

중국과 몽골 사막주변의 식생수분상태 탐지 : SPOT VEGETATION 자료 이용

Vegetation Water Status Monitoring around China and Mongolia
Desert: SPOT VEGETATION Data use

이가람* · 염종민** · 이창석* · 피경진* · 박수재* · 한경수* ·
김영섭*

Ga-Lam Lee, Jong-Min Yeom, Chang-Suk Lee, Kyoung-Jin Pi, Soo-Jae Park,
Kyung-Soo Han, Young-Seup Kim

부경대학교 위성정보과학과*, 부경대학교 환경대기과학과**

요약

기후 시스템에서 지구온난화는 세계적으로 매우 중요한 문제이고 이는 기후변화, 이상기온, 폭우, 가뭄 등의 문제를 초래한다. 특히 사막화는 전 세계적으로 10억 명 이상의 사람들에게 영향을 미치고 있다. 건조한 상태의 식생은 사막화되기 쉽기 때문에 식생의 수분상태는 사막화의 중요한 지표이다. 본 논문에서는 중국과 몽골 사막 주변영역에 대해 식생의 수분상태를 탐지하였다. 식생의 수분상태를 탐지하기 위해 1999년부터 2006년까지의 SPOT/VEGETATION 위성 이미지를 이용하여 정규화 수분지수(NDWI: Normalized Difference Water Index)를 산출하였다. 그 결과 1999년부터 2006년까지의 NDWI는 사막주변영역에서 감소하는 경향을 보였고, 그 영역은 몽골 고비사막 북동지역과 중국 타클라마칸 사막의 남동지역에 위치해 있었다.

1. 서론

지구온난화는 전 세계적으로 매우 중요한 문제이고 다양한 분야에서 관련된 연구가 진행 중이다. 지구온난화는 여러 가지 문제를 초래하는데 그중에서도 기후변화가 가장 핵심적인 문제로 대두되고 있다. 이러한 기후변화는 이상기온, 폭우, 가뭄 등 직접적으로 인간에게 피해를 주고 있는데 특히 가뭄은 사막화를 가속화시키며 여러 해 동안 진행되고 있는 것으로 보고되고 있다. 사막화는 주요한 전 지구적 환경 문제 중 하나이다. UN의 사막화 방지 협약에 따르면 사막화는 기후 변화나 인간 활

동의 영향으로 건조, 반 건조지역에서의 토지 황폐화를 의미하며, 대개 건조, 반 건조의 토지가 생물학적 생산성을 잃는 것으로 정의된다. 이러한 사막화의 가속은 지구온난화를 가중시키는 악순환의 반복을 야기시킨다. 따라서 사막화의 진행 방향 및 경향을 관찰하고 토지피복의 수분 함유 탐지를 통한 구체적인 사막화 모니터링이 상당히 중요하다고 할 수 있다.

UNCCD(United Nations Convention to Combat Desertification)의 발표에 따르면 전 세계적으로 10억 명 이상의 사람들이 가뭄과 사막화의 영향을 받고 있다 (UNCCD, 2004). 중국은 세계에서 가장

많이 사막화된 나라 중 하나로서 사막화는 4억 명의 사람들이 살고 있는 약 330만km²의 땅을 위협하고 있고 많은 영역이 사막화될 여지가 있다 (Chen 등, 1996; Zha 와 Gao, 1997). 중국의 사막은 동아시아 기후시스템에서 큰 역할을 하고 있으며, 우리나라에 피해를 주는 황사의 주원인이 된다.

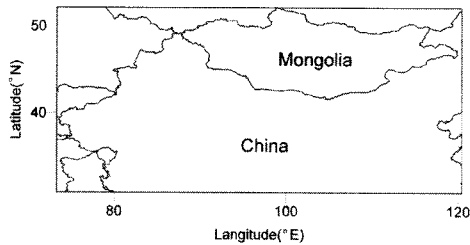


Fig. 1. Map of the study area

원격탐사기술은 단시간 광범위한 영역에 대한 주기적 조사가 가능하며, 시·공간적 변동성이 큰 지역 관찰에 적합하다 (염종민 등, 2008). 또한 필요한 자료에 대한 정량적·정성적 분석이 가능하고, 필요정보의 공간적 분포를 알 수 있다는 장점을 가지고 있다. 이러한 원격탐사 기법의 장점은 넓은 범위 때문에 현장조사에 시간과 비용이 많이 소요되는 사막지역에 대한 관측에 적합하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 단순한 토지피복분류가 아니라 정규수분지수(NDWI: Normalized Difference Water Index)를 이용, 피복의 수분지수를 분석하여 식물의 건강상태 등 실제 지표의 상태변화를 관찰하여 사막주변의 식생수분상태를 탐지하는 것이다. 또한 실제 토지피복분류지도에서 수분지수의 변화가 나타나는 영역을 관찰하여 앞으로의 사막화에 대한 경고를 주고자 한다. 나아가 식생의 건강상태 파악을 통해 사막화가 진행될 수 있는 지역을 파악하는데 도움을 줄 수 있을 것이라고 사료된다.

2. 자료 및 방법

본 연구의 범위는 Fig. 1에서와 같이 위도 (30.81°N - 52.13°N), 경도 (73.36°E - 120.41°E)의 중국 북서부 지역과 몽골을 포함하고 있다. 중국의 건조한 영역은 서쪽과 북쪽 지역에 위치해 있다(Ji, 1996). 중국북서부와 몽골 지역은 타클라마칸사막과 고비사막이 위치하고 있고 대륙성 기후를 보이고 있다.

본 연구에서는 연구 자료로서 1999년에서 2006년까지 총 8년 동안의 SPOT위성 VEGETATION 센서의 S10 Data를 사용하였다. SPOT/VEGETATION 이미지는 넓은 관측 폭을 가지고 식생특성을 파악할 수 있는 채널을 가지고 있기 때문에 대규모의 시공간적 식생 변동성이 큰 사막영역을 탐지하는 데에 유용하다(Huang 과 Siegert, 2006).

식생 수분상태를 파악하기 위해서 정규수분지수(NDWI: Normalized Difference Water Index)를 사용하였다. NDWI는 식생 상층부에 입사되는 태양복사에너지와 상호작용하여 수분 미립자를 측정한다 (Gao, 1996). NDWI는 NIR(Near infrared) 파장과 SWIR(Short wave infrared)파장을 이용하여 산출하는데 그 식은 다음과 같다.

$$NDWI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{SWIR}}{\rho_{NIR} + \rho_{SWIR}} \quad (1)$$

ρ_{NIR} : 근적외광 영역의 반사도

ρ_{SWIR} : 단파적외광 영역의 반사도

3. 분석 및 결과

연구기간인 1999년부터 2006년까지의 연별 NDWI 평균은 Fig. 2과 같다. Fig. 2의 (a)~(h)를 순차적으로 살펴보면 1999년에서 2000년 NDWI가 낮은 영역의 면적이 감소하였다가 2001년에 다시 증가하였고, 이후에는 2006년까지 증감을 반복하고 있

다.

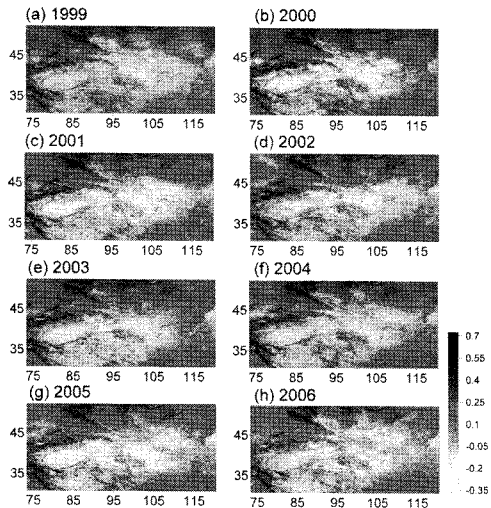


Fig. 2 Annual mean of NDWI from 1999 to 2006

또한 각 연별 NDWI평균값의 변화를 Fig. 3에서 확인할 수 있다. 이 그래프를 통해 8년간 NDWI의 평균이 증감을 반복하며 점차 감소하였음을 알 수 있다. NDWI는 특히 2000년 가장 높은 값을 보인 후 2004년에 급격히 감소하였고 이듬해에 회복되었지만 2006년 다시 감소하며, 전반적으로 감소하는 추세를 보이고 있다.

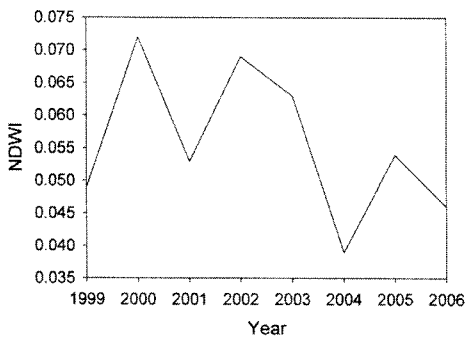


Fig. 3 Variation of annual mean NDWI from 1999 to 2006

Fig. 4의 그래프는 8년간 NDWI를 월별로 평균하여 나타낸 것이다. 이를 바탕으로 각 월별 NDWI 변화와 계절별 변화 패턴을 알 수 있다. 봄과 가을에 가장 낮은

NDWI를 보이고 있고, 눈의 영향으로 겨울에 가장 높은 NDWI를 보이고 있다. 특히 2004년 10월에 가장 낮은 NDWI가 나타나고 있고 2000년과 2001년 1월에 가장 높은 NDWI가 나타나고 있다.

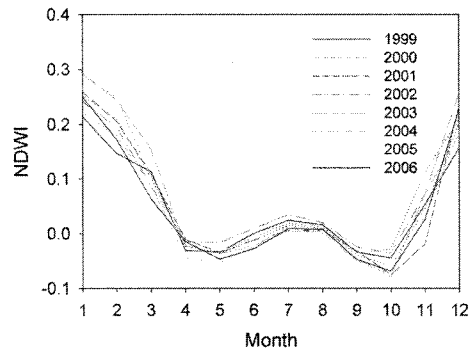


Fig. 4 Variation of monthly mean NDWI from 1999 to 2006

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 중국 몽골 사막 주변의 NDWI를 산출함으로써 식생 수분 상태에 대한 분석을 실시하였다. 그 결과 수분의 감소는 NDWI가 0.125이상 감소한 영역으로 Fig. 5에 나타난 것처럼 주로 사막 주변에 위치함을 알 수 있었다.

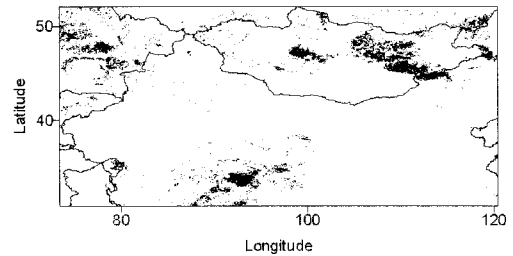


Fig. 5 Dramatically decreased area for NDWI (Colored in black)

이 지역이 UMD에서 해당하는 토지피복 종류를 알아본 결과 주로 사막 주변의 관목지대(Shrub land)에 분포하고 있었다. 이것은 결국 관목지대의 수분감소를 의미하는데 앞으로도 해당 지역의 수분이 지속적으로 감소할 경우 몽골 고비사막 동북부 지역과 중국 타클라마칸 사막 남동

지역으로 사막이 확산될 것이라는 예측을 할 수 있었다. 따라서 해당 지역에 대해 사막화 방지를 위한 대책을 세우고 지속적으로 관찰해야 할 것이다.

본 연구에서는 1999년부터 2006년까지 8년간 자료를 대상으로 연구를 수행하였지만 장기적인 변화를 분석하기에는 짧은 기간이었다. 식생의 변화는 수십 년에 걸쳐 일어나는 것이기 때문에 짧은 연구기간으로 사막화를 탐지하기에는 한계가 있었다. NDWI의 연간 변화 패턴과 계절별 변화 특성의 요인을 파악하기 위해 향후 기상데이터를 분석할 필요가 있다. 또한 본 연구에서 이용한 강수량 이외에도 사막화의 진행에 영향을 미칠 것이라 예상되는 여러 가지 기후인자, 즉, 기온, 바람, 적설 등을 분석한다면 더욱 명확한 사막화의 진행 양상을 파악할 수 있을 것이다.

사 사

이 연구는 한국항공우주연구원의 “위성자료 공공활용연구”의 일환으로 수행되었습니다.

Reference

염종민, 한경수, 이창석, 박윤영, 김영섭, 2008. SPOT/VEGETATION 자료를 이용한 북한지역 식생 변화 탐지. 한국지리정보학회지 11(2):28-37

Chen, G., Dong, Z. and Yan, P. 1996. Desertification : international research topics and research strategies of China. Exploration of Nature 15:1 - 5.

Gao, B. C. 1996. NDWI-A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from

space. Remote Sensing of Environment 58:257-266.

Huang, S. and Siegert, F. 2006. Land cover classification optimized to detect areas at risk of desertification in North China based on SPOT VEGETATION imagery. Journal of Arid Environments 67:308-327.

Ji, J. 1996. Climatic change in arid areas of China and monsoon fluctuations during the past 10 kyears. Journal of Arid Environment 32:1-7

UNCCD. 2004. The Consequences of Desertification. A Facts Sheet prepared by United Nations Convention to Combat Desertification pp.2

Zha, Y. and Gao, J. 1997. Characteristics of desertification and its rehabilitation in China. Journal of Arid Environments 37:419 - 432.