

施設トマト栽培におけるヒートポンプの夏期の冷房利用

—いわき市・あかい菜園の取組み—

研究員 趙 玉亮

ヒートポンプは、電力を使って熱を発すものではなく、空気中などから熱を集めて運ぶ技術を応用することで、省エネ効果が期待される。施設園芸では、ヒートポンプの導入が徐々に進み、2015年時点で3万台程度に達したと推測されている^(注1)。導入コストが高く、電気の基本料金は使用状況と関係なく発生するため、年間を通じた効率的利用が求められるが、現状では利用のほとんどが冬期の暖房に限られている。

そこで、ヒートポンプを暖房としての利用だけでなく、夏期の夜間冷房にも活用している福島県いわき市のあかい菜園株式会社(以下「あかい菜園」)の事例を紹介したい。

1 設立経緯と経営・施設の概要

あかい菜園は、市内の自動車部品メーカーが製造部門の一部海外移転に際して、新たに農業参入することで自社の地元雇用を維持するため、07年に設立された。

09年12月から1.0haのハウスで栽培を開始し、14年3月に0.5haのハウスを増設した。現在、1.5haの太陽光利用型の環境制御ハウスでトマトの長期多段どりの養液栽培を行い、生食用を中心に20種類ほどのトマトを生産している。

ハウス内の温度制御に関連する主な設備は第1表のとおりである。2つのハウス内に合計22台の空気熱源ヒートポンプと12台の重油暖房機が設置されている。また、ハウス内の空気流動と熱が均一に伝わることを促すため、85台の循環扇が導入されている。

2 ヒートポンプによる暖房利用

ヒートポンプを導入した当初の目的は暖房

費の節減である。ヒートポンプだけでハウス全体の暖房を行うことは初期費用が高く、また、外気温が低いときに霜取り運転が必要なため、熱効率が低下するというデメリットがある。一方で、重油暖房機だけでは原油価格や為替の変動を受けやすい。したがって、暖房費のトータルコストを低く抑えるため、あかい菜園は、一般に普及しているヒートポンプと重油暖房機を組み合わせたハイブリット方式を採用している。

例年暖房が必要な時期は、10月下旬から翌年3月までである。そのうち本格的な利用は寒冷期(11~2月)の約4か月間である。あかい菜園は、ヒートポンプによる暖房を優先し、設定温度から2~3℃下回る場合に、重油暖房機を稼働するようにしている。この結果、周辺のトマト農家に比べ、10a当たりの光熱費を20%削減している。

3 夏期栽培とヒートポンプの冷房利用

また、あかい菜園は、ヒートポンプの冷房利用に、東北電力研究開発センターと共同で取り組んでいる。当初、同センターはあかい

第1表 あかい菜園の主な施設

	主な施設	導入時期	台数	定格能力(kW)	
				暖房時	冷房時
1.0ha ハウス	ヒートポンプ	09年12月	14	28.0	
	重油暖房機		8	22.0	
	循環扇		56		
0.5ha ハウス	ヒートポンプ	14年3月	8	21.2	
	重油暖房機		4	20.0	
	循環扇		29		

資料 あかい菜園への聞き取りに基づき作成、以下同じ

第2表 あかい菜園(0.5haハウス)におけるトマトの夏場栽培とヒートポンプの年間利用

	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
気象条件	-----寒冷期-----					-----梅雨期-----	-----高温期-----			-----寒冷期-----		
トマトの生育	収穫期						生育期		高価格期	収穫期		
作業	収穫					撤去	定植	栽培管理		収穫		
ヒートポンプの利用	暖房利用		暖房利用 (除湿目的)	利用無し			冷房利用(夜間)		冷房利用 (夜温20度 を上回る 場合)	暖房利用 (除湿目的、 主に10月 下旬)	暖房利用	

菜園でヒートポンプの電力使用状況を調査していた。その際、「ヒートポンプを冷房に活用し、夏場の高価格期に生産を行いたい」との話を受け、14年から共同研究が始まった。

一般的に、トマトの市場価格が高い9～10月に出荷するためには、7月上旬に定植する必要がある。しかし、定植時期が高温のため、苗の根付きが悪く生育に支障が出たり、苗の欠損が増えるなどの問題がある。生育不良を抑えつつ、電気基本料金を上げないような効率的な冷房の利用方法を検討することが必要であった。

こうした課題に対して、同センターは、既存の電気基本料金の枠内で冷房時に稼働可能なヒートポンプの台数や栽培面積、電気料金等を試算した。

一方、あかい菜園は上記試算に基づき、具体的な利用方法を検討した。その結果、7～8月は日中の太陽光が強く、冷房を稼働してもハウス内の温度低下が期待できないため、電気料金が安価な夜間のみ利用することとした(第2表)。

また、ヒートポンプの稼働開始時間は19時からとし、稼働前にハウスの天窓を閉じることで気密性を高め、さらに、カーテンを閉めて

制御体積を縮小するなど、冷房効率を上げる工夫を行っている。稼働時のハウス内の温度は30℃超と高い。昼間に吸収した熱が支柱や地面から徐々に放出されるため、8台のヒートポンプをフル稼働しても、設定温度の20℃まで下がるのは、翌朝4時頃である。9月に入って、施設内の最低夜温が20℃を下回るようになれば、冷房利用を中止する。

実証試験による冷房利用の効果として、9～11月の生産量が40%増加したほか、品質は秀品率が60%から70%以上へ向上した。それに加え、冷房は除湿も期待できるため、高湿に伴う病気や苗の欠損を減少させる効果もあることが明らかとなった。こうした結果を踏まえ、同社は17年(注2)から0.5haのハウス全体で冷房として利用している。

4 効率的な利用方法の開発に向けて

本事例を踏まえると、ヒートポンプによる効率的な冷房利用を検討するには、栽培時期、ヒートポンプの種類と性能、ハウスの気密性、電力契約の種類など多くの要因を考慮する必要がある。あかい菜園は東北電力研究開発センターと3年間の共同研究を重ねることで、ようやく一定の知見を蓄積することができた。

ただし、一般の生産者が独自に取り組むには専門知識や人材が不足するという課題があり、電力会社やヒートポンプメーカー側等との連携が重要であると考えている。

(チョウ ギョクリョウ)

(注1) 林真紀夫(2015)「ヒートポンプ普及拡大と今後の課題」『施設と園芸』No.169

(注2) 現状、あかい菜園は労働力の分散を図るため、2つのハウスで異なる作型を採用している。したがって、1.0haのハウスは通常の10月に定植を行っており、冷房は利用していない。