

반사식 일조계 개발에 관한 연구(I)

이 부 용 · 문 승 의

부산대학교 자연과학대학 대기과학과
(1995년 1월 30일 접수)

A Study on the Development of Reflect Sunshine Duration Meter(I)

Bu-Yong Lee and Sung-Eui Moon

Dept. of Atmospheric Sciences, Pusan National University, Pusan, 609-735, Korea
(Manuscript received 30 January 1995)

Abstract

The comparison of sunshine duration meter was carried out on the roof of Korea Meteorological Research Institute by comparing pyrhelimeter(Eppley NIP model) to sunshine duration meter(Reflection type) during from Nov. 8, 1989 to Feb. 19, 1990. In the observation period, daily mean sunshine duration time difference of Jordan sunshine duration meter was recorded 0.47hour and Reflect sunshine duration meter was recorded 0.39hour. More than one hour time difference was observed 15 cases by Jordan sunshine duration meter and 11 cases by Reflect sunshine duration meter.

Key Words : sunshine duration meter, pyrhelimeter.

1. 서 론

일조는 대기오염의 영향으로 감소되는 태양 복사에너지의 한 형태로 그 측정의 시작은 1853년 영국의 J. F. Campbell이 투명한 유리구슬을 이용하여 처음으로 관측하기 시작하였으며, 현재까지 다양한 측기에 의해서 환경 및 농업 분야에서 관측 되고 있다.

失崎敬三(1976)은 여러종류 일조계 특성과 관측자와 관측기에 따른 일조 관측오차에 대해서 연구를 하여 다른 대기 요소와는 달리 관측기기(Jordan일조계, Campbell일조계)와 관측자에 따라서 오차가 발생한다는 것을 밝혔으며, 池田洪(1979)은 새로운 형태로 자동관측이 가능한 일조

계를 개발하였다.

1981년 WMO “관측방법과 측기에 관한 전문위원회” 제 8차 회의에서는 일조의 시작을 수평가까이의 태양을 광원으로 하고 직달일사계를 표준으로 할 경우에 최저한계값으로 120 Wm^{-2} 의 사용을 권장하였다. 따라서 WMO에서 정한 기준에 적합하게 관측이 되는 장비 개발의 필요성이 요구되었으며, 자동관측에 의한 관측의 객관화가 필요하게 되었다. 과학기술처 (1988)은 일조의 자동관측을 위한 방법으로 두개의 수평면 일사계를 사용하여 전천일사와 산란일사량을 측정하여 직달일사량을 추정하는 방법을 제안하였으며, 일본 氣象廳觀測部測候課 (1986)는 새로운 구조의 회전식 일조계를 관측에 채용하기 시작하였다. 그러나 높은

장비 가격과 전원공급의 필요성으로 장기간 야외 관측이 용이하지 않아 새로운 형태의 일조계 개발이 필요하게 되었다.

본 연구에서는 간단한 구조와 유지보수가 용이한 새로운 형태의 일조계인 반사식일조계 (이하 반사식, Reflect)를 개발하기 위한 기초작업으로 일조계의 타당성을 조사하고, 그에 의해 모형을 제작하여 야외에서 관측을 실시하였다. 기준 일조시간으로는 Eppley의 NIP 직달일사계를 사용하여, 그 직달일사값이 120 Wm^{-2} 이상되는 시각을 일조시각으로 정하였으며, 성능 비교는 기상청에서 관측한 Jordan일조계 관측자료와 비교하였다.

2. 본 론

2.1. 반사식 일조계 모형의 계산

본 연구에서 개발하고자 하는 일조계는 구면 반사거울과 수감부로 구성을 하였으며, 구면 거울은 계절과 시간에 따라 변하는 태양의 방위각과 고도에 관계없이 수감부로 태양의 복사에너지를 전달하여주기 위해서 사용하였다(Fig. 1).

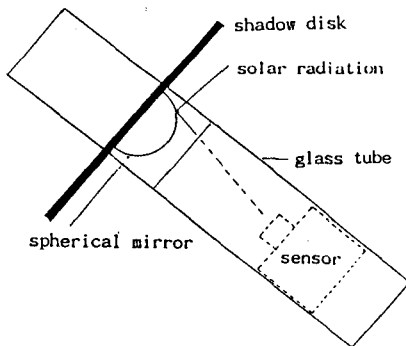


Fig. 1. Diagram of Reflect sunshine duration meter.

계절에 따라서 변하는 태양고도의 효과를 계산하였는데, 그 조건으로 빛의 진행방향을 -X축에서 +X축 방향으로 평행한 광선 (광선폭 0.003 mm)을 주고 이것이 원점에 있는 직경 4 cm구면

거울에 반사되어 15cm원주를 통과 할 때 선폭을 계산하였다(Fig. 2). 여기서 사용한 각도는 반사되어가는 beam과 +X축이 이루는 각도를 말하며 180°일 경우에는 구면에 반사된 빛이 되돌아 가는 것을 의미하며, 90°의 경우에는 +Y 방향으로 빛이 진행하는 것이다. 춘분, 추분의 경우는 Fig. 2에서 90°의 방향을 빛이 진행하는 것이 되므로 광선폭이 약 0.06 mm가 되고, 동지의 경우에는 112°정도이며, 0.052 mm가 된다. 각각 20배, 17배 광선폭이 넓게되어 최초 광선 에너지의 약5%, 6%로 작아지게 된다. 이 현상은 구면거울에 반사된 물체의 크기가 작게 보이는 것으로 그 물체에서 복사된 빛에너지가 감소하는 것이다.

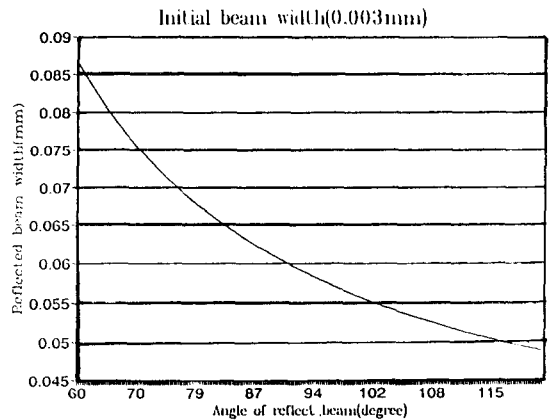


Fig. 2. The reflect beam width with reflect angel by spherical mirror.

2.2. 일조계의 제작

모형에서 계산한 일조계를 Fig.1과 같이 제작하였다. 구성은 차광태, 구면거울, Sensor, 유리경통(직경 50mm)으로 되어 있다. 유리경통 내부에 구면거울을 넣고, Sensor는 거울의 반대쪽에 설치하여 태양의 복사에너지가 구면거울에 반사되어 전달되도록 하였다. 차광태는 일사의 산란 성분을 감소시키기 위해서 설치하였으며, 동계시는 적설을 방지할 목적으로 부착되었다. 차광태에서 아래로 4 cm는 투명한 상태로 두고 나머지 부분은 모

두 흑색 마분지로 태양복사를 차단하였다. 일조계의 전체길이는 약 35 cm이다.

2.3. 비교관측

제작된 일조계를 1989년 11월 8일 - 1990년 2월 19일 까지 총 104일중에서 94일을 중앙기상청 기상연구소 옥상에서 Eppley NIP 직달일사계(감도정수 $8.45 \times 10^{-6} \text{ V/Wm}^{-2}$)의 출력치와 반사식 일조계를 비교관측하여 그 출력치를 analog chart recorder에 기록을 하였다.(Fig. 3)

Eppley NIP로 표시 되어 있는 것이 직달일사계의 출력을 기록한 것이고, Reflect.는 반사식 일조계의 출력을 기록한 것이다. 그림에서 L.S.T.는 local solar time을 의미하며, 그 아래에 있는 시간은 관측된 일조시간을 기록한 것이다. 예를 들면, 08-09시 사이의 일조시수는 Eppley의 경우에는 0.7시간이고, 반사식의 경우에는 0.5시간이다.

3. 관측결과

Figs.4-5는 반사식 일조계와 Jordan일조계에서 기록된 일조의 값을 직달일사의 값을 x축으로 하여 그 상관관계를 나타낸 것이다. 반사식의 경우에는 상관계수가 0.91로 나타났으며, Jordan의 경우에는 조금 낮은 0.89로 나타났다. 반사식의 경우에는 일조시수가 많을수록 자료가 집중되어 나타나며, 일조시수가 감소 할수록 그 자료가 흩어져 나타난다. 반면, Jordan의 경우에는 일조시수가 적을 수록 집중되어 나타나며, 증가할수록 흩어져 나타나는 경향이 있다. 이 현상은 Michalsky (1992)가 실시한 Foster일조계와 직달일사계를 이용한 비교 관측 결과에서 맑은 날에는 두 관측치가 잘 일치하나, 흐린 날의 경우에는 Foster일조계가 직달일사계보다 일조시수를 많이 나타내는 것과 일치하고 있다.

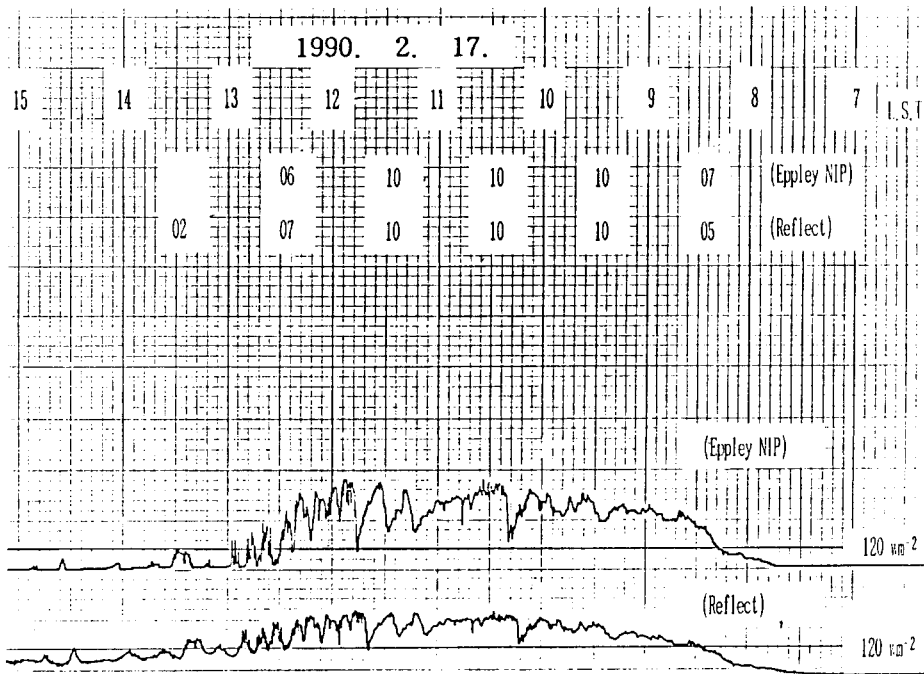


Fig. 3. The observation of pyrheliometer and Reflect sunshine duration meter.

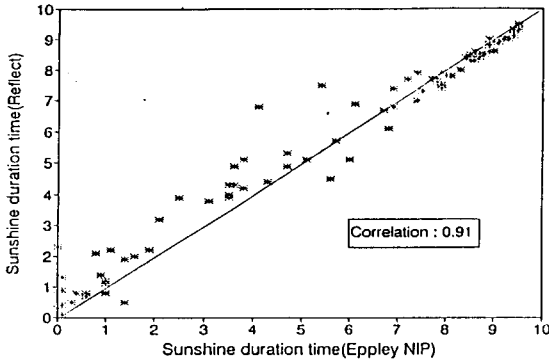


Fig. 4. The correlation between pyrheliometer and Reflect sunshine duration meter.

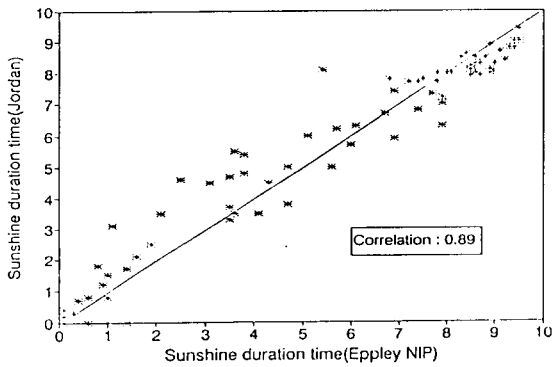


Fig. 5. The correlation between pyrheliometer and Jordan sunshine duration meter.

Table 1은 반사식과 Jordan일조계에서 나타난 시수의 차이를 나타낸것으로, 1일 2.5시간 이상 차이가 나는 경우가 각각 1회가 있으며, 2.5시간의 경우도 각각 2회, 1.5시간 이상의 경우에는 Jordan만이 3회를 기록하였다. 일조 시간이 0.5미만인 경우는 Jordan이 54회 반사식의 경우는 66회로 반사식이 12회 더 많이 관측되었다. 그리고 일조시수가 2.5시간 이상 차이가 난 경우는 직달일사가 120 Wm^{-2} 를 경계로하여 일사값 변동이 심한 경우 많이 나타났다.

관측 기간중 1일 평균 일조시수는 4.64 시간으로 나타났다. 그리고 반사식의 경우 0.39시간으로 7%의 관측오차와 Jordan이 0.47시간으로 10%의 관측 오차가 있었다.

Table 1. The distribution of sunshine duration time difference of Jordan and Reflect sunshine duration meter.

type	Daily time difference						mean
	≥2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	>0.5	
Jordan	1	2	3	9	25	54	0.47
Reflect	1	2	0	8	17	66	0.39

4. 결 론

본 연구에서 비교 관측한 자료를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 관측기간중 일 평균 일조시수의 차이는 반사식이 0.39, Jordan이 0.47시간으로 각각 7%, 10%의 관측오차로 반사식이 Jordan일조계보다 작게 나타났다.

2. 아날로그의 형태로 출력되는 반사식은 자동 관측에는 문제점이 없는 것으로 나타났다.

3. 정확한 관측을 위해서는 산란광을 효과적으로 제거시키는 연구가 더 필요한것으로 나타났다.

참고문헌

과학기술처, 1988: 기상계측장비의 효율적 운영 및 국산화 개발연구(II), 216~223.

Michalsky, J. J., 1992, Comparison of a National-Weather-Service Foster Sunshine recorder and the World-Meteorological-Organization standard for sunshine duration, *Solar Energy*, 48(2), 133~141.

氣象廳觀測部測候課, 1986, 日照時間觀測おける新日照計の採用, *天氣*, 33(1), 31~33.

失崎敬三, 1976, 日照計と日照のしきい値(threshold)について, *測候時報*, 43, 282~300.

池田弘, 1979, 隔測日照計の一考案, *測候時報*, 46, 199~203.