ノコンギク族植物の染色体分析

藤 原 悠 紀 雄

神戸大学教養部生物学教室

Received November 30, 1964

CHROMOSOME ANALYSIS IN THE TRIBE ASTEREAE.

YUKIO HUZIWARA

Biological Institute, College of General Education, Kobe University,
Nada, Kobe

Résumé

The chromosome numbers and the karyotypes of 11 species and 4 varieties belonging to 6 genera of the tribe Astereae of Compositae are reported. These are: *Felicia bergeriana* O. Hoffm., $2n = 18$; *Erigeron speciosus* DC., $2n = 18$; *Solidago minutissima* (Makino) Kitamura, $2n = 18$; *Boltonia asteroides* L'Her., $2n = 27$; *Rhynchospermum verticillatum* Reinw., $2n = 18$; *Aster taiwanensis* var. *lucens* Kitamura $2n = 18$; *A. ageratoides* subsp. *leiophyllus* var. *ovalifolius* Kitamura, $2n = 54$; *A. sohayakiensis* Koidzumi, $2n = 18$; *A. rugulosus* var. *shibukawaensis* Kitamura et Murata, $2n = 18$; *A. dubius* subsp. *glabratus* var. *heterotrichus* Kitamura, $2n = 18$; *A. asperulus* Nees, $2n = 54$; *A. spinosus* Benth., $2n = 18$; *A. oregonensis* (Nutt.) Cronq., $2n = 18$; *A. bernardinus* Hall, $2n = 36$; *A. ontarionis* Wieg., $2n = 40$.

キク科植物のうちノコンギク族 Astereae はアキノキリンソウ亜族 Solidaginae, シュウブソウ亜族 Bellidinae, ノコンギク亜族 Asterinae, ワタナ亜族 Conyzinae などを含み, 種類が多く, 変化に富む. 筆者 (藤原, 1941, 1954, 1957; Huziwar, 1957 a, 1957 b, 1958 a, 1958 b, 1958 c, 1962 a, 1962 b, 1962 c) は既に本族植物のうち 9 属, 77 種, 20 亜種, 14 変種および 1 品種合計 112 種類について染色体数および核型を報告した. 今回新たに 11 種および 4 変種について観察を行なったので報告し, 既報の種と合わせ考察する.

材料および方法: 染色体の観察はすべて根端細胞を用いて行ない, Tjio および Levan (1950) のオキシノリン法によった. 染色には酢酸オルセインを主として用い, フォイルゲン染色法も併せ行なって参考とした. 用いた材料は次の通りである.

<i>Felicia bergeriana</i> O. Hoffm.	ルリヒナギク	$2n=18$
<i>Erigeron speciosus</i> DC.	ヒロハヒメジョオン	$2n=18$
<i>Solidago minutissima</i> (Makino) Kitamura	イッスンキンカ	$2n=18$
<i>Boltonia asteroides</i> L'Her.	アメリカギク	$2n=27$
<i>Rhynchospermum verticillatum</i> Reinw.	シュウブソウ	$2n=18$
<i>Aster taiwanensis</i> var. <i>lucens</i> Kitamura	テリハノギク	$2n=18$
<i>A. ageratoides</i> subsp. <i>leiophyllus</i> var. <i>ovalifolius</i> Kitamura	タマバシロヨメナ	$2n=54$
<i>A. sohayakiensis</i> Koidzumi	キシユウギク	$2n=18$
<i>A. rugulosus</i> var. <i>shibukawaensis</i> Kitamura et Murata	シブカワシロギク	$2n=18$

- A. dubius* subsp. *glabratus* var. *heterotrichus* Kitamura ジョウシュウアズマギク $2n=18$
A. asperulus Nees $2n=54$
A. spinosus Benth. $2n=18$
A. oregonensis (Nutt.) Cronq. $2n=18$
A. bcrnardinus Hall $2n=36$
A. ontarionis Wieg. $2n=40$

観 察 結 果

1) *Felicia bergeriana* O. Hoffm ルリヒナギク $2n=18$. (Fig. 1) 栽培品

本種は南アフリカ原産の園芸植物で $2n=18$ の2倍種である。染色体は長さ $4.8\mu \sim 3.0\mu$, 平均 3.9μ であり, 1対は中部に, 2対は次端部に, 他は次中部に着糸点をもっている。杉浦 (1936) は *F. amelloides* Voss. について $n=8$ と報告しているので, *Felicia* 属には2つの基本数, $x=9$ および $b=8$ が存在するものと考えられる。

2) *Erigeron speciosus* DC. ヒロハヒメジョオン $2n=18$. (Fig. 2)

本種は北アメリカ原産の植物であるが, 用いた材料はデンマーク J.E. Ohlsens Enke Co. より輸入した種子より得たものである。9対の染色体のうち4対は次中部に, 他は次端部に着糸点をもち, 核型は非対称である。染色体の長さは $3.4\mu \sim 2.4\mu$, 平均 2.8μ である。筆者 (Huziwara, 1956) 既報の *Erigeron* 属各種と核型の差は少ない。

3) *Solidago minutissima* (Makino) Kitamura イッスンキンカ $2n=18$. (Fig. 3) 屋久島宮浦岳産

本種は屋久島特産の植物で, きわめて小形の *Solidago* である。9対の染色体のうち4対は中部に, 他は次中部に着糸点をもち, 核型は対称性が高い。染色体の長さは $4.0\mu \sim 2.5\mu$, 平均 3.6μ である。本種の核型も筆者 (Huziwara, 1962 a) 既報の *Solidago* 属植物の核型と類似する。

4) *Boltonia asteroides* L'Her. アメリカギク $2n=27$. (Fig. 4) 栽培品

本種も北アメリカ原産の植物で, $2n=27$ の3倍種である。染色体は比較的小さく, 長さ $3.0\mu \sim 1.8\mu$, 平均 2.0μ である。次端部に着糸点をもった6個を除けば, すべて次中部に着糸点をもっている。

5) *Rhynchospermum verticillatum* Reinw. シュウブンソウ $2n=18$. (Figs. 5, 16) 大阪府箕面産

本種の染色体数は $2n=18$ で, 荒野 (1962) の報告と一致する。最大の染色体1対は短腕に二次くびれをもつ。9対の染色体のうち2対は中部に, 他はすべて次中部に着糸点をもち, 核型は全体として *Aster* 属に似ている。

6) *Aster taiwanensis* var. *lucens* Kitamura テリハノギク $2n=18$. (Fig. 6) 西表島浦内川産

本植物は琉球産の *Aster* で, $2n=18$ の2倍種である。9対の染色体のうち4対は中部に, 他は次中部に着糸点をもち, 核型は対称性が高い。染色体はやや大形で, 長さ $7.2\mu \sim 6.0\mu$, 平均 6.5μ である。最大の1対は二次くびれをもった仁染色体 (L^{2E} 染色体) である。

7) *A. ageratoides* subsp. *leiophyllus* var. *ovalifolius* Kitamura タマバシロヨメナ $2n=54$. (Fig. 7)

鹿沼市石裂山産

本植物は $2n=54$ の6倍種である。27対の染色体のうち10対は中部に, 他は次中部に着糸点をもち, 対称の核型を示す。二次くびれをもった大形の仁染色体 (L^{2E} 染色体) が3対認められるが最大の1対と他の2対とは全長および着糸点の位置において差異がある。このことは本植物が異質6倍性であることを示すものである。

8) *A. sohayakiensis* Koidzumi キシュウギク $2n=18$. (Figs. 8, 17) 和歌山県熊野川町産

本種の染色体は大形で, 長さ $9.6\mu \sim 6.0\mu$, 平均 7.6μ である。9対の染色体のうち, 2対は中部に, 他は

Figs. 1-8. Somatic chromosomes of Astereae. $\times 1800$.

1, *Felicia bergeriana*, $2n=18$. 2, *Erigeron speciosus*, $2n=18$. 3, *Solidago minutissima*, $2n=18$. 4, *Boltonia asteroides*, $2n=27$. 5, *Rhynchospermum verticillatum*, $2n=18$. 6, *Aster taiwanensis* var. *lucens*, $2n=18$. 7, *A. ageratoides* subsp. *leiophyllus* var. *ovalifolius*, $2n=54$. 8, *A. sohayakiensis*, $2n=18$. Arrows indicate secondarily constricted chromosomes.

中部に近い次中部に着糸点をもち、核型は対称性が高い。最小の1対は二次くびれをもった仁染色体である。

9) *A. rugulosus* var. *shibukawaensis* Kitamura et Murata シブカワシロギク $2n=18$. (Figs. 9, 18) 静岡県浜川産

本植物は静岡県浜川において発見された新変種である(村田, 1962)。体細胞染色体は18個あり、小山(1963)の算定と一致する。染色体は大形で長さ $9.0\mu \sim 6.0\mu$ 、平均 7.7μ である。核型は全体として前種キシウギ

Figs. 9-15. Somatic chromosomes of Astereae. $\times 1800$.

9, *Aster rugulosus* var. *shibukawaensis*, $2n=18$. 10, *A. dubius* subsp. *glabratus* var. *heterotrichus*, $2n=18$. 11, *A. asperulus*, $2n=54$. 12, *A. spinosus*, $2n=18$. 13, *A. oregonensis*, $2n=18$. 14, *A. bernardinus*, $2n=36$. 15, *A. ontarionis*, $2n=40$. Arrows indicate secondarily constricted chromosomes.

クに類似し、対称性が高く、9対の染色体のうち1対は中部に他はすべて中部に近い次中部に着糸点をもつ。

10) *A. dubius* subsp. *glabratus* var. *heterotrichus* Kitamura ジョウシュウアズマギク $2n=18$
(Fig. 10) 群馬県至仏岳産

本植物も $2n=18$ の2倍種であるが染色体はやや小形で、長さ $4.0\mu \sim 2.4\mu$ 、平均 2.9μ である。核型は非対称で、筆者 (Huziwara, 1957 a) 既報の *Alpigenia* 節植物と区別がない。

11) *A. asperulus* Nees $2n=54$. (Fig. 11) インド産

本種はインド Darjeeling の G. Ghose & Co. より輸入した種子より得たもので6倍体である。27対の染色

Figs. 16-18. Photomicrographs of somatic chromosomes of Astereae. $\times 2400$.
 16, *Rhynchospermum verticillatum*, $2n=18$. 17, *Aster sohayakiensis*, $2n=18$. 18, *A. rugulosus*
 var. *shibukawaensis*, $2n=18$. Arrows indicate secondarily constricted chromosomes.

■ 体のうち 6 対は中部に、19 対は次中部に、他は次端部に着糸点をもち、核型は対称性がやや高い。染色体は比較
 的大きく、長さ $8.4\mu \sim 3.0\mu$ 、平均 4.9μ である。

! 12) *A. spinosus* Benth. $2n=18$. (Fig. 12) カリフォルニア El Centro 産

本種は北アメリカ産の植物で、 $2n=18$ の 2 倍種である。9 対の染色体のうち 6 対は次中部に、他は次端部に
 着糸点をもつ。染色体の長さは $4.8\mu \sim 2.4\mu$ 、平均 3.3μ である。

- 13) *A. oregonensis* (Nutt.) Cronq. $2n=18$. (Fig. 13) カリフォルニア Rancho Santa Ana 植物園産
本種も北アメリカ産の植物で $2n=18$ の2倍体である。9体の染色体のうち、1対は中部に、3対は次中部に、他は次端部に着糸点を持ち、核型は非対称である。
- 14) *A. bernardinus* Hall $2n=36$. (Fig. 14) カリフォルニア Claremont 産
本種は $2n=36$ の4倍体である。18対の染色体のうち11対は次中部に、他は次端部に着糸点をもつ。染色体の長さは $4.6\mu \sim 1.6\mu$ 、平均 2.5μ で、最大染色体と最小染色体との長さの差が特に著しい。
- 15) *A. ontarionis* Wieg. $2n=40$. (Fig. 15) Montréal 植物園産
本種も北アメリカ原産の植物で Quebec より Texas にわたり広く分布する。染色体数は $2n=40$ で、5を基本数とする8倍体と考えられる。20対のうち9対は次中部に、他は次端部に着糸点を持ち、核型は非対称である。染色体はきわめて小さく、長さ $2.4\mu \sim 1.4\mu$ 、平均 1.9μ である。

Table 1. Data of somatic chromosomes of Astereae.

Species	$2n$	Centromere*			Average Length in μ	TF%**
		m	sm	st		
<i>Felicia bergeriana</i>	18	2	12	4	3.9	36
<i>Erigeron speciosus</i>	18	—	8	10	2.8	33
<i>Solidago minutissima</i>	18	8	10	—	3.6	45
<i>Boltonia asteroides</i>	27	—	21	6	2.0	32
<i>Rhynchospermum verticillatum</i>	18	4	14	—	5.4	43
<i>Aster taiwanensis</i> var. <i>lucens</i>	18	8	10	—	6.5	44
<i>A. ageratoides</i> subsp. <i>leiophyllus</i> var. <i>ovalifolius</i>	54	20	34	—	4.9	43
<i>A. sohayakiensis</i>	18	4	14	—	7.6	44
<i>A. rugulosus</i> var. <i>shibukawaensis</i>	18	2	16	—	7.7	43
<i>A. dubius</i> subsp. <i>glabratus</i> var. <i>heterotrichus</i>	18	—	10	8	2.9	31
<i>A. asperulus</i>	54	12	38	4	4.9	41
<i>A. spinosus</i>	18	—	12	6	3.3	33
<i>A. oregonensis</i>	18	2	6	10	4.6	26
<i>A. bernardinus</i>	36	—	22	14	2.5	30
<i>A. ontarionis</i>	40	—	18	22	1.9	29

* m, median; sm, submedian; st, subterminal.

** TF% equals the ratio in percentage of the total sum of short arm lengths to the total sum of chromosome lengths.

考 察

キク科ノコンギク族植物のうち *Felicia* 属, *Erigeron* 属, *Solidago* 属, *Boltonia* 属, *Rhynchospermum* 属各1種, *Aster* 属6種および4変種合計15種類について染色体数を決定し、核型分析を行なった。表1は以上の観察結果をまとめたものである。15種類のうち13種類の染色体数は今回初めて算定された。

染色体数についてはルリヒナギク、ヒロハヒメジョオン、イッスンキンカ、テリハノギク、キシウギク、シブカワシロギク、ジョウシュウアズマギク、*A. spinosus* および *A. oregonensis* はいずれも $2n=18$ の2倍種、アメリカギクは3倍種、タマバシロヨメナおよび *A. asperulus* は6倍種、*A. ontarionis* は8倍種である。

染色体の大きさについてはテリハノギク、キシウギクおよびシブカワシロギクが特に大きく、タマバシロヨメナおよび *A. asperulus* がこれに次ぎ、アメリカギクおよび *A. ontarionis* は特に小さい。

核型の対称性は TF % で示され、シュウブンスウ、テリハノギク、タマバシロヨメナ、キシウギクおよびシブカワシロギクにおいては中部または次中部に着糸点をもつ染色体が多く、それらの核型は対称性が高い (TF%=44~43)。反対に、ヒロハヒメジョオン、アメリカギク、ジョウシュウアズマギク、*A. spinosus*, *A. oregonensis*, *A. bernardinus* および *A. ontarionis* は次端部に着糸点をもつ染色体が多く、核型は非対称である (TF%=33~26)。

Aster 属のうち *Alpigenia* 節のものおよび北米原産の種はいずれも小形の染色体をもち、非対称の核型を示し、日本産のものは比較的大形の染色体と対称の核型を示すことは既に報告したが、今回の観察においても同じ結果を得た。

今回の報告および筆者の従来報告において取扱ったノコンギク属植物は *Aster*, *Gymnaster*, *Kalimeris*, *Heteropappus*, *Erigeron*, *Solidago*, *Felicia*, *Bellis*, *Rhynchospermum*, *Boltonia*, *Lagenophora*, *Callistephus* の12属にわたり、88種、20亜種、18変種および1品種合計127種類である。このうち119種類が真正倍数性を示し、それらの染色体数の分布は図19に示した通りである。倍数レベルおよび染色体数により2倍種 ($2n=18, 16, 10$)、3倍種 ($2n=27$)、4倍種 ($2n=36, 32, 20$)、6倍種 ($2n=54, 48$)、8倍種 ($2n=72, 64, 40$)、16倍種 ($2n=144$) および異数種 ($2n=68, 63, 49, 46, 38, 19$) を区別できる。

Fig. 19. Distribution of chromosome numbers in the euploid plants of the tribe Astereae.

$2n=18$ の2倍種——エゾゴマナ、ゴマナ、タテヤマギク、モミジバタテヤマギク、ヒゴシオン、ヒメシオン、クルマギク、テリハノギク、ハコネギク、シロヨメナ、ナガバノシロヨメナ、イナカギク、コモノギク、ナガバシラヤマギク、シラヤマギク、サワシロギク、ヤマサワシロギク、シブカワシロギク、キシウギク、オキナワギク、ダルマギク、イソノギク、カンヨメナ、アズマギク、ミヤマアズマギク、アポイアズマギク、ジョウシュウアズマギク、ウラギク、ミヤマヨメナ、ノシュンギク、シンジュギク、ユウガギク、チョウセンノギク、オオバヨメナ、ニイタカアズマギク、エゾムカシヨモギ、ハルジオン、ヒメムカシヨモギ、ヒロハメジョオン、アキノキリンソウ、オオアキノキリンソウ、ミヤマアキノキリンソウ、アオヤギバナ、イッスンキンカ、ルリヒナギク、シュウブンスウ、ヒナギク、コケセンボンギク、エゾギク、ホウキギク、*Aster himalaicus*, *A. alpinus*, *A. ibericus*, *A. amellus*, *A. umbellatus*, *A. modestus*, *A. ptarmicoides*, *A. andersonii*, *A. alpigenia*, *A. oregonensis*, *A. spinosus*

$2n=16$ の2倍種——*Aster puniceus*, *A. adscendens*, *A. occidentalis*

$2n=10$ の2倍種——ネバリノギク, *Aster exilis*

$2n=27$ の3倍種——ミヤマヨメナ、ノシュンギク、ヒメジョオン、アメリカギク, *Aster alpinus*, *A. meritus*

$2n=36$ の4倍種——センボンギク、アキワギク、シロヨメナ、キントキシロヨメナ、ノコンギク、ハマコンギク、コンギク、コマチギク、エゾノコンギク、チョクザキヨメナ、マヤサンコンギク、タニガワコンギク、ミヤマヨメナ、ヤナギノギク、スナジノギク、アレノノギク、ペラペラヒメジョオン、ハダカアキノキリンソウ, *Aster altaicus*, *A. bernardinus*, Taxon A I, Taxon A II

$2n=32$ の4倍種——*Aster ericoides*

$2n=20$ の4倍種——*Aster patens*

$2n=54$ の6倍種——シオン、オクエゾシオン、シロヨメナ、タマバシロヨメナ、コヨメナ、アレジノギク、オ

オアレジノギク, ハマヨメナ, セイタカアキノキリンソウ, *Erigeron compositus*, *Aster amellus*, *A. ibericus*, *A. amelloides*, *A. asperulus*

$2n=48$ の 6 倍種——ユウゼンギク, *Aster pilosus*

$2n=72$ の 8 倍種——オオユウガギク, ヤクシマコンギク, *Aster macrophyllus*

$2n=64$ の 8 倍種——*Aster chilensis*, *A. simplex*

$2n=40$ の 8 倍種——*Aster ontarionis*

$2n=144$ の 16 倍種——チョウセンヨメナ

異数体——シロヨメナ ($2n=19, 38$), キントキシロヨメナ ($2n=38$), イナカギク ($2n=19$), ユウゼンギク ($2n=49$), ヨメナ ($2n=63$), *Kalimeris yomena* f. *tubulosa* ($2n=68$), *Aster concinus* ($2n=46$)

以上のように, ノコンギク族における染色体数の範囲は広く, 最大 $2n=144$ から最小 $2n=10$ におよぶ. 倍数種は合計 61 種類に達し, 2 倍種の種類とはほぼ同数である. このことは本族植物における種の分化の上に倍数性が重要な役割を演じたことを示すものである.

本族における真正倍数植物の大部分 (90%) が 9 を基本数としたものであることは, 本族の一次的基本数は $x=9$ であって, この基本数から多くの倍数種が由来し, 一方基本数の漸減によって二次的基本数の $b=8$ および $b=5$ が生じたと考えられる. すなわち, 基本数における変化もまた本族植物の進化の要因と見なされる.

ノコンギク族植物の倍数種は核型から見て異質倍数体と考えられるものが多く, 自然における交雑と染色体倍加によって倍数種が成立した. また, このようにして生じた異質倍数体の核型が長い年月の間に安定し, 2 倍種の核型に類似したものとなっていることも興味がある.

ノコンギク族のアメリカ種と日本種とを比較するとき, *Aster* 属では染色体の大きさと核型の対称性において著しい差があり, アメリカ種は小形の染色体と非対称の核型を示すのに反し, 日本種は大形の染色体と対称の核型を示す. 染色体基本数もアジア種は 9 のみであるのに対し, 新世界種には 9, 8 および 5 の 3 つが存在する. *Erigeron* および *Solidago* にあっては染色体の大きさにおける差はないが, 日本産のものはすべて 2 倍種で, アメリカ種には高次の倍数種がある. これらのことから, ノコンギク族植物はアジアにおいて原始型を保持し, アメリカ大陸において一層高度に進化したものと考えられる.

要 約

オキシキノリン法を用いてノコンギク族 11 種および 4 変種について染色体数を決定し, 核型分析を行なった. 既報の 77 種, 20 亜種, 14 変種および 1 品種とあわせ合計 127 種類の本族植物について倍数性と核型変化の傾向とを考察した.

終りに, 材料植物の採集に協力いただいた田川基二 (京都大学), 中西 哲 (神戸大学), 鈴木貞雄 (宇都宮中央女子高校), Å. Löve (Montréal 大学), J. Kucyniak (Montréal 植物園), R. M. Datta (Calcutta 大学), P. Raven (Stanford 大学) の諸博士に感謝する.

文 献

- 荒野久雄, 1962 邦産キク亜科植物の細胞学的研究, V. キク亜科の数属の核型分析と核学的考察. 染色体 **53-54**: 1794-1810.
- 藤原悠紀雄, 1941 外国産 *Aster* 属植物の染色体数. 植物及動物 **9**: 75-76.
- 藤原悠紀雄, 1954 ヒナギク, エゾギクおよびアキノキリンソウの核型分析. 染色体 **21**: 773-776.
- Huziwar, Y., 1957 a Karyotype analysis in some genera of Compositae. II. The karyotype of Japanese *Aster* species. Cytologia **22**: 96-112.
- Huziwar, Y., 1957 b Karyotype analysis in some genera of Compositae. III. The karyotype of the *Aster ageratoides* group. Amer. J. Bot. **44**: 783-790.

- Huziwaru, Y., 1958 a Karyotype analysis in some genera of Compositae. IV. The karyotype within genera *Gymnaster*, *Kalimeris* and *Heteropappus*. *Cytologia* **23**: 33-45.
- Huziwaru, Y., 1958 b Karyotype analysis in some genera of Compositae. V. The chromosomes of American *Aster* species. *Japan. J. Genet.* **33**: 129-137.
- Huziwaru, Y., 1958 c Karyotype analysis in some genera of Compositae. VI. The chromosomes of some *Erigeron* species. *Caryologia* **11**: 158-164.
- Huziwaru, Y., 1962 a Karyotype analysis in some genera of Compositae. VII. The chromosomes of Japanese *Solidago* species. *Acta Phytotax. Geobot.* **20**: 176-179.
- Huziwaru, Y., 1962 b Karyotype analysis in some genera of Compositae. VIII. Further studies on the chromosomes of *Aster*. *Amer. J. Bot.* **49**: 116-119.
- Huziwaru, Y., 1962 c Karyotype analysis in some genera of Compositae. IX. Chromosomes of European *Aster* species. *Bot. Mag., Tokyo* **75**: 143-149.
- 小山博滋, 1963 シブカワシロギクの核型. 植物分類地理 **19**: 177.
- 村田 源, 1962 植物分類雑記. 7. 植物分類地理 **19**: 67-72.
- Sugiura, T., 1936 Studies on the chromosome numbers in higher plants, with special reference to cytokinesis. I. *Cytologia* **7**: 544-595.
- Tjio, J. H., and A. Levan, 1950 The use of oxyquinoline in chromosome analysis. *Anal. Est. Exptl. de Aula dei* **2**: 21-64.