

(原著論文)

効果的な省エネ資材と多年生植物利用による 冬季花き生産の安定化

板橋優人^{1*}・山本陽平²・岡澤立夫¹

¹東京都農林総合研究センター

²現 東京都島しょ農林水産総合センター八丈事業所

摘 要

冬季の花き生産の安定化に向け、省エネ資材（多層性保温資材）の保温性能および省エネ効果と、耐寒性を有する多年生植物（多年生花き）の開花特性および観賞性を検討した。その結果、エナジーキーパー®（以下、エナジーキーパー）を始めとする多層性保温資材は、慣行の農業用ポリオレフィン系フィルム（以下、農PO）よりも熱貫流率が小さく、保温性能が高かった。この資材をハウス栽培で用いたところ、プリムラなどで燃料消費量を削減しながら慣行区と遜色がない品質の苗を生産できた。さらに、日没時短時間昇温処理（以下EOD-h）と併用することで、より高い省エネ効果が得られた。また、多年生花きについては2～3月の開花性と観賞性（花数や株のバランスなど）を評価した。供試した128品種のうちオブリエチアなど39品種は、無加温・加温を抑えた栽培で2～3月の開花性と高い観賞性を示したため、都内栽培環境下で有望な品種として選定した。

キーワード：多層性保温資材，多年生花き，省エネ，日没時短時間昇温処理，観賞性

簡略表題 省エネ資材と多年生花きの利用による花き生産の安定化

東京都農林総合研究センター研究報告 18 : 1-11, 2023

* 著者連絡先：板橋優人 Email : y-itabashi@tdfaff.com

緒 言

近年の国際原油価格の高騰は経営費に占める燃料費の割合を高め、高い暖房設定温度で施設栽培を行っている生産者の経営を圧迫していることから、省エネを目的とした資材の研究推進や原油価格などに影響されにくい生産体系への移行が急務である（農林水産省、2022）。燃料費が多くなる冬季の省エネ技術の一例としてヒートポンプの導入が全国的に進んでおり、一定の省エネ効果が認められている。例えばガーベラの周年栽培にヒートポンプを用いることで化石燃料に由来する暖房よりエネルギーを60%以上、ランニングコストでは35%以上削減できることが報告されている（岡澤ら、2011）。しかし、ヒートポンプの導入は初期コストが高く、暖房を使用していない時期も基本料金がかかるなどの要因から、導入は一部の農家に限定されているのが現状である（関山・古在、2018）。

ヒートポンプは高いエネルギー効率を誇り、暖房に投入するエネルギーそのものを削減することを主眼とする技術であるが、エネルギーの有効活用に主眼を置いている技術ではない。多層性保温資材は熱が物体を通るときのエネルギー損失を測る指標である熱貫流率が小さく、熱を通しにくい特徴を持ち、暖房時に伝熱や排熱で失われるエネルギーを減らすことができる資材である。この多層性保温資材は一部で研究が進められているものの（川嶋ら、2013）、都内における導入事例が少ない。そこで本研究では多層性保温資材に着目し、保温性能と省エネ効果を明らかにするとともに都内生産者現場への導入の可否について検証することとした。さらに、栽培環境そのものではなく植物の持つ環境応答に対する生理的現象に着目した省エネ技術にはEOD-hがあり、アフリカンマリーゴールド（道園ら、2012）やペチュニア（岡澤・田旗、2012）など一部の花き品目栽培では既に投入エネルギーの削減効果があることが分かっている。そこでより効果的な省

エネ技術を確立するため、多層性保温資材とEOD-hの併用効果についても検討した。一方、暖房をほとんど必要としない耐寒性を有するペチュニアなど一年生花きは都内でも多く生産されているが、4～5月に出荷が集中している。また、高単価が期待できる多年生花きは国内の種苗メーカーの取扱量が少なく、さらに開花特性に不明な点が多いことから、生産が少ない現状にある。そこで、本研究では冬季における効果的な省エネ技術として2～3月の早春出荷を可能とする多年生花きを選定する。

材料および方法

1. 多層性保温資材利用による省エネ効果

(1) 簡易トンネルによる保温性評価

ガラスハウス内に農POスカイコート®（以下、スカイコート、シーアイ化成株式会社）を展張した簡易トンネルを設置した（図1）。各試験区にはそれぞれ多層性保温資材としてエナジーキーパー（東京インキ株式会社）、エナジーキーパーR（東京インキ株式会社）、タイベック®（以下、タイベック、デュポン株式会社）を農POスカイコート表面に展張し、それと併せて多層性保温資材を展張しない対照区を設けた。試験期間は2018年2月6日から2月28日で、多層性保温資材の被覆時間は16時～9時とした。温湯暖房を用いてガラスハウス内温度を5℃または0℃に維持した状態で、トンネル内の地温（10.5cmポット中心部にセンサを設置）または気温が制御温度以下になるとトンネル底面に設置した電熱マットが作動するように設定した。ハウス設定温度およびトンネル内気温と地温を週ごとに変更し、第1週（2月6日～2月13日）がハウス5℃、トンネル内地温20℃、第2週（2月14日～2月20日）がハウス5℃、トンネル内気温15℃、第3週（2月21日～2月28日）がハウス0℃、トンネル内気温15℃で制御した。気温と地温の変化を記録するとともに、各資材での熱貫流率および、電熱マッ

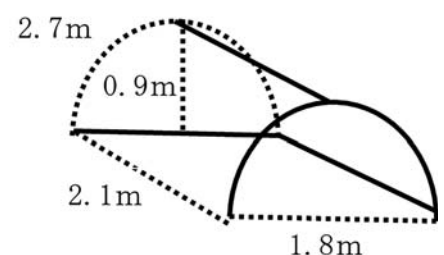
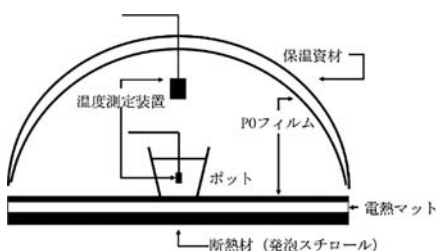


図1 ガラスハウス内の簡易トンネル
（左：模式図，中央：試験の様子，右：寸法）

ト（日本ノーデン株式会社）の消費電力量を測定した。

(2) 小型パイプハウス（3.6m×7.2m）での省エネ効果とプリムラ・ジュリアンの生育・開花に与える影響
農PO バツグン 5®（以下、バツグン 5、タキロンシーアイ化成株式会社）を展張したパイプハウス内に同じバツグン 5 を内張りとして 2 重被覆した。多層性保温資材を用いる試験区では、さらに内張りのバツグン 5 に接するように多層性保温資材のエナジーキーパー（東京インキ株式会社）、スカイコート 5 エアプラス®（以下、スカイコート 5 エアプラス、タキロンシーアイ株式会社）直上位置に設置した（表 1、図 2）。試験期間は 2018 年 12 月 17 日から 2019 年 2 月 21 日で、多層性保温資材の被覆時間は 16 時～9 時とした。被覆中は、内張り内が一定温度以下になると温風暖房機が作動するように季節ごとに稼働温度を 0～15℃の範囲で設定し、被覆終了後に、各日の燃料消費量を記録した。2019 年 1 月 9 日からは、各試験区でプリムラ・ジュリアンを栽培した。2 週間に 1 回、生育・開花調査として、株張、株高、花数、花径、SPAD 値について調査した。

表 1 試験設計

試験区 内張り	
試験区 3.6m×7.2mのビニルハウス内に内張りを展張する。内張りは、農POと各種被覆資材の組み合わせにより、3試験区に分かれる。	1区 農PO（対照区）
	2区 スカイコート5 エアプラス
	3区 エナジーキーパー
稼働温度（℃）	
暖房の稼働温度設定	2018年12月17日～同年12月23日 15℃
	2018年12月24日～同年12月30日 10℃
	2018年12月31日～2019年1月6日 5℃
	2019年1月7日～同年1月9日 0℃
	2019年1月10日～同年2月21日 5℃

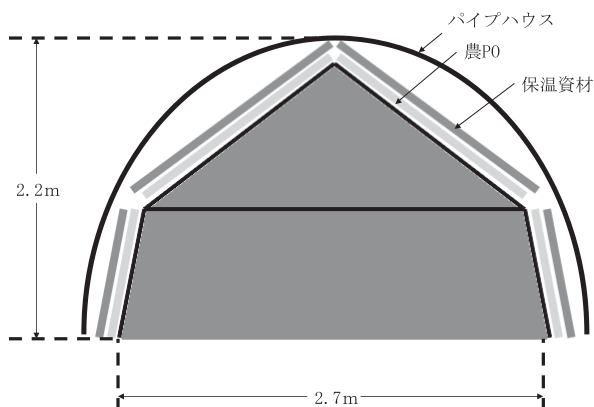


図2 ハウス内の内張り模式図

注）集光のため、南側のつま面の農POの一重とした。天井部および側面の多層性保温資材は開閉式とし、9時から16時の間は開くようにした。

(3) 多層性保温資材利用がマリーゴールドの生育・開花及び燃料消費に与える影響

パイプハウス（3.6m×7.2m）内に多層性保温資材としてエナジーキーパーを被覆した試験区を2棟設け、それと併せて多層性保温資材を設置しない対照区を1棟設置した。被覆した試験区の1つは、日中15℃、日没後3時間20℃、その他の夜間10℃で暖房したEOD-h処理を行い、残りの1棟および多層性保温資材を設置しない対照区は慣行に沿って終日15℃で制御した（表2）。東西および北側サイドと天井部に設置した多層性保温資材は16:00～9:00を閉めきり、南側の一部は採光面として農POのみの被覆とした。288穴セルトレイに2022年1月7日播種したマリーゴールド「デュランゴオレンジ」をガラスハウス内（暖房23℃）で管理し、1月28日に3.5号黒ポリポットへ1本鉢上げした後、各試験区に移設して栽培した。鉢上げは赤土を主体とした試験場の標準用土を用いた。開花調査および生育調査は1輪開花時点で、花卉が水平になった時点で行った。燃料消費量（灯油）を1月28日から3月11日まで記録した。

表2 各区の処理条件

試験区	暖房設定	ハウスサイド	被覆 サイド・天井・ 北側
対照	終日15℃	終日25℃換気	16:00～9:00 閉
エナジーキーパー	終日15℃	終日25℃換気	
エナジーキーパー +EOD-h ^a	日中15℃～日没後 3H20℃～夜間10℃	終日25℃換気	16:00～9:00 閉

a) EOD-hは日没後3時間行った。

2. 2～3月出荷を目指した多年生花きの選定

(1) 第1期（2017年度）

2017年11月1日に、多年生花き24品種を露地および8℃加温ハウス内に30cm間隔で1本定植した。開花調査は、2017年12月27日から2018年6月1日にかけて1週間おきに目視により実施した。2～3月に開花した品種は、栽培を担当した職員5人による観賞性評価を開花盛期に行った。

(2) 第2期（2019年度）

104品種の多年生花き苗を11月上旬に5号鉢に鉢上げし、その後、無加温露地ベンチおよび5℃加温ガラスハウスで栽培した。鉢上げは赤土を主体とした試験場の標準用土を用いた。開花調査は、定植後の11月中旬から翌年5月中旬にかけて1週間おきに目視により実施した。

結 果

1. 多層性保温資材利用による省エネ効果

(1) 簡易トンネルでの保温性評価

地温 20℃で制御すると、エナジーキーパー、エナジーキーパーRを利用した際には、タイベックと比べて熱貫流率が小さくなり、高い保温効果をしめしたものの、保温資材による消費電力量の削減効果に違いはなかった（表 3）。気温 15℃で制御すると、エナジーキーパーは熱貫流率も小さく、高い保温性能を発揮して最大 45%程度までの消費電力量の削減が確認された。（表 4、表 5）。

表 3 ポット内地温 20℃制御下における熱貫流率および消費電力量（第 1 週）

試験区	熱貫流率 ^a (W/m ² K)	消費電力 (Kwh/week)
対照（農P0 1重）	4.9	30.7 (100)
エナジーキーパー	2.4	27.3 (88.9) ^b
エナジーキーパーR	2.8	26.9 (87.8)
タイベック	4.1	26.5 (86.5)

a) 熱貫流率は、素材の単位面積あたりの熱の伝わりやすさを示す。積算熱量と試験区内外の温度差から求めた。

b) () 内は対照を 100 とした場合の電気消費量の割合 (%)。以下同じとする。

表 4 トンネル内気温 15℃制御下における熱貫流率および消費電力量（第 2 週）

試験区	熱貫流率 (W/m ² K)	消費電力 (Kwh/week)
対照（農P0 1重）	4.9	27.5 (100)
エナジーキーパー	2.0	15.2 (55.3)
エナジーキーパーR	2.6	20.5 (74.3)
タイベック	3.7	24.1 (87.6)

注) 2月14日～2月20日。ハウス内温度は 5℃、トンネル内暖房の制御温度は気温 15℃

表 5 トンネル内気温 15℃制御下における熱貫流率および消費電力量（第 3 週）

試験区	熱貫流率 (W/m ² K)	消費電力 (Kwh/week)
対照（農P0 1重）	5.2	29.6 (100)
エナジーキーパー	2.1	15.8 (53.2)
エナジーキーパーR	2.8	20.3 (68.7)
タイベック	3.7	25.1 (87.6)

注) 2月21日～2月28日。ハウス内温度は 0℃、トンネル内暖房の制御温度は気温 15℃

(2) 小型パイプハウス (3.6m×7.2m) での省エネ効果とプリムラ・ジュリアンの生育・開花に与える影響
多層性保温資材を用いた区では、1月1日から2日までの夜間の暖房機の駆動回数が減少し、燃料消費量が削減された（データ略）。温風暖房機の稼働温度を 5℃にした 2018 年 12 月 31 日～2019 年 1 月 6 日のエナジーキーパーで、燃料消費量が最も削減され、慣行区と比較して約 35%減少した。ほとんど稼働しなかった制御温度 0℃の期間を除くと、スカイコート 5 エアプラスでもこの期間で高い燃料消費量の削減効果をしめした（表 6）。「キャンディ イエロー」では、試験区間にほとんど差異はなかった（データ略）。一方で、「キャンディ ピンクバイカラー」では、対照区と比較すると 3 月上旬にスカイコート区で花数・SPAD 値などで有意に大きくなったが、エナジーキーパー区は試験期間を通じてほぼ同水準の生育を示した（図 3）。

表 6 稼働温度ごとの消費燃料

試験区	消費燃料 (L)			
	15℃期間	10℃期間	5℃期間 ^b	5℃期間 ^c
対照（農P02重）	33.3	27.3	13.7	50.6
スカイコート 5 エアプラス	29.5 (88.4) ^a	25.5 (93.3)	12.2 (89)	48.3 (96)
エナジーキーパー	27.8 (83.4)	21.9 (80.3)	8.9 (64.8)	35.4 (70)

a) () 内は、農 P0 区の燃料消費量を 100 としたときの各区の燃料消費量比

b) 2018 年 12 月 31 日～2019 年 1 月 6 日に測定した値

c) 2019 年 1 月 11 日～3 月 4 日に測定した値（プリムラ栽培期間）

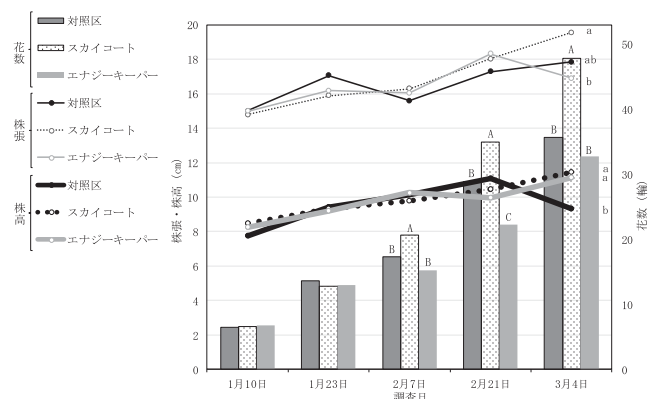


図 3 「キャンディ ピンクバイカラー」の生育・開花の推移

注) 同じ文字間には Tukey-Kramer 法により 5% 水準で有意差がない (n=10)。

(3) 多層性保温資材利用が燃料消費及びマリーゴールドの生育・開花に与える影響
多層性保温資材区やEOD-h併用区のマリーゴールドの生育は対照区と同水準となったが、燃料消費量は

少なくなった。EOD-h併用区ではマリーゴールドの開花は遅れるものの、多層性保温資材区より燃料消費量は約10%削減された(表7)。

表7 多層性保温資材利用がマリーゴールドの生育・開花及び燃料消費に与える影響

試験区	到花 日数 ^a	株高 (cm)	株張 (cm)	茎径 (mm)	最大葉 長(cm)	主茎節 数(節)	節間長(cm)		花径 (cm)	燃料消費 (L) / 【 % 】 ^d										
							主茎 ^b	花首 ^c												
対照	58.4	b	12.7	a	14.5	b	5.2	a	1.6	a	6.1	b	473.8	【100】						
エナジーキーパー	58.1	b	11.9	b	16.4	a	4.2	a	7.9	a	5.4	a	1.2	b	5.6	b	6.5	ab	313.1	【66】
エナジーキーパー +EOD-h	60.1	a	12.5	ab	15.6	ab	4.3	a	7.3	b	5.5	a	1.4	ab	6.0	ab	6.6	a	271.7	【57】

注) 異なる英文字間には、Tukey Kramer法により1%水準で有意差あり(n=20)

a) 到花日数: 播種日から開花まで, b) 最大の節間長, c) 花首長: 最上位節から花の先端まで,

d) 燃料消費: 【 】の数字は対照を100とした時の各区の割合

2. 2～3月出荷を目指した多年生花きの選定

(1) 第1期(2017年度)

ハウスでは2～3月に16品種が開花したが、露地では2月に開花した品種はなく、ベロニカ「オックスフォードブルー」のほか5品種が3月に開花した。ハウスで

開花した16品種のうち、観賞性評価で3.0以上を獲得したのは、オダマキ「テキーラサンライズ」を始めとする9品種であり(表8)、これを2～3月出荷可能な有望品種とした。

表8 2～3月の開花性と観賞性による有望な多年生花きの選抜(第1期)

品目	品種	温室開花始め ^a	露地開花始め ^b	早春開花性 ^c	観賞性評価 ^d	有望 ^e
アジュガ	チョコレートチップ	12/27	4/19	○	2.1	
アネモネ	マルチフィダルブラ	5/18	4/26			
雲南サクラソウ		2/7	3/13	○	2.1	
エロディウム	ペラルゴニフオーラム	1/24	4/19	○	3.0	○
オダマキ	ローズバロー	3/13	4/26	○	4.1	○
オダマキ	テキーラサンライズ	3/13	5/1	○	4.4	○
オダマキ	ブルーバロー	3/22	4/19	○	4.1	○
オブリエチア ・デルトイデア	バリエガータ	1/10	4/19	○	3.4	○
オルレア	グランディフローラ	3/1	4/26	○	3.0	○
ゲウム		4/19	5/1			
サボナリア	オキモイデス	4/19	4/19			
サボナリア	スノーチップ	開花せず	4/19			
ジーアム・リヴェーレ	アルバム	12/27	3/13	○	1.9	
ジギタリス	シルバーフォックス	4/19	5/1			
セントランサス	スノークラウド	3/13	4/26	○	2.3	
セントランサス	コッキネウス	4/19	4/26			
プリムラ	グリーンレース	3/1	4/19	○	1.4	
プリムラ・ブルガリス		1/24	3/13	○	2.4	
ブルサティラ ・ブルガリス	ローズ	開花せず	3/13			
フロックス	シアウッドパープル	4/19	4/19			
ベロニカ	オックスフォードブルー	12/27	3/13	○	4.0	○
ベロニカ	マダムマルシア	12/27	3/13	○	3.1	○
リクニス	フロスククリピンク	1/24	4/19	○	2.9	
リナリア	リップルストーン	12/27	4/19	○	3.7	○

注) 供試した苗はエフメールナガモリ有限会社と大森ガーデンから購入した(鉢サイズ9cm～10.5cm)。

a) 8℃加温のガラスハウス栽培で始めて開花が観察された日付を示す。

b) 無加温の露地栽培で始めて開花が観察された日付を示す。

c) 温室開花で、2～3月に開花した種類について、2～3月の開花性を有すると評価した。

d) 2～3月における開花性を示した花きについて開花盛期の画像を撮影し同時期にそれぞれを比較し、観賞性を評価した(1:悪い, 2:やや悪い, 3:普通, 4:やや良い, 5:良い)。

e) 観賞性評価で平均3.0点以上のものを有望とした。

(2) 第2期（2019年度）

2～3月にハウスで58品種の開花が確認され、その中で露地ベンチでも開花が確認されたのは33品種であった。また、ハウスでは開花しないものの露地で開

花したものが4品種あった。ハウスと露地で開花した33品種のうち、観賞性に劣ると判断した小輪かつ花数が少ない3品種を除いたオブリエチアのほか29品種を2～3月出荷に可能な有望品種とした（表9、10）。

表9 2～3月の開花性と高い観賞性を示した多年生花きの開花期間と外観特性（第2期）

品目	品種	ハウス		露地		花数 ^b	花径 ^c	花色
		開花開始	開花終了 ^a	開花開始	開花終了			
アラビス	リトルレジャー ディープローズ	1月29日		2月19日	5月6日	多	中	赤
	リトルレジャー ホワイトimp	2月12日		3月4日		多	小	白
アリッサム	サミット	2月19日		3月25日	4月28日	多	小	黄
	アルマダ ローズ	2月12日		3月18日		多	小	赤
アルメリア	アルマダ ピンク	2月19日		3月25日		多	小	ピンク
	アルマダ ホワイト	3月18日		3月25日		多	小	白
イベリス	スノークッション	1月22日		2月5日		多	小	白
	タホ imp	2月12日		3月11日		多	小	白
	スノーフレイク	2月19日		2月19日		多	小	白
エリシマム	カナリア イエロー	1月8日	4月28日	1月8日	4月28日	多	小	黄
	オードリー スカイブルー	1月22日		1月22日	5月6日	多	中	紫
オブリエチア	オードリー ライトブルーimp	1月22日		2月5日		多	中	紫
	オードリー ブルーシェード	1月22日		2月5日	5月6日	多	中	紫
	オードリー パープルシェード	1月29日		2月5日	5月6日	多	中	紫
	オードリー レッド	1月29日		2月19日		多	中	赤
デロスベルマ	ジュエルオブデザートグレネード	11月27日		11月27日		多	小	赤
ドロニカム	レオナルドコンパクト	2月5日		3月18日		中	大	黄
フチンシア	アイスキューブ	1月8日		2月26日		多	小	白
プリムラ	ガブリオ ダークイエローコンパクト	2月19日		3月11日	5月6日	多	小	黄
	ガブリオ イエローコンパクト	3月4日	5月6日	3月25日	5月6日	多	小	黄
ブルモナリア	シルバーブーケ	1月22日	4月28日	2月5日		多	小	ピンク
	ブラウスミアー	1月22日	2月26日	3月25日	4月1日	中	小	紫
ポピー	ブルシネラ イエロー	1月8日		3月25日		少	大	黄
	ブルシネラ レッド	1月29日	2月26日	3月11日	4月9日	少	大	赤
	ブルシネラ ローズ	1月29日		3月11日	3月25日	少	大	ピンク
	ブルシネラ ホワイト	2月5日	3月4日	3月25日	4月28日	少	大	白
	ブルシネラ オレンジ	2月26日	3月25日	3月25日	4月9日	少	大	橙
ラベンダー	カスティリヤノ ローズ imp	3月18日		3月25日		多	中	ピンク・紫
レウイシア	リトルラズベリー	3月4日		3月25日		中	中	ピンク
	リトルマンゴー	3月18日		1月22日		中	中	黄

注) 供試した苗はシンジェンタジャパン株式会社（現FSブルーム株式会社）から購入した（鉢サイズ9cm～10.5cm）。

a) 開花終了日の空欄は5月末日でも開花を保っていたことを示す。

b) 開花期の標準的な花数について「〈5:少, 5～20:中, 20〈:多」とした。

c) 花径について「〈1cm:小, 1cm～3cm:中, 3cm〈:大」とした。花径が「大」または「中」、もしくは花形が「小」でも花数が「中」以上のものについては、観賞性が高いと評価した。

表10 有望品種以外の主な品目・品種とその特性

特性	品目・品種
ハウス・露地共に早春開花性を示すが観賞性が十分でない	プリムラ「コンフェッティー」
ハウスで早春開花性を示すが露地で4月以降に開花	アレナリア、エティオネマ、エリシマム、オダマキ「キリガミ」、クモマグサ、サルビア、ティアレラ、デルフィニウム「エクスカリバー」、ディルフィナ、トロリウス「ユーロパエウス」、ヒューケラ「コーラルフォレスト」、プリムラ「ガブリオ」、ラベンダー「カスティリヤノ」、ビオレッタ、ブルーセント」、ラミウム
露地で早春開花性を示すがハウスで4月以降に開花	オキナグサ、デルフィニウム「エクスカリバー」、ユーフォルビア
ハウス・露地共に早春開花性を示さない	アムソニア、エビメディウム、オキナグサ、カンパニュラ「クロックワイズ」、キキョウ、クルマバソウ、サルビア、ジギタリス「キャメロット」シリーズ、デルフィニウム「エクスカリバー」、ディルフィナ、ディルフィックス」、トロリウス「ニュームーン」、ヒューケラ「マーベラス」、プルサチラ、ペンステモン「アラベスク、パーティーベル」、ラベンダー「ブルーセント」
期間中開花しなかった	エーデルワイス、エキナセア、エビメディウム、カンパニュラ「プリスター」、キキョウ、スマラキナ、ドデカテオン、ペンステモン「アラベスク」

考 察

本研究では冬季花き生産の安定化を目指し、多層性保温資材の保温性・燃料削減効果の評価および2～3月出荷に向けた多年生花き品目の選定を行った。多層性保温資材は熱を通しにくい性質を持っており、断熱性能を測る指標である熱貫流率が小さいという特徴がある。これは、通常の農POなどの被覆資材が一層なのに対し、多層性保温資材は文字通り層が多く（多層化）、また、層と層の間に空気を挟む断熱層構造をとるためである（川嶋，2018）。実際に農POや農業用塩化ビニルフィルムなど一般的な被覆資材と比べて多層性保温資材で熱貫流率が小さくなることが認められており（林ら，2011）、本試験においても、農POに多層性保温資材（エナジーキーパー）を併用被覆すると最大45%消費電力が削減されるなど、資材としての有用性が確認できた（表4，5）。生産現場を想定すると、ハウスの内張り、トンネルの被覆やサイドカーテン、天井カーテン等への利用が挙げられる。これまで温暖地における多層性保温資材内張りハウスが慣行ハウス（内張りなし）に比べて、暖房による燃料消費量が半減するという報告がされているが（川嶋ら，2013）、苗生産に関して検証した事例は少ない。多層性保温資材を内張りしたハウス内でプリムラを栽培すると、燃料消費を抑えながら、高い品質のプリムラを生産できるため、生産現場で活用可能な技術であることが本試験で確認された（図2，表6，図3）。また、スカイコート5エアプラスを展開しても、燃料消費量削減率は低かったものの、生育が促進された。生育を促進したのは湿度が高く維持されたことによる効果とも考えられる。空気膜二重構造を併用すると農POの一重被覆よりもハウス内の湿度が高く推移したという報告がされていることから（岩崎，2008）、似た構造をとるスカイコート5エアプラスでも同様に湿度が高く推移した可能性がある。本試験ではさらに多層性保温資材の効率的利用法を検証するため、EOD-hとの併用効果についても検討した。EOD-hは日没後から一定時間、慣行の温度以上に加温し、その後は慣行温度より低く管理することで植物を効率的に生育させ、かつ暖房コストを減らす方法である。既にスプレーギクでは燃料消費量を削減しながら、生産できることが明らかにされており（道園ら，2012）、マリーゴールドでは開花を促進する効果も認められている（道園ら，2010）。本試験では多層性保温資材とEOD-hを併用す

ることで多層性保温資材単用よりも燃料消費量を約10%削減でき、マリーゴールドの開花は少し遅れるものの、生育は多層性保温資材単用や慣行栽培と同等であることが確認できた（表7）。秋ギク「神馬」で花芽分化期のEOD以降の暗期温度を14℃から12℃に下げると開花遅延が生じることが報告されているように（山形ら，2014）、マリーゴールドでみられた開花の遅れは低温域の温度を10℃まで下げたことが原因として考えられた。これらのことから、開花を遅らせないための処理温度を検討する必要があるものの、EOD-hとの併用はマリーゴールドにおいて有効であり、多層性保温資材利用の応用技術として確立できることが判明した。

耐寒性を有する多年生花きは、生産が少ない冬季（2～3月）に新たに導入できる種類として有望であるが、検証事例は少なく、栽培方法および開花特性について不明な点が多かった。第1期（2017年度）には供試した24品種のうち、2～3月に開花したのはハウスで16品種であったのに対し、露地では3月にプリムラ・ブルガリスを始めとする6品目・品種の開花に留まった（表8）。これは外気温が例年より低く推移したことが一因と考えられる。また、第2期（2019年度）では供試した104品種のうち2～3月に開花が確認されたのはハウスで58品種であり、このうち露地でも33品種が開花した。露地でのみ開花したのも4品種あり、第1期とは異なり、露地で2月出荷可能な品種が確認された（表9，10）。第1期とは対照的に、第2期の試験期間中は例年より外気温が高く推移したことによる低温遭遇不足の可能性がある。第1，2期を併せて考查すると、2～3月に出荷するには露地栽培は年次変動による影響が多く、使用品種を厳選する必要性などの課題も明らかになり、加温を抑えたハウス栽培であれば現地での普及も期待できると考えられた。実際に2021年夏季から2022年の冬季にかけて都内生産者に依頼して、本試験の有望品種をガラスハウスで栽培・出荷してもらったところ、2～3月に一般的な鉢物の単価より高い価格で販売できるなど、試験結果を実証することができた（データ略）。

謝 辞

本研究を行うにあたり、園芸技術科を始めとする皆様には栽培管理などご協力頂いた。

この場を借りて御礼申し上げます。

引用文献

- 岩崎泰永（2008）空気膜二重構造ハウスによるキュウリ栽培における暖房用燃料消費量の削減効果．東北農業研究 61：147-148.
- 岡澤立夫・島地英夫・田旗裕也（2011）ガーベラ周年栽培におけるヒートポンプ導入評価．平成 23 年度東京都農林総合研究センター成果情報：51-52.
- 岡澤立夫・田旗裕也（2012）ペチュニアにおける日没時昇温処理（EOD-heating）効果．平成 24 年度東京都農林総合研究センター成果情報：51-52.
- 川嶋浩樹・古市崇雄・宮内樹代史・林真紀夫・直木武之介・長崎裕司（2013）多層保温被覆資材と水蓄熱体の利用がパイプハウスの暖房負荷に及ぼす影響．農業施設 44（2）：73-82.
- 川嶋浩樹（2018）ナノファイバー断熱資材活用マニュアル：2-3.
- 関山哲雄・古在豊樹（2018）園芸施設用ヒートポンプの普及・拡大のための課題とその改善策（平成 30 年 5 月号）．農業電化 71：6-15.
- 道園美弦・久松 完・大宮あけみ・柴田道夫（2010）暗期開始時の短時間昇温処理によるアフリカンマリーゴールドの開花反応促進．植物環境工学 22：8-14.
- 道園美弦・久松 完・大宮あけみ・市村一雄・柴田道夫（2012）低温期のスプレーギク施設栽培における EOD-heating の有効性．園芸研 11：505-513.
- 農林水産省（2022）花きの現状について．
<https://www.maff.go.jp/j/seisan/kaki/flower/attach/pdf/index-27.pdf>
- 林真紀夫・曾我部篤志・杉浦 総・近藤湖太郎・川嶋浩樹・岡田益己（2011）熱貫流率測定装置を用いた被覆資材の断熱性評価．日本農業気象学会 2011 年全国大会講演要旨：46.
- 山形敦子・佐藤孝夫・横井直人・佐藤 努・間藤正美（2014）秋ギク「神馬」の 12 月出荷作型における EOD 変温管理による省エネ栽培の確立，秋田農試研報：54.

Stabilization of winter flower production using energy-saving materials and perennial plants

Yuto Itabashi^{1*}, Yohei Yamamoto², Tatsuo Okazawa¹

¹ Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center

² Tokyo Metropolitan Islands Area Research and Development Center of
Agriculture, Forestry and Fisheries

Abstract

To stabilize the winter production of flowering plants, we investigated the heat retention performance and energy-saving effects of energy-saving materials and multilayered heat-retaining materials, and the flowering characteristics and ornamental value of cold-tolerant perennial flowering plants. The results showed that multi-layered heat-retaining materials, such as Energy Keeper[®], had a lower heat-transfer coefficient and higher heat retention performance than conventional agricultural polyolefin (PO) film used in agriculture. When these multilayered heat-retaining materials were used in greenhouse cultivation, *Primula* sp. and other plants were able to produce seedlings of comparable quality to those grown in conventional cultivation while reducing energy consumption for heating. In addition, when this multilayered heat-retaining material was used in combination with a short-duration increase in temperature at sunset (hereinafter, EOD-h), higher energy-saving effects were obtained. In addition, perennial flowering and ornamental qualities (number of flowers, plant balance, etc.) were evaluated in February and March. Of the 128 varieties tested, 39 varieties, including *Aubrieta*, were selected as promising varieties for cultivation in the Tokyo region because they showed good February-March flowering and high ornamental value when grown with or without minimal heat.

Keywords: Multi-layer insulation material, perennial flowering, energy saving, EOD-heating, appreciation

Bulletin of Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center, 18 : 1-11, 2023

*Corresponding author: y-itabashi@tdfaff.com



図版 1 多層性保温資材の一種であるエナジーキーパー



図版 2 第 1 期で有望とされたオダマキ・テキーラサンライズ



図版 3 第 2 期で有望とされたオブリエチア・オードリールイトブルー imp