染色体ノ二次的螺旋構造ニ就テ

桑 田 義 備

YOSHINARI KUWADA: The Double Coiled Spiral Structure of Chromosomes.

(with Plate VIII)

藤井先生（大正十五年）ハむらさきつゆくさノ花粉母細胞ノ研究デ、主トシテ次ノ所見カラ異型核分裂ノ染色体ハ二次的螺旋構造ヲ有ツモノデアルコトヲ看取サレタ。即チ 1) 異型核分裂ノ螺旋體ハ相當太イモノデ、細線狀ノモノデナイコト、2) 中間期ノ染色体ハ異型核分裂ノ夫ヨリモ餘程細ク、又母細胞ノ休眠核カラ前期ニ移ル核絲ヲ見ルト極細イ螺旋體が錯綜シテキルコト、3) 異型核分裂ノ螺旋體ノ回旋部ニ更ニ細イ螺旋（第一次）が細イ染色体ノ様ニナツテ見ヘル場合ガアルコト。

又石井氏（昭和六年）ハ同じむらさきつゆくさノ花粉母細胞デ此構造ヲ觀察シタコトヲ美麗ナ圖ヲ示シテ簡單ニ報告シテキル。

扱テむらさきつゆくさノ花粉母細胞異型核分裂デハ通常、分裂ノ後期デ最モ明瞭ニ染色体ノ縦分離ガ見ヘル。筆者ハ此縦分離ト二次的螺旋構造トノ間ノ關係ヲ明ニシタイト考ヘ先ヅ二次的螺旋構造ヲ觀察スルコトニ勉メタガ好結果ヲ得ルコトガ出来ナカッタ。今夏他ノ目的デむらさきつゆくさノ花粉母細胞ヲ種々ニ處理シテ鏡見シテ居ツタ際ニ圖モ二次的螺旋構造ヲ明瞭ニ觀察スルコトガ出来タ。此觀察ハ中村威氏ト共同デ行ハレタモノデ其詳細ハ同氏ト共名デ他ノ機會ニ發表シタイト考ヘテキルガ、今本誌ノ餘白ヲカリ其大體ヲ述ベテ筆者從來ノ簡單ナ一次的構造トシテノ謬見ニ基イタ諸點ヲ正シタイト思フ。

筆者等ノ得タ結果ハ藤井先生ノ知見並ニ高見ト全ク一致シタモノト考ヘテキル。觀察ノ方法ハ少量ノ蔗糖液（3%）デ濕シタ蓋硝子ニ花粉母細胞ヲ花粉嚢カラ押出シタ後直ニ數秒間アンモニア瓦斯ニ曝ラシタ上、アセトカーミンデ染色觀察シタノデアル。此處理ノ結果染色体ノ基物質ハアンモニアノ影響デ著シク膨脹スルガ螺旋絲ソノモノハアセトカーミンヲ加ヘタトキ上ノ處理ヲシナイ場合ト大差ガナイ。然シ基物質ノ膨脹ニツレテ螺旋ノ各回旋ノ間隔ガ廣ク、ソノタメ構造が一層明瞭ニ可現的ニナル。

第一圖ハ異型核分裂中期ノ染色体デ、螺旋體ハ所々可ナリ破壊サレテキルガ右上ノ染色体ハ可ナリ明瞭ニ二次的構造ヲ示シテキル。分裂ガ末期ニ進ミ娘核ガ新生サレタトキ、最初ノ程ハ尙ホ第二次回旋ヲ見ルコトガ出来ルガ漸時不明瞭トナリ、中

間期デハ第一次回旋ノミガ明瞭デ、中間期ノ進ムニ及ンデ可ナリ不規則トナリ、捻レガ或ル程度迄戻ル様ニ見ヘル。此點ハアンモニアニ曝サナイアセトカーミン染色ノ場合デモ同様デアル(第八圖)。

中間期カラ同型核分裂ノ前期ニ進ムトキ第一次回旋ハ再び規則正シクナリ、ソノ狀態デ中期後期ト進ンデ行ク(第六・七圖)。今此等ノ螺旋ト異型核分裂中期染色體ノ第一次螺旋トヲ比較シテ見ルト回旋狀態ガ同様ニ見ヘ同ジモノデアルト云フ強イ印象ヲ受ケル(第一・六・七圖)。又筆者ガ嘗テ見タそらまめノ根端細胞ノ染色體ノ螺旋構造(KUWADA, 1926)モ同様ナモノデアツテ、一般ニ常型核分裂デハ第二次回旋ハ起ラナイモノト想像サレル。即チ通常異型核分裂中期ノ染色體ニ見ル特種ノ形狀ハ藤井先生ノ指適サレタ「第二次回旋ノタメ」デアツテ筆者ガ其主因ヲ此等ノ染色體ノ複性螺旋構造ニ求メヤウトシタノハ(KUWADA, 1927; 桑田, 昭和六年)申スマデモナク誤デアツタ。新家浪雄氏ノ目下研究中ノあぎなしハ此點ヲ實證シテキルモノト見ルコトガ出來ヤウ。即チ本植物デハ異型、同型兩分裂ノ間ニ四分子染色體ノ形狀ニ著シイ差異ヲ見ナイガ、此事實ト並行シテ染色體ノ二次的螺旋構造ガ同型核分裂ニモ見ラレル。

他ノ植物デ異型核分裂デハ染色體ガ二次的螺旋構造ヲ有ツテキルダロウト云フコトガ新家氏ノおにゆりノ寫眞(SHINKE, 1930, Fig. 1.)カラ想像サレル。又同氏ノたうぎばうシノ異型核分裂末期ノ初期デ見タ「染色體橋」ノ寫眞デ、引伸バサレタ細イ螺旋絲ニ一ツノ結節ガ見ヘル(SHINKE, 1930, Fig. 7)。此結節ハ恐ラク第二次回旋部ノ引伸バサレナカツタ部分デ、細イ螺旋絲ハ第一次螺旋體デアラウ。上ノ結節ガ兩配偶染色體共ニ、然カモ同ジ位置ニ一ツ宛アルコトハ染色體ノ狹窄ヲ螺旋體ノ生成ト關聯シタ染色體内ノ何等カノ部分的差異ニ歸セントスル説明カラ見テ(藤井、大正十五年; KUWADA, 1926 参照)興味アル事實デアラウ。即チ上ノ説明ニ於テ結節ト狹窄トハ二ツノ相反スル現象ニ基イテキルコトニナル。

第一次螺旋ガ細イ、一見連續ノ絲狀體カラ出來テキルト云フコトハ上ノたうぎばうシノ染色體橋カラデモ之ヲ知ルコトガ出來ヤウガ、加藤一男氏ハ顯微解剖器ノ針デ實驗的ニ染色體カラ引出シテ見ル目的デ、むらさきつゆくさノ第一分裂中期染色體ヲ極メテ稀薄ナ醋酸デ固定シタ後操作ヲ行ツタトコロ、丁度第一次螺旋ヲ構成スル絲狀體ト同ジ位ノ太サト思ハレル絲ガ染色體ノ一端カラ引出サレテ來タ。此絲ハ相當ノ長さ迄引出スコトガ出來タガ、果シテ目的トスル絲狀體デアルカ否ヤヲ充分ニ確實ニスルコトガ出來ナカツタ。然シ筆者等ガ異型核分裂ノ終ニ生ジタ娘核ヲアセトカーミンデ染色シタ後蓋硝子ヲ壓シ付ケ、娘核ヲ壓シ潰シテ見タ結果並ニアンモニアデ極度ニ膨脹サセタ異型核分裂後期ノ染色體デ觀察シタ結果ナドニヨルト一見連續シテキル絲狀體デアル。次ニ此絲狀體ヲ同ジむらさきつゆくさノ花粉粒並ニペリプラズモディウムノ核内ニ見ル絲狀體ト比較シテ見タ。

此觀察デハ材量ヲアンモニア瓦斯ニ曝スコトナク、直ニアセトカーミンデ染色シテ觀察シタ。花粉粒内デモ分裂ノ前期ニハ母細胞ノ第二分裂ノ前期又ハ中期後期ナドデ見タノト同ジ太サノ同様ノ回旋狀態ノ螺旋體ヲ見ルコトガ出來ル。若イ核デハ

所々前期＝見ル様＝比較的規則正シイ回旋状態ヲ示シテキルガ、概シテ回旋ガ不規則デ可ナリ然ガ戻ツテキル様＝見ヘルコト母細胞ノ中間期＝見タノト同様デアル(第十圖)。ペリプラズモディウムノ核モ之ト同様デ(第九圖)何レノ場合モ斯様ナ絲狀體デ核内ガ充タサレテキル様＝見ヘル。且ツ此絲狀體ハ中間期デ見ル絲狀體ヤ、核ヲ壓シ潰シテ見タ絲狀體ト、ソノ太サヤ走り具合ニ於テ同様デアル。斯様ナ絲狀體ガ生キテキル細胞ニデモ核内＝見ヘルカ否ヤヲ知ルタメニ TELEZYNSKI (1930)ノ實驗ヲ繰リ返シテ見タ。

同氏ハむらさきつゆくさノ雄蓋ノモデ、觀察ノメディウム＝流動バラフィンヲ使用シテ生キタ状態デ核ノ觀察ヲナシ、美麗ナ寫眞ヲ撮ツテキル。此寫眞ハ筆者等ガアセトカーミン染色デ見タノト同様ト云ツテヨイ核ノ構造ヲ示シテキル。筆者等モ先ヅ同ジ材料デ同氏ノ方法ニヨリ、ブラウン氏運動又ハ原形質運動ノ見ヘテキル細胞デ之ヲ確メルコトヲ得タ(第十二圖)。次＝同一方法デブラウン氏運動ノ見ヘテキル花粉粒デ觀察シタガ絲狀體ノ回旋又ハ撚レ並ニ其ノ走行状態ハアセトカーミン染色デ見タノト同様デアツタ(第十一圖)。

上ノ結果カラシテアセトカーミン染色デ見タ第一次螺旋ヲナシテキル絲狀體ハ生活細胞ニモ細胞内ノ條件ノ如何ニヨリ見ヘ得ル眞ノ實在構造デアルト解釋シタイ。

次ニ記サネバナラスコトハ此觀察ノ目的デアツタ異型核分裂後期ノ染色體ノ縱分離ト二次の螺旋構造トノ關係デアル。此問題ハ此觀察デハ遂ニ充分ニ解決スルコトガ出来ナカツタ。併シ第二次螺旋ヲナシテキル螺旋ハ二本ノ第一次螺旋カラ出来テキナケレバナライコトダケハ明瞭ニスルコトガ出来タト思フ。

回旋部デ直接單複性ヲ決定スルコトハ如何ニモ困難デアツタカラ染色體ノ連結部デ第二次螺旋ノ回旋螺旋ガ引伸バサレテキルトコロヲ觀察スルコトニ勉メタ。此部分ガ二本ノ並走スル絲狀體カラ成立ツテキルコトハ普通ノアセトカーミン染色デモ屢々觀察サレタガ(桑田、昭和六年、第十一圖 e, d)、此絲狀體ガ相當太イモノデアルニモカ、ハラズ之ガ第一次螺旋體デアルコトハ確メ得ラレナカツタ。又稀ニ第一次螺旋體ト思ボンキ螺旋ヲ觀察シ得タコトモアツタガ(同ジク第十一圖 f, h)一本シカ見ヘナカツタ。又此部分ガ網狀構造ニ見ヘルコトモアツテ(同圖 g)此等ノ圖ニ對シ明確ナル判斷ヲ下スコトガ出来ナカツタ。然ルニ今夏前記アンモニア法ニヨリ第二・三圖ニ示サレタ様ニ正シク二本ノ第一次螺旋體カラ出来テキルコトガ判明シタ。即チ前記二本ノ太イ絲狀體ト見ヘタノハ螺旋構造ガ隠クサレテキタノデアリ、一本ノ螺旋體シカ見ヘナカツタノハ他ノ一本ガ已ニ互カラ分離收縮シテ染色體ノ母體ニ着接シ了ツテキタメカ又ハ位置ノ關係デ二本ガ重サナリ合ツテキター本ト誤認シタカデアリ、又網狀構造ト考ヘタ前記 g 圖ノ如キモ第三圖ト比較シテ見ルト二本ノ螺旋體ガ密着並走シテ居ルタメ一見網狀ニ見ヘタモノデアルコトガ判ツタ。此等ノ二本ガ第二次回旋部デ如何ナル位置の相互關係ニアルカラ明ニスルコトハ不成功ニ終ツタガ、二本カラ出来テキナケレバナライコトダケハ少クトモ豫想スルコトガ出来ヤウ。明瞭デハナイガ第三圖デハ上位ノ染色體ハ左右二ツ共ニ各回旋部ガ複性デアル様ニ見ヘ、又甚シク微細構造ガ破壊サレテキルガ第四圖ノ上カラ二番目ノ回

旋部＝見ヘル複性ハ恐ラク二本ノ第一次螺旋體＝ヨル複性ノ様＝見ヘル。又第五圖デハ下カラ第三番目ノ回旋カラ四番目＝移ツル部分デ二本ノ第一次螺旋體ガ著シク五カラ離レテキル様＝見ヘタ。染色體ノ光學縱斷面デ複性ガ確メ得ラレナイカト考ヘテ觀察ヲ試ミタガ、多クノ場合複性ヲ認メルコトガ出来ナカッタ。只二三ノ場合、例ヘバ第五圖ノ染色體デ、圖＝ハ其部分ガ切り捨て、アルガ、染色體ノ上端（圖ノ位置デ）三ツノ廻旋ヲ含ム部分ガ急ニ太クナリ、ソノ部分デハ第一次螺旋體ノ斷面ガ三列＝並ンデ見ヘタ。之ハ恐ラク此部分＝縱分離ガ起ツテキルモノト想像サレルガ、若シソレガ誤ナケレバ、見ヘナカッタ複性ガ縱分離＝ヨリ明ニナツタト云フコト＝ナリ、單性＝見ヘル斷面＝複性ガ隱藏サレテキル様＝考ヘラレルガ、此問題並ニ一見連續性ノ螺旋絲ノ構造等ノ問題ハ今後ノ研究＝殘シテオキタイ。

昭和六年十一月三十日

Literature cited.

- FUJII, K. (1926 大正十五年), Rpt. Japanese Assoc. Adv. Sci. Vol. II. (Japanese).
ISHII, T. (1931 昭和六年), Bot. Mag., Tokyo. Vol. XLV. (Japanese)
KUWADA, Y. (1926), Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. Ser. B. Vol. II.
— (1927), Bot. Mag., Tokyo. Vol. XLI.
— (1931 昭和六年), 岩波講座 生物學 (IWANAMI Publications in the Biological Science. Japanese.)
SHINKE, N. (1930), Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. Ser. B. Vol. V.
TELEŻYŃSKI, H. (1930), Acta Soc. Bot. Poloniae. Vol. VII.

Explanation of Pl. VIII.

All figures are microphotographs from *Tradescantia virginica* taken with LEITZ'S "Makam" camera, ZEISS' apochr. imm. 1.5 mm and LEITZ'S periplan oc. $\times 15$ (Figs. 6-12) or $\times 25$ (Figs. 1-5) being used. Figs. 1-7 are from ammonia-acetocarmine preparations, Figs. 8-10 from ordinary acetocarmine and Figs. 11 and 12 from liquid paraffin preparations.

Figs. 1-5. Chromosomes in I-metaphase.

Fig. 6. A portion of nucleus in late II-prophase.

Fig. 7. II-anaphase.

Fig. 8. Interkinesis.

Fig. 9. Nucleus in periplasmodium.

Figs. 10, 11. Nuclei in pollen grains.

Fig. 12. Nucleus in staminate hair.

phytogeographical relation between the flora of Yakusima and those of the neighbouring districts, and in doing so, he has examined all the genera of the Angiosperms which are indigenous to the island. First he has taken one family after another into consideration and then compared the distribution of the genera of the island with that of the same genera in the other southern and northern floral districts. And finally he has come into conclusion that there are three different groups of families, each of which shows a different type in its distribution. They are as follows:

I. The Compositae, Rubiaceae, Gesneriaceae, Gentianaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae, Leguminosae, and the Amaranaceae bear much more relation to those of the southern districts than to those of the northern ones.

II. The Caprifoliaceae, Scrophulariaceae, Ericaceae, Clethraceae, Cornaceae, Umbelliferae, Camelliaceae, Rosaceae, Podostemonaceae, Caryophyllaceae, Liliaceae, and the Gramineae have much more relation to those of the northern districts than to those of the other districts.

III. All the remaining families do not show any affinity either to those of the southern districts or to those of the northern districts.

Y. KISHINAMI: Über die alpinen Pflanzen der Tôrohökette im Nordkorea.

Im Sommer 1931 machte ich eine Studienreise ins Gebiet von Tôrohökette in Nordkorea, und ich erhielt 73 Arten, 19 Varietäten und 2 Formen von Alpenpflanzen.

Von ihnen ist *Luzula sudetica* ASCHERSON et GRAEBNER die neue Art aus Japan, *Tofieldia nutans* WILLDENOW var. *rubescens* NAKAI die neue Varietät im Korea.

Fig. 1 *Silene pauciflora* NAKAI. Auf dem Shajitsuhō, ca. 2350 m.

Fig. 2 *Leontopodium leiolepis* NAKAI. Auf demselben, ca. 2400 m.

Fig. 3 *Ligularia Jamesii* KOMAROV. Auf demselben, ca. 2400 m.

Fig. 4 *Luzula sudetica* ASCHERSON et GRAEBNER. Auf dem Byakusan, ca. 2350 m.

Y. KUWADA: The double Coiled Spiral Structure of Chromosomes.

The double-coiled spiral or spiral-within-spiral structure of chromosomes first announced by Prof. FUJII (1926) to be found in chromosomes in the heterotype division of pollen mother cells in *Tradescantia virginica* and recently also reported by ISHII (1931) in his study of chromosomes in the same plant, was confirmed by a new method

in which pollen mother cells extruded from the anther are exposed on a cover glass with a very small drop of a cane sugar solution (3%) to ammonia vapour for a few seconds before being stained with acetocarmine (Fig. 1). While in *Tradescantia virginica* this structure is observable only in chromosomes in the heterotype division, it is also found, according to Mr. SHINKE, in the homotype division in *Sagittaria Aginashi* in which, contrary to the case of *Tradescantia virginica*, there is no remarkable difference in shape between chromatids in the heterotype and those in the homotype division. The same structure is also recognizable from SHINKE's microphotographs in chromosomes in the heterotype division in *Lilium tigrinum* and *Hosta Sieboldiana* (SHINKE, 1930, Figs. 1 and 7).

In *Tradescantia virginica* the portion where one chromosome is linked with another often shows that the spiral of the higher order is double in the metaphase, consisting of two of the spirals of the lower order which may separate from each other to a certain extent in the anaphase (Figs. 2 and 3. Comp. also Figs. 4 and 5).

The genetical importance of this structure in reference to the peculiar shape of the chromosomes in the heterotype division has been pointed out by Prof. FUJII (1926), the double-coiled spiral being taken as the source of this peculiar shape (Comp. Figs. 1-6 with Figs. 6 and 7).

The coiling thread or chromonema was traced to the interphasic state of the nucleus in ordinary acetocarmine preparations (Figs. 8, 9 and 10) as well as in the living state of the cells (Figs. 11 and 12), liquid paraffin being used as medium.

N. SHIMOTOMAI: Über die Entstehung eines neuen konstanten fruchtbaren $4n$ Bastardes bei *Chrysanthemum*.

Chrysanthemum marginatum (Syn. *Ch. pacificum*) hat 45 haploide Chromosomen, dagegen *Ch. morifolium* (Syn. *Ch. japonense*) nur 27. Der F_1 -Bastard zwischen diesen zwei Arten hat 72 diploide Chromosomen. Bei der heterotypischen Teilung des Bastardes geschieht die autosyndetische Geminibildung, wodurch die meiotischen Teilungen ganz regelmässig gehen können.

Selbstbefruchtet weist unser F_1 -Bastard eine hohe Fruchtbarkeit auf, was die Entstehung zahlreicher F_2 -Pflanzen zur Folge hat.

Die F_2 -Individuen haben einheitlich 72 diploide Chromosomen (Fig. 1), eine ganz dieselbe Chromosomenzahl wie die bei der F_1 -Pflanze.

KUWADA & NAKAMURA photo.

KUWADA—Structure of Chromosome