

태양열 온실 난방에 대한 최적  
집열 면적과 경제성 평가

Optimum Collector Area and Economic Evaluation  
for the Greenhouse Heating

朴伊東\* · 金奎仁\*\*  
Ee-Tong Pak Kyu-In Kim

ABSTRACT

Aim of this study was to obtain the heating performance and the economic evaluation on solar heating system for greenhouse which area of floor was  $90 m^2$ .

For heating performance effective solar energy for the greenhouse was compared with overall heating loads including coefficient of heat transfer and conduction. And the economic evaluation solar heating system was evaluated by comparison its initial investment costing with oil saving cost. Initial investment costing included collector cost, storage cost, piping cost, control system cost and miscellaneous costs which included pumps, motors etc.

The contents of this study included the survey of climate conditions for solar heating, long-term collector performance and optimum collector area of solar heating system in existing greenhouse.

The results are follows :

1. Average horizontal radiation during winter was  $2,434 Kcal/m^2$  day which was the highest value in this country, so the climate conditions of Suwon was suitable for solar heating.
2. Resulting calculation of the optimum collector area was  $30 m^2$  and the solar energy accounted for 30% of the overall heating load.
3. The capacity of storage tank required 60 liter per unit area ( $m^2$ ) of solar collector.

1. 서 언

본 조사 연구는 수원에 위치한 성균관대학교 자연과학 캠퍼스내의 온실에 설치된 수축열식

Solar Heating System을 대상으로 하여 초기 투자비용에 대한 집열 면적과 경제성을 검토하였다.

먼저 Greenhouse의 설계자료에서 건물의 열손실 계수<sup>(1)</sup>와 외기 온도로부터 난방 Degree-hour를 계산하고 이 두 값으로 건물의 난방부하를 구

\* 正會員 成均館大學校 工科大學

\*\* 正會員 成均館大學校 大學院

하였다. 그리고 이 난방부하값과 집열기면에 도달하는 일사량으로 부터 장기 집열 성능을 계산했다.(2)

다음에 태양열 난방 시스템의 경제성분석(3) (4)은 집열 면적의 변화에 따른 초기 투자비용, 장치의 수명, 대출 금리, 유류 상승율을 변화시켜 조사하였다.

## 2. 집열 면적과 축열조의 용량

### 2.1 수원 지방의 기상 조건과 시험 건물의 난방부하

최근 10년간(1970~79)기상자료(5)에 의하여

난방이 시작되는 10월부터 다음해 4월까지 7개월간 월별 평균값을 구하였다. 수원 지방의 난방 기간 평균 수평면 일사량은  $2,434 \text{Kcal} / \text{m}^2 \cdot \text{day}$ 로서 전국에서 가장 높은 값을 나타내며, 6시간/일의 일조시간과 적은 운량(4.8)은 태양열 이용에 매우 적합한 조건이었다.

장기간의 집열기 성능을 표시하는 방법으로 Hottel과 Willier에 의한 유용성(Utilizability)이라는 관계식으로 부터 평균유용 열량은 다음 식에 따른다.

$$q_u = F_R \cdot \bar{R} \cdot F_e \cdot \bar{H} \left( \frac{1}{n} \right) \sum \left( \frac{H_{tz}}{\bar{H}} - \frac{H_c}{\bar{H}} \right) \dots \dots (1)$$

이렇게 구한 장기 집열기 성능은 Table 1과 같다.

Table 1 Long-term collector performance

Month	$\bar{R}$	$\bar{H}$	$\bar{R} \bar{H}$	$H_c$	$\omega$	$\sum \frac{H_{tz}}{\omega}$	$\omega H_c$	$q_u$	$\eta_{\text{month}}$
10	1.314	2,548	3,348	109.6	9	2,459	986	1,306	0.390
11	1.579	1,925	3,040	100.3	7	1,753	702	1,120	0.368
12	1.746	1,652	2,884	81.1	7	1,541	568	1,147	0.398
1	1.690	1,919	3,243	106.8	7	1,768	748	1,164	0.359
2	1.407	2,440	3,433	125.5	8	2,304	1,768	1,235	0.360
3	1.160	3,080	3,573	150.0	9	2,902	2,304	1,215	0.340
4	0.960	3,471	3,332	150.0	9	3,166	2,902	1,177	0.353
Total			22,853				3,166	8,364	

※ Note;  $F_R = 0.90$

$F_e = 0.75$

$U_L = 3.6$

$$\eta_{\text{month}} = \frac{8,364}{22,853} = 0.366$$

Fig.1은 시험 건물로 채택한 태양열 온실의 단면도와 평면도이다. 시험 건물의 총 바닥면적은  $150 \text{m}^2$ 이고 단위면적, 단위온도, 단위시간당 난방지수(K)는  $5.716 \text{Kcal} / \text{m}^2 \cdot \text{C} \cdot \text{hour}$  이었다.

온실의 경우 밤 동안에 주로 난방을 필요로 하므로 매월의 난방부하는 그 달의 평균 외기온도와 실내 기준온도  $12 \text{C}$ 와의 차이에 난방 시간을 곱

한 Degree-hour ( $D_H$ )에 그 달의 날수, 열손실 계수를 곱한 것이 되겠다.

Table 2에 나타난 바와 같이 난방 기간의 년 난방부하는 약  $2.6 \times 10^7 \text{Kcal}$  정도였다.

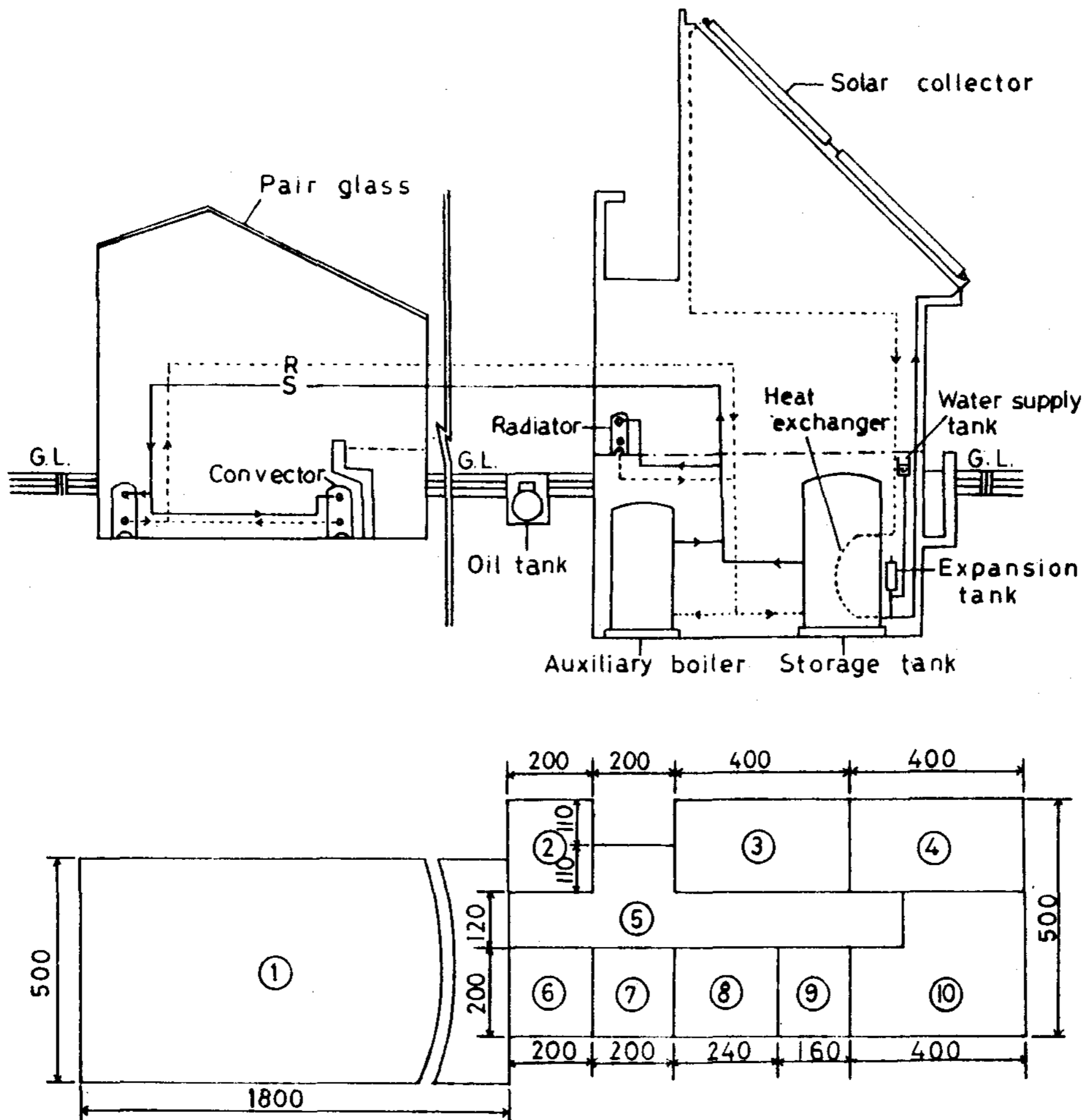


Fig. 1. Cross section and plane figure of solar greenhouse

Table 2. Calculated heating load

Month	To	Ti-To	Heating -hour	Heating-load (10 <sup>3</sup> Kcal)
10	9.3	2.7	11	1,150
11	2.6	9.4	12	2,975
12	-3.7	15.7	14	5,582
1	-5.8	17.8	15	6,694
2	-4.0	16.0	13	4,962
3	0.5	11.5	11	3,340
4	7.4	4.6	9	1,285
Total				25,788

Note ; T<sub>i</sub> = 12°C

T<sub>o</sub> : Outdoor heating design temperature.

## 2.2 집열 면적의 크기와 축열조의 용량

집열기의 필요면적은 집열기의 성능, 건물의 상태, 그 지방의 일사량 및 태양열 의존도에 따라 고려되어야 한다. 집열기를 난방 목적으로 설치하는 경우 난방 기간중의 필요한 열량과 집열 가능한 태양에너지의 공급량을 평형시킴으로서 필요한 집열 면적을 구할 수 있다.

Table 3은 시험 건물의 건물 면적에 대한 집열기 면적비 (Y<sub>c</sub>)를 나타낸다. 수원 지방에서 난방부하의 40%를 태양열에 의존하려면 건물 면적의 28%인 42 m<sup>2</sup>가 필요하며, 난방부하의 60%를 태양열에 의존할 경우 건물 면적의 42%인 63 m<sup>2</sup>가 필요하지만 가장 난방부하가 큰 1월에는

Table 3. Ratio of collector area to floor area, Yc

Month	D <sub>H</sub>	$\bar{H}_T$	Ratio of collector area, Yc					
			$\sigma=40$	$\sigma=50$	$\sigma=60$	$\sigma=70$	$\sigma=80$	$\sigma=90$
10	30	3,348	0.05	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12
11	113	3,040	0.23	0.29	0.35	0.40	0.46	0.52
12	220	2,884	0.44	0.55	0.66	0.77	0.88	0.99
1	267	3,243	0.52	0.66	0.79	1.92	0.05	1.18
2	208	3,443	0.38	0.48	0.58	0.67	0.77	0.86
3	127	3,573	0.24	0.30	0.36	0.42	0.48	0.54
4	41	3,332	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18
Total		22,853	0.28	0.35	0.42	0.49	0.56	0.63

난방부하의 약 30% 정도 충당할 수 있음을 알 수 있다.

축열 탱크의 용량을 결정하는 요인은 축열량, 축열온도, 난방부하 및 집열온도등의 상호 관계를 적절히 조합하여 정하게 된다. 또한 건물의 조건 일기 조건에 따라서 달라질 수 있다. 축열 탱크의 용량은 집열량과 축열량의 열평형으로 부터 다음의 식을 적용할 수 있다.

$$q_u \cdot A_c = \rho \cdot C_p \cdot V \cdot \Delta t_s \dots\dots\dots (2)$$

집열량  $q_u$  는 유효 경사면 일적산 일사량의 평균치  $3,266 \text{ Kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$  에 집열기 효율  $\eta = 37\%$  를 곱하면  $1,208 \text{ Kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$  가 된다. 축열재를 물로 하고, 온실의 경우 낮에는 난방을 필요로 하지 않으므로 축열재의 온도상승 ( $\Delta t_s$ ) 을  $20^\circ\text{C}$  로 할 경우  $b = V/A_c = 60 \ell/\text{m}^2$  가 적절했다. 즉 집열기 단위면적당  $60 \ell$  이었다.

### 3. 온실 난방을 위한 최적 집열 면적과 경제성 평가

#### 3.1 태양열 난방 시스템의 성능

태양열 난방 시스템에서 가장 중요한 설계 인자를 집열 면적으로 간주하고 집열 면적에 대한 난방부하의 태양열 공급량과 보조 열원의 필요량을 계산하였다.

Table 4 는 시험 건물의 난방부하에 대하여 집열 면적의 변화에 따른 매월의 태양열 공급량(Q)와

Table 4 Monthly performance of test house ( $F_R=0.90$   $F_e=0.75$   $U_L=3.6$ )

Month	H.L. $10^6$ Kcal	$\bar{H}_T$ $10^3$ Kcal	Solar Collector Area ( $\text{m}^2$ )																			
			10		20		30		40		50		60		70		80		90		100	
			Q	Q <sub>A</sub>	Q	Q <sub>A</sub>	Q	Q <sub>A</sub>	Q	Q <sub>A</sub>	Q	Q <sub>A</sub>	Q	Q <sub>A</sub>	Q	Q <sub>A</sub>	Q	Q <sub>A</sub>	Q	Q <sub>A</sub>	Q	Q <sub>A</sub>
10	1.15	41	0.41	0.74	0.82	0.33	1.15	0	1.15	0	1.15	0	1.15	0	1.15	0	1.15	0	1.15	0	1.15	0
11	2.98	34	0.34	2.64	0.68	2.30	1.02	1.96	1.36	1.62	1.70	1.28	2.04	0.94	2.38	0.60	2.72	0.26	2.98	0	2.98	0
12	5.58	36	0.36	5.22	0.72	4.86	1.08	4.50	1.44	4.14	1.80	3.78	2.16	3.42	2.52	3.06	2.88	2.70	3.24	2.34	3.60	1.98
1	6.69	36	0.36	6.33	0.72	5.97	1.08	5.61	1.44	5.25	1.80	4.89	2.16	4.53	2.52	4.17	2.88	3.81	3.24	3.45	3.60	3.09
2	4.76	35	0.35	4.41	0.70	4.06	1.05	3.71	1.40	3.36	1.72	3.01	2.10	2.66	2.45	2.31	2.80	1.96	3.15	1.61	3.50	1.26
3	3.34	38	0.38	2.96	0.76	2.58	1.14	2.20	1.52	1.82	1.90	1.44	2.28	1.06	2.66	0.68	3.04	0.30	3.34	0	3.34	0
4	1.29	35	0.35	0.94	0.70	0.59	1.05	0.24	1.29	0	1.29	0	1.29	0	1.29	0	1.29	0	1.29	0	1.29	0
Total	25.79	255	2.55	23.24	5.10	20.19	7.57	17.72	9.60	15.69	11.36	13.93	13.18	12.11	14.97	10.32	16.76	8.53	18.39	6.90	19.46	5.83
Solar Energy / Heating Load, %			10	20	30	38	45	52	59	66	73	77										

보조 열원의 필요량(Q<sub>A</sub>)를 나타내며, 난방 기간 집열면적의 변화에 따른 전 난방부하에 대한 태

양열 공급량의 비를 나타낸다. Fig. 2 는 Table.4 를 난방이 시작되는 10월

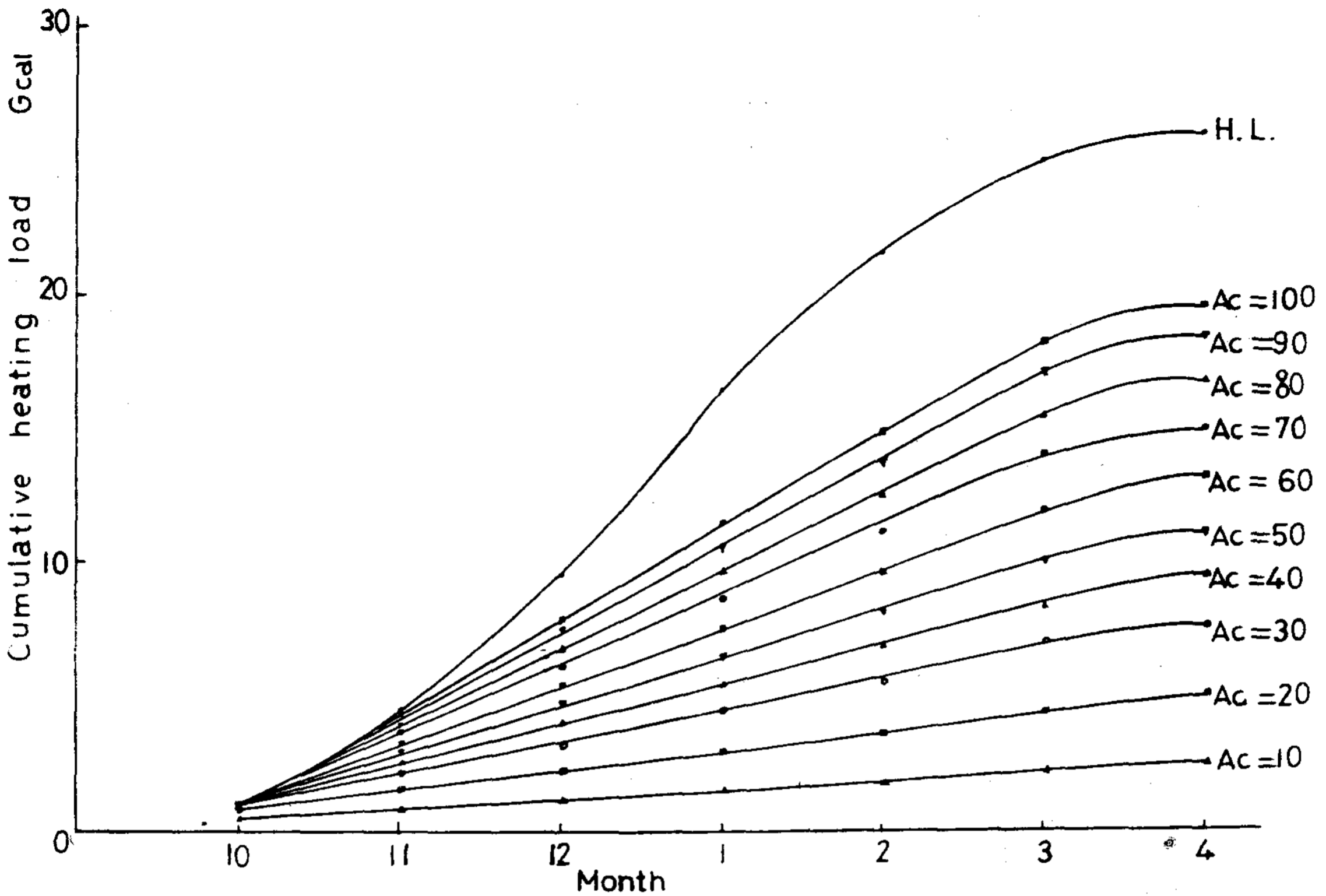


Fig. 2. Cumulative heating load and collected solar energy

부터 다음해 4월까지 누적한 것으로 집열 면적의 변화에 대하여 난방부하와 태양열 공급량과의 차를 알 수 있다.

$$I = \frac{iann(1+iann)^n - 1}{(1+iann)^n - 1} \dots\dots\dots (4)$$

3.2 비용 분석에 의한 최적 집열면적

전체 시스템의 최적 설계를 위해서는 경제적 분석이 필요하다. 경제적 분석으로서 투자비용과 연료비용의 연간 비용비교를 하였다. 태양열 시스템에서 초기 투자비용을 예상 수명기간 매년 적립상환 한다고 할 경우에 매년 지불해야 할 금액과 연료 절약에 의해 매년 절약되는 연료비와 비교하여 시스템의 경제성을 평가하게 된다. 초기 투자비용은 집열기, 축열조, 제어계통 및 배관계통을 고려한 현재의 가격이 되겠다.<sup>(6)</sup>

태양열 난방의 전체 연간 비용은

$$C_{tot} = (C_c \cdot A_c + C_t \cdot b \cdot A_c + C_r) I + Q_A \cdot C_f \dots\dots\dots (3)$$

태양열 시스템의 자본비와 보조 열원의 연료비에 의해 좌우된다. 그 외의 시스템의 동력비, 수리 유지비는 대단히 작으므로 최적 설계에 별로 영향을 미치지 않기 때문에 무시했다.

집열기 면적이 증가되면 태양열 시스템의 비용은 증가하게 되고 반면에 보조 열원의 비용은 감소되므로 최적 조건 즉 단위 에너지 공급량에 대한 연간 비용이 최소가 되는 집열 면적이 존재하게 된다. 초기 투자비는 현재 국내 시판가격으로 집열기 가격  $C_c = 87$  (천원/㎡), 축열탱크 가격  $C_t \cdot b = 26$  (천원/㎡)을 적용하고, 그 외의 부품으로 제어계통, 집열펌프 및 배관의 가격은 성균관 대학교에서 시공된 값  $C_r = 420$  (천원)으로 하였다. 이들 값을 식(3)에 대입하면

$$C_{tot} = (113A_c + 420) I + Q_A \cdot C_f \dots\dots (5)$$

그런데 경제성에 영향을 미치는 인자를 가능한 넓은 값을 고려하기 위하여 대출 연이율을 12%, 15%, 20%로 하고, 시스템의 수명을 10년, 15년, 20년으로 하였다. 보조 열원으로는 등유를 쓰는 것으로 하였으며 1981년 하반기 시장가격인 270 / ℓ 로 그 발열량을 9,000Kcal, 연소 효율을 80%로 하면 1G cal 당  $C_f = 37.5$  (천원) 가 된다. 또한 연료 가격 상승율은 10%, 15%, 20%로 변화시켰다.

태양열 1G cal 당 열가격 (Heat cost)  $C_{se}$ 는

$$C_{se} = \frac{(113A_c + 420)I}{Q_A} \dots\dots\dots (6)$$

Table 5는 집열 면적과 수명 기간 및 대출 연이율이 변할때 태양열량 1G cal 당 연간 비용을 계산한 값이다.

Table 6은 연료 가격 인상율에 따른 기간의 추정 연료 가격이다.

Table 5. Annual cost per G cal of solar heating.  $C_{se}$

n	i ann	Ac QAc	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
			2.55	5.10	7.57	9.60	11.36	13.18	14.97	16.76	18.39	19.46
10	12	0.177	107.6	93.0	89.1	91.0	94.6	96.7	98.5	99.9	101.9	106.6
	15	0.199	121.0	104.6	100.2	102.4	106.3	108.7	110.7	112.3	114.6	119.9
	20	0.239	145.3	125.6	120.3	123.0	127.7	130.6	133.0	134.9	137.6	143.9
15	12	0.147	89.4	77.3	74.0	75.6	78.6	80.3	81.8	83.0	84.7	88.5
	15	0.171	103.9	89.9	86.1	88.0	91.4	93.4	95.2	96.5	98.5	103.0
	20	0.214	130.1	112.5	107.7	110.1	114.4	116.9	119.1	120.8	123.2	128.9
20	12	0.134	81.5	70.4	67.4	69.0	71.6	73.2	74.6	75.6	77.2	80.7
	15	0.160	97.3	84.1	80.5	82.3	85.5	87.4	89.0	90.3	92.1	96.4
	20	0.205	124.6	107.7	103.2	105.5	109.5	112.0	114.1	115.7	118.1	123.5

Table 6. Influence of fuel-cost increase rates and operating lifetimes,  $C_f$

j	n	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
		10	37.5	45.4	54.9	66.4	80.4	97.3	117.7	142.4	172.3	208.5
15	37.5	49.6	65.6	86.7	114.7	151.7	200.6	265.3	350.9	464.1	613.7	
20	37.5	54.0	77.8	112.0	161.2	232.2	334.4	481.5	693.3	998.4	1437.7	

태양열 열가격 ( $C_{se}$ )과 보조 열원의 열가격 ( $C_f$ )의 가격 경쟁을 살펴보면

Fig.3에서 시스템 수명을 10년으로 할때 에너지 절약 시설에 대한 대출금리 연 12%인 경우 연료가격 인상율이 10%일때 10년후  $C_{se}=94.6$  15%일때 6년후  $C_{se}=89.1$ , 20%일때 5년후  $C_{se}=80$ 으로 각각  $C_{se}$ 가  $C_f$ 보다 작으므로 태양열 난방의 Heat cost의 경쟁이 가능하게

되며, 대출금리 연 15%인 경우 연료 가격 인상율이 10%, 15%, 20%일때 각각 11년 ( $C_{se}=112$ ), 7년 ( $C_{se}=100$ ), 6년 ( $C_{se}=101$ ) 후에 Heat cost의 경쟁이 가능하게 되고, 현재 은행의 일반 대출금리 연 20%이고 연료 가격 인상율이 10%, 15%, 20%일때 각각 13년 ( $C_{se}=133$ ), 9년 ( $C_{se}=123$ ), 7년 ( $C_{se}=120.3$ ) 후에 Heat cost의 경쟁이 가능함을

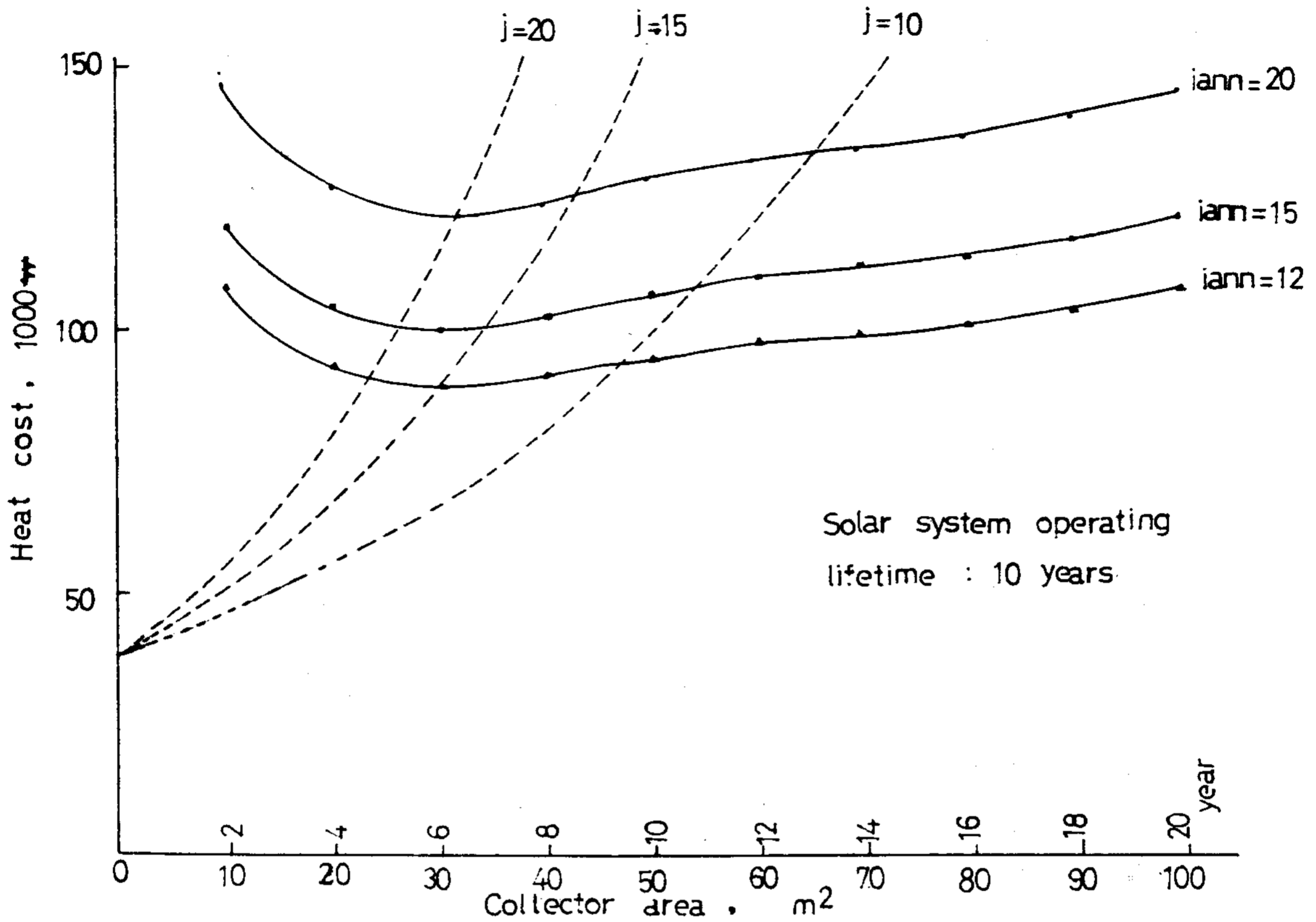


Fig. 3 Comparison of solar cost with fuel Per 1 Gcal

알 수 있다.

같은 방법으로 살펴보면

Fig. 4에서 장치 수명은 15년으로 연료 가격 인상율이 각각 10%, 15%, 20%일때 대출금리 12%에서 7년 ( $C_{se}=75$ ), 5년 ( $C_{se}=75$ ), 4년 ( $C_{se}=77.3$ ), 15%에서 9년 ( $C_{se}=90$ ); 6년 ( $C_{se}=86$ ), 5년 ( $C_{se}=87$ ), 20%에서 12년 ( $C_{se}=117$ ), 8년 ( $C_{se}=110$ ), 6년 ( $C_{se}=108$ ) 후에  $C_f$ 에 대한  $C_{se}$ 의 경쟁이 가능하다.

Fig. 5에서 장치 수명은 20년으로 연료 가격 인상율이 각각 10%, 15%, 20%일때 대출금리 12%에서 6년 ( $C_{se}=67$ ), 5년 ( $C_{se}=68$ ), 4년 ( $C_{se}=70$ ), 15%에서 9년 ( $C_{se}=84$ ), 6년 ( $C_{se}=80$ ), 5년 ( $C_{se}=81$ ), 20%에서 12년 ( $C_{se}=112$ ), 8년 ( $C_{se}=106$ ), 6년 ( $C_{se}=103$ ) 후에  $C_f$ 에 대한  $C_{se}$ 의 경쟁이 가능하다.

지금까지 살펴본 3가지 경우에 수명기간이 길고, 대출금리가 낮을수록 태양열 시스템은 유리하게 됨을 알 수 있다. 또한 시스템의 수명에 관계없이 현재의 태양열 난방시스템의 설치비용에 대한 태양열량 1 Gcal를 얻는데 최소의 비용이 드는 집열 면적은 30  $m^2$ 이었다.

그러나  $C_{se}$ 의 최소값으로 경제성 평가를 할 수 없으므로 임의의 기간 동안 축적된 상환금액에 대한 연료 절약으로 얻어진 비용을 비교하여 본다.

$$\sum_{n=1}^n (113A_c + 420) \frac{iann(1+iann)^n}{(1+iann)^n - 1} \leq \sum_{n=1}^n Q_A \cdot 37.5(1+j)^n \dots\dots\dots (7)$$

여기서 왼쪽 항은 n기간 초기 투자비용의 대출금리 iann에 대한 상환 축적금액이고 오른쪽 항은 n기간 유류 절약에 의한 비용이득이 된다. 이

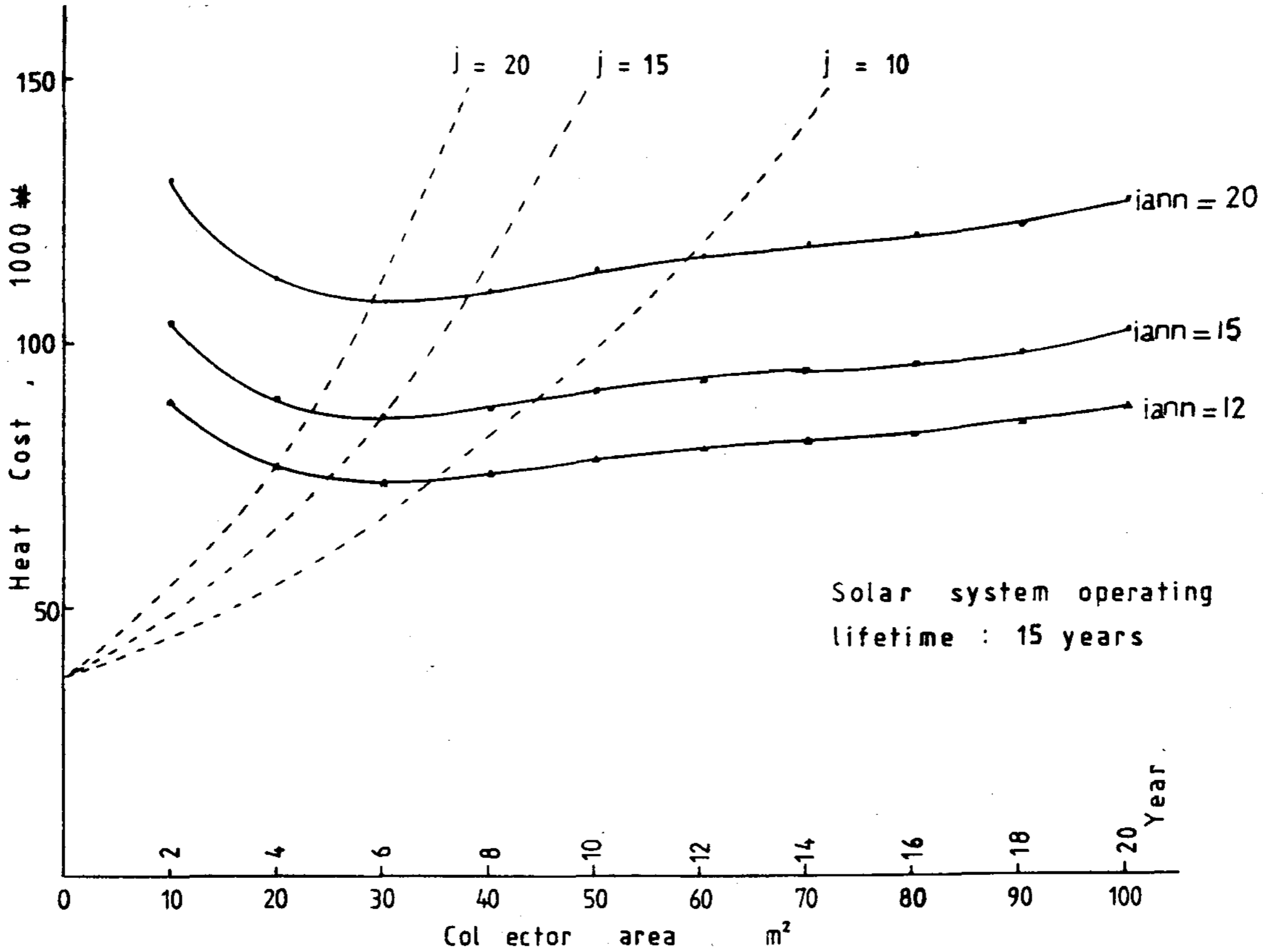


Fig. 4 Comparison of solar cost with fuel per 1 Gcal

Table 7. Calculated value of n

		$\frac{Ac}{Q_{Ac}}$										
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
iann	j	2.55	5.10	7.57	9.60	11.36	13.18	14.97	16.76	18.39	19.46	
	0.12	0.01	24	22	22	22	23	23	23	23	24	
	0.15	18	17	16	17	17	17	17	17	17	18	
	0.20	15	14	13	14	14	14	14	14	14	14	
0.15	0.10	25	23	23	23	24	24	24	24	24	25	
	0.15	19	17	17	17	17	18	18	18	18	18	
	0.20	15	14	14	14	14	14	14	14	14	15	
0.20	0.10	27	25	25	25	25	26	26	26	26	27	
	0.15	20	18	18	18	18	19	19	19	19	20	
	0.20	16	15	14	15	15	15	15	15	15	16	

때 왼쪽 상환금액보다 비용이득이 클 경우 경제성이 있게 된다. 이때의 최소치 n을 구하기 위하여 Computer를 이용하여 계산하였다.

10%, 15% 일때 보상기간 n은 20이상 또는 약간 작은 값이므로 경제성이 부족하며 유류 상승율이 20%일때 보상기간은 13~16년으로 비교적 길며 장치 수명을 15년으로 예상할 경우 경제성

Table 7의 결과를 분석해 보면 유류 상승율이



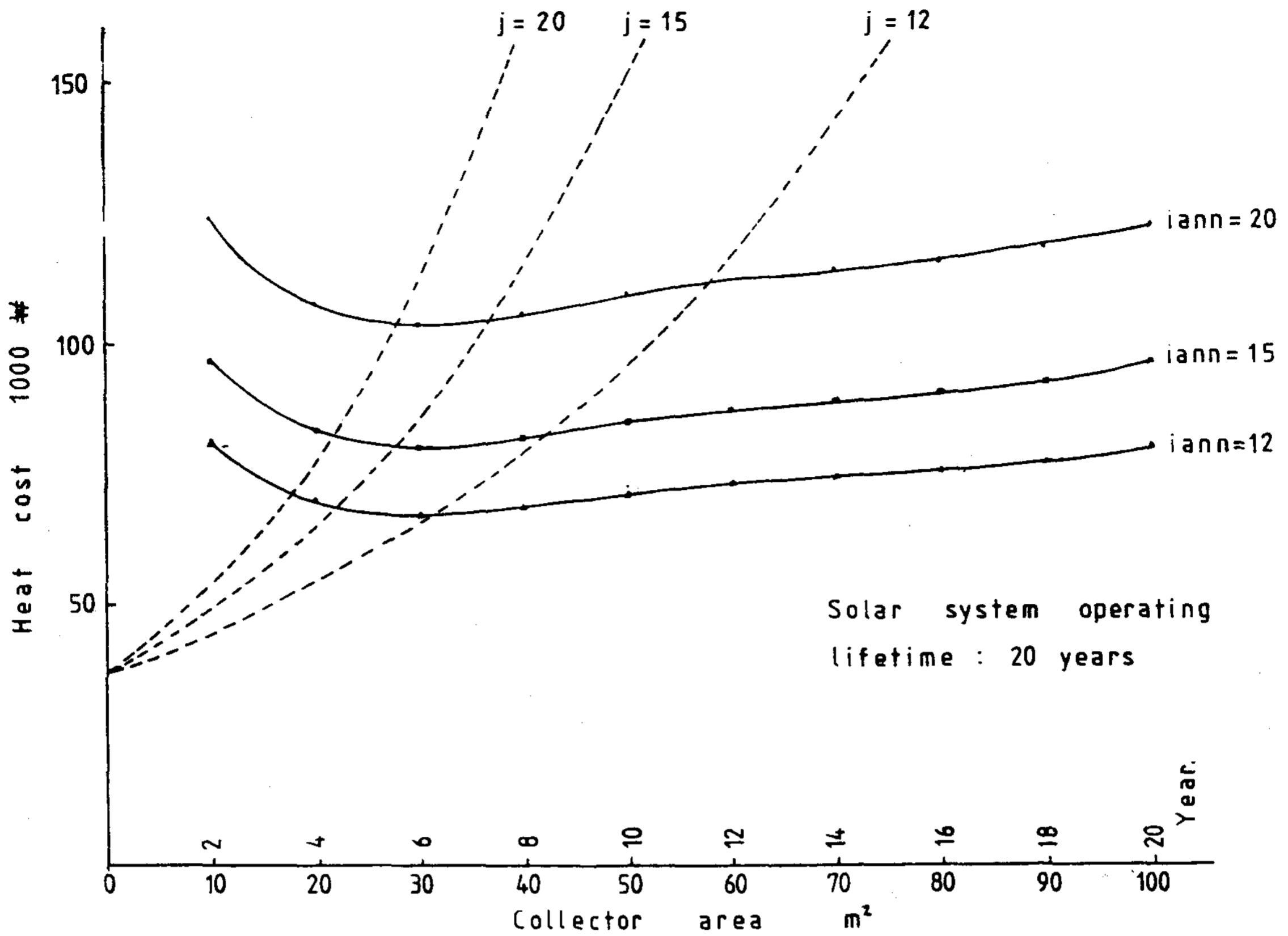


Fig. 5 Comparison of solar cost with fuel per 1 Gcal

이 있음을 알 수 있다. 그러나 유류 상승율이 10% 정도이거나 시스템의 운전비용, 수리 유지비등의 경제적 요인을 고려할 경우 정책적인 저리 융자나 초기 투자비의 보조가 있을 경우에 경제적일 수 있다.

우리나라의 경우 1973년 유류과동 이후 74년 유류가격은 60 원/ℓ에서 81년 270 원/ℓ의 연간 가격 인상율은 연 24.6%이다. 이러한 유류가격 인상율은 태양열 난방에서 경제성을 높일 수 있는 유리한 조건이 된다.

앞으로 태양에너지는 시스템의 생산비를 절감시키고 재질을 개선하여 장치수명을 20년 이상 보장할 수 있다면 충분히 경제성이 있는 새로운 에너지 자원으로 기대된다.

#### 4. 결 론

동계기간중 많은 열량이 필요한 온실난방에 집

열기를 이용한 태양열 난방시스템을 활용함으로써 난방성과 경제성을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 수원 지방의 동계기간 평균 수평면 일사량은 2,434 Kcal/m<sup>2</sup>·day로 전국에서 가장 높은 값을 나타내며 태양열 이용에 적합하였다.

(2) 시험 건물의 투자비용에 대한 최적집열 면적은 30 m<sup>2</sup>이었으며 이 경우에 전 난방부하의 30% 정도를 태양열로 공급할 수 있다.

(3) 온실 난방을 위한 시스템의 설계에서 축열조의 용량 결정은 집열 면적 1 m<sup>2</sup>에 대하여 60ℓ가 적합하다.

(4) 태양에너지는 시스템의 초기 투자비용이 크기 때문에 현재는 유류 난방에 비해 경제성이 약간 부족한 편이지만 가까운 장래에 시스템의 생산비의 절감, 수명 연장등으로 바람직한 새로운 에너지원으로 기대된다.

REFERENCES

1. ASHRAE Handbook of Fundamentals, Chap 20, Am. Soc. Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers, New York (1972).
2. H.C. Hottel and A. Whillier, "Evaluation of Flat-plate Solar Collector Performance", Trans. of the Conf. on the use of Solar Energy, 2part1, pp.74~104, University of Arizona press, 1955.
3. K.K. Chang and A. Minardi, "An Optimization Formulation for Solar Heating Systems", Solar Energy, Vol.24, pp.99 ~ 103, 1980.
4. J.A. Duffie and W.A. Beckman, Solar Energy Thermal Process, Wiley-Interscience Publication, pp.282~289, 1974.
5. 기상월보, 기상연보, 중앙관상대 발행, 1970 ~ 1979.
6. 종합물가정보, 한국산업경영기술연구소, 1981, 10월호.