

# 기후변화 취약 산림식물종 계절성 모니터링 연구

## - 경상남도수목원을 중심으로 -

시험기간 : 2009년 ~ 계속

담 당 자 : 신재성, 하용식, 박준호, 김제홍

### I. 서 론

경상남도수목원은 경상남도 진주시 이반성면 대천리에 걸쳐 위치하며 수목원 90ha, 시험림 57ha로 구성되어 있다. 지형은 대부분 50-300m 내외로 낮은 야산과 구릉지대로 완경사를 이루고 있다. 기후는 남쪽으로 바다와 근접하여 약간의 해양성 영향을 받으나 북서쪽으로 지리산 등 비교적 높은 산맥이 가로 놓여 있으며 본부지의 지형적 특성이 입구가 평탄지로 북풍 및 북서풍에 직접 노출되어 있어 기온차가 심한 편이다.

대상지 내의 산계는 경사가 급하거나 위험하지 않아 다양한 체험활동을 유도할 수 있으며, 시각적 흥미를 부여할 수 있다. 입구 부분은 평탄지로 다양한 시설이 밀집되어 있다. 대부분 50 ~ 150m내외로 낮은 야산과 구릉지대로 완경사를 이루고 있으며, 표고 50~100m 지역이 362,771m<sup>2</sup>(54.9%)로 가장 넓으며 0~50m가 278,991m<sup>2</sup>(42.2%), 100~150m가 19,422m<sup>2</sup>(2.9%)이다.

표층이 토사 및 풍화토로 형성되어 있으며 부분적으로는 풍화암의 노두가 노출되어 있어 수목생육에 다소 불리한 조건이므로 토질개선이 필요하다. 부지의 대부분이 미사질양토 내지 자갈이 있는 양토로 되어있고 토양산도는 약산성 토양으로 식물생육에 적당한 편이다.

경남수목원 내 온난화에 취약한 식물을 복원하기 위하여 기후변화에 취약한 수종을 중심으로 생체나 삽수, 종자를 증식하고 자생지와 비슷한 생육환경을 조성하여 인공보존원을 조성했다. 경남지역의 인공보존원은 경남수목원 내 유전자원 증식온실 앞에 위치하고 있으며 조성 면적 62.4m<sup>2</sup>로 2009년 11월에 조성됐다. 풍혈지의 요소를 가미하기 위하여 지하에 유공관 등을 통하여 공기의 통로를 만들었고, 판석이나 기왓장을 이용하여 조성, 아래쪽에 호박돌, 쇠석, 자갈 등을 넣은 후 왕 마사와 마사를 사용하여 마무리했다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 지표식물 선정

조사 대상 식물은 수목원과 수목원외 지역에 식재 또는 자생하고 있는 식물종 중 기후변화취약 산림식물종 보전·적응사업 조사매뉴얼(산림청·국립수목원 2010)에 기초하여 선정하였다. 수목원외 지역의 종 선정은 장기 모니터링을 위해 개발 등 인위적인 간섭 가능성이 적은 지역에서 자생하고 있는 종들 중 지표종을 선택했고, 조사 대상종이 3개체 이상 모여 있는 지역을 대상으로 했다.

### 2. 조사 내용 및 수행항목

#### 가. 계절성 모니터링

##### 1) 조사방법

단목조사를 하는 경우에는 주요수종에 대하여 한 개체씩 선정하여 조사를 하고 주요 개체군이 함께 출현하는 곳에 20 × 20m 현지내조사구를 설치하여 영구 방형구로서 조사구를 설치한다. 각 지표종은 GPS로 좌표를 표시하고 각 식물마다 전경사진과 부분사진 등을 촬영한다. 특히 주요 조사항목에 따라 각 식물의 주요 생식기의 상태를 사진으로 촬영하여 기록한다.

##### 2) 조사항목

- ① 잎의 변화 : 개엽, 단풍 및 낙엽 시기
- ② 생식기관의 변화 : 개화, 만개, 낙화 및 종자산포 시기

##### 3) 조사기간

2월 20일부터 11월 28일까지, 1주 1회 이상을 조사하는 것을 원칙으로 하고 생육 후기인 7월부터 8월까지 2주 1회 조사를 원칙으로 했다.

##### 4) 관찰방법

- ① 교목(T1층) : 망원경으로 선정된 위치의 가지를 대상으로 관찰
- ② 아교목 이하(T2~H층) “육안으로 정해진 위치를 관찰”

##### 5) 측정항목

- ① 목본식물 : 겨울눈의 파열, 개엽, 꽃눈의 형성, 개화, 낙화, 단풍, 종자산포 및 낙엽시기로 구분
- ② 초본식물 : 개엽, 꽃눈 형성, 개화, 낙화, 단풍, 낙엽 및 종자산포 시기로 구분, 단 초본식물은 이미 관찰한 시기가 개엽이나 꽃망울 상태로부터 시작, 월,년,생,일의 경우나 지난해의 잎은 무시하고 새로 발생한 잎만 대상으로 함.

## 나. 미기상기후 측정

기상측정은 기후변화에 취약한 조사 대상식물이 분포하는 장소에 기상장비를 설치, 매시간 자동 기록된 기상정보를 30분 간격으로 data를 받아 기상변화추이를 분석했다. 장비 설치 장소는 수분지수, 향분석, 지형만곡도, 경사분석, 적산일사량 등의 data를 이용하여 GIS로 적지 예측한 뒤 결정하고, 기후변화 추이는 일 별, 월 별, 년 중 변화와 년차별 변화 추이를 분석, 기후 환경 변화가 식물에 미치는 영향을 사전에 예측, 지속가능한 생태계 보존의 기초 자료로 활용하고자 한다.

## 다. 기후변화 취약식물 증식

기후변화 취약 수종의 보존·관리를 위하여 경남지역의 취약종을 중심으로 수집 및 증식을 수행했다. 대상 식물은 ‘기후변화 취약 산림식물종 보전·적응 사업 조사 매뉴얼’에 따라 분포지역별 취약종 100종과 관심종 50종을 중심으로 선정하고 IUCN 기준 희귀식물과 환경부 법정보호종, 특산식물(산림청) 등의 수집 및 증식도 함께 수행했다.

## 라. 인공보존원 관리

온난화에 취약한 식물을 복원하기 위하여 기후변화에 취약한 수종을 중심으로 생체나 삽수, 종자를 증식하고 자생지와 비슷한 생육환경을 조성하여 인공보존원을 조성한다. 경남지역의 인공보존원은 경남수목원 내 유전자원 증식온실 앞에 위치하고 있으며 조성 면적 62.4m<sup>2</sup>로 2009년 11월에 조성됐다. 국립수목원의 조성사례와 경남수목원에서 조성한 암석원의 사례로 하여 풍혈지의 요소를 가미하기 위하여 판석이나 기왓장을 이용하여 조성하고, 아래쪽에 호박돌, 쇠석, 자갈 등을 넣은 후 왕마사와 마사를 사용하여 마무리했다. 이 후 기후변화 취약종 보전하에 수집·증식된 식물을 식재하고 그 생육 상태를 주기적으로 모니터링 했다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 경남수목원 계절성 모니터링

##### 가. 조사대상종

경남수목원 조사대상종은 2009년 51종, 2010년은 구상나무를 제외하고 은행나무\_암, 생각나무\_암, 분비나무 3종을 추가하여 53종, 2011년 53종(종 변화 없음), 2012년은 고사한 섬말나리를 제외하여 52종, 2013년에는 훼손된 꽃창포를 제외하여 51종, 2014년은 생육불량으로 가시오갈피를 제외하고 은행나무\_수를 추가하여 50종, 2015년은 고사한 꺾꽂이풀을 제외하고 구상나무와 비자나무\_암, 주목\_수 3종을 추가하여 50종, 2016년에는 소실 및 생육 불량으로 갯버들\_수, 노랑만병초, 산국, 향나무\_수 4종을 제외하여 46종, 2017년에는 소실 및 훼손으로 개비자나무\_수, 한라구절초를 제외하여 44종을 조사하였다. 기후변화 취약 산림식물종 조사 대상종은 북방계 7종, 남방계 7종, 관심종 24종, 일반종 6종으로 총 44종(침엽수 11종, 활엽수 30종, 초본류 3종) 48개체를 조사하였다.

<표 1> 경남수목원 전시원내 조사대상종

구 분		44종 48개체
북방계(7)	침엽수(5)	구상나무, 전나무, 분비나무, 주목, 눈향나무
	활엽수(1)	만병초
	초 본(1)	등근잎꿩의비름
남방계(7)	활엽수(7)	붉가시나무, 종가시나무, 구굴나무, 가시나무, 미선나무, 굴거리나무, 히어리
관심종(24)	침엽수(6)	소나무, 잣나무, 일본잎갈나무, 측백나무, 비자나무, 은행나무
	활엽수(17)	당단풍나무, 진달래, 산철쭉, 철쭉, 생강나무, 산수유, 개나리, 무궁화, 수수꽃다리, 백목련, 자귀나무, 아까시나무, 동백나무, 후박나무, 호랑가시나무, 먼나무, 장수만리화
	초 본(1)	복수초
일반종(6)		개가시나무, 매실나무, 벚나무, 삼백초, 지리산오갈피, 풍년화

<표 2> 경남수목원 전시원내 조사 대상종 목록 및 현황

고유 번호	국 명	학 명	비 고	조사기간
1	산수유	<i>Cornus officinalis</i>		2009-현재
2	벚나무	<i>Prunus serrulata</i>		2009-현재
3	미선나무	<i>Abeliophyllum distichum</i>		2009-현재
4	복수초	<i>Adonis amurensis</i>	개체 변경	2009-현재

고유 번호	국 명	학 명	비 고	조사기간
5	자귀나무	<i>Albizia julibrissin</i>		2009-현재
6	구골나무_암	<i>Osmanthus heterophyllus</i>		2009-현재
7	수수꽃다리	<i>Syringa oblata</i>		2009-현재
8	철쭉	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		2009-현재
9	진달래	<i>Rhododendron mucronulatum</i>		2009-현재
10	산철쭉	<i>Rhododendron yedoense</i>		2009-현재
11	갯버들_수	<i>Salix gracilistyla</i>	소실	2009-2015
12	히어리	<i>Corylopsis gotoana</i>		2009-현재
13	종가시나무	<i>Quercus glauca</i>	개체 변경	2009-현재
14	가시나무	<i>Quercus myrsinifolia</i>		2009-현재
15	개나리	<i>Forsythia koreana</i>	개체 변경	2009-현재
16	장수만리화	<i>Forsythia velutina</i>	개체 변경	2009-현재
17	붉가시나무	<i>Quercus acuta</i>		2009-현재
18	개가시나무	<i>Quercus gilva</i>		2009-현재
19	매실나무	<i>Prunus mume</i>	개체 변경	2009-현재
20	백목련	<i>Magnolia denudata</i>		2009-현재
21	꽃창포	<i>Iris ensata</i>	소실	2009-2012
22	눈향나무_암	<i>Juniperus chinensis</i>	개체 변경	2009-현재
23	분비나무	<i>Abies nephrolepis</i>		2010-현재
24	비자나무_수	<i>Torreya nucifera</i>	개체 변경	2009-현재
25	소나무	<i>Pinus densiflora</i>	개체 변경	2009-현재
26	굴거리나무_암	<i>Daphniphyllum macropodum</i>		2009-현재
27	먼나무_암	<i>Ilex rotunda</i>	개체 변경	2009-현재
28	풍년화	<i>Hamamelis japonica</i>		2009-현재
29	개미자나무_수	<i>Cephalotaxus koreana</i>	소실	2009-2016
30	동백나무	<i>Camellia japonica</i>		2009-현재
31	아까시나무	<i>Robinia pseudoacacia</i>		2009-현재
32	산국	<i>Dendranthema boreale</i>	소실	2009-2015
33	삼백초	<i>Saururus chinensis</i>	개체 변경	2009-현재
34	지리산오갈피	<i>Eleutherococcus divaricatus</i>		2009-현재
35	가시오갈피	<i>Eleutherococcus senticosus</i>	소실	2009-2013
36	전나무	<i>Abies holophylla</i>		2009-현재
37	잣나무	<i>Pinus koraiensis</i>		2009-현재
38	주목_암	<i>Taxus cuspidata</i>		2009-현재
39	향나무_수	<i>Juniperus chinensis</i>	제외	2009-2015
40	당단풍나무	<i>Acer pseudosieboldianum</i>		2009-현재
41	후박나무	<i>Machilus thunbergii</i>		2009-현재

고유 번호	국 명	학 명	비 고	조사기간
42	일본잎갈나무	<i>Larix kaempferi</i>		2009-현재
43	무궁화	<i>Hibiscus syriacus</i>	개체 변경	2009-현재
44	만병초	<i>Rhododendron brachycarpum</i>		2009-현재
45	깽깽이풀	<i>Jeffersonia dubia</i>	소실	2009-2014
46	섬말나리	<i>Lilium hansonii</i>	소실	2009-2011
47	둥근잎꿩의비름	<i>Hylotelephium ussuriense</i>		2009-현재
48	한라구절초	<i>Dendranthema coreanum</i>	훼손	2009-2016
49	호랑가시나무_수	<i>Ilex cornuta</i>		2009-현재
50	측백나무	<i>Thuja orientalis</i>		2009-현재
51	노랑만병초	<i>Rhododendron aureum</i>	제외	2009-2015
52	은행나무_암	<i>Ginkgo biloba</i>		2010-현재
53	생강나무_암	<i>Lindera obtusiloba</i>		2010-현재
54	구상나무	<i>Abies koreana</i>		2009, 2015-현재
55	굴거리나무_수	<i>Daphniphyllum macropodum</i>		2009-현재
56	비자나무_암	<i>Torreya nucifera</i>		2015-현재
57	은행나무_수	<i>Ginkgo biloba</i>		2014-현재
58	주목_수	<i>Taxus cuspidata</i>		2015-현재
변동 사항	<p>개체변경- 종가시나무(2015), 매실나무(2015), 눈향나무_암(2015), 개비자나무_수(2015), 무궁화(2015), 소나무(2016), 먼나무_암(2015), 삼백초(2014), 복수초(2016), 개나리(2016), 장수만리화(2016), 비자나무_수(2015) [수목원 식물 정비 시 훼손으로 개체 변경]</p> <p>중명변경- 없음</p> <p>모니터링 중단 수종- 갯버들_수(11), 꽃창포(21), 가시오갈피(35), 산국(32), 향나무_수(39), 섬말나리(46), 깽깽이풀(45), 노랑만병초(51), 개비자나무_수(29), 한라구절초(48) [소실 및 생육불량으로 모니터링 중단]</p>			

## 나. 식물종별 계절변화

### 1) 경남수목원 침엽수의 계절성 변화

2017년 침엽수 조사종의 잎눈파열시기는 전년과 비교하여 눈향나무\_암이 8일 빨라졌고, 주목\_수, 주목\_암은 6일, 구상나무, 비자나무\_암, 측백나무는 7일, 비자나무\_수는 10일, 은행나무\_수는 11일 늦어졌으며 분비나무, 소나무 등 6종은 비슷한 시기에 파열하였다. 개엽한 시기는 주목\_수가 6일, 비자나무\_수, 소나무 등 4종이 7일 늦어졌으며 구상나무, 눈향나무\_암 등 9종이 전년과 비슷한 시기에 개엽하였다.

90% 이상 단풍은 일본잎갈나무가 8일 빨라졌고, 은행나무\_수와 은행나무\_암은 전년도와 비슷한 것으로 확인되었다.

꽃가루 날리는 시기는 소나무가 7일, 주목\_수가 8일 빨라졌고, 측백나무가 6일, 은행나무\_수가 7일 늦어졌으며 비자나무\_수, 일본잎갈나무, 잣나무는 전년도와 비슷한 시기로 관찰되었다. 꽃가루가 날리지 않는 시기는 은행나무\_수가 6일, 측백나무가 7일 늦어졌으며 비자나무\_수와 잣나무 등 5종은 전년과 비슷한 시기로 관찰되었다.

열매가 생성된 시기는 주목\_암과 측백나무가 11일 늦어졌고, 구상나무, 눈향나무\_암 등 7종은 비슷한 시기에 결실하였다. 열매 성숙도3은 비자나무\_암과 주목\_암이 7일, 측백나무가 18일, 눈향나무\_암이 한 달 이상 늦어졌고, 구상나무와 은행나무\_암은 비슷한 시기에 성숙한 것으로 관찰되었다.

<표 3> 경남수목원 전시원내 침엽수 영양기관의 계절성 변화

식물명	잎눈파열시기									개엽									단풍90%이상			
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017
구상나무	4/20	-	-	-	-	-	4/16	4/11	4/18	5/11	-	-	-	-	-	5/7	5/18	5/2	-	-	-	-
눈향나무_암	-	4/2	4/1	3/26	3/21	3/27	4/2	3/28	3/20	4/20	4/27	5/2	4/16	4/22	4/14	4/9	5/2	4/12	-	-	-	-
분비나무	-	5/2	4/25	4/26	4/22	4/14	4/21	4/18	4/18	-	5/10	5/12	5/7	5/6	4/29	5/11	4/11	5/2	-	-	-	-
비자나무_수	5/11	5/10	5/12	5/10	5/6	4/29	5/4	5/6	5/16	6/2	5/31	5/31	5/21	5/23	5/19	5/26	5/2	5/30	-	-	-	-
비자나무_암	-	-	-	-	-	-	4/7	4/5	4/12	-	-	-	-	-	-	5/22	5/23	5/16	-	-	-	-
소나무	5/11	5/17	5/12	5/7	5/2	5/7	4/23	4/22	4/25	6/23	6/30	6/30	7/2	6/18	6/23	6/16	5/9	6/27	-	-	-	-
은행나무_수	-	-	-	-	-	-	3/30	3/24	4/4	-	-	-	-	-	-	4/14	6/20	4/12	10/14	10/12	10/27	10/24
은행나무_암	-	4/19	4/17	4/16	4/18	4/10	4/14	4/8	4/12	-	4/27	4/25	4/23	4/22	4/21	4/21	4/11	4/18	10/17	10/16	10/27	10/24
일본잎갈나무	-	3/19	3/21	3/29	3/25	3/27	3/30	3/24	3/27	4/9	4/19	4/25	4/16	4/25	4/17	4/21	4/18	4/18	11/17	11/10	11/15	11/7
잣나무	5/11	5/10	5/12	4/30	5/13	5/2	5/7	4/28	5/2	6/23	6/24	6/23	7/2	7/1	6/30	7/6	4/18	7/18	-	-	-	-
전나무	4/9	4/15	4/17	4/16	4/8	4/3	4/7	4/8	4/12	4/20	5/2	4/25	4/26	4/22	4/25	4/23	7/11	4/25	-	-	-	-
주목_수	-	-	-	-	-	-	3/30	3/24	3/30	-	-	-	-	-	-	5/7	4/22	5/8	-	-	-	-
주목_암	4/9	4/13	4/8	4/16	4/1	3/31	4/2	3/24	3/30	5/4	5/10	5/12	5/7	5/6	5/7	5/7	5/2	5/2	-	-	-	-
측백나무	4/27	4/19	5/2	4/16	4/22	4/14	4/2	4/5	4/12	5/4	5/2	5/12	4/26	4/22	4/17	4/16	5/2	4/25	-	-	-	-



<표 4> 경남수목원 전시원내 침엽수 생식기관의 계절성 변화

식물명	꽃가루 날리는 시기										꽃가루 날리는 시기(>50%)									꽃가루 날리지 않는 시기			
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017	
구상나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5/6	-	
눈향나무_암	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
분비나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
비자나무_수	-	5/17	5/16	5/7	5/6	5/2 이전	5/4	5/2	5/2	-	5/24	5/23	5/15	5/13	5/2	5/7	5/2	5/8	5/26	5/19	-	5/16	
비자나무_암	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5/12	-	
소나무	5/4	5/10	5/12	5/7	5/6	5/2	5/7	5/2	4/25	5/4	5/17	5/16	5/15	5/6	5/2	5/7	5/2	5/8	5/22	6/10	-	5/23	
은행나무_수	-	-	-	-	-	4/17	4/23	4/18	4/25	-	-	-	-	-	4/17	4/23	4/18	4/25	5/2	4/30	5/26	5/8	
은행나무_암	-	-	-	-	4/8	-	-	-	-	-	-	-	-	4/18	-	-	-	-	-	-	5/2	-	
일본잎갈나무	-	4/2	4/1	4/16	3/27	4/7	4/16	4/5	4/4	-	4/13	4/1	4/16	4/1	4/7	4/16	4/5	4/12	6/16	4/30	-	4/25	
잣나무	-	5/17	5/31	5/21	5/20	5/19 이전	5/19	5/18	5/16	-	5/31	5/31	5/21	5/23	5/19	5/19	5/18	5/23	5/26	6/23	4/28	5/30	
전나무	-	4/15	4/17	-	4/11	-	-	4/11	-	-	4/15	4/25	-	4/18	-	-	4/11	-	-	-	5/31	-	
주목_수	-	-	-	-	-	-	3/23	3/21	3/13	-	-	-	-	-	-	3/23	3/21	3/13	-	4/21	5/9	4/12	
주목_암	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4/14	-	
측백나무	-	3/19	3/21	3/26	3/18	3/20	3/19	3/7	3/13	4/3 이전	4/2	3/24	3/29	3/18	3/20	3/19	3/10	3/16	6/30	4/14	-	4/12	

<표 5> 경남수목원 전시원내 침엽수 생식기관의 계절성 변화

식물명	열매생성									열매(성숙도3)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
구상나무	-	-	-	-	-	-	-	4/28	5/2	-	-	-	-	-	-	-	9/22	9/26
눈향나무_암	-	-	-	4/30 이전	-	4/7	4/2	4/5	4/4	-	-	-	-	-	-	-	9/27	11/7
분비나무	-	4/27 이전	5/12	-	-	5/7	-	5/2	5/2	-	10/12	10/11	-	-	9/25	-	9/22	-
비자나무_수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
비자나무_암	-	-	-	-	-	-	6/10	5/18	5/23	-	-	-	-	-	-	9/7	9/5	9/12
소나무	6/2	5/24	5/16	5/21	5/13	5/12	5/19	5/12	5/16	-	-	-	-	-	10/14	11/2	11/28 이전	11/14
은행나무_수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
은행나무_암	-	5/31 이전	5/23 이전	5/7	-	5/7	5/4	5/2	5/2	-	9/27	9/14	9/3	-	9/15	9/3	9/5	9/4
일본잎갈나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8/14	8/19	8/26	-	-	-
잣나무	-	-	-	-	6/10	-	5/26	5/26	5/30	-	-	-	-	-	-	-	9/22	-
전나무	-	-	-	-	6/3	-	-	-	-	-	-	-	-	10/14	-	-	-	-
주목_수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
주목_암	-	-	5/31 이전	4/23	-	5/7	4/27	4/14	4/25	-	-	9/14	9/10	9/2	9/2	8/18	9/5	9/12
측백나무	-	4/9	4/17	4/9	4/4	4/7	3/30	3/24	4/4	10/5	10/27	10/11	10/11	10/7	10/10	10/8	10/6	10/24

## 2) 경남수목원 활엽수의 계절성 변화

2017년 활엽수 조사종의 잎눈과열한 시기는 전년과 비교한 31종 중 가시나무, 미선나무 등 5종이 6일, 굴거리나무\_수, 백목련 등 6종이 7일, 먼나무\_암이 11일 늦어졌고, 붉가시나무가 6일, 후박나무가 18일 빨라졌으며 개가시나무, 개나리 등 17종이 비슷한 시기에 과열하였다. 개엽은 후박나무만 15일 빨라졌고, 가시나무와 개나리 등 10종이 7일, 개가시나무, 백목련 등 6종이 10일 이상 늦어졌으며 구골나무, 벚나무 등 14종은 비슷한 시기에 개엽한 것으로 관찰되었다.

90% 이상 단풍은 히어리가 6일, 벚나무가 20일 늦어졌고, 산수유, 생강나무\_암이 7일, 당단풍나무, 풍년화가 8일 빨라졌으며 개나리, 무궁화 등 8종이 전년과 비슷한 시기에 단풍을 확인하였다. 90% 이상 낙엽은 벚나무가 11일, 아까시나무가 14일 늦어졌고, 매실나무, 산수유 등 4종이 1주 이상 빨라졌으며 개나리, 자귀나무 등 7종은 전년과 비슷한 시기에 낙엽을 확인하였다.

꽃눈과열 시기는 전년도와 비교 가능한 21종 중 구골나무가 6일, 굴거리나무\_암, 굴거리나무\_수, 무궁화가 7일, 먼나무\_암과 수수꽃다리 등 4종이 10일 이상 늦어졌고, 생강나무\_암이 12일 빨라졌으며 당단풍나무, 동백나무 등 12종이 비슷한 시기에 과열하였다. 개화한 시기는 굴거리나무\_암과 만병초 등 5종이 7일, 굴거리나무\_수와 지리산오갈피가 14일 늦어졌고, 구골나무\_암과 종가시나무가 7일 빨라졌으며 개나리, 동백나무 등 18종이 비슷한 시기에 개화하였다.

열매생성 시기는 전년도와 비교 가능한 27종 중 동백나무가 6일, 매실나무, 무궁화 등 6종은 7일이 늦어졌고, 아까시나무는 7일, 후박나무는 8일, 자귀나무와 구골나무\_암은 2주 이상 빨라졌으며 개나리, 당단풍나무 등 16종은 비슷한 시기에 결실한 것으로 관찰되었다. 열매성숙도3에 도달한 시기는 산수유, 아까시나무가 6일, 벚나무, 수수꽃다리 등 5종이 7일, 개나리와 생강나무\_암이 20일 가량 늦어졌고, 산철쭉이 7일, 당단풍나무가 10일 빨라졌으며 동백나무, 자귀나무 등 12종이 비슷한 시기에 성숙하였다.

병해충에 의한 피해는 매실나무, 미선나무, 진달래, 철쭉의 잎에서 해충에 의해 갉아 먹힌 흔적, 산철쭉의 잎에서는 노란색 반점이 생긴 것을 관찰하였고, 지리산오갈피는 전년과 마찬가지로 오갈피모피나무좀에 의한 잎과 열매의 피해를 확인할 수 있었다.

<표 6> 경남수목원 전시원내 활엽수 영양기관의 계절성 변화

식물명	잎눈파열시기									개엽								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
가시나무	5/18 이전	5/17	5/12	4/30	5/9	5/7 이전	5/11	5/2	5/8	5/18	5/24	5/23	5/7	5/13	5/7	5/14	5/9	5/16
개가시나무	5/11	5/24	6/17 이전	5/29 이전	5/2	5/7	5/19	5/12	5/16	6/2	6/18	6/23	6/12	5/23	5/19	5/29	5/23	6/5
개나리	-	-	4/4	4/5	3/21	3/27	3/26	3/28	3/30	-	4/15	4/17	4/16	4/18	4/3	4/2	4/5	4/12
구골나무_암	5/11 이전	4/27	5/2	5/7	5/2	4/25	4/30	4/22	4/25	5/11 이전	5/10	5/16	5/10	5/13	5/7	5/7	4/28	5/2
굴거리나무_수	4/15	4/19	4/17	4/19	4/18	4/10	4/7	4/5	4/12	4/27	5/6	5/2	4/23	5/2	5/7	4/16	4/14	4/18
굴거리나무_암	4/15	4/19	4/17	4/19	4/18	4/10	4/14	4/11	4/12	4/27	5/6	5/2	4/23	5/2	4/25	4/23	4/18	4/25
당단풍나무	4/3	4/9	-	4/9	4/1	3/31	4/7	4/5	4/4	4/27	5/6	5/12 이전	4/30 이전	5/2	5/7	4/27	4/22	4/25
동백나무	4/20	4/27	5/2	4/26	4/22	4/17	4/23	4/22	4/25	5/4	5/10	5/16	5/7	5/6	4/25	4/27	4/28	5/2
만병초	5/11 이전	5/6	5/2	4/26	4/29	4/25	4/23	4/28	5/2	5/11	5/24	5/12	5/7	5/13	4/25	5/7	5/6	5/8
매실나무	4/15	4/15	4/25 이전	4/2	3/25	3/24	3/19	4/5	4/4	4/15	4/27	5/2	4/16	4/18	4/7	4/7	4/8	4/12
먼나무_암	4/20 이전	4/15	4/25 이전	4/16	4/1	4/3	3/30	3/24	4/4	4/20 이전	5/6	5/2	4/26	5/2	4/25	4/23	4/25	5/2
무궁화	4/9	4/13	4/8	4/2	3/25	3/20	3/23	3/28	3/30	4/20	5/6	5/12	4/23	4/29	4/17	4/23	4/18	4/18
미천나무	-	3/26	4/1 이전	3/29	3/14	-	3/23	3/21	3/27	-	4/13	4/17	4/9	4/1	4/17	4/2	4/5	4/12
백목련	4/15	4/27 이전	4/25 이전	4/16	4/18	4/10	4/14	4/11	4/18	4/15	4/27	4/25	4/23	4/29	4/21	4/14	4/11	4/25
벚나무	4/9	3/26	4/8 이전	-	4/1	3/31	3/30	3/28	4/4	4/15	4/13	4/25 이전	-	4/15	4/14	4/14	4/14	4/12
붉가시나무	4/15	4/19	4/17	4/19	4/18	4/14	4/16	4/18	4/12	5/11	5/6	5/12	4/30	4/29	4/25	4/23	4/22	4/25
산수유	-	4/13 이전	3/29	3/26	3/11	3/24	3/16	3/17	3/13	4/15	5/2	4/25	4/16	4/18	4/17	4/16	4/14	4/18
산철쭉	4/15 이전	4/9	4/17 이전	4/5	3/25	3/31	3/26	3/31	3/27	4/15 이전	4/22	4/25	4/19	4/15	4/17	4/14	4/11	4/18
생강나무_암	-	4/9	-	4/2	3/25	3/27	3/23	3/24	3/27	-	4/22	4/17	-	4/15	4/10	4/14	4/11	4/11
수수꽃다리	-	4/2	3/29	3/15	3/21	3/20	3/16	3/21	3/27	4/9	4/13	4/17	4/16	4/4	4/7	3/30	4/5	4/12

식물명	있은파열시기									개엽								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
아까시나무	4/15	4/19	4/25 이전	4/9	4/1	3/31	4/9	4/5	4/12	4/20	5/6	4/25	4/23	4/25	4/21	4/23	4/14	4/25
자귀나무	4/15	5/10 이전	5/2 이전	4/30	4/15	4/10	4/14	4/22	4/18	5/25	5/24	5/31	5/15	5/20	5/15	5/14	5/12	5/23
장수만리화	－	4/2 이전	4/1	3/26 이전	3/14	3/27	3/19	3/24	3/30	4/9	4/19	4/17	4/16	4/8	3/31	4/2	4/5	4/12
종가시나무	4/20	4/27	5/2 이전	4/23	4/18	4/14	4/21	4/18	4/18	5/11	5/6	5/12	4/30	5/6	4/25	4/27	4/25	4/25
지리산오갈피	4/9	4/9	4/17 이전	4/16 이전	4/4	4/3	4/2	4/5	4/12	4/9	4/15	4/17	4/16 이전	4/15	4/10 이전	4/7	4/8	4/18
진달래	4/9	4/2	4/10	4/2	3/25	3/24	3/19	3/21	3/27	4/20	4/27	4/25	4/16	4/18	4/10	4/9	4/5	4/18
철쭉	4/15	－	4/17	4/19	4/8	4/10	4/14	4/11	4/12	5/11	5/2	5/2	4/30	4/25	4/17	4/27	4/22	4/25
풍년화	4/3	4/9	4/8	4/2	4/1	3/31	3/30	3/31	4/4	4/27 이전	5/6	5/2	4/23	4/25	4/17	4/21	4/18	4/18
호랑가시나무_수	4/20	4/15	－	4/9	－	4/10	4/16	4/5	4/12	5/4	5/17	－	5/7	－	5/7	4/27	4/25	5/2
후박나무	5/18	5/17	5/31	5/21	5/23	5/26	5/26	5/26	5/8	5/25	5/31	6/8	5/4	6/10	5/29	6/1	5/31	5/16
히어리	4/3	4/9	4/8	4/2	3/27	3/27	3/26	3/31	4/4	4/15	4/13	4/17	4/16	4/11	4/3	4/7	4/5	4/12

**<표 7> 경남수목원 전시원내 활엽수 영양기관의 계절성 변화**

[illegible]

식물명	단풍(>90%)									낙엽(>90%)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
굴거리나무_암	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
당단풍나무	11/4	11/3	11/7	10/29	11/7	11/3	11/10	11/15	11/7	-	11/24	-	-	-	-	-	-	-
동백나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
만병초	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
매실나무	10/20	10/12	10/5	10/5	10/17	10/14	10/12	-	-	10/20	10/27	10/26	10/18	10/24	11/3	-	11/21	11/14
먼나무_암	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
무궁화	10/26	11/3	10/26	10/23	10/28	10/10	10/20	10/24	10/24	10/26	11/3	11/14	11/8	11/11	10/23	11/10	11/15	11/7
미션나무	11/4	11/3	10/17	10/15	11/7	-	10/20	-	-	11/4	11/17	10/31	10/29	11/11	11/3	11/16	11/21	11/14
백목련	11/13	11/17	11/7	11/1	11/10	11/10	11/10	11/17	11/14	11/19	11/24	11/21	11/19	11/21	11/17	11/16	11/28	11/28
벚나무	10/12	10/4	9/30	9/24	-	9/18	10/5	9/27	10/17	-	10/12	10/11	10/11	10/10	9/29	10/12	10/20	10/31
불가시나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
산수유	11/13	11/17	11/7	11/12	11/11	11/7	11/10	11/21	11/14	11/19	11/17	-	11/15	11/21	11/21	11/16	11/28	11/21
산철쭉	11/13	11/3	10/17	10/23	11/14	11/14	11/10	11/17	11/14	-	11/24	11/14	11/22	11/21	11/17	11/30	-	-
생강나무_암	-	11/10	11/7	11/5	11/7	10/27	11/10	11/7	10/31	-	11/24	11/14	11/19	11/21	11/14	11/16	11/15	11/14
수수꽃다리	10/26	11/3	10/31	10/29	11/4	10/30	10/23	11/15	11/14	-	11/17	11/14	11/12	11/11	11/14	11/16	11/17	11/21
아까시나무	10/20	-	-	-	10/31	-	-	-	-	10/20	10/12	10/31	10/23	11/4	10/6	9/24	10/17	10/31
자귀나무	-	-	-	11/15	11/18	11/7이전	-	-	-	-	11/10	11/14	11/8	11/21	11/14	11/16	11/15	11/14
장수만리화	10/26	11/17	10/31	10/29	11/11	11/7	11/10	10/31	10/31	11/13	11/17	11/7	11/1	11/14	11/14	11/16	11/10	11/14
중가시나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
지리산오갈피	11/4	10/27	10/26	10/18	10/14	10/14	10/23	-	-	11/4	11/3	10/31	10/23	11/4	10/23	10/23	10/31	10/31

식물명	단풍(>90%)									낙엽(>90%)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
진달래	11/13	11/3	11/17	11/8	11/7	11/14	11/10	11/15	11/14	-	11/10	-	11/26	-	11/17	11/30	-	-
철쭉	10/20	10/12	10/17	10/15	10/21	10/30이전	11/5	11/7	11/7	-	11/3	11/7	11/8	11/18	11/14	11/16	11/28	-
풍년화	10/26	11/3	10/31	10/29	11/4	10/30	10/28	11/15	11/7	11/13	11/17	11/7	11/8	11/14	11/10	11/16	-	11/28
호랑가시나무_수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
후박나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
히어리	-	11/17	-	10/25	11/4	11/3	11/16	11/15	11/21	-	-	-	11/8	11/21	11/17	11/30	-	-

<표 8> 경남수목원 전시원내 활엽수 생식기관의 계절성 변화

식물명	꽃눈파열시기									개화시작시기								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
가시나무	-	-	5/23 이전	5/7	5/29 이전	-	-	-	-	-	-	5/23	5/10	5/29	-	-	-	-
개가시나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개나리	-	3/3	3/16	2/27	2/28	-	-	3/7 이전	3/9	-	3/10	4/1	3/15	3/14	-	3/9	3/21	3/20
구kol나무_암	10/26	-	10/17	-	10/10	10/10	10/5	10/4	10/10	11/4	-	10/26	-	10/14	10/14	10/12	10/24	10/17
굴거리나무_수	-	4/27	-	4/19	4/18	4/10	4/7	4/5	4/12	-	-	-	4/19	4/18	4/10	4/16	4/11	4/25
굴거리나무_암	5/4 이전	5/6	-	5/7 이전	4/29	4/25 이전	4/23	4/18	4/25	5/4 이전	5/6	-	5/7 이전	5/2	4/25 이전	4/23	4/18	4/25
당단풍나무	4/9	4/13 이전	4/17	4/16	4/8	4/3	4/9	4/8	4/12	4/9	4/13	4/17	4/16	4/15	4/3	4/14	4/11	4/12
동백나무	-	3/3	4/4	3/9 이전	3/18	3/3 이전	-	2/16	2/20	-	3/3	4/8	3/9 이전	3/25	3/3 이전	-	2/16	2/20
만병초	-	5/28 이전	5/23 이전	-	5/6	5/7 이전	5/11	5/9	5/8	-	5/28	5/23 이전	-	5/13	5/7 이전	5/11	5/9	5/16
매실나무	-	2/24	3/2	3/6	3/4	-	-	2/16 이전	2/20 이전	-	3/19	3/21	3/22	3/7	3/3	-	2/16	2/20

식물명	꽃눈파열시기									개화시작시기								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
먼나무_암	5/11	-	5/31 이전	5/10	5/16	5/12	5/11	5/6	5/16	6/2	-	6/8	5/29	6/3	5/29 이전	5/29	5/26	5/30
무궁화	7/17	7/17 이전	8/17 이전	8/14	7/29	7/28 이전	7/6	7/4	7/11	7/17	7/17	8/17 이전	8/20 이전	7/29	7/28	7/6	7/4	7/11
미선나무	-	3/3	3/11	3/9	3/4	3/3	3/4	2/29	3/2	-	3/19	3/24	3/26	3/18	3/17	3/23	3/17	3/20
백목련	-	3/26	4/4	3/19	3/21	3/24 이전	3/23	3/21	3/20	-	4/9	4/8	4/2	3/27	3/24	3/26	3/21	3/20
벚나무	-	4/2	4/4	4/2	3/25	3/27	3/30	3/28	3/30	-	4/9	4/8	4/9	4/1	3/31 이전	4/2	3/31	4/4
붉가시나무	5/4	-	5/2	4/30	4/29	4/25	4/27	4/22	4/25	5/4	-	5/12	4/30	5/9	4/25	4/27	5/6	5/2
산수유	-	2/24	2/22	2/20	2/18	-	2/25	2/16	2/20	-	3/10	3/2	3/26 이전	3/11	3/10	3/16	3/7	3/6
산철쭉	-	4/2 이전	4/8	3/26	3/27	3/31	3/16	3/28	3/27	-	4/15	4/17	4/16	4/15	4/10	4/7	4/8	4/12
생강나무_암	-	3/19 이전	3/11	3/15	2/28	3/3	3/9	3/7	2/23	-	3/19	3/21	3/26	3/14	3/17	3/19	3/10	3/13
수수꽃다리	4/9 이전	3/19	3/21	3/26	3/21	3/27	3/9	3/7	3/20	4/9 이전	4/22	4/17	4/19	4/11	4/10	4/14	4/11	4/18
아까시나무	5/11 이전	5/10	5/12	5/7	5/13	5/7	5/7	5/6	5/2	5/11 이전	5/17	5/16	5/15	5/16	5/12	5/11	5/9	5/8
자귀나무	6/15	6/30	6/30	6/25 이전	6/24	6/23 이전	6/23	6/23	6/20	6/23	6/30	6/30	6/25 이전	6/24	6/23 이전	6/23	6/23	6/20
장수만리화	-	3/3	3/2	3/2	2/25	-	3/4	2/29	2/20	-	3/10	3/21	3/26	3/11	3/17	3/19	3/10	3/13
종가시나무	4/20	5/2	5/2	4/23	4/25	4/17	4/21	4/18	4/18	4/20	5/6	5/2	4/23	5/2	4/17	4/27	4/25	4/18
지리산오갈피	7/17	-	7/26	7/30	8/5	7/23	7/15	7/25	8/8	8/4	-	8/10	8/14	8/19	8/11	8/11	8/8	8/22
진달래	-	3/19	3/16	3/26 이전	3/11	3/3	3/16	3/7	3/2	-	4/2	3/29	3/29	3/21	3/20	3/23	3/21	3/20
철쭉	-	4/19	-	4/16	4/15	4/10	4/7	4/5	4/18	4/27 이전	4/27	5/2	4/23	4/18	4/17 이전	4/14	4/14	4/18
풍년화	-	-	2/16 이전	-	2/18 이전	-	2/25 이전	2/16 이전	2/20 이전	-	2/24 이전	2/16	-	2/18 이전	-	2/25 이전	2/16 이전	2/20 이전
호랑가시나무_수	-	-	2/22	-	2/25	-	2/25 이전	2/16 이전	2/20 이전	4/20	5/6	5/12	4/26	4/29	4/21	4/27	4/18	4/25
후박나무	-	5/10	-	5/7 이전	-	-	-	-	5/2	5/17	-	5/7 이전	-	-	-	-	-	5/2



식물명	꽃눈파열시기									개화시작시기								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
히어리	-	2/24	2/16	3/2	2/18 이전	3/3 이전	2/25	2/29	2/20	-	3/3	3/2	3/9	3/11	3/3	3/9	3/7	3/2

<표 9> 경남수목원 전시원내 활엽수 생식기관의 계절성 변화

식물명	개화(>50%)									낙화(>90%)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
가시나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개가시나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개나리	-	4/2	4/4	4/2	3/25	3/20	3/30	3/28	3/30	4/15	4/19	4/17	4/19	4/15	4/7	4/7	4/11	4/18
구굴나무_암	-	-	-	-	-	10/14	10/16	10/31	10/24	-	-	-	-	-	11/7	11/10	11/17	10/31
굴거리나무_수	-	-	-	-	-	4/10	4/16	4/11	4/25	-	-	-	-	-	5/2	5/4	5/2	5/2
굴거리나무_암	-	-	-	-	-	4/25	4/30	4/22	4/25	-	-	-	-	-	5/2	5/7	4/28	5/2
당단풍나무	4/20	4/27	4/25	4/23	4/22	4/25	4/21	4/22	4/18	5/4	5/2	5/12	4/30	5/9	5/7	4/27	5/6	5/2
동백나무	-	-	-	-	-	3/31	3/26	3/7	3/20	-	-	-	-	-	4/21	5/4	4/25	4/18
만병초	-	-	-	-	-	5/7	5/11	5/12	5/16	-	-	-	-	-	5/22	5/22	5/26	5/30
매실나무	-	3/26	4/1	3/26	3/21	3/17	2/27	3/2	3/13	-	4/9	4/10	4/9	4/1	3/27	3/30	3/31	4/4
먼나무_암	-	-	-	-	-	5/29	5/29	5/26	5/30	-	-	-	-	-	6/2	6/10	6/3	6/5
무궁화	8/24	8/23	8/30	8/20	8/26	9/2	7/21	7/11	8/1	9/7	9/14	9/14	9/10	9/9	9/18	9/7	9/27	9/26
미선나무	-	3/19	4/4	3/29	3/25	3/20	3/23	3/21	3/20	4/3	4/2	4/10	4/9	4/1	3/31	4/7	3/31	4/12

식물명	개화(>50%)									낙화(>90%)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
백목련	–	4/9	4/8	4/5	4/1	3/27	3/30	3/24	3/27	–	4/15	4/17	4/16	4/4	4/3	4/7	4/5	4/12
벚나무	–	4/9	4/10	4/9	4/1	3/31	4/2	4/5	4/4	4/15	4/22	4/25	4/23	4/11	4/10	4/14	4/11	4/12
붉가시나무	–	–	–	–	–	4/25	5/4	5/6	5/8	–	–	–	–	–	5/12	5/11	5/9	5/16
산수유	–	3/26	3/24	3/26	3/18	3/17	3/16	3/14	3/13	–	4/13	4/10	4/9	4/4	4/7	4/2	3/31	4/4
산철쭉	4/15	4/22	4/25	4/19	4/22	4/14	4/14	4/11	4/18	5/11	5/6	5/12	5/10	5/6	4/25	5/4	4/28	5/8
생강나무_암	–	3/26	3/29	3/26	3/18	3/24	3/19	3/14	3/20	–	4/9	4/10	4/19	4/18	4/10	4/7	3/31	4/12
수수꽃다리	4/15	4/22	4/25	4/23	4/25	4/10	4/16	4/11	4/18	4/20	5/10	5/12	5/7	5/16	5/7	4/30	4/25	5/2
아까시나무	5/11	5/24	5/23	5/15	5/16	5/15	5/11	5/9	5/8	–	6/24	5/31	5/21	5/23	5/22	5/22	5/18	5/16
자귀나무	7/1	7/5	7/7	7/2	7/1	6/23	6/23	6/23	6/27	8/4	7/27	8/17	8/6	8/19	7/28	7/28	8/8	7/18
장수만리화	–	3/19	3/29	3/29	3/14	3/20	3/19	3/17	3/16	–	3/26	4/1	4/5	3/27	3/27	4/2	3/31	4/4
종가시나무	–	–	–	–	–	4/25	4/30	4/28	4/25	–	–	–	–	–	5/7	5/4	5/6	5/8
지리산오갈피	8/4	–	8/24	8/20	8/19	8/26	8/31	–	9/12	8/24	–	9/5	8/27	9/2	9/5	9/3	–	9/19
진달래	–	4/9	4/8	4/9	4/1	3/27	3/30	3/24	3/20	4/15	4/22	4/25	4/23	4/18	4/17	4/14	4/11	4/18
철쭉	4/27	5/2	5/2	4/30	4/29	4/17	4/23	4/18	4/25	5/4	5/6	5/12	5/7	5/9	4/29	4/27	4/25	5/2
풍년화	–	2/24	2/22	–	2/18	–	2/25 이전	2/16 이전	2/20	–	3/26	4/8	4/2	3/18	3/20	3/23	3/21	3/27
호랑가시나무_수	–	–	–	–	–	4/29	4/30	4/22	4/25	–	–	–	–	–	5/7	5/7	5/2	5/8
후박나무	–	–	–	–	–	–	–	–	5/16	–	–	–	–	–	–	–	5/31	5/30
히어리	–	3/19	3/16	3/22	3/14	3/20	3/12	3/10	3/16	4/20	4/13	4/1	4/16	4/15	3/31	3/30	3/31	4/4

<표 10> 경남수목원 전시원내 활엽수 생식기관의 계절성 변화

식물명	열매생성시기									열매(성숙도3)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
가시나무	-	-	6/8	6/18	6/24	-	-	5/31	-	-	-	10/26	-	-	-	-	11/17	-
개가시나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
개나리	-	-	5/2	4/30	4/18	-	4/9	4/8	4/12	-	-	-	-	11/4	-	-	9/22	10/10
구kol나무_암	-	-	11/21 이전	-	11/7	11/7	-	11/21	10/31	-	6/30	-	-	-	-	6/10	6/3	6/5
굴거리나무_수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
굴거리나무_암	5/18	5/17	5/16	5/10	5/9	5/2	5/4	4/28	5/2	10/26	11/3	10/31	10/25	10/24	11/3	11/10	11/17	11/14
당단풍나무	4/27	5/6	5/12 이전	5/7	5/6	5/2	4/27	4/22	4/25	10/26	11/3	10/26	10/23	10/21	-	10/28	11/3	10/24
동백나무	4/15	4/15	5/12 이전	4/23	4/22	4/10	3/30	3/10	3/16	9/15	9/27	9/30	9/27	9/9	9/18	9/14	9/19	9/19
만병초	-	-	6/8	-	5/23	5/15	5/22	5/18	5/23	-	-	10/5	-	10/21	10/14	8/18	8/30	8/29
매실나무	4/15 이전	4/27	4/25	4/16	4/8	4/10	4/2	4/5	4/12	6/15	6/24	6/30	7/9	7/1	6/30	7/1	6/23	6/20
먼나무_암	-	5/24	-	6/4	6/10	6/10	6/10	5/31	5/30	-	10/19	10/26	10/23	10/28	10/23	10/23	10/27	10/31
무궁화	-	-	-	-	7/16	-	-	7/11	7/18	-	10/4	10/5	10/5	9/16	10/23	9/14	9/22	9/19
미선나무	4/20	4/27	4/25	4/23	4/18	4/10	4/2	4/5	4/4	-	10/4	9/14	9/18	9/2	8/26	9/24	9/27	9/26
백목련	-	4/13 이전	-	4/19	4/8	4/7	4/7	4/5	4/12	-	-	-	-	-	-	-	10/4	-
벚나무	4/15	4/19	4/25	4/23	4/22	4/17	4/23	4/18	4/18	5/25	6/10	5/31	6/4	5/23	5/22	5/26	5/23	5/30
붉가시나무	6/2	5/10	6/8	5/21	5/20	5/19	5/19	5/18	5/23	-	9/27	-	10/5	-	10/10	10/5	10/20	10/17
산수유	4/3	4/19	4/10	4/16	4/8	4/7	4/7	4/5	4/12	-	10/19	10/11	10/2	10/7	10/2	9/24	10/4	10/10
산철쭉	5/4	4/22	5/2	5/10	5/2	4/21	4/21	4/22	4/18	10/20	10/19	10/11	10/8	-	10/6	9/30	10/17	10/10

식물명	열매생성시기									열매(성숙도3)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
생강나무_암	-	4/19	4/25	4/19	4/18	5/7 이전	4/21	4/18	4/18	-	9/7	9/5	9/13	9/16	9/11	9/24	9/5	9/26
수수꽃다리	-	5/17	5/12	5/7	5/16	5/2	4/30	4/25	5/2	-	7/23	7/26	7/23	7/1	6/10	7/6	8/22	8/29
아까시나무	5/18	5/28	5/31	5/21	5/20	5/26	5/22	5/23	5/16	-	8/31 이전	8/10	8/14	8/5	8/5	8/4	8/2	8/8
자귀나무	-	-	7/21	7/23	7/22	7/23 이전	7/21	7/25	7/11	-	9/7	9/14	9/10	9/23	9/11	8/31	9/5	9/4
장수만리화	-	-	-	-	4/1	3/31	-	3/31	3/27	-	-	-	-	-	-	-	-	9/12
종가시나무	-	5/24	5/16	5/15	5/23	5/12	6/23 이전	5/6	5/8	-	11/17	-	12/3	11/25	11/14	11/16	-	-
지리산오갈피	9/15	-	8/30	8/27	9/9	9/11	8/11	8/22	8/22	-	10/4	10/17	10/18	10/21	10/10	10/16	10/17	10/24
진달래	-	4/9	4/25 이전	4/16	4/8	3/24	4/2	3/24	3/27	-	9/27	10/11	-	10/21	10/17	8/26	8/22	8/29
철쭉	-	5/6	5/2	5/7	5/2	4/25	4/27	4/25	4/25	-	-	9/20	-	8/26	9/18	9/21	10/17	10/24
풍년화	5/11	5/17	5/2	5/7	5/6	5/7	3/23	3/21	3/16	10/5	10/19	10/5	10/5	10/7	10/6	9/14	9/27	9/26
호랑가시나무_수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
후박나무	-	6/10	-	5/29	-	-	-	5/31	5/23	-	9/7	-	-	-	-	-	-	9/12
히어리	4/20	4/15	4/8	4/19	4/8	4/3	4/2	4/5	4/12	-	10/12	10/11	10/8	9/2	10/2	10/5	10/13	10/10

### 3) 경남수목원 초본류의 계절성 변화

2017년 초본류 조사종의 성장시작시기는 전년과 비교하여 삼백초가 6일 늦어졌고, 둥근잎꿩의비름과 복수초는 조사 이전 성장이 시작되어 비교가 불가하였다. 개엽은 삼백초가 7일, 복수초가 9일 늦어졌고, 둥근잎꿩의비름이 전년과 비슷한 시기에 개엽하였다.

꽃눈파열시기는 둥근잎꿩의비름과 삼백초가 전년과 비슷했고, 복수초가 조사 이전 꽃눈파열을 완료하여 비교가 불가하였다. 개화는 둥근잎꿩의비름이 15일 빨라졌고, 삼백초는 전년과 비슷한 시기에 개화하였다.

열매 생성시기는 삼백초가 7일 빠르게 나타났고, 둥근잎꿩의비름과 복수초는 비슷한 시기에 결실하였다. 열매 성숙도3은 복수초가 6일 빠르게 도달하였고, 삼백초는 비슷한 시기에 성숙하였다.

<표 11> 경남수목원 전시원내 초본류 영양기관의 계절성 변화

식물명	성장시작시기									개엽									80-100% 잎이 시들거나 죽은 시기								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
둥근잎평의비름	-	-	2/16 이전	-	2/18 이전	-	3/3 이전	2/16 이전	2/20 이전	-	3/26	4/1	3/26	3/18	3/20	4/2	3/31	3/27	11/13	11/10	-	11/22	-	11/14	-	-	11/28
복수초	-	-	3/2	3/12	3/21 이전	3/17	2/25 이전	2/16 이전	2/23 이전	-	-	3/29	3/15	4/1	3/24	3/30	3/7	3/16	5/18	5/24	5/23	5/29	-	5/29	5/26	5/18	5/23
삼백초	-	4/9 이전	4/10 이전	-	-	-	3/9	3/7	3/13	5/4	5/6	5/2	-	-	-	4/2	4/5	4/12	10/20	9/14	10/26	10/23	10/7	10/23	11/2	11/15	11/14

<표 12> 경남수목원 전시원내 초본류 생식기관의 계절성 변화

식물명	꽃눈파열시기									개화시작시기								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
둥근잎평의비름	8/10	9/7	8/30	8/27 이전	8/26 이전	8/5	8/18	8/30	9/4	9/21	10/4	9/30	9/24	9/30	9/18	9/24	10/4	9/19
복수초	－	－	3/2	3/15 이전	3/18 이전	3/17	2/25 이전	2/16 이전	2/23 이전	－	2/24 이전	3/2	3/15 이전	3/18 이전	3/20	3/16	2/16 이전	2/23 이전
삼백초	6/23	6/18	6/23	7/9 이전	6/24	6/16	6/16	5/31	6/5	7/1	6/24	6/23	7/16 이전	7/1	6/30	6/23	6/16	6/20

<표 13> 경남수목원 전시원내 초본류 생식기관의 계절성 변화

식물명	개화(>50%)									낙화(>90%)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
둥근잎평의비름	9/28	10/12	10/5	10/2	10/7	9/23	9/30	10/4	10/10	－	10/19	10/17	10/15	10/24	10/10	10/5	10/13	10/10
복수초	－	3/3	3/21	3/18	3/18	3/24	3/16	2/19	2/23	－	3/26	4/8	3/26	4/1	3/27	3/26	3/21	3/27
삼백초	7/1	7/9	7/7	7/16	7/8	7/23 이전	7/1	6/23	7/4	7/27	7/27	7/26	7/23	7/29	－	7/28	7/18	7/25

<표 14> 경남수목원 전시원내 초본류 생식기관의 계절성 변화

식물명	열매생성시기									열매(성숙도3)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
둥근잎평의비름	10/27 이전	10/19	10/17	10/15 이전	10/7	10/10	10/8	10/13	10/10	11/13	－	11/14	－	11/7	－	－	－	11/14
복수초	－	3/3	4/8	3/26	4/1 이전	3/31 이전	3/26	2/25	2/27	－	4/19	5/12	－	－	4/29	4/21	4/18	4/12
삼백초	7/17	7/23	7/26	7/30	8/5	7/28	7/21	7/4	6/27	9/21	9/7	9/14	9/6	9/16	9/18	9/14	8/30	9/4

## 2. 인공보존원 계절성 모니터링

### 가. 조사대상종

경남수목원 인공보존원은 2009년 11월에 조성되어 2011년 7종으로 조사를 시작하였고, 2012년에 11종을 추가 식재하여 2013년까지 18종, 2014년에는 산마늘, 주목 등 4종이 고사하여 14종, 2015년에는 산마늘을 재추가하여 15종, 2016년에는 등대시호가 제외 수종으로 지정되어 14종, 2017년에는 금평의다리가 고사함으로 제외하여 13종을 조사하였다. 기후변화 취약 산림식물분류군은 취약종 7종, 관심종 4종, 일반종 2종이며, 활엽수 5종, 초본 8종으로 총 13종을 조사하였다.

<표 15> 인공보존원 조사대상종

구 분		13종 29개체
북방계(7)	활엽수(1)	만병초
	초 본(6)	피나물, 노랑무늬붓꽃, 돌단풍, 좀비비추, 눈개승마, 산마늘
관심종(4)	활엽수(3)	진달래, 산철쭉, 백리향
	초 본(1)	깽깽이풀
일반종(2)		털개회나무, 산오이풀

<표 16> 인공보존원 조사 대상종 목록 및 현황

고유 번호	국명	채집지	초기 개체수	증식현황	비고	조사 기간
1	깽깽이풀	보은	—	—		2011-현재
2	깽깽이풀	연천	—	—		2011-현재
3	깽깽이풀	정선	—	—		2011-현재
4	털개회나무	연천	—	—		2011-현재
5	털개회나무	정선	—	—		2011-현재
6	털개회나무	평창	—	—		2011-현재
7	산오이풀	지리산	—	—		2011-현재
8	산오이풀	가야산	—	—		2011-현재
9	산오이풀	설악산	—	—		2011-현재
10	산철쭉	정선	—	—		2011-현재
11	산철쭉	연천	—	—		2011-현재
12	산철쭉	한라산	—	—		2011-현재
13	진달래	김포	—	—		2011-현재
14	진달래	정선	—	—		2011-현재



고유 번호	국명	채집지	초기 개체수	증식현황	비고	조사 기간
15	진달래	연천	—	—		2011-현재
16	눈개승마	태백	—	—		2011-현재
17	눈개승마	울릉도	—	—		2011-현재
18	눈개승마	화천	—	—		2011-현재
19	만병초	울릉도	—	—	고사	2011-2013
20	만병초	계방산	—	—		2011-현재
21	산마늘	울릉도	—	—		2012-2013, 2015-현재
22	피나물	오대산	—	—	고사	2012-2013
23	피나물	포천	—	—		2012-현재
24	피나물	철원	—	—		2012-현재
25	주저리고사리	설악산	—	—	고사	2012
26	주저리고사리	평창	—	—	고사	2012-2013
27	돌단풍	평창	—	—	제외	2012-2015
28	돌단풍	고성	—	—		2012-현재
29	등대시호	설악산	—	—	제외	2012-2015
30	좀비비추	제주	—	—	제외	2012-2015
31	좀비비추	완도	—	—		2012-현재
32	설앵초	한라산	—	—	고사	2012-2013
33	노랑무늬붓꽃	포항	—	—		2012-현재
34	노랑무늬붓꽃	평창	—	—		2012-현재
35	노랑무늬붓꽃	오대산	—	—		2012-현재
36	주목	한라산	—	—	고사	2012-2013
37	백리향	태백산	—	—	제외	2012
38	백리향	설악산	—	—		2012-현재
39	백리향	한라산	—	—		2012-현재
40	금꿩의다리	의왕	—	—	고사	2012-2013
41	금꿩의다리	평창	—	—	고사	2012
42	금꿩의다리	대관령	—	—	고사	2012-2016

비고 : 금꿩의다리\_대관령 2016년 조사 중 고사하여 2017년 제외

## 나. 식물종별 계절성 변화

### 1) 인공보존원 활엽수의 계절성 변화

2017년 인공보존원 활엽수 조사종들의 잎눈파열은 전체 12종 중 전년과 비교하여 백리향\_설악산, 진달래\_연천 등 7종이 비슷한 시기에 파열하였고 만병초\_계방산, 산철쭉\_정선을 포함한 5종이 1주 이상 늦어졌다. 개엽은 시기 변동이 없었던 산철쭉\_한라산을 제외한 11종 중 백리향\_설악산, 산철쭉\_연천을 포함한 6종이 7일 늦어졌고, 진달래\_정선, 털개회나무\_연천 등 5종이 10일 이상 늦어진 것으로 나타났다.

90% 이상 단풍 시기는 전년도와 비교 가능한 4종 중 산철쭉\_연천, 진달래\_김포가 각각 8일, 10일 빨라졌고 산철쭉\_정선과 진달래\_연천이 비슷한 시기에 변화한 것을 관찰하였다.

90% 이상 낙엽 시기는 비교 가능한 9종 중 털개회나무\_평창이 10일 빨라진 반면 산철쭉\_한라산이 6일, 털개회나무\_연천이 한 달 이상 늦어졌다. 산철쭉\_연천, 진달래\_김포 등 6종은 비슷한 시기에 낙엽하였다.

꽃눈파열한 시기 및 개화는 전년 대비 비교 가능한 3종 중 진달래\_김포가 비슷한 시기에 변화하였고 백리향\_한라산과 백리향\_설악산이 각각 6일, 7일 늦어졌다.

90% 이상 낙화는 전년과 비교하여 백리향\_설악산은 비슷한 것으로, 백리향\_한라산과 진달래\_김포가 7일 늦어진 것으로 나타났다.

열매 생성된 시기는 전년 대비 비교 가능한 백리향\_설악산, 백리향\_한라산, 진달래\_김포 3종이 비슷하게 나타났고 열매 성숙도3에 도달한 시기는 백리향\_설악산, 진달래\_김포가 각각 6일, 28일 늦어졌으며 백리향\_한라산이 비슷한 시기에 성숙도3에 도달하였다.

만병초\_계방산 앞에서 6/7 충식을 발견하였고 산철쭉\_연천에서 4/12 잎의 붉은 반점을 관찰하였다. 산철쭉\_정선의 앞에서 5/23 극동등에잎벌레로 인한 충식과 회고 붉은 반점을 발견하였으며 진달래\_정선의 앞에서 붉은 반점을, 9/4 털개회나무\_연천과 털개회나무\_정선의 앞에서 갈반 및 충식을 발견하였다. 8/22 털개회나무\_평창 잎의 충식과 갈반 부위에서 잎마름을 관찰하였다.

<표 17> 인공보존원 낙엽활엽수 영양기관의 계절성 변화

식물명	잎눈파열시기							개엽							단풍(>90%)							낙엽(>90%)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
만병초_계방산	-	3/29	4/25	4/17	4/14	4/18	5/2	-	5/10	5/6	4/25	4/30	5/2	5/16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
백리향_설악산	-	-	3/14	3/20	3/19	3/17	3/20	-	-	3/21	3/31	4/2	4/5	4/12	-	10/29	-	-	-	-	11/14	-	11/26	-	-	-	-	-
백리향_한라산	-	-	3/21	3/20	3/30	3/21	3/20	-	4/16	4/8	4/10	4/2	4/5	4/12	-	-	-	10/10	-	-	11/14	-	11/8	-	11/21	-	-	-
산철쭉_연천	-	4/9	3/21	3/27	3/26	3/21	3/20	-	4/23	4/15	4/14	4/14	4/11	4/18	10/6	9/27	10/24	10/23	11/5	11/15	11/7	11/3	11/1	11/25	11/21	11/16	11/24	11/28
산철쭉_정선	-	4/9	3/21	3/24	3/19	3/17	3/27	-	4/23	4/18 이전	4/14	4/14	4/11	4/18	10/13	10/8	11/11	10/27	11/5	11/15	11/14	11/10	10/25	11/25	11/17	11/30	11/24	11/28
산철쭉_한라산	-	4/9	4/1	3/31	3/23	3/31	4/12	-	4/23	4/25	4/25	4/21	4/18	4/18	10/13	10/23	11/11	11/3 이전	11/16	-	11/7	11/10	11/5	11/25	-	11/30	11/15	11/21
진달래_김포	-	4/9	3/25	3/31	3/30	3/14	4/4	-	4/16	4/8	4/10	4/14	4/5	4/12	10/20	10/2	10/31	10/17	10/20	11/10	10/31	11/10	11/5	11/18	11/17	11/30	11/24	11/21
진달래_연천	-	3/26	3/14	3/27	3/23	3/17	3/13	-	4/9	4/1	4/3	4/2	4/5	4/12	10/28	10/18	11/4	11/7	11/2	11/10	11/7	11/10	11/5	11/25	11/21	11/30	11/24	11/21
진달래_정선	-	3/26	3/18	3/24	3/19	3/7	3/16	-	4/9	4/4	4/7	4/2	3/31	4/12	10/28	11/1	11/7	10/30	11/5	11/15	11/7	11/10	10/25	11/18	11/21	11/30	11/24	11/21
털개회나무_연천	-	3/19	2/23	3/3 이전	3/4	3/7	3/9	-	4/16	4/8	4/2	4/2	3/28	4/12	-	-	-	-	-	-	-	11/3	-	10/17	9/11	8/26	8/30	10/10
털개회나무_정선	-	3/19	2/20 이전	3/3 이전	3/9	3/7	3/6	-	4/9	4/4	4/3	4/2	3/31	4/12	-	-	-	-	-	-	-	11/3	10/15	10/10	9/15	9/30	10/10	10/10
털개회나무_평창	-	3/19	2/20 이전	3/3	3/9	3/7	3/2	-	4/9	4/4	4/10 이전	4/2	3/31	4/12	-	-	-	-	-	-	-	11/3	10/11	10/14	10/14	10/28	11/10	10/31

<표 18> 인공보존원 낙엽활엽수 생식기관의 계절성 변화

식물명	꽃눈파열시기							개화시기							개화(>50%)							낙화(>90%)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
만병초_계방산	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
백리향_설악산	-	6/25	6/10	6/10 이전	6/16	6/13	6/20	-	7/2 이전	6/10	6/10	6/16	6/13	6/20	-	7/2	6/24	6/23	6/23	6/20	6/27	-	7/23	7/22	7/23 이전	7/15	7/4	7/4
백리향_한라산	-	6/25 이전	6/18	6/10 이전	6/16	6/7	6/13	-	6/25 이전	6/18	6/10	6/16	6/7	6/13	-	6/25	6/24	6/16	6/23	6/10	6/20	-	7/2 이전	7/8	7/23	7/6	6/27	7/4
산철쭉_연천	-	4/9	-	4/25	4/27	4/18	-	-	5/7	-	5/7 이전	5/4	5/2	-	-	5/7	-	5/7	5/4	5/2	-	-	5/7	-	5/19	5/11	5/9	-
산철쭉_정선	-	-	4/22	-	-	4/18	-	-	-	5/2	-	-	5/2	-	-	-	5/6	-	-	5/2	-	-	-	5/16	-	-	5/12	-
산철쭉_한라산	-	-	-	-	-	-	4/25	-	-	-	-	-	-	5/2	-	-	-	-	-	-	5/10	-	-	-	-	-	-	5/23
진달래_김포	-	3/19	3/18	3/20	3/19	3/14	3/13	-	4/9	3/25	3/27	3/30	3/28	3/27	-	-	4/4	3/31	4/7	3/28	4/4	-	4/19	4/8	4/17	4/23	4/11	4/18
진달래_연천	-	-	-	-	-	-	2/27	-	-	-	-	-	-	3/16	-	-	-	-	-	-	3/20	-	-	-	-	-	-	4/12
진달래_정선	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
털개회나무_연천	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
털개회나무_정선	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
털개회나무_평창	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<표 19> 인공보존원 낙엽활엽수 생식기관의 계절성 변화

[illegible]

## 2) 인공보존원 초본류의 계절성 변화

2016년 인공보존원 초본류 조사종들의 성장시작시기는 전년 대비 비교 가능한 4종 중 산오이풀\_지리산이 8일 빨라졌으며 산오이풀\_가야산과 산오이풀\_설악산, 좀비비추\_완도가 각각 6일, 17일, 7일 늦어진 것으로 나타났다. 개엽은 전년과 비교 가능한 12종 중 껭껭이풀\_보은과 껭껭이풀\_연천, 좀비비추\_완도가 비슷한 시기로 나타났으며 눈개승마\_울릉도, 돌단풍\_고성 등 9종이 늦게 변화한 것을 관찰하였다.

80-100% 잎이 시들거나 죽은 시기는 전년과 비교한 10종 중 눈개승마\_화천이 10일 빨라진 반면 껭껭이풀\_연천, 좀비비추\_완도 등 5종이 7일 이상 늦어졌다. 껭껭이풀\_보은과 눈개승마\_태백, 돌단풍\_고성은 비슷한 시기에 변화하였다. 산마늘\_울릉도는 조사 중 개체가 훼손되어 기후에 따른 식물의 변화를 관찰할 수 없었다.

꽃눈과열은 전년 대비 비교 가능한 12종 중 눈개승마\_화천이 15일, 산오이풀\_설악산이 14일, 산오이풀\_지리산이 7일 빨라졌으며 껭껭이풀\_보은, 눈개승마\_태백 등 8종이 비슷한 시기에 과열하였고 좀비비추\_완도가 11일 늦어진 것으로 나타났다. 개화는 전년과 비교 가능한 12종 중 산오이풀\_설악산, 산오이풀\_지리산이 각각 15일, 8일 빠르게 나타났고 껭껭이풀\_연천, 눈개승마\_화천 등 6종이 비슷한 시기에 변화하였으며 돌단풍\_고성, 산오이풀\_가야산을 포함한 4종이 1주 이상 늦게 개화하였다.

90% 이상 낙화 시기는 전년 대비 비교 가능한 12종 중 눈개승마\_태백이 10일, 눈개승마\_화천이 7일, 산오이풀\_설악산이 27일 빨라진 것으로 나타났다. 노랑무늬붓꽃\_오대산, 껭껭이풀\_보은 등 6종은 비슷한 시기에 낙화하였고, 산오이풀\_지리산과 좀비비추\_완도가 각각 6일, 7일 늦어졌으며 산오이풀\_가야산이 27일 늦어져 전년 낙화 일자와 한 달에 가까운 차이를 보였다.

열매는 전년 대비 비교 가능한 11종 중 산오이풀\_설악산, 산오이풀\_지리산이 각각 7일, 13일 빠르게 생성되었고 노랑무늬붓꽃\_오대산, 눈개승마\_태백 등 5종이 비슷한 시기에 생성하였다. 껭껭이풀\_보은과 산오이풀\_가야산 등 4종은 1주 이상 늦게 열매 생성된 것을 관찰하였다. 열매 성숙도3에 도달한 시기는 산오이풀\_설악산이 17일 빠르게 나타났고 껭껭이풀\_정선, 눈개승마\_화천 등 5종은 비슷한 시기로 나타났으며 눈개승마\_태백, 돌단풍\_고성 등 4종이 늦게 성숙도3에 도달한 것을 관찰하였는데 특히 좀비비추\_완도, 눈개승마\_태백이 각각 32일, 39일로 한 달 이상 늦어진 것으로 나타났다.

6/13에 노랑무늬붓꽃\_평창의 잎에서 검은 반점을 발견하였으며 노랑무늬붓꽃\_포항 잎에서도 6/20에 같은 반점이 관찰되었다. 눈개승마\_태백의 잎에서 5/16에 충식을 발견하였고 6/7에 산오이풀\_가야산, 10/24에 산오이풀\_설악산에서 잎의 충식을 관찰하였다.

<표 20> 인공보존원 초본류 영양기관의 계절성 변화

식물명	성장시작시기							개엽							80-100% 잎이 시들거나 죽은 시기						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
깽깽이풀_보은	-	2/20	3/4	3/3	2/25	2/17 이전	2/21 이전	-	4/9	4/8	4/3	4/9	4/8	4/12	10/6	8/14	8/12	8/26	9/24	9/5	9/4
깽깽이풀_연천	-	2/20	2/23	3/3 이전	2/25 이전	2/17 이전	2/21 이전	-	4/9	4/8	4/3	4/7	4/8	4/12	10/6	8/14	8/19	8/26	9/14	9/5	9/12
깽깽이풀_정선	-	2/20	3/11	3/20	2/25 이전	2/17 이전	2/21 이전	-	4/9	4/15	4/7	4/7	4/5	4/12	9/18	8/27	8/26	8/26	9/24	9/5	9/12
노랑무늬붓꽃_오대산	-	-	2/20 이전	3/17	2/25 이전	2/17 이전	2/21 이전	-	-	2/28	3/17	2/25 이전	2/17 이전	2/21 이전	-	11/26	11/21	11/17	-	-	-
노랑무늬붓꽃_평창	-	-	3/4	3/10	2/25 이전	2/17 이전	2/21 이전	-	-	3/4	3/24	2/25 이전	2/17 이전	2/21 이전	-	11/26	11/25 이후	11/17	-	-	-
노랑무늬붓꽃_포항	-	-	2/20 이전	3/3 이전	2/25 이전	2/17 이전	2/21 이전	-	-	2/28 이전	3/31	2/25 이전	2/17 이전	2/21 이전	-	11/26	11/25 이후	11/17	-	-	-
눈개승마_울릉도	-	2/20	2/20 이전	3/3 이전	2/25 이전	2/17 이전	2/21 이전	-	4/9	3/21	3/27	4/2	3/24	4/4	10/20	9/24	10/7	10/10	11/16	11/7	11/14
눈개승마_태백	-	2/20	2/23	3/3 이전	2/25 이전	2/17 이전	2/21 이전	-	4/9	3/21	3/27	4/2	3/21	4/4	10/13	10/2	9/30	11/3	11/16	11/17	11/14
눈개승마_화천	-	2/20	2/23	3/3 이전	2/25 이전	2/17 이전	2/21 이전	-	4/9	3/21	3/27	3/30	3/24	3/30	10/28	10/11	9/30	9/25	11/16	11/24	11/14
돌단풍_고성	-	-	2/23	3/24	2/25 이전	2/17 이전	2/21 이전	-	-	4/1	3/27	4/7	4/5	4/12	-	11/5	11/18	11/10	11/10	11/15	11/14
산마늘_울릉도	-	-	-	-	3/12	3/7 이전	2/21 이전	-	-	3/11	-	3/23	3/17	3/30	-	-	7/8	-	9/17	8/16	5/30
산오이풀_가야산	-	3/19	2/20 이전	3/17	3/19	3/10	3/16	-	4/9	4/8	3/27	4/7	4/5	4/18	10/28	11/15	11/25	11/21	11/30	-	11/28
산오이풀_설악산	-	2/27	3/14	3/20	3/23	3/10	3/27	-	4/16	4/8	4/3	4/7	4/5	4/12	10/28	11/5	11/21	11/17	11/30	-	11/28
산오이풀_지리산	-	3/15	2/25	3/20	3/19	3/17	3/9	-	4/9	4/8	4/3	4/7	4/8	4/18	11/3	11/8	11/25	11/21	-	-	11/28

식물명	성장시작시기							개엽							80-100% 잎이 시들거나 죽은 시기						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
쑤비비추_완도	-	4/9	3/18	3/31	4/7	4/5	4/12	-	4/19	4/18	4/17	4/21	4/21	4/25	-	10/23	10/7	10/6	9/30	10/10	10/24
피나물_철원	-	-	3/18	3/20	-	3/28 이전	3/30 이전	-	-	3/21	3/27	-	3/28 이전	4/4	-	6/25	6/10	6/23	9/14	8/16	8/29
피나물_포천	-	-	3/18	3/20	-	3/28 이전	3/30 이전	-	-	3/21	3/27	-	3/28 이전	4/12	-	6/25	5/6	6/23	6/23	7/25	-



<표 21> 인공보존원 초본류 생식기관의 계절성 변화

식물명	꽃눈파열시기							개화시작시기							개화(>50%)							낙화(>90%)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
괭괭이풀_보은	-	3/26	-	3/27 이전	3/30	3/24	3/27	-	4/2	-	3/27	4/2	3/28	3/30	-	4/5	-	3/31	4/2	3/31	4/4	-	4/5	-	4/10	4/21	4/18	4/18
괭괭이풀_연천	-	3/12	3/21	3/31 이전	3/30	3/28	3/30	-	4/5	3/21	3/31 이전	3/30	3/28	3/30	-	4/5	4/1	3/31	4/7	3/31	4/4	-	4/5	4/8	4/3	4/14	4/21	4/18
괭괭이풀_정선	-	3/12	4/1 이전	3/27 이전	3/30	3/28	3/30	-	4/2	4/1 이전	3/27	3/30	3/28	3/30	-	4/5	4/1	3/31	4/9	3/31	4/4	-	4/5	4/8	4/14	4/21	4/18	4/18
노랑무늬붓꽃_오대산	-	-	-	4/17 이전	4/21	4/18	4/18	-	-	-	4/17 이전	4/21	4/18	4/18	-	-	-	4/17	4/21	4/21	4/25	-	-	-	4/25	4/30	5/9	5/10
노랑무늬붓꽃_평창	-	-	-	-	-	5/2	-	-	-	-	-	-	5/6	-	-	-	-	-	-	5/6	-	-	-	-	-	-	5/9	-
노랑무늬붓꽃_포항	-	-	-	-	-	4/21	4/18	-	-	-	-	-	4/25	4/25	-	-	-	-	-	4/25	4/25	-	-	-	-	-	5/2	5/2
눈개승마_울릉도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
눈개승마_태백	-	-	-	-	-	5/6	5/10	-	-	-	-	-	5/12	5/23	-	-	-	-	-	5/18	5/23	-	-	-	-	-	6/23	6/13
눈개승마_화천	-	-	-	-	-	5/31	5/16	-	-	-	-	-	5/31	5/30	-	-	-	-	-	6/7	5/30	-	-	-	-	-	6/20	6/13
돌단풍_고성	-	-	3/14	3/6	3/16	3/7	3/6	-	-	4/1	3/24	4/2	3/28	4/4	-	4/16	4/4	3/31	4/21	4/5	4/4	-	4/26	4/11	4/21	4/27	4/18	4/18
산마늘_울릉도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
산오이풀_가야산	-	8/6	7/16 이전	7/23 이전	8/11	7/18	7/18	-	8/6	7/16 이전	7/23	8/11	8/2	8/22	-	8/6	7/16	7/28	8/31	8/22	8/29	-	9/13	9/9	9/11	9/3	9/13	10/10
산오이풀_설악산	-	7/16	7/16 이전	7/23 이전	8/26	7/18	7/4	-	7/16	7/16	7/23	8/26	8/2	7/18	-	7/30	7/22	7/28	8/26	8/8	7/18	9/18	8/20	9/2	8/26	9/3	8/22	7/26

식물명	꽃눈파열시기							개화시작시기							개화(>50%)							낙화(>90%)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
산오이풀_지리산	-	-	-	7/23 이전	8/11	7/4	6/27	-	-	-	7/23 이전	8/18	7/18	7/10	-	-	-	7/23	8/26	8/8	7/18	11/3	-	-	8/5	9/3	8/16	8/22
좀비비추_완도	-	6/25	6/24	6/16	7/1	6/23	7/4	-	7/16	7/16 이전	7/23 이전	7/21	7/11	7/18	-	7/23	7/16	7/23 이전	7/21	7/11	7/26	-	8/6	7/29	7/23	8/11	7/25	8/1
피나물_철원	-	-	4/1	-	-	-	-	-	-	4/8	-	-	-	-	-	-	4/8	-	-	-	-	-	4/9	4/11	-	-	-	-
피나물_포천	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

<표 22> 인공보존원 초본류 생식기관의 계절성 변화

식물명	열매생성시기							열매(성숙도3)							결실률	
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2016	2017
깽깽이풀_보은	-	4/9	-	4/3	4/7	4/5	4/12	-	5/21	-	5/19	5/19	5/18	5/16	100%	100%
깽깽이풀_연천	-	4/9	4/8	4/10	4/7	4/5	4/12	-	-	5/16	-	5/19	5/18	5/16	100%	100%
깽깽이풀_정선	-	4/9	-	3/31	4/2	4/5	4/12	-	-	5/16	5/15	5/19	5/12	5/16	100%	100%
노랑무늬붓꽃_오대산	-	-	-	-	-	4/28	4/25	-	-	-	-	5/26	-	6/20	0%	62%
노랑무늬붓꽃_평창	-	-	-	-	-	5/6	-	-	-	-	-	-	-	-	50%	0%
노랑무늬붓꽃_포항	-	-	-	-	-	4/28	-	-	-	-	-	-	6/20	-	33%	50%
눈개승마_울릉도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
눈개승마_태백	-	-	-	-	-	5/26	5/30	-	-	-	-	-	9/22	10/31	53%	45%

[illegible]

## 2. 기상변화

경남수목원내 미기상을 측정하기 위해 풍향, 풍속, 강우, 기온, 상대습도, 일사량, 토양함수량 센서를 설치하였다. 기상장치는 2009년 7월 29일 경남수목원 무늬원(N35°09' 35.4"E128°17' 43.5")에 설치하였으며, 기상변화분석은 2009년 8월 1일부터 2017년 11월 30일까지 30분마다 수집된 자료를 이용하였다.

### 가. 연도별 기상변화

경남수목원내 전시원 주기상장치 측정자료를 분석한 결과, 2017년 월평균온도는 1월이 0℃로 가장 낮았고 이는 2016년 1월 평균온도보다 1.1℃ 높아진 것으로 나타났다. 가장 높은 평균온도는 7월 27.3℃로 측정되었는데 이는 2016년 7월 평균온도보다는 2℃, 8월 평균온도보다는 1℃ 높아진 수치이다. 2~6월의 평균기온은 2016년과 1℃ 이내로 큰 차이가 없었다. 평균온도는 2009년부터 한여름인 7, 8월이 가장 높았는데 2014년 7월 24.2℃에서 점차 오르다가 2017년 7월이 가장 높은 수치로 측정되었다. 월평균상대습도는 2월이 66%로 가장 낮았고 7월이 89%로 가장 높게 나타났다. 2017년 월평균상대습도는 8월을 제외한 모든 기간이 2016년과 비교하여 낮아졌으며 특히 6월, 11월에 큰 차이를 보였다. 월평균일사량은 10월이 54.4W/m<sup>2</sup>로 가장 낮았으며, 5월이 215.9W/m<sup>2</sup>로 가장 높았다. 2017년 연중 최고일사량은 7월이 1256.9W/m<sup>2</sup>로 2016년보다 50W/m<sup>2</sup>, 2015년보다 115W/m<sup>2</sup> 높아진 것으로 측정되어 2015년부터 3년간 지속적으로 여름철 최고일사량이 지속적으로 상승하는 추세를 확인하였다. 2010년부터 2014년까지는 4, 5월 봄철이 가장 높은 수치로 측정되었다. 월평균풍속은 7월이 0.0m/s로 가장 낮고, 4월이 0.8m/s로 가장 높았다. 월평균토양함수량은 1~10월까지 2016년보다 높게 측정되었고, 2013년부터 5년간 지속적으로 상승하는 것을 확인하였다. 월평균누적강우량은 8월이 212.4mm로 가장 많았고 11월에는 0.0mm를 기록하였다. 2017년 월평균누적강우량은 2016년보다 전체적으로 낮게 측정되었으며, 특히 지난해 강우량이 가장 많았던 9월은 올해에 그보다 334.8mm 적은 수치를 기록하였다.

<표 23> 경남수목원내 기상장치의 연도별 기온변화

구분	월 최고온도(℃)									월 최저온도(℃)									월 평균온도(℃)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1월	-	15.2	6.8	10.8	12.1	14.6	11.0	12.9	13.1	-	-13.2	-16.9	-13.4	-13.7	-12.3	-12.5	-13.6	-12.5	-	-1.1	-4.1	-0.9	-2.1	-0.6	0.2	-1.1	0.0
2월	-	19.3	19.9	15.0	18.5	21.3	14.9	16.4	16.2	-	-10.5	-12.0	-15.1	-11.7	-8.0	-10.8	-9.2	-10.1	-	2.9	1.8	-0.3	1.1	3.2	1.4	2.2	2.3
3월	-	22.4	22.9	22.1	-	24.2	24.4	23.3	19.9	-	-6.0	-7.1	-7.2	-	-7.5	-5.3	-9.4	-5.8	-	6.1	4.7	6.1	-	7.7	6.7	7.6	6.7
4월	-	24.2	26.9	28.0	25.6	26.8	31.2	27.3	29.3	-	-2.1	-2.9	-1.9	-2.8	-1.3	1.3	2.7	-0.9	-	10.0	11.5	12.7	10.6	12.6	12.5	13.5	14.3
5월	-	30.8	-	29.9	32.2	33.3	-	32.3	35.3	-	0.6	-	6.9	3.5	1.8	-	4.7	5.6	-	16.8	-	17.8	17.5	17.6	-	17.9	18.5
6월	-	33.8	-	30.2	30.9	30.4	31.6	32.4	35.1	-	7.4	-	13.0	11.7	14.2	10.5	10.1	11.2	-	21.8	-	21.3	21.8	21.0	20.7	21.7	21.8
7월	-	33.0	32.7	34.6	33.6	35.5	35.5	37.4	38.7	-	19.6	16.7	18.5	19.5	17.3	15.0	18.5	17.4	-	25.0	25.3	25.4	26.2	24.2	23.8	25.7	27.3
8월	32.9	34.6	33.4	-	36.9	32.7	38.3	38.5	39.2	15.0	21.0	17.8	-	18.3	14.6	18.3	14.6	14.4	23.9	26.8	24.8	-	27.0	23.5	24.7	26.3	26.3
9월	31.3	32.9	32.8	-	31.3	29.9	30.1	31.2	30.7	10.5	8.5	8.4	-	9.4	10.9	9.8	10.6	7.2	20.8	21.9	21.1	-	21.0	20.1	19.4	21.2	20.2
10월	26.9	25.2	26.3	-	27.5	25.1	26.0	28.7	30.1	3.2	-0.9	-0.8	-	1.2	1.8	-1.6	2.6	-1.5	14.1	14.4	13.4	-	15.1	13.8	13.6	15.6	15.6
11월	24.1	19.7	25.4	17.6	22.6	19.2	22.1	20.5	23.7	-6.1	-6.5	-4.6	-6.0	-6.1	-4.8	-2.8	-4.5	-5.9	7.6	5.4	10.3	5.8	6.0	7.5	10.2	7.3	7.4
12월	15.7	15.7	12.2	10.2	12.7	12.9	13.4	17.6		-11.6	-10.7	-10.5	-12.0	-10.8	-10.1	-9.0	-8.2		1.1	0.5	0.5	-1.3	0.5	-0.2	3.2	2.4	
연평균	-	25.6	-	-	-	25.5	-	26.5		-	0.6	-	-	-	1.4	-	1.6		-	12.5	-	-	-	12.5	-	13.4	

<표 24> 경남수목원 기상장치의 연도별 상대습도 변화

구분	월 최고상대습도(%)									월 최저상대습도(%)									월 평균상대습도(%)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1월	-	100	95	99	100	99	99	99	99	-	17	17	14	27	22	20	22	21	-	65	58	67	74	70	75	73	71
2월	-	100	99	99	100	99	100	100	99	-	16	17	14	18	17	19	22	20	-	72	73	65	67	72	72	68	66
3월	-	99	99	99	-	100	100	100	100	-	22	13	15	-	17	15	22	16	-	74	60	71	-	74	69	75	72
4월	-	100	100	100	100	100	100	100	100	-	18	10	18	19	17	20	18	18	-	73	70	72	70	72	81	79	74
5월	-	100	-	100	100	100	-	100	100	-	23	-	19	19	21	-	23	24	-	77	-	78	79	75	-	78	76
6월	-	100	-	100	100	100	100	100	100	-	32	-	47	43	41	24	36	28	-	79	-	84	88	86	87	88	80
7월	-	100	100	100	100	100	100	100	100	-	49	50	55	51	46	46	55	31	-	90	89	91	90	91	90	90	89
8월	100	100	100	-	100	100	100	100	100	37	58	61	-	46	52	44	36	27	87	91	93	-	87	93	90	86	88
9월	100	100	100	-	100	100	100	100	100	25	35	32	-	42	52	40	51	23	85	89	84	-	87	91	89	93	88
10월	100	100	100	-	100	100	100	100	100	29	26	29	-	31	26	32	31	22	80	84	83	-	85	87	85	91	87
11월	100	99	100	100	100	100	100	100	100	23	19	31	25	26	26	42	33	18	76	76	86	77	81	85	90	83	74
12월	100	100	99	99	99	100	100	100		21	23	23	22	34	26	32	22		69	70	70	76	75	73	83	79	
연평균	-	100	-	-	-	100	-	100		-	28	-	-	-	30	-	31		-	78	-	-	-	81	-	82	

<표 25> 경남수목원 기상장치의 연도별 풍속 변화

구분	월 최대풍속(m/s)									월 평균풍속(m/s)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1월	-	2.60	2.23	1.48	1.11	1.11	1.30	0.93	0.93	-	0.38	0.35	0.05	0.03	0.02	0.05	0.04	0.05
2월	-	2.41	1.86	1.48	1.30	1.11	1.30	1.30	1.11	-	0.41	0.21	0.07	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07
3월	-	3.15	2.41	2.04	-	1.67	1.67	1.67	1.11	-	0.47	0.45	0.12	-	0.11	0.10	0.12	0.06
4월	-	2.97	2.60	3.53	2.04	1.30	1.86	1.67	1.67	-	0.47	0.26	0.15	0.14	0.04	0.10	0.08	0.08
5월	-	2.41	-	2.23	0.74	1.48	-	2.23	0.93	-	0.29	-	0.12	0.01	0.09	-	0.10	0.06
6월	-	1.11	-	1.30	0.56	0.93	2.23	0.93	0.56	-	0.19	-	0.09	0.00	0.07	0.06	0.04	0.03
7월	-	1.48	1.67	1.11	1.30	1.67	1.48	0.93	0.19	-	0.20	0.06	0.03	0.06	0.07	0.10	0.04	0.00
8월	1.67	1.67	1.67	-	1.30	1.30	0.93	1.48	0.74	0.26	0.24	0.13	-	0.05	0.13	0.06	0.03	0.02
9월	1.48	1.67	1.30	-	1.48	1.11	1.11	0.74	0.56	0.22	0.24	0.08	-	0.03	0.08	0.04	0.02	0.01
10월	2.41	1.86	1.30	-	1.48	1.48	1.30	1.67	1.30	0.24	0.23	0.07	-	0.07	0.07	0.06	0.03	0.03
11월	2.60	2.04	2.23	2.23	1.86	1.48	1.11	0.93	0.74	0.40	0.20	0.03	0.09	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03
12월	2.23	2.41	1.30	0.93	1.48	1.48	1.30	1.11		0.36	0.37	0.05	0.03	0.04	0.12	0.02	0.04	
연평균	-	2.15	-	-	-	1.34	-	1.30		-	0.31	-	-	-	0.08	-	0.05	

<표 26> 경남수목원 기상장치의 연도별 일사량 변화

구분	월 최고일사량(W/m²)									월 평균일사량(W/m²)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1월	-	640.6	635.6	579.4	606.9	554.4	641.9	515.6	649.4	-	74.9	78.7	60.5	70.1	57.7	62.6	54.5	66.0
2월	-	768.1	705.6	689.4	779.4	613.1	699.4	794.4	744.4	-	82.6	90.0	84.7	94.5	71.1	94.7	100.5	105.0
3월	-	875.6	860.6	866.9	-	750.6	1021.9	946.9	914.4	-	105.0	153.5	115.5	-	99.6	166.7	146.3	147.3
4월	-	1008.1	1019.4	935.6	1036.9	821.9	1069.4	1006.9	1051.9	-	141.8	157.5	128.0	128.9	100.2	153.8	170.1	191.4
5월	-	1094.4	-	545.6	984.4	881.9	-	1129.4	1093.1	-	116.1	-	58.5	72.6	61.9	-	210.8	215.9
6월	-	951.9	-	463.1	660.6	539.4	1105.6	1203.1	1070.6	-	102.1	-	46.9	36.2	33.3	159.0	159.8	211.3
7월	-	888.1	350.6	385.6	605.6	746.9	1141.9	1206.9	1256.9	-	70.4	21.1	43.8	26.0	38.4	156.4	168.8	162.4
8월	1009.4	709.4	499.4	-	610.6	761.9	1079.4	1096.9	1120.6	78.2	72.8	26.3	-	38.0	39.6	169.2	187.0	164.0
9월	895.6	773.1	674.4	-	669.4	681.9	1110.6	874.4	978.1	77.5	63.0	46.4	-	47.6	50.8	121.0	81.3	102.5
10월	781.9	690.6	520.6	-	673.1	670.6	891.9	770.6	748.1	74.7	66.0	53.8	-	69.4	64.1	91.5	65.6	54.4
11월	633.1	665.6	490.6	713.1	594.4	653.1	688.1	614.4	635.6	64.8	78.1	44.6	75.1	54.9	62.7	54.2	56.1	64.5
12월	548.1	545.6	485.6	590.6	476.9	531.9	606.9	544.4		63.9	58.4	56.2	57.1	46.7	59.3	49.2	47.6	
연평균	-	800.9	-	-	-	684.0	-	892.0		-	85.9	-	-	-	61.6	-	120.7	

<표 27> 경남수목원 기상장치의 연도별 토양함수 변화

구분	월 최고토양함수(m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )									월 최저토양함수(m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )									월 평균토양함수(m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1월	-	0.06	0.03	0.07	0.10	0.05	0.09	0.17	0.18	-	0.02	0.00	0.05	0.03	0.04	0.06	0.08	0.15	-	0.03	0.02	0.06	0.05	0.05	0.07	0.10	0.17
2월	-	0.15	0.12	0.07	0.15	0.06	0.09	0.18	0.23	-	0.04	0.00	0.05	0.05	0.05	0.06	0.11	0.15	-	0.06	0.03	0.06	0.06	0.05	0.07	0.12	0.17
3월	-	0.14	0.08	0.14	-	0.12	0.14	0.20	0.18	-	0.05	0.05	0.06	-	0.05	0.06	0.10	0.16	-	0.06	0.06	0.08	-	0.06	0.07	0.12	0.17
4월	-	0.14	0.12	0.16	0.10	0.12	0.13	0.39	0.24	-	0.04	0.05	0.06	0.05	0.04	0.06	0.10	0.15	-	0.06	0.06	0.08	0.06	0.06	0.07	0.14	0.18
5월	-	0.14	-	0.13	0.13	0.07	-	0.37	0.15	-	0.03	-	0.03	0.02	0.02	-	0.09	0.12	-	0.05	-	0.06	0.04	0.04	-	0.12	0.14
6월	-	0.05	-	0.03	0.12	0.02	0.10	0.22	0.12	-	0.02	-	0.02	0.03	0.01	0.04	0.07	0.11	-	0.03	-	0.02	0.05	0.02	0.05	0.09	0.11
7월	-	0.40	0.40	0.08	0.14	0.09	0.39	0.39	0.15	-	0.03	0.05	0.02	0.01	0.01	0.06	0.10	0.11	-	0.06	0.09	0.04	0.04	0.04	0.09	0.12	0.13
8월	0.17	0.40	0.39	-	0.17	0.38	0.15	0.10	0.30	0.02	0.03	0.06	-	0.01	0.02	0.07	0.07	0.11	0.05	0.05	0.09	-	0.02	0.07	0.09	0.09	0.18
9월	0.03	0.11	0.07	-	0.14	0.10	0.39	0.40	0.31	-0.01	0.04	0.02	-	0.02	0.03	0.09	0.10	0.16	0.00	0.06	0.04	-	0.03	0.05	0.11	0.19	0.19
10월	0.08	0.04	0.16	-	0.14	0.13	0.16	0.37	0.28	0.00	0.03	0.02	-	0.04	0.04	0.08	0.17	0.17	0.03	0.03	0.04	-	0.06	0.06	0.09	0.19	0.22
11월	0.05	0.03	0.18	0.11	0.15	0.17	0.16	0.24	0.19	0.02	0.02	0.08	0.04	0.04	0.06	0.08	0.17	0.16	0.03	0.03	0.09	0.06	0.06	0.07	0.11	0.18	0.17
12월	0.05	0.03	0.12	0.10	0.07	0.09	0.18	0.37		0.02	0.02	0.06	0.06	0.05	0.06	0.10	0.16		0.04	0.03	0.08	0.07	0.06	0.07	0.12	0.18	
연평균	-	0.14	-	-	-	0.12	-	0.28		-	0.03	-	-	-	0.04	-	0.11		-	0.05	-	-	-	0.05	-	0.14	



<표 28> 경남수목원 기상장치의 연도별 누적강우량 변화

구분	월 누적강우량(mm)									월 강우횟수(day)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1월	-	25.0	0.0	6.0	15.8	8.2	27.2	36.6	11.0	-	3	0	2	3	3	5	3	3
2월	-	127.2	66.2	16.0	61.4	12.0	21.8	36.2	42.2	-	6	7	4	8	2	4	3	5
3월	-	90.8	22.6	112.2	-	93.6	72.8	80.8	39.8	-	13	2	8	-	8	6	7	8
4월	-	131.4	85.4	130.2	66.6	118.0	168.0	233.0	68.0	-	10	7	9	5	6	13	11	6
5월	-	135.8	-	49.0	147.8	49.2	-	136.2	52.2	-	6	-	7	4	3	-	7	5
6월	-	42.0	-	47.6	126.0	56.4	157.8	97.6	39.6	-	5	-	5	9	7	10	8	6
7월	-	383.0	482.6	223.6	167.4	139.0	217.2	154.8	63.4	-	12	14	13	9	14	8	8	8
8월	113.6	188.0	259.6	-	117.4	578.6	107.2	94.2	212.4	7	15	13	-	9	14	8	7	11
9월	28.4	233.4	25.6	-	57.8	128.0	167.6	425.6	90.8	3	10	4	-	5	5	9	13	4
10월	49.6	34.0	87.8	-	77.6	113.8	37.8	151.2	18.6	3	5	4	-	2	5	2	8	4
11월	62.4	5.6	147.8	51.8	60.2	59.4	78.6	38.0	0.0	4	1	12	7	5	5	11	5	0
12월	14.8	19.8	3.4	60.6	2.0	13.2	41.8	125.2		4	2	3	7	1	4	7	5	
총합계	-	1416.0	-	-	-	1369.4	-	1609.4		-	88	-	-	-	76	-	85	

## IV. 적 요

경남수목원내 조사 대상 식물은 북방계 7종(구상나무, 만병초, 둥근잎꿩의비름 등), 남방계 7종(붉가시나무, 미선나무, 히어리 등)으로 취약종 14종, 관심종 24종(일본잎갈나무, 자귀나무, 복수초 등) 및 일반종 6종(매실나무, 풍년화 등)을 포함한 총 44종(침엽수 11종, 활엽수 30종, 초본 3종)이다.

경남수목원내 전시원 조사 대상 식물의 목본류 영양기관 계절성 변화 분석 결과, 잎눈파열은 전년(2016)과 비교 가능한 45개체 중 분비나무, 당단풍나무 등 23개체는 비슷한 시기에 변화한 것으로, 구상나무, 가시나무 등 19개체는 늦어진 것으로 나타났다. 빨라진 수종은 3개체로 극히 적었다(눈향나무\_암, 붉가시나무, 후박나무). 개엽 역시 비교 가능한 44개체 중 일본잎갈나무, 벚나무 등 23개체는 비슷한 시기에 변화했으며 소나무, 가시나무 등 21개체가 늦어진 것으로 나타났고 빨라진 수종은 없었다. 단풍·낙엽은 전체적으로 비슷한 것으로 나타나 2017년 전시원 조사 대상 식물의 목본류 영양기관 계절성 변화는 전년과 비교하여 비슷하거나 늦어졌음을 확인하였다. 이는 전시원의 2017년 평균기온이 전년과 큰 차이가 없고, 영양기관이 변화를 시작하는 2-4월의 온도 차가 크지 않았으며 변화 시기가 늦어진 수종이 많은 것은 3월의 온도가 전년에 비해 1℃에 가깝게 낮아진 영향으로 보인다. 활엽수 생식기관의 변화 분석 결과는 비교 가능한 21개체 중 당단풍나무, 동백나무 등 과반수가(12개체) 비슷한 시기에 꽃눈파열된 것을 관찰하였고 무궁화, 수수꽃다리 등 8개체가 늦어졌음을 확인하였다. 개화 시작한 시기는 비교 가능한 27개체 중 매실나무, 백목련 등 18개체는 비슷한 시기에 변화한 것으로 나타났으며 만병초, 지리산오갈피 등 7개체는 늦어진 것으로 나타났다. 생식기관의 변화가 빨라진 수종은 극히 적었다. 조사 시작 연도인 2009년과 비교한 결과, 목본류의 영양생장은 비교 가능한 27개체 중 18개체가 비슷한 시기에 잎눈파열한 것으로 나타났으며(구상나무, 붉가시나무 등) 개엽 역시 비교 가능한 33개체 중 21개체가 비슷한 시기에 변화한 것으로 나타나(소나무, 진달래 등) 전체적으로 비슷한 시기에 변화하였음을 확인하였다. 꽃눈파열은 비교 가능한 8개체 중 3개체가 빨라졌고(구골나무\_암 외), 4개체가 비슷한 시기에 변화한 것으로 나타났으며(당단풍나무 외) 개화는 비교 가능한 10개체 중 6개체가 비슷한 시기에 변화하였다(먼나무\_암, 종가시나무 등).

초본류(4개체)는 전년과 비교하여 삼백초가 느리게 성장시작한 것을 확인하였으며 그 외 3개체는 조사 이전에 성장을 시작하여 비교가 불가하였다. 초본류 영양기관의 변화와 생식기관의 변화는 비슷하거나 늦어진 것으로 나타났다.

경남수목원내 인공보존원은 2009년 11월에 조성하여 2011년에 7종으로 조사를 시작하였으며 2012년에 11종을 추가하고 2014년에는 산마늘, 주목 등 4종이 고사하여 14종, 2015년에는 산마늘을 재추가하여 15종, 2016년에는 등대시호가 제외 수종으로

지정되어 14종, 2017년에는 금평의다리\_대관령을 제외하여 13종을 조사하였다. 현재 경남수목원내 인공보존원 조사 대상 식물은 북방계 7종(만병초, 피나물, 노랑무늬붓꽃 등)으로 취약종 8종, 관심종 4종(진달래, 산철쭉 등) 및 일반종 2종(털개회나무, 산오이풀)을 포함한 총 13종(활엽수 4종, 초본 9종)이다.

경남수목원내 인공보존원 조사 대상 식물의 활엽수 영양기관 계절성 변화 분석 결과, 잎눈파열은 전년과 비교 가능한 12개체 중 백리향\_설악산, 진달래\_연천 등 7개체가 비슷한 시기에 파열하였으며 만병초\_계방산, 산철쭉\_정선 등 5개체가 늦게 변화한 것으로 나타났다. 개엽은 비교 가능한 12개체 중 비슷한 시기에 변화한 산철쭉\_한라산 외 모든 수종(11개체)이 늦어진 것으로 나타났다. 단풍은 전년과 비교 가능한 4개체 중 2개체는 빨라진 것으로(산철쭉\_연천, 진달래\_김포), 나머지 2개체는 비슷한 시기에 변화한 것으로 나타났다(산철쭉\_정선, 진달래\_연천). 낙엽은 비교 가능한 9개체 중 산철쭉\_연천, 진달래\_김포 등 6개체가 비슷한 시기에 변화하였다. 활엽수 영양기관의 변화 결과는 전년과 비교하여 전체적으로 비슷하거나 늦어졌으며 잎눈파열, 개엽에서 빨라진 수종은 없는 것으로 확인되었다. 이는 평균기온이 전년과 비슷하고 크게 높아지지 않은 영향으로 보인다. 꽃눈파열과 개화는 비교 가능한 3개체 중 진달래\_김포는 비슷한 시기에 변화한 것으로, 백리향\_설악산과 백리향\_한라산은 정도 늦어진 것으로 나타났다. 조사 시작 연도와 비교한 결과, 잎눈파열한 시기는 비교 가능한 10개체 중 7개체가 10일 이상 빨라졌고(진달래\_연천, 털개회나무\_정선 등), 개엽은 비교 가능한 11개체 중 10개체가 비슷한 시기에 변화한 것으로 나타났다(백리향\_한라산, 산철쭉\_정선 등). 단풍은 비교 가능한 5개체가 모두 늦어졌다. 특히 산철쭉\_연천과 산철쭉\_정선, 산철쭉\_한라산은 한 달에 가까운 차이를 보였다.

경남수목원내 인공보존원 조사 대상 식물의 초본류 영양기관 계절성 변화를 분석한 결과, 비교 가능한 4개체 중 3개체가 전년에 비해 성장 시기가 늦어졌고(산오이풀\_가야산 외) 개엽은 비교 가능한 12개체 중 3개체가 비슷한 것으로(좀비비추\_완도 외), 나머지 9개체는 전부 늦어진 것으로 나타났다(눈개승마\_울릉도, 돌단풍\_고성 등). 꽃눈파열한 시기는 비교 가능한 12개체 중 8개체가 비슷한 시기에 변화하였고(깽깽이풀\_보은, 산오이풀\_가야산 등) 개화 시기는 비교 가능한 12개체 중 6개체가 비슷한 시기에 변화한 것으로(깽깽이풀\_연천, 노랑무늬붓꽃\_오대산), 4개체가 늦어진 것으로 나타났다(눈개승마 태백 외). 2017년 인공보존원 초본류의 계절성 변화를 전년과 비교한 결과 영양기관 변화는 늦어진 것으로, 생식기관 변화는 비슷하거나 늦어진 것을 확인하였는데 이는 전년과 2017년 평균기온차가 적은 영향으로 보인다. 조사 시작 연도와 비교한 결과, 비교 가능한 4개체 중 2개체가 비슷한 시기에 성장한 것으로 나타났으며(산오이풀\_가야산, 좀비비추\_완도) 개엽은 비교 가능한 10개체 중 깽깽이풀\_보은, 산오이풀\_설악산 등 6개체가 비슷한 시기에 변화한 것으로,

산오이풀\_가야산 외 3개체가 늦어진 것으로 나타났다. 꽃눈파열한 시기는 비교 가능한 6개체 중 깽깽이풀\_연천 외 3개체가 늦어진 것으로 나타났으며 개화는 비교 가능한 6개체 중 깽깽이풀\_보은, 산오이풀\_설악산 등 4개체가 비슷한 시기에 변화하였다.

인공보존원 조사 수종의 대부분이 변화 시기가 비슷하거나 늦어졌고 빨라진 수종은 드문 것을 확인하였다.

## V. 사사

이 연구는 2017년 국립수목원 「기후변화 취약 산림식물종 보전·적응사업」 연구 과제에 의해 수행되었습니다.

## VI. 참고문헌

1. 이우철, 임양재. 1978. 한반도관속식물의 분포에 관한 연구. 한국식물분류학회지. 8 : 1-33.
2. 이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사.
3. 이상태. 1997. 한국식물검색집. 아카데미.
4. 산림청. 1997. 희귀 및 멸종위기 식물도감.
5. Wilson. 1998. The diversity of life. Harvard Univ.
6. 국립수목원. 2004. 국가표준식물목록 <http://www.koreaplants.go.kr:9101/>
7. 이창복. 2005. 원색대한식물도감. 향문사.
8. 국립수목원. 2006. 국가생물종지식정보시스템 <http://www.nature.go.kr/>
9. 산림청·국립수목원. 2008. 한국 희귀식물 목록집.
10. 이경미, 권원태, 이승호. 2011. 우리나라 식물계절 시기의 변화 경향에 관한 연구. 한국지역지리학회지. 15(3) : 337-350.
11. 산림청·국립수목원. 2013. 기후변화 취약 산림식물종 보전·적응사업 조사 매뉴얼.
12. 국립수목원. 2009. 기후변화 취약 산림식물종 보전·적응사업 조사 보고서.
13. 국립수목원. 2010. 기후변화 취약 산림식물종 보전·적응사업 조사 보고서.
14. 국립수목원. 2011. 기후변화 취약 산림식물종 보전·적응사업 조사 보고서.
15. 국립수목원. 2012. 기후변화 취약 산림식물종 보전·적응사업 조사 보고서.
16. 국립수목원. 2013. 기후변화 취약 산림식물종 보전·적응사업 조사 보고서.
17. 국립수목원. 2014. 기후변화 취약 산림식물종 보전·적응사업 조사 보고서.
18. 국립수목원. 2015. 기후변화 취약 산림식물종 보전·적응사업 조사 보고서.
19. 국립수목원. 2016. 기후변화 취약 산림식물종 보전·적응사업 조사 보고서.

## [부록] 주요 식물의 계절변화 사진

### 1. 경남수목원내 전시원

◆ 진달래(*Rhododendron mucronulatum*, 진달래과)



17년 3월 27일(잎눈과열)



17년 4월 18일(개엽)



17년 3월 2일(꽃눈과열)



17년 3월 20일(개화)



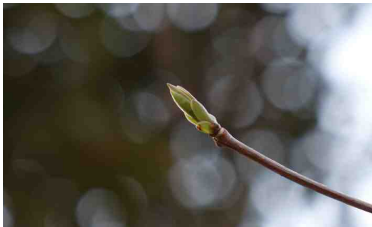
17년 3월 27일(열매생성)



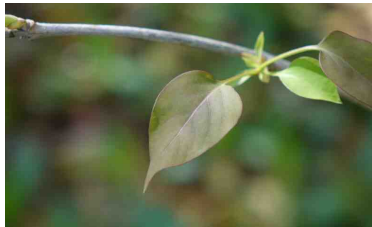
17년 8월 29일(열매성숙)

▶ 진달래는 2016년보다 잎눈과열, 개엽 및 열매성숙도3이 일주일 늦어졌다. 꽃눈과열시기는 2009년부터 올해까지 점차 빨라지고 있다.

◆ 수수꽃다리(*Syringa oblata* var. *dilatata*, 물푸레나무과)



17년 3월 27일(잎눈과열)



17년 4월 12일(개엽)



17년 3월 20일(꽃눈과열)



17년 4월 18일(개화)



17년 5월 2일(열매생성)



17년 8월 29일(열매성숙)

▶ 수수꽃다리는 영양기관과 생식기관의 거의 모든 계절성변화가 2016년보다 일주일정도 늦어졌다.

## 2. 인공보존원

### ◆ 산철쭉\_한라산(*Rhododendron yedoense*, 진달래과)



17년 4월 12일(잎눈파열)



17년 4월 18일(개엽)



17년 4월 25일(꽃눈파열)



17년 5월 28일(개화)



17년 5월 10일(열매생성)



17년 10월 31일(열매성숙)

- ▶ 산철쭉\_한라산은 잎눈파열시기가 전년도와 비교하여 열흘 이상 늦어졌고, 개엽시기는 비슷했다. 2012년 조사시작 이후 올해 처음 꽃을 형성하고 열매를 맺었다.

### ◆ 쯤비비추\_완도(*Hosta minor*, 백합과)



17년 4월 12일(성장시작)



17년 4월 25일(개엽)



17년 7월 4일(꽃눈파열)



17년 7월 18일(개화)



17년 7월 26일(열매생성)



17년 10월 10일(열매성숙)

- ▶ 쯤비비추\_완도는 전년 대비 영양기관과 생식기관의 계절성변화가 일주일 정도 늦어지거나 비슷하였다. 특히 열매성숙도3이 한 달 이상 늦어졌다.



### 3. 지리산 지역

#### ◆ 만병초(*Rhododendron brachycarpum*, 진달래과)



17년 5월 26일(앞눈과열)



17년 6월 8일(개엽)



17년 6월 29일(열매형성)



17년 6월 8일(꽃눈과열)



17년 6월 15일(개화)



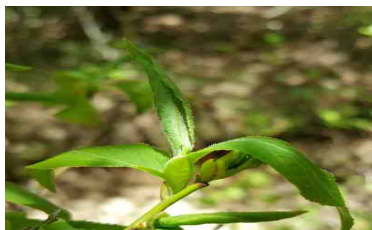
17년 9월 14일(열매성숙)

- ▶ 만병초는 2016년보다 앞눈과열은 7일 늦어졌고, 개엽, 꽃눈과열, 열매생성시기는 10일 이상 늦어졌다.

#### ◆ 산앵도나무(*Vaccinium hirtum*, 진달래과)



17년 5월 4일(앞눈과열)



17년 5월 25일(개엽)



17년 6월 15일(열매형성)



17년 5월 25일(꽃눈과열)



17년 6월 8일(개화)



17년 9월 22일(열매성숙)

- ▶ 산앵도나무 열매생성시기는 전 조사기간(2009-2017) 중 2011년을 제외하고는 모두 6월에 열매가 생성되었으며, 2016년보다 앞눈과열과 꽃눈과열은 10일 이상 늦어졌다.



#### 4. 금원산 지역

##### ◆ 진달래(*Rhododendron mucronulatum*, 진달래과)



17년 4월 11일(잎눈파열)



17년 4월 24일(개엽)



16년 10월 10일(단풍)



17년 4월 11일(꽃눈파열)



17년 4월 19일(개화)



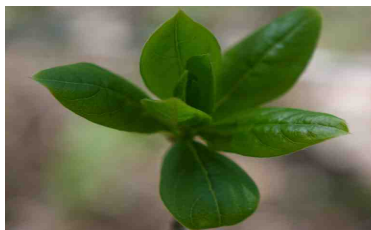
17년 5월 2일(열매형성)

- ▶ 진달래의 잎눈파열과 개화, 열매 생성 시기는 2016년보다 늦어졌고, 개엽과 꽃눈파열은 빨라졌다.

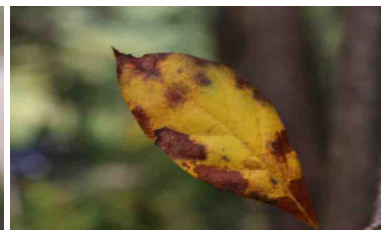
##### ◆ 비목나무\_암(*Lindera erythrocarpa*, 녹나무과)



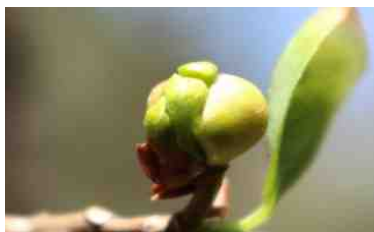
17년 4월 11일(잎눈파열)



17년 4월 24일(개엽)



17년 10월 16일(단풍)



17년 4월 11일(꽃눈파열)



17년 4월 19일(개화)



17년 5월 30일(열매형성)

- ▶ 비목나무\_암은 영양기관과 생식기관의 계절성 변화가 대체로 2016년보다 늦어지거나 비슷했다. 단풍은 전 조사기간(2009-2017) 중 올해가 가장 빨랐다.