

# 위성영상을 활용한 식물계절 변화 분석 및 기후 영향 평가 -국립공원을 대상으로-

최철현\* · 정성관\*\* · 박경훈\*\*\* · 김경태\*\*\*\*

\*경북대학교 대학원 조경학과 · \*\*경북대학교 조경학과 · \*\*\*창원대학교 환경공학과 · \*\*\*\*부산교육대학교 실과교육과

## I. 서론

생물은 각기 다른 방식으로 기후에 적응하며, 계절주기에 따라 다양한 변화를 보인다. 생물계절학은 이러한 동·식물의 계절에 따른 생육형태 변화를 규명하여 객관적인 지표를 도출하고 장기적인 관측을 통해 기후변화를 예측하는 학문으로서 매우 폭넓게 연구되고 있다. 특히 육상 생태계의 기반이 되는 산림 식생의 식물계절적 특성은 이와 관련된 증속영양생물의 생육에 있어 중요한 요인으로 작용하기 때문에 중요하게 다루어지고 있다.

국내·외적으로 장기적인 생태계 모니터링을 통해 식물의 개화, 개엽, 낙엽시기 등의 변화를 관측하는 연구가 지속적으로 이루어졌으며, 최근의 기후변화로 인한 영향으로 식물계절주기가 바뀌고 있다는 것이 밝혀졌다. 이는 생물중간 먹이사슬(food chain)을 변화시키고 생태계의 불균형을 초래할 수 있기 때문에 기후변화와 식물계절과의 관계를 파악하는 것이 중요하다. Both et al.(2006)은 이러한 현상에 대한 실증적인 연구를 수행하였는데 식물의 계절주기 변화와 조류의 개체수 감소가 서로 밀접한 관계가 있다는 것을 밝혀냈다. 기온의 증가로 인한 수목의 조기 개엽으로 인해 나뭇잎을 먹이로 하는 애벌레가 조기 발생하여 평소보다 빠르게 감소하였고 이로 인해 애벌레를 먹이로 하는 철새는 먹이 부족으로 개체수가 감소한 것이다. 이러한 결과는 기후변화로 인한 식물계절의 변화가 다양한 종들이 상호작용하는 생태계 내에서 매우 중요한 요인이라는 것을 말해준다. 따라서 보존이 요구되는 생태계의 경우 장기적인 관점에서 식물계절 변화에 대한 지속적인 모니터링을 실시할 필요성이 있다.

본 연구에서는 한반도 산림 생태축의 핵심이라 할 수 있는 국립공원을 대상으로 식물계절주기 변화를 분석할 수 있는 방법을 마련하고 기후변화로 인한 영향을 파악하고자 하였다. 국립공원은 우리나라를 대표하는 자연생태계로 그 가치를 경제적으로 환산할 수 없을 만큼 우수한 자원을 보유하고 있다. 그러나 방대한 지역에 대해 지속적인 조사가 어렵기 때문에 이를 대체할 수 있는 효율적인 방법을 필요로 한다. 따라서 본 연구에서는 위성영상을 기반으로 한 식생지수를 활용하여 국내 산악형 국립공원의 식물계절주기 변화를 분석하고자 하였다.

## II. 연구 방법

Moderate Resolution Imaging Spectrometer(MODIS)는 지구 환경 변화 모니터링을 목적으로 하는 대표적인 위성으로 일 간격으로 데이터를 취득할 수 있으며, 이를 운용중인 NASA에서는 16일 단위로 합성된 Normalized Difference Vegetation Index(NDVI), Enhanced Vegetation Index(EVI) 산출물을 제공하고 있다. 두 지수는 모두 식생의 활력도와 밀접한 관련이 있기 때문에 주기를 갖는 식물의 계절변화를 파악하기에 용이하나 EVI의 경우 밀생하는 산림지역에서 NDVI보다 반응이 더 민감하고 대기의 영향이 적기 때문에 본 연구에서는 EVI를 분석에 사용하였다. 분석의 시간적 범위는 2001~2010년으로 총 10년 동안의 식물계절 변화를 파악해보고자 하였다.

Harmonic Analysis of NDVI Time Series(HANTS) 알고리즘은 푸리에 변환을 기반으로 하는 식생지수의 노이즈 저감을 위한 필터링 기법으로 구름이나 대기의 에어로졸 등에 의해 오차가 발생할 수 있는 위성영상을 효과적으로 보완할 수 있는 방법이다(최철현과 정성관, 2014). 보정된 식생지수를 시계열적인 식생주기 곡선으로 나타내고 여기에서 활력도가 급격히 증가 또는 감소하는 지점을 찾아내면 식물계절시기를 도출할 수 있다.

식물계절시기와 기후자료와의 비교를 위해 기상청 기후변화 정보센터(Climatic Change Information Center)에서 제공하는 PRISM 기반의 1km 고해상도 기온자료를 사용하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 국립공원의 식물계절시기 변화추세

국내 주요 산악형 국립공원의 평균적인 식물계절시기 변화를 분석한 결과는 그림 1과 같다. 생육개시일의 경우 2002년에 107(4월 17일)로 가장 빨랐고 2010년에 120(4월 30일)으로 가장 느린 것으로 나타났다. 생육종료일은 2003년에 259(9월 16일), 2001년과 2007년에 275(10월 2일)로 가장 빠른 날과 느린 날이 약 16일의 차이를 보이는 것으로 나타났다. 10년간의 연도별 식물계절시기의 변화는 뚜렷한 추세를 보이기도 변동이 불규칙적인 것을 알 수 있다.

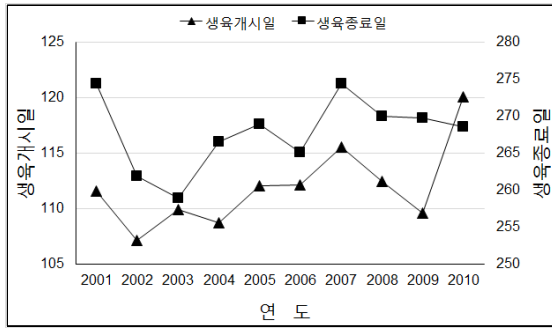


그림 1. 연도별 국립공원 평균 생육개시일

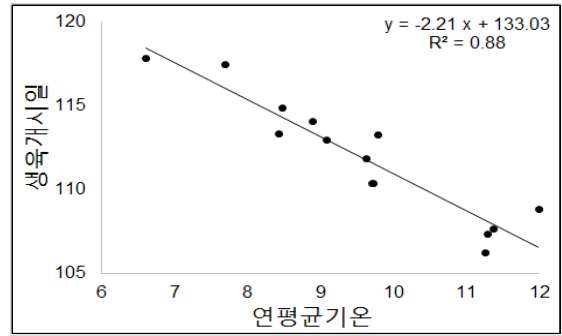


그림 3. 생육개시일과 연평균기온과의 상관성

## 2. 기온과 식물계절시기와의 상관성

국립공원별로 10년 동안의 평균적인 생육개시일을 분석해본 결과 그림 2와 같이 나타났으며, 계룡산국립공원이 가장 빠르고 오대산국립공원이 가장 느린 것으로 나타났다. 이를 연평균 기온자료와 비교해본 결과, 기온이 높을수록 생육개시일이 빠른 것을 알 수 있었다.

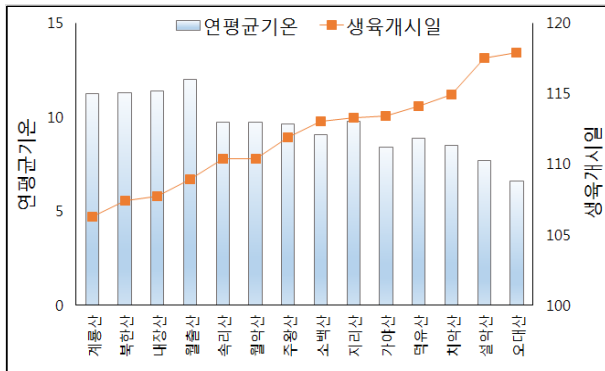


그림 2. 국립공원별 평균 생육개시일 및 연평균기온(2001~2010년)

10년간의 국립공원별 평균 식물계절시기와 연평균기온과의 상관성을 분석해본 결과, 그림 3~5와 같이 나타났다. 식물계절 시기는 기온과 선형적인 관계가 있는 것으로 나타났으며, 생육개시일의 경우 연평균기온이 1°C 증가함에 따라 약 2.2일이 빨라지는 것으로 분석되었다. 또한 생육종료일은 1.1일이 지연되고, 전체적인 생육기간은 3.3일이 증가하는 것으로 분석되었다.

분석을 통해 앞으로 기후변화에 의해 점차 기온이 증가할 경우 국립공원 산림 식생의 생육개시일은 점차 빨라질 것으로 예상되며, 생육종료일은 지연되고 생육기간이 증가될 것으로 판단된다.

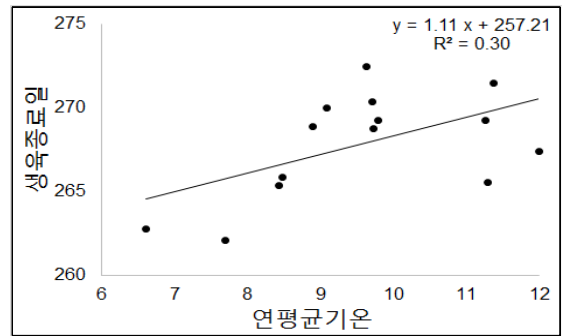


그림 4. 생육종료일과 연평균기온과의 상관성

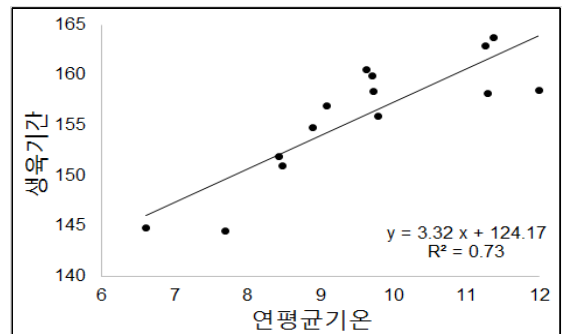


그림 5. 생육기간과 연평균기온과의 상관성

## 참고문헌

1. 최철현, 정성관(2014) HANTS 알고리즘을 이용한 MODIS 영상기반의 식물계절 분석. 한국지리정보학회지 17(3):20-38.
2. Both, C., Bouwhuis, S., Lessells, C. M., and Visser, M. E.(2006). Climate change and population declines in a long-distance migratory bird. Nature 441(7089):81-83.