

산간집수역 내 일조시간 공간변이

김승호^{1*}, 김수옥²

¹경희대학교 식물환경신소재공학과, ²국가농림기상센터

Spatio-temporal Variation of Sunshine Duration in a Mountainous Watershed

Seung-ho Kim^{1*}, and Soo-ock Kim²

¹Agricultural Climatology Lab, College of Life Sciences, Kyung Hee University, Yongin, Korea

²National Center for Agro-Meteorology, Seoul National University, Seoul, Korea.

I. 서 언

일조시간은 작물의 생육에 영향을 미치는 중요한 요소 중 하나이다. 일조시간이 적으면 작물의 성장이 저해되고 일조시간이 과하면 일소피해를 입을 수 있다. 기상청 ‘동네예보’와 KLAPS (Korea Local Analysis and Prediction System)는 한반도 전역의 각종 기상요소를 5km 격자단위로 나타내는 자료로서, 일조시간 또는 일사량이 제공되고 있지는 않지만 하늘상태와 같이 간접적인 정보가 산출되고 있다. 또한 천리안 위성영상을 기반으로 한 표면도달일사량이 국가기상위성센터로부터 제공되고 있다(Lee *et al.*, 2013). 이들 자료의 격자크기는 산간지역이 많은 우리나라의 각종 농장에 비하면 해상도가 떨어지는 편이며, 농장 주변의 지형지물의 영향은 반영하고 있지 않으므로 농민들이 체감하는 일조/일사량과는 차이가 있을 것이다.

산간집수역에서는 주변의 지형에 의해 태양일사가 차단됨에 따라 일조시간이 영향을 받게 되며, 사면에 조성된 과수원과 경작지에서는 평탄지에 비해 일출 또는 일몰시간이 달라진다. 태양의 위치에 따라 대상 지역에 태양일사를 받는 정도를 나타내는 한 방법으로서 GIS 프로그램의 음영기복도 제작도구를 들 수 있다. 음영기복도는 특정시간대의 태양고도와 방위각에 근거하여 햇빛을 받는 사면과 지형에 의한 산그늘을 뚜렷하게 구분할 수 있도록 한다. 본 연구에서는 산간집수역에서 관측된 일조시간을 수집하여 지형에 따른 일조시간 변이를 비교하였다. 또한 일조 관측값으로 판단한 일출, 일몰시간대에 대해 태양 고도 및 방위각으로 음영기복도를 제작하여 지형에 의한 태양일사의 차폐 여부를 음영기복도로 판단할 수 있을지를 검토하였다.

II. 재료 및 방법

* Correspondence to : brown0201@naver.com

2.1. 기상자료 수집

경남 하동군 악양면은 남쪽을 제외한 동서 및 북쪽이 사면으로 둘러싸인 산간 집수역으로, 해발고도차이는 최대 1,000m 이상이다. 악양면 동향사면과 서향사면, 집수역 저지대의 평탄지에 각각 1지점씩 일조센서를 설치하고, 1분 간격의 관측 자료를 수집하였다(Fig. 1) 설치 장소는 주변으로부터 수목 또는 인공구조물의 영향을 받지 않는 곳으로 선정하였다. 자료 수집기간은 2015년 5월 15일부터 2015년 8월 15일까지이다. 또한 동일기간 KLAPS 의 3시간 간격 하늘상태를 수집, 연구대상지역의 하늘상태 평균값을 계산하였다. 하늘상태는 맑음, 구름조금, 구름 많음, 흐림 4단계를 1부터 4의 값으로 표현하고 있어, 하루 평균이 1인 날을 하루 종일 맑은 날로 간주하였다.

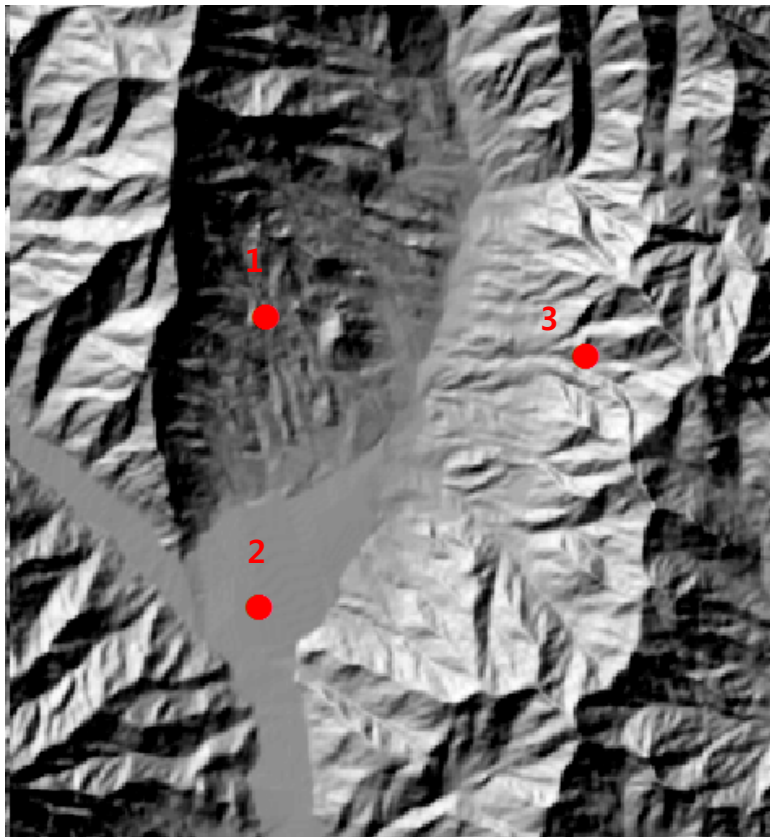


Fig. 1. 일조관측지점 햇차원(1번)과 무덤이들(2번), 금봉사(3번) 지점의 위치.

2.2 음영기복도 제작

일조시간에 영향을 미치는 두 가지 요소는 태양위치와 인근 장애물이다. 여기서 말하는 장애물은 차광효과를 일으킬 수 있는 모든 요소를 뜻하며 하늘에 떠 있는 구름이나 산과 같은 지형

그리고 나무나 인공구조물 같은 지물이 있다.

음영기복도는 굴곡진 지형에서 태양의 위치에 따라 받는 일사와 산그늘을 0~255의 값으로 표현한 것으로, 해당 시간대의 태양고도와 방위각, 대상지역의 수치고도모형(DEM, Digital Elevation Model)을 토대로 산출된다. 일출부터 일몰까지 일정 시간간격으로 음영기복도를 산출한다면, DEM의 각 격자점별로 태양빛을 받을 수 있는 최대 시간을 판단할 수 있을 것으로 간주하고, ESRI ArcGIS 프로그램을 이용하여 가조시간을 기준으로 10분 간격의 음영기복도를 제작, 일조센서에서 관측된 세 지점의 일출과 일몰 시간대 음영기복도 격자값을 추출하였다. 이때 연구대상지역 DEM은 1:5,000 수치지도를 이용하여 1m 격자 해상도로 제작된 자료를 이용하였으며, 태양고도(α) 및 방위각(β)은 각각 식 1과 2에 의해 계산하였다. 식 1과 2에서 ϕ 는 해당 지역의 위도, δ 는 태양의 적위, t 는 시간각이다.

$$\sin \alpha = \sin \phi \cdot \sin \delta + \cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \cos t \quad (1)$$

$$\sin \beta = \cos \delta \cdot \sin t / \cos h \quad (2)$$

H 는 식 3에 의해 계산되며 θ 는 $(90 - \alpha) \cdot \pi / 180$, γ 는 경사도 ϵ 는 (방위각-경사방향) 이다 (Burrough and McDonell, 1998).

$$H = 255.0 \cdot ((\cos \theta \cdot \cos \gamma) + (\sin \theta \cdot \sin \gamma \cdot \cos \epsilon)) \quad (3)$$

III. 결 과

3.1. 연구지역 일조시간 분포

Fig. 2는 금봉사, 햇차원, 무덤이들 세 지점에서 관측된 일조시간의 평균과 표준편차를 나타낸 것이다. 서향사면의 금봉사는 일조시간이 가장 적게 나타났으며, 동향사면의 햇차원은 그보다 일조시간이 조금 더 길었으며, 산간집수역 저지대 평탄지에 해당하는 무덤이들은 일조시간이 가장 길게 관측되었다. KLAPS 하늘상태 자료를 기반으로 하루 동안 ‘맑음’이 유지되었던 날은 총 16일로, 이 때의 일조시간을 나타낸 것이 그림 3이다. 5월 중순부터 8월 중순까지 맑은 날 일조시간은 전체 평균에 비해 2~3배 더 길었으나, 세 지점 간 일조시간의 상대적인 경향은 동일하게 나타났다.

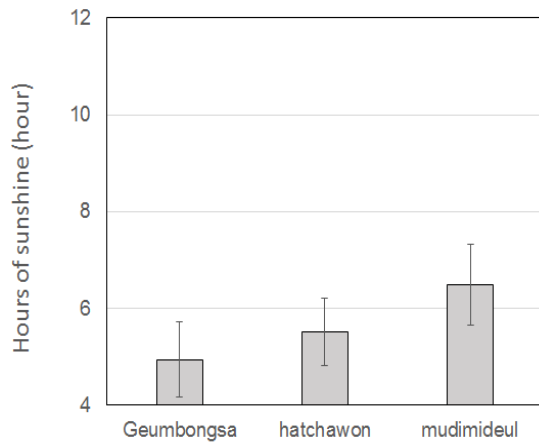


Fig. 2. 관측기간 평균 일조시간.

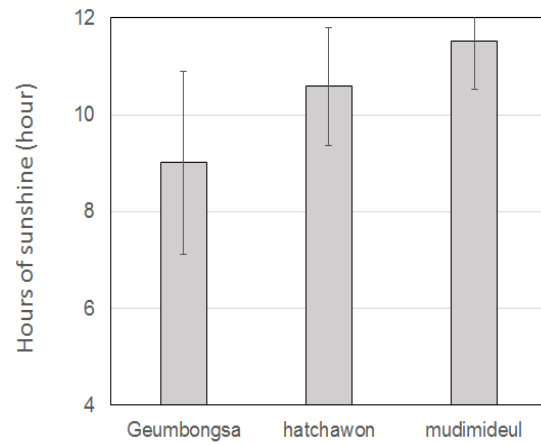


Fig. 3. 맑은 날의 평균 일조시간.

세 관측지점에서 일조관측이 시작된 시점을 일출, 일조관측이 완전히 종료된 시점을 일몰로 판단하고, 하늘상태 격자값이 ‘맑음’ 수준이었던 날의 일출시간과 일몰시간의 평균치를 그림 4에 나타내었다. 서향사면의 금봉사 지점은 타 지점에 비해 일출시간이 평균 7시 40~50분 정도로 늦어진 반면, 동향사면의 햇차원 지점은 평균 6시 10~20분 정도로 일출이 더 빠르게 나타났다. 무덤이들 지점은 남쪽 부분이 산간집수역의 입구로서 두 사면에 비해 일출이 가장 빨랐다.

일몰시간의 경우에는 동향사면인 햇차원의 일조 관측이 가장 먼저 종료되었으며, 서향사면의 금봉사 일몰시간은 늦게 나타났다(Fig. 5).

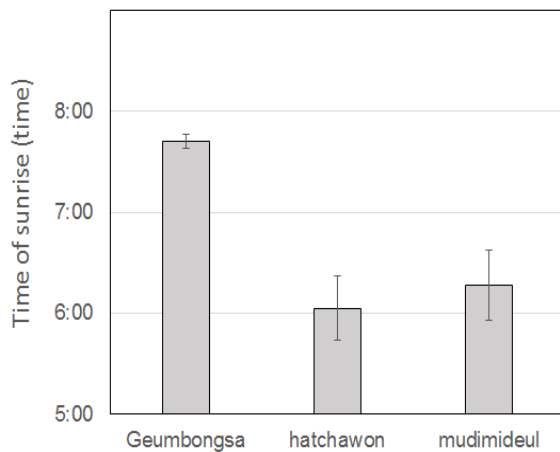


Fig. 4. 맑은 날 평균 일출시간.

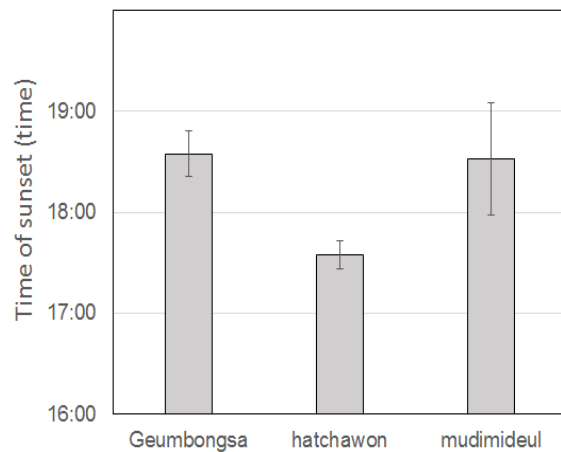


Fig. 5. 맑은 날 평균 일몰시간.

3.2. 음영기복도와 실제 관측값 관계

Table 1은 맑은 날 세 지점에서 관측된 일출, 일몰시간과 그 때의 태양위치를 기반으로 한 음영기복도의 격자값을 지점별로 비교한 것이다. 서향사면인 금봉사와 동향사면인 햇차원의 일출 시간은 서로 다르지만(Fig. 3), 해당 시간대의 음영기복도 격자값 평균치는 두 사면 간 매우 유사하게 나타났다(Table 1), 일몰시간의 경우에는 서향사면과 동향사면 간 음영기복도 값 차이가 크게 나타났으며, 오히려 평탄지 무덤이들과 동향사면 햇차원 지점의 값이 매우 유사하였다(Table 1). 일몰시간대의 금봉사 지점 음영기복도 값이 상대적으로 크게 나타난 것은, 현실의 지형조건이 수치지도 기반으로 표현된 지형에 비해 저녁시간 태양빛을 더 일찍 차단하는 경우를 의심할 수 있는데, 실제 금봉사 기상관측장비가 사찰 부지 아래쪽 인공적으로 만들어진 경사면에 설치되어 있다. 추후 일조시간 및 일출, 일몰시간과 음영기복도의 비교를 더 많은 지형조건에 대해 수행한다면, 음영기복도로 일출과 일몰 시간대를 정의할 수 있을 것으로 예상되며, 복잡지형의 일조시간 추정에 기여할 수 있을 것으로 보인다.

Table 1. 맑은 날 일출/일몰시간 음영기복도 값 평균

	Sun Rise			Sun Set		
	Geumbongsa	Hatchawon	Mudimideul	Geumbongsa	Hatchawon	Mudimideul
Average	61.6	60.0	47.2	129.4	53	52.2
sd	5.1	11.9	11.9	9.2	6.6	15.9

감사의 글

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

인용문헌

- Burrough, P. A. and McDonell, R. A., 1998: *Prinioles of geographical Information Systems*, 190pp
- Lee J. H., W. S. Choi, Y. I. Kim, C. Y. Yun, D. K. Jo, and Y. H. Kang, 2013: Estimation of global horizontal insolation over the Korean Peninsula based on COMS MI satellite images. *Korean Journal of Remote Sensing* **29**(1), 151-160.
- Yun, J. I., 2009: A Simple Method Using a Topography Correction Coefficient for Estimation Daily Disdtribution of Solar Irradiance in Complex Terrain. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **11**(1), 14-15.
- 윤진일, 1999: 농업기상학. 48-49pp.