

地中熱利用ヒートポンプシステムを利用したハウス暖房

渡邊智雄・葛西久四郎

(青森県農林総合研究センター)

Plastic Greenhouse Heating by Using of Ground-source Heat Pump System

Toshio WATANABE and Kyushiro KASAI

(Aomori Prefectural Agriculture and Forestry Research Center)

1 はじめに

地中熱利用ヒートポンプシステム(以下、地中熱システムと略)は、不凍液等の媒体を循環させて地中に蓄えられた熱を取り出し、それを熱媒体としてヒートポンプにより加温・冷却を行うシステムである。季節による変動が小さい地中熱を利用する地中熱システムは、空気を媒体とするよりも運転効率がよく、稼働時には電力のみを使用するため、CO₂やNO_xの排出量が少ないという利点がある。

本研究では、地中熱システムを冬のハウス暖房として用いるための技術開発を目的に、暖房能力の検討及び地中熱システムと既存の灯油暖房のエネルギー消費量について検討を行ったので報告する。

2 試験方法

(1) 地中熱システムの概要

システムの概要は図1に示す通りである。ハウス横に深さ90mの井戸を8本掘り、井戸の中に熱交換チューブを挿入し、不凍液を循環させることによって熱を地上に取り出す。この不凍液をヒートポンプにより所定の温度まで加温し、ハウスに循環させることによりハウスを暖房する。ヒートポンプは2台あり、運転直後は2台稼働して目標温度に達するが、インバーターの付いた1台で温水温度を維持する。

(2) 試験1 ヒートポンプの温水設定温度とハウス内温度の関係

1) 試験場所 農林総研砂丘研究部パイプハウス

(7.2m×42m, 内張カーテン使用)

2) 加温方法 空気加温

3) 調査方法 ハウスへ循環する温水温度を22, 27, 32℃に設定し、ハウス内温度等を測定した。

(3) 試験2 地中熱システムの省エネルギー効果の検討

2棟のハウスを、それぞれ地中熱システム(温水設定温度27℃)、灯油暖房機(37.2kw, 1台)で暖房してエネルギー消費量を記録した。目標温度は昼夜15℃とし、調査は2006年1月27～2月6日に行った。

3 試験結果及び考察

(1) 試験1

温水の設定温度22℃, 27℃では外気温に関係なく1台のヒートポンプで設定温度を維持できた(図2)。32℃の設定では、外気温が1℃を下回ると温水温度にばらつきが生じ、-4℃以下では設定した32℃を維持できなくなった。また、外気温が4℃を超えると、ハウスの暖房負荷が小さくなることにより温水温度が設定よりも高くなった。

ハウス内温度は、いずれの温水設定温度においても外気温が低下するのに伴い低下した。設定22℃, 27℃では温水温度は一定であったが、外気温が低下し暖房負荷が大きくなるのに伴ってハウス内温度も低下したものと考えられた。外気温3～-6℃の範囲でのハウス内温度は、温水設定温度32℃では15～20℃, 27℃で14～17℃, 22℃で10～14℃であった。

消費電力量は温水設定温度が低いほど少なく、22℃では約60kw/日で、32℃の約半分であった(表1)。

(2) 試験2

ハウス内の平均温度は地中熱システムが16.0℃、灯油暖房が15.2℃で、地中熱システムの方がやや高かった(表2)。調査期間中、灯油暖房では灯油559リットルと64kwの電力を消費し、地中熱システムでは2155.6kwの電力を消費した。その結果、地中熱システムは灯油暖房と比較して、原油換算エネルギー消費量が同等、ランニングコストでは24%減、CO₂排出量では43%減の効果が認められた。

4 まとめ

以上のことから、地中熱利用ヒートポンプシステムを用いてハウスを暖房した場合の外気温と温水設定温度及びハウス内温度との関係が明らかとなった。すなわち、外気温-6℃ではハウス内温度を11～17℃に保つことが可能で、同様に外気温-3℃では12～18℃, 3℃では14～20℃に暖房することが可能であった。

また、本システムは、灯油暖房と比べてランニングコストが低く、CO₂排出量についても高い削減効果が期待できると考えられた。

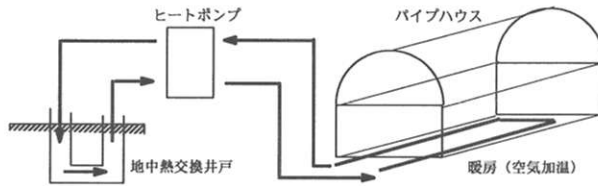


図1 地中熱システムの概要

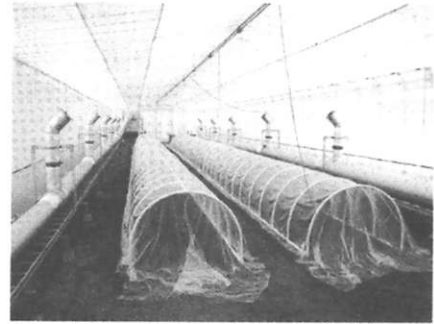


写真1 ハウス内での栽培状況

表1 試験期間内の消費電力

温水 設定 温度 (℃)	試験期間	ヒートポンプ 消費電力 (kw/日)	補機 消費電力 ¹⁾ (kw/日)
32.0	11/22~12/1	84.4	103.9
	12/20~12/26	118.7	111.5
	1/20~1/25	114.3	111.1
27.0	12/7~12/13	85.5	113.2
	1/27~2/6	84.7	111.2
22.0	1/11~1/16	62.4	112.7
	2/8~2/13	59.9	111.7
	3/14~3/16	50.3	103.3

(注) 1 ハウス循環ポンプ、井戸循環ポンプ、空調機の消費電力合計。

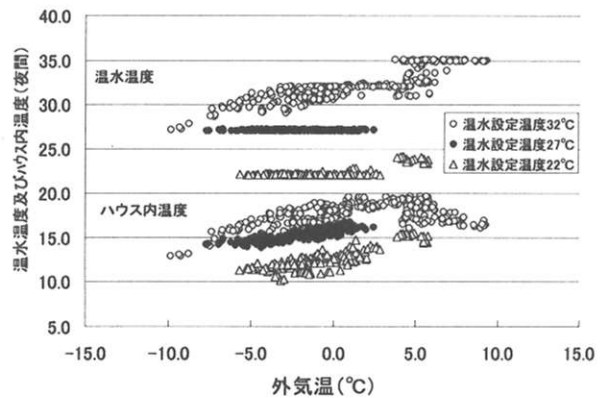


図2 外気温と温水温度及びハウス内温度の関係

表2 エネルギー消費量の比較

項目	地中熱システム	灯油暖房	備考
ハウス内平均温度(℃)	16.0	15.2	外気温 -1.4
エネルギー消費量	電力(kWh)	2155.6	64
	灯油(ℓ)	-	559
ランニングコスト	電力(円)	32334.0	960
	灯油(円)	-	41366
	合計(円)	32334.0	42326
	指数	76.4	100
原油換算消費量	電力(原油ℓ)	547.5	16.3
	灯油(原油ℓ)	-	531.1
	合計(原油ℓ)	547.5	547.4
	指数	100	100
CO ₂ 排出量	電力(kg-CO ₂)	814.8	24.2
	灯油(kg-CO ₂)	-	1391.9
	合計(kg-CO ₂)	814.8	1416.1
	指数	57.5	100

(注) 1 電力及び灯油の単価は実際の購入価格に基づいて求めた。

2 換算係数については、「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令」に従った。