

# 과우일수와 군집분석을 이용한 우리나라의 가뭄지역 구분

## Division of Drought Area using Continuous Dry-Day and Cluster Analysis in Korea

오 태 석\*, 문 영 일\*\*, 김 민 석\*\*\*, 박 명 선\*\*\*\*

Tae-Suk Oh, Young-Il Moon, Min-Suk Kim, Myung-Sun Park

### 요 지

가뭄은 여러 수문학적 재해유발 요인 중에서 극심한 피해를 유발시키는 자연재해 중의 하나이다. 가뭄은 장기간 동안 계속되어 물순환과정에 악영향을 끼치며 이로 인해 물부족을 유발시켜 농업 등의 산업에 재해를 유발시키고 있는 실정이다. 가뭄은 학문적으로 기상학적, 농업적, 수문학적, 사회·경제적 가뭄으로 구분할 수 있으며 학문적으로 분류된 가뭄은 조건에 따라 가뭄현상의 정의가 약간씩 달라지게 된다. 따라서 본 연구에서는 여러 가뭄지수 중에서 비교적 산정과정이 간단하고 기상학적인 가뭄과 농업적 가뭄을 고려할 수 있는 가뭄지수인 과우일수를 산정하였다. 분석대상 지역은 우리나라의 기상청에서 관할하며 30년 이상 관측된 자료를 이용하였다. 산정된 과우일수의 군집분석을 통해 우리나라 가뭄지역 구분을 수행하였다.

**핵심용어** : 가뭄, 가뭄지수, 과우일수, 군집분석

### 1. 서 론

여러 수문학적 재해 중에서 가뭄은 넓은 지역에 극심한 피해를 유발시킬 수 있는 자연재해 중의 하나이다. 가뭄(drought)은 장기간 계속되는 무강우 또는 강우의 심각한 부족을 야기시키고 수문학적으로는 하천유량과 저수지 수위를 정상상태 이하로 저하시키며, 토양수분의 고갈과 지하수위의 저하를 가져올 정도로 충분히 지속되는 비정상적으로 건조한 상태를 의미한다. 일반적으로 가뭄은 드물게 발생하는 예측불가능한 현상으로 판단하고 있으나, 가뭄은 정상적이고 반복적인 기후현상 중의 하나인 것으로 알려져 있다. 가뭄은 특정 지역을 대상으로 강우(precipitation)와 증발산(evapotranspiration) 사이의 균형에 있어 장기간 동안 관측된 평형상태와 관련이 있으며, 높은 온도, 강한 바람, 낮은 상대습도와 같은 기후학적 및 기상학적 인자들과 밀접한 관련을 갖고 있다. 가뭄의 개념적 정의는 ‘부족한 강우가 장기간 지속되어 작물에 심각한 피해를 주어 생산에 손실을 끼치는 것’이다. 가뭄의 운영상 정의는 ‘보통 30년간의 기록을 바탕으로 한 과거의 평균치와 현재의 상태를 비교’하는 것을 의미하여, 과거의 사상에 대한 가뭄의 빈도(frequency), 강도(intensity), 지속기간(duration)의 분석하는데 활용할 수 있다. 가뭄의 학문적 정의는 기상학적 가뭄, 농업적가뭄, 수문학적 가뭄, 사회경제적 가뭄으로 구분할 수 있다.

\* 정회원-서울시립대학교 공과대학 토목공학과 수자원연구실 · E-mail : waterboy@uos.ac.kr  
\*\* 정회원-서울시립대학교 공과대학 토목공학과 교수 · E-mail : ymoon@uos.ac.kr  
\*\*\* 정회원-서울시립대학교 공과대학 토목공학과 석사 과정 · E-mail : g200831013@uos.ac.kr  
\*\*\*\* 정회원-서울시립대학교 공과대학 토목공학과 석사 과정 · E-mail : lion-pms@hanmail.net

박은주 등(2002)은 위성영향을 이용하여 경작지에 나타나는 봄가뭄의 가뭄심도와 공간적 패턴을 분석하고 효율성을 평가하였다. 김현영(1995)은 우리나라의 가뭄특성을 이해하기 위하여 역사 기록에서 파악할 수 있는 우리나라 과거의 가뭄을 우선 파악하고, 우선 가뭄의 정의와 평가방법을 살펴본 후 우리나라에서 발생한 과거의 가뭄피해에 대하여 기술하였다. 따라서 본 연구에서는 가뭄지수 중에서 산정방법이 간단한 과우일수를 통해 가뭄연도에 따라 가뭄의 영향을 파악하고 군집분석을 통해 가뭄지역의 분류를 수행하였다.

## 2. 과우일수의 산정

과우(寡雨)의 평균강우량보다 적은 강우가 발생한 것을 의미한다. 과우일수의 산정 방법은 5, 6, 7, 8월의 일강우량 자료로부터 단독 1일 동안이나, 연속된 2일 동안에 5mm 이하인 경우에는 무강우로 취급하여, 강우량이 식물의 식생에 지장을 주지 않는 범위까지 발생하는 기간으로 가뭄을 평가한다(김현영, 1995). 따라서 과우일수가 클수록 식물의 생장에 충분한 수분공급이 어려워 가뭄피해가 유발될 수 있는 가능성이 커지는 것으로 판단할 수 있다.

과우일수의 산정을 위해서는 과우의 기준치에 대한 설정이 필요하다. 과우기준치의 산정은 표토층의 경운깊이를 15.0cm로 보고, 이의 공극률이 60%라고 하면, 이중 50%가 포화되었을 때에 작물생육조건을 만족하는 것으로 보고, 강우의 손실을 25%로 가정하여 다음과 같은 방법으로 계산하였다.  $150(\text{mm, 표토층의 경운깊이}) \times 0.6(\text{공극률}) \times 0.5(\text{포화율}) / (1.0 - 0.25(\text{손실율})) = 60\text{mm}$

따라서 과우일수가 단독 1일 또는 연속된 2일의 강우량이 5mm 이하인 경우는 무강우로 간주하고 60mm의 강우가 발생할 때까지의 일수인 과우일수를 산정하였다.

### 2.1 분석 대상 지점의 선정

강우 자료의 확보가 용이하고 과거로부터의 관측 자료의 신뢰성이 확보 되어 있는 기상청에서 관측한 자료를 이용하여 분석을 수행하였다. 기상청에서 관측하고 있는 강우자료는 우리나라에 총 76개의 지상관측지점이 존재하고 있다. 이 중에서 관측연수가 30년 이내인 15개 지점(철원, 동두천, 문산, 백령도, 동해, 영월, 안동, 상주, 마산, 흑산도, 진도, 제주고산, 태백, 장수, 봉화 지점)을 분석 대상에서 제외하고, 30년 이상의 관측 자료가 존재하는 61개 지점을 대상으로 분석을 수행하였다. 과우일수는 산정방법이 간단하며 기상학적·농업적 가뭄을 나타내는 지표로 활용할 수 있다. 과우일수의 산정을 위해서는 분석지점의 분석기간을 동일하게 유지하기 위하여 1973년부터 2008년까지 36개년간의 강우자료를 활용하였다. 그림 1은 분석 대상지점을 나타낸 결과이다.

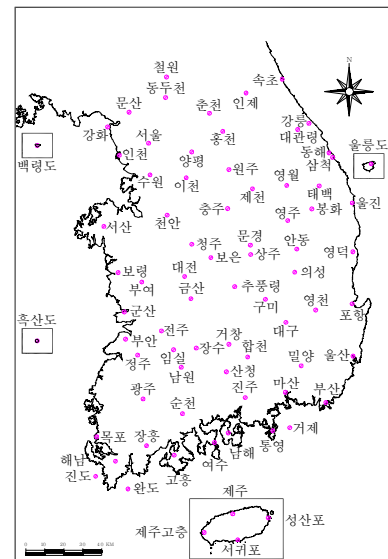


그림 1. 강우관측소의 위치

### 2.2 과우일수의 산정 결과

61개 강우관측소의 강우자료를 이용하여 5mm 이하인 경우는 무효강우로 60mm의 강우가 발생할 때까지의 과우일수를 산정하였다. 과우일수를 강우관측소별로 산정하여 1973년부터 2008년까지

과우일수의 평균과 표준편차를 그림 2와 그림 3에 나타내었다.

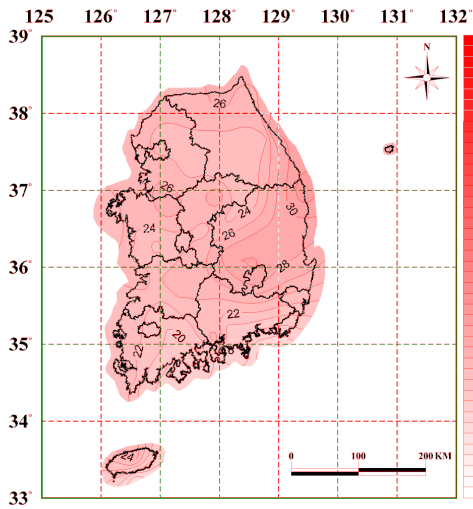


그림 2. 과우일수의 평균

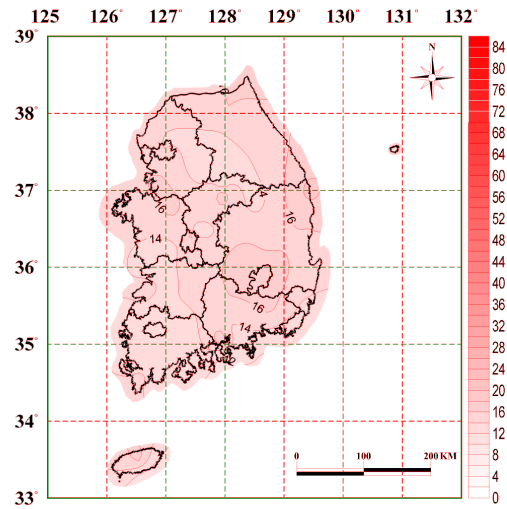


그림 3. 과우일수의 표준편차

5월부터 과우기준량인 강우량이 충족될 때까지의 날수인 과우일수의 1973년부터 2008년까지의 평균은 23.3일이며, 표준편차는 4.2일인 것으로 나타났다. 따라서 이보다 큰 과우일수를 갖는 경우에는 농업적인 가뭄이 발생할 수 있는 가능성이 있다. 그러나 지점에 따라서 과우일수의 평균값의 최대값은 울진 지점으로 33.6, 최소값은 서귀포로 11.9일인 것으로 나타났다. 과우일수가 가장 큰 지점은 영천으로 1982년에 84일인 것으로 나타났다. 또한 연도별로 과우일수의 평균, 최대값, 최소값 및 표준편차를 도시하였다.

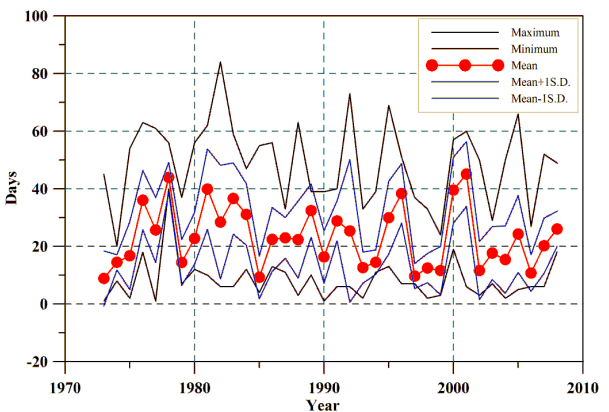


그림 4. 과우일수의 연도별 분포

과우일수를 통하여 파악한 결과에서 40일 이상 과우현상이 발생한 지역으로 구분하여 76, 78, 83, 96, 01년도에 우리나라에 전체에 가뭄이 발생하였으며, 75년과 95년에는 경기와 강원북부 지역의 가뭄이 심한 것으로 나타났다. 또한, 81년과 00년도에는 충청이남 지역에서 과우일수가 크게 나타났으며, 82년과 92년에는 영남지역의 과우일수가 다른지역에 비해 큰 것으로 나타났으며 권원태 등(2001)과도 어느 정도 일치한다.

### 3. 군집분석을 이용한 가뭄지역 구분

모집단에 소속된 많은 개체들의 특성인자를 통한 분류를 수행하기 위해서 사용되는 다변량 분석 기법이 군집분석(clustering analysis)이다. 군집분석을 수행하기 위하여 각 연도별로 산정된 과우일수를 지점별로 이용하였다. 따라서 총 61개의 관측지점을 변량이라고 하면 1973년부터 2008년까지의 과우일수인 36개 변수를 입력하였다. 자료의 군집화를 위하여 Ward's minimum variance 기법을 대상 자료에 적용하였다. Pseudo Hotelling's  $T^2$  계수를 이용하여 군집수를 구분한 결과에서 적

절한 군집수는 6개 또는 9개로 나타났으며, 이를 도시한 결과는 그림 5 및 그림 6에 나타내었다.

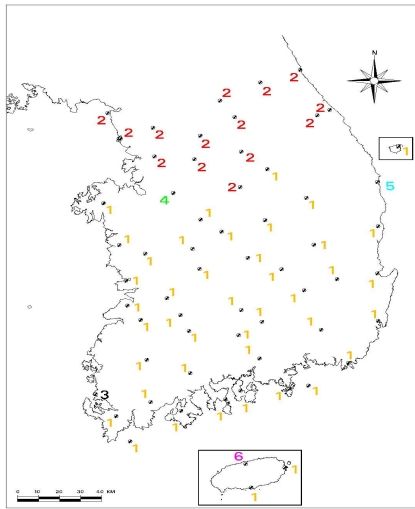


그림 5. 군집수가 6인 분석 결과

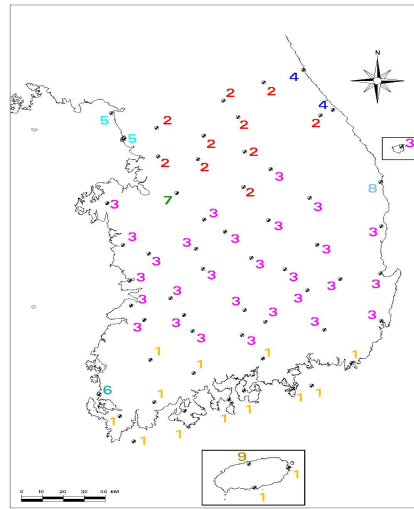


그림 6. 군집수가 9인 분석 결과

#### 4. 결론

본 연구에서는 우리나라의 기상청 관할 강우자료를 이용하여 과우일수를 산정하고, 군집분석을 수행함으로써 가뭄의 지역구분을 수행하였다. 과우일수의 산정 결과에서 5월부터 무강우일을 제외하고 식물생장에 지장을 주지 않는 강우량이 발생할 때까지 걸리는 과우일수는 평균 23.3일이며, 표준편차는 4.2일인 것으로 산정되었다. 군집분석 결과에서 가뭄분석을 위한 적절한 가뭄지역 구분을 군집수는 6 또는 9개 인 것으로 나타났다. 그러나 몇몇 지점의 가뭄특성이 상이한 것으로 나타났다. 이는 강우관측소의 고도와 우리나라의 강우특성에 기인했을 가능성이 있는 것으로 판단된다. 따라서 우리나라의 과우일수를 이용한 가뭄지역은 크게 3개 지역으로 구분할 수 있으며 경기와 강원북부, 충청도 등을 포함한 중부지역 및 남해안 지역으로 구분할 수 있다.

또한, 우리나라의 현실에 적합한 가뭄지수의 산정과 지역구분을 통한 가뭄현상에 대한 지속적인 연구와 모니터링이 필요한 것으로 사료 된다.

#### 감사의 글

이 연구는 소방방재청 자연재해저감기술개발사업 [NEMA-08-NH-05] 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

#### 참고 문헌

- 김현영, 1995, [특집:가뭄의 원인과 대책?]우리나라 가뭄의 정의와 특성 분석, 대한토목학회지, 제43권, 제5호, 대한토목학회, pp. 23-30.
- 권원태, 오재호, 2001, 가뭄에 대한 기상학적 고찰, 한국수자원학회지, 제34권, 제4호, 한국수자원학회, pp. 81-86.
- 박은주, 황철수, 성정창, 2002, 위성영상의 토양수분 정보와 공간적 요인을 고려한 가뭄 민감도 분석, 한국 GIS 학회지, 제10권 제3호, 한국GIS학회, pp. 481-492.