

# 實測에 의한 國內 日射量資源의 再評價

## A Revaluation of Domestic Solar Insolation Data by Field Measurement

曹瑞鉉\* 李純明\* 趙德基\*\* 裴崗\* 李吉東\* 李楠浩\* 吳正茂\*  
(S.H.Cho) (S.M.Rhie) (D.K.Jo) (K.Bai) (K.D.Lee) (N.H.Lee) (P.C.Auh)

(1986. 4.21 접수)

### ABSTRACT

Since the solar radiation is the main input for sizing any solar system, it will be necessary to understand and evaluate the insolation data.

The Korea Institute of Energy and Resources (KIER) has began collecting horizontal insolation data since May, 1982 at 15 different locations.

Because of a poor reliability of existing data, KIER's new data will be extensively used by the solar system users as well as by research institutes.

Among some significant results, we obtained the good results more than we had expected, it is very encouraging that the mean value of Korea's solar radiation is increased by more than 30%.

### 1. 序 論

太陽에너지는 地球上에 존재하는 가장 깨끗하고 안전한 資源이다. 또한 太陽에너지는 우리가 호흡하고 마시는 空氣나 물을 汚染시키지 않을뿐만 아니라, 우리의 健康과 生命을 위협하는 사고 위험도 없는 아주 순수하고 유용한 資源이다.

絶對資源이 부족한 우리의 實情에서 볼 때, 輸入에너지源에 전적으로 의존하고 있는 現實은 長期的 안목에서 바람직하지 못하다. 따라서 우리의 에너지問題는 근본적으로 自給基盤을 확보할 수 있는 방향으로 해결해 나아가야 한다.

최근 國家的 次元에서 추진하고 있는 에너지源의 多樣化, 賦存資源 활용의 極大化, 代替에너지開發 및 利用의 積極化 등 제반 사업도 바로 이와같은 취지에서 실행되고 있는 것이다.

太陽에너지는 가장 확실한 未來의 代替에너지源이다. 國內外的으로도 현재 광범위한分野에 걸쳐 이를 활용하기 위한 研究事業이 활발하게 진행되고 있으며, 이미 여러분야에서 그 經濟性과 將來性이 立證되고 있다.

그러나 太陽에너지 利用技術을 發展普及시키기 위해서는 무엇보다도 이용하고자 하는 地域에 대한 精確한 日射量資料가 필요하다.

특히 우리나라의 경우는 불과 10餘年 밖에 되지 않은 일천한 實測期間 때문에 더욱 그 必要性은 절실한 실정이다.

우리나라에서 日射量이 처음 測定된 것은 1959年의 일로 서울氣象觀測所에서 銀盤日射計를 이용하여 直達日射量(Direct Beam Radiation)을 測定하기 시작한 것이다.

그 후 몇 몇 地方의 農業氣象觀測所와 함께 Robbinsch 日射計로 水平面 全日射量(Global Radiation)도 測定하였으나, 全國적으로 全日射量이 測定되기 시작한 것은 1972年의 일이다.<sup>3)</sup>

\* 正會員 : 韓國動力資源研究所

\*\* 韓國動力資源研究所

그러나 研究事業이 착수되기 이전 즉, 1981年 까지 10年 동안은 農作物의 生産豫測 등 단순히 農業用目的으로 日射量을 측정했기 때문에 얻어진 資料가 正確度면에서 볼 때 信賴性을 잃고 있는 실정이다.

본 研究는 날로 重要性을 더해가고 있는 太陽 에너지이용기술이 國內에서도 하루빨리 定着, 實用化 할 수 있도록, 國內 太陽에너지資源을 보다 科學的인 방법으로 精確하게 測定, 評價하는데 目標를 두었다.

그러나 實測期間이 불과 4年 밖에 안되기 때문에 測定結果가 갖는 의미가 곧 절대성을 갖을 수 는 없을 것이다. 이는 앞으로도 계속될 예정인 본 事業에서 補完해 나갈 문제인 것이다.

## 2. 測定네트웍의 構成

日射量의 廣域分布상태를 알기 위해서는 반드시 측정네트웍을 설치해야 하며 네트웍을 구성하고 있는 각 測定地點은 서로 理想的인 거리간격을 유지해야만 한다.

Fig. 1 에서와 같이 여러 학자들이 실험분석을 통해 제시한 측정지간의 距離에 따른 日射量 資料의 標準偏差<sup>7)</sup>에서 대략 그 거리간격은 100km 를 초과하지 않는 것이 좋음을 알 수 있지만, 아

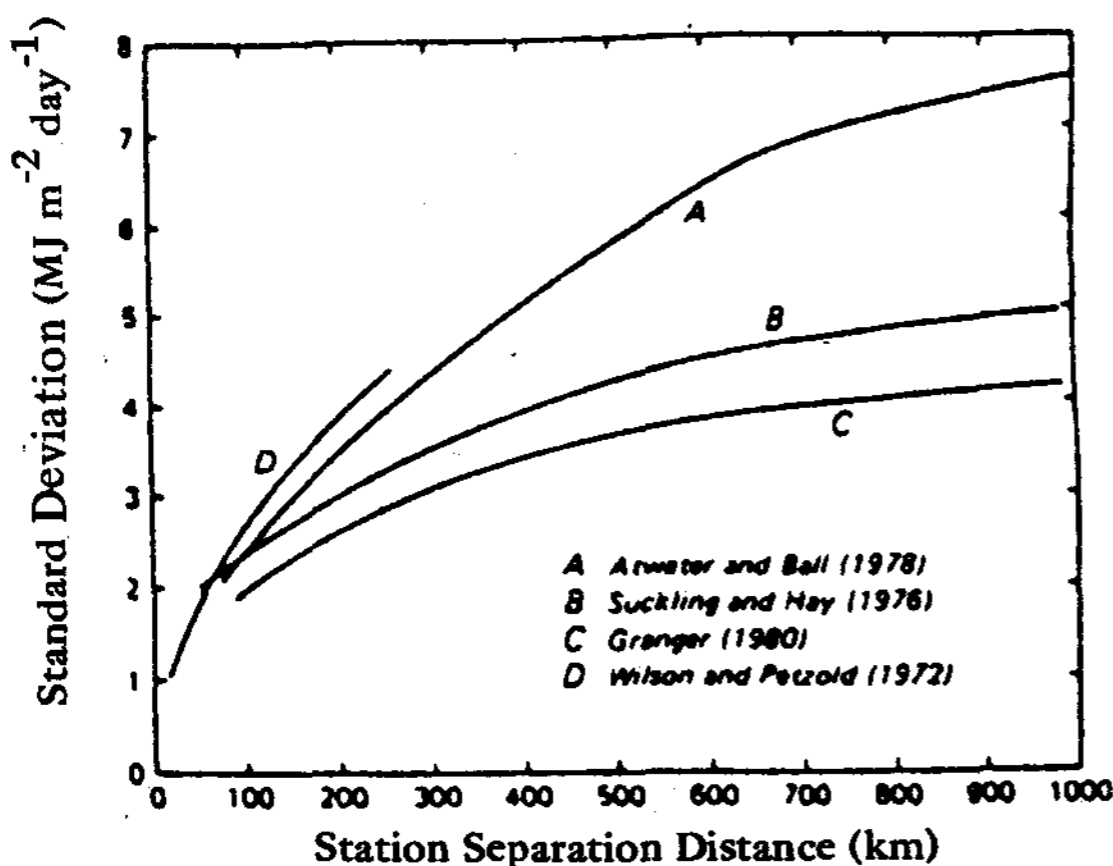


Fig. 1. Standard Deviation of Daily Differences of Solar Radiation as a Function of Station Separation Distance

직 理想的인 거리 결정에 관한 기준은 알려진게 없다.

특히 Suckling과 Hay는 그림에서와 같은 불규칙한 관계에서 經驗式을 유도하여 最大測定距離를 산출해낸 바도 있다. 그 결과에 의하면 隣接地域 간의 일사량분포를 평가하는데는 최대 50 km가 가장 적당한 측정거리인 것으로 나타나고 있다.<sup>6)</sup>

본 연구사업은 이와같은 점들을 고려하여 국내 일사량 측정에 측정지간의 平均距離를 약 100 km로 設定하고 Fig. 2 와 같이 전국 15個地點을 측정대상지역으로 선정<sup>1)</sup>하였다. 또한 측정지 선정 작업에 고려된 사항들은 다음과 같다.

- 전국을 위도와 경도로 등분하여 測定地 分布를 고르게 한다.
- 氣象台의 협조를 얻기 위하여 해당지역 測候所를 측정지로 한다.
- 사업추진 經費를 고려하여 측정지를 15個所로 한다.

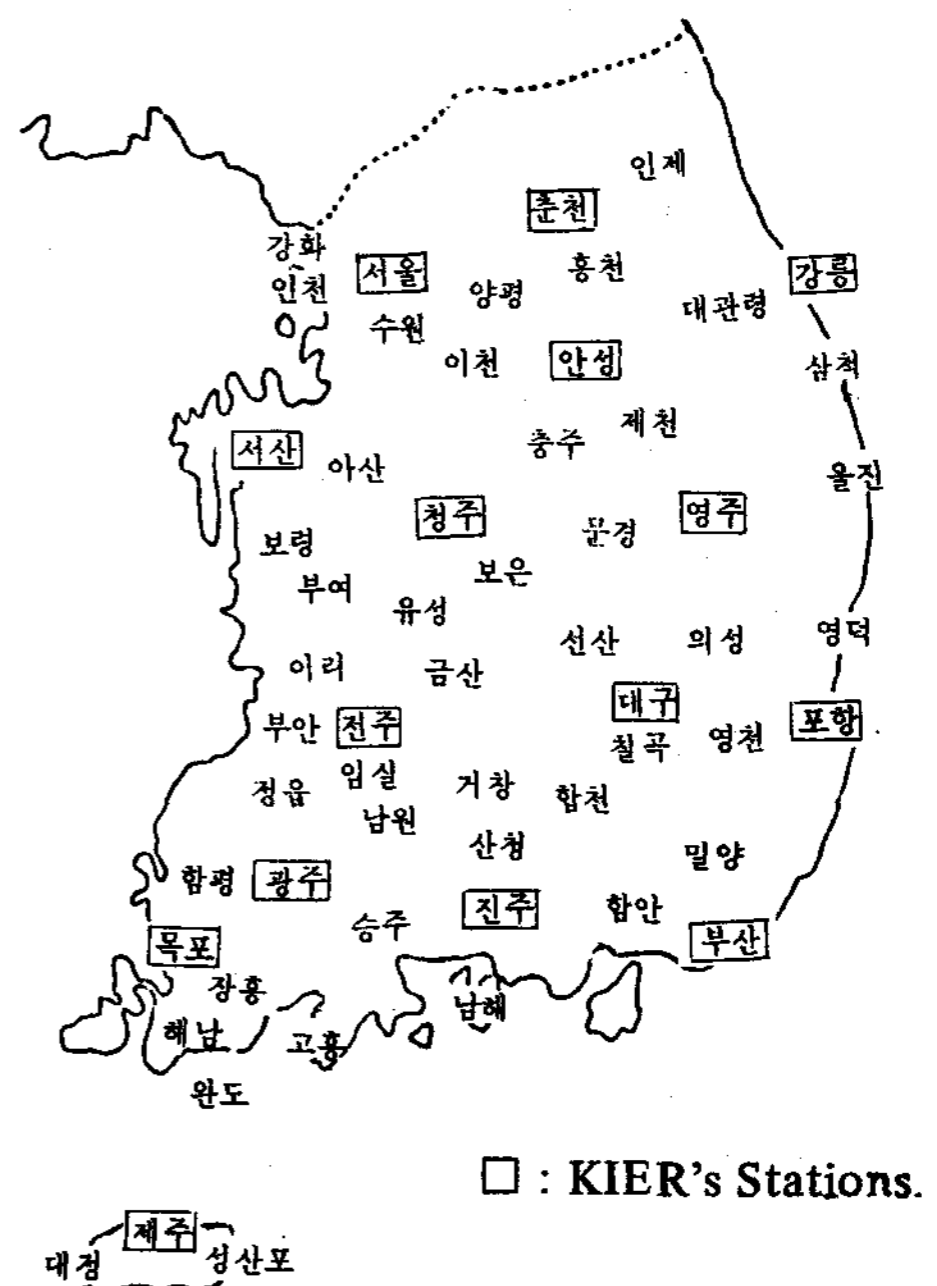


Fig. 2. Location of KIER's Solar Radiation Stations and of CMO's\* Meteorological Stations  
\* Central Meteorological Office

- 測定裝置는 美國의 Eppley 社가 제작한 PSP (Precision Spectral Pyranometer) 水平面 日射計와 同社의 자동기록장치(Model 413-6140)를 사용한다.
- 停電에 대비한 예비전원장치를 사용한다.

### 3. 資料의 處理 및 分析

觀測地에서 측정된 자료는 현재 氣象台와 研究所에서 동시에 電算處理되고 있다. 특히 研究所에서 운영하고 있는 전산시스템은 “SOLMET 저장시스템 (Solar Meteorological Data Storage System)”<sup>1)</sup>으로 太陽에너지이용분야의 專門性을 고려한 것이다.

分析은 주로 信賴性分析과 量的比較分析으로 구분하여 실시하였다. 본문에서 소개하고자하는 것은 後者로서 국내 일사량자원의 전반적인 分布形態와 量的評價가 가능하도록 국내외 자료를 이용한 總量的 분석내용을 다룬 것이다.

비교대상은 國內의 경우 '72~'81년 사이에 측정된 10年 平均資料가, 外國의 경우는 30年 間に 걸쳐 측정된 日本의 中部地方(우리나라와 비슷한 北緯 34°~38° 지방)의 자료가 사용되었다.

### 4. 分析結果

#### 가. 分布形態

Fig. 3 (a)는 지난 4년 동안 實測된 자료의 평균치를 가지고 電算시뮬레이션 技法으로 그린 전국적인 日射量分布 현황도이다. 즉, 年平均値로 계산했을 때 서울지방을 제외하고는 전국이 하루에 대략 3,000kcal/m<sup>2</sup> 정도의 일사에너지를 받고 있는 것으로 나타나고 있다.

이 중에서도 釜山, 靑州를 잇는 南海東部지방은 3,400 kcal/m<sup>2</sup>·day 이상으로 전국에서 가장 日射條件이 좋은 곳임을 알 수 있다. 分布上

의 특징을 地域帶로 나누면, 앞서 언급한 남해안 지방, 그 다음은 太白, 小白山脈 등 산간지방을 제외한 中部以南지방, 中部以北 및 山間地方 순으로 나타났으며 大氣汚染이 심각한 서울지방은 전국에서 가장 낮은 일사량을 기록하였다.

한편, 濟州島의 경우는(측정지가 濟州市에 위치) 한라산 이북지방의 日射條件이 日氣不順으로 생각보다 좋지 않음을 알 수가 있다.

Fig. 3 (b)는 연구사업이전에 측정된 10년간의 평균자료를 나타낸 것이다. 그림에 나타난 바와같이 表示범위를 연구측정자료(a)와 똑같이 나타냈을 경우 그 분포형태를 알 수 없기 때문에 범위를 낮추어 그린 것이 그림의 (b<sub>2</sub>)이다.

즉, 과거 측정자료에 의한 일사량의 全國的 分布特徵은 西海岸지방을 시작으로 하여 인접지순으로 일사량이 점차 낮아지는 등 垂直的 分포형태를 갖고 있다. 이와같은 현상은 太陽에너지의 강도가 地球上의 緯度와 가장 밀접한 관계를 갖고 있다는 일반적인 이치와 어긋나는 것으로서, 이 기간동안의 자료가 測定過程상의 오류를 안고 있음을 짐작할 수 있다.

Fig. 4 는 季節別 일사량분포 특성을 나타낸 것이다. 즉, 우리나라의 일사량자원이 겨울을 제외한 모든 계절에서 전국에 고르게 분포됨을 나타내 주고 있다. 分布特徵을 좀 더 세분하면 봄과 가을철의 日射條件은 內陸지방보다 海岸지방이 좋으며, 여름철은 전국이 고른 분포를 나타낸 반면 겨울철은 太白, 小白山脈을 경계로하여 南海와 浦項지방 일원의 일사량이 상대적으로 특히 높은 형태를 갖고 있다. 이는 겨울철의 季節風이 日射條件에 상당한 영향을 미치고 있기 때문인 것으로 믿어진다.

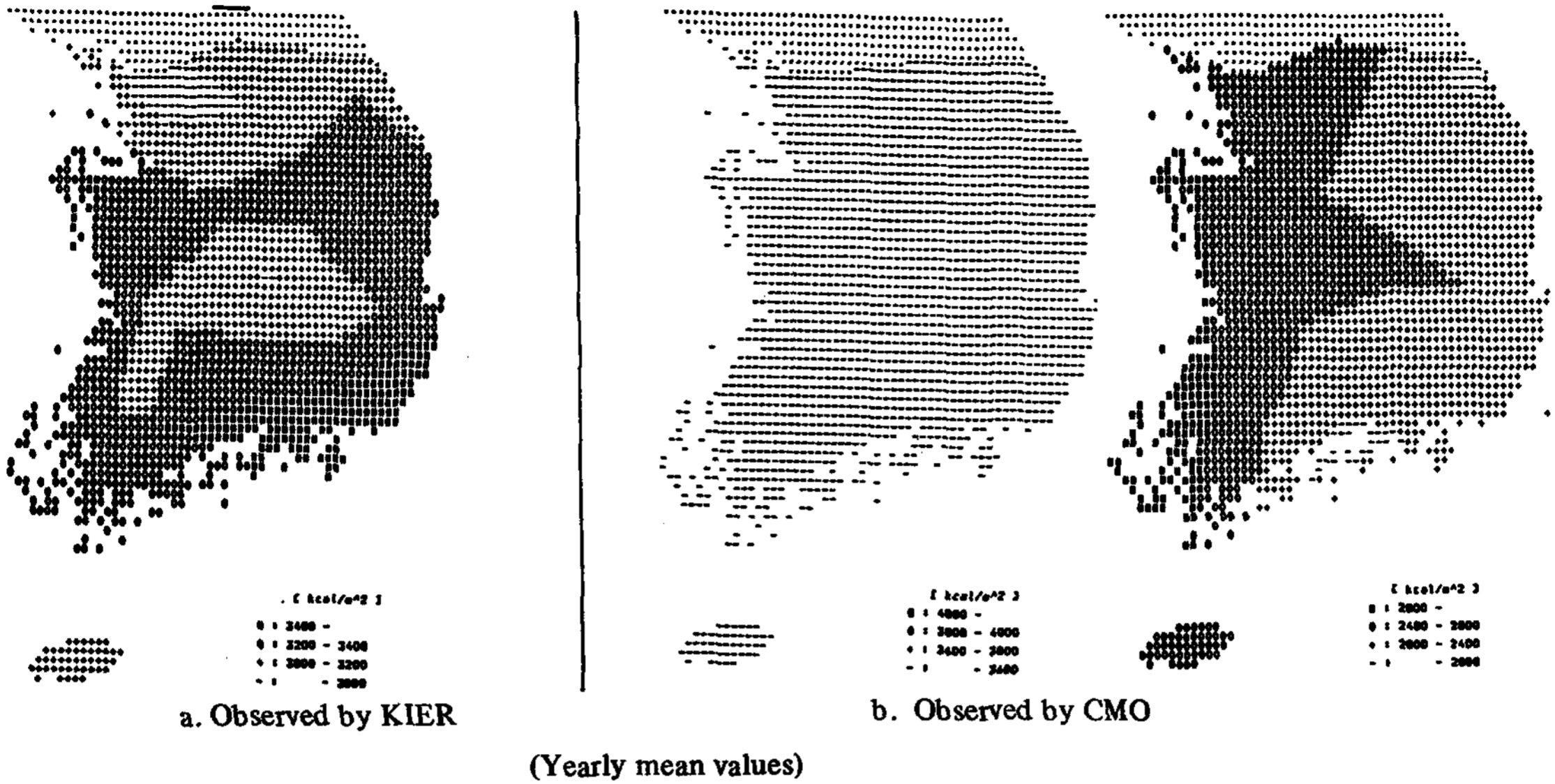
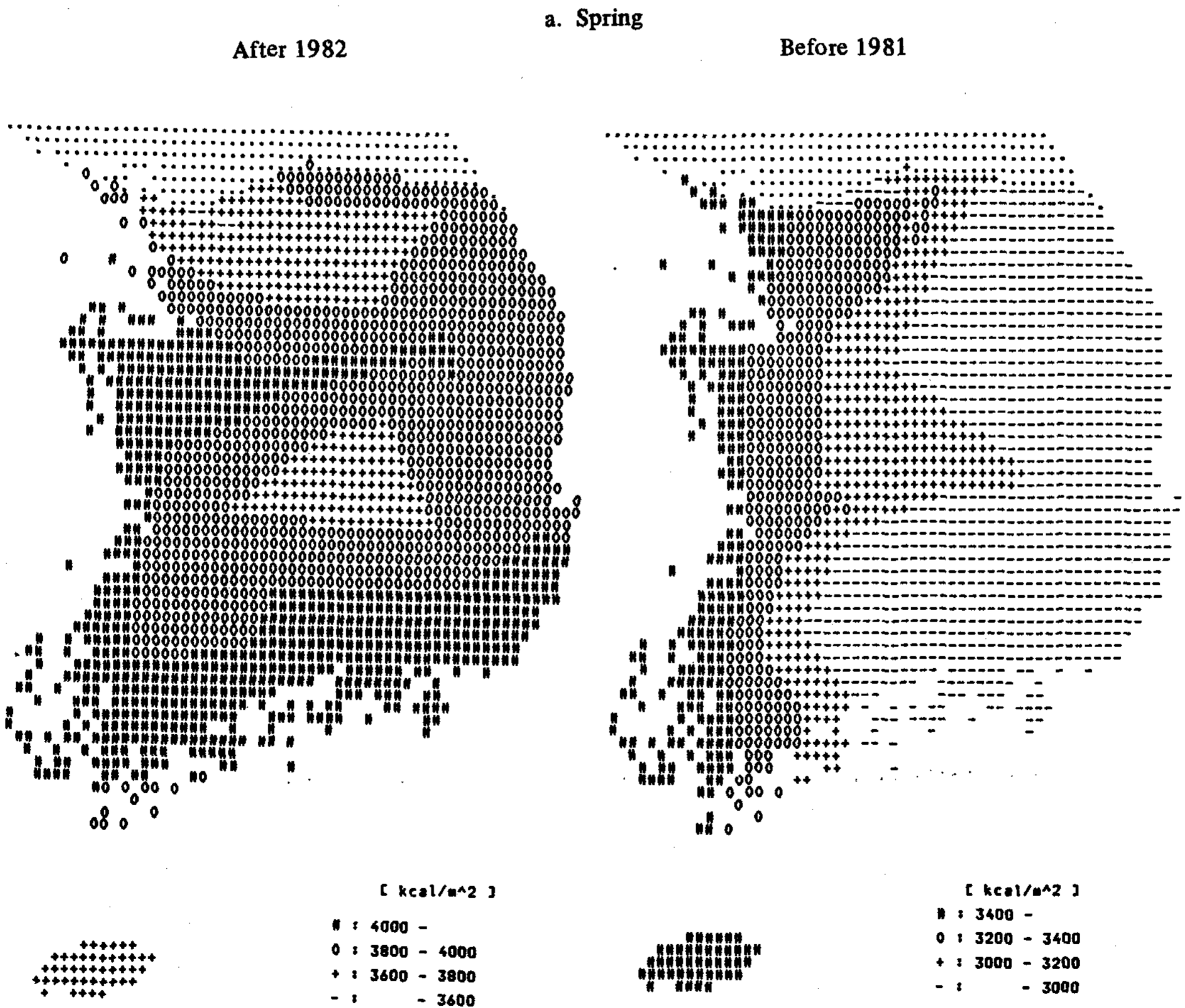
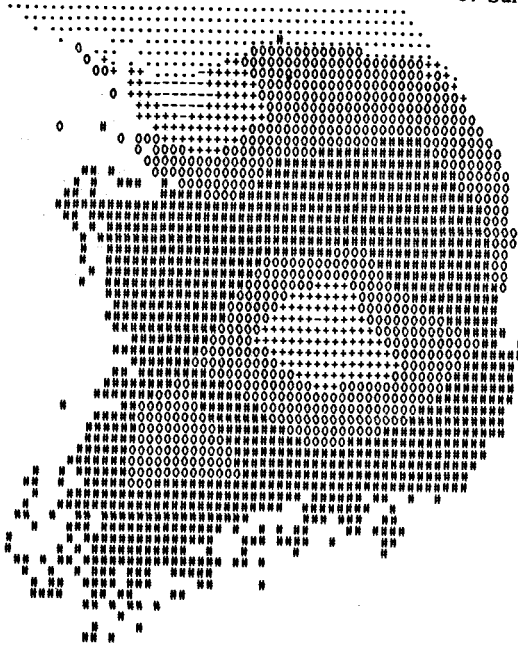


Fig. 3. Comparison between the Observed Solar Radiation by KIER and by CMO.



b. Summer



[ kcal/m<sup>2</sup> ]

[ kcal/m<sup>2</sup> ]

# : 4000 -  
 0 : 3800 - 4000  
 + : 3600 - 3800  
 - : - 3600

# : 3400 -  
 0 : 3200 - 3400  
 + : 3000 - 3200  
 - : - 3000

c. Fall



[ kcal/m<sup>2</sup> ]

[ kcal/m<sup>2</sup> ]

# : 2800 -  
 0 : 2700 - 2800  
 + : 2600 - 2700  
 - : - 2600

# : 2500 -  
 0 : 2250 - 2500  
 + : 2000 - 2250  
 - : - 2000

d. Winter

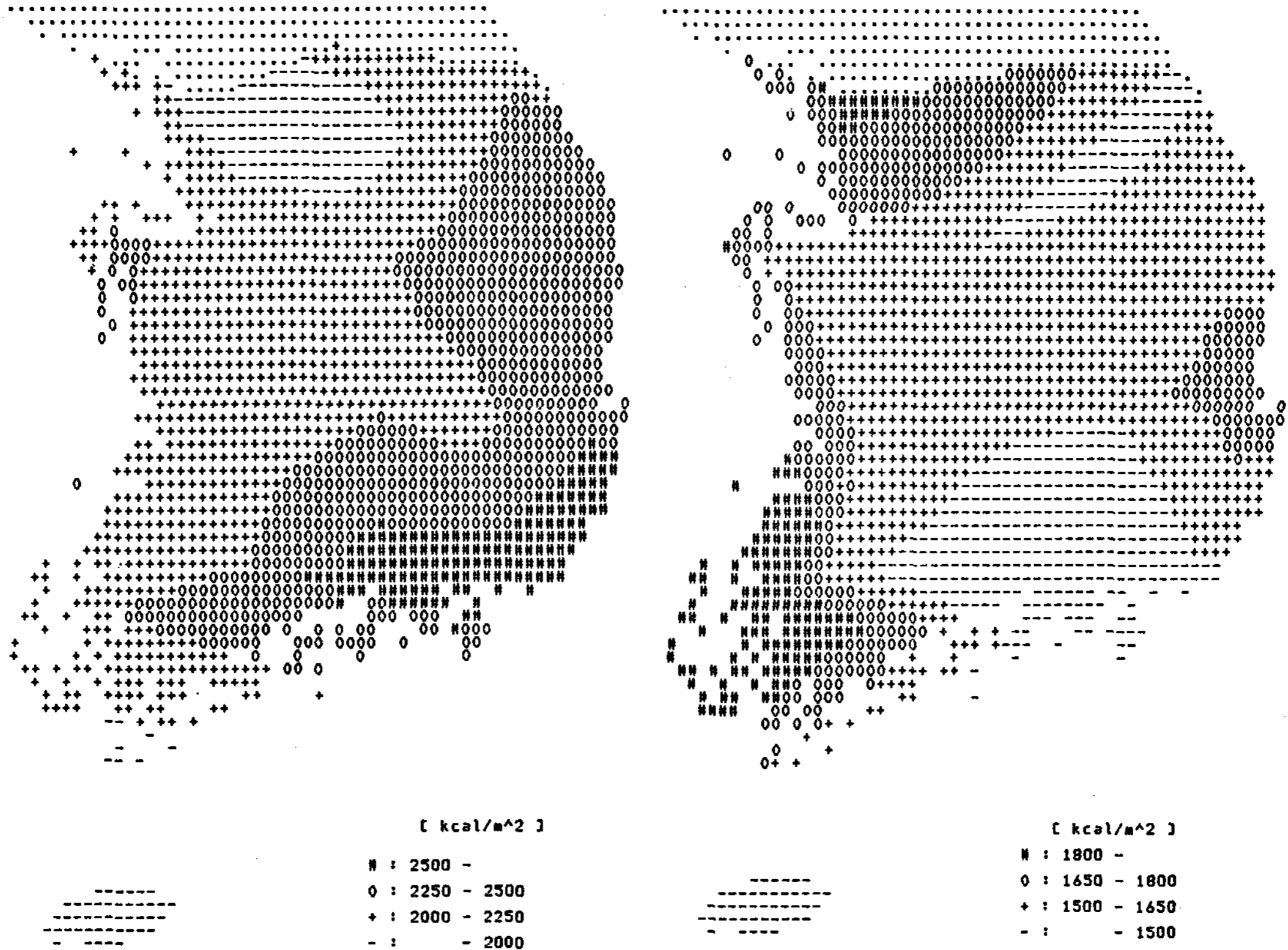


Fig. 4. The Seasonal Variations of Global Radiation by yearly mean values.

나. 量的 比較評價  
 <표 1>은 그동안 研究所가 실시해 온 測定資料를 國內의 자료와 비교한 것이다. 분석결과에 서 나타난 바와같이 연구사업에서 얻은 결과치가 과거 우리나라에서 측정된 자료보다 양적에서 32% 이상 높은 측정치를 기록했다는 점은 매우

(Table 1) Comparison of Observed Data Between the KIER's and the CMO's.

區 分	(kcal/m <sup>2</sup> . day)					증 감
	봄 (3~5月)	여름 (6~8月)	가을 (9~11月)	겨울 (12~2月)	연 평균	
研究事業 일사량 ('82-'85) /A	3,921	4,001	2,742	2,178	3,211 (A)	A/B = 1.32
	1.22	1.25	0.85	0.68	1.00	
과거자료 일사량 ('72-'81) /B	2,986	3,061	2,142	1,571	2,440 (B)	A/C = 1.05
	1.22	1.25	0.88	0.64	1.00	
日本中部* 일사량 ('41-'70) /C	3,691	4,015	2,578	1,921	3,052 (C)	1.05
	1.21	1.32	0.84	0.63	1.00	

\* 자료 : 日本氣象月報 拔萃

주목할 만한 변화이다.

즉, 우리나라에서 추진되고 있는 태양에너지 이용기술과 관련한 각종 研究, 普及事業이 보다 활성화할 수 있는 잠재적 여건을 제시했다는 뜻에서 이는 그 의미가 매우 큰 것이다.

分析結果 우리나라의 日射條件은 日本의 中部地方과 거의 비슷한 수준임이 밝혀졌다. 東京을 비롯한 11個 측후소에서 30년간에 걸쳐 관측된 일사량자료와 연구사업에서 얻은 자료가 量的으로 매우 흡사한 것은, 같은 위도상에 분포되는 일사량의 유사성과 일치한다는 점에서 實測事業이 신뢰받을 수 있는 근거가 될 것이다.

한편 季節別 日射量分布를 분석해 보면 표에서와 같이 年中 여름철과 봄철의 일사조건이 가장 좋으며, 가을과 겨울철은 연평균치에도 훨씬 못 미치는 낮은 수준인 것으로 나타났다. 또한 年平均 日射量에 대한 각 계절 일사량의 比率은 세 가지 측정자료 모두가 매우 유사한 비율로 나타나고 있어, 우리나라에서 측정된 과거 10년간 자료가 測定技術, 裝備運營의 잘못보다는 精密하지 못한 測器 자체에 근본적인 문제가 있었음을 미루어 추측케 한다.<sup>2)</sup>

日本地方의 여름철 일사량의 비율이 우리보다 높은 것은 아마도 우리나라의 여름장마철이 상대적으로 긴 때문인 것으로 이해된다.

### 5. 結 論

지금까지 수행해 온 全國 日射量資源에 대한 실측평가사업을 종합해 볼 때 다음과 같은 결론을 얻게 된다.

- ① 우리나라의 日射條件은 전국 평균치로 약 3,200 kcal/m<sup>2</sup>·day 내외로서 日本國의 中部地方과 비슷한 수준이다.
- ② 全國的인 日射分布 형태도 과거자료에서 나타난 垂直的 형태가 아닌 水平的 형태로서 緯度變

化에 절대적 영향을 받는 理論的 日射條件과 일치한다. 즉, 지방별로 볼 때 釜山, 晉州를 잇는 南海地域이 가장 좋았으며 점차 北上함에 따라 일사량이 낮아졌다.

- ③ 연 평균치에 대한 季節別 일사조건은 봄과 여름이 각각 22%, 25% 높았으며, 가을과 겨울은 15%, 32% 정도 상대적으로 낮았다.

그러나 測定期間이 충분치 못하기 때문에, 현재까지의 결과만 가지고 우리나라의 전반적인 日射量資源을 평가한다는 것은 아직 어려운 실정이다.

따라서 본 研究事業은 앞으로도 당분간 계속될 전망이며 가능하다면 氣溫變化에 따른 일사량의 변동형태 등 각종 氣候條件과의 연관성<sup>4)5)</sup>도 규명해 나아갈 계획이다.

### REFERENCES

1. 李楠浩 外, 太陽에너지 資源調查 및 新製品 性能 比較研究 I, II, III, 1982~1984, 韓國 動力資源研究所
2. 李楠浩 外, 太陽에너지 資源調查 및 利用技術 研究, 1985, 韓國動力資源研究所
3. 성학중 外, 日照日射 觀測資料 활용을 위한 綜合的 研究, 1977, 中央觀象台
4. 노재식, 日射量, 1980, 太陽에너지研究所
5. 노재식, 國內 地域別 統計的 氣象資料(II), 1979, 工業振興廳
6. The Kenneth E. Johnson Environmental and Energy Center, Solar Radiation Data Sources - Applications and Network Design, 1978, DOE, U.S.A.
7. J.E.Hay, An Assessment of the Mesoscale Variability of Solar Radiation at the Earth's Surface, Solar Energy Vol. 32, No.3, 1984.