

실측에 의한 제주도 일사량자원의 평가

조덕기 · 이태규 · 전일수 · 조서현 · 오정무

한국에너지기술연구소

A Revaluation Study of Cheju-Do Solar Insolation Data by Field Measurement

Jo, Dok-ki · Lee, Tae-Kyu · Kim, Eun-Il · Chun, Il-Soo ·
Lee, Soon-Myung · Cho, Suh-Hyun Auh, Chung-Moo

Korea Institute of Energy Research

요 약

본 연구는 정부가 대체에너지기술의 개발과 이용촉진을 목적으로 새롭게 구상하고 있는 "Clean Enertopia 제주"사업과 관련, 최근 관심을 끌고 있는 제주도를 대상으로 이 지역 일사량을 측정, 분석하여 그 분포특징과 향후 에너지자원으로서의 이용가능성을 평가하는데 목표를 두고 수행하였다. 현지 측정사업의 내용을 중심으로 지금까지 나타난 결과를 보면

- 1) 제주지역의 일사량은 우리나라 남해안보다 13% 이상 낮으며,
 - 2) 제주도 내에서도 동서지역간의 격차가 현저하게 존재하였다.
- 는 점으로 요약된다.

ABSTRACT

Solar radiation intensity in Cheju-Do has been measured and analyzed to study the its characteristic and the possibility of the alternative energy.

This work will also support the on-going project "Clean Enertopia in Cheju" which is strongly driven by government recently.

The results of this project indicate that

- 1) Insolation in Cheju-Do is 10% lower than Southern coastal area.
- 2) A significant difference of insolation is observed between western and eastern part of Cheju-Do.

I. 서 론

태양에너지는 가장 확실한 미래의 대체에너지원으로 현재 광범위한 분야에 걸쳐 이를 활용하기 위한 연구사업이 활발하게 진행되고 있으며, 이미 여러분야에서 그 경제성과 장래성이 입증되고 있다. 그러나 태양에너지 이용기술을 발전시켜 보급시키기 위해서는 무엇보다도 이용하고자 하는 지역에 대한 정확한 일사량자료가 필요하다.

본 연구에서는 정부가 대체에너지 기술의 개발과 이용촉진을 목적으로 새롭게 구상하고 있는 "Clean Enetropia제주"사업과 관련하여 이 지역의 일사량을 측정하고, 실제로 적용이 가능하도록 분석, 평가하는데 그 목표를 두었다.

그러나 실측기간이 불과 1년 밖에 안되기 때문에 측정결과가 갖는 의미가 곧 절대성을 갖을 수는 없을 것이다. 이는 앞으로도 계속될 본 사업에서 보완해 나갈 문제인 것이다.

제주도는 한반도의 서남단에 위치한 우리나라 최대의 섬으로 주변에 3개의 유인도와 54개의 무인도로 형성되어 있다. 섬 전체가 화산활동에 의해 만들어진 큰 화산섬으로 그 크기는 동서로 73km, 남북으로 41km의 타원형으로 면적은 1,892km²에 달한다. 이는 전체 남한 면적의 1.8%, 충청북도의 4분의 1에 해당되는 크기이다.

위도상으로는 동경 126° 10'에서 126° 57', 북위 33° 34' 사이에 있으며, 목포로부터 139km, 부산으로부터는 270km에 위치하고 있다.

제주도는 우리나라 최남단에 위치하고 근해에 난류가 흐르고 있어 비교적 따뜻하며, 한서의 차가 적은 난대성, 해양성 기후를 보인다.

또한 전국에서 가장 많은 비가 오는 지역으로서 연평균 강우량은 1,440mm에 달하고, 남제

주인 서귀포 지역은 1,600~1,800mm까지 비가 내린다. 그리고 그 중 80%가 4월에서 9월 사이에 내리며, 연중 쾌청한 날씨가 13%에 불과하고 나머지는 비가 오거나 흐린 날씨다. 보통 폭우를 동반한 태풍이 몇 차례 지나가지만 바다로 빨리 빠져나가는 급경사의 지형과 지하로 빨리 스며드는 화산암 지질로 인해 홍수로 인한 피해는 거의 없다. 이로 인하여 비가 집중적으로 내리는 7~9월에는 골짜기마다 물이 흐르지만 비가 개면 곧바로 물이 줄고 대부분 말라버린다.

겨울철의 눈은 해발 200m 이하의 해안지대에서는 쉽게 녹아버리기 때문에 별로 쌓이는 일이 없지만 1,000m 이상의 한라산 기슭에 쌓인 눈은 이듬해 4월까지 녹지 않는다.

기온은 연중 따뜻하며, 연평균 14.7°C이고, 무더운 8월의 평균기온이 25.8°C, 가장 추운 1월의 평균기온이 4.8°C로 우리나라에서 연중 기온차가 가장 적다. 그리고 겨울철에도 기온이 영하로 내려가는 일이 많지 않다.

또한 제주도는 풍다의 섬답게 바람이 그칠 날이 없는데 연평균 풍속은 4.8m/sec이다. 겨울철에는 10m/sec 이상의 강풍이 자주 불고 심할 때는 20m/sec까지 불게 되므로 체감온도가 낮아 실제 온도에 비해 몹시 추위를 느끼게 된다. 이처럼 바람이 많은 이유는 북쪽 대륙에서 주기적으로 내려오는 고기압이 동남쪽으로 팽창하여 기압분포가 전형적인 서고동저로 변화하는 까닭이다. 또 여름에서 초가을 사이에는 태평양과 동지나해를 북상하는 태풍의 통로가 되어 적지 피해를 본다. 그러나 한라산은 태풍을 일차적으로 막고 호남평야의 피해를 막아주는 구실을 하므로 진산이라 불리기도 하나, 반면에 제주도는 한라산의 영향을 받아 날씨의 변화가 심한 편이다.

II. 측정지 선정과 구성

2.1 측정지 선정

본 연구사업은 Table 1과 Fig. 1에서와 같이 제주도를 크게 3등분하여 주요지점을 측정대상 지역으로 선정하였다. 측정지 선정작업에 고려된 사항들을 살펴보면, 제주도를 한라산을 정점으로 위도와 경도를 등분하여 측정지분포를 고르게 하였고, 기상청(KMA)의 협조를 얻기 위하여 해당지역 측후소나 기상관측소를 측정지로 하였으며, 사업추진 경비를 고려하여 측정지를 3개소로 국한하였다.

또한 측정지에서 일사계를 설치할 입지를 선정할 시에는 일사계의 감지부 평면이 태양광선을 잘 받아들일 수 있도록 주위의 장애물로 부터 충분히 떨어진 장소를 물색하였다. 그러나 만일 이와같은 장소를 구하기가 곤란한 경우에는 최

소한 동북동(ENE)쪽에서 남(S)쪽을 경우하여 서북서(WNS)쪽에 이르는 수평방향에 장애물이 없는 것을 선정하였고, 혹 장애물이 있더라도 그 높이가 수평방향에서 5°이상 높이 있지 않은 장소로 하였다.

2.2 측정장비

본 사업의 기본이 되는 실측목표는 앞으로 예상되는 제주도에서의 대체에너지 시범화 사업과 관련한 기초자원 평가를 위하여 각 지역의 수평면일사량 자료를 확보하는 것으로 이와같은 목표를 달성하기 위하여 단위 측정지마다 Table 2와 같이 측정시스템을 설치하여 운영하였다.

Fig. 2는 측정작업이 현장에서 진행되고 있는 장면을 소개한 것으로 측정은 각 측정지에서 매 초 또는 매 시간마다의 누적치를 기록하는 방식으로 1991. 5. 11부터 1992. 5. 31까지 수행되었다.

Table 1. List of Global Radiation Measurement Sites in Cheju-Do

측정지점	설치장소	위도	경도	비고
제주시	제주 기상대	33° 31'	126° 32'	제주시 건입동 1123-13
고산	제주고층레이다기상대	33° 17'	126° 10'	북제주군 한경면 고산리 3762
성산	성산포기상관측소	33° 23'	126° 53'	남제주군 성산읍 신산리 685-4

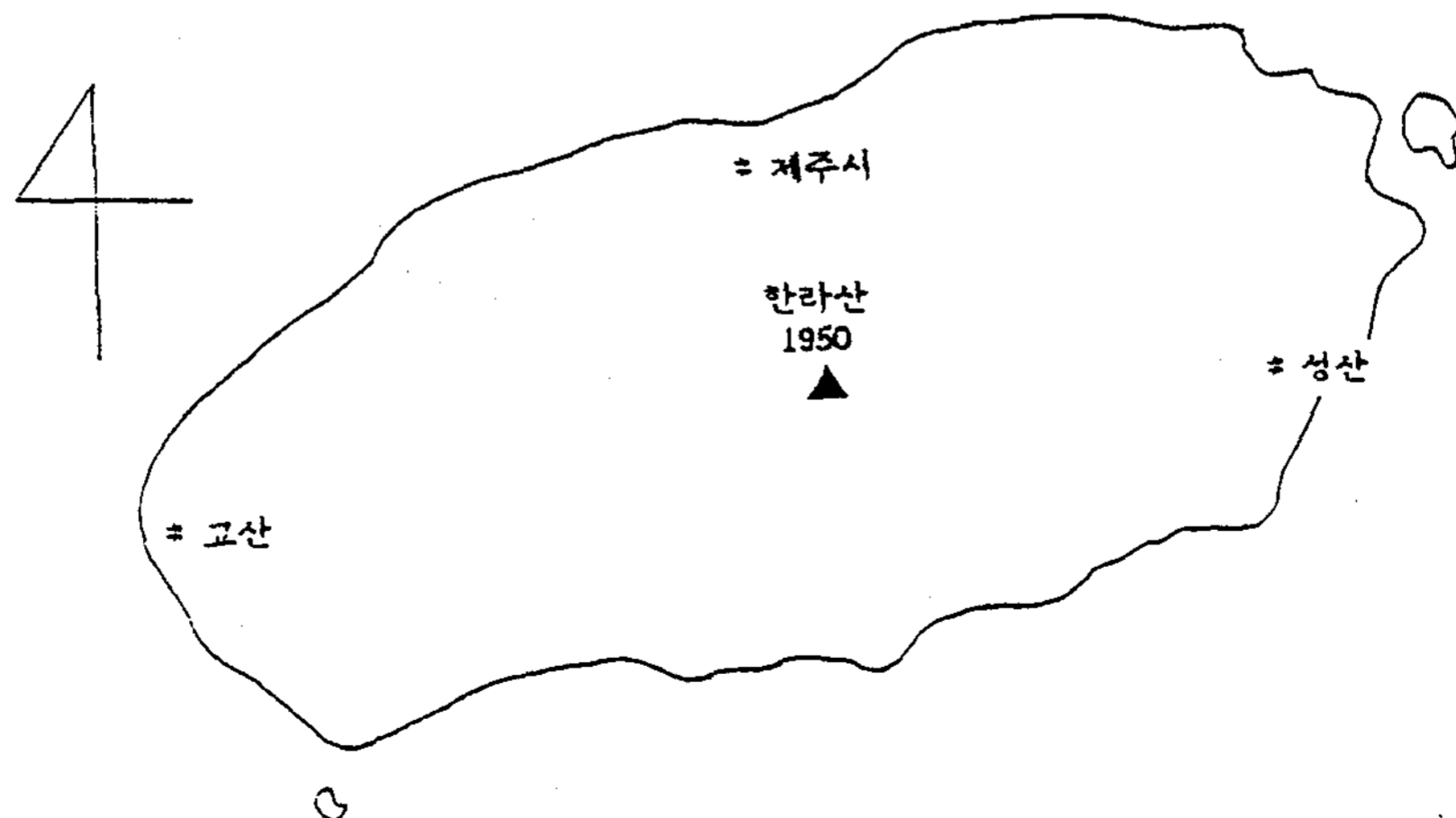


Fig. 1. Location of Solar Radiation Measurement Stations in Cheju-Do

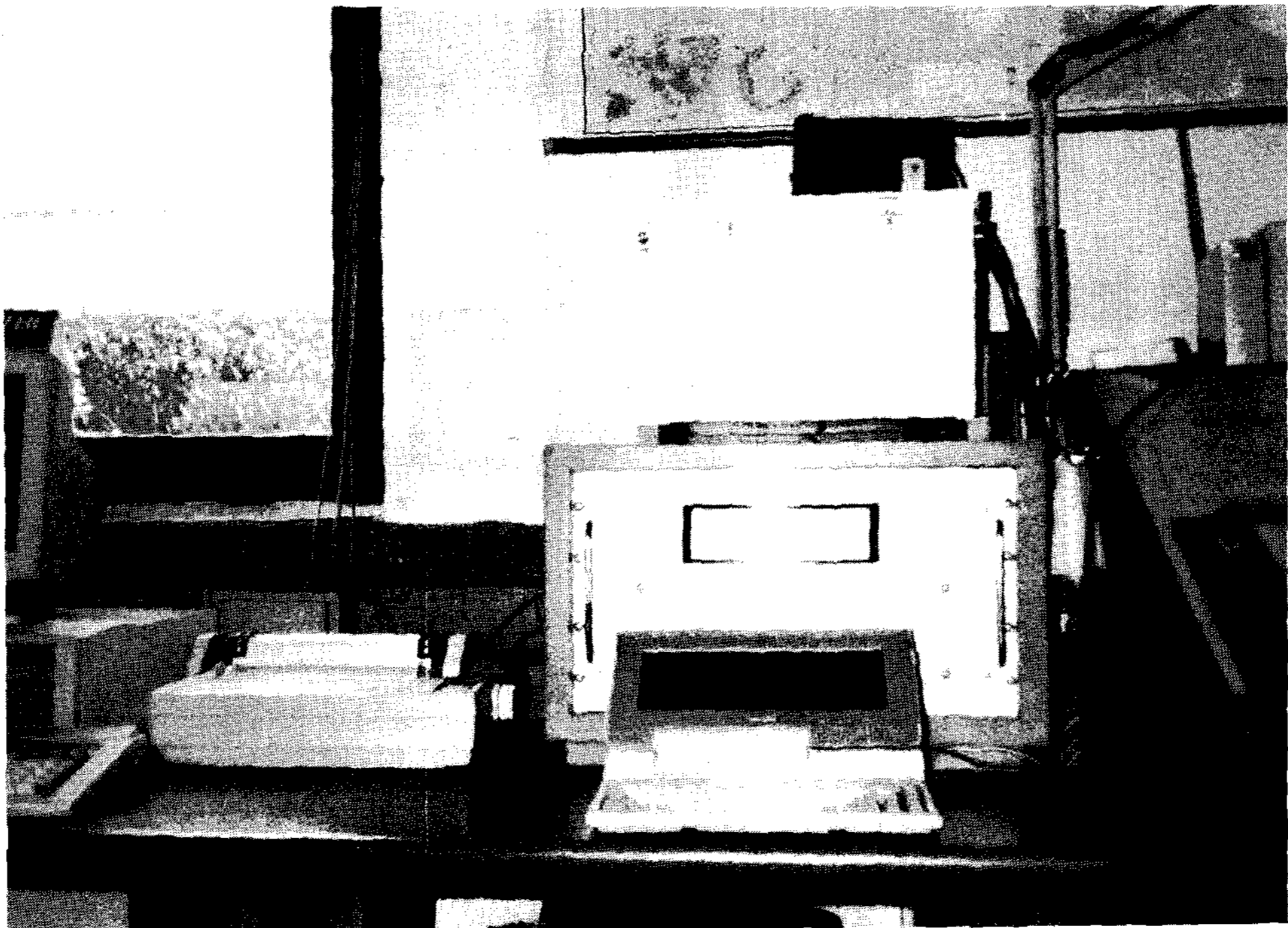


Fig. 2. Spectacles of Solar Radiation Measurement

Table 2. Measurement Equipments of Each Station in Cheju-Do

지역	측 정 장 비 명	비 고
제주시	-수평면일사계 (미국 Eppley사와 PSP형) -자료자동기록장치 (미국 handar사 570A형)	KIER/KMC 기존네트웍
고 산	-수평면일사계 (미국 Eppley사와 8-48형) -차트식기록기 (일본 대전계기제작소 OAG-70P형)	기상대 기존장비
성 산	-수평면일사계 (미국 Eppley사와 PSP형) -적분기록장치 (미국 Eppley사 413-6140형)	신 설

Fig. 2는 측정작업이 현장에서 진행되고 있는 장면을 소개한 것으로 측정은 각 측정지에서 매

초 또는 매시간마다의 누적치를 기록하는 방식으로 1991. 5. 11부터 1992. 5. 31까지 수행되었다.

III. 수평면일사량 분포특성

Table 3은 각 지역별 측정시스템을 통하여 1991. 5. 11부터 1992. 5. 31까지 매 시간마다 측정된 데이터를 DBASE형태로 변환한 후 계절별로 1일 평균치를 나타낸 값이며, Fig. 3은 다시 이 평균치를 가지고 전산시뮬레이션 기법으로 그린 제주도 지역의 연평균 1일 수평면일사량 현황도이다.

즉, 이 기간동안 월평균치로 계산하였을 때 제주도는 하루에 2,865kcal/m²정도의 일사에너지를 받고 있는 것으로 나타났다.

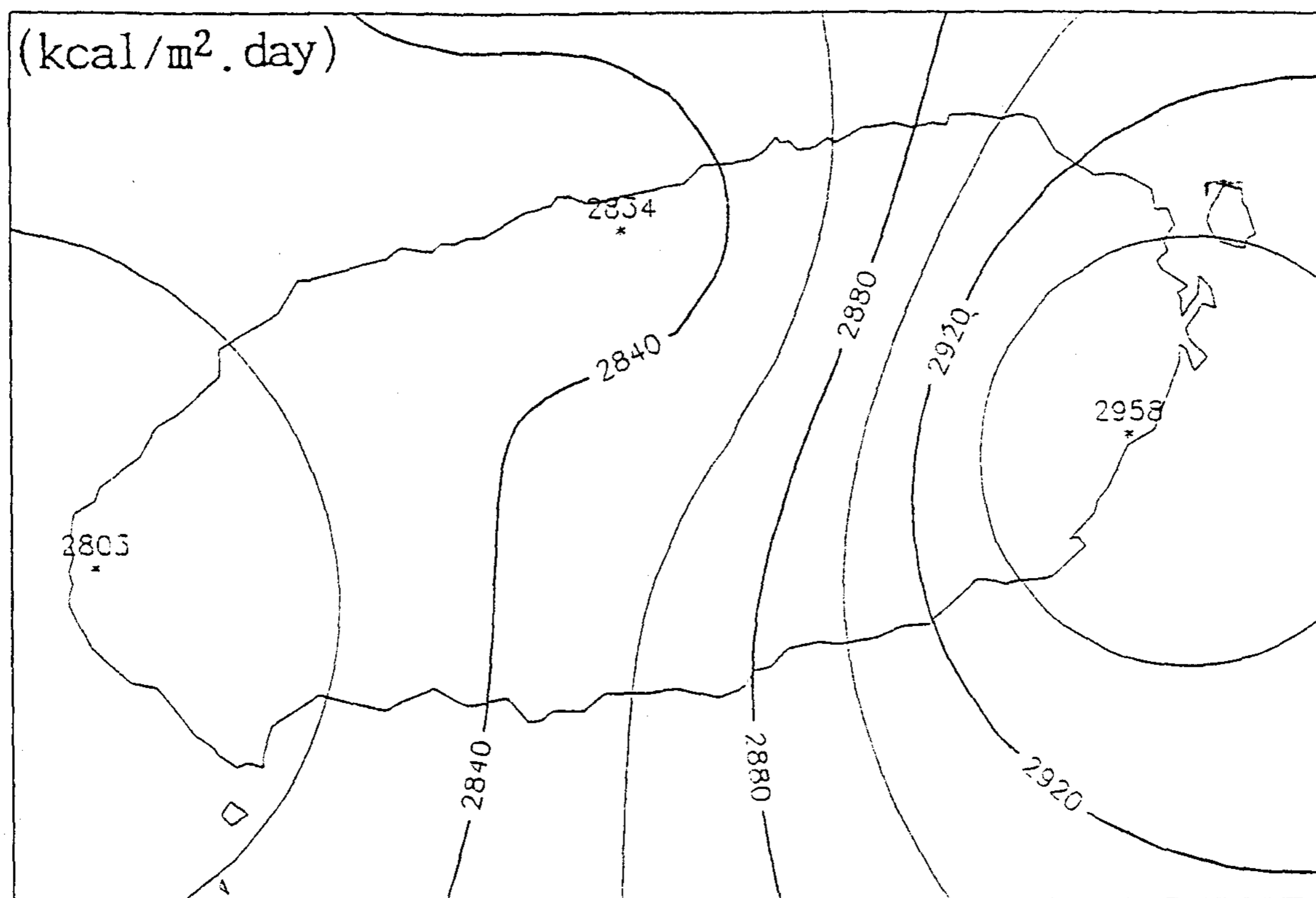


Fig. 3. Global Radiation Distribution by yearly mean values ('91. 5. 11~'92. 5. 31)

분포상 특징을 지역대로 나누면, 제주도 동북지방이 2,900kcal/m².day 이상으로 제주도에서 가장 일사조건이 좋은 것으로 나타났고, 그 다음은 동북부 및 남동부 지방과 한라산 일대의 산간지방, 그리고 북서부 및 남서부지방, 서부지방순으로 나타났으며, 그 중 고산지방은 제주도에서 가장 낮은 일사량을 기록하였다.

따라서 제주도의 경우는 한라산을 정점으로 서부지방의 일사조건이 기후불순으로 생각보다 매우 좋지 않음을 알 수 있었으며, 이와같은 원인은 Fig. 4에서 보는바와 같이 여름철의 기후

변동이 고산지방의 일사조건에 상당한 영향을 미치고 있기 때문으로 믿어진다.

Fig. 5는 계절별 일사량 분포특성을 나타낸 것이다. 즉, 제주도의 일사량이 겨울을 제외한 모든 계절에서 전도에 고르게 분포됨을 보여주고 있다. 분포특성을 좀 더 세분하여 살펴보면, 봄철의 일사조건은 서부지방보다는 동부와 북부지방이 좋으며, 여름철은 다른 지방보다도 북부지방이 높게 나타나는 반면 가을철은 북부지방이 가장 낮게 나타났다. 또한 겨울철은 전도에서 고르지 못한 분포를 나타내고 있으며, 특히 동부지방 일원의 일사량이 상대적으로 높은 형태를 갖고 있다.

한편 Table 4와 Fig. 6은 같은 기간동안 우리나라의 남해안일대에서 측정한 수평면일사량자료를 제주도와 비교한 것으로 분석결과에서 나타난바와 같이 제주도는 부산-진주-목포를 잇는 남해안지방보다는 13%나 낮게 나타났으며, 여

Table 3. Comparison of Each Global Radiation (단위 : kcal/m².day)

지역 \ 계절	봄	여름	가을	겨울	평균
제주시	3,484	3,591	2,833	1,427	2,834
고 산	3,276	3,228	3,085	1,623	2,803
성 산	3,559	3,186	3,058	2,028	2,952

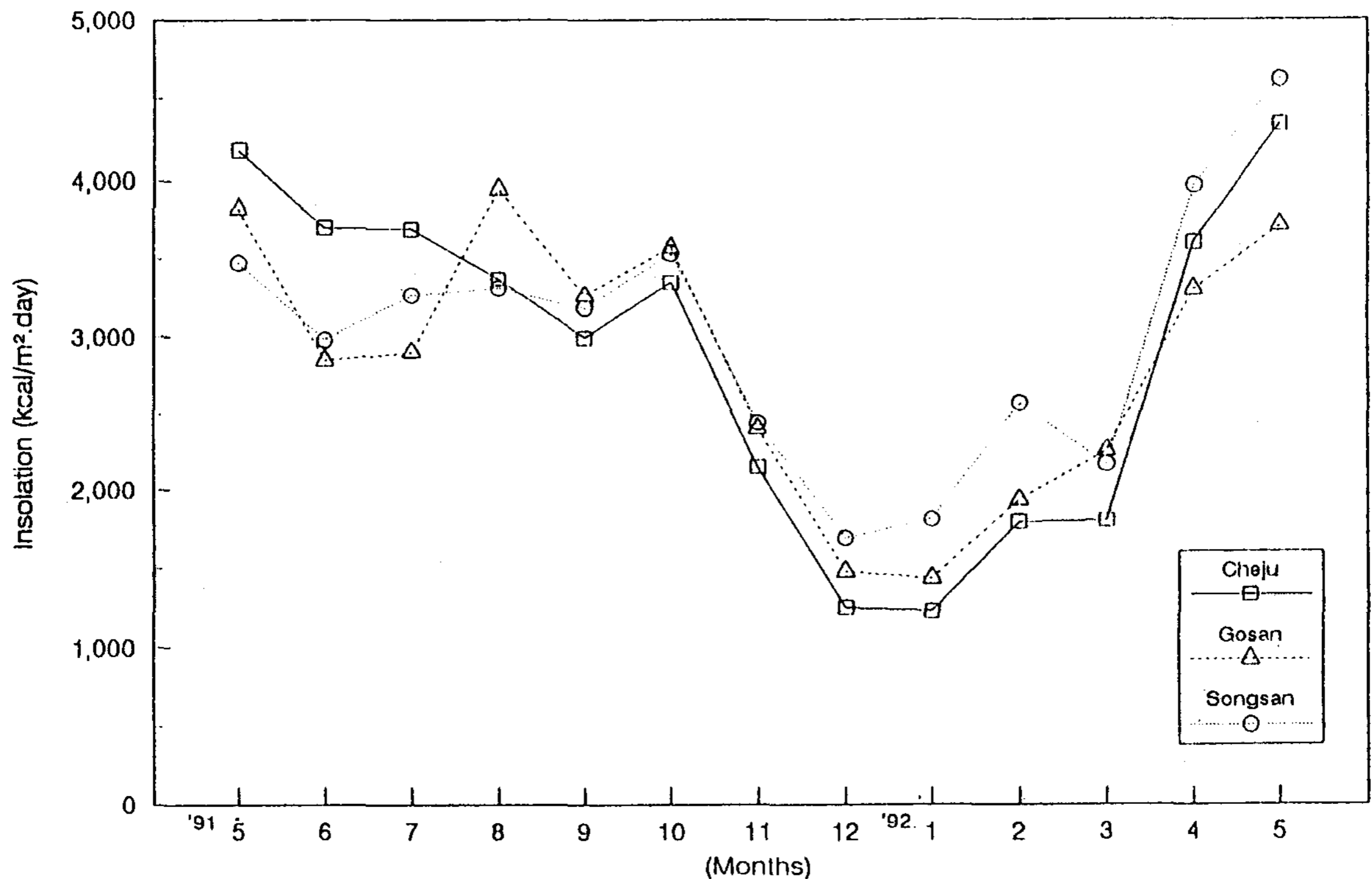


Fig. 4. Global Radiation of Each Station by monthly mean values

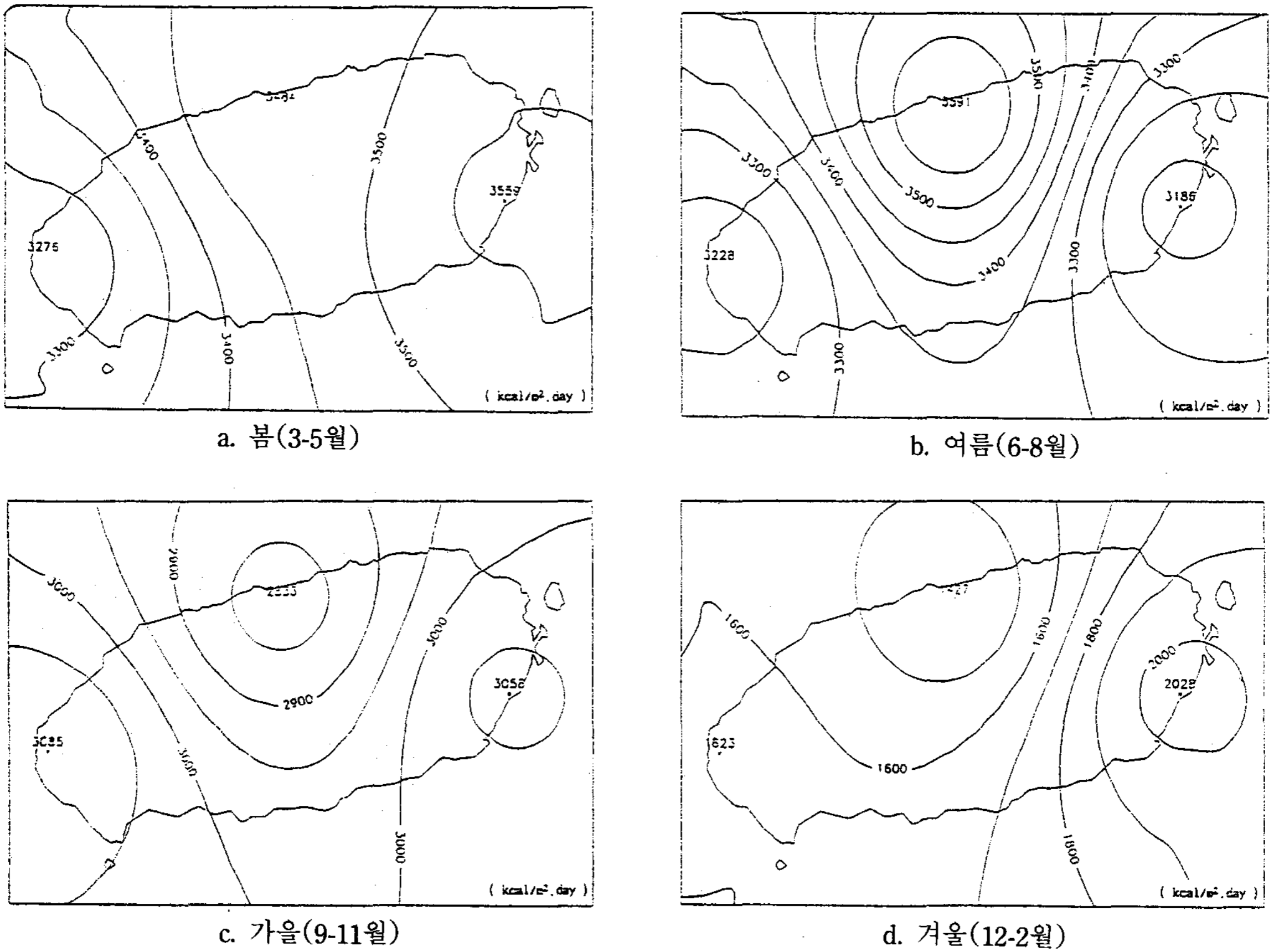


Fig. 5. Seasonal Variations Distribution of Global Radiation

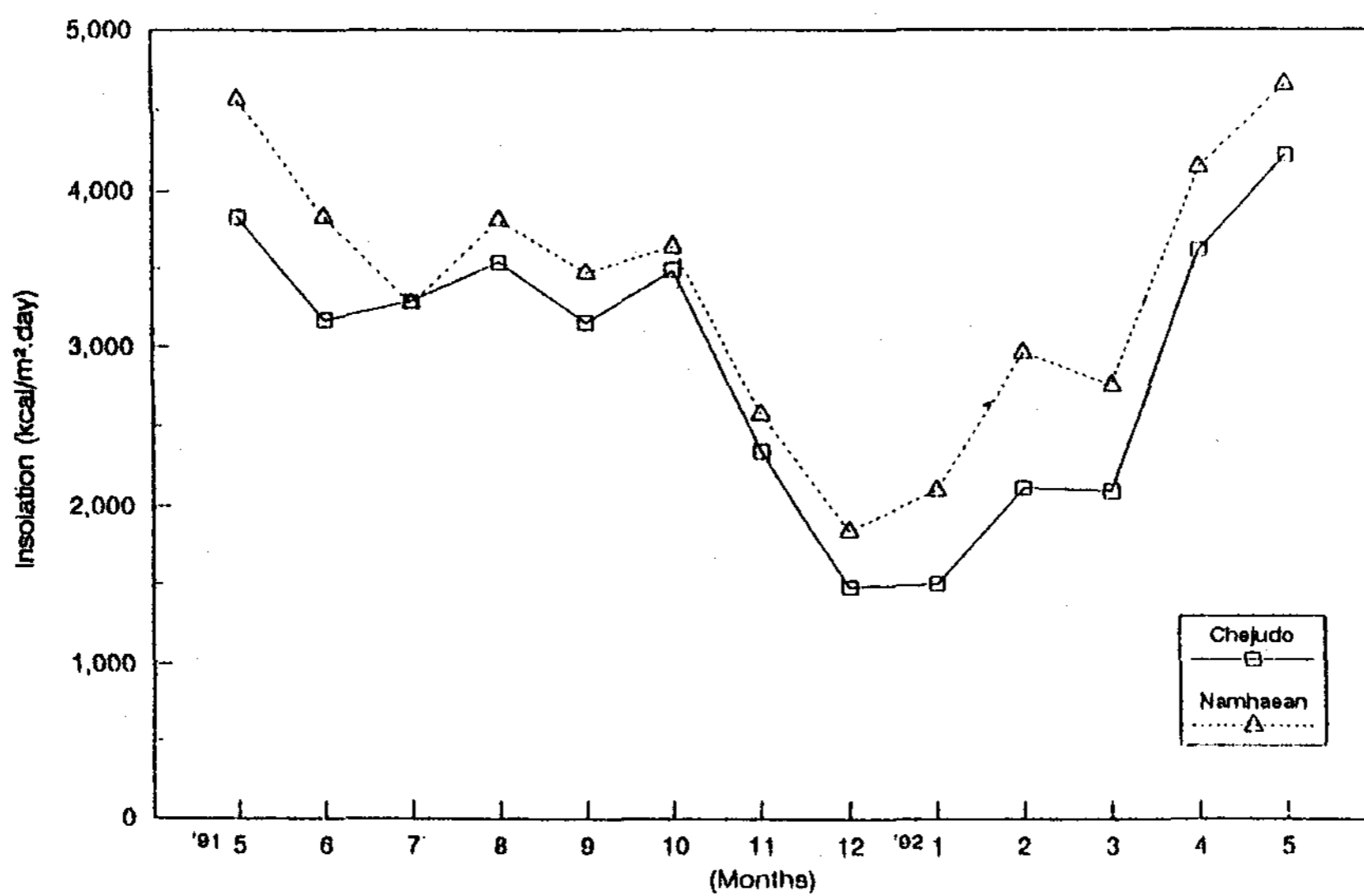


Fig. 6. Comparison of Observed Global Radiation Data between the Cheju-Do and the Sothern coastal area by monthly mean values

측저자료가 겨울철을 제외하고는 유사한 비율로 나타났다 이와같이 제주도의 겨울철 일사량의 비율이 남해안지방보다 낮은 것은 겨울철의 계절풍이 일사조건에 상당한 영향을 미치고 있기 때문으로 생각된다.

Table 4. Comparison of Observed Global Radiation Data between the Cheju-Do and the Southern coastal area
(단위 : kcal/m².day)

계절 지역	봄	여름	가을	겨울	평균
제주도	3,440	3,335	2,992	1,692	2,865(A)
/A	1.20	1.16	1.04	0.59	1.00
남해안지방	4,028	3,637	3,228	2,294	3,297(B)
/B	1.22	1.10	0.98	0.70	1.00
A/B	0.85	0.92	0.93	0.74	0.87

IV. 결 론

1991. 5. 11부터 1992. 5. 31까지 이 기간동안 수행해온 제주도의 수평면일사량자원에 대한 실측평가 사업을 종합해 볼 때 다음과 같은 결론을 얻게 된다.

첫째, 제주도 전체의 일사조건은 연평균치로 2,900kcal/m². day 이내로서 같은 기간동안의 남해안지방에 비해서 13% 정도 낮게 나타났다.

둘째, 제주도의 일사분포는 북부 및 서부지방은 고른 일사분포를 보인 반면에 한라산을 정점으로 하여 동부지방은 상대적으로 다소 높게 나타나는 경향을 보였다.

셋째, 연평균치에 대한 계절별 일사조건은 봄과 여름, 그리고 가을철이 각각 20%, 16%, 4% 높았으며, 겨울철은 41% 정도 상대적으로 낮았다.

넷째, 남해안지방에 비해 연평균치에 대한 계절별 일사조건은 겨울철을 제외하고는 변동이 심한편이 아니었다.

그러나 현재까지의 결과만을 가지고 제주도의 전반적인 일사량자원을 평가한다는 것은 아직 불가능하다. 따라서 전반적인 제주도의 일사량 자원 분포를 정확하게 평가하기 위해서는 보다 많은 측정지의 확대와 장기적인 측정사업이 보다 절실히 요구된다.

REFERENCES

1. 최영희 외, 국내일사량의 성분 및 가용량 평가 I, II, III, 한국동력자원연구소, 1989~1991
2. 이남호 외, 한국의 일사량자원 현황분석, 한국동력자원연구소, 1986
3. 국립중앙기상대, 기상년, 월보, 1981~1992
4. 국립중앙기상대, 한국기후표 I, II(1950~1980), 1983
5. 노재식, 국내 지역별 통계적 기상자료 II, 공업진흥청, 1979
6. 노재식, 일사량, 태양에너지연구소, 1980
7. J. M Ledanois and A. Prieto, A New Solar Map of Venezuela, Solar Energy Vol. 40, No. 2, pp. 115-126. 1988.

$\text{Cu}_{2-x}\text{S}_{0.46}\text{Se}_{0.54}$ heterojunction solar cells were studied.

The open-circuit voltage, short-circuit density, fill factor and conversion efficiency of n- $\text{CdS}_{0.46}\text{Se}_{0.54}$ /p- $\text{Cu}_{2-x}\text{S}_{0.46}\text{Se}_{0.54}$ heterojunction solar cells under $80\text{mW}/\text{cm}^2$ illumination were found to be 0.48V, $21\text{mA}/\text{cm}^2$, 0.75 and 9.5%, respectively.

An Experimental Study on the Augmentation of Heat Transfer by Impinging Air Jets with Swirl

Su-Cheol Ohu* · Sung-Soo Park**

* *Inha Univ.*

** *Graduate School, Inha Univ.*

This Paper deals with the experimental study of the axisymmetric air jet impinging vertically on the flat heating surface with and without swirl. The purpose of this study is to investigate the characteristics of flow, augmentation of heat transfer rate, turbulent intensity, and the comparison of heat transfer rate, the optimal swirling condition about the swirl and nonswirl axisymmetric air jet. In order to augment the heat transfer on the flat heating surface without introducing any additional power, the technique used in the present work was placement of twisted tape inserted pipe in front of the nozzle exit in order to make a swirl. The effect of swirl degree is investigated in case of $S=0.$, 0.056, 0.111, 0.222 and the velocity of the jet was 14, 20, 26, 32, 38, 44m/s. The distance between the nozzle exit and the stagnation point on the impinging plate was the $H/D=1\sim 14$. In order to analyze of the flow structure which increase heat transfer, the velocity and the turbulent intensity of the axisymmetric jet was measured by a hot wire anemometer according to the swirl number and H/D .

A Revaluation Study of Cheju-Do Solar Insolation Data by Field Measurement

Jo, Dok-ki · Lee, Tae-Kyu · Kim Chun, Il-Soo · Cho, Suh-Hyun

Auh, Chung-Moo

Korea Institute of Energy Research

Solar radiation intensity in Cheju-Do has been measured and analyzed to study the its characteristic and the possibility of the alternative energy.

This work will also support the on-going project "Clean Enertopia in Cheju" which is strongly driven by government recently.

The results of this project indicate that

- 1) Insolation in Cheju-Do is 10% lower than Southern coastal area.
- 2) A significant difference of insolation is observed between western and eastern part of Cheju-Do.