

# VCI와 SVI를 이용한 2008년 가을가뭄 심도분석

## Drought Severity Analysis Using VCI and SVI in the Fall of 2008

박정술\* , 김경탁\*\*

Jung Sool Park, Kyung Tak Kim

### 요 지

2008년 여름 우리나라는 예년과 달리 홍수기에 북상하는 태풍이나 8월말에서 9월초까지 발생하던 장마전선의 영향을 받지 못했을 뿐만 아니라 홍수기 이후에도 중국에서 다가오는 동서고압대의 지속적인 영향으로 9월 중순 최고기온을 경신하면서, 강수가 없는 건조한 날씨가 계속되었다. 남부지방을 중심으로 8월말 이후 심화된 가뭄은 9월 중순에는 전국적으로 확산되었으며 도서지역의 부분적인 제한급수가 실시되거나 밭 작물 재배에 피해를 초래하기도 하였다.

본 연구에서는 위성영상 기반의 식생지수를 이용하여 2008년 가을가뭄의 시공간적 변화와 행정구역별, 권역별 가뭄 우심지역을 판별하였다. 또한, 가뭄정보를 제공하는 가뭄모니터링 시스템의 가뭄지수와 가뭄의 변화와 심도 등을 비교하였다. 위성영상자료는 MODIS NDVI를 이용하여 제작한 VCI와 SVI를 이용하였으며, 수자원공사의 '가뭄정보시스템'에서 제공하는 주 단위의 가뭄지수와 한국건설기술연구원 '통합수자원평가계획 시스템개발'에서 제공하는 월 단위의 가뭄지수를 활용하였다. 연구결과 행정구역상으로는 전라남·북도와 경상남도 지역이, 권역별로는 섬진·영산강 권역에서 극심한 가뭄이 발생한 것으로 판명되었으며 식생지수 기반의 가뭄발생지역 판별 결과와 기상학적 가뭄지수인 SPI와 PDSI의 가뭄분포가 유사하게 나타났다.

**핵심용어** : 가을가뭄, VCI, SVI, 식생지수, 가뭄지수

### 1. 서 론

2008년 우리나라는 여름 홍수기에 북상하는 태풍의 영향을 크게 받지 않았을 뿐만 아니라 8월 말에서 9월초까지 발생하던 2차 장마전선도 형성되지 못하였다. 홍수기 이후에도 중국에서 다가오는 동서고압대의 지속적인 영향으로 9월 중순 최고기온을 경신하면서, 강수가 없는 건조한 날씨가 계속되었다(최홍규, 2009).

이와 같이 여름철 강수량을 좌우하는 태풍과 집중호우가 우리나라에 큰 영향을 미치지 못함으로써 2008년 가을가뭄이 발생하게 되었으며 남부지방을 중심으로 농작물 수확과 용수공급에 큰 차질이 발생하였다. 2008년 가을가뭄의 진행상황을 분석하면 지난 7월 중순 포항, 영덕, 울진 등에서 시작한 가뭄은 남부지방을 중심으로 8월말부터 심화되기 시작하여 9월 말에는 전라북도와 경상북도까지 확산되었다. 10월에는 중부지방으로까지 확대됨과 동시에 남부지방 전역에서 가뭄이 심화되었다. 11월 들어 내린 비의 영향으로 일부지역에서는 가뭄의 진행이 완화되었으나 대부분의 지역에서는 2008년 겨울철까지 가뭄이 진행되었다.

본 연구에서는 2008년 가을가뭄의 특성을 분석하기 위하여 MODIS 위성영상을 이용하여 제작한 VCI(Vegetation Condition Index)와 SVI(Standardized Vegetation Index)를 이용하였으며 가을가뭄의 발생시기 및 주요 피해지역, 심도 등을 식생지수 기반으로 분석하였다. 또한, 수자원공사의 '가뭄정보시스템'에서 제공하는 주 단위의 가뭄지수와 한국건설기술연구원 '통합수자원평가계획 시

\* 정회원 · 한국건설기술연구원 수자원연구실 연구원·공학석사·E-mail : [parkjs@kict.re.kr](mailto:parkjs@kict.re.kr)

\*\* 정회원 · 한국건설기술연구원 수자원연구실 책임연구원·공학박사·E-mail : [ktkim1@kict.re.kr](mailto:ktkim1@kict.re.kr)

스텝개발' 연구팀에서 제공하는 월 단위의 기상학적 가뭄지수와 심도 및 가뭄지역을 비교하였다. 2008년 가을가뭄은 10월 이후에도 전국적으로 심화되었으나 본 연구에서는 식생의 활력을 통하여 가뭄을 간접적으로 추정하는 식생지수 기반의 가뭄모니터링의 특성을 고려하여 2008년 9월~10월을 연구대상 시기로 선정하였다.

## 2. 2008년 가을가뭄

지난 2001년 발생한 전국적인 봄 가뭄이 농업용수가 집중되는 5월은 물론 6월 중순까지 지속되어 사회, 경제적으로 큰 파장을 낳았다면 2008년 가을가뭄은 농작물 수확과 밭 작물의 파종시기인 9월과 10월에 남부지방을 중심으로 장기간 지속되었으며 이로 인해 전국 다목적 댐의 저수율이 50% 미만을 기록하였고 일부지역에서는 용수공급을 제한하기도 하였다. 또한, 전라남·북도와 경상남도 지역에 대해서는 가뭄대책 수립을 위한 긴급 재원이 마련되기도 하였다. 그림 1은 2008년 7월~11월의 권역별 평년대비 강우량 비율을 나타낸 것이며 그림 2는 2008년 11월 30일 기준의 전국 주요 댐의 저수현황을 나타낸 것이다.

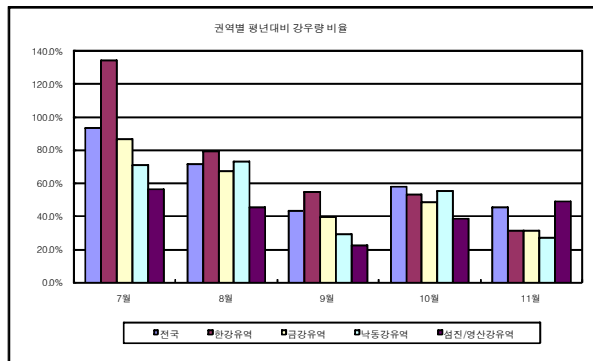


그림 1. 권역별 평년대비 강우량 비율

	저수량 (단위: 백만 $m^3$ )	저수율 %	예년평균 저수율 %
한강	4,621	62	64
낙동강	1,098	33	56
금강	1,063	46	60
섬진강	425	34	53
영산강	114	45	71

표 1. 전국 주요 댐 저수현황 (2008년 11월 30일 기준)

## 3. 자료구축

본 연구에서는 2008년 가뭄을 위성영상을 이용하여 평가하고 특성을 분석하기 위하여 주기성이 뛰어난 MODIS 영상을 이용하였으며 2000년~2008년의 NDVI 자료를 기반으로 VCI와 SVI를 제작하여 활용하였다.

VCI는 구축된 자료의 기간에 대하여 가뭄을 평가하고 상대적인 가뭄의 심도를 제시하므로 본 연구결과는 2000년 이후 9년간의 동일시기와 비교한 상대적인 가뭄상태라고 할 수 있다. VCI는 가뭄의 심도를 0에서 100까지 수치화하여 제시하므로 현 상태의 가뭄이 어떤 상태인가에 대한 이해가 빠르며 일반적으로 VCI 값이 50이하이면 식생이 스트레스를 받으며 0~35 사이의 값을 나타낼 때는 농작물 생산성이 20% 감소할 정도의 극심한 가뭄상태임을 나타낸다(Kogan, 1995).

$$VCI = 100 \times \frac{NDVI_i - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \quad (1)$$

VCI는 동일 기간의 NDVI 최대치(NDVImax)와 최소치(NDVimin) 그리고 VCI를 구하고자 하는 대상 시기의 NDVI(NDVIi)를 연산하여 식 (1)과 같이 계산된다.

Peters 등(2002)이 제안한 SVI는 NDVI를 표준정규분포에 적용하여 계산하며, 평균값으로부터

식생조건 편차를 통해 각각의 변량을 표준화 시키는 방법으로 제작된다.

$$z_{ijk} = \frac{NDVI_{ijk} - \overline{NDVI_{ij}}}{\sigma_{ij}} \quad (2)$$

SVI는 식 (2)와 같으며  $Z_{ijk}$ 는  $k$ 년  $j$ 주 화소  $i$ 의  $z$  값을 의미하며  $NDVI_{ijk}$ 는  $k$ 년  $j$ 주 화소  $i$ 의 NDVI를,  $\overline{NDVI_{ij}}$ 는 전체  $n$  해의  $j$ 주 동안 화소  $i$ 의 평균 NDVI이며,  $\sigma_{ij}$ 는 전체  $n$  해의  $j$ 주 동안 화소  $i$ 의 표준편차이다.

본 연구에서는 VCI와 SVI와의 비교를 위해 가뭄정보시스템(<http://drought.kwater.or.kr/>)에서 제공하는 기상학적 가뭄지수인 SPI(Standardized Precipitation Index)와 PDSI(Plamer Drought Severity Index), 수문학적 가뭄지수인 MSWSI(Modified Surface Water Supply Index)(권형중, 2006), 토양수분지수인 SMI(Soil Moisture Index)(김옥경, 2007)를 수집하였으며 통합수자원평가계획 시스템개발 사이트(<http://www.drought.re.kr>)에서 제공하는 월 단위의 PDSI와 SPI를 수집하였다. 본 연구를 위해 수집된 식생지수 및 가뭄지수의 특성은 표 2와 같다.

표 2. 식생지수 및 가뭄지수의 특성

자료명칭	자료 간격	제공기관	가뭄분류
NDVI (VCI)	1 month, 16 day	<a href="http://wist.echo.nasa.gov/">http://wist.echo.nasa.gov/</a>	50이하 식생스트레스 유발 0~35농작물의 생산성이 20% 감소
NDVI (SVI)	1 month 16 day	<a href="http://wist.echo.nasa.gov/">http://wist.echo.nasa.gov/</a>	매우불량(0~0.05), 불량 (0.05~0.25), 평균(0.25~0.75), 양호(0.75~0.95), 매우양호(0.95~1)
PDSI	1 month	<a href="http://www.drought.re.kr">http://www.drought.re.kr</a>	극한습윤(4.0이상), 심한습윤(3.0~4.0), 보통습윤(2.0~3.0), 약한습윤(1.0~2.0), 정상상태(-1.0~1.0), 약한가뭄(-2.0~-1.0), 보통가뭄(-3.0~-2.0), 심한가뭄(-4.0~-3.0), 극한가뭄(-4.0이하)
SPI 3,6개월	1 month	<a href="http://www.drought.re.kr">http://www.drought.re.kr</a>	극한습윤(2.0이상), 심한습윤(1.5~2.0), 보통습윤(1.0~1.5), 정상상태(-1.0~1.0), 보통가뭄(-1.5~-1.0), 심한가뭄(-2.0~-1.5), 극한가뭄(-2.0이하)
MSWSI	1 week	<a href="http://drought.kwater.or.kr">http://drought.kwater.or.kr</a>	PDSI와 동일
SMI	1 week	<a href="http://drought.kwater.or.kr">http://drought.kwater.or.kr</a>	약한가뭄(543이하), 보통가뭄(543~1106), 심한가뭄(1106~2338), 매우 심한가뭄(2338~5734), 극심한 가뭄(5734이상)
PDSI	1 week	<a href="http://drought.kwater.or.kr">http://drought.kwater.or.kr</a>	PDSI 1month 참조
SPI 1,3,6개월	1 week	<a href="http://drought.kwater.or.kr">http://drought.kwater.or.kr</a>	SPI 1 month 참조

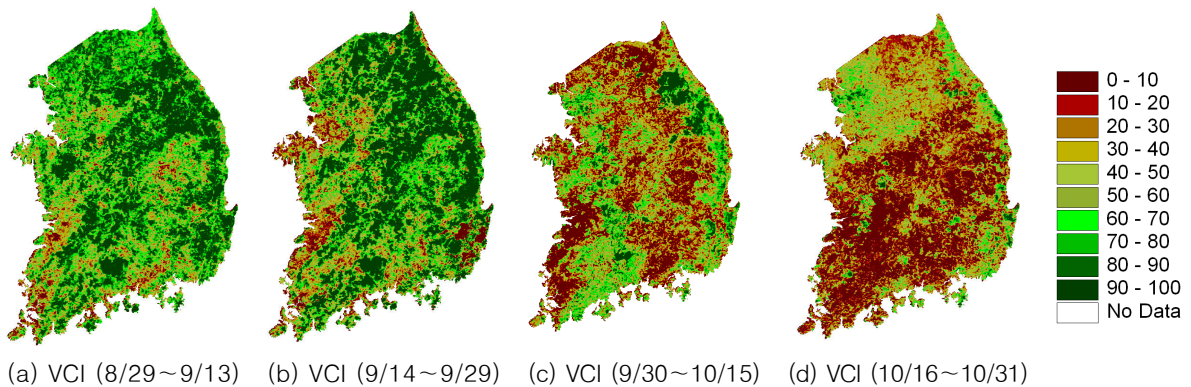


그림 3. VCI를 이용한 가뭄발달상황 및 지역별 심도

#### 4. VCI와 SVI를 이용한 가뭄관별 및 가뭄심도 비교

본 연구에서는 9월~10월의 가뭄발달 상황을 그림 3과 같이 16일 간격으로 구축된 VCI를 이용하여 파악하였다. 가뭄이 전국적으로 확산된 9월 말부터 VCI 35이하의 지역이 발생하기 시작하였으며 10월 중순이후 남부지방 전역에 VCI 20이하의 극심한 가뭄지역이 넓게 분포하였다. 표 3은 가뭄이 가장 심각했던 2008년 10월 16일~31일 기간의 VCI를 행정구역, 권역별 영역으로 추출하여 평균값을 비교한 결과이다. 행정구역상으로는 전라북도 지역의 가뭄이 가장 심했던 것으로 나타났으며 권역별로는 섬진/영산강 권역에서 가장 낮은 VCI 수치를 보였다.

표 3. 주요 행정구역/ 권역별 VCI 비교 (2008/10/16~10/31)

행정구역 구분	VCI value	권역 구분	VCI value
경상남도	20.04	낙동강 권역	23.84
경상북도	22.36	금강 권역	22.71
전라남도	17.87	섬진/영산강 유역	16.22
전라북도	12.32		

VCI의 경우 50이하일 때 식생스트레스를 초래하고, 35이하일 경우 작물의 생산성이 20% 정도 감소된다는 보고가 있었으나 가뭄상황에 대한 명확한 분류기준은 제시하고 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 식생지수를 이용한 가뭄판단 도구 중 가뭄상황을 명확하게 분류하고 있는 SVI를 지역별 권역별로 도시하였으며(그림 4) 이를 주 단위, 월 단위의 다양한 가뭄지수와 비교하였다. 그림 5는 9월~10월 기간을 대상으로 대표적인 가뭄지수들의 가뭄우심 시기 및 공간분포를 나타낸 것이다.

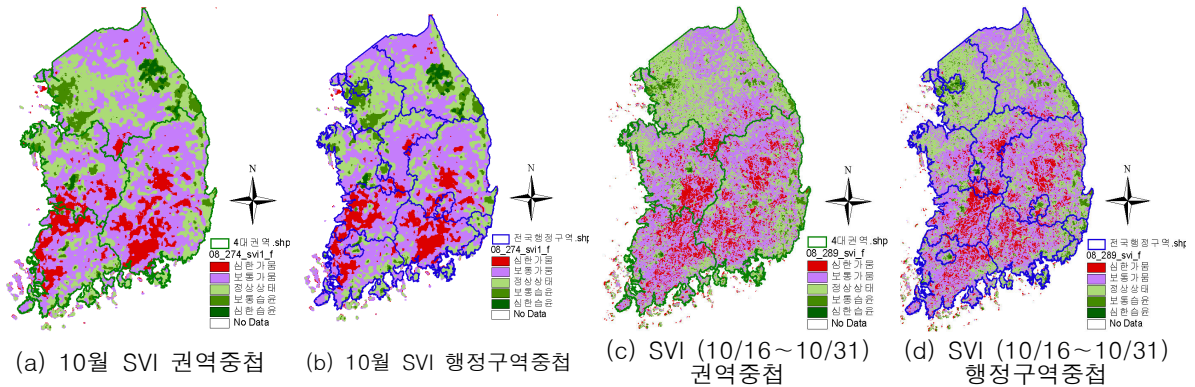


그림 4. VCI를 이용한 지역별 심도 (행정구역, 권역별)

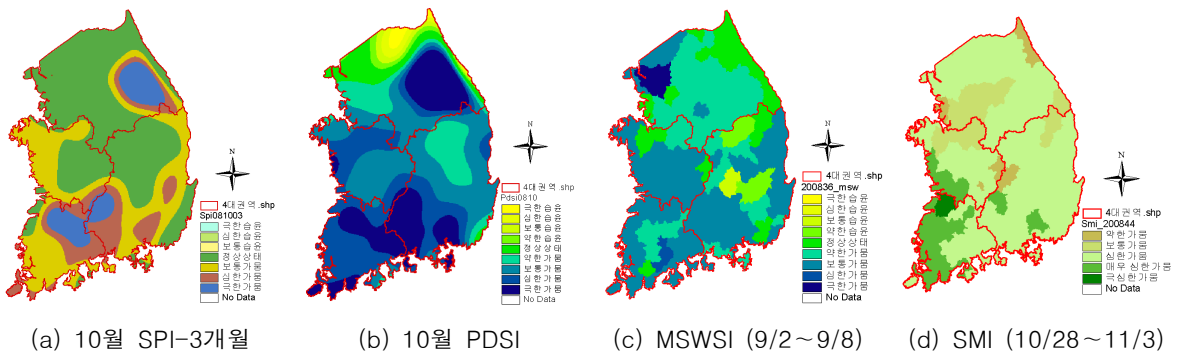


그림 5. 가뭄지수를 이용한 지역별 심도 비교

비교결과 월 단위의 가뭄지수의 경우 10월의 SPI 3개월 지수와 PDSI의 가뭄우심지역의 분포가 SVI와 유사하게 나타났다. 그러나 SVI의 경우 실제 극심한 가뭄을 기록한 강원도 태백지역의 가뭄상황을 적절하게 반영하지 못하는 것으로 나타났다. 가뭄을 권역별로 제시하고 있는 MSWSI나 MSI의 경우 가뭄우심 기간이 SVI와 차이를 나타냈으며 가뭄 위험지역의 분포 또한, 기상학적 가뭄지수나 SVI와 차이를 보였다. 이는 MSWSI나 MSI의 경우 가뭄을 평가하는 방법이 강수량 외에도 증발산량이나 댐 유입량 등 다양한 요인에 의해 결정되기 때문으로 판단되며 식생지수를 이용한 가뭄분석 결과의 객관성을 확보하기 위해서는 다양한 가뭄사상 및 다양한 가뭄지수들과의 비교가 필요할 것이다.

## 5. 요약 및 결론

본 연구는 2008년 가을가뭄을 분석하기 위하여 식생지수 기반의 VCI를 활용하였으며 행정구역별, 권역별로 가뭄우심지역을 판단하고 각각의 심도를 비교하였다. 식생지수 기반의 가뭄분석 결과 9월말부터 10월말 사이에 가뭄이 심화되었음을 확인할 수 있었으며 전라북도와 경상남북도에 시작하여 점차 충청내륙과 전라남도로 가뭄이 확대된 것으로 나타났다. 또한, 가뭄이 가장 심하게 나타난 2008년 10월 중순을 대상으로 비교한 결과에 의하면 전라북도와 섬진/영산강 권역의 가뭄심도가 가장 컸던 것으로 제시되었다. 또한, 가뭄심도를 정량화하여 나타낸 SVI와 가뭄모니터링 시스템에서 제공하는 기상학적, 수문학적, 농업가뭄지수들과의 비교를 통해 가뭄발생지역과 심도를 비교한 결과 위성영상 기반의 가뭄판단 도구는 기상학적 가뭄지수의 분포와 발생 시기 등에서 유사성을 나타냈다.

우리나라는 중부지방과 강원 동부지방을 중심으로 주기적으로 봄 가뭄이 발생하고 있으며 2001년 전국적으로 발생한 봄 가뭄이후 봄 가뭄예방을 위한 다양한 대책이 수립되었다. 그러나 금번 가을가뭄과 같이 여름철 강수부족이 전국적인 물 부족현상을 야기한 경우는 극히 이례적이며 봄 가뭄뿐만 아니라 가을 가뭄 관리를 위한 물 수급정책의 변화 및 구조적인 대책이 마련되어야 할 것으로 판단된다. 이에 위성영상을 비롯하여 가뭄모니터링을 위한 다양한 방법론의 적용이 필요할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 기초기술연구회의 위성정보 활용 지원 운영사업(과제명: 위성영상을 이용한 하천정보 생산 및 활용에 관한 연구)과 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(과제번호 07국토정보C03)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. 권형중, 2006. SWSI 기반의 준분포형 수문학적 가뭄평가기법 개발, 건국대학교 대학원 박사학위논문
2. 김옥경, 2007. 토양수분 가뭄지수의 개발과 유역단위 가뭄 평가, 서울대학교 대학원 석사학위논문
3. 최홍규, 2009. 댐관리 측면에서의 가뭄현황 및 전망, 水자원 2009. 겨울 pp.14-19
4. Kogan, F. N. 1995. Drought of the late 1980s in the United States as derived from NOAA polar orbiting satellite data, Bulletin of the American Meteorological Society. 76: 655-668.
5. Peters, A. J., Walter-Shea, E. A., Ji, L., Vina, A., Hayes, M., Svoboda, M. D., 2002. Drought Monitoring with NDVI-Based Standardized Vegetation Index, Photogrammetric engineering and remote sensing., 68(1): 71-76