

## 과수개화기와 관련된 기후변동성 및 기상재해

이양수, 심교문, 신용광, 김건엽  
농업과학기술원

### **The vulnerability of fruit trees under climate change**

Yang-Soo Lee, Kyo-Moon Shim, Yong-Kwang Shin, and Gun-Yeob Kim

*National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea*

#### 1. 서언

21세기 농업 주변환경에 대한 일반적인 전망은 농지부족의 심화, 수자원의 고갈, 토지 생산성의 한계 등 국지적인 여건의 악화와 함께 기후변화에 따른 이상기상의 출현 등 비관적인 예측이 우세하다. 세계도처에서 빈발하고 있는 이상기상의 출현은 그 유래를 찾아볼 수 없을 정도이며, 우리나라에서도 2002년 8월31일 태풍 루사 통과 시 강원도 강릉 지역에 하루 강수량 870.5mm의 집중호우를 쏟아 부었고, 2005년 9월7일 제14호 태풍 나비는 동해안을 통과하면서 울산지역에 하루 강수량 622mm를 기록하는 등 많은 피해를 남겼다. 이러한 기후변화의 파급효과가 사회 경제 전반에 미치는 영향은 막대하다고 할 수 있다. 지구변화와 이로 인한 부정적 효과가 인류의 공통 관심사임을 세계는 인정하여 기후변화에 관한 국제연합 기본협약의 틀을 마련하였고 금년 2월 그 실천사항인 교토의 정서를 발효하기에 이르렀다. 우리나라의 기후변화시나리오를 살펴보면 현재 연평균기온이 11-15℃ 범위인 곳은 2℃가 올라간다고 해도 여전히 온대기후이지만, 제주와 서귀포는 가장 추운 달의 평균기온이 6.1℃ 이상이 되어 아열대기후로 들어가게 되며(윤, 1998), 기후값으로 본 평야지의 작물기간은 춘천의 201일부터 제주의 245일까지 44일의 차이를 두고 분포하는데, 만약 이산화탄소의 농도가 현재의 배로 높아졌을 때 지구온난화가 2℃ 상승으로 나타난다면 작물기간은 10~29일이 길어지게 된다고 한다. 이러한 예측은 작물의 생육가능기간이 늘어난다는 장점을 가지게 되지만 지구온난화는 연평균온도에 대한 개념일 뿐이고, 그 안에서 일어나는 기상이변은 오히려 더욱 심각해질 수 있다(IPCC, 1996). 기후변화를 완화시키는 방법으로 온실가스 배출량을 줄이는 일도 중요하지만 기후변화에 따른 농업분야의 취약성을 파악하고 농업부문의 적응능력을 향상시키는 일이 무엇보다 중요하다. 특히, 지표면의 대기온도는 온대활엽수림의 생물기후학적인 요소 중에서 가장 중요한 요인인데, 식물은 어떤 다른 계절보다도 봄철에 더 많은 반응을 가지는 년주기를 가지고 있다고 알려져 있다. 본 발표에서는 특히 과수재배기간의 지표면 대기온도의 연도별 변화와 늦서리출현일의 장기변화 등 기후변화의 현황을 파악하여 그 분야의 연구를 강화함으로써 기후변화 적응으로 품질과 수량 면에서 지속성을 유지할 수 있도록 대응 방안의 기초자료를 제시하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

과수의 만개를 예측하기 위해서는 과수의 개화에 영향을 미치는 요소와 그 크기에 따른 효과를 알아야 하고, 그들이 과수의 발육과 어떤 관계를 가지고 있는지를 알아야 한다. 그러므로 우선 과수가 만개기에 다가가는 발육속도(development rate ; DVR)와 그 속도에 의하여 도달되는 발육단계(development rate ; DVS)로 나누어 생각하여야 하는데 다음과 같은 식을 적용하였다.

- 1) 사과(후지) :  $DVR_i = [1/(95.6-4.5t)] \times 100$
- 2) 배(신고) :  $DVR_i = [1/(107.94 \times 0.9^t)] \times 100$
- 3) 복숭아(창방조생) :  $DVR_i = [1/(73.6-3.8t)] \times 100$
- 4) 포도(캠벨얼리) :  $DVR_i = [1/(131.1-4.1t)] \times 100$

여기에서 t는 일평균기온인데 5℃보다 낮을때는 발육이 멈추는 것으로 하였다. 매일의 DVR값을 누적 합산하여가면서 100%에 도달하는 날을 만개기로 하였다.

연도별 기상자료(평균기온값과 서리출현일)는 기상청에서 발행하는 기상연보를 참고로 하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 연대별 과수만개기 비교

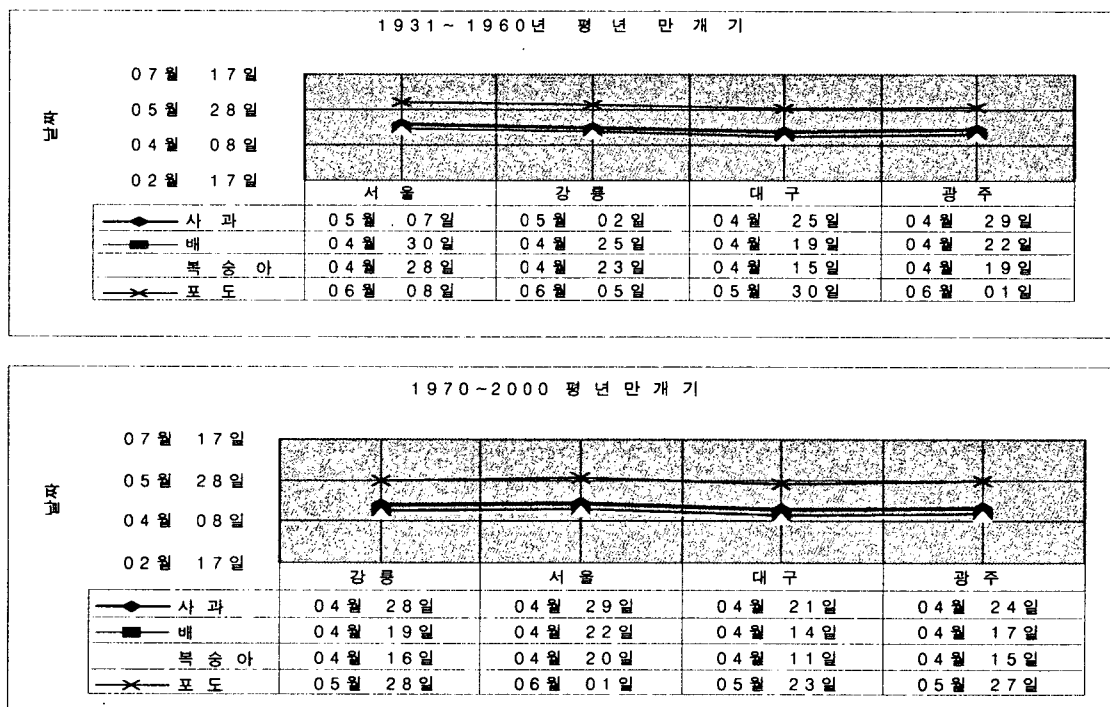


Fig. 1. Comparison of full bloom days between 1931-1960 and 1971-2000 period for fruit trees.

작물의 생육이 재개되거나 수목의 활동이 시작되는 3월 평균기온은 1900년대 초반에 비

하여 후반에는 2℃ 이상 높아졌으며 벚꽃개화일도 20-30년대까지는 4월15일 전후였으나 1990년대에는 벚꽃개화일이 10일 정도 빠른 4월5일 전후로 나타나서 전체적으로 기온이 높아지면서 개화일이 빨라지는 것으로 나타났다(이 등, 2005).

이 같은 현상은 과수에서도 마찬가지로 사과는 대구에서 1931-1960년대에는 4월25일경의 만개기가 1970-2000년대에는 4월21일로 4일 정도 빨라진 것을 알 수 있다. 광주지방 1931-1960년대에 배는 4월22일이던 만개기가 1970-2000년대에는 4월 17일로 5일가량 앞당겨졌으며, 복숭아, 포도도 각각 3-11일 가량 앞당겨진 것으로 나타났다(Fig. 1).

### 3.2 사과만개기의 연도별 변화 추정(충주, 대구)

비교적 장기 기상자료를 이용하여 사과만개기의 연도별 변화를 추정한 결과, 충주에서는 100년에 20일 정도, 대구에서는 18일 정도의 빠르기로 사과만개기가 앞당겨지는 것을 알 수 있다. 그러나 최근들어 만개기의 연도별 변동 폭이 증가되어 기상재해의 위험성도 그 만큼 증가된 것으로 나타났다(Fig. 2).

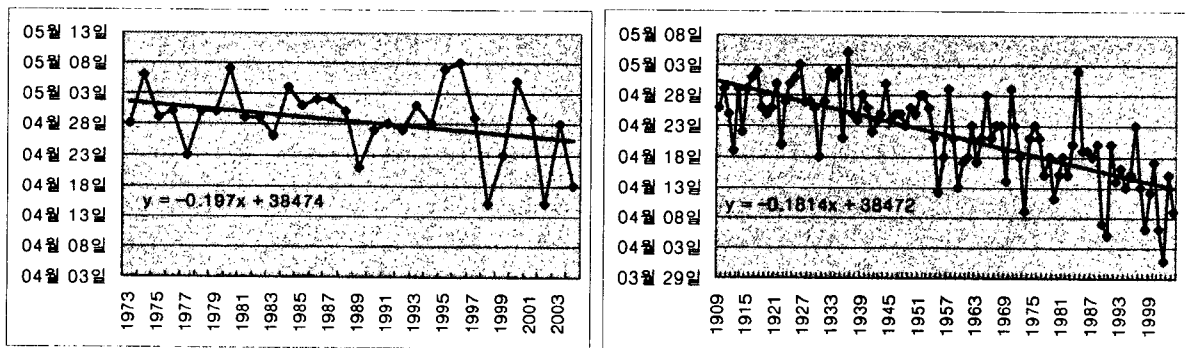


Fig. 2. Yearly changes of full bloom day for apple trees (left, Chuoongju; right, Daegu)

### 3.3 연대별 만상출현일의 변화

이상기상과 기후의 관측 그리고 예측된 변화의 확신성에 대한 추정으로서 세계의 기후학자들은 거의 대부분의 육지지역에서 최고기온 및 최저기온과 더운 날이 증가하고, 추운 날과 서리일이 거의 발생하지 않을 것이라는 예측된 변화의 확신성에 대하여 매우 그럴 것이라는 대답을 주고 있다. 또한 대부분의 육지지역에서 기온의 일교차가 줄어들 것이라는 현상의 변화에 대하여도 매우 그럴 것이라는 예측된 변화의 확신성을 주고 있으며, 많은 지역에 걸쳐 폭우현상이 증가하고 대부분 중위도 대륙의 내륙에 걸쳐 여름철 대륙의 건조현상과 가뭄의 증가할 것이라고 예측에 대한 확신성을 갖고 있다.

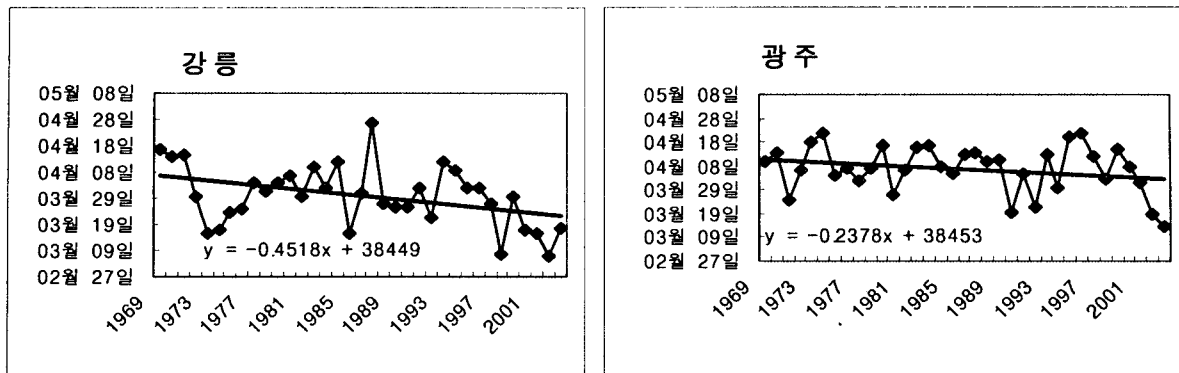


Fig. 3. Yearly changes of last occurrence date of frost (left Gangreung, right Kwangju)

Fig. 3에서는 강릉과 광주의 늦서리 출현일의 변화를 살펴보았다. 과수의 만개기와 마찬가지로 늦서리 출현일은 강릉의 경우 100년에 45일, 광주의 경우 100일에 24일 정도 앞당겨지는 것으로 나타나, 기후학자들이 예견한 서리일이 거의 발생하지 않을 것이라는 확신을 뒷받침하여 주고 있다.

### 3.4 기상재해(돌풍에 의한 과수의 낙과)

과수에 대한 기상재해는 겨울철의 동해와 봄철의 서리해, 강풍에 의한 과수의 낙과 등을 들 수 있다. Fig. 1, 2, 3에서와 같이 만개기와 서리일이 빨라지고 기후자원량이 결과적으로 증가하는 방향으로 작용하지만 변동 폭이 커져서 기상재해의 위험성도 그만큼 증가되므로 오히려 농업에 불리한 쪽으로 생각할 수 있다. Fig. 4는 경북 의성군 옥산면 일대 사과원에서 돌풍에 의한 낙과가 발생하여('05. 8. 15), 의성 등 인근 기상관측소의 순간최대풍속 및 발생시간을 조사하였다.

Fig. 5는 안동 : 12.4 m/s (08. 15, 16:24), 의성 : 13.9 m/s (08. 15, 16:29), 군위 : 17.5 m/s (08. 15, 16:55)로 피해 당일(2005. 08. 15) 순간최대풍속의 등치선을 나타낸 것으로 안동, 의성, 구미, 합천, 대구, 영천, 포항지역의 순간최대풍속은 10~15 m/s로 조사되었다. 현재의 농작물재해보험은 보험약관상 폭풍우의 경우 최대풍속 14m/s 이상 또는 최대순간풍속 20m/s 이상의 폭풍우에 의해 손해가 발생하였을 경우 이를 보상하고 있다. 돌풍은 워낙 국지적이고 돌발적인 현상이므로 인근 기상관측소가 해당 과수원의 풍속을 정확히 측정한다는 것은 불가능하므로 해당 과수원에서 발생한 다수의 낙과현상과 일부 과수의 쓰러짐과 같은 현지 피해현황을 참고하여 인근 기상관측소보다는 훨씬 강한 바람이 불었을 것을 추정할 수 있으므로 돌풍과 같이 국지적인 기상현상으로 인한 피해는 해당 과수원의 실사를 통해 손해를 평가하는 방법도 고려하여볼 만 하다. 아울러 기후변화에 따른 기상변동성이 심화되고 있으므로 기상재해에 대한 사전사후대책을 수립하고 피해추정 및 산정 등에 대한 세밀한 연구 검토가 이루어져야 할 것이다.



Fig. 4. Damages of apple tree by a gust wind.

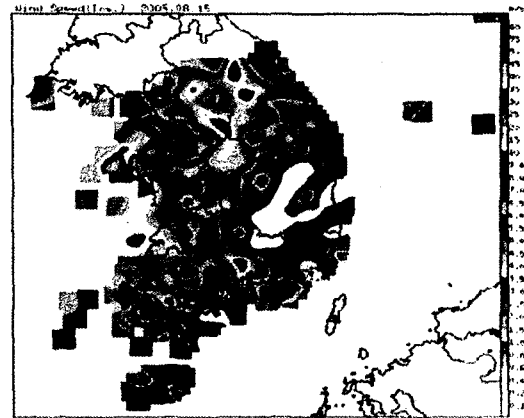


Fig. 5. Distribution of greatest gust wind speed

## 인용문헌

농업과학기술원, 2005: 농업분야 기후변화 적응 및 온실가스 감축연구 워크숍 발표자료집

농촌진흥청, 1990: 주요과수재배지대의 기후 특성

기상청, 1991, 2001: 한국기후표

중앙기상대, 1968: 한국기후표 제1편(1931-1960)

윤성호, 1998: 기후변화에 따른 농업생태계 변동과 대책. 21세기 한반도 농업전망과 대책. 경상대학교 개교50주년기념 한국작물학회와 한국육종학회 공동주관 심포지엄 회보. 313-335.

IPCC, 1996: *Climate Change 1995 : The science of climate change, summary for policymakers*. Cambridge University Press.