栽培ギクのB染色体の出現について

遠藤 元庸

岩手大学農学部 020 盛岡市上田 3

On the Occurrence of B Chromosome in the Garden Chrysanthemum,
Chrysanthemum morifolium Ramat.

Motonobu ENDO

Faculty of Agriculture, Iwate University, Ueda, Morioka 020

Summary

1. To elucidate the mechanism of conspicuous aneuploidy in different forms of garden chrysanthemums, the situation of B chromosomes with respect to their morphology, transmission into offsprings and behavior at meiosis was surveyed.

2. A total of 284 different forms of chrysanthemum cultivars were examined.

3. Occurrence of B chromosomes. 1) The frequency of B chromosomes differed significantly among different forms of chrysanthemum cultivars. The B chromosome was observed in 10.9% of the general population; within a given cultivar, it was detected in 1.5% of the plants examined, whereas in other cultivars as many as 21.3% of the population possessed the B chromosome. 2) An appreciable intimate relationship could be ascertained between the frequency of B chromosome and autosome number, i.e., B chromosome occurred more frequently in aneuploid cultivars than in euploid ones. 3) B chromosomes were recognized in all cells and whole plants in a number of cultivars examined. But in other cultivars, B chromosomes appeared randomly within individual somatic cells, especially in cells of root tip tissues.

4. Frequency and morphology of B chromosomes. 1) Of the cultivars (individuals) examined, 90.7% possessed one B chromosome, the rest (9.7%) had two. 2) Size was about one half of the shortest autosome. 3) The morphology was separated into three types by the position of the constriction; sub-median, median and sub-terminal; their frequency, respectively, was 54.6, 27.3 and 18.2%. All B chromosomes were euchromatic.

5. Behaviour at meiosis and transmission of B chromosomes into the offsprings. 1) Via cross-pollination: In crosses between three cultivars with B chromosomes and seven normal ones, no seed was obtained. When five cultivars were cross-pollinated (four combinations), B chromosomes were observed in some hybrid seedlings. 2) By open-pollination: Of seedlings resulting from open-pollination of one cultivar possessing B chromosome, none inherited the B chromosomes. 3) Via self-pollination: Progenies resulting from self-pollination among four cultivars having B chromosomes, only one of two inherited the B chromosomes. It had the same morphology as that of its parent. 4) Meiosis: B chromosome did not pair with autosomes and behaved as an univalent.

6. Judging from the above results, the existence of B chromosomes seems to be related to the occurrence of aneuploidy in garden chrysanthemum. However, the degree of relationship between the presence of B chromosomes and aneuploidy differs with forms, strains, and cultivars of chrysanthemum.

緒 言

先に著者は栽培ギクの品種分化の実態を染色体面から明らかにするため、近年わが国で栽培されている各

種の栽培ギク (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) の染色体数の広範な調査を行い、栽培ギクは $2n = 36$, $52 \sim 75 + B$ の6倍性を中心とした非常に広範囲にわたる異数体品種を包含することを報告した(6, 7).

一方、B染色体の出現は既に多数の種について報告

されており、Jones・Rees(12)によれば双子葉植物全体で510種(B染色体保有率2.6%)、キク科植物のみに限れば198種(同、4.7%)において見出されている。栽培ギクについては、これの別称である断片染色体あるいはアクセサリ染色体を含めると下斗米(19)、Dowrick(4,5)、Fukushimaら(10)、遠藤(6,7)およびShibataら(18)の報告において観察されている。しかしながら栽培ギクのB染色体の出現様相に関する詳細な報告は見当たらない。

本研究は上述した栽培ギクにおける染色体変異の生ずる一つの要因と考えられるB染色体に注目し、各種栽培ギクにおけるB染色体の発生の実態とその形態、交配実生および減数分裂における消長と行動などについて調査を行ったものである。

材料及び方法

供試材料には観賞用大・中および小輪ギク、切花用大および中輪ギク(日本および外国育成種)、切花用小輪ギク、ポットマム、食用ギクなど、各種栽培ギク合計284品種を用いた。染色体の調査は主として体細胞染色体の観察による。観察には根端を、そしてごく一部については茎の頂芽あるいは側芽の分裂組織を用い、0.002モル8-オキシキノリンまたは0.02%コルヒチン水溶液で20℃下、2時間半前処理した後、45%酢酸で固定し、60℃の1N塩酸で解離後、0.2%酢酸オルセインによる“おしつぶし法”によった。花粉母細胞の観察はニューカマー液で固定後、鉄酢酸カーミンによる“なすりつけ法”によった。

結果及び考察

1. 栽培ギクにおけるB染色体の出現

栽培ギクにおけるB染色体の存在については、下斗米(19)により観賞用大輪ギク‘喜久泉’(2n=59+1f)および観賞用小輪ギク‘天心’(2n=54+1f)において、断片染色体が各々1個ずつ確認されている。さらに、Dowrick(4,5)はイギリスの大輪品種‘Turbulent’(2n=64+f)および中輪品種‘Princess Anne’系の2品種、すなわち‘Cream Princess Anne’(2n=53+f)および‘Apricot Princess Anne’(2n=53+f, 53+2f, 54+f)において、断片染色体を観察している。その後、著者ら(10)は観賞用大輪ギクの‘丘の初雪’(2n=56+B)および‘精興の姿’(2n=54+B₁+B₂)の2品種でそれぞれ、1～2個ずつアクセサリ染色体を見出したことを報告し、以後、Dowrick(5)、遠藤(6,7)、Shibataら(18)の染色体数に関する報告において1～2個のB染色体の存在が確認されている。一方、野生ギ

クについてはDowrick(3)が*C. lacustre* (2n=198+2f), *C. corymbosum* L. var. *poterifolium* (2n=18+1f)および*C. millefoliatum* (2n=18+1f)の3種において、さらにDorward・Malloch(2)、Favarger・Villard(8,9)が*C. leucanthemum* L. (2n=18+3B, 36+2B, 36+3B)において、それぞれ1～3個の断片染色体またはB染色体を確認している。

1) B染色体の出現頻度：比較的多数の品種の染色体数を調査したほかの研究報告に基づいて、栽培ギクにおけるB染色体の出現頻度をまとめると次のようになる。すなわち下斗米(19)は観賞用各種大・中および小輪ギクを合計60品種供試し、2品種(3.3%)に、Dowrick(4)はイギリスの大・中および小輪ギクを合計66品種供試し、1品種(1.5%)に、さらに、枝変りの5系統合計26品種供試し(5)、2品種(7.7%)に、また、Shibataら(18)はスプレーギクを25品種供試し、1品種(4%)においてそれぞれ断片染色体またはB染色体を見出している。しかしSampsonら(17)はアメリカの枝変り系統を、Shibataら(18)は日本の切花用ギクを、Miyazakiら(16)は日本の観賞用小輪ギク(肥後ギク)をそれぞれ合計51, 56および38品種ずつ供試し、染色体数の調査を行ったが、いずれについてもB染色体の出現は観察していない。

著者がこれまでに各種の栽培ギクにおいてB染色体出現頻度を観察した結果では(第1表)、栽培ギクの種類(用途別)による相違が認められた。すなわち観賞用大輪ギクの21.3%を最高に、切花用大および中輪ギク(外国育成種)、ポットマムの順に減少し、出現率の最低は切花用大および中輪ギク(日本育成種)でわずか1.5%であった。全体としての出現率平均は10.9%となり、他の研究者の観察結果に比べてかなり高頻度で、むしろ普遍的に出現したといえる。第1表で示したように、栽培ギクの種類ごとに染色体数の変異の幅に明らかな相違が認められたが、この変異幅の大小とB染色体の出現頻度との関係については判然としなかった。

2) 常染色体数とB染色体の出現との関係：B染色体をもつ品種の出現状況が常染色体の数と関連のある傾向が認められたので、B染色体が出現した各品種の常染色体ごとにB染色体の出現率を検討したところ、明らかに常染色体数によりその出現率にかなりの相違があることが注目された(第2表)。すなわちB染色体の出現率は正6倍体(2n=54)の各種栽培ギクの品種では7.4%、またその前後の2n=53および2n=55の品種ではそれぞれ、8.6および7.8%で正6倍体品種

にはほぼ類似していた。これに対し、 $2n=56$ の品種では17.4%に急増し、 $2n=57$, $2n=60$ および $2n=66$ の品種ではいずれも50%以上の高頻度であった。また正8倍体($2n=72$)の6品種は16.7%と低かったのに対し、 $2n=71$, $2n=74$ および $2n=76$ の品種は相対的に高かった点も特筆に値する。換言すれば、栽培ギクの正6倍体と正8倍体およびその前後の染色体数の品種を除く異数体品種では、B染色体が染色体数の変異の発生に対してかなりの程度で関与していると考えられる。

2. B染色体の数および形態

1) B染色体出現の様相：Battaglia(1)はB染色体

の特性の一つとして同一組織の細胞間、同一個体の異なる組織間、個体間、あるいは集団間などでしばしば数的変異を示すことをあげている。本実験での栽培ギクにおけるB染色体出現の様相は、おおよそ次のタイプのいずれかであった。すなわち①調査全個体の全細胞に観察された場合、②同一品種で個体(系統)間に存否のある場合、③同一個体で根端の相違により存否のある場合、④同一根端で観察した約10細胞中、1あるいは2細胞にのみ観察された場合、に区別された。これらのうち31品種中、大部分は①のタイプに属し(81.3%)、ついで②のタイプが9.4%、③と④のタイプはそ

Table 1. Frequency of B chromosomes in different forms of garden chrysanthemums.

Form	No. of cultivars used	Range of variation in somatic chrom. no. (2n)	B chromosome	
			No. of cultivars with	Frequency (%)
Large-flowered forms ^z	80	54~75+B	17	21.3
Medium-flowered forms ^z	32	52~56	2	6.3
Small-flowered forms ^z	14	53~55	2	14.3
Large and medium-flowered forms for cut flower use ^y	68	53~62	1	1.5
Large and medium-flowered forms for cut flower use ^x	21	52~58	4	19.0
Small-flowered forms for cut flower use	38	36,51~56	1	2.6
Forms for pot plant use	11	53~57	2	18.2
Forms for garden plant use	7	52+B~55	1	14.3
Forms for edible use	13	53~65+B	1	7.7
Total	284		31	10.9

^z For exhibition use.

^y Japanese origin.

^x Foreign origin.

Table 2. Relationship between autosome number and frequency of B chromosomes in garden chrysanthemums.

Autosome number (2n)	No. of cultivars surveyed	B chromosome	
		No. of cultivars with	Frequency (%)
53	35	3	8.6
54	95	7	7.4
55	64	5	7.8
56	23	4	17.4
57	6	4	66.7
60	1	1	100.0
66	6	3	50.0
71	4	1	25.0
72	6	1	16.7
74	3	1	33.3
76	1	1	100.0

それぞれ3.0と6.3%であった。また2品種のみについての観察例であったが、根端組織と地上部の頂芽または側芽の分裂組織を供試し、B染色体の発生様相と形態を調査したが、いずれの部位においても同様であった。このため本研究では供試品種のB染色体の観察はすべて根端の分裂組織を用いて行ったが、上述したとおりそれが出現した31品種内では①が最も多く比較的安定してB染色体が見出されたことになる。

2) B染色体の出現数：栽培ギクにおける1品種当たり出現するB染色体の数については、下斗米(19)、Dowrick(4, 5)、Shibataら(18)の報告によれば通常1個、まれに2個とされている。著者が本研究で調査したB染色体をもつ31品種中、最高2個(9.7%)、通常は1個(90.3%)であった。しかも2個のB染色体が見出されたのは、常染色体が $2n=53$ および $2n=54$ の品種においてのみであった。各種の野生ギクでは上記(2, 3, 8, 9)したように、1個ないし3個、さらに栽培ギクと同じキク科植物の一種 *Aster semiamplexifolius* (14)および *A. ageratoides* Turcz. の亜種群(15)(いずれも $2n=18$)では、前者に1~4個、後者に1~6個、それぞれB染色体が見出されている。したがって栽培ギクは高次倍数体であるにもかかわらず、B染色体の出現数は概して少ない種類であるといえよう。

3) 大きさと形態：B染色体の大きさについては、品

種によりわずかに異なったが、長さは常染色体の最小染色体の約1/2(長腕+短腕の合計は $1.2 \sim 1.9 \mu$)で容易にそれと識別できた。形態は狭窄の位置により中部動原体型(median)、次中部動原体型(sub-median)および次端部動原体型(sub-terminal)に大別された(第5図、第3表)。狭窄の位置を確認し得たB染色体をもつ22品種中、54.6%の品種は次中部動原体型であって、次が中部動原体型で27.3%を占め、次端部動原体型は18.2%であった。これらのうち次端部動原体型には断片染色体ともとれる狭窄が末端にあると思われる端部動原体型(terminal)のB染色体も含まれている。一方、Dowrick(3, 4)が観察した断片染色体は野生ギク *C. lacustre* ($2n=198+2f$)では次端部に、*C. corymbosum* L. var. *poterifolium* および *C. millefoliatum* の両種($2n=18+f$)ならびに、イギリスの大輪品種'Turbulent' ($2n=64+f$)ではいずれも中部に、それぞれ動原体を有していた。さらに同研究者が見出した'Turbulent' および *C. lacustre* の断片染色体は真正染色質的(euchromatic)であったが、*C. corymbosum* L. var. *poterifolium* と *C. millefoliatum* の両種のそれは異質染色質的(heterochromatic)であったと報告している。本研究で観察した各種栽培ギクのB染色体は'Turbulent'(4)および野生ギクの *C. lacustre* (3)と *C. leucanthemum* L. (2)で見出された断片染色体と同様にいずれ

Table 3. Frequency and morphology of B chromosomes in garden chrysanthemums.

Form ²	Cultivar	Somatic chromosome no. (2n)	Morphology of B chromosome				Constriction ^x
			Long arm (μ)	Short arm (μ)	Total length (μ)	Index ^y (%)	
LO	Yuki-gesho	53+B	0.9	0.8	1.7	89	M
	Kasei-jin	54+B	0.8	0.3	1.1	38	ST
	Seiko-no-sugata	54+B ₁ +B ₂	B ₁	0.9	1.5	67	SM
			B ₂	0.6	1.2	100	M
	Shin-seiko-no-sugata	54+B ₁ +B ₂	B ₁	1.0	1.6	60	SM
			B ₂	0.7	1.4	100	M
	Gyokko-no-nami	56+B	0.7	0.5	1.2	71	SM
	Oka-no-hatsuyuki	56+B	0.6	0.6	1.2	100	M
	Shin-oka-no-hatsuyuki	56+B	0.6	0.6	1.2	100	M
	Kurama-tengu	65+B	1.1	0.8	1.9	73	SM
LC	Fred Yule	54+B	0.8	0.5	1.3	63	SM
	Everest	55+B	0.8	0.5	1.3	63	SM
GD	Rose Star	52+B	0.9	0.4	1.3	44	ST
Ed	Motte-no-hoka	65+B	0.9	0.5	1.4	56	SM

² LO; large-flowered forms for exhibition use, LC; large- and medium-flowered forms for cut flower use. GD; forms for garden plant use, Ed; forms for edible use.

^y Index=Short arm / Long arm $\times 100$.

^x M; median, SM; sub-median, ST; sub-terminal.

Fig. 1—4. Photomicrographs of somatic chromosomes in garden chrysanthemums. $\times$ ca. 1000.
 Fig. 1. Large-flowered form for exhibition use, Yukigesho, $2n = 53 + B$. Fig. 2. Large-flowered form for exhibition use, Shin-seiko-no-sugata, $2n = 54 + B_1 + B_2$. Fig. 3. Offspring of Kii-boisu ($2n = 55$) $\times$ Seiko-no-takara ($2n = 55$), $2n = 54 + B$. Fig. 4. Large-flowered form for exhibition use, Taiho-yama-buki, $2n = 65 + B$. Arrow indicates B chromosomes.

Fig. 5. Diagrams of B chromosome in the garden chrysanthemums.

も真正染色質的であった。

3. 交配実生および減数分裂におけるB染色体の消長と行動

栽培ギクにおけるB染色体の消長に関する報告は、枝変り品種(系統)について著者ら(10)とDowrick(5)の観察例があるのみで、交配実生における消長あるいは減数分裂に関する報告は見当たらない。本研究での調査資料数は少ないが、観察結果は次のとおりである。

1) 他家受粉：B染色体を1～2個もつ3品種、すなわち‘丘の初雪’($2n=56+B$)、‘精興の姿’($2n=54+B_1+B_2$)および‘バンガード’($2n=53+B$)を雌性または雄性親に用い、それぞれのほかの片親にはB染色体をもたない7品種($2n=55$ の‘華陽の桜’、‘銀芳山’、‘高原の春’、‘銀宝’、‘エリザベス’および‘エクスプローラ’、 $2n=56$ の‘天が原’)を用い、合計22交配組合せについて正逆交配を試みた。その結果、すべて不稔で初期の目的は達成されなかった。なおこれら7品種の花粉稔性については、‘高原の春’と‘銀宝’を除く5品種を用いアセトカーミンによる花粉染色率の調査を行ったが、いずれも63.7～85.9%の範囲内であった。上記の交配においてすべて不稔に終わった原因がB染色体の存在によるか遺伝的に品種間交配不和合性(13)によるのか、本実験の範囲では明らかではない。

一方、根端細胞においてB染色体の存在を認めなかった品種間交配実生の中に、B染色体の出現を4例見出した。交配組合せおよびそのB染色体の数と形態は第4表に示すとおりである。すなわち $2n=54$ の‘寒牡丹’、‘No.17’および‘金生’、 $2n=55$ の‘黄ボイス’および‘精興の宝’の5品種を供試し、4組合せで交配を行った結果、得られた実生の一部(‘No.17’×‘精興の宝’の実生でのみ、調査した9個体中2個体、そのほかの交配では5～7個体の実生中、1個体)に典型的なB染色体が見出された。これらの事実は観察した両親の根端細胞においてB染色体が排除されていた可能性が強い。

2) 自然受粉：B染色体をもつ品種で自然受粉により結実したのは‘バンガード’($2n=53+2B$)のみであった。8粒を採種し6個体の実生の染色体数を調査した結果、 $2n=51, 54, 54, 54, 55$ および 55 で、B染色体はいずれの個体にも見出せなかった。

3) 自家受粉：B染色体を1ないし2個もつ4品種、すなわち‘バンガード’($2n=53+2B$)、‘丘の初雪’($2n=56+B$)、‘精興の姿’($2n=54+B_1+B_2$)および‘嵯峨の司’($2n=52+B$)を供試し、1品種当たりほぼ10花序程度ずつ自家受粉を行った。採種できたのはわずかに‘嵯峨の司’から2粒のみで、これらを播種し、実生として生育した1個体の染色体を調査した結果、 $2n=52+B$ で雌性親とまったく同一の形態のB染色体が残存していた。‘嵯峨の司’を除くほかの3品種において実生が得られなかったのは、栽培ギクのもつ自家不和合性(13)が強く影響したことによると考えられる。

4) 枝変り：枝変りに伴うB染色体の消長については、Dowrick(5)は7種類の系統から発生した枝変り、合計26品種の染色体数の調査を行っている。それらのうち‘Princess Anne’系統の枝変り4品種中、2品種において常染色体のみの細胞と、それに1ないし2個の断片染色体が加わった細胞とを観察している。すなわち‘Cream Princess Anne’では $2n=53, 53+f$ 、‘Apricot Princess Anne’では $2n=53, 54, 53+f, 53+2f, 54+f$ 、などの細胞を見出し、断片染色体の形態については、 $2f$ の場合は相互に異なると述べているのみで、 $1f$ の形態は不明である。したがって同研究者が調査した枝変り品種におけるB染色体の消長については、出現数が親株のものと同じ場合が多く、まれに異なる例があったといえよう。著者らは1965年にB染色体をもつ‘丘の初雪’($2n=56+B$)、‘精興の姿’($2n=54+B_1+B_2$)の2品種およびその花色が変化した枝変り品種の‘新丘の初雪’と‘新精興の姿’におけるB染色体の出現数および形態について、詳細に調査を行った。その結果は既報(10)の通り、B染色体の出現数および形態は枝変り品種においても親株におけるそれらとまったく同様であった。これらの2品種以外のB染色体を有する枝変り品種の例が新たに見出されなかったため、枝変りに伴うB染色体の消長に関する知見は上述した二つの報告例に限られる。以上のことから、栽培ギクにおけるB染色体は枝変りによりその数および形態上の影響をほとんど受けないと考えられる。すなわち本来、遺伝的に不活性とされているB染色体が花色の突然変異のような単純な枝変りにより影響を受けないこ

Table 4. Frequency and morphology of B chromosomes in hybrids of between five cultivars without B chromosomes in chrysanthemums for cut flower use.

Cross combination (2n)	No. of off-springs	No. of plants with B chr.	No. of cells obs.	No. of Chr. (2n)	Karyotypes of B chromosomes				Constriction
					Long arm (μ)	Short arm (μ)	Total (μ)	Index (%)	
Kii-boisu (55)									
× Seiko-no-takara (55)	7	1	8	54+B	1.1	0.4	1.5	36	ST
Kan-botan (54)									
× No. 17 (54)	5	1	5	52+B	1.1	0.3	1.4	27	ST
No. 17 (55)	9	2	7	I 54+B	0.7	0.4	1.1	57	SM
× Seiko-no-takara (55)			II	54+B	1.3	0.7	2.0 ^z	54	SM
Kinsei (54)									
× Seiko-no-takara (55)	6	1	3	54+B	1.3	0.8	2.1 ^z	62	SM

^z The degree of pre-treatment of root tip with colchicine solution was insufficient.

とは、同一個体内で部位による染色体数の相違(4, 5, 11), あるいはB染色体の有無(5)の現象が見られる事実などから, むしろ当然と考えられる。

5) 減数分裂における行動: Dowrick (3)は1個の等腕染色体型の断片染色体を有する野生ギクの1種, *C. millefoliatum* (2n=18+f)の減数分裂を観察した結果, 通常, 第1分裂後期には正常に分離し, 第2分裂後期において遅滞染色体を生ずるが, 時たま不分離が見出され, 2本の端部動原体型染色体を生じたことを観察している。栽培ギクのB染色体の減数分裂における行動を調査した報告は見当たらない。本研究での観察例はわずかに‘丘の初雪’ (2n=56+B)の1品種のみの調査にとどまったが, 1個のB染色体は常に1価染色体として行動し, 他の常染色体との対合はまったく観察できなかった。今後, B染色体を有する供試品種数をさらに多くし, 減数分裂の各ステージにおけるB染色体の行動について詳細に観察する必要がある。

4. ま と め

本研究は栽培ギクの染色体変異の発生に対して, B染色体がどのように関与しているかを検討するために行った。B染色体の出現頻度に関しては, 各種栽培ギクの種類によりかなり異なり, 1.5 ~ 21.3%の範囲で調査資料中平均 10.9%の品種に観察された。しかしほかの研究報告にはその出現率が0%の調査例があり, すべての栽培ギクに普遍的に存在するとはいえない。またB染色体の出現頻度と, 栽培ギクの種類ごとに認められた染色体数の変異の幅の大小との関係は判然としなかった。しかし常染色体の数と関連ある傾向が見出され, 特に正6倍体とその前後(2n=54±1)の品種および正8倍体の品種に比べて異数性の高い品種ではB

染色体の出現頻度が明らかに高かったことが注目に値する。B染色体の出現様相に関しては, 本研究での観察例から一部は安定性を欠く場合があることが判明した。さらに交配により得られた実生におけるB染色体の消長についての調査結果から, B染色体を有する品種間交配では不稔となり明らかにできなかったが, 根端細胞ではB染色体の存在を認めなかった5品種を供試した品種間交配による実生個体中の一部に, B染色体が観察された。またB染色体を有する品種の自家受粉による実生個体にこれが維持されている場合を確認できたため, B染色体は交配により得られる実生個体に維持される可能性のあることが示唆された。

以上の諸事実から, 栽培ギクにおける染色体数の変異の発生に対し, B染色体が関与する場合があるが, 栽培ギクの種類, 系統, 品種などの相違によりその程度は異なると考えられる。

摘 要

1. 栽培ギクにおける染色体変異が生ずる機構を明らかにするため, B染色体に注目し, 各種の栽培ギク合計 284 品種における出現様相, ならびに一部の品種について交配実生および減数分裂におけるそれらの消長と行動を調査した。

2. B染色体の出現様相 1)栽培ギクの(用途別)種類との関係;種類により, 1.5ないし21.3%と大きく異なり, 平均10.9%の品種に出現した。2)常染色体数とB染色体の出現頻度との関係;B染色体は正6倍体(2n=54)とその前後の2n=53, 55および正8倍体(2n=72)の品種に比べて, 常染色体数の多い品種において高頻度で出現した。3)出現様相;大部分の品種では調査全個体の全細胞に出現したが, 一部では調査した

個体，根端組織，細胞などの相違により存否が認められた。

3. B染色体の出現数および形態 1) 1品種(個体)当たり出現数；大部分(90.3%)は1個，やや低頻度(9.7%)で2個出現した。2) 大きさ(長さ)；常染色体の最小染色体の約1/2であった。3) 形態と染色特性；狭窄の位置から次中部動原体型(54.6%)，中部動原体型(27.3%)，次端部動原体型(18.2%)の順で多く出現し，いずれも真正染色質的(euchromatic)であった。

4. 交配実生および減数分裂におけるB染色体の消長と行動 1) 他家受粉；B染色体を1ないし2個もつ3品種とそれをもたない7品種を用いて交配した結果，すべて不稔であった。さらに根端細胞にB染色体が存在しない5品種を4組合せで交配した結果，得られた実生の一部にB染色体が見出された例を観察した。2) 自然受粉；B染色体をもつ1品種で，自然受粉により得られた実生にはB染色体は見出されなかった。3) 自家受粉；B染色体をもつ4品種で自家受粉により得られた2個体の実生中，1個体には雌株とまったく同じ形態のB染色体が1個残存していた。4) 減数分裂；1個のB染色体は常に1価染色体として行動し常染色体との対合はまったく観察できなかった。

5. 以上の諸事実から，栽培ギクにおける染色体数の変異の発生に対し，B染色体が関与する場合があるが，栽培ギクの種類，系統，品種などによりその程度は異なると考えられる。

謝 辞 本研究の遂行に当たっては九州大学名誉教授福島栄二博士に終始懇篤な指導と適切な助言をいただいた。また前岩手大学教授上本俊平博士，岐阜女子大学教授香川 彰博士ならびに元岩手大学教授故岩佐正一博士には研究途上種々の便宜と助言をいただいた。さらに前岩手大学教授上本俊平博士には邦文のご校閲をいただいた。ここに記して衷心より謝意を表する。

引用文献

- BATTAGLIA, E. 1964. Cytogenetics of B-chromosomes. *Caryologia* 17: 245-299.
- DORWARD, J. F. and A. J. C. MALLOCH. 1967. Studies in *Chrysanthemum leucanthemum sensu lato*. *Proc. Bot. Soc. Br. Isl.* 7: 75-76.
- DOWRICK, G. J. 1952. The chromosomes of *Chrysanthemum*. I: The species. *Heredity* 6: 365-375.
- DOWRICK, G. J. 1953. The chromosomes of *Chrysanthemum*. II: Garden varieties. *Heredity* 7: 59-72.
- DOWRICK, G. J. and A. EL-BAYOUMI. 1966. The origin of new forms of the garden *Chrysanthemum*. *Euphytica* 15: 32-38.
- 遠藤伸夫. 1969. 栽培ギクの染色体研究. (第1報). 栽培ギクの染色体数について(その1). *園学雑*. 38: 267-274.
- 遠藤伸夫. 1969. 栽培ギクの染色体研究. (第2報). 栽培ギクの染色体数について(その2). *園学雑*. 38: 343-349.
- FAVARGER, C. 1963. Sur la présence de chromosomes B dans l'espèce collective *Chrysanthemum leucanthemum* L. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 86: 101-106.
- FAVARGER, C. and M. VILLARD. 1965. Nouvelles recherches cytotoxinomiques sur *Chrysanthemum leucanthemum* L. *sensu lato*. *Bull. Soc. Bot. Suisse* 75: 57-79.
- FUKUSHIMA, E., N. ENDO and S. IWASA. 1965. Accessory chromosomes in garden *Chrysanthemum*. *Chrom. In. Serv.* (6): 3-4.
- 岩佐正一・遠藤元庸・衛藤威臣・田代洋丞・上本俊平. 1972. 栽培ギク「天ガ原」品種群における染色体数の変異について. *九大農学芸誌*. 26: 13-26.
- JONES, R. N. and H. REES. 1982. B chromosomes. p. 1-266. Academic Press, London.
- 川瀬晃四郎・塚本洋太郎. 1977. キクの育種に関する研究. (第1報). 自家稔実率について. *園学雑*. 46: 101-112.
- MATSUDA, T. 1964. The accessory chromosomes of *Aster semiamplexifolius*. *Bot. Mag. Tokyo* 77: 139-145.
- MATSUDA, T. 1970. On the accessory chromosomes of *Aster ageratoides* group. *J. Sci. Hiroshima Univ. Ser. B, Div. 2(Botany)* 13: 1-63.
- MIYAZAKI, S., Y. TASHIRO, K. KANAZAWA., A. TAKESHITA and T. OSHIMA. 1982. On the flower characteristics and the chromosome numbers of Higo-chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* RAMAT.). *Bull. Fac. Agr., Saga Univ.* 52: 1-11.
- SAMPSON, D. R., G. W. R. WALKER., A. W. S. HUNTER. and M. BRAGDO. 1958. Investigations on the sporting process in greenhouse *Chrysanthemums*. *Canad. J. Plant Sci.* 38: 346-356.
- SHIBATA, M. and J. KAWATA. 1986. Chromosomal variation of recent chrysanthemum cultivars for cut flower. p. 41-45. In: Development of new technology for identification and classification of tree crops and ornamentals. Fruit Tree Research Station, Ministry of Agr., Forestry and Fisheries.
- 下斗米直昌. 1932. 園芸菊の染色体数. *植雑*. 46(551): 690-700.