

ワイルドライスおよびノリウツギの生育
ならびに栽培に関する研究

Research on growth and cultivation of wild rice and paniced hydrangea

2022.3

東京農工大学大学院

連合農学研究科

生物生産科学専攻

穴澤 拓未

目次

序論	1
第1章 ワイルドライスの収量性および特性	4
第1節 生育および収量性	
第2節 選抜調査	
第3節 破生通気組織の観察	
第4節 花粉飛散・自家受粉率調査	
第2章 ノリウツギ切り花栽培における開花調節技術の開発	32
第1節 被覆資材を用いた開花促進技術の開発	
第2節 剪定による開花抑制技術の開発	
第3節 前年の剪定法が開花に及ぼす影響	
第3章 ノリウツギ鉢花栽培における草姿改善技術の開発	50
第1節 わい化剤の効果の検証	
第2節 剪定法が鉢物の草姿および開花に及ぼす影響	
第3節 施肥法が鉢物の草姿および開花に及ぼす影響	
第4節 わい化剤、剪定法および施肥法の組み合わせの検討	
第5節 挿し木法の検討	

第4章 遮光, 紫外線および夜温がノリウツギの花色変化に及ぼす影響	79
第1節 遮光が花色変化に及ぼす影響	
第2節 紫外線カットが花色変化に及ぼす影響	
第3節 夜温が花色変化に及ぼす影響	
第5章 ノリウツギの休眠性と萌芽に必要な低温要求量の検討	100
第1節 品種による低温要求性の検討	
第6章 ノリウツギの早期開花および新規花色を有する新品種育成	118
第1節 ‘山梨22-1’の育成	
第2節 ‘山梨24-1’の育成	
総合考察	130
要旨	138
Summary	141
謝辞	145
引用文献	147

序論

近年、米価の低迷や水田農家の高齢化などを背景に、耕作を放棄された休耕田が増加しており社会的にも問題となっている。本研究では、山梨県などの休耕田対策の一助とするため、湛水土壌や湿潤土壌を好むといった水田転作作物として有望な形質が期待されるワイルドライス

(*Zizania palustris*) およびアジサイ属の一種であるノリウツギ (*Hydrangea paniculata*) に注目した。農作物の産地間競争が激しさを増す中、他産地との差別化を図るため、オリジナル性の高い品目が求められており、これらの植物は、国内で大規模な産地を形成しているところはなく、新しい地域の特産物となりうる可能性を有している。

ワイルドライスは別名アメリカマコモと呼ばれる、湛水条件下で生育が可能なイネ科マコモ属の植物 (n=15) である。子実部を食用とし、主にアメリカ・カナダにおいて、分布・栽培されている(岡, 1989)。ワイルドライスは、穂の上部に雌花、下部に雄花をもつ雌性先熟の雌雄異花同株植物である。花数では雄花の方が多いがバイオマスの分配は雌花の方に多い。また、植物の生育環境がよいと雌花が多くなる傾向にある(岡, 1989)。雌花は開花後約 10 日で種子が成熟するが、花や穂、個体ごとに成熟期が均一でない。雄花は花粉放出の直後に脱落する。ワイルドライスは湛水条件下で生育できるため、水田栽培の可能性が高いと考えられ、休耕田における水田再編対策として興味深い作物である(源馬ら, 1993)。また、水田を湛水状態で使用できるため、新規投資をほとんど必要としないというメリットがある。日本で販売されているワイルドライスは全て北米などからの輸入によるもので、国産ワイルドライスの商業的な栽培は報告されていない。

ノリウツギは、日本全体に広く分布するアジサイ科アジサイ属の落葉低木である。花序は円錐

花序で、装飾花を多くつけるものは鉢花および切り花として利用されている。アジサイ類の多くは、前年に伸長した枝に開花する旧枝咲きの開花特性を持つ（清水，2002）。そのため、一般的にアジサイの鉢花栽培は、春～初夏に挿し木を行い、秋季に花芽分化した株を翌年の春に開花させて出荷する栽培が行われており、出荷まで1年程度の栽培期間が必要である（篠崎，1994）。一方、新梢咲きの特性を有するノリウツギは、新梢に当年で開花するため、旧枝咲きのアジサイよりも、栽培期間を短縮することが可能である。

また、アジサイ類の切り花利用については、年々増加傾向にあり、贈答用やブライダル向けに需要が拡大している。アジサイ類の切り花には2種類あり、一つは開花直後に収穫したものを「フレッシュ」と呼び、もう一つは、開花終了後にピンク～赤色に変色するまで待って収穫したものを「アンティーク」と呼ぶ（北村，2016）。また、「アンティーク」は別名「秋色アジサイ」とも呼ばれ秋季の商材として流通する。ノリウツギについても「フレッシュ」および「アンティーク」の両方で切り花として出荷が可能であり、山梨県内で生産が始まっている。

アジサイの花色は、土壌のpHが低くなるほど鮮やかな青色となり、pHが高くなるほど桃色になる（鶴島，1971）ことが知られているが、ノリウツギの花色は土壌pHの影響をほとんど受けず、開花初期は白色である。その後、生育とともに徐々に桃色に変化する品種が多い。しかし、このようなノリウツギの花色変化に及ぼす要因や、鮮明な花色変化を得るための栽培管理条件は明らかにされていない。

本論文は第6章から構成されている。第1章では、ワイルドライスの生育と収量性について検討し、出穂期や稈長に関して選抜調査について述べる。さらにワイルドライスの根、茎および葉の断面における破生通気組織の観察を行い、加えて花粉飛散や自家受粉率について明らかにしよ

うとした。第2章では、ノリウツギの切り花栽培における開花調節を目的として、被覆資材を用いた開花促進効果、および剪定による開花抑制効果について検討した。第3章では、ノリウツギの鉢花栽培においてコンパクトな草姿の鉢花を仕立てる目的で、わい化剤や剪定、施肥法について検討する。第4章では花色に影響を及ぼす生理的条件である光、および温度に着目し、ノリウツギの花色変化について栽培環境面から述べる。第5章ではノリウツギの休眠性について、萌芽の低温要求量や品種間差について検討を行う。さらに、第6章ではノリウツギの開花期や花形、および花色について改良した山梨県オリジナル品種の育成について述べる。

第1章 ワイルドライスの収量性および特性

緒言

ワイルドライス (*Zizania palustris*) はイネ科マコモ属の植物で、子実部を食用とし、主にアメリカ・カナダにおいて、分布・栽培されている(岡, 1989)。ワイルドライスは、穂の上部に雌花、下部に雄花をもつ雌性先熟の雌雄異花同株植物である。花数では雄花の方が多いがバイオマスの分配は雌花の方に多い。また、植物の生育環境がよいと雌花が多くなる傾向にある(岡, 1989)。雌花は開花後約10日で種子が成熟するが、花や穂、個体ごとに成熟期が均一でない。雄花は花粉放出の直後に脱落する。

近年、減反政策に伴う休耕田の増加を背景に、休耕田対策の作物の試作が各地で行われている。その1つとして、ワイルドライスはいくつもの有望な性質を備えている。湛水条件下で生育できるため、水田栽培の可能性が高いと考えられ、休耕田における水田再編対策として興味深い作物である(源馬ら, 1993)。また、水田を湛水状態で使用できるため、新規投資をほとんど必要としないというメリットがある。

収穫指数は平均11%、最高17%に達する(Willson・Ruppel, 1984)。また、ワイルドライスの子実は栄養的価値が極めて高く、健康食品としても注目されている。白米と比較してみると、タンパク質は約2倍、食物繊維は約3倍、マグネシウムは4.6倍、リンは3.6倍、鉄は5.3倍である。ビタミン類では、B1は6.4倍、B2は21.0倍、ナイアシンは3.9倍と、タンパク質、ミネラル、ビタミン含有量が極めて高いのが特長である(Oelke, 1976; 村上, 1988)。ワイルドライスは、

栄養的価値の高さに加えて、『穀物のキャビア』と称されるほど食味がすばらしいことが既に知られている(有松・林, 1985). 日本での販売価格は, 1 キログラム当たりおよそ 2000 円~4000 円で, 白米のおよそ 5 倍~10 倍という高級食材となっている. 日本で販売されているワイルドライスは全て北米などからの輸入によるもので, 国産ワイルドライスの商業的な栽培は報告されていない.

野生集団から選抜育成された‘K2’や‘Netum’などの現在の栽培品種は, 完全な栽培型ではなく, 脱粒性や種子休眠, 出穂の同時性等の面で野生型の特徴を持つことが栽培の障害となっている(Oelke, 1993).

ワイルドライスは湛水条件下で生育が可能であり, その植物形態学的根拠として破生通気組織の存在が考えられる. 植物の根は通常過湿条件下において呼吸することができず, 窒息死する. イネやハスなど過湿条件に適応する植物では根の内部に通気組織を持っており, 地上部から酸素を根にまで送り届けている(星川, 1975). しかし, ワイルドライスにおいても同様な機能があるかどうかは不明である.

本研究では, ワイルドライスの日本における栽培の可能性を探るため, その生育と収量性を調査する目的で行った. 2004 年は水田及び畑条件で, 2005 年は水田のみで成長解析, 生育調査および収量調査を行った. また, 出穂期や稈長に関して選抜を行い, 選抜効果を調査した. さらにワイルドライスの根, 茎および葉の断面における破生通気組織の観察, ならびに花粉飛散や自家受粉率についても調査した.

第1節 生育および収量性

緒言

マコモ (*Zizania*) 属植物はイネ連 (Oryzaceae) に属し, *Zizania palustris* L., *Zizania aquatica* L., *Zizania texana* Hitchcok および *Zizania latifolia* Turcz. の4種がある. *Zizania latifolia* Turcz. は東アジア原産であり, 他の3種は北アメリカ原産である. また *Zizania palustris* L. と *Zizania aquatica* L. は, ともに一年生であり, ワイルドライスと呼ばれている. 他の2種は多年生である (渡部ら, 1986).

ワイルドライスは北アメリカ唯一の固有の穀物で古くからアメリカ先住民の採集食糧であった. カナダではオンタリオ, マニトバ, サスカチュワンなどの諸州で, 主として浅い湖水や川の野生集団から収穫されるのに対し, アメリカ合衆国では20世紀後半から栽培化が始まった. 野生集団から選抜育成された 'K2' や 'Netum' などの現在の栽培品種は, 完全な栽培型ではなく, 脱粒性や種子休眠, 出穂の同時性等の面で野生型の特徴を持つことが栽培の障害となっている (Oelke, 1993).

本節では, ワイルドライスの日本における栽培の可能性を探るため, その生育と収量性を調査する目的で行った.

材料と方法

供試品種は2002年に名古屋大学和田富吉先生から譲渡していただいた Z-13K2 を毎年世代更新したものを用いた. 種子は2004年, 2005年共に前年収穫後1週間以内に70%エタノール中に3分間浸漬して殺菌し, 冷蔵庫内(約5°C前後)で水中保存したものを用いた. 播種は, 2004年には3月29日と4月13日に, 2005年には4月4日と4月18日に宇都宮大学峰キャンパスのハウス内

で 60 cm×30 cm×3 cm の田植機移植用育苗箱に行った。床土は水稲用育苗培土(ゼオライト入り；日本培土)を 1 箱あたり 2 cm 程度の深さに入れた。育苗培土の肥料成分は 1 箱あたり N 1.0 g, P 3.0 g, K 1.5 g であった。また、覆土としてバーミキュライトを播種後の育苗箱に薄く散布した。

2004 年, 2005 年共に宇都宮大学峰キャンパス水田圃場 (黒ボク土)に移植した。施肥は有機配合ひとふりくん (8-8-8) (JA 全農, 東京) を 40 kg/10 a 施用した。2004 年において, 水田への移植は 4 月 21 日と 5 月 6 日に行い, 前者を早植え区, 後者を遅植え区とした。栽植密度は 22.2 株(30 cm×15 cm)とし, 1 株あたり 1 本植えで水田に移植し, 反復は設けなかった。畑への移植は 5 月 6 日に 1 株あたり 1 本植えで, うね幅 60 cm, 株間 5 cm の密度で行った。畑の施肥条件は化成肥料(3-10-10)を 67 kg/10 a と被覆尿素 LP100(尿素含量 40%)を 5 kg/10 a とした。また畑条件における灌水は天水によるもののみとした。

2005 年において, 水田の移植は 4 月 28 日と 5 月 12 日に行い, 前者を早植え区, 後者を遅植え区とし, 栽植密度 22.2 株の 1 株 3 本植えで移植した。また, コシヒカリを同じ条件で隣接して移植した。移植の 20 日前に浸種・殺菌・催芽を施したコシヒカリの種籾を育苗箱に 1 箱あたり 50 g(乾籾重)播種し, 宇都宮大学環境調節実験棟 32/27°C室で出芽させ, 22/17°C室で育苗したものを利用した。

両年ともに生育期間中の除草は除草剤を使用せず物理的に行った。また, イネミズゾウムシの発生が多かったため, 移植後 10 日に殺虫剤 (トレボン粒剤, 三井化学アグロ (株), 東京) を 10 a あたり 2 kg 散布した。また, ワイルドライスは収穫期の脱粒性が激しいので, 完熟前の穂に袋かけを行った。収穫まで水深はほぼ 5~10 cm を保った。

2004 年には水田および畑において生育が平均的な 5 個体を対象に, 草丈・茎数・葉齢・葉緑素

示度 (SPAD 値)・葉面積・乾物重(葉身・葉鞘・茎)の 6 項目を調査した。移植期から収穫期まで 2 週間おきに計 5 回行った。2005 年には水田のワイルドライスおよびコシヒカリについて生育が平均的な 5 個体を対象に、草丈・茎数・葉緑素示度 (SPAD 値)・葉面積・乾物重(葉身・葉鞘・茎)の 5 項目を 2 週間おきに計 9 回調査した。草丈は地際から最上位葉の先端もしくは穂の先端までを測定した。茎数は主茎と分けつ数の和とした。葉齢は第 1 葉(不完全葉)を含む葉数を調査した。葉緑素示度の測定には、葉緑素計 (SPAD-502, ミノルタ (株), 大阪)を用い、最上位完全展開葉中央部 5 箇所を測定し、その平均値を求めた。葉面積は自動面積計 (AA M-8 型, 林電工 (株), 東京)を用い、完全に枯死した部分は除いて計測した。葉身・葉鞘・茎に分け、80℃の通風乾燥機を用いて 72 時間以上乾燥させ、乾物重を測定した。また、石井・深川(2004)の方法に従い、成長解析を行った。

地上部乾物重の増加量とその期間の全天日射量の比より、太陽エネルギー利用効率 (Solar Energy utilization; E_u , %) を算出した。植物体のエネルギーは乾物 1 g あたり 16,800 J で計算した(吉田, 1995)。全天日射量の値は、気象庁の地域気象観測システム『アメダス (AMeDAS, Automated Meteorological Data Acquisition System)』による宇都宮の観測値を用いた。

2004 年において収穫は早植え区・遅植え区ともに 8 月 2 日に行った。2005 年において早植え区の収穫は 8 月 11 日、遅植え区の収穫は 8 月 17 日に行った。生育が平均的な 10 個体を対象に収量構成要素(穂数・1 穂粒数・稔実歩合・子実 1000 粒重)と子実収量を調査した。稔実歩合は、全粒数のうち、不稔粒を除く稔実した粒数の割合 (%) とした。子実収量は水分 15% に換算した。

結果

2005年のコシヒカリがスズメやムクドリ等によって食害を受けた。従って、コシヒカリの生育調査における移植12週以降の乾物重に関するデータは省略することとする。ワイルドライスは早期に袋かけを行ったため、鳥による食害はみられなかった。

表1-1に生育調査の結果を示した。表中の早WR区、遅WR区はそれぞれ早植えワイルドライス区、遅植えワイルドライスを表す。同様に早コシ区、遅コシ区はそれぞれ早植えコシヒカリ区、遅植えコシヒカリ区を表す。収穫期における草丈は2005年にコシヒカリでは100cmほどであったが、ワイルドライスでは150cmほどであった。また、早WR区と遅WR区の比較では、2004年、2005年ともに、遅WR区の方が草丈の生育が早い傾向を示した。

畑区に関しては移植後6週には出穂した個体があったが、移植を行ってから草丈の成長はほとんどなく、移植後10週に枯死した(畑区の表は省略)。

収穫期の茎数は、2004年(1株1本植え)に約9本、2005年(1株3本植え)に約12本であった。なお、2005年にコシヒカリでは17本ほどであった。また、早WR区と遅WR区の比較では、2004年、2005年ともに遅WR区の方が茎数の増加が早い傾向を示した。また、畑条件のワイルドライスにおいて分けつは見られなかった。

ワイルドライスの葉齢は移植後4~6週に、葉齢9~10で止葉が出現し、出穂した。畑条件では移植後6~8週に出穂した。

2005年においてSPAD値の最大値は移植後6~8週で45前後であり、コシヒカリの最大値40前後よりも高い値を示した。2004年においても、ワイルドライスのSPAD値は早WR区、遅WR区ともに移植後4~10週において45前後で推移した。なお、2005年の収穫期におけるSPAD値の比較

では、ワイルドライスは収穫期においても高い値を維持した。畑条件におけるワイルドライスでは、移植後2週から20前後で推移し、移植後8週にやや低下した。

表1-1 生育調査の結果

調査項目 (調査年)	試験区	移植後経過時間(週)				
		2	4	6	8	10
草丈(cm)						
(2004年)	早WR区	31.2	46.9	73.2	119.1	119.7±1.4
	遅WR区	32.1	58.9	114.1	124.1	119.7±1.8
(2005年)	早WR区	30.0	48.1	66.6	134.0	156.6±6.7
	遅WR区	35.4	55.9	99.8	133.6	142.8±6.5
	早コシ区	27.2	34.1	40.4	68.0	85.6±1.4
	遅コシ区	25.3	36.6	57.0	81.2	93.6±2.1
茎数(本)						
(2004年)	早WR区	1.0	2.4	3.6	8.6	8.6±1.3
	遅WR区	1.0	2.6	5.0	6.0	5.8±0.4
(2005年)	早WR区	3.0	6.8	12.4	11.8	11.2±1.2
	遅WR区	3.0	9.2	13.0	14.0	12.4±2.0
	早コシ区	3.0	7.4	20.0	21.8	19.4±2.1
	遅コシ区	3.0	11.6	19.8	20.2	17.6±1.6
葉齢(齢)						
(2004年)	早WR区	5.6	8.1	9.2	9.2	9.4±0.3
	遅WR区	5.0	9.0	9.4	9.6	9.6±0.4
葉緑素示度 (SPAD値)						
(2004年)	早WR区	24.6	39.5	46.6	48.9	48.5±1.3
	遅WR区	24.5	44.8	47.0	48.0	44.6±0.9
(2005年)	早WR区	22.9	34.3	42.9	46.2	45.0±1.9
	遅WR区	24.5	40.3	46.0	45.6	41.3±1.9
	早コシ区	26.6	37.1	43.2	42.1	38.6±0.9
	遅コシ区	26.9	42.8	41.1	38.5	35.2±1.1

値は5個体の平均値。移植後10週のみ5個体の標準偏差を付記

早は早植え、遅は遅植え、WRはワイルドライス、コシはコシヒカリを示す

草丈は地際から最上位葉の先端もしくは穂の先端までの測定値を示す

茎数は主茎と分けつ数の和を示す

葉数は第1葉(不完全葉)を含む葉数を示す

成長解析の結果を図 1-1 に示した。成長解析は、石井・深川(2004)の方法に従って、以下の項目について行った。本試験は植物体の地上部のみを解析の対象とした。

面積当たりの乾物重の増加速度、すなわち個体群成長速度(crop growth rate;CGR, $\text{g m}^{-2}\text{day}^{-1}$)を、次式で計算した。

$$\text{CGR}=(W_2-W_1)/(t_2-t_1)$$

ここで W は土地面積当たりの乾物重 (g)、 W_1 と W_2 はそれぞれ時期 t_1 および t_2 における土地面積当たりの乾物重である。また、CGR は $\text{CGR}=\text{NAR} \times \overline{\text{LAI}}$ と表される。

NAR は、個体群における純同化率(net assimilation rate ;NAR, $\text{g m}^{-2}\text{day}^{-1}$)で、次式で計算した。

$$\text{NAR}=(W_2-W_1)/(t_2-t_1) \times (\ln L_2 - \ln L_1) / (L_2 - L_1)$$

ここで L は、土地面積当たりの葉面積 (m^2)、つまり葉面積指数(leaf area index;LAI, $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$)である。 L_1 と L_2 はそれぞれ t_1 および t_2 における葉面積指数である。また、 $\overline{\text{LAI}}$ 、平均葉面積指数を、次式で計算した。

$$\overline{\text{LAI}}=(L_2-L_1)/(\ln L_2 - \ln L_1)$$

ここで、 L_1 と L_2 は、それぞれ t_1 および t_2 における葉面積指数である。

ワイルドライスの CGR は、2004 年、2005 年ともに移植後 6~8 週に最大値をとり、その後減少する傾向がみられた。最大値は、2004 年に遅 WR 区で約 $12.9 \text{ g m}^{-2}\text{day}^{-1}$ 、2005 年に早 WR 区で約 $18.5 \text{ g m}^{-2}\text{day}^{-1}$ であった。ワイルドライスの NAR は 2004 年には移植後 6~8 週に早 WR 区で最大値約 $29.8 \text{ g m}^{-2}\text{day}^{-1}$ をとり、2005 年には移植後 8~10 週に遅 WR 区で最大値約 $15.1 \text{ g m}^{-2}\text{day}^{-1}$ を示した。2005 年のコシヒカリでは、概ね生育とともに緩やかに減少する傾向を示した。NAR の生育

後半の試験区間差は CGR の変化と対応した。

ワイルドライスの平均 LAI ($\overline{\text{LAI}}$) は, 2004 年, 2005 年ともに概ね生育とともに増加する傾向を示したが, 両年とも遅 WR 区において移植後 8~10 週にはやや減少した。最大値は 2004 年に移植後 6~8 週に早 WR 区で $0.54 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, 2005 年には移植後 8~10 週に早 WR 区で最大値約 $1.62 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ を示した, $\overline{\text{LAI}}$ の生育後半の試験区間差は CGR の変化に対応していた。

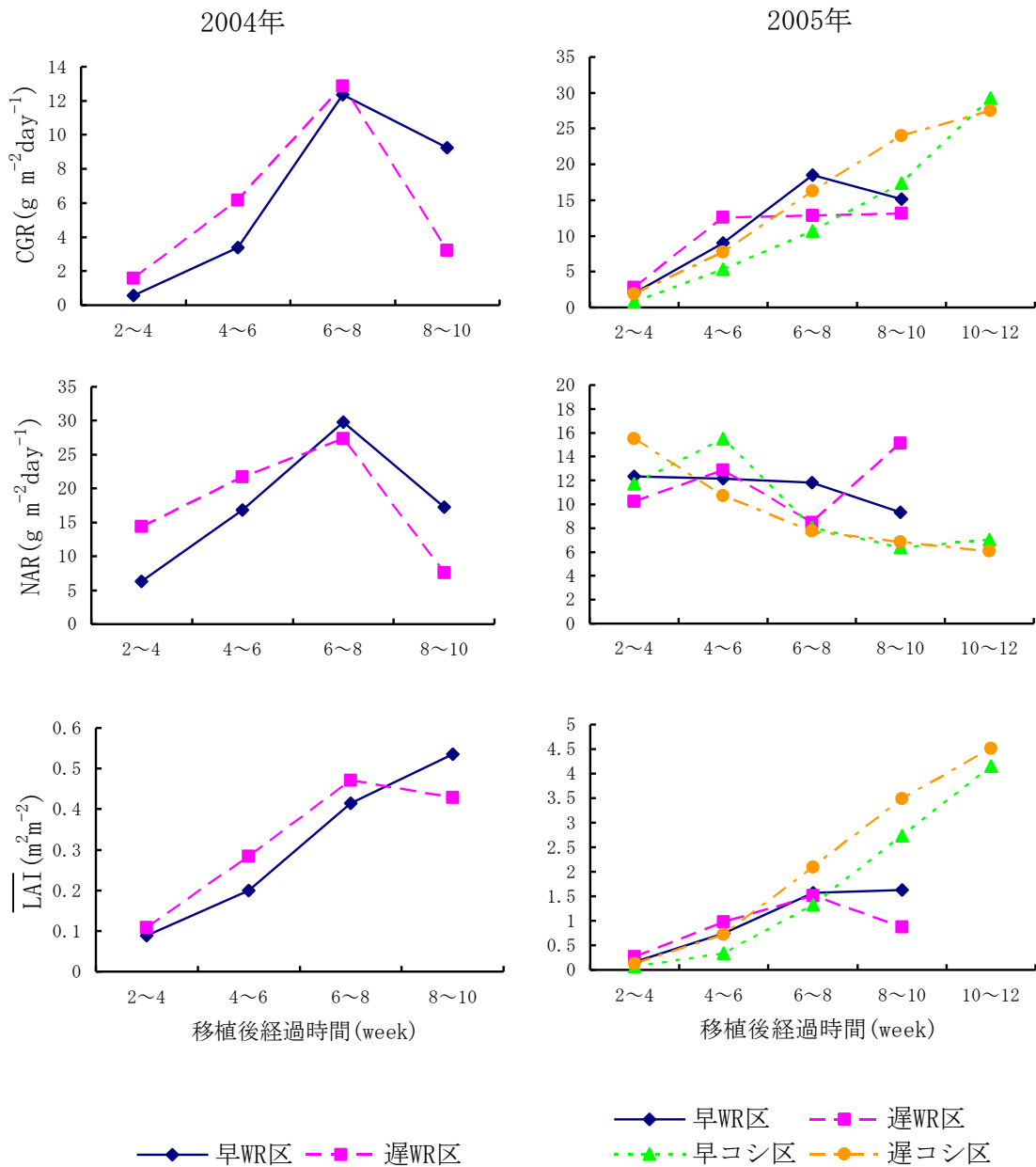


図 1-1 成長解析の結果.

早は早植え，遅は遅植え，WR はワイルドライス，コシはコシヒカリを示す

$$\text{CGR(個体群成長速度)} = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)$$

$$\text{NAR (純同化率)} = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1) \times (\ln L_2 - \ln L_1) / (L_2 - L_1)$$

$$\overline{\text{LAI}} (\text{平均用面積指数}) = (L_2 - L_1) / (\ln L_2 - \ln L_1)$$

W は乾物重，t は時期，L は葉面積指数を示す

2004年と2005年の太陽エネルギー利用効率の推移を表1-2に示した。ワイルドライスのEuは2004年、2005年ともに生育とともに増加し、移植後6~8週で最大値をとり、その後概ねやや減少する傾向がみられた。最大値は2004年に遅WR区で1.3%、2005年に早WR区で約2.1%であった。また、全生育期間の平均値は2004年には0.61%、2005年では1.3%であった。

表1-3に収量構成要素を示した。2004年における子実収量は早植え区で106 kg/10a、遅植え区で107 kg/10 aを示した。2005年における子実収量は早植え区で184 kg/10 a、遅植え区で166 kg/10 aを示した。穂数において早植え区と遅植え区では2004年には同様の値をとったのに対し、2005年には早植え区で150.1 本/ m²、遅植え区では230.9 本/ m²と、遅植え区のほうが高い値を示した。1穂粒数において早植え区と遅植え区では2004年には同様の値をとったのに対し、2005年は早植え区で48.7、遅植え区では43.5と、遅植え区でやや低い値を示した。稔実歩合において早植え区と遅植え区では2004年には概ね同様の値をとったのに対し、2005年は早植え区で82.9%、遅植え区では65.9%と、遅植え区で低い値を示した。子実1000粒重においても早植え区と遅植え区では2004年には概ね同様の値をとったのに対し、2005年は、早植え区で28.0 g、遅植え区では23.3 gと、遅植え区でやや低い値を示した。

表1-2 太陽エネルギー利用効率の推移 (%)

(調査年)	移植後経過時間 (週)				
試験区	2~4	4~6	6~8	8~10	10~12
(2004年)					
早WR区	0.1	0.4	1.2	0.9	
遅WR区	0.2	0.6	1.3	0.3	
(2005年)					
早WR区	0.2	0.8	2.1	2.0	
遅WR区	0.3	1.4	1.7	1.7	
早コシ区	0.1	0.5	1.2	2.3	3.7
遅コシ区	0.2	0.9	2.1	3.0	3.0

早は早植え、遅は遅植え、WRはワイルドライス、コシはコシヒカリを示す
地上部乾物重および全天日射量より、太陽エネルギー利用効率(Solar Energy utilization;Eu,%)を次式より算出.

$$Eu(\%) = [(W_2 - W_1) \times 16,800] / \text{全天日射量}$$

(W_1 と W_2 は、それぞれ時期 t_1 および t_2 における土地面積当たりの地上部乾物重. また、全天日射量も t_1 から t_2 の間の積算値. また、植物体のエネルギーは乾物1gあたり16,800Jで計算.)

表1-3 ワイルドライスにおける収量構成要素

試験区	穂数 (本/m ²)	1穂粒数 (粒/本)	稔実歩合 (%)	子実 1,000粒重 (g)	子実収量 (kg/10a)
(2004年)					
早植え区	97.7±16.9	45.8±5.3	86.8±1.5	27.3±1.8	106±15.9
遅植え区	97.7±5.6	45.6±1.7	81.9±0.5	29.3±0.6	107±5.0
(2005年)					
早植え区	150.1±15.0	48.7±4.8	82.9±2.4	28.0±1.1	184±25.1
遅植え区	230.9±25.7	43.5±4.3	65.9±4.5	23.3±1.2	166±31.1

数値は平均値±標準誤差(n=5)

子実収量は、穎を除いたものを用い、水分は15%に換算した

考察

ワイルドライスの草丈は通常 2~3 m に達すると報告されている(小山, 1984 ; 村上, 1988). しかし, 本試験では 120~150 cm 程度であった. これは栽培環境の水深の差が影響していると考えられる. 150 cm という草丈は水稻と比較すると大きく, 倒伏も危惧される. 本試験でも 2005 年に局所的に倒伏がみられた. 今後の育種目標として短稈化が挙げられる. 収穫期の茎数は 2005 年に 12 本/株であった. これは, 約 226 本/ m² である. Lee・Stewart(1984)は穂数が 75 本/ m² 以上に達することが経済的成功の限界としているため, 本試験の結果は経済的に有望であると考えられる. ワイルドライスは, 葉緑素含量は水稻よりも高いが, 光合成の効率は水稻と比較して低いという性質を有することが推察された.

CGR は生育前半では LAI が大きく寄与しており, 後半では NAR に支配されている傾向を示した. 石井・深川(2004)は, 個体群の成長速度は, 太陽エネルギーの遮断量にほぼ比例するため, 個体群による日射受光量を生育期間にわたって最大化することが栽培技術として求められるとしている. ワイルドライスにおいてもより大きな LAI をより長期間保つことが必要と考えられる.

ワイルドライスの太陽エネルギー利用効率は, 最大で 2.1% であった. 広田ら(1978)は水稻で 4.5~5%, 大豆で 3~3.5% と報告しているが, ここでのワイルドライスの値はそれらよりも低かった.

ワイルドライスの収量は, 2004 年に 107 kg/10a, 2005 年に 184 kg/10a, 2 年平均で 141 kg/10a であった. 10 a あたり 141 kg という収量は日本におけるワイルドライスの市場価格が水稻の 5~10 倍と高価であるから, 採算性において有望であると考えられる. また, 生育年が異なるので一概に比較は困難であるが, 1 株 3 本植えの方が 1 株 1 本植えよりも収量が高くなる傾向が示唆

された。そのため今後は栽植密度と収量性についての検討が求められる。

第2節 選抜調査

緒言

ワイルドライスは、穂の上部に雌花、下部に雄花をもつ雌性先熟の雌雄異花同株植物である。花数では雄花の方が多いがバイオマスの分配は雌花の方に多い。また、植物の生育環境がよいと雌花が多くなる傾向にある(岡, 1989)。雌花は開花後約10日で種子が成熟するが、花や穂、個体ごとに成熟期が均一でない。また、雄花は花粉放出の直後に脱落する。種子は1-3°Cの冷水中における数ヶ月の貯蔵により休眠が打破されて発芽する。種子は乾燥には弱いので収穫後すぐに冷水中に保存しないと種子の発芽能力が消失するとされているが、源馬・三浦(1986)は4~6ヶ月間乾燥貯蔵した種子でも、20~40日間冷水浸漬処理することによって15.0~27.5%発芽したと報告している。

穂の構造と開花習性から他殖性の植物と考えられる。また、ワイルドライスは、穂の雌性部と雄性部の間に、中間ゾーンをもつ個体がある。そこには、雄花・雌花いずれかだけでなく、自家受精をする両性小花をもつ枝梗が1本~2本観察される(Qinqinら, 1998)。両性小穂において、雄ずいや子房は非常によく生育する。ワイルドライスにおける両性花の役割は明らかではないが、進化に関するものであると考えられる(Qinqinら, 1998)。

本章では、以上のようなワイルドライスの性質を踏まえながら、早生・晩生・短稈・長稈の4つの形質に関して選抜を行い、選抜効果を調査する目的で行った。

材料と方法

2003年に直径16 cmワグネルポット内で栽培した品種Z-13K2について、出穂期と草丈の記録より早生短稈・早生長稈・晩生短稈・晩生長稈の形質を示した各上位5個体を選抜し、種子を選抜個体別に採取した。それを2004年に水田において1株1本植えて栽培後、選抜の効果を調査した。さらに2004年に再度各形質について5個体ずつ選抜を行い、種子を採取した。なお、反復は設けなかった。

2004年、2005年に、前章と同じ早植え区・遅植え区において、それぞれ早生短稈・早生長稈・晩生短稈・晩生長稈系統を20株ずつ1株1本植えて、出穂期および収穫期の草丈について調査した。また、2005年にはカナダのワイルドライス農家(Riese's Canadian Lake Wild Rice)から譲渡していただいた種子(以下カナダ種子と呼ぶ)について、同様の条件で移植し、出穂期および収穫期の草丈に関して比較を行った。

結果

各選抜個体の出穂期および収穫期の草丈を表1-4に示した。また、カナダ種子についての調査結果も付記した。

2004年の出穂期における比較では、早植え区の晩生長稈系統で早生系統よりも2~3日出穂期が遅くなった。他の系統では大きな差はみられなかった。2005年の出穂期における比較では、早植え区の晩生長稈系統で早生短稈系統、早生長稈系統よりも7~10日出穂期が遅くなった。また、2005年の遅植え区では、早生短稈系統と晩生短稈系統が同時期に出穂し、早生長稈系統と晩生長稈系統が同時期に出穂し、出穂期の選抜効果はみられなかった。

2004年の草丈における比較では、早植え区の晩生長稈系統で他の系統よりも7~8 cm高い値を示した。遅植え区では晩生系統では晩生長稈の方が5 cm程度高い値を示したが、早生系統では早生短稈系統の方が6 cm程度高くなるという逆の結果を得た。2005年の草丈における比較では、早植え区、遅植え区ともに、また、どの系統においても長稈系統の方が短稈系統よりも約8~23 cm高い値を示した。また、2005年には早植え区の各系統の方が遅植え区の各系統に対して草丈の値が高くなる傾向を示した。

カナダ種子についてみると、早植え区・遅植え区ともにカナダ種子のほうが品種Z-13K2のどの系統と比較しても出穂期は約8~21日早く、草丈は約29.3~57.7 cm低い値を示した。

表1-4 各選抜個体の出穂期および収穫期の草丈

(試験区) 調査項目	早生短稈	早生長稈	晩生短稈	晩生長稈	カナダ種子
(2004年早植え区)					
出穂期(月/日)	5/27±0.6	5/26±0.6	5/27±0.6	5/29±0.5	
草丈(cm)	109.8±2.4	110.1±2.7	111.6±2.4	118.3±2.1	
(2004年遅植え区)					
出穂期(月/日)	6/3±0.5	6/3±0.5	6/4±0.5	6/5±0.5	
草丈(cm)	118.5±2.8	112.6±2.9	110.7±2.1	115.6±2.7	
(2005年早植え区)					
出穂期(月/日)	6/7±1.0	6/10±1.1	6/9±0.9	6/17±0.7	5/27±1.1
草丈(cm)	111.7±4.1	122.4±3.0	108.7±2.9	129.1±2.6	71.4±4.6
(2005年遅植え区)					
出穂期(月/日)	6/9±0.7	6/17±1.4	6/9±0.7	6/17±0.9	6/1±1.4
草丈(cm)	96.1±3.7	108.2±3.8	107.0±2.4	119.7±2.7	66.8±2.7

数値は平均値±標準誤差(n=5)

考察

Hays・Stucker(1987)はワイルドライスにおける出穂の同時性について選抜実験を行い、1回の選抜で3~6%の改善が可能であり遺伝力は30~50%であったと報告している。また、Evert・Stucker(1983)は、脱粒抵抗性に関して集団選抜を行い、遺伝力は0.55~0.58という結果を得ている。さらに、脱粒性の改善は主茎のほかに分けつにも認められ、脱粒性についての選抜は開花や成熟の早晩に影響しなかったと報告している。

ワイルドライスは、‘Netum’、‘K2’、‘Johnson’、‘M1’などの品種が野生集団から選抜されている(Oelke, 1993)。これらの品種はすべてある程度の非脱粒性をもつが十分でない。また、各品種は集団内に相当の遺伝的変異を含むので2次選抜が可能である(岡, 1989)。本試験では、2004年、2005年の試験の結果、‘Z-13K2’より早生系統と晩生系統で出穂期が7~10日程度差をもち、短稈系統と長稈系統で約8~23 cm 差をもつ系統を作出することに成功した。しかし、ワイルドライスは他殖性の植物であるため、選抜効果が逆転したり、効果がみられない場合もあり、選抜の効率は低いと考えられる。また、野生型の性質が残っているため、形質が均一ではなく、系統間、個体間さらには分けつごとに差がみられた。ワイルドライスの選抜に関しては長期間の継続が必要である。また、日本の水田に適応させることを目的としてさらに選抜を続けることにより、形質を改善できる可能性が高い。

第3節 破生通気組織の観察

緒言

ワイルドライスは北米の湖や川に自生していた植物であるから、日本の水田のような湛水条件下で生育が可能である。その植物形態学的根拠として破生通気組織の存在が考えられる。有門(1992)はワイルドライスとマコモ (*Zizania latifolia*) の形質を比較する中で通気組織の存在について報告している。植物の根は通常過湿条件下において呼吸することができず、窒息死する。イネやハスなど過湿条件に適応する植物では根の内部に通気組織を持っており、地上部から酸素を根にまで送り届けている。イネの根では地上部からの酸素を呼吸に使うと同時に、根の先端部から酸素を土中に出し、土の中の亜酸化鉄を酸化鉄にかえる。その酸化鉄の膜は湛水状態で発生しやすい硫化水素などの有害物質からイネの根を保護する役割を果たすが、ワイルドライスの形態に関する知見は少ない。

本研究は、ワイルドライスの根、茎および葉の断面における破生通気組織・諸形態を観察する目的で行った。

材料と方法

2003年に環境調節実験棟 22/17°C室で直径 16 cm ワグネルポットに栽培した品種 Z-13K2 の葉齢 9~10 の個体を用い、徒手切片法またはマイクロスライサーで、生体の葉、茎、および根の切片を作り、光学顕微鏡(オリンパスシステム生物顕微鏡 BHS)で断面を観察した。デジタルカメラ(顕微鏡用デジタルカメラシステム NY2000S3 スーパーシステム, CA MEDIA C-5060 Wide Zoo m, オリンパス(株), 東京)で各組織断面の顕微鏡写真を撮影した。

結果

ワイルドライスにおける根の断面の様子を図 1-2 に示した。皮層においてその大部分が退化し、空洞化している様子が観察された。その部分が破生通気組織である。また、中心柱の内部に発達した導管が観察された。

図 1-3 にワイルドライスにおける茎の断面の様子を示した。中央部に大きな髓腔があり、組織はその周囲にある。維管束は周辺の厚膜組織の中に埋まって多くの小維管束があり、そのおののとおのに対応したような位置に大維管束がある。大維管束はやや内側に大型のものと、厚膜組織付近にやや小型のものの 2 種類が観察される。すなわち大維管束は内・外 2 層に並んでいるといえる。また、大維管束内では導管と篩管の様子が観察された。

図 1-4 にワイルドライスにおける葉(中肋部)の断面の様子を示した。葉身中肋部は裏面側に大きく突出している。中肋では大・中型の維管束が裏面側に並び、内部に大きな通気孔が観察された。また、葉身の表側には機動細胞がほぼ等間隔に並んでいる様子が観察された。機動細胞はイネ科植物の葉の上表皮に特有の組織で、葉の水分が減少すると膨圧を失って収縮する(星川, 1975)。維管束は大、小ともに維管束鞘に囲まれ、維管束鞘には葉緑体がわずかしか存在しない。また、葉身の裏面側には毛が観察された。

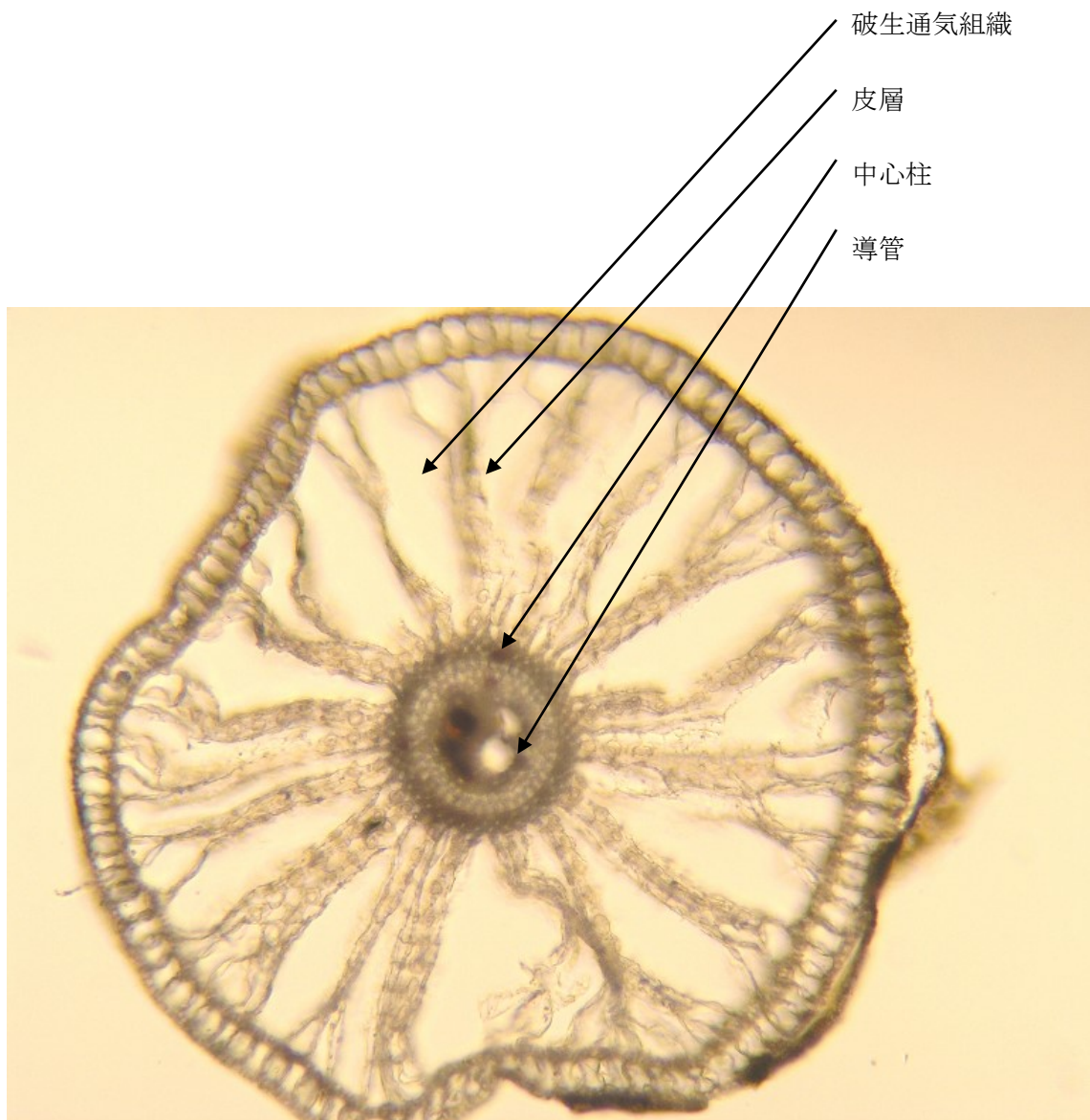


図 1-2 ワイルドライスにおける根の断面の様子

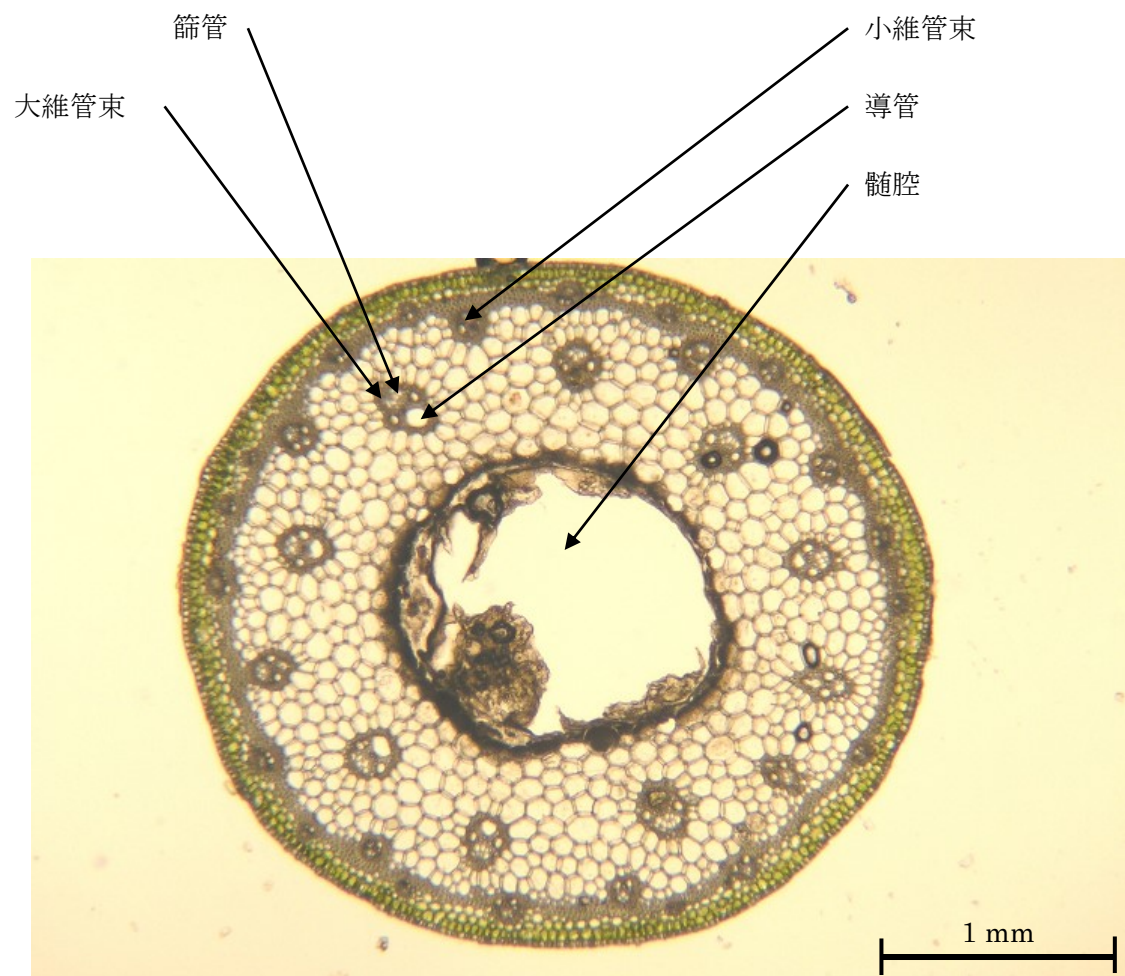


図 1-3 ワイルドライスにおける茎の断面の様子.



図 1-4 ワイルドライスにおける葉(中肋部)の断面の様子.

考察

ワイルドライスでは根、茎および葉において破生通気組織(通気孔)が観察された。これは有門(1992)の結果と一致した。このことから、湛水条件下においても生育が可能な形態を備えていることが示唆された。また、ワイルドライスとイネの形態の間には多くの類似点見出すことができる。破生通気組織の形状や、維管束の配置、機動細胞の様子などはほとんど共通しているものと考えられる(星川, 1975)。

一方、十分な日照下で生育したイネの葉身上表面は葉脈部分が隆起していることが知られているのに対し、本試験に用いたワイルドライスの葉身では隆起が見られなかった。イネの葉身では光不足の条件になると葉脈部分の隆起が低くなり、葉の厚さが薄くなる傾向がある。本試験で供試したワイルドライスも冬季に宇都宮大学環境調節実験棟内で生育させたため、日照不足となった可能性は否定できない。イネは十分な日照下で葉身上表面を隆起させることにより、単位葉面積当たりの葉緑素数を増加させ、光合成能力を高く維持していると考えられている。ワイルドライスにおいてもこのような機能があるかどうかは不明であるが、今後検討する必要がある。

ワイルドライスの形態に関して記された資料は少ないため、葉身の特徴以外にも、胚の構造および種子根と冠根の比較や、稈構造と耐倒伏性の評価などの調査を進める必要がある。今後、ワイルドライスの構造的特徴を明らかにすることで、日本の水田に適した栽培技術の確立へ向けての前進が期待される。

第4節 花粉飛散・自家受粉率調査

緒言

ワイルドライスの花序は上部に雌花の小穂を，下部に雄花の小穂を付ける構造をもつ。また，ワイルドライスは風媒花ゆえ長い稈長の穂に多量の花粉を着けた方が花粉の散布に有利であるが，なぜ雌花が雄花より先に開花するのか，また，なぜ雌花が雄花より上に位置するかは不明である（三枝ら，1993）。そこで，本研究ではワイルドライスの花序構造に関する疑問を解決する一助となる知見を得る目的で，花粉の飛散する時間帯や自家受粉率について調査した。

材料と方法

2002年に直径16 cm ワグネルポット内で栽培した品種 Z-13K2 を用いて花粉飛散量の日中変化を調査した。花粉飛散量について，午前8時より夕方17時まで30分おきに計測した。無=0・微=1・小=2・中=3・多=4・甚=5の6段階で評価し，晴天と曇天の2日間調査した。また，出穂直後の2個体に，他の花粉がつかないように袋かけを行い，結実数をもとに自家受精率を調査した。

結果および考察

花粉飛散度の日中変化を図1-5に示した。花粉飛散量は，午前中に最大値を示した。また，晴天時に比べ，曇天時は花粉の飛散するピークの時間帯が遅くなる傾向がみられた（図1-5）。

自家受粉率の調査では，1つの個体が雌花22の内結実したのが1，もう1つの個体が21の内1で，自家受粉率は4.55%，4.76%と，低い値であり，専ら他家受粉を行うことを示した。

以上の結果から、ワイルドライスの花序構造は、効率的に他の個体の花粉を受粉するためには理にかなった構造であると推察された。また、花粉飛散度の日中変化や自家受粉率は、今後交雑育種を検討する上で興味深い。

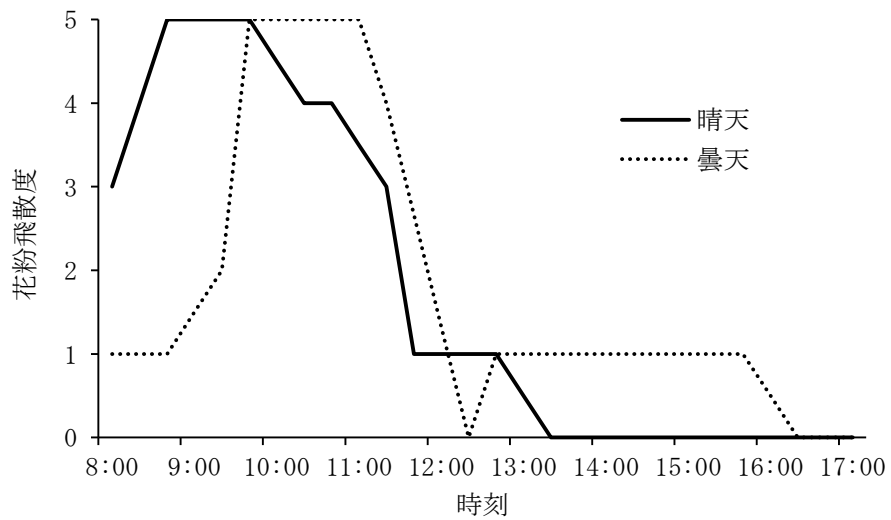


図1-5 花粉飛散度の日中変化

2002年6月の晴天および曇天日に調査。

宇都宮大学峰キャンパス内ほ場においてポット栽培した100個体を調査対象とした。

以上のように、ワイルドライスの生育面の特徴として、茎数は、約 226 本/m²であったことから、Lee・Stewart(1984)は穂数が 75/m²以上に達することが経済的成功の限界としているため、本試験の結果は経済的に有望であると考えられた。CGR は生育前半では LAI が大きく寄与しており、後半では NAR に支配されている傾向を示した。ワイルドライスの太陽エネルギー利用効率は、最大で 2.1%であった。広田ら(1978)はイネで 4.5~5%、ダイズで 3~3.5%と報告しているが、ここでのワイルドライスの値はそれらよりも低かった。

ワイルドライスの収量は、2 か年平均で 141 kg/10a であったが、日本におけるワイルドライスの市場価格が水稻の 5~10 倍と高価であることから、採算性において有望であると考えられた。

形態・生理面では、根、茎および葉において破生通気組織が観察されたことから、湛水条件下においても生育が可能な形態を備えていることが確認された。また、開花時の花粉飛散量は午前中に最大値となり、自家受粉率は 5%未満であったことから他花受粉の割合が高い植物であることが明らかとなった。

第2章 ノリウツギ切り花栽培における開花調節技術の開発

緒言

近年、全国的に花き経営を取り巻く状況は、販売単価低迷や生産コストの高騰により、厳しい状況下にある。本研究を実施した山梨県も例外ではなく、産地間競争が激しさを増す中、他産地との差別化を図るため、オリジナル性の高い品目について栽培技術の開発が求められている。

そこで、山梨県総合農業技術センターではアジサイ類の中でも新梢咲きという特性をもつノリウツギ (*Hydrangea paniculata*) に注目し、鉢物化および短期栽培法を開発した(窪田ら, 2014)。アジサイ類 (*Hydrangea* 属) の多くは、前年に伸長した枝に開花する旧枝咲きの開花特性を持つ(清水, 2002a)。そのため、一般的にアジサイ (*Hydrangea macrophylla*) の鉢花栽培においては、春から初夏に挿し木を行い、秋季に花芽分化した株を翌年の春に開花させて出荷する栽培が行われており、出荷まで1年程度の栽培期間が必要である(篠崎, 1994)。一方、新梢咲きの特性を有するノリウツギは、新梢に当年で開花するため、旧枝咲きのアジサイよりも、栽培期間を短縮することが可能である。

また、アジサイ類の切り花利用は、年々増加傾向にあり、贈答用やブライダル向けに需要が拡大している。アジサイ類の切り花には2種類あり、一つは開花直後に収穫したものを「フレッシュ」と呼び、もう一つは、開花終了後にピンク～赤色に変色するまで待つて収穫したものを「アンティーク」と呼ぶ(北村, 2016)。また、「アンティーク」は別名「秋色アジサイ」とも呼ばれ、秋季の商材として流通する。ノリウツギについても「フレッシュ」および「アンティーク」の両方で切り花としての出荷が可能であり、山梨県内で生産が始まっている。

しかし、季咲きの場合、切り花栽培では切り花需要の少ない7~8月に開花してしまうことや、一斉に開花するために採花に要する労力が集中するといった課題がある。

そこで、本研究ではノリウツギ切り花栽培における開花調節を目的として、被覆資材を用いた開花促進効果、および剪定の回数や時期、剪定位置による開花抑制効果について検討した。さらに、剪定法の違いが翌年の生育および開花への影響が懸念されるため、前年の剪定方法が翌年の生育および開花に及ぼす影響について調査した。

第1節 被覆資材を用いた開花促進技術の開発

緒言

ノリウツギの鉢花栽培では、加温した温室内で栽培することにより、露地栽培よりも開花期が促進される(窪田ら, 2014)。したがって、露地の切り花栽培においても栽培環境の温度を上昇させれば開花期の促進する可能性が考えられた。本研究では、資材コストと労働面から普及性の高い被覆資材を用いた開花促進効果について明らかにする目的で試験を実施した。

材料と方法

【2017年】

試験は山梨県総合農業技術センター高冷地・野菜花き振興センター内ほ場(黒ボク土, 標高747 m)で行った。供試材料は‘ライムライト’5年生株を用いた。栽植密度は、うね間200 cm, 株間90 cm(556株/10a)とし、施肥はCDU化成肥料(N:P₂O₅:K₂O=15:15:15)を用い、成分量N-P₂O₅-K₂O=10-10-10 kg/10aを施用した。剪定は2017年2月17日に各区とも1節を残して地際部で剪定

した。試験期間中の病害虫の発生はみられなかったため、殺虫殺菌剤の散布は行わなかった。

試験区は、①トンネル区（農P0フィルム 開孔率3.0%；幅90×高60×長700cm）、②マルチ区（黒色農ポリフィルム；畝幅90cm）、③トンネル+マルチ区（①と②の組合せ）、④無処理区を設置した。処理期間は2017年1月31日～5月1日、試験規模は各3株×3反復とし、開花始期（花穂の中で最初の小花が開花した日）、草丈、花茎長、花穂長、花穂幅、花茎数、気温および地温を調査した。

【2018年】

試験は同じく山梨県総合農業技術センター高冷地・野菜花き振興センター内ほ場（黒ボク土、標高747m）で行い、‘山梨22-1’および‘ライムライト’の4年生株を供試した。栽植密度は、うね間200cm、株間90cm（556株/10a）とし、施肥はCDU化成肥料（N:P₂O₅:K₂O=15:15:15）を用い、成分量N-P₂O₅-K₂O=10-10-10kg/10a施用した。剪定は2018年2月14日に各区とも1節を残して地際部で剪定した。試験期間中の病害虫の発生はみられなかったため、殺虫殺菌剤の散布は行わなかった。

試験区は、2017年度と同じく、①トンネル区、②マルチ区、③トンネル+マルチ区および④無処理区を設置した。処理期間は2018年2月14日～5月1日、試験規模は、‘山梨22-1’は6株、‘ライムライト’は3株とした。開花期、樹高、花茎長、花穂長、花穂幅、花茎節数、気温および地温を調査した。

結果

【2017年】

トンネル区およびトンネル+マルチ区では無処理区と比較して開花期が有意に 5 ± 1 日程度促進された(表 2-1)。マルチ区では有意な開花促進効果はみられなかった。

マルチ区では花茎長が無処理区と比較して有意に長くなり、トンネル+マルチ区では、樹高は有意に高く、花茎長、花穂長、花穂幅が有意に長かった(表 2-1)。

トンネル区およびトンネル+マルチ区では、無処理区と比較して早期に萌芽し、花茎長および節数の増加についても促進された(図 2-1, 図 2-2)。

気温の推移について、トンネル区およびトンネル+マルチ区ではトンネルを設置した期間中は、無処理区と比較して日平均 $3 \sim 5^{\circ}\text{C}$ 程度高く、撤去後は同等であった(図 2-3)。

地温の推移について、マルチ区およびトンネル+マルチ区における5月以降の地温は、無処理区と比較して日平均 $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 程度高かった(図 2-4)。また、時期別時間帯別の地温の比較では、マルチの有無により3~4月の深夜0時前後に最大 6°C の温度差がみられた(データ省略)。

表2-1 トンネルおよびマルチの設置が開花特性に及ぼす影響

試験区	開花始期	開花期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)
トンネル区	7/18 *	7/28 \pm 0.9 *	111.0	87.2	20.1	18.0
マルチ区	7/21	7/31 \pm 0.9	120.1	95.3 *	21.0	18.3
トンネル+マルチ区	7/17 *	7/28 \pm 1.1 *	123.7 **	97.1 **	22.4 *	19.7 *
無処理区	7/24	8/2	112.1	87.5	20.6	18.5

表中の**、*はそれぞれ無処理とのt検定により1%、5%水準で有意差あり。

表中の \pm は標準誤差を示す(n=9)

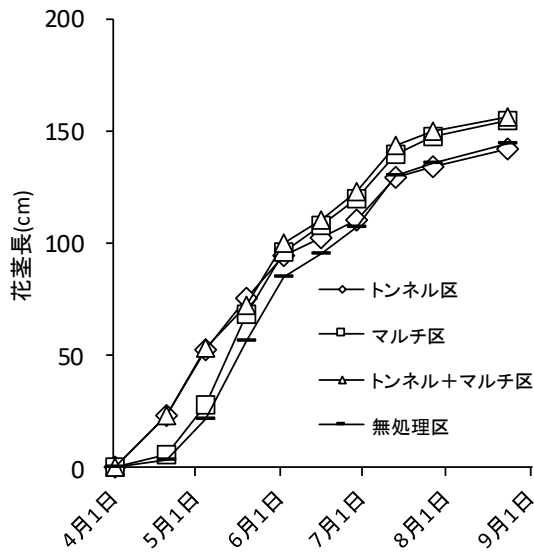


図2-1 花茎長の推移

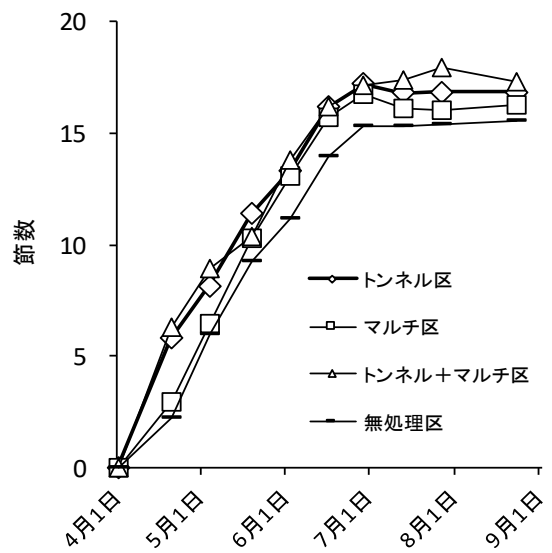


図2-2 節数の推移

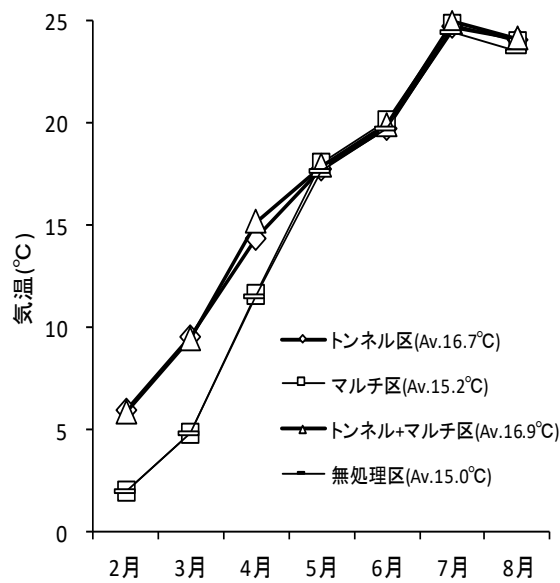


図2-3 月別日平均気温の推移

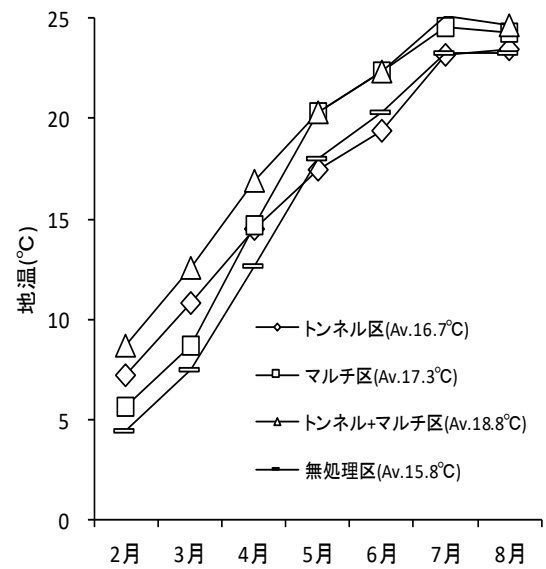


図2-4 月別日平均地温の推移

【2018年】

‘山梨 22-1’において開花期はマルチ区で無処理区と比較して3日有意に早かった(表 2-2)。
トンネル+マルチ区では有意に花穂長が長く、花茎数が少なかった(表 2-2)。花茎長および花茎節数はトンネル区でやや高い値で推移する傾向がみられた(図 2-5, 図 2-6)。

‘ライムライト’において開花期はマルチ区で無処理区と比較して6日有意に遅かった(表 2-3)。
トンネル区では、樹高および花穂長が有意に長く、マルチ区では、花穂長および花穂幅が有意に大きく、花茎数は少なかった(表 2-3)。トンネル+マルチ区では株ごとの生育のばらつきが大きかった。花茎長および花茎節数の推移では試験区間で大きな差異はみられなかった(図 2-7, 図 2-8)。

日平均気温の推移では、処理期間中は、トンネル区およびトンネル+マルチ区では無処理と比較して3~4℃程度高く推移し、トンネル撤去後は無処理と同様の値を示した(図 2-9)。

日平均地温の推移では、トンネル+マルチ区、マルチ区、トンネル区、無処理区の順に高い傾向を示した(図 2-10)。

表2-2 ‘山梨22-1’におけるトンネルおよびマルチの設置が開花特性に及ぼす影響

試験区	開花始期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	花茎数 (本/株)
トンネル区	7/5 ±0.7	119.2	89.4	27.3	19.9	23.8
マルチ区	7/3 ±0.4 *	114.1	86.0	26.0	19.5	24.3
トンネル+マルチ区	7/4 ±1.1	111.5	79.9	29.0 **	20.6	19.5 *
無処理区	7/6 ±0.7	110.0	82.3	24.8	18.6	29.7

表中の**, *はそれぞれ無処理とのt検定により1%, 5%水準で有意差あり
表中の±は標準誤差を示す(n=6)

表2-3 ‘ライムライト’におけるトンネルおよびマルチの設置が開花特性に及ぼす影響

試験区	開花始期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	花茎数 (本/株)
トンネル区	7/22 ±2.0	123.0 *	95.0	22.9 *	20.1	31.0
マルチ区	7/20 ±0.6 *	113.1	85.7	25.0 *	20.8 *	20.0 **
トンネル+マルチ区	7/27 ±8.0	111.8	88.2	20.0	18.2	34.0
無処理区	7/14 ±1.4	97.9	73.1	20.2	17.2	30.0

表中の**, *はそれぞれ無処理とのt検定により1%, 5%水準で有意差あり

表中の±は標準誤差を示す(n=3)

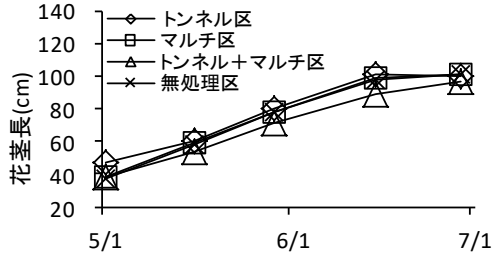


図2-5 花茎長の推移 (山梨22-1)

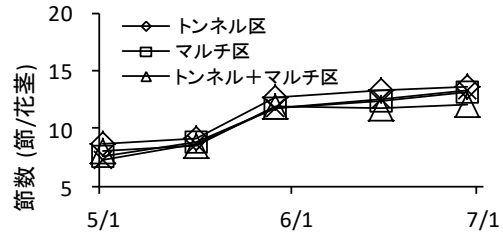


図2-6 節数の推移 (山梨22-1)

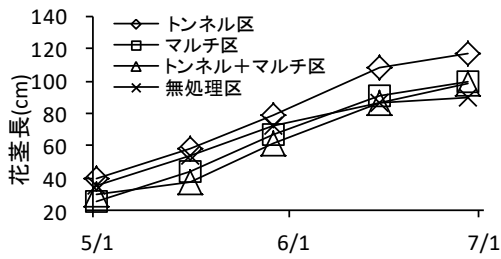


図2-7 花茎長の推移 (ライムライト)

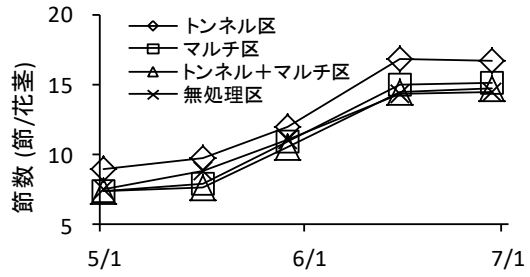


図2-8 節数の推移 (ライムライト)

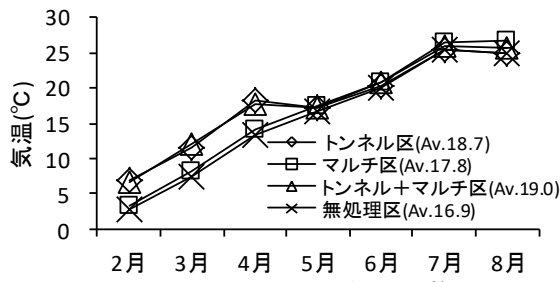


図2-9 月別日平均気温の推移

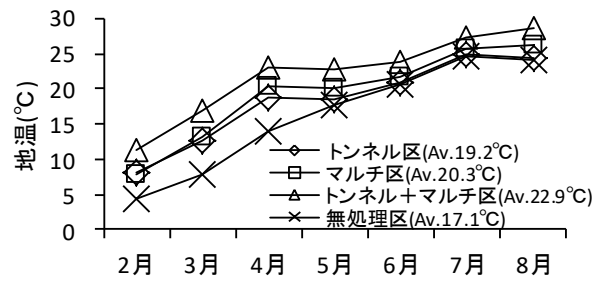


図2-10 月別日平均地温の推移

考察

2017年の試験では、冬期剪定後にマルチとトンネルを設置することにより、無処理区と比較して開花期が5日程度促進され、また、樹高は有意に高く、花茎長、花穂長、花穂幅が有意に長かった。

2018年の試験では、冬期剪定後に透明マルチやトンネルを設置することにより、‘山梨 22-1’および‘ライムライト’の露地切り花栽培において開花促進を試みたが、‘山梨 22-1’のマルチ区を除き、有意な開花促進効果は認められなかった。開花促進効果について、2018年は萌芽に関しては処理区の方が早かったが、2017年と比較してトンネル内の結露が多く発生したため生育が遅延し、開花期にも影響したと推測された。従ってトンネルの開孔率や撤去時期についても、さらなる検討が必要と考えられた。

トンネルによる生育促進の事例として、矢島ら(2010)は、リンドウの切り花栽培において小トンネル被覆を行うことで、開花期が9から13日、無被覆に比べて前進したと報告している。また、木村ら(1984)は、スモモにおいて収穫期に影響を与える気象要因として気温を挙げており、トンネル被覆栽培を行うことで4から5日程度の熟期促進が可能との報告がある。一方、マルチを用いた地温上昇効果による生育促進事例として、メロンの砂栽培(遠山ら, 1985)、エダマメの早期直播栽培(細野ら, 2008)、スプレーカーネーションにおける不織布シートマルチ栽培(上山, 2001)で報告がある。ノリウツギについても、さらに効率的な加温方法により開花を促進する可能性があり、さらなる検討が求められる。

第2節 剪定による開花抑制技術の開発

緒言

母の日向けの贈答用に多く流通する一般的なアジサイ (*Hydrangea macrophylla*) は、開花前に当年枝を剪定すると、その後、年内に花を咲かせることはできない。一方、ノリウツギは、春季に当年枝を剪定した場合でも、剪定位置より下部の芽が成長し、花を咲かせることができる。これは、一般的なアジサイの花芽は前年の10月下旬から11月にかけて形成される(小杉・新井, 1960) のに対し、ノリウツギは当年枝に花芽を付ける特性に起因し、新梢咲きと呼ばれる。

そこで、本研究ではノリウツギの新梢咲きの性質を応用して、剪定による開花抑制技術について検討した。

材料と方法

【2014年】

試験1. 前年枝の剪定時期が開花特性に与える影響

本試験は、山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター内ほ場(黒ボク土, 標高747m)で行った。供試材料は‘ライムライト’2年生株を用いた。栽植密度は、うね間200cm, 株間90cm(556株/10a), 施肥はN-K化成肥料(N:P₂O₅:K₂O=14:0:14)成分量N-P₂O₅-K₂O=4.62-0-4.62kg/10a, CDU化成肥料(N:P₂O₅:K₂O=15:15:15)成分量N-P₂O₅-K₂O=4.95-0-4.95kg/10aとした。

試験期間中の病害虫の発生はみられなかったため、殺虫殺菌剤の散布は行わなかった。

試験区は、①無剪定, ②4月剪定, ③5月剪定, ④6月剪定および⑤7月剪定とし、試験規模は

1区3株とした。剪定は、試験区の設定により2014年4月16日、5月16日、6月16日および7月16日に全ての前年枝を地際から剪定した。

調査は、開花始期（花穂の中で最初の小花が開花した日）、花茎節数、花穂節数、草丈、花茎長、花穂長、花穂幅、花茎数、成品数（出荷規格切り花長70cmを満たす花茎数）および成品率について行った。

試験2. 当年枝の剪定時期および剪定位置が開花特性に与える影響

供試品種、耕種概要、調査項目については試験1と同様とした。試験区は、①2回目剪定なし、②5月-地際、③5月-5cm、④5月-10cm、⑤6月-地際、⑥6月-5cm、⑦6月-10cmとし、試験規模は、①;10株、②~⑦;5株とした。剪定方法は、全ての試験区について前年枝を2014年4月16日に全て地際から剪定し、その後新たに伸長した当年枝について、2014年5月16日、および6月16日に剪定（2回目の剪定）した。剪定の高さについて、地際区は新梢を発生部位で剪定、5cm区、10cm区は地際から5cm、10cmの高さで剪定した。

【2016年】

本試験は、山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター内ほ場（黒ボク土、標高747m）で行った。供試材料は‘ライムライト’4年生株を用い、栽植密度は、うね間200cm、株間90cm（556株/10a）とし、施肥はCDU化成肥料N-P₂O₅-K₂O =10-10-10 kg/10a、病虫害防除のための薬剤散布はなかった。

試験区は、①4月-地際、②4月-10cm、③4月-20cm、④5月-地際、⑤5月-10cm、⑥5

月 - 20 cm および⑦6月 - 20 cm とし、1区 10株を設定した。剪定は、全ての試験区について前年枝のみ行った。試験区①～③は2016年4月8日に、試験区④～⑥は同年5月9日に、試験区⑦は同年6月8日にそれぞれ剪定した。剪定の高さについて、地際区は新梢を発生部位で剪定（約1節残し）、10 cm 区、20 cm 区は地際から10 cm（約2節残し）、20 cm（約3節残し）の高さで剪定した。

調査は、開花始期、開花期、樹高、花茎数、花茎長、花穂長、花穂幅および花茎数について行った。

結果

【2014年】

前年枝の剪定時期が遅いほど開花始期が遅くなり、花茎数は多くなったが、成品率は低くなる傾向がみられた（表2-4）。無剪定の場合は矮小となり、成品率は低かった。一方、5月に前年枝を剪定した場合には、開花始期を9/7に抑制でき、成品率は91.7%であった。また、7月剪定区では発蕾しなかった。

当年枝の剪定時期が遅いほど開花始期が遅くなる傾向がみられ、切り花長、花茎長、花穂長、花穂幅ともに矮小となる傾向がみられた（表2-5）。また、茎数は多くなるが、成品率は低くなる傾向がみられた。さらに、剪定位置が高いほど開花始期が早く、6月剪定では花茎数は多くなるが、成品率は低くなる傾向がみられた。1株当たりの成品数は5月10 cm 区が最も多かった。

剪定が成品の切り花品質に及ぼす影響では、剪定時期が遅いほど花房節数は少なく、花穂長および花穂幅は矮小となる傾向がみられた。切戻し位置による品質への影響は小さかった。（表2-6、

表 2-7)

表 2-4 前年枝の剪定時期が開花特性および成品率に及ぼす影響

試験区	開花 始期	花茎 節数	花穂 節数	草丈 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	花茎数 (本/株)	切り花成 品数 (本/株)	成品率 (%)
無剪定	7/27	10.3	9.2	80.5	46.7	16.4	13.9	32.3	16.0	49.5
4月剪定	8/2	12.6	9.3	93.2	72.8	19.1	15.5	13.0	11.0	84.6
5月剪定	9/7	14.4	8.5	71.4	57.5	13.1	12.2	18.0	16.5	91.7
6月剪定	9/25	13.2	6.9	64.3	51.7	8.8	9.2	18.7	6.0	32.1
7月剪定	-	9.2	-	-	31.6	-	-	30.0	0.0	0.0

表 2-5 当年枝の剪定時期および剪定位置が開花特性と成品率に及ぼす影響

試験区	開花 始期	花茎 節数	花穂 節数	草丈 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	花茎数 (本/株)	切り花成 品数 (本/株)	成品率 (%)
剪定無し	8/2	12.6	9.3	93.2	72.8	19.1	15.5	13.0	11.0	84.6
5月地際	8/26	13.7	10.0	81.3	62.4	17.7	17.2	15.6	12.6	80.8
5月5cm	8/14	13.0	10.2	85.9	66.0	18.7	17.6	21.2	16.4	77.4
5月10cm	8/10	12.2	11.1	93.1	67.7	20.5	18.7	24.6	21.2	86.2
6月地際	10/8	14.3	8.7	79.1	62.9	11.7	10.4	17.6	12.8	72.7
6月5cm	9/29	12.7	8.3	76.6	60.0	12.0	10.8	26.0	16.0	61.5
6月10cm	9/23	12.1	8.1	79.1	58.3	12.3	11.2	31.2	17.8	57.1

表 2-6 前年枝の剪定時期が成品の切り花品質に及ぼす影響

試験区	花茎 節数	花房 節数	草丈 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	切り花長 (cm)
無剪定	11.8	10.9	103.8	70.2	21.8	17.4	92.0
4月剪定	12.8	9.5	98.0	76.9	20.3	16.1	97.2
5月剪定	14.7	9.4	80.2	63.7	15.8	13.8	79.5
6月剪定	14.0	8.0	77.0	61.5	12.9	12.0	74.3
7月剪定	-	-	-	-	-	-	-

表 2-7 当年枝の剪定時期および剪定位置が成品の切り花品質に及ぼす影響

試験区	花茎 節数	花房 節数	草丈 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	切り花長 (cm)
剪定無し	12.8	9.5	98.0	76.9	20.3	16.1	97.2
5月地際	13.7	10.4	86.1	65.3	19.2	18.4	84.5
5月5cm	13.1	10.8	93.2	71.0	21.0	19.3	92.1
5月10cm	12.4	11.4	97.5	70.6	21.8	19.6	92.4
6月地際	14.4	9.4	83.3	65.4	13.1	11.5	78.5
6月5cm	12.7	9.1	83.9	64.1	14.8	12.4	78.9
6月10cm	12.0	9.2	88.7	63.5	15.5	13.5	79.0

全ての試験区について1日目の剪定を4/16に実施した

【2016年】

剪定時期（剪定高 20 cm）の比較では，4月剪定の開花期は 8/6，5月剪定では 8/25，6月剪定では 9/19 となり，剪定時期を遅らせるほど，開花期が抑制された。また，剪定時期が遅いほど切り花長や花穂は小さくなる傾向がみられた（表 2-8）。

剪定位置の比較では，慣行の 4月剪定高 5 cm（萌芽前剪定）では開花期が 8/16 であったのに対し，剪定高 10 cm では 8/9，剪定高 20 cm では 8/6 と開花期が促進された。また，剪定位置が高いほど切り花長や花穂は小さく，花茎数は多くなる傾向がみられた。5月に剪定した場合においても，剪定位置の違いにより概ね同様の傾向がみられた（表 2-8）。

試験区における 4/1 から 10/31 までの最高気温の平均値は試験区が 26.1℃（甲府 27.8℃），最低気温は 14.3℃（甲府 17.7℃）であった（図 2-11）。

表2-8 剪定時期および剪定位置が開花特性および品質に及ぼす影響(2016年)

試験区		開花始期	開花期	花茎数 (本/株)	成品数 (本/株)	切り花品質		
剪定日	剪定高					花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	切り花長 (cm)
4/8	地際(慣行)	8/6	8/16 ±3.0	28.7	28.2	26.0	23.1	126.7
	10cm	7/30	8/9 ±0.7	36.5	36.2	21.0	19.2	119.9
	20cm	7/27	8/6 ±1.0	45.5	43.8	19.1	16.6	102.1
5/9	地際	8/24	9/3 ±1.5	27.7	27.7	23.2	21.4	120.6
	10cm	8/23	9/2 ±2.0	43.7	43.7	19.1	17.5	110.1
	20cm	8/15	8/25 ±1.2	42.2	40.7	21.2	18.5	96.6
6/8	20cm	9/9	9/19 ±1.0	46.3	44.7	18.1	16.0	95.6

表中の±は標準誤差を示す

本試験には‘ライムライト’4年生株を供試

開花始期は、花穂の中で最初の小花が開花した日を示し、開花期は花穂全体の1/3の小花が開花した日を示す

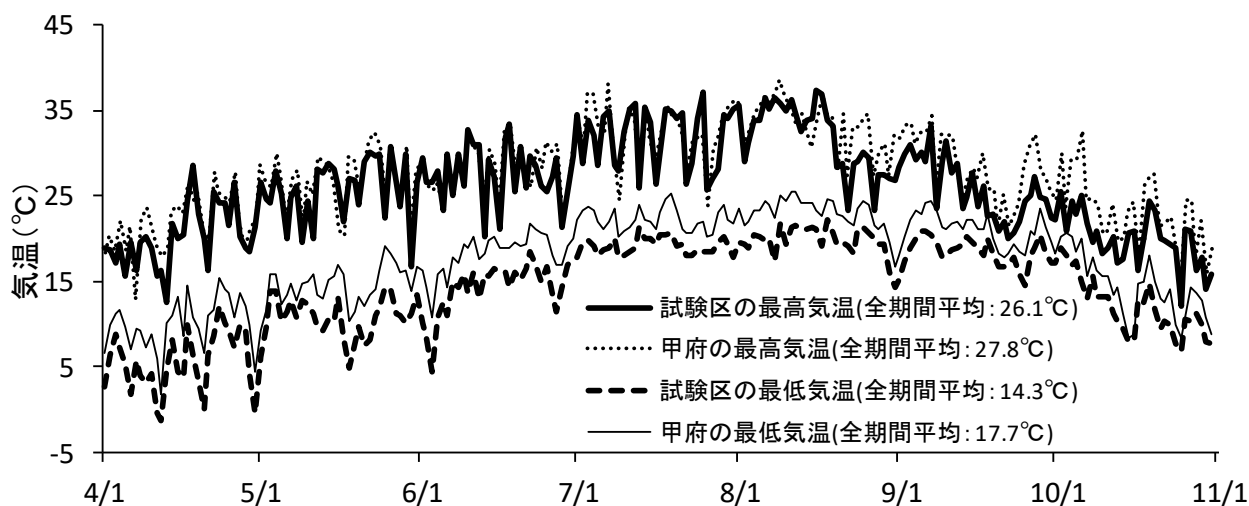


図2-11 最高気温および最低気温の推移(2016年)

試験区のデータは北杜市明野町における実測値
甲府のデータは甲府アメダスより

考察

2014年の試験では、剪定の回数や時期、高さを変えることにより、開花調節は可能と考えられた。1株当たりの成品数は5月10cm区が最も多かった。剪定回数の比較では、2回目の剪定を行った方が1株当たりの成品数を多く確保できる可能性が示唆された。

2016年の試験より、剪定時期の比較では、剪定時期を遅らせるほど、開花期が抑制され、草姿や花穂は小さくなる傾向がみられた。剪定位置の比較では、剪定位置が高いほど開花期は促進され、草姿や花穂は小さく、花茎数は多くなる傾向がみられた。

以上の結果より、剪定時期について、慣行的に行われている萌芽前の4月上旬から萌芽後の5月上旬に遅らせることで、開花期を8月中下旬に抑制できた。また、剪定の高さを地際から10-20cmにすることで1株あたりの成品数を慣行の1.5倍程度に増加させることができた。

第3節 前年の剪定法が開花に及ぼす影響

緒言

2014年の試験では剪定によりノリウツギの開花を抑制する場合、剪定時期を遅らせるほど株は小型化し、剪定の高さが高いほど花茎が細くなる傾向がみられた。したがって、本研究では前年の剪定の時期や位置が、その翌年の生育や開花に及ぼす影響について検討した。

材料と方法

本試験は、2015年に山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター内ほ場（黒ボク土、標高 747 m）で行った。供試材料は‘ライムライト’3年生株を用い、栽植密度は、うね間 200 cm、株間 90 cm（556 株/10a）とし、施肥は CDU 化成肥料（15-15-15）33 kg/10a として、病虫害防除のための薬剤散布はなかった。試験区（前年の剪定）は、①4月地際、②5月地際、③5月5 cm、④5月10 cm、⑤6月地際、⑥6月5 cm、⑦6月10 cm、試験規模は、1区6株とした。剪定方法について、前年の剪定は2014年4月16日、5月16日および6月16日に行い、地際区は新梢を発生部位で剪定、5 cm 区、10 cm 区は地際から5 cm、10 cm の高さで剪定した。2015年3月15日にすべての株を地際で剪定し、開花始期、樹高、花茎長、花穂長、花穂幅および花茎数を調査した。

結果および考察

前年の剪定が開花始期に及ぼす影響について、慣行の4月剪定が8/5であったのに対し、5月に剪定した場合には8/4～8/7、6月に剪定した場合には8/2～8/6であり、影響は小さかった(表

2-9).

前年の剪定が生育に及ぼす影響について、前年の剪定時期が遅いほど樹高がやや低くなる傾向にあったが、樹高に有意な差は認められなかった(表 2-9)。以上のことから、前年の剪定が生育および開花始期に及ぼす影響は小さく、前年の剪定時期が遅いほど樹高がやや低くなる傾向にあるが、実用上問題となる水準ではないと考えられた。

表 2-9 前年の剪定が生育および開花に及ぼす影響

試験区(前年の処理)		開花 始期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	花茎数 (本/株)
剪定日	剪定高						
4/16	地際(慣行)	8/5 ±2.1	121.5	90.8	23.8	18.4	26.2
	地際	8/7 ±2.0	120.3	92.3	24.7	20.2	19.8
5/16	5cm	8/4 ±2.2	117.6	90.8	24.0	18.0	24.2
	10cm	8/6 ±1.6	115.9	90.3	22.6	17.9	23.2
6/16	地際	8/2 ±0.5	107.4	80.8	24.1	18.1	20.3
	5cm	8/2 ±0.9	110.1	84.4	24.1	18.2	22.5
	10cm	8/6 ±1.1	117.2	89.9	24.2	20.0	18.5

表中の±は標準誤差を示す
本試験には‘ライムライト’3年生株を供試

以上から、ノリウツギの露地切り花栽培では、冬期剪定後にマルチとトンネルを設置することにより、無処理区と比較して開花期が5日程度促進されることが明らかとなった。一方、開花抑制については、剪定の回数や時期、高さを変えることにより、開花期を8月から10月まで遅らせることが可能と考えられた。加藤ら(2006)はノリウツギと同じく新梢咲きの性質を有するアメリカノリノキ(*Hydrangea arborescens*)について剪定による開花調節について報告しており、開花

時期は摘心時期に応じて段階的に遅らせることが可能としており、これは本研究の結果と一致する。

本研究の結果より、剪定時期を5月上旬に遅らせることで、開花期を8月中下旬に抑制することが可能と考えられた。また、剪定の高さを10 - 20 cm にすることで地際で剪定した場合と比較して1株あたりの成品数を1.5倍程度に増加させることができると考えられた。ただし、剪定位置を高くして多く着花させた場合には、花がやや小型化する傾向があることに留意が必要であると考えられた。

第3章 ノリウツギ鉢花栽培における草姿改善技術の開発

緒言

ノリウツギは鉢花の利用も試行されているが、温室において5号鉢で仕立てた場合、樹高が1 m前後となる。この場合、輸送時に効率が悪く、また、飾った時の安定性にも課題がある。また、飾った際の見た目のかわいさという観点からも、よりコンパクトな鉢姿にするための草姿改善技術が求められている。

ノリウツギの鉢花栽培におけるわい化剤の影響については、これまで報告が見あたらない。一般的に鉢花として流通しているアジサイ (*Hydrangea macrophylla*) は主に頂芽のみに着花する。アジサイの鉢物生産では、この着花特性に基づいた育苗時の摘心による側枝数確保技術が一般化している (八木, 1994)。一方、ノリウツギの場合も基本的には頂芽に着花する性質を有するが、摘心や剪定による鉢花の草姿改善技術は確立されていない。さらに、ノリウツギ鉢物栽培における施肥と草姿についての関係は明らかではない。

そこで、本研究では、コンパクトな草姿の鉢花を仕立てる目的で、わい化剤の効果について検証した。また、花数を多くし、且つコンパクトな草姿の鉢花を仕立てる目的で、新梢の剪定が草姿に及ぼす影響について検討した。さらに、栄養成長期の伸長を抑制して樹高を低く抑えることを目的として、施肥法が草姿に及ぼす影響について検討した。また、これらわい化剤や剪定法、施肥法を組み合わせた場合についても、草姿改善効果を検討した。加えて、挿し木の芽数および位置が草姿や開花時期に及ぼす影響について検討した。

第1節 わい化剤の効果の検証

緒言

木本性の植物を鉢物として商品化する場合、コンパクトな草姿にするため、一般的にわい化剤が利用される。例えば、スミセブンP液剤（ユニコナゾールP0.025%）やバウンティフロアブル（パクロブトラゾール21.5%）は、多くの植物にわい化作用を示し（大塩ら，1990；上野，1989），花き分野でも広く利用されている。しかし，ノリウツギは農薬登録上では樹木類に分類されており，適用のあるわい化剤はバウンティフロアブルのみである（独立行政法人農林水産消費安全技術センター，2020）。

そこで，本研究ではジベレリン合成阻害作用をもつパクロブトラゾール剤を供試し，ノリウツギ鉢物の樹形および開花期の調節を試みた。

材料と方法

【2017年】

本研究は，山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター内ほ場（標高747m）で行った。供試品種は‘山梨24-1’，‘山梨22-1’，‘ライムライト’を用い，2016年4月5日に挿し木し，同年6月6日に3.5号黒ポリポットに鉢上げ後，2017年3月14日に5号プラ鉢に鉢上げした材料を供試した。用土について，挿し床はバーミキュライト，鉢上げ培土は5種混合培養土を用いた。施肥について，3.5号鉢で育苗時は被覆複合肥料100日タイプ（16-13-10）2g/鉢，5号鉢に鉢上げ後は被覆複合肥料140日タイプ（16-13-10）4g/鉢を施用した。灌水は生育を通して手灌水とし，わい化剤処理前に1株あたり3芽に摘芽した。

試験区は、①処理区；860 mg・L⁻¹パクロブロラゾール（PBZ）（250倍希釈バウンティフロアブル：シンジェンタジャパン，東京）1回散布（樹木類の登録に準じる），②無処理区とし，1区10鉢とした。わい化剤は，新梢長約1 cmを目安に2017年4月28日に，ハンドスプレーを用いて1鉢あたり10 mLを散布した。調査項目は開花始期，開花期，花茎節数，花穂節数，樹高，花茎長，花穂長および花穂幅とした。

【2018年】

本試験は，山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター内ほ場（標高747 m）で実施した。供試品種は‘山梨24-1’，‘山梨22-1’，‘ライムライト’を用い，2017年4月5日に挿し木し，同年6月6日に3.5号黒ポリポットに鉢上げ後，2018年3月28日に5号プラ鉢に鉢上げした材料を供試した。用土について，挿し床はバーミキュライト，鉢上げ培土は5種混合培養土（ピートモス：バーミキュライト：パーライト：赤玉土：鹿沼土=1:1:1:1:1）を用いた。施肥について，3.5号鉢で育苗時は被覆複合肥料100日タイプ（16-13-10）2 g/鉢，5号鉢に鉢上げ後は被覆複合肥料140日タイプ（16-13-10）4 g/鉢を施用した。灌水は生育を通して手灌水とし，わい化剤処理前に1株あたり3芽に摘芽した。

試験区は，430 mg・L⁻¹ PBZ（500倍希釈）1回散布（樹木類の登録に準じる），もしくは215 mg・L⁻¹ PBZ（1,000倍希釈）1回散布，または無処理区を設置し，散布のタイミングを2018年5月4日（花茎長1 cm程度），5月14日（花茎長6 cm程度），5月24日（花茎長12 cm程度）の3水準を設け，1区10鉢とした。わい化剤は，ハンドスプレーを用いて1鉢あたり10 mLを散布した。調査項目は開花期，花茎節数，花穂節数，樹高，花茎長，花穂長および花穂幅とした。

結果

【2017年】

‘山梨 24-1’では $860 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PBZ 処理を行うことで、花茎節数、樹高、花茎長の値が無処理と比較して有意に低くなり、樹高は 57.2 cm であった。開花期はやや促進される傾向があったが有意差はなかった(表 3-1)。

‘山梨 22-1’では $860 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PBZ 処理を行うことで、花茎節数、花穂節数、樹高、花茎長、花穂長、花穂幅の値が無処理と比較して有意に低くなり、樹高は 12.2 cm であった(表 3-1)。

‘ライムライト’では $860 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PBZ 処理を行うことで、開花期が 7 日程度有意に促進され、花茎節数、花穂節数、樹高、花茎長、花穂幅の値が無処理と比較して有意に低くなり、樹高は 29.1 cm であった(表 3-1)。

表3-1 $860 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ パクロブトラゾール処理(10mL/株)が開花特性に及ぼす影響(2017年)

品種	試験区	開花期	花茎節数 (節/花茎)	花穂節数 (節/花穂)	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)
‘山梨24-1’	処理区	8/5	9.7 **	11.5	57.2 **	31.9 **	22.7	15.2
	無処理区	8/10	12.4	12.7	83.3	58.8	21.5	16.4
‘山梨22-1’	処理区	7/16	4.2 **	5.9 **	12.2 **	3.3 **	7.1 **	6.9 **
	無処理区	7/13	6.6	10.5	53.9	24.0	25.8	16.0
‘ライムライト’	処理区	7/27 **	6.5 **	9.5 **	29.1 **	10.7 **	16.1	13.0 **
	無処理区	8/3	11.1	10.5	67.3	44.2	18.8	15.8

表中の**, *はそれぞれ無処理とのt検定により1%, 5%水準で有意差あり

【2018年】

‘山梨 24-1’では5月4日および5月14日の430 mg・L⁻¹ PBZ 処理において有意に樹高が低くなった。215 mg・L⁻¹ PBZ 処理では5月4日に処理した場合のみ有意に樹高が低下した。最もわい化効果が高かったのは、5月4日の430 mg・L⁻¹ PBZ 処理で、樹高は60.3 cm（無処理比65.8%）であった。処理時期の比較では処理時期が早いほどわい化効果は高い傾向が認められた（表3-2）。

‘山梨 22-1’ではPBZをいずれの濃度、いずれの時期に処理した場合においても有意に樹高が低くなった。最もわい化効果が高かったのは、5月4日処理で、いずれの処理濃度においても樹高は32.0 cm（無処理比47.1%）であった。処理時期の比較では処理時期が早いほどわい化効果が高い傾向が認められた（表3-3）。

‘ライムライト’では5月4日に430 mg・L⁻¹ PBZ 処理を行った場合、樹高は59.9 cm（無処理比91.0%）と有意に低かった。また、5月14日および5月24日処理については、有意なわい化効果はみられなかった（表3-4）

表3-2 パクロトラゾール(PBZ)処理が‘山梨24-1’鉢物の開花特性に及ぼす影響(2018年)

処理日	試験区	開花期	花茎節数 (節/花茎)	花穂節数 (節/花穂)	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	角度 (度)
5/4	430mg・L ⁻¹ PBZ	8/8	10.1 **	10.7	60.3 **	36.6 **	17.9	15.1	30.3 *
	215mg・L ⁻¹ PBZ	8/10	11.6	10.7	74.7 **	50.9 **	17.4	15.5	20.7 **
5/14	430mg・L ⁻¹ PBZ	8/3	10.4 **	10.8	75.8 **	50.4 **	19.1 *	16.2	19.9 **
	215mg・L ⁻¹ PBZ	8/14	13.2	11.3 **	85.2	63.9	15.7	14.3	22.8 **
5/24	430mg・L ⁻¹ PBZ	8/16	13.2	10.8	81.8	62.0	15.8	14.0	20.5 **
	215mg・L ⁻¹ PBZ	8/12	12.9	10.6	87.8	65.5	17.0	15.4	26.1 **
-	無処理区	8/9	12.9	10.1	91.7	69.9	16.3	14.5	55.3

表中の**, *はそれぞれ無処理区とのDunnnett検定により1%, 5%水準で有意差あり

表3-3 パクロブトラゾール(PBZ)処理が‘山梨22-1’鉢物の開花特性に及ぼす影響(2018年)

処理日	試験区	開花期	花茎節数 (節/花茎)	花穂節数 (節/花穂)	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	角度 (度)
5/4	430mg・L ⁻¹ PBZ	7/17	6.9 **	8.6	32.0 **	10.9 **	17.1	14.0	57.7
	215mg・L ⁻¹ PBZ	7/25	7.1 **	8.1 **	32.0 **	12.3 **	16.9	13.9	59.5
5/14	430mg・L ⁻¹ PBZ	7/22	8.0 *	8.8	40.7 **	19.5 **	18.0	14.4	69.3
	215mg・L ⁻¹ PBZ	7/24	8.4	9.0	55.8 **	31.4 **	17.8	14.6	72.3
5/24	430mg・L ⁻¹ PBZ	7/28	9.3	8.9	51.7 **	28.4 **	16.7	15.1	72.0
	215mg・L ⁻¹ PBZ	7/23	8.7	8.9	56.0 **	32.2 **	16.7	14.8	72.3
-	無処理区	7/23	9.0	9.0	67.9	41.5	18.1	20.3	65.1

表中の**, *はそれぞれ無処理区とのDunnett検定により1%, 5%水準で有意差あり

表3-4 パクロブトラゾール(PBZ)処理が‘ライムライト’鉢物の開花特性に及ぼす影響(2018年)

処理日	試験区	開花期	花茎節数 (節/花茎)	花穂節数 (節/花穂)	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	角度 (度)
5/4	430mg・L ⁻¹ PBZ	8/20 **	9.2 **	9.5	59.9 *	36.0 **	17.9 **	15.8 **	79.5
	215mg・L ⁻¹ PBZ	8/14 *	10.0 *	10.1	61.2	37.5 *	16.7	15.7 **	80.7
5/14	430mg・L ⁻¹ PBZ	8/14 *	11.2	10.7	66.3	43.1	16.4	15.3 **	76.2
	215mg・L ⁻¹ PBZ	8/14 *	11.0	10.4	68.2	46.0	15.7	14.7	73.8
5/24	430mg・L ⁻¹ PBZ	8/11	10.6	10.3	64.4	41.0	16.3	15.5 **	72.6 *
	215mg・L ⁻¹ PBZ	8/12	10.9	9.9	64.0	41.2	16.0	14.8 *	79.8
-	無処理区	8/9	11.1	10.1	65.8	43.8	15.4	13.7	82.7

表中の**, *はそれぞれ無処理区とのDunnett検定により1%, 5%水準で有意差あり

考察

ノリウツギを鉢物として成品化する場合、コンパクトな草姿にするため、わい化剤の使用が必要となる。ただし、ノリウツギに適用のあるわい化剤はバウンティフロアブル（有効成分 PBZ）に限られている（独立行政法人農林水産消費安全技術センター，2020）ため、本研究では PBZ（ジベレリン合成阻害剤）の影響について検討した。

2017 年の試験では、ノリウツギ鉢花栽培では、新梢伸長開始期に $860 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PBZ 1 回散布処理を行うことで、草姿は矮化し、2018 年の試験では、 $430 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ または $215 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PBZ の 1 回散布処理により樹高は有意に低下し、処理時期が早いほどわい化効果は高かった（表 3-2，表 3-3 および表 3-4）。また、わい化の程度には品種間差が認められ、‘山梨 22-1’ > ‘山梨 24-1’ > ‘ライムライト’ の順に高かった。以上の結果から、‘山梨 24-1’ および ‘ライムライト’ では、花茎長 1cm 程度の時に $860 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PBZ の 1 回散布処理が登録の範囲内で最もわい化効果が高かった。一方、‘山梨 22-1’ ではわい化剤の感受性が高く花茎長 1cm 処理ではわい化効果が高すぎるため、花茎長 6 cm 程度のタイミングで $430 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PBZ の 1 回散布処理が適当と考えられた。須田ら（2005）は、クマツヅラ科の常緑低木ドウランタにおいてウニコナゾール-P および PBZ の成長・開花に及ぼす影響について報告しているが、スミセブン P 液剤は成分濃度で $12.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ で高いわい化効果が見られ、一方で PBZ については成分濃度で $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ でもほとんど効果がみられなかったとしている。現状でノリウツギに適用されるわい化剤は PBZ に限定されるため、さらなる適用拡大が期待される。

第2節 剪定法が鉢物の草姿および開花に及ぼす影響

緒言

ノリウツギ鉢物の管理については、通常冬期の低温により休眠が破れた後、前年枝の剪定を行う（清水，2002b）。しかし、前年枝の剪定のみを行った場合、当年枝の伸長により、鉢姿が大きくなりすぎるのが、鉢花を生産する上で課題の一つとなっている。ノリウツギと同じ当年枝に花芽を形成するアナベル (*Hydrangea arborescens*) では、前年枝の剪定位置が低いと花の高さが揃い、高いと分散した草姿になる（清水，2002b）。また、当年枝の剪定に関する知見は見当たらない。

本研究では、ノリウツギの鉢花生産に好適な剪定法を明らかにするため、当年枝（新梢）の剪定が鉢物の草姿に及ぼす影響について検討した。

材料と方法

【2016年】

本試験は、山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター（標高 747 m）内ほ場で実施した。供試品種は‘ライムライト’用い、2015年3月30日に挿し木を行い、同年6月2日に3.5号ポリポットに鉢上げ後、2016年3月15日に5号プラ鉢に鉢上げた。用土について、挿し床はバーミキュライト、鉢上げ培土は5種混合培養土（ピートモス：バーミキュライト：パーライト：赤玉土：鹿沼土=1:1:1:1:1）を用いた。施肥は、3.5号鉢に鉢上げ後に緩効性被覆肥料(100日)2 g/鉢、5号鉢鉢上げ後に緩効性被覆肥料(140日タイプ)4 g/鉢を施用した。また、萌芽を確認後2016年4月25日に1鉢あたり4芽に摘芽した。

試験区は、①1節剪定、②2節剪定、③無剪定を設け、1区5鉢とした。剪定は5月15日にそれぞれ新梢1節残しまたは2節残しの位置で花茎を剪定した。調査項目は、開花始期、開花期、花茎節数、樹高、花茎長、花穂長、花穂幅および花茎数とした。

【2017年】

本試験は、山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター（標高747m）内ほ場で実施した。供試品種は‘山梨24-1’、‘山梨22-1’、‘ライムライト’を用い、挿し木は2016年4月4日、同年6月15日に3.5号ポリポットに鉢上げ後、2017年3月14日に5号プラ鉢に鉢上げた。用土について、挿し床はバーミキュライト、鉢上げ培土は5種混合培養土（ピートモス：バーミキュライト：パーライト：赤玉土：鹿沼土=1:1:1:1:1）を用いた。施肥は、3.5号鉢に鉢上げ後に緩効性被覆肥料(100日)2g/鉢、5号鉢鉢上げ後に緩効性被覆肥料(100日タイプ)4g/鉢を施用した。灌水は生育を通して手灌水とし、病虫害防除のための薬剤散布はなかった。

試験区は、①1節剪定、②無剪定を設け、1区1鉢10反復とした。剪定は2017年5月15日にそれぞれ新梢2節残しの位置で花茎を剪定した。調査項目は、開花始期、開花期、樹高、花茎長、花穂長、花穂幅、花茎数および花穂数とした。

結果

【2016年】

剪定法の検討について、1節剪定区では、無剪定と比較して開花期は25日遅く、樹高は6cm低くなった。2節剪定では開花期は21日遅く、樹高は6.5cm低かった。また、1株あたりの花茎

数は、無剪定の3.9に対し、1節剪定は8.1、2節剪定は10.3と剪定した場合に多くなった(表3-5, 図3-1).

表3-5 剪定が開花特性に及ぼす影響

試験区	開花始期	開花期	花茎節数	花穂節数	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	花茎数 (本/株)
1節剪定	8/12	8/22	9.7	8.2	46.1	31.6	11.1	11.5	8.1
2節剪定	8/8	8/18	8.8	7.8	45.6	29.6	12.3	10.7	10.3
無剪定	7/18	7/28	10.1	9.6	52.1	34.8	14.9	12.8	3.9



図3-1 剪定が草姿に及ぼす影響

【2017年】

‘山梨 24-1’では、剪定区の方が無剪定区と比較して開花始期および開花期は、それぞれ15～16日遅く、1株あたりの花茎数および花穂数は有意に増加した。また、樹高および花茎長において有意差は認められなかったが、花穂長は短く花穂幅は狭かった(表3-6)。

‘山梨 22-1’では、剪定区の方が無剪定区と比較して開花始期および開花期は、それぞれ32

日遅く、1株あたりの花茎数および花穂数は有意に多くなった。また、樹高および花茎長は剪定区の方が有意に長く、花穂長は短く花穂幅は狭かった(表 3-7)。

‘ライムライト’では、剪定区の方が無剪定区と比較して開花始期および開花期は、それぞれ22日遅く、1株あたりの花茎数および花穂数は多くなった。また、樹高に有意な差はなかったが、剪定区の方が花茎長は長く、花穂長は短く花穂幅は狭かった(表 3-8)。

表3-6 ‘山梨24-1’における剪定が開花特性に及ぼす影響

試験区	開花始期	開花期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	花茎数 (本/株)	花穂数 (本/株)
剪定区	8/18	8/28	62.6	43.1	13.2	11.5	7.0	5.3
無剪定区	8/2	8/13	67.2	43.0	20.7	15.9	2.8	2.7
有意性 ^z	**	**	ns	ns	**	**	**	**

^z t検定により, *は5%, **は1%水準で有意差あり, nsは有意差なし

表3-7 ‘山梨22-1’における剪定が開花特性に及ぼす影響

試験区	開花始期	開花期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	花茎数 (本/株)	花穂数 (本/株)
剪定区	8/5	8/15	55.4	33.7	14.9	12.1	6.5	6.3
無剪定区	7/4	7/14	49.4	24.6	22.2	14.9	2.9	2.9
有意性 ^z	**	**	*	**	**	**	**	**

^z t検定により, *は5%, **は1%水準で有意差あり, nsは有意差なし

表3-8 ‘ライムライト’における剪定が開花特性に及ぼす影響

試験区	開花始期	開花期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	花茎数 (本/株)	花穂数 (本/株)
剪定区	8/15	8/25	48.9	32.1	11.4	10.7	10.3	7.4
無剪定区	7/24	8/3	49.2	25.7	21.0	17.2	2.8	2.8
有意性 ^z	**	**	ns	**	**	**	**	**

^z t検定により, *は5%, **は1%水準で有意差あり, nsは有意差なし

考察

2016年の試験では、5月中旬に剪定を行うことで、樹高は低く、花茎数は多くなったが、開花期は抑制された。

2017年の試験では、ノリウツギの鉢花栽培において、新梢を5月中旬に2節残しの位置で花茎を剪定すると、‘山梨24-1’、‘山梨22-1’、‘ライムライト’のいずれの品種においても開花期は

遅くなり、1株あたりの花穂数は多く、花穂長および花穂幅は小さくなった。樹高や花茎長、開花期の差異については品種間差がみられた。樹高については、‘山梨 22-1’で剪定区で有意に低くなった一方、‘山梨 24-1’および‘ライムライト’では剪定による有意な差は認められなかった。

試験の結果から剪定によって、鉢花の花穂数が有意に増加して花のボリューム感を増し、観賞価値を高めることが明らかとなった。一方、剪定による低樹高化の効果には品種間差がみられ、剪定のみによる鉢花の草姿改善は難しいと考えられた。また、剪定により敬老の日など秋季の需要期にむけて抑制することが可能と考えられるため、販売面においても寄与することが期待される。

第3節 施肥法が鉢物の草姿および開花に及ぼす影響

緒言

ノリウツギの鉢物生産では、鉢上げから開花までの期間が、一般的な西洋アジサイと比較して短期間のため、全量基肥による施肥が行われている。しかし、この場合は栄養成長期の生育が旺盛となるため、当年枝が伸長し、鉢物の草姿が大きくなりやすい。西洋アジサイの鉢物栽培では、6月頃の鉢上げ時に用土に緩効性肥料を混合し、その後9月頃に追肥を施すことが一般的である。また、ノリウツギの一種であるミナヅキでは、育苗時の施肥量が多いほど花数が多くなる(清水, 2002b) ことが報告されている。

そこで、本研では施肥量や、肥料の種類、施用のタイミングがノリウツギの生育に及ぼす影響を明らかにし、ノリウツギの鉢物生産において最適な施肥法について検討した。

材料と方法

【2015年】

供試材料は‘ライムライト’2年生株を用い、挿し木は2014年4月9日に行い、同年6月17日に3.5号鉢に鉢上げ後、2015年2月27日に5号鉢に鉢上げした。施肥は3.5号鉢鉢上げ1週間後にロングトータル花き(140日)2g/鉢、5号鉢に鉢上げ後は2015年5月2日に各試験区の設計に基づき施用した。

試験に用いた肥料は、高度化成肥料(15-15-15)または緩効性被覆肥料140日タイプとし、施用量を5号鉢あたり、5g、10g、15g、25gとした。試験規模は1区5鉢とし、開花始期(初花開花日)、開花期(花穂の1/3が開花した日)、樹高、花茎長、花穂長、花穂幅、花茎数および生

存率について調査した.

【2016年】

本試験は、山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター（標高 747 m）内ほ場で実施した。供試品種は‘ライムライト’用い、2015年3月30日に挿し木を行い、同年6月2日に3.5号ポリポットに鉢上げ後、2016年3月15日に5号プラ鉢に鉢上げした。用土について、挿し床はバーミキュライト、鉢上げ培土は5種混合培養土（ピートモス：バーミキュライト：パーライト：赤玉土：鹿沼土=1:1:1:1:1）を用いた。施肥は、3.5号鉢に鉢上げ後に緩効性被覆肥料(100日)2 g/鉢、5号鉢鉢上げ後に緩効性被覆肥料(140日タイプ)4 g/鉢を施用した。また、萌芽を確認後2016年4月25日に1鉢あたり4芽に摘芽した。

試験区は、①無施肥区、②基肥2 g区、③基肥4 g区（慣行）、④基肥6 g区、⑤花肥1 g区試験規模の各1区1鉢5反復とした。基肥は2016年5月6日に緩効性被覆肥料（100日タイプ）を設計に応じて施用した。花肥区は基肥を無とし、発蕾期にあたる2016年6月30日にIB化成（N-P₂O₅-K₂O=10-10-10）1 g/鉢を施用した。調査は開花始期、開花期、花茎節数、樹高、花茎長、花穂長、花穂幅および土壌ECについて行った。

【2017年】

本試験は、山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター（標高 747 m）内ほ場で実施した。供試品種は‘ライムライト’を用い、2016年4月4日に挿し木を行い、同年6月15日に3.5号ポリポットに鉢上げ後、2017年3月14日に5号プラ鉢に鉢上げした。用土について、

挿し床はバーミキュライト，鉢上げ培土は5種混合培養土（ピートモス：バーミキュライト：パーライト：赤玉土：鹿沼土=1:1:1:1:1）を用いた。施肥は，3.5号鉢に鉢上げ後に緩効性被覆肥料(100日タイプ)2g/鉢，5号鉢鉢上げ後に試験区の設定に応じて施用した。また，萌芽を確認後2017年4月28日に1鉢あたり3芽に摘芽した。剪定は2017年5月14日に2節残しの位置で花茎を剪定した。灌水は生育を通して手灌水とし，病虫害防除のための薬剤散布はなかった。

試験規模は1区1鉢10反復とした。試験区は，①無施肥区，②花肥ロング2g区（第8節出葉期に緩効性被覆肥料70日タイプ，N-P₂O₅-K₂O=13-14-8），③花肥ロング4g区（第8節出葉期に緩効性被覆肥料70日タイプ，N-P₂O₅-K₂O=13-14-8），④花肥LP50:1g区（第8節出葉期にLP肥料50日タイプ，N:42%），⑤花肥LP40:1g区（第8節出葉期にLP肥料40日タイプ，N:42%），⑥花肥液肥区（第8節出葉期からハイポネックス5-10-5，1000倍液を7日おきに計3回100 mL/鉢を施用），⑦基肥4g区<対照>（緩効性被覆肥料100日タイプ，N-P₂O₅-K₂O=13-14-8）とした。調査項目は，開花始期，樹高，花茎数，花穂数，花茎長，花穂長および花穂幅とした。

結果

【2015年】

開花始期および開花期は施肥量による影響はほとんどなかった。ただし，化成10g区のみ，生存株の生育が一時停滞したために開花期が遅れた（表3-9）。

ロング肥料を施用した場合では，施肥量が多いほど，樹高，花穂長，花穂幅は大きくなる傾向が見られた（表3-9）。

生存率は，化成10g区では40%，化成15g区および化成25g区では0%，その他の試験区で

は100%であった。特に、ロングトータル花き1号140を施用した区では、1鉢当たり25gを施用した場合でも枯死することはなかった(表3-9)。

化成肥料を1鉢当たり10g以上施用した場合、処理20日後には、生育の停滞または枯死の症状が現れた。一方、ロング肥料を施用した場合にはいずれの試験区においても生育障害はみられなかった(図3-2)。

表3-9 肥料の種類および施肥量が生育、開花に及ぼす影響

試験区	開花始期	開花期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	花茎数 (本/株)	生存率 (%)
化成5g	7/27	8/6	55.2	37.3	17.8	16.7	4.0	100
化成10g	8/9	8/19	49.2	32.8	14.2	13.9	2.5	40
化成15g	-	-	-	-	-	-	-	0
化成25g	-	-	-	-	-	-	-	0
ロング5g	7/28	8/7	56.3	40.8	15.2	13.2	4.8	100
ロング10g	7/28	8/7	61.0	40.1	20.0	15.2	4.2	100
ロング15g	7/27	8/6	66.1	42.4	24.3	17.5	4.0	100
ロング25g	7/22	8/1	67.3	40.8	27.9	19.7	3.2	100

試験区の化成は高度化成肥料(15-15-15)、ロングはロングトータル花き140を示す

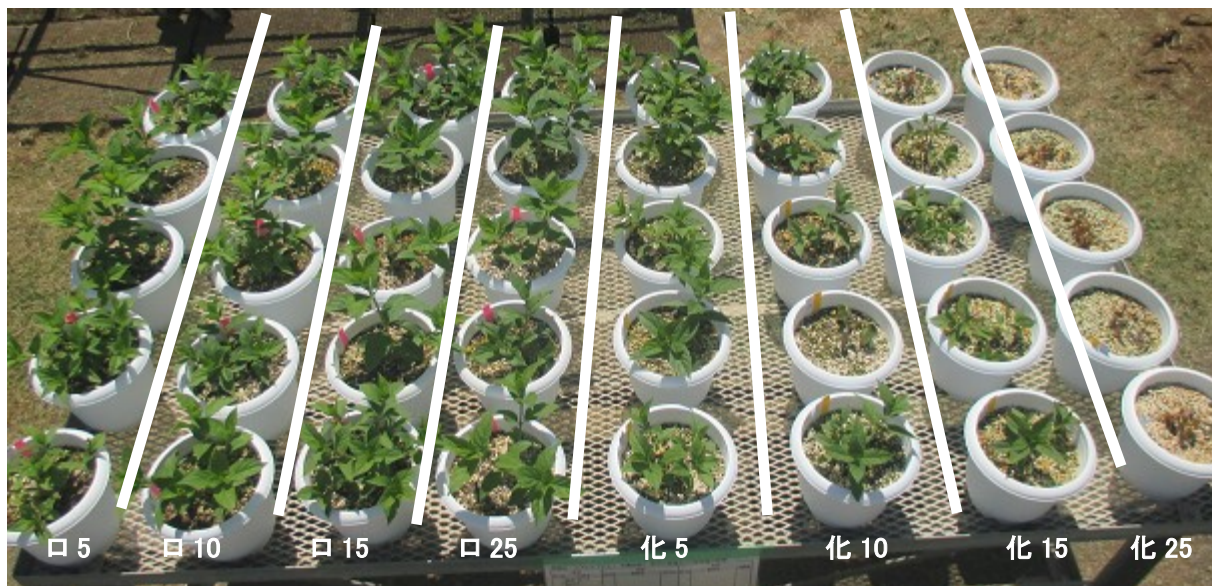


図 3-2 処理 20 日後の様子

ロ 5 : ロング 5 g, ロ 10 : ロング 10 g, ロ 15 : ロング 15 g, ロ 25 : ロング 25 g, 化 5 : 化成 5 g,

化 10 : 化成 10 g,

化 15 : 化成 15 g, 化 25 : 化成 25 g

【2016 年】

基肥の施肥量が多いほど開花期はやや遅く、花茎節数は多く、樹高は高く、花穂は大きくなる傾向がみられた(表 3-10, 図 3-3)。花肥 1g 区では無施肥と比較して、花穂長は 1.1cm, 花穂幅は 1.0cm 大きかったが、慣行の基肥 4g 区より小さかった。また、施肥量が多いほど土壌 EC 高かった。

表 3-10 施肥が開花特性に及ぼす影響

試験区	開花始期	開花期	花茎節数	花穂節数	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	土壌EC (mS/cm)
基肥6g区	7/21	7/31	10.5	10.2	64.9	45.1	17.9	14.4	0.502
基肥4g区(慣行)	7/19	7/29	10.0	9.8	59.2	40.6	16.6	13.9	0.340
基肥2g区	7/19	7/29	9.8	8.6	46.3	30.8	12.2	10.8	0.206
花肥1g区	7/17	7/27	9.0	7.7	38.7	26.4	10.5	10.1	0.203
無施肥	7/17	7/27	9.8	8.2	41.0	28.6	9.4	9.1	0.146



図 3-3 施肥が草姿に及ぼす影響

【2017 年】

樹高は、対照の 69.4 cm に対し、鉢上げ時の基肥を無施用とし、花肥のみを施用した試験区は 44.3～55.9 cm と有意に低かった(表 3-11, 図 3-4).

花穂長は、対照の 17.9 cm に対し、花肥ロング 2 g 区は 17.5 cm, 花肥ロング 4 g 区は 19.7 cm と同程度～有意に高い値を示し、その他の試験区は対照より有意に低い値を示した(表 3-11, 図 3-4).

開花期は、対照の 7/27 に対し、花肥施用区は、7/23～7/24 と有意に早かった.

表3-11 施肥が開花特性に及ぼす影響

試験区	開花始期	開花期	花茎節数	花穂節数	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)
無施肥区	7/17	7/27	9.7 **	7.8 **	42.8 **	30.2 **	10.9 **	9.5 **
花肥ロング2g区	7/13 **	7/23 **	9.8 **	9.7 **	49.4 **	29.7 **	17.5	14.1 **
花肥ロング4g区	7/10 **	7/23 **	9.6 **	10.1 **	52.1 **	30.5 **	19.7 **	15.2 *
花肥LP50:1g区	7/13 **	7/23 **	9.9 **	9.4 **	48.5 **	29.5 **	14.2 **	13.0 **
花肥LP40:1g区	7/14 **	7/24 **	10.4 *	10.0 **	55.9 **	36.1 **	16.0 *	14.3 **
花肥液肥区	7/14 **	7/24 **	9.8 **	8.7 **	44.3 **	29.4 **	13.0 **	11.0 **
基肥4g区(対照)	7/19	7/29	11.0	11.0	69.4	48.1	17.9	15.8

表中の**, *はそれぞれ対照とのt検定により1%, 5%水準で有意差あり



図 3-4 施肥が草姿に及ぼす影響

考察

2015年の試験では、施肥量が多いほど、樹高、花穂長並びに花穂幅は大きくなる傾向が見られた。生存率は、化成10 g区では40%、化成15 g区および化成25 g区では0%、その他の試験区では100%であった。特に、ロングトータル花き1号140を施用した区では、1鉢当たり25 gを施用した場合でも枯死することはなかった。一方、化成肥料の過剰な投与は土壌ECを高め、ノリウツギの根に水ストレスを与え、地上部の枯死に至ったと推察された。

2016年の試験では、基肥の施肥量が多いほど開花期はやや遅く、花茎節数は多く、樹高は高く、花穂は大きくなる傾向がみられた。

2017年の試験では、鉢上げ時の基肥を無施用とし、発蕾前の第8節出葉期に花肥として5号鉢あたり緩効性被覆肥料70日タイプを2~4 g施用することで、樹高が低く、花穂が大きい草姿となると考えられた。

以上の結果より、ノリウツギ鉢物の樹高は施肥法により調節が可能と考えられた。特に、初期の肥効を抑えることでコンパクトな草姿に仕立てることが可能である。さらに、施肥を発蕾前に遅らせることで、樹高が抑制され、一方で花穂が大きい草姿とすることが可能と考えられた。肥料の種類については、緩効性被覆肥料の方が即効性の化成肥料よりも枯死の危険性を低減すると考えられた。

第4節 わい化剤、剪定法および施肥法の組み合わせの検討

緒言

本章第1節では、わい化剤 PBZ を新梢伸長期に散布処理することで、樹高は有意に低下し、処理時期が早いほどわい化効果は高いことが明らかとなった。また、第2節では、前年枝を2節を残して剪定することにより鉢花の花穂数が有意に増加した。さらに、第3節では施肥法について検討し、初期の肥効を抑えることでコンパクトな草姿に仕立てることが可能であると考えられた。

ここでは、ノリウツギ鉢花の樹高を抑え、花穂数の多い草姿に仕立てる目的で、わい化剤、剪定法および施肥法の組み合わせについて検討した。

材料と方法

本試験は、2018年に山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター（標高747m）内ほ場で実施した。供試品種は‘山梨24-1’、‘山梨22-1’、‘ライムライト’用い、2017年4月5日に挿し木を行い、同年6月6日に3.5号ポリポットに鉢上げ後、2018年3月28日に5号プラ鉢に鉢上げした。用土について、挿し床はバーミキュライト、鉢上げ培土は5種混合培養土（ピートモス：バーミキュライト：パーライト：赤玉土：鹿沼土=1:1:1:1:1）を用いた。施肥は、3.5号鉢に鉢上げ後に緩効性被覆肥料（100日タイプ）2g/鉢、5号鉢鉢上げ後は試験区の設定に応じて施用した。また、萌芽を確認後2018年4月28日に1鉢あたり3芽に摘芽した。わい化散布は2018年5月4日にハンドスプレーを用いて10 mL/鉢を散布した。剪定は2018年5月15日に2節残しの位置で花茎を剪定した。花肥は5号鉢鉢上げ後の基肥を行わず、8節出葉期に緩効性被覆肥

料 70 日タイプを 4 g/5 号鉢施用した。灌水は生育を通して手灌水とし、病虫害防除のための薬剤散布はなかった。

試験規模は 1 区 1 鉢 10 反復とした。試験区は①剪定区（平成 30 年 5 月 15 日に 2 節残しの位置で花茎を剪定）、②花肥区（第 8 節出葉期に緩効性被覆肥料 70 日タイプを 4 g/5 号鉢）、③剪定+花肥区（①+②）、④剪定+花肥+わい化剤区（③に新梢伸長期に 430 mg・L⁻¹ PBZ 散布）、⑤無処理区とした。調査は、開花期、花茎節数、花穂節数、樹高、花茎長、花穂長、花穂幅について行った。

結果および考察

‘山梨 24-1’では無処理区と比較していずれの処理区でも有意に樹高が低かった。最も樹高が低かったのは剪定区で 66.6 cm（無処理比 72.6%）であった。また、剪定処理を行った試験区では、花茎数が増加した。花肥区では、無処理区と比較して花穂長および花穂幅が有意に大きかった。開花期については、無処理区の 8 月 9 日に対し、剪定区が 9 月 2 日、剪定+花肥区が 9 月 16 日、剪定+花肥+わい化剤区が 9 月 6 日と有意に遅く、一方で花肥は 8 月 5 日とやや早かった(表 3-12)。

‘山梨 22-1’では無処理区と比較していずれの処理区でも有意に樹高が低かった。最も樹高が低かったのは剪定+花肥+わい化剤区で 41.4 cm（無処理比 60.0%）であった。また、剪定区および剪定+花肥区では、花茎数が有意に増加した。開花期については、無処理区が 7 月 23 日に対し、剪定区が 8 月 19 日、剪定+花肥区が 8 月 22 日、剪定+花肥+わい化剤区が 8 月 25 日と有意に遅かった(表 3-13)。

‘ライムライト’では無処理区と比較していずれの処理区でも有意に樹高が低かった。最も樹高が低かったのは剪定区で 47.6 cm（無処理比 72.3%）であった。また、剪定処理を行った試験区では、花茎数が増加した。花肥区では、無処理区と比較して花穂長および花穂幅が大きかった。開花期については、無処理区が 8 月 9 日に対し、剪定区が 8 月 29 日、剪定+花肥区、および剪定+花肥+わい化剤区がともに 9 月 17 日と有意に遅かった(表 3-14)。

わい化剤の効果が、‘山梨 24-1’および‘ライムライト’において認められなかった理由として、わい化剤処理のタイミングが合わなかった可能性が考えられる。両品種は、わい化剤単独処理の試験においてもわい化剤への感受性が低いことが明らかになっていることに加え、剪定をわい化剤処理の 11 日後に行ったため、剪定後に伸長した新芽がわい化剤処理時にはまだ萌芽前だったことから、わい化効果がなかったと考えられた。ただし、わい化剤の感受性の高い‘山梨 22-1’については有効成分が根などから吸収されたことにより効果がみられたと推察された。

以上より各処理の樹高抑制効果については確認されたが、いずれの品種においても組合せによる相乗効果は判然としなかった。ただし、労働時間や経費を考慮すると、花肥区のように施肥のタイミングを遅らせることにより、初期生育を抑制して樹高を低下させることは有用と考えられた。さらに、花数を増加させ、出荷期を抑制したい場合には新梢剪定が有効と考えられた。わい化剤処理のタイミングについては、芽の生育ステージと効果の関係などについてさらなる検討が必要と考えられた。

表3-12 ‘山梨24-1’における草姿改善処理が開花特性に及ぼす影響

試験区	開花期	花茎節数 (節/花茎)	花穂節数 (節/花穂)	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	角度 (度)	花茎数 (本/株)
剪定区	9/2 **	13.0	10.2	66.6 **	50.1 **	12.1 **	10.7 **	34.6 *	4.3 *
花肥区	8/5	11.0 *	11.5 **	68.6 **	44.0 **	18.9 **	15.7	11.3 **	3.0
剪定+花肥区	9/16 **	15.1 **	9.9	67.8 **	49.4 **	13.0 **	12.1 **	24.3 **	4.1 *
剪定+花肥+わい化剤区	9/6 **	11.8	11.3 *	67.7 **	46.6 **	15.5	13.8	35.4 *	3.8
無処理区	8/9	12.9	10.1	91.7	69.9	16.3	14.5	55.3	3.0

表中の**, *はそれぞれ無処理区とのDunnett検定により1%, 5%水準で有意差あり

表3-13 ‘山梨22-1’における草姿改善処理が開花特性に及ぼす影響

試験区	開花期	花茎節数 (節/花茎)	花穂節数 (節/花穂)	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	角度 (度)	花茎数 (本/株)
剪定区	8/19 **	10.1	9.6 *	59.5 **	39.4	14.7 **	11.5 *	67.9	5.2 **
花肥区	7/19	8.2	8.9	50.2 **	26.1 **	18.1	14.2	40.7 **	3.0
剪定+花肥区	8/22 **	9.4	9.0	53.1 **	31.6 **	15.5 **	12.8	55.4	4.8 **
剪定+花肥+わい化剤区	8/25 **	6.8 **	9.7 *	41.4 **	18.3 **	17.9	13.9	60.0	3.5
無処理区	7/23	9.0	9.0	67.9	41.5	18.1	20.3	65.1	3.0

表中の**, *はそれぞれ無処理区とのDunnett検定により1%, 5%水準で有意差あり

表3-14 ‘ライムライト’における草姿改善処理が開花特性に及ぼす影響

試験区	開花期	花茎節数 (節/花茎)	花穂節数 (節/花穂)	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	角度 (度)	花茎数 (本/株)
剪定区	8/29 **	10.6	9.3	47.6 **	30.9 **	12.4	11.1 **	65.5 **	7.1 **
花肥区	8/13	10.0	9.9	49.9 **	25.9 **	17.9	16.7 **	61.0 **	2.8
剪定+花肥区	9/17 **	12.3	9.0 *	53.1 **	35.4 *	13.5	12.5	64.9 **	5.2 **
剪定+花肥+わい化剤区	9/17 **	11.6	9.1	57.6 **	38.5	15.2	13.6	70.3	4.2
無処理区	8/9	11.1	10.1	65.8	43.8	15.4	13.7	82.7	3.0

表中の**, *はそれぞれ無処理区とのDunnett検定により1%, 5%水準で有意差あり

第5節 挿し木法の検討

緒言

アジサイ類の繁殖法は、挿し木による栄養繁殖が一般的である。挿し木は、腋芽に花芽のついていない栄養芽を利用する（八木，2002）。ノリウツギにおいても、挿し木による栄養繁殖を基本とする。ノリウツギの鉢花栽培では、鉢姿を整える目的で枝ごとに支柱立てを行うが、その際に枝が横に伸長している株については、支柱立てがしづらく手間がかかるという課題があった。そこで、本研究では、挿し木の芽数および位置が草姿や開花時期に及ぼす影響について検討し、挿し木による草姿の改善を試みた。

材料と方法

本試験は、山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター（標高 747 m）内ほ場で実施した。供試品種は‘ライムライト’用い、2017年1月4日に挿し木を行い、同年4月5日に3.5号ポリポットに鉢上げした。用土について、挿し床はバーミキュライト：鹿沼土＝1：2混合土、鉢上げ培土は5種混合培養土（ピートモス：バーミキュライト：パーライト：赤玉土：鹿沼土＝1：1：1：1：1）を用いた。施肥は、3.5号鉢に鉢上げ後に緩効性被覆肥料（100日タイプ）2 g/鉢を施用した。灌水は生育を通して手灌水とし、病虫害防除のための薬剤散布はなかった。

試験規模は1区1鉢10反復（3.5号鉢）とし、試験区は挿し穂長10 cmに対し、芽の位置を①穂木上端から1 cm（対照）、②穂木上端から5 cm（穂木中央部）、③穂木下端から1 cm、④穂木上端から1 cmと下端から1 cmの2節を設定し、加えて各試験区に対して剪定の有無の影響を検討した。

調査項目は、苗の形態を調査する目的で新梢長および花茎角度を測定した。また、開花特性を調査する目的で、開花始期、開花期、樹高、花茎長、花穂長、花穂幅、花茎数および花穂数を調査した。

結果

苗の形態調査では、芽の位置が上 5 cm および下 1 cm のように節を地中に挿した方が、新梢長は長く、花茎角度は有意に大きかった(表 3-15, 図 3-5)。なお、本試験における挿し木の生存率はいずれの試験区においても 100%であった。

挿し木の芽の位置が開花特性に及ぼす影響について、無剪定の場合、いずれの試験区でも対照より樹高および花茎長の値が高かった。開花期については有意な差は認められなかった(表 3-16)。

剪定の有無が開花特性に及ぼす影響について、無剪定の場合7月下旬から8月上旬であったが、剪定を行った場合には9月下旬に抑制され、樹高や花穂長は有意に小さかった。また、芽の位置が上 1 cm 下 1 cm の試験区では、上の節の新梢を剪定した場合に、下の節からは、ほとんど新梢が伸長せず、開花もみられなかった(表 3-16)。

表3-15 挿し木法が苗の形態に及ぼす影響

芽の位置	新梢長 (mm)	花茎角度 ² (度)
上1cm(対照)	65.9 ±1.4	45.9 ±1.0
上5cm	85.0 ±2.2 **	64.7 ±0.7 **
下1cm	90.6 ±2.0 **	78.3 ±0.6 **
上1cm下1cm	65.7 ±2.0	48.2 ±1.1

² 水平面からの花茎の伸長角度を示し、値が大きいほど花茎が立っている草姿を示す

表中の±は標準誤差を示す

表中の**, *はそれぞれ対照とのt検定により1%, 5%水準で有意差あり



図 3-5 鉢上げ時の挿し穂の様子

表3-16 挿し木法が開花特性に及ぼす影響

節の位置	剪定	開花 始期	開花期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	花茎数 (本/株)	花穂数 (本/株)
上1cm(対照)	無	7/26	8/5	50.5	33.2	12.4	12.5	2.7	2.3
上5cm		7/24	8/3	56.6 *	42.6 **	12.2	12.2	2.6	2.4
下1cm	無	7/30	8/9	58.2 **	43.4 **	12.8	12.4	2.3 *	2.1
上1cm下1cm		7/19	7/29	54.5 *	39.3 **	12.0	11.9	2.8	2.2
上1cm		9/13 **	9/23 **	40.3 **	27.1 **	9.5 **	9.6 **	3.0	2.5
上5cm	有	9/11 **	9/21 **	39.8 **	26.5 *	10.4 *	10.1 **	3.0	1.9
下1cm		9/16 **	9/26 **	39.2 **	27.1 **	8.7 **	10.3 **	3.1 *	2.1
上1cm下1cm		-	-	-	-	-	-	0.4 **	0.0 **

表中の**, *はそれぞれ対照とのt検定により1%, 5%水準で有意差あり

考察

ノリウツギの鉢花栽培において、全長 10 cm の挿し穂における芽の位置を上から 5 cm および下 1 cm のように、芽の発生する節を地中に挿した方が、新梢長は長く、花茎角度は有意に大きくなる、すなわち上を向く傾向にあると考えられた。このことから、挿し木法により支柱立てを行う際の作業負荷を軽減させる可能性が示唆された。また、新梢の剪定を行うことで、開花期は 9 月

下旬に抑制することが可能と考えられた。

以上から、ノリウツギ鉢花栽培では、発雷前の第8節出葉期に花肥として5号鉢あたり緩効性被覆肥料70日タイプを2~4g施用することで、樹高が低く、花穂が大きい草姿に仕立てることが可能と考えられた。また、花穂の数を増やし、開花期を抑制する場合には剪定が有効であった。さらに‘山梨22-1’についてはわい化剤により樹高を低く抑えることが可能と考えられ、‘山梨24-1’および‘ライムライト’では効果が劣った。加えて、挿し穂の芽の位置を地中となるよう採穂した場合に、発生する花茎が上を向く傾向が認められたことから、支柱立てなどの作業性が向上することが期待された。

本研究で試験を行った草姿改善技術において、組み合わせの相乗効果は判然としなかったことから、さらなる検討が必要であると考えられた。

第4章 遮光, 紫外線および夜温がノリウツギの花色変化に及ぼす影響

緒言

ノリウツギ (*Hydrangea paniculata* Sieb. et Zucc.) は, 日本全体に広く分布する落葉低木である。花序は円錐花序で, 装飾花を多くつけるものは鉢花および切り花として利用されている。

アジサイ類の多くは, 前年に伸長した枝に開花する旧枝咲きの開花特性を持つ(清水, 2002a)。そのため, 一般的にアジサイの鉢花栽培は, 春から初夏に挿し木を行い, 秋季に花芽分化した株を翌年の春に開花させて出荷する栽培が行われており, 出荷まで1年程度の栽培期間が必要である(篠崎, 1994)。一方, 新梢咲きの特性を有するノリウツギは, 新梢に当年で開花するため, 旧枝咲きのアジサイよりも, 栽培期間を短縮することが可能である。

また, アジサイ属の切り花利用については, 年々増加傾向にあり(市村, 2013), 贈答用やブライダル向けに需要が拡大している。アジサイ類の切り花には大きく2種類あり, 1つは開花直後に収穫したものを“フレッシュ”と呼び, もう1つは, 開花後にピンク~赤色に変色するまで待って収穫したものを“アンティーク”と呼ぶ(北村, 2016)。また, アンティークは別名“秋色アジサイ”とも呼ばれ秋季の商材として流通する。国内では後者で呼ばれる場合が一般的と考えられることから, 本論文では, アジサイの花色変化を秋色, 花色変化したアジサイを秋色アジサイと呼ぶこととする。また, ノリウツギについても花色変化を待って収穫する場合もあるため, 秋色アジサイとしての出荷が可能である。

アジサイ (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.) の花色は, 土壌の pH が低くなるほど鮮やかな青色となり, pH が高くなるほど桃色になる(鶴島, 1973) ことが知られている。pH が低い

場合、土壌中のアルミニウムが遊離し、吸収され、がく片においてアントシアニンの一種であるデルフィニジンと結合して青色になる。一方、pHが高い場合は、アルミニウムは不溶化して吸収されないため、花色は赤～桃色となる (Allen, 1932, 1934 ; Asen ら, 1956, 1959 ; 岡田・舟木, 1967, 岡田・大川, 1974)。アントシアニンが酸性条件下で青色を発色する際に補助色素である5-O-カフェオイルキナ酸とアルミニウムがキレート結合するとされるが、Kodama ら (2016) は、リン酸が青色発色を担うキレート構造の構成を阻害する効果を報告している。一方、ノリウツギの花色は土壌 pH の影響をほとんど受けず、開花初期は白色である。その後、生育とともに徐々に桃色に変化する品種が多い。しかし、このようなノリウツギの花色変化に及ぼす要因や、鮮明な花色変化を得るための栽培管理条件は明らかにされていない。

花色に関係するアントシアニンの生合成量は紫外線量により影響を受けることが知られている。柏木ら (1977) は、プリムラ・マラコイデスについて紫外域除去資材下よりも、紫外域透過資材下で花色が濃色となることを報告している。また、前川・中村 (1979) はサクラに可視光とともに紫外線を照射した場合、アントシアニンの生成量が増加すると報告している。さらに、栽培場面で実践的な紫外線量の調節手法である遮光の影響については、カーネーション (Maekawa, 1975)、キンギョソウ (土岐ら, 1987) およびトルコギキョウ (Kawabata ら, 1999) において、遮光率が高いほど花色は淡色となることが報告されている。

予備試験において、2016年の開花期以降に遮光を行ったところ、目視による秋色着色日は対照区の農業用ビニールフィルムでは8月30日であったのに対して、黒色50%遮光ネット区では9月4日、調光フィルム区 (高温時に透明から乳白色に変色) および波長域変換フィルム区 (紫外線を可視光線に変換、紫外線域は80%カット、遮光率30%) では9月6日、紫外線カットフィ

ルム区（波長 400 nm 以下をほぼ 100%カット）では最も遅い 9 月 12 日 となり，照度と紫外線量が少なくなるほど遅くなる傾向がみられた。

ノリウツギの花弁に見える部位は形態的にはがく片であること，さらに，開花直後の花が若い状態では花色変化が起こらないことから，秋色化は葉の老化現象である紅葉のメカニズムと類似すると推察される．紅葉には秋季の気温低下が関わっており，特に夜間から早朝にかけての気温の影響が大きいとされている（松本，2013）．清水ら（2001）は 開花期のアジサイのがく片中グルコース含量は 昼温が 30℃以上で減少し，アントシアニン含量も減少すると報告している．しかし，アジサイやノリウツギの秋色着色における，夜温の影響については明らかにされていない．

そこで本研究では，ノリウツギの花色変化に影響を及ぼす条件として，遮光，紫外線量および気温を仮定した．まず，遮光が花色変化に及ぼす影響を明らかにし，さらに遮光の中でも影響が大きいと考えられる紫外線量について検討した．加えて，夜間の温度に着目し，ノリウツギの花色変化に及ぼす影響について調査した．

材料と方法

本試験は，いずれも山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター（標高 747 m）において実施した．なお，試験 1 から 3 について，花色の変化は 2017 年 8 月 21 日から 10 月 10 日まで約 7 日ごとに調査を行った．

1. 遮光が花色変化に及ぼす影響（試験 1）

供試材料にはノリウツギ‘ライムライト’2 年生株を用いた．2016 年 4 月 4 日にバーミキュライトを充填した育苗箱に挿し木を行い，発根を確認後，2016 年 6 月 15 日に 3.5 号黒色ポリポツ

トに鉢上げした。用土は5種混合培養土（バーミキュライト：パーライト：ピートモス：鹿沼土：赤玉土=1：1：1：1：1）を用いた。さらに、2017年3月14日に5号白色プラ鉢に鉢上げし、試験に供試した。肥料は、鉢上げ2週間後に4g/鉢の被覆複合肥料（140日タイプ（N：P₂O₅：K₂O=16：13：10）、ジェイカムアグリ（株））を施用した。

処理区は、遮光率30%、50%、70%および90%の寒冷紗を用いて被覆したが、試験期間を通して6：00から18：00における照度の日平均実測値は無処理区の50.6%、43.6%、25.9%、15.4%であった（第1表）。各区10株とし、処理期間は、2017年7月18日（開花期）から10月10日（開花終期）であった。なお、遮光処理開始日は、白色の花が満開の状態であった。試験は、処理区ごとに小型ベンチを設け、それぞれ雨除け用農業用ビニールフィルム（タキロンシーアイ（株））を展張し、その上から処理区に応じた遮光率の黒色遮光ネットを用いて上部および側面の東西方向を覆った。南北方向は通気のため吹き抜けとした。栽培環境はデータロガー（TR-74Ui,（株）ティアンドデイ）を用いて、照度、紫外線量、気温および相対湿度を1時間ごとに計測した。

花色調査は各区10小花について色彩計（CR-20, コニカミノルタ（株））を用いてL*, a*およびb*を測定した。供試した小花は、花穂中央部から各株につき1小花を採取した。さらに、赤色を示す色素であるアントシアニンを想定した吸光度を測定する試験を行うため、試料は調査ごとに-40°Cで保存した。2018年2月28日に穴あけ機により直径6mmのディスクに調整したごく片3枚を1%塩酸メタノール1mLに浸漬し、20°C, 15,000×gで5分間遠心分離後、分光光度計（U-2001,（株）日立ハイテクサイエンス）により530nmの吸光度を測定した。

2. 紫外線カットが花色変化に及ぼす影響（試験2）

供試材料にはノリウツギ‘ライムライト’2年生株を用いた。育苗および供試材料の調整方法、栽培環境の調査方法、および花色の調査法は試験1と同様とした。

遮光資材は、紫外線カットフィルム(農業用ポリオレフィン系特殊フィルム(以下農P0と略記)、0.1mm厚、東罐興産(株))を用いた。処理期間は、2017年7月18日(開花期)から10月10日(開花終期)とし、各区10鉢を供試した。

栽培環境は試験1と同様に、照度、紫外線量、気温および相対湿度を1時間ごとに計測した。試験は、農P0を展開したハウス内で行い、処理区では、さらに上部に紫外線カットフィルムを展開した小型ベンチを設置した。

3. 夜温が花色変化に及ぼす影響(試験3)

供試材料にはノリウツギ‘ライムライト’1年生株を用いた。供試材料は2017年4月14日にバーミキュライトを充填した育苗箱に挿し木を行い、発根を確認後、2017年6月8日に3.5号黒色ポリポットに鉢上げした。用土は試験1と同様の5種混合培養土を用いた。肥料は、鉢上げ2週間後に2g/鉢の被覆複合肥料(100日タイプ(N:P₂O₅:K₂O=16:13:10)、ジェイカムアグリ(株))を施用した。

処理区は、夜温5℃、10℃、15℃および20℃の4段階とし、供試株を暗黒条件としたインキュベータ内へ17:00から9:00まで静置した。それ以外の時間帯は、温度をなりゆきとした農P0ハウス内で管理した。各区10株とし、処理期間は、2017年8月21日から10月10日であった。花色の調査は試験1と同様に行った。

結果

1. 遮光が花色変化に及ぼす影響

試験期間中の照度および紫外線量は、遮光率が高いほど低く、気温および相対湿度は処理区間に有意な差はみられなかった（表 4-1）。また、照度および紫外線量は夏から秋にかけて徐々に弱くなり、気温も少しずつ低下した（図 4-1）。

開花後日数の経過とともに白色の花色は無処理区、30%遮光区および50%遮光区では花色は明るい赤色となり、70%遮光では淡い赤色を帯び、90%遮光では淡い緑色となった（図 4-2, 図 4-3A）。

表4-1 遮光が日平均照度、紫外線量、気温および相対湿度に及ぼす影響

試験区	照度 (lx)	紫外線量 (mW・cm ²)	気温 (°C)	相対湿度 (%RH)
90%遮光	5,471 d	0.095 e	27.7 a	57.7 a
70%遮光	9,184 c	0.159 d	27.9 a	56.7 a
50%遮光	15,443 b	0.303 c	27.0 a	59.7 a
30%遮光	17,916 b	0.370 b	27.5 a	57.6 a
無処理	35,422 a	0.679 a	27.6 a	58.1 a

値は2017年7月18日から10月10日における6:00から18:00の日平均を示す
同一文字間はTukeyの多重検定により5%水準で有意差なし（n=85）

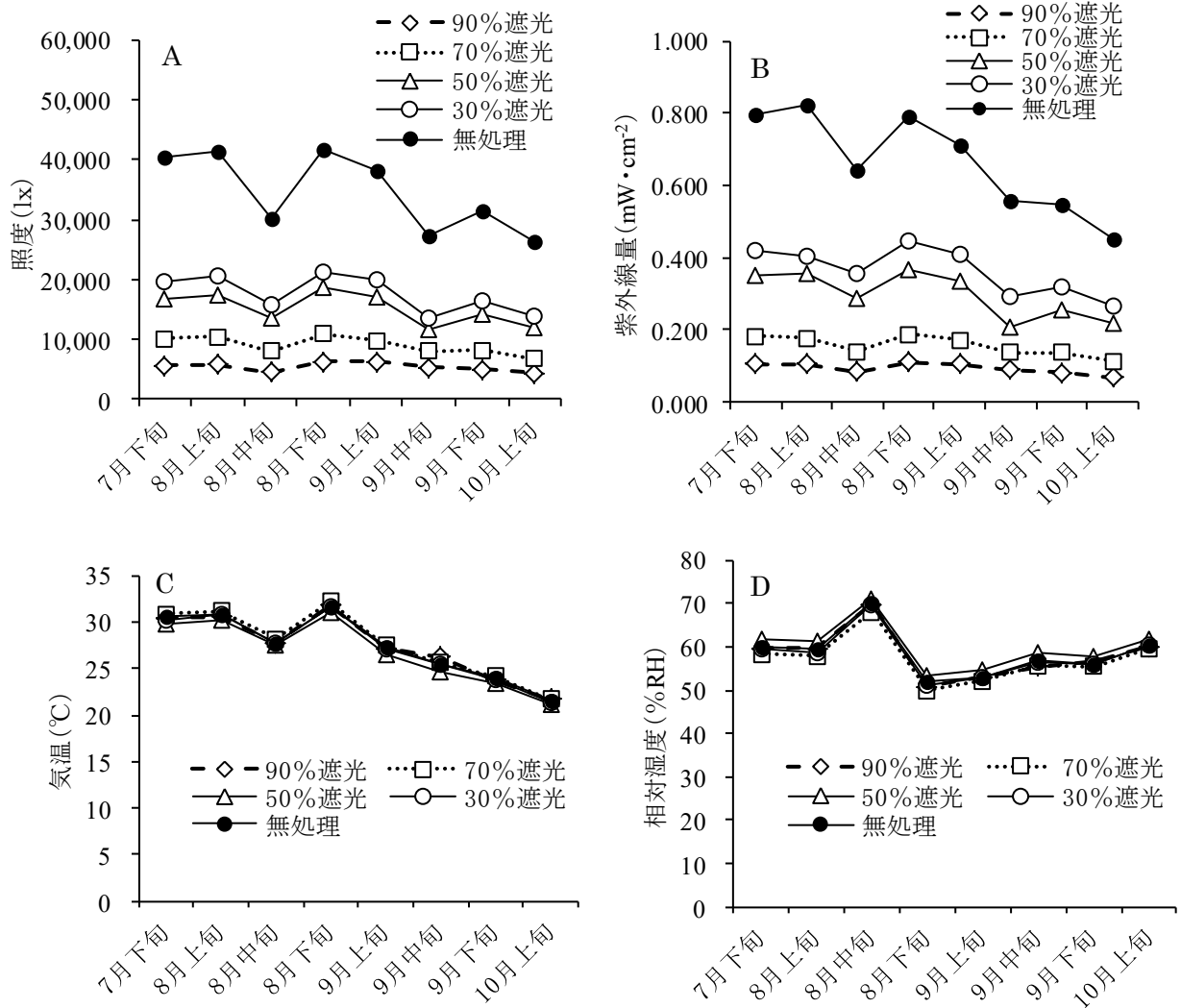


図 4-1 遮光試験（試験 1）の旬別日平均照度，紫外線量，気温および相対湿度の推移

値は 2017 年 7 月 21 日から 10 月 10 日における 6 : 00 から 18 : 00 の旬別日平均を示す



図 4-2 遮光がノリウツギ‘ライムライト’鉢物の花色に及ぼす影響 (2017年10月3日撮影)

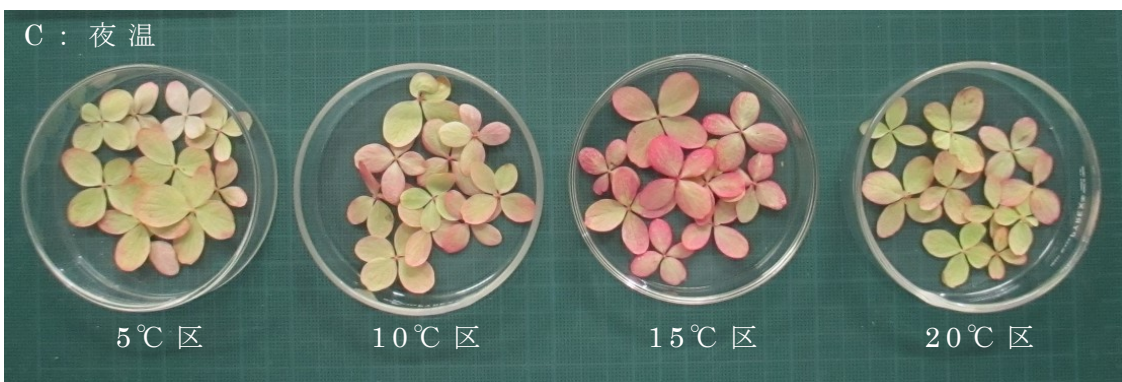
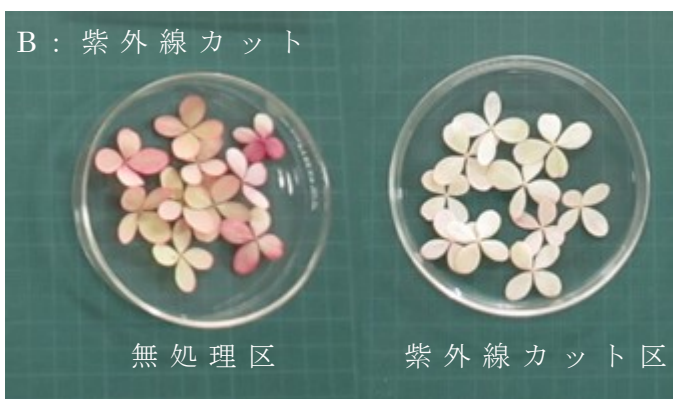
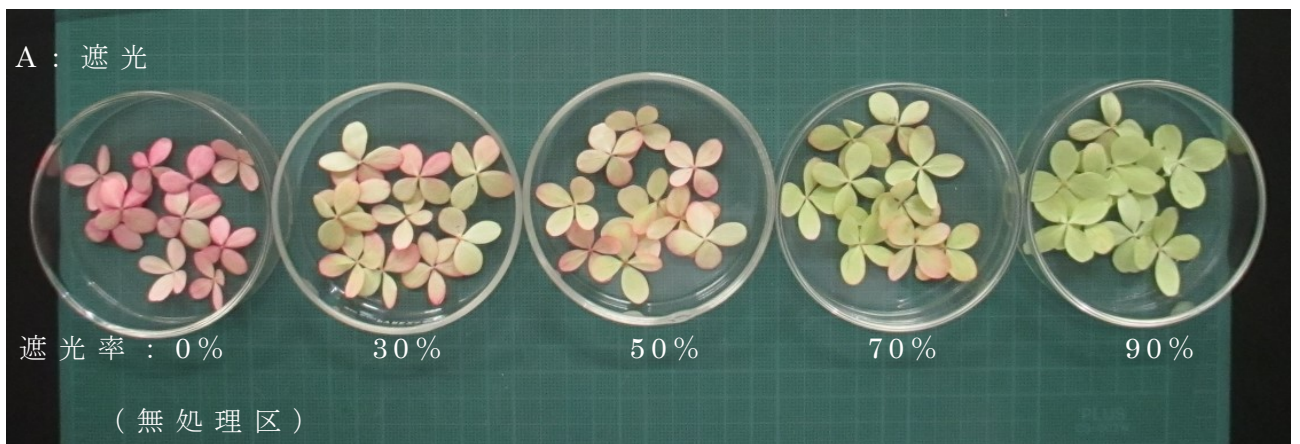


図 4-3 遮光 (A), 紫外線カット (B) および夜温 (C) がノリウツギ ‘ライムライト’ 小花の花色に及ぼす影響 (2017年9月19日撮影)

花色 (L^* , a^* , b^*) の比較について、明度を示す L^* 値は、8 月下旬において 70% および 90% 遮光区で有意に低い値を示した。しかし 9 月以降は他の処理区と同様に低下する傾向を示した (図 4-4A)。

一方、赤から緑色を示す a^* 値は無処理区から 50% 遮光区で漸増する傾向を示し、赤みを帯びていった。その一方 10 月 10 日の a^* 値は、無処理区で 13.4 であったのに対し、70% 遮光区では 8.6、90% 遮光区では -2.6 となり、それぞれ有意に低くなった (図 4-4B)。90% 遮光区では 8 月下旬に負の値を示し、開花後日数の経過とともに値が 0 に近づく傾向にあったが、試験期間を通して値が正に転じることはなく、緑色が継続した。70% 遮光区では 8 月および 9 月は a^* が負の値となり淡緑色を帯びたが、10 月に入ると正の値となり赤みを帯びた。

また、黄色を示す b^* について、遮光ネットを被覆しない無処理区から 70% 遮光区では開花後日数の経過とともに値が低下する傾向を示したが、90% 遮光区は試験期間を通してほとんど変化を示さなかった (図 4-4C)。さらに、がく片からの塩酸メタノール抽出液の吸光度 (530 nm) は、いずれの処理区においても開花後日数の経過に伴い上昇する傾向を示し、特に a^* が高い値で推移した無処理区では、9 月中下旬に最も高い値で推移した (図 4-4D)。

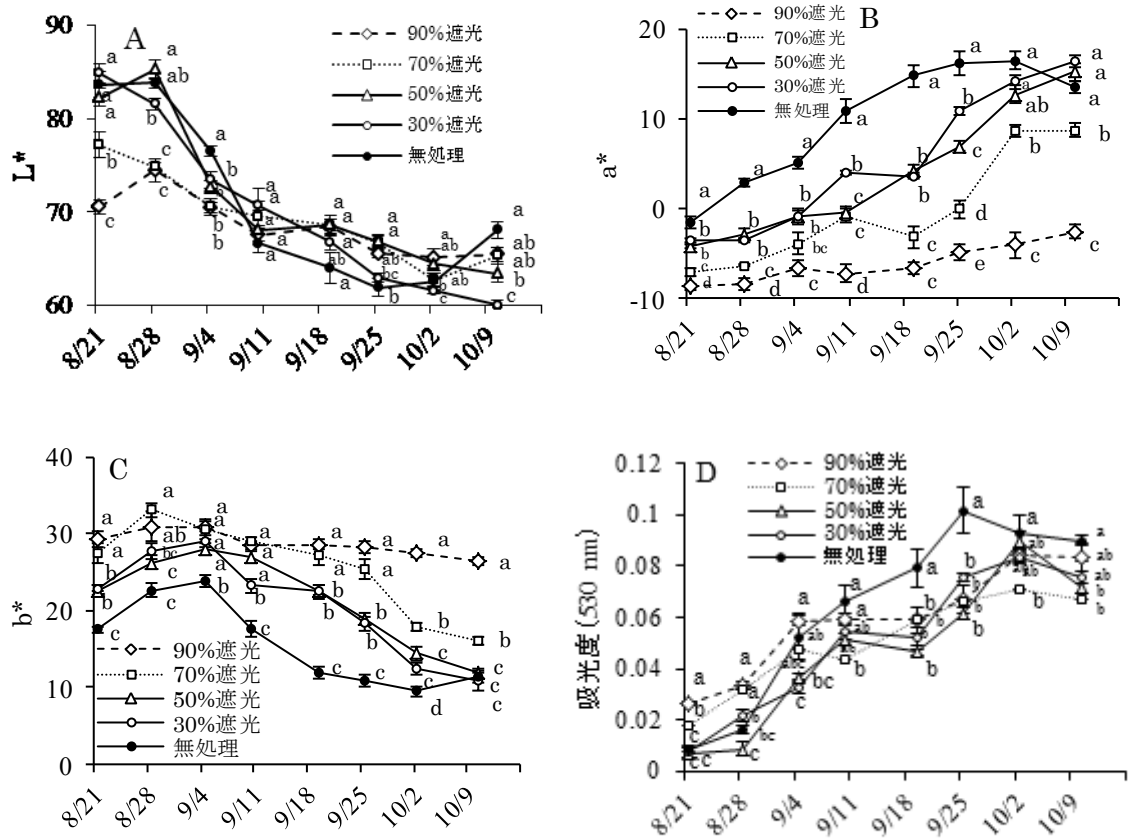


図 4-4 遮光がノリウツギ‘ライムライト’鉢物のがく片の L^* (A), a^* (B), b^* (C) および吸光度 (D) に及ぼす影響

吸光度はがく片のディスク 3 枚を 1% 塩酸メタノール 1 mL に浸漬後, 530 nm で測定した

垂線は標準誤差を示す ($n = 10$)

同一日において同一文字間は Tukey の多重検定により 5% 水準で有意差なし

2. 紫外線カットが花色変化に及ぼす影響

紫外線カット区では無処理区と比較して，試験期間中の照度は26.8%，紫外線量は98.6%低減され，気温は0.9℃高かった（表4-2）．一方，相対湿度には処理区間に有意差はみられなかった（表4-2）．また，照度および紫外線量は夏から秋にかけて徐々に弱くなり，気温も少しずつ低下した（図4-5）．

表4-2 紫外線カットが日平均照度，紫外線量，気温および相対湿度に及ぼす影響

試験区	照度 (lx)	紫外線量 (mW・cm ⁻²)	気温 (℃)	相対湿度 (%RH)
紫外線カット	20,592 *	0.008 *	29.0 *	56.1
無処理	28,122	0.574	28.1	57.1

値は2017年7月18日から10月10日における6：00から18：00の日平均を示す

*無処理と比較して t 検定により5%水準で有意差あり（n=85）

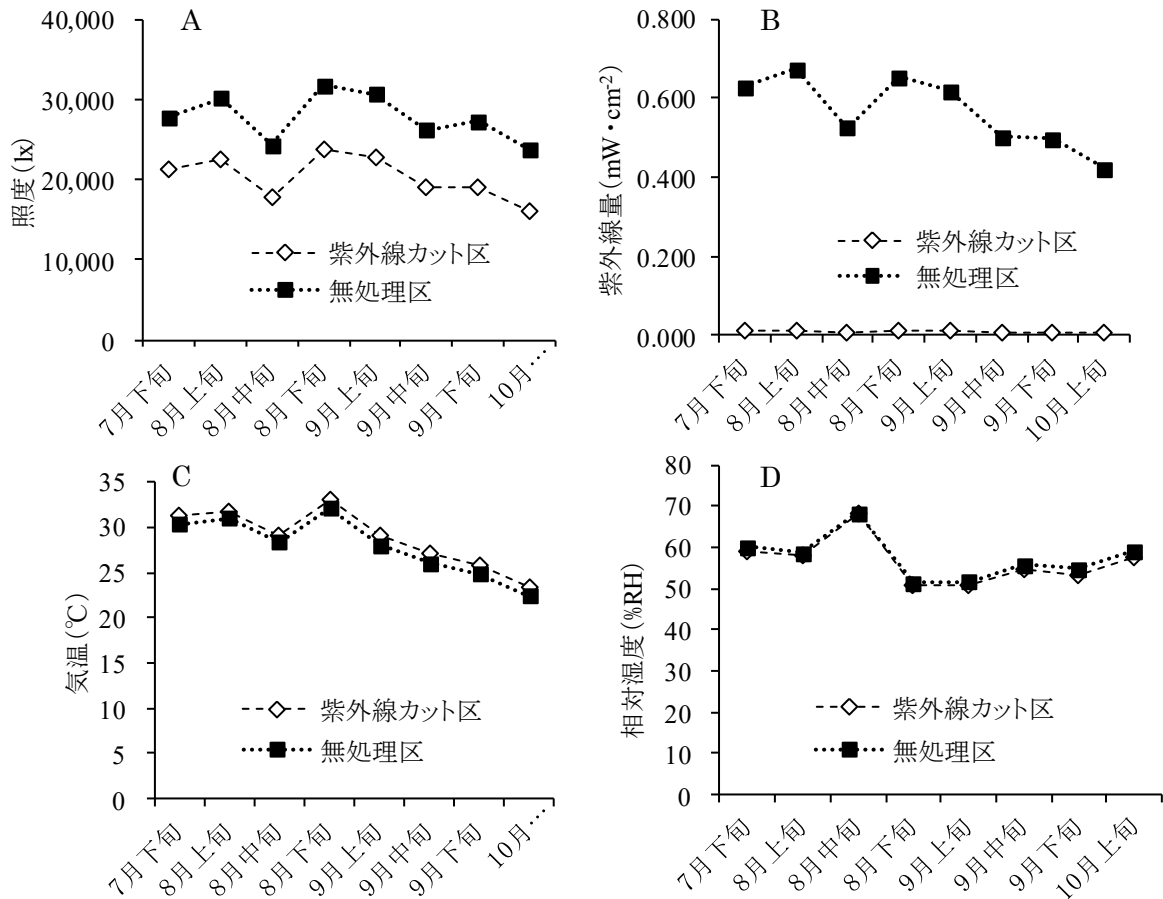


図 4-5 紫外線カット試験（試験 2）の旬別日平均照度，紫外線量，気温および相対湿度の推移

値は 2017 年 7 月 21 日から 10 月 10 日における 6:00 から 18:00 の旬別日平均を示す

9月19日には無処理区のがく片の色は明るい赤色となったが、紫外線カット区では、ほとんど赤色を帯びない様子が観察された(図4-3B)。

花色 (L^* , a^* , b^*) の比較において、明度を示す L^* について紫外線カット区は、無処理区と比較して有意に高く推移した(図4-6A)。一方、赤色を示す a^* について紫外線カット区では無処理区と比較して9月4日以降は有意に低く推移し、白から赤色に変化する時期が遅れたが、9月下旬以降に淡い赤色を帯びた(図4-6B)。10月10日の調査では、無処理の a^* は 17.0 であったのに対し、紫外線カット区では 9.7 であった(図4-6B)。また、黄色を示す b^* は8月下旬から9月上旬に最大値を示し、その後低下する傾向を示し、紫外線カット区および無処理区ともに同様の傾向を示した(図4-6C)。

さらに、がく片からの塩酸メタノール抽出液の吸光度 (530 nm) は、9月以降に無処理区の方が、紫外線カット区より高い値で推移した(図4-6D)。

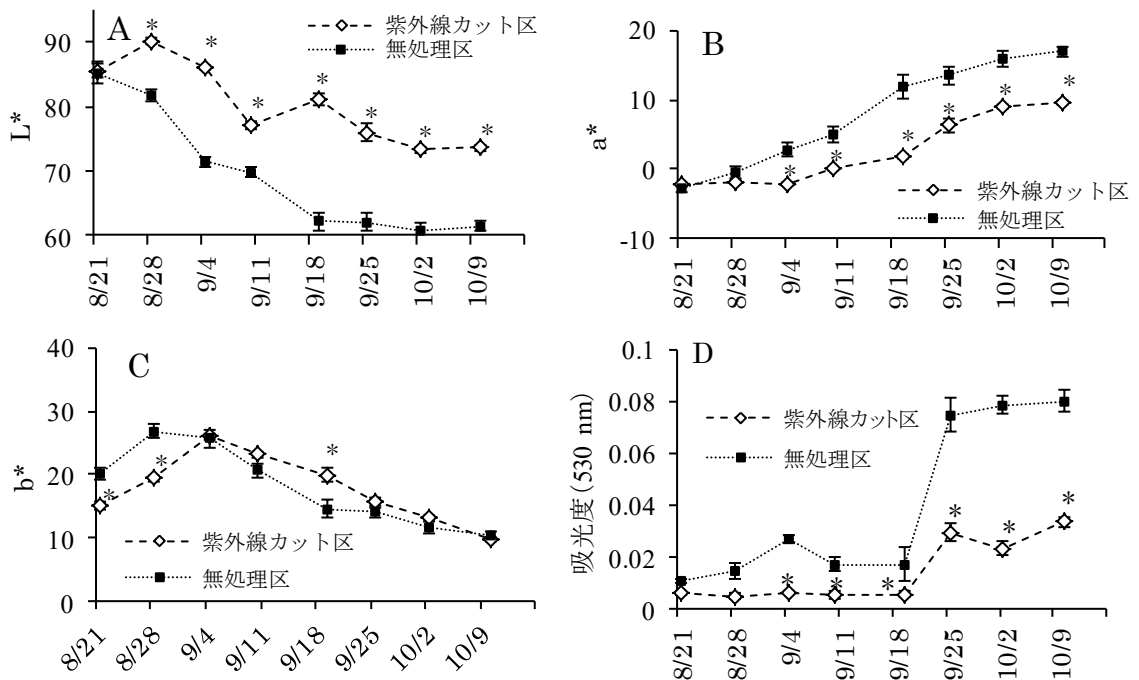


図 4-6 紫外線カットフィルムがノリウツギ‘ライムライト’鉢物のがく片の L^* (A), a^* (B), b^* (C) および吸光度 (D) に及ぼす影響

吸光度はがく片のディスク 3 枚を 1% 塩酸メタノール 1 mL に浸漬後, 530 nm で測定した

垂線は標準誤差を示す ($n=10$)

* 同一日において t 検定により 5% 水準で有意差あり

3. 夜温が花色変化に及ぼす影響

9月19日には5℃区、10℃区および20℃区では薄い赤色を帯びたのに対し、15℃区ではやや濃い赤色を帯びた(図4-3C)。

花色(L^* , a^* , b^*)の比較では、明度を示す L^* について20℃区は試験期間を通してほとんど低下しなかったのに対し、15℃区が9月上旬から開花後日数の経過とともに低下し、処理区の中で最も低い値を示した(図4-7A)。一方、赤色を示す a^* について20℃区は試験期間を通してほとんど正の値を示さなかったのに対し、15℃区では開花後日数の経過とともに値が上昇する傾向を示した。15℃区では8月下旬から処理区の中で最も高い値を示し、次いで10℃区、5℃区の順に高い値を示す傾向が見られた(図4-7B)。10月10日の調査では、20℃区の a^* は-1.4であったのに対し、15℃区では17.8、10℃区では14.6、5℃区では10.6であった(図4-7B)。

また、黄色を示す b^* について20℃区は試験期間を通してほとんど低下しなかったのに対し、15℃区では開花後日数の経過とともに値が低下する傾向を示した。10月10日の調査では、20℃区では28.3であったのに対し、15℃区では7.5、10℃区では15.9、5℃区では15.5であった(図4-7C)。さらに、がく片からの塩酸メタノール抽出液の吸光度(530 nm)の推移では、9月中旬以降に15℃区が、処理区の中で最も高い値を示し、開花後日数の経過とともに高まる傾向を示した(図4-7D)。

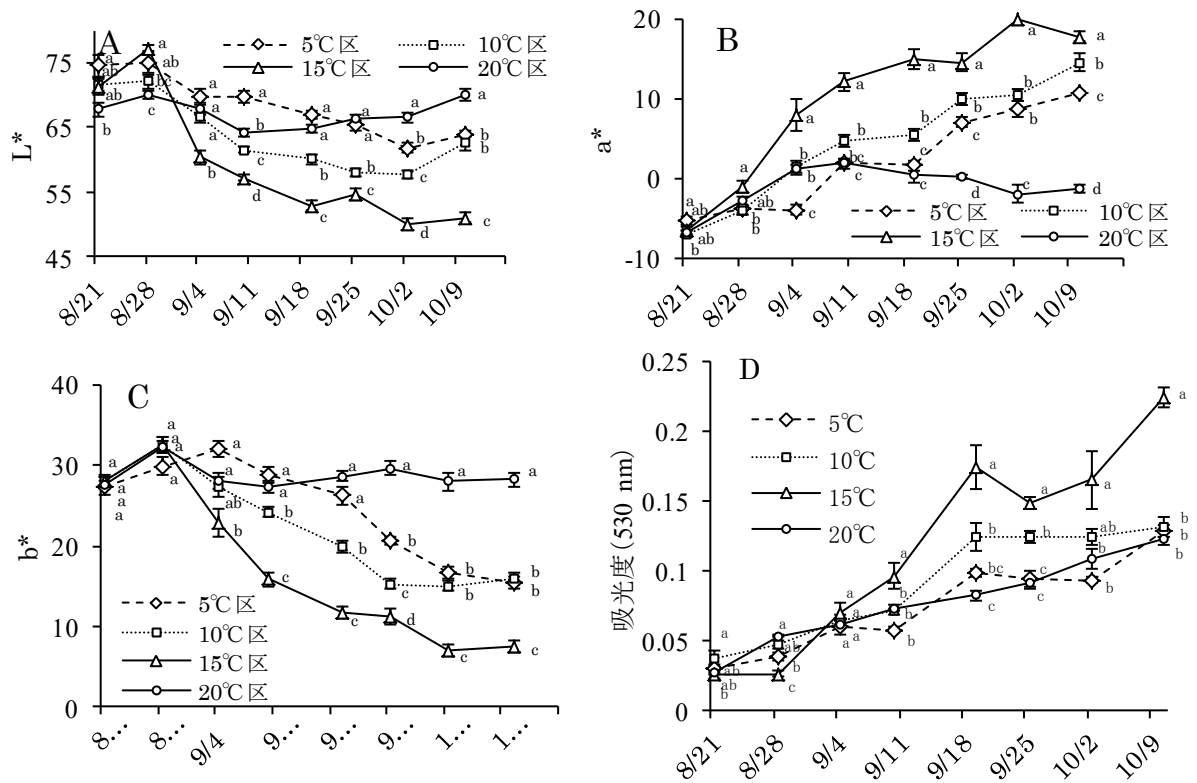


図 4-7 夜温がノリウツギ‘ライムライト’鉢物のがく片の L^* (A), a^* (B), b^* (C) および吸光度 (D) に及ぼす影響

処理区ごとに 5°C, 10°C, 15°C または 20°C 設定したインキュベータ内 (暗黒条件) に 17:00 から 9:00 まで入れ, 日中は農 PO ハウス内で管理し, 温度はなりゆきとした

吸光度はがく片のディスク 3 枚を 1% 塩酸メタノール 1 mL に浸漬後, 530 nm で測定した

垂線は標準誤差を示す (n=10)

同一日において同一文字間は Tukey の多重検定により 5% 水準で有意差なし

考察

ノリウツギの花色は、開花時は白色であるが、開花後日数の経過とともに秋色と呼ばれる赤色を帯び、概ね a^* の値が 5 以上で秋色と判断できると考えられた (図 4-4B; 図 4-6B; 図 4-7B)。また、がく片からの塩酸メタノール抽出液の吸光度 (530 nm) は、 a^* の値の上昇と概ね一致する傾向がみられた (図 4-4D; 図 4-6D; 図 4-7D) ことから、開花後日数の経過とともにがく片中のアントシアニン含量が上昇したと推察された。試験 1 において、開花期以降の遮光率が低いほど、早期に赤みを帯びる傾向がみられた (図 4-2; 図 4-3A; 図 4-4B)。これは、遮光により照度とともに、紫外線量が低減した影響であると考えられた (表 4-1)。試験 2 では、98.4% の紫外線カット処理 (表 4-2) を行ったところ、花色が白から赤色へ変化する時期 (秋色着色期) が有意に遅れた (図 4-3B; 図 4-6B)。紫外線は植物の特にタンパク質や核酸を破壊する危険要因である (竹内・林田, 1987; Nogues ら, 1998) が、アントシアニンなどの色素は、紫外線を吸収し、紫外線が内部へと侵入することを防御している。大気の層が薄い高山では、有害な紫外線が強くなり、平地より鮮やかな色の植物が多い (水野・水野, 2015)。バラでは可視光が紫外線と同時に照射された場合、アントシアニンの生成に促進的に働く (Maekawa ら, 1980) ことが報告されている。従って、ノリウツギの花色変化においても遮光による可視光の低減が影響を及ぼした可能性が考えられた。

試験 1 において 50% 遮光区では、商品化可能ながく片の着色がみられた (図 4-2; 第 3 図 4-3A)。第 1 表の実測値から、ノリウツ

ギの開花後の秋色化には少なくとも 6:00 から 18:00 における日平均照度が約 15,000 lx 以上，紫外線量は $0.300 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$ 以上が必要であると推定された。また，過剰な照度や紫外線は障害を引き起こす可能性があるため，無処理区の測定値から，照度 114,000 lx 以下，および紫外線 $2.524 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$ 以下が適切であると考えられた。一方，遮光が温度，および相対湿度の観点からノリウツギの生育に影響を及ぼすことはなかった（表 4-1）。

試験 3 の夜温による影響は，開花後 30 日から夜温を 15°C にした場合に，赤みを帯び始める時期が最も早く，濃い赤色となった（図 4-3C；図 4-7B）。前川・中村（1979）は，モモ，ボケおよびサクラ切り花において， 15°C から 30°C の温度条件では花蕾のアントシアニン生成量は温度が低くなるにつれて増加したと報告している。一般に，アントシアニンを色素に持つ花は，生育適温の中でなるべく低い温度の方が，花色が濃くなることが報告されている

（Creasy, 1968）ことから，ノリウツギの生育適温の下限が 15°C 付近であることが推察された。また，紅葉では葉の老化が進むとアントシアニンの生成量が増加する（望月・蔡，2001；松本，2013）ことから，夜温 10°C ， 5°C では夜温 15°C と比較して花色変化が遅れた要因として，低温によりがく片の老化が抑制された可能性が考えられた。すなわち，ノリウツギのがく片における花色変化の条件の一つとして，がく片の老化が必要であると推定された。さらに，ハイドランジアのがく片中のアントシアニンは，気温が 30°C 以上になると生成されなくなるといわれている（清水ら，2001）ため，夜温が高い場合に花色変化が起こりにくい点で本試

験の結果と一致した（図 4-7B）。

また，アジサイにおける秋色の主要アントシアニンとして，シアニジン 3-サンプビオサイドおよびシアニジン 3-ラシロサイドが報告されている（小玉，2017）が，ノリウツギの秋色については明らかとなっていない．開花時に白色のノリウツギは，土壌 pH によって花色が影響を受けることはない（清水，2002b）が，秋色に変化をする際の土壌 pH および肥料成分などの影響については知られていないことからさらなる知見の集積が望まれる．

試験 1 において，遮光率を 90% にすると花色は緑色に変化した．90% 遮光区は a* 値が唯一負の値で推移し，b* 値が他区と比べて有意に高い値を維持した（図 4-4B；C）ことから，高遮光下では黄緑色を帯びると考えられた．ノリウツギと同様な花色変化を示す *Hydrangea arborescens* 'Annabelle' では，開花期以降の 50% 以上の遮光によりがく片が緑色化する（加藤・高濱，2006）ことから，緑色を帯びたノリウツギ生産の可能性が示唆された．グリーン化したノリウツギは，商材のバリエーションを増やす観点から興味深い．

一方，アントシアニンの生成量は糖類と密接に関係することが報告されている．Eddy・Mapson（1951）は，ショ糖，グルコースおよびフルクトースがアントシアニンの生成を促進すると報告している．Kawabata ら（1999）はトルコギキョウにおいて，花卉の糖濃度とアントシアニン濃度との間には，光条件に関係なく正の相関がみられたと報告している．また，清水ら（2001）は，開花期のアジサイのがく片中グルコース含量は，昼温が 30℃ 以上で減

少し、アントシアニン含量も減少すると報告していることから、温度がノリウツギのがく片中の糖含量にも影響を与えた結果、花色変化に作用している可能性が考えられた。

以上のことから、ノリウツギの白色から赤色への花色変化には、遮光、紫外線量および夜温が影響を及ぼしていることが明らかとなった。がく片の赤色化には、6:00 から 18:00 の日平均 15,000 lx 以上 (114,000 lx 以下) の照度、および $0.300 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$ 以上 ($2.524 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$ 以下) の紫外線が必要であり、夜温 15°C 前後が最適であることが示唆された。本研究の限界として、高冷地 (標高 747 m) で行われたため、低地に比べて、気温が低く、紫外線量が高く推移した可能性もあり、異なる環境下における確認も必要と考えられる。また、本試験では初回調査時に花色に有意差がみられた項目があった (図 4-5; 図 4-6; 図 4-7) ことから、処理開始以降、測定開始までに花色変化が始まっていた可能性が考えられるため、さらなる知見の集積が求められる。

第5章 ノリウツギの休眠性と萌芽に必要な低温要求量の検討

緒言

前年枝咲きのアジサイ (*Hydrangea macrophylla*) は、気温が 18℃ 以下となる 10 月上旬頃に充実した枝の頂部に花芽分化を開始し、10 月下旬から 11 月上旬にかけてがく片を、11 月中旬に雌雄ずいを形成した後、自発休眠に入る (五井, 1998; 小杉・荒井, 1960; 八木, 1994)。その後、5℃ 以下の自然低温に 40 から 50 日間遭遇することにより自発休眠は打破され、気温の上昇する年明け 3 月以降に新梢が伸長を開始し、5~6 月頃に開花する (ト部ら, 1972)。また、*Hydrangea macrophylla* では挿し木株を約 12.8℃ で 70 日間処理することにより、人為的な花芽誘導が可能と報告がある (Shanks・Link, 1951)。一方、当年枝咲きのノリウツギやアメリカノリノキ (*Hydrangea arborescens*) も気温の低下とともに自然休眠に入るとされており、清水 (2002) により休眠打破には一定の低温遭遇が必要であり、群馬県平坦地域で 1 月下旬には休眠が破れていると報告がある。ただし、低温要求量の作型による差異や品種間差については明らかになっていない。

本研究は、慣行栽培と短期栽培法 (窪田ら, 2014) におけるノリウツギの休眠性について、低温要求性や品種間差について検討する目的で行った。

第 1 節 品種による低温要求性の検討

緒言

ノリウツギにおいて、冬期休眠打破のための低温要求性についての品種比較は行われていない。また、短期栽培における低温要求性も明らかにされていない。

本研究では、短期栽培と慣行栽培について、品種による低温要求性の差異について検討した。なお、本研究における慣行栽培とは、出荷を予定する前年の春に長さ 10 cm の穂木を挿し木し、1 年間育苗した後に加温し翌年の春に開花させる作型を指す。一方、短期栽培とは、長さ 30 cm の穂木を用いて冬期に挿し木を行い、最低温度 15℃ に加温後 90～120 日ほどで開花させて出荷する作型を指す。これらの作型では、加温前に低温に遭遇する形態が異なり、慣行栽培では苗であるのに対し、短期栽培で採穂前の露地栽培された母株の枝となる。

材料と方法

【2017 年】

本試験は、山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター（標高 747 m）ガラス温室内において実施した。供試品種は‘山梨 22-1’、‘ミナヅキ’、‘ライムライト’を用いた。

試験区は、慣行栽培（3.5 号ポット）、または短期栽培（2.5 号ロングポット）を用い、加温開始期を 2016 年 12 月 15 日、2017 年 1 月 15 日、同年 2 月 15 日の 3 水準を設定し、試験規模は 1 区 10 鉢とした。

短期栽培，および慣行鉢花栽培の耕種概要は以下のとおり．

1．短期栽培

挿し木は，2016年12月15日，2017年1月15日および同年2月15日に2.5号黒色ポリポットに行い，挿し穂径6～8mm，用土はバーミキュライト，挿し穂長30cmとした．穂木を採取した母株は，露地ほ場で栽培した成木（定植6年生）を用いた．温度管理は，施設夜温15℃，日中の最高温度はなりゆきとし，25℃で天窓側窓開放の設定とした．施肥は挿し木45日後に緩効性被覆肥料100日タイプ（N-P₂O₅-K₂O=13-14-8）2g/鉢を施用した．また，萌芽時に1鉢あたり3芽に摘芽した．

2．慣行鉢花栽培

2016年4月4日に挿し木し（挿し穂長：10cm），同年6月15日に3.5号黒ポリポットに鉢上げした材料を供試した．用土について，挿し床はバーミキュライト，鉢上げ培土は5種混合培養土（ピートモス：バーミキュライト：パーライト：赤玉土：鹿沼土＝1:1:1:1:1）を用いた．施肥について，3.5号鉢で育苗時は被覆複合肥料100日タイプ（16-13-10）2g/鉢を施用した．灌水は生育を通して手灌水とし，病虫害防除のための薬剤散布はなかった．温度管理は，鉢上げ以降は露地栽培，加温開始時にガラス温室に入れ，夜温15℃，日中の最高温度はなりゆきとし，25℃で天窓側窓開放に設定した．

また，萌芽時に1鉢あたり3芽に摘芽した．

調査は，萌芽から2週間ごとに新梢長および新梢節数を調査．その後全ての花茎について開花期，花穂長，花穂幅について行っ

た。

【2018年】

本試験は、山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター（標高747 m）ガラス温室内において実施した。供試品種は‘山梨22-1’、‘山梨24-1’、‘ミナヅキ’、‘ライムライト’を用いた。

試験区は、慣行栽培（5号プラ鉢）、または短期栽培（2.5号ロングポット）を用い、加温開始期を2017年12月14日、2018年1月17日、同年2月15日の3水準を設定し、試験規模は1区10鉢とした。

慣行鉢花栽培、および短期栽培の耕種概要は以下のとおり。

1. 短期栽培

挿し木は、2017年12月14日、2018年1月17日、同年2月15日に2.5号黒色ポリポットに行い、挿し穂径6～8 mm、用土はバーミキュライト、挿し穂長30 cmとした。穂木を採取した母株は、露地ほ場で栽培した成木（定植7年生）を用いた。温度管理は、施設夜温15℃、日中の最高温度はなりゆきとし、25℃で天窓側窓開放の設定とした。施肥は挿し木45日後に緩効性被覆肥料100日タイプ（N-P₂O₅-K₂O=13-14-8）2 g/鉢を施用した。また、萌芽時に1鉢あたり3芽に摘芽した。

2. 慣行鉢花栽培

2017年4月5日に挿し木し（挿し穂長：10 cm）、同年6月6日に3.5号黒ポリポットに鉢上げした材料を供試した。用土につい

て、挿し床はバーミキュライト，鉢上げ培土は 5 種混合培養土（ピートモス：バーミキュライト：パーライト：赤玉土：鹿沼土＝1:1:1:1:1）を用いた．施肥について，3.5 号鉢で育苗時は被覆複合肥料 100 日タイプ（16-13-10）2 g/鉢，5 号鉢に鉢上げ時には同肥料を 4 g/鉢を施用した．灌水は生育を通して手灌水とし，病虫害防除のための薬剤散布はなかった．温度管理は，鉢上げ以降は露地栽培，加温開始時にガラス温室に入れ，夜温 15℃，日中の最高温度はなりゆきとし，25℃で天窗側窓開放に設定した．また，萌芽時に 1 鉢あたり 3 芽に摘芽した．

調査は，萌芽から 2 週間ごとに新梢長および新梢節数を調査．その後全ての花茎について開花期，樹高，花茎長，花穂長，花穂幅について行った．

結果

【2017 年 ‘山梨 22-1’】

短期栽培では，12 月に加温を開始した場合，花茎の伸長はみられず，1 月および 2 月に加温を開始した場合には花茎の伸長および開花がみられた．時期により生育に差が認められたことから，穂木には休眠性があり，萌芽には低温が必要であることが示唆された（図 5-1，図 5-2）．

慣行鉢花栽培では，花茎は加温開始時期に関わらず 3 月場旬頃から伸長を開始したことから，休眠性や低温要求性は短期栽培より低いと考えられた．また，12 月に加温を開始した場合には節数が少なく推移した（図 5-3，図 5-4）．

開花期について、いずれの作型でも2月に加温を開始した場合に遅くなった(表5-1)。

樹高については、いずれの作型でも2月に加温を開始した場合にやや劣る傾向がみられた(表5-1)。

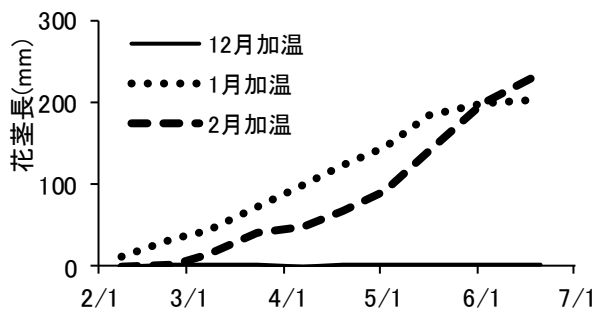


図5-1 短期栽培における花茎長の推移
(‘山梨 22-1’)

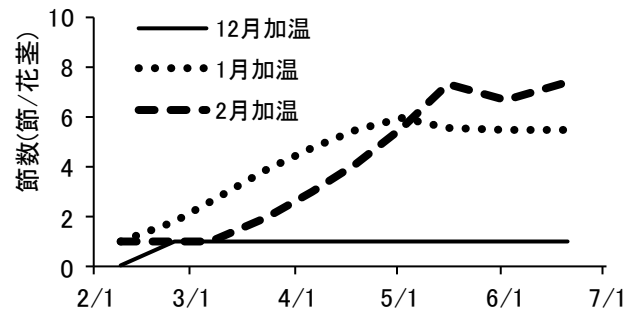


図5-2 短期栽培における節数の推移
(‘山梨 22-1’)

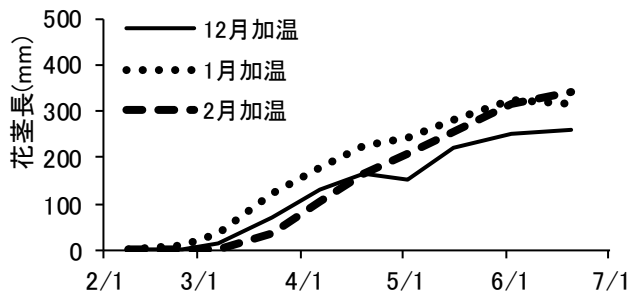


図5-3 慣行鉢花栽培における花茎長の推移
(‘山梨 22-1’)

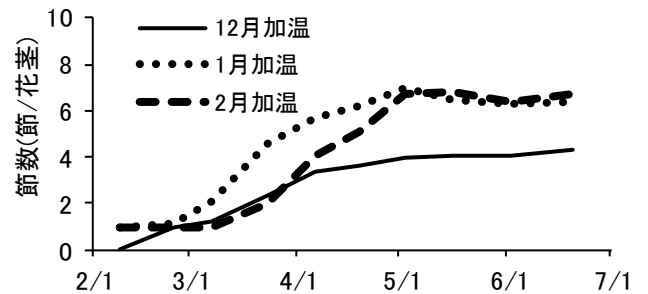


図5-4 慣行鉢花栽培における節数の推移
(‘山梨 22-1’)

表5-1 加温開始時期が開花特性に及ぼす影響(山梨22-1)

試験区	開花	開花	樹高	花茎長	花穂長	花穂幅	花茎節数	花穂節数	
作型	加温開始	始期	開花期	(cm)	(cm)	(cm)	(節/花茎)	(節/花穂)	
短期	12月	-	-	41.3	13.6	-	5.7	-	
	1月	5/11	5/21	43.9	10.4	14.6	11.0	5.8	8.8
	2月	5/28	6/7	46.1	12.7	13.1	10.6	7.1	7.9
慣行	12月	5/14	5/24	27.9	14.0	12.0	12.0	4.4	8.1
	1月	5/14	5/24	34.3	20.4	12.7	10.6	6.7	8.7
	2月	5/29	6/8	37.2	21.1	14.0	11.0	6.6	9.3

【2017年‘ミナヅキ’】

短期栽培では，12月に加温を開始した場合，花茎の伸長は1月および2月に加温を開始した場合と比較して劣った．時期により生育に差が認められたことから，穂木には休眠性があり，萌芽には低温が必要であることが示唆された(図5-5，図5-6)．

慣行鉢花栽培では，花茎は加温開始時期に関わらず3月場旬頃から伸長を開始したことから，休眠性や低温要求性は短期栽培より低いと考えられた(図5-7，図5-8)．

開花期について，いずれの作型でも2月に加温を開始した場合に遅くなった．樹高について，短期栽培では加温開始が遅いほど高くなる傾向がみられ，一方，慣行鉢花栽培では判然としなかった(表5-2)．

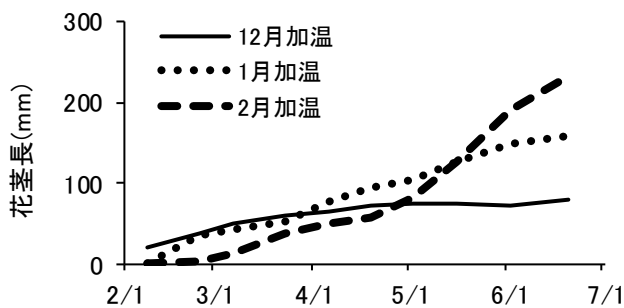


図5-5 短期栽培における花茎長の推移
(‘ミナヅキ’)

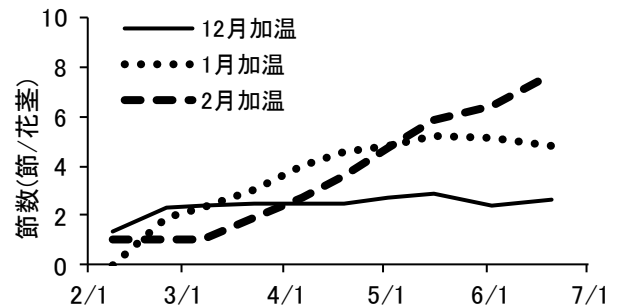


図5-6 短期栽培における節数の推移
(‘ミナヅキ’)

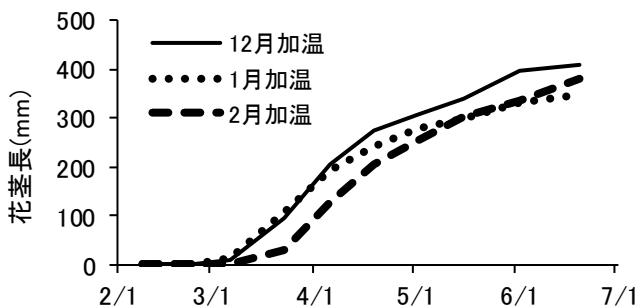


図5-7 慣行鉢花栽培における花茎長の推移
(‘ミナヅキ’)

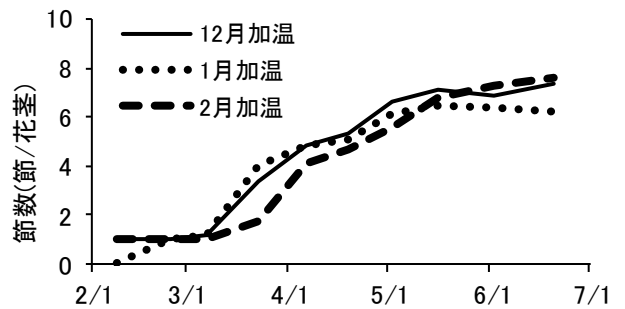


図5-8 慣行鉢花栽培における節数の推移
(‘ミナヅキ’)

表5-2 加温開始時期が開花特性に及ぼす影響(ミナヅキ)

試験区 作型	加温開始	開花 始期	開花期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	花茎節数 (節/花茎)	花穂節数 (節/花穂)
短期	12月	5/29	6/8	34.1	5.0	10.6	12.2	3.3	4.8
	1月	5/26	6/5	38.1	7.0	12.5	11.5	4.9	6.4
	2月	6/5	6/15	46.1	13.0	13.0	12.0	7.2	7.5
慣行	12月	5/28	6/8	44.8	31.4	11.0	10.4	7.3	8.1
	1月	5/31	6/10	37.5	25.7	10.1	9.6	6.2	8.4
	2月	6/16	6/26	43.2	30.7	10.3	9.9	7.8	8.1

【2017年‘ライムライト’】

短期栽培では，12月に加温を開始した場合，花茎の伸長は1月および2月に加温を開始した場合と比較して劣った．時期により生育に差が認められたことから，穂木には休眠性があり，萌芽には低温が必要であることが示唆された(図5-9，図5-10)．

慣行鉢花栽培では，花茎は加温開始時期に関わらず3月上旬頃から伸長を開始したことから，休眠性や低温要求性は短期栽培より低いと考えられた．ただし，12月に加温を開始した場合には5月中旬から花茎伸長を開始した芽があったため節数が減少したことから，浅い休眠性を有する可能性が示唆された(図5-11，図5-12)．

開花期について，12月加温開始を除き，いずれの作型でも加温開始が遅いほど抑制された．樹高について，短期栽培では加温開始が遅いほど高くなる傾向がみられ，一方，慣行鉢花栽培では判然としなかった(表5-3)．

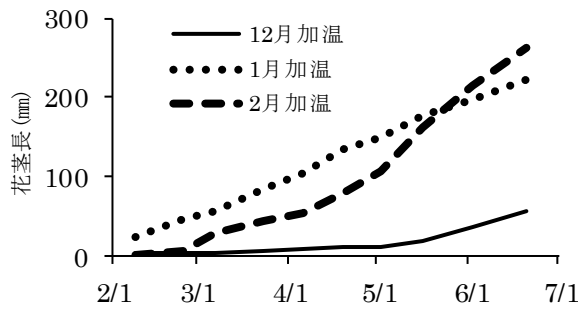


図5-9 短期栽培における花茎長の推移
（‘ライムライト’）

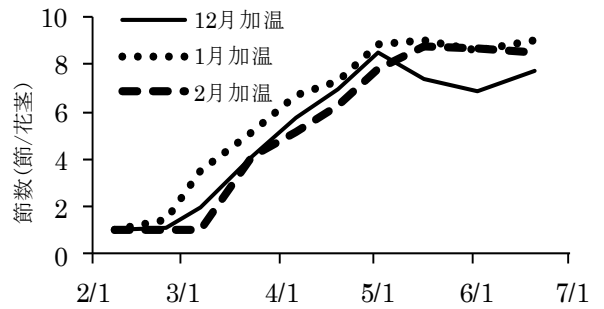


図5-10 慣行鉢花栽培における節数の推移
（‘ライムライト’）

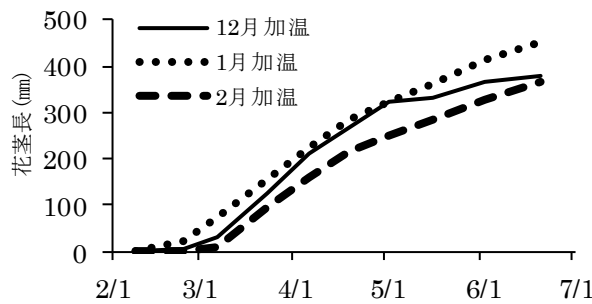


図5-11 慣行鉢花栽培における花茎長の推移
（‘ライムライト’）

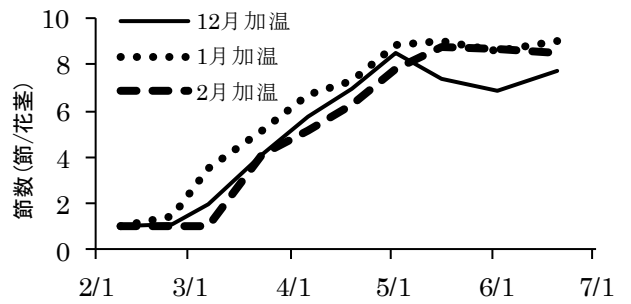


図5-12 慣行鉢花栽培における節数の推移
（‘ライムライト’）

表5-3 加温開始時期が開花特性に及ぼす影響(ライムライト)

試験区		開花 始期	開花期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)	花茎節数 (節/花茎)	花穂節数 (節/花穂)
作型	加温開始								
短期	12月	7/14	7/24	46.2	18.0	11.0	9.3	6.8	7.7
	1月	5/26	6/5	46.7	15.3	12.8	12.1	8.3	7.7
	2月	6/11	6/21	51.7	20.6	11.9	11.3	9.7	7.7
慣行	12月	5/15	5/26	45.1	30.5	12.5	13.8	8.0	7.9
	1月	5/24	6/4	47.3	32.5	11.7	11.9	9.2	8.8
	2月	6/9	6/19	40.0	27.0	10.2	10.0	9.0	8.1

【2018年 ‘山梨 22-1’】

短期栽培では，12月に加温を開始した場合は約1か月後から，1月および2月に加温を開始した場合には約半月後から花茎の伸長および花茎節数の増加がみられた．いずれの試験区においても萌芽後は正常に開花したことから，穂木の萌芽に要する低温要求

量は処理前までの低温により満たされたと推察された(図 5-13, 図 5-14).

慣行鉢花栽培では, 12月および1月に加温を開始した場合は約1か月後から, 2月に加温を開始した場合には約半月後から花茎の伸長および花茎節数の増加がみられた. いずれの試験区においても萌芽後は正常に開花したことから, 苗の萌芽に要する低温要求量は処理前までの低温により満たされたと推察された(図 5-15, 図 5-16).

開花期について, いずれの作型でも加温が早いほど早期に開花する傾向がみられた. 加温開始から開花期までの日数は, 加温開始が遅いほど短くなる傾向がみられた(表 5-4).

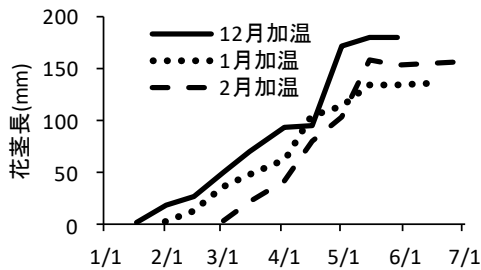


図5-13 短期栽培における花茎長の推移
(‘山梨 22-1’)

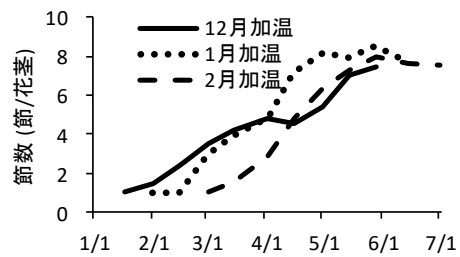


図5-14 短期栽培における節数の推移
(‘山梨 22-1’)

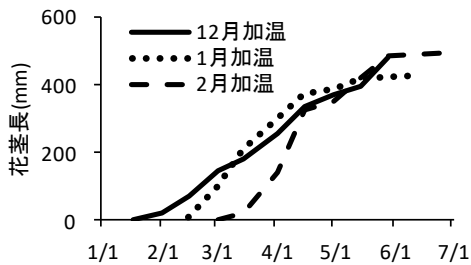


図5-15 慣行鉢花栽培における花茎長の推移
(‘山梨 22-1’)

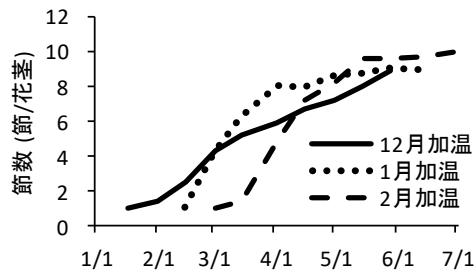


図5-16 慣行鉢花栽培における節数の推移
(‘山梨 22-1’)

表5-4 加温開始時期が開花特性に及ぼす影響(山梨22-1)

試験区		開花始期	開花期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)
作型	加温開始						
短期	12月	4/22	5/2	62.2	18.1	18.8	12.8
	1月	5/14	5/24	50.5	13.4	13.1	11.2
	2月	5/27	6/6	55.2	13.9	16.1	11.1
慣行	12月	5/14	5/24	78.5	48.1	23.9	16.8
	1月	5/15	5/25	77.5	42.7	29.1	17.3
	2月	5/26	6/5	86.7	49.5	28.4	17.5

【2018年‘山梨24-1’】

短期栽培では，12月に加温を開始した場合は約1か月後から，1月および2月に加温を開始した場合には約半月後から花茎の伸長および花茎節数の増加がみられた．いずれの試験区においても萌芽後は正常に開花したことから，穂木の萌芽に要する低温要求量は処理前までの低温により満たされたと推察された(図5-17，図5-18)．

慣行鉢花栽培では，12月に加温を開始した場合は約2か月後から，1月および2月に加温を開始した場合には1か月後から花茎の伸長および花茎節数の増加がみられた．いずれの試験区においても萌芽後は正常に開花したことから，苗の萌芽に要する低温要求量は処理前までの低温により満たされたと推察された(図5-19，図5-20)．

開花期について，いずれの作型でも加温が早いほど早期に開花する傾向がみられた．短期栽培では加温開始から開花期までの日数は，加温開始が遅いほど短くなる傾向がみられ，慣行鉢花栽培では1月に加温を開始した場合に，開花期までの日数が最も短かった(表5-5)．

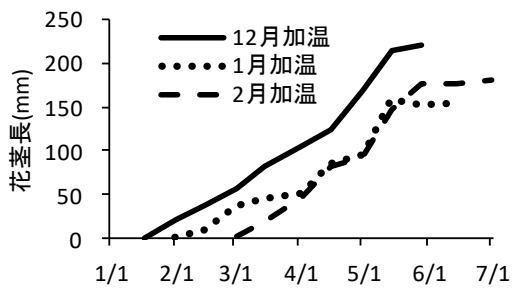


図5-17 短期栽培における花茎長の推移
（‘山梨 24-1’）

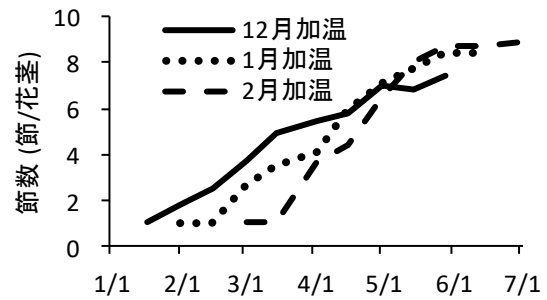


図5-18 短期栽培における節数の推移
（‘山梨 24-1’）

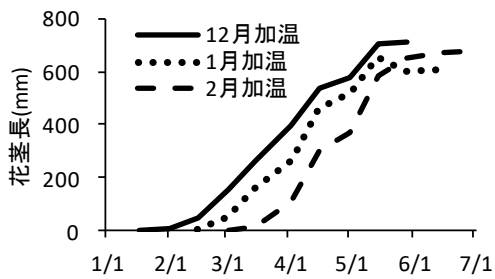


図5-19 慣行鉢花栽培における花茎長の推移
（‘山梨 24-1’）

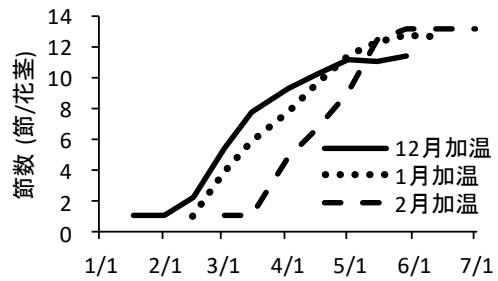


図5-20 慣行鉢花栽培における節数の推移
（‘山梨 24-1’）

表5-5 加温開始時期が開花特性に及ぼす影響(山梨24-1)

試験区		開花始期	開花期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)
作型	加温開始						
短期	12月	4/28	5/8	57.9	19.2	14.7	11.5
	1月	5/20	5/30	55.4	15.7	15.0	11.1
	2月	5/30	6/9	53.8	19.2	13.0	10.3
慣行	12月	5/13	5/23	95.7	64.7	26.1	16.9
	1月	5/25	6/4	89.5	56.3	25.6	16.7
	2月	6/11	6/21	98.3	66.6	23.1	16.8

【2018年‘ミナヅキ’】

短期栽培では，12月に加温を開始した場合は約1か月後から，1月および2月に加温を開始した場合には約半月後から花茎の伸長および花茎節数の増加がみられた．いずれの試験区においても萌芽後は正常に開花したことから，穂木の萌芽に要する低温要求量は処理前までの低温により満たされたと推察された(図5-21，図5-22)．

慣行鉢花栽培では，12月に加温を開始した場合は約2か月後，1月に加温を開始した場合は約1か月後から，2月に加温を開始した場合には約半月後から花茎の伸長および花茎節数の増加がみられた．いずれの試験区においても萌芽後は正常に開花したことから，苗の萌芽に要する低温要求量は処理前までの低温により満たされたと推察された(図5-23，図5-24)．

開花期について，いずれの作型でも加温が早いほど早期に開花する傾向がみられた．加温開始から開花期までの日数は，加温開始が遅いほど短くなる傾向がみられた(表5-6)．

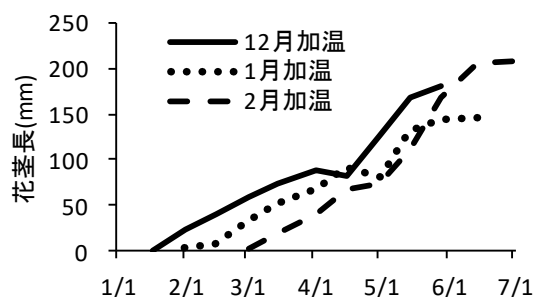


図5-21 短期栽培における花茎長の推移
（‘ミナヅキ’）

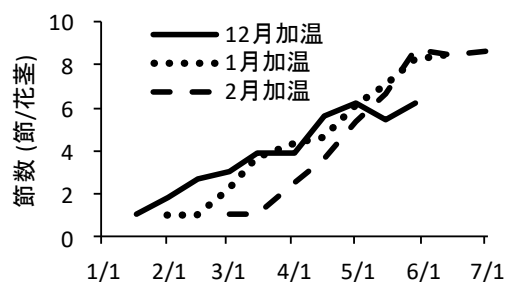


図5-22 短期栽培における節数の推移
（‘ミナヅキ’）

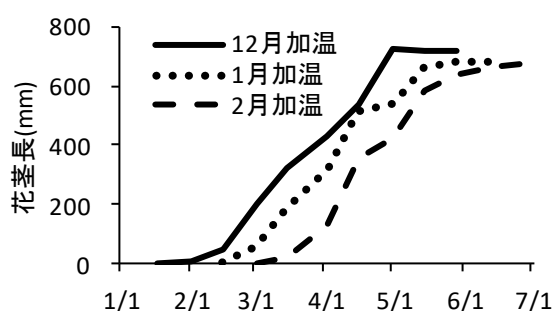


図5-23 慣行鉢花栽培における花茎長の推移
（‘ミナヅキ’）

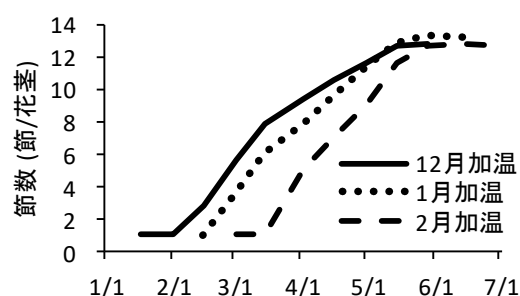


図5-24 慣行鉢花栽培における節数の推移
（‘ミナヅキ’）

表5-6 加温開始時期が開花特性に及ぼす影響(ミナヅキ)

試験区		開花始期	開花期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)
作型	加温開始						
短期	12月	5/3	5/13	48.1	12.5	13.2	11.8
	1月	5/25	6/4	53.9	14.9	14.0	12.3
	2月	6/13	6/23	56.4	21.6	13.2	11.8
慣行	12月	5/18	5/28	83.9	61.2	17.0	14.1
	1月	6/1	6/11	88.5	64.1	18.1	15.3
	2月	6/16	6/26	87.5	68.9	15.3	13.9

【2018年 ‘ライムライト’】

短期栽培では，12月に加温を開始した場合は約1か月後から，1月および2月に加温を開始した場合には約半月後から花茎の伸長および花茎節数の増加がみられた．いずれの試験区においても萌芽後は正常に開花したことから，穂木の萌芽に要する低温要求量は処理前までの低温により満たされたと推察された(図5-25，

図 5-26).

慣行鉢花栽培では，12月および1月に加温を開始した場合は約1か月後から，2月に加温を開始した場合には約半月後から花茎の伸長および花茎節数の増加がみられた．いずれの試験区においても萌芽後は正常に開花したことから，苗の萌芽に要する低温要求量は処理前までの低温により満たされたと推察された(図 5-27，図 5-28)．

開花期について，いずれの作型でも加温が早いほど早期に開花する傾向がみられたが短期栽培では差異が少なかった．加温開始から開花期までの日数は，加温開始が遅いほど短くなる傾向がみられた(表 5-7)．

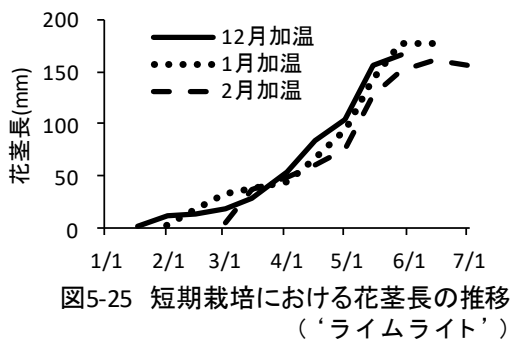


図5-25 短期栽培における花茎長の推移
(‘ライムライト’)

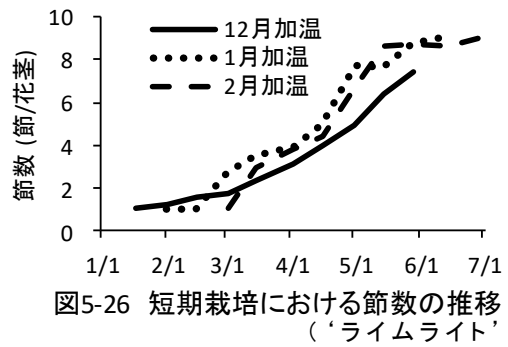


図5-26 短期栽培における節数の推移
(‘ライムライト’)

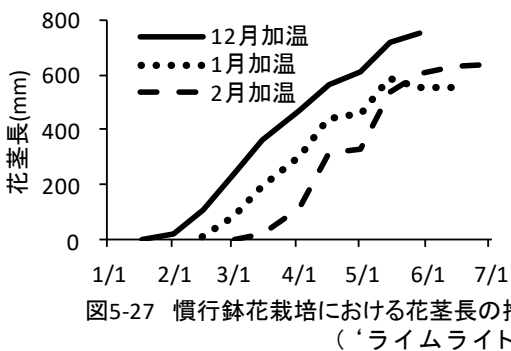


図5-27 慣行鉢花栽培における花茎長の推移
(‘ライムライト’)

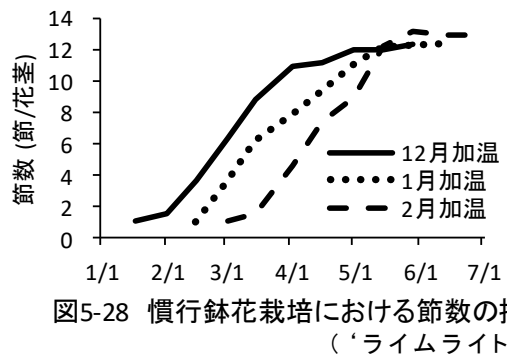


図5-28 慣行鉢花栽培における節数の推移
(‘ライムライト’)

表5-7 加温開始時期が開花特性に及ぼす影響(ライムライト)

試験区		開花始期	開花期	樹高 (cm)	花茎長 (cm)	花穂長 (cm)	花穂幅 (cm)
作型	加温開始						
短期	12月	5/25	6/4	68.2	19.5	14.5	14.1
	1月	5/26	6/5	55.3	18.7	14.8	13.7
	2月	5/31	6/10	50.9	15.1	12.1	11.4
慣行	12月	5/10	5/20	78.6	53.7	18.1	16.7
	1月	5/27	6/6	78.0	52.7	19.1	17.0
	2月	6/13	6/23	86.7	60.2	19.1	16.9

表5-8 試験実施年次による最低気温5°C以下の日数(時間数)の比較

試験実施年次(データ抽出の期間)	10月	11月	12月	合計
2017年試験(2016年10月1日~12月14日まで)	2(2)	24(225)	14(181)	40(408)
2018年試験(2017年10月1日~12月13日まで)	7(23)	29(262)	13(245)	49(530)

値は気象庁AMeDASデータより加温開始前日までの期間を抽出。

観測点：山梨県北杜市大泉

考察

‘山梨 22-1’について、短期栽培では、穂木には休眠性があり、萌芽には低温が必要であることが示唆された。一方、慣行鉢花栽培では休眠性や低温要求性は短期栽培よりも低いと考えられた。また、2018年に試験では、短期栽培および慣行鉢花栽培のいずれの作型においても、加温開始萌芽後は正常に開花したことから、萌芽に要する低温要求量は処理前に当たる12月14日までの低温により満たされたと推察された。加温開始から開花期までの日数は、加温開始が遅いほど短くなる傾向がみられた。

‘山梨 24-1’について、短期栽培および慣行鉢花栽培のいずれの作型においても、加温開始萌芽後は正常に開花したことから、‘山梨 24-1’の穂木および苗の萌芽に要する定温要求量は処理前に当たる12月14日までの低温により満たされたと推察された。

短期栽培では加温開始から開花期までの日数は，加温開始が遅いほど短くなる傾向がみられた。

‘ミナヅキ’について，2017年の短期栽培では，穂木には休眠性があり，萌芽には低温が必要であることが示唆された。一方，慣行鉢花栽培では休眠性や低温要求性は短期栽培よりも低いと考えられた。2018年の試験では，短期栽培および慣行鉢花栽培のいずれの作型においても，加温開始萌芽後は正常に開花したことから，‘ミナヅキ’の穂木および苗の萌芽に要する定温要求量は処理前に当たる12月14日までの低温により満たされたと推察された。加温開始から開花期までの日数は，加温開始が遅いほど短くなる傾向がみられた。

‘ライムライト’について，2017年の短期栽培では，穂木には休眠性があり，萌芽には低温が必要であることが示唆された。一方，慣行鉢花栽培では休眠性や低温要求性は短期栽培よりも低いと考えられた。2018年の試験について，短期栽培および慣行鉢花栽培のいずれの作型においても，加温開始萌芽後は正常に開花したことから，‘ライムライト’の穂木および苗の萌芽に要する低温要求量は処理前に当たる12月14日までの低温により満たされたと推察された。加温開始から開花期までの日数は，加温開始が遅いほど短くなる傾向がみられた。

西洋アジサイ (*Hydrangea macrophylla*) では，5℃以下の低温に6週間以上遭遇すると休眠が破られるとされている（清水，2002）。本試験において，試験実施年次により最低気温が5℃以下の日数を比較すると，2017年試験が40日，2018年試験が49日，

時間数では，2017年が408時間，2018年が530時間であった（表5-8）．2017年は加温開始前には休眠は破られておらず，2018年には破られていたことから，ノリウツギの低温要求量は，5℃以下の低温が408時間では足りず，530時間では満たされていたと考えられた．

品種間の比較について，2017年における短期栽培の試験結果より，‘山梨22-1’は12月加温ではほとんど萌芽しなかったのに対し，ライムライトでは5～6月に一部萌芽が確認され，1月加温では2月加温とほとんど変わらない生育を示した．一方，‘ミナヅキ’はその中間的な性質を示したことから，‘山梨22-1’>‘ミナヅキ’>‘ライムライト’の順に低温要求性が高いと推察された．

以上の結果より，ノリウツギの穂木には休眠性があり，萌芽には一定の低温が必要であることが示唆された．5℃以下の低温が530時間で低温要求量を満たしたと考えられたことから，極端な暖冬を除き，試験地では1月中旬以降に穂木を採取する場合には萌芽すると推察された．ただし，休眠を打破する低温要求量は栽培方法や品種により異なると考えられた．

第6章 ノリウツギの早期開花および新規花色を有する新品種育成

緒言

近年，全国的に花き経営を取り巻く状況は，販売単価低迷や生産コストの高騰により，厳しい状況下にある．山梨県も例外ではなく，産地間競争が激しさを増す中，他産地との差別化を図るため，オリジナル性の高い品目について栽培技術の開発が求められている．

そこで山梨県総合農業技術センターでは，アジサイ類の中でも前述のように新梢咲きという特性をもつノリウツギ (*Hydrangea paniculata*) に注目し，鉢物化および短期栽培法を開発した (窪田ら，2014)．一般的なアジサイ (*Hydrangea macrophylla*) は旧枝咲きの性質から，鉢花栽培では，春から初夏に挿し木を行い，秋季に花芽分化した株を翌年の春に開花させて出荷する栽培が行われており，出荷まで1年程度の栽培期間が必要である (篠崎，1994)．一方，ノリウツギは，新梢に当年で開花するため，旧枝咲きのアジサイよりも，栽培期間を短縮することが可能である．

また，アジサイ類の切り花利用については，年々増加傾向にあり，贈答用やブライダル向けに需要が拡大している．ノリウツギについても「フレッシュ」および「アンティーク」の両方で切り花として出荷が可能であり，県内で生産が始まっている．

ノリウツギは耐寒性や耐暑性に優れ，挿し木による増殖も比較的容易なため，全国的に生産は拡大傾向にある．したがって本研

究では他産地と差別化が求められていることから，開花期や花形，および花色について改良した山梨県オリジナル品種の育成を行った．

第 1 節 ‘山梨 22-1’ の育成

緒言

ノリウツギの品種は 20 ほどが流通している．その中から，山梨では高冷地に適応し，特性としては，開花期の早いもの，花穂の観賞価値の高いもの，栽培の容易なものが期待されている．

そこで，花穂が円錐形で装飾花の多い‘ファントム’と，花穂の形が美しい‘ユニーク’を選抜し，交配を行うこととした．

材料と方法

2008 年に種子親として‘ファントム’，花粉親として‘ユニーク’を用いて交配を行った．得られた実生苗 51 個体の中から開花期が早く，花穂の形態に優れた系統名‘22-1’を選抜し，2013～2016 年に鉢花および切り花栽培における特性を調査した．

特性調査は山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター（北杜市明野町・標高 747 m）で行った．また，ノリウツギの主要園芸品種である‘ライムライト’を対照品種とした．

鉢花栽培における特性調査について，挿し木はバーミキュライトを入れた育苗箱内に 2014 年 4 月 9 日に行い，同年 6 月 17 日に 3.5 号黒ポリ鉢に鉢上げし，露地で管理した．その後 2015 年 2 月 27 日に 5 号白色プラ鉢に鉢上げし，1 節を残し剪定した．その後，

ガラス温室内で夜温を 15℃に加温し,最高温度は 25℃以下となるよう換気した条件下で栽培した.鉢上げ後の用土は 5 種混合培養土(バーミキュライト:パーライト:赤玉土:鹿沼土:ピートモス, 1:1:1:1:1)を用いた.施肥は,緩効性被覆肥料 100 日タイプ(N-P₂O₅-K₂O=13-14-8)を育苗時に 3.5 号鉢あたり 2 g,鉢上げ時に 5 号鉢あたり 4 g を施用した.各 10 株を供試し,2015 年に開花期,着色期,花茎角度を調査した.

露地切り花栽培における特性調査は同センターほ場(黒ボク土)で実施した.試験には樹齢 2 年生株を供試した.育苗は 2013 年 4 月 8 日に鉢花栽培と同様の手法で育苗し,翌年春に露地ほ場にうね間 200 cm 株間 90 cm 間隔で定植した.施肥は定植時,およびその後は毎年 4 月に N-P₂O₅-K₂O の成分量として 10-10-10 kg/10a を CDU 化成肥料により施用した.剪定は萌芽前に花茎基部について行った.2015 年に各品種 6 株について開花期,着色期,花茎角度,成品数を調査した.

結果

‘山梨 22-1’の開花期は鉢花栽培では 6 月 14 日,切り花栽培では 7 月 16 日であり,‘ライムライト’における鉢花栽培の 6 月 23 日,切り花栽培の 8 月 5 日と比較して,鉢花栽培では 9 日早く,露地切り花栽培では 20 日早かった.‘山梨 22-1’の花色変化に要する日数は,いずれの栽培法においても 40 日と対照の‘ライムライト’と同等であった(表 6-1, 図 6-1).外観形質については,開花期の花穂は先端が尖形となり,美しい円錐形となり,樹高は

対照と比較してやや低く，花穂長は長い傾向が認められた（表 6-1，
 図 6-2，図 6-3）．一方，切り花栽培において，対照と比較して 1
 株あたりの成品数は同等～やや多く，成品率は同等であった（表
 6-2）．さらに，開花期の花持ち性は，同時期の採花では対照より
 優れる傾向にあった（表 6-3）．また，新品種登録に係る調査項目
 について特性表にまとめた（表 6-4）．

表6-1 温室鉢花栽培および露地切り花栽培における開花特性

品種名	温室鉢花栽培				露地切り花栽培(2年生)			
	開花期 ^z	秋色 着色期 ^y	樹高 (cm)	花穂長 (cm)	開花期	秋色 着色期	樹高 (cm)	花穂長 (cm)
山梨22-1	6/14±3.2	7/14±3.7	77.9	28.1	7/16±0.7	8/25±0.7	102.0	34.7
ライムライト	6/23±3.0	8/3±2.5	93.0	25.5	8/5±2.7	9/14±2.4	113.4	28.7

^z 花穂のうち1/3以上の小花が開花した月日を示す ±標準誤差を示す(鉢花栽培:n=10, 切り花栽培:n=6)

^y 花穂のうち1/3以上の小花が赤みを帯びた月日を示す ±標準誤差を示す(鉢花栽培:n=10, 切り花栽培:n=6)



図6-1 開花期の比較(露地切り花栽培)

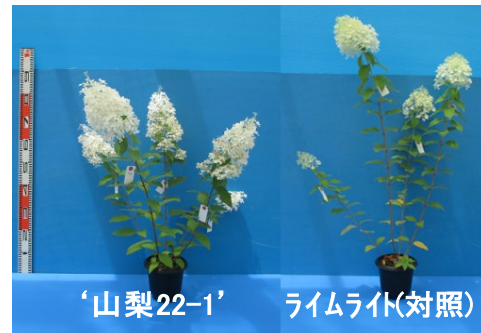


図6-2 樹高の比較(温室鉢花栽培)



図 6-3 開花時の様子

表6-2 露地切り花栽培における成品数および成品率

品種名	樹齡	花茎数 (本/株)	成品数 ^z (本/株)	成品率 (%)
山梨22-1	2年生	8.8	8.5	96.6
ライムライト	2年生	6.5	6.3	96.9

^z 出荷規格(切り花長70cm以上)を満たす花茎数を示す

表6-3 花持ち性^{z,y}

品種名	葉		花	
	萎れ	変色	萎れ	変色
山梨22-1	1.2	1	1	1
ライムライト	4	3	3.8	3.2

^z 値は採花7日後に花持ち程度を1～5で評価。値が大きいほど萎凋褐変症状が進んでいることを示す

^y 本試験は満開の花穂を2014年9月9日に採花後、抗菌剤および糖を含む薬液で処理し、空調で室温25℃設定条件下で供試した

表6-4 ‘山梨22-1’の品種特性

区分	形質	‘山梨22-1’	‘ライムライト’ (対照)	
植物体	樹形	開張性	開張性	
	樹高	中	中	
枝	枝の斑点の多少	中	中	
	分枝性	中	中	
	雲竜性の有無	無	無	
	枝の太さ	中	中	
	節間長	中	中	
	新梢の色	淡緑	淡緑	
	枝の斑点の色	淡緑	淡緑	
	前年枝の色	灰褐	灰褐	
葉	葉身全体の形	卵形	卵形	
	葉身先端の形	鋭尖形	鋭尖形	
	葉身基部の形	丸形	丸形	
	葉身の切れ込みの有無	有	有	
	葉縁の形	中	中	
	葉身長	中	中	
	葉身幅	中	中	
	成葉表面の色	中緑	中緑	
	成葉表面の色の濃さ	中	中	
	成葉表面の斑の有無	無	無	
	成葉表面の光沢	無	無	
	葉の大きさ	中	中	
	新葉表面の色	中緑	中緑	
	成葉表面の毛	少	少	
	花	花序の形	円錐形	円錐形
		花序の花形	その他	その他
花序の直径		中	中	
両性花の明確		明瞭	明瞭	
両性花の色		白	白	
装飾花の数		多	多	
装飾花の花形		普通咲	普通咲	
装飾花のがく片の重なり		無	無	
装飾花の直径		中	中	
装飾花の単色・複色の別		単色	単色	
装飾花の主色 ²		NN155A	NN155A	
装飾花の開花終期の花色 ²		63C	63C	
装飾花の移行性		有	有	
装飾花のがく片の形		楕円形	楕円形	
装飾花のがく片の縁の切れ込み		無	無	
装飾花のがく片の数		4	4	
花序の向き		横向き	横向き	
花序の厚さ		中	中	
がく片の湾曲		平滑	平滑	
がく片の長さ		中	中	
がく片の幅		中	中	
小花柄の色		黄白	黄白	
花の香り		無	無	
生態的特性	花色の変化性	無	無	
	開花の開始時期	中	晩	
	さし木の難易	易	易	
	落葉性	落葉	落葉	

² 装飾花の色は英国王立園芸協会カラーチャートによる

考察

調査結果から，‘山梨 22-1’は，鉢花および切り花として栽培が可能であり，特に初夏に流通する早生品種として有望と考えられた．また，樹高がやや低い性質を持つことから，鉢花としてコンパクトな草姿に仕立てやすい．一方，切り花栽培で利用する場合は，切り花長を確保するために肥切れ，および乾燥に注意が必要である．

2017年9月に品種名‘山梨 22-1’として種苗法に基づく新品種登録を申請した．2018年1月に出願公表（出願番号 32405）となった（農林水産省，2020a）．

今後は‘山梨 22-1’について，さらに花数や花色などの付加価値を高め，市場出荷に有利な時期に出荷するため，仕立て法や開花調節技術について明らかにしていく予定である．

第 2 節 ‘山梨 24-1’ の育成

緒言

第 1 節に引き続き，花穂と装飾花の観賞性の高い品種を作出するために，花穂が円錐形で装飾花の多い‘ファントム’と，開花後時間の経過とともに花色が白色からピンク色へと変化する‘ピンクファンタジー’を選抜し，交配を行った．

材料と方法

2008 年に種子親として‘ファントム’，花粉親として‘ピンクファンタジー’を用いて交配を行った．得られた実生苗 24 個体の中から特に装飾花が多く，花穂の形態に優れ，花色変化が美しい系統名‘24-1’を選抜し，2013～2015 年に鉢花および切り花栽培における特性を調査した．

特性調査は総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター（北杜市明野町・標高 747 m）で行った．また，ノリウツギの主要園芸品種である‘ライムライト’を対照品種とした．

鉢花栽培における特性調査について，育苗のため挿し木はバーミキュライトを入れた育苗箱内に 2014 年 4 月 9 日に行い，同年 6 月 17 日に 3.5 号黒ポリ鉢に鉢上げし，露地で管理した．その後 2015 年 2 月 27 日に 5 号白色プラ鉢に鉢上げし，1 節を残し剪定した．その後ガラス温室内で夜温を 15℃に加温し，最高温度は 25℃以下となるよう換気した条件下で栽培した．鉢上げ後の用土は 5 種混合培養土（バーミキュライト：パーライト：赤玉土：鹿沼土：ピートモス，1:1:1:1:1）を用いた．施肥は，緩効性被覆肥料 100

日タイプ (N-P₂O₅-K₂O=13-14-8) を育苗時に 3.5 号鉢あたり 2 g, 鉢上げ時に 5 号鉢あたり 4 g を施用した. 各 10 株を供試し, 2015 年に開花期, 着色期, 花茎角度 (花茎の先端から基部を結んだ直線の水平面からの角度) を調査した.

露地切り花栽培における特性調査は同センターほ場 (黒ボク土) で実施した. 試験には樹齢 2 年生および 3 年生株を供試した. 育苗は 2013 年 4 月 8 日および 2014 年 4 月 9 日に鉢花栽培と同様の手法で育苗し, それぞれ翌年春に露地ほ場にうね間 200 cm 株間 90 cm 間隔で定植した. 施肥は定植時とその後は毎年 4 月に N-P₂O₅-K₂O として 10-10-10 kg/10a を CDU 化成肥料により施用した. 剪定は萌芽前に花茎基部について行った. 2015 年に各品種 6 株について開花期, 着色期, 花茎角度, 成品数を調査した.

結果

‘山梨 24-1’ の開花期は鉢花栽培では 6 月 14 日, 切り花栽培では 8 月 8 日であり, ‘ライムライト’ における鉢花栽培の 6 月 23 日, 切り花栽培の 8 月 5 日と比較して, 鉢花栽培では 9 日早く, 露地切り花栽培では 3 日遅かった. ‘山梨 24-1’ の花色変化に要する日数は, 鉢花栽培で 26 日, 露地切り花栽培で 20 日であり, いずれの栽培法においても ‘ライムライト’ と比較して半分程度であった. 一方, ‘山梨 24-1’ の花茎角度は小さく, 外側に開きやすい傾向が認められた (表 6-5). 花穂は円錐形で開花が進むとともに花色変化が起こり, 開花初期は黄白色, 開花中期にはピンク色, 開花終期には鮮赤紫色を呈した (図 6-4). 切り花栽培にお

いて，対照と比較して1株あたりの成品数は同等～やや少，成品率はほぼ同じであった（表6-6）．これらの特性を特性表にまとめた（表6-7）．

表6-5 鉢花および切り花栽培における開花特性

品種名	鉢花栽培				切り花栽培			
	開花期 ²	着色期 ³	花色変化に要する日数 ^x (日)	花茎角度 (度)	開花期	着色期	花色変化に要する日数 (日)	花茎角度 (度)
山梨24-1	6/14±2.1	7/10±3.1	26	2.9	8/8±0.8	8/28±0.8	20	22.6
ライムライト	6/23±3.0	8/3±2.5	41	54.7	8/5±2.7	9/14±2.4	40	58.1

² 花穂のうち1/3以上の小花が開花した月日を示す ±標準誤差を示す(鉢花栽培:n=10, 切り花栽培:n=6)

³ 花穂のうち1/3以上の小花が赤みを帯びた月日を示す ±標準誤差を示す(鉢花栽培:n=10, 切り花栽培:n=6)

^x 開花期と着色期の差を示す



図6-4 ‘山梨24-1’の花色変化
花色の標記は日本園芸植物標準色票を参考とした

表6-6 露地切り花栽培における成品数および成品率

樹齢	品種名	花茎数 (本/株)	成品数 ² (本/株)	成品率 (%)
2年生	山梨24-1	8.8	8.8	100
	ライムライト	6.5	6.3	96.9
3年生	山梨24-1	11.8	11.8	100
	ライムライト	26.5	26.0	98.1

² 出荷規格(切り花長70cm以上)を満たす花茎数を示す

表6-7 ‘山梨24-1’の品種特性

区分	形質	‘山梨24-1’	‘ライムライト’ (対照)
植物体	樹形	開張性	開張性
	樹高	中	中
枝	枝の斑点の多少	少	中
	分枝性	粗	中
	雲竜性の有無	無	無
	枝の太さ	中	中
	節間長	中	中
	新梢の色	淡緑	淡緑
	枝の斑点の色	淡緑	淡緑
	前年枝の色	赤褐	灰褐
葉	葉身全体の形	卵形	卵形
	葉身先端の形	鋭尖形	鋭尖形
	葉身基部の形	丸形	丸形
	葉身の切れ込みの有無	有	有
	葉縁の形	粗い	中
	葉身長	中	中
	葉身幅	中	中
	成葉表面の色	緑	中緑
	成葉表面の色の濃さ	中	中
	成葉表面の斑の有無	無	無
	成葉表面の光沢	無	無
	葉の大きさ	中	中
	新葉表面の色	緑	中緑
	成葉表面の毛	中	少
花	花序の形	円錐形	円錐形
	花序の花形	その他	その他
	花序の直径	中	中
	両性花の明確	明瞭	明瞭
	両性花の色	白	白
	装飾花の数	多	多
	装飾花の花形	普通咲	普通咲
	装飾花のがく片の重なり	無	無
	装飾花の直径	中	中
	装飾花の単色・複色の別	単色	単色
	装飾花の主色	NN155A	NN155A
	装飾花の開花終期の花色	64B	63C
	装飾花の移行性	有	有
	装飾花のがく片の形	楕円形	楕円形
	装飾花のがく片の縁の切れ込み	無	無
	装飾花のがく片の数	4と5	4
	花序の向き	横向き	横向き
	花序の厚さ	中	中
	がく片の湾曲	内曲	平滑
	がく片の長さ	中	中
	がく片の幅	中	中
	小花柄の色	黄白	黄白
	花の香り	無	無
生態的特性	花色の変化性	無	無
	開花の開始時期	晩	晩
	さし木の難易	易	易
	落葉性	落葉	落葉

各部の色は英国王立園芸協会カラーチャートによる

考察

調査結果から，‘山梨 24-1’は，鉢花および切り花として栽培が可能であり，特に秋季に流通する「アンティーク」向けの品種として有望と考えられた．ただし，花茎が横に倒れやすい性質があるため，鉢花栽培では支柱立てを，切り花栽培ではフラワーネットの設置が必須である．また，1株あたりの花茎発生数は対照と比較して同等～やや少ない傾向があることから，適宜花茎伸長期に摘心を行い，花茎数を確保する必要がある．

2016年9月に品種名‘山梨 24-1’として種苗法に基づく新品種登録を申請した．2017年1月に出願公表（出願番号 31434）となった（農林水産省，2020b）．

今後は‘山梨 24-1’について，さらに市場出荷に有利な時期にアンティーク化させる技術を開発するため，温度や光条件と花色変化との関係性について明らかにしていく予定である．

以上のように，本研究では他産地との差別化を図る目的で，ノリウツギの新品種2品種を育成した．‘山梨 22-1’は，開花期が従来品種より20日早く，花穂は先端が尖形となり，美しい円錐形である．‘山梨 24-1’は，花色変化に要する日数が従来品種の約半分の20日であり，花色が早期に白色から赤紫色に変化した．いずれの品種も鉢花および切り花として栽培が可能と考えられた．

総合考察

本研究は、高冷地における山梨県農業の休耕田対策の一助とするため、水田転作作物として有望な形質を備えているワイルドライス (*Zizania palustris*) および観賞価値の高いノリウツギ (*Hydrangea paniculata*) について研究を行った。

第1章では、ワイルドライスの収量性とその他の特性について調査した。ワイルドライスの草丈は通常2~3 mに達すると報告されている(小山, 1984; 村上, 1988)。しかし、本試験では120~150 cm程度であった。これは栽培環境の水深の差が影響していると考えられる。150 cmという草丈は水稻と比較すると大きく、倒伏も危惧される。本試験でも2005年に局所的に倒伏がみられた。そのため、今後の育種目標として短稈化が挙げられる。収穫期の茎数は2005年に12本/株、1 m²あたりに換算すると約226本であった。Lee・Stewart(1984)は穂数が75本/m²以上に達することが経済的成功の限界としているため、本試験の結果はワイルドライスが経済的に有望であることを示している。ワイルドライスのCGRは生育前半ではLAIが大きく寄与しており、後半ではNARに支配されている傾向を示した。石井・深川(2004)は、個体群の成長速度は、太陽エネルギーの遮断量にほぼ比例するため、個体群による日射受光量を生育期間にわたって最大化することが栽培技術として求められるとしている。ワイルドライスにおいてもより大きなLAIをより長期間保つことが必要と考えられる。ワイルドライスの太陽エネルギー利用効率は、最大で2.1%であった。広田ら(1978)は水稻で4.5~5%、大豆で3~3.5%と報告しているが、ここ

でのワイルドライスの値はそれらよりも低かった。一方，2005年の生育調査では，移植後10週におけるワイルドライスの SPAD 値は41.3から45.0であり，水稲の35.2から38.6より高かった。これらのことから，ワイルドライスの葉緑素含量は水稲よりも高いが，光合成の効率は水稲と比較して低いという性質を有することが推察された。

ワイルドライスの収量は，2004年に107 kg/10a，2005年に184 kg/10a，2年平均で141 kg/10aであった。10aあたり141 kgという収量は日本におけるワイルドライスの市場価格が水稲の5～10倍と高価であるから，採算性において有望であると考えられる。また，生育年が異なるので一概に比較は困難であるが，1株3本植えの方が1株1本植えよりも収量が高くなる傾向が示唆された。そのため今後は栽植密度と収量性に関する検討が求められる。

選抜に関する検討では原品種より早生系統と晩生系統で出穂期が7～10日程度差をもち，短稈系統と長稈系統で約8～23 cm差をもつ系統を作出することに成功した。しかし，選抜効果のみられない場合もあった。ワイルドライスは他殖を専らとするため，選抜の効率は低いと考えられ，選抜に関しては長期間の継続が必要である。

根，茎および葉において破生通気組織が観察された。したがって，湛水条件下においても生育が可能な形態を備えていることが示された。また，ワイルドライスとイネの形態の間には，多くの類似点を見出すことができた。破生通気組織の形状や，維管束の配置，機動細胞の様子などはほとんど共通しているものと考えられ

る。ワイルドライスの形態に関して記された資料は乏しいため、葉身の特徴以外にも胚の構造および種子根と冠根の比較や稈構造と耐倒伏性の評価などの調査を進める必要があるが、今後、ワイルドライスの構造的特徴を明らかにすることで日本の水田に適した栽培技術の確立へ向けての前進が期待される。

今後の展望として、ワイルドライスは移植後コシヒカリの半分ほどの生育期間で収穫が可能なことから、関東地方における二期作の可能性も示唆される。また、今後の課題としては種子の脱粒性の改善が第一に挙げられる。育種的な手法による脱粒抵抗性の付与や、完熟前早期収穫など栽培法において対策を検討する必要がある。

第2章から6章において、ノリウツギの特性と品種開発について検討した。ノリウツギの露地切り花栽培では、冬期剪定後にマルチとトンネルを設置することにより、無処理区と比較して開花期が5日程度促進され、また、樹高は有意に高く、花茎長、花穂長、花穂幅が有意に長かった。工藤ら(2006)は *Hydrangea arborescens* において、3月下旬からの加温または保温により、季咲き前の5月下旬～6月上中旬に出荷できると報告している。本試験では開花促進効果について、開花期を需要期である母の日向けに前進化させるまでには至らず、試験を実施した天候により年次変動もみられた。一方、剪定の回数や時期、高さを変えることにより、開花調節は可能と考えられた。一般的なアジサイ (*Hydrangea macrophylla*) の花芽は10月下旬から11月にかけて新梢の頂部に形成され、11月中下旬に雄ずいおよび雌ずいを形

成し，自発休眠に入る（小杉・新井，1960）．一方，新梢咲きの特性を有するノリウツギは新梢に当年で開花するため，剪定により開花期を抑制することが可能と考えられた．

ノリウツギの剪定時期の比較では，剪定時期を遅らせるほど，開花期が抑制され，草姿や花穂は小さくなる傾向がみられた．西村ら（2007）は *Hydrangea arborescens* において摘心の時期が遅くなるほど収穫期も抑制され，花房は小さくなることを報告している．剪定位置の比較では，剪定位置が高いほど開花期は促進され，草姿や花穂は小さく，花茎数は多くなる傾向がみられた．ノリウツギ鉢花栽培では，新梢伸長開始期にバウンティフロアブル 250 倍 1 回散布処理を行うことで，草姿の矮化効果が確認された．また，品種により矮化効果の強弱に差異が認められ，山梨 22-1 > 山梨 24-1 > ライムライトの順に高かった．また，新梢を 5 月中旬に 2 節残しの位置で花茎を剪定すると，‘山梨 24-1’，‘山梨 22-1’，‘ライムライト’のいずれの品種においても開花期は遅くなり，1 株あたりの花穂数は多く，花穂長および花穂幅は小さくなった．樹高や花茎長，開花期の差異については品種間差がみられた．さらに，鉢上げ時の基肥を無施用とし，第 8 節出葉期に花肥として 5 号鉢あたり緩効性被覆肥料 70 日タイプを 2～4 g 施用することで，樹高が低く，花穂が大きい草姿となった．

ノリウツギの鉢花栽培において，全長 10 cm の挿し穂における芽の位置を上から 5 cm および下 1 cm のように，挿し穂の芽の位置を地中となるよう採穂した場合に，発生する花茎が上を向く傾向が認められたことから，支柱立てなどの作業性が向上すること

が期待された。

ノリウツギの花色は、開花時は白色であるが、生育の経過とともに秋色と呼ばれる赤色を帯びる。紫外線量が少ないほど秋色着色期が遅くなる傾向がみられた。また、紫外線量をカットした場合、花色が白から赤色へ変化する時期が遅く、且つ淡色となった。一方、紫外線量が高いほど、早期に赤味を帯びる傾向が認められた。ただし、品種により花色変化の強弱や早晩に差異がみられた。また、開花後 30 日から夜温を 15℃にした場合に、赤みを帯び始める時期が最も早く、濃い赤色となった。さらに、開花期以降の遮光率が低いほど、早期に赤みを帯びる傾向がみられた。加えて、遮光率を 90% にすると花色の緑化がみられたことから、緑色を帯びたアジサイの生産が可能と考えられた。アジサイ (*Hydrangea macrophylla*) の花色は、土壌の pH によって変化する。pH が低い場合、土壌中のアルミニウムが遊離し、吸収され、がく片においてアントシアニンの一種であるデルフィニジンと結合して青色になる。一方、pH が高い場合は、アルミニウムは不溶化して吸収されないため、花色は赤～桃色となる (Allen, 1932, 1934; Asenら, 1956, 1959; 岡田ら, 1967, 1974)。また、アジサイの花色は土壌 pH の他に肥料 3 成分についても影響を受ける (Link ら, 1952; 鶴島, 1973)。N や P₂O₅ を多施用すると鮮やかな桃色を呈し、K を多く施すと冴えた青色を表すとされ、いずれも間接的にアルミニウムに吸収量に作用する (Asen, 1959)。従って、アルミニウムを含まないピートモスを主体とした培養土では赤色の発色が良く (長村ら, 1972)、アルミニウムを多く含む赤玉土や黒ボク土を

主体とした培養土では青色が発色しやすい(國武ら, 2002). また, 須田ら(2004)は, 硫酸アルミニウムを培養液および鉢土に添加することで青系ハイドランジアの発色が鮮明になると報告している. アントシアニンが酸性条件下で青色を発色する際に補助色素である 5-O-カフェオイルキナ酸とアルミニウムがキレート結合するとされるが, Kodamaら(2016)は, リン酸が青色発色を担うキレート構造の構成を阻害する効果を報告している. また, 小玉(2017)はアジサイの秋色着色を担うアントシアニンの生合成には, 光要求性があることを示しており, これは本研究の結果よりノリウツギと共通すると考えられた. また, 秋色の主要アントシアニンとして, シアニジン 3-サンプビオサイド, およびシアニジン 3-ラシロサイドが報告されている(小玉, 2017)が, ノリウツギの秋色については明らかとなっていない. 開花時に白色のノリウツギは, 土壌 pH によって花色が影響を受けることはないが, 秋色に花色変化をする際の土壌 pH および肥料成分等の影響については知られていないことからさらなる知見の集積が望まれる. ノリウツギの穂木には休眠性があり, 萌芽には低温が必要であることが示唆された. 一般的なアジサイ (*Hydrangea macrophylla*) は, 12月下旬から1月上旬に自発休眠が打破され(森岡ら, 1980; 中西ら, 1972), 促成栽培の作型では加温開始期となる. また, 佐藤ら(2017)は *Hydrangea arborescens* は9月下旬に自発休眠に入り12月中旬から徐々に打破されることを報告している. 本研究では, ノリウツギの低温要求量は, 5℃以下の低温が408時間では足りず, 530時間では満たされていたと考えられた. また, 品

種により，‘山梨 22-1’ > ‘ミナヅキ’ > ‘ライムライト’の順に低温要求性が高いと考えられた。

他産地との差別化を図るため，ノリウツギの新品種を育成した。‘山梨 22-1’は，開花期が従来品種より 20 日早く，花穂は先端が尖形となり，美しい円錐形であった。鉢花および切り花として栽培が可能であり，特に初夏に流通する早生品種として有望と考えられた。ただし，樹高がやや低い性質を持つことから，切り花栽培で利用する場合は，切り花長を確保するために肥切れ，および乾燥に注意が必要である。‘山梨 24-1’は，花色変化に要する日数が従来品種の約半分の 20 日であり，花色が早期に白色から赤紫色に変化した。鉢花および切り花として栽培が可能であり，特に秋季に流通する「アンティーク」向けの品種として有望と考えられた。ただし，花茎が横に倒れやすい性質があるため，鉢花栽培では支柱立てを，切り花栽培ではフラワーネットの設置が必須である。また，1 株あたりの花茎発生数は対照と比較して同等～やや少ない傾向があることから，適宜花茎伸長期に摘心を行い，花茎数を確保する必要がある。今後のノリウツギの今後の育種目標としては，花色の追加や，耐倒伏性の付与，八重咲き形質の付与などが挙げられる。一重咲きのアジサイでは，開花後に枯死した雄ずいが落下し，店舗等を汚す恐れがあるため，八重咲きで雄ずいを持たない品種の作出が望まれている。巢山ら（2008b, 2012）は，八重咲き形質が劣性遺伝であることから，雑種第 2 世代を利用した作出法が有効であると述べている。アジサイ類の育種では，これまで一重品種と八重品種の交雑（小玉ら，2015），アジサ

イ (*Hydrangea macrophylla*) とカラコンテリギ (*Hydrangea scandens spp. chinensis*) の交雑 (工藤ら, 2011), アジサイとアメリカノリノキ (*Hydrangea arborescens*) の交雑 (工藤ら, 2000), アジサイとカシワバアジサイ (*Hydrangea quercifolia*) の交雑 (工藤ら, 2002), アジサイとヤマアジサイ (*Hydrangea serrata*) の交雑 (巢山ら, 2008a) など遠縁や種間交雑に関する研究が行われており, 品種を育成した事例も報告されている. このような研究事例からノリウツギについても, 種が異なるアジサイとの交雑により新たな形質を付与できる可能性が期待される.

以上から, ワイルドライスおよびノリウツギの生育や, 栽培上の諸特性を明らかにすることができた. また, ノリウツギについては新品種 2 品種を育成した. これらの研究成果により休耕田の増加に少しでも歯止めがかかり, 新しい地域の特産物として発展していくことを期待したい.

要旨

本研究は、水田転作作物として有望な形質を備えているワイルドライス (*Zizania palustris*) およびノリウツギ (*Hydrangea paniculata*) について山梨県農業などの休耕田対策の一助とするために行った。

ワイルドライスの草丈はイネよりやや高く、穂数は多く、経済栽培できる可能性があった。畑条件では根が成長に十分な養水分を吸収できずに枯死した。個体群成長速度 (CGR) は生育期間の前半では葉面積指数 (LAI) が大きく寄与しており、後半では純同化率 (NAR) に支配される傾向を示した。太陽エネルギー利用効率は最大で 2.1% であり、子実収量は 2 年平均で 141 kg/10a であった。導入した集団の選抜を行い、早生・晩生系統、短稈・長稈系統を作出した。根、茎および葉に破生通気組織が観察されるなど、その他の諸形態でイネとの共通点が多く認められた。花粉飛散量は晴天では午前中に最大値を示し、晴天時に比べ、曇天時は花粉の飛散するピークの時間帯が遅くなり、自家受粉率は 4.7% であった。

ノリウツギの切り花栽培において、冬期剪定後にマルチとトンネルを設置することにより、開花期が 5 日程度促進された。また、剪定時期を 4 月から 6 月に変えることにより、開花期を 7 月から 10 月まで抑制された。

ノリウツギの鉢花栽培では、新梢伸長開始期にジベレリン合成阻害剤 (パクロブトラゾール) を 430 ppm から 860 ppm 水溶液 1

回散布処理を行うことで、草姿は矮化するが、効果には品種間差が認められた。また、新梢を5月中旬に2節残しの位置で花茎を剪定すると、開花期は遅くなり、1株あたりの花穂数は多く、花穂長および花穂幅は小さくなった。

さらに、鉢上げ時の基肥を無施用とし、第8節出葉期に緩効性被覆肥料70日タイプを5号鉢あたり2~4gを施用することで、樹高が低く抑えられた。また、鉢花生産向けに挿し木を行う場合、挿し穂の芽の位置を地中となるよう採穂した場合に、発生する花茎が上を向く傾向が認められたことから、支柱立てなどの作業性が向上し、実用化されている。

ノリウツギの花色変化は、遮光により透過する紫外線量が少ないほど秋色着色期が遅くなる傾向がみられた。また、紫外線量が高いほど、早期に赤味を帯びた。夜温を15℃にした場合に、赤みを帯び始める時期が最も早く、濃い赤色となった。さらに、開花期以降の遮光率が低いほど、早期に赤みを帯びる傾向がみられた。

ノリウツギを挿し木で増殖する場合、穂木には休眠性があり、萌芽には5℃以下の低温が408時間より長く530時間より短い時間を必要とすることが示唆された。また、低温要求量には品種間差が見られ、‘山梨22-1’ > ‘ミナヅキ’ > ‘ライムライト’の順に低温要求性が高いと考えられた。

ノリウツギの経済性を高めるために育成した新品種‘山梨22-1’は、開花期が従来品種より20日早く、花穂は先端が尖形となり、美しい円錐形が特徴であり、初夏に流通する早生品種として有望と考えられた。一方、‘山梨24-1’は、花色変化に要する

日数が従来品種の約半分の20日であり、花色が早期に白色から赤紫色に変化し、特に秋季に流通する「アンティーク」向けの品種として有望と考えられた。

本研究を通して、ワイルドライスおよびノリウツギの生育や栽培上の諸特性を明らかにした。また、ノリウツギについては、形態や花色などにおいて優れた形質をもつ2品種を育成し、すでに生産・流通が始まっている。本研究の成果は、両種の栽培における生理・生態学的な初めての知見を有し、栽培技術の確立および発展に寄与すると考えられる。

Research on growth and cultivation of wild rice (*Zizania palustris*) and paniced hydrangea (*Hydrangea paniculata*)

Takumi Anazawa

Summary

The purpose of this study is to clarify the agronomic characteristics of wild rice (*Zizania palustris*) and paniced hydrangea (*Hydrangea paniculata*), which are promising substitute crops in fallow paddy field in Yamanashi Prefecture.

Plant height of wild rice was higher than that of paddy rice. Panicle number of wild rice was more than that of rice, which promised high-yielding. In upland condition, wild rice could not absorb enough water and nutrient, and died. Crop growth rate (CGR) was limited by leaf area index (LAI) in the early stages of growth, and net assimilation rate (NAR) tended to contribute to CGR in the latter growth period. The maximum efficiency of solar energy utilization was 2.1%. The average yield of wild rice was 141kg/10a. Early maturing short-culmed populations of wild rice were selected by mass selection. Lysigenous aerenchymas were observed in roots, stems and leaves. Other traits of wild rice were in common to paddy rice.

Pollen shedding reached its peak during morning, but its peak in the cloudy day was later than that in the sunny day. Percentage of self-fertilization was 4.7% .

In cut flower cultivation of panicked hydrangea, the flowering time was advanced about 5 days by the combined treatment with mulching and plastic-tunneling after pruning in winter. The flowering time was delayed from July to October by changing the pruning time.

In the pot cultivation of panicked hydrangea, the plant length was dwarfed by spraying 430 to 860 ppm Paclobutrazol, an inhibitor of gibberellic acid, at the beginning of current shoot elongation, but the effect was different among varieties. When the current shoots were pruned at the position where two nodes were left in the middle of May, the flowering time was delayed, the number of spikes per plant was increased, and the length of spike and the width of spike were shortened. The plant height was kept low by no basal fertilizer at the time of potting and fertilizing at the 8th leaf emergence stage. For cuttings of potted flower production, when the buds of cuttings were kept into the ground, the flower stems tended to face upward, and the propping work was eased.

The fall coloring period of panicked hydrangea tended to be delayed by reducing the amount of ultraviolet light that passed through the shading. The more ultraviolet light, the

more reddish it was in early stage. When the night temperature was kept at 15°C, the reddening became the earliest and deep. The low shading after the flowering time tended to result into early reddening.

Panicled hydrangea is usually proliferated by cuttings. It was suggested that the scion had dormancy and required a low temperature for sprouting, but the requirement varied among varieties.

In order to advance the production, two new varieties of panicled hydrangea were bred. The flowering time of 'Yamanashi 22-1' was 20 days earlier than conventional varieties, and the spikelets had a pointed tip with a fine-looking conical. It can be cultivated as potted and cut flowers, and is considered to be particularly promising as an early variety that circulates in early summer. The number of days required to change the flower color of 'Yamanashi 24-1' was 20 days, which was about half of the conventional varieties, and the flower color changed from white to reddish purple at the early stage. It can be cultivated as potted flowers and cut flowers, and is considered to be promising as a variety for "antique" distributed in autumn.

Through this study, we clarified various growth and cultivation characteristics of wild rice and panicled hydrangea. And, two new varieties of panicled hydrangea with good traits

such as morphology and flower color were bred. These plants didn't have a large-scale production area in Japan, and were considered to have the potential to become new special products of the region. The results of this research are considered to contribute to the establishment and development of cultivation techniques, with the first knowledge of physiologically and ecologically in the cultivation of both species.

謝 辞

本研究を遂行するにあたり，宇都宮大学教授山根健治博士には，懇切丁寧なご指導とご高閲を賜りました．深く感謝の意を表します．

宇都宮大学教授高橋行継博士，東京農工大学教授金勝一樹博士ならびに同准教授鈴木栄博士，茨城大学教授井上栄一博士には，本論文のご高閲を賜りました．心より感謝申し上げます．

また，社会人入学にあたり，ご指導，ご協力をいただいた山梨県農業大学校の藤木俊也氏，山梨県総合農業技術センターの赤池一彦氏ならびに雨宮圭一氏には厚く御礼申し上げます．

さらに，研究を行うにあたっては山梨県総合農業技術センターの窪田浩一氏，山口優子氏，山梨県農政部販売・輸出支援課の望月寛徳氏にご指導・ご協力をいただきました．ありがとうございました．また，共に悩み，産地との橋渡しをしてくださった中北農務事務所の中澤滋芳氏には心より感謝申し上げます．加えて，栽培管理や調査にあたっては，高冷地野菜・花き振興センターの中畠敦子氏，高橋千恵美氏，吉ざわ威氏，猪股洋仁氏，貝瀬寛也氏，小澤真由美氏，内藤美和氏，清水安雄氏，浅川玲子氏，向井春枝氏，風間丈子氏にご協力をいただきました．ありがとうございました．

そして，学生時代の恩師である元宇都宮大学教授の吉田智彦先生には，多くの励まし，ご指導をいただきました．本当にありがとうございました．また，研究室の先輩である斎藤春奈氏には，節目毎に励ましとアドバイスをいただきました．ありがとうございました．

いました。

最後に，15年越しの学位取得に向けて，再入学を許してくれた妻，そして協力してくれた三人の子供たちに感謝したいと思います。ありがとう。

引用文献

- 明石春奈. 2003. ワイルドライスの形態観察および収量調査. 宇都宮大学農学部生物生産科学科作物栽培学研究室卒業論文. 1-42.
- Allen, R. C. 1932. Factors influencing the flower color of Hydrangeas. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 28 : 410 - 412.
- Allen, R. C. 1934. Controlling the color of greenhouse Hydrangeas (*Hydrangea macrophylla*) by soil treatments with aluminum sulphate and other materials. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 32 : 632-640.
- 有門博樹. 1992. アメリカン・ワイルドライスの通気組織系. 日作東海支部報. 113 : 25-27.
- 有松 晃・林 利宗. 1985. 北米におけるワイルドライスの調査. 農業構造問題研究. 147 : 75-92.
- Asen, S., H. W. Siegelman and N. W. Stuart. 1956. Anthocyanin and other phenolic compounds in red and blue sepals of *Hydrangea macrophylla* var. *Merveille*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69 : 561-569.
- Asen, S., N. W. Stuart and H. W. Siegelman. 1959. Effect of various concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium on sepal color of *Hydrangea macrophylla*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 73 : 495-502.
- Creasy, L. L. 1968. The role of low temperature in anthocyanin synthesis in 'Mcintosh' apple. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93 :

716-724.

独立行政法人農林水産消費安全技術センター．2020．農薬登録情報提供システム，

<<http://www.acis.famic.go.jp/search/vtllg103.do>>，2020年8月4日参照．

Eddy, B. P. and L. W. Mapson. 1951. Some factors affecting anthocyanin synthesis in cress seedlings. *Biochem. J.* 49 : 694-699.

Everett, L. A. and R. E. Stucker. 1983. A comparison of selection methods for reducing shattering in wild rice. *Crop Sci.* 23 : 956-960.

源馬琢磨・三浦秀穂．1986．アメリカマコモ (*Zizania palustris* L.) 種子の発芽に及ぼす浸漬処理ならびに種皮処理の効果．帯大研報．15 (1) : 65-68.

源馬琢磨・三浦秀穂・林 克昌．1993．ワイルドライス幼植物体の生育に及ぼす水深と温度の影響．日作紀．62 : 414-418.

五井正憲．1988．ハイドランジア．花卉の開花調節．p.289-294．養賢堂．東京．

Halevy, A. H. and Zieslin, N. 1968. Floriculture Sympo. Inter. Soc. Hort. Sci. p.1.

Hays, P. M. and R. E. Stucker. 1987. Selection for heading date synchrony in wild rice. *Crop Sci.* 27 : 653-658.

広田 修・武田友四郎・村田祐治・木場明倫．1978．数種作物の太陽利用率に関する研究．第2報 水稻並びに大豆個体群にお

- ける短波放射と光合成有効放射の利用率および転換率. 日作紀. 47: 133-140.
- 星川清親. 1975. イネの生長. p.95-155. 農文協. 東京.
- 細野達夫・片山勝之・細川 寿. 2008. エダマメの早期直播栽培におけるマルチ・べたがけによる出芽および開花促進効果. 日本農業気象学会大会講演要旨. 8: 59.
- 市村一雄. 2013. 花き流通最新の動向. 花き研報. 13: 1-15.
- 石井泰之・深川聡. 2004. 成長解析. p.88-91. 日本草地学会編著. 草地科学実験・調査法. 畜産技術協会. 東京.
- 柏木征夫・小林泰生・松川時春. 1977. プリムラ・マラコイデスの花色に及ぼす紫外線の影響 (第1報). 園学雑. 46: 66-71.
- 加藤俊介・高濱雅幹. 2006. ハイドラングリア・アナベルのグリーン化と開花調節技術. 北海道立農試集報. 90: 47-50.
- Kawabata, S., Y. Kusuhara, Y. Li and R. Sakiyama. 1999. The regulation of anthocyanin biosynthesis in *Eustoma grandiflorum* under low light conditions. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 68: 519-526.
- 木村和彦・内原裕保・五百蔵 茂・西本幸正. 1994. トンネル被覆栽培によるスモモの熟期促進に関する研究. 高知農技セ研報. 3: 61-69.
- 北村嘉邦. 2016. 生育過程と技術 (切り花). P. 42 の 8-17. 農業技術大系花卉編. 第11巻. 花木・観葉植物. 農文協. 東京.
- 小玉雅晴. 2017. アジサイの花色の発色機構に関する研究. 筑波大大学院学位論文, <<http://hdl.handle.net/2241/00147887>>.

2020年8月4日参照.

小玉雅晴・坂本あすか・渡辺 強. 2015. アジサイ新品種「きらきら星」の育成. 栃木農試研報. 73: 27-34.

Kodama, M., Y. Tanabe and M. Nakayama. 2016. Analyses of coloration-related components in *Hydrangea* sepals causing color variability according to soil conditions. Hort. J. 85(4): 372-379.

小杉 清・荒井尚孝. 1960. 花木類の花芽分化に関する研究(第7報). アジサイの花芽分化期並びに花芽の発育経過について. 香川大農学報. 12: 78-83.

小山鐵夫. 1984. 資源植物学. p.145-147, p.170-171. 講談社. 東京.

窪田浩一・三宅ひろみ. 2014. ノリウツギ(*Hydrangea paniculata*)の鉢物化および短期栽培法. 山梨総農セ研報 7: 9-15.

Kudo, N. 2000. Interspecific hybridization of *Hydrangea macrophylla* f. hortensia (Lam.) Rehd. and *H. arborescens* L. Research Bull. Gunma Hort. Exp. Sta. 5: 1-38.

工藤暢宏・木村康夫・新美芳二. 2002. 胚珠培養によるセイヨウアジサイとカシワバアジサイとの種間雑種の作出. 園学研. 1(1): 9-12.

工藤暢宏・岡田智行・木村康夫. 2011. 冬あじさい「スプリングエンジェル」シリーズの育成. 群馬農技セ研報. 8: 83-88.

工藤則子・高橋佳孝・小野恵二. 2006. ハイドラランジア アルボレスケンス「アナベル」の促成開始時期と加温温度. 東北農業

- 研究. 59 : 235-236.
- 國武利浩・谷川孝弘・黒柳直彦. 2002. ハイドラングアの底面給水栽培における用土 pH, 用土資材と施肥濃度. 福岡農試研報. 21 : 30-34.
- Lee, P. F. and J. M. Stewart. 1984. Ecological relationships of wild rice, *Zizania aquatica*. 3. Factors affecting seeding success. Can J. Bot. 62 : 1608-1615.
- Link, C. B. and J. B. Shanks. 1952. Experiments on fertilizer levels for greenhouse Hydrangeas. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 60 : 449-458
- Maekawa, S. 1975. Studies on coloration of carnation flowers IV. The effect of ultraviolet and visible light intensity on the plant growth and the flower coloration. Sci. Rep. Fac. Agr. Kobe. Univ. 11: 199-204.
- 前川 進・中村直彦. 1979. 促成花木の花色発現に関する研究(第1報) モモ, ボケ, サクラ切り花のアントシアニン生成に及ぼす温度と光の影響. 神戸大農研報. 13: 181-184.
- Maekawa, S., M. Terabun and N. Nakamura. 1980. Effects of ultraviolet and visible light on flower pigmentation of 'Ehigasa' roses. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 49: 251-259.
- 松本 太. 2013. 紅葉の季節学. 日本生気象学会雑誌 49: 141-148.
- 水野直治・水野隆文. 2015. 紫外線カットフィルムを着る植物. 農業および園芸. 90 (5) : 542-549.
- 望月茂徳・蔡 東生. 2001. 生物学的モデルおよびフラクタルモ

- デルに基づいた人工紅葉システム. 情報処理学会研究報告. グラフィクスと CAD 研究会報告. 104: 17-20.
- 森岡公一・樋口春三・森田正勝・岩本重治. 1980. ハイドランジアの促成作型におけるジベレリンの利用に関する研究. 愛知農総試研報. 12: 120-127.
- 村上 高. 1988. ワイルドライスの植物学的位置と食品価値. 農業および園芸. 63 (12): 13-15.
- 長村智司・横井邦彦・西村元男. 1981. はち物用標準培養土に関する研究 (第 6 報) ハイドランジアの花色発現の安定化について. 奈良農試研報. 12: 66-74.
- 中西源治・横井邦彦・ト部昇治. 1972. ハイドランジアの花芽分化と発達および低温処理による休眠打破の効果に関する研究. 奈良農試研報. 4: 20-26.
- 西村林太郎・工藤則子・高橋佳孝. 2007. ハイドランジア アルボレスケンス ‘アナベル’ の摘心による抑制栽培. 東北農業研究 60: 163-164.
- Nogues, S., D. J. Allen, J. I. L. Morison and N. R. Baker. 1998. Ultraviolet-B radiation effects on water relation, leaf development, and photosynthesis in droughted pea plants. Plant Physiol. 117: 173-181.
- 農林水産省. 2020a. 品種登録データ.
<http://www.hinshu2.maff.go.jp/vips/cmm/apCMM111.aspx?SHUTSUGAN_NO=32405&LANGUAGE=Japanese> 2020 年 8 月 4 日参照.

農林水産省． 2020b． 品種登録データ．

<[http://www.hinshu2.maff.go.jp/vips/cmm/apCMM111.aspx?](http://www.hinshu2.maff.go.jp/vips/cmm/apCMM111.aspx?SHUTSUGAN_NO=31434&LANGUAGE=Japanese)

SHUTSUGAN_NO=31434&LANGUAGE=Japanese> 2020 年 8 月 4 日 参照．

Oelke, E. A. 1976. Amino acid content in wild rice (*Zizania aquatica*) grain. *Agronomy J.* 68 : 146-148.

Oelke, E. A. 1993. Wild rice : domestication of a native north American genus. p.235-243. In: J. Janick and J. E. Simon (eds.), *New crops*. Wiley, New York.

岡田正順・舟木司郎． 1967． ハイドランジアの花色に対する土壌の変化の影響について． 園学雑． 36 : 122-130.

岡田正順・大川恭子． 1974． ハイドランジアの花色とアルミニウムおよびリン酸含有量の省長について． 園学雑． 42 : 361-370.

岡 彦一． 1989． アメリカンワイルドライス (*Zizania*) における栽培化と育種． 育雑． 39 : 111-117.

Qinqin, L, E. A. Oelke, R. A. Porter and R. Reuter. 1998. Formation of panicles and hermaphroditic florets in wild rice. *Int. J. Plant Sci.* 159(4) : 550-558.

三枝正彦・渋谷暁一・星川清親・源馬琢磨． 1993． ワイルドライス (*Zizania palustris*) の稈長と雄花・雌花の割合． 日作東北支部報． 36 : 13-14.

佐藤裕則・西村林太郎・工藤則子・高橋佳孝・小野恵二． 2017． 南東北におけるハイドランジア ‘アナベル’ の作型． 山形農業研報． 9 : 21-31.

Shanks, J. B. and C. B. Link. 1951. Some studies on the effects of temperature and photoperiod on growth and flower formation in *Hydrangea*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 58 : 357-366.

清水良泰・浅見佳子・桜井公江・上村勇美・田部井昭. 2001. 促成栽培におけるピンク系アジサイの栽培管理が花色に及ぼす影響. 群馬農試研報. 6 : 39-46.

清水良泰. 2002a. 栽培特性と経営上の課題 (アジサイ). 栽培の基礎. 11:31-33. 農業技術体系花卉編 農山漁村文化協会. 東京.

清水良泰. 2002b. 技術の基本と実際 (アジサイ). 栽培の基礎. 11:35-42 の 7. 農業技術体系花卉編 農山漁村文化協会. 東京.

清水良泰・浅見佳子・桜井公江・上村勇美・田部井昭. 2001. 促成栽培におけるピンク系アジサイの栽培管理が花色に及ぼす影響. 群馬園試報. 6: 39-46.

篠崎 誠. 1994. ハイドラングリア株冷 3月～4月出し栽培. 鉢物栽培技術マニュアル. 3:60-64. 誠文堂新光社. 東京.

須田 晃・酒井広蔵・西尾譲一. 2004. エブ・アンド・フロー栽培における青系ハイドラングリアの発色法. 愛知農総試研報. 36 : 47-52.

須田 晃・加藤俊博・酒井広蔵. 2005. ユニコナゾール-P およびパクロブトラゾール処理がドウランタ‘タカラヅカ’の生長・開花に及ぼす影響. 園学研. 4(3) : 339-342.

巢山拓郎・谷川孝弘・山田明日香・松野孝敏・國武利浩. 2008a.

Hydrangea serrata (Thunb.) Ser. と *Hydrangea macrophylla*

(Thunb.) Ser. との交雑親和性の解明と胚珠培養による雑種獲得の効率化. 園学研. 7(3): 337-343.

巢山拓郎・谷川孝弘・山田明日香・佐伯一直・中村知佐子・國武利浩・松野孝敏. 2008b. ハイドラングア装飾花の一重および八重咲きの遺伝. 園学研. 7(別2): 293.

巢山拓郎・谷川孝弘・山田明日香・佐伯一直・中村知佐子・國武利浩・松野孝敏. 2012. ハイドラングア装飾花の一重および八重咲きの遺伝(第2報). 園学研. 11(別1): 189.

竹内裕一・林田佐智子. 1987. オゾン層破壊が植物に及ぼす影響. 環境技術. 16: 732-735.

土岐健次郎・上本俊平・井田美紀子・土岐淳子. 1987. キンギョソウの花色素に関する研究, アントシアニン蓄積におよぼす各種被覆資材による光制限の影響. 九大農学芸雑. 42: 45-53.

遠山柁雄・竹内芳親・北村 栄・須崎 浩. 1985. 砂栽培メロンの実用化に関する研究(第2報) マルチ処理と地温, 生育の関係. 鳥取大砂丘研報. 24: 13-19.

鶴島久男. 1973. ハイドラングアの花色及び生育開花に及ぼす土壌酸度と肥料3成分の影響について. 東京農試研報. 7:15-26.

上山茂文. 2001. スプレーカーネーションにおける不織布シートマルチ栽培での栽植密度と仕立て法が収量及び品質に及ぼす影響. 和歌山農林水技セ研報. 2: 27-39.

Uota, M. 1952. Temperature studies on the development of anthocyanin in McIntosh apples. Proc. Amer. Soc. Hort.

Sci. 59-231.

ト部昇治・横井邦彦・中西源治. 1972. ハイドランジアの開花調節に関する研究. 園学要旨. 昭47秋: 276-277.

渡部信義・川尻達也・宮田祐二. 1986. *Zizania* 属植物の光合成活性. 岐阜大農研報. 51: 43-49.

Willson, M. F. and K. P. Ruppel. 1984. Resource allocation and floral sex ratios in *Zizania aquatica*. Can. J. Bot. 62: 799-805.

八木和弘. 1994. アジサイ栽培の基礎. 11:25-30. 農業技術体系花卉編 農山漁村文化協会. 東京.

八木和弘. 2002. 栽培特性と経営上の課題 (アジサイ). 栽培の基礎. 11: 31-33. 農業技術体系花卉編 農山漁村文化協会. 東京.

矢島豊・鈴木安和・山口繁雄. 2010. リンドウにおける小トンネル被覆の開花期安定効果. 東北農業研究. 63: 167-168.

吉田智彦. 1995. 北部九州での水稲早生栽培後作を想定した数種穀類の生育収量. 日作紀. 64: 698-702.