

우리나라의 습윤 및 건조 상황 감시 기법

Monitoring Technique of Dryness and Wetness in Korea

신사철*, 황만하**, 고익환***, 권기량****

Sha Chul Shin, Man Ha Hwang, Ick Hwan Ko, Gi Ryang Kwon

요 지

본 연구에서는 기후학적 물수지 방법을 적용하여 우리나라 전역에 대한 습윤 및 건조 상황을 모니터링하는 연구를 수행하였다. 이 기후학적 물수지로부터 생성되는 과잉수분량은 유역에서의 지표면 유출 성분을 반영하여 홍수유출의 유추, 치수 구조물의 설치 및 운영에 관한 지표로 활용할 수 있으며, 부족수분량은 가뭄에 대한 정보를 취득할 수 있음을 알 수 있었다. 특히 이러한 두가지 지표를 합성하여 얻어지는 습윤지표는 유역의 습윤상황뿐 만 아니라 건조상황까지도 고려할 수 있으며, 이로부터 2001년 실제 가뭄현상에 대한 분석을 실시한 결과 이 습윤지표가 실제 현상을 잘 반영하고 있음을 알 수 있었다. 본 연구에서는 유역의 습윤 및 건조상황 감시를 위하여 NOAA/AVHRR자료에 근거한 증발산량 산정결과를 토대로 지표면의 건조를 평가하였으며, 이러한 위성자료의 이용이 가뭄이 되풀이 되고 있는 우리나라에서 가뭄의 조기경보를 위해 효과적인 도구로서 이용될 수 있음을 확인하였다.

핵심용어 : 기후학적 물수지, 습윤.건조상황, 인공위성자료

1. 서 론

유역의 특성을 파악하고 발생할 수 있는 수자원의 양적 불균형에 따른 문제점을 탐지하고 이에 대비하기 위해서는 무엇보다도 신속한 정보가 제공되어야 한다. 또한 이러한 정보를 이용하여 유역 상황을 모니터링하거나 예측하기 위해서는 즉각적이고 연속적인 정보의 수집이 요구된다. 유역차원에서의 정보는 비교적 넓은 지역을 대상으로 하므로 지점에서의 정보 수집방법보다는 공간적 기법 및 원격탐사에 의한 방법을 이용하는 것이 공간적 질적 불균형이 없는 연속적인 자료를 수집하는 효과적인 방법이다.

유역에 대한 반응을 감시하기 위해서는 공간자료가 필수적이며, 이를 위하여 공간적으로 특성이 동일한 자료를 이용하여야 한다. 또한 아직 발생되지 않은 미래의 수문상황을 예상하는 것이므로 실수나 오류가 있을 수 있으며 이러한 실수나 오류를 최소화하기 위해서는 정기적이고, 시간적, 공간적으로 특성이 동일한 자료를 이용하여 객관적인 판단에 의한 것이어야 한다. 따라서, 본 연구에서는 인공위성 자료라는 객관적 자료를 이용하여 본 연구의 핵

* 정희원 · 안동대학교 토목공학과 부교수 · E-mail : scshin@andong.ac.kr

** 정희원 · 한국수자원공사 수자원연구원 수석연구원 · E-mail : hwangmh@kwater.or.kr

*** 정희원 · 한국수자원공사 수자원연구원 수자원환경연구소장 · E-mail : ihko@kwater.or.kr

**** 정희원 · 안동대학교 대학원 토목공학과 박사과정

심적인 입력자료인 증발산량을 산정하여 분석결과의 정확도를 제고하고자 하였다. 인공위성 자료를 이용한 수문순환의 파악은 시·공간적으로 변화가 많은 지역에 대하여 동일한 정확도로 지상 자료의 획득이 가능하다는 측면에서 객관적 판단을 가능하게 한다.

유역에서 발생하는 유출현상은 강우에 대한 유역 반응의 결과로서 나타난다. 한 지점에서의 유출량은 직접 측정하거나 여러 가지 방법에 의해 산정될 수 있으나, 강우 사상에 따른 유역의 반응은 매우 복잡하며, 이러한 매커니즘을 규명한다는 것은 매우 어려운 일이다. 그러나 유역에서의 반응을 파악할 수 있다면, 유역 전체의 상황을 실시간으로 모니터링하여 결과적으로 나타나는 유출현상을 유추할 수 있으며, 유출보다 시간적으로 빨리 나타나는 유역반응을 가상적으로 모의함으로써 유출의 예측 혹은 유역 내 물 이용의 극대화를 꾀할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 기후학적 물수지를 이용하여 물의 공급과 기후학적 물 수요와의 비교를 통해 유역의 습윤 및 건조상황을 파악함으로써 유역의 반응을 감시할 수 있는 기법을 개발하고자 한다.

2. 대상유역 및 연구방법

본 연구에서는 유역의 습윤 및 건조 상황을 파악하기 위하여 기후학적 물수지를 이용한다. 이 방법은 인공위성 자료와 기상 자료를 조합하여 분석이 이루어지며 인공위성 자료에서 파악할 수 없는 현상을 직접 기상 및 수문자료에서 취득할 수 있으므로 상호 보완적으로 활용하여 정확성을 기할 수 있다는 장점이 있다. 우선 기후학적 물수지를 이용하기 위해서는 강우량 및 증발산량(잠재증발산량, 실제증발산량)에 대한 분포정보가 얻어져야 한다. 이러한 분포정보를 바탕으로 기후학적 물수지 모형에 의해 과잉수분과 부족수분이 얻어지며 결과적으로 이를 조합한 습윤지표를 이용하여 유역 상황을 감시하게 된다.

본 연구의 대상유역은 금강서해, 삼교천, 만경강 및 동진강을 포함하는 금강권역으로 유역 구분은 수자원단위지도에 근거하고 있다. 본 금강권역은 4개의 대권역(금강, 삼교천, 금강서해, 만경동진강 유역)과 20개의 중권역으로 구성되어 있으며 총 유역면적은 17,537.00km²이다.

본 연구에서 사용하고 있는 위성자료는 미국의 해양대기청(NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration)에 의해 운영되고 있는 NOAA/AVHRR 기상위성 자료이다. NOAA 위성에 탑재되어 있는 AVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer) 센서는 구름의 분포와 지표면의 온도분포 등의 관측을 목표로 하고 있는 센서이다. AVHRR의 가시역 및 근적외영역 자료로부터 구할 수 있는 식생지수는 다양한 분야에서 이용되고 있다. 본 연구에서 이용하고 있는 자료도 이 AVHRR 자료이며 주로 이용하는 대상도 식생지수이다.

3. 기후학적 물수지의 적용

3.1 과잉수분량

강우량이 증발산량을 초과하여 토양수분이 토양수분 보유능을 초과할 경우 과잉수분량이 발생한다. 이 과잉수분량은 토양수분 보유능을 초과하는 양으로서 지표면 유출을 포함하는 양이다. 결국 과잉수분량이 많을수록 유출에 기여하는 양이 증가하게 되며 하천 유출량은 증가한다. 기후학적 물수지 모형에 의해 금강권역을 대상으로 1998년부터 2004년까지의 과

양수분량을 산정하였다. 2001년의 경우 3월, 4월 및 5월에는 과잉수분량이 거의 발생하지 않았으며, 6월에는 아주 미소한 양의 과잉수분이 발생한 정도이다. 이것은 그 해가 가뭄해이었다는 점을 반영하고 있으며 이로부터 하천유출이 상당히 적었음을 알 수 있다. 실제로 2001년은 전국이 대단히 극심한 가뭄을 겪은 해로서 금강권역도 예외없이 3월, 4월 및 5월의 경우 과잉수분량은 대단히 적어 하천수의 공급이 원활하지 못했음을 알 수 있다.

3.2 부족수분량

강우량이 증발산량보다 적은 경우 토양수분의 감소를 초래하며 이로 인하여 건조화가 진행되며 결과적으로 부족수분량이 발생한다. 부족수분량이 크면 클수록 물부족으로 이어질 가능성이 그만큼 커지게 되며 관개 등에 의해 물 공급이 이루어져야 한다. 본 연구에서는 기후학적 물수지 모형에 의해 금강유역에 대해 1998년부터 2004년까지의 부족수분량을 구하였다. 과잉수분량과는 반대의 현상이 나타나며 가뭄해인 2001년에는 많은 양의 부족수분량이 발생하고 있다. 2001년 3월부터 발생하고 있는 부족수분량은 4월에도 꾸준히 증가하다가 5월에는 그 증가폭이 현저히 증가하고 있다. 그 후 비교적 충분한 강우가 발생한 6월에도 일부 소유역에는 여전히 부족수분량이 발생하고 있음을 알 수 있다.

3.3 습윤지표

상기 부족수분량과 과잉수분량은 각각 건조상태와 습윤상태를 표현한다. 그러나 유역의 상황을 감시하기 위해서는 이들을 모두 반영하는 하나의 지표를 사용하는 것이 편리하다. 따라서 본 연구에서는 부족수분량과 과잉수분량을 조합하여 습윤지표를 산정하고 이 습윤지표를 통해 유역의 건조 및 습윤상태를 표현한다. 이 습윤지표는 부족수분량이 발생하는 경우 부(-)의 값을 갖으며 기후상태는 건조상태를 표시하고 결과적으로 유역 상황은 건조상태를 나타내는 것으로 판단할 수 있다.

물 부족 현상을 나타내는 정확한 습윤지표의 범위를 설정할 수는 없으나 Shahin은 습윤지표가 -40 이하인 경우 건조지역으로 구분하고 있다. 따라서, 현재의 시점에서 활용할 수 있는 기준을 설정하여 유역의 습윤/건조 상태를 모니터링할 수 있는 체계를 구축하는 것을 목표로 하여 습윤지표가 -40 이하인 경우 유역이 건조상황으로 판단하기로 하며, 본 연구는 이러한 유역의 습윤/건조 상태의 현상과약에 주목적을 두기로 한다.

이상으로 구한 과잉수분량과 부족수분량 및 잠재증발산량을 이용하여 금강권역에 대한 2001년의 습윤지표를 산정하였으며, 그 결과 중 일부를 그림 1에 나타내었다. 그림에서 알 수 있는바와 같이 2001년은 습윤지표가 대부분 -40이하를 보이고 있으며 그 정도가 매우 심각한 것으로 나타나고 있다. 권역내의 전라북도 지역은 충청남도 및 충청북도보다는 물부족의 영향을 덜 받고 있는 것으로 나타났으며 6월에는 모든 지역에서 물부족이 해소되어 습윤지표는 양(+)의 값을 나타내고 있다.

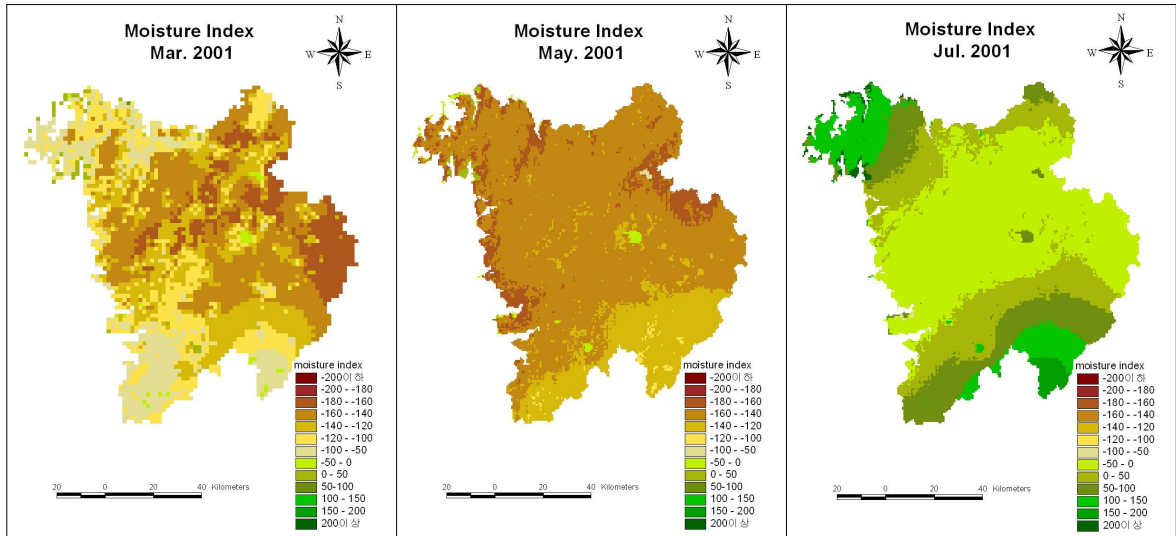


그림 1. 금강권역에 대한 습윤지표 산정 결과

4. 결 론

본 연구에서는 기후학적 물수지 방법을 실제 유역에 적용하여 유역 상황을 모니터링 하는 방법으로 구축하였다. 이 기후학적 물수지로부터 생성되는 과잉수분량은 유역에서의 지표면 유출 성분을 반영하여 홍수유출의 유추, 치수 구조물의 설치 및 운영에 관한 지표로 활용할 수 있으며, 부족수분량은 가뭄에 대한 정보를 취득할 수 있음을 알 수 있었다. 특히 이러한 두가지 지표를 합성하여 얻어지는 습윤지표는 유역의 습윤상황뿐만 아니라 건조상황까지도 고려할 수 있으며, 이로부터 2001년 실제 가뭄현상에 대한 분석을 실시한 결과 이 습윤지표가 실제 현상을 잘 반영하고 있음을 알 수 있었다. 본 연구에서는 유역의 습윤 및 건조상황 감시를 위하여 NOAA/AVHRR자료에 근거한 증발산량 산정결과를 토대로 지표면의 건조를 평가하였으며, 이러한 위성자료의 이용이 가뭄이 되풀이 되고 있는 우리나라에서 가뭄의 조기경보를 위해 효과적인 도구로서 이용될 수 있음을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술사업단의 연구비지원(과제번호 1-6-2)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 신사철, 황만하, 고익환, 이상진 (2006). "식생 및 기온정보를 조합한 증발산량 산정을 위한 간편법 제안." **한국수자원학회논문집**, 제 39권, 제 4호, pp. 363-372.
- 신사철, 정수, 김정탁, 김주훈, 박정술 (2006). "NDVI를 이용한 가뭄지역 검출 및 부족수분량 산정." **한국지리정보학회지**, 제 9권, 제 2호, pp.102-114.
- Kogan, F. N. (1997). "Global Drought Watch from Space." *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 78, pp. 621-636.