最低気温がシュッコンカスミソウ ‘アルタイル’ の形態異常花序発生および 切り花形質に及ぼす影響

山口訓史・後藤丹十郎*・小日置佳世子・大谷翔子・田中義行・吉田裕一

岡山大学大学院環境生命科学研究科 700-8530 岡山市北区津島中

Effect of Minimum Air Temperature on Occurrence of Abnormal Inflorescence and Cut Flower Quality in *Gypsophila paniculata* ‘Altair’

Norihito Yamaguchi, Tanjuro Goto*, Kayoko Kobiki, Shoko Otani, Yoshiyuki Tanaka and Yuichi Yoshida

Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University, Tsushimanaka, Kita-ku, Okayama 700-8530

Abstract

This study investigated the effect of the minimum air temperature on the occurrence of abnormal inflorescences in *Gypsophila paniculata* ‘Altair’. Abnormal inflorescences could be classified into three types: Type 1 (short flower stalk), Type 2 (coalescent two-flower stalk), and Type 3 (looping and irregular flower stalk). Abnormal inflorescences increased from early winter to early spring. Type 1 and 2 inflorescences could be observed at a constant rate, regardless of the flowering time, whereas markedly abnormal inflorescences (Type 3) increased significantly in March. Subsequent investigation of the effect of the minimum air temperature (7, 11, and 15°C) revealed that Type 3 increased at a lower air temperature; however, a lower air temperature improved the volume, length, and weight of cut flowers. In conclusion, a minimum air temperature of 11°C may be optimum to produce high-quality cut flowers of ‘Altair’. The cumulative number of chill hours (<9°C) from pinching to budding was more strongly correlated with the incidence of Type 3 abnormalities than that from budding to flowering. Thus, the occurrence of Type 3 abnormalities is affected by the minimum air temperature from pinching to budding.

Key Words : cumulative chill hours, night temperature, seasonal variation

キーワード : 季節変動, 積算低温遭遇時間, 夜温

緒 言

シュッコンカスミソウ (*Gypsophila paniculata* L.) は、地中海沿岸、中央アジア、欧州東部からシベリアを原産地とする宿根草で、アレンジメントや花束の添え花として人気のある切り花である。これまでの主要品種は、1935年にアメリカで選抜された‘プリストル・フェアリー’であった (Kusey ら, 1981) 。‘プリストル・フェアリー’などの従来品種は花持ちが悪いことや適正切前でも未開花部位が目立ち、開花部位が軟弱に見えるため未開花花蕾をはさみで切り取って使用しなければならなかった。近年、このような問題点を改良した品種‘アルタイル’が育成され急速に普及しているが、花柄が正常に伸びない形態異常花序の発生が問題となっている (後藤ら, 2011) 。生産者は、湾曲し変形した形態異常花序を「クシ」や「カクカク」と呼んでおり、明らかに草姿が損なわれ商品価値が低下するため形態異常花序の発生部位を取り除き出荷している。形態

異常花序は、生産現場において冬季から春季に開花する個体で多発するといわれているが、その季節変動についてはまだ明らかにされていない。

著者らはこれまでに‘アルタイル’は従来の主要品種である‘プリストル・フェアリー’や‘雪ん子’と比較して形態異常花序の発生が多いこと (後藤ら, 2011) 、日長、補光強度および75%の遮光処理時期が形態異常花序の発生に及ぼす影響について一定の傾向が認められなかったことを報告している (山口ら, 2013) 。ところが、最低気温を15°Cに加温して栽培した場合、7°Cの加温と比較して形態異常花序の発生が軽減されたことから、低温が形態異常花序発生に関与していると考えられた (山口ら, 2013) 。グラジオラス (Cohat, 1993) 、キク (谷川ら, 1999) 、カーネーション (肥田ら, 1971; 奥殿ら, 1972; 吉田・上岡, 1972) 、バラ (Zaccai ら, 2009) などシュッコンカスミソウ以外の植物でも高温や低温が原因で形態異常が発生することが報告されている。

上述したとおり、最低気温15°Cで管理することでシュッコンカスミソウの形態異常花序発生を防止することが可能であるが、切り花重と切り花長が減少するため、切り花と

2013年10月22日 受付. 2014年1月27日 受理.

* Corresponding author. E-mail: tangoto@cc.okayama-u.ac.jp

しての価値が大きく低下する（山口ら，2013）。また，生産現場での15°C加温は暖房コストが大きくなるため一般的な普及技術とはなり得ない。従って，形態異常花序発生軽減および切り花のボリューム感改善を両立させたいうえで暖房コストの削減が可能な温度管理法を確立する必要がある。そこで，本研究では形態異常花序発生の季節変動および最低気温が形態異常花序発生および切り花形質に及ぼす影響を調査した。

材料および方法

1. 栽培概要

ミヨシ種苗で育苗されたシュッコンカスミソウ‘アルタイル’の発根苗を供試し，岡山大学のは場で養成した田土，まさ土および堆肥の混合土を詰めた6号プラスチックポットへ定植した。灌水は土壌表面が乾いた時に適宜行った。施肥は，週に一度，1/2濃度大塚A処方培養液（N:P:K:

Ca:Mg=8.85:0.85:3.9:2.05:0.75（mM），大塚アグリテクノ）を給液した。特記しない限りすべての実験は，日最低気温7°C以上に加温し，4:00～9:00と16:00～20:00に白熱灯（定植時の草冠でPPFD $3 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上）で明期延長（明期16h）を施したプラスチックハウス内で行った。切り花の調査は発蕾日，開花日，節数および第1花が萎れた時点での切り花長，切り花重を調査した。本研究では，形態異常の特徴と程度に基づいて正常なもの（第1図A），茎が短いもの（タイプ1，第1図B），2本以上の茎が癒着し1箇所から多数の分枝が発生したもの（タイプ2，第1図C），ひどく湾曲し変形したもの（タイプ3，第1図D）の4種類に分類した。形態異常花序に関しては，タイプ3の発生率=（タイプ3の発生が認められた個体数/総個体数）×100（%）。および，1個体当たりの形態異常タイプ1～3の発生箇所数を調査した。また，産地では出荷時に形態異常部位で切り取って出荷されることから，それ

Fig. 1. Typical appearance of normal (A) and three types of abnormal (B to D) inflorescences in *Gypsophila paniculata* ‘Altair’. One part of abnormal branching of Type 1 or 2 involves 1 or 2 nodes or internodes, whereas Type 3 branching involves multiple nodes and internodes. Arrows designate abnormal branching.

ぞれの形態異常タイプに起因する小花損失割合（（形態異常が発生した箇所から先的小花数／調査個体全体の総小花数）× 100（％））を調査し、形態異常花序による経済的損失を評価するための指標として用いた。

2. 開花時期と形態異常花序発生との関係（実験 1）

産地（熊本県、高知県および和歌山県）での聞き取り調査の結果、形態異常花序は夏場にはみられず、晩秋から初春にかけて発生することが明らかになったことから（後藤未発表）、様々な時期に開花させるため、発根苗を 2008 年 9 月 2 日、9 月 16 日、10 月 2 日、10 月 16 日にベンチ（60 cm × 横 150 cm × 深さ 18 cm）に 14 株ずつ定植した。それぞれ 9 月 7 日、9 月 21 日、10 月 9 日、10 月 27 日に 5 節残して摘芯を行い、3 本仕立てとした。明期延長処理は 2008 年 9 月 2 日からすべての個体が発蕾した 2009 年 3 月 20 日まで行った。

3. 最低気温が形態異常花序発生に及ぼす影響（実験 2）

1) 冬季

発根苗を、2011 年 10 月 28 日に園芸用プランター（縦 18 cm × 横 41 cm × 深さ 22 cm）に 2 株ずつ定植した。11 月 10 日に 5 節残して摘芯を行い、大きさの揃ったシュートを選び 1 本仕立てとし、昼夜最低気温 7°C 以上に制御したプラスチックハウスで栽培した。シュート長が約 5 cm に達した 2011 年 12 月 27 日に昼夜最低気温 11°C および 15°C 以上に制御したプラスチックハウスへ 3 プランターずつ移した。残りのプランターは 7°C 以上に制御したプラスチックハウス内で管理した。栽培期間中の温度はおんどとり（TR-71Ui, T&D）を用いて 10 分間隔で計測した。

2) 夏季

発根苗を 2012 年 5 月 7 日に 6 号プラスチックポットに 1 株ずつ定植した。5 月 21 日に 5 節残して摘芯を行い、1 本仕立てで栽培した。シュート長が約 5 cm に達した 2012 年 6 月 5 日に 17:00 から翌朝 8:30 まで 5°C に設定した冷蔵庫で 15 日間低温処理を行った。この実験では、低温処理区および無処理区ともに白熱灯（定植時の草冠で PPFD 3 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上）を用いて 24 時間の長日処理を行った。無処理区の栽培期間中の日最高気温および最低気温の平均温度はそれぞれ 34.0°C、19.1°C であった。調査個体数は両処理区それぞれ 9 個体とした。

結果および考察

1. 開花時期と形態異常花序発生との関係

実験 1 では開花時期が形態異常花序の発生に及ぼす影響を形態異常の特徴と程度に基づいてタイプ 1～3 に分類して調査した。調査個体数は 11～3 月にかけてそれぞれ 3, 5, 2, 2, 3 個体であった。形態異常花序の発生は初冬から早春にかけて増加するという季節変動が確認され、産地での聞き取り調査の結果と一致した（第 2 図）。小花損失割合をタイプ別にみると、タイプ 3 による小花損失割合は

11 月開花では 0% であったが、12 月は 0.2%、1 月は 2.0%、2 月は 4.4% となり、3 月開花の個体で大幅に増加して 23.9% となった。一方、タイプ 1 とタイプ 2 による小花損失割合は、それぞれ 3～5%、1～9% と開花時期に関係なくほぼ一定であった。タイプ 1 やタイプ 2 のように 1～2 節の分枝が異常となる場合には、あまり草姿が損なわれないため出荷可能であるが、タイプ 3 のように連続して多数の節の分枝が異常な形態になると明らかに草姿が損なわれる。形態異常部位を取り除いて出荷しなければならないため、タイプ 3 の形態異常花序発生を抑制することが最も重要だと考えられる。

2. 最低気温が形態異常花序発生に及ぼす影響

シュッコンカスミソウ以外の花卉でも環境条件により形態異常の発生が報告されている。秋ギク‘秀芳の力’の電照抑制栽培において、12～3 月にかけて発蕾後の花首が一定方向に曲がったり、頂芽の花首と摘蕾した後の腋芽の花首とが癒着し、癒着した方向に花首が曲がる形態異常（首曲がり症）が発生することが報告されている（谷川ら、1999）。この首曲がり症は 1～2 月に多発する傾向があり、11 月出荷のように比較的栽培環境が良好な場合には首曲がり症の発生はほとんど認められず、その大きな発生要因は電照打ち切り後の花芽分化・発達期における低温、寡日照および養水分過多であると考えられている（谷川ら、1999）。カーネーションにおいても、1～3 月に花首がひきつって曲がる現象（首曲がり症）が発生する。首曲がり症の発生には温度と日長の影響が大きく、最低気温 15°C 以上で栽培すると首曲がり症の発生は大きく低下する。明期延長処理を行うことで首曲がり症の発生を抑制する効果が得られるが、電照だけでは不十分であり、加温と組み合わせることで首曲がり症の発生を抑制する効果が顕著になると報告されている（奥殿ら、1972; 吉田ら、1972）。

シュッコンカスミソウ‘アルタイル’の形態異常花序発生に関するこれまでの研究において、日長、補光時の光強

Fig. 2. Seasonal changes of floret loss (rate of non-marketable florets in an inflorescence caused by abnormal branching). Types of abnormal branching: □ Type 1, ▒ Type 2, ■ Type 3.

Fig. 3. Effect of minimum air temperature on occurrence of abnormal branching in *Gypsophila paniculata* 'Altair' in winter. (A) Numbers of abnormal branches and rate of Type 3 incidence in an inflorescence, and (B) floret loss (= rate of non-marketable florets in an inflorescence caused by abnormal branching). Vertical bars indicate SE (n = 6). Types of abnormal branching: □ Type 1, ■ Type 2, ■ Type 3, ● Incidence of Type 3.

度および遮光の影響について調査したが、それらの要因はいずれも有意な影響を及ぼさなかった (山口ら, 2013). 前報 (山口ら, 2013) では、最低気温を 15°C 以上に維持したプラスチックハウスで栽培を行うと形態異常花序の発生は大きく減少したことから、実験 2 では最低気温に着目し、日最低気温 7°C, 11°C および 15°C に制御したプラスチックハウス内で栽培を行った。その結果、最低気温が高くなるほどタイプ 3 の発生率は低下することが明らかになった (第 3 図 A)。最低気温 7°C 区では 83.3%, 11°C 区では 33.3% の個体でタイプ 3 が発生したが、15°C 区では全く発生しなかった (第 3 図 A)。タイプ 3 の発生箇所数も 11°C 区と比較して 7°C 区で多かった。一方、タイプ 1 とタイプ 2 の発生箇所数はいずれの温度でもタイプ 1 は 4 ~ 6 箇所、タイプ 2 は 1 箇所程度であり、最低気温による違いは認められなかった。7°C 区と 11°C 区のタイプ 3 による小花損失割合はそれぞれ 9.8% と 1.6% であり、最低気温が高くなるほど小花損失割合は低下し、15°C 区ではタイプ 3 による損失は認められなかった (第 3 図 B)。一方、

Fig. 4. Effect of night temperature on occurrence of abnormal inflorescence in *Gypsophila paniculata* 'Altair' in summer. (A) Numbers of abnormal branches and rate of Type 3 incidence in an inflorescence, and (B) floret loss (= rate of non-marketable florets in an inflorescence caused by abnormal branching). Vertical bars indicate SE (n = 9). Types of abnormal branching: □ Type 1, ■ Type 2, ■ Type 3, ● Incidence of Type 3.

いずれの温度処理区でもタイプ 1 による損失は 3 ~ 6%, タイプ 2 による損失は約 1% であり、最低気温が低下するとわずかに増加する傾向にあったが、大きな差は認められなかった。

夏季においても低温を与えることで形態異常花序が発生するのを検証するために、冷蔵庫を用いて夜間の低温処理が形態異常花序発生に及ぼす影響を調査した。その結果、夜温 5°C 区では 50% の個体でタイプ 3 が発生したのに対して、無処理区では全く発生は認められなかった (第 4 図 A)。夜温 5°C 区におけるタイプ 3 の発生箇所数は平均 1 箇所であり、小花損失割合は 4.0% であった (第 4 図 B)。一方タイプ 1 の発生箇所数は夜温 5°C 区で平均 2 箇所、無処理区で平均 4 箇所であった。タイプ 2 は夜温 5°C 区でわずかに発生したのみであった。夜温 5°C 区においてタイプ 1 による損失は 0.5%, タイプ 2 は 0.1%, 無処理区のタイプ 1 による損失は 1.4% であった。

以上のことから、タイプ 3 の形態異常花序は夜間の低温によって発生すると推察された。また、冬季の実験と比較

Table 1. Effect of minimum air temperature on flowering and cut flower characteristics of *Gypsophila paniculata* ‘Altair’ in winter.

Minimum air temperature (°C)	Date of flower budding	Date of blooming	Cut flower length (cm)	Cut flower weight (g)	Number of nodes
7	9-Mar b ^z	19-Apr b	117.5 b	166.6 a	33.0 b
11	11-Mar b	15-Apr b	95.0 a	143.8 a	34.2 b
15	25-Jan a	20-Feb a	88.5 a	88.6 a	27.3 a

^z Different letters within columns indicate significant difference at $P < 0.05$ by Tukey’s HSD test ($n = 6$).

Table 2. Effect of night temperature on flowering and cut flower characteristics of *Gypsophila paniculata* ‘Altair’ in summer.

Night temperature (°C)	Date of flower budding	Date of blooming	Cut flower length (cm)	Cut flower weight (g)	Number of nodes
5	5-Jul a ^z	23-Jul a	81.3 a	45.6 a	25.4 a
Ambient	22-Jun b	12-Jul b	79.8 a	57.0 b	21.1 b

^z Different letters within columns indicate significant difference at $P < 0.05$ by t-test ($n = 9$).

The average maximum temperature was 34.0°C and average minimum temperature was 19.1°C from planting to flowering.

して夏季の実験ではタイプ3の小花損失割合が低かった。夏季の昼温は冬季と比較して著しく高いことから、形態異常花序の発生には夜間だけでなく、昼間の温度も関係すると推察される。また、冬季の低温遭遇日数と比較して、夏季の処理期間（5°C 15日間）が短いことも関係している可能性がある。

一方、タイプ1とタイプ2の発生には季節変動がみられず（第2図）、いずれの温度でもほぼ一定の割合で発生が認められたことから（第3図）、タイプ1とタイプ2の発生は低温が主要因でないと考えられた。

根域温度が低下するとエンゲルマンツウヒの葉の気孔コンダクタンスと光合成速度が低下する（Delucia, 1986）。また、根域加温により、ナスの個葉の蒸散速度および光合成速度が向上し、株の吸水量が大きくなり、主枝および根の生長が旺盛になったと報告されている（森山ら, 2012）。そこで、地温の管理による形態異常花序発生の抑制という観点から、地温（8°C, 12°C, 16°C, 20°C）が形態異常花序発生に及ぼす影響について調査したが、地温の影響は認められなかった（山口ら, 2012）。地温8°C区は70%の個体でタイプ3が発生し、12°C区では66.7%, 16°C区では77.8%, 20°C区では66.7%の個体で発生し、発生割合にほとんど差がなかったうえに小花損失割合にも差は認められなかった。切り花長、切り花重および節数に関しても地温による有意な差は認められなかった。地下部の加温のみでは形態異常花序の発生を軽減できなかったことから、シュコンカスミソウの形態異常花序の発生抑制には地上部を加温する必要があると考えられた。

冬季の切り花調査の結果、15°C区の発蕾は7°C区、11°C区と比較して1か月以上、開花は2か月早くなった。7°C区と11°C区の間では発蕾、開花日に有意な差は認められなかった。切り花長、切り花重および節数は最低気温が高くなるにつれて減少する傾向にあり（第1表）、切り花重および節数の値は7°C区および11°C区と比較して

15°C区で著しく小さかった。夏季の冷蔵庫を用いた実験では、夜温5°C区の発蕾は成り行き区と比較して13日、開花は11日遅くなり、切り花重と節数は成り行き区と比較して夜温5°C区で有意に大きくなった（第2表）。切り花長には有意な差は認められなかった（第2表）。

以上の結果より、切り花長および切り花重は最低気温が低いほど優れることが明らかになった。15°C区と比較して11°C区では有意な差はないものの切り花長および切り花重は増加したことから、形態異常花序発生の抑制と切り花のボリューム改善を両立するには11°C程度の加温が有効であると考えられた。

3. 形態異常花序発生と低温遭遇時期および遭遇量の関係

実験2より、タイプ3の発生は最低気温が低いほど増加し、特に11°C以下の温度で増加することが示された。そこで、形態異常花序の発生はどの生育時期の低温が影響を及ぼしているのか検討するために、実験1の栽培期間中の平均夜温とタイプ3の小花損失割合との関係を分析した（第5図）。夜温は18:00から翌朝の6:00までとして1シュートごとに摘心から発蕾（第5図A）、発蕾から開花までの期間（第5図B）の平均夜温と小花損失割合との関係について調査した。9月16日、10月2日および10月16日定植区の間で発蕾から開花までの平均夜温に差はほとんど認められないが、花序損失割合に大きな差が認められた（第5図B）。また、摘心から発蕾までの平均夜温が約11°Cであった10月2日定植区は、約9°Cであった10月16日定植区より小花損失割合が著しく小さかった（第5図A）。よって、摘心から発蕾までにおける夜間の温度差が形態異常花序発生に強く影響を及ぼした可能性が高いと考えられる。実験2の結果と合わせて判断して形態異常花序発生の抑制のためには最低気温11°C程度の加温が基準になり得ると考えられた。

摘心から発蕾までの低温遭遇による影響をさらに詳細に調査するために、摘心から発蕾までの期間における9°C、

Fig. 5. Relationship between floret loss caused by Type 3 branching and mean night temperature (18:00–6:00) (A) from pinching to budding, and (B) from budding to flowering. Planting date: ◇ 9/2, ■ 9/16, △ 10/2, ● 10/16.

Table 3. Correlation coefficient between cumulative hours exposed to low temperature and floret loss caused by Type 3 branching.

Temperature (°C)	Exposure period	
	Pinching to budding	Budding to flowering
≤ 9	0.819	0.010
≤ 11	0.788	0.016
≤ 13	0.766	0.004
≤ 15	0.745	0.010

11°C, 13°C および 15°C 以下の低温への積算遭遇時間とタイプ 3 による小花損失割合との相関係数を算出した (第 3 表). 併せて, 発蕾から開花までの積算低温遭遇時間についても相関係数を算出した. タイプ 3 による小花損失割合と摘心から発蕾まで積算低温遭遇時間との間に高い相関が認められたが, 発蕾から開花までとの間には相関は認められなかったことから, 摘心から発蕾までの夜間の低温がタイプ 3 の発生に影響を及ぼしていることが確認された. また, 第 3 表において低温遭遇温度が低くなるにつれて相関係数は高くなったことから, 11°C 以下の低温遭遇量が多いほどタイプ 3 による形態異常花序発生は量的に助長されることが明らかになった. 低温遭遇量によって形態異常が助長される現象は, ヒマワリの無加温栽培でも認められている (黒柳ら, 2003). 低温期の 1 月に播種を行い 4 月に

出荷するヒマワリの無加温栽培では, 茎先端に複数の花が着く「複数花」や頂花と側花が癒着する「癒着花」などの奇形花が発生する. その発生要因は花芽発達期間中の氷点下の低温遭遇であり, 奇形花の発生率は 1 日当たりの低温遭遇時間および低温遭遇日数が多くなるほど高くなると報告されており, 本研究の結果と類似している.

本研究により, シュコンカスミソウ ‘アルタイル’ において重度の形態異常花序であるタイプ 3 の発生は最低気温を高くすることで抑制できることが明らかになった. 一方, 切り花長と切り花重は最低気温が低いほど優れた. 形態異常花序発生を抑制したうえで, 十分なボリュームの切り花を得るためには 11°C の加温が有効であると考えられた. さらに温度データの解析から, 摘心から発蕾の期間における低温遭遇が形態異常花序の発生に関与することが示唆された. 今後, 摘心から発蕾の期間に短期間の高温処理を行うことで切り花のボリューム感を保ちつつ, 形態異常花序発生の抑制が可能か検討したい.

摘 要

最低気温がシュコンカスミソウ ‘アルタイル’ の形態異常花序発生および切り花形質に及ぼす影響を調査した. 形態異常花序を異常の特徴と程度に基づき 3 つのタイプ (1: 茎が短いもの, 2: 2 本の茎が癒着, 3: ひどく湾曲し変形したもの) に分類した. 形態異常花序の発生は初冬から早春にかけて増加した. 軽度なタイプ 1 とタイプ 2 による形態異常は, 開花時期に関係なくほぼ一定の割合で発生が認められたのに対して, 切り花の外観を大きく損なうタイプ 3 は 3 月開花の個体で大幅に増加した. 最低気温 (7°C, 11°C, 15°C) が形態異常発生に及ぼす影響を調査したところ, タイプ 3 は最低気温が低いほど発生率が高かった. 一方, 切り花長, 切り花重は最低気温が高いほど劣ることが明らかになり, 形態異常花序発生を抑制したうえで, 十分なボリュームの切り花を得るためには 11°C の加温が有効であると考えられた. 栽培期間中の低温への積算遭遇時間とタイプ 3 の発生割合の関係を分析したところ, 発蕾から開花までの積算低温遭遇時間と形態異常花序発生との間には有意な相関が認められたことから, 摘心から発蕾の期間における 9°C 以下の低温遭遇が重度の形態異常花序 (タイプ 3) の発生に関与することが示唆された.

引用文献

- Cohat, J. 1993. *Gladiolus*. p. 297–320. In: A. De Hertogh and M. Le Nard (eds.). *The physiology of flower bulbs*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Delucia, E. H. 1986. Effect of low root temperature on net photosynthesis, stomatal conductance and carbohydrate concentration in Engelmann spruce (*Picea engelmannii*

- Parry ex Engelm.) seedlings. Tree Physiol. 2: 143–154.
- 後藤丹十郎・小日置佳世子・大谷翔子・谷 一道・宮内勝久. 2011. シュッコンカスミソウの形態異常花序の発生要因について. 園学研. 10 (別 2): 540.
- 肥田和夫・村田治重・長池泰弘. 1971. カーネーションの首曲りに関する研究. 園学要旨. 昭 46 春: 284–285.
- 黒柳直彦・國武利浩・坂井康弘. 2003. ヒマワリの 4 月出し栽培における奇形花発生と低温遭遇. 福岡農総試研報. 22: 85–89.
- Kusey, W. E., T. C. Weiler, P. A. Hammer, B. K. Harbaugh and G. J. Wilfert. 1981. Seasonal and chemical influences on the flowering of *Gypsophila paniculata* ‘Bristol Fairy’ selections. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106: 84–88.
- 森山友幸・伏原 肇・奥 幸一郎. 2012. 局所加温の部位および時間帯がナスの形態および生理に及ぼす影響. 園学研. 11: 337–341.
- 奥殿 弘・谷口 保・藤本治夫. 1972. カーネーションの首曲りに関する研究 (第 1 報) 栽培環境が首曲りの発生に及ぼす影響. 兵庫農試研報. 20: 113–114.
- 谷川孝弘・小林泰生・松井 洋・松田由理子. 1999. キク花首曲りの組織構造と‘秀芳の力’におけるその発生率の系統間差. 園学雑. 68: 655–660.
- 山口訓史・後藤丹十郎・小日置佳世子・大谷翔子・吉田裕一. 2013. 日長, 補光強度, 遮光時期および最低夜温がシュッコンカスミソウ‘アルタイル’の形態異常花序発生に及ぼす影響. 岡山大農学報. 102: 29–34.
- 山口訓史・大谷翔子・後藤丹十郎・小日置佳世子・吉田裕一・谷 一道・宮内勝久. 2012. 夜温および培地温度がシュッコンカスミソウ‘アルタイル’の形態異常花序発生および切り花形質に及ぼす影響. 園学研. 11 (別 2): 578.
- 吉田 明・上岡誉富. 1972. カーネーションの首曲りに関する研究 (第 2 報) 日長と温度が首曲りの発生に及ぼす影響. 兵庫農試研報. 20: 115–118.
- Zaccai, M., R. Ackerman, O. Genis, J. Riov and M. Zik. 2009. The bent peduncle phenomenon in roses is a developmental process involving auxin. Plant Sci. 176: 736–743.