

EOD処理が鉢物アジサイの生育開花および省エネ効果に及ぼす影響

田島明美・小林智彦^{1*}・千木良昭宏

要 旨

鉢物アジサイに対するEOD-heating処理（日没後4時間21℃以降11℃）により、夜温16℃一定と比較すると、各品種とも数日開花が遅延した。また、処理時間を4時間から3時間に短縮することによって、品種により数日開花が遅延した。草姿は、無処理と差がなく、処理時間を4時間から3時間に短縮しても草姿に大きな影響はなかった。年次格差が大きかったが（7～27%）、省エネ効果が認められた。しかし、EOD-lighting処理については、生育・開花にあまり影響がなかった。

以上の結果から、鉢物アジサイのEOD-heating処理は生育・開花に大きな影響を与えることなく、燃油消費量を削減できる有効な方法であると考えられた。

結 言

施設花き栽培では、暖房に欠かせない燃油価格の高騰により経営を圧迫され厳しい状況が続いており、低コストとなる効率的な温度管理技術が望まれている。近年、農業・食品産業技術総合研究機構花き研究所（現・農研機構野菜花き研究部門）において、EOD（End of Day）-heating（日没時短時間昇温）処理による花きの低コスト生産技術やEOD-lighting（日没後短時間FR光照射）処理による開花促進・草丈伸張等の技術が研究され、様々な品目への応用が期待されている。アフリカンマリーゴールドなどにおいてEOD-heating処理により開花促進効果が得られることが報告されており¹⁾、鉢物アジサイでは日没後4時間20℃へ昇温し、その後12℃に設定する温度管理（EOD-heating）で開花遅延や品質低下を招かず省エネ栽培が可能になると報告されている²⁾。また、カーネーションなどにおいて、EOD-lighting（FR光）処理による茎の伸長促進や開花促進効果が得られることが報告されている³⁾。現在では、EOD処理技術が生産現場でも活用されてきているが、さらに低コストで効率的な活用方法の開発が求められている。

本県の鉢物アジサイは全国有数の生産量を誇っており、栽培面積580 a、26万鉢が出荷されている（2

017年群馬県蚕糸園芸課調べ）。しかし、冬期に加温し3月下旬頃から母の日にかけて出荷する作型が多いため、燃料費の削減が経営上の課題となっている。そこで、本県の主要品目である鉢物アジサイにおいて、さらに低コストで効率的なEOD処理の活用方法を開発するため、EOD-heatingおよびEOD-lighting処理の効果について検討した。

試験方法

群馬県農業技術センターガラス温室（21m×7.2mの温室を農P0フィルムで奥行き13mに仕切った93.6㎡）内で試験を行った。暖房機には、2015年と2016年は小型温風機（ネポン社製 KA-203 出力20,000 kcal/h）を使用し、2018年は小型温風機（ネポン社製KA-205E 出力22,800kcal/h）を使用した。

1 EOD-heating処理効果の検討

2015年に品種間差の確認を目的に試験を行い、処理による省エネ効果と生育・開花への影響に大きな品種間差がないことが確認されたため、2016年は試験規模を拡大し、処理区と無処理区の温室を交換して処理効果を再確認するための試験を行った。2018年は、より省エネ効果の高い処理方法の検討を行った。

1)EOD-heating処理がアジサイの生育・開花と省エネ効果に及ぼす影響（2015年）

2014年4月30日～5月1日に「フェアリーアイ」、

^{1*} 西部農業事務所普及指導課

「ミセスクミコ」、「ラブリーハートピンク」、「グリーンヘルツ」、「はるな」を挿し木し、6月9～10日に3.5号鉢に鉢上げした。7月3日および8月6～7日に摘心し、赤系品種「フェアリーアイ」、「ミセスクミコ」、「ラブリーハートピンク」、「グリーンヘルツ」のみ、わい化剤であるダミノジッド水溶剤150倍液を8月27日に茎葉散布した。11月13日から夜温2℃設定で加温し、2015年2月2日に5号鉢に定植した。2月3日からEOD-heating処理区は夜間の暖房機の設定温度を日没後4時間は21℃、以降翌日の日没までは11℃設定とし、日中の換気温度を21℃に設定した。無処理区は、暖房機の設定温度を夜間16℃一定・日中11℃に設定し、日中の換気温度を21℃に設定した。供試株数は1区10鉢反復なし、促成開始からEOD-heating処理区は東側温室内、無処理区は西側温室内で試験した。

2) EOD-heating処理がアジサイの生育・開花と省エネ効果に及ぼす影響 (2016年)

2015年4月27日に「フェアリーアイ」、「グリーンヘルツ」を挿し木し、6月11～12日に3.5号鉢に鉢上げした。6月29日および7月31日の2回摘心を行い、ダミノジッド水溶剤150倍液を8月10日および25日の2回茎葉散布した。11月17日から夜温2℃の設定で加温し、2016年1月26日に5号鉢に定植した。2月3日からEOD-heating処理区および無処理区における夜間の暖房機の設定温度は2015年と同様とした。供試株数は1区10鉢3反復、促成開始からEOD-heating処理区は西側温室内、無処理区は東側温室内で試験した。

3) EOD-heating処理時間がアジサイの生育・開花と省エネ効果に及ぼす影響 (2018年)

2017年4月25日に「ミセスクミコ」、4月26日に「フェアリーアイ」を挿し木し、6月7日に3.5号鉢に鉢上げした。6月29日および7月28日に摘心し、8月8日および22日にダミノジッド水溶剤150倍液を茎葉散布した。11月17日から夜温2℃設定で加温し、2018年2月2日に5号鉢に定植した。2月8日から処理3時間区は夜間の暖房機の設定温度を日没後3時間は21℃、以降日没までを11℃設定とし、日中の換気温度を21℃に設定した。処理4時間区は夜間の暖房機の設定温度を日没後4時間は21℃、以降翌日の日没までを11℃設定とし、日中の換気温度を21℃に設定した。供試株数は1区10鉢3反復、促成開始からEOD-heating処理4時間区は西側温室内、3時間区は東側温室内で試験した。

2 EOD-lighting処理効果の検討

2015年4月27日に「フェアリーアイ」を挿し木し、6月11～12日に3.5号鉢に鉢上げした。6月29日および7月31日の2回摘心を行い、ダミノジッド水溶剤150倍液を8月10日および25日の2回茎葉散布した。11月中旬から夜温2℃設定で加温し、2016年1月26日に5号鉢に定植した。2月3日から暖房機の設定温度を夜間11℃一定に設定し、日中の換気温度を21℃に設定した。供試株数は1区10鉢反復なしとした。

R光区は、日没後1時間R (赤色) 光を照射し、FR光区は日没後1時間FR (遠赤色) 光を照射した。光源は、R光は鍋清株式会社のDPDL-R-9W、FR光は鍋清株式会社のDPDL-FR-9Wを使用し、定植時の生長点付近から1.5mの高さに3m間隔となるように設置した。

結 果

1 EOD-heating処理効果の検討

1) EOD-heating処理がアジサイの生育・開花と省エネ効果に及ぼす影響 (2015年)

EOD-heating処理により、開花日は無処理区と比較し全ての品種で遅れる傾向が見られ、一番遅れた品種は「グリーンヘルツ」で5日であった。「はるな」のみ、処理によって樹高、新梢長、花序が大きくなり、それ以外の品種では樹高、新梢長、花序が小さくなる傾向があった。装飾花色については、測定値の差も少なく、目視での差も確認されなかった (表1、図3、図4)。

促成開始から開花までの燃油消費量は、処理による削減量が最も多かった品種「フェアリーアイ」では無処理区(4月21日開花)が1,172L、処理区(4月22日開花)が847Lとなり、325L (27.7%) の削減となった。最も少なかった品種「ラブリーハートピンク」では無処理区(5月5日開花)が1,189L、処理区(5月6日開花)が873Lとなり、316L (26.6%) の削減となった (表1、図1)。生育期間中の各時間帯別平均気温は、図2のとおりであった。

2) EOD-heating処理がアジサイの生育・開花と省エネ効果に及ぼす影響 (2016年)

EOD-heating処理により、開花日は「フェアリーアイ」、「グリーンヘルツ」ともに3日遅れた。その他の項目では、一部で差が見られたが、生育全体として影響は少なく、商品性に影響はないと思われた。(表2)。

促成開始から開花までの燃油消費量は、「フェアリーアイ」では無処理区(4月13日開花)が898L、処

理区(4月16日開花)が815Lとなり、83L(9.2%)の削減となった。「グリーンヘルツ」では無処理区(4月16日開花)が903L、処理区(4月19日開花)が827Lとなり、76L(8.4%)の削減となった(表2、図5)。生育期間中の各時間帯別平均気温は、図6のとおりであった。

3) EOD-heating処理時間がアジサイの生育・開花と省エネ効果に及ぼす影響(2018年)

EOD-heating処理時間を4時間から3時間に短縮することによって、「フェアリーアイ」の到花日数は2日間長くなり、開花が遅れた。「ミセスクミコ」の到花日数は1日長くなったが、有意差はなかった(表3)。樹高、装飾花の色測値、新梢長および花序径は、いずれの品種もEOD-heating処理時間の違いによる

差はなかった。株径は、「フェアリーアイ」では4時間区よりも3時間区の方が大きくなり、「ミセスクミコ」では差がなかった(表3)。

促成開始から開花までの燃油消費量は、EOD-heating処理時間を4時間から3時間に短縮することによって11.4%削減できた(図7)。生育期間中の各時間帯別平均気温は、図8のとおりであった。

2 EOD-lighting処理効果の検討

EOD-lighting処理を行った結果、R光では4日、FR光では3日開花が遅れた。樹高、株径、新梢長、花序径は、無処理区よりR光およびFR光処理区の方が若干大きくなったが、大きな差はなかった。また、装飾花色も処理による差はなかった(表4)。

表1 EOD-heating処理がアジサイの生育、開花に及ぼす影響(2015年)

品種名	試験区	到花日数 ^{z)} (日)	樹高 (cm)	株径 (cm)	新梢長 (cm)	花序径 (cm)	装飾花色 ^{y)}		
							L*	a*	b*
フェアリーアイ	EOD	78 (4/22)	36.7	45.6	18.4	16.8	62.5	37.6	-7.3
	無処理	77 (4/21)	39.3	46.4	19.8	18.9	62.7	38.1	-6.8
ミセスクミコ	EOD	84 (4/28)	36.2	47.7	16.4	19.9	74.4	28.4	-0.3
	無処理	83 (4/27)	36.8	47.8	17.0	20.8	73.2	30.7	0.2
ラブリーハートピンク	EOD	92 (5/6)	32.1	43.2	14.8	18.7	73.4	28.4	0.6
	無処理	91 (5/5)	36.1	43.8	16.8	19.9	71.7	30.3	1.3
グリーンヘルツ	EOD	81 (4/25)	37.7	46.2	18.7	18.9	59.2	45.5	3.0
	無処理	76 (4/20)	38.8	46.9	21.2	20.0	59.8	44.1	3.4
はるな	EOD	83 (4/27)	31.9	36.6	14.0	18.0	50.9	15.1	-35.8
	無処理	79 (4/23)	28.1	35.8	13.4	16.9	52.1	14.2	-35.2

注) 調査日：開花時に随時調査 (n=10、反復なし)

z) 加温開始日から開花(株全体の2/3以上の花芽が開花した日)までの日数

y) 色彩色差計CR-100(MINOLTA社製)による測定値。L値は明度を表し、数値が低いほど色が濃い。a値は赤みを表し、数値が高いほど赤みが強い。b値は青みを表し、数値が低いほど青みが強い。

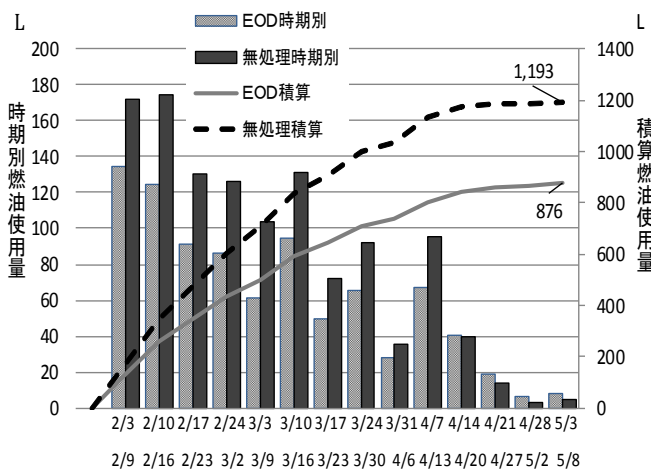


図1 促成期間中の燃油消費量(灯油)の推移(2015年)

注) 促成期間：2015年2月3日～5月8日

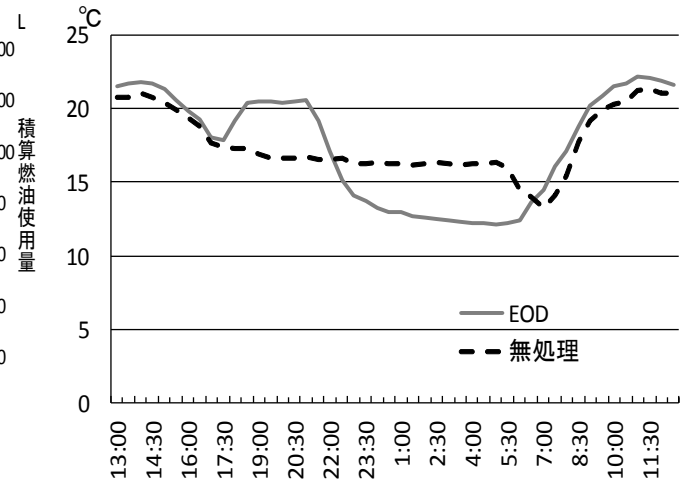


図2 促成期間中の各時間帯別平均気温(2015年)

注) 促成期間(2015年2月3日～5月8日)の平均値

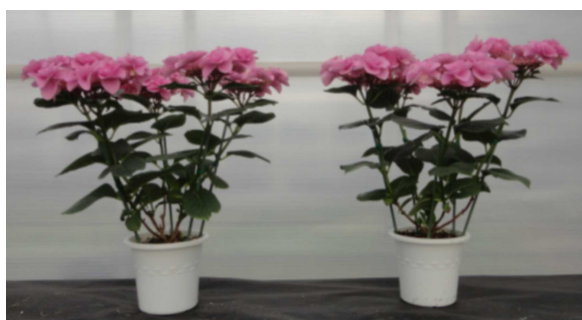


図3 「フェアリーアイ」開花時の生育状況 (左: EOD-heating処理区、右: 無処理区) (2015年)



図4 「グリーンハルツ」開花時の生育状況 (左: EOD-heating処理区、右: 無処理区) (2015年)

表2 EOD-heating処理がアジサイの生育、開花に及ぼす影響(2016年)

品種	試験区	到花日数 ^{z)} (日)	樹高 (cm)	株径 (cm)	新梢長 (cm)	花序径 (cm)	装飾花色 ^{y)}		
							L*	a*	b*
フェアリーアイ	EOD	73 (4/16)	36.8	44.8	20.4	19.4	63.2	36.6	-8.1
	無処理	70 (4/13)	37.7	45.6	20.4	19.0	65.4	36.8	-7.7
	t 検定 ^{x)}	**	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
グリーンハルツ	EOD	76 (4/19)	34.1	43.8	18.0	18.1	60.6	42.9	1.0
	無処理	73 (4/16)	34.7	45.2	20.8	19.6	62.3	42.3	0.1
	t 検定 ^{x)}	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*

注)、z)、y)は表1に準じる (n=10、3反復)。

x) *は5%、**は1%水準で有意差があることを示し、nsは有意差なしを示す (n=10・3反復)。

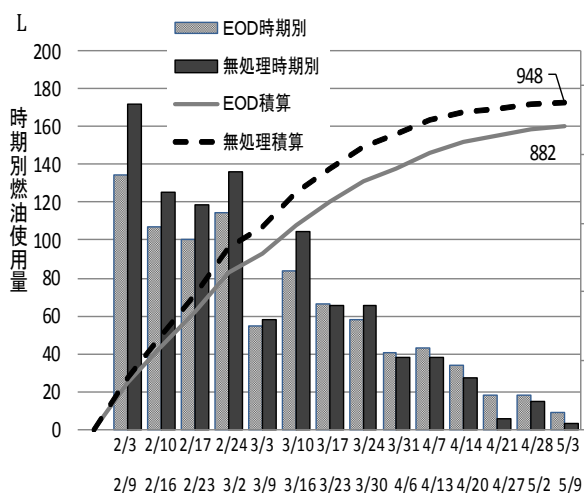


図5 促成期間中の燃油消費量(灯油)の推移(2016年)
注) 促成期間: 2016年2月3日~5月9日

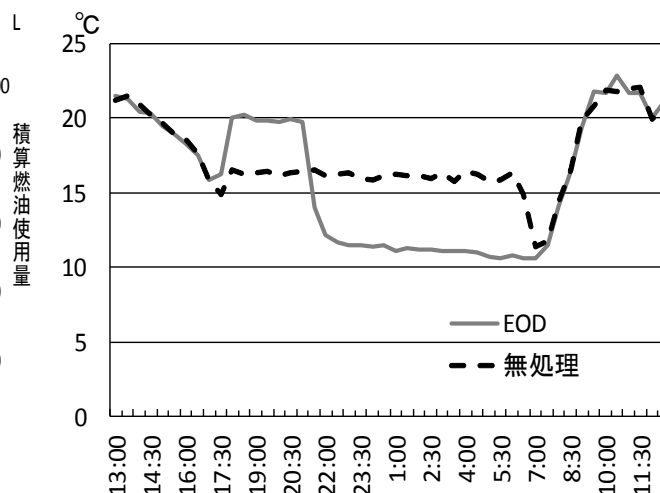


図6 促成期間中の各時間帯別平均気温(2016年)
注) 促成期間(2016年2月3日~5月9日)の平均値

表3 EOD-heating処理時間がアジサイの生育、開花に及ぼす影響(2018年)

品種	試験区	到花日数 ^{z)} (日)	樹高 (cm)	株径 (cm)	新梢長 (cm)	花序径 (cm)	装飾花色 ^{y)}		
							L*	a*	b*
フェアリーアイ	3時間	73 (4/21)	42.7	46.6	22.3	16.8	64.5	39.7	-6.6
	4時間	71 (4/19)	40.5	44.5	20.7	16.8	65.1	39.3	-6.3
	t 検定 ^{x)}	**	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
ミスカミコ	3時間	78 (4/26)	36.5	47.2	18.6	19.5	77.0	27.2	-0.1
	4時間	77 (4/25)	36.2	45.6	18.8	19.3	76.4	28.4	-0.5
	t 検定 ^{x)}	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

注)、z)、y)は、表1に準じる (n=10、3反復)。 x)は、表2に準じる。

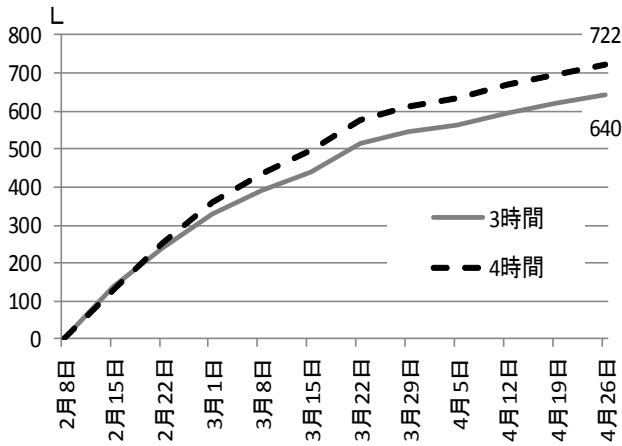


図7 EOD-heating処理時間が燃油消費量に及ぼす影響 (2018年)
注) 調査期間：加温開始から開花まで

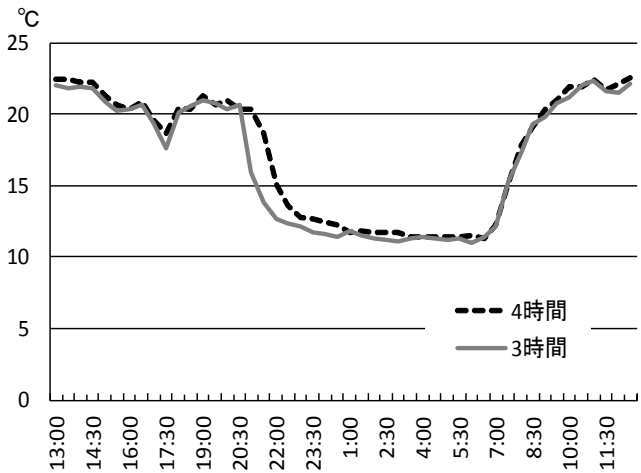


図8 促成期間中の時間帯別平均温度(2018年)
注) 促成期間 (2018年2月8日～4月26日) の平均値

表4 EOD-lighting処理がアジサイ「フェアリーアイ」の生育、開花に及ぼす影響(2016年)

処理区	到花日数 ^{z)} (日)	樹高 (cm)	株径 (cm)	新梢長 (cm)	花序径 (cm)	装飾花色 ^{y)}		
						L *	a *	b *
R光	74 (4/17)	39.2	48.4	21.4	21.8	64.0	37.9	-7.7
FR光	73 (4/16)	38.0	48.9	22.0	20.7	63.4	37.9	-8.0
無処理	70 (4/13)	37.7	45.6	20.4	19.0	65.4	36.8	-7.7

注)、z)、y)は、表1に準じる (n=10、反復なし)。

考察

EOD-heating (日没後4時間21°C、以降夜温11°C) 処理が開花に及ぼす影響については、夜温16°C一定と比較した場合、2015年、2016年ともにいずれの品種も数日遅れ、2016年では有意差が認められたことから、処理によってやや開花遅延すると思われた。また、処理時間を4時間から3時間に短縮することによって品種によりやや開花遅延した。

EOD-heating処理が草姿に及ぼす影響については、無処理と比較して概ね差がなかった。また、処理時間を4時間から3時間に短縮しても、草姿に大きな影響はなかった。

EOD-heating処理の省エネ効果については、夜温16°C一定と比較した場合、2015年は26.6%、2016年は7.0%となり、2016年は2015年と比較すると大きく減少した。これは、暖冬傾向で最低気温が高く推移したことが考えられる (図9)。2015年は処理区を東側温室内に設置し、2016年は処理区を西側温室に設置したが、北側に通路があるため東側温室よりも西側温室の方が保温性が高く、早朝の温室内日照条

件もほとんど変わらなかった (図10、表5)。そのため、2016年の方が処理区の条件が良かったと考えられ、暖冬傾向であったこと以外に2016年の省エネ効果が低かった理由は見当たらなかった。2015年4月中旬以降および2016年の4月上旬以降は無処理区よりもEOD処理区の方が燃油消費量が上回っており、外気温が高い時にはEOD処理による省エネ効果は得られないと思われた (図1、図5、図9)。日ごとの燃油消費量の差 (無処理区-EOD処理区) と日没直前の外気温との関係における近似曲線 ($r=-0.458$) から判断すると、日没直前の外気温が21°C以上の場合には、EOD処理による省エネ効果は得られないと推測される (図11)。日ごとの外気の最低気温との関係における近似曲線 ($r=-0.696$) から判断すると、最低気温10°C以上の場合にはEOD処理による省エネ効果は得られないと推測された (図12)。最低

気温の方が、省エネ効果との相関が高いことが示された。また、処理時間を4時間から3時間に短縮することによって、燃油消費量をさらに11.4%削減できた。処理時間短縮によって、品種により開花が遅れ

たものの、数日の遅れであり、また草姿も大きく変わらなかったことから、処理時間の短縮は栽培上のメリットが大きいと思われた。

EOD-lighting処理については、生育開花に大きな差はなく、今回の処理方法ではアジサイへの生育開花に大きな影響を及ぼさないと考えられた。

これらの結果から、アジサイの促成栽培において、EOD-heating処理は、やや開花遅延するものの、外気の最低気温10℃未満または日没直前の外気温21℃未満の低温期では、燃油消費量の削減効果が期待できると思われた。

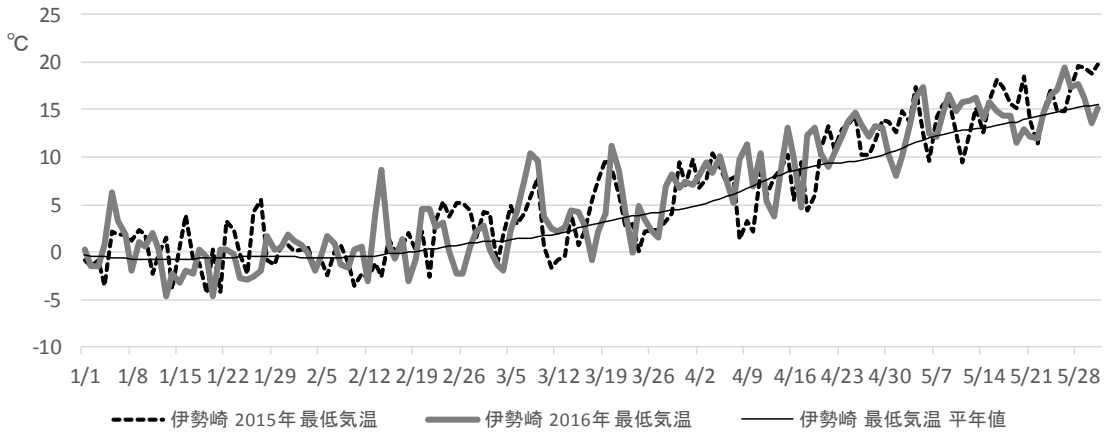


図9 2015年と2016年の伊勢崎の最低気温の推移 (気象庁アメダスデータ)

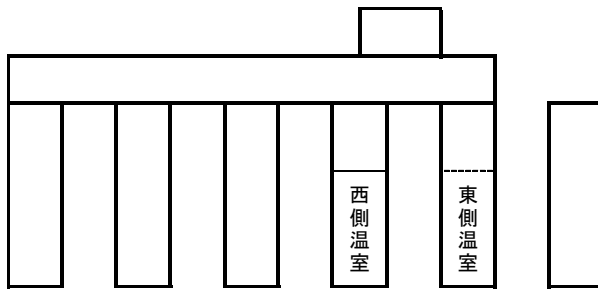


図10 供試した温室の見取り図

表5 2月24日6時45分から7時4分間の平均照度 (2019年)

	東側温室	西側温室
照度 (lx)	1,570	1,514

注) 東側温室は6時45～49分および7時00～04分間の2回測定し、西側温室は6時50～54分および6時55～59分間の2回測定した。いずれもベンチ直上の9地点を測定した。

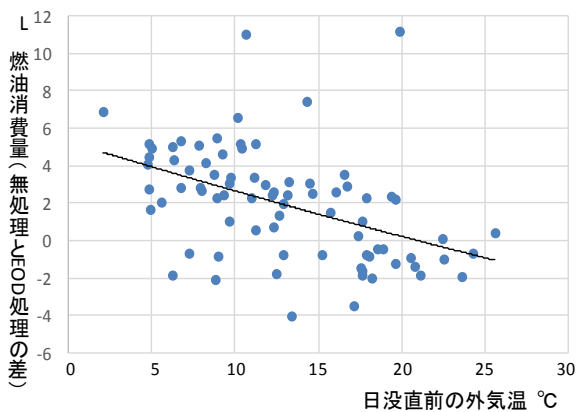


図11 日ごとの燃油消費量の差 (無処理区-EOD処理区) と日没直前の外気温との関係 (2015、2016)

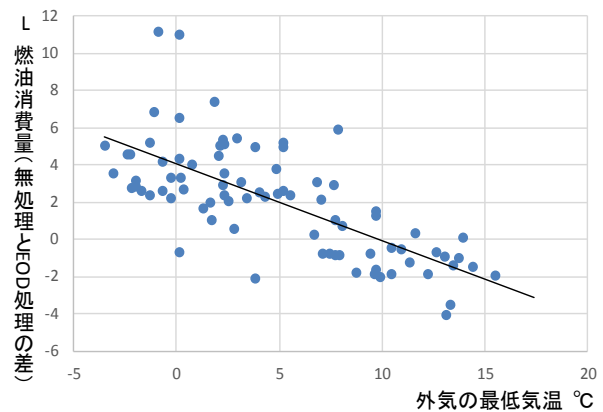


図12 日ごとの燃油消費量の差 (無処理区-EOD処理区) と外気の最低気温との関係 (2015、2016)

引用文献

- 1) 道園美弦・久松完・大宮あけみ・柴田道夫. 2010. 植物環境工学 (J. SHITA). 8-14.
- 2) 高山智子・石川貴之・近藤恵美子. 2015. 日没後の短時間昇温処理 (EOD-heating) による鉢花・花壇苗の省エネ栽培技術の開発. 埼玉農総研研報. 14 : 44-47.
- 3) 住友克彦・山形敦子・島浩二・岸本真幸・久松完. 2009. 数種切り花類の開花および茎伸長に及ぼす明期終了時の短時間遠赤色光照射 (EOD-FR) の影響. 花き研報. 9 : 1-11.

(Key Words:Hydrangea,EOD,Energy saving)

Effect of end-of-day treatment on the growth and anthesis of potted hydrangea and on energy saving

Akemi TAJIMA, Tomohiko KOBAYASHI, Akihiro CHIGIRA

Summary

The effect of end-of-day (EOD) treatment on the growth and anthesis of potted hydrangea and on energy saving was evaluated. Compared to the condition of a constant night temperature of 16°C, EOD-heating treatment (21°C for four hours from sunset and 11°C thereafter) resulted in a delay of a few days in blooming for some cultivars. The shortening of the heating time from four hours to three hours also had the same effect. The grass shape was not significantly influenced by the shortening of the heating time and remained similar to the control. Although some energy saving effect was observed, its annual difference was large (7-27%). However, shortening the heating time enabled a reduction in the fuel oil consumption without marked effect on the growth and bloom. EOD-lighting treatment, similarly, did not have any remarkable effects on growth and bloom.