キク属野生種と栽培ギクの葉身における毛じの密度, 長さならびに発達について

住友克彦*・西島隆明・小野崎 隆・柴田道夫

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 花き研究所 305-8519 つくば市藤本

Density, Length and Development of Non-glandular Trichome on the Leaves of Wild Chrysanthemums and Chrysanthemum Cultivars

Katsuhiko Sumitomo*, Takaaki Nishijima, Takashi Onozaki and Michio Shibata

National Institute of Floricultural Science, Fujimoto, Tsukuba 305-8519

Abstract

Wild chrysanthemums and chrysanthemum cultivars (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) form non-glandular trichomes on the leaves. By scanning electron microscope and light microscope, the density and length of non-glandular trichomes on the leaves were measured. Highly significant differences in the density on the abaxial leaf side were found among 10 wild chrysanthemums. More and longer non-glandular trichomes were formed on the abaxial leaf side than the adaxial side. Similar traits were observed among 20 chrysanthemum cultivars but the degree of differences in the variation was minor. *C. weyrichii* (Maxim.) Miyabe & T. Miyake line 8913 had longer and characteristic non-glandular trichomes compared with other wild chrysanthemums. The densities in *C. weyrichii* line 8913 and cv. 'Pingguoxiang' were less than 0.3 per mm² leaf area. The densities in cv. 'Chrysanthemum Tsukuba No. 1' and cv. 'Oki-no-shiranami' was higher than those other chrysanthemum cultivars. They are interspecific hybridizations between *C. morifolium* and *C. pacificum* that was extremely hairy. The density of non-glandular trichome may be inherited. Non-glandular trichomes were initiated by the enlargement of single epidermal cells followed by anticlinal division on leaf primordia in cv. 'Jimba'. The head of non-glandular trichome was spindle-shaped on developing leaves but became a flat ellipse on expanded leaves. The density decreased as the leaf expanded.

Key Words : *Chrysanthemum sensu lato*, leaf hair, microscopy, morphology

キーワード : 毛, 顕微鏡法, 広義キク属植物, 組織形態

緒 言

キク (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) は, わが国では最も生産量が多い花きであり, 2004 年には 18 億 6700 万本の切り花が出荷されている (農林水産省統計部, 2005). キクの植物体表面には, 分泌毛と毛じが着生している. 分泌毛に関しては, 詳しく調査された (Vermeer・Peterson, 1979a, b) が, 毛じに関しては, ほとんど調査されていない. 毛じは主に葉の裏や茎に着生し, 肉眼での観察による毛じの多少は, 栽培ギク品種の特性を調査する際の指標として利用される (日本種苗協会, 1996).

毛じは容易に葉や茎から脱落し, 皮膚への付着や呼吸器への吸入により, アレルギー反応を引き起こすことが知られており, コンフリー, タケノコ, モモの毛は, 機械的刺激により植物皮膚炎を引き起こす (高橋ら, 1988). また, キク科植物 *Parthenium hysterophorus* L. では, アレルギー性接触皮膚炎の原因物質である parthenin および ambrosin が,

花や葉だけでなく, 毛中にも含まれている (Rodriguez ら, 1976). これまで, キクによるアレルギー性接触皮膚炎の原因物質として, artemisinin-A (Hausen・Shulz, 1975) や sesquiterpene lactone 系物質の alantolactone (Bleumink ら, 1976) が報告されているが, この他に毛じが原因と疑われる airborne contact dermatitis も報告されている (浦野ら, 1992).

キクの生産現場や花束加工場などでは, 切り花を大量に扱う際に, アレルギー症状を引き起こすことが問題となっている. 白輪ギク '秀芳の力' は, 1972 年頃から 2000 年頃まで 20 年間以上白輪ギクの主力品種であったが, 近年 '神馬' にとってかわられた. '秀芳の力' は, 取り扱い際に毛じによってかぶれる場合があり, 敬遠されたことが品種変遷の原因の一つにあげられる (今村, 2004). これらの報告から, キクによるアレルギー反応と毛じは関連があると考えられる. しかし, キクの毛じについては, これまでほとんど明らかにされていない. ここでは, キクの毛じに関して基礎的知見を得るため, キク属野生種および栽培ギクにおける葉の毛じの長さおよび密度について調査した. また, 栽培ギク '神馬' を供試し, 走査電子顕微鏡および光学顕微鏡を用いて, 毛じの微細構造や発達について調査した.

2006 年 2 月 28 日 受付. 2006 年 4 月 26 日 受理.

* Corresponding author. E-mail: ksumi87@affrc.go.jp

材料および方法

1. 毛じの発達過程の観察

供試材料

栽培ギク‘神馬’を供試した。2005年4月14日に挿し穂した後、5月1日に栽培箱（46×35×11 cm）に定植し、深夜4時間（22～2時）電照を行ったガラス室内で管理した。草丈約20 cm時に、茎の先端部を採取し、材料とした。

電子顕微鏡による観察

葉を走査電子顕微鏡（VE-7800, キーエンス社）で観察した。観察に用いた未展開葉の生育段階を示すために、最上位展開葉からの葉位と、葉身長＋葉柄長の値を測定した。

組織切片の作成法

試料にFPA50液（ホルマリン：プロピオン酸：70%エタノールの1:1:18体積比混合液）を加え、5分間試料を真空吸引した後、4℃で1晩置いた。FPA50を捨て、それぞれ50%, 70%, 90%, 99.5%エタノールで室温にて30分間ずつ試料を脱水した。100%エタノールとテクノビット7100（Heraeus Kulzer社）等量混合液で2時間、テクノビット7100硬化剤I, 1 gとテクノビット7100, 100 gの混合液（予備浸漬液）で1晩予備浸漬を行った後、包埋処理液（予備浸漬液：テクノビット7100硬化剤II＝15:1）で包埋（室温1時間後、37℃1時間）した。ガラスナイフで厚さ8 μmの切片を作成し、0.5%トルイジンブルーで染色後、光学顕微鏡で観察した。

2. キク属植物の毛じ密度および長さの測定

供試材料

実験には、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構花き研究所にて維持しているキク属のピレオギク（*C. weyrichii* (Maxim.) Miyabe & T. Miyake: 系統名8913）、コハマギク（*C. yezoense* Maek.: 系統名9890）、キクタニギク（*C. boreale* (Makino) H. Ohashi & Yonek.: 系統名広FA3）、シマカンギク（*C. indicum* L.: 系統名2-3）、リュウノウギク（*C. makinoi* Matsum. & Nakai: 系統名広GT6）、ナカガワノギク（*C. yoshinaganthum* Makino ex Kitam.: 系統名広BT1）、ノジギク（*C. japonense* Nakai var. *japonense*: 系統名8722）、サツマノギク（*C. ornatum* Hemsl. var. *ornatum*: 系統名4-11）、イソギク（*C. pacificum* Nakai: 系統名広ET1）およびシオギク（*C. shiwogiku* Kitam.: 系統名8813）の野生種10種（第1表）と、第2表に示した栽培ギク（*C. morifolium*）20品種を供試した。栽培ギクのうち、‘キクつくば1号’および‘沖の白波’は、イソギクとスプレーギクとの雑種第一代系統に、再度スプレーギクを交雑することによって育成された品種である（柴田, 1994; 谷川ら, 2006）。

キク属野生種は、2004年6月30日に挿し穂した後、7月20日に21 cmポリポットに定植し、自然日長無加温ビニルハウスで管理した。栽培ギクは、2005年2月16日から3月2日にかけて順次128穴セルトレイに挿し穂し、挿し穂2週間後に栽培箱（46×35×11 cm）に定植した。挿し

第1図 ‘秀芳の力’の葉裏面の毛じ（200倍）と毛じの長さの測定法
毛じ先端部の長さ（矢印）を毛じの長さとした

第2図 キク属野生種と栽培ギクの毛じの形状

A: ‘秀芳の力’（葉表面, 200倍）

B: キクタニギク系統広FA3（葉表面, 200倍）

C: ピレオギク系統8913（葉裏面, 120倍）

穂直後より深夜4時間(22~2時)の電照を行い、草丈が約20 cmになった時点で消灯し、12時間日長の短日処理を行った。栽培全期間を通じて、最低夜温18°Cに加温、日中は25°Cを目安に換気したガラス室内で管理した。ただし、‘苹果香’は、2005年7月19日に挿し穂した後、8月10日に自然日長無加温ビニルハウスに定植し、管理した。

毛じの観察

各キク属野生種および栽培ギクから開花時に生育中庸な8個体を選び、最上位節より下位10節目の葉を個体の代表値として供試した。走査電子顕微鏡(VE-7800, キーエンス社)を用いて、葉両面の葉脈を除いた葉身中央部の画像を撮影した。次に、画像解析ソフト Lumina Vision OL V2.04 (三谷商事社)を用いて、画像あたりの毛じの本数および長さを測定した。毛じ先端部の長さを毛じの長さとした(第1図)。葉面積1 mm²あたりの毛じ本数を算出し、毛じ密度とした。

結 果

供試した全てのキク属野生種および栽培ギクにおいて毛じは観察され、かつ裏面だけでなく、表面にも存在した。毛じの形状は、葉面に対して垂直面より観察すると、全ての材料でT字状であり、大きな違いは見られなかった。実験に供試したほとんどのキク属野生種および栽培ギクの毛じの先端部両端は、鋭く尖っていた(第2図A, B)のに対し、ピレオギク系統8913では、やや丸みを帯びていた(第2図C)。

1. ‘神馬’における毛じの発達過程の観察

生長点近傍の葉原基(葉身長+葉柄長0.22 mm)上において、1個の表皮細胞が、細胞分裂を行いながら、外側に向かって伸長し、毛じの発達が始まった(第3図A, 4図)。最上位展開葉より上位13節目の葉(葉身長+葉柄長1 mm)では、毛じは発達し、先端部の1細胞が側方向に伸長し紡

第3図 栽培ギク‘神馬’の毛じの発達

A: 生長点近傍の葉原基上に発生した毛じ(矢印)。アステリスクは生長点, 2細胞からなる突起は分泌毛(GT)を示す(240倍), B: 最上位展開葉より上位13節目の葉における毛じ。アステリスクは生長点を示す(200倍), C: 最上位展開葉より上位9節目の葉における毛じ(140倍), D: 最上位展開葉より上位6節目の葉裏面における毛じ(100倍), E: 最上位展開葉より上位3節目の葉表面における毛じ(50倍), F: 展開葉裏面における毛じ(50倍)

第4図 栽培ギク‘神馬’における生長点
近傍の葉原基上の毛の断面（矢印）
アステリスクは生長点，2細胞からなる突起
（GT）は分泌毛を示す（200倍）

錘状になり，毛はT字状を示した（第3図B）。

毛先端部の形状は，葉の発達とともに変化した。最上位展開葉から上位13節目の葉では，全ての毛先端部は紡錘状であった（第3図B）が，上位9節目の葉（葉身長＋葉柄長1.6mm）では，先端部が扁平である楕円形の毛が混在した（第3図C）。葉が展開するにつれ，先端部が紡錘状の毛は減り，先端部が扁平な毛が多くみられるようになった（第3図D，E）。展開葉（葉身長＋葉柄長61mm）の毛は全て，先端部が扁平な楕円形であった（第3図F）。

最上位展開葉より上位9節目および6節目の葉では，毛は葉身全体を覆い尽くすように密生していた（第3図C，D）。葉表面では，最上位展開葉より上位3節目の葉（葉身長＋葉柄長14mm）において，また，葉裏面では，展開葉において，毛の間隙から葉身が見え（第3図E，F），葉が展開するにつれ毛は疎になっていくのが観察された。

2. 毛密度および長さの測定

ギク属野生種の葉両面の毛密度および長さは，種間に大きな差がみられた（第1表）。

葉表面の毛の密度は，最も少ないコハマギク系統9890で0.2本・mm⁻²，最も多いリュウノウギク系統広GT6で

12.1本・mm⁻²であった。葉裏面の毛密度は，最も少ないピレオギク系統8913で0.2本・mm⁻²，最も多いイソギク系統広ET1やシオギク系統8813では約560本・mm⁻²であった。これらの葉裏面では，毛が幾層にも重なっており，肉眼で観察すると，葉の裏面は銀白色に見えた。ピレオギク系統8913以外の種では，葉表面より裏面の毛密度が高かった。

毛の長さは，ピレオギク系統8913では表面で768μm，裏面で875μmと，他の種に比べて有意に長かった。一方，ピレオギク系統8913以外の種では，葉表裏面とも300～600μmの範囲にあり，大きな種間差は見られなかった。シマカンギク系統2-3，サツマノギク系統4-11およびシオギク系統8813を除く種で，葉裏面の毛が表面より長い傾向があった。特に，リュウノウギク系統広GT6では，裏面の毛が表面より約250μm長かった。

栽培ギクの葉表裏面における毛密度についても，品種間差がみられたが，変異の幅はギク属野生種より小さかった（第2表）。‘苹果香’の毛密度は，葉両面とも0.1本・mm⁻²であり，供試した全ての野生種および栽培ギクの中で最も毛が少なかった。一方，‘沖の白波’の葉裏面における毛密度は44.9本・mm⁻²で，栽培品種中最も密度が高かった。従来の白輪ギクの主力品種‘秀芳の力’は葉表裏面ともに‘神馬’の約1.8倍の毛密度を示した。

全ての栽培品種において，毛の長さは葉表面では260～480μm，葉裏面では370～580μmの範囲で，野生種同様大きな品種間差は認められなかった。‘苹果香’，‘スカッシュ’および‘セイライム’を除く品種では，葉裏面の毛は表面より長い傾向がみられた。

考 察

本研究で用いた走査電子顕微鏡は，試料を脱水固定することなしに観察できるが，真空状態での観察により試料が変形し，正確な形状を評価できないおそれがある。本試験では，光学顕微鏡で毛の観察を行い，走査電子顕微鏡より得られた画像と毛の形状を比較した結果，形状に違いは

第1表 キク属野生種の葉における毛密度および長さ

キク属野生種・系統	密度（本・mm ⁻² ）		長さ（μm）	
	表面	裏面	表面	裏面
ピレオギク 8913	0.3 ± 0.2 ^a ab ^y	0.2 ± 0.1 a	768 ± 32 d	875 ± 91 d
コハマギク 9890	0.2 ± 0.1 a	8.9 ± 0.8 a	338 ± 8 a	420 ± 20 a
キクタニギク 広FA3	1.2 ± 0.2 abc	27.6 ± 2.7 ab	344 ± 11 a	392 ± 13 a
シマカンギク 2-3	0.5 ± 0.2 ab	7.3 ± 1.0 a	350 ± 11 a	365 ± 8 a
リュウノウギク 広GT6	12.1 ± 0.7 g	22.3 ± 1.2 ab	380 ± 26 ab	636 ± 25 c
ナカガワノギク 広BT1	4.4 ± 1.4 cd	98.9 ± 4.2 bc	305 ± 29 a	433 ± 17 a
ノジギク 8722	8.9 ± 0.6 efg	35.9 ± 1.5 ab	347 ± 6 a	394 ± 9 a
サツマノギク 4-11	7.7 ± 0.3 e	172.5 ± 9.7 c	515 ± 12 c	496 ± 29 abc
イソギク 広ET1	8.2 ± 1.0 ef	565.8 ± 35.5 d	475 ± 20 c	590 ± 29 bc
シオギク 8813	11.4 ± 1.1 fg	563.8 ± 48.1 d	444 ± 14 bc	456 ± 13 ab

^a 平均値±標準誤差（n=8）

^y 同一列の同一文字の付いた数値間には5%水準で有意差なし（Scheffe法）

第2表 栽培ギクの葉における毛じ密度および長さ

品種	密度 (本・mm ⁻²)		長さ (μm)			
	表面	裏面	表面		裏面	
苹果香	0.1 ± 0.1 ^z a ^y	0.1 ± 0.1 a	407 ± 21	cd	389 ± 7	abc
デックモナ (モナリザ)	1.9 ± 0.2 ab	8.5 ± 0.4 b	353 ± 12	abc	429 ± 11	abcd
精の波	2.9 ± 0.4 abcd	8.7 ± 0.4 b	448 ± 17	cd	572 ± 23	f
精雲	3.0 ± 0.4 abcd	9.3 ± 0.4 b	441 ± 7	cd	579 ± 18	f
神馬	3.7 ± 0.5 abcdef	9.8 ± 0.3 bc	401 ± 13	cd	494 ± 18	bcdef
スーパーピンポン	3.1 ± 0.7 abcde	10.0 ± 1.1 bc	291 ± 12	ab	400 ± 7	abc
ピンキー	4.6 ± 0.5 bcdefg	10.6 ± 0.3 bc	260 ± 8	a	409 ± 15	abc
ベスビオ	2.5 ± 0.3 abc	11.5 ± 1.1 bcd	383 ± 14	bcd	404 ± 17	abc
ホワイトブーケ	7.2 ± 0.5 fg	13.0 ± 1.0 bcd	365 ± 11	abc	424 ± 14	abcd
スケアリー	4.5 ± 0.3 bcdefg	13.3 ± 0.8 bcd	283 ± 16	ab	381 ± 12	ab
スカッシュ	2.1 ± 0.6 ab	13.7 ± 1.0 bcd	482 ± 13	d	466 ± 9	abcdef
セイライム	2.2 ± 0.3 ab	13.8 ± 0.9 bcd	372 ± 15	bc	368 ± 12	a
精興の誠	6.1 ± 0.6 cdefg	14.1 ± 1.4 bcd	424 ± 12	cd	541 ± 12	def
フィブラネット	3.3 ± 0.3 abcde	16.0 ± 0.6 bcde	371 ± 11	bc	400 ± 14	abc
秀芳の力	6.6 ± 0.8 defg	17.5 ± 1.2 cde	353 ± 9	abc	468 ± 10	abcdef
岩の白扇	7.9 ± 0.8 g	18.7 ± 2.5 de	398 ± 10	cd	509 ± 22	cdef
フローラル優香	7.8 ± 0.6 g	19.3 ± 1.0 de	447 ± 18	cd	556 ± 15	ef
キクつくば1号	3.7 ± 0.4 abcdef	20.4 ± 1.0 e	379 ± 7	bcd	480 ± 13	abcdef
セイエルザ	6.9 ± 0.4 efg	23.7 ± 1.6 e	358 ± 10	abc	433 ± 4	abcde
沖の白波	2.5 ± 0.3 abc	44.9 ± 1.0 f	379 ± 7	bcd	507 ± 11	cdef

^z 平均値 ± 標準誤差 (n = 8)^y 同一列の同一文字の付いた数値間には 5% 水準で有意差なし (Scheffe 法)

見られなかった (データ略). よって, 走査電子顕微鏡を用いて, 毛じの形状を損ねることなく観察できると判断した.

‘神馬’の毛じの発生は, 葉の発達のごく初期に始まった. 毛じ先端部は未展開葉では紡錘状に発達した後, 展開葉では毛じ先端部は扁平になっており, 毛じの形状は, 葉の展開とともに変化した (第3図). また, 未展開葉では毛じが密生しているのに対し, 展開葉では疎になることを示した. これらは, Karabourniotis ら (1999) がブドウにおいて毛じの発達を調べた結果と一致する.

Karabourniotis ら (1992) は, オリーブの毛じの吸光極大が中波長紫外線領域の 310 nm であること, オリーブの毛じには紫外線を吸収するルテオリン, アピゲニンおよびケルセチンといったフラボノイドが含まれることを明らかにしているが, オリーブの毛じは表皮などの紫外線防御組織が未発達な幼葉を紫外線から保護する機能を有しているのではないかと考えられる. 本研究でも, ‘神馬’の毛じは, 未展開葉では先端部が紡錘状で, 密に着生していたことから, キクの毛じ先端部にもフラボノイド等の紫外線を吸収する物質が含まれており, 毛じは紫外線や強日射から未展開葉を保護する機能を有している可能性がある.

Ritchie ら (1991) は, *in vitro* において培養環境の相対湿度を低下させると, キク ‘スノーデン’の毛じ密度が高くなることを示し, 毛じは乾燥に対する防御器官であると述べている. 本研究では, 供試した多くのキク属野生種および栽培ギクで, 葉表面より裏面に毛じが多く, かつ長い毛じが着生していた (第1, 2表). これによって, 気孔の多い葉裏面に安定した葉面境界層を形成し, 過剰な水分損失を防

いでいる可能性が考えられる. キクの毛じの機能に関しては, 今後さらなる研究が必要である.

野生種における毛じの密度は, 種によって異なることが知られており, キク属野生種を分類する際の指標の一つとなっている (北村, 1983). 本研究では, 顕微鏡を用いて, キク属野生種の毛じ密度を正確に計測し, これまで目視に頼っていた毛じの多少を数値で表現した. そして, キク属野生種において, 毛じ密度に大きな種間差があることを見いだした (第1表). また, 毛じの長さに関しても種間差があり, 特に, ピレオギクでは毛じの長さや毛じ先端部の形状が他の野生種と明らかに異なっていた (第2図C). 以上より, キク属野生種分類のために, 毛じの多少だけではなく毛じの長さや形状を指標として利用できる可能性が示された.

さらに, 本研究では, 栽培ギクにおいても毛じの密度や長さ品種間差があることを明らかにした (第2表). ‘秀芳の力’は, ‘神馬’より毛じが皮膚に付着しやすい品種とされている (今村, 2004). ‘秀芳の力’は ‘神馬’より葉両面において約 1.8 倍毛じ密度が高いこと (第2表) が, その一因と考えられた.

‘沖の白波’の葉裏面における毛じ密度は, 44.9 本・mm⁻²であり, また, ‘キクつくば1号’における葉裏面の毛じ密度は, 20.4 本・mm⁻²であった. これら2品種は, 栽培ギクの中では毛じ密度が高かった. これらは, スプレーギクのもつ優れた茎伸長性や鮮やかな花色と, イソギクのもつ旺盛な分枝性や小輪多花性とを兼ね備えた新しいタイプのキクを目指し, イソギクとスプレーギクの雑種一代系統に, 再

度スプレーギクを交雑することによって育成された「イソ系スプレー」と呼ばれる品種である(柴田, 1994; 谷川ら, 2006). 本研究では, イソギク系統広 ET1 の毛じ密度は 565.8 本・mm² と極めて高かった. このことよりイソ系スプレーは, イソギクの毛じの多い形質を受け継いだため, 他の栽培ギクより毛じが多くなったと考えられる. このように, 本研究より毛じの多少は遺伝することが示唆された. また, ‘苹果香’ やピレオギクでは, 毛じ密度が非常に低かったことから, これらの素材を母本として用いることで, 毛じの少ない新しいタイプのギクを育成できる可能性がある.

摘 要

ギク属野生種 10 種および栽培ギク 20 品種において, 葉の毛じの密度と長さを観察した. ギク属野生種では, 葉裏面の毛じ密度に大きな種間差が認められた. また, 葉表面より裏面で毛じ密度が高く, 毛じの長さは長かった. 栽培ギク品種においても同様の傾向がみられたが, 野生種より変異の幅は小さかった. ピレオギク系統 8913 の毛じは他の種よりも長く, 形状にも特徴がみられた. ピレオギク系統 8913 および ‘苹果香’ では, 葉表裏面の毛じ密度は 0.3 本・mm² 以下であった. スプレーギクと毛じ密度が極めて高いイソギクとの種間雑種である ‘沖の白波’ および ‘キクつくば 1 号’ では, 他の品種に比べて葉裏面の毛じ密度が高く, 毛じの多少の形質は遺伝することが示唆された.

‘神馬’ の毛じの発達を観察した. 葉の発生のごく初期に 1 個の表皮細胞が, 細胞分裂を行いながら外側に向かって伸長し, 毛じの発達が始まった. 未展開葉の毛じは先端部が紡錘状になり, 密生していたが, 展開葉では先端部は扁平な楕円形で, 密度が疎になることが観察された.

謝 辞 本研究を行うに当たり, 栽培ギク品種を提供して頂いたキリン・グリーンアンドフラワー株式会社および有限会社精興園に謝意を表します.

引用文献

- Bleumink, J. C., L. Mitchel, T. A. Geissman and G. H. N. Towers. 1976. Contact hypersensitivity to sesquiterpene lactones in chrysanthemum dermatitis. *Contact Dermatitis*. 2: 81–88.
- Hausen, B. M. and K. H. Shulz. 1975. A first allergenic sesquiterpene lactone from *Chrysanthemum indicum* L.: Arcteglasin-A. *Naturwissenschaften*. 62: 585–586.
- 今村 光. 2004. 切り花市場情報. 農耕と園芸. 7 月号:

- p. 100. 誠文堂新光社. 東京.
- Karabourniotis, G., J. F. Bornman and V. Liakoura. 1999. Different leaf surface characteristics of three grape cultivars affect leaf optical properties as measured with fibre optics: possible implication in stress tolerance. *Aust. J. Plant Physiol.* 26: 47–53.
- Karabourniotis, G., K. Papadopoulos, M. Papamarkou and Y. Manetas. 1992. Ultraviolet-B radiation absorbing capacity of leaf hairs. *Physiol. Plant.* 86: 414–418.
- 北村四郎. 1983. 日本の野生ギク. 新花卉. 119: 54–59.
- 日本種苗協会. 1996. 平成 7 年度種苗特性分類調査報告書(きく). p. 6.
- 農林水産省統計部. 2005. 平成 16 年産花き生産出荷統計. p. 10.
- Ritchie, G. A., K. C. Short and M. R. Davey. 1991. *In vitro* acclimatization of Chrysanthemum and sugar beet plantlets by treatment with paclobutrazol and exposure to reduced humidity. *J. Exp. Bot.* 42: 1557–1563.
- Rodriguez, E., M. O. Dillon, T. J. Mabry, J. C. Mitchell and G. H. Towers. 1976. Dermatologically active sesquiterpene lactones in trichomes of *Parthenium hysterophorus* L. (Compositae). *Experientia* 32: 236–238.
- 柴田道夫. 1994. 花きの育種 (5) —キク—. 農及園. 69: 巻頭.
- 高橋仁子・菅野与志子・大城戸宗男. 1988. 植物によるかぶれ. *皮膚臨床*. 30: 813–842.
- 谷川奈津・小野崎隆・池田 広・柴田道夫. 2006. スプレーギクとイソギクの種間交雑による純白で茎伸長性に優れた小輪ギク品種 ‘キクつくば 1 号’ の育成経過とその特性. *花き研報*. 5: 19–33.
- 浦野理英・黒澤真澄・中澤 淳・浦野一志・中森三千代・松尾津朗・大城戸宗男. 1992. 光線過敏症を思わせたキク科植物による airborne contact dermatitis. *皮膚*. 34 (増 13): 134–137.
- Vermeer, J. and R. L. Peterson. 1979a. Glandular trichomes on the inflorescence of *Chrysanthemum morifolium* cv. Dramatic (Compositae). I. Development and morphology. *Can. J. Bot.* 57: 705–713.
- Vermeer, J. and R. L. Peterson. 1979b. Glandular trichomes on the inflorescence of *Chrysanthemum morifolium* cv. Dramatic (Compositae). II. Ultrastructure and histochemistry. *Can. J. Bot.* 57: 714–729.