

年明け開花作型秋輪ギク「神馬」のEOD-heating 処理による暖房コスト削減

久村麻子

キーワード：暖房コスト削減，EOD-heating処理，輪ギク

Development of End-of-day-heating Treatment Cultivation in Chrysanthemum cv. 'Jimba'
in January to March Flowering Type

Asako HISAMURA

目次

- 1．緒言
- 2．花芽分化期のEOD-heating処理が発蕾および開花に及ぼす影響
 - 1) 材料および方法
 - 2) 結果および考察
- 3．花芽分化期および花芽発達期のEOD-heating処理が発蕾および開花に及ぼす影響
 - 1) 材料および方法
 - 2) 結果および考察
- 4．総合考察
- 5．摘要
- 6．引用文献

Summary

本研究は，農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（平成29年度），生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業（平成30年度～令和元年度）」の「短時間変温管理に基づく主要花き類の周年安定生産技術の開発」において実施した。
本報告の一部は，園芸学会平成30年度秋季大会研究発表で発表した。

1. 緒言

輪ギクは、葬儀や仏花など年間を通じて堅調な需要がある。そのため全国の切り花生産の中でも最も生産量が多く、2019年度の実産量は747,000千本となっている。本県においても花き生産の中で最も多く栽培されている品目であり、同年の実産量は全国4位の45,900千本で、主産県の1つとなっている。

輪ギクは、秋輪ギクと夏秋輪ギクを組み合わせ、日長や温度を制御することによって開花時期を調節し、周年での栽培を行っている。このうち秋輪ギクは、良質な切り花を計画的に出荷するために加温栽培が不可欠である。しかし近年、重油価格の高騰により、暖房コストが増大し、農家経営を圧迫している状況にある。特に秋輪ギクの主要品種である「神馬」は、慣行管理として長日処理終了後の花芽分化期に夜温17℃以上、発蕾以降の花芽発達期に14℃以上という高い温度で管理する必要があり、暖房コストを削減する温度管理技術の確立が喫緊の課題である。

これまで、暖房コスト削減のための温度管理技術としては、道園(2012a)が、マリーゴールドや

スプレーギクにおいて、日没後数時間昇温処理を行い、その後低い温度で管理する短時間昇温処理(以下、EOD-heating処理と表記)が開花促進に効果があることを報告している。また、佐藤ら(2011)や山形ら(2012)が、秋輪ギク「神馬」の12月開花作型の花芽分化期および花芽発達期において、EOD-heating処理を行うと、数日開花は遅延するが切り花品質は慣行管理と同等であり、暖房の消費電力量を削減できることを報告している。しかし、生育期が厳寒期となる1月から3月に開花する作型(図1)に関する報告はない。

そこで本研究では、「神馬」の1月から3月に開花する作型において暖房コスト削減および開花、切り花品質の維持を目的に、最適な温度帯について検討を行い、EOD-heating処理の有効性を明らかにしたのでここに報告する。

本研究の遂行にあたり、多大なご協力、ご指導をいただいた国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構野菜花き研究部門、道園美弦上級研究員に心から感謝申し上げる。

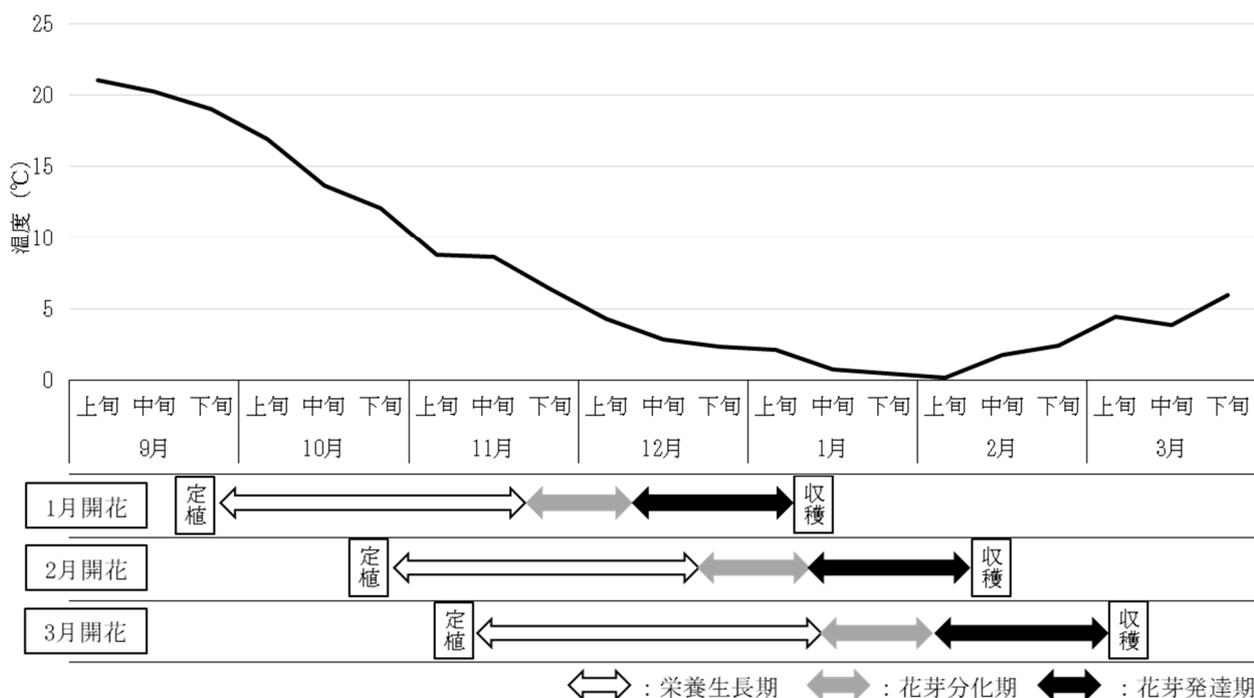


図1 本県の下半期における旬別最低気温の推移および年明け開花作型栽培体系
農技センター本所気象データより5ヵ年平均値(2015年度~2019年度)

2. 花芽分化期のEOD-heating処理が発蕾および開花に及ぼす影響

1) 材料および方法

試験は2017年,2018年に長崎県農林技術開発センター内圃場のビニルハウスで実施した。供試品種には,輪ギクの全国的な主要品種である「神馬」を用いた。各試験とも,最低温度10℃以上の親株床から採穂した穂を,市販の培養土(㈱ダイオ化成,プロミックスBX)を充填した128穴のセルトレイに挿し芽し,最低温度16℃のガラス温室で蛍光灯を用いて深夜5時間(22:00~3:00)の暗期中断による長日条件下(以下,長日処理と表記)で2週間育苗した発根苗を定植した。

花芽分化期におけるEOD-heating処理は,ビニルハウス内に設置した小型温室(長さ4.2m×幅1.2m)内に設けたエアコン(㈱三菱重工サーマルシステムズ,SRK22TV)および吊り下げ式の小型温風機(㈱総和工業,SF-1008A)により,表1~3の各処理区の設定温度で加温を行った。日没後の昇温(EOD-heating)処理4時間と,EOD-heating以降8:00までを夜温として管理した。花芽分化期の温度の違いによる影響のみを見るため,発蕾を確認後,全処理区ともEOD-heating処理を終了し,収穫まで夜温平均14℃となるよう管理した。日中の温度管理は,定植から収穫まで,25℃換気,13℃加温とした。

各試験の処理区構成および生育ステージ別の温度管理は表1~3のとおりとした。

なお,本試験では,定植~長日処理終了までを栄養生長期,長日処理終了~発蕾までを花芽分化期,発蕾~収穫までを花芽発達期とした。

(1) 3月開花(最需要期)作型(試験1)

2017年11月15日に採穂し,11月16日から2週間育苗した後,発根苗を11月29日にプランター(長さ64cm×幅23cm×深さ18.5cm,容量12.5L)に1プランター当たり6株定植し,無摘心栽培とした。培養土は,長崎県型イチゴ高設栽培専用の培養土を使用し,有機肥料(㈱多木化学,しき島特1号(N:P:K:=8:7:7))をプランター当たり20g施肥した。11月29日から2018年1月15日まで長日処理を行い,全プランターとも11月29日から1月8日までは夜温平均13℃,1月8日から1月15日までは夜温平均15℃となるよう加温した同一のビニルハウス内で管理した。長日処理終了後,プランター

を小型温室内に移し,表1の処理区構成で花芽分化期のEOD-heating処理を開始した。4時間のEOD-heating処理は18:00~22:00とした。かん水は過乾燥とならないよう手かん水により適宜行い,発蕾後に頂花以外を摘芽,摘蕾して1輪仕立てとした。供試個体は,1区3プランターを用い,18株の反復なしとした。

(2) 1月開花作型(試験2)

2018年9月12日に採穂し,9月27日から2週間育苗した後,発根苗を10月11日に小型温室内に定植し,無摘心栽培とした。栽植方式は10cm×7目のフラワーネットに6条植え(真ん中1マス空き)とした。基肥として有機肥料(㈱多木化学,しき島特1号(N:P:K:=8:7:7))を窒素量12kg/10aとなるよう施肥した。10月11日から11月20日まで長日処理を行い,10月24日から夜温平均15℃となるよう加温を行った。長日処理終了後,表2の処理区構成で花芽分化期のEOD-heating処理を開始した。4時間のEOD-heating処理は17:45~21:45とした。かん水および仕立て方法は試験1と同様とし,供試個体は60株の反復なしとした。

(3) 2月開花作型(試験3)

2018年10月12日に採穂し,10月27日から2週間育苗した後,発根苗を11月10日にプランター(試験1と同規格)に1プランター当たり7株定植し,無摘心栽培とした。施肥条件は試験1と同様とした。全プランターとも11月10日から12月25日まで,夜温平均15℃となるよう加温した同一のビニルハウス内で長日処理を行った。長日処理終了後,プランターを小型温室内に移し,表3の処理区構成で花芽分化期のEOD-heating処理を開始した。4時間のEOD-heating処理は18:00~22:00とした。かん水および仕立て方法は試験1と同様とし,供試個体は1区3プランターを用い,21株の反復なしとした。

全試験とも,各処理区の温度は,群落上部に通風ファン(㈱日本オペレーター,VF-1)を吊り下げ,内部に設置した小型防水温度データロガー(㈱T&D,おんどとりTR-52i)により5分間隔で測定した。

調査項目は,長日処理終了時の茎長,葉数,発蕾日,開花日,収穫時の茎長,葉数,花径,長日

処理終了時の茎長，葉数から収穫時茎長，葉数までの増加茎長，増加葉数とした。また，長日処理終了から発蕾日までの日数を発蕾日数，長日処理終了から開花日までの日数を到花日数とした。加えて，各処理区における暖房負荷を以下の算出式で試算した。暖房負荷算出式は，長崎県品目別コスト縮減戦略（改訂版）より引用した。

$$\text{暖房負荷 (kW)} = \{ \text{ハウス表面積} \times (\text{貫流伝熱負荷} X + \text{隙間換気伝熱負荷} Y) \times \text{ハウス内外気温差} + \text{床面積} \times \text{地中伝熱量} Z \} \times \text{風速に関する補正係数} \dots (a)$$

X:ハウスから被覆資材を通過する伝熱

Y:覆資材の重ね目などの隙間を通しての伝熱

Z:ハウス床面と土壌との熱交換による伝熱

表1 3月開花作型における処理区構成および生育ステージごとの夜温設定（試験1）

処理区	栄養生長期		花芽分化期		花芽発達期
	11/16～1/8	1/8～1/15	EOD	EOD以降	
22 - 12	13	15	22	12	14
22 - 10	"	"	22	10	"
20 - 14	"	"	20	14	"
20 - 12	"	"	20	12	"
慣行	"	"	17		"

各生育ステージとも、日中は25 換気、13 加温とした。

表2 1月開花作型における処理区構成および生育ステージごとの夜温設定（試験2）

処理区	栄養生長期	花芽分化期		花芽発達期
		EOD	EOD以降	
20 - 14	14	20	14	14
20 - 12	"	20	12	"
慣行	"	17	17	"

各生育ステージとも、日中は25 換気、13 加温とした。

表3 2月開花作型における処理区構成および生育ステージごとの夜温設定（試験3）

処理区	栄養生長期	花芽分化期		花芽発達期
		EOD	EOD以降	
20 - 14	14	20	14	14
20 - 12	"	20	12	"
慣行	"	17	17	"

各生育ステージとも、日中は25 換気、13 加温とした。

2) 結果および考察

(1) 3月開花作型（試験1）

輪ギクの年明け出荷作型では，春彼岸に出荷する3月開花作型が最需要期であり，重要な作型である。そのため，まずは3月開花作型の花芽分化期において，異なるEOD-heating処理が発蕾および開花に及ぼす影響について調査した。

生育ステージごと，時間別の平均温度を表4に示した。花芽分化期における夜温の平均は，いずれの区もほぼ設定どおり推移した。発蕾日数は，慣行区で27.4日であり，22 -10 区で慣行区よりも3.0日長く，有意差が認められた（表5）。他のEOD処理区は慣行区に対して有意差は認めら

れなかったが，長くなる傾向（20 -14 区で0.3日，22 -12 区で1.5日，20 -12 区で2.1日）にあった（表5）。到花日数は，いずれのEOD処理区も慣行区に対して有意差は認められなかったが，発蕾日数と同様に長くなる傾向（22 -10 区で2.9日，22 -12 区で0.9日，20 -12 区で1.0日）にあった。切り花品質はいずれの区も慣行区と同等であったが，22 -10 区において萼が荒くなり，花型が乱れる症状が見られた（写真1）。花芽分化の指標となる長日処理終了後の増加葉数（以下，増加葉数と表記）は，いずれの区も慣行と同等であった。温度処理期間中における暖房負荷の削減率は，22 -10 区で18.8%と最も

高く、次いで20 -12 区で15.6% ,22 -12 区で13.6% , 20 -14 区で8.7%の順で高かった。

以上により、3月開花作型の花芽分化期における温度処理は、EOD-heating処理以降の時間帯を10 (22 -10 区)とすると、暖房コスト削減効果は大きいが開花遅延や品質低下を招く可能性が高く、12 以上で慣行管理と同等となると考えられた。切り花品質の劣化がなく、最も暖房負荷の削減率が高くなったのは、20 -12 のEOD-heating処理であり、慣行管理と比較して開花の遅延は2日程度であった。通常生産現場においては、1作型における収穫期間は10日程度であり、2日の遅延であれば出荷に影響を及ぼさないことから、20 -12 のEOD-heating処理が最も有効であると考えられた。また、EOD-heating処理時温度を20 から22 に上げるよりも、EOD-heating処理以降の温度を12 から14 に上げることで慣行管理との発蕾日数の差は小さくなり、より慣行に近づくと考えられた。

(2) 1月開花作型 (試験2)

生育ステージごと、時間別の平均温度を表4に示した。花芽分化期における夜温の平均は、EOD-heating処理時間中はほぼ設定温度どおりであり、それ以降の時間帯は、設定よりもやや高く推移した。発蕾日数、到花日数、切り花品質および増加葉数は、両EOD処理区とも慣行区と同等であった(表6)。温度処理期間中における暖房負荷の削減率は、20 -14 区で9.5% ,20 -12 区で28.7%となった。

以上より、20 -12 のEOD-heating処理により、開花遅延することなく、切り花品質も同等に保た

れることが明らかとなった。ただし、本試験は花芽発達期において温度が下がりきらず、設定よりもやや高めに推移した結果であり、設定と同等まで温度が下がった場合には、試験1の20 -12 区と同様、最大で2日程度開花が遅延する可能性があると考えられた。

(3) 2月開花作型 (試験3)

生育ステージごと、時間別の平均温度を表4に示した。花芽分化期における夜温の平均は、いずれの区も設定温度どおり推移した。発蕾日数、到花日数、切り花品質および増加葉数は、両EOD処理区とも慣行区と同等であった(表7)。温度処理期間中における暖房負荷の削減率は、20 -14 区で15.0% ,20 -12 区で30.3%となった。

以上により、2月開花作型の花芽分化期でも、1月開花作型と同様、20 -12 のEOD-heating処理により、開花遅延することなく、切り花品質も同等に保たれることが明らかとなった。

これらの結果から、年明け開花作型の花芽分化期において、20 -12 のEOD-heating処理を行うと、到花日数、切り花品質は慣行管理と同等を維持した上で、暖房コストを15.6~30.3%削減できることが明らかとなった。その際、生育期間中の温度が最も低くなる3月開花作型では、発蕾日数がやや長くなるが、その遅延程度は2日程度であり、到花日数も発蕾日数と同様2日程度の遅延であるため出荷には問題なく、有効な技術であると考えられた。なお、3月開花作型においては、EOD-heating処理以降の時間帯を14 とすることにより、暖房コスト削減効果は8.7~15.0%と低くなるが、より到花日数が安定すると考えられた。

表4 各作型における時間帯別の平均温度()

試験	作型	処理区	栄養生長期		花芽分化期			花芽発達期	
			昼温	夜温	昼温	夜温		昼温	夜温
						EOD	EOD以降		
1	3月	22 - 12			19.1	21.7	12.1	19.4	14.1
		22 - 10			18.2	21.6	10.5	19.7	14.2
		20 - 14	16.5	14.2	18.4	19.6	13.9	19.2	14.5
		20 - 12			18.3	20.0	12.1	19.4	14.3
		慣行			18.6	16.7 ^z		18.9	14.7
2	1月	20 - 14	22.7	15.2	18.6	20.0	14.5	17.8	14.0
		20 - 12	22.7	15.5	18.8	19.9	13.9	18.2	14.2
		慣行	22.8	15.4	18.8	17.3		17.9	13.9
3	2月	20 - 14			18.1	19.9	13.7		
		20 - 12	17.5	14.8	18.0	20.0	12.1	18.0	15.0
		慣行			18.5	17.2			

^z 慣行区の平均夜温は、EODおよびEOD以降の時間帯を合わせた終夜の平均とした

表5 花芽分化期のEOD-heating処理が3月開花作型の生育および開花に及ぼす影響(試験1)

処理区	発蕾日数 (日間)	発蕾~ 収穫 (日間)	到花日数 (日間)	収穫時				長日処理終了後		暖房負荷 削減率 ^y (%)
				茎長 (cm)	節数 (節)	70cm 調整重 (g)	花径 (mm)	増加茎長 (cm)	増加葉数 (節)	
22 - 12	28.9ab ^z	27.3a	56.2a	77.3 a	43.4 a	63.4 a	22.9 a	43.7 a	23.7 a	13.6
22 - 10	30.4a	27.8a	58.2a	77.5 a	43.8 a	64.2 a	22.9 a	43.8 a	24.5 a	18.8
20 - 14	27.7b	27.3a	55.0a	76.8 a	43.2 a	60.0 a	23.8 a	42.3 a	23.8 a	8.7
20 - 12	29.5ab	26.8a	56.3a	77.0 a	41.9 a	58.4 a	23.7 a	44.4 a	22.6 a	15.6
慣行	27.4b	27.9a	55.3a	77.7 a	42.8 a	58.8 a	24.0 a	44.3 a	23.8 a	-

^z 同一列の異なるアルファベット文字間にTukeyの検定により5%水準で有意差あり

^y a式において算出した各処理区の暖房負荷(kw)について、慣行の暖房を100とした時の削減率



写真1 頭花の形状
(左：慣行区，右：22 - 10 区)

表6 花芽分化期のEOD-heating処理が1月開花作型の生育および開花に及ぼす影響(試験2)

処理区	発蕾日数 (日間)	発蕾~ 収穫 (日間)	到花日数 (日間)	収穫時				長日処理終了後		暖房負荷 削減率 ^y (%)
				茎長 (cm)	節数 (節)	80cm 調整重 (g)	花径 (mm)	増加茎長 (cm)	増加葉数 (節)	
20 - 14	22.6a ^z	26.4a	49.0a	104.2 a	50.4 a	47.0 a	24.4 a	49.2 a	22.5 a	9.5
20 - 12	22.7a	26.1a	48.8a	101.9 a	50.8 a	47.2 a	24.2 a	46.5 b	22.2 a	28.7
慣行	22.2a	26.2a	48.4a	101.8 a	50.8 a	52.5 a	24.9 a	46.7 ab	22.5 a	-

^z 同一列の異なるアルファベット文字間にTukeyの検定により5%水準で有意差あり

^y a式において算出した各処理区の暖房負荷(kw)について、慣行の暖房を100とした時の削減率

表 7 花芽分化期の EOD-heating 処理が 2 月開花作型の生育および開花に及ぼす影響 (試験 3)

処理区	発蕾日数 (日間)	発蕾～ 収穫 (日間)	到花日数 (日間)	収穫時				長日処理終了後		暖房負荷 削減率 ² (%)
				茎長 (cm)	節数 (節)	80cm 調整重 (g)	花径 (mm)	増加茎長 (cm)	増加葉数 (節)	
20 - 14	24.8	27.6	52.4	83.3	46.6	53.0	23.3	39.0	24.2	15.0
20 - 12	25.8	27.7	53.5	85.9	46.9	54.2	22.9	41.3	24.5	30.3
慣行	24.9	28.3	53.2	86.0	46.6	51.2	22.4	40.7	24.1	-

Tukey-kramer の検定により、全ての調査項目において各処理区間に 5% 水準で有意差なし

² a 式において算出した各処理区の暖房負荷 (kw) について、慣行の暖房を 100 とした時の削減率

3. 花芽分化期および花芽発達期の EOD-heating 処理が 発蕾および開花に及ぼす影響

1) 材料および方法

試験は 2018 年、2019 年に長崎県農林技術開発センター内圃場のビニルハウス内で実施した。供試品種、親株、育苗温度、処理方法については 2.1) と同様とした。各試験の処理区構成および生育ステージ別の温度管理は表 8、9 のとおりとした。

(1) 3 月開花作型 (試験 4)

2018 年 10 月 29 日に採種し、11 月 12 日から 2 週間育苗した後、発根苗を 11 月 26 日にプランター (試験 1 と同規格) に 1 プランター当たり 7 株定植した。11 月 26 日から 1 月 21 日まで夜温平均 15 となるよう加温した同一のビニルハウス内で長日処理を行った。長日処理終了後、プランターを小型温室内に移し、花芽分化期、花芽発達期それぞれについて表 8 の処理区構成で EOD-heating 処理を開始した。4 時間の EOD-heating 処理は 18:00 ~ 22:00 と

した。かん水および仕立て方法は試験 1 と同様とし、供試個体は 1 区 3 プランターを用い、21 株の反復なしとした。

(2) 1 月開花作型 (試験 5)

2019 年 9 月 17 日に採種し、9 月 30 日から約 2 週間育苗した後、発根苗を 10 月 15 日に小型温室に定植した。栽植方式、基肥は試験 2 と同様とした。10 月 15 日から 11 月 21 日まで長日処理を行い、長日処理終了後、花芽分化期、花芽発達期それぞれについて表 9 の処理区構成で EOD-heating 処理を開始した。かん水および仕立て方法は試験 1 と同様とし、供試個体は 60 株の反復なしとした。

両試験とも、調査項目および各処理区の温度測定は試験 1 ~ 3 と同様とし、前述の (a) 式により暖房負荷を試算した。

表 8 3 月開花作型における処理区構成および生育ステージごとの夜温設定 (試験 4)

	栄養生長期		花芽分化期		花芽発達期		
			EOD	EOD以降	EOD	EOD以降	
20 -14	・17	-10	15	20	14	17	10
20 -14	・15	-10	〃	20	14	15	10
20 -12	・17	-10	〃	20	12	17	10
20 -12	・15	-10	〃	20	12	15	10
慣行			〃	17		14	

各生育ステージとも、日中は 25 換気、13 加温とした。

表 9 1 月開花作型における処理区構成および生育ステージごとの夜温設定 (試験 5)

	栄養生長期		花芽分化期		花芽発達期		
			EOD	EOD以降	EOD	EOD以降	
20 -12	・17	-12	14	20	12	17	12
20 -12	・17	-10	〃	20	12	17	10
慣行			〃	17		14	

各生育ステージとも、日中は 25 換気、13 加温とした。

2) 結果および考察

(1) 3月開花作型(試験4)

生育ステージごと、時間別の平均温度を表10に示した。花芽分化期の夜温の平均は、ほぼ設定温度どおりで推移したが、花芽発達期は、EOD-heating処理以降の時間帯がやや高めに推移した。発蕾日数は、いずれの区も慣行区の26.3日と有意な差は認められなかったが、長くなる傾向(20-14区で0.4~0.8日、20-12区で1.7~2.4日)にあった(表11)。発蕾から開花までの日数は、いずれの区も慣行区と同等であった。到花日数は、いずれの区も慣行区と有意な差は認められなかったが、発蕾日数と同様に長くなる傾向(20-14・17-10区で0.2日、20-14・15-10区で0.6日、20-12・17-10区で2.2日、20-12・15-10区で2.8日)にあった。切り花品質および増加葉数は、いずれの区も慣行区と同等であった。温度処理期間中における夜間の暖房に係る暖房負荷の削減率は、慣行区と比較して20-12・15-10区で36.6%と最も高く、次いで20-12・17-10区で33.0%、20-14・15-10区で25.7%、20-14・17-10区で21.2%の順に高くなった。

以上により、花芽分化期は試験1と同様、20-12のEOD-heating処理では2日程度発蕾日数が長くなるが、EOD-heating処理以降の時間帯を14とすることで慣行管理と同等となることが明らかとなった。花芽発達期は17-10、15-10設定のいずれのEOD-heating処理でも、慣行管理と同等に開花すると考えられた。

(2) 1月開花作型(試験5)

生育ステージごと、時間別の平均温度を表10に示した。1月開花作型の花芽発達期間中の外気

温は、3月開花作型の花芽発達期間中の外気温よりも低く(図1)、17-10のEOD-heating処理でも遅延する可能性が考えられたことから、17-10に加え、EOD-heating処理以降の温度を上げた17-12のEOD-heating処理と慣行管理との比較試験を行った。

花芽分化期の夜温の平均はEOD-heating処理以降の時間帯がやや高めに推移した。花芽発達期は、EOD-heating処理の両区においてやや高めに推移した。発蕾日数、発蕾から開花までの日数、到花日数、切り花品質および増加葉数は両EOD処理区とも慣行区と同等であった(表12)。温度処理期間中における夜間の暖房に係る暖房負荷の削減率は、慣行区と比較して20-12・17-12区23.6%、20-12・17-10区で33.2%となった。

以上により、1月開花作型では花芽分化期を20-12、花芽発達期を17-10設定のEOD-heating処理を行うと、設定よりも開花および切り花品質は慣行管理と同等であり、暖房コストを33.2%削減できることが明らかとなった。

これらの結果から、年明け開花作型について、花芽分化期に20-12、花芽発達期に17-10のEOD-heating処理を組み合わせると、開花の遅延は最大2日程度で出荷には問題なく、切り花品質は慣行管理と同等を維持したまま、暖房コストを約30%削減することが可能であることが明らかとなった。

ただし、本試験は3月開花作型の花芽発達期や1月開花作型の花芽分化期、花芽発達期において、温度が下がりきらず設定よりもやや高めに推移した結果であり、それぞれ設定と同等まで温度が下がった場合には注意する必要がある。

表10 各作型における時間帯別の平均温度 ()

試験	作型	処理区				栄養生長期		花芽分化期			花芽発達期		
						昼温	夜温	昼温	夜温		昼温	夜温	
									EOD	EOD以降		EOD	EOD以降
4	3月	20	-14	・17	-10			18.5	20.1	13.9	19.3	17.3	11.7
		20	-14	・15	-10						19.6	15.2	11.4
		20	-12	・17	-10	17.2	15.1	17.6	20.2	12.1	19.5	17.4	11.9
		20	-12	・15	-10						19.7	15.2	11.6
		慣行						18.8		17 ^z	20		14.3
5	1月	20	-12	・17	-12	22.7	15.2	18.8	20.5	13.3	16.8	18.8	12.7
		20	-12	・17	-10	22.7	15.5	19.1	20.0	13.2	17.0	18.3	11.5
		慣行				22.8	15.4	19.2		17.1	17.5		14.0

^z 慣行区の平均夜温は、EODおよびEOD以降の時間帯を合わせた終夜の平均とした

表11 花芽分化期および花芽発達期のEOD-heating処理が生育および開花に及ぼす影響 (試験4)

処理区	発蕾日数 (日間)	発蕾～ 収穫 (日間)	到花日数 (日間)	収穫時				長日処理終了後			暖房負荷 削減率 ^z (%)		
				茎長 (cm)	節数 (節)	80cm 調整重 (g)	花径 (mm)	増加茎長 (cm)	増加葉数 (節)				
20	-14	・17	-10	26.7	30.8	57.5	107.0	52.7	52.5	24.1	50.0	26.4	21.2
20	-14	・15	-10	27.1	30.7	57.9	107.2	51.9	49.8	23.9	50.8	26.1	25.7
20	-12	・17	-10	28.0	31.5	59.5	104.6	51.0	53.1	24.2	48.7	25.0	33.0
20	-12	・15	-10	28.7	31.4	60.1	106.0	52.5	53.0	24.2	48.8	26.3	36.6
慣行				26.3	31.0	57.3	102.5	51.9	54.6	23.7	48.3	26.1	-

Tukeyの検定により、全ての調査項目において各処理区間に5%水準で有意差なし

^z a式において算出した各処理区の暖房負荷 (kw) について、慣行の暖房を100とした時の削減率

表12 花芽分化期および花芽発達期のEOD-heating処理が生育および開花に及ぼす影響 (試験5)

処理区	発蕾日数 (日間)	発蕾～ 収穫 (日間)	到花日数 (日間)	収穫時				長日処理終了後			暖房負荷 削減率 ^z (%)		
				茎長 (cm)	節数 (節)	80cm 調整重 (g)	花径 (mm)	増加茎長 (cm)	増加葉数 (節)				
20	-12	・17	-12	26.7	29.8	56.5	90.6	48.0	48.6	23.3	44.6	24.2	23.6
20	-12	・17	-10	26.8	29.7	56.5	89.7	47.7	49.9	23.4	44.4	23.9	33.2
慣行区				25.3	29.9	55.2	88.8	47.7	46.8	24.6	42.7	23.5	-

Tukeyの検定により、全ての調査項目において各処理区間に5%水準で有意差なし

^z a式において算出した各処理区の暖房負荷 (kw) について、慣行の暖房を100とした時の削減率

4. 総合考察

秋輪ギク「神馬」は、花芽分化期には16～18の加温が必要であることや、温度が不足すると開花遅延する場合があることが知られている(永吉, 2016)。本県でも最低気温が氷点下となる時期があり、そのような時期の暖房コストは多大で、低コスト化が可能な温度管理技術の確立が求められている。このことについて、キクの暖房コスト削減を目的とした技術としては、道園ら(2012b)がスプレーギクにおいて、短日処理期間中に20(3h)-13のEOD-heating処理を行うことにより、夜温18一定管理と比較して、ほぼ同等に開花し、暖房コストを15%程度削減できることを報告し

ている。川西ら(2012)は、スプレーギク21品種について、栄養生長期では17(3h)-9、花芽分化期では20(7h)-13、花芽発達期では17(3h)-11のEOD-heating処理を行うことにより、ほとんどの品種で慣行管理と比較して開花の遅延は3日以内で、切り花品質が同等となることを明らかにしている。輪ギクに関しては、佐藤ら(2011)や山形ら(2012)が、「神馬」の12月開花作型において、花芽分化期は20(4h)-10、花芽発達期は17(4h)-10のEOD-heating処理により、やや開花は遅延するが切り花品質は低下させず、暖房コストを削減できることが報告しているが、

本県では、生育期間中に厳寒期を経過する1~3月開花作型が多く、これらの作型におけるEOD-heating処理の効果については報告されていない。また、キクは花芽分化期と花芽発達期では温度要求が異なる場合が多く(小西, 1970)、各ステージにおける効果的な温度処理条件を検証する必要がある。そこで本研究では、1月から3月の開花作型における花芽分化期および花芽発達期の各生育ステージについて、EOD-heating処理の影響について調査し、より効果的な温度帯について検証を行った。

試験1~3において、花芽分化期におけるEOD-heating処理が発蕾、開花および切り花品質に及ぼす影響について検討を行った。その結果、いずれの作型でも、20 -12 のEOD-heating処理で、切り花品質は慣行管理と同等となった。また、キクにおいて、長日処理終了以降の増加葉数は花芽分化の指標として用いられるが(川田ら, 1987)、増加葉数は慣行管理と同等であったことから、発蕾までの日数は慣行管理と比較して2月開花作型で約1日、3月開花作型で約2日長くなったものの、花芽分化は正常に行われていると推察された。今回の試験では、電力消費量の測定は行っていないため、暖房負荷の試算を行ったところ、EOD-heating処理により長日処理終了から発蕾までの期間における暖房負荷を慣行管理と比較して15~30%程度削減できることから、1~3月開花作型の花芽分化期への有効性が示された。

試験4,5において、花芽分化期および花芽発達期の両生育ステージへのEOD-heating処理の組み合わせが、発蕾、開花および切り花品質に及ぼす影響について検討を行った。その結果、花芽分化期については試験1~3と同様、20 -12 のEOD-heating処理で発蕾日数が慣行管理と同等か2日程度の増加となり、長日処理終了以降の増加葉数も慣行管理と同等であった。このことから20 -12 のEOD-heating処理でも花芽分化は正常に進み、慣行管理と比較して発蕾日数の増加日数には年次変動がないことが確認された。輪ギク栽培では、需要期(物日)に合わせて出荷することが非常に重要となる。生産現場では1作型での収穫期間は10日程度であり、このことに対し、3月開花作型の2日程度の遅延は大きな問題でないため、安定した技術として導入が可能であると考えられ

た。また、遅延の日数に年次変動がないことから、長日処理終了を2日程度早めることで、慣行管理とほぼ同時期に収穫、出荷することも可能であると考えられる。なお、EOD-heating処理以降の時間帯を14 で管理すると、暖房負荷削減率は小さくなるが、到花日数は慣行管理と同じとなることが示唆された。

花芽発達期については、試験4の3月開花作型において、17 -10、15 -10 のいずれのEOD-heating処理でも、慣行管理と同等の到花日数および切り花品質が得られた。また、より気温の低い1月開花作型においても、17 -10 のEOD-heating処理を行うことで、発蕾から開花までの日数は慣行管理と同等となった。これらのことから、花芽分化期は20 -12、花芽発達期は17 -10 のEOD-heating処理と組み合わせることにより、安定して慣行管理と同等の到花日数、切り花品質を維持することが可能であり、長日処理終了から開花までの期間の暖房負荷を約30%削減できることが明らかとなった。

EOD-heating処理による暖房コスト削減効果について、温室暖房燃料消費試算ツール(高市ら, 2007)を用いて金額ベースで試算すると、1月~3月開花作型それぞれについて、1作型10a当たり15万~21万円の削減効果が得られると推察された(表13)。いずれも開花および切り花品質は同等であることから、同額の所得向上に繋がるものと考えられた。

表13 各温度管理による暖房経費の試算(万円)

	1月開花作型	2月開花作型	3月開花作型
慣行管理 ²	49.5	70.9	62.9
EOD管理 ³	34.6	49.6	44.0
削減額	14.9	21.3	18.9

² 温室暖房燃料消費試算ツール(野菜茶業高収益施設野菜研究チーム作成)により、花芽分化期および花芽発達期の暖房経費を試算

³ 慣行管理の暖房経費を30%削減した際の金額

以上の結果から、秋輪ギク主要品種「神馬」の年明けからの1月から3月開花作型において、花芽分化期および花芽発達期にEOD-heating処理を適用することにより、長日処理終了以降の期間において30%程度の暖房コスト削減を図りつつ、開花遅延および生育不良を生じない温度管理技術が確立された。なお、本研究はすべて小型温室内で実施したものであり、温室内の温度ムラは非常に

少ないと推測される。生産現場のハウスは規模が大きく、ハウス内や群落内において温度ムラが発生している可能性があることから、小型温室と同

様の結果が得られるかどうかについて、さらに検証を行う必要があると考えられる。

5 . 摘要

秋輪ギク「神馬」の1月～3月開花作型について、長日処理終了後における暖房コスト削減を目的として、EOD-heating処理が発蕾、開花および切り花品質に及ぼす影響について調査した。その結果、下記のことが明らかとなった。

1)花芽分化期は、日没後4時間を20℃、以降12℃とすることで、慣行の17℃一定加温と比較して発蕾までの日数は同等もしくは増加日数2日以内であり、切り花品質も同等となる。

2)花芽発達期は、日没後4時間を17℃、以降10℃とすることで、慣行の14℃一定加温と比較して発蕾から開花までの日数は同等となり、切り花品質も同等となる。

3)花芽分化期および花芽発達期の両ステージにおけるEOD-heating処理を組み合わせると、開花遅延、切り花品質の劣化を生じることなく、約30%の暖房コスト削減が可能である。

6 . 引用文献

道園美弦 . 2012a . 短時間昇温処理による開花促進に基づくスプレーギクの温度制御技術に関する研究 . 花き研報 . 12 : 1-46

道園美弦・久松 完・大宮あけみ・市村一雄・柴田道夫 . 2012b . 低温期のスプレーギク施設栽培におけるEOD-heatingの有効性 . 園学研 . 11(4) : 505-513

川田穰一・豊田 努・宇田昌義・沖村 誠・柴田道夫・亀野 貞・天野正之・中村幸男・松田健雄 . 1987 . キクの開花期を支配する要因 . 野菜茶試研報A . 1 : 187-222 .

川西孝秀・島 浩二・林 寛子・道園美弦・久松 完 . 2012 . 日没の時間帯からの短時間の昇温処理がスプレーギクの生育、開花および切り花品質に及ぼす影響 . 園学研 . 11(2) : 241-249

小西国義 . 1970 . 園芸植物の開花調節 (塚本洋太郎編) . 切花および鉢花の開花調節 . 誠文堂新光社 . p234-268

長崎県農業生産コスト高騰対策会議 . 2013 . 長崎県品目別コスト縮減戦略 (改訂版) . p2-5

永吉実孝 . 2016 . 農業技術体系花卉編 . 農文協 . 6 . 392の6

農林水産省 : 花き生産出荷統計 . 2019 . https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kaki/index.html

佐藤孝夫・山形敦子・間藤正美 . 2011 . EOD-Heating処理の処理温度や処理期間がキク切花品質に与える影響 . 園学研 . 10(別2) : 547 .

高市益行・川嶋浩樹・黒崎秀仁・安場健一郎 . 2007 . 我が国各地における各種温室の暖房燃料消費量の試算ツール . 野菜茶業研究成果情報 . 2007 : 9-10

山形敦子・佐藤孝夫・間藤正美 . 2012 . 花芽発達期におけるEOD-heating処理の最低温度が輪ギクの開花と切り花品質に与える影響 . 園学研 . 11(別2) : 519

Summary

We investigated the effect of end-of-day-heating treatment on the bud, flowering and cut flower quality of the chrysanthemum "Jimba" in January to March in order to reduce heating costs after night-break period. As a result, follows became clear.

1) In the flower bud differentiation stage, 20°C for 4 hours after sunset and maintained at 12°C thereafter, as a result the days to bud is the same or increase within 2 days, and the cut flower quality s also equivalent, as compared with the control plants (17°C in the dark period)

2) In the flower bud development stage, 17°C for 4 hours after sunset and maintained at 10°C thereafter, as a result the days from bud to flowering is the same, and the cut flower quality s also equivalent, as compared with the control plants (14°C in the dark period)

3) Arginine be included most in the composition of the amino acid in all cultivars, then, there was much proline or serine.

Combining the end-of-day-heating treatment at both the flower bud differentiation stage and the flower bud development stage, it is possible to reduce the heating cost by about 30% without delayed flowering and deterioration of cut flower quality.