栽培ギクの核型について

遠藤元庸・稲田委久子

岩手大学農学部 020 盛岡市上田 3

On the Karyotypes of Garden Chrysanthemums, *Chrysanthemum morifolium* Ramat.

Motonobu Endo and Ikuko Inada

Faculty of Agriculture, Iwate University, Morioka 020

Summary

To elucidate the karyomorphological character and mechanism of the appearance of aneuploidy in garden chrysanthemums, karyotype analysis was made by using 17 cultivars and one strain of chrysanthemum which differ in use, flower size, and flower type.

1. Size and shape of chromosomes. 1) The longest chromosome in each cultivar was $3.9 \sim 5.8 \mu\text{m}$ (av. $4.9 \mu\text{m}$) and the shortest was $1.7 \sim 3.3 \mu\text{m}$ (av. $2.6 \mu\text{m}$). 2) The shape was classified into four types by the position of centromere; medium (m), sub-median (sm), sub-terminal (st), and terminal (t). Since the morphological variation of chromosomes was narrow, it was difficult to detect an indicator chromosome. 3) One to seven satellite chromosomes per chromosome set were observed in 77.8% of given cultivars; usually one to four and rarely were there five to seven.

2. As for the position of centromere, most chromosomes were the m type, followed by sm, st, and t types. A possible relationship between the frequency of occurrence of the m type chromosomes and use or flower size of garden chrysanthemum was recognizable in some cases. The karyotype component of garden chrysanthemums showed obvious hybridity in all cultivars.

3. Judging from the above results, the heterozygous karyotype seems to be closely related to the occurrence of aneuploidy in garden chrysanthemums. Moreover, the genomic make-up of the aneuploids differed among the cultivars of garden chrysanthemum.

緒 言

栽培ギク *Chrysanthemum morifolium* Ramat. は形態的また生態的にも極めて多彩な品種分化がみられ、これらの染色体数は多数の研究者の調査により、 $2n=54$ を中心に、 $2n=36$, $45 \sim 75+B$, 85 の極めて広範囲におよぶ 6 倍性異数体群であることが明らかにされている (Dowrick, 1953; Dowrick・El-Bayoumi, 1966; 遠藤, 1969 a, b; 遠藤・稲田, 1990; 川田・柴田, 1983, 1984; Miyazaki ら, 1982; Sampson ら, 1958; Shibata・Kawata, 1986; 下斗米, 1932; Shimotomai, 1933; 富野, 1968). しかも染色体数の変異幅は栽培ギクの種類 (用途別) により広

狭が認められている (遠藤, 1969 a, b). 一方、栽培ギクの核型分析に関する研究は少なく、これまでに下斗米 (1961), 富野 (1968), 川田・柴田 (1983, 1984) が行った、観賞用または切花用ギクのそれぞれごく少数品種についての比較的簡単な調査報告があるのみで、栽培ギクの全般的な核型上の特性および種々の種類間における多数の品種の核型について、詳細に比較検討した報告は見当たらない。本報告は栽培ギクの核型上の特徴を明らかにし、あわせて栽培ギクに広範な染色体数の変異が生じる要因を究明するための基礎的研究として、用途別分類にしたがって栽培ギク品種を供試し、核型分析を行った。

材料および方法

供試材料には観賞用の大・中・小輪ギク、切花用の中・小輪ギクおよび食用ギクなど、合計 17 品種および 1 系統 (17 品種中、1 品種は 2 か所で採集) を用いた。染色体の観察には根端組織を用い、0.002M 8-オキシキノリンまたは 0.02 % コルヒチン水溶液で

20℃、2 時間半の前処理後、45 % 酢酸またはファーマー液で固定し、60℃の 1N 塩酸で解離後、0.2 % 酢酸オルセインまたはフォイルゲン染色による“押しつぶし法”を援用した。染色体の形態については、体細胞分裂中期染色体の動原体の位置、すなわち腕比 (長腕長/短腕長) により、1.0~1.7 を中部 (median;

Fig. 1. Photomicrographs of somatic chromosomes in garden chrysanthemums. See Table 1 for representative karyotypes of the symbols. Scale bar = 10 μ m.

m), 1.7~3.0を次中部 (sub-medial; sm), 3.0~7.0を次端部 (sub-terminal; st) および 7.0 以上を端部 (terminal; t) の 4 種類の型に大別した (Levan, 1964). 核型分析における染色体の配列は, まず, それぞれの品種について最大染色体と最小染色体との長さの差を 3 等分し, その $2/3$ 以上を最小染色体の長さに加えたものを大 (A), $2/3 \sim 1/3$ を加えたものを中 (B), $1/3$ 以下を加えたものを小 (C) に分けたうえで, 染色体の型 (m, sm, st, t) ごとにまとめ, 染色体の長さの順に並べた. 核型式は原則的に篠達 (1944) の方式にしたがった.

結果および考察

1. 染色体の大きさおよび指標染色体

栽培ギクの染色体の大きさに関しては, 遠藤 (1990) が B 染色体の大きさは $1.2 \sim 1.9 \mu\text{m}$ であったと報告したほかは見当たらない.

本研究で調査した各品種の体細胞染色体の顕微鏡写真を第 1 図に, またそれぞれの染色体を材料および方

法の項で述べた要領で並べて核型図を作成し, 第 2 図に示した. 以上の結果, 栽培ギクの染色体の長さは染色体数と一定の関係はなく, 品種間で異なった. その変異幅は最大染色体の長さは $3.9 \sim 5.8 \mu\text{m}$ (平均 $4.9 \mu\text{m}$), 最小染色体は $1.7 \sim 3.3 \mu\text{m}$ (平均 $2.6 \mu\text{m}$) であり, 最小染色体の長さは最大染色体の約 $1/2$ であった. また染色体の長さは同一個体の根端間・根端内で, 細胞の相違により若干差異が認められた. 染色体を最大から最小のものまで長さの順に並べると, いずれの品種においても動原体の位置に若干の変動が認められたものの, 形態的には変化に乏しく, 長さも連続的に変化した. しかも付随体染色体は品種により存否がみられ, 川田・柴田 (1983, 1984) が述べているように, 標本の像によりそれらの出現に安定性を欠く場合があった. さらに川田・柴田 (1984) が報告した二次狭窄を有する染色体は, 本研究では見出されなかった. 最大染色体は通常, 中部 (m) に, 一部 (4/18 品種) は次中部 (sm) に動原体を有した. 特に文人

Fig. 2. Karyotypes of garden chrysanthemums. See Table 1 for representatives of the symbols. Scale bar = $10 \mu\text{m}$. Arrows point to satellite chromosomes.

ギク‘いずみ’で見出された sm 型の最大染色体は、例外的にはほかの染色体との区別が容易であった。しかし通常は形態が酷似した染色体が同一品種内に数個存在したため、1 個の最大染色体を特定して指標染色体とみなすことは困難であった。また B 染色体は既報（遠藤，1990）のように、栽培ギクでは平均 10.9 % の頻度で出現することが確かめられている。

以上のように、栽培ギクの指標染色体として最大染色体、付随体染色体、B 染色体などがあげられる。しかしすべての品種に安定して出現し、指標染色体に適する染色体は概して少なかった。したがって、栽培ギクの品種分類の一手法として核型分析を援用すること

は一般に困難であると考えられる。

2. 動原体の位置

本研究では種類（用途と花の大きさ別）の異なる品種の染色体を動原体の位置により分類して第 1 表にまとめ、栽培ギクの種類ごとの核型上の特性の類似性を検討した。なお第 1 表には比較の便に供するため、下斗米（1961）および富野（1968）のデータを併記した。前者の報告および後者の伊勢ギク‘神路錦’についての報告には、いずれも核型図のみ示されていたため、これより各染色体の長さ、動原体の位置を計測し、本研究と同じ基準（Levan ら，1964）で染色体を m, sm, st, t 型別に区分して各品種のデータとした。これらの

Table 1. Karyotypes of garden chrysanthemums.

Sym- bol	Use	Flower size	Flower type ^z	Cultivar	Somatic chromosome number (2n)	Position of centromere ^w				Frequency of median chro.(%) ^u
						m	sm	st	t	
A	Exhibition	Large	I	Midori-no-koromo	54	39	7(4)	4	0	72.2
B	Exhibition	Large	I	Oka-no-hatsuyuki	56+B ^v	35	16(1)	4	0	61.4
C	Exhibition	Large	Sp	Okina-no-tomo	55	37	11(2)	3(2)	0	67.3
	Exhibition	Large	—	Sanyo-no-iwai ^y	61	33(4)	12(3)	9	0	54.1(60.7)
	Exhibition	Medium	T	Kamiji-nishiki ^x	54	24(3)	18(1)	8	0	44.4(50.0)
	Exhibition	Medium	T	Hana-kagami ^x	53	11	27(6)	9	0	20.8
	Exhibition	Medium	T	Shiro-arare ^x	54	10	29(3)	11(1)	0	18.5
	Exhibition	Medium	T	Aya-goromo ^x	55	13	31(2)	9	0	23.6
D	Exhibition	Medium	B	Saga-no-shimo	54	33	14(2)	5	0	61.1
E	Exhibition	Medium	B	Saga-no-matsuri	55	37	13(1)	4	0	67.3
	Exhibition	Medium	B	Ofusa ^x	54	10	25(3)	16	0	18.5
F	Exhibition	Medium	S	Tagoto-no-tsuki	54	39(1)	9	5	0	72.2(74.1)
G	Exhibition	Medium	S	O-uchiyama	54	35	12	6	1	64.8
H	Exhibition	Small	Bu	Izumi	54	35(3)	9(2)	5	0	64.8(70.4)
	Exhibition	Small	Bu	Unknown ^y	54	30(1)	10(3)	9(1)	0	55.6(57.4)
	Exhibition	Small	—	Unknown (yellow) ^y	54	36	9(3)	5(1)	0	66.7
	Exhibition	Small	—	Unknown (white) ^y	54	29(1)	20(1)	3	0	53.7(55.6)
I	Cut flower	Medium	—	Kii-amaga-hara	55	33	17	5	0	60.0
J	Cut flower	Medium	—	Shuho-no-chikara	54	31	20	3	0	57.4
K	Cut flower	Small	—	YS	36	25(2)	6	3	0	69.4(75.0)
L	Edible	Medium	E	Aboukyu (No. 18)	54	33	14	7	0	61.1
M	Edible	Medium	E	Aboukyu (No. 30)	54	34	13(1)	6	0	63.0
N	Edible	Medium	E	Iwakaze	55	34	15(2)	4	0	61.8
O	Edible	Medium	E	Takayanagi	56	31(2)	17(1)	5	0	55.4(58.9)
P	Edible	Large	E	Aka-tairin	64	44	9(1)	9(1)	0	68.8
Q	Edible	Small	G	Mihama	54	40	6(2)	6	0	74.1
R	Edible	Small	G	Zao-1-go	54	36(2)	13	3	0	66.7(70.4)

^z I: Incurved petals, Sp: Spidery petals, T: Thready petals (Ise-giku type), B: Bushy petals (Saga-giku type), S: Single petals (Higo-giku type), Bu: Bunjin-giku type, E: Edible (Shokuyo-giku) type, G: Garnish (Tsuma-giku) type.

^y Modification of Shimotomai's data (1961).

^x Modification of Tomino's data (1968).

^w m: median, sm: sub-median, st: sub-terminal, t: terminal. Numeral in parenthesis indicates number of satellite chromosome.

^v B chromosome.

^u (No. of median type chromosomes / Total no. of chromosomes) × 100. Numeral in parenthesis indicates the frequency plus satellite chromosomes.

うち m 型が最も多く、次いで sm 型が多かった。st 型の染色体の出現頻度は概して低く、さらに t 型は供試した 17 品種 1 系統中、1 品種（観賞用中輪ギク‘大内山’）のみで見出された。4 種類の型のうち、特に m 型染色体の出現率について注目すると、本研究および下斗米（1961）の調査した品種では、いずれも 53.7～74.1% の範囲内であった。これに対し、富野（1968）の報告を引用した伊勢ギクの‘神路錦’を除く 3 品種および、嵯峨ギクの‘大房’は共通して 18.5～23.6% とほかの品種に比べ明らかに低かった。この富野（1968）の報告には核型の分類基準が記載されておらず、この報告で供試した 5 品種のデータ中、著者が核型図より計測した‘神路錦’と他の 4 品種の数値が著しく異なるのは、その分類基準が異なったことによるのではないかと考えられる。栽培ギクの種類の相違と m 型染色体の出現率についてみると、供試品種数が少ないことから断定はできないが、観賞用中輪ギクの嵯峨ギクおよび肥後ギク、小輪ギクの切花用および食用ギクのうちツマギクなどでいずれも 70% 前後（嵯峨の霜を除く）であったのに対し、切花用中輪ギクおよび食用ギクなどでは 60% 前後（‘赤大輪’を除く）であり、栽培ギクの種類との関連性が若干認められた。なお m 型染色体に、同じ m 型の付随体染色体数を加えて出現率を算出すると、上記の傾向がさらに明瞭になることが認められた。

3. 付随体染色体

1) 出現数：川田・柴田（1983, 1984）は、付随体染色体数は標本の像により不安定で再現性が乏しかったと述べている。本研究においても細胞あるいは個体間で付随体染色体の存否が不明瞭な場合があった。しかし各品種ごとにほぼ安定して存否が確認されたため、第 1 表には最も明瞭に観察された場合のデータを示した。また第 2 図の核型図中の付随体染色体には矢印を付した。なお付随体は顕微鏡写真にはわずかに撮影されているが、印画紙に焼き付けした段階で不明瞭な場合があった（B: ‘丘の初雪’, E: ‘嵯峨の祭’および P: ‘赤大輪’）。

付随体染色体数は本研究の結果に下斗米（1961）および富野（1968）のデータを合せると、1 品種当たり通常、1～4 個（出現頻度は 2 個の場合が多かった）、まれに 5～7 個みられた（第 1 表）。付随体染色体がまったく観察されない品種が本研究では 22.2%（4/18 品種）、川田・柴田（1983, 1984）は 16.7%（2/12 品種）の各頻度で見出された。これらのうち、

切花用中輪ギクの 2 品種ではいずれも付随体染色体が見出されなかったが、同じ切花用中輪ギクの別品種を調査した川田・柴田（1984）によれば、8/10 品種で付随体染色体を観察している。したがって付随体染色体は栽培ギクではかなり普遍的に認められるもので、栽培ギクの種類とこれらの出現頻度との関係は無いと考えられる。なお食用ギク‘阿房宮’の 2 系統のうち、付随体染色体は No.30 に 1 個認められたのに対して、No.18 には見出されなかった。著者らは同様の例を切花用ギク‘秀芳の力’で観察しており、系統の相違により付随体染色体の数および形態（動原体の位置と付随体の大きさ）が異なっていた（遠藤・稲田, 1992）。

2) 大きさ：付随体の大きさは品種間または品種内の染色体間で 0.1～0.4 μm の範囲で異なった。本研究では栽培ギクの種類、品種ごとに詳細な調査は行わなかったが、観察の結果、全体的には 0.1～0.3 μm の大きさの付随体が多かった。

3) 動原体の位置：付随体染色体の動原体の位置を調査した結果、m 型、sm 型および st 型の 3 種類が見出され、これら各々の出現様相は sm 型が最も多く、次いで m 型、st 型の順であった。

4. 核型分析

ギクの核型分析に関するこれまでの報告をまとめると以下のとおりである。下斗米（1961）は観賞用の大輪ギク 1 品種および小輪ギク 3 品種について調査し、これらはいずれも野生の *Chrysanthemum indicum* L. (2n=54) および *C. japonense* Nakai (2n=54) に比べて、複雑な雑種性の核型を示すと述べている。また富野（1968）の観賞用中輪ギクの伊勢ギク 4 品種および嵯峨ギク 1 品種の核型調査の結果によると、伊勢ギクは部分的に品種間で差異がみられるが、大輪ギクに比べればこの変異の幅がはるかに狭い。また、嵯峨ギクの核型は伊勢ギクと類似した染色体構成をもつことから、伊勢ギクの成立に本種が関与していると推測している。次いで川田・柴田らは、スプレーギク（1983）および切花用ギク（1984）の各々 2 品種について核型分析を行い、下斗米（1961）の結果と同様に、染色体の構成はヘテロ性を示したと述べている。しかしこれらの報告は、富野（1968）のそれを除けば、いずれも個々の詳細な核型構成のみならず、全体の核型式を示していない。

本研究で行った各種栽培ギクの品種ごとの核型分析の結果は、核型図（第 2 図）および核型式（第 2 表）に示すとおりである。なお各品種名の前の括弧内の記

Table 2. Karyotypes of garden chrysanthemums.

Symbol ^z	Karyotype ^y
A	K (2n)=54=11A ₁ ^m +2A ₂ ^{sm} +2A ₃ ^{t-sm} +15B ₁ ^m +3B ₂ ^{sm} +1B ₃ ^{t-sm} +1B ₄ st +13C ₁ ^m +2C ₂ ^{sm} +1C ₃ ^{t-sm} +3C ₄ st
B	K (2n)=56+B=11A ₁ ^m +1A ₂ ^{sm} +18B ₁ ^m +10B ₂ ^{sm} +1B ₃ ^{t-sm} +6C ₁ ^m +5C ₂ ^{sm} +4C ₃ st +B-C ₁ ^m
C	K (2n)=55=7A ₁ ^m +3A ₂ ^{sm} +20B ₁ ^m +5B ₂ ^{sm} +10C ₁ ^m +3C ₂ ^{sm} +2C ₃ ^{t-sm} +3C ₄ st +2C ₅ ^{t-st}
D	K (2n)=54=4A ₁ ^{sm} +14A ₂ ^m +14B ₁ ^m +3B ₂ ^{sm} +2B ₃ ^{t-sm} +2B ₄ st +5C ₁ ^m +7C ₂ ^{sm} +3C ₃ st
E	K (2n)=55=1A ₁ ^{sm} +19A ₂ ^m +8B ₁ ^m +8B ₂ ^{sm} +1B ₃ ^{t-sm} +1B ₄ st +10C ₁ ^m +4C ₂ ^{sm} +3C ₃ st
F	K (2n)=54=8A ₁ ^m +1A ₂ ^{sm} +22B ₁ ^m +1B ₂ ^{t-m} +3B ₃ ^{sm} +9C ₁ ^m +5C ₂ ^{sm} +5C ₃ st
G	K (2n)=54=17A ₁ ^m +6A ₂ ^{sm} +16B ₁ ^m +5B ₂ ^{sm} +3B ₃ st +2C ₁ ^m +1C ₂ ^{sm} +3C ₃ st +1C ₄ ^t
H	K (2n)=54=20A ₁ ^m +13A ₂ ^{sm} +8B ₁ ^m +3B ₂ ^{sm} +3C ₁ ^m +4C ₂ ^{sm} +3C ₃ st
I	K (2n)=55=1A ₁ ^{sm} +1A ₂ ^m +29B ₁ ^m +3B ₂ ^{t-m} +7B ₃ ^{sm} +2B ₄ ^{t-sm} +1B ₅ st +5C ₁ ^m +1C ₂ ^{sm} +4C ₃ st
J	K (2n)=55=22A ₁ ^m +10A ₂ ^{sm} +1A ₃ st +6B ₁ ^m +3B ₂ ^{sm} +1B ₃ st +5C ₁ ^m +4C ₂ ^{sm} +3C ₃ st
K	K (2n)=36=1A ₁ ^{t-m} +4A ₂ ^m +1A ₃ ^{sm} +18B ₁ ^m +1B ₂ ^{t-m} +2B ₃ ^{sm} +3C ₁ ^m +3C ₂ ^{sm} +3C ₃ st
L	K (2n)=54=2A ₁ ^{sm} +1A ₂ ^m +16B ₁ ^m +3B ₂ ^{sm} +16C ₁ ^m +9C ₂ ^{sm} +7C ₃ st
M	K (2n)=54=14A ₁ ^m +6A ₂ ^{sm} +1A ₃ st +12B ₁ ^m +6B ₂ ^{sm} +1B ₃ ^{t-sm} +1B ₄ st +8C ₁ ^m +1C ₂ ^{sm} +4C ₃ st
N	K (2n)=55=13A ₁ ^m +2A ₂ ^{sm} +18B ₁ ^m +11B ₂ ^{sm} +1B ₃ ^{t-sm} +3C ₁ ^m +2C ₂ ^{sm} +1C ₃ ^{t-sm} +4C ₄ st
O	K (2n)=56=5A ₁ ^m +1A ₂ ^{sm} +11B ₁ ^m +1B ₂ ^{t-m} +3B ₃ ^{sm} +1B ₄ ^{t-sm} +15C ₁ ^m +1C ₂ ^{m-t} +13C ₃ ^{sm} +5C ₄ st
P	K (2n)=64=21A ₁ ^m +4A ₂ ^{sm} +1A ₃ st +20B ₁ ^m +3B ₂ ^{sm} +2B ₃ st +1B ₄ ^{t-st} +3C ₁ ^m +2C ₂ ^{sm} +1C ₃ ^{t-sm} +6C ₄ st
Q	K (2n)=54=15A ₁ ^m +1A ₂ ^{sm} +15B ₁ ^m +3B ₂ ^{sm} +2B ₃ ^{t-sm} +1B ₄ st +11C ₁ ^m +1C ₂ ^{sm} +5C ₃ st
R	K (2n)=54=7A ₁ ^m +1A ₂ ^{t-m} +1A ₃ ^{sm} +16B ₁ ^m +1B ₂ ^{t-m} +7B ₃ ^{sm} +13C ₁ ^m +5C ₂ ^{sm} +3C ₃ st

^z See Table 1 for explanation of the symbols.

^y m; median, sm; sub-median, st; sub-terminal, t; terminal, t-sm; satellite chromosome-sub-median, t-st; satellite chromosome-sub-terminal, t-m; satellite chromosome-median, B-C^m; B chromosome, median.

号は核型図のものと同じである。

次に各種栽培ギクの中から無作為に1品種ずつ選びそれぞれの核型について説明を加え、さらに同一種類(用途と花の大きさ別)に属するほかの品種との核型上の類似性を述べる。

1) (A) '緑の衣' (2n=54, 観賞用大輪, 厚物ギク): 核型構成はm型の最大染色体を有し, 以下, 第14, 15, 34, 51番目にホモあるいはヘテロの付随体染色体を有した。またm型18対, sm型3対, st型1対およびt・sm型1対は相同の染色体を有したが, 残るm型3個, sm型2個, st型2個およびt・sm型1個の計8個の染色体(第11, 30, 33, 34, 35, 48, 51, 54番目)は対をなさなかった。観賞用大輪ギクの供試したほかの2品種(B) '丘の初雪'および(C) '翁の友'において, 対をなさない染色体数はいずれも5個ずつ見出され, m型染色体の出現率はこれら3品種間で61.4~72.2%の範囲内で異なった。

2) (D) '嵯峨の霜' (2n=54, 観賞用小輪, 嵯峨ギク): 核型構成はsm型の最大染色体を有し, 以下, 第36, 37番目にホモの付随体染色体を有した。またm型16対, sm型6対, t・sm型1対およびst型2対は相同の染色体を有したが, 残るm型1個, sm型2個およびst型1個の計4個の染色体(第35, 44, 51, 54番目)は対をなさなかった。嵯峨ギクの

(E) '嵯峨の祭'の最大染色体は'嵯峨の霜'と同様にsm型で, 対をなさない染色体は5個見出され, m型染色体の出現率も'嵯峨の霜'と類似していた。同じく観賞用小輪ギクの一つ, 肥後ギクの(F) '田毎の月'および(G) '大内山'の核型構成を検討した結果, いずれも6個ずつ対をなさない染色体が見出され, m型染色体の出現率は嵯峨ギクの2品種のそれとやや類似していた。

3) (H) 'いずみ' (2n=54, 観賞用小輪, 文人ギク): 核型構成はsm型の最大染色体を有し, 以下, m型16対, sm型3対, st型2対, t・m型1対およびt・sm型1対は相同の染色体を有したが, 残るm型3個, sm型3個, st型1個およびt・m型1個の計8個(第1, 2, 31, 32, 41, 44, 49, 50番目)の染色体は対をなさなかった。

4) (I) '黄天が原' (2n=55, 切花用小輪): 核型構成はm型の最大染色体を有し, 以下, m型16対, sm型8対およびst型1対は相同の染色体を有したが, 残るm型1個, sm型1個およびst型3個の計5個(第33, 42, 43, 48, 55番目)の染色体は対をなさなかった。同じく切花用小輪ギクの(J) '秀芳の力'において対をなさない染色体は4個見出され, m型染色体の出現率は'黄天が原'のそれと類似していた。

5) (K) 'YS' (2n=36, 切花用小輪): 栽培ギク

として最少染色体数を有する‘YS’ (遠藤, 1969b) の核型構成は、付随体をもつ m 型の最大染色体を有し、以下、m 型 12 対, sm 型 2 対および st 型 1 対は相同染色体であるが、残る m 型 1 個, sm 型 2 個, st 型 1 個および t・m 型 2 個の計 6 個 (第 1, 6, 25, 30, 33, 36 番目) は対をなさなかった。染色体数のうえから正 4 倍体であるが、かなり複雑な核型構成を示した。

6) (L) ‘阿房宮’No.18, (M) ‘阿房宮’No.30 ($2n=54$, 食用大・中輪, 食用ギク): 採集地の異なる 2 系統 (No.18 は岩手県大野村, No.30 は青森県南部町でそれぞれ採集) を供試した。No.18 の核型構成は、sm 型の最大染色体を有し、以下、m 型 16 対, sm 型 7 対, st 型 3 対は相同であるが、m 型 1 個, sm 型 2 個および st 型 1 個の計 4 個 (第 3, 22, 47, 54 番目) の染色体は対をなさなかった。一方、No.30 の核型構成は m 型の最大染色体を有し、以下、m 型 17 対, sm 型 6 対, st 型 2 対は相同であったが、sm 型 1 個, st 型 2 個および t・sm 型 1 個の計 4 個 (第 21, 40, 41, 50 番目) の染色体は対をなさなかった。このように‘阿房宮’2 系統の核型は最大染色体の形態、付随体染色体の存否など一部の染色体について系統間でわずかな相違が認められたが、全体の核型は相互にほぼ類似していた。食用ギクとしてはほかに染色体数の異なる 3 品種の核型を調査した結果、(N) ‘岩風’、(O) ‘高柳’および (P) ‘赤大輪’では対をなさない染色体数がそれぞれ 5, 10, 6 個ずつ見出され、品種により雑種性の程度はかなり異なったが、m 型染色体の出現率は比較的類似していた。

7) (Q) ‘御浜’ ($2n=54$, 食用小輪, ツマギク): 核型構成は m 型の最大染色体を有し、以下、m 型 19 対, sm 型 2 対, st 型 2 対および t・sm 型 1 対は相同であったが、m 型 2 個, sm 型 2 個および st 型 2 個の計 6 個 (15, 16, 31, 34, 37, 54 番目) の染色体は対をなさず、非常に雑種性が高い核型であった。同じくツマギク (R) ‘蔵王 1 号’での対をなさない染色体は 8 個見出され、m 型染色体の出現率はいずれもやや高い数値であった。なお前項 6) で述べた食用ギク 4 品種およびツマギク 2 品種の核型構成が、前者は観賞用または切花用中輪ギクと、後者は観賞用または切花用小輪ギクのそれとやや類似していた。前報 (遠藤・稲田, 1990) の染色体数および本研究での核型の調査結果とあわせて考えれば、食用ギクおよびツマギクがこれらから派生したものであることは、ほぼ確実

であろう。

本研究で調査した各品種ごとの核型については、核型式で明らかなように、同一品種内で対をなさない染色体がいずれの栽培ギクにも 4~10 個の範囲内で普遍的に見出された。すなわちこのような対をなさない染色体数は品種により異なったが、5 または 6 個の場合が最も多かった。しかも栽培ギクの核型式全体を通じてみれば、染色体の対をなすもの、対をなさないものの、3~29 個の同じ核型をもつもの、などの混在がみられた。栽培ギクにおいて広く見出される染色体数の変異幅は、種類 (用途または花の大きさ別) により広狭が認められ、観賞用大輪ギクは染色体数が $2n=54\sim75+B$ の範囲内で概して幅広く、観賞用小輪および小輪ギクは $2n=52\sim56$ の範囲で比較的狭い。ほかの栽培ギクについても種類により広狭が認められている (Dowrick, 1953; Dowrick・El-Bayoumi, 1966; 遠藤・稲田, 1990; Miyazaki ら, 1982; Sampson ら 1958; Shibata・Kawata, 1986; 富野, 1968)。この栽培ギクの種類の相違による染色体数の変異幅の広狭と核型構成上の雑種性の程度、すなわち対をなさない染色体数との関係については、上記したように品種によりかなり異なったが、明らかな関連性は認められなかった。

以上のように、核型構成は品種によりその程度は若干異なったが、いずれも複雑な雑種性 (ヘテロ性) の核型を示し、異質倍数体構成であることが本研究により、あらためて明瞭に確認された。この事実は栽培ギクが長年月にわたり複雑な交雑と栄養繁殖が繰り返行われたことを反映し、栽培ギクの核型上の特徴でもあると考えられる。さらに栽培ギクでは毎年かなり多数の新品種が育成されて、多彩な品種分化を遂げつつあるが、その背景の一部には、このような雑種性の核型を有することが関与していると推測される。栽培ギクの染色体数の変異の発生に対しては、減数分裂の異常も関与しているであろうが、複雑な雑種性の核型を有することが、広範な染色体数の変異を誘起する一要因となっているものと考えられる。すなわち既報 (遠藤, 1969c) のとおり、著者は染色体数が同一あるいは類似した両親から生じた交雑後代に染色体数の変異が生じる事例を観察しており、この要因には栽培ギクが雑種性の核型を有する事実と深く関係があると推測されるからである。しかも雑種性の核型が染色体数の変異の発生に関与する程度は、本研究の結果から栽培ギクの品種の相違により異なることが考えられた。

摘 要

1. 栽培ギクの核型上の特性を明らかにし、あわせて染色体数の変異の生じる機構を究明するための基礎的研究として、用途や花の大きさ・花型を異にする栽培ギクの17品種1系統(17品種中1品種は2栽培地で採集)を供試して核型分析を行った。

2. 染色体の大きさおよび形態 1) 最大染色体は $3.9\sim 5.8\mu\text{m}$ (平均 $4.9\mu\text{m}$)、最小染色体は $1.7\sim 3.3\mu\text{m}$ (平均 $2.6\mu\text{m}$)であった。2) 動原体の位置から、中部(m)、次中部(sm)、次端部(st)および端部(t)の4種類の型に区別された。染色体は形態的に変化に乏しく、指標染色体に適する染色体は少なかった。3) 付随体染色体は品種当たり通常、1~4個まれに5~7個みられ、調査品種の77.8%で観察された。

3. 核型分析を行った結果、核型はm型>sm型>st型の順に多く、t型は全供試品種系統中、1品種に1個のみであった。核型構成の特性の一つとしてm型染色体の出現率を栽培ギクの種類(用途別、花の大きさ別)ごとに検討した結果、同一種類内では比較的に類似した数値を示した。栽培ギクの核型構成はいずれの品種も雑種性であることが再確認され、その程度は品種によりかなり異なった。

4. 以上の事実から、栽培ギクにおける広範な染色体数の変異の発生に対し、雑種性の核型構成であることが一要因となると考えられる。しかも染色体数の変異の発生に関与する程度は栽培ギクの品種の相違により異なると考えられる。

謝 辞 本研究の遂行にあたっては、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。また岐阜女子大学教授香川彰博士、元岩手大学教授岩佐正一博士ならびに前岩手大学教授上本俊平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。ここに記して深い感謝の意を表する。

引用文献

- 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 a. 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 b. 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.
- 遠藤伸夫. 1969 c. 栽培ギクの染色体研究。(第3報). 栽培ギクにおける染色体数の変異. II. 園学要旨. 昭和44春 : 204-205.
- 遠藤元庸. 1990. 栽培ギクのB染色体の出現について. 園学雑. 38 : 613-620.
- 遠藤元庸・稲田委久子. 1990. 食用ギクおよびツマギクの染色体について. 園学雑. 38 : 603-612.
- 遠藤元庸・稲田委久子. 1992. わが国栽培ギクにおける自然枝変りの出現と染色体数の変異について. 園学雑 61.
- 川田穰一・柴田道夫. 1983. キクの細胞遺伝学的解析に関する研究. 昭和57年度野菜試育種部研年報(10) : 227-229.
- 川田穰一・柴田道夫. 1984. キクの細胞遺伝学的解析に関する研究. 昭和58年度野菜試育種部研年報(11) : 196-198.
- Levan, A., K. Fredge and A. A. Sanberg. 1964. Nomenclature for centromeric position of chromosomes. *Hereditas* 52 : 201-220.
- Miyazaki, S., Y. Tashiro, K. Kanazawa, A. Takeshita and T. Oshima. 1982. On the flower characteristics and the chromosome numbers of *Higochrysanthemum* (*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. Investigation on the sporting process in greenhouse *Chrysanthemums*. *Can. 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 crop 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.
- Shimotomai, N. 1933. Zur Karyogenetik der Gattung *Chrysanthemum*. *J. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B, Div. 2.1* (3) : 1-100.
- 下斗米直昌. 1961. 細胞学からみたキクの祖先. 遺伝 15 : 4-8.
- 篠達喜人. 1944. 核型の表わし方. 科学 14 : 76-78.
- 富野耕治. 1968. 数種の園芸植物の染色体について. 三重大教育学部教育研究所研紀. 40 : 28-33.