シュッコンカスミソウの花序の構成と発達

林 孝洋・宮田弘恵・小西国義

岡山大学農学部 700 岡山市津島中

Inflorescence Development and Composition of *Gypsophila paniculata* L. 'Bristol Fairy'

Takahiro Hayashi, Hiroe Miyata and Kuniyoshi Konishi

Faculty of Agriculture, Okayama University, Tsushima-naka, Okayama 700

Summary

The inflorescence composition of *Gypsophila paniculata* L. 'Bristol Fairy' was evaluated over six growing periods to identify both regularity and plasticity in inflorescence development. An inflorescence (a flowering shoot) was regarded here as an aggregation of many inflorescence units (dichasia) because of the hierarchical nature of its form. To identify seasonal changes in inflorescence composition, data was taken of whole inflorescences and their units.

Inflorescence development was very regular. In individual inflorescence, there was correlation between the cross-sectional area of the stem and the number of florets. In an unit, the highest order of visible florets, the number of florets, and the fresh weight were correlated with the diameter of the inflorescence unit axis.

G. paniculata L. had considerable plasticity in inflorescence development. The inflorescence composition changed with the date of planting. From spring to summer, the days to flowering, fresh weight of the inflorescence, stem length, number of nodes, number of primary and secondary branches, and number of florets tended to decrease, but in units, the fresh weight, diameter of the inflorescence unit axis, highest order of visible florets, and number of florets tended to increase.

緒 言

シュッコンカスミソウ (*Gypsophila paniculata* L.) は、花束、コサージュ、ブーケなどの添え花として、あるいは生け花やフラワーデザインの材料として、一年を通してかなり需要がある。生産される品種の大部分は、1935年にアメリカで選抜されて以来、シュッコンカスミソウの代表品種となっている八重咲きの'ブリストル・フェアリー'である (Kuseyら, 1981)。本品種の生長と開花の特性は近年かなり明らかになり、それに基づく開花調節技術と、暖地、高冷地など生産地の気候条件を利用して、現在では全国的な周年出荷体系ができあがっている。

切花はそのまま1本で利用されたり、枝切りされたり、用途に応じて使い分けられる。いずれの場合も、添え花としては小花が一定の密度で散在していること

が大切である。そのため、市場においては品質上のいくつかの要求がある。切花は、新鮮重が大きく、茎長が長く、開花側枝が多くついたボリュームのあるものがよいとされる。また、出荷時の切り前にもよるが、小花の開花期が揃っていることも重要な要素である。一方、茎が軟弱で枝が垂れ下がったり、岐散花序の花序軸が長く散開したりすると、切花単価は著しく低下する。需要の多い時期では、良品と不良品の価格差が10倍以上になることもあり、実際栽培において良品を作ることがいかに大切であるかが分かる。

これまでの研究で作型ごとの開花調節がほぼ可能となったことから、今後は良品を安定して生産するための技術の開発が必要であると思われる。そのためにはまず、シュッコンカスミソウ花序の発達の規則性と可変性の程度を明らかにしておく必要があると考える (林・小西, 1991)。花序の構成が栽培環境によって変化する様相を、茎や花序軸の太さあるいは小花数など

比較的とらえやすい形質（要素）で調べ、その結果、栽培環境と花序構成の変動との関連性が明らかになれば、人為的な制御の可能性も含め、作型や栽培地に適した栽培方法を検討することが可能になると思われる。本報では、シュクコンカスミソウを時期を変えて栽培し、花序の構成と発達が栽培条件によりどのように変化するかを、その規則性と可変性に着目して調査した。

材料および方法

‘プリストル・フェアリー’を用いて、以下のような二つの実験を行った。前報のカランコエ(林・小西, 1991)と同様に生物物理的な観点から、シュクコンカスミソウ花序の発達の規則性と可変性を調べることにした。

実験 1. 花序発達の規則性

1℃で80日間冷蔵し、生長活性を高めた親株(小西ら, 1988)から、1987年9月10日に挿し木し、9月30日に35 cm×60 cm×深さ18 cmの木箱に6株ずつ定植、10月7日に摘心した。株は2本仕立てとし、発らいまで4時間の光中断(22:00-02:00)を与えた。栽培は、夜温を10℃以上に維持したハウス内で行った。肥料は、約400倍の液肥(15 N-8 P₂O₅-17 K₂O-6 CaO-2 MgO-0.1 MnO-0.1 B₂O₃-0.18 Fe)を毎週与え、かん水は適宜行った。

調査にあたっては、シュクコンカスミソウを岐散花序の集合体と見なし、岐散花序(ユニットという: 第1図)を調査の基本単位とした。よく生長、開花した株について、茎径およびユニットの花序軸径、新鮮重、小花数、分化した小花の最高次数を調べた(林・小西, 1991)。

実験 2. 花序発達の可変性

栽培は時期を変えて5回行った。耕種概要は次のとおりであった。

- 第1期: 1987年8月12日に挿し木し、9月29日露地に定植した。そのまま越冬させた苗を1988年3月1日に掘り上げ、木箱に定植した。
- 第2期: 1988年4月7日挿し木、5月2日定植、5月10日摘心した。
- 第3期: 4月22日挿し木、5月24日定植、5月30日摘心した。
- 第4期: 5月30日挿し木、6月17日定植、6月22日摘心した。
- 第5期: 6月13日挿し木、7月1日定植。そのまま7月25日まで15℃で育苗した後、掘り上げて1か月間1℃で冷蔵した。8月25日に定植し、実験に用いた。

Fig. 1. Diagram showing an inflorescence and an inflorescence unit (dichasium) of *Gypsophila paniculata* L. An inflorescence is regarded here as an aggregation of many units. The unit composition differs at different positions in the inflorescence.

Fig. 2. Relationship between the cross-sectional area of a stem and the number of florets borne by the parts of the stem above the section ($n=27$). Cross-sectional areas were calculated from the diameters of the stems. ○, Main stem; ●, primary lateral branch.

いずれも挿し木の親株には冬季に十分な低温を受けたものを用いた。株は、35 cm×60 cm×深さ 18 cmの木箱に 6 株ずつ定植し、2 本仕立てとした。1 区は 2 箱 24 シュートとした。栽培は夜温を 12℃ 以上に維持したハウス内で行った。かん水、施肥は実験 1 と同様に行った。

調査は、第 1 花開花日、茎長、節数、切花重、1 次側枝数、2 次側枝数、小花数について行った。また、ユニットレベルでの変化を明らかにするため、実験 1 に示した項目の調査も行った。

結 果

実験 1. 花序発達の規則性

同じ栽培時期の異なる個体について、共通して認められる花序発達の規則性を、シュートレベルとユニットレベルで調査した。

1. シュートレベルの規則性

主茎の各節位と 1 次側枝について、それぞれ節間の真ん中の茎の断面積とそれより先の部位に着生している小花の数を調査した。シュッコンカスミソウの茎は完全な正円ではないので、茎の断面積は茎の長径を直径とした円の面積で概算した。結果は第 2 図に示したとおり、両者には非常に高い相関関係 ($r=0.984$) が認められた。

2. ユニットレベルの規則性

Fig. 3. Relationship between the axis diameter and the highest order of visible florets in an inflorescence unit ($n=31$).

ユニットすなわち個々の岐散花序の発達程度は、それらの着生位置により異なった。主茎上あるいは上位側枝に着生したユニットは、花序軸が太く、小花の分化次数が高く、小花数が多かった。一方、下位節や 2 次側枝、3 次側枝に着生したユニットは花序軸が細く、発達が弱かった。さまざまな部位からランダムにサンプリングした 31 個のユニットについて、花序軸の直径と分化した小花の最高次数および小花数との関係を調べたところいずれも高い相関関係が認められた (第 3、4 図)。また、ユニットの新鮮重も両対数のグラフ上で花序軸の直径と相関関係が認められた (第 5 図)。花序軸の直径を D (mm)、新鮮重を W (g) とすると、 $W=0.535 D^{2.83}$ という関係式が得られた。

実験 2. 花序発達の可変性

季節の進行にともなう栽培環境の変化により、花序の構成がどのように変化するかを、シュートレベルとユニットレベルで調査した。

1. シュートレベルの可変性

5 回の栽培において、定植日から第 1 花開花日までの日数を到花日数とすると、それぞれ 77.5 日、67.5 日、59.5 日、63.1 日、46.5 日となり、定植が遅くなるほど少ない日数で開花する傾向にあった (第 3 期 59.5 日と第 4 期 63.1 日との間には有意差なし)。

花序の構成に関与する形質として、切花重、茎長、節数、1 次側枝数、2 次側枝数、小花数を取り上げたが、これらの形質はそれぞれ単位と次元が異なる。そこで、これらの形質が季節とともにどのようなパターンで変化するかを分かりやすくするため、それぞれ平均が 0、分散が 1 になるようにデータを標準化した (第

Fig. 4. Relationship between the axis diameter and the number of florets in an inflorescence unit ($n=31$).

Fig. 5. Relationship between the axis diameter (D) and the fresh weight (W) at 1st (●) and 2nd (○) orders of inflorescence unit ($n=31$).

6 図)。

切花重、茎長、2次側枝数、小花数については、第4期までは減少し、第5期で再び上昇するという同じパターンで季節変動した。節数と1次側枝数は、形質としての変異幅が小さく、個体差がデータに強く影響したため、上記四つの形質とは異なり、やや不規則なパターンで変動した。草姿の変化でみると、第4期までは定植時期が遅くなるほど低節位で花芽分化し、切花は、草丈の低い、茎の細い、側枝(1次および2次)の少ない、小花の少ない、生体重の軽いものになった。これらの形質は一定の連関で季節変動し、各作期の草姿は相似形に近くなった。

2. ユニットレベルの可変性

1シュート当たり上位三つのユニットをサンプリングし、同じ部位のユニットの構成がどのように季節変動するかを1作当たり24シュートで72個のユニットについて調べた。

ユニットの構成の変化は、上述したシュートの変化と反対の動きをした。新鮮重、花序軸茎、小花数、分化した小花の最高次数は、第1期から第4期まで定植時期が遅くなるにつれて増加し、第5期に新鮮重を除き再び減少した(第1表)。そのほか形態的な変化として、第2期以降の高温期に分化したユニットは、花序軸が長く、個々の小花が大きくなる、いわゆる「だんご花」、傾向にあった。

シュコンカスミソウにおいては、切花品質として茎の硬さが重視される。そこで、茎の強度を作期によって比較する指標として、第5図で示した花序軸の直径(D)と新鮮重(W)との関係式を求めた(第1表)。 $W=aD^b$ なる関係式において、aは直径1mmの花序軸が重力に抗して上方に花序を支持できる重さ(g)を示している。花序軸の相対的な強度(a)は0.38から0.99まで季節変動し、高温期の作期で高くなる傾向があった。

考 察

実験1および実験2の合計6回の栽培において、作型によっては供試苗の育苗方法がかなり異なるが、いずれも、その作型において生長活性の高い苗(小西ら, 1988)を得るための方法として行った。ここでは、苗の来歴はシュコンカスミソウ花序の発達には影響せず、最終的な花序の構成はその時の栽培環境によって決まったものとして議論を進める。

1. 花序の構成

シュコンカスミソウは対生葉序であり、1節に2

Fig. 6. Seasonal changes in the character of inflorescences. Data are standardized for comparison of the patterns of each characteristic. Numerals are mean values at each growing period ($n=24$).

枚の葉と二つのえき芽を分化しながら生長する。しかし1次側枝は、主茎の上位2～4節を除き、1節に1本ずつしか発生しない。1次、2次、3次側枝では1節に側枝が2本とも発生する場合が多く、シュッコンカスミソウは栄養生長中盛んに分枝する。生殖生長に移ると(実験2第1期の作型で、莖長15～20 cm, 節数15節のころ)、それぞれのシュートで上位節から下位

節へ、低次側枝から高次側枝へと順に茎頂部にユニットが分化し、それぞれのユニットは岐散花序として発達する。したがって開花時の花序構成からみると、シュッコンカスミソウは岐散花序が円錐形に集合した形になっている(第1図)。

シュッコンカスミソウは、その種小名 *paniculata* がラテン語で円錐花序を意味することから、円錐花序(panicle)に分類されることが多い(Auman, 1980; 佐本, 1986; Shillo, 1985)。清水(1990)によれば円錐花序とは、複合花序のうち、枝の分岐回数は問わないで、下方の枝が上方の枝よりも長く、花序全体が円錐形になるものをいう。円錐花序という術語は、最初このような定義で用いられたと考えられるが、今日では複総状花序(double raceme)の別名として狭義に使われることが多い(Kinetら, 1985; 許田, 1988; Weberling, 1989)。円錐花序の意味は現在では非常にあいまいになっており、円錐形の花序と複総状花序の両方の意味で混用されている(Rickett, 1944; Rickett, 1955)。

シュッコンカスミソウは栄養生長中、複総状花序型の分枝をしなから求頂的に発達するが、ユニットは上から下へと求基的に分化する。ユニットの形成順序を考慮しないで、分枝も含めてみれば、シュッコンカスミソウは岐散花序を構成単位とする異形複合花序としての複総状花序に分類できる。しかし、花序は葉序に対して使われる術語であり、花序を分類するにあたっては、最終的な花の着き方だけでなく、小花が分化、発達し開花する順序も考慮に入れる必要があると考える。この点からすると、シュッコンカスミソウを無限花序で花序の分化と発達が求頂的に進む複総状花序に分類するには問題がある。同様に、複総状花序の別名として使われる円錐花序という表現も、用いる場合は補足説明が必要であると考え。シュッコンカスミソウにおけるユニットの分化様相は、短日下のキクで、いくつかの頭状花序が葉えきに側枝として求基的に形成されていくのと同じであると考えられる。このようなユニットの分化様相に対しては、特定の花序型は対応しない。シュッコンカスミソウはユニットの集合体ではあるが複合花序(compound inflorescence)とはせず、キクの頭状花序のように単一花序(simple inflorescence)の岐散花序と分類するのが妥当であると考え。

2. 花序発達の規則性

花序軸の直径と分化した小花の最高次数(第3図)、

Table 1. Seasonal changes in the character of the three uppermost inflorescence units ($n=72$).

Date of planting	Fresh weight (g)	Diameter of inflorescence axis (mm)	Number of florets	Highest order of florets	a^z	b^y
1 March	0.22	0.78	21.9	4.8	0.38	2.09
2 May	0.48	0.80	27.1	5.0	0.71	2.27
24 May	0.80	0.93	27.5	5.2	0.86	1.79
17 June	1.12	1.16	44.2	5.8	0.75	2.14
25 August	1.33	1.07	42.3	5.7	0.99	2.71

z, y $W = aD^b$ (see Fig. 5).

小花数（第4図）、新鮮重（第5図）との間の関係は、同じ岐散花序のカランコエ（林・小西, 1991）においても認められた。また、茎の断面積と小花数との間にも一定の関係が認められた（第2図）。花序発達の規則性を示すこれらの関係は、茎や花序軸が果たす支持組織および通道組織としての機能から生じるものと考えられる（林・小西, 1991）。小花の数や空間配置は、茎の発達程度（生育の良否）によりある程度まで必然的に決まるものと考えられる。Shinozakiら（1964）は、樹木の同化部分（葉）と非同化部分（幹・枝）は力学的、機能的に一定の関係にあるとし、植物は仮想的な単位パイプからなるとする pipe model theory を提唱した。茎や花序軸の太さに応じて小花の数が決まることから、シュッコンカスミソウにおいても、その発達をパイプモデルで理解できると思われる。茎や花序軸の太さという、目で比較的とらえやすい形質により、その後の発達や最終的な草姿が予測でき、パイプモデル的な考え方は実際栽培においても有用と思われる。そして、このような花序発達の規則性を見いだすことが本実験の目的であった。

3. 花序発達の可変性

カランコエは花序発達の可変性が小さく、一年を通してその構成はほとんど変化しなかった（林・小西, 1991）。しかし、シュッコンカスミソウは実験2で示されたように花序発達の可変性が非常に大きく、春から夏にかけて、栽培時期により花序構成が顕著に変化した。春季の花序は、分岐次数が低くて小花数の少ない小さなユニットが多く着いた。夏季の花序は着花節位が低下し小花数そのものが減少したが、分岐次数が高く小花数の多い大きなユニットが少なく着く傾向にあった。ユニットの数とユニットの大きさ（発達程度）は相反する形質として季節変動したが、これは、植物体内における同化産物の分配率が温度、日長、日射量

により変化するためと考えられる。また花序構成の変化に加えて、茎や花序軸の相対的な強度も栽培条件によりかなり変動することが示された。このようにシュッコンカスミソウは花序発達の可変性が大きいため、産地や作型あるいは栽培者によって切花品質に格差が生じやすいと思われる。

本実験ではシュッコンカスミソウの花序をユニットの集合体とした。このように、花序に階層性を認めることには大きな利点がある。すなわち、花序全体では認識しにくい小さな変化をユニットの変化としてとらえることができる。現在の主要品種である‘プリストル・フェアリー’は、生態型の異なる多くの系統が選抜され、遺伝的に変異の多いことが指摘されている（Doiら, 1984; Kuseyら, 1981）。高品質の切花を生産するためには、今後それぞれの産地が適当な系統を選抜し、その系統にあった栽培方法を検討していく必要があるが、その際ユニットの形質が選抜や栽培の一つの指標になるとと思われる。

摘 要

シュッコンカスミソウを時期を変えて栽培し、その花序の発達と構成の変化から、花序発達の規則性と可変性を明らかにしようとした。シュッコンカスミソウの花序はユニット（岐散花序）の集合体と考えられる。そこで調査は、栽培環境に対する花序構成の変化がよくわかるように、シュート全体とユニットの二つの階層で行った。

花序発達にいくつかの規則性が認められた。シュートレベルでは、主茎および側枝の断面積と着花した小花数の間に高い相関関係があった。またユニットレベルでも、花序軸の直径と分化した小花の最高次数、小花数、新鮮重との間に高い相関関係が認められた。

花序発達の栽培環境に対応する可変性は非常に大きかった。春から夏にかけて定植時期が遅くなるほど、

到花日数が少なく低節位で花芽分化し、茎長が短く、生重が小さく、側枝および小花が少なくなった。一方ユニットは、定植時期が遅くなるにつれ、花序軸が太く、生重が大きく、小花の分化次数が高く、小花数が多くなった。ユニットの数と大きさは相反する形質として季節変動した。

引用文献

- Auman, C. W. 1980. Minor cut crops. *Gypsophila paniculata*. p. 203-204. In : R. A. Larson (ed). Introduction to floriculture. Academic Press, Orlando.
- Doi, M., Y. Takeda and T. Asahira. 1984. Differences in flowering response to low temperature among cultivars of *Gypsophila paniculata* L. and among vegetative lines of cv. Bristol Fairy. Mem. Coll. Agric., Kyoto Univ. 124 : 27-34.
- 林 孝洋・小西国義. 1991. カランコエの花序の構成と発達. 園学雑. 60 : 167-173.
- Kinet, J., R. M. Sachs and G. Bernier. 1985. The physiology of flowering. Vol. III. p. 15. CRC Press, Boca Raton.
- 小西国義・今西英雄・五井正憲. 1988. シュツコンカスミソウ. p. 83-102. 花卉の開花調節. 養賢堂. 東京.
- Kusey, W. E. Jr., T. C. Weilar, P. A. Hammer, B. K. Habaugh and G. J. Wilfret. 1981. Seasonal and chemical influences on the flowering of *Gypsophila paniculata* 'Bristol Fairy' selections. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106 : 84-88.
- 許田倉園. 1983. 花の形態と花序. 遺伝 37 : 8-13.
- Rickett, H. W. 1944. The classification of inflorescence. Bot. Rev. 10 : 187-231.
- Rickett, H. W. 1955. Materials for a dictionary of botanical terms. III. Inflorescence. Bull. Torr. Bot. Club 82 : 419-445.
- 佐本啓智. 1986. カスミソウ. p. 168-173. 阿部定夫他編著. 花卉園芸の事典. 朝倉書店. 東京.
- Shillo, R. 1985. *Gypsophila paniculata*. p. 83-87. In : A. H. Halevy (ed.). CRC Handbook of flowering. Vol. III. CRC Press, Boca Raton.
- 清水建美. 1990. 円錐花序. p. 13-14. 園芸植物大事典 6. 小学館. 東京.
- Shinozaki, K., K. Yoda, K. Hozumi and T. Kira. 1964. A quantitative analysis of plant form - The pipe model theory. I. Basic analyses. Jap. J. Ecol. 14 : 97-105.
- Weberling, F. 1989. Morphology of flowers and inflorescences. p. 201-224. Cambridge University Press, Cambridge.