

## **Jordan 日照計와 Bimetal 日照計로 觀測된 日照時間 및 日照率의 地域分布 比較 分析**

李定澤\* · 尹成浩\* · 朴武彥\* · 金柄瓚\*\*

### **Regional Distribution of Duration of Sunshine and Percentage of Sunshine by Jordan Type Sunshine Recorder and Bimetal Type Sunshine Recorder**

Jeong-Taek Lee\*, Seong-Ho Yun\*, Moo-Eon Park\*, Byung-Chan Kim\*\*

#### **Abstract**

Two types of sunshine recorders, Jordan and bimetal, were used for measuring the duration of sunshine and percentage of sunshine in Weather Forecast Offices(WFO) and Weather Observation Stations(WOS) in Korea, respectively. These two gauges showed different values in each element observation. To evaluate the solar energy resources by duration and percentage of sunshine, relevant parameter should be adapted to use the two kinds of data for zoning of agricultural climatic area and comparison of regional solar energy distributions. In this respect, the correlation and distribution pattern were found by analyzing data from the two types of sunshine recorders. The results were as follows.

The monthly duration of sunshine by the Jordan type was 50~60 hours lower than the bimetal type and its value in May was the highest in a year. The percentage of sunshine by the Jordan type was 5~10% lower than the bimetal type. The seasonal difference of sunshine hour data by two types of sunshine recorder became small in winter but large in summer. Standard deviation of monthly duration of sunshine of WFO and WOS was 11~32 and 17~25 hours and percentage of sunshine was 3~11 and 4~9 % respectively. The range of deviation in WOS data was smaller

---

\*農業技術研究所(Agricultural Sciences Institute, RDA, Suweon)

\*\*水原氣象臺(Suweon Weather Forecase Office KMA, Suweon)

than WFO. The highest distribution of duration and percentage of sunshine was in the Southern Coastal Area, whereas the lowest in the Central North Western Area.

### 緒 言

우리 나라에서 日照時間의 觀測은 卽단 日照計와 바이메탈 日照計 등 두가지로 각각 觀測하고 있다. Jordan 日照計는 世界氣象機構(WMO)에서 推薦하는 日照計의 하나로 우리나라 氣象廳 傘下의 氣象台에서 日照時間 觀測에 使用하고 있으며, Bimetal 日照計는 觀測所 및 農村振興廳 農村指導所와 몇몇 農業研究機關에서 使用하고 있다.

두 器機는 感應時間에 差異가 있고 地上 氣象에 따른 間接的인 影響도 각기 다르게 받아 같은 地域에서 測定한 日照時間도 두 計測機 사이에 서로 差異가 있다<sup>1,2,3</sup>. 日照時間 觀測時 어느 器機를 選擇하는가는 두가지 器機의 長短點을 考慮하여 決定할 問題이지만, 地域間的 日照時間의 比較 및 氣候地帶 區分을 위해서는 같은 計測機를 使用하거나, 통일된 指標로 나타낼 必要가 있다. 日照時間의 長短은 農作物의 發育과 生理作用에 밀접한 關係가 있으며, 日照時間이 짧고 降雨가 많으면 病發生이 많아 農業生産에 나쁜 影響을 끼친다<sup>4,5,6</sup>. 그리고 그해의 農作物의 生産과 관련하여 作物의 生育時期別 經過 日照條件과 아울러 다른 地域과의 차이를 서로 比較하여 農業氣候資源을 評價하고자 하면<sup>7</sup> 日照時間의 地域別 分布 및 變化樣相을 分析할 必要가 있는데, 이 때는 同一한 基準에 따른 測定值가 반드시 必要하다. 그리고 日照時間은 日射量을 觀測하지 않는 地域의 日射量 推定에 使用된다<sup>8,9,10,11,12,13</sup>. 따라서 本 研究는 Jordan 日照計와 Bimetal 日照計로 觀測한 日照時間의 差異와 地理的 分布를 調査하고, 그들 相互關係를 求하여 同一한 指標로 使用할 수 있게 하여 地域의 日射資源 評價에 利用하고자 分析한 結果를 報告하는 바이다.

### 材料 및 方法

Jordan 日照計와 Bimetal 日照計로 測定한 日照

時間과 日照率의 測定값 比較에는 1981-1982年 2年의 水原 氣象台와 大關嶺 氣象台에서 두가지 器機로 同時에 觀測된 資料를 利用하여 相關關係를 求하였다.

Jordan 日照計와 Bimetal 日照計의 地域別 年度別 變化를 考慮하기 위해서는 氣象台(Jordan 日照計 使用)와 觀測所(Bimetal 日照計 使用)가 전국적으로 고르게 分布되었다는 가정하에서 1981~1990年 사이의 各 氣象台와 觀測所의 月別 平均값을 氣象年報<sup>14</sup>에서 拔取하여 氣象台 전체 平均값과 觀測所 전체 平均값을 구하여 그 關係를 分析하였다.

地域別 平均 日照時間과 日照率 分布 分析은 韓國氣候表 第2卷-月別 平均값-(1961~1990)<sup>15</sup>에서 氣象台(28個所)와 觀測所(40個所)의 月別 平均값은 各各의 地理的 分布를 나타내고 그 差異를 比較하였다.

### 結果 및 考察

水原과 大關嶺에서 1981-1982年 2年間 Jordan 日照計와 바이메탈 日照計로 觀測된 月別 日照時間의 關係를 그림 1에 나타내었다. 바이메탈 日照計의 日

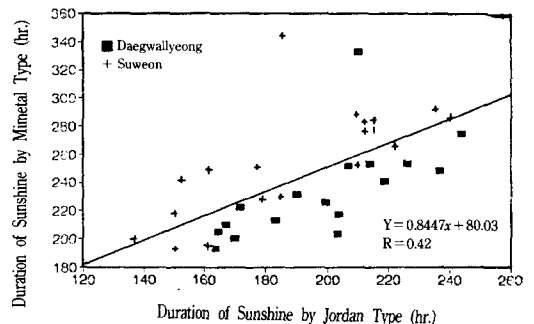


Fig. 1. Relationship between monthly duration of sunshine by Jordan type sunshine recorder and bimetal type sunshine recorder from 1981 to 1982 at Suweon and Daegwanryeong area.

日照時間은 大氣의 氣象 條件에 影響을 많이 받아서 두 地域에서 觀測한 것 만으로 특징지를 수 없으나 Jordan과 Bimetal 日照計의 日照時間을 서로 比較해 보면 日照時間이 짧을 때는 差異가 많았으나 日照時間이 길어지면 그 差異는 적어지는 傾向이었다. 水原에서는 大關嶺에 比하여 Bimetal 日照計가 Jordan 日照計 측정값보다 더 높게 나타나는 傾向이었다. 回歸直線은 거의 두 地域을 가리며 가운데를 지나가면서 地域間에 差異를 보였다. 두 地域에서의 月別 日照時間은 Jordan 日照計로는 140~240時間 이었고, Bimetal 日照計로는 190~350時間의 分布를 보였다. Jordan 日照計의 日照時間이 140時間일 때는 Bimetal은 200時間이고, Jordan 日照計로 240時間일 때는 Bimetal 日照計로는 290時間을 나타내므로 Bimetal 日照計가 50~60時間 더 많으며, 回歸係數는 0.8 이고, 相關係數는 0.42로 有意하였다.

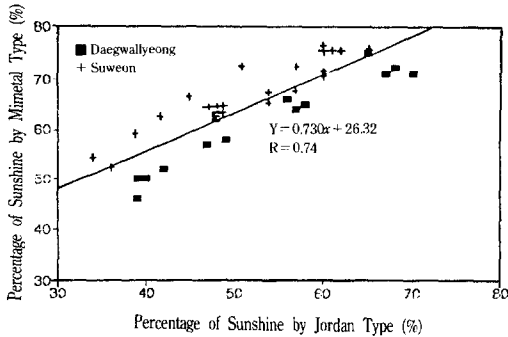


Fig. 2. Relationship between monthly percentage of sunshine by Jordan type sunshine recorder and bimetal type sunshine recorder from 1981 to 1982 at Suweon and Daegwanryeong

水原과 大關嶺 두 地域에서 1981年과 '82年 사이의 Jordan 日照計와 Bimetal 日照計에 의한 月別 日照率의 關係를 그림 2에 나타내었다. 日照率은 그 地方의 可照時間에 대한 日照時間의 比率로 나타낸 것이므로 日照時間이 길면 日照率도 높아진다. 1981年과 '82年에 水原과 大關嶺 地方에서의 Jordan 日照計와 Bimetal 日照計로 觀측한 日照率의 比較는

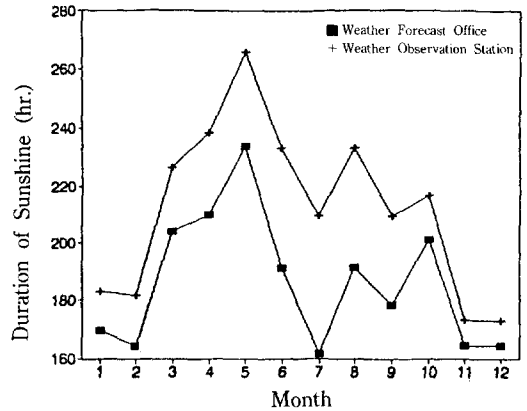


Fig. 3. Changes in average monthly normal duration of sunshine of weather forecast offices and weather observation stations.

日照時間과 비슷한 樣相을 나타내었다. 日照率의 範圍를 보면 Jordan 日照計에 의한 日照率이 40~70%이었고 Bimetal은 50~75%로 5~10%의 差異가 있었고, 日照率이 높을수록 그 差異는 줄어드는 傾向이었다. 相關係數는 0.74로 日照時間의 경우보다 높았다.

全國에 散在되어 있는 氣象台(Jordan 日照計)와 觀測所(Bimetal 日照計)에서 測定된 平均 月別 日照時間의 年平값을 보면 그림 3과 같다. 서로 다른 두가지 計測器로 觀測한 日照時間의 分布에서 計測器에 따른 差異가 一定하게 나타나지 않았으며, 季節에 따라 差異가 컸다. 日照時間의 分布는 겨울철인 12, 1, 2月은 Jordan 日照計가 160~170 時間을 보인 반면 Bimetal 日照計는 170~180 時間을 나타내 그 差異는 約 10 時間이었으나 여름철에는 Jordan 日照計가 160~190 時間 이었고, Bimetal 일조계가 210 % 230 時間을 보여 약 40 時間이 더 컸다. 日照時間이 가장 긴 달은 5月로 각각 230 時間(Jordan)과 265 時間(Bimetal)이었고, 가장 짧은 달은 12月로 각각 160 時間과 170 時間이었다. 이와 같은 結果는 같은 地域에서 두가지 日照計에 대한 日照時間을 分析한 結果와 같은 傾向<sup>2)</sup>이었다. 그러므로 氣象台와 觀測所의 地域 分布가 均일하다고 가정하

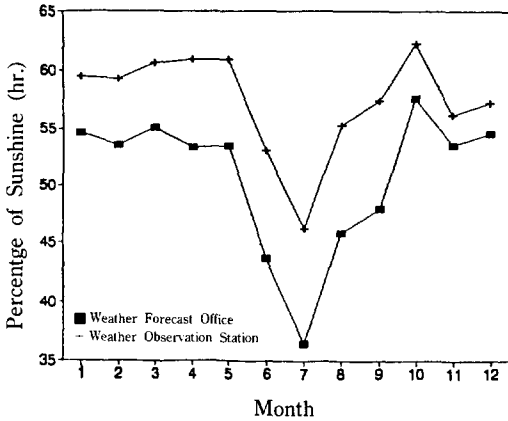


Fig. 4. Changes in average monthly normal percentage of sunshine of weather forecast offices and weather observation stations.

먼 두 器機의 日照時間 測定值를 分析하여 氣候資源을 評價할 수 있을 것으로 判斷된다.

平年 日照率의 月 變化를 보면 그림 4와 같다. 日照率의 分布는 日照時間하고는 달라서 6, 7, 8월은 Jordan 日照計는 36~47%, Bimetal 日照計로는 45~56%로 觀測되어 다른 계절보다 낮았다. 여름철은 日照時間은 길지만 장마철이 들어있어 日照率은 낮은 것이 우리 나라의 氣候 特徵으로 볼 수 있을 것이다. 年間 日照率의 分布는 Jordan 日照計가 36~57%, Bimetal 日照計가 45~62%이고, 7월이 가장 낮았고 10월이 가장 높았다. 우리 나라에서는 7월이 日照時間과 日照率이 가장 낮고, 5월은 日照時間이 가장 길고 日照率이 아주 높았으며, 10월은 日照率은 가장 높았으나 日照時間은 200~220시간에 그쳤다. 대체로 Bimetal 日照計의 日照率은 Jordan 日照計보다 5~10% 정도 높았다.

1981년부터 1991년까지 氣象台 28 개소와 觀測所 40 개소의 年間 日照時間의 關係를 그림 5에 나타내었다. 전체 氣象台의 10年 동안 年日照時數의 變化는 1,950~2,300 시간의 범위에 있었으나, 觀測所는 2,200~2,600시간의 범위에서 變化를 보였고, 年間 日照時間은 觀測所가 250~300 시간이 더 높았다.

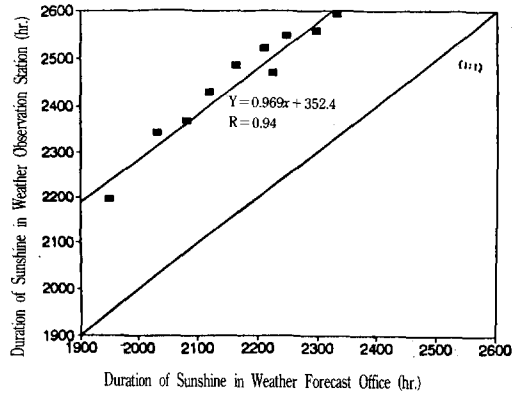


Fig. 5. Relationship between duration of sunshine of weather forecast office and weather observation stations from 1981 to 1990.

같은 방법으로 日照率에 대한 Jordan 日照計와 Bimetal 日照計의 關係를 보면 그림 6과 같다. Jordan 日照計로 측정된 年日照率 變化는 44~53% 범위에서 變化를 보였고 Bimetal 日照計로는 49~59%의 범위에서 變化를 보여 Bimetal 日照計가 5~6% 높았다. 年平均 日照率에 대한 氣象台와 觀測所의 觀測值를 비교한 결과 年平均 日照時間에 비하여 變異가 컸지만 相關係數는 0.83으로 더 높

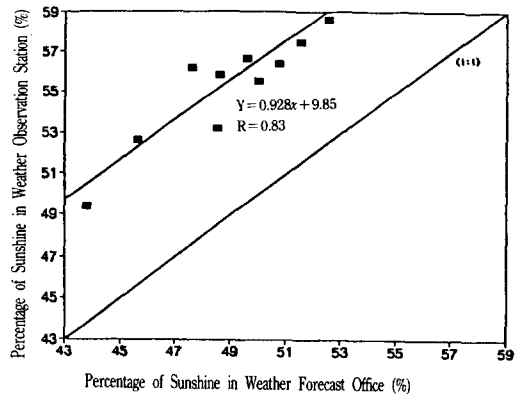


Fig. 6. Relationship between percentage of sunshine of weather forecast office and weather observation stations from 1981 to 1990.

Table 1. Comparison of standard deviation, duration of sunshine, and percentage of sunshine between weather forecast offices and weather observation stations.

Month	Duration of Sunshine (hr.)			Percentage of Sunshine (%)			Standard Deviation			
	WFO(A)	WOS(B)	RATIO (B/A)	WFO(A)	WOS(B)	RATIO (B/A)	Duration of Sunshine(hr.)		Percentage of Sunshine(%)	
							WFO(A)	WOS(B)	WFO(A)	WOS(B)
Jan.	169.73	182.83	1.08	54.64	59.93	1.09	32.38	24.39	10.47	8.16
Feb.	164.19	181.63	1.11	53.57	59.33	1.11	23.13	19.38	7.65	6.35
Mar.	204.14	226.48	1.11	55.07	60.63	1.10	14.68	18.44	3.98	4.94
Apr.	290.99	238.21	1.13	53.39	60.95	1.14	16.25	16.44	4.03	4.18
May	233.45	265.73	1.14	53.46	60.95	1.14	16.60	19.82	3.60	4.57
Jun	191.16	232.80	1.22	43.68	53.05	1.21	20.76	24.82	4.55	5.71
Jul.	161.74	209.73	1.30	36.39	46.18	1.27	20.46	22.34	4.65	5.30
Aug.	191.64	233.13	1.22	45.86	55.23	1.20	21.90	23.14	5.26	5.83
Sep.	178.28	209.53	1.18	47.93	57.35	1.20	15.77	21.40	4.28	8.78
Oct.	201.01	216.59	1.08	57.61	62.25	1.08	11.70	16.72	3.33	5.11
Nov.	164.46	173.05	1.05	53.50	56.18	1.05	18.23	17.59	5.95	5.70
Dec.	164.35	172.96	1.05	54.57	57.20	1.05	29.78	24.53	9.92	8.20
Ann.	2234.14	2542.62	1.14	50.36	56.93	1.13	168.04	214.39	4.09	5.15

WFO : WeatherForeeast Office

WOS : Weather Observation Station

았다.

이와같이 똑같은 지점에서 Jordan 日照計와 Bimetal 日照計로 10년간 측정된 관측값의 상호 관계를 보면 Bimetal 日照計의 값이 많았고, 계절에 따라 다소의 차이가 있었으나, 傾向은 같아 서로 推定이 가능할 것으로 判斷된다.

1981년부터 1990년까지 氣象台와 觀測所에서 측정한 日照時間과 日照率의 월별 평균 및 偏差와 그들 간의 比率을 보면 표 1과 같다. 氣象台에 대한 觀測所의 日照時間의 比率은 年平均 1.14이고, 10, 11, 12, 1월에는 1.05~1.08, 2, 3, 4, 5월은 1.11~1.14로 年平均값에 가까웠으며, 6, 7, 8, 9월은 1.18~1.30 컸는데, 특히 7월은 1.30으로 높게 나타났다.

日照率은 日照時間과 비슷한 傾向을 나타내었다. 월별 日照時間의 標準偏差를 보면 氣象台 11~32 시간 정도의 變化를 보였고 觀測所는 17~25 시간 정도의 變化를 보여 氣象台에서는 계절별로 變化가 크게 나타났다. 11~2월 까지의 겨울에는 氣象台가

觀測所보다 標準偏差가 컸으나 그 외에는 전기간이 작은 傾向이었다. 日照率의 標準偏差는 氣象台가 3~11 % 정도의 變化를 보였고 觀測所는 4~9 % 정도의 變化를 보였고, 變化 양상은 日照時間의 標準偏差 變化 양상과 비슷하였다.

이와같은 결과를 종합해 볼때 Jordan 日照計로 측정한 日照率은 Bimetal 日照計로 측정한 값에 비하여 낮고, 지역간에 그리고 년도별로 약간의 차이는 있었지만 이러한 傾向은 모두 같았다. 전국 氣象台와 觀測所에서 관측한 年間 日照時間의 지역별 分布를 비교해 보면 그림 7과 같다.

氣象台的 日照時間 分布는 남부해안 지방이 2,100 시간 이상으로 많았고 중부북지방은 1,700~1,900 시간 정도의 分布로 낮았다. 중부이남지방은 1,900 시간 이상의 分布를 보였고 특히 嶺南內陸地方은 日照時間이 2,100~2,200 시간으로 많았다. 觀測所의 日照時間 分布는 氣象台的 日照時間 分布와 비슷한 傾向을 보이거나 대체로 더 많은 分布를 보였다. 地

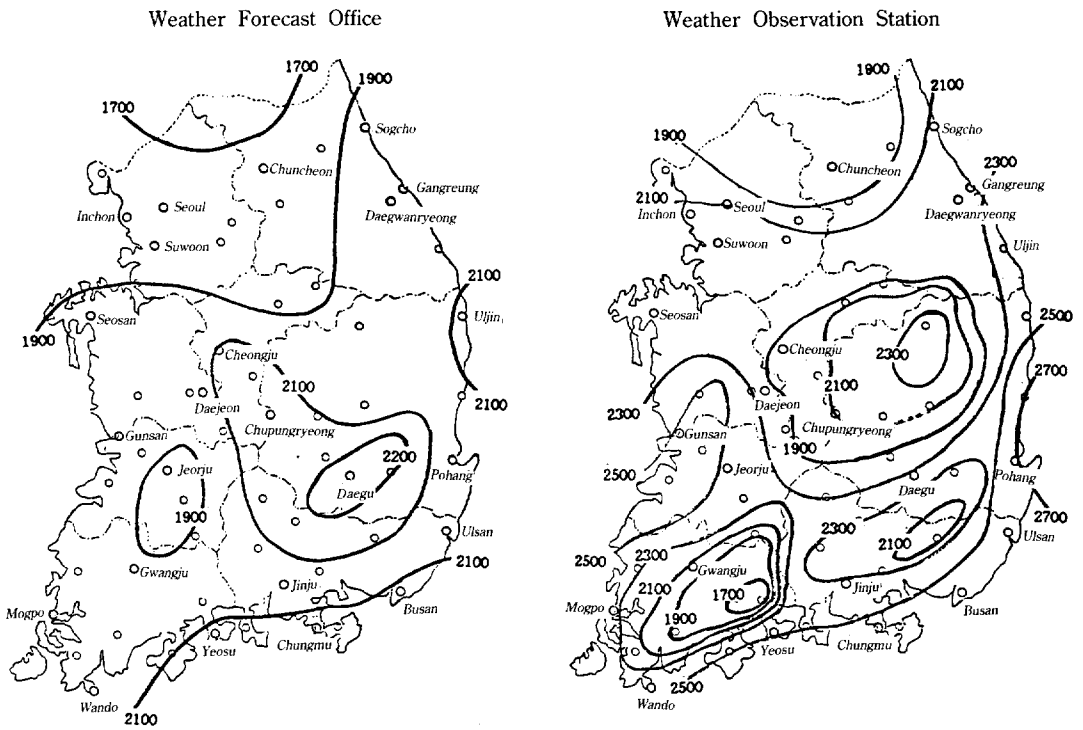


Fig. 7. Comparison of regional distribution pattern on duration of sunshine by weather forecast offices and weather observation station data.

域으로 보면 中北部가 2,100시간 이하의 分布를 보였고, 南海岸地方이나 東海南部地方은 2500시간 이상으로 分布하여 대체로 海岸地方에서 많은 것으로 나타났다. 氣象台와 觀測所 자료의 年間 平均日照率의 지역별 分布를 비교해 보면 그림 8과 같다. 氣象台의 日照率 分布는 中北部地方이 44 % 以下이고, 南部地方은 46 % 以上으로 比較的 높은 分布를 보였으며 全國 大部分의 地域은 44~46 %의 分布로 나타났다. 觀測所의 日照率의 分布는 中北部 地方이 46 % 以下이고, 南部海岸地方과 東海南部地方에서는 56 % 以上の 分布를 보여 測候所의 日照時間 分布는 南部海岸地方이 2,100 時間 以上으로 가장 많고 中北部地方은 1,700~1,900 時間으로 낮았다. 嶺南內陸地方은 日照時間이 2,100~2,200시간으로 많았으나, 智異山 附近은 日照時間이 적었다. 이와 같은 結果를 보면 氣象台와 觀測所에서 測定한 日

照時間과 日照率은 서로 差異가 있으므로 日照時間을 利用한 日射量의 推定이나 農業氣候地帶를 區分할 때는 같은 種類의 計測機로 測定된 값을 使用하거나, 資料 出處가 같은 種類의 計를 使用한 것끼리 比較되어야 하며, 부득이 한 境遇에는 서로 同一한 指標로 나타낼 수 있는 補正값을 使用하여야 할 것으로 判斷된다.

要 約

日照時間과 日照率 觀測에 使用하는 Jordan 日照計(氣象台用)와 Bimetal 日照計(觀測所用)의 觀測값에는 서로 差異가 있으며, 測定되는 地點도 다르다. 그러나 日射資源의 地理的 分布 및 日照時間에 따른 日射量의 推定에는 同一한 指標를 使用하여 구하여야 할 것이다. 本 研究는 Jordan 日照計와 Bimetal

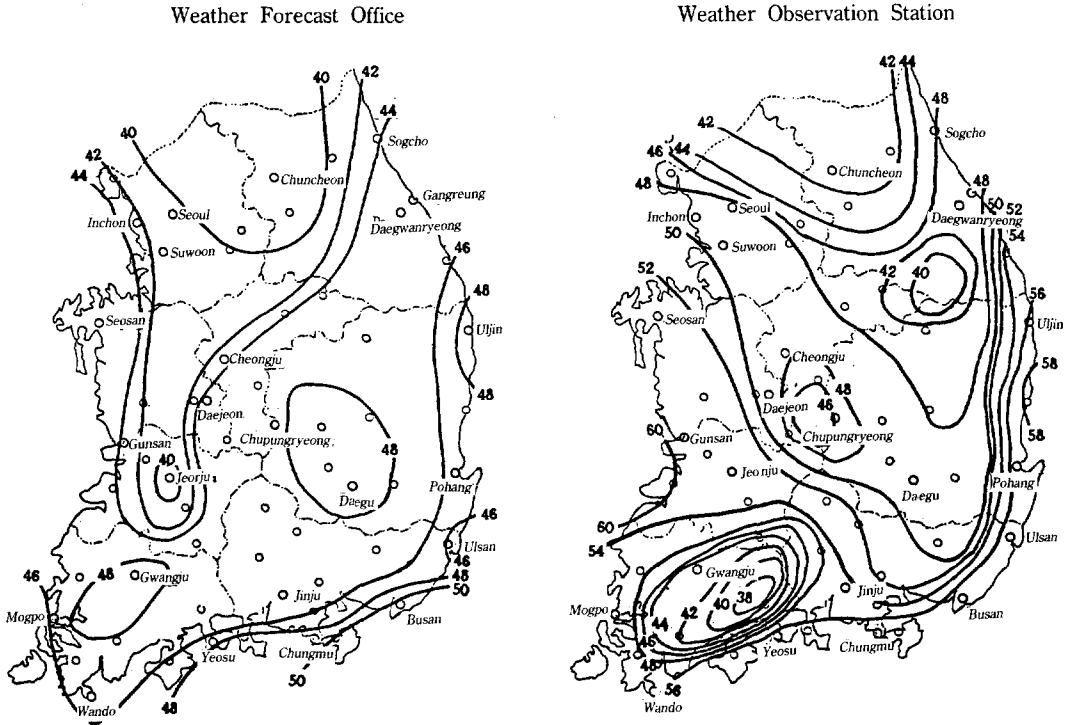


Fig. 8. Comparison of regional distribution pattern on percentage of sunshine by weather forecast offices and weather observation station data.

日照計의 測定값의 相互關係를 求하고, 이들 計測機에 의한 日照時間과 日照率의 地理的 分布의 差異를 분석한 結果는 다음과 같다.

1. Jordan 日照計로 측정한 日照時間은 Bimetal 日照計의 日照時間보다 平均 한달에 50~60 時間이 낮게 나타나는 傾向이었다.
2. Jordan 日照計의 日照率은 Bimetal 日照計의 日照率보다 5~10 % 낮게 나타나는 傾向이었다.
3. 日照時間이 가장 긴 달은 5월이었으며, 日照率은 10월이 가장 높고 7월이 낮았다.
4. 두 計測機 間에 日照時間의 差異는 겨울철에는 적었고, 여름철에는 커지는 傾向이었다.
5. 月別 日照時間의 標準偏差는 測候所가 11~32 時間, 觀測所 17~25 時間이었고, 日照率은 각각 3~11 %, 4~9 %로 氣象台보다 觀測所가 變化의 幅이 적었다.

6. 日照時間과 日照率의 分布는 南部海岸地方이 가장 높았고, 中北部地方이 낮았으며, 西 海岸보다 東海岸이 높은 傾向이었다.

### 參 考 文 獻

1. 중앙관상대. (1971) : 지상기상관측법. 45pp.
2. 중앙관상대 연구조사부. (1974) : 일사계 및 일조계 보정을 위한 비교 연구. MR-74-4, 48pp.
3. 吉田作松. (1968) : 바이메탈로式日照計による 觀測值의 性質, 研究報告 20卷 1號 6~23.
4. 小林尚志, 登谷大節. (1968) : 稻葉射上の露適と 圃場空氣濕度の分布 消長の觀察. 農業および園藝 43(2), 34~39.
5. 鈴木穗積. (1967) : 이끼菌胞子の動態すびそれによる發生豫察法. 北陵農業試驗場 報告書

- 10, 1~118.
6. 吉野嶺一. (1979) : いきら病菌の侵入に関する生態學的研究. 北陵農業試驗場報告書 **22**, 163~221.
  7. 農村振興廳. (1986) : 韓國의 農業氣候特徵과 水稻氣象災害對策. 194pp.
  8. Angstrom, A. (1924) : Solar and terrestrial radiation. *Quart. J. Royal Metero Soc.* Vol. **50**, 121~126.
  9. Black, J. N., C. W. Bonython, and L. A. Prescott. (1954) : Solar radiation and duration of sunshine. *Quart. J. Roy. Metero Soc.* Vol. **80**, 231~235.
  10. Davis, J. A. (1965) : Estimation of insolation for West Africa. *Quart. J. Roy. Metero. Soc.* Vol. **90**, 359~363.
  11. 趙夏晚, 鄭貴源, 曹千鎬. (1987) : 地面에 도달하는 日射量과 關聯氣象變數들과의 相關. 韓國氣象學會誌 **23(1)**, 26~34.
  12. 曹喜九. (1968) : 韓國의 輻射平衡에 관하여. 韓國氣象學會誌 **4(1)**, 8~12.
  13. 吉田作松, 條木誓一. (1978) : 日本における月平均全日射量およびその年々の變動度 マップ作成 天氣. 25, 375~389.
  14. 기상청. (1981~1990) : 기상년보.
  15. 기상청. (1991) : 한국기후표, 제 II 권 월별평년값(1961~1990). 418pp.