

## 최근의 봄꽃 개화 추이와 2014년 개화시기의 혼란

이호승 · 김진희 · 윤진일\*

경희대학교 생명과학대학

(2014년 10월 8일 접수; 2014년 11월 5일 수정; 2014년 11월 5일 수락)

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

Ho-Seung Lee, Jin-Hee Kim and Jin I. Yun\*

*College of Life Sciences, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea*

(Received October 8, 2014; Revised November 5, 2014; Accepted November 5, 2014)

### ABSTRACT

The spring season in Korea features a dynamic landscape with a variety of flowers such as magnolias, azaleas, forsythias, cherry blossoms and royal azaleas flowering sequentially one after another. However, the narrowing of south–north differences in flowering dates and those among the flower species was observed in 2014, taking a toll on economic and shared communal values of seasonal landscape. This study was carried out to determine whether the 2014 incidence is an outlier or a mega trend in spring phenology. Data on flowering dates of forsythias and cherry blossoms, two typical spring flower species, as observed for the recent 60 years in 6 weather stations of Korea Meteorological Administration (KMA) indicate that the difference spanning the flowering date of forsythias, the flower blooming earlier in spring, and that of cherry blossoms that flower later than forsythias was 30 days at the longest and 14 days on an average in the climatological normal year for the period 1951-1980, comparing with the period 1981-2010 when the difference narrowed to 21 days at the longest and 11 days on an average. The year 2014 in particular saw the gap further narrowing down to 7 days, making it possible to see forsythias and cherry blossoms blooming at the same time in the same location. ‘Cherry blossom front’ took 20 days in traveling from Busan, the earliest flowering station, to Incheon, the latest flowering station, in the case of the 1951-1980 normal year, while 16 days for the 1981-2010 and 6 days for 2014 were observed. The delay in flowering date of forsythias for each time period was 20, 17, and 12 days, respectively. It is presumed that the recent climate change pattern in the Korean Peninsula as indicated by rapid temperature hikes in late spring contrastive to slow temperature rise in early spring immediately after dormancy release brought forward the flowering date of cherry blossoms which comes later than forsythias which flowers early in spring. Thermal time based heating requirements for flowering of 2 species were estimated by analyzing the 60 year data at the 6 locations and used to predict flowering date in 2014. The root mean square error for the prediction was within 2 days from the observed flowering dates in both species at all 6 locations, showing a feasibility of thermal time as a prognostic tool.

**Key words:** Flowering date, Phenology, Forsythia, Cherry blossom, Climate change



\* Corresponding Author : Jin I. Yun  
(jyun@khu.ac.kr)

## I. 서 언

봄꽃의 개화는 온대지방에서는 겨울에서 봄으로의 계절변화를 나타내고, 늦고 이름에 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 줄어들었다.

이 같은 개화기 혼란이 지속적으로 자주 발생할 경우 자연생태계 교란은 물론 계절경관의 경제적, 공익적 가치가 훼손될 것이 우려된다. 개화라는 것은 종자를 얻기 위해 필수적으로 거치는 과정으로, 개화기에 변화가 생기면 종자성숙기 또한 변화된 개화기의 영향을 받을 수 있다. 개나리와 벚꽃의 화종 간 개화시기 차이가 줄어든다는 것은 과수에 있어서 과종 혹은 품종 간 개화시기, 나아가 결과기의 차이가 줄어들 것을 의미한다. 이 경우 다른 시기에 수확되던 과일들이 거의 같은 시기에 수확되고 시장출하가 이루어질 수 있다. 실제로 2014년 여름 과일의 지역 및 과종 간 홍수출하에 의한 가격폭락이 보도된 바 있어(조선일보, 2014년 7월 28일자 기사), 봄꽃 개화기 혼란의 원인을 밝히고 예측하는 일이 시급하다.

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 *et al.*, 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.

## 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 자료축적기간을 감안하여 서울, 인천, 대구, 전주, 부산, 목포 등 총 6지점으로부터 수집하였다(Fig. 1).

지점별 계절관측자료 중 개나리, 벚꽃 개화일에 대하여 1951년부터 2010년까지 60년 기간과 특이연도인 2014년 개화일 자료를 이용하였다. 이들 지점에

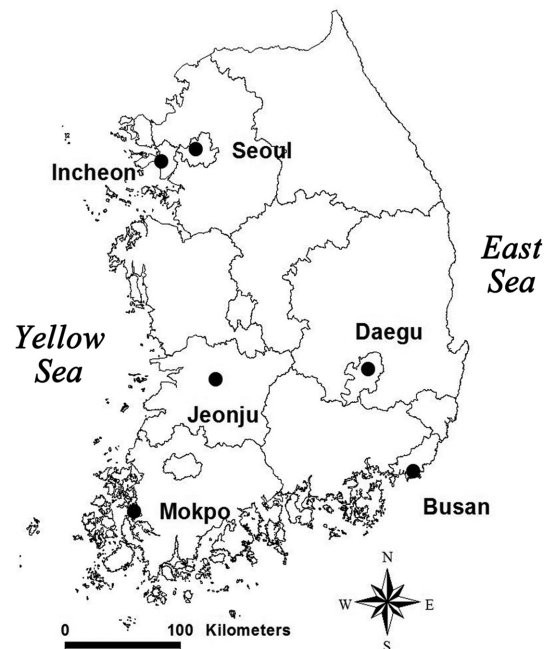


Fig. 1. Geographical locations of 6 sites where both air temperature and plant phenology data are available for the 1951-2010 period.

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 온도 시간(thermal time)을 누적시킨 적산온도 혹은 성장도일(GDD, growing degree day)이 사용된다. 온대영년 식물인 경우 휴면기간 중 꽃눈이 적당기간의 저온상태를 경과해야 하므로 휴면이 끝난 후 온도시간을 계산하여 성장량이 일정 규모에 도달하면 출엽, 개화 등 발육단계에 이른다 고 가정한다. GDD 계산과정에서 기준온도는 해당 식물의 성장개시온도를 사용하는데, 개나리와 벚꽃의 경우 정확한 값이 보고되지 않았으며 실제 휴면해제일도 알 수 없다. 본 연구에서는 연도와 무관하게 매년 2월 15일을 휴면해제일로, 기준온도는 5°C로 상정하였다. 1951년부터 2010년 기간 중 매년 2월 15일 이후 성장개시온도 5°C를 기준으로 일별 GDD를 다음 식에 의해 추정하여 4월 30일까지 적산하였다.

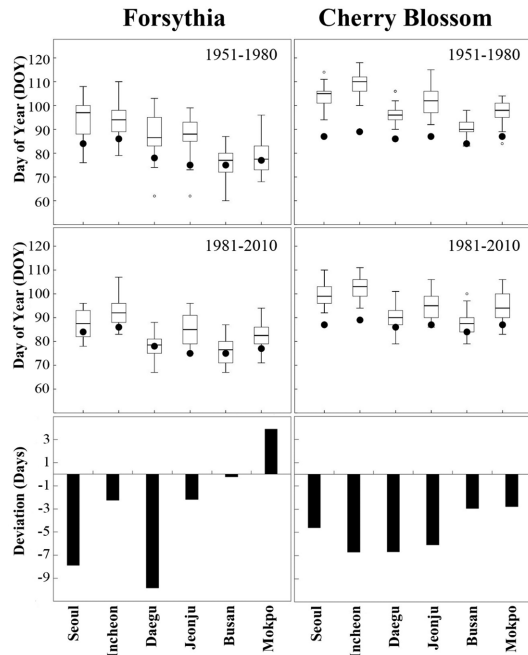
$$GDD = (T_{Max} + T_{Min}) / 2 - T_{Base} \tag{1}$$

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

**III. 결과 및 고찰**

**3.1. 개화일 변동추세**

‘봄꽃전선’은 남동부 해안(부산)에 상륙하여 대구를 거쳐 서울을 향해 북서진한다. 이 축에서 벗어난 호남 지방, 특히 서해안 지역은 동일위도 상 예상 개화시기보다 실제 개화가 늦은 편인데, 최남단인 목포의 개화시기는 부산은 물론 훨씬 북쪽인 대구와 비슷하거나 오히려 늦다. 이러한 경향은 서해안인 전주와 인천에서도 나타나므로, 개화일 이동양상을 부산-대구-서울을 잇는 한반도 동부경로와 목포-전주-인천을 잇는 서



**Fig. 2.** 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.

부경로로 구분할 수 있다(Fig. 2 상, 중단). 최근 60년을 두 개의 기후학적 평년기간(1951-1980, 1981-2010)으로 나누어 보면 벚꽃의 경우 모든 지점에서 개화일이 평균 3-7일 균일하게 단축되었지만, 개나리의 경우 부산은 변화가 없었고 목포에서는 오히려 지연되었으며 대구에서는 열흘 가까이 단축되는 등 지점에 따라 불균일한 특징을 보인다(Fig. 2 하단). 특히 2014년의 경우 부산을 제외한 전 지점에서 벚꽃은 과거평년(1951-1980)에는 관찰된 적이 없는 이른 날짜에 개화하였으며, 서울과 인천의 조기개화는 기후변화가 반영된 최근 30년 동안 한번도 관찰되지 않았을 정도의 ‘이변’에 속한다. 반면 같은 해 개나리의 개화시기는 1981-2010 평년 개화일 변동범위에 포함되어 ‘이변’이라 할 수는 없고, 지역간 개화일 변동폭도 크게 달라지지 않았다.

남북에 따른 순차적인 개화특성도 화종 간에 차이를 보였다. 벚꽃의 경우 과거평년(1951-1980)에는 남쪽과 북쪽의 개화일 변이가 3월 31일부터 4월 19일로, 부

산에 벚꽃전선이 상륙한 이후 인천에서 벚꽃을 보기가 20일 넘게 기다려야 했다. 현재평년(1981-2010)에는 3월 28일부터 4월 12일로 과거평년에 비해 크게 앞당겨지면서 변동폭도 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 개화시기가 크게 앞당겨지지 않아서 3월 17일부터 4월 2일 사이에 분포하며, 2014년의 경우에도 지역간 변동 범위가 12일 정도로서 벚꽃의 6일에 비해 지점 간 개화간격이 유지되고 있는 편이다(Fig. 2 좌단).

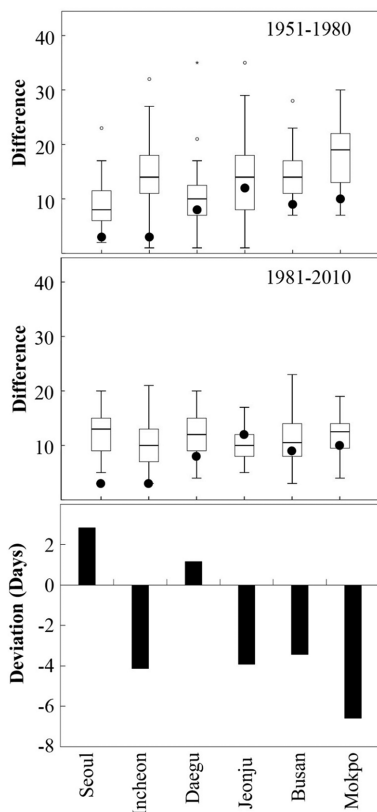
화중 간 개화일 편차의 변화도 감지되는데(Fig. 3), 확률분포 범위를 벗어나는 이상치(outlier)가 많았던 과

거에 비해 지금은 화중 간 편차의 연차변이가 특히 목포, 전주, 인천에서 줄어들었다. 화중간 개화일 편차의 평균값 역시 목포, 전주, 인천을 중심으로 상당히 줄어들어 한 지역에서 개나리 개화 후 벚꽃 개화까지의 대기시간이 과거에 비해 단축되었고, 지점간의 변이도 크게 줄었다. 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 2014년에는 10일 이내로 단축되어 같은 장소에서 벚꽃과 개나리를 거의 동시에 볼 수 있게 되었다. 지점별로 살펴보면, 과거평년에는 목포(20일), 부산, 전주, 인천, 대구, 서울(8일) 순으로 벚꽃 개화일 지연정도가 컸으나, 현재평년에는 목포, 부산, 전주, 인천에서는 줄어들고, 서울, 대구에서는 오히려 늘어나 지점별 차이가 거의 없어진 상태이다(Fig. 3).

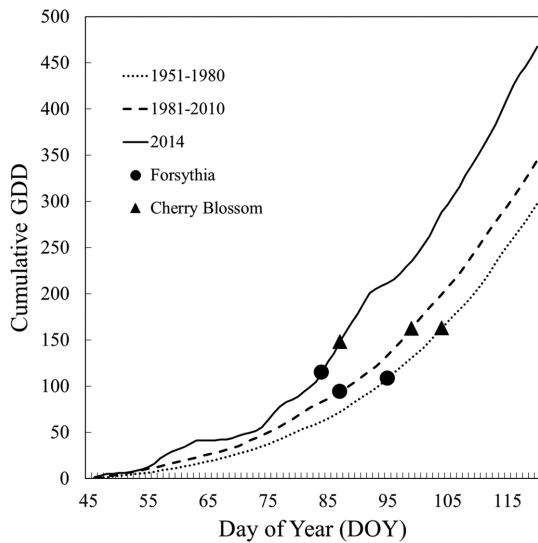
### 3.2. 온도시간 변동추세

지난 60년 동안 6개 지점에서 관찰된 봄꽃 개화일 변화를 가져온 근본 원인으로 지구규모의 온난화는 물론 도시화에 의한 국지적 기온상승이 지목되고 있다. 하지만 명확한 인과관계 설정과 구체적인 영향평가를 위해서는 추가 자료를 이용한 정량적인 연구가 더 필요할 것으로 보인다. 이 논문에서는 다만 6개 지점 가용자료에 근거하여 온도시간의 연차변이가 같은 기간의 개화일 변동을 설명할 수 있는 지 검토하였다.

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 이르고 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 > 현재 평년 > 과거평년의 순으로 많았다(Fig. 4). 두 평년의 평균 개화일은 서로 달랐지만 개화일까지 누적된 생장



**Fig. 3.** 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.



**Fig. 4.** Accumulation of growing degree days (GDD) over 5°C at Seoul weather station since February 15 averaged for the past (1951-1980) and the current (1981-2010) period. Solid line represents the same for the year 2014. Symbols indicate observed flowering dates.

량(적산 GDD)은 거의 같았으며 개화일이 크게 앞당겨진 2014년에도 이런 경향은 유지되었다. 약간의 차이는 있지만 한 지역 내에서는 날짜와 무관하게 적산 GDD가 일정 수준에 도달하면 개화가 시작되는 것으로 보여 개화에 필요한 고온요구량이 식물에 따라 일정하다는 가설은 타당해 보인다(Jung *et al.*, 2005).

이 가설에 따라 개나리와 벚꽃의 지점별 개화에 필요한 고온요구량을 추정해보았다. 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. 2014년의 개화일을 기준 시점으로 두고 6개 지점의 개나리 개화시기인 3월 11일부터 20일까지, 벚꽃의 개화시기인 3월 21일부터 30일까지 일 평균 GDD를 계산해 보았다. 그 결과 2014년 개나리 개화시기의 GDD 축적속도는 과거 60년 동안 평균에 비해 겨우 0.99°C/day 증가에 불과한 반면, 벚꽃 개화시기에는 2.84°C/day나 더 빨라져 이 해 봄의 기온변동양상이 벚꽃 개화일 단축에 훨씬 유리하게 작용하였다. 이에 따라 개화한 개나리가 미처 지기도 전에 벚꽃의 만개가 가능한 지점이 생겼을 것이다.

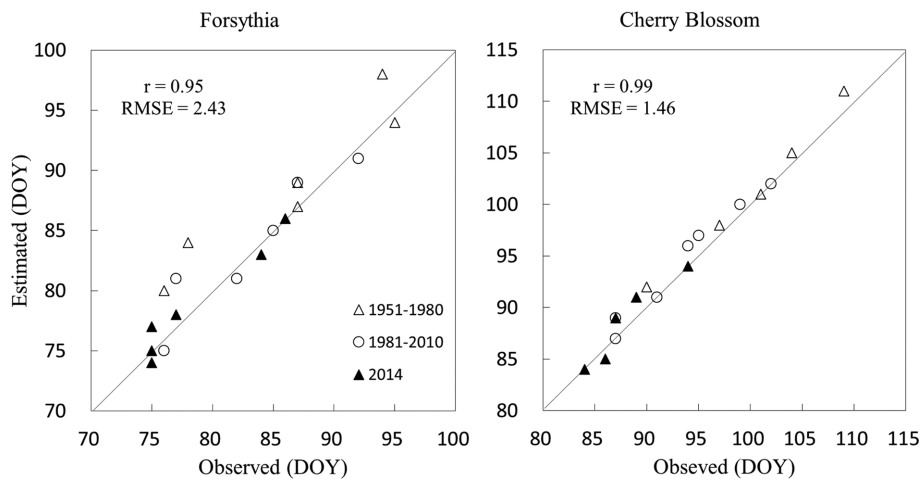
**3.3. 봄꽃 개화일 예측 가능성**

다음에는 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. 5). 특히 연도인 2014년 자료만 추출하면 개나리의 경우 오히려 RMSE가 1.18일로 개선되었으며, 벚꽃에서도 1.61일로 크게 나빠지지는 않았다.

이 연구에서 사용한 개화일 관측자료는 기상관서에

**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 |



**Fig. 5.** 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.

서 동일한 계절관측요령에 따라 얻어지긴 하지만, 관측목 자체의 비균질성은 물론, 관측환경의 지역특이성, 부적절한 생육환경, 관측자의 숙련도 차이 등에 의해 불가피한 오차가 내재된 것임을 감안한다면 이 정도 예측능력은 상당히 우수한 결과이다. 또한 개화일 예측모형의 전국적인 적용을 위해 Kim *et al.*(2013)이 단일모형에 의해 계산한 개나리, 진달래, 벚꽃 개화에 상일 결과값에 지역 간 오차를 보정하는 방법으로 얻은 추정오차(RMSE 3~4일)에 비해서도 뒤지지 않는 결과이다. 물론 이 결과는 6개 지점에 한정하여 얻은 것이므로, 전국 적용을 위해서는 이들 지점별 고온요구량을 토대로 적절한 공간내삽을 통해 나머지 지점들의 고온요구량을 도출해야 한다.

## 적 요

한반도의 봄철은 산수유, 매화, 목련, 진달래, 개나리, 벚꽃, 철쭉 등 다양한 꽃이 순차적으로 개화하는 동적인 경관을 특징으로 한다. 덕분에 지자체들은 봄꽃축제를 통해 관광수입을 올려왔으며, 봄꽃을 따라 남쪽에서 북쪽으로 이동하는 양봉업자는 장기간에 걸쳐 밀원을 확보할 수 있었다. 하지만 최근 봄꽃 개화일의 지역 간 차이와 화종 간 차이가 동시에 줄어들어 계절경관의 경제적, 공익적 가치가 훼손되고 있다. 대표적인 봄꽃인 개나리와 벚꽃의 개화일을 60

년 이상 관측해온 6개 기상관서의 자료에 의하면, 먼저 피는 개나리와 늦게 피는 벚꽃의 개화일 편차가 1951-1980 평년에는 최장 30일, 평균 14일이었지만, 1981-2010 평년에는 최장 21일, 평균 11일로 단축되었다. 특히 2014년에는 7일로 단축되어 같은 장소에서 벚꽃과 개나리를 동시에 볼 수 있게 되었다. 또한 부산에서 서울까지 벚꽃전선이 이동하는 데 1951-1980 평년의 경우 20일이 소요되었으나 1981-2010 평년에는 16일로 줄었으며, 2014년에는 6일로 좁혀졌다. 같은 기간 개나리전선은 20일→17일→12일로 단축되었다. 두 봄꽃의 개화일이 근접해진 이유는 휴면해제 직후 이른 봄의 완만한 기온상승에 비해 늦은 봄의 급격한 기온상승으로 대표되는 한반도의 최근 기후변화양상이 일찍 피는 개나리보다 늦게 피는 벚꽃의 개화를 더욱 앞당겼기 때문으로 추정된다. 지난 60년간 자료로부터 온도시간을 기반으로 개화에 소요되는 고온요구량을 지점별로 도출하여 2014년의 개나리와 벚꽃 개화일을 추정한 결과 평방근오차 2일 이내의 좋은 성적을 얻었다.

## 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ009292)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 제 1저자의 경희대학교 대학원 식물환경신소재공학과 석사학위 논문중 일부임.

## REFERENCES

- Aron, R. H., 1983: Availability of chilling temperatures in California. *Agricultural Meteorology* **28**, 351-363.
- 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.
- Yun, J. I., 2006: Climate change impact on the flowering season of Japanese cherry (*Prunus serrulata* var. *spontanea*) in Korea during 1941-2100. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **8**, 68-76. (In Korean with English abstract).
- 기상청, 1994: 계절관측요령, 기상청, 131pp.
- 조선일보, [한반도 이상기후의 공습] 따뜻했던 겨울 탓에... 양과 農家 가격하락 올상, 2014년 7월 28일자 기사.
- 조선일보, [한반도 이상기후의 공습] 복숭아 · 수박 전국서 동시에 쏟아져... 값 30% 하락(26일 복숭아 한상자 29%, 지난달 수박 30% 내려), 2014년 7월 28일자 기사.