

[논문] 태양에너지
Solar Energy
Vol. 20, No. 2, 2000

국내 수평면 전일사량 자원의 분포특성 분석

조덕기*, 전일수*, 이순명*, 이태규*, 강용혁*, 오정무*

*한국에너지기술연구소

A Study on the Characteristics of Horizontal Global Insolation Distribution in Korea

D.K.Jo*, I.S.Chun*, S.M.Lee*, T.K.Lee*, Y.H.Kang*, C.M.Auh*

*Korea Institute of Energy Research

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 Research(KIER) has began collecting horizontal global insolation data since May, 1982 at 16 different locations.

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

From the results, we can conclude that

- 1) The yearly averaged horizontal global insolation of Korea was turned out 3,042 kcal/m².day in the periods of 1982~1999.
- 2) Horizontal global insolation of spring and summer were 24% and 21%, higher than the yearly average value, respectively, and for fall and winter, their values were 12% and 34% lower than the yearly average value, respectively.

1. 서 론

태양에너지는 지구상에 존재하는 가장 깨끗하고 안전한 자원이다. 또한 태양에너지는 우리가 호흡하고 마시는 공기나 물을 오염시키지 않을 뿐만 아니라, 우리의 건강과 생명을 위협하는 사고 위험도 없는 아주 순수하고 유용한 자원이다. 절대자원이 부족한 우리의 실정에서 볼 때, 수입 에너지원에 전적으로 의존하고 있는 현실은 장기적 안목에서 바람직하지 못하다. 따라서 우리의 에너지 문제는 근본적으로 자급기반을 확보할 수 있는 방향으로 해결해 나아가야 한다.

최근 국가적 차원에서 추진하고 있는 에너지원의 다양화, 부존자원의 활용의 극대화, 대체에너지 개발 및 이용의 적극화 등 제반 사업도 바로 이와 같은 취지에서 실행되고 있는 것이다. 그 중에서도 태양에너지는 가장 확실한 미래의 대체 에너지원이다. 국내외적으로 현재 광범위한 분야에 걸쳐 이를 활용하기 위한 연구사업이 활발하게 진행되고 있으며, 이미 여러 분야에서 경제성과 장래성이 입증되고 있다. 그러나 태양에너지 이용기술을 발전 보급시키기 위해서는 무엇보다도 이용하고자하는 지역에 대한 정확한 일사량자료가 필요하다.

따라서, 본 연구의 목적은 관련 기업, 기술자, 연구자 및 정책 입안자가 에너지 절약 및 태양에너지 이용시스템의 개발, 설계, 운전 및 보급에서 요구하는 일사량 자료, 모델, 및 태양에너지 자원 평가 등의 각종 수요를 충족시킬 수 있는 기술자료의 마련에 있다. 현재 한국 에너지기술연구소에서는 태양에너지 수행지역의 일사량 자원에 대한 정확한 평가, 그리고 예측에 필요한 기초자료를 확보한다는 측면에서 지난 1982년 5월부터 전국 16개 일사량 측정소를 축으로 하여, 전국 수평면 전일사량 측정네트워크 운영과 더불어 일사량자료의 수집을 지속적으로 추진해 오고 있으며, 본 논문에서는 인접지간의 일사량을 거리에 따라 균

등하게 배분하여 임의의 지점의 일사량을 산출하는 방법으로 우리 나라의 전반적인 분포형태를 규명하는데 주안점을 두었다.

본 연구는 날로 중요성을 더해가고 있는 태양에너지 이용기술이 국내에서도 하루빨리 정착, 실용화 할 수 있도록, 국내 태양에너지자원을 보다 과학적인 방법으로 정확하게 측정, 평가하는데 목표를 두었다. 그러나 실측기간이 일천하기 때문에 측정결과가 갖는 의미가 곧 절대성을 가질 수는 없을 것이다. 이는 앞으로도 계속될 예정인 본 사업에서 보완해 나갈 문제인 것이다.

2. 측정네트워크의 구성 및 자료의 처리

2.1 측정네트워크의 구성

일사량의 광역분포 상태를 정확히 알기 위해서는 반드시 측정네트워크를 설치해야 하며, 네트워크를 구성하고 있는 각 측정지점은 서로 이상적인 거리간격을 유지해야만 한다. 여러 학자들이 실험분석을 통해 제시한 측정지간의 거리에 따른 일사량자료의 표준편차¹⁾에서 대략 그 거리간격이 100 km를 초과하지 않는 것이 좋을 수 있지만, 아직 이상적인 거리 결정에 관한 기준은 알려진 것이 없다.

특히 Suckling과 Hay는 불규칙한 관계에서 경험식을 유도하여 최대측정거리를 산출해낸 바도 있다. 그 결과에 의하면 인접지간의 일사량분포를 평가하는데는 최대 50 km가 가장 적당한 측정거리인 것으로 나타나고 있다.²⁾

본 연구에서는 이와 같은 점들을 고려하여 전국의 일사량 광역분포 상태를 분석하기 위하여 국내 일사량 측정에 측정지간의 평균거리를 약 100 km로 설정하고 전반적인 실측데이터의 정확도 평가를 위해 표 1에서 보는바와 같이 전국 20개 지역, 즉 기상청 관측지 4개소와 한국에너지기술연구소 관측지 16개소를 대상으로 전국 일사량

Table 1. 수평면 전일사량 측정지역 명세 ('80.1~'99.12)

지역명	지역번호	위도(N)	경도(E)	고도(m)
춘천	101	37° 54'	127° 44'	76.8
강릉	105	37° 45'	128° 54'	25.9
서울	108	37° 34'	126° 58'	85.5
▲인천	112	37° 28'	126° 38'	68.9
원주	114	37° 20'	127° 57'	149.8
▲수원	119	37° 16'	126° 59'	33.6
서산	129	36° 46'	126° 30'	25.9
청주	131	36° 38'	127° 27'	57.4
대전	133	36° 22'	127° 22'	68.3
▲안동	136	36° 34'	128° 43'	139.4
포항	138	36° 02'	129° 23'	1.9
대구	143	35° 53'	128° 37'	57.6
전주	146	35° 49'	127° 09'	53.5
광주	156	35° 10'	126° 54'	70.5
부산	159	35° 06'	129° 02'	69.2
목포	165	34° 49'	126° 23'	37.9
제주	184	33° 30'	126° 32'	20.0
▲고산	185	33° 17'	126° 10'	71.2
진주	192	35° 12'	128° 07'	21.3
영주	272	36° 52'	128° 31'	208.0

* 기상청 측정지(▲), 그 외 한국에너지기술연구소 측정지

측정지로 선정하였다. 측정지 선정작업에 고려된 사항은 우선, 측정지 상호간의 거리는 가능한 균등하게 유지하고, 내륙, 해안 등 지역적 특수성에 따른 일사량변동 형태를 연구할 수 있도록 측정지 선정에 반영하며, 측정지는 시스템의 관리유지와 데이터 수집이 용이한 곳이어야 한다. 또한 측정지의 수는 인원, 예산 등을 감안하여 가능한 최소한으로 한다 등이었다.

2.2 자료의 처리 및 분석

표 1에 제시된 일사량 측정지 중에서 한국에너지기술연구소 측정지인 16개 지역에 각 측정지마다 미국 Eppley사가 제작한 PSP 수평면일사계

및 NIP 직달일사계와 SMT-3 태양추적장치, 그리고 미국 Handar사의 데이터수집장치와 관련 부속장치를 설치하여 운영하였다. 또한 전국 16개 측정네트워크에 설치되어 있는 개개의 시스템에서 측정된 데이터를 전송매체인 통신회선을 통하여 통제소인 연구소에서 받을 수 있고, 시스템의 측정상태를 제어할 수 있는 형태로 결합시켜 유기적으로 작동하게 하는 컴퓨터 통신망의 구성과정전을 대비하여 시스템 가동에 필요한 전력을 자체 내에서 조달하고, 측정작업과 데이터의 자체 저장 처리 문제 역시 스스로 해결할 수 있도록 측정의 무인자동화를 시도하였다.

관측지에서 측정한 자료의 처리는 현재 한국에

너지기술연구소에서 전산 처리되고 있으며, 특히 자료처리를 위하여 운영하고 있는 전산프로그램은 DPP(Data Retrieval and Process Program) 프로그램으로, 초마다 측정된 데이터를 시간별로 평균하여 데이터를 데이터베이스(DBASE) 형태로 재처리하여 저장하고, 지속적으로 자료를 보완할 수 있도록 각종 분석용 프로그램과 데이터의 상호교환이 가능하도록 하였다.

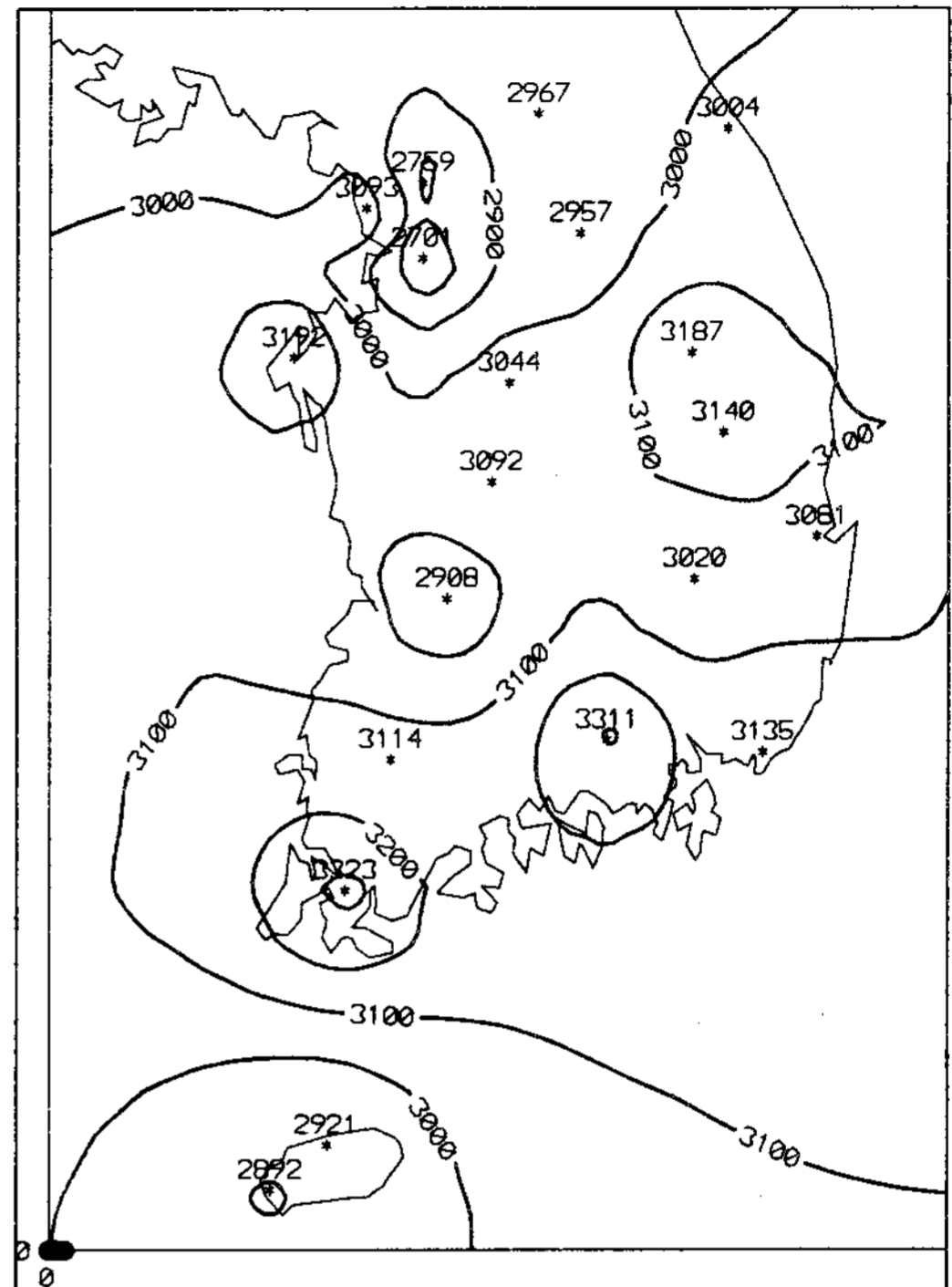
자료분석은 주로 분포현황 분석과 양적비교 분석, 경년변화 분석으로 구분하여 국내 일사량자원의 전반적인 평가가 가능하도록 총량적 분석내용으로 다루었다. 분석대상자료는 전국을 대상으로 수평면 전일사량은 '82~'99년 사이에 걸쳐 측정된 18년간 평균자료⁶⁾가 사용되었다.

3. 분석결과

3.1 전국적인 지리적 분포형태

그림 1은 지난 18년동안('82~'99) 측정된 실측된 자료의 평균치를 가지고 근접지역간의 일사량을 거리에 따라 균등하게 배분하여 임의 지점의 일사량을 산출하는 전산 시뮬레이션 기법으로 그린 전국적인 수평면 전일사량 분포 현황도이다. 그림에서 보는바와 같이 우리나라의 수평면 전일사량의 연평균치로 계산하였을 때, 전국이 하루에 3,042 kcal/m² 정도의 일사에너지를 받고 있는 것으로 나타났다.

분포상의 특징을 일사조건이 좋은 순으로 지역대를 나누면, 중서부 남해안지방과 태안반도 일대, 그리고 안동 및 영주분지 일원의 일사조건이 전국에서 가장 좋은 곳으로 나타났으며, 그 다음은 호남 및 김해평야 일대, 중부이남 및 중부이북 지방 순으로 나타났다. 반면에 대기오염이 심각한 서울과 그 인접지역인 수원지방은 전국에서 가장 낮은 일사량을 기록하였으며, 그 다음으로 낮게 나타난 제주도의 경우는 측정지가 제주시에 위치



연 평균 ('82~'99년)

Fig. 1. 전국 연평균 1일 수평면 전일사량 자원 분포도 (kcal/m².day)

하였기 때문에 한라산 이북지방의 일사조건이 일기불순으로 생각보다 좋지 않음을 알 수가 있다.

또한, 우리나라의 수평면 전일사량 자원에 대한 계절별 일사량분포 특성은 그림 2에서 나타난 바와 같이 봄철과 가을철의 일사조건은 대체로 내륙지방의 지역보다는 해안지방의 지역이 좋으며, 여름철은 전국이 고른 분포를 나타낸 반면에, 겨울철은 남해지방 일원 지역의 일사량이 다른 지역들보다 상대적으로 높은 형태를 나타내었다.

3.2 전국 수평면 전일사량의 양적비교

우리나라의 계절별 수평면 전일사량의 일사조건을 일년을 기준으로 분석하여 보면, 표 2와 표 3에서 보는바와 같이 일사조건이 가장 좋은 계절은 봄철과 여름철로 나타났으며, 연평균 일사량보다도 각각 24%, 21% 높게 나타났다. 반면에 가

Table 2. 우리 나라 주요지역의 계절별 수평면 전일사량 변동추이
(단위 : kcal/m².day)

지역 \ 계절	봄	여름	가을	겨울	연평균
춘천	3,756	3,770	2,475	1,866	2,967
강릉	3,788	3,524	2,598	2,106	3,004
서울	3,538	3,232	2,450	1,817	2,759
인천	3,815	3,763	2,777	2,015	3,093
원주	3,679	3,678	2,570	1,900	2,957
수원	3,382	3,207	2,403	1,810	2,701
서산	4,005	3,910	2,781	2,071	3,192
청주	3,778	3,745	2,652	2,000	3,044
대전	3,844	3,761	2,703	2,061	3,092
안동	3,860	3,735	2,715	2,251	3,140
포항	3,821	3,657	2,656	2,191	3,081
대구	3,796	3,602	2,606	2,076	3,020
전주	3,613	3,548	2,586	1,886	2,908
광주	3,847	3,737	2,800	2,074	3,114
부산	3,745	3,748	2,766	2,280	3,135
목포	4,077	4,106	2,987	2,122	3,323
제주	3,578	4,015	2,623	1,468	2,921
고산	3,849	3,520	2,890	1,667	2,892
진주	4,010	3,827	2,934	2,473	3,311
영주	4,014	3,817	2,781	2,134	3,187
평균	3,772	3,695	2,688	2,013	3,042

Table 3. 우리 나라와 일본 중부지방의 계절별 1일 평균 수평면 전일사량의 비교
(단위 : kcal/m².day)

국가 \ 계절	봄	여름	가을	겨울	연평균	증감
한국 /A	3,772	3,695	2,688	2,013	3,042 (A)	
	1.24	1.21	0.88	0.66	1.00	
일본 중부 /B	3,691	4,105	2,578	1,921	3,052 (B)	B/A=1.00
	1.21	1.32	0.84	0.63	1.00	

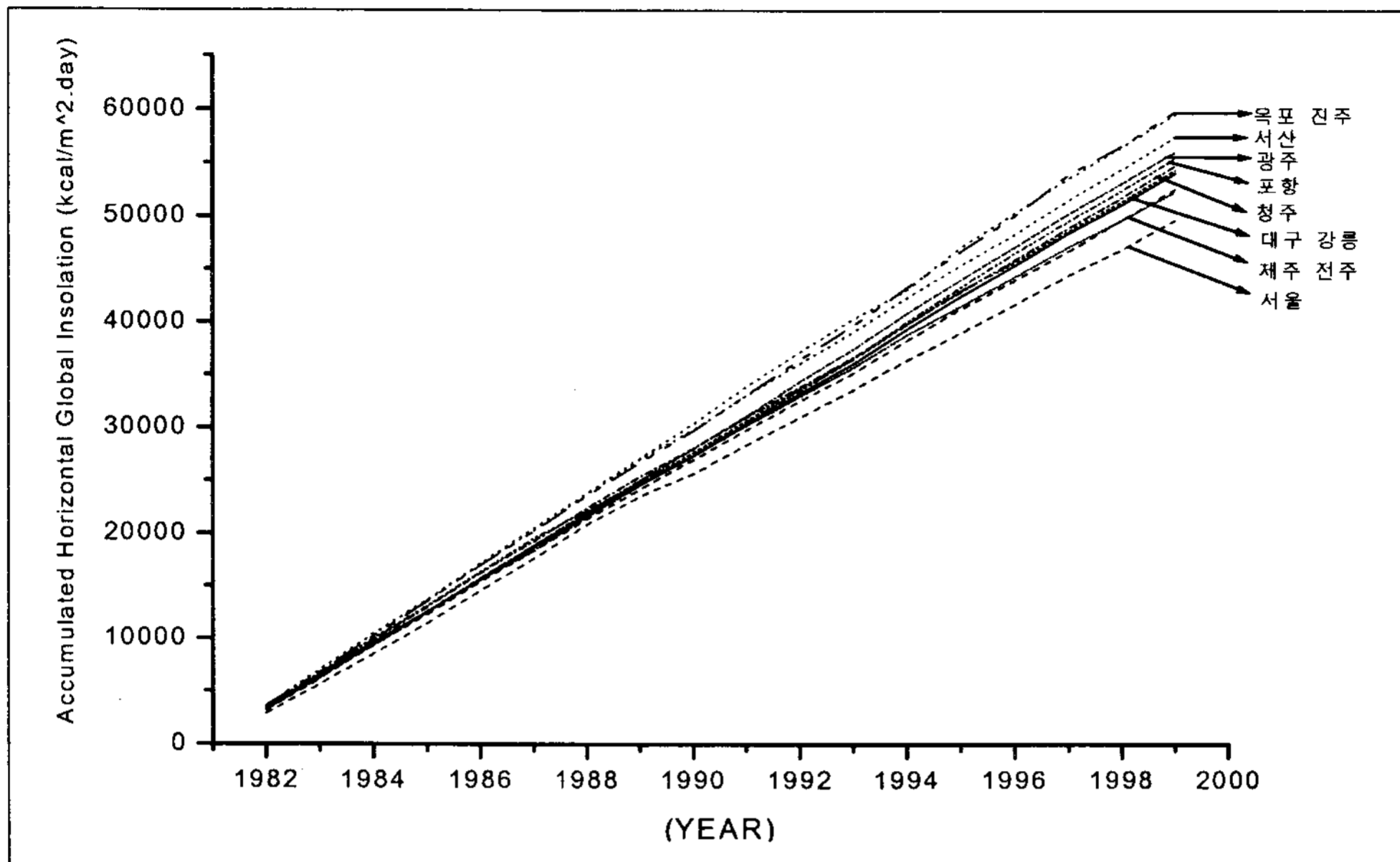


Fig. 3. 우리나라의 연구측정기간 동안 각 지방의 수평면 전일사량 누적치

Table 4. 우리나라 주요지역의 월별 1일 평균 수평면 전일사량 ('82~'99)

(단위 : kcal/m².day)

지역명	월 별												연평균
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
춘천	1752	2393	3082	3929	4257	4194	3481	3634	3214	2504	1706	1453	2967
강릉	2025	2511	3060	3961	4342	3840	3454	3279	3118	2689	1987	1781	3004
서울	1704	2340	2919	3722	3974	3745	2877	3073	3058	2571	1720	1406	2759
인천	1832	2530	3155	4007	4283	4137	3432	3720	3440	2919	1972	1684	3093
원주	1775	2405	2978	3868	4191	4077	3398	3558	3213	2677	1820	1519	2957
수원	1706	2237	2815	3579	3752	3569	2914	3137	2886	2553	1770	1488	2701
서산	1952	2633	3301	4134	4579	4398	3532	3799	3500	2928	1915	1628	3192
청주	1879	2534	3054	3939	4342	4100	3543	3591	3266	2798	1891	1587	3044
대전	1927	2578	3208	4082	4243	3921	3602	3759	3276	2850	1984	1677	3092
안동	2135	2721	3240	4063	4277	4102	3557	3545	3208	2825	2113	1898	3140
포항	2103	2566	3187	3994	4381	3965	3465	3541	3065	2778	2126	1904	3081
대구	1968	2489	3159	3963	4267	3928	3458	3419	3048	2752	2018	1772	3020
전주	1785	2325	2920	3816	4102	3838	3376	3430	3142	2766	1850	1549	2908
광주	1961	2554	3184	4024	4333	3932	3556	3722	3369	2979	2051	1706	3114
부산	2165	2705	3130	3865	4239	3857	3611	3777	3109	2947	2241	1971	3135
목포	1989	2625	3367	4250	4613	4215	3872	4231	3605	3181	2175	1753	3323
제주	1227	1887	2682	3752	4299	3969	4204	3872	3212	2798	1859	1291	2921
고산	1388	2082	2839	3717	3912	3362	3366	3833	3372	3192	2105	1530	2892
진주	2374	2922	3428	4161	4442	3965	3733	3783	3334	3110	2358	2124	3311
영주	2026	2587	3290	4195	4557	4186	3597	3668	3432	2870	2042	1788	3190

을철과 겨울철의 일사조건은 각각 12%, 34% 정도 상대적으로 낮게 나타났다.

또한, 그림 3은 '82년부터 '99년까지 계속적으로 우리 나라에서 연구기간동안에 측정된 각 지방의 수평면 전일사량을 누적한 것으로 가장 일사조건이 좋았던 지방은 목포, 진주일원이었으며, 서울, 제주 등이 가장 낮았던 것으로 나타났다.

한편, 분석결과 우리 나라의 일사조건은 표 3에서 나타낸바와 같이 우리 나라와 동일 위도상에 있는 일본의 중부지방에서 '41~'70년 기간동안 측정된 일사값과 거의 비슷한 수준임이 밝혀졌다. 동경을 비롯한 11개 측후소에서 30년간에 걸쳐 관측된 일사량 자료와 연구사업에서 얻은 자료가 양적으로 매우 흡사한 것은 같은 위도상에 분포되는 일사량과 일치한다는 점에서 실측사업이 신뢰받을 수 있는 근거가 될 것이다.

참고로 우리 나라 주요지역에 대한 '82~'99년 기간동안의 월별 일평균 수평면 전일사량 값을 표 4에 제시하였다. 이 자료는 우리 나라에서 추진되고 있는 대체에너지 이용기술과 관련하여 각종 연구와 보급사업에 보다 활성화하기 위한 기준설계 자료의 대표 값으로 이용할 수 있으리라 생각된다

3.3. 전국 수평면 전일사량의 연도별 경년변화

우리 나라 주요 20개 전지역에서 '82~'99년 기간동안 측정된 월평균 1일 수평면 전일사량을 월평균 1일 수평면 전일사량의 연평균치에 대한 표본 표준편차의 비율, %RMSE(root mean square error)로서 각 달의 연평균 산포도를 측정하여 분포의 상태를 조사하여 보면, 표 5에서 나타낸바와 같이 이 중에서도 가장 연별 변화가 심했던 달은 6월로 %RMSE값이 12.2%를 기록하였으며, 반면에 가장 안정된 연별 변화를 보였던 달은 5월로 6.6%로 나타났다.

또한, 우리 나라 주요 20개 전지역에서 '82~'98년 기간동안 측정된 월평균 1일 수평면 전일사량

을 각각 '82~'86년(A), '87~'91년(B), '92~'96년(C), '97~'99년(D) 기간에 측정된 평균자료로 구분하여 경년변화(經年變化)를 분석하여 보면, 그림 4에서 나타낸바와 같이 대부분의 지역에서 매년 상당한 일사량이 감소하고 있음을 알 수 있다. 수평면 전일사량의 연평균 경년변화를 살펴보면, 표 6에서 보는바와 같이 '82~'86년(A) 기간에 비해 '87~'91년(B) 기간은 6%, '92~'96년(C) 기간은 5%, 그리고 '97~'99년(D) 기간은 7% 정도의 상당한 일사량 감소율을 보였다.

계절별로는 봄과 여름철은 '82~'86년(A) 기간에 비해 '87~'91년(B) 기간, '92~'96년(C) 기간, 그리고 '97~'98년(D) 기간에 각각 5%, 6%, 8%, 그리고 7%, 6%, 9% 상당한 감소현상을 보였다. 그러나 가을철에는 '82~'97년 전 기간동안 거의 경년변화를 보이지 않은 것으로 나타났다. 또한 겨울철 역시 '82~'86년(A) 기간에 비해 각 기간(B, C, D) 공히 각각 14%, 6%, 7% 상당한 감소현상을 보였다. 특히 최근('97~'99년)에 들어와서는 가을철을 제외한 전 계절에서 일사량이 기준년도 기간인 '82~'86년(A) 기간에 비해 다른 기간동안 보다도 급격히 일사량이 감소하는 현상을 나타내고 있다.

한편, 우리 나라 주요지역에 대한 지역별 수평면 전일사량의 연평균 경년변화를 살펴보면, 표 7과 그림 5에서 보는바와 같이 '82~'86년(A) 기간에 비해 대부분 지역에서 각각의 기간(B, C, D)은 상당한 일사량 감소현상을 보였다. 이와 같이 대부분의 지역에서 '82~'86년(A) 기간에 비해 각각의 기간(B, C, D)에서의 일사량이 낮게 나타나는 원인은 특히 서울과 그 인접 도시인 수원, 대구, 부산과 같은 대도시 지역과 대규모 공단이 위치한 포항 등에서 대기오염에 의한 일사감쇄 현상이 타지역에 비해 경년변화에 따른 감쇄현상이 상대적으로 크기 때문인 것으로 분석된다. 반면에 타지역에 비해서 인천지역만이 '82~'86년(A) 기간에 비해 매 기간(B, C, D)마다 일사량이 점점

Table 5. 우리 나라 주요 20개소 전지역에서의 연도별에 따른 월별 1일 평균 수평면 전일사량
(단위 : kcal/m².day)

연 도	월 별												연평균
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1982	2155	2758	3603	4177	4244	4880	4072	3786	3874	3092	1876	1764	3357
1983	1964	2637	3160	3689	4434	4562	3257	3749	3002	2678	2091	1921	3095
1984	2064	2666	3468	3770	4845	4014	3836	3984	3309	3185	2069	1661	3239
1985	2157	2312	3225	4004	4092	3841	3954	3821	2805	2579	1891	1871	3044
1986	2236	2913	3348	4431	4654	3829	3350	3794	3269	2648	2092	1540	3175
1987	2004	2497	3039	3927	4533	4557	3030	3061	3571	2652	1927	1831	3053
1988	1913	2405	3045	4125	4366	4025	3242	4004	3279	2974	2225	1628	3103
1989	1362	2179	3118	4134	4381	4020	3527	3769	2855	2859	1776	1550	2961
1990	1591	1736	2817	3561	3737	3244	3464	4071	2962	2928	1708	1498	2776
1991	1847	2425	2911	4226	4394	3930	2846	3720	3134	3263	2221	1486	3034
1992	1742	2577	2608	3784	4320	4382	3729	3238	2993	2707	1938	1483	2958
1993	1669	2410	3159	3968	4216	3546	3205	2837	3458	2996	1595	1642	2892
1994	1888	2622	3285	3679	4022	3993	4455	3982	3846	2678	2090	1743	3190
1995	2102	2828	3048	4155	4203	4129	3386	3602	3134	2805	2273	1706	3114
1996	1916	2563	2795	4184	4241	2928	3843	3674	3526	2696	1823	1755	2995
1997	1908	2609	3359	3978	3812	4367	3567	3819	3456	3052	1806	1496	3103
1998	1700	2192	3202	3228	3864	3273	3191	3025	3142	2679	2185	1901	2799
1999	2014	2582	2819	3896	4480	4193	3385	3163	2797	2487	2095	1844	2980
평균	1902	2495	3112	3940	4269	3984	3518	3617	3245	2831	1982	1684	3048
%RMSE	11.4	10.7	8.0	7.1	6.6	12.2	11.1	10.2	7.8	7.6	9.5	8.8	4.7

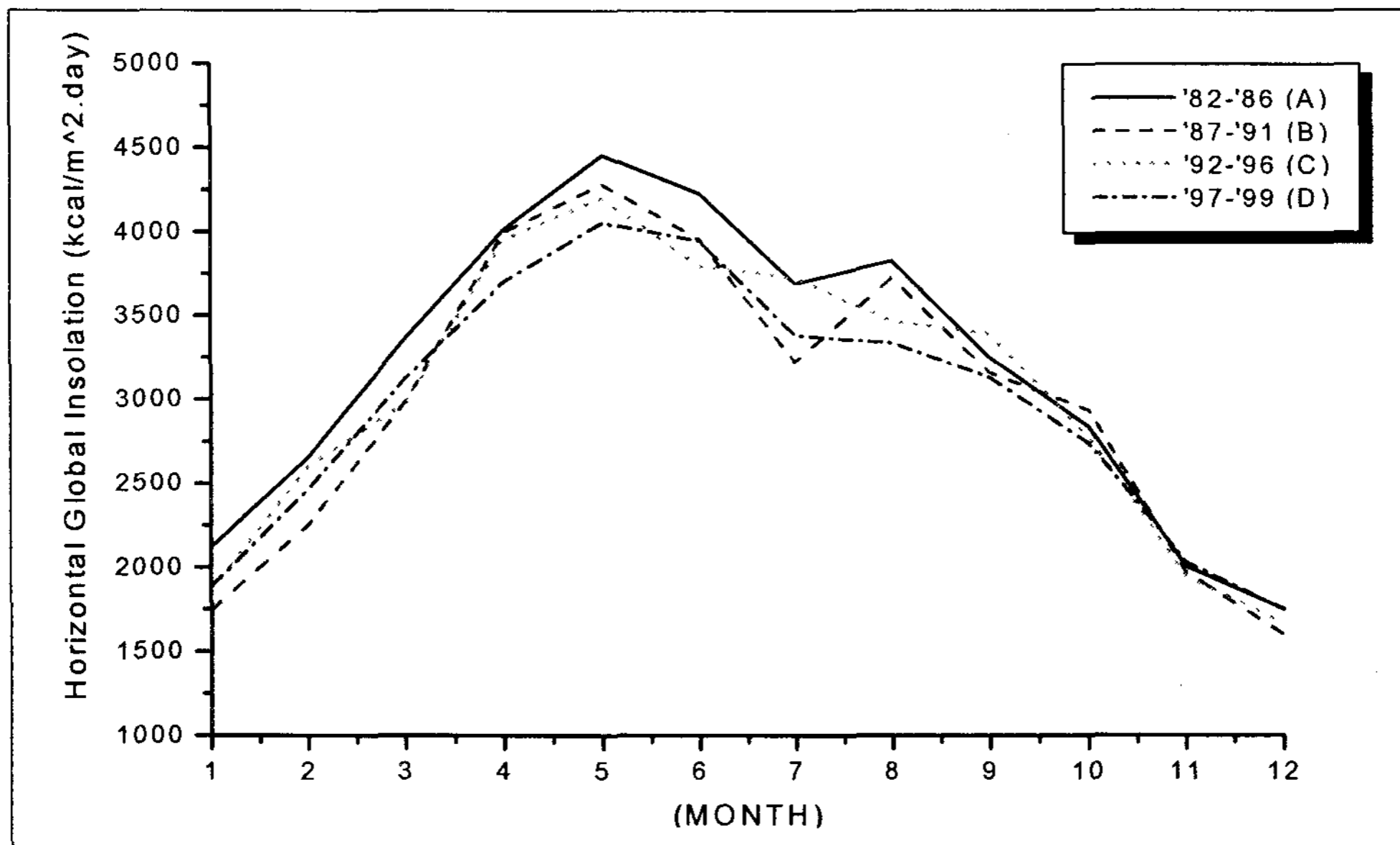


Fig. 4. 우리 나라 주요 20개 전지역에서의 수평면 전일사량 경년변화

Table 6. 우리 나라 주요 20개 전지역에서의 수평면 전일사량 연평균치

(단위 : kcal/m².day)

연도 \ 계절	봄	여름	가을	겨울	연평균
'82~'86 (A)	3,943	3,914	2,697	2,175	3,182
'87~'91 (B)	3,754	3,634	2,689	1,863	2,985
'92~'96 (C)	3,711	3,662	2,704	2,043	3,030
'97~'99 (D)	3,627	3,554	2,633	2,027	2,960
평균	3,772	3,695	2,688	2,014	3,042
B/A	0.95	0.93	1.00	0.86	0.94
C/A	0.94	0.94	1.00	0.94	0.95
D/A	0.92	0.91	0.98	0.93	0.93

Table 7. 우리 나라 주요지역에서의 수평면 전일사량 연평균치

(단위 : kcal/m².day)

지역 \ 연도	'82~'86 (A)	'87~'91(B)	'92~'96 (C)	'97~'99 (D)	연평균	B/A	C/A	D/A
춘천	3,080	2,858	2,982	2,936	2,967	0.93	0.97	0.95
강릉	3,120	2,948	3,011	2,892	3,004	0.94	0.97	0.93
서울	2,908	2,761	2,670	2,655	2,759	0.95	0.92	0.91
인천	2,755	2,994	2,995	3,637	3,093	1.09	1.09	1.32
원주	3,028	2,948	2,942	2,879	2,957	0.97	0.97	0.95
수원	3,038	2,709	2,701	2,460	2,701	0.89	0.89	0.81
서산	3,396	3,213	3,065	3,028	3,192	0.95	0.90	0.89
청주	3,243	2,952	2,988	2,957	3,044	0.91	0.92	0.91
대전	3,152	2,914	3,207	3,137	3,092	0.92	1.02	1.00
안동	3,118	2,852	3,299	3,372	3,140	0.91	1.06	1.08
포항	3,273	2,809	3,233	2,963	3,081	0.86	0.99	0.91
대구	3,141	2,986	3,011	2,888	3,020	0.95	0.96	0.92
전주	3,106	2,927	2,832	2,675	2,908	0.94	0.91	0.86
광주	3,146	3,074	3,209	2,972	3,114	0.98	1.02	0.94
부산	3,452	2,858	3,145	2,930	3,135	0.83	0.91	0.85
목포	3,387	3,225	3,401	3,248	3,323	0.95	1.00	0.96
제주	3,078	2,874	2,842	2,870	2,921	0.93	0.92	0.93
고산		3,059	2,820	2,863	2,892			
진주	3,432	3,338	3,296	3,090	3,311	0.97	0.96	0.90
영주	3,323	3,234	3,116	3,027	3,190	0.97	0.94	0.91
평균	3,182	2,985	3,030	2,961	3,042	0.94	0.95	0.93

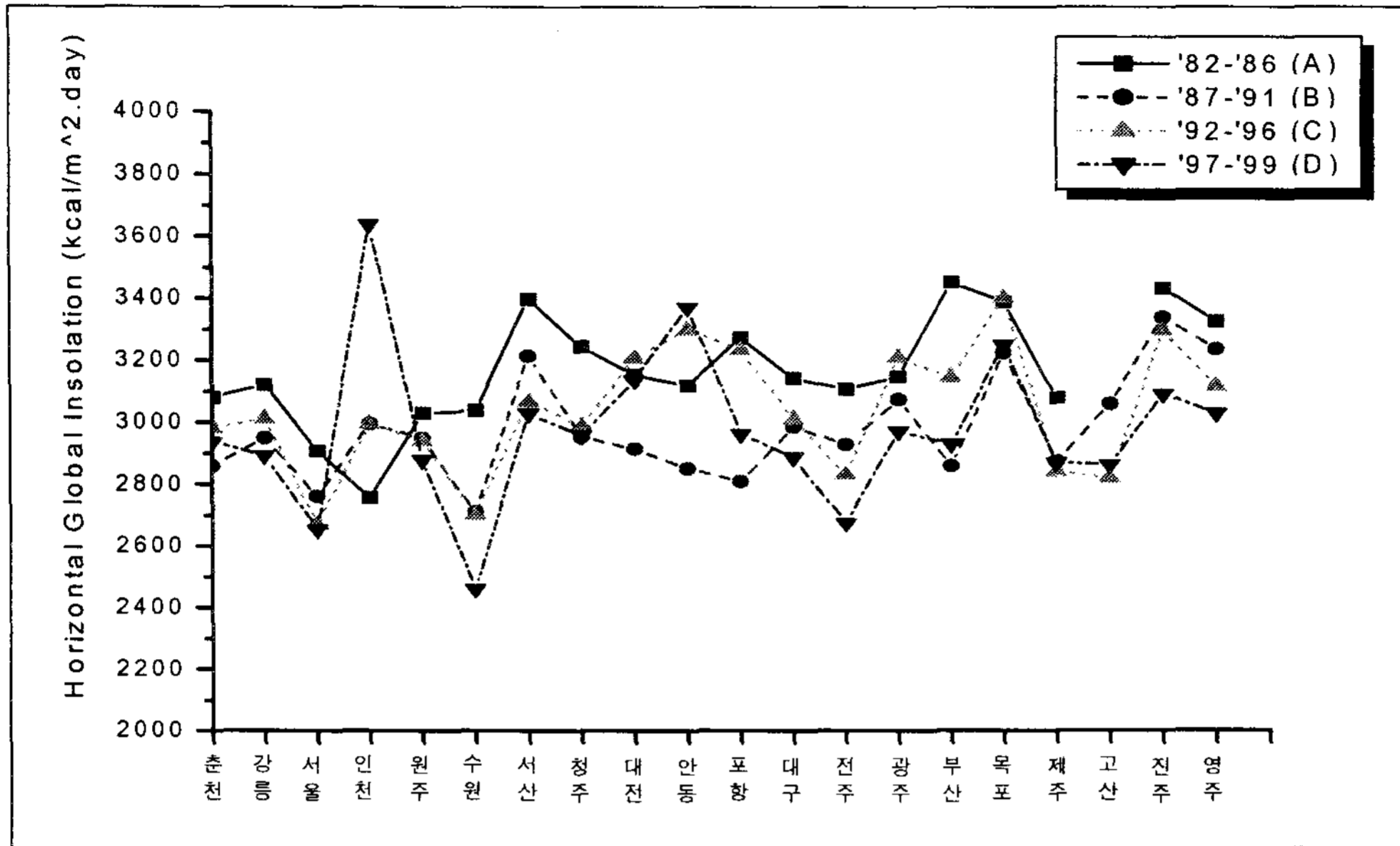


Fig. 5. 우리나라 주요 지역별에 따른 수평면 전일사량의 일사량 경년변화

높게 나타나는 현상을 보였다.

그러나, 우리나라 전 지역 중 20개 지역만을 대상으로 측정하였기 때문에 현재까지의 결과만을 가지고 우리나라 전지역에 대한 수평면 전일사량의 경년변화를 정확하게 분석하기에는 상당한 어려움이 뒤따르고 있다. 따라서 이와 같은 작업은 앞으로 측정지역의 확대와 이에 따른 지속적인 측정과 분석사업이 동시에 이루어져야 하며, 더불어 대기오염에 의한 일사량의 감쇄현상 등 각종 관련 기후조건과의 연관성도 규명해야 할 것이다.

4. 결 론

지금까지 수행해 온 국내 수평면 전일사량의 분포특성 분석에 대한 실측평가 사업을 종합해보면, 다음과 같은 결론을 얻게 된다.

1) 1982년 1월부터 1999년 12월까지 기간동안 우리나라 주요 20개 전지역에서 측정된 수평

면 전일사량은 연평균치로 계산하였을 때, 전국이 하루에 3,042 kcal/m².day 정도의 일사 에너지를 받는 것으로 나타났다.

- 2) 우리나라의 월별 수평면 전일사량의 일사조건을 일년을 기준으로 볼 때, 일사조건이 가장 좋은 달은 5월로 하루에 4,269 kcal/m².day 인 것으로 나타났으며, 가장 낮은 달은 12월로 하루에 1,684 kcal/m².day로 나타났다. 계절별로는, 연중 여름철과 봄철의 일사조건이 가장 좋으며, 가을철과 겨울철은 연평균치에도 훨씬 못미치는 낮은 수준인 것으로 나타났다. 연 평균치에 대한 계절별 일사조건은 봄과 여름철은 각각 24%, 21% 높았으며, 가을과 겨울철은 12%, 34% 정도 상대적으로 낮았다.
- 3) 우리나라의 일사조건은 우리나라와 동일 위도상에 있는 일본의 중부지방에서 '41~'70년 기간동안 측정된 일사값과 거의 비슷한 수준임이 밝혀졌다.
- 4) 우리나라 주요 20개 전지역에서 '82~'98년

기간동안 측정된 월평균 1일 수평면 전일사량을 각각 '82~'86년(A), '87~'91년(B), '92~'96년(C), '97~'99년(D) 기간에 측정된 평균자료로 구분하여 경년변화(經年變化)를 분석한 결과, 대부분의 지역에서 매년 상당한 일사량이 감소하고 있다. 즉, '82~'86년(A) 기간에 비해 '87~'91년(B) 기간은 6%, '92~'96년(C) 기간은 5%, 그리고 '97~'98년(D) 기간은 7% 정도의 상당한 일사량 감소율을 보였다. 이와 같은 원인은 특히 서울과 그 인접 도시인 수원, 대구, 부산과 같은 대도시 지역과 대규모 공단이 위치한 포항 등에 대기오염에 의한 일사감쇄 현상이 타지역에 비해 경년변화에 따른 감쇄현상이 상대적으로 크기 때문인 것으로 분석된다.

- 5) 전국적인 수평면 전일사량 분포상의 특징을 일사조건이 좋은 순으로 지역대를 나누면, 남해중서부지방과 태안반도 일대, 그리고 안동 및 영주분지 일원의 일사조건이 전국에서 가장 좋은 곳으로 나타났으며, 그 다음은 호남 및 김해평야 일대, 중부이남 및 중부이북지방, 제주도 순으로 나타났고, 대기오염이 심각한 서울지방과 그 인접도시인 수원지방은 전국에서 가장 낮은 일사량을 기록하였다.

또한, 우리나라의 수평면 전일사량 자원에 대한 계절별 일사량분포 특성은 봄철과 가을철의 일사조건은 대체로 내륙지방의 지역보다는 해안지방의 지역이 좋으며, 여름철은 전국이 고른 분포를 나타낸 반면에, 겨울철은 남해지방 일원 지역의 일사량이 다른 지역들보다 상대적으로 높은

형태를 나타내었다.

그러나, 측정기간이 충분치 못하기 때문에, 현재까지의 결과만을 가지고 우리나라의 전반적인 수평면 전일사량 자원을 평가한다는 것은 아직 어려운 실정이다. 따라서 본 연구사업은 앞으로도 지속될 전망이며, 가능하다면 대기오염에 따른 일사량의 변동형태 등 각종 기후조건과의 연관성도 규명해 나아갈 계획이다.

참 고 문 헌

1. J.E. Hay, An Assesment of the Mesoscale Variability of Solar Radiation at the Earth's Surface, Solar Energy 32, 1984, 425~434.
2. The Kenneth E. Johnson Environmental and Energy Center, Solar Radiation Data Sources-Applications and Network Design, DOE, U.S.A., 1978.
3. Duffie John A., and Beckman William A., Solar Engineering of Thermal Process, John Wiley & Sons, Inc., 1991, pp. 3~145.
4. Garg H.P., Treatise on Solar Energy, John Wiley & Sons, 1982, pp. 26~131.
5. Dickinson, William C., and Chermisinoff Paul N., Solar Energy Technology Handbook, Dekker, Inc., 1982.
6. 기상청, "기상년·월보", (1982~1999).