

1A3) 운량값을 이용한 서울 지역의 일조시간 산출 Evaluation of Sunshine Duration in Seoul using Cloudiness

김연희 · 구해정 · 남재철 · 오성남¹⁾
기상청 기상연구소 응용기상연구실, ¹⁾기상연구소 원격탐사연구실

1. 서 론

본 연구에서는 서울기상관측소에서 1970년부터 1999년까지 30년간 줄단 일조계에 의해 관측된 일조시간과 낮 시간의 운량의 특성을 분석하였다. 또한, 운량을 맑음, 구름 조금, 구름 많음, 그리고 흐림의 네 경우로 분류하여 운량별 일조시간 및 일조율에 대한 수치 모형을 개발하여 월평균 일조시간과 일조율을 계산하고 검증하였다

2. 일조 시간 계산 모델

운량 관측을 통한 일조시간의 계산 방법은 다음과 같다. 운량은 기상청 『예보업무 규정 및 지침』에 따라 맑은 날($0 \leq CL \leq 2$), 구름 조금 낀 날($3 \leq CL \leq 5$), 구름 많은 날($6 \leq CL \leq 8$) 그리고 흐린 날($9 \leq CL \leq 10$)의 네 경우로 분류하여 계산하였다. 일조에 대한 기후학적인 영향이 운량으로 완전하게 설명될 수 있음을 가정하였다.

$$n_{i,j} = a_i x_{i,j} + \beta_i y_{i,j} + \psi_i z_{i,j} + \gamma_i w_{i,j} \quad (1)$$

여기서, $n_{i,j}$ 각 연도(i) 및 각 월(j)에 대한 일조시간, a, β, ψ, γ 전체 기간에 대한 운량별 월별 일일 일조시간에 대한 상관계수, x, y, z, w 는 각 연도 및 월별 맑은 날, 구름 조금 낀 날, 구름 많은 날, 흐린 날의 수를 나타낸다. 위의 식으로부터 어떤 한 지점의 운량에 따른 일조 시간을 계산할 수 있다.

3. 서울 지역의 일조 시간 평가

운량에 따라서 일조시간 및 일조율이 결정된다는 가정 하에서 Cecilia(1980)에 의한 일조시간 계산 모델을 활용하여, 1973년부터 2000년까지의 30년 동안의 운량별 월평균 일조시간을 통한 연별 월별 단위의 일조 시간 및 일조율을 계산하고(Tables 3, 4) 상관 계수를 이용하여 관측치와 수치 결과 사이의 관련성을 검증하였다.

Table 1은 운량에 따른 일조 시간의 관측치와 수치 결과의 월별 상관계수 및 평균값과의 편차 그리고 잔차의 표준편차에 관한 내용으로 계산값과 관측값 사이의 상관성이 아주 높다. 주로 여름철(7-8월)에 상관계수가 높게 나타나고 봄철(3월)에는 다소 작다. 자료들 간의 신뢰도를 검증하기 위해서 F-test를 실시한 결과 모두 기각 역에 포함되어 운량에 의한 월별 일조시간 계산이 유효함을 알 수 있다. 또한 식 (1)에서 운량별 계수는 전반적으로 맑은 날(a 의 경우)에 일조시간이 7-11 시간으로 길며, 특히 봄철과 여름철 맑은 날에는 일조시간이 11 시간 이상으로 나타난다. 흐린 날(γ 의 경우)에 대한 월 일조시간의 계수는 평균 1-2 시간으로 나타나고 태양고도가 가장 큰 봄철과 초여름(4-6월)에 약 2 시간 정도로 가장 크다. 관측 자료와 수치 결과 사이의 표준 편차가 큰 계절은 주로 봄철이고, 표준 편차가 작은 계절은 겨울이다. 또한 관측 결과와 수치 결과의 차이를 비교(Δ)함으로써 여름철과 겨울철에는 주로 계산된 값이 관측된 값보다 작게 계산이 되고 봄철과 가을철에는 관측된 값보다 크게 계산됨을 확인할 수 있다. 겨울철에는 맑은 날이 많음에도 불구하고 일조시간이 적게 계산된 이유는 낮은 태양고도와 안개 혹은 연무 등의 영향 때문으로 보이며, 봄철이나 가을철에는 직달 일사가 구름 낀 하늘을 투과할 수 있을 정도로 태양고도가 높기 때문에(김연희 등, 2003) 일조시간이 크게 계산된 것으로 보인다.

Fig. 1은 일조 시간에 대한 관측치와 수치 결과의 월별 경년변화 경향을 나타낸 것으로 그 경향이 거의 일치하고 있음을 확인할 수 있다. 회귀 분석에 의한 관측치와 수치적 결과의 상관계수도 Table 1에서 설명한 바와 같이 여름철에 가장 높고, 봄철에는 다소 작긴 하나 그 경향은 잘 나타난다. 따라서 운량 분류법을 기준으로 한 수치적 방법에 의한 계산 결과가 일조시간을 잘 설명해 주고 있다는 사실을

확인할 수 있다. 그러나 일조시간이 긴 봄철의 경우 수치적 방법이 완전히 설명해 주지는 못하는 한계를 가지고 있다. 이는 관측 기기에 의한 오차일 수도 있고 봄철의 기후 특성상 대기의 불안정도가 크고 먼지나 연무가 낀 날이 많아 맑은 날의 경우에도 이러한 날씨 조건 때문에 일조계의 감도가 떨어져 정확한 관측이 어려웠을 가능성도 배제할 수 없다(Angell, 1989). 따라서 이러한 한계를 극복하기 위해서는 정확한 운량 관측이 이루어져야 할 것으로 보인다.

Table 1. Variation analysis of the regression. r is the correlation coefficient between observed and calculated sunshine; F is the value of F -ratio (F -test); α , β , ψ and γ are the coefficients of eq. (1); Δ is the average residual(observed-calculated); σ is the standard deviation of residuals.

Month	r	F-Test	α	β	ψ	γ	Δ	σ
Jan.	0.87	0.054	7.7	5.9	3.4	0.9	0.07	15.54
Feb.	0.85	0.665	8.6	7.1	4.4	1.7	-0.03	13.82
Mar.	0.55	0.547	9.7	8.1	6.1	1.9	0.48	19.81
Apr.	0.75	0.997	10.5	9.2	6.7	2.0	-0.16	19.36
May	0.63	0.491	11.2	10.2	7.6	2.3	-0.12	21.65
Jun.	0.86	0.246	11.5	10.1	7.2	2.3	-0.10	20.75
Jul.	0.90	0.478	11.3	8.8	6.5	1.5	0.47	15.20
Aug.	0.90	0.511	10.8	8.8	6.2	1.4	0.07	15.97
Sep.	0.86	0.632	9.9	8.4	6.1	1.7	0.79	16.87
Oct.	0.80	0.895	9.2	7.6	5.0	1.6	-0.20	16.21
Nov.	0.83	0.464	8.0	6.1	3.5	0.8	-0.04	13.91
Dec.	0.81	0.274	7.3	5.2	3.0	1.0	0.66	14.73

사 사

이 연구는 기상연구소의 “도시 대기특성 예측 및 응용기술 개발”과 과학기술부에서 시행하는 국가지정연구실 사업의 하나인 “한반도 기후변화 감시 기술개발” 연구과제 (과제번호:M1-0204-00-0153-03-J00-00-120-00)의 일부지원으로 수행된 내용입니다.

참고 문헌

김연희, 조경숙, 김현탁, 엄향희, 최병철, 2003: 광릉수목원 혼합림에서 복사 에너지의 계절변화 특성. *한국대기환경학회지*, 19(3), 285-296.

Angell, J. K., 1989: Variation in United States cloudiness and sunshine duration between 1950 and the drought year of 1988. *J. Climate*, 3, 296-308.

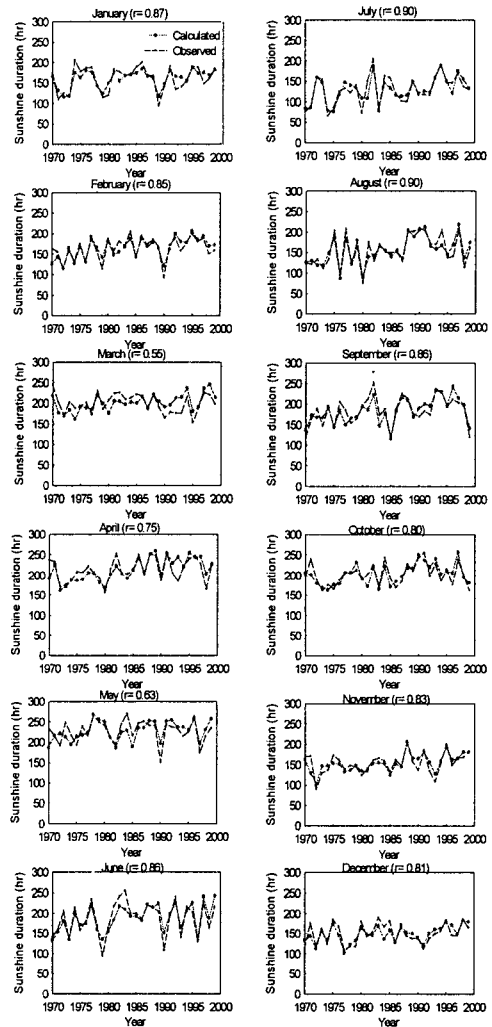


Fig. 1. Calculated and observed values of sunshine duration for months in Seoul for the period of 1970-1999.

Cecilia, S., 1980: A simple method for evaluating sunshine duration by cloudiness observations. *J. Appl. Meteor.*, 20, 320-323.