つのごけ科植物三種ノ染色體數，特ニ其ノ Heterochromosomen ニ就キテ

辰 野 誠 次

S. TATUNO: Über die Chromosomenzahlen bei drei Anthocerotaceen, mit besonderer Rücksicht auf ihre Heterochromosomen.

Eingegangen am September 27, 1933.

緒 言

つのごけ科 (Anthocerotaceae) 植物ノ染色體數ハ既ニ數種ニ於イテ報ゼラレテキル。即チ *Anthoceros laevis* ハ DAVIS 氏 (1899), BAGCHEE 氏 (1924), WENTZEL 氏 (1929) ニヨレバ $\phi=4$ デアルガ, LORBEER 氏 (1924) ニヨルト $\phi=8$ デアル。又 *A. Husnoti* (SCHERRER 1914) 及ビ *A. punktatus* (WENTZEL 1929) ニ於テハ $\phi=4$ デアリ, *A. dicotomus* (HEITZ 1927) ニ於イテハ 5 乃至 6 個デアルト。

此等諸氏ノ觀察ノ結果ニヨルトつのごけ科植物ノ染色體數ハ觀察者ニヨリ又ハ植物ノ種類ニヨツテ著シク相違スルカラ, 更ニ正確ナ觀察ヲ必要トスル様ニ思ハレル。我が國ニモ數種ノつのごけ科植物ヲ産スルガ, 今ダ其等ニ於イテハ何等細胞學的研究ガ行ハレテキナイ。予ハ此レ等ヲ利用シテ正確ナ染色體數ヲ知ラウト思ヒ, 其ノ中 3 種即チ *A. laevis*, *A. Miyabeanus* 及ビ *Megaceros tosanus* ニ於イテ觀察ヲ行ツタ。其ノ結果染色體數ニ於イテ上記諸氏ノ報告トハ稍異ツタ結果ヲ得タ。尙ホ面白いコトニハ, 此等 3 種ハ何レモ雌雄同株デアルニモ拘ラズ, 何レノ種モ Heteropyknose ノ現象ヲ示ス染色體即チ Heterochromosom ヲ配偶世代ニ於イテ各 1 個有スルコトガワカツタ。故ニ以下 Heterochromosom ヲ主眼トシテ, 予ノ觀察ノ結果ヲ報告スル。

方 法

從來ノ研究者, 即チ上記ノ諸氏ハ配偶世代ノ染色體數ノ算定ヲ多クハ藏精器中ニ於ケル精子形成ニ共フ分裂カ, 又ハ減數分裂カニヨツテ行ツタガ, 予ハ主トシテ葉狀體ノ先端部ヲ用ヒタ。蓋シ葉狀體ノ先端部ニ於ケル分裂像ノ數ハ比較的少イケレドモ, 核板上ニ於ケル染色體ガ互ニ密着スルコトガ少ク, 觀察ガ正確ニ行ハレ得ルカラデアル。材料ハ何レモ廣島附近デ得ラレルガ, 此レヲ NAWASCHIN 氏液ニヨツテ固定シ, HEIDENHAIN 氏ノ Hämatoxylin ニヨツテ染色シタ。

(1) *Anthoceros laevis* L. つのごけ

既ニ述ベタ如ク, 本種ハ雌雄同株ノ苔類デアル。葉狀體ノ成長點ニ於ケル分裂像ニ就キテ見ルニ, 第 1-3 圖ニ示ス如ク, 上記諸氏ノ觀察トハ異ツテ, 明カニ 6 個ノ

染色體ガ認メラレル。其ノ 6 個ノ中 4 個ハ比較的大形デ、他ノ 2 個ハ此等ニ比シテ著シク小形デアル。上記ノ如ク DAVIS, BAGCHEE, WENTZEL 三氏ガ本種ノ染色體數ヲ $\phi=4$ ト算定シタガ、氏等ハ恐ラク此ノ小サナ 2 個ヲ見落シタモノデアラウ。

次ニ注意スベキコトハ、此ノ 6 個ノ染色體ノ中黒ク圖示シタ 1 個ハ他ノ 5 個ノ染色體ニ比シテ著シク大キク、其ノ形モ V 字形デアルガ、此ノ染色體ハ所謂異常凝縮 Heteropyknose ノ現象ヲ示ス。即チ此ノ染色體ハ後期(第 6 圖)ニ於イテ他ノ染色體ノ如ク分散シテ其ノ形ヲ失ハズ。又中間期(第 4 圖)マデ其ノ原形ヲ保チ染色力ヲ失ハナイ。此ノ現象ハ尙ホ前期(第 5 圖)ニ於イテモ明カニ認メラレル。即チ既ニ MONTGOMERY (1904) ハ動物ノ精子形成ニ際シテ、其ノ減數分裂ノ前期ニ見ラレル Heteropyknose ノ現象ヲ示ス特殊ナ染色體ヲ Heterochromosom ト稱シテキルカラ、本種ノ此ノ Heteropyknose ヲナス染色體モ亦此ノ意味ニ於イテ Heterochromosom デアル。

カ、ル異常凝縮ノ現象ハ雌雄異株ノ蘚苔類ニ於イテハ屢々認メラレ、其等ノ有スル性染色體ノ示ス特異ナ現象デア

Fig. 1-6. *Anthoceros laevis*. 葉狀體ニ於ケル染色體 (Chromosomen aus dem Thallus). 1-3. 中期核板、各々 1 個ヅツ Heterochromosom ガ存在ス (drei Kernplatten, bei jeder je ein Heterochromosom vorhanden). 4-6. Heterochromosom ノ異常凝縮 (Heteropyknose der Heterochromosomen); 4. 中間期 (Interphase), 5. 前期 (Prophase), 6. 後期 (Anaphase). $\times 3600$.

Fig. 7-9. *Anthoceros laevis*. 造胞體ニ於ケル染色體 (Chromosomen aus dem sporophyten). 7. 中間期 (Interphase), 8. 前期 (Prophase), 9. 中期核板、2 個ノ Heterochromosomen ガ見エル (Metaphase, zwei Heterochromosomen sichtbar) $\times 3600$.

ルガ、本種ハ雌雄同株デアルニモカ、ワラズ其ノ 1 染色體ハ性染色體ト同様ナ現象ヲ示ス。而シテ HEITZ 氏 (1928 a, b) ハ先ニ *Pellia epiphylla* ナル雌雄同株ノ 1 苔類ニ於イテ本種ト同様ナ現象ヲ認メ、此ノ *P. epiphylla* ノ異常凝縮ヲナス特異ナ 1 染色體ハ此レト近縁ナ雌雄異株ノ *P. Neesiana* ノ有スル性染色體 X ト形ニ於イテ

相似テキルカラ、此レト相同 Homolog デアルトシタ。本種ニ於イテハ此レト近縁ナ雌雄異株ノ種類ニ於イテ觀察ヲ行ヒ得ナカツタコトハ残念デアルガ、モシ本種ト近縁ナ雌雄異株ノ種類ニ於イテ性染色體ガ認メラレルトスレバ、其ノ性染色體トシテ分化シタモノハ恐ラク先ノ *Pellia* 屬ノ場合ト同様、本種ノ Heterochromosom ト相同ナモノデ、此レト起源ヲ同ジクスルモノデアラウ。

此ノ Heterochromosom 以外ノ 5 個ノ染色體ハ何レモ異常凝縮ノ現象ヲ示サナ

Fig. 10-20. *Anthoceros laevis*, 減数分裂及ビ胞子形成 (Meiosis und Sporenbildung). 10. 1 個ノ葉緑體ト 1 個ノ核ヲ持ツタ胞子母細胞、核中ニハ薄ク染メラレタ 2 個ノ Heterochromosomen ガアル (Sporenmutterzelle mit einer Plastide und einen Kern. Im Kern sind zwei Heterochromosomen schwach bemerkbar). 11-12. 異型分裂前期ノ早期、葉緑體ノ第 1 回分裂 (frühe Prophase der heterotypischen Teilung. Die erste Teilung der Plastide). 13. Synapsis, 2 ツノ Heterochromosomen ハ Geminus ヲ作ル (Synapsis. Zwei Heterochromosomen liegen zum Geminus zusammen). 14-15. 前期ノ終リ、葉緑體ノ第 2 回分裂 (späte Prophase, die Plastiden in zweiter Teilung). 16. 中期側面觀 (Seitenansicht der Metaphase). 17. 後期 (Anaphase). 18. Interkinese. 19. 同型分裂 (homoötypische Teilung). 20. 四分子、何レモ 1 個ヅツ Heterochromosom ヲ有ス (Tetraden, bei jeder je ein Heterochromosom vorhanden). $\times 900$.

イ。其等 5 個ノ染色體ノ大キサ及ビ形ヲ比較スルニ、第 25 圖 a ニ示ス如ク、其ノ中 1 個ハ V 字形デアルガ、其ノ形ハ稍ミ小サイ。其他ノ 4 個ハ何レモ J 字形デ兩腕ノ長サガ異リ、其ノ中 2 個ハ特ニ小形デアル。

造胞世代ニ於イテハ、12 個ノ染色體ガ算定サレ、其ノ中ノ 2 個ハ著シク大キク、形モ V 字形デアル。即チ此ノ 2 個ハ其ノ形及ビ大キサカラシテ、配偶世代ニ於イテ認メラレタ異常凝縮ヲナス特異ナ染色體即チ Heterochromosom デアル。從ツテ其ノ中間期（第 7 圖）及ビ前期（第 8 圖）ノ核ヲ見ルト、此ノ 2 個ノ Heterochromosomen ガ各々異常凝縮ヲナシテキル。而シテ其ノ 2 個ノ形及ビ大キサハ全ク相等シイ。

胞子形成並ビニ減數分裂ハ蒴中ニ於イテ行ハレル。本種ノ蒴ノ生ズル時期ハ個體ニヨリ、又生育場所ニヨツテ著シク遲速ガアルノデ、比較的長期ニ渡リ、3 月頃ヨリ 7 月頃マデ及ンデキル。從ツテ其ノ蒴中ニ於ケル胞子形成及ビ其レニ共フ減數分裂ノ觀察ハ其ノ間數ヶ月行フコトガ出來ル。尙ホ、1 個ノ蒴ニ就イテ見ルニ、蒴ハ長イ角狀ヲシテキルガ、其ノ先端部即チ早期ニ發育シタ部分ニ於イテハ既ニ減數分裂ヲ終ツテキル場合デモ、其ノ基部ニハ尙ホ新タニ胞子母細胞ガ作ラレツツアル。從ツテ 1 個ノ蒴ニ於イテ基部ヨリ先端部マデ順次觀察スレバ同一ノ蒴中ニ於イテ胞子形成及ビ減數分裂ノ各期ヲ通ジテ觀察スルコトガ出來ル。

胞子形成及ビ減數分裂ノ様子ハ第 10-20 圖ニヨツテ明カデアル。第 10 圖ハ胞子母細胞デアル。つのごけ科植物ノ胞子母細胞ハ *Jungermanniales* ノ一般ノ場合トハ異ツテ減數分裂ニ先立ツテ細胞質ガ 4 分スルコトナク、其ノ形ハ球形デアル。

胞子母細胞ノ核中ニハ 1 個ノ仁ニ共ツテ 2 個ノ異常凝縮ヲナス染色體ノ塊ガアル（第 10 圖）。此レハ葉狀體ニ於イテ觀察サレタ Heterochromosomen デアル。此ノ 2 個ノ染色體ノ塊ハ各々相離レテ居テ、其ノ大キサハ相等シイ。此ノ Heterochromosomen ノ減數分裂ニ於ケル行動ニ就イテ觀察スルニ、異型核分裂ノ前期核動現象ガ進行スルト共ニ、次第ニ染色態力ヲ増加シ、其ノ形モ明カトナル（第 10-12 圖）。第 13 圖ハ Synapsis ノ時期デアルガ、染色體ハ核ノ一方ニ偏在シテ集ツテキテ、其ノ集中點ノ中心ニハ 2 個ノ異常凝縮ヲナス Heterochromosomen ガアル。而シテ此ノ 2 個ハ互ニ接着シテキル。此レハ Synapsis ノ以後、前期ノ各期ヲ通ジテ常ニ相接着シテ Geminus ヲ作ツテキテ、異常凝縮ヲシテキルノデ明カニ他ト區別スルコトガ出來ル（第 14, 15 圖）。第 16 圖ハ異型核分裂ノ中期側面觀デ 6 個ノ Gemini ガ認メラレル。其ノ中黒ク示シタモノハ其ノ形ガ著シク大キク、2 個ノ Heterochromosomen ノ作ツタ Geminus デアル。此ノ Geminus ヲ形成シテキル 2 個ノ Heterochromosomen ハ後期（第 17 圖）ニナルト互ニ離レテ兩極ニ行ク。從ツテ其ノ兩娘核中ニハ各々 1 個ヅツノ Heterochromosom ガアツテ、異常凝縮ヲシテキル（第 18 圖）。此ノ兩娘核ハ次デ同型分裂（第 19 圖）ヲナシ、4 分子ヲ形成スル。其ノ 4 分子ハ各々 1 個ヅツノ胞子ヲ形成スルガ其ノ各胞子核ハ何レモ 1 個ヅツノ Heterochromosom ヲ有シテキル（第 20 圖）。

尙ホ、つのごけ屬ノ植物ハ配偶世代即チ葉狀體並ビニ造胞世代ヲ通ジテ各々 1 細

Fig. 21-22. *Anthoceros Miyabeanus*, 葉狀體ニ於ケル染色體 (Chromosomen aus dem Thallus). 21. 中期核板, 1 個ノ Heterochromosom ガ存在ス (metaphasische Kernplatte, ein Heterochromosom vorhanden). 22. 中間期ノ核, 異常凝縮ヲナス Heterochromosom ガ見エル (Interphasekern, ein heteropyknotisches Heterochromosom sichtbar).

Fig. 23-24. *Megaceros tosanus*, 葉狀體ニ於ケル染色體 (Chromosomen aus dem Thallus). 23. 核板, 1 個ノ Heterochromosom ガ認メラレル (Kernplatte, ein Heterochromosom bemerkbar). 24. 中間期ノ核, 異常凝縮ヲナス Heterochromosom ガ存在ス (Interphasekern mit einem heteropyknotischen Heterochromosom). $\times 3600$.

胞ハ1個ヅツノ葉緑體ヲ有スルコトガ特徴デアアル (LORBEER 1924)。從ツテ胞子母細胞 (第10圖) モ亦1個ノ葉緑體ヲ持ツテキル。此ノ葉緑體ハ胞子形成ニ際シテ相次グ2度ノ分裂ニヨツテ4個トナル (第11圖, 第14圖)。此ノ分裂ハ減數分裂ニ先立ツモノデアツテ異型核分裂ノ前期ト並行シテ行ハレル。其ノ4個ノ葉緑體ハ各々1個ヅツ1個ノ胞子ニ入ツテ行ク (第20圖)。此ノコトハ STRASBURGER 氏 (1880) 及ビ LORBEER 氏 (1924) ノ報告ト略ニ一致スルコトデアアル。

(2) *Anthoceros Miyabeanus* STEPH.

前種 *Anthoceros laevis* ト同ジク雌雄同株デアアル。其ノ染色體數モ亦此レト同ジク6個デ (第21圖), 形及ビ大キサノ關係モ全ク此レト一致スル (第25圖b)。此ノ中1個ノ染色體ハ前種ト同様 Heterochromosom デアツテ, 中間期ノ核中ニ於イテ異常凝縮ヲナシテ殘存スル (第22圖)。

Fig. 25. つのぐけ科植物3種ノ葉狀體ニ於ケル—核板ヅツノ染色體 (Chromosomen-garnituren aus dem Thallus von drei Anthocerotaceen). a. *Anthoceros laevis*, b. *Anthoceros Miyabeanus*, c. *Megaceros tosanus*. $\times 3600$.

Fig. 26. つのぐけ科植物ノ染色體ノ形及ビ異常凝縮ヲ示シタ模式圖 (Schema der Chromosomengestalt und Heteropyknose von Anthocerotaceen).

(3) *Megaceros tosanus* STEPH.

Megaceros 屬ハ *Anthoceros* 屬ト同ジク Anthocerotaceae = 屬スルモノデアルガ、此ノ屬中ノ1種ナル本種ハ既記ノ如ク雌雄同株デアル。斯様ニ前記 *Anthoceros* 屬下ノ二種ト本種トハ屬フ異ニスルガ、併シ染色體數ハ同ジク $\phi=6$ デアル(第23圖)。然カモ其ノ中1個ハ Heterochromosom デアル(第24圖)。尙ホ此ノ Heterochromosom 並ビニ他ノ Chromosomen 即チ Autosomen ノ形及ビ大キサハ前記 *Anthoceros* 屬下ノ2種ノ場合ト殆ンド同様デアル(第25圖)。

上記つのごけ科 (Anthocerotaceae) 中ノ2屬3種ノ染色體ヲ見ルニ3種共ニ其ノ形及ビ大キサノ關係並ビニ其ノ染色體數ハ全く同様デアル。其ノ中ノ1個ハ異常凝縮ヲナス Heterochromosom デアル。從ツテ今 Heterochromosom ヲ H デ示セバ、其ノ3種ノ染色體式ハ何レモ $\phi=5+H$, $2\phi=10+2H$ デアル。

尙ホ *A. laevis* ニ於イテハ其ノ染色體數ヲ從來多クノ研究者ハ4個ト算定シタガ、上記ノ如ク明カニ6個ナルコトガワカッタ。ヨツテ予ノ觀察シタ結果カラ推スト HEITZ 氏ハ *A. dicotomus* ガ5個乃至6個ノ染色體ヲ有スルト云ツタガ、恐ラク6個ノ方ガ正シイノデアラウ。

尙ホ *Anthoceros Husnoti* 及ビ *A. punctatus* デハ $\phi=4$ ト算定サレテキルガ、共ニ6個ヲ有スルモノデハアルマイカ。

摘 要

1) 予ハつのごけ科ノ苔類2屬3種即チ *Anthoceros laevis*, *Anthoceros Miyabeanus* 及ビ *Megaceros tosanus* ニ於テ染色體數ヲ算定シ、何レニ於イテモ $\phi=6$ ノ染色體數ヲ觀察シタ。其ノ中 *A. laevis* ニ於イテハ從來 $\phi=4$ 個又ハ $\phi=8$ 個ト算定サレテキタモノヲ6個ト定メタモノデアル。

2) 上記3種ハ何レモ雌雄同株デアルガ、配偶子染色體中ノ1個ハ異常凝縮 Heteropyknose ノ現象ヲ示シ、所謂 Heterochromosom デアル。從ツテ此ノ Heterochromosom ヲ H デ示セバ上記ノ3種ノ染色體式ハ次ノ如クニナル。

	配偶世代	造胞世代
<i>Anthoceros laevis</i>	$6=5+H$	$12=10+2H$
<i>Anthoceros Miyabeanus</i>	$6=5+H$	$12=10+2H$
<i>Megaceros tosanus</i>	$6=5+H$	$12=10+2H$

終リニ臨ミ、本研究ノ指導ヲ賜ツタ下斗米先生、並ビニ分類學上ノ援助ヲナシ下サツタ堀川先生ニ感謝シマス。

於廣島文理科大學植物學教室

引 用 文 獻

- BAGCHEE, K. B., (1924); The spermatogenesis of *Anthoceros laevis*, L. Ann. of Bot. 38.
 DAVIS, B. M., (1899); The spore mother-cell of *Anthoceros*. Bot. Gaz. 28.

- HEITZ, E., (1927); Ueber multiple und aberrante Chromosomenzahlen. Abh. d. Natw. Vereins Hambrug. **21**.
- (1928 a); Der bilaterale Bau der Geschlechtschromosomen und Autosomen bei *Pellia Fabbriana*, *P. epiphylla* und einigen anderen Jungermanniaceen. *Planta* **5**.
- (1928 b); Das Heterochromatin der Moose. I. Jahrb. f. wiss. Bot. **69**.
- LORBEER, G., (1924); Der Chromatophor, die Chromosomenzahl und die Dehizenslinie des Sporogons von *Anthoceros laevis* L. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **42**.
- MONTGOMERY, T. H., (1904); Some observation and consideration upon the maturation phenomena of the germ cells. *Biol. Bull.* **6**.
- SHIMOTOMAI, N. u. KOYAMA, Y., (1932); Geschlechtschromosomen bei *Pogonatum inflexum* LINDB. und Chromosomenzahlen bei einigen anderen Laubmoosen. *Journal of Sci. of Hiroshima Univ.* **1**.
- STRASBURGER, E., (1880); Zellbildung und Zellteilung. III. Aufl. Jena.
- TATUNO, S., (1933 a); Geschlechtschromosomen bei einigen Lebermoosen I. *Journal of Sci. of Hiroshima Univ.* **1**.
- 辰野誠次 (1933 b); 苔類數種ノ性染色體, 第二報, 植物學雜誌, 第四十七卷, 第五百五十八號。
- (1933 c); 苔類數種ノ性染色體, 第三報, 植物學雜誌, 第四十七卷, 第五百六十二號。
- TISCHLER, G., (1927); Pflanzliche Chromosomenzahlen. *Tabulae Biologicae* **4**.
- (1931); Pflanzliche Chromosomenzahlen. Nachtrag Nr. 1. *Tabulae Biologicae* **7**.

Résumé

1. In der vorliegenden karyologischen Arbeit wurden 3 Arten unter Anthocerotaceae, nämlich *Anthoceros laevis*, *A. Miyabeanus* und *Megaceros tosanus*, untersucht. Die gametischen Chromosomenzahlen bei allen diesen Arten betragen 6.

2. Obwohl jede dieser 3 Arten monözisch ist, hat sie jedoch je ein spezielles Chromosom, das die Erscheinung von Heteropyknose hervorbringt. Also muss man diese Chromosom das Heterochromosom nennen. Wird das Heterochromosom mit H bezeichnet, so sind die Chromosomenformeln der von mir untersuchten 3 Arten die folgenden:

	Gametophyt	Sporophyt
<i>Anthoceros laevis</i>	$6=5+H$	$12=10+2H$
<i>Anthoceros Miyabeanus</i>	$6=5+H$	$12=10+2H$
<i>Megaceros tosanus</i>	$6=5+H$	$12=10+2H$