

최근의 봄꽃 개화 추이와 2014 년 개화시기의 혼란

이호승^{1*}, 김진희², 윤진일¹

¹경희대학교 식물환경신소재공학과, ²한국농림기상학회

Recent Trends in Blooming Dates of Spring Flowers and the Observed disturbance in 2014

H. S. Lee^{1*}, J. H. Kim², J. I. Yun¹

¹Agricultural Climatology Lab., College of Life Sciences, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea

²Korean Society of Agricultural and Forest Meteorology, Yongin 446-701, Korea

I. 서 언

봄꽃의 개화는 온대지방에서는 겨울에서 봄으로의 계절변화를 나타내고, 늦고 이듬해에 따라 기후변화를 파악할 수 있게 해주는 중요한 요소이다 (Chmielewski *et al.*, 2004). 우리나라의 봄은 산수유, 매화, 목련, 진달래, 개나리, 벚꽃, 철쭉 등 다양한 꽃이 순차적으로 개화하는 동적인 경관이 특징이다. 그 덕분에 여러 지자체에서 봄꽃을 주제로 하는 축제를 통해 관광수입을 올릴 수 있으며, 봄꽃의 개화시기에 따라 이동하는 양봉업자들도 장기간에 걸쳐 밀원을 확보할 수 있었다. 그러나 2014년 봄에는 지역 간 봄꽃 개화시기의 편차가 단축되면서 남부에서 북부로 순차적으로 진행되던 봄꽃 축제일정이 서로 겹치게 되고, 같은 지역 내 화종 간 개화시기의 차이가 비슷해지면서 다양한 봄꽃의 순차적인 감상기회가 줄어들었으며 이 같은 개화기 혼란이 지속적으로 자주 발생할 경우 자연생태계 교란은 물론 계절경관의 경제적, 공익적 가치가 훼손될 것이 우려된다.

봄에서 가을에 걸쳐 화아가 분화하여 이듬해 개화하는 온대 화목류는 저온 단일조건에서 내생휴면(endodormancy)에 들어가며 일단 휴면이 유도된 경우는 저온에 일정 기간 노출되어야만 휴면이 해제되고 발아에 이르게 된다. 내생휴면의 시작과 종료, 발아, 개화 등 주요 발육단계는 식물계절(plant phenology)로 불리며 기상청의 관측요소에 포함된다(기상청, 1994). 식물계절은 시간(달력날짜) 외에도 여러 환경요소들의 복합적 영향이 표현된 것이나 그 가운데 기온의 영향력이 가장 큰 것으로 알려져 있다(Oh, 2014; Kim *et al.*, 2013). 따라서 식물계절을 해석하고 예측하기 위해서 달력날짜에 덧붙여 기온의 영향을 정량화하는 방법이 주로 연구되었다 (Richardson *et al.*, 1974; Aron, 1983; Cesaraccio *et al.*, 2004; Jung *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2013).

본 연구에서는 2014년의 봄꽃 개화양상이 과거 60년간 기록된 자료와 비교하여 어떤 특성을 갖는지 살펴보고, 향후 봄꽃 개화일의 예측가능성을 검토하였다.

* Correspondence to : abc2752@khu.ac.kr

II. 재료 및 방법

2.1 자료

다양한 우리나라 봄꽃 중 개나리와 벚꽃 개화는 기상청 계절관측요소의 하나로 관측기간이 오래 되었으며, 매년 예상 개화일을 발표하는 등 활발한 관측과 예보가 이루어져 시민들에게 친숙하며 자료수집이 용이한 이점이 있다. 연구에 사용된 자료는 봄꽃의 개화시기 조만과 자료 축적기간을 감안하여 서울, 인천, 대구, 전주, 부산, 목포 등 총 6지점으로부터 수집하였다.

지점별 계절관측자료 중 개나리, 벚꽃 개화일에 대하여 1951년부터 2010년까지 60년 기간과 특이연도인 2014년 개화일 자료를 이용하였다. 이들 지점에 대해서는 같은 기간 중 일별 최고, 최저기온자료도 수집하여 분석에 함께 이용하였다.

2.2 분석

수집된 60년간(1951-2010) 개화일 관측자료를 두 개의 기후학적 평년(1951-1980, 1981-2010)으로 분류하고, 각 지점 평년 개화일의 사분위수(25%, 중앙값, 75%, 극값)를 개나리와 벚꽃에 대해 계산하였다. 2014년 관측개화일을 계산된 평년 개화일의 사분위수와 비교하여 상대적인 위치를 판정하였다.

식물의 성장량은 온도의존적이므로 발육단계 추정에는 매일의 달력날짜보다도 성장기준온도 이상의 온도시간(thermal time)을 누적시킨 적산온도 혹은 성장도일(GDD, growing degree day)이 사용된다. 본 연구에서는 연도와 무관하게 매년 2월 15일을 휴면해제일로, 기준온도는 5℃로 설정하였다. 1951년부터 2010년 기간 중 매년 2월 15일 이후 성장개시온도 5℃를 기준으로 일별 GDD를 다음 식에 의해 추정하여 4월 30일까지 적산하였다.

$$GDD = (T_{Max} + T_{Min}) / 2 - T_{Base} \quad (1)$$

이 식에서 T_{Max} 는 일 최고기온, T_{Min} 은 일 최저기온, T_{Base} 는 성장개시온도이다.

III. 결 과

3.1 개화일 변동추세

최근 60년을 두 개의 기후학적 평년기간(1951-1980, 1981-2010)으로 나누어 보면 벚꽃의 경우 모든 지점에서 개화일이 평균 3-7일 균일하게 단축되었지만 지점에 따라 불균일한 특징을 보인다 (Fig. 1 하단).

벚꽃의 경우 과거평년(1951-1980)에는 남쪽과 북쪽의 개화일 변이가 3월 31일부터 4월 19일로, 부산에서 인천까지 벚꽃을 보기까지 20일 넘게 기다려야 했다. 현재평년(1981-2010)에는 3월 28일부터 4월 12일로 4일이 단축되었다. 특히 2014년에는 3월 25일에서 3월 30일로 지점간 변동폭이 6일에 불과했다 (Fig. 2 우단).

개나리의 경우 과거평년(1951-1980)에는 부산의 3월 17일부터 서울의 4월 5일로 벚꽃에 비해 2주가량 일찍 피었지만 개화일의 지점 간 변동폭은 벚꽃과 마찬가지로 20일이었다. 현재평년(1981-2010)에도 3월 17일부터 4월 2일 사이에 분포하며, 2014년의 경우에도 지역간 변동 범위가 12일 정도로서 벚꽃의 6일에 비해 지점 간 개화간격이 유지되고 있는 편이다 (Fig. 1 좌단).

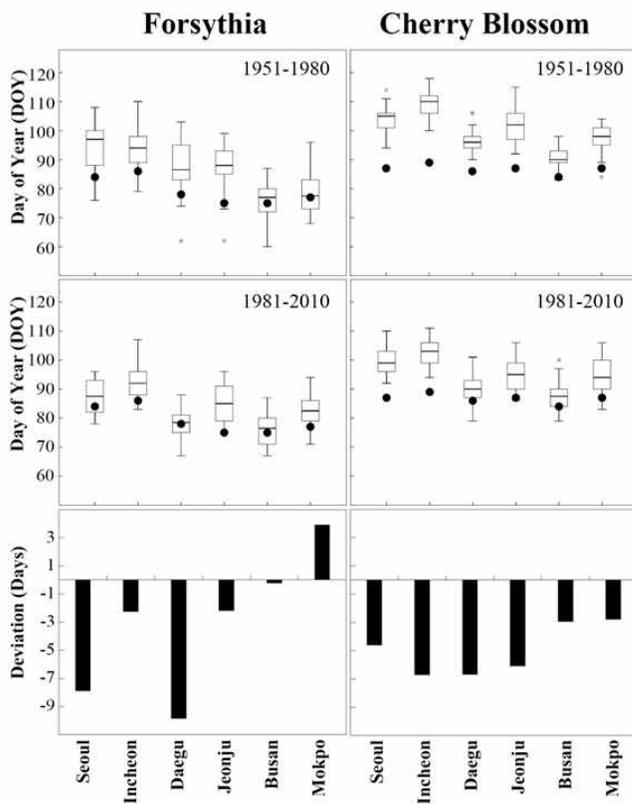


Fig. 1. Flowering date variation of 2 species at 6 sites for the past (1951-1980) and the current (1981-2010) period. Circles (●) indicate observed flowering dates in 2014. Bottom panel shows delay (+) or shortening (-) in flowering date of the current period compared with the past period.

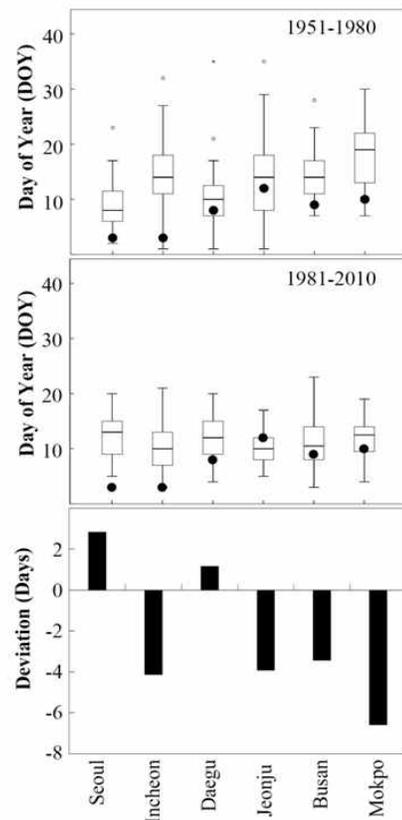


Fig. 2. Delay in cherry blossom relative to forsythia flowering date in the past (1951-1980) and the current (1981-2010) period at 6 sites. Bottom panel shows the change in the delay between 2 periods.

개나리가 핀 이후 벚꽃이 개화할 때까지의 지연일수는 과거평년(1951-1980)에는 최장 30일, 평균 14일이었지만, 현재평년(1981-2010)에는 최장 21일, 평균 11일로 단축되었다. 특히 2014년

에는 10일 이내로 단축되어 같은 장소에서 벚꽃과 개나리를 거의 동시에 볼 수 있게 되었다. (Fig. 2).

3.2 온도시간 변동추세

꽃눈이 적당기간의 저온상태를 경과해야만 발아 및 개화가 가능한 온대영년식물에서는 휴면이 끝난 후 매일 온도시간을 계산하여 그 적산값(생장량)이 일정 규모에 도달하면 출엽, 개화 등 특정 발육단계에 이른다고 가정한다(Jung *et al.*, 2005). Kim *et al.*(2013)은 온대과수의 꽃눈 발아 이후 개화까지 소요 시간을 생장도일(growing degree days, GDD)로 표현하고, 이를 휴면해제에 필요한 저온요구도(chill requirement)에 대비하여 고온요구도(heating requirement)라 불렀다. Kim *et al.* (2013)의 방법에 따라 1951년부터 2010년 기간 중 매년 2월 15일 이후 생장개시온도 5°C를 기준으로 일별 생장량을 GDD에 의해 추정하고 4월 30일까지 누적시킨 결과, 두 평년(1951-1980, 1981-2010)과 2014년의 적산 GDD의 크기는 2014 > 현재평년 > 과거평년의 순으로 많았다. 두 평년의 평균 개화일은 서로 달랐지만 개화일까지 누적된 생장량(적산 GDD)은 거의 같았으며 개화일이 크게 앞당겨진 2014년에도 이런 경향은 유지되었다.

1951-2010 기간 중 매년 2월 15일부터 당해년도 개화일까지 적산 GDD를 지점별로 계산하고 60년 평균을 얻어 개나리와 벚꽃 개화에 필요한 지점별 고온요구량으로 간주하였다. 두 평년(1951-1980, 1981-2010)의 고온요구량을 각각 계산하여 비교한 결과 어떤 경우에도 60년 평균과 편차 범위를 벗어나지는 않았다 (Table 1). 달력날짜 대신 온도시간을 이용하면 2014년 개화특성인 동기화(synchronization, 한 지점에서 개나리와 벚꽃의 동시 개화, 한 화종에서 남부와 북부 동시 개화)도 일정 부분 설명이 가능해진다.

Table 1. Cumulative growing degree days (base temperature of 5°C) from dormancy release to flowering date at 6 locations averaged for the last 60 years

	Forsythia						Cherry Blossom					
	1951-1980		1981-2010		1951-2010		1951-1980		1981-2010		1951-2010	
	Mean	Sd	Mean	Sd	Mean	Sd	Mean	Sd	Mean	Sd	Mean	Sd
Seoul	107	35.5	97	14.6	102	26.7	165	17.0	164	11.0	164	14.1
Incheon	80	22.1	102	25.5	91	25.9	158	16.7	156	41.8	157	31.8
Daegu	128	42.2	107	31.5	117	38.1	173	38.9	169	16.1	171	29.4
Jeonju	113	29.4	121	15.9	117	23.9	201	24.8	180	17.8	191	23.6
Busan	95	23.7	114	20.8	104	23.8	166	18.9	174	11.4	171	15.7
Mokpo	80	29.2	108	17.0	94	27.3	165	17.6	170	27.0	168	22.4
Mean	100	30.3	108	20.9	104	27.6	172	22.3	169	20.8	170	22.8

3.3 봄꽃 개화일 예측 가능성

온도시간을 독립변수로 둔 개화일 예측모형의 도출 가능성을 타진하기 위해 매일 기온자료에 의해 두 평년과 2014년 고온요구량 도달일을 6개 지점별로 산출하여 실측 개화일과 비교하였다. 그 결과 실측 개화일과 예측 개화일 사이의 상관계수는 개나리에서 0.95, 벚꽃에서 0.99를 보였으며, 평방근오차(RMSE)는 각각 2.43일과 1.46일이었다 (Fig. 3). 특이연도인 2014년 자료만 추출하면 개나리의 경우 오히려 RMSE가 1.18일로 개선되었으며, 벚꽃에서도 1.61일로 크게 나빠지지는 않았다.

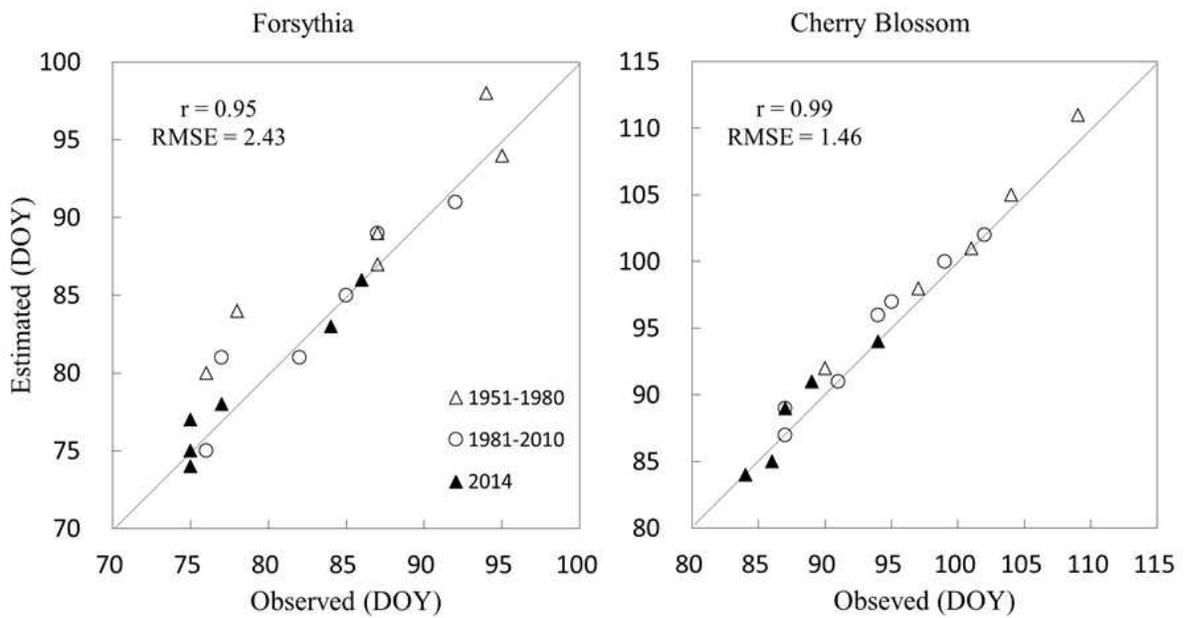


Fig. 3. Performance of the GDD-based heating requirement in estimating average flowering dates of forsythia and cherry blossom for the past (1951-1980, empty triangle) and the current (1981-2010, empty circle) period. The filled triangle represents the case for the year 2014.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 (과제번호: PJ009292)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인용문헌

Aron, R. H., 1983: Availability of chilling temperatures in California. *Agricultural Meteorology* 28, 3 51-363.

- Cesaraccio, C., D. Spano, R. L. Snyder, and P. Duce, 2004: Chilling and forcing model to predict bud-burst of crop and forest species. *Agricultural and Forest Meteorology* 126, 1-13.
- Chmielewski, F-M., A. Muller, and E. Bruns, 2004: Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. *Agricultural and Forest Meteorology* 121, 69-78.
- Jung, J. E., E. Y. Kwon, U. Chung, and J. I. Yun, 2005: Predicting cherry flowering date using a plant phenology model. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 7, 148-155. (In Korean with English abstract)
- Kim, J. H., E. J. Lee and J. I. Yun, 2013: Prediction of blooming dates of spring flowers by using digital temperature forecasts and phenology models. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 15, 40-49. (In Korean with English abstract)
- Oh, S. D., S. M. Kang, D. I. Kim, M. S. Kim, and W. S. Kim, 2004: *Fruit Tree Physiology in Relation to Temperature*. Gilmogeum, Seoul, Korea, 364pp. (In Korean)
- Richardson, E. A., S. D. Seeley, and D. R. Walker, 1974: A model for estimating the completion of rest for Redhaven and Elberta peach trees. *HortScience* 9, 331-332.
- 기상청, 1994: 계절관측요령, 기상청, 131pp