

과일의 일소증상 발생에 미치는 기상요인

윤은정^{1*}, 김대준²

¹국가농림기상센터, ²경희대학교 식물환경신소재공학

Forecasting Sunburn Occurrence by Multiple Meteorological Elements

Enjeong Yun^{1*}, and Daejun Kim²

¹National Center for Agro-Meteorology, Seoul National University, Seoul, Korea.

²Agricultural Climatology Lab, College of Life Sciences, Kyung Hee University, Yongin, Korea

I. 서 언

일소증상(sunburn)은 과실이 강한 태양광에 노출될 경우 과실의 표면온도가 높아지면서 과실 표면이 노란색 혹은 갈색으로 변하는 생리증상을 말한다. 해에 따라 일소에 의한 많은 피해가 보고되고 있고, 특히 2015년은 지속되고 있는 폭염으로 인해 과수의 일소피해가 우려되며, 실제 피해사례 또한 보고되고 있는 실정이다.

일반적으로 일소증상이 발생하는 주된 요인은 강한 태양광에 의한 과실 표면온도 상승이다 (Corelli Grappadelli, 2003). Schrader *et al.*(2008)은 이러한 일소증상을 크게 3가지로 분류하였는데, 태양광의 유무는 관계없이 과실온도가 52℃에 도달하면 발생하는 일소괴사(sunburn necrosis), 태양광이 존재하고, 과실온도가 46~49℃에 도달하면 발생하는 일소갈변(sunburn browning), 마지막으로 음지에 있던 과실이 갑작스레 광에 노출될 때 발생하는 광산화 일소(photooxidative sunburn)가 그 예이다(Song *et al.*, 2009). 이러한 일소증상이 발생하는 기온조건 및 광조건은 재배지역에 따라 일정부분 차이가 발생할 수 있으나, 과수의 특징이나, 환경조건 등을 고려하여 명확하게 설정된 기준은 없다.

본 연구에서는 기온과 광조건을 평년기간 동안 수집한 자료를 표준화 하여, 일소 증상의 발생을 예측할 수 있는 방법을 제시해 보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

2.1 일소증상 발생과 기상

과실의 일소증상은 사과와 같은 경우 주로 유과기에 많이 발생한다. 본 연구에서는 사과의 유과기에 발생할 수 있는 일소피해를 예측하기 위하여, 유과기에 해당되는 5월에서 8월의 최고기온

* Correspondence to : laulea@naver.com

(°C)과 일사합(MJ/m²)을 기상청 관측자료로부터 수집하였다. 해당 지역은 사과 주산지중 하나인 안동시로 하였다. 수집기간은 기후학적 평년인 1981년에서 2010년 이며, 안동기상대 자료 중 1981년에서 1982년의 일사자료는 관측값이 존재하지 않아 제외 하였다.

2.2 일소증상 발생조건 설정

수집한 평년의 최고기온과 일사합 자료의 평균(μ)값과 표준편차(σ)를 계산하였다. 이렇게 표준화된 기후 특성이 정규분포와 유사한 형태를 나타낼 수 있다면, 특정기간의 기상조건이 평년 기후조건에 비해 안전한지 불안정한지에 대한 확률(z)를 구할 수 있을 것이다. 해당 지역의 평년대비 특정기간의 기상조건이 재해를 입을 확률은 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$Z_t = \frac{X_t - \mu_t}{\sigma_t}, \quad Z_r = \frac{X_r - \mu_r}{\sigma_r} \quad (1)$$

여기서 Z_t 는 최고기온의 확률, Z_r 은 일사합의 확률을 뜻한다. 일소증상의 발현은 태양광과 기온이 평년의 일정수준을 벗어났을 때 발생한다는 가정 하에, Z_t 와 Z_r 이 모두 각각의 표준편차만큼 벗어났을 때 일소증상이 발생하는 것으로 설정하였다. 설정된 기준을 검증하기 위하여 일소증상에 의한 실제 피해사례를 뉴스, 보고서, 농가 기록(블로그) 등에서 수집하였으며, 해당 기간의 최고기온 및 일사합 자료를 수집하였다.

III. 결과 및 고찰

수집한 기간동안 안동지역의 일 최고기온과 일사합의 평균은 각각 27.6°C와 15.7MJ/m² 이었다. 또한 해당 기간의 표준편차를 적용하여 산출한 일소증상발생이 예상되는 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. 안동지역 일최고기온, 일사합의 평균과 표준편차, 일소 발생조건

	평균(μ)	표준편차(σ)	예상발생조건
최고기온(°C)	27.6	4.3	31.9
일사합(MJ/m ²)	15.7	7.1	22.8

즉 안동지역에서 일소증상이 발생하는 위해서는 최고기온이 32°C 이상이며, 일사합이 약 23MJ/m² 인 조건을 만족하는 경우이다. 여기서 최고기온 32°C는 7-9월의 기온이 28-32°C이면 일소 증상이 발생하며, 일별 최고기온이 35°C를 넘으면 일소갈변이 발생할 수 있다는 선행연구(Gindaba and Wand, 2005)와도 일정부분 일치한다.

Fig. 1은 2012년(상단)과 2013년(하단)의 사과와 유과기에 해당되는 5월에서 8월의 일최고기온과 일사합을 수집하여, 표1에서 설정한 두 개의 조건을 만족하는 경우를 산출한 것이다. 최고기온만의 발생조건(32℃)에 해당되는 날을 산출하면, 2012년이 31일, 2013년이 40일로 2013년이 약간 많은 것으로 나타났다. 하지만 최고기온과 일사량을 함께 적용하면 2012년이 18일, 2013년이 6일로 반대의 경향을 나타냈다. 즉, 2012년은 최고기온에 비해 광조건이 다른해에 비해 더 가혹하였으며, 일소증상을 나타낼 수 있는 조건에 더 가까웠음을 의미한다.

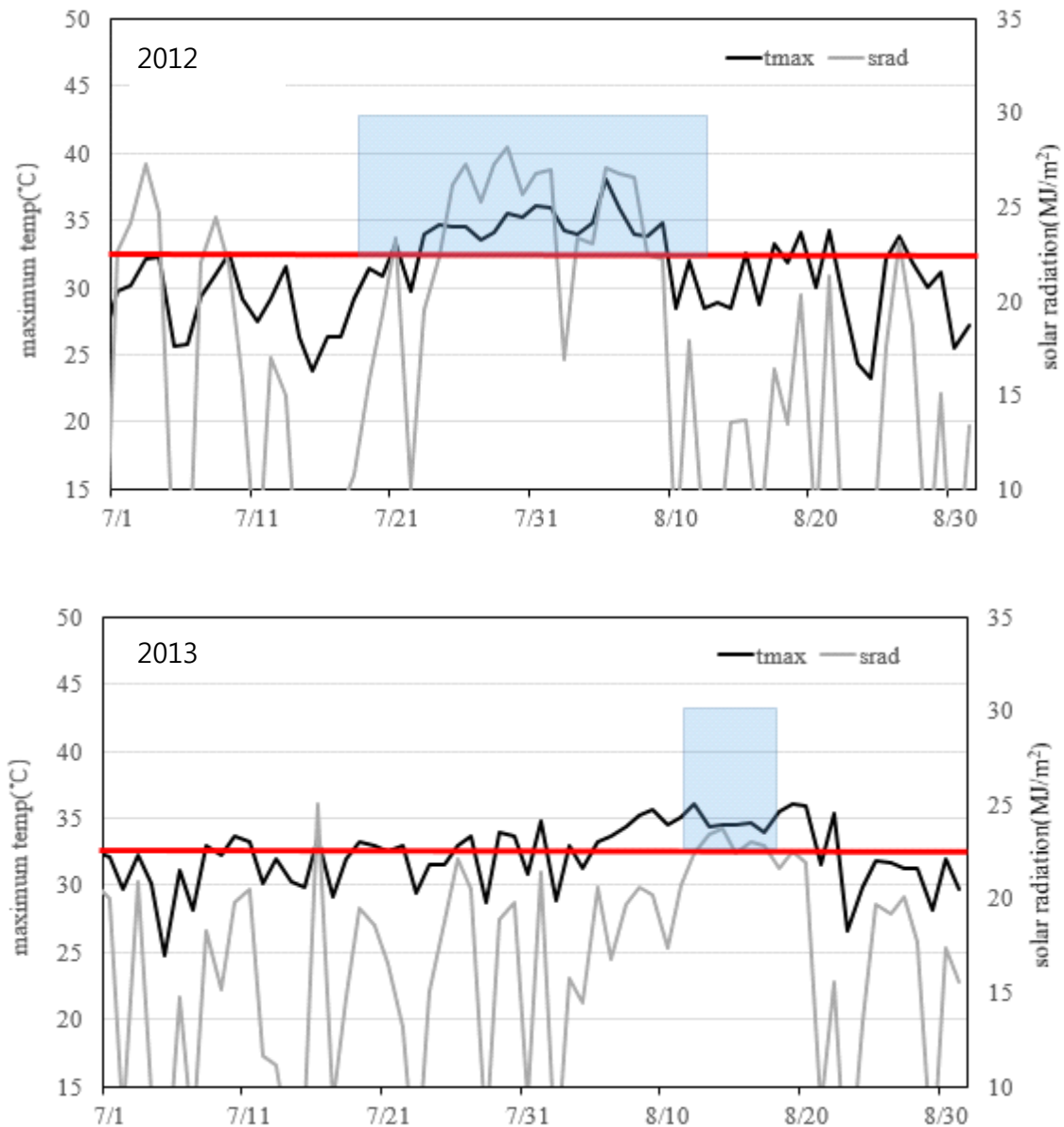


Fig. 1. 안동지역의 2012(상), 2013(하)년 일소발생 조건 산출, 빨간 그래프가 발생기준이며, 이를 일최고기온(검은색 실선)과 일사합(회색 실선)이 모두 넘어가면 발생조건이 됨.

실제로 2012년은 농촌진흥청에서 일소피해를 우려하는 등, 7월 말에서 8월초 사이에 일소피해사례가 뉴스를 통해 많이 보도되기도 하였다. 또한 2013년에도 8월 20일 경 폭염 등으로 일소피해를 우려하는 사례가 보고되기도 하였다. 단순히 높은 온도만이 아니라 광조건을 함께 고려하였을 때 일소 발생을 예측할 수 있음을 확인 할 수 있다.

해당 조건을 바탕으로 안동지역의 2015년의 기상조건에 적용해 본 것이 Fig. 2이다. 위의 기준을 적용하였을 때 안동지역은 7월 말에서 8월 초까지 일소가 발생할 위험이 높은 것으로 나타난다.

본 연구에서 제시한 방법은 물론 세밀한 검증을 통해 신뢰성을 좀더 높일 필요가 있다. 하지만 각 지역, 또는 집수역 단위 별로 일소증상 발생의 기준을 차별화하여 적용할 수 있는 하나의 방법이라 판단되며, 차후 작목별, 지역 맞춤 형 일소 발생의 조기경보 서비스의 하나의 방법으로 기여할 수 있을 것으로 보인다.

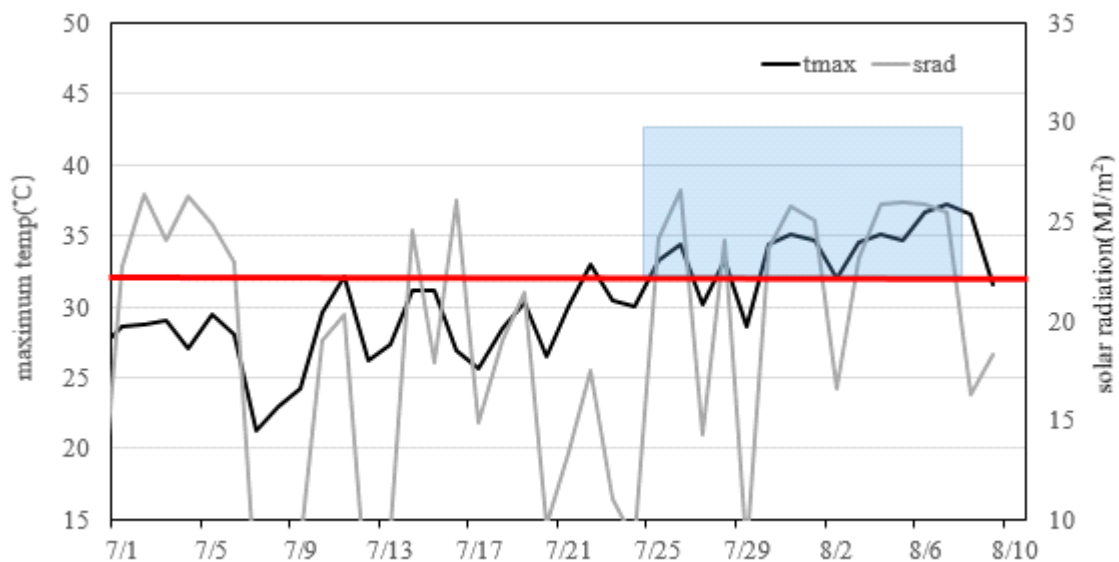


Fig. 2. 안동지역의 2015년 일소발생 조건 산출, 빨간 그래프가 발생기준이며, 이를 일최고기온 (검은색 실선)과 일사합(회색 실선)이 모두 넘어가면 발생조건이 됨.

감사의 글

이 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ010007)에 의해 이루어진 것임.

인용문헌

Corelli Grappadelli, L. and A.A. Lakso, 2007: Is maximizing orchard light interception always the best choice?. *Acta Horticulturae* **732**, 507-518.

- Schrader, L., J. Zhang, and J. Sun, 2003: Environmental stresses that cause sunburn of apple, *Acta Horticulturae* **618**, 397-405.
- Song, Y. Y., M. Y. Park, S. J. Ynag, and D. H. Sagong, 2009: Influence of air temperature during midsummer on fruit sunburn occurrence in 'Fuji'/M.9 apple tree. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **11**(4), 127-134.