

[再生可能エネルギー利用による花き局所温度管理技術の開発]

地中熱ヒートポンプの暖房運転性能評価, および太陽光による集熱効果

岡澤立夫・小幡彩夏・高杉真司*

(園芸技術科・*ジオシステム株式会社)

【要約】暖房時のヒートポンプ出口温度が 40℃の場合, 開発したヒートポンプシステムの SCOP は 4 近くで, 短期間であれば効率よい運転が可能であるが, 過剰な暖房負荷により地中からの熱損失が大きい。しかし, そのうち 4 割程度は, ハウス内部集熱で補填できる。

【目的】

暖房時の省エネ対策として, 地中熱ヒートポンプと局所温度管理を組合せた新たなシステム構築を目指した。ここでは, 暖房時の地中熱交換器の採熱効率を算出するとともに, 暖房性能を明らかにする。併せて, ハウス内外の集熱熱交換器による集熱効果も検証する。

【方法】

ヒートポンプや熱交換器の仕様などについては, 前報の冷房運転に準じた。暖房の設定温度は, ヒートポンプ出口温度を 40℃とし, 17:00 から翌 7:00 まで稼働させた。太陽光の集熱装置は通水したアグリマット上部をビニールトンネルで覆い, 発泡スチロールを底面に敷設することで断熱性を高め, ビニルハウス外部に設置した(図 1)。一方, 日中に昇温したハウス内の熱源も活用するため, ハウス内部のベンチ上に設置したアグリマット内の温水も地中へ送れるよう配管した。集熱は晴天日の 2014 年 12 月 8 日と 9 日に実施した。

【成果の概要】

1. ヒートポンプの地中入口と出口水温差は, 約 1.5℃で推移し, 暖房運転をするほど水温は下がった。地中出口水温は 11 月 30 日~12 月 7 日の 8 日間で 6℃低下した(図 2)。
2. 採熱量はスリンキー方式の鉛直方向で 5.73kWh/day, スリンキー方式の水平方向で 7.94kWh/day, シート型の鉛直方向で 5.57kWh/day となり, スリンキー方式とシート型で違いがほとんどなかったが, 前報の冷房運転時同様, 鉛直よりも水平配置で採熱効率が高かった(表 1)。熱交換器面積あたりで計算すると, 採熱量はスリンキー方式の鉛直方向で 0.64kWh/m², スリンキー方式の水平方向で 0.88kWh/day/m², シート型の鉛直方向で 1.11kWh/day/m² となり, シート型は小面積でも効率よく熱交換ができた。
3. 暖房時の二次側放熱量は, アグリマット 1 枚あたり 25.25kWh/day であった。また, 試験期間の暖房にかかる平均電力量は 12.8kWh/day で, SCOP は平均で 3.96 であった(図 3)。
4. 集熱器の設置方法の違いにより集熱量が異なった(図 4)。外部集熱量は, 開始直後で多くなったが, トンネル内温度の低下とともに少なくなった。一方, 内部集熱量は, ハウス内の温度低下を伴わず, 外部集熱よりも集熱効率が高く, 9.74kWh/day であった。これは暖房使用量の 38.6%に相当した。
5. まとめ: 出口温度を 40℃で設定した場合, SCOP は 4 前後と高かったが, 暖房負荷が大きく暖房するほど地温が低下した。地温を下げない適正な温度域と温風暖房機との併用効果を今後明らかにする。また, 内部集熱は集熱効率が高く, 暖房で使用した量の 4 割弱を補えたが, より実用的な設置方法を今後検証する必要がある。



図1 熱交換器を利用した集熱装置
左：ハウス外部集熱，右：ハウス内部集熱

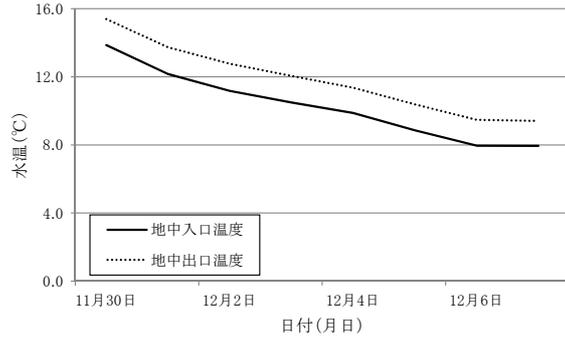


図2 地中熱交換器の採熱による出入口水温差（11月30日～12月8日）

表1 熱交換器の種類，および埋設方法が採熱量に与える影響

種類	設置方法	採熱量 (kWh/day)	熱交換器 面積(m ²)	熱交換器面積 あたり採熱量 (kWh/day/m ²)	熱交換器1単位 あたり価格(円)
スリンキー	鉛直	5.73	9.00	0.64	23,200
	水平	7.94			
シート	鉛直	5.57	5.04	1.11	42,000

注) 熱交換器1単位は，スリンキーφ25×100m，シート0.9m×6.05m

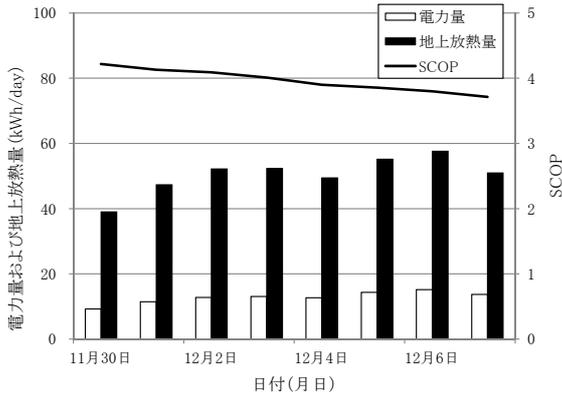


図3 地上部の放熱量，電力量およびSCOP
注) アグリマット2枚での結果

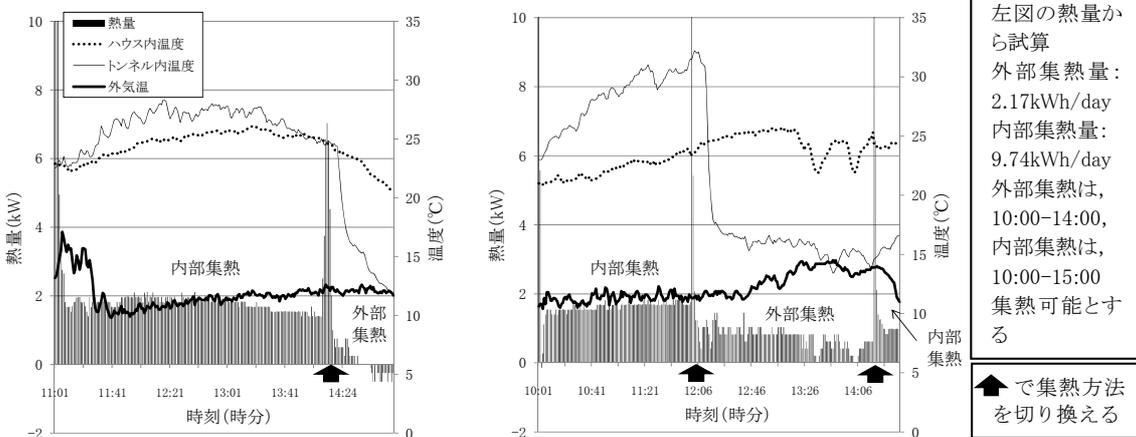


図4 集熱器の設置方法の違いが集熱量に与える影響（左：12月8日，右：12月9日）