

地中蓄熱ハウスの効率と環境特性

斎藤 利男・山内 伸一*

(伊達農業改良普及所・*福島県農業試験場)

Oil Saving and Environmental Condition under Soil-Air Heat Exchange System in Solar Greenhouse

Toshio SAITO and Shinichi YAMAUCHI*

(Date Agricultural Extension Service Station, Fukushima-ken.
*Fukushima Prefecture Agricultural Experiment Station)

1 は し が き

地中熱交換ハウスは関東以西では既に普及しているが、本県の気象条件下での実用的効果について調査し、普及上の資料とすることを目的とした。

2 試 験 方 法

(1) 供試ハウスの概要

ハウスはガラス繊維入りアクリル板(サンコール, 0.7 mm 小波)で、間口 10 m, 奥行 32.2 m, 床面積 322.3 m², 壁面積 573 m², 容積 1,100.8 m³である。二層カーテンは天井が上層サラット, 下層ラプシート, サイド・妻側は外側サラット, 内側クリンテートを使用した。

(2) 地中熱交換装置の概要

内径 10 cm のポリパイプを地下 50 cm と 80 cm の 2 段に埋設し、総長で 1,150 m とした。送風扇(三菱 KF50 ETB, 400 W)は中央に 4 台設置し、吐出口はハウス両妻側にパイプ 82 本の立ち上がりをもとめて設置した。パイプ内表面積対床面積比は 1.12 である。

(3) 試験区と温度管理

○地中蓄熱ハウス区

地中熱交換装置の運転を優先し、補助として温風加温機を使用した。地中加温は行わない。除湿機は 1 月 23 日～3 月 30 日の期間 0～6 時に運転した。

蓄熱用ファンは 25℃, 放熱用ファンは 14～12℃, 温風

加温機は 12℃, 天窓は 32℃ で作動するものとした。

○標準ハウス区

温風加温機と温水ボイラーを設置した標準棟である。

温風加温機は 12℃, 地中加温の温水ボイラーは 18℃, 天窓は 25℃ で作動するものとした。

(4) 供試作物と耕種概要

キュウリ, 品種ときわ光 3 号 P 型, 播種 11 月 30 日, 接木(黒ダネカボチャ) 12 月 11 日, 定植 1 月 8 日, 栽植距離 180 cm × 30 cm, 収穫 2 月中旬～5 月下旬。

(5) 計測機器

サーミスター温度データ集録装置 K 710 型(宝工業製) 農業気象総合記録装置 AMR-1701(飯尾電機製), ゴルチン式日射計, アメダス日照計, アスמן通風乾湿計

3 試 験 結 果

(1) ハウス内環境

地中蓄熱ハウスは標準ハウスに比べて、日中の最高気温で 1.6℃ 高く、夜間最低気温で 0.1℃ 低く、最低地温で 1.7℃ 低かった。地温が低いのは、地中加温を行わなかったことによる。

(2) 省エネルギー効果

1) 燃料消費量

温風加温機の A 重油消費量のみで比較すると 62% の節減率, さらに標準ハウスに温水ボイラーの A 重油も含めると 72% の節減率であった。

表 1 気象条件(月別日平均値)

項目 月	日照時間 (h/day)	日射量 ly/day	外気温 (℃)				ハウス気温 (℃)								ハウス地温 (℃)			
							標準ハウス				地中蓄熱ハウス				標準ハウス		地中蓄熱ハウス	
			最高	同極	最低	同極	最高	同極	最低	同極	最高	同極	最低	同極	最低	同極	最低	同極
1	6.5	167.3	5.6	11.2	-2.9	-7.5	24.0	29.3	11.1	8.5	23.6	28.8	10.4	8.2	18.5	16.0	15.5	14.3
2	7.1	221.4	6.0	13.5	-3.0	-6.3	25.3	28.3	11.0	10.4	25.4	32.0	10.5	8.9	18.4	16.1	15.1	13.8
3	8.2	264.1	11.2	22.5	-0.2	-3.9	23.7	27.5	11.8	11.0	28.6	36.3	12.2	10.9	18.5	17.4	17.7	15.8
4	7.6	302.3	16.2	27.6	4.1	-2.7	26.3	32.4	12.3	10.6	27.9	35.5	12.8	10.9	19.0	18.0	19.1	16.9
平均	7.4	238.8	9.8		-0.5		24.8		11.6		26.4		11.5		18.6		16.9	

注. 日照時間・日射量の 1 月は 1 月 6 日～31 日の平均値, 気温・地温の 1 月は 1 月 8 日～31 日の平均値である。

表2 A重油消費量と電力使用量の比較

項目 区	A重油消費量(ℓ)					電力使用量(kwh)					指数
	温風機用		温水ボイラー用	計		温風機用	地中熱交換ファン用			計	
	消費量	指数	消費量	消費量	指数		蓄熱用	放熱用	小計		
標準ハウス	1,531.8	100	508.3	2,040.1	100	265.9	—	—	—	265.9	100
地中蓄熱ハウス	572.2	38	—	575.2	28	97.2	844.3	1,999.7	2,844.0	2,941.2	1,106

注. 温風機は1月6日～4月30日, 温水ボイラーは1月8日～4月30日, 地中熱交換ファンは1月9日～4月30日の計

(2) 電力使用量

温風加温機と地中熱交換ファン用の計では, 標準ハウスの11倍を要した。蓄熱用と放熱用に要したファン回転の電力使用量の比は3:7で放熱用が多かった。

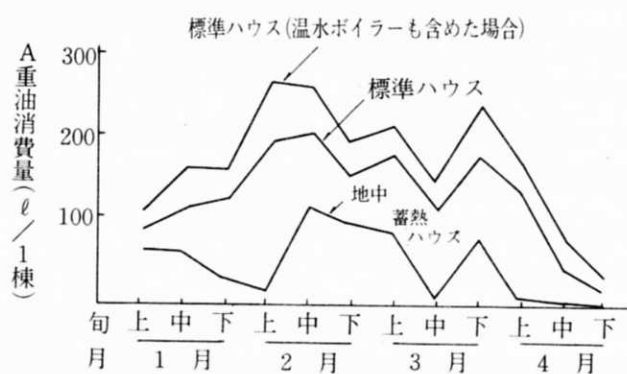


図1 時期別A重油消費量

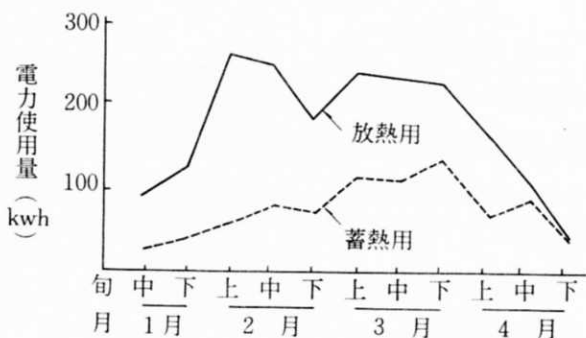


図2 時期別地中熱交換ファン用電力使用量

3) 運転経費

A重油を83円/ℓ, 電気料を16.4円/kwh (低圧電力・その他季)の単価で, 運転経費を比較したところ45%の節減率であった。なお基本料金は除いて算出した。

(3) 除湿

対向流式の全熱交換機(風量45m³/min, 風速2.0m/s, 145W)を0～6時に運転したところ, 相対湿度は6～16%低下, 絶対湿度で0.0018kg/kg(DA)前後低下した。また本機の運転で炭酸ガス供給でもプラスになったと考えられる。

(4) 生育及び収量

地中蓄熱ハウスでは, 地中加温を行わなかったため地温が低く, 活着の遅れ, 生育の遅れが見られた。また短節間

となり, 雌花の着生はやや多かった。収穫始めの果実は短形でやや不良であった。収量はほぼ同じであった。

表3 運転経費の比較

項目 区	A重油 (83円/ℓ) (円)	電気料 (16.4円/kwh) (円)	計	指数
標準ハウス	169,328	4,361	173,689	100
地中蓄熱ハウス	47,742	48,236	95,978	55

注. 電気料には基本料金・税金を含まない。

表4 収量比較(kg/10a)

区	ブロック1	ブロック2	平均
標準ハウス	10,472	11,366	10,919
地中蓄熱ハウス	11,110	11,726	11,418

表5 生育状況

項目 区	月日	草丈(cm)			葉数(枚)		
		1/11	2/7	3/3	1/11	2/7	3/3
標準ハウス		19.0	65.5	123.4	4.0	11.3	20.2
地中蓄熱ハウス		20.7	55.6	99.7	4.2	10.4	19.3

(5) その他

前年は4段サーモを使用したが高温帯で同調不良であったので, 今回は1段サーモを使用した。なお, 放熱ファンと温風機は同時運転はできない。土中パイプ周辺の地温が低い時は, 放熱ファンと温風加温機が交互運転となった。このような場合にはファンを止め, 温風加温機のみ運転させる必要がある。また4月以降は日射量が多くなり, ハウス内気温が高くなるので, 必要以上の熱量を蓄熱することになり, 電力使用量が増える。この場合, パイプ周辺地温がある温度に達したらファンを止めることが必要である。生育むらは低温になりがちな両側畦に生じ, 中央の吸込口の草丈が低く, 両妻側の吐出口へ行くにしたがい高くなった。

4 ま と め

地中蓄熱ハウスでは上記のように, 重油消費と運転経費で高率の節減効果があったので, 実用化は期待できる。なお, 建設費の高いことを改善する方策が必要である。