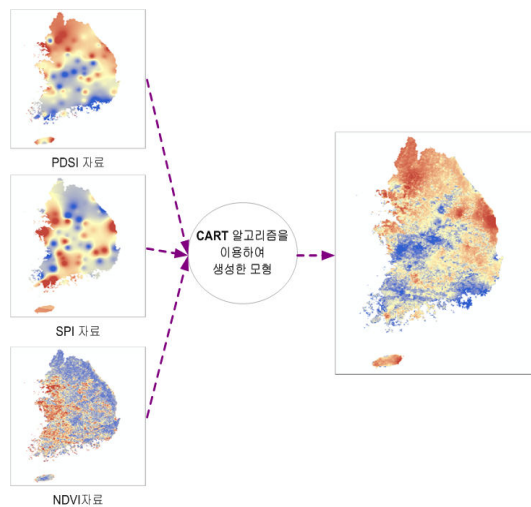


그림 4. 조합가뭄지수 계산 과정 개념도

우리나라는 4계절이 뚜렷한 특징을 가지고 있어 계절에 따른 가뭄의 영향을 판단하기 위하여 봄, 여름, 가을, 겨울로 나누어서 실시하고, 설명변수로는 장기간 가뭄을 잘 나타내는 PDSI, 단기 가뭄을 잘 나타낸다고 알려진 3개월 단위의 SPI, 그리고 식생의 상태를 표현하는 NDVI 3가지의 변수를 선택하였다. 그림 4는 조합가뭄지수의 계산과정을 나타내는 개념도이다.

3.3 국내 2001년 가뭄

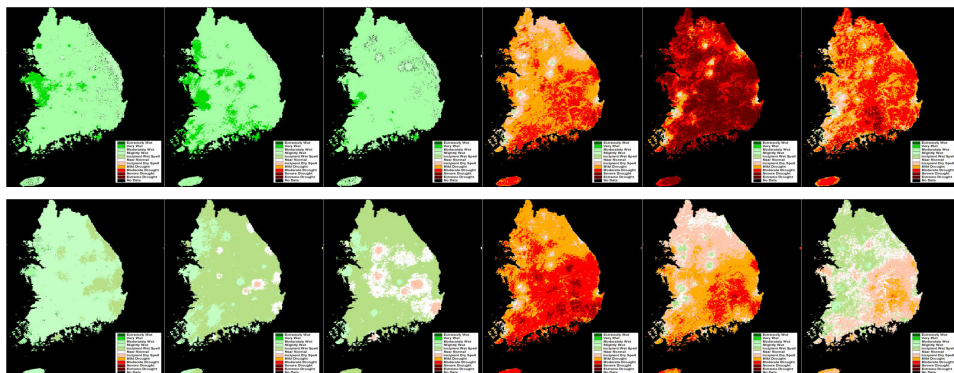


그림 5. 조합 가뭄지수로 나타낸 우리나라 2001년 가뭄(1 ~ 12월)

그림 5에서 알 수 있듯이 2001년 봄 가뭄을 다른 월에 비해 선명하게 나타나는 걸 알 수 있다. CART 알고리즘을 이용하기 위해 결정변수에 나머지 입력 자료의 표준화 시킨 후 평균값을 넣은 결과 세 가지 변수의 영향을 반영한 결과를 보여주었다.

4. 결 론

기존의 가뭄지수인 파머가뭄지수와 표준강수지수를 이용하여 각각의 가뭄지수가 가지고 있던 장, 단점을 조합하고, 식생을 표현하는 정규화식생지수와 상관성을 분석 Decision Tree 방법 중에 일반적으로 많이 사용이 되는 CART 알고리즘을 이용하여, 식생이 반영된 새로운 조합 가뭄지수를 산출하였다. 이를 우리나라의 대표적인 2001년 봄 가뭄을 나타낸 결과 가뭄 지수 보다 가뭄의 시공간 변화 양상을 잘 표현하는 결과를 나타내었다. 이에 계절적인 변화뿐 아니라, 토지피복도, DEM(Digital Elevation Model) 등을 이용하여, 우리나라의 가뭄 시공간 변화를 더욱 더 잘 나타내는 조합가뭄지수의 제시가 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(07국토정보C03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Brieman, L., Friedman, J., Olshen, R.A., Stone, C.J., (1984). Classification and Regression Trees. Wadworth, Belmont, CA.
2. Mckee, T. B., Doesken, N. J., and Kleist, J. (1995), Drought Monitoring with Multiple Times Scales Preprints, 9th Conference on Applied Climatology, 15-20 January, Dallas, TX, pp. 233-236.
3. Palmer, W. C. (1965), Meteorological drought, Research paper, No. 45, U.S. Weather Bureau.
4. Rouse et al., J.W. Rouse, R.H. Haas, J.A. Schell and D.W. Deering (1974), Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, NASA, Greenbelt, MD, pp. 301~317.
5. Thornthwaite, C. W., and Mather, J. R. (1955), The water balance, Publications in Climatology, Vol. 8, No. 1, Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, Centerton, N. J.