

スイバの染色体突然変異個体とその実生の核型

岩坪 美兼

富山大学理学部生物学科 〒930-8555 富山県富山市五福3190

Karyotypes of Two Female *Rumex acetosa* L. with Aberrant Chromosomes and of Their Offspring

Yoshikane Iwatsubo : Department of Biology, Faculty of Science, Toyama University, Gofuku
3190, Toyama 930-8555, Japan

The karyotypes of two female *Rumex acetosa* L. involving novel chromosomes, found in a natural population at Gofuku, Toyama City, Toyama Prefecture, and of their offspring were studied. The one was considered as a heterozygous plant with translocated chromosomes between two non-homologous ones, possibly between no. 1 and no. 6 autosome, while the other as a plant having an inverted no. 5 autosome. The chromosome complements of their offspring, being yield by open pollination, were: in the former the proportion of heterozygous plants to the total offspring examined was low to the expected ratio from the law of the Mendelian inheritance ($\chi^2=5.54$: $P<0.025$); in the latter the half of the offspring had the inverted autosomes, inheriting in a 1:1 Mendelian fashion ($\chi^2=0.045$: $P>0.75$).

スイバ(タデ科)は、性染色体をもつ雌雄異株の多年草である。性染色体が発見(Kihara and Ono, 1923)されて以来、多くの研究者によりこの植物について細胞学的研究が行われた結果、ほとんどのスイバは2倍体(雌株: $2n=14=XX+12$; 雄株: $2n=15=XY_1Y_2+12$)であるが、約1%の個体は非還元配偶子の受精によって生じたと判断される3倍体($2n=21=XXX+18$; $2n=22=XX Y_1Y_2+18$)であり、また稀に4倍体も存在することが明らかにされた。加えて構造変異により生じた変異染色体をもつ染色体突然変異個体も、これまでに幾つか報告されている(Takenaka, 1936; Yamamoto, 1937; Kuroki, 1970, 1976)。

富山市五福産のスイバについて染色体を観察したところ、転座により生じたと考えられる変異染色体をもつ雌株と、逆位により生じたと考えられる変異染色体をもつ雌株が、それぞれ1個体ずつ見つかった。両個体の核型を報告するとともに、

それぞれの次代について変異染色体をもつ個体の割合を調べたので報告する。

材料と方法

富山市五福の自然集団より、染色体の構造変化によって生じたと判断される変異染色体をもつ2個体のスイバ雌株を得た。それらを鉢植えにして栽培し、それぞれ自由交雑(open pollination)によって果実を得た。それらの種子を発芽させ、実生を染色体の観察に用いた。

染色体の観察には親株、実生ともに根端の頂端分裂組織細胞を用いた。親株と実生は、ともに鉢植え後、発根した根を先端より1~2cmの長さで切り取り、それらを10ccガラス製サンプル管ビン中で2mMオキシキノリン水溶液中に浸し、室温(約25℃)で1時間前処理した。その後、約5℃に16時間保ち、引き続き前処理を行った。サンプル管ビンからオキシキノリン水溶液だけを

39

駒込ピペットで除いたのち、直ちに固定液(1:3酢酸エタノール混合液)を注ぎ、室温で1時間、固定を行った。固定液を除いたあと、サンプル管ピンに1N塩酸を注ぎ、数分後にその1N塩酸を駒込ピペットで除き、新しい1N塩酸を注いだ。1時間後、根端だけを取りだして60°Cの1N塩酸に入れ10分間解離を行った。その後、1N塩酸の入っている元のサンプル管ピンに根端を戻して数分~数時間放置した。水洗したのち、根端を1.5%ラクト・プロピオニックオルセイン染色液を用いて染色、通常の押しつぶし法による標本作製を行い、光学顕微鏡を用いて観察を行った。

結果

I. 転座と判断される変異染色体をもつ個体と、その実生について

a. 親個体(雌)の核型

2本のX染色体と12本の常染色体をもつ $2n=14$ の2倍体であった(Fig. 1A, 1C)。この個体の常染色体組には、通常のスイバには見られない最長と最短の常染色体がそれぞれ1本ずつ含まれていた。最長の常染色体は次中部動原体型であり、最短の常染色体は次端部動原体型であった(Table 1)。富山県産のスイバには、第5常染色体と第6常染色体に、異質染色質よりなる過剰分節をもつ型とない型の2型が

存在する(岩坪, 1991)。この個体の第5常染色体は、2本とも過剰分節のない次端部動原体型であった。また通常型の第6常染色体は1本だけであり、過剰分節をもつ中部動原体型であった。最長の次中部動原体型常染色体と通常型の第1常染色体とは長腕の長さがほぼ等しく、また最短の常染色体の長腕は、過剰分節のない通常型の第6染色体の短腕と長さがほぼ等しいことから、過剰分節のない通常型の第6常染色体の長腕のほとんどが第1常染色体の短腕へ転座した結果、これら最長の常染色体と最短の常染色体の2本の変異染色体が出現したものと考えられる。

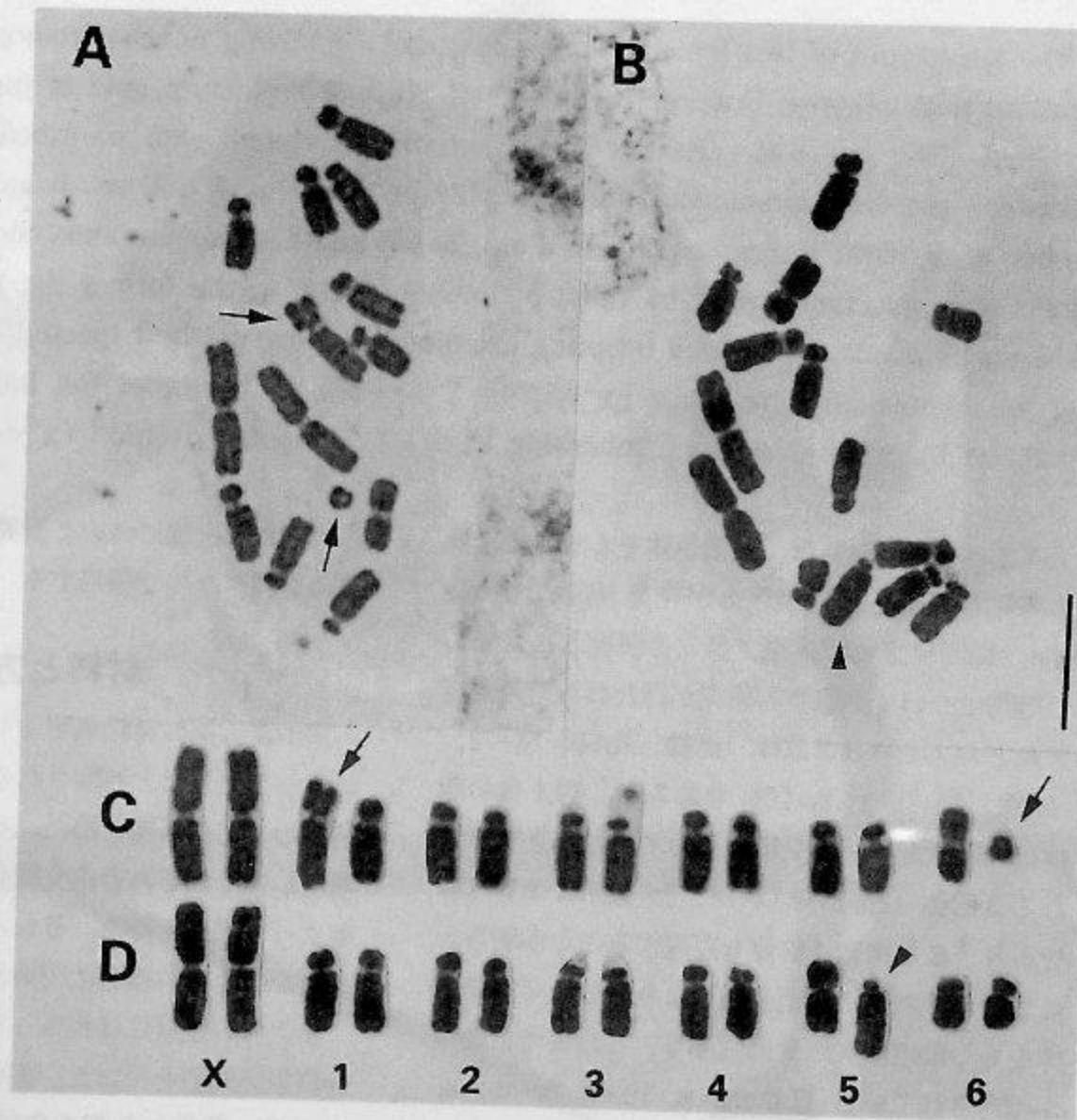


Fig. 1. Metaphase cells (A, B) and karyograms (C, D) of two female *Rumex acetosa* with novel chromosomes. The novel chromosomes (translocated ones) of one plant (1A and 1C) are arrowed, and those (inverted ones) in the other (1B and 1D) are indicated by arrow heads. Bar: 8 μ m.

b. 次代の染色体 (Table 2)

185個体の実生について染色体観察を行った。すべて2倍体であった。185個体中49個体(26%)は雄個体($2n=15=XY_1Y_2+12$)であった。転座によって生じたと判断された最長の常染色体と最短の常染色体の双方をともに持つ個体は76個体(41%)であり、通常の染色体だけからなる個体(109個体)よりも少なかった($\chi^2=5.54$; $P<0.025$)。転座によって生じ

たと判断される最長の常染色体と最短の常染色体の2本のうち、いずれか片方だけをもつ個体は全く観察されなかったことから、親株では減数分裂時の四価染色体の隣接分離型の分離による重複や欠失が正常な胚嚢形成を妨げているか、もしくは種子の発達を妨げているものと考えられる。

II. 逆位と判断される染色体をもつ個体と、その実生について

a. 親個体(雌)の核型

2本のX染色体と12本の常染色体をもつ $2n=14$ の2倍体であった(Fig. 1B, 1D)。常染色体には通常のスイバには見られない端部動原体型染色体が1本あり、この染色体は常染色体中、最長の長腕と最短の短腕からなっていた(Table 3)。ま

Table 1. Measurements of somatic metaphase chromosomes in a female *Rumex acetosa* carrying translocated autosomes

Chromosome	Short arm (μ m)	Long arm (μ m)	Total (μ m)	Arm ratio	Form
X	3.7	3.7	7.4	1.0	M
X	3.6	3.7	7.3	1.0	m
1	1.9	3.7	5.6	1.9	sm
1	1.1	3.5	4.6	3.2	st
2	1.0	3.5	4.5	3.5	st
2	0.9	3.4	4.3	3.8	st
3	t-0.9	3.4	4.3	3.7	st
3	t-0.8	3.3	4.1	3.8	st
4	1.1	3.3	4.4	3.0	st
4	1.0	3.1	4.1	3.1	st
5	0.8	3.0	3.8	3.8	st
5	0.8	2.8	3.6	3.5	st
6	1.8	2.0	3.8	1.1	m
6	0.2	0.7	0.9	3.5	st

t: satellite

Table 2. Segregation ratio in the progenies of a female heterozygous plant having translocated autosomes

n/n (XX:XYY)	n/t (XX:XYY)	Total (XX:XYY)
109 (82:27)	76 (54:22)	185 (136:49)

た通常の第5常染色体は1本しか存在しなかった。この第5常染色体は過剰分節をもつ中部動原体型であった。第6常染色体は、2本とも過剰分節のない次端部動原体型であった。端部動原体型染色体は、過剰分節をもつ第5染色体とは、互いに長さがほぼ等しく、ともに1本だけしか存在しないことから、過剰分節をもつ第5常染色体に逆位が生じた結果、この端部動原体型染色体が出現したものと判断される。

b. 次代の染色体 (Table 4)

119個体の実生について染色体観察を行った。すべて2倍体であった。雄個体($2n=15=XY_1Y_2+12$)は24個体(20%)であった。12本の常染色体中、逆位により生じたと判断された端部動原体型染色体を1本持つ個体は、58個体(49%)で

あった。したがって通常の第5常染色体を2本もつ実生と、通常の第5常染色体と逆位によって生じたと判断される端部動原体型染色体をそれぞれ1本ずつもつ実生の比は1対1であることから、通常の第5常染色体をもつ胚嚢と、逆位の結果生じた端部動原体型染色体をもつ胚嚢の間には受精能、ならびに受精後の生長と発芽率には差が無かったものと判断される ($\chi^2 = 0.045$; $P > 0.75$)。

考 察

スイバは全体の約8割が雌個体であり、雄個体は少ないことが知られている (岩坪, 1991)。今回の観察においても、2個体の雌株の実生中には、雄個体は少なく、自然集団中における雌雄の割合と一致していた。

Yamamoto (1937) は、スイバにおいて転座ヘテロ個体の核型と、その次代の染色体構成を調べ、次代には親株と同様の転座ヘテロ個体の他に、転座によって生じた短い染色体、もしくは長い染色体のいずれか片方を過剰にもつ個体が出現したと報告している。今回の観察では、転座ヘテロと判断された個体の次代には、正常個体か転座ヘテロ個体だけが出現し、転座により生じた大型の染色

Table 3. Measurements of somatic metaphase chromosomes in a female *Rumex acetosa* carrying an inverted no. 5 autosome

Chromosome	Short arm (μm)	Long arm (μm)	Total (μm)	Arm ratio	Form
X	3.2	3.3	6.5	1.0	m
X	3.1	3.3	6.4	1.1	m
1	1.0	3.2	4.2	3.2	st
1	0.9	3.2	4.1	3.6	st
2	0.8	3.0	3.8	3.8	st
2	0.7	2.8	3.5	4.0	st
3	t-0.5	2.8	3.3	5.6	st
3	t-0.5	2.8	3.3	5.6	st
4	0.8	2.8	3.6	3.5	st
4	0.6	2.8	3.4	4.7	st
5	1.5	2.0	3.5	1.3	m
5	0.2	3.4	3.6	17.0	t
6	0.7	1.7	2.4	2.4	sm
6	0.7	1.7	2.4	2.4	sm

t: satellite

Table 4. Segregation ratio in the progenies of a female heterozygous plant having an inverted no. 5 autosome

n / n (XX : XYY)	n / t (XX : XYY)	Total (XX : XYY)
61 (49 : 12)	58 (46 : 12)	119 (95 : 24)

体または小型の染色体のいずれか片方だけをもつ個体、もしくはいずれかを過剰にもつ個体は見られなかったことから、観察したこれらの実生は、重複や欠失を伴わない均等型の染色体構成からなる配偶子の受精によって生じた種子から生長してきたことを示している。さらに、今回観察した転座ヘテロ個体は、Yamamoto (1937) による観察例とは異なり、減数分裂時には不分離がほとんど生じていないものと推定される。転座ヘテロ個体の次代の観察において、転座ヘテロの実生が正常な染色体だけからなる実生よりも少なかったことは、転座染色体をもつ配偶子は正常な染色体をもつ配偶子に比べて受精率が低い、または胚の発達が悪い、もしくは発芽率が低かったことを示している。一方、逆位と判断された染色体をもつ個体の実生

では、2本の正常な染色体をもつ個体と、正常な染色体と逆位と判断される染色体をそれぞれ1本ずつもつ個体が1 : 1の割合で出現したことは、この逆位染色体に関するかぎり、ヘテロの場合には稔性の低下を引き起こしていないことを示している。

引用文献

- 岩坪美兼, 1991. 富山のスイバ. 後藤克己編「富山の自然と文化」, 富山大学理学部 : p. 201-209.
- Kihara H. and Ono T., 1923. Cytological studies on *Rumex* I. Chromosome of *Rumex acetosa* L., Bot. Mag., Tokyo, 37: 84-90.
- Kuroki Y., 1970. Further note on the karyotypes of *Rumex acetosa* L., Mem. Ehime Univ., Sci., Ser. B (Biol.), VI, No. 3:57-62.
- Kuroki Y., 1976. Studies on the karyotypes of *Rumex acetosa*, Mem. Ehime Univ., Sci., Ser. B (Biol.) Vol. VIII, No. 1: 8-85.
- Takenaka Y., 1936. Further reports of cytological and genetic investigations of *Rumex acetosa* L. II. Polyploid plants and those offsprings. Bot. & Zool. (Tokyo), 4: 1193-1204.
- Yamamoto Y., 1937. Karyogenetische Untersuchungen bei der Gattung *Rumex* IV. Ein Fall von einfacher Translokation bei *Rumex acetosa* L. Cytologia, 6: 407-412.