藓類数種の染色体 IV

スギゴケ属の性染色体と倍数性*

矢 野 孝 二**

Koji YANO: On the chromosomes in some mosses IV.

Sex-chromosomes and polyploidy of *Polytrichum*.

1953 年 3 月 26 日受付

スギゴケ属 (*Polytrichum*) の性染色体は未だ 1 種に知られているに過ぎない。即ち下斗米, 木村 (1936) がオウスギゴケ (*Pol. attenuatum*) でこれを発見し, その染色体式を ♀ $6+X$, ♂ $6+Y$ とした。尤も Jachimsky (1935), 栗田 (1937) も本属の性染色体について観察したが, 氏等の研究した植物ではその存在は認められなかつた。この様に本属では未だ性染色体の報告された例が少いので, 筆者はこれが研究を行い新たに 2 種に性染色体を発見した。尚併せて本属植物の倍数性についても観察することが出来たので以下報告する。

研究に用いたスギゴケ属 6 種の植物名並びに採集地は第 1 表に示した。尚固定並びに染色法は前報告 (矢野 1952) の場合と同様である。

第 1 表 (Table 1)

Species examined	Karyotypes	Localities
<i>Polytrichum alpinum</i> L.	♀ $n=7=V(X)+3V+2J+m(h)$ ♂ $n=7=V(Y)+3V+2J+m(h)$	五地藏岳, 黒姫山, 燕温泉*
<i>Pol. piliferum</i> Schreb.	♀ $n=7=V(X)+3V+2J+m(h)$ ♂ $n=7=V(Y)+3V+2J+m(h)$	黒姫山, 白馬山, 妙高山*
<i>Pol. attenuatum</i> Menz.	♀ $n=7=V(H)+3V+2J+m(h)$	五地藏岳, 燕温泉*
<i>Pol. commune</i> L.	♂ $n=7=V(H)+3V+2J+m(h)$	小滝村*
<i>Pol. juniperinum</i> Hedw.	♂ $n=7=V(H)+3V+2J+m(h)$	黒姫山
<i>Pol. yezoense</i> Horik.	♀ $n=14=2V(XY)+6V+4J+2m(h)$	黒姫山, 飯綱山, 八ヶ岳, 白馬山

註 * 印は越後, 他はすべて信濃

I. 基數種の核型並びに性染色体

Pol. alpinum, *Pol. piliferum* の両種は雌雄異株である。この両種ではそれぞれ雌雄の染色体の比較を行い性染色体を明らかにすることが出来た。しかもこれ等両種は核学的には殆んど全く同様であつたから先づ *Pol. alpinum* について詳しく記述する。

Pol. alpinum の染色体数についてはすでに栗田 (1937) が性別不詳の株で $n=7$ と算定し

ている。筆者は本種を本邦内数ヶ所(第1表)より得て雌雄の染色体を比較し、染色体数は雌雄何れも $n=7$ であることを確認し、更に性染色体の存在をも明らかにすることが出来た。

Figs. 1-10. *Pol. alpinum* の染色体と異常凝縮。

(Chromosomes and heteropycnosis of *Pol. alpinum*) $\times 3000$

1-4. ♀株の核板と異常凝縮 (Nuclear plates and heteropycnosis in ♀ gametophytes)

5-8. ♂株の核板と異常凝縮 (Ditto in ♂ gametophytes)

9, 10. Figs. 1, 5 核板の染色体 (Serial alignments of the chromosomes shown in Fig. 1 and 5 respectively)

雌株の性染色体 X は雌性核板中最大で 3 個の狭窄をもつ特異な染色体である。うち 2 個は常に明瞭に認められる。1 は染色体の中央にあつてその爲に染色体はこの部分で曲り、所謂 V 字型染色体をなし、他の 1 は一方の腕の端部に見られる。更に他の腕の中央部にしばしば第 3 の狭窄が認められる。これ等 3 個の狭窄部に於て X 染色体はしばしば曲る爲に中期核板で S 字型乃至 W 字型を示すことがある。この様に X が雌性核板中最大の染色体であり、且 V 字型であることは既に他の蘚類即ち *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum attenuatum* (下斗米, 木村 1936), 及び *Mnium* 属の数種 (辰野, 矢野 1953) の X の場合と同様である。

更にこの X は前期又は中間期 (Figs. 3, 4) の核中でその一部が異常凝縮を示して残存する。Fig. 3 に示す様にその異常凝縮は X 染色体の両腕の端部であつて、一腕の異常凝縮部は他腕のそれに比べて大きい。

雄株の性染色体 Y は核板中著しく大きい染色体の一つであるが、X に比べてやや小さく、更に狭窄の数も 2 個で X に比べて 1 個少い。狭窄の位置は 1 は染色体のほぼ中央にあつて、Y も X と同様 V 字型染色体であり、他の 1 狭窄は一腕の端部にある。更に Y は異常凝縮に於ても X とは著しく異なる。即ち Y の一腕は殆んど全部が異常凝縮を示し他腕は分散する。その爲に Y の異常凝縮は X のそれに比してむしろ大きい (Figs. 7, 8)。

本種に見られる様な形態を示す Y 染色体は未だ蘚類では知られていない。即ち *Pogonatum inflexum* (下斗米, 小山 1932), *Polytrichum attenuatum* (下斗米, 木村 1936) の Y は雄

性核板中著しく小形の染色体であつたから本種の場合とは異つている。亦 *Ceratodon purpureus* (下斗米, 木村 1936), *Mnium* 属 (辰野, 矢野 1953) の Y は何れも雄性核板中最大又は著しく大きな染色体の一つであり, 2 個の狭窄をもっている点では本種の場合と類似しているが, その形が J 字型であつたから本種の V 字型とは異つている。

X 及び Y 以外の染色体は雌株, 雄株共各々 6 個であるが, それは各々 3 個の V, 3 個の J である。J 字型染色体のうちの最小の 1 個 (*m*) は異常凝縮を示すので *h* である。これ等 X 及び Y 以外の染色体は, その形及び大きさに於て雌雄で互に対応するものがあり, 雌雄間に差異が認められない。従つて本種の核型は ♀ $n=7=V(X)+3V+2J+m(h)$, ♂ $n=7=V(Y)+3V+2J+m(h)$ である。

Figs. 11-13. *Pol. alpinum* の減数分裂。

(Meiotic chromosomes of the 1st metaphase and anaphase in SMC's of sporophytes in *Pol. alpinum*) $\times 3000$

Figs. 11-13 は本種の子嚢体に於ける減数分裂の状態を示す。即ち異型分裂中期では 7 個の二価染色体が見られる。そのうちの 1 個は他より可成大きく, 且これは後期に於て僅かに大きさを異にする染色体に 2 分し, その各々は反対の極に向うことが観察された。尙この最大の不等対は屢々他の二価染色体に先んじて分離し両極に向う。これ等の事実から此の不等対は X 及び Y である。依つて本種の染色体式は ♀ $6+X$, ♂ $6+Y$ である。

Pol. piliferum の染色体数については Leeuin-Rijnvaan (1907, 1908)*, Vanderdries (1912)** が $n=6$ と報告しているが, 筆者が本邦内各地 (第 1 表) で得たものでは何れも $n=7$ であつた。更に筆者は本種の雌雄の染色体の形態比較から性染色体が存在することを明らかにした。併しそれは前記 *Pol. alpinum* のそれと殆んど全く同様であつたからここには詳しい記述をさける。即ち Figs. 20, 21 に示す如く本種の核型は前種と同様 ♀ $n=7=V(X)+3V+2J+m(h)$, ♂ $n=7=V(Y)+3V+2J+m(h)$ であつて, 染色体式は ♀ $6+X$, ♂ $6+Y$ である。

Pol. attenuatum (♀), *Pol. commune* (♂), *Pol. juniperinum* (♂) の 3 種については何れも一方の性の gametophyte のみの観察を行つた。何れもその染色体数は $n=7$ である (Figs. 22-27)。尙これ等の算定は *Pol. attenuatum* については下斗米, 木村 (1936), *Pol. commune* については Heitz (1928), Jachimsky (1935), *Pol. juniperinum* については Heitz (1928), 栗田 (1937) の算定を再確認したものである。尙筆者の観察によるとこれ等 3 種の染色体の形態は前記 2 種のそれと類似が見られ, 亦核板中最大の V と最小の *m* とは異質染色体 H 及び *h* である。即ちその核型は何れも $n=7=H(V)+3V+2J+m(h)$ である。

*, **Tischler (1927) に依る。

Figs. 14-21. *Pol. piliferum* の染色体と異常凝縮。(Chromosomes and heteropycnosis of *Pol. piliferum*) × 3000

14-16. ♀株の核板と異常凝縮 (Nuclear plate and heteropycnosis in ♀ gametophytes)

17-19. ♂株の核板と異常凝縮 (Ditto in ♂ gametophytes)

20, 21. Figs. 14, 17 核板の染色体 (Serial alignments of the chromosomes shown in Figs. 14 and 17 respectively)

Figs. 22-27. 他の3基数種の染色体と異常凝縮。

(Chromosomes and heteropycnosis of other 3 basic species studied) × 3000

22, 23. *Pol. attenuatum* ♀. 24, 25. *Pol. commune* ♂. 26, 27. *Pol. juniperinum* ♂.II. 二倍種 *Pol. yezoense* の核型と雌雄性

本種は雌器と雄器とを異なる枝の端につける爲一見雌雄異株の植物の如く見えるが、筆者は多数の材料につき精細に観察した結果、同一株の一方の枝には雌器を他方の枝には雄器をつけている個体、即ち明瞭な雌雄同株の個体を多く見出すことが出来た。即ち本種は本来雌雄同株の植物であるが、枝分れをしていない個体では一方の生殖器のみをつけている爲あたかも雌雄異株の植物の如く見誤られるものであることがわかった。

本種の染色体については未だ報告されたものがない。筆者は数ヶ所(第1表)よりの採集材料につきその染色体の観察を試みたが、何れも $n=14$ であつて本種はスギゴケ属の二倍種であることがわかった (Figs. 28-31)。尙その染色体の形態にも筆者の観察し得た範囲では産地による差異は認められない。即ち14個の染色体のうち最大のものと及び著しく大きい1染色体は共にV字型で且異質染色体である。併しこの両染色体の形態並びに異常凝縮を詳細に比較

Figs. 28-31. *Pol. yezoense* の染色体と異常凝縮。
(Chromosomes and heteropycnosis of *Pol. yezoense*) $\times 3000$

31. Fig. 28 核板の染色体 (Serial alignment of the chromosomes shown in Fig. 28)

すると両者の間には明らかに差異が認められる。即ち最大のもの (H_1) は 3 個の狭窄をもち、その染色体の両端が異常凝縮を示し、前述 *Pol. alpinum* 等基数種の雌株の X と同様であり、他はこれよりもやや小形であつて (H_2) 2 狭窄をもつており、一腕のみが異常凝縮を示すから基数種の雄株の Y と同様である。更にこれ等両染色体以外の 12 個の染色体は基数種の普通染色体とそれぞれ同形の染色体の 2 組から成つている。即ち本種の染色体の構成はあたかも基数種の雌及び雄株の染色体を併せたものに相当する。この染色体構成は本種が雌雄同株であることと関連して興味あることである。これ等の事実から推測すると、或は本種は前述の基数種の如き普通染色体並びに性染色体をもつた雌雄異株植物から apospory 又は二分孢子形成等によつて導かれた二倍種であり、その爲に雌雄同株となつたものではあるまいか。従つて本種の H_1 及び H_2 はおそらくその形態からそれぞれ X 及び Y に相当するものであつて、本種の核型は次の如く示すことが出来るのではあるまいか。

$$n=14=2V(X, Y)+6V+4J+2m(h)$$

Résumé

1) The chromosomes of 6 species of genus *Polytrichum* have been investigated. The results obtained are shown in table 1 and figs. 1-31.

2) In *Pol. alpinum* and *Pol. piliferum* have been found the sex-chromosomes; the largest heterochromosome of female and of male gametophytes of those species are sex-chromosomes X and Y respectively. The karyotypes of those 2 species are ♀ $n=7=V(X)+3V+2J+m(h)$, ♂ $n=7=V(Y)+3V+2J+m(h)$.

3) The karyotypes of the other 3 species (*Pol. attenuatum* ♀, *Pol. commune* ♂, *Pol. juniperinum* ♂) are similar in the chromosome complements; $n=7=V(H)+3V+2J+m(h)$.

4) *Pol. yezoense* is monoecious and a diploid species in this genus, having two sets of chromosomes of the monoploid species. The largest two heterochromosomes (H) of this species are presumed to be the sex-chromosomes X and Y, after a careful comparison of their morphology and heteropycnosis to that of the sex-

chromosomes of the monoploid species above mentioned. The karyotype of this species is $n=14=2V(X, Y)+6V+4J+2m(h)$.

Literature

- Heitz, E., 1928. Das Heterochromatin der Moose I. Jahrb. f. wiss. Bot., 69, 762-818.
- Jachimsky, H., 1935. Beitrag zur Kenntnis von Geschlechtschromosomen und Heterochromatin bei Moosen. Jahrb. f. wiss. Bot., 81, 201-238.
- Kurita, M., 1937. Geschlechtschromosomen und Chromosomenzahlen bei einigen Laubmoosen. Ztschr. indukt. Abst.-u. Vererbungsl., 74, 24-29.
- Shimotomai, N. und Koyama, Y., 1932. Geschlechtschromosomen bei *Pogonatum inflexum* Lindb. und Chromosomenzahlen bei einigen anderen Laubmoosen. Journ. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B Div. 2, 1, 95-101.
- Shimotomai, N. und Kimura, K., 1936. Geschlechtschromosomen bei zwei Laubmoosen. Ztschr. indukt. Abst.-u. Vererbungsl., 72, 307-312.
- Tischler, G., 1927. Pflanzliche Chromosomen-zahlen. Tab. Biol., 4, 1-83.
- Tatuno, S. und Yano, K., 1953. Geschlechtschromosomen bei vier Arten von Mniaceae. Cytologia 18, 36-42.
- Yano, K., 1951. On the chromosomes in some mosses I (Japanese). Bot. Mag. Tokyo, 64, 234-237.
- , 1952. Ditto II. Bot. Mag. Tokyo, 65, 195-198.
- , 1953. Ditto III. Bot. Mag. Tokyo, 66, 43-48.
-