

시계열 MODIS 자료의 식생지수를 이용한 북한 개마고원 지역의 생물계절 특성 연구

THE STUDY OF PHENOLOGICAL CHARACTERISTICS IN GAEMA PLATEAU,
NORTH KOREA USING TIME-SERIES MODIS NDVI DATA

차수영*, 서동조**, 박종화*
서울대학교 환경대학원*
서울디지털대학교 컴퓨터공학부**

Su-young Cha*, Dong-jo Seo**, Chong-hwa Park*
Graduate School of Environmental Studies,
Seoul National University*,
Department of Computer Engineering,
Seoul Digital University**

요약

최근 북한지역에 발생한 홍수와 가뭄 등 심각한 자연재해의 원인이 악화된 식량난으로 인한 과도한 산림의 훼손으로 추정되고 있어 북한 지역의 산림 생태계에 대한 연구의 필요성을 더욱 확인하는 계기가 되고 있다.

위성자료로부터 얻을 수 있는 식생지수(NDVI)는 농작물, 초목, 산림등과 같은 중요한 식생자원을 모니터링 하기 위해 설계된 도구로 식생의 활력도를 정량적으로 표현할 수 있다. 또한, 식생지수는 개략적인 식생을 파악하는데 주로 사용되기 때문에 초기조사에 많이 이용되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 개마고원지대를 포함하는 표고 1000m 이상의 한대림지대의 산림식생에 대해 9년(2000~2008)간의 시계열 MODIS영상에서 나타나는 식생지수의 생물계절 특징을 분석하였다.

식생이 성장하기 시작하는 시기(the beginning of the growing season)는 5월 9일 이후부터 5월 25일 사이의 기간으로 나타났고, 식생의 휴면 시기(the end of growing season)는 9월 14일부터 9월 30일 사이 기간으로 관측되었다. 이는 4월 초에 시작하고 10월에 사라지는 한반도의 일반적이 식생패턴보다 성장은 한달 늦게, 휴면은 한달 이르게 한다는 것이 확인되었다. 또한, 8월 초순의 NDVI 값이 9년 동안 계속적으로 가장 높은 값을 보여주고 있다. 이것은 개마고원지역 및 주변 한대림 지대는 7월 말에서 8월 초순에 식생이 가장 활발한 것을 의미한다. 9년 동안 전반적인 식생지수는 0.2~0.9 값을 보였고, 특이할 점은 9년 동안의 평균적인 NDVI 값에 비해 2002년의 식생의 활동이 봄에 빨리 개화하고 가을에 일찍 지는 패턴을 보였다.

■ 핵심어 : | 개마고원 | MODIS | 식생지수(NDVI) | 생물계절(Phenology) |

I. 서론

북한의 자연환경에 대한 연구의 필요성은 계속적으로 요구되어 왔지만 북한의 정치적 특수성으로 인해 그 동안 많은 제약이 있었다. 최근 남북 교류의 급물살을 타고 학술교류가 양적으로 팽창된 듯 하나 여전히 북한의 자연 생태계 현황에 대한 연구는 현장조사가 원칙적으로 불가능한 상황에서 그 한계가 분명하다.

그러나, 최근 북한지역에 발생한 홍수와 가뭄 등 심

각한 자연재해의 원인이 악화된 식량난으로 인한 과도한 산림의 훼손으로 추정되고 있어 북한 지역의 산림 생태계에 대한 연구의 필요성을 더욱 확인하는 계기가 되고 있다.

북한과 같이 접근이 용이하지 않은 지역을 연구하는데 있어서 원격탐사기법은 그 효용성이 더욱 발휘될 수 있는데, 이제까지는 보안상의 이유 및 비용적인 측면에서 영상취득이 용이하지 않아 관련연구가 미약한 실정이다.

MODIS자료는 미국 NASA 에서 발사한 Terra 위성에서 1일 2회 주기로 관측되고 있는 자료로서 광역적인 범위의 지구환경 조사에 많이 활용되고 있는데, 이 자료는 웹사이트를 통하여 무료로 제공받을 수 있다.

위성자료로부터 얻을 수 있는 식생지수(NDVI)는 농작물, 초목, 산림등과 같은 중요한 식생자원을 모니터링 하기 위해 설계된 도구로 식생의 활력도를 정량적으로 표현할 수 있다. 또한, 식생지수는 개략적인 식생을 파악하는데 주로 사용되기 때문에 초기조사에 많이 이용되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 북한에서도 아직 인간의 간섭이 최소화된 개마고원지대 및 표고 1000m 이상의 한대림 지역을 대상으로 산림 생태계의 생물계절적 특성을 살펴보기 위하여 MODIS NDVI 자료를 이용하여 과거 약 10년 동안의 시계열적 식생지수의 변화를 살펴보고자 하였다. 이것은 향후 북한의 산림식생 현황파악을 통한 산림 식생 라이브러리 작성 및 시계열적 변화와 특징 연구의 기초자료로 활용될 수 있다.

II. 본론

2.1 연구 대상지

개마고원은 마천령산맥과 낭림산맥 및 함경산맥으로 둘러싸인 고원으로서 한국에서 가장 넓은 고원으로 행정구역상으로는 양강도, 자강도, 함경남도에 걸쳐져 있다. 고원의 높이는 700~2000m이며 남쪽에서 북으로 경사져 있으며, 고원전체는 마치 넓고 넓은 평야지대와 같다. 해발고도가 대체로 1,200~1,300m가 될 정도로 높기 때문에 연평균기온은 1~4° C 내외이고, 강수량은 600~700mm로 우리나라에서 가장 적은 지역이다.

개마고원을 중심으로 한 북한의 산악지방은 연평균 기온이 5° C 이하 지역인 한대림지대로 분비나무, 종비나무, 잣나무 등의 소나무과 나무가 주로 자란다. 이들 나무는 대체로 단순림을 이루므로 건축재나 삼림자원으로 매우 중요하고, 자작나무, 박달나무, 고로쇠나무 등의 활엽수림이 곳곳에 섞여 자라기도 한다. 특히 개마고원지역은 이갈나무, 분비나무, 가문비나무 등의 침엽수림을 비롯한 산림이 울창하여 임업이 발달하였다. 목재는 허천강과 장진강을 통하여 뗏목으로 운반되기도 하고, 1937년에 개통된 혜산선을 이용하여 운반하기도 한다. 일부 개간된 땅에서는 감자, 밀, 보리, 홉, 배추,

부 등이 생산된다. 또한, 풍서군, 부전군, 김형권군등의 초지대는 목장으로 개발되어 양, 소, 돼지 등이 사육되고 있다.

2.2 식생지수(NDVI)

인공위성의 다중분광대 영상자료는 지상의 대상물이 각 파장대별로 독특한 특성을 나타내므로 이 특성을 이용하면 원하는 정보를 추출해 낼 수 있다. 식생지수의 원리는 가시광선(특히 적색)영역과 근적외선 영역에서 녹색 식물의 반사율 차이가 크게 나는 것을 이용하여 두 영역에서 관측되어진 영상에 일정한 수식을 적용하여 식생의 상태를 나타내는 영상을 얻어내는 것이다.

이처럼 각 파장대에 따른 반사특성에 기초를 두고 분광대 간의 특성을 조합하여 식생의 밀집도 등으로 구하는 식을 만드는 것이 가능하며, 이를 식생지수(Vegetation Index)라고 하고 일반적으로 정규식생지수(NDVI, Normal Difference Vegetation Index)를 가장 많이 사용한다.

일반적으로 식생에 의한 파장대별 반사율은 태양광선의 입사각과 위성의 촬영 각도에 의해 변하고, 대기 상태에 따라서도 관측되는 값이 다르므로 일반화에 의해서 이들의 영향을 어느 정도 감소시킬 수 있다.

구름, 물, 눈 등과 같이 수분을 포함하는 경우에는 가시광선이 근적외선보다 반사값이 크기 때문에 식생지수의 값이 음수가 되며, 암석, 마른 토양 등은 두 파장대에서 반사특성이 거의 같기 때문에 식생 지수의 값은 0에 가깝게 나타난다. 녹색 식물인 경우에는 가시광선 영역의 반사율이 근적외선 영역보다 적으며, 따라서 식생지수의 값이 양수가 된다. 식생이 존재하는 대부분의 영역은 식생이 갖는 수분 상태를 고려하지 않는다면 보통 0.1~0.6 사이의 값을 갖는다.

2.3 MODIS 자료의 NDVI

MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)는 36개의 광학채널을 통해 지구를 관측하고 있으며, 이중 1번 채널과 2번 채널은 공간해상도가 250m이며 1번 채널이 적색 파장대, 2번 영역이 적외선 파장대이므로 두 채널을 이용하여 NDVI 영상을 얻을 수 있다.

NASA는 MODIS 영상의 대기보정된 식생지수(Vegetation Indices)제품(Product ID : MOD13)을 무

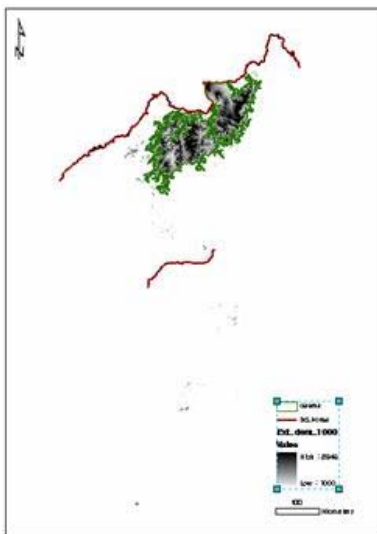
료로 배포하고 있으며 이 데이터는 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)와 EVI(Enhanced Vegetation Index)값이 산출되어 있다.

MODIS NDVI 제품은 매년 1월1일을 기준으로 16일 간격으로 제공되는데 16일 동안의 식생지수값 중 가장 높은 값을 가장 정확한 값으로 보고 그 값을 취하는 MVC(Maximum Value Composite) 기법으로 처리되어 있다. MVC기법은 MODIS 자료와 같이 한반도 전체를 포함하고 매일 얻어지는 위성영상 자료를 이용할 때 대기의 영향이나 구름과 그 그림자로 인한 간섭을 최소화할 수 있는 방법으로 알려져 있다. 이는 구름 등의 기상상황 등에 의해 NDVI 값이 실제보다 낮게 산정된 것을 배제시키기 위함이다.

2.4 자료처리

개마고원 일대와 백두산을 포함하는 표고 1000m 이상의 한대림 지역을 분석하기 위해 3" DEM 데이터에서 표고(DEM) 1000m 이상 지역을 추출하였다(그림 1). 분석에 사용된 GIS 상의 면적은 25,469km²으로 이것은 북한 전체 면적의 약 20% 정도 되는 면적이다.

분석에 필요한 2000년부터 2008년까지의 9년 MODIS 식생지수(NDVI) 데이터로부터 한반도 지역을 추출하고 UTM Zone 52N으로 좌표변환을 하였다. 그리고 난 후 개마고원 및 표고 1000m 이상 한대림 지역으로 선택한 경계파일에 대해 AOI(Area of Interest)를 설정하여 평균 값 및 최소, 최대, 표준편차 값을 비교하였다. 이러한 처리는 ENVI 4.3, ArcGIS 9.4소프트웨어를 활용하였다.



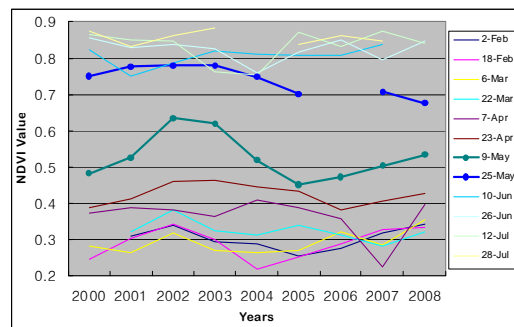
▶▶ 그림 1. 개마고원 및 표고 1000m이상 한대림 지역

III. 결과 및 고찰

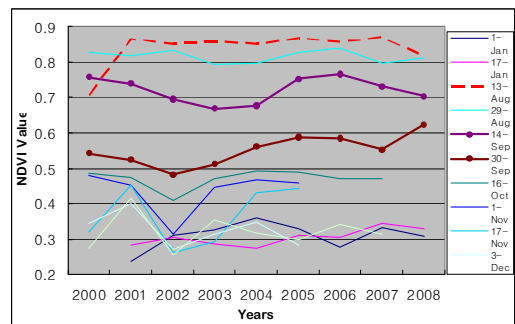
본 연구는 개마고원지대를 포함하는 표고 1000m 이상의 한대림지대의 산림식생에 대해 9년 (2000~2008) 동안의 시계열 MODIS영상에서 나타나는 식생지수의 생물계절적 특징을 분석하였다.

〈그림 2〉의 굵게 표시된 선에서 보는 바와 같이 식생이 성장하기 시작하는 시기(the beginning of the growing season)는 5월 9일 이후부터 5월 25일 사이의 기간으로 나타났다. 식생의 휴면 시기(the end of growing season)는 〈그림 3〉의 굵게 표시된 선에서처럼 9월 14일부터 9월 30일 사이 기간으로 관측되었다. 이는 4월 초에 시작하고 10월에 사라지는 한반도의 일반적인 식생패턴보다 성장은 한달 늦게, 휴면은 한달 이르게 한다는 것이 확인되었다. 또한, 〈그림 3〉의 점선으로 표시된 선에서 나타난 것처럼 8월 초순의 NDVI 값이 9년 동안 계속적으로 가장 높은 값을 보여주고 있다. 이것은 개마고원지역 및 주변 한대림 지대는 7월 말에서 8월 초순에 식생이 가장 활발한 것으로 나타났다.

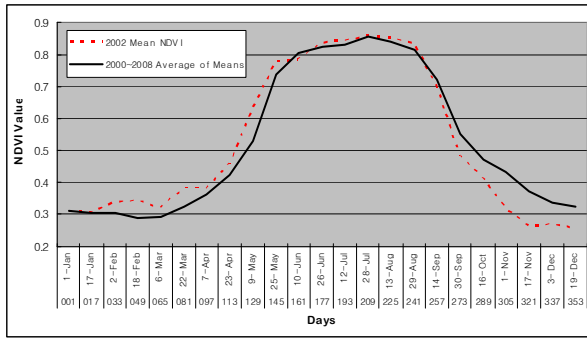
9년동안 전반적인 식생지수는 0.2~0.9 값을 보였고, 〈그림 4〉와 같이 9년 동안의 평균적인 NDVI 값에 비해 2002년의 식생의 활동이 봄에 빨리 개화하고 가을에 일찍 지는 패턴을 보였다.



▶▶ 그림 2. 식생 성장기의 NDVI 값의 생물계절 변화



▶▶ 그림 3. 식생 휴면기의 NDVI 값의 생물계절 변화



▶▶ 그림 4) 2002년과 9년 평균 NDVI 비교

■ 참고 문헌 ■

- [1] 양태진, 2007, 한국의 지붕 개마고원, 북한, 북한 연구소, 제429호, pp189~196
- [2] 최삼규, 2006, 한반도의 지붕 개마고원을 가다, 웅진주니어
- [3] 정수, 신사철, 2006, 광역의 가뭄 분석을 위한 위성영상의 활용, 2006, 한국 지형공간학회지, 제14권, 제 2호, pp55~62
- [4] 최승필, 박종선, 김형진, 2005, 분광반사 특성을 이용한 식생피복율과 활력도 분리평가의 효용성, 한국측량학회지, 제23권 제4호 pp.393~399
- [5] 한국브리태니커 백과사전
- [6] 한국위키피디아