

# 한반도 주요 기후변화 취약 산림식물종의 생물계절성 연구(I)

## Study on phenology of Threatened Plants for Climate Change in South Korea

오승환<sup>1</sup> · 장정원<sup>1</sup> · 변준기<sup>1</sup> · 이철호<sup>1</sup> · 이유미<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립수목원

### 서론

최근의 기후변화는 과거의 자연적인 변화에 비해 100배 빠르게 진행되고 있다. 급격한 기후변화로 인해 온난화가 계속되면서 따뜻한 기후조건을 선호하는 난대성 식생대가 확장되는 반면 추운 기후에 적응한 한대성 식생대가 쇠퇴하고, 식물의 개화기시가 빨라지고, 동물의 서식처가 교란되는 등의 다양한 생태적 부작용이 나타난다. 특히 고산대, 아고산대, 도서지방에서는 기온이 상승하면서 한대성 동물이나 식물이 이동할 통로나 피난처를 찾지 못하고 위기를 맞게 된다.

따라서 본 연구는 지구온난화가 가속화 됨에 따라 기후변화에 취약하거나 민감한 산림식물종의 보존대책 필요성을 느껴 현지내(산림 등 자생지내)와 현지외(수목원 식재종)조사지역을 설정하여 생물기후학적 연구를 통한 모니터링을 시행하고 변화경향을 분석함으로써 미기후 차이에 따른 식물계절 변화의 상관성을 파악 하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 조사대상지 및 지표식물

조사대상지는 각 국·공립수목원을 중심으로 지역별로 구분하였으며 조사규모는 지역별로 기후변화에 민감하거나 취약한 고산성 식물 및 생육한계성 산림식물종인 동시에 전국적으로 분포하는 북방계 침엽수를 대표하는 구상나무, 주목, 전나무 3종에 대해서 현지내와 현지외로 구별하여 조사하였다.

#### 2. 미기상장비 설치

기상측정은 기후변화에 취약한 조사 대상식물이 분포하는 장소에 미기상장비를 설치하여 기온변화추이를 조사하였다. 기상장비는 현지외와 현지내에 각각 설치하여 기온, 습도, 풍향, 풍속, 강수량, 토양수분, 일사량 등을 2009년 7월초부터 2010년 10월말까지 측정하였다.

#### 3. 연구방법

현지내·외 구별하여 실시한 생물계절성 조사는 동아파열 시기, 개엽시기, 개화시기, 낙화시기의 변화를 기록하였다. 조사대상개체와 인근 동일종간의 오차를 줄이기 위하여 주변의 동일종에 대하여 3개체이상을 조사하여 평균을 고려하여 측정하였다. 조사는 2009년 4월부터 2010년 11월까지 1주 1회 조사하는 것을 원칙으로 하고 7월과 8월은 2주 1회 격주조사를 실시하였다(산림청·국립수목원, 2009). 또한 수집한 미기상자료를 바탕으로 전국적 평균 기온과 자생지내 및 자생지외의 미기상을 분석하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 기상개황

우리나라 3월~10월까지 평균기온은 17.9℃로 조사지역으로는 경남수목원이 17.8℃로 우리나라 평균기온(3월~10월)과 가장 비슷하였으며 대아수목원 17.2℃, 강원도립화목원 17.1℃, 국립수목원 15.9℃, 금원산 13.9℃, 한라산 13.0℃, 덕유산 10.7℃, 지리산 10.0℃ 순으로 조사되었다. 현지내의 월평균기온은 26.7℃(8월)로 경남수목원이 가장 높게 나타났으며 2.9℃(3월)의 국립수목원이 가장 낮게 나타났으며, 현지내의 월평균기온은 22.3℃로 금원산지역이

높게 나타났으며 지리산지역이 -2.4℃(3월)로 가장 낮게 나타났다.

## 2. 지표식물 모니터링

지표식물의 생리적 사이클은 동아파열시기, 개엽시기, 개화시기, 낙화시기 등 4개의 특성으로 구분하여 각 지표식물의 생리적 변화 시작 시점을 기록하였다. 각 생리적 특성의 시작 시점은 2009년과 2010년도로 구분하여 기후변화에 따른 생물계절성 변화추이를 분석하였다.

### 1) 구상나무

#### ① 동아파열

09년도에 비해 10년 강원도립화목원, 경남수목원, 지리산지역, 한라산에서는 1일~10일(평균 6.5일)정도 동아파열시기가 빠른 것으로 나타났으나, 국립수목원과 금원산지역은 5~12(평균 8일)정도 늦게 파열된 것으로 관찰되었다. 연도별 지역 동아파열순서는 09년, 10년 모두 강원도립화목원의 구상나무가 가장 먼저 파열하였고 지리산의 구상나무가 가장 늦게 파열하였다. 현지내(자생지)와 현지외(식재지)의 동아파열패턴은 유의성이 없었다.

#### ② 개엽시기

10년 개엽시기는 09년 보다 5~12일(평균 9일) 늦어진 것으로 보이며, 지리산 세석지역의 경우 09년 보다 50일 정도 늦게 개엽하였다. 이는 2010년 봄철과 여름철에 기상변화로 인하여 온도가 일시적으로 떨어지는 현상을 보이거나, 지리산 지역의 잦은 강우로 인해 생리적 스트레스를 받은 것으로 판단된다.

#### ③ 개화시기, 낙화시기

국립수목원과 한라산에서는 09년도와 비교하여 1~8일 정도 일찍 개화하였으며, 낙화시기도 8~9일정도 일찍 낙화를 관찰하였다. 국립수목원의 개화기간은 09년과 10년 모두 7~8일정도 일정하게 나타났으나 다른 지역에서는 14일 및 27일 동안 개화하였다.

### 2) 전나무

#### ① 동아파열

경남수목원에서는 09년도에 비해 7일정도 일찍 파열되었고, 국립수목원은 09년도와 비슷한 시기에, 강원도립화목원에서는 09년도에 비해 11일정도 늦게 파열되었다. 연도별 지역 동아파열순서는 09년, 10년 모두 경남수목원, 강원도립화목원, 국립수목원 순으로 동아가 파열하였다.

#### ② 개엽시기

대체적으로 09년도에 비해 10년도에는 6~17일(평균 13

표 1. 구상나무의 생물계절성 비교(2009-2010)

구분	동아파열		개화시기		개엽시기		낙화시기		개화기간	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
국립수목원	4/21	4/26	5/11	5/03	5/4	5/10	5/19	5/10	8	7
강원도립화목원	4/08	4/07	-	4/30	4/24	5/06	-	5/27	-	27
전북대아수목원	-	4/29	-	-	4/26	5/06	-	-	-	-
경남수목원	4/27	4/19	-	-	4/27	5/02	-	-	-	-
지리산1	5/06	4/28	-	-	5/06	6/26	-	-	-	-
지리산2	5/13	5/03	-	-	5/19	6/01	-	-	-	-
지리산3	7/10	6/30	-	-	7/10	7/20	-	-	-	-
한라산	4/30	4/28	5/13	5/12	5/13	5/20	5/28	5/20	15	8
금원산	4/22	5/04	-	5/17	5/14	5/24	-	5/31	-	14

표 2. 전나무의 생물계절성 비교(2009-2010)

구분	동아파열		개화시기		개엽시기		낙화시기		개화기간	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
국립수목원	4/27	4/26	-	-	5/04	5/10	-	-	-	-
강원도립화목원	4/10	4/21	-	4/24	4/21	5/06	-	-	-	-
전북대아수목원	-	4/09	-	5/09	4/26	4/25	-	6/08	-	31
경남수목원	4/02	3/26	-	4/02	4/02	4/19	-	4/19	-	17

표 3. 주목의 생물계절성 비교(2009-2010)

구분	동아파열		개화시기		개엽시기		낙화시기		개화기간	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
국립수목원	4/07	4/26	4/01	4/05	5/04	5/10	4/07	4/12	6	7
강원도립화목원	4/02	4/07	-	4/07	4/24	5/06	-	4/28		21
전북대야수목원	-	-	-	-	4/26	4/25	-	-		
경남수목원	4/02	3/26	4/02	3/19	4/08	4/19	4/27	4/02	25	14
덕유산	-	-	-	-	6/18	6/02	-	-		
지리산	5/13	6/07	-	-	6/12	6/16	-	-		
한라산	4/30	4/20	5/13	-	5/13	5/12	5/25		12	

일)정도 늦게 개엽한 것으로 관찰하였다.

### ③ 개화시기, 낙화시기

09년과 10년의 개화시기와 낙화시기를 비교할 수 없었으나, 10년 지역별 개화는 경남수목원, 강원도립화목원, 전북대야수목원 순으로 개화 하였다.

## 3) 주목

### ① 동아파열

국립수목원, 강원도립화목원, 지리산지역은 09년도에 비해 5~25일(평균 16일) 늦게 파열하였고, 경남수목원과 한라산은 7~10일(평균 8.5일) 일찍 파열하였다. 연도별 지역 동아파열 순서는 09년 경남수목원, 강원도립화목원이, 10년은 경남수목원의 주목이 가장 먼저 동아가 파열하였다.

### ② 개엽시기

덕유산은 09년보다 16일 일찍 개엽하였고, 한라산과 전북대야수목원은 09년과 비슷한 시기에, 국립수목원, 강원도립화목원, 경남수목원, 지리산은 09년 보다 4~12일(평균 8일) 늦게 개엽하였다.

### ③ 개화시기, 낙화시기

국립수목원에서는 09년도에 비해 4~5일 늦게, 경남수목원은 09년도에 비해 14일 일찍 개화하고, 25일 일찍 낙화를 관찰하였다.

(평균 7일 후) 개엽과 낙화가 그의 동시에 이루어지거나 개엽 뒤 낙화하였다.

전나무는 동아파열 뒤(평균 5일 후) 개화가 시작되고(평균 10일 후) 개엽과 낙화가 그의 동시에 이루어지거나 개엽 뒤 낙화하였다.

주목은 개화와 동아파열이 같이 시작되거나 개화 후(7~21일 후) 동아가 파열하고(평균 18일 후) 개엽한다.

조사종(구상나무, 전나무, 주목)은 현지내(자생종)와 현지외(식재종) 지역의 상관없이 2009년과 2010년을 비교했을 때 동아파열과 개엽시기는 전체적으로 늦어고, 개화시기나 낙화시기는 전체적으로 빨라지는 경향을 보였다. 이는 생육의 첫 시작인 동아파열에서 10년 3~4월 평균기온이 09년평균기온 보다 1.5~2.7℃ 낮았기 때문으로 사료된다.

2010년 기상자료와 동아파열시기, 개엽시기, 개화시기, 낙화시기를 분석한결과 기상에 따라 현지내(자생종)와 현지외(식재종) 상관없이 비슷한 패턴을 보였다.

2년간의 계절성 모니터링을 통해 전체적인 동아파열, 개화, 개엽 등은 기후차이에 인한 변화가 가장 크며, 지역별 환경적 차이도 생육변화에 영향을 끼치므로 향후 장기적인 생물계절성 모니터링과 기후학적 조사 연구를 통해 기후변화에 취약하거나 민감한 산림식물종의 보존대책을 마련하고자 한다.

## 결론

본 연구는 고산지대의 대표 침엽수종인 구상나무, 전나무, 주목을 대상으로 현지내(자생종), 현지외(식재종)를 구분하여 생물계절학적 모니터링을 시행하고 변화경향을 분석함으로써 미기후 차이에 따른 식물계절 변화의 상관성을 파악 하고자 하였다.

구상나무는 동아파열 뒤(평균 14일 후) 개화가 시작되고

## 인용문헌

국립산림과학원. 2009. 기후변화의 산림생태계 영향과 적응. 국립산림과학원 보고서.

국립산림과학원. 2010. 기후변화에 대응한 난·아열대 수종의 육성 방안. 서울: 국립산림과학원

국립수목원. 2005. 한반도 관속식물 분포도-남부아구(전라도 및 지리산)-. 서울: 국립수목원

- 국립수목원. 2009. 기후변화 취약산림식물종 보전·적응사업 조사 보고서. 805pp.
- 국립수목원. 2010. 한반도 기후변화 적응 대상식물 300. 492pp.
- 김진석·정재민·이병천·박재홍. 2006. 한반도 풍혈지의 종조성과 식물지리학적 중요성. 한국식물분류학회지 36(1): 61-89.
- 산림청·국립수목원. 2009. 기후변화 취약산림식물종 보전·적응사업 조사 매뉴얼. 206pp.
- 산림청·국립수목원. 2010. 기후변화 취약산림식물종 보전·적응사업 조사 매뉴얼. 264pp.
- 양해근, 박경. 2006. 광릉지역의 soil pipe와 지온분포. 한국지형학회지
- 이경미, 권원태, 이승호. 2009. 우리나라 식물계절 시기의 변화 경향에 관한 연구. 한국지역지리학회. 15(3): 337-350.
- 이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사. 서울.
- 조현길, 안태원. 2008. 미기후 변화에 따른 식물계절 차이. 한국환경생태학회지. 22(3): 221-229.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Watson, R.T. and the Core Writing Team(eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA. 996pp.