

충주지역에서의 사과 후지 품종의 만개기 추정

이양수 · 이정택 · 심교문 · 황규홍

농업과학기술원

(2002년 5월 8일 접수; 2002년 6월 8일 수락)

Estimation of Full Bloom Stage of Apple (*Malus domestica* Borkh. cv. Fuji) in Chungju Area

Yang-Soo Lee, Jeong-Taek Lee, Kyo-Moon Shim and Kyu-Hong Hwang

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

(Received May 8, 2002; Accepted June 8, 2002)

ABSTRACT

This study was conducted to estimate the full bloom stage of the Fuji apple at e in different elevations at Chungju area. The lapse rate of air temperature related to the elevation in Chungju area was calculated and applied to estimate the full bloom stage of the Fuji apple cultivar at different elevations. The data for nine levels of elevations at 150, 250, 350, 555, 710 m with the direction of S-W in the Mt. Gyemyong and at 165, 255, 415, 545 m with the direction of N-W in the Mt. Nam were analyzed. The lapse rate range were 0.89°C per 100 m elevation in the Mt. Gyemyong and 0.74°C in the Mt. Nam respectively. The difference of full bloom stage at different elevations was 4 to 5 days per 100 m and its range was from April 29th at 100 m to May 10th at 400 m.

Key words : Full bloom stage, Fuji apple, topographical conditions

I. 서 론

충주지역은 우리나라의 중앙부에 위치하며 동남쪽으로 소백산맥의 여맥인 계명산, 남산, 대림산, 월악산과 서쪽으로 둘러싸인 내륙분지로 형성되어 있다. 위도상으로는 북위 37도 부분을 차지한 중위도 지역으로 온대 계절풍 지대를 형성하여 사계의 구별이 뚜렷하며 한서의 차가 심한 기후로 특히 일교차가 크고 일조량이 많아 맛과 향이 좋은 사과주산지로 이름이 높다. 그러나 분지이기 때문에 표고가 낮은 지역은 오히려 서리해의 위험이 있다(윤진일, 1999; 황규홍, 2002; Toritani 1990). 따라서 이 지역의 표고에 따른 기온 분포를 이해하고, 기상재해를 회피 또는 경감시킬 수 있는 알맞은 적정품종의 선택이나 재배시기를 설정하는 것이 농업경영면에서 유리하다. 이러한 면에서 과

수에서의 만개기 예측은 기상전망에 따른 과수의 재배 관리에 대한 영농계획을 보다 정확하게 세워 경제적인 과수원 경영을 꾀할 수 있을 것이고 기상재해에 대비한 여유를 가질 수 있게 할 것이다.

본 연구에서는 충주지역에서 표고가 다른 9개 지점(계명산 5지점, 남산 4지점)에서 측정된 기온 관측자료를 분석하여 기온이 표고가 높아짐에 따라 일정한 비율로 변화하는 단열조건에 의한 기온체감율을 밝히고, 표고별 사과의 만개기를 추정하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험에서는 thermistor 타입의 온도센서(-37 ~ +46°C)를 이용하여 온도를 측정하고 자료를 수집하였다. 가능한 한 지면 1.5 m 높이에서 측정하였으며,

온·습도 센서에 직사광선 및 빗물이 접촉되지 않도록 조치하였다. 측정장소는 충주 계명산 남서사면 표고 150, 250, 350, 555, 710 m와 남산 북서사면 165, 255, 415, 545 m에 온도계를 설치하였다. 1998년 4월 12일부터 5월 12일까지 1개월간 1시간 간격으로 자동 측정하였다. 작물정보로써 연도별 사과 만개기는 1993년부터 1998년까지 ‘후지’ 품종에 대하여 조사한 자료를 충주시 농업기술센터로부터 제공받았으며, 충주 관측소에서 측정한 평년값 및 평균기온값을 사용하여 발육속도 예측에 적용하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1. 표고별 일 평균기온추정

Fig. 1은 충주 계명산 남서사면 표고 150, 250, 350, 555, 710 m에서 30일간 측정한 시간별 기온자료의 표고별 변화를 시간대(6시, 12시, 18시, 24시)별로

나타내고 24시간 평균값과 표고와의 관계로부터 1차 회귀식으로 일 평균기온의 체감율을 구한 것이다. 오전 6시와 24시경에는 250 m 지역에서 기온의 역전 현상이 나타났으나 전체적으로 평균하여 100 m 상승함에 따라 일평균 기온은 0.89°C의 일정한 비율로 체감하는 것을 알 수 있었다. 한편 Fig. 2에서와 같이 남산 북서사면 165, 255, 415, 545 m에서 측정한 시간별 기온자료와 표고와의 상관으로부터 0.74°C/100 m의 비율로 기온이 체감하여 남서사면에서의 기온체감 보다는 적은 것으로 나타났다. 중위도 지방에서는 위도 1°(수평거리 100 km에 상당) 증가함에 따라 1°C 정도의 평균기온이 낮아지고 표고 100 m 높아짐에 따라 수증기를 품은 습윤공기의 온도는 대체로 0.56~0.62°C 범위에서 체감하는 것으로 알려져 있는데 (Uchijima, 1983; 윤, 1999), 충주지역의 경우는 이보다 기온체감이 심한 것으로 나타났다. 태백산간지방에서의 기온체감율을 조사한 바에 의하면(이 등, 1984),

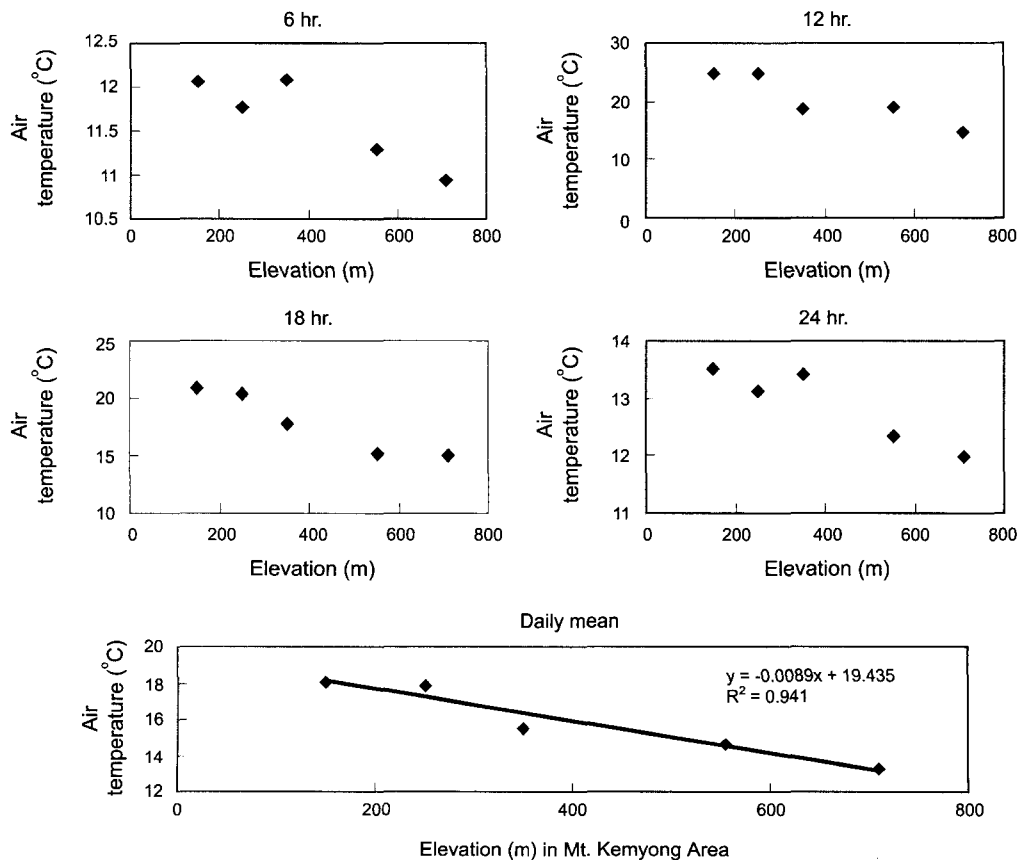


Fig. 1. Lapse of mean air temperature related to the elevation in Mt. Kemyong area in Chungju district(south-east slope).

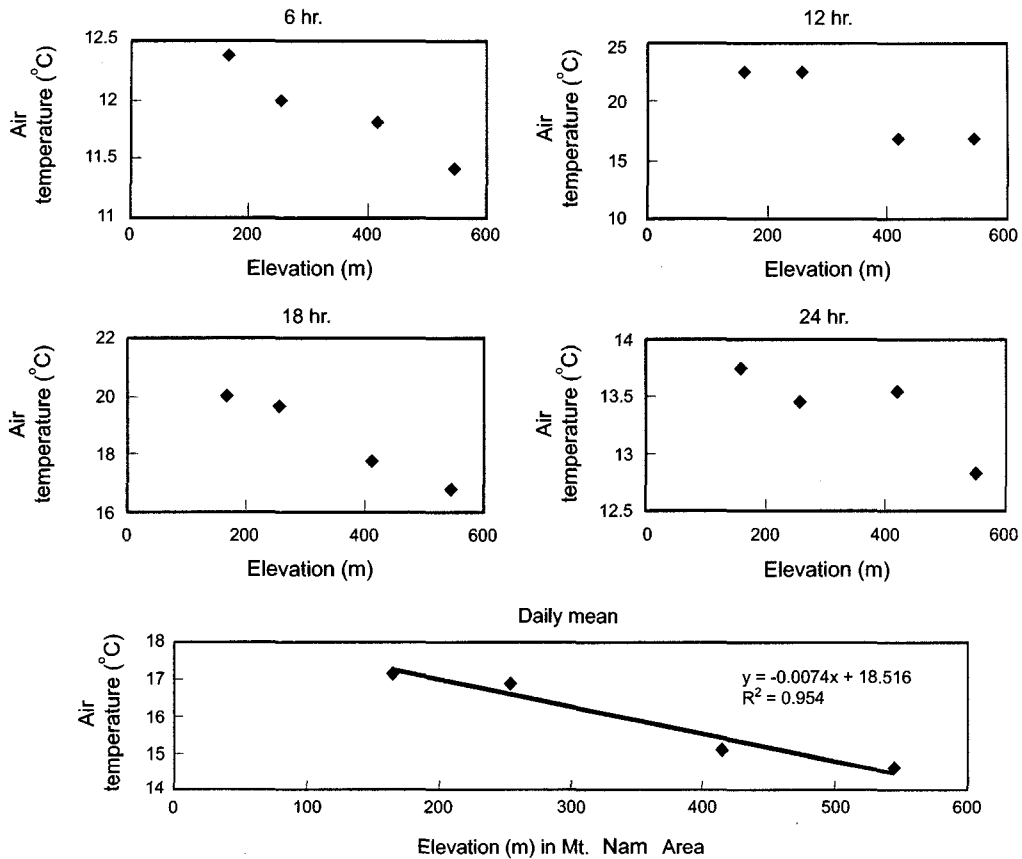


Fig. 2. Lapse of mean air temperature related to the elevation in Mt. Nam area in Chungju district (north-west slope).

평창군에서 조사한 기온체감율은 0.53~1.02°C 범위가 었고 특히, 봄철(3~5월) 기온체감이 0.79°C/100m로 겨울철(12~2월) 평균 0.62°C 보다 큰 것으로 보고된 바 있는데 충주지역에서 조사한 표고에 따른 기온체감도 평창군에서 조사된 기온체감과 비슷한 경향이였다.

기온체감의 변화원인은 지표면의 열수지 상태의 변화와 출현하는 기단의 차이에 의한 것이라고 하였으며 그 지역의 계절별 기류의 특성 즉 풍향, 습도, 기압 등의 변화요인에 의해 기온체감의 평균치는 달라진다고 하였는데(Yoshino, 1982) 충주지역에서 북서사면과 남서사면에서의 기온체감의 차이도 이러한 원인에 기인하는 것으로 판단되였다.

3.2. 표고별 사과 만개기 추정

사과나무의 만개기를 추정하기 위하여 우선 사과나무가 만개기에 도달되는 발육속도(development rate : DVR)를 평균기온의 1차 함수식으로 나타내고 그 속

도에 의하여 도달되는 발육단계(development stage : DVS)는 매일의 DVR 값을 누적 합산하여 구한다(농업 기술연구소, 1990). 발육속도를 구하기 위해서는 일평균 기온 5°C 이상 출현일(만개전 n일)부터 만개전일(1일)까지의 누년치 적산기온을 구하고 매일의 일평균 기온을 적산기온으로 나누어서 백분율로 표시하는데 당해년의 일평균기온 5°C 이상 출현하는 날의 발육속도를 누적한 발육단계값이 100이 될 때를 그 해의 사과만개기로 판정하였다.

Table 1에서와 같이 충주지역에서 수집한 사과만개기 자료와 누년치 기상자료를 이용하여 발육속도를 구하고 그 발육속도와 누년치 일평균기온과의 관계를 나타내면 발육속도(y)는 아래와 같이 일평균기온(x)의 1차 함수식으로 나타낼 수 있다.

$$y = 0.2584x \tag{1}$$

Uchijima(1976)는 냉각량과 발육단계의 개념을 도입

Table 1. Development rates and development stages calculated by the daily mean air temperature for the estimation of the bloom stage of Fuji cultivar

Month / Day	Daily mean air temperature(°C)	DVR (%)	DVS (%)
3/20	5.7	1.472868	1.472868
3/21	6.5	1.679587	3.152455
3/22	6.1	1.576227	4.728682
3/23	6.3	1.627907	6.356589
3/24	4.3	0	6.356589
3/25	4.5	0	6.356589
3/26	5.3	1.369509	7.726098
3/27	6.5	1.679587	9.405685
3/28	7.5	1.937984	11.34367
3/29	7.9	2.041344	13.38501
3/30	8.1	2.093023	15.47804
3/31	7.9	2.041344	17.51938
4/01	7.3	1.886305	19.40568
4/02	7.4	1.912145	21.31783
4/03	7.8	2.015504	23.33333
4/04	8.7	2.248062	25.5814
4/05	9.7	2.50646	28.08786
4/06	9.4	2.428941	30.5168
4/07	10.2	2.635659	33.15245
4/08	11.1	2.868217	36.02067
4/09	11.4	2.945736	38.96641
4/10	11.4	2.945736	41.91214
4/11	11.1	2.868217	44.78036
4/12	12.0	3.100775	47.88114
4/13	11.1	2.868217	50.74935
4/14	11.4	2.945736	53.69509
4/15	12.0	3.100775	56.79587
4/16	10.8	2.790698	59.58656
4/17	11.0	2.842377	62.42894
4/18	11.4	2.945736	65.37468
4/19	12.4	3.204134	68.57881
4/20	12.2	3.152455	71.73127
4/21	12.8	3.307494	75.03876
4/23	13.0	3.359173	78.39793
4/24	13.2	3.410853	81.80879
4/25	14.0	3.617571	85.42636
4/26	14.1	3.643411	89.06977
4/27	14.1	3.643411	92.71318
4/28	13.8	3.565891	96.27907
4/29	14.3	3.69509	99.97416
4/30	15.1	3.90184	103.8760

하여 벼에서의 불임율을 추정할 바 있는데 이와 같이 작물의 생육과 기상요인과의 관계를 모델화함에 따라 품종별 재배비율, 이앙기 등의 정보와 기상정보로부터 작물의 발육상황이나 장애발생상황을 파악할 수 있다고 판단된다. 여기에서 일평균 기온이 5°C 보다 낮을 때는 발육을 멈추는 것으로 하였으며, 기온추정값은 2월 20일 이후 5°C 이상 평균기온이 3일 이상 출현시

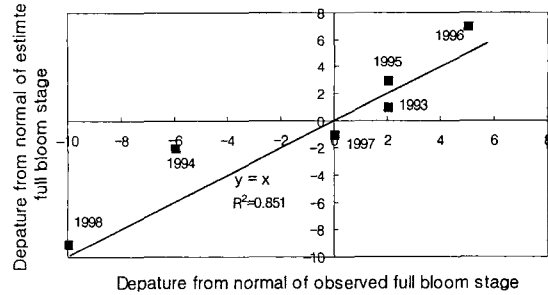


Fig. 3. Gaps in full bloom days between estimated and observed days.

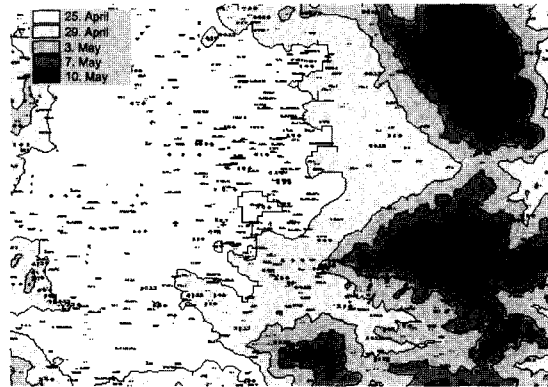


Fig. 4. Distribution of estimated full bloom stages in Chungju area.

에만 유효한 것으로 계산하였다.

충주지역에서 일평균기온 5°C 이상인 날의 DVR을 계산하여 추정된 만개기와 실제로 조사된 만개기는 Fig. 3에서와 같이 서로 일치하는 경향이였다. 이러한 결과는 이 모형식을 이용하여 사과재배지에서 만개기 20일전 또는 10일전에 미리 만개기를 예측할 수 있고, 예측된 후의 기온변화에 따라서 수정이 가능하다고 판단된다.

Fig. 4는 사과재배지역의 표고별 만개기 분포도이다. 충주관측소의 표고 69.4 m를 기준으로 계명산과 남산에서 측정된 기온자료의 평균체감율(0.815°C/100 m)을 구하여 표고별로 기온을 계산한 후, 표고별로 만개기를 추정하였다. 사과의 만개기 분포추정에는 국립지리원에서 발간된 수치지도의 표고별 자료를 이용하였으며 표고별로 추정된 만개기는 표고 100 m 상승함에 따라 4~5일 늦어지는 경향이였다. 이는 이미 보고된(농업기술연구소, 1990) 사과의 지역별 만개기 분포(충주지역의 만개기 : 4월 30일~5월 5일) 범위 내에서 잘

일치하였다.

IV. 적 요

충주지역에서 표고가 다른 9개 지점(계명산 5지점, 남산 4지점)에서 측정된 기온 관측자료를 분석하여 기온이 표고가 높아짐에 따라 일정한 비율로 변화하는 단일조건에 의한 기온체감율을 계산하고, 표고별 후지 품종의 만개기를 추정하였다. 충주 계명산 남서사면에서 측정된 시간별 기온자료를 표고와의 관계로부터 표고가 100 m 상승함에 따라 기온은 0.89°C의 일정한 비율로 체감하였다. 남산 북서사면에서 측정된 시간별 기온자료와 표고와의 상관으로부터는 0.74°C/100 m의 비율로 기온이 체감함을 알 수 있었다. 충주지역에서 일평균 기온 5°C 이상인 날의 발육속도(DVR)를 계산하여 추정한 만개기와 실제로 조사된 만개기는 서로 일치하는 경향이었으며 표고별로 추정된 충주지역의 사과 만개기는 해발고도 100 m 상승함에 따라 4~5일 늦어졌는데 고도에 따라 4월 25~5월 10일의 범위에 있었다.

인용문헌

- 농업기술연구소, 1990: 주요과수재배지대의 기후 특성. 농촌진흥청, 205pp.
- 윤진일, 1999: 농업기상학. 도서출판 아르케, 35-36.
- 이양수, 정영상, 이정택, 1984: 태백산간지방에서의 기온체감율과 수도 안전작기 설정. 한국토양비료학회지, **17**(3), 307-313.
- 황규홍, 2002: 지형에 따른 야간 냉각 특성과 기온 역전층 발달. 경희대 대학원 박사학위논문.
- Toritani H., 1990: A Local Climatological Study on the Mechanics of Nocturnal Cooling in Plains and Basins. Environmental Research Center Papers, 13, The University of Tsukuba in Japan, 62pp.
- Uchijima, T., 1976: Some Aspects of the Relation Between Low Air Temperature and Sterile Spikelets Numbers in Rice Plants. Japanese Journal of Agricultural Meteorology, **31**(4), 199-202.
- Uchijima, T., 1983. Agrometeorological Studies on the Safety Cropping Season of Paddy Rice in Hokkaido and Tohoku Districts. Japanese Bulletin of the National Institute of Agricultural Sciences, A(31).
- Yoshino, M., 1982: Microclimate. Jiinshokan publication, 35-52.