

NOAA AVHRR데이터를 이용한 한반도의 순별 NDVI와 LAI 특성

Characteristics of 10-day composite NDVI and LAI in Korea Peninsula
Using NOAA AVHRR Data

박종화·전택기*·나상일(충북대)·박민서(철도청)

Park, Jong-Hwa-Jun, Taek-Ki-Na, Sang-Il-Park, Min-Seo

Abstract

This study proposes a particular approach to assess information about NDVI(Normalized Difference Vegetation Index) and LAI(Leaf Area Index) from the spectroradiometer and NOAA/AVHRR satellite data. AVHRR data were collected in twelve months over a one year period in 2004. We calculated 10-day composite NDVI using daily composite AVHRR surface reflectance products(1km spatial resolution). The 10-day composite NDVI have a great effect on the plant growth conditions. Considerably, NDVI was increased by developing muscle fiber tissue from April to May. Then the NDVI increased until the August and then decreased until February. The highest month was at August and the lower month was at December. The difference NDVI analysis using December and another months data was conducted, the results were provided information on the variation of vegetation coverage. The result suggest that a relationship established between the LAI and NDVI in 2004.

I. 서론

지구온난화의 영향은 해수면의 상승과 북극 빙하의 감소, 태풍 등의 발생빈도의 증가, 국지성 호우 등으로 다양하게 나타나고 있다. 지구온난화를 가속화하는 요인은 매우 다양하고 많으나 그 원인중 하나는 산업화와 도시화에 따라 도시규모가 커지고 식생피복이 줄어들면서 예전과는 다른 지구 전체의 열 환경을 만들었기 때문으로 생각된다. 이와 함께 지구환경을 보전하기 위한 움직임은 세계적인 문제로 인식되고 있다. 우리나라도 환경문제에 대한 의식이 높아지고는 있으나 구체적인 문제점 파악과 해결방법에 대해서는 아직 미흡한 점이 많은 실정에 있다.

산업화가 진행되면서 도시에의 인구집중과 고층화는 녹지의 감소를 가져오고 도시의 확대를 가져왔다. 이와 함께 환경과 공생하기 위한 도시 만들기에 대한 필요성이 넓게 인식되면서 수변공간의 확보와 도시내 녹지공간 만들기 등이 제안되고 있다. 2005년 10월 1일에 새롭게 수변공간으로 서울시민에게 다가선 청계천의 복원공사는 자연과의 공생과 어메니티의 창출, 환경부하의 경감을 목적으로 질 높은 도시공간의 형성을 위한 제1보라 할 수 있을 것이다. 좁게는 우리가 살고 있는 도시의 자연회복과 물질순환의 회복에서부터 크게는 국가와 지구규모에서의 환경문제의 인식과 개선 노력이 필요할 것이다.

지구규모의 환경문제를 고려할 때 먼저 우리나라의 식생피복의 연간변화를 먼저 파악하는 것이 중요하다. 또한 원격탐사기술에 적용되는 센서는 위성의 고도와 주기성에 따라 다양하게 분포하고 있다. 그 가운데 AVHRR센서는 정밀도에서 떨어지는 단점이 있으나 광역지역에 대한 공간 정보를 제공하는 장점이 있다(박 등, 2005).

따라서 본 연구에서는 AVHRR센서가 갖는 광역성과 주기성의 장점을 살려 한반도 전역의 식생변화에 관한 연간 변동특성을 파악하기 위하여 2004년의 순별 식생지수에 대해 검토하였다.

II. 재료 및 해석방법

1. 재료

AVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer : 개량형 초고해상도 복사계) 센서는 기상관측을 위해서 개발되었으며, 전 세계의 기후 변화 조사나 식생과 해수면의 온도 분포 등을 분석하기 위한 목적으로 사용되고 있다. AVHRR 위성은 고도 833km 상공에서 2,700km의 주사 폭을 가지고 1.1 × 1.1km의 공간해상도를 갖는 자료를 획득한다. 본 연구는 2004년에 취득한 AVHRR 위성 데이터를 사용하여 한반도지역의 순별 NDVI를 구하여 검토하였다.

2. 해석방법

NOAA/AVHRR위성은 6밴드로 구성되어 있다. 이 중 식생지수와 관계되는 밴드는 밴드 1과 밴드 2이다. AVHRR 위성 데이터를 이용한 순별 식생지수는 식(1)과 같이 밴드 1과 2의 데이터를 조합하여 계산하였다.

$$NDVI_{AVHRR} = \frac{Band\ 2 - Band\ 1}{Band\ 2 + Band\ 1} \quad (1)$$

여기서, $NDVI_{AVHRR}$ 는 AVHRR에 의한 정규화 식생지수이며, $Band\ 1$ 은 파장 580 ~ 680 nm, 공간분해능 0.5km의 가시광선 Red 밴드, $Band\ 2$ 는 파장 720~800nm, 공간분해능 1.0km의 근적외선 Blue 밴드이다. $NDVI_{AVHRR}$ 식은 -1.0에서 1.0까지의 범위를 가지며, 증가하는 양수 값은 녹색식물의 증가를 의미한다.

데이터의 해석범위는 동경 12410' ~ 130, 북위 337' 30" ~ 4127' 30"의 700화소 × 1000 줄로 구성된 한반도 데이터에 관해 해석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. NOAA/AVHRR에 의한 식생지수

AVHRR 위성 데이터를 이용한 한반도 부근의 광역적인 순별 식생지수 변화특성 조사는 식(1)을 이용하여 구하였다.

식(1)으로 계산된 $NDVI_{AVHRR}$ 에 대해 식생지수를 정수로 나타낸 정수화 식생지수(DNDVI)는 다음 식(2)와 같이 구하였다.

$$DNDVI = (NDVI_{AVHRR} + 1.0) \times 100 \quad (2)$$

여기서, DNDVI는 AVHRR 데이터를 이용해 구한 식생지수($NDVI_{AVHRR}$)에 대해 0 ~ 200의 정수로 영상 강조한 정수화식생지수이다.

식(2)로 구한 위성 영상의 히스토그램에 대해 제곱근(Square root)기법으로 히스토그램을 강조하여 한반도 지역에 대한 월별 DNDVI의 통계치를 구하여 나타내면 표 1과 같다.

여기서 구한 DNDVI의 경우 200에 가까울수록 식생이 풍부함을 나타내며, 한반도의 월별 DNDVI는 표 1에서와 같이 89 ~ 190 범위로 분포한다. 식생지수 크기를 큰 순으로 나열하면 8월>9월>6월>5월>10월>7월>4월>3월>11월>2월>1월>12월 순으로 나타났다. 한반도에서의 식생피복이 가장 많은 달은 8월로 월별 DNDVI의 평균이 83.25이었으며, 가장 낮은 달은 12월로 월별 DNDVI의 평균이 61.29이었다.

표 1에서 알 수 있듯이 월별로 특징을 갖는 5월과 8월 및 12월에 대한 DNDVI를 순별로 계산하여 나타내면 그림 1과 같다. 그림과 같이 순별 조건에서 식생회복을 높게 나타내는 순은 8월 중순이었으며, 가장 낮은 순은 12월 하순이었다. 5월은 11월부터 4월까지 비교적 낮게 분포하던 식생이 5월 초순부터 남부지방에서 서서히 활성을 가지며 북쪽으로 옮겨가는 양상을 보이고 있다. 이와 같은 한반도 지역의 식생지수 변화추이는 5월에 국토연구원이 2005년 발표한 한국의 산맥지도에서 1차산맥을 따라 식생분포가 북쪽으로 진행하고 있다는 것을 의미한다. 1차산맥에 해당하는 지점의 식생지수는 8월까지 높았으며 이는 각 지역의 기온분포와 밀접한 관계가 있을 것으로 판단된다.

표 1 DNDVI의 월별 통계치

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	171	173	167	175	185	190	180	182	181	181	171	169
Mean	62.15	62.82	64	66.41	78.41	80.29	76.4	83.25	82.1	77.07	63.82	61.29
S.D.	57.93	58.58	59.65	62.45	73.97	75.69	72.01	77.77	76.66	72.04	59.63	57.29

2. 월별 식생지수의 차

월별 식생분포의 변화는 식생이 가장 적은 겨울의 식생조건을 기준으로 얼마나 식생이 증가하거나 달라졌는지를 구하면 될 것이다. 식생지수의 월별변화 패턴은 식 (3)과 같이 식생지수가 가장 낮은 12월을 기준으로 하여 식생지수의 변화를 계산하였다.

$$NDVI_{Diff} = NDVI_{Month} - NDVI_{Index} \quad (3)$$

여기서 $NDVI_{Diff}$ 는 식생이 가장 적은 달(12월)과 검토한 달의 식생지수 차이이며, $NDVI_{Month}$ 는 1~11월의 식생지수, $NDVI_{Index}$ 는 식생이 가장 적은 12월의 식생지수이다.

그림 2는 한반도의 1월, 5월, 8월의 월별 DNDVI와 12월의 월별 DNDVI를 비교하여 나타낸 것이다. 5월은 식생이 생겨 다양하게 분포하는 시기이고, 8월은 녹음이 짙어 일정 DNDVI에 수렴한 것으로 가장 식생이 활성화된 시기라 할 수 있다.

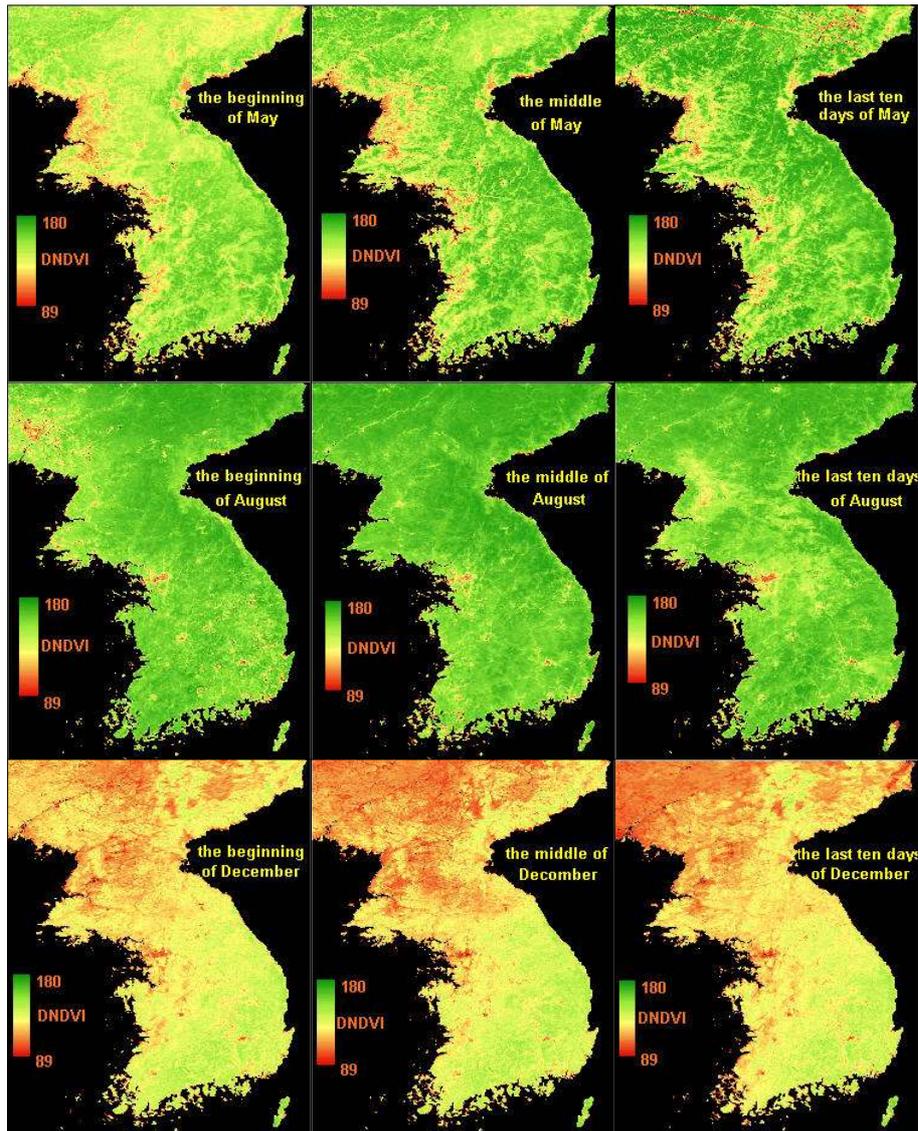


그림 1. 한반도의 5월, 8월, 12월의 순별 DNDVI

12월의 월별 DNDVI와 1월, 5월, 8월의 월별 DNDVI를 비교한 결과, 1월과 12월의 관계에서는 식생상태의 차이가 거의 없었다. 5월과 12월의 관계는 전국적으로 식생이 넓게 일정하게 퍼져가는 시기였으며, 8월의 경우는 전체적으로 높은 식생분포를 나타내었다.

이러한 관계를 알아보기 위하여 월별 DNDVI의 분치치를 매트릭스형태로 표현하면 표 2와 같다. 월별 DNDVI가 가장 낮은 달은 12월로 3280.15로 나타내며, 가장 높은 달은 8월로 4403.9를 보였다.

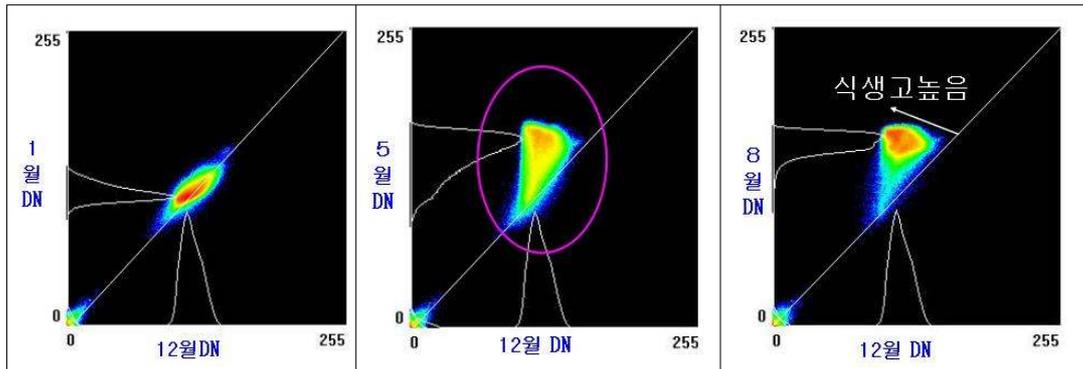


그림 2. 12월의 월별 DNDVI와 1월, 5월, 8월의 월별 DNDVI의 비교

2. NDVI를 이용한 LAI의 추정

2004년 논을 대상으로 취득한 NDVI와 LAI의 관계는 다음 식 (4)의 관계로 높은 상관성을 보였다.

$$LAI_{rice} = -0.017NDVI_{rice}^3 + 0.2238NDVI_{rice}^2 - 1.0929NDVI_{rice} + 5.3471 \quad (4)$$

여기서, $NDVI_{rice}$ 는 논에서의 식생지수이며, LAI_{rice} 는 논에서의 엽면적지수(LAI)이다.

이 관계를 관측치와 추정치로 나타내면 그림 3과 같다. AVHRR위성 데이터에서 얻어진 결과를 식(4)에 대입하면 한반도의 월별 LAI 특성은 표 3과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

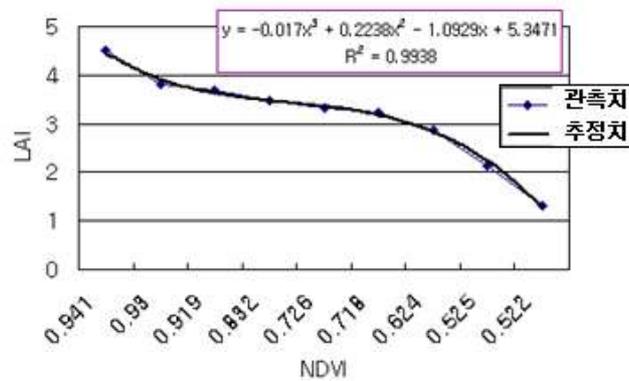


그림 15 NDVI와 LAI의 관계

표 2 월별 DNDVI 분산 Matrix

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-999	3386.47	3418.5	3590.08	4224.35	4327.33	4121.25	4469.92	4407.59	4148.84	3442.02	3307.96
2	3386.47	3430.28	3487.4	3635.66	4264.78	4364.79	4164.13	4511.77	4449.04	4197.06	3483.54	3348.07
3	3448.5	3487.4	3556.47	3701.27	4355.44	4456.76	4246.41	4604.08	4540.07	4279.08	3546.23	3407.7
4	3590.08	3635.66	3701.27	3898.11	4553.13	4654	4438.73	4784.84	4718.97	4468.63	3704	3558.59
5	4224.35	4264.78	4355.44	4553.13	5468.76	5577.57	5217.41	5699.32	5622.76	5281.77	4344.9	4168.01
6	4327.33	4364.79	4456.76	4654	5577.57	5727.35	5350.55	5846.47	5762.5	5399	4446.83	4265.59
7	4121.25	4169.13	4246.41	4438.73	5217.41	5350.55	5184.9	5524.2	5442.15	5125.47	4248.78	4077.77
8	4469.92	4511.77	4604.08	4784.84	5699.32	5846.47	5524.2	6046.61	5950.84	5565.44	4590.02	4403.9
9	4407.59	4449.04	4540.07	4718.97	5622.76	5762.5	5442.15	5950.84	5874.88	5490.88	4526.42	4343.75
10	4148.84	4197.06	4279.08	4468.63	5281.77	5399	5125.47	5565.44	5490.88	5186.81	4274.67	4104.26
11	3442.02	3483.54	3546.23	3704	4344.9	4446.83	4248.78	4590.02	4526.42	4274.67	355.63	3408.41
12	3307.96	3348.07	3407.7	3558.59	4168.01	4265.59	4077.77	4403.9	4343.75	4104.26	3408.41	3280.15

표 3 한반도의 월별 NDVI와 LAI

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DNDVI	171	173	167	175	185	190	180	182	181	181	171	169
NDVI	0.71	0.73	0.67	0.75	0.85	0.9	0.8	0.82	0.81	0.81	0.71	0.69
LAI	4.68	4.66	4.71	4.65	4.57	4.53	4.61	4.59	4.60	4.60	4.68	4.69

IV. 결론

본 논문은 NOAA/AVHRR 위성 데이터를 이용하여 식생지수의 월별 및 순별 변화와 NDVI를 이용한 LAI의 추정방법에 대하여 검토하였다. 여기서 얻어진 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. AVHRR 데이터로 구한 한반도의 정수화 식생지수(DNDVI)는 89 ~ 190의 범위로 나타났다.
2. 2004년 한반도의 월별 식생지수는 8월이 가장 높고 12월이 가장 낮게 나타났다. 이 관계를 크기 순으로 나열하면 8월>9월>6월>5월>10월>7월>4월>3월>11월>2월>1월>12월의 관계가 있는 것으로 나타났다.
3. 식생지수가 전국적으로 확산되는 시기는 5월이었으며 이 시기부터 1차산맥을 따라 북쪽으로 식생분포가 확산되어, 8월 초에 전국적으로 가장 높은 식생분포를 나타내는 것으로 나타났다.
4. 순별 식생지수의 변화는 지역별로 북부지방>남부지방>중부지방 순으로 빠르게 나타났다.