

## 최대 일사량 확보를 위한 기간별 집열 경사각 연구

조영욱, 김영일<sup>\*†</sup>, 정광섭<sup>\*</sup>

서울과학기술대학교 주택대학원, \*서울과학기술대학교 건축학부

### A Study of Collector Slope Angles for Acquiring Maximum Solar Radiation for Various Periods

Yeong Uk Cho, Young Il Kim<sup>\*†</sup>, Kwang-Seop Chung<sup>\*</sup>

Graduate School of Housing, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea

<sup>\*</sup>School of Architecture, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea

(Received May 6, 2011; revision received June 8, 2011)

**ABSTRACT:** The objective of this research is to study the variation of optimum slope angles of collectors for seven regions in Korea, which are Seoul, Gangneung, Daejeon, Daegu, Gwangju, Busan and Jeju. The results for 2000~2007 are analyzed to see if adjustment of slope angles is necessary each year to receive maximum solar radiation. For an azimuth fixed solar collector, solar radiation of yearly optimized slope angle during May~Sept.(summer), Nov.~Mar.(winter) and the whole year are greater than the fixed slope angle by 0.03%, 0.02%, and 0.04%, respectively. For an azimuth tracking solar collector, solar radiation of yearly optimized slope angle during May~Sept.(summer), Nov.~Mar.(winter) and the whole year are greater than the fixed slope angle by 0.03%, 0.07%, and 0.04% respectively. It is unnecessary to adjust slope angles each year for both azimuth fixed and tracking collectors, since the gains are insignificant. Solar radiation of the azimuth tracking solar collector during May~Sept., Nov.~Mar. and the whole year are greater by 14.7%, 16.0%, and 19.2% than the azimuth fixed solar collector.

**Key words:** Solar radiation(일사량), Optimum slope angle(최적 경사 각도), Azimuth fixed(방위 고정식), Azimuth tracking(방위추적식), Reindl model(Reindl 모델)

#### 기 호 설 명

$A_I$  : 정상 외기 복사 대비 직달 일사의 비율  
[-]  
 $C$  : 보정계수 [-]  
 $f$  : Reindl 경사면 모델의 변동계수 [-]  
 $I$  : 수평면에서의 면적당 전체 일사량 [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ ]  
 $I_b$  : 수평면에서의 면적당 직달 일사량 [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ ]

$I_{bn}$  : 정상 상태의 면적당 직달 일사량 [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ ]  
 $I_{bT}$  : 경사면에서의 면적당 직달 일사량 [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ ]  
 $I_d$  : 수평면에서의 면적당 산란 일사량 [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ ]  
 $I_{dT}$  : 경사면에서의 면적당 산란 일사량 [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ ]  
 $I_{gT}$  : 경사면에서의 면적당 지면 반사 일사량  
[ $\text{MJ}/\text{m}^2$ ]  
 $I_{on}$  : 정상 상태의 면적당 외기 복사량 [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ ]  
 $I_T$  : 경사면에서의 면적당 전체 일사량 [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ ]  
 $k_T$  : 전체 태양열 대비 수평면에 도착하는 전체  
일사량의 비율 [-]  
 $R_b$  : 수평면 대비 경사면의 직달 일사의 비율  
[-]

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +82-2-970-6557; fax: +82-2-974-1480

E-mail address: yikim@seoultech.ac.kr

$R_r$  : 수평면 대비 경사면의 반사 일사의 비율  
[-]

**그리스 문자**

$\alpha$  : 태양 고도각 [°]  
 $\beta$  : 경사각 [°]  
 $\gamma$  : 방위각 [°]  
 $\gamma_s$  : 태양 방위각 [°]  
 $\theta$  : 표면에서의 직달 입사각 [°]  
 $\theta_z$  : 태양 천장각 [°]  
 $\rho_g$  : 지면 반사율 [-]

**1. 연구 배경**

인류의 발전과 번영은 다양한 형태의 에너지 사용을 통해 이루어져왔다. 그동안 사용된 대부분의 에너지원은 석탄, 석유 등과 같은 화석에너지이다. 그러나 화석에너지는 매장량이 한정되어 향후 수십 년 내에 고갈될 수 있고, 최근에는 온실가스를 방출하여 지구의 기후 변화에 영향을 준다는 사실이 밝혀졌다.<sup>(1)</sup> 최근 해수면 상승 및 지표면 감소, 잦은 기상 이변 등 지구의 급격한 기후 변화로 각종 농작물과 식물의 피해와 자연 재해 등으로 인하여 인류의 생존이 위협받고 있다. 이에 따라 온실가스의 감축 이행을 위해 전 세계적으로 청정개발체제(CDM, Clean Development Mechanism)가 추진되고 있다.<sup>(2)</sup>

우리나라에서도 부문별 및 분야별 에너지 정책을 수립, 추진하여 국가 총 에너지소비의 최소화 및 효율향상에 노력을 기울이고 있다. 이러한 에너지전략의 핵심은 소비효율화와 청정에너지 확대에 있다.<sup>(1)</sup> 청정에너지 중 한가지인 태양열 시스템은 태양에서부터 방사되는 복사에너지가 대기층을 투과하여 지표면에 도달되는 열에너지를 집열판으로 수집하여 난방이나 급탕, 냉방 열원으로 사용하는 것으로, 수집하는 태양에너지가 많을수록 유리하다.

최적 집열 경사각과 최대 일사량은 기간 별로 변화하고,<sup>(3)</sup> 집열 방식에 따라 수집하는 일사량도 차이가 있다.<sup>(4)</sup>

본 연구에서는 사용 목적에 따라 수집하는 일사량이 기간 별로 달라질 수 있기 때문에 일사량 수집 기간을 5~9월(여름), 11~3월(겨울), 1~12월(1년)으로 나눠 최대한 많은 태양열을 수집하기 위해 집

열판의 경사각 변경이 매년 필요한지 살펴보고자 한다. 2000년~2007년 간 국내 7개 지역(서울, 강릉, 대전, 대구, 광주, 부산, 제주)을 대상으로 하여 집열 방식은 방위 고정식과 방위 추적식으로 나눠 분석하였다. 분석 도구는 수평 일사량 데이터로 경사 일사량을 계산할 수 있는 동특성 시스템 해석 프로그램인 TRNSYS 16(transient system simulation program)<sup>(5)</sup>을 사용하였다.

**2. 계산 조건**

**2.1 일사량 데이터**

기상청에서 제공받은 국내 7개 지역(서울, 강릉, 대전, 대구, 광주, 부산, 제주)의 2000년~2007년의 수평 일사량 데이터를 5~9월(여름), 11~3월(겨울), 1년 별로 나눠 최적 집열 경사각을 도출한다. 단, 기상청에서 제공받은 2007년 제주 12월 자료가 관측 장치 정비로 인해 누락되어 이 부분을 포함하여 2007년 데이터는 분석 대상에서 제외하였다.

**2.2 계산식**

Liu and Jordan<sup>(6)</sup>에 의해 최초로 산란 복사와 전체 복사와의 상관관계가 정립된 후, 산란 복사는  $k_T$ 와  $\alpha$ 만으로 식(1)~식(3)과 같이 정리된다.<sup>(6)</sup>

$$\begin{aligned} \text{Interval} &: 0 \leq k_T \leq 0.3 \\ \text{Constraint} &: I_d/I \leq 1.0 \\ I_d/I &= 1.020 - 0.254k_T + 0.0123\sin(\alpha) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Interval} &: 0.3 < k_T < 0.78 \\ \text{Constraint} &: 0.1 \leq I_d/I \leq 0.97 \\ I_d/I &= 1.400 - 1.749k_T + 0.177\sin(\alpha) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Interval} &: 0.78 < k_T; \text{Constraint} : 0.1 \leq I_d/I \\ I_d/I &= 0.486k_T - 0.182\sin(\alpha) \end{aligned} \quad (3)$$

경사 표면에서의 전체 복사는 직달, 산란, 대지 반사의 3가지 요소로 구성되지만 일반적으로 대지 반사 복사를 산란 복사로 간주하여 계산한다.

본 연구에서는 Hay and Davies<sup>(6)</sup>모델에 보정계수 식(4)와 식(5)를 결합시켜 식(6)과 같이 오차를 줄인 Reindl<sup>(6,7)</sup> 모델이 사용되었다.

$$C = 1 + f \sin^3(\beta/2) \tag{4}$$

$$f = \sqrt{I_b/I} \tag{5}$$

$$I_{dT} = I_d[0.5(1 - A_I)(1 + \cos \beta)C + A_I R_b] \tag{6}$$

식(7)~식(14)는 각 요소의 상관관계를 설명한다.

$$R_b = I_{bT}/I_b = \cos \theta / \cos \theta_z \tag{7}$$

$$\cos \theta = \cos \theta_z \cos \beta + \sin \theta_z \cos(\gamma_s - \gamma) \sin \beta \tag{8}$$

$$A_I = I_{bn}/I_{on} \tag{9}$$

$$I_{bn} = I_b / \cos \theta_z \tag{10}$$

$$\alpha = 90 - \theta_z \tag{11}$$

$$R_r = I_{gT}/I \tag{12}$$

$$R_r = 0.5(1 - \cos \beta) \rho_g \tag{13}$$

$$I_T = I_{bT} + I_{dT} + I_{gT} \tag{14}$$

지구의 공전과 자전에 따른 태양 고도각  $\alpha$ 와 태양 방위각  $\gamma_s$ 의 변화와 기후 요인에 따른 직달과 산란 일사량의 변화로 집열판에 수집되는 일사량과 최적 집열 경사각  $\beta$ 는 계속 변한다.

위 식(1)~식(14)를 이용하여 경사면에서의 전체 일사량  $I_T$ 가 최대일 때의 경사각  $\beta$ 를 도출한다.

공학용 계산 도구인 EES(Engineering Equation Solver)로 계산한 값(①)과 TRNSYS 16의 시뮬레이션 결과 값(②)을 Table 1에서 비교하였다.

### 2.3 집열 방식

TRNSYS 16<sup>(5)</sup>은 Table 2와 같이 방위/경사각 고정식(①), 방위 추적식(②), 경사각 추적식(③), 방위/경사각 추적식(④)의 4가지 집열 방식으로 일사량

Table 1 Solar radiation comparison (Daejeon, 12 : 00 noon, June 21, 1997)(kJ/h/m<sup>2</sup>)

Program	$I$	$I_b$	$I_d$	$I_T$	$I_{bT}$	$I_{dT}$	$I_{gT}$
EES	2690	1213	1477	2432	1052	1301	79
TRNSYS	2690	1242	1448	2427	1074	1274	79

Table 2 Tracking mode of solar collector

Tracking mode	①	②	③	④
Slope	fixed	fixed	variable	variable
Azimuth	fixed	variable	fixed	variable

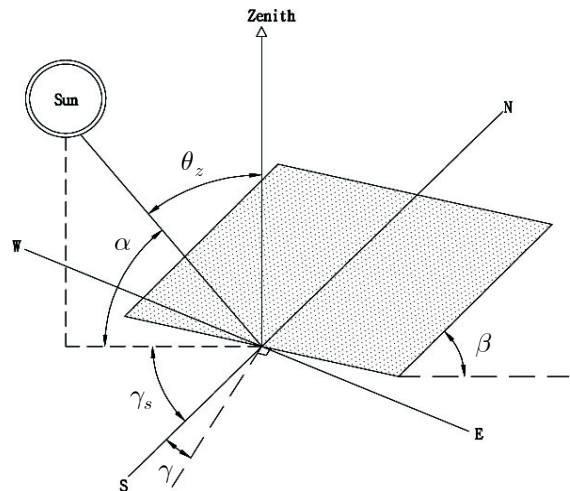


Fig. 1 Azimuth tracking mode surface.

을 추정할 수 있다. 본 연구에서는 Fig. 1의 경사각  $\beta$ 가 고정된 방위/경사각 고정식(이하 방위 고정식)과 방위 추적식을 비교한다. 방위 고정식은 남향으로 방위를 고정하고, 경사각을 0.5°씩 변경하여 일사량을 계산한다.

### 2.4 위치 설정

각 지역의 위도와 경도는 기상대 위치를 기준으로 하여 Table 3에 제시한다.

### 3. 시뮬레이션과 일사계 결과의 비교

대전의 1996년 8월~1997년 7월의 1년간 기상청 수평 일사량 데이터를 TRNSYS 16으로 계산한 결과 값(①)과 일사계 설치를 통해 실측한 값(②)을 비교하여 Table 4에 정리하였다. 오차 범위는 0.1~34.6%이며, 수평에 가까울수록 오차가 적고, 장마 등 기상 변수가 많은 여름은 집열 경사각이 수직에 가까울수록 오차가 크게 나타났다.

Table 3 Latitude and longitude

Region	Latitude(°)	Longitude(°)
Seoul	37.34	126.57
Gangneung	37.45	128.53
Daejeon	36.22	127.22
Daegu	35.53	128.37
Gwangju	35.10	126.53
Busan	35.06	129.02
Jeju	33.30	126.31

Table 4 Experimental and estimated solar radiations for various slope angles

① : Simulation value(MJ/d/m<sup>2</sup>) ② : Experimental value(MJ/d/m<sup>2</sup>) ③ : Error(%)

Year/ Month	Slope angle(°)																	
	15			30			45			60			75			90		
	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③
96.08	15.381	16.387	-6.1	14.716	16.286	-9.6	13.625	14.846	-8.2	12.004	12.337	-2.7	9.930	9.547	4.0	7.642	7.067	8.1
96.09	17.281	16.808	2.8	17.778	17.741	0.2	17.418	17.230	1.1	16.239	15.224	6.7	14.287	12.683	12.7	11.660	10.354	12.6
96.10	13.533	12.967	4.4	14.919	14.663	1.8	15.551	15.188	2.4	15.382	14.184	8.4	14.407	12.582	14.5	12.665	10.984	15.3
96.11	9.842	9.382	4.9	11.386	10.987	3.6	12.345	11.873	4.0	12.652	11.538	9.7	12.274	10.706	14.6	11.218	9.868	13.7
96.12	10.683	10.364	3.1	12.870	12.622	2.0	14.328	13.968	2.6	15.002	14.040	6.8	14.833	13.536	9.6	13.817	13.003	6.3
97.01	10.864	10.850	0.1	12.823	12.938	-0.9	14.106	14.026	0.6	14.624	13.896	5.2	14.329	13.187	8.7	13.222	12.568	5.2
97.02	15.125	14.278	5.9	17.108	16.416	4.2	18.190	17.201	5.8	18.293	16.380	11.7	17.392	14.886	16.8	15.520	13.597	14.1
97.03	16.529	17.305	-4.5	17.486	18.731	-6.6	17.560	18.572	-5.4	16.743	16.722	0.1	15.073	14.263	5.7	12.639	12.085	4.6
97.04	18.302	17.842	2.6	18.035	18.122	-0.5	17.012	16.801	1.3	15.297	14.123	8.3	12.914	11.167	15.6	10.019	8.608	16.4
97.05	16.108	16.434	-2.0	15.298	16.009	-4.4	13.953	14.177	-1.6	12.162	11.351	7.1	9.955	8.438	18.0	7.578	5.998	26.3
97.06	18.658	18.749	-0.5	17.415	17.946	-3.0	15.618	15.628	-0.1	13.324	12.236	8.9	10.707	8.845	21.0	7.982	6.044	32.1
97.07	14.854	14.659	1.3	14.043	14.170	-0.9	12.816	12.463	2.8	11.141	9.911	12.4	9.161	7.351	24.6	7.028	5.220	34.6

#### 4. 계산 결과

2000년~2007년 간 국내 7개 지역(서울, 강릉, 대전, 대구, 광주, 부산, 제주)의 지역별 평균 수평 일사량은 Table 5의 ①과 같다. 수평 일사량은 부산이 13.815 MJ/d/m<sup>2</sup>로 제일 많고, 서울이 11.825 MJ/d/m<sup>2</sup>로 제일 적다. 일조량, 운량 등 기후 요인에 따라 직달과 산란 일사량이 변하기 때문에 최적 집열 경사각과 평균 일사량은 매년 변한다.

##### 4.1 방위 고정식

2000년~2007년 간 국내 7개 지역(서울, 강릉, 대전, 대구, 광주, 부산, 제주)의 집열 경사각을 각 기간별로

해마다 1번 변경할 때의 최적 집열 경사각(이하 매년 최적 경사각, Table 5의 ⑤)으로 매년 변경한 경우(Table 5의 ②)와 8년 동안 변경하지 않을 때의 최적 집열 경사각(이하 8년 간 최적 경사각)(Table 5의 ③)으로 고정한 경우(Table 5의 ④)를 비교하면 Table 5와 같다.

매년 최적 경사각으로 변경한 경우의 일사량은 8년간 최적 경사각 하나로 고정한 경우의 일사량보다 5~9월은 0.02%, 11~3월은 0.04%, 1년 간은 0.03% 유리하다(7개 지역 평균).

서울은 매년 최적 경사각으로 집열한 5~9월의 일사량 14.120 MJ/d/m<sup>2</sup>이 8년 간 최적 경사각으로 집열한 일사량 14.116 MJ/d/m<sup>2</sup> 보다 0.026% 유리하고, 매년 최적 경사각으로 변경하여 집열할 때의 11~3월

Table 5 Solar radiation and slope angle for azimuth fixed collector

① : Total horizontal solar radiation(MJ/d/m<sup>2</sup>), ② : Solar radiation of yearly optimized slope(MJ/d/m<sup>2</sup>), ③ : Solar radiation of fixed slope(MJ/d/m<sup>2</sup>), ④ : Difference percentage between ② and ③(%), ⑤ : Slope angle range of ②(°), ⑥ : Averaged optimum slope angle for 8 years(°)

	①	Summer(May~Sept.)					Winter(Nov.~Mar.)					Year(Jan.~Dec.)				
		②	③	④	⑤	⑥	②	③	④	⑤	⑥	②	③	④	⑤	⑥
Seoul	11.825	14.120	14.116	0.026	10~16	13.50	13.141	13.139	0.013	50~54	52.71	13.433	13.428	0.036	30~37	34.31
Gangneung	12.750	15.016	15.015	0.008	11~15	13.38	16.778	16.778	0.004	55~57	56.21	15.020	15.010	0.067	30~40	37.63
Daejeon	13.620	16.350	16.348	0.013	12~15	12.88	15.422	15.414	0.052	51~53	51.71	15.588	15.587	0.005	34~36	34.81
Daegu	13.344	15.648	15.647	0.008	9~13	11.25	15.695	15.683	0.082	48~54	51.50	15.201	15.196	0.032	32~38	34.50
Gwangju	13.794	15.921	15.915	0.037	5~14	11.00	16.615	16.601	0.087	49~54	51.57	15.847	15.846	0.006	34~37	35.38
Busan	13.815	16.193	16.191	0.009	10~14	12.44	16.871	16.866	0.029	52~57	54.07	15.979	15.976	0.021	32~38	35.63
Jeju	13.109	16.960	16.958	0.010	8~12	10.06	11.181	11.179	0.011	44~48	45.71	14.112	14.107	0.033	22~28	26.00

일사량 13.141 MJ/d/m<sup>2</sup>은 8년 간 최적 경사각으로 집열할 때의 일사량 13.139 MJ/d/m<sup>2</sup>보다 0.013% 유리하다. 매년 최적 경사각으로 변경하여 집열할 때의 1년 간 일사량 13.433 MJ/d/m<sup>2</sup>은 8년간 최적 경사각으로 집열할 때의 일사량 13.428 MJ/d/m<sup>2</sup>보다 0.036% 유리하다.

Fig. 2에서 서울의 최소 일사량은 2000년 11~3월로 최적 경사각으로 집열할 때의 일사량 11.235 MJ/d/m<sup>2</sup>이 8년 간 최적 경사각으로 집열할 때의 일사량 11.228 MJ/d/m<sup>2</sup>보다 0.062% 유리하고, 최대 일사량은 2002년 5~9월로 최적 경사각으로 집열할 때의 일사량 14.889 MJ/d/m<sup>2</sup>이 8년 간 최적 경사각으로 집열할 때의 일사량 14.888 MJ/d/m<sup>2</sup>보다 0.007% 유리하다. 최적 경사각은 2000년 5~9월이 10.5°로 가장 작고, 2002년 11~3월이 54.0°로 가장 크다.

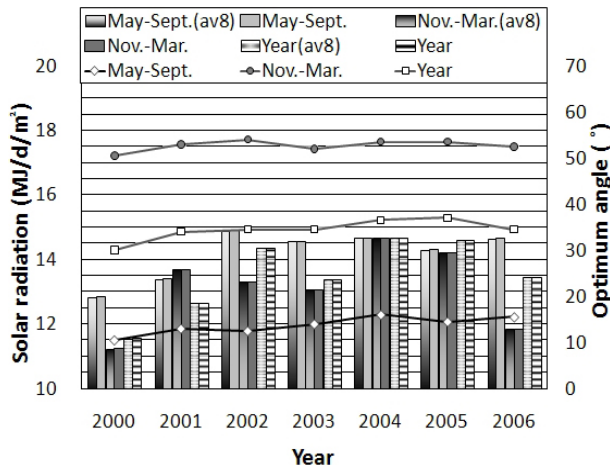


Fig. 2 Solar radiations for various periods and optimum slope angles(Seoul)(Azimuth fixed solar collector).

4.2 방위 추적식

2000년~2007년 간 국내 7개 지역(서울, 강릉, 대전, 대구, 광주, 부산, 제주)의 매년 최적 경사각(Table 6의 ⑤)으로 매년 변경한 경우(Table 6의 ②)와 8년 간 최적 경사각(Table 6의 ⑥)으로 고정한 경우(Table 6의 ③)를 비교하면 Table 6과 같다.

매년 최적 경사각으로 변경한 경우의 일사량은 8년간 최적 경사각 하나로 고정한 경우의 일사량보다 5~9월은 0.07%, 11~3월은 0.04%, 1년 간은 0.03% 유리하다(7개 지역 평균).

서울은 매년 최적 경사각으로 집열한 5~9월 일사량 15.823 MJ/d/m<sup>2</sup>은 8년 간 최적 경사각으로 집열할 때의 일사량 15.819 MJ/d/m<sup>2</sup>보다 0.029% 유리하고, 최적 경사각으로 집열할 때의 11~3월 일사량 14.672

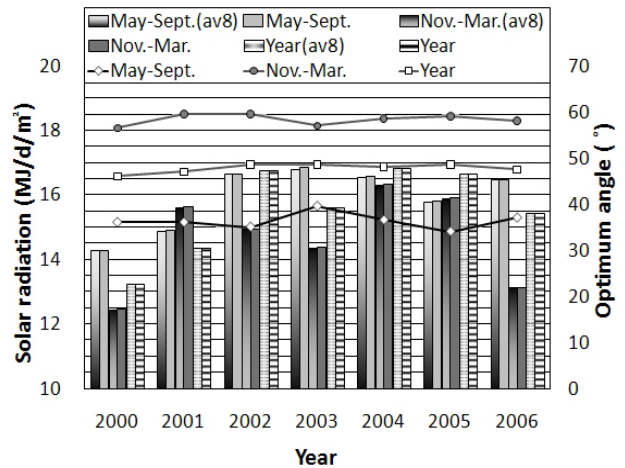


Fig. 3 Solar radiations for various periods and optimum slope angles(Seoul)(Azimuth tracking solar collector).

Table 6 Solar radiation and slope angle for azimuth tracking collector

- ① : Total horizontal solar radiation(MJ/d/m<sup>2</sup>), ② : Solar radiation of yearly optimized slope(MJ/d/m<sup>2</sup>),
- ③ : Solar radiation of fixed slope(MJ/d/m<sup>2</sup>), ④ : Difference percentage between ② and ③(%),
- ⑤ : Slope angle range of ②(°), ⑥ : Averaged optimum slope angle for 8 years(°)

	①	Summer(May ~ Sept.)					Winter(Nov. ~ Mar.)					Year(Jan. ~ Dec.)				
		②	③	④	⑤	⑥	②	③	④	⑤	⑥	②	③	④	⑤	⑥
Seoul	11.825	15.823	15.819	0.029	33~40	35.94	14.672	14.670	0.013	56~60	58.29	15.440	15.439	0.008	46~49	47.56
Gangneung	12.750	17.081	17.077	0.021	34~39	37.00	19.588	19.587	0.005	61~63	62.43	17.895	17.891	0.021	50~53	51.75
Daejeon	13.620	18.657	18.654	0.016	35~39	37.06	17.741	17.741	0.001	59~61	60.07	18.473	18.473	0.001	49~50	49.38
Daegu	13.344	17.973	17.959	0.081	33~42	37.56	18.368	18.357	0.061	56~64	60.43	18.252	18.237	0.084	46~55	50.13
Gwangju	13.794	18.875	18.827	0.257	26~46	39.19	20.022	20.005	0.085	58~64	60.71	19.701	19.693	0.039	49~56	52.38
Busan	13.815	18.398	18.388	0.055	32~39	35.88	19.839	19.820	0.095	58~67	60.71	19.040	19.033	0.040	48~50	49.88
Jeju	13.109	19.642	19.641	0.006	36~39	37.63	12.719	12.718	0.008	53~56	54.14	16.682	16.680	0.015	43~48	45.07

MJ/d/m<sup>2</sup>은 8년 간 최적 경사각으로 집열할 때의 일사량 14.670 MJ/d/m<sup>2</sup>보다 0.013% 유리하다. 매년 최적 경사각으로 변경하여 집열할 때의 1년 간 일사량 15.440 MJ/d/m<sup>2</sup>은 8년간 최적 경사각으로 집열할 때의 일사량 15.439 MJ/d/m<sup>2</sup>보다 0.008% 유리하다.

Fig. 3에서 서울의 최소 일사량은 2000년 11~3월로 최적 경사각으로 집열할 때의 일사량 14.285 MJ/d/m<sup>2</sup>는 8년 간 최적 경사각으로 집열할 때의 일사량 14.285 MJ/d/m<sup>2</sup>와 경사각의 차이가 0.06°로 일사량 차이가 거의 나지 않았고, 최대 일사량은 2003년 5~9월로 최적 경사각으로 집열할 때의 일사량 16.832 MJ/d/m<sup>2</sup>은 8년간 최적 경사각으로 집열할 때의 일사량 16.813 MJ/d/m<sup>2</sup>보다 0.113% 유리하다. 최적 경사각은 2000년 5~9월이 33.5°로 가장 작고, 2001년과 2002년 11~3월이 59.5°로 가장 크다.

### 4.3 방위 고정식과 추적식의 비교

매년 최적 경사각으로 변경한 경우, 방위 추적식(Table 6의 ②)의 일사량은 방위 고정식(Table 5의 ②)의 일사량보다 5~9월은 14.68%, 11~3월은 16.05%, 1년 간은 19.20% 높다(7개 지역 평균).

8년 간 최적 경사각으로 고정한 경우, 방위 추적식(Table 6의 ③)의 일사량은 방위 고정식(Table 5의 ③)의 일사량보다 5~9월은 14.62%, 11~3월은 16.05%, 1년 간은 19.19% 유리하다(7개 지역 평균).

## 5. 결 론

본 연구에서는 2000년~2007년 간 국내 7개 지역(서울, 강릉, 대전, 대구, 광주, 부산, 제주)에서 기간별(여름, 겨울, 1년)로 최대 일사량 취득을 위하여 방위 고정식과 방위 추적식에 대해 경사각 변경이 매년 필요한지를 살펴보고자 하였다.

(1) 방위 고정식에서 매년 최적 경사각으로 변경한 경우의 일사량은 8년간 최적 경사각 하나로 고정한 경우의 일사량보다 5~9월 0.02%, 11~3월 0.04%, 1년 간 0.03% 유리하다.

(2) 방위 추적식에서 매년 최적 경사각으로 변경한 경우의 일사량은 8년간 최적 경사각 하나로 고정한 경우의 일사량보다 5~9월 0.07%, 11~3월 0.04%, 1년 간 0.03% 유리하다.

(3) 매년 최적 경사각으로 변경한 경우, 방위 추적식의 일사량은 방위 고정식의 일사량보다 5~9월

14.68%, 11~3월 16.05%, 1년 간 19.20% 유리하다.

(4) 8년 간 최적 경사각으로 고정한 경우, 방위 추적식의 일사량은 방위 고정식의 일사량보다 5~9월 14.62%, 11~3월 16.05%, 1년 간 19.19% 유리하다.

기간에 관계없이 매년 최적 경사각으로 변경한 경우의 일사량은 8년 간 최적 경사각 하나로 고정한 경우의 일사량 대비 증가량이 거의 없기 때문에 매년 집열 경사각을 변경하는 것은 무의미하다.

본 연구는 집열기의 사양에 관계없이 경사각에 대한 단위 면적당 일사량에 대한 연구로, 추후 집열기 사양을 고려하여 그에 따른 일사량 연구가 필요하다.

## 참고문헌

1. Bu, K. J. et al., 2010, New and Renewable Energy, Korea Energy 2010 Management Corporation, Yong-in, Korea.
2. Park, H. S. et al., 2009, Creator of Green Space, Korea Land and Housing Corporation, Seoul, Korea.
3. Kim, J. M., Kim, Y. I. and Chung, K. S., 2006, Study of the effect vertical and azimuth angles of solar collector on the solar radiation for various locations in Korea, Proceeding of SAREK 2006 Winter Annual Conference, pp. 307-312.
4. Kim, J. M., Kim, Y. I. and Chung, K. S., 2007, Study of solar radiation of fixed and tracking solar collectors for various locations in Korea, Proceeding of SAREK 2007 Summer Annual Conference, pp. 949-954.
5. TRNSYS 16, A Transient System Simulation Program, 2006, Solar Energy Lab., University of Wisconsin-Madison.
6. Reindl, D. T., et al., 1990, Evaluation of hourly tilted surface radiation models, Solar Energy, Vol. 45, No. 1, pp. 9-17.
7. Reindl, D. T., et al., 1990, Diffuse Fraction Correlations, Solar Energy, Vol. 45, No. 1, pp. 1-7.
8. Jo, D. K., et al., 1998, A study on the optimal installation angle of solar absorber plates in Korea, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 18, No. 2, pp. 69-89.