

기후학적 물수지에 의한 습윤지표와 지역적 현상과의 연관성 검토

A Study on Relationship between Moisture Index Obtained Climatic Water Budget and Regional Actual State

신사철*, 김주철**, 황만하***, 권기량****

Sha Chul Shin, Joo Cheol Kim, Man Ha Hwang, Gi Ryang Kwon

요 지

최근 지구온난화와 기후변화에 관련된 각종 징후들이 여러 분야에서 주요 화두로 자주 등장하고 있다. 이들은 주로 평균기온의 상승이나 강우패턴의 변동 등과 같은 기상학적 특성변화를 중심으로 다루어지고 있는데 이를 수문학적 관점에서 유추해 본다면 물 순환과정(hydrological cycle)내 성분별 거동양상의 변화로 해석할 수 있을 것이다. 유역의 특성을 파악하고 발생할 수 있는 수자원의 양적 불균형에 따른 문제점을 탐지하여 그에 대비하기 위해서는 무엇보다도 신속한 정보의 제공이 우선되어야 한다. 또한 이러한 정보를 이용하여 유역의 습윤 및 건조 상황을 모니터링하거나 예측하기 위해서는 즉각적이고 연속적인 정보의 수집이 요구된다. 본 연구에서는 기 수행된 연구결과를 바탕으로 기후학적 물수지 방법에 의하여 1998년부터 2004년까지의 금강유역에 대한 습윤지표를 산정하였다. 그러나 습윤지표가 유역의 습윤 혹은 건조상태를 반영한다고 하나 습윤지표에 익숙하지 않은 사용자의 경우 직관적으로 이 지표만을 이용하여 유역의 상황을 판단하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 습윤지표를 통계학적 분포특성에 따라 유역의 습윤 및 건조 상황으로 분류하는 방법을 제안하였으며, 이를 바탕으로 당시 지역적 실제 현상과의 연관성 등을 통하여 가뭄을 평가하는 방법을 제안하고 자 한다.

핵심용어 : 기후학적 물수지, 금강, 습윤지표, 지역적 실제 현상

1. 서 론

유역의 특성을 파악하고 발생할 수 있는 수자원의 양적 불균형에 따른 문제점을 탐지하여 그에 대비하기 위해서는 무엇보다도 신속한 정보의 제공이 우선되어야 한다. 또한 이러한 정보를 이용하여 유역의 습윤 및 건조 상황을 모니터링하거나 예측하기 위해서는 즉각적이고 연속적인 정보의 수집이 요구된다. 근래 GIS(Geographic Information System) 및 원격탐사를 기반으로 한 지리정보처리 기술의 발달은 광범위한 유역규모의 습윤 및 건조 상황에 관한 정보의 수집을 가능하게 하고 있다. 유역차원에서의 정보는 비교적 넓은 지역을 대상

* 정회원 · 안동대학교 토목공학과 교수 · E-mail : scshin@andong.ac.kr

** 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원

*** 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 수석연구원

**** 정회원 · 안동대학교 대학원 토목공학과 박사과정

으로 하므로 지점에서의 정보수집방법보다는 공간적 기법 및 원격탐사에 의한 방법을 이용하는 것이 공간적 혹은 질적 불균형이 없는 연속적인 자료를 수집하는 효과적인 방법이다(신사철 등, 2008). 따라서 이러한 시도는 대규모 유역관리 측면에서 유역의 습윤 및 건조 상황에 관한 양질의 정보를 제공할 수 있는 체계적인 시스템 개발을 위한 기초 연구로서 평가할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 기 수행된 연구결과(신사철 등, 2008; 신사철 등, 2006; 신사철과 안태용, 2007)를 바탕으로 기후학적 물수지(Thornthwaite, 1948) 방법에 의하여 1998년부터 2004년까지의 금강유역에 대한 습윤지표를 산정하였다. 그러나 습윤지표가 유역의 습윤 혹은 건조 상태를 반영한다고 하나 습윤지표에 익숙하지 않은 사용자의 경우 직관적으로 이 지표만을 이용하여 유역의 상황을 판단하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 습윤지표를 통계학적 분포특성에 따라 유역의 습윤 및 건조 상황으로 분류하는 방법을 제안하였으며, 이를 바탕으로 당시 사회적 현상과의 연관성 등을 통하여 가뭄을 평가하는 방법을 제안하고자 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 강수량 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. 습윤지표에 따른 사회현상 조사

기후학적 물수지 방법에 의해 월별로 습윤지표를 산정하고 이를 다시 건조 및 습윤상태를 파악할 수 있도록 재분류하였다. 그러나 이러한 습윤지표 및 재분류항목이 실제 가뭄상태를 얼마나 잘 묘사하고 있는지를 알기는 매우 어렵다. 따라서 본 연구에서는 연속적인 가뭄이 발생하여 비교적 사회적 문제가 야기되었던 2001년 봄가뭄을 대상으로 당시의 신문기사를 토대로 습윤지표와 사회현상을 비교 검증하기로 하였다.

습윤지표의 누가확률에 따라 지역의 습윤 및 건조 상황을 다음과 같이 분류하였다. 우선 기왕 최대치(354.4)와 최소치(-221.1)에 따라 극한습윤(EH, Extreme Humid)과 극한건조(EA, Extreme Arid) 조건을 정의하고 양자 사이의 구간을 누가확률 $P(x)$ 에 따라 습윤($0.666 < P(x)$, Humid), 정상($0.333 < P(x) < 0.666$, Normal), 건조($P(x) < 0.333$, Arid)로 3등분 하였다. 다음으로 세 구간을 누가확률의 등간격에 따라 다시 3등분 하여 총 9개의 습윤/건조 상황을 설정하였다. 본 연구에서 설정한 습윤/건조 상황의 분류기준으로서 건조와 습윤은 각각 강(Severe), 중(Mild), 약(Weak) 그리고 정상은 건조정상(AN, Arid Normal), 정상(N, Normal), 습윤정상(HN, Humid Normal)으로 세분화하였다. 표 1은 대상 기간에 대한 월별 습윤/건조 상황을 정리한 것으로서 대표적인 갈수년인 2001년의 연 전반에 걸친 건조 상황이 잘 묘사되고 있음을 확인할 수 있다.

표 1. 금강유역의 월별 습윤/건조 상태

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
3	MA	HN	SA	SA	MA	WA	AN
4	WH	N	SA	SA	WH	SH	WA
5	AN	N	SA	SA	N	N	AN
6	MH	HN	AN	AN	MA	HN	MH
7	WH	N	WH	N	AN	SH	MH
8	SH	HN	SH	WA	SH	MH	WH
9	MH	SH	SH	MA	AN	MH	WH
10	N	SH	MA	WA	N	WA	SA
11	N	WH	N	SA	WH	WA	WA

그림 1에서 알 수 있는 바와 같이 2001년의 경우 4월부터 6월까지 강우량의 부족으로 인해 전국적인 가뭄 피해가 발생하였으며 이러한 현상은 습윤지표에서도 반영이 되고 있음을 알 수 있다. 본 연구에서의 습윤지표를 이용한 기후구분에서는 3월에서 5월까지 심한건조(SA)로 구분되고 6월에 정상건조(AN)상태로 가뭄이 해결된 것으로 나타나고 있다. 이와 같은 현상은 당시의 신문 기사를 통해 확인할 수 있는 사회현상으로서 본 연구에서 제안하고 있는 습윤지표 및 기후구분이 당시의 현상을 잘 반영하고 있는 것으로 판단할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서 개발한 습윤지표는 지역의 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 연구를 통하여 습윤지표를 다시 기후상태로 구분하는 방법을 제안하였으며 이를 토대로 사회현상과의 연관성을 검토한 결과 실제 지역의 상황을 잘 묘사하고 있는 것으로 판단된다. 이러한 습윤지표의 이용이 가뭄이 되풀이 되고 있는 우리나라에서 가뭄의 조기경보를 위해 효과적인 도구로서 이용될 수 있음을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술사업단의 연구비지

원(과제번호 1-6-2)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 신사철, 안태용 (2007) “인공위성 자료를 활용한 광역증발산량의 산정방법 개발.” **한국지리정보학회지**, 제 10권, 제 2호, pp. 71-81.
- 신사철, 황만하, 고익환 (2008) “기후학적 물수지에 의한 유역의 건조 및 습윤 상황 감시 기법 개발.” **한국수자원학회논문집**, 제 41권, 제 2호, pp. 173-184.
- 신사철, 황만하, 고익환, 이상진 (2006) “식생 및 기온정보를 조합한 증발산량 산정을 위한 간편법 제안.” **한국수자원학회논문집**, 제 49권, 제 4호, pp. 363-372.

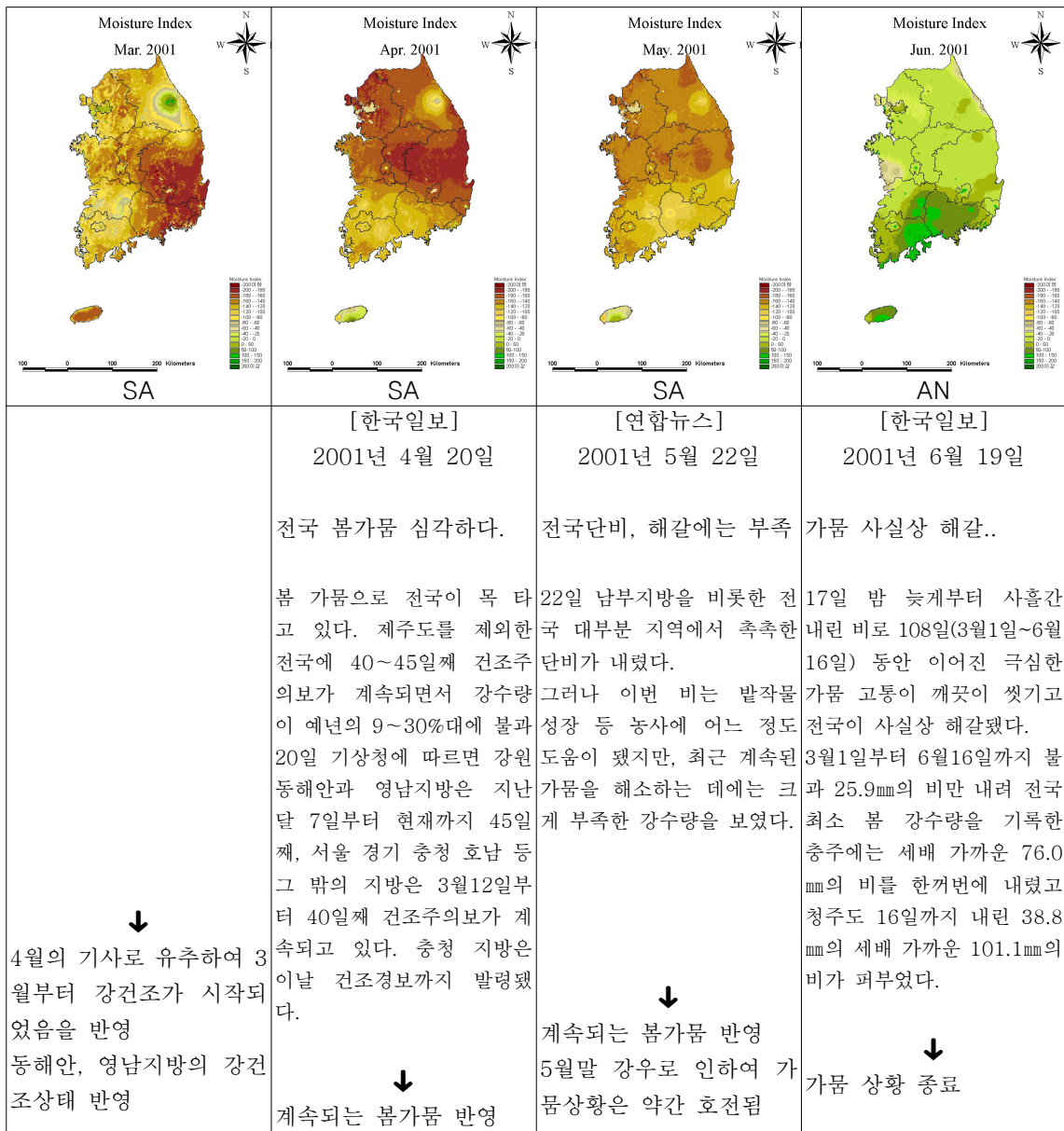


그림 1. 2001년 가뭄에 대한 습윤지표와 사회현상과의 연관성