

[논문] 한국태양에너지학회 논문집  
 Journal of the Korean Solar Energy Society  
 Vol. 24, No. 3, 2004

# 국내 태양광발전시스템의 최적 설치에 관한 연구

조덕기\*, 강용혁\*, 이의준\*, 오정무\*

\*한국에너지기술연구원(dokkijo@kier.re.kr), (yhkang@kier.re.kr), (ejlee@kier.re.kr), (cmauh@kier.re.kr)

## A Study on the Optimal Installation of Solar Photovoltaic System in Korea

Jo, Dok-Ki\*, Kang, Young-Heack\*, Lee, Euy-Joon\*, Auh, Chung-Moo\*

\*Korea Institute of Energy Research(dokkijo@kier.re.kr), (yhkang@kier.re.kr), (ejlee@kier.re.kr), (cmauh@kier.re.kr)

### Abstract

The measured solar radiation incident on tilted surfaces by all directions has been widely used as important solar radiation data in installing photovoltaic modules. To maximize the incident beam radiation, the slope, which is the angle between the plane of the surface in question and the horizontal, and the solar azimuth angles are needed for these solar photovoltaic systems. This is because the performance of the solar photovoltaic systems is much affected by angle and direction of incident rays. Recognizing those factors mentioned above are of importance, actual experiment has been performed in this research to obtain the angle of inclination with which the maximum incident rays can be absorbed. The results obtained in this research could be used in installing optimal photovoltaic modules.

**Keywords** : 전일사량(Total radiation), 직달일사량(Beam radiation), 산란일사량(Diffuse radiation), 대기권밖 일사량(Extraterrestrial radiation), 고정경사면(Fixed tilted surface)

#### 기 호 설 명

$G_{sc}$	: 태양상수 ( $1,353 \text{ W/m}^2$ )	$\rho$	: 총일사량에 대한 반사계수
$n$	: 통산일 (julian date)	$\gamma$	: 지표면 방위각
$\phi$	: 해당지방의 위도	$\omega_s$	: 일몰시간각 ( $\cos \omega_s = -\tan \phi \tan \delta$ )
$\delta$	: 일적위 = $23.45 \sin(360 \cdot 284n/365)$	$\omega_{1,2}$	: 시간각 ( $\omega_2 > \omega_1$ , $15^\circ = 1\text{hr} : \text{A.M.}, \text{P.M.} +$ )
$\beta$	: 수평면에 대한 집열면의 경사각도	$G_{on}$	: 법선면상에서의 대기권밖 일사량 $= G_{sc} [1 + 0.033 \cos(360n/365)]$

## 1. 서 론

여러 차례에 걸친 유류파동에 의해 잠시 주춤했던 에너지 소비량은 국민소득의 증가와 더불어 주거 생활의 쾌적화를 위한 국민적 욕구에 의해 증가하고 있다. 그러나 석유를 비롯한 화석에너지는 언젠가는 고갈될 것이며, 근래에 와서는 전 세계적으로 지구 환경오염의 주요한 요인으로 인식되고 있다. 우리나라에서는 그동안 공업화에만 집착한 나머지 환경문제는 뒷전으로 밀려나 있었으나, 이제는 정부에서도 환경오염 문제를 심각하게 받아들이고 있으며, 화석에너지를 대체할 수 있는 에너지 개발에 많은 연구 지원을 하고 있는 실정이다.

태양광발전시스템은 주로 태양으로부터 방출되는 태양에너지의 입사각도에 따라 시스템 효율의 성능이 크게 좌우되고 있다. 즉, 태양광을 에너지 원으로서 이용하고자 하는 경우에는 수평면의 최적 경사각을 구하는 것이 매우 중요하다. 특히, 방위별에 따라 경사면에 입사되는 태양광은 대단위 태양광발전시스템이나 고속도로변에 무인등으로 설치되어 흔히 볼 수 있는 태양전지판의 설치시의 설계에 매우 중요한 자료로 널리 이용되고 있다. 이는 직접적으로 태양광 시스템 등의 성능에 미치는 효과가 설치각도와 향에 따라서 크게 영향을 받기 때문이다.

## 2. 태양에너지와 설치조건과의 관계

태양광발전시스템 설계 시는 필연적으로 수평면에 대한 경사면에서의 월별 1일 평균일사량의 비율인  $\bar{R}$ 값<sup>1)</sup>이 산출되어야 한다. 이  $\bar{R}$ 값은 직달, 산란, 지면반사성분의 합으로부터 구할 수 있다.

만일 산란일사량과 지면에서 반사되는 일사량이

각각 등방위성을 갖는다면, 월별 평균비율  $\bar{R}$ 값<sup>2)</sup>을 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\bar{R} = \frac{H_T}{H} = (1 - \frac{H_d}{H})\bar{R}_b + \frac{H_d}{H} \left( \frac{1 + \cos\beta}{2} \right) + \rho \left( \frac{1 - \cos\beta}{2} \right) \quad (1)$$

그리고  $H_T$ 는 식 (2)와 같이 된다.

$$H_T = H \left( 1 - \frac{H_d}{H} \right) \bar{R}_b + H_d \left( \frac{1 + \cos\beta}{2} \right) + H\rho \left( \frac{1 - \cos\beta}{2} \right) \quad (2)$$

여기서,  $H_d/H$ 는 월별 1일 평균 일사율인  $\kappa_T(H/H_0)$ 의 함수로서 수평면에서의 월별 1일 평균 총일사량에 대한 산란일사량의 비율을,  $\bar{R}_b$ 는 해당 달의 월평균 1일 값으로 수평면에서의 총일사량에 대한 경사면 직달일사량 비율인  $H_{bT}/H$ 를 의미한다.

$$\begin{aligned} H/H_d = & 0.775 + 0.00653 (\omega_s - 90) - \\ & [0.505 + 0.00455 (\omega_s - 90)] \\ & \cos(115\kappa_T - 103) \end{aligned} \quad (3)$$

해당지방의 월평균 대기권밖 일사량  $H_0$ 는<sup>3)</sup> 식 (4)에서 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} H_0 = & 24 \times 3600 G_{sc}/\pi \\ & [1 + 0.033 \cos(360n/365)] \\ & [\cos\phi \cos\sigma \sin\omega_s + (2\pi\omega_s/360) \\ & \sin\phi \sin\sigma] \end{aligned} \quad (4)$$

1) Duffie John A. and Beckman William A., SolarEngineering of Thermal Process, John Wiley & Sons, Inc., 1991.

2) D. Feuermann, and A. Zemel, Validation of Models For Global Irradiance, on Inclined Planes, Solar Energy, Vol. 48, No. 1, 1992.

3) T.M. Klucher, Evaluation of Models to Predict Insolation on Tilted Surface, Solar Energy, Vol. 23, 1992.

북반구에서 적도를 향한 경사면, 즉 방위각이 정남( $\nu=0^\circ$ )을 향한 경우  $\bar{R}_b$ 는<sup>4)</sup> 다음 식으로 정의된다.

$$\bar{R}_b = \frac{\cos(\phi-\beta) \cos \delta \sin \omega_s' + (\pi/180)\omega_s' \sin(\phi-\beta) \sin \delta}{\cos \phi \cos \delta \sin \omega_s + (\pi/180)\omega_s \sin \phi \sin \delta} \quad (5)$$

여기서, 경사면 일몰시간각인  $\omega_s'$ 는 표 1에 제시된 해당월 평균일의 대표값인 일적위<sup>5)</sup> 등을 적용하여 다음 식에 의해 산출할 수 있다.

북반구일 경우,

$$\omega_s' = \min \left| \begin{array}{l} \cos^{-1}(-\tan \phi \tan \delta) \\ \cos^{-1}[-\tan(\phi-\delta) \tan \delta] \end{array} \right| \quad (6)$$

식 (5)에서 분자항은 경사면에서의 대기권밖 일사량을, 분모항은 수평면에서의 대기권밖 일사량을 의미하며, 이들 각각의 값은 수평면, 또는 경사면에서 태양시를 기준으로한 일출에서 일몰시간까지의 적분치로서 구할 수 있다. 위에 소개한 식 (5)를 임의의 방향을 갖는 어떠한 평면에서도 적용할 수 있도록 다음과 같은 식으로 재 변형되었다.

$$\bar{R}_b = \frac{(\cos \beta \sin \delta \sin \phi)(\omega_{ss} - \omega_{sr})(\pi/180) - (\sin \delta \cos \phi \sin \beta \cos \nu)(\omega_{ss} - \omega_{sr})(\pi/180) + (\cos \phi \cos \delta \cos \beta)(\sin \omega_{ss} - \sin \omega_{sr}) + (\cos \delta \cos \nu \sin \phi \sin \beta)(\sin \omega_{ss} - \sin \omega_{sr}) - (\cos \delta \sin \beta \sin \nu)(\sin \omega_{ss} - \sin \omega_{sr})}{2[\cos \phi \cos \delta \sin \omega_s + (\pi/180)\omega_s + \sin \phi \sin \delta]} \quad (7)$$

여기서,  $\omega_{sr}$ 과  $\omega_{ss}$ 는 각각 경사면에서의 일출, 일몰시간각으로 다음 식에 의해 산출할 수 있다.

$\nu > 0^\circ$ 인 경우,

$$\begin{aligned} \omega_{sr} &= -\min \{ \omega_s, \arccos [(AB + \sqrt{A^2 - B^2 + 1}) / (A^2 + 1)] \} \\ \omega_{ss} &= \min \{ \omega_s, \arccos [(AB - \sqrt{A^2 - B^2 + 1}) / (A^2 + 1)] \} \end{aligned} \quad (8)$$

$\nu < 0^\circ$ 인 경우,

$$\begin{aligned} \omega_{sr} &= -\min \{ \omega_s, \arccos [(AB - \sqrt{A^2 - B^2 + 1}) / (A^2 + 1)] \} \\ \omega_{ss} &= \min \{ \omega_s, \arccos [(AB + \sqrt{A^2 - B^2 + 1}) / (A^2 + 1)] \} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} A &= [\cos \phi / (\sin \nu \tan \beta)] + (\sin \phi / \tan \nu) \\ B &= \tan \delta \{ (\cos \phi / \tan \nu) - [\sin \phi / (\sin \nu \tan \beta)] \} \end{aligned} \quad (10)$$

표 1. 월별 평균일에 따른 통산일 및 일적위 값

월	평균일	통산일 (n)	일적위 ( $\delta$ )
1	17	17	-20.9
2	16	47	-13.0
3	16	75	-2.4
4	15	105	9.4
5	15	135	18.8
6	11	162	23.1
7	17	198	21.2
8	16	228	13.5
9	15	258	2.2
10	15	288	-9.6
11	14	318	-18.9
12	10	344	-23.0

\* Klien (1976)

## 2. 실험

측정지에서 일사센서를 설치할 입지를 선정할 시에는 일사센서의 감지부 면이 태양광선이 잘 받아들일 수 있도록 주위의 장애물로부터 충분히 떨어진 장소를 물색하여야 한다. 만약 이와 같은 장소를 구하기 곤란한 경우에는 최소한 동북동(ENE) 쪽에서 남(S)쪽을 경유하여 서북서(WNS)쪽에 이르는 수평방향에 장애물이 없는 곳을 선정하여

4) J.L. Wise, Analysis of Solar Radiation Measurements on An Inclined Surface in Anchorage Alaska, AEIDC Publication, 1980.

5) H. P. Garg, Treatise on Solar Energy, John Wiley & Sons, Inc., 1982.

야 하며, 혹 장애물이 있더라도 그 높이가 수평방향에서 5° 이상 높이 있지 않은 장소를 선정하여야 한다. 따라서 이와 같은 점을 고려하여 측정기기의 설치위치는 비교적 높아 주변의 장애물의 영향이 적은 한국에너지기술연구원내 해발높이 68.3 m인 건물의 옥상(36°22'N, 127°22'E)으로 정하였다.

또한, 방위별 경사면 태양광에너지 측정을 위하여 측정지에 일사센서를 남향면에 수평면에 대한 경사각도 0°에서 90° 사이에 15도씩 변환하여 7개를 설치하였으며, 동향 및 서향, 그리고 북향면의 경사각도 90°에 각각 1개씩 설치하여 총 10개를 설치하였다. 이와 같이 설치된 시스템에 의하여 측정되는 데이터는 통제소에 설치된 데이터 프로세서의 원격제어에 의해 기존 전화선을 통하여 원거리 전송되며, 전송된 데이터는 다시 데이터 파일로 구분하여 하드디스크에 저장시켜 각종 데이터의 분석 및 전산처리를 행할 수 있다. 이와 같이 통제소에서 전산 처리되고 있는 전산프로그램은 데이터 회수 및 처리용 프로그램으로 이를 통하여 시간별 일사량 자료를 전송 받아 데이터베이스로 재처리해서 저장하고, 이를 지속적으로 보완할 수 있도록 하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 양적비교 분석

한국에너지기술연구원이 위치한 대전지방에서 1996년 8월부터 2002년 2월까지 5년 6개월간 매 시간마다 측정된 실측자료를 토대로 태양광시스템 설계를 위한 각 방위별 경사면 태양광에너지를 분석하여 보면, 표 2와 그림 1에서 보는바와 같이 남향에서 지표면에 대한 경사각도가 0° ~ 90° 사이의 집광면에서는 경사각도가 30°에서 최대의 일사량을 받는 것으로 나타났다.

계절별로는 표 3과 그림 2에서 보는바와 같이 난방기간인 겨울철의 경우 정남향 수직면에서 받는

표 2. 남향면에서의 월별 경사면 태양광에너지 비교

(단위 : kWh/m<sup>2</sup>.day)

월/각도	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균
0°	2.02	2.83	3.65	4.33	4.67	4.64	4.14	3.85	3.58	3.00	2.14	1.91	3.40
15°	2.78	3.65	4.37	4.72	4.84	4.70	4.22	4.06	4.05	3.73	2.91	2.76	3.90
30°	3.32	4.08	4.70	4.79	4.71	4.49	4.07	4.04	4.25	4.19	3.44	3.38	4.12
45°	3.58	4.32	4.60	4.41	4.16	3.88	3.56	3.65	4.06	4.27	3.68	3.72	3.99
60°	3.52	4.10	4.14	3.70	3.31	3.02	2.80	3.00	3.55	3.99	3.59	3.68	3.53
75°	3.34	3.70	3.53	2.94	2.45	2.17	2.06	2.31	2.94	3.52	3.33	3.51	2.98
90°	3.15	3.36	2.99	2.25	1.72	1.49	1.44	1.71	2.37	3.08	3.05	3.30	2.49

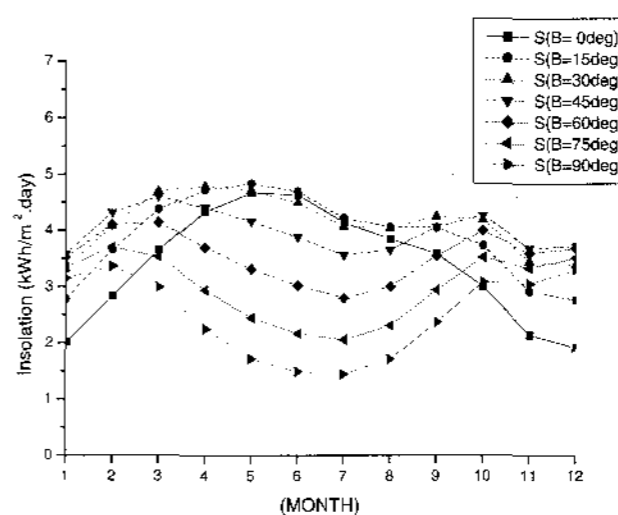


그림 1. 월별에 따른 경사면 태양광에너지

일사량은 동, 서향 수직면에 비해 약 2.6배정도 크고, 수평면에서 받는 전 태양광보다도 1.5배 많은 태양광을 받는 것으로 나타났으며, 북향 수직면에서 받는 태양광보다는 무려 9배나 큰 것으로 나타났다. 여름철의 경우는 북향을 제외한 동, 서향 수직면에서 받는 태양광에 비해 다소 적게 나타난 반면에, 봄과 가을철에 정남향 수직면에서 받는 일사량은 북향을 포함하여 동, 서향 수직면에 비해 높게 나타나는 경향을 보였다.

이와 같은 결과를 미루어 보아 남쪽을 향한 수직면은 겨울철에 최대의 수열을 받는 반면에, 여름철에는 매우 수열이 적다는 점에서 시스템 설계시에 시스템 배치를 가급적 남-북향보다는 동-서향으로 길게 하는 것이 에너지 흡수라는 측면에서 볼 때, 보다 효과적임을 증명하고 있다

또한, 남향면에서 경사각도별로 계절별 특성을 분석하여 보면, 그림 3에서 보는바와 같이 봄철에는 지표면에 대한 경사각도가 30°인 집광면에서,

여름철은 경사각도 15°에서, 가을철과 겨울철은 경사각도 45°에서 최대의 태양광에너지를 받는 것으로 나타났다.

표 3. 계절별에 따른 경사면 태양광에너지  
(단위 : kWh/m<sup>2</sup>.day)

구분 \ 계절	봄	여름	가을	겨울	연평균
HOR ( $\beta=0^\circ$ )	4.22	4.21	2.91	2.25	3.40
S ( $\beta=15^\circ$ )	4.64	4.39	3.57	3.06	3.92
S ( $\beta=30^\circ$ )	4.73	4.20	3.96	3.59	4.12
S ( $\beta=45^\circ$ )	4.39	3.70	4.01	3.87	3.99
S ( $\beta=60^\circ$ )	3.72	2.94	3.71	3.77	3.54
S ( $\beta=75^\circ$ )	2.97	2.18	3.26	3.52	2.98
S ( $\beta=90^\circ$ )	2.30	1.54	2.84	3.27	2.49
E ( $\beta=90^\circ$ )	1.97	1.83	1.45	1.25	1.63
W ( $\beta=90^\circ$ )	1.98	1.85	1.48	1.24	1.64
N ( $\beta=90^\circ$ )	0.75	0.90	0.45	0.37	0.62

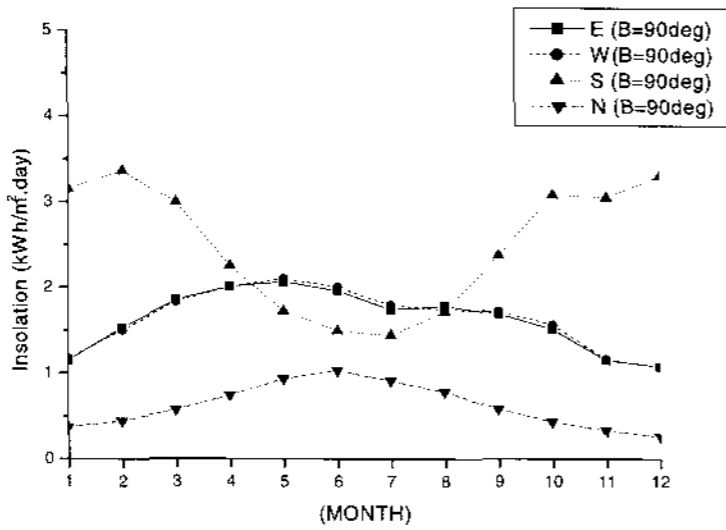


그림 2. 월별에 따른 방위별 수직면 경사면 태양광에너지

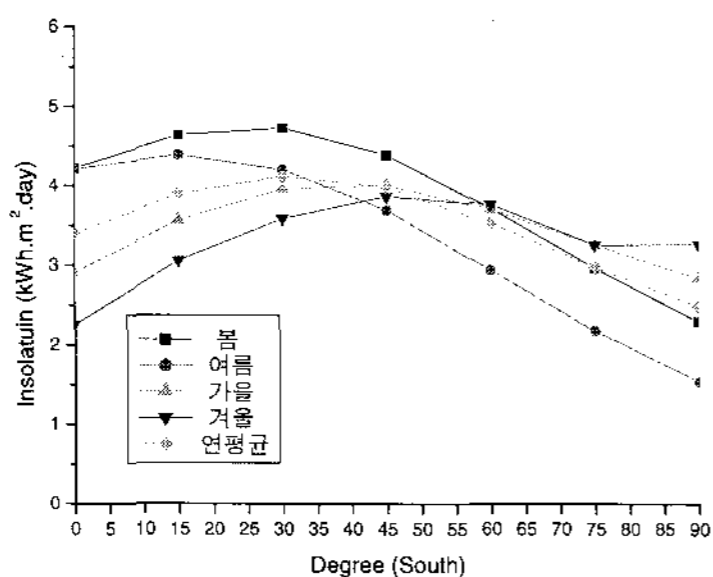


그림 3. 남향면에서의 계절별 경사면 태양광에너지

### 3.2 시뮬레이션 분석

여기서는 각 지역에서 지표면상에 입사되는 총일사량, 즉 수평면 전일사량 실측데이터를 근거로 하여 수평면상에 입사되는 일사량에 대한 경사면상에 입사되는 총일사량의 비를 산출하기 위하여 우선, 수평면에서의 총일사량에 대한 산란일사량 비율과 수평면에 대한 경사면에서의 직달일사량의 비율을 산출하여 구한 후, 수평면에 대한 경사면일사량 비율을 지표면상에 입사되는 총일사량에 곱하여 경사면상에 입사하는 총일사량을 구하였다. 이 시스템에 대한 시뮬레이션 계통도는 그림 4와 같다.

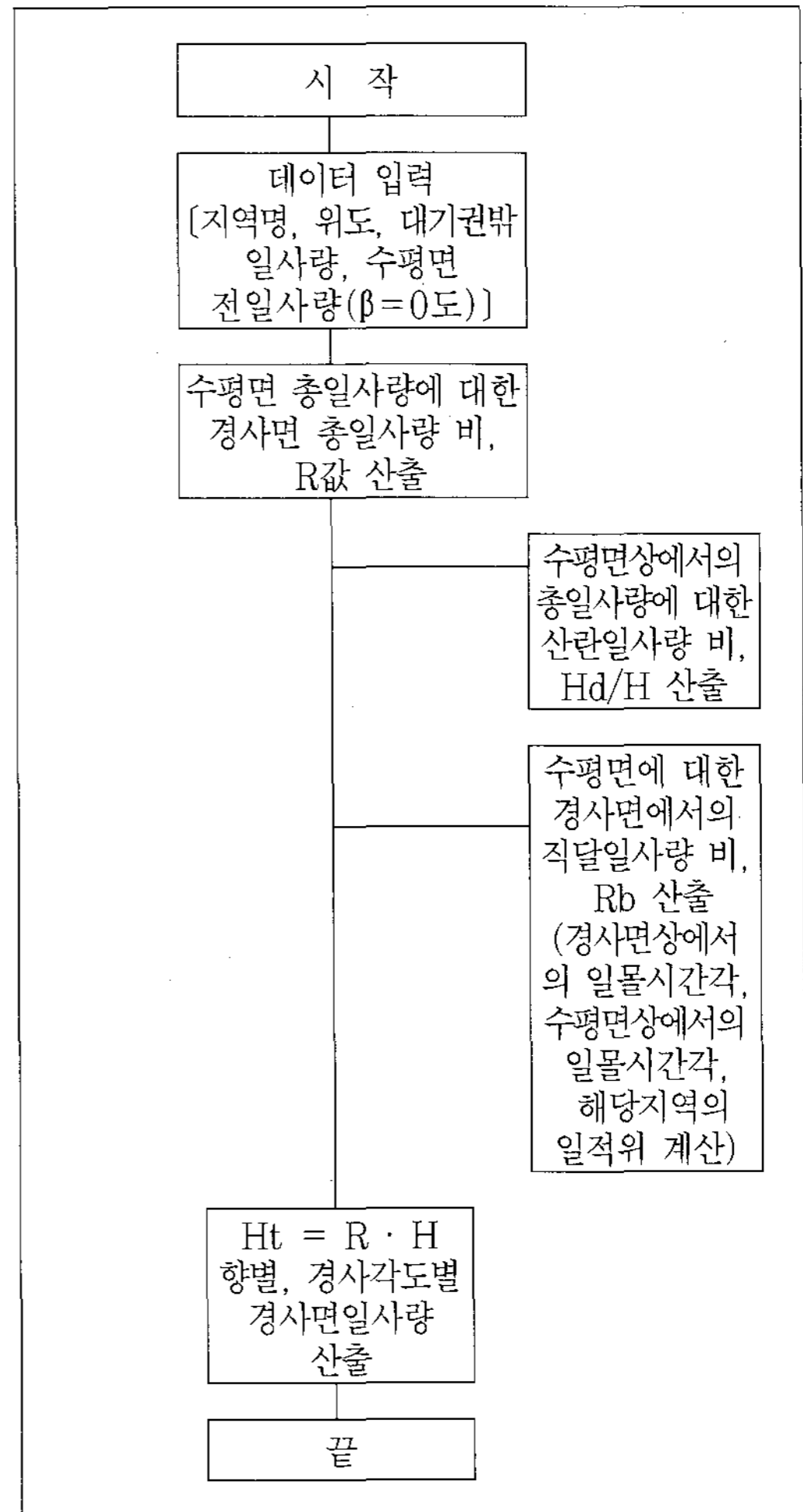


그림 4. 시뮬레이션 계통도

이 시스템을 이용하여 예측된 정남향에서의 월별 일평균 경사면 태양광에너지 값을 실측치와 비교하여 보면, 표 4와 그림 5에서 보는바와 같이 각 경사각별 예측치는 전 기간에 걸쳐 실측치와 거의 유사한 값을 나타내었다.

한편, 앞에서 제시된 경사면일사량 분석 이론식을 기초로 시뮬레이션 기법에 의하여 산출된 주요 지역의 최적 경사각을 가지고, 다시 근접지역 간의 최적 경사각을 거리에 따라 균등하게 배분하여 임의의 지역의 최적 경사각을 산출하는 기법으로 그린 전국적인 최적 시스템 설치 경사각 분포도를 그림 6과 같이 작성하였다.

우리나라 전 지역에 대한 시뮬레이션 결과, 그림 4에서 나타난바와 같이 대부분 지역의 연평균 최적 시스템 설치경사각은 남향 31°~34° 부근에서 최대의 일사를 수월 받는 것으로 나타났다. 분포상 특징을 살펴보면, 그림에서 보는바와 같이 최적 경사각은 노령산맥을 경계로 하여 남해중서부지방 일원이 31°~32°, 제주도지방이 25°, 태백산맥 대관령 일대가 35°로 나타났으며, 그 외의 대부분 지역에서는 33°~34°인 것으로 나타났다.

표 4. 남향 경사면에서의 태양광에너지의 실측치와 예측치의 비교 (단위 : kWh/m<sup>2</sup>.day)

구분	월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균
15°	실측	2.78	3.65	4.37	4.72	4.84	4.70	4.22	4.06	4.05	3.73	2.91	2.76	3.90
	예측	2.58	3.36	4.00	4.45	4.62	4.53	4.07	3.88	3.81	3.46	2.68	2.53	3.66
30°	실측	3.32	4.08	4.70	4.79	4.71	4.49	4.07	4.04	4.25	4.19	3.44	3.38	4.12
	예측	3.02	3.72	4.17	4.38	4.39	4.24	3.84	3.75	3.86	3.74	3.08	3.02	3.77
45°	실측	3.58	4.32	4.60	4.41	4.16	3.88	3.56	3.65	4.06	4.27	3.68	3.72	3.99
	예측	3.30	3.90	4.13	4.11	3.99	3.81	3.48	3.47	3.73	3.84	3.32	3.34	3.70
60°	실측	3.52	4.10	4.14	3.70	3.31	3.02	2.80	3.00	3.55	3.99	3.59	3.68	3.53
	예측	3.39	3.86	3.89	3.67	3.44	3.26	3.00	3.06	3.43	3.74	3.37	3.48	3.47
75°	실측	3.34	3.70	3.53	2.94	2.45	2.17	2.06	2.31	2.94	3.52	3.33	3.51	2.98
	예측	3.29	3.62	3.46	3.08	2.80	2.62	2.45	2.55	2.99	3.45	3.25	3.42	3.08
90°	실측	3.15	3.36	2.99	2.25	1.72	1.49	1.44	1.71	2.37	3.08	3.05	3.30	2.49
	예측	3.02	3.20	2.88	2.39	2.09	1.95	1.88	1.97	2.42	3.00	2.95	3.17	2.58

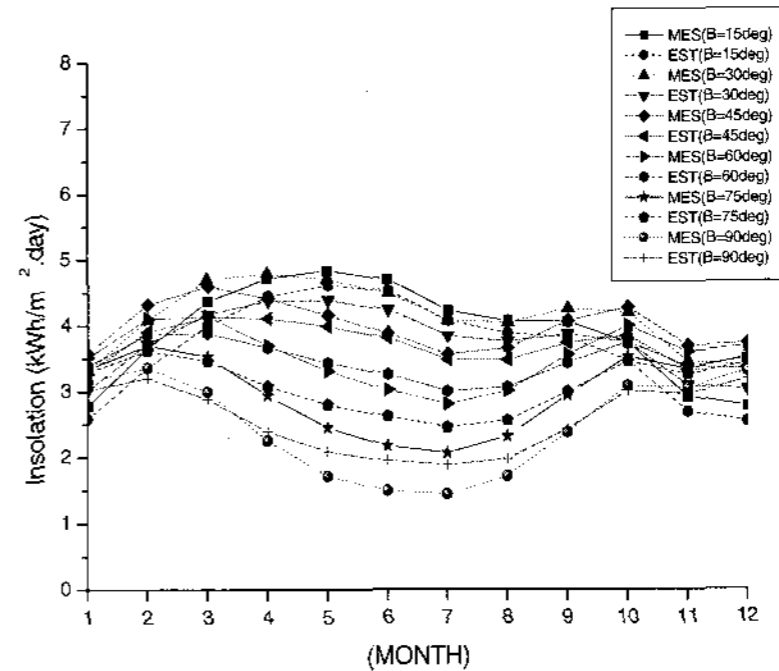


그림 5. 남향 경사면 태양광에너지의 실측치와 예측치의 비교

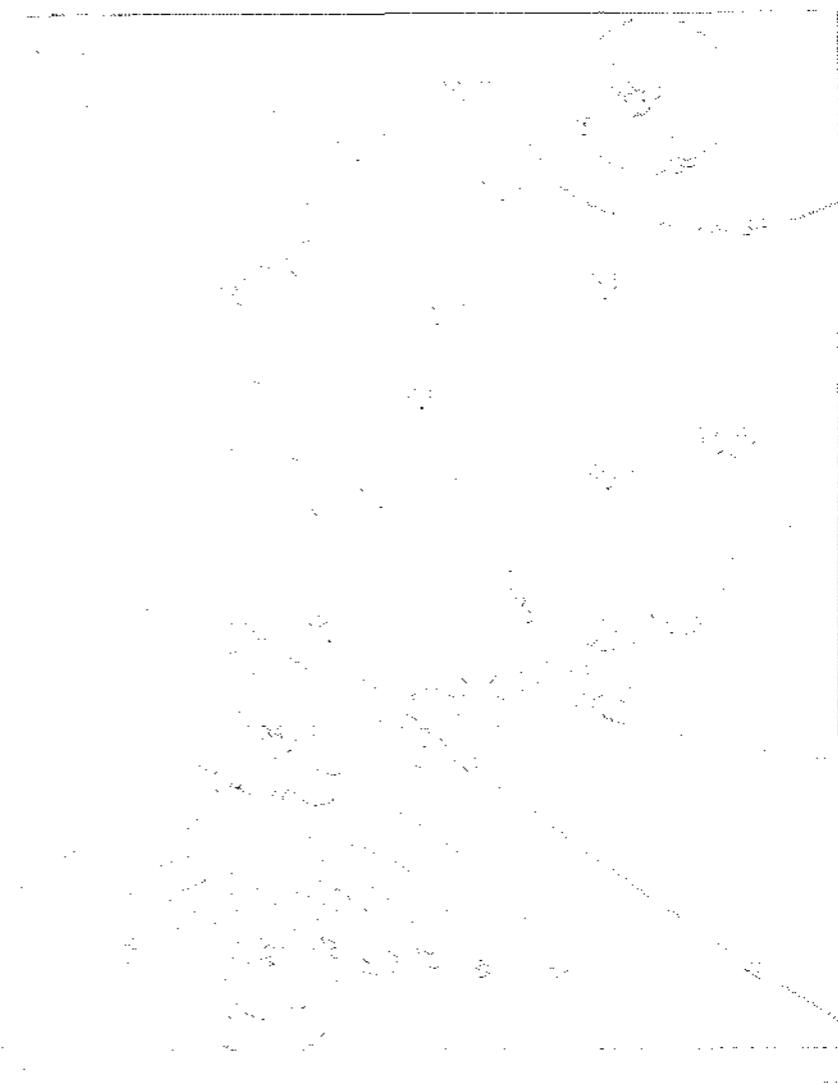


그림 6. 우리나라 전지역에 대한 정남기준 최적 시스템 설치 경사각 산출도 (Degree)

## 5. 결 론

한국에너지기술연구원이 위치한 대전지방에서 1996년 8월부터 2002년 2월까지 5년 6개월간 매 시간마다 측정된 방위별 경사면 태양광에너지 분석결과를 살펴보면,

- 1) 전 기간에 걸쳐 남향에서 지표면에 대한 경사각도가 0°~90° 사이의 집광면에서는 경사각도가 30° 부근에서 최대의 태양광에너지를 받는 것으로 나타났다.

- 2) 계절별로는 난방기간인 겨울철의 경우 정남향 수직면에서 받는 일사량은 동, 서향 수직면에 비해 약 2.6배정도 크고, 수평면에서 받는 전 태양광보다도 1.5배 많은 태양광을 받는 것으로 나타났으며, 북향 수직면에서 받는 태양광보다는 무려 9배나 큰 것으로 나타났다. 여름철의 경우는 북향을 제외한 동, 서향 수직면에서 받는 태양광에 비해 다소 적게 나타난 반면에, 봄과 가을철에 정남향 수직면에서 받는 일사량은 북향을 포함하여 동, 서향 수직면에 비해 높게 나타나는 경향을 보였다.
- 3) 남향면에서 경사각도별로 계절별 특성을 분석하여 보면, 봄철에는 지표면에 대한 경사각도가 30°인 집광면에서, 여름철은 경사각도가 15°에서, 가을철과 겨울철은 경사각도가 45°에서 최대의 태양광에너지를 받는 것으로 나타났다.
- 4) 태양행로에 대한 경험식을 토대로 하여 각 방위에 따라 서로 다른 경사면에 입사되는 일사량을 예측할 수 있는 시뮬레이션 프로그램을 개발하였다. 이 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 예측된 정남향에서의 월별 일평균 경사면 태양광에너지 값은 실측치와 거의 유사한 값을 나타내었다.
- 5) 시뮬레이션 기법에 의하여 산출된 주요 지역의 최적 경사각을 가지고, 다시 근접지역 간의 최적 경사각을 거리에 따라 균등하게 배분하여 임의의 지역의 최적 경사각을 산출하는 기법으로 그린 전국적인 최적 시스템 설치 경사각 분포도를 나타내어 최적 태양광발전시스템 설치기준을 제시하였다.

시뮬레이션 결과, 대부분 지역의 연평균 최적 시스템 설치경사각은 남향 31° ~ 34° 부근에서 최대의 태양광에너지를 받아들이는 것으로 나타났다. 분포상 특징을 살펴보면, 최적 경사각은 노령산맥을 경계로 하여 남해

중서부지방 일원이 31° ~ 32°, 제주도지방이 25°, 태백산맥 대관령 일대가 35°로 나타났으며, 그 외의 대부분 지역에서는 33° ~ 34°인 것으로 나타났다.

그러나 현재까지의 결과만을 가지고 전반적인 우리나라 전 지역에 대한 정확한 경사면별로 받아들이는 태양광에너지 산출은 아직 어려운 실정이다. 이에 따라 여러 지역에 대한 장기적인 방위별을 포함한 경사각도별 태양광에너지 강도 측정뿐만 아니라 운량이나 대기오염도에 따른 태양광에너지의 변동 형태 등 각종 기후조건과의 연관성을 규명하여 우리나라 전 지역에 적합한 방위별 경사면 태양광에너지 산출을 위한 모형을 유추해 나아갈 계획이다.

## 후 기

본 연구는 산업자원부의 연구비지원으로 수행되었음(과제번호 : 2004-N-PS04-P-03-0-000-2004).

## 참 고 문 헌

1. J.A. Duffie and W.A. Beckman, Solar Engineering of Thermal Process, Wiley New York, pp. 3-145, 1991.
2. D. Feuermann, and A. Zemel, Validation of Models For Global Irradiance, on Inclined Planes, Solar Energy, Vol. 48, No. 1, pp. 59-66, 1992.
3. T.M. Klucher, Evaluation of Models to Predict Insolation on Tilted Surface, Solar Energy, Vol. 23, pp. 111-114, 1992.
4. J.L. Wise, Analysis of Solar Radiation Measurements on An Inclined Surface in Anchorage Alaska, AEIDC Publication, 1980.
5. H. P Garg, Treatise on Solar Energy, John Wiley & Sons, Inc., 1982.