

寒冷地におけるシネンシス系デルフィニウムの開花習性

佐々木和也^{1,2*}・本多和茂^{1,3}・嵯峨紘一³・鮫島正純^{1,3}¹ 岩手大学大学院連合農学研究科 020-8550 盛岡市上田三丁目 18-8² 青森県農林総合研究センターフラワーセンター 21 あおもり 030-0134 青森市合子沢松森 395-1³ 弘前大学農学生命科学部 036-8560 弘前市文京町 3Flowering Habit of *Delphinium grandiflorum* L. in the Cool Northern Areas of JapanKazuya Sasaki^{1,2*}, Kazushige Honda^{1,3}, Koichi Saga³ and Masazumi Sameshima^{1,3}¹ United Graduate School of Agricultural Sciences, Iwate University, Morioka 020-8550² Ornamentals Experiment Station, Aomori Prefectural Agriculture and Forestry Research Center, Aomori 030-0134³ Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University, Hirosaki 036-8560

Abstract

To clarify the flowering habit of *Delphinium grandiflorum* L. in the cool northern areas of Japan, the relationship between the developmental stage of flower bud and the expression of bolting was examined. Plants were sown in late May and began to form flower buds two weeks prior to bolting at the beginning of August. They flowered three weeks after the start of bolting. When plants were sown between July and September, the days to bolting increased markedly. However, in plants sown between the end of March and June, early bolting occurred and the days to bolting decreased. Among plants sown between July and August, two groups were observed with different numbers of days to bolting. Positive correlation was observed between the days to bolting and the days to flowering.

Key Words : bolting, flower bud differentiation, sowing time

キーワード : 抽苔, 花芽分化, 播種時期

緒 言

デルフィニウム属は量的長日植物の特性を示し (Garner ら, 1997; 勝谷ら, 2002a; Kikuchi ら, 2000; 佐々木ら, 2006), 長日・高温条件下で早期抽苔を, 一方, 短日・低温条件下でロゼット化による開花遅延を生じることが, 営利生産上の問題となっている (蝶野ら, 1985; 勝谷, 2002; 勝谷・池田, 1997; 勝谷ら, 2002a, b, c; 村上・長野, 1980). 園芸的に利用されるシネンシス系デルフィニウム (*Delphinium grandiflorum* L.) は, 本属の中では良く分枝し, 複総状花序をもつ (本多, 2002) ことからカジュアルフラワーとして需要が高まっている. しかし, 本種の栽培あるいは開花習性についての研究例は少なく, 特に寒冷地の施設栽培における開花習性については不明な点が多い.

本研究では, 寒冷地におけるシネンシス系デルフィニウムの開花習性を明らかにし, 作型の検討および開花調節の基礎的な知見を得るため, 抽苔発現と花芽形成過程および播種時期と抽苔までの所要日数等の関連性について調査した.

材料および方法

実験 1. 花芽形成過程と抽苔発現との関連

供試材料として, シネンシス系デルフィニウム (*Delphinium grandiflorum* L.) の ‘ブルーミラー’ と ‘マリンプルー’ を用い, 最低気温約 15°C, 換気温度約 23°C に制御した自然日長下のガラス温室内で栽培した. 2004 年 5 月 27 日に 128 穴セルトレイに播種し, 8 週後に実生苗を 3 号および 4 号ポリポットへ移植した. 播種用土には人工培土 (げんきくん 2 号) を, 鉢上げ用土には基肥を N:P₂O₅:K₂O = 420:360:420 mg・L⁻¹ の割合で加えた黒ボク土主体のものをそれぞれ用いた.

播種 8 週後から開花まで 1 週間毎に, 10 株の抽苔, 発蕾および開花の有無を調査した. 目視により節間伸長が確認できたものを抽苔と見なし, 抽苔率を求めた. 発蕾は目視で花蕾が確認されたもの, 開花は花序の小花が 1 輪以上開花したものとした. 花芽の形成過程を調査するために, 抽苔率を調査した茎頂組織を採取し, ホルマリン:酢酸:エタノール:水 = 1:1:9:9 (v/v) の固定液に浸漬し, 4°C で保存した. 試料を実体顕微鏡下で解剖後, ステージにデンプン糊で貼り付け, 液体窒素で急速凍結した. 試料の形態

2007 年 4 月 2 日 受付. 2007 年 9 月 26 日 受理.

* Corresponding author. E-mail: kazuya_sasaki@pref.aomori.lg.jp

を走査型電子顕微鏡（以下、SEM；JSM-5310LV，日本電子株式会社）を用いて無蒸着，低真空中で観察した。

実験 2. 播種時期と抽苔日数の関連

供試材料および栽培方法は実験 1 と同様に行った。2004 年 7 月 21 日から 2005 年 6 月 23 日まで 4 週間毎に播種した。各時期とも 17～18 株を供試し，播種から抽苔までの所要日数（以下，抽苔日数），播種から開花までの所要日数（以下，到花日数）および開花時の葉数を調査した。調査は，供試株の最終開花（2005 年 12 月 1 日）まで行った。回歸分析により抽苔日数と到花日数および開花時の葉数との関連性を調査した。また，7 月および 8 月播種において，抽苔日数が顕著に異なる 2 つの集団が確認されたので，5 月～9 月播種について，抽苔日数毎に抽苔した個体の割合を算出し，この結果から，これらの集団を区別するための境界日数を推定し，判別分析を行った。

結 果

実験 1. 花芽形成過程と抽苔発現との関連

実験中の温室内の日平均気温は，16～31℃の範囲で推移し，全期間の平均気温は約 22℃であった（第 1 図）。

‘ブルーミラー’における播種 9 週後の栄養成長時の成長点は，直径約 90 μm の大きさで葉原基に囲まれ，小さく平面状をしていた（第 2 図 A）。10 週後には，一部の個体の成長点に肥大が確認されたため，この時期に生殖成長に移行したものと判断した（第 2 図 B）。肥大が進行すると，茎頂部分は半球状となり，周縁部分に葉原基とは形態が異なる苞葉原基を分化した（第 2 図 C）。その後，苞葉の内側には小花原基が形成され（第 2 図 D），この両端部に一對の小苞を形成した（第 2 図 E）。花序軸先端部の苞葉が小花原基全体を包み込む頃には，最初に分化した小花原基にがく片が形成された（第 2 図 F）。その後，がく片の内側には雄ずいが分化し（第 2 図 G），この分化は求心的に進行し，中央部に雌ずいが 3 本形成され（第 2 図 H），この時期を花芽形

成終了期と判断した。なお，供試した 2 品種はいずれも開花時には花弁を有さないもので，花芽形成過程においても花弁が確認されなかった。花芽形成に要した期間は 4～5 週間であった。この形成過程は，エラータム系デルフィニウムとほぼ同一で（勝谷・池田，1997），それぞれのステージを栄養成長期，茎頂肥大期，苞葉形成期，小花原基形成期，小苞形成期，がく片形成期，雄ずい形成期および雌ずい形成期と判定した。

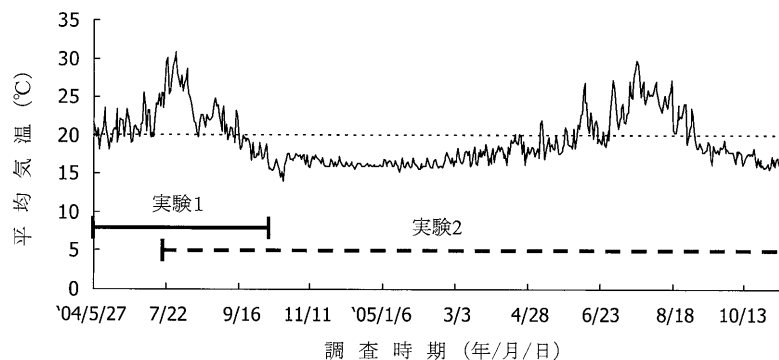
抽苔は播種 12 週後の 8 月 19 日から確認されたのに対して，生殖成長初期である茎頂肥大は抽苔開始 2 週前の 8 月 5 日から観察された（第 3 図）。抽苔開始時点である 8 月 19 日には，早いものではがく片形成期への進行が確認された。全個体が抽苔した 9 月 2 日には，90%が花芽分化を終了し，30%が発蕾していた。さらにその 3 週後の 9 月 23 日から開花する個体が確認された。このような抽苔時期や花芽形成過程は，‘マリンブルー’でも同様であった（データ省略）。

実験 2. 播種時期と抽苔日数の関連

実験中の温室内の日平均気温は，14～31℃の範囲で推移し，全期間の平均気温は約 19℃であった（第 1 図）。月平均気温が 20℃以上となるのは，6～9 月の 4 か月間のみであった。

抽苔日数は，7 月 21 日～9 月 15 日播種では 150 日以上と顕著に長かった（第 4 図）。これに対して，3 月 31 日～6 月 23 日播種では早期抽苔を生じ，抽苔日数は約 80 日と短くなった。8 月 18 日～1 月 5 日播種までの期間は，播種時期が遅くなるにつれて抽苔日数は大幅に減少したが，1 月 5 日～3 月 31 日播種では抽苔日数の減少は緩やかになった。

播種時期別に，抽苔日数と抽苔個体との関係をみると，5 月 25 日と 6 月 23 日においては，抽苔日数がほぼ同一な個体群からなる一山型の正規分布を示した（第 5 図 A，B）。その後の 7 月 21 日と 8 月 18 日播種では二山型の分布を示



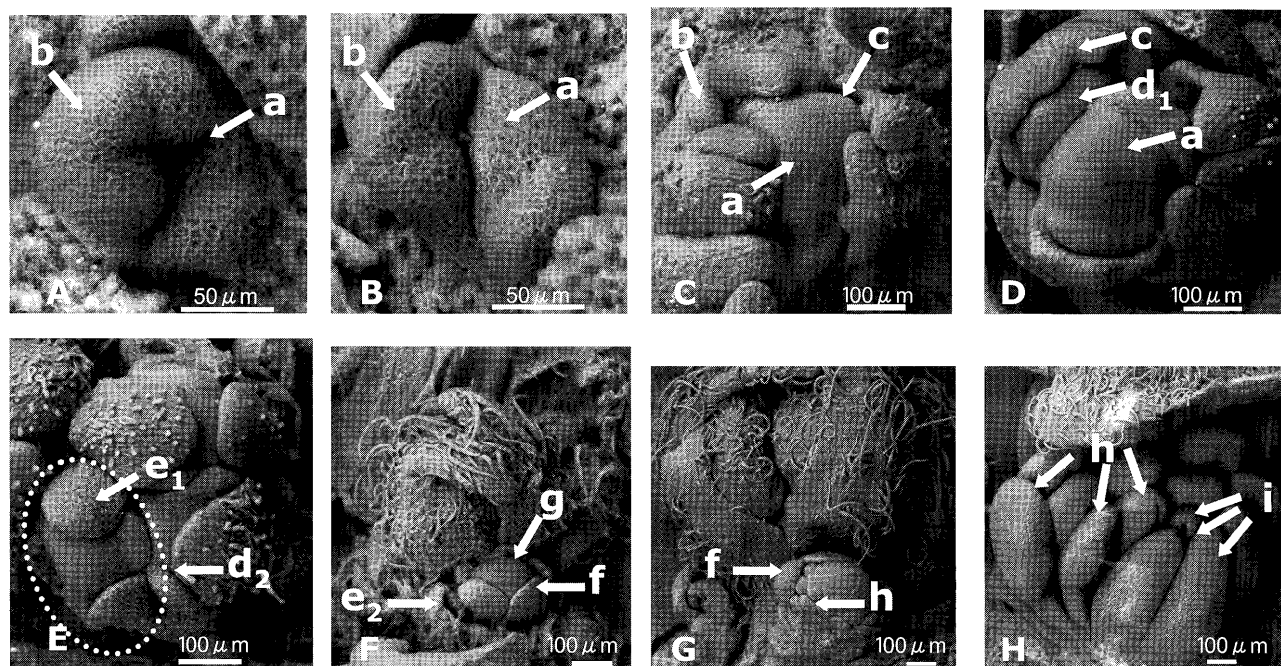
第 1 図 栽培温室の平均気温の推移と調査時期

実線：栽培温室の平均気温

破線：気温 20℃

—：実験 1 の調査時期（2004 年 5 月 27 日～2004 年 10 月 14 日）

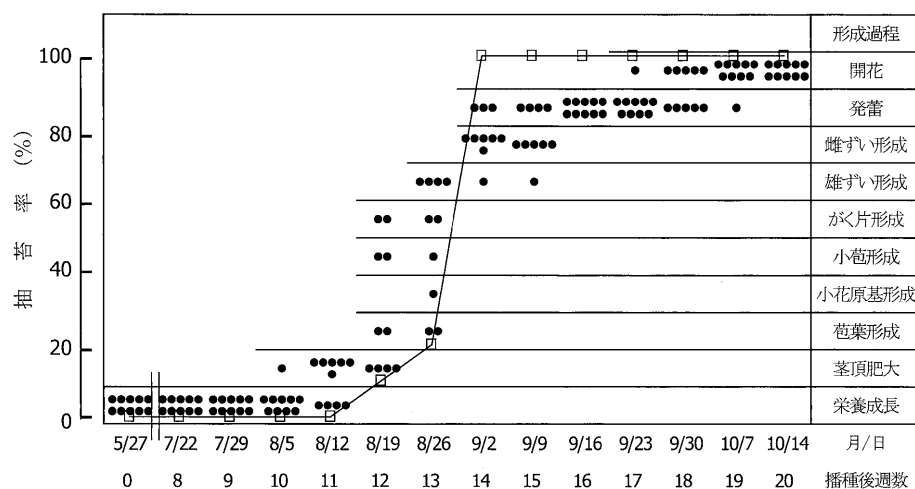
- - -：実験 2 の調査時期（2004 年 7 月 21 日～2005 年 12 月 1 日）



第2図 シネンシス系デルフィニウム ‘ブルーミラー’ の花芽形成過程の SEM 像

A: 栄養成長期, B: 茎頂肥大期, C: 苞葉形成期, D: 小花原基形成期, E: 小苞形成期, F: がく片形成期, G: 雄ずい形成期, H: 雌ずい形成期

a: 成長点, b: 葉原基, c: 苞葉原基, d₁: 小花原基, d₂: 点線領域は分化中の小花, e₁: 小苞, e₂: 除去した小苞の基部, f: がく片, g: 雄ずいと雌ずいが形成される領域, h: 一部のがく片を取り除いた中に確認される雄ずい, i: 3本の雌ずい

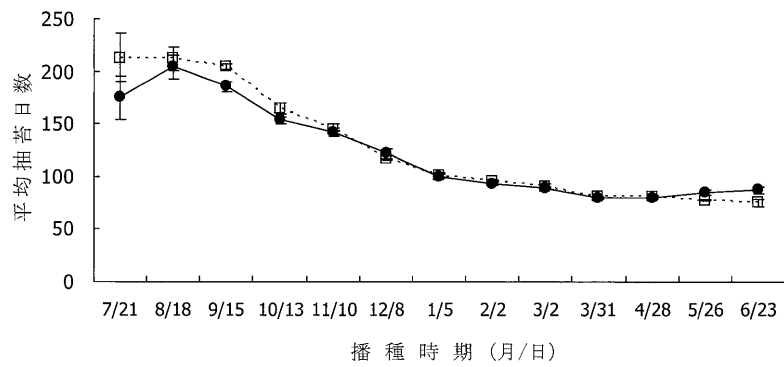


第3図 シネンシス系デルフィニウム ‘ブルーミラー’ の花芽形成過程および抽苔率の推移
第1図の花芽の各発育段階に達した個体を●で、抽苔率を□でそれぞれ示す (n=10)

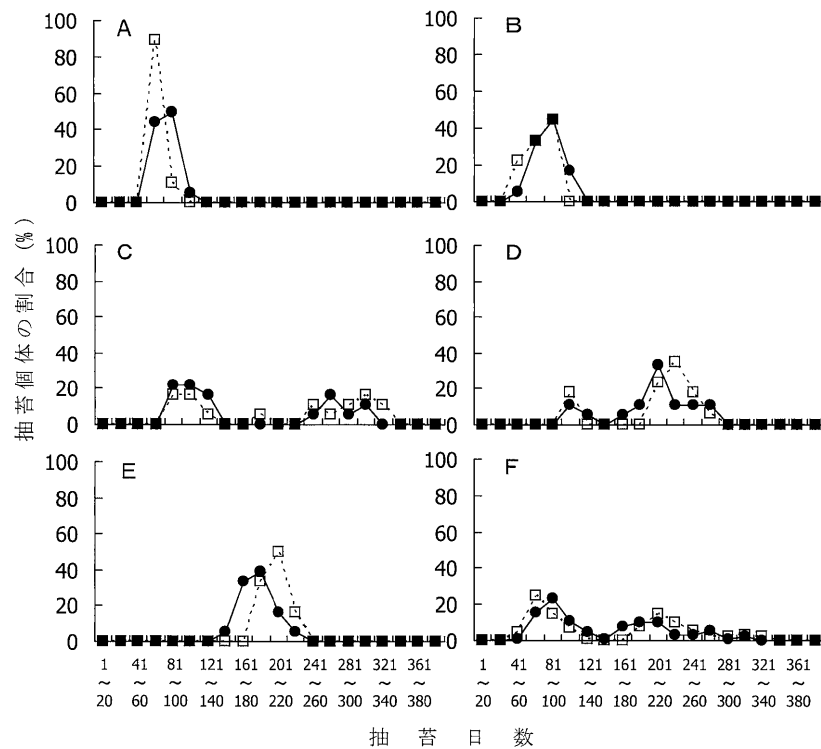
したが(第5図C, D), 9月15日播種では再び一山型の正規分布に戻った(第5図E). 5月25日~9月15日までの播種期全体の抽苔日数は概ね141日を境に2つのピークに分かれた(第5図F). 両ピークが異なる集団に属するとみなされるかどうかを判別分析で解析したところ, 高い正判別率(95.8%)が得られ, 両者が異なる集団に属すると判断された($Z = -0.0012x^2 + 0.1362x + 2.8789$).

抽苔した個体は, いずれの播種時期においても正常に開花した. 抽苔日数と到花日数の間には, 統計学的に有意な

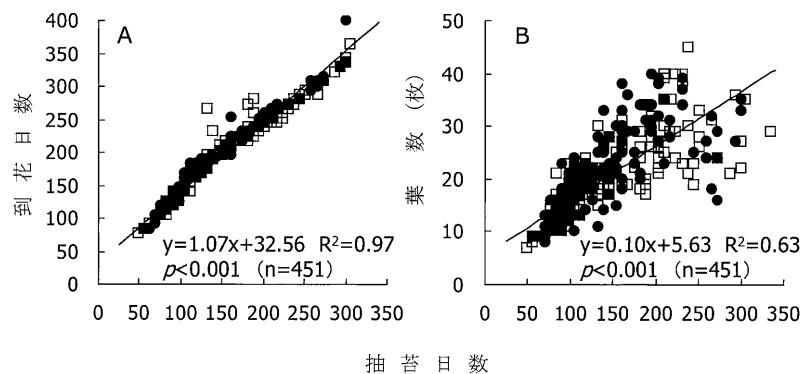
極めて高い正の相関($R^2 = 0.97$, $p < 0.001$, $n = 451$)が認められ, 抽苔から約30~50日後に開花する傾向がみられた(第6図A). 開花時の葉数も, 抽苔日数との間に有意な正の相関($R^2 = 0.63$, $p < 0.001$, $n = 451$)が認められ, 抽苔日数が長くなるに従い, 葉数は増加する傾向がみられた(第6図B). 到花日数と開花時の葉数においても, 同様に有意な正の相関が認められた(データ省略).



第4図 播種時期の違いによるシネンシス系デルフィニウムの平均抽苔日数の変化
● 'ブルーミラー', □ 'マリンプール', 誤差線は標準誤差を示す (n=17~18)



第5図 播種時期の違いによるシネンシス系デルフィニウムの抽苔日数および抽苔個体の割合の差異
A: 5月25日播種, B: 6月23日播種, C: 7月21日播種, D: 8月18日播種, E: 9月15日播種, F: 5月25日~9月15日播種の合計
● 'ブルーミラー', □ 'マリンプール', n=17~18



第6図 シネンシス系デルフィニウムの抽苔日数と到花日数および開花時の葉数の関係
A: 抽苔日数と到花日数の関係, B: 抽苔日数と開花時の葉数の関係
● 'ブルーミラー', □ 'マリンプール'

考 察

本研究結果から、シネンシス系デルフィニウム (*D. grandiflorum* L.) は抽苔前に花芽分化することが明らかとなり、本種の抽苔は花成の指標になると推察された。また、抽苔日数と到花日数との間に極めて高い正の相関が存在することから、本種の開花時期は、抽苔日数を指標に予測でき、いずれの播種時期においても抽苔してから約1か月後には開花することが示唆された。本種の花芽分化は、勝谷・池田 (1997) が冬春季に調査したエラータム系デルフィニウム (*D. elatum* L.) の結果と一致しており、本属の花芽形成過程は種間で共通性が高いと考えられた。

本種の7月以降の播種時期では、抽苔と開花が顕著に遅い株が観察された。栽培時の気温の推移に照らし合わせると、9月中旬以降には平均気温が20°Cを下回っており、7月以降に播種した植物は育苗期間を除き、生育期間の大半が20°C以下の涼温に遭遇していた (第1図)。筆者らは、シネンシス系デルフィニウムでは短日条件の場合、20°Cでも著しい抽苔抑制を生ずることを明らかにしている (佐々木ら, 2006)。また、エラータム系デルフィニウムのロゼット化は主要因が短日条件であり、涼温がそれを助長することも報告されている (勝谷ら, 2002b, c) ことから、本結果で確認された抽苔遅延は、秋季の短日条件に加え、涼温が誘因になって生じたものと推察された。

7月播種以降の抽苔および開花遅延の原因として、ロゼット化の影響が考えられた。一般に宿根花卉のロゼットあるいは休眠は、原因が植物自体にあって伸長成長しない、もしくは成長が極めて緩慢な状態とされ、ロゼットは、葉を分化し成長しているが、節間伸長しない状態であり、休眠とは異なる現象と定義されており (小西, 1984)、別種のエラータム系デルフィニウムにおいて発生が確認されている (勝谷ら, 2002b, c)。本研究の7～10月播種で確認された抽苔日数141日以上株では、節間伸長を伴わずに葉の分化を続けていたことから、ロゼット化が起こっていたものと推察された。

営利生産上、このように開花が著しく遅い栽培時期では、環境調節による開花促進が必要になる。筆者らは、7月播種以降のシネンシス系デルフィニウムに長日あるいは高温条件を与えると、速やかに抽苔することを確認しており (佐々木ら, 2006)、7月以降に播種した株でも適切な環境条件で栽培することにより抽苔抑制を回避でき、開花を促進できるものと考えられる。また、エラータム系 (*D. × cultorum* Voss.) においても長日および高温条件による抽苔促進が報告されている (Kikuchi ら, 2000)。これら抽苔を促す環境要因のより詳細な解析により、冬季の開花促進のための経済的かつ効率的な長日処理方法を確立できる可能性が期待される。

今後、寒冷地における本種の作型開発を目的に、加温および無加温条件下における播種時期が開花時期や開花時の

形態に及ぼす影響を調査し、開花遅延が問題となる播種時期での長日処理方法をさらに検討する予定である。

摘 要

寒冷地におけるシネンシス系デルフィニウムの開花習性を明らかにするため、抽苔発現と花芽形成過程との関連性を調査した。5月下旬に播種した場合、抽苔開始2週間前の8月上旬から花芽分化を開始し、抽苔開始3週間後に開花した。播種時期を変えて抽苔までの所要日数を調査した結果、抽苔日数は7～9月播種で顕著に増加した。3～6月播種では早期抽苔を生じ、平均抽苔日数は減少した。7月と8月播種では抽苔日数が異なる二つの集団が観察された。抽苔日数と到花日数との間には、統計学的に有意な正の相関が認められた。

引用文献

- 蝶野秀郷・広原 誠・筒井 澄. 1985. デルフィニウムの生育・養分吸収経過ならびに播種期と生育開花との関係. 北海道大農邦文紀要. 15: 54–62.
- Garner, J. M., S. A. Jones and A. M. Armitage. 1997. Pinch treatment and photoperiod influence flowering of *Delphinium* cultivars. Hortscience 32: 61–63.
- 本多和茂. 2002. デルフィニウム属の交雑育種および胚種培養による雑種育成に関する研究. 北海道大学学位論文.
- 勝谷範敏. 2002. デルフィニウムの促成栽培における切り花の安定生産技術の開発. 広島農技セ研報. 73: 1–77.
- 勝谷範敏・池田好伸. 1997. デルフィニウムの開花特性に関する研究. 園学雑. 66: 121–131.
- 勝谷範敏・梶原真二・原 敬和. 2002a. エラータム系デルフィニウムの冷房育苗による早期抽台防止. 園学研. 1: 41–44.
- 勝谷範敏・梶原真二・原 敬和. 2002b. エラータム系デルフィニウムのロゼット化防止に及ぼす日長の影響. 園学研. 1: 129–132.
- 勝谷範敏・梶原真二・原 敬和. 2002c. エラータム系デルフィニウムのロゼット化に関与する環境要因について. 園学雑. 71: 272–276.
- Kikuchi, K., Y. Kanayama, Y. Wakamoto and K. Kanahama. 2000. Effect of seedling age, photoperiod, and temperature on bolting and inflorescence quality in *Delphinium*. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 69: 446–448.
- 小西国義. 1984. 宿根花卉のロゼット, 休眠問題. 園学雑. 53: 96–99.
- 村上睦朗・長野慶子. 1980. *Delphinium* hybrids について (その二). Giant Pacific 系の栽培. 恵泉女学園短大紀要. 13: 123–130.
- 佐々木和也・嵯峨紘一・鮫島正純. 2006. 日長および温度がシネンシス系デルフィニウムの抽台に及ぼす影響. 園学雑. 75 (別2): 367.