

기상청 ‘하늘상태’ 예보에 근거한 산간집수역 일사분포 추정

김수옥^{1**}, 최윤주²

¹국가농림기상센터, ²경희대학교 식물환경신소재공학과

Estimating Solar Irradiance over a Mountainous Catchment from the KMA Forecast Product ‘Sky Condition’

S. O. Kim^{1*}, Y. J. Choi²

¹National Center for Agro-Meteorology, Seoul National University

²College of Life Sciences, Kyung Hee University

I. 서언

일사/일조는 작물 생육에 중요한 기상요인으로, 최근 기후변화로 인한 일조부족 현상이 심화되고 있어 이로 인한 생육부진, 고사 등의 작물 피해가 예상된다(기상청, 2010; 2011). 기상청이 발표하는 동네예보(3일 예보) 기상요소 중 일사/일조는 제공되고 있지 않다. 그러나, 일조/일사량과 가장 밀접한 요소로 ‘하늘상태’를 들 수 있는데, 맑음(1), 구름 조금(2), 구름 많음(3), 흐림(4)으로 구분되고 있다. ‘예보업무 규정 및 지침’에 따라 운량(CL)은 맑음($0 \leq CL \leq 2$), 구름 조금($3 \leq CL \leq 5$), 구름 많음($6 \leq CL \leq 8$), 흐림($9 \leq CL \leq 10$)의 네 경우로 분류되므로, 하늘상태는 운량으로 치환할 수 있으며, 이를 통해 일조/일사량을 유추할 수 있을 것이다. 동네예보는 가로세로 5km의 격자 당 단일 예보값을 내포하는데, 과수원이 주로 분포하는 중산간지역이나 고랭지의 복잡지형에서는 동네예보의 분해능만으로는 개별 농가필지의 기상예보값을 정밀하게 짚어내기 어렵다. 본 연구에서는 기상청 ‘하늘상태’를 이용하여 일사량을 추정하기 위한 방법으로써, 운량-일조 정량식을 고안하고, 일조-일사 관계식 및 복잡지형의 일사량 추정모형을 적용하여 30m 격자해상도의 일사예보분포 모의 기법을 마련하였다.

II. 재료 및 방법

2.1. 개요

일평균운량과 일조시간 간의 관계를 정량적으로 표현하는 추정식이 있다면, 기상청에서 KLAPS 및 동네예보로 제공하는 ‘하늘상태’의 값 1~4를 운량의 1~10 사이 값으로 변환한 추정운량에 일조-운량 관계식을 이용하여 수평면 일조시간을 추정할 수 있다. 본 연구에서는 2014년 1월 15일부터 8월 25일까지 기상청의 KLAPS ‘하늘상태’를 수집하고, 1~4의 값을 각각 1, 4, 7,

* Correspondence to: tolee7785@hanmail.net

9로 변환한 후 0600부터 1800까지 평균하였다. 이 값을 일평균운량으로 간주하고 일조-운량 관계식에 넣어 진주기상대 지점의 일조시간을 추정하였다. 연구대상지역인 경남 하동군 악양면 지역과 비교적 가까운 기상관측소 중, 일사량과 일조량 및 운량을 모두 관측하고 있는 지점은 진주기상대로써, 이곳의 평년기간 관측자료로부터 일조-운량 관계식을 도출하였다.

일조시간은 다시 Angstrom-Prescott 모형을 기반으로 한 일사-일조 관계식을 통해 수평면 일사량으로 변환할 수 있다(Cho *et al.*, 1987). 식 (1)은 일조율(S/S_0)을 독립변수로, 일사율(Q/Q_0)을 종속변수로 하여 도출된 회귀식으로, 기상관측지점에 따라 경험적으로 A-P 계수 a , b 의 값이 결정된다.

$$Q = \left(a + b \frac{S}{S_0} \right) \times Q_0 \quad (1)$$

위 식에서 Q 는 지표에 도달하는 일사량을, Q_0 는 대기 상한에 도달하는 청천일사량, S 는 총 일조시간, S 는 총 일조시간, S_0 는 총 가조시간을 의미한다. 진주기상대의 A-P 계수는 연구대상지역에 동일하게 적용 가능한 것으로 간주하였고, 기상청의 5km 격자단위로 계산되는 연구지역의 수평면 일조, 일사량은 중첩되는 표준구역만큼 공간평균된 단일값을 이용하였다.

수평면 일사량으로부터 지형효과가 반영된 상세 일사분포도를 얻는 방법은 Yun (2009)이 소개한 상대일사보정계수 (Potential Relative Radiation, PRR)를 이용하였다. PRR은 수평면의 일 적산 일사량 대비 경사면의 일사량 비율로써, 연구지역에 대한 수평면 일 적산일사량에 PRR를 곱하여 복잡지형의 사면일사량을 추정할 수 있다.

2.2. 일조-운량 관계식

진주기상대의 평년기간(1981-2010) 일평균운량과 일조시수 관측자료를 수집하고 일평균운량을 독립변수로, 일조시수를 종속변수로 하는 회귀식을 작성하였다. 평년기간 전체의 기상자료를 분석할 경우 운량과 일조시간의 변이가 크게 나타나므로, 하지(6월 21일), 춘분/추분(3월 21일/9월 23일), 동지(12월 22일) 및 각 날짜의 ± 1 일을 한 90일, 180일 치의 관측값을 선별하여 평년의 동지, 춘/추분, 하지의 일조-운량 관계식을 각각 도출하였다.

이 관계식을 연중 적용하기 위해서, 식 (2)와 같이 가조시수에 따라 일조시수를 달리 추정하는 방식을 이용하였다. 춘/추분 시기의 추정식을 기준선으로 두고, 날짜 i 가 하지 또는 동지에 가까워지는 만큼 발생하는 일조시수 편차를 가조시수 편차로써 보정하는 것이다.

$$S_i = S_e - \Delta S_{ew} \times \left(\frac{\Delta DL_{ei}}{\Delta DL_{ew}} \right) \quad (2)$$

식 (2)에서 S_i 는 추정하고자 하는 i 일의 일조시수, S_e 는 기준이 되는 춘·추분의 일조시수, ΔS_{ew} 는 춘·추분과 동지의 일조시수 편차, ΔDL_{ei} 는 춘·추분과 i 일의 가조시수 편차, ΔDL_{ew} 는 춘·추분과 동지의 가조시수 편차를 의미한다. 식 (2)는 하지의 경우에서도 동일하게 적용된다.

III. 결과 및 고찰

평년기후조건에서 춘·추분의 일조시수 (S_c)와 동지(S_w) 및 하지(S_s) 시기의 일조시수와 일평균운량과의 관계를 Fig. 1에 나타내었다. 관측된 운량을 기반으로 도출된 회귀식은 과거 30년에 대해 일조시수를 약 70% 이상 설명 가능한 것으로 나타났다.

기상청 ‘하늘상태’ 자료를 이용하여 일조-운량 관계식 및 식 (2)를 통해 추정된 진주시점 일조시수를 실측값과 비교한 결과, ME -0.03hr, RMSE 1.78hr의 오차를 나타내었다. Fig. 2는 일조시수의 실측값과 하늘상태 기반 예측값을 일대일 대응시킨 것으로, 일조시간이 10시간 이상일 경우에는 과소추정을, 4시간 이하일 경우 과대추정 경향을 보였다. 이러한 오차는 하늘상태의 4단계 값을 1~10까지의 운량으로 변환하는 과정, 일조-운량 관계식으로 설명하지 못한 변이가 반영된 결과일 수 있다. 일조-운량 관계는 보조식 형태로써 일조시간 구간에 따른 과대·과소추정 부분을 보완할 수 있을 것으로 보이며, 이를 통해 추정오차를 감소시킬 수 있을 것으로 기대한다.

Fig. 3은 기상청 ‘하늘상태’ 자료를 근거로 제작된 최종 상세 일사분포도이다. 일조-운량 관계식 및 일사-일조 관계식을 통해 대상지역의 수평면 일사분포도를 추정하고, 이를 상대일사보정계수로 보정함으로써, 가로세로 30m 격자해상도의 상세 분포도를 얻을 수 있었다. 이러한 전체 과정을 기상청 동네예보에 적용한다면, 개별 농가 맞춤형 기상정보 생산에 기여할 수 있을 것으로 보인다.

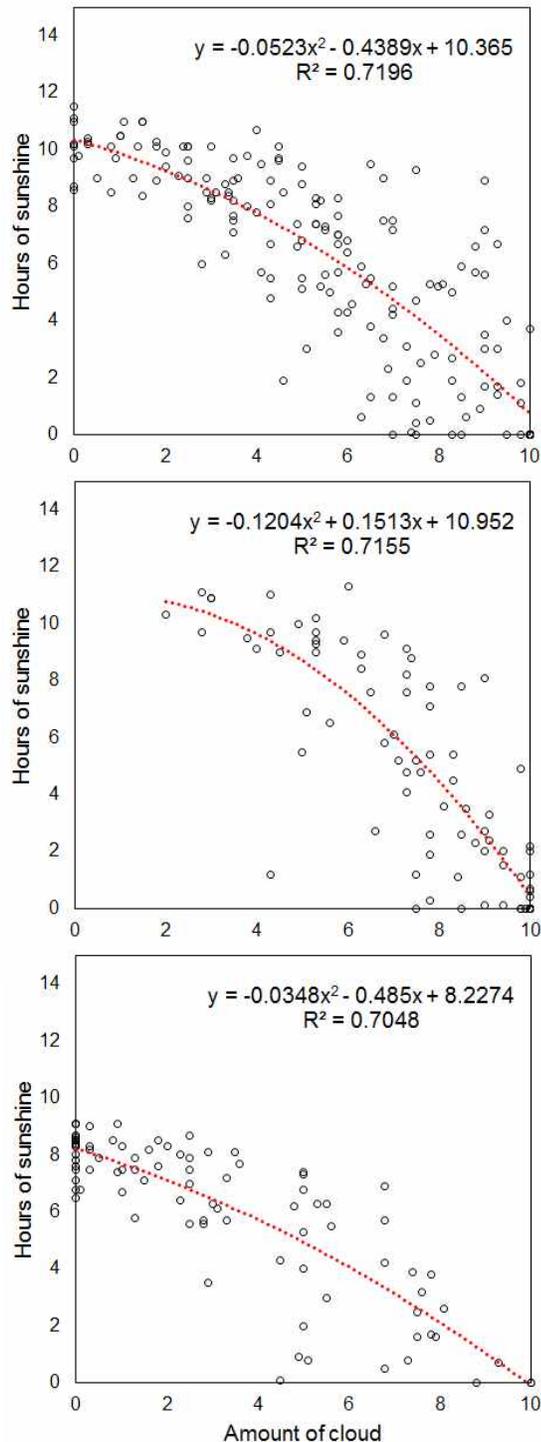


Fig. 1. 진주시상대의 1981-2010 기간 실측 일평균운량과 일조시간을 비교한 것으로, 위쪽부터 춘·추분, 하지, 동지(±1일)의 운량-일조 관계를 나타냄.

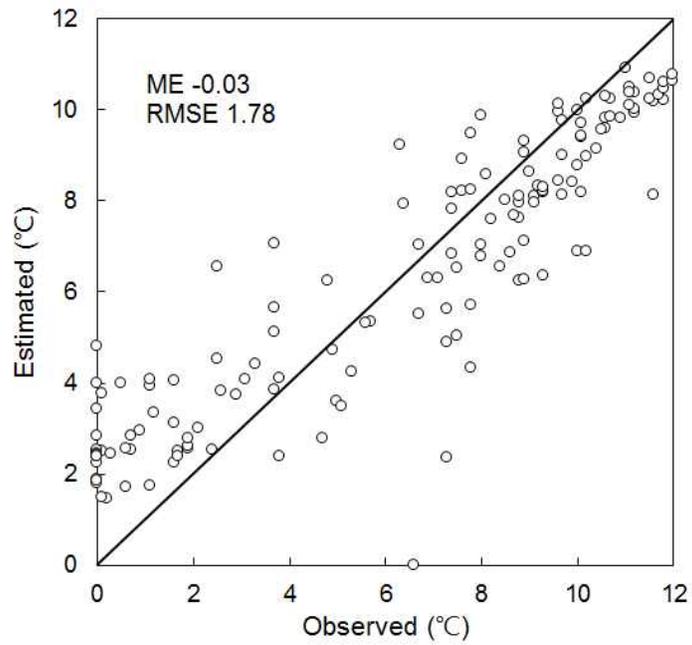


Fig. 2. 2014년 1월 15일부터 8월 25일까지 진주시점의 일조시수 실측값과 기상청 하늘상태 자료로 추정한 값을 비교한 그래프.

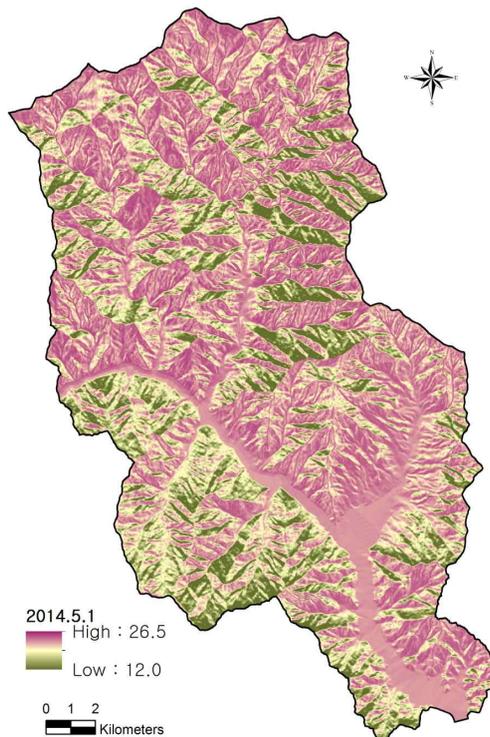


Fig. 3. 기상청 하늘상태 자료를 이용한 2014년 5월 1일의 연구대상지역 일사분포도.

감사의 글

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

참고문헌

- Cho, H. M., K. W. Chung, and C. H. Cho, 1987: The relationship between the amount of solar radiation at ground level and related meteorological parameters. *Journal of Korean Meteorological Society* **23**, 26-34.
- Yun, J. I., 2009: A simple method using a topography correction coefficient for estimating daily distribution of solar irradiance in complex terrain. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **11**(1), 13-18.
- 기상청, 2010: 2010 이상기후 특별보고서. 114pp.
- 기상청, 2011: 2011년 이상기후보고서. 144pp.