

地中熱ヒートポンプを活用した局所温度管理技術の開発

○岡澤立夫<sup>1</sup>・高杉真司<sup>2</sup>・奥島里美<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>東京農林総研セ, <sup>2</sup>ジオシステム株式会社, <sup>3</sup>農研機構農工研)

[目的] 原油等エネルギー資源の高騰に伴い、省エネへの関心はますます高まっており、炭素由来の資源に頼らない技術開発が喫緊の課題となっている。これに対し、我々は国庫事業を活用し、自然エネルギー利用率を最大限に高める地中熱ヒートポンプシステムを開発し、高い省エネ効果を実証してきた。この技術に加え、温室全体ではなく植物にとって必要な空間のみを冷暖房する局所温度管理技術を組み合わせれば、さらなる省エネが実現できると考えられる。そこで、本研究では、ヒートポンプと局所温度管理技術を組合せたシステムを開発するとともに、局所冷房処理がシクラメンの生育や品質に与える影響を明らかにする。

[材料および方法] ハウス内 (86.4m<sup>2</sup>) は 10kW の冷暖房能力を有する地中熱ヒートポンプ (型番:GSHP1001, サンポット社製, HP と示す) を設置した (図 1)。地中との熱交換は、1.5m の深さに埋設したφ25mm のポリエチレンパイプ (スリンキー型), およびシート型の採熱パイプ (G-カーペット, 0.9m×5.6m) に水を循環して行った。地上部の熱交換には、シート型の熱交換器 (アグリマット, 0.9m×6.05m, 30cm 幅に 40 本の細かいチューブ) を用いた。局所冷房処理は、2014 年 6 月 5 日に 5 号鉢へ鉢上げしたシクラメン鉢 (品種名:「ハリオス HD グレナディン, ハリオス HD ブライトスカーレット」) を熱交換器の上面に直接配置することで実施した。冷房の設定温度は、ヒートポンプ出口温度を 20℃とし、ヒートポンプは、7 月 22 日から 9 月 6 日まで、19:00 から翌 5:00 の夜間のみ稼働させた。生育調査は、9 月 10 日に一斉に行い、品質調査は、10 輪以上が開花した時点でを行った。

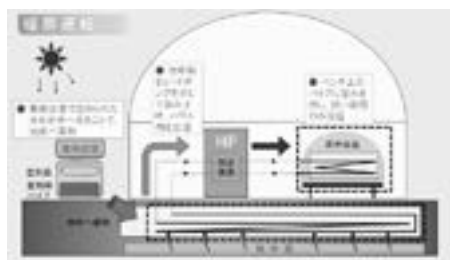


図 1 地中熱を活用した局所加温システム

[結果および考察] 新たに設計・試作した地中熱ヒートポンプを活用した新たな栽培システムでは、地下部で採熱した熱をパイプ水で地上部へ運び、その熱をヒートポンプを介し、地上部の熱交換器へ伝える。地上部で冷暖房空間を局所的に制限することで、省エネ効果が期待できる。一方、暖房時に採熱を続けると、地中は冷却されるので、太陽光で集熱した熱を地中へ送り地中を加温できるシステムとした。200m<sup>2</sup> 温室でのシステム初期経費は 1,691,000 円であり、耐用年数を考慮すると導入コストは年間約 112,000 円であった。これは、温風暖房器と比べ 3-4 倍コスト高であるが、ヒートポンプ冷房による増益や暖房時におけるランニングコスト低減効果等を総合的に評価する必要がある。

2014 年 7 月 22 日～9 月 6 日の夜間冷房運転では、地中に埋設した熱交換器 1 枚あたりの採熱量がスリンキー方式の鉛直方向で 1.25kWh, スリンキー方式の水平方向で 1.41kWh, シート型の鉛直方向で 1.43kWh となり、スリンキー方式よりもシート型で、鉛直よりも水平配置で採熱量が高かった。熱交換器面積あたりでは、スリンキー方式の鉛直方向で 0.14kWh/m<sup>2</sup>, スリンキー方式の水平方向で 0.16kWh/m<sup>2</sup>, シート型の鉛直方向で 0.28kWh/m<sup>2</sup> となり、シート型は小面積でも効率よく熱交換ができた。冷房によるアグリマットの冷熱量は、1 枚あたり 2.82kWh であった。また、8 月の冷房にかかる日平均電力量は 1.38kWh で、システム COP (成績係数) は平均で 4.09 であった。局所冷房のシクラメンの生育に対する影響は、9 月時点の調査では、品種に関わらず、冷房区で対照区と比べ株張が大きく、株高が小さく、乾物重が増加した。葉枚数も増加傾向にあったが、有意差はなかった。対照区では、根の先端が褐変し、先端が丸く生育が停滞していたが、冷房区では、根の先端が白色で、生育の停滞も観察されなかった。また、冷房区では葉柄が太く短くなる傾向にあった。11 月の品質調査では、株張、株高、葉枚数ともに有意な差がなかったが、冷房区では花蕾数および乾物地下部重の増加がみられた (表 1)。

表 1 冷房処理がシクラメンの生育に与える影響

品種名	試験区	株張 (cm)	株高 (cm)	葉枚数 (枚)	花蕾数 (個)	乾物重(g)		球根径 (cm)
						地上部	地下部	
ハリオス	対照区	37.8	23.8	90.0	113.6	38.8	10.7	48.7
HDグレナディン	冷房区	39.5	21.2	98.4	135.0	36.3	13.4	48.3
ハリオス	対照区	39.4	24.6	104.6	103.2	34.6	9.4	42.0
HDブライトスカーレット	冷房区	40.4	26.7	98.6	129.2	38.5	11.0	42.3
	品種	NS	*	NS	NS	NS	*	*
分散分析	冷房処理	NS	NS	NS	**	NS	*	NS
	品種×冷房処理	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

注) 分散分析は、MP.ver9.0 を使用、\*\*は 1%水準で有意差あり、\*は 5%水準で有意差あり、NS は有意差なし