



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	中期染色體の基質と染色糸との関係 (エンレイサウ屬染色體研究, 第21報)
Author(s)	松浦, 一; MATSUBARA, H; 倉林, 正尚 他
Citation	Journal of the Faculty of Science, Hokkaido Imperial University. Ser. 5, Botany, 6(1), 57-60
Issue Date	1946
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/26284
Type	departmental bulletin paper
File Information	6(1)_P57-60.pdf



中期染色體の基質と染色糸との關係 (エンレイサウ屬染色體研究, 第21報)

松浦 一・倉林正尚

Matsuura, H. and M. Kurabayashi. Chromosome Studies on *Trillium kamschaticum* Pall. and Its Allies. XXI. On the relation between the matrix and the chromonema in metaphase chromosomes.

Résumé

Two opposing kinds of colloidal changes, peptisation and peptisation, are known to be influenced by ions and their degree to follow after the Hofmeister's series. In order to test these matters with chromosomes, several dilute solutions of various salts—KCNS, NaCNS, NH_4CNS , KI, KNO_3 , NaNO_3 , KCl, NaCl, LiCl, NH_4Cl , CH_3COOK , CH_3COONa and $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ —were applied, as pretreatment, to PMCs of *Trillium kamschaticum*, and observations were made on the degree of swelling of the matrix and chromonemata of first meiotic metaphase chromosomes in usual aceto-carmin preparations (see figures of Plate 8). From the results obtained, it was inferred that (i) the major matrix is positively charged, (ii) the minor matrix is also, though less intensely, positively charged, and (iii) on the contrary chromonemata are negatively charged. This last finding was further ascertained by experiments with solutions of calcium nitrate and calcium chloride, which indicated an strong action of peptisation by calcium ions on chromonemata. Mixtures of these solutions are expected to give rise to each characteristic feature, and some experiments were made with the following mixed solutions, (i) $\text{KCNS} + \text{CaCl}_2$, (ii) $\text{NaCNS} + \text{CaCl}_2$, (iii) $\text{KCNS} + \text{CaCl}_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3$, and (iv) $\text{NaCNS} + \text{CaCl}_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3$. In the former two mixtures, the matrix is peptised by rhodanide ions, and chromonemata are contracted by calcium ions, thus resulting in the unravelling of major coils. In the latter two mixtures, the addition of ammonium ions causes some rapid alkalisation of chromonemata which as the consequence of strong electric dissociation increases their elasticity, and therefore results in more intense unravelling of spiral.

From these experiments, it was concluded that the unravelling of spiral is caused by (i) increase in elasticity of chromonemata, (ii) the nulification of cohesion between the matrix and chromonemata, and (iii) decrease in viscosity of the matrix due to its swelling. These factors operate together and chromonemata expand automatically, following the rotation of their free ends, a view against the previous statement by Kuwada et al ('38). It will be also mentioned that the existence of the minor

matrix is no longer disputable, for it is quite clear in chromosomes where major coils were completely unravelled (see Fig. 7 of No. 22 of this series).

中期の染色體は基質と、その中に螺旋に巻いてゐる染色糸とからなつてゐる。膠質學的にみれば、親水性の巨大分子からなる染色糸は、他の原形質と何等かの形に於て結合し、そこに基質なるものが形成されるものと考へられる。この染色糸の螺旋構造の固定像を得るために種々の固定前處理法が考察されてゐるが、その機構についての充分の理解が不足してゐる。吾々はこの機構を、染色體ミセル内の異極性結合の上から見て、次のやうに説明したい。

中期の基質と染色糸との結合は緊密なものであつて、固定により両者は入り亂れて凝固して了ふ。フォイルゲン法で染色してみると、前處理によつて螺旋構造を現出せしめた染色點の基質は全く染らない。前處理なしに固定されたものでは略一様に染り螺旋糸の存在は不明となる。このことは前處理中に核酸が基質より逸散したとは考へられぬことであつて、前處理により核酸を含まぬ基質と、それを含む染色糸との化學的結合が弱まり、獨立せる構造物として固定されたと解釋すべきである。然らば如何にして此の事が行はれたかを考へてみよう。細胞内の炭酸ガスの分壓は、空中のそれより高いことが知られてゐる。葯から押し出された細胞からは、従つて炭酸ガスが逸散する。又葯液は緩衝作用大なるアルカリ性液である(坂村'27)。前處理中には死即ち靜的平衡が細胞の内外に齎されつゝあるが故に、此等の條件によつて細胞内の水素イオン濃度は小となるであらう。染色糸を構成する核蛋白質の酸性基はこれにより強く電離することになる。一方基質は後述の實驗の示す如く、かゝる水素イオン濃度の減少に於ても尙正膠質として解離してゐるのであるが、染色糸との異極性結合は弱められることになる。斯く、染色糸に過剰の負荷電を生じ、基質の正荷電は減少して行くのであるから、新たな平衡に達しようとする變化が、染色糸の負の電離基の支配下にあつて起らねばならない。即ち原形質の自由水、可動陽イオンは染色糸に吸着し、かくして形成された“外套”は、染色糸に基質との結合を益々疎遠にし、同時に基質は正膠質として水和を受けることになる。種々な方法で此の過程を適當に行へば、螺旋構造を現出せしむることが出来るのである。

原形質の可動イオンに就ては殆んど知られてゐないやうであるが、その無機鹽の含有量よりみて、その濃度は極めて小さいと考へられる。従つて外より電解質溶液を加へれば、原形質の水和は専らそれにより影響されると見做してよからう。

膠質の膨潤度はイオンにより異り、次の如き系列が知られてゐる。即ち正膠質の膨潤度は、一價陽イオンにつき、 $Li < Na < K$; 一價陰イオンにつき、 $C_2H_3O_2 < Cl < NO_3 < I < SCN$ であつて、負膠質にあつては此の順序は逆となる。この事を染色體につき驗す可く次の藥品が用意された。 $KSCN$, $NaSCN$, NH_4SCN , KI , KNO_3 , $NaNO_3$, NH_4NO_3 , KCl , $NaCl$, $LiCl$, NH_4Cl , $C_2H_3O_2K$, $C_2H_3O_2Na$, $C_2H_3O_2NH_4$ 。材料はオホバナノエンレイサウの花粉末細胞(比較材料がタケシマユリ、ムラサキツユクサでなされた)が使用された。方法は水前處理法(松浦'38)と同じで、たゞ水の代りに適當

の濃度 (0.28-0.36モル) の之等鹽液が用ひられ、固定染色は醋酸カーミン法に據つた。

各溶液により螺旋構造を現出せしめられた染色體の膨潤度の比較から (詳しい記載は省略する、第1—10圖を見よ) 次の結論が得られた。

- 1) 大螺旋基質は正に荷電してゐる。
- 2) 小螺旋基質¹⁾は前者程顯著ならざるも、矢張り正に荷電してゐる。
- 3) 染色糸は負に荷電してゐる。

染色糸と小螺旋基質とを明瞭にすることは普通の顯微鏡では困難である。兩者を一緒にした大螺旋糸の膨潤度は略 $C_2H_3O_2 < \dots < SCN$ の順序であるが、染色糸の輪廓は Ca に於て最も鮮明であり、Na, Li と順次ぼやけてくる。従つて染色糸そのものは負に荷電されてゐる思はれるのであるが、この事は次の解熱の實驗で明かに示すことが出来た。

Ca イオンは負膠質に對し、一價の陽イオンに比し遙かに大なる縮化作用をなす。CaCl₂, Ca(NO₃)₂ の溶液 (0.16-0.20モル) は甚だ細い鮮明な輪廓を有する大螺旋糸を現出せしめる。KSCN+CaCl₂ なる混液は大螺旋糸を解熱せしめる。之はロダニオンにより基質は膨潤し、Ca イオンにより染色糸が縮化した結果である。

アンモニアは細胞内をアルカリ性にする作用が速かである。爲に染色糸の負荷電は大となり、螺旋の伸張を來す。KSCN+CaCl₂+NH₄NO₃ なる混液は著しい解熱を起させる。これは NH₄ イオンが加つたことにより染色糸の弾力が強められた爲めである。

以上のことから、解熱とは負荷電の増大による弾力の強化、基質との結合の解消、及び基質の膨潤による粘性の減少等によつて、染色糸自らの力で起されるものとみることが出来やう。相關螺旋糸を形づくる2本の染色分體間の反撥力及び染色分體內ミセル相互の反撥力 (松浦 '40) は、かゝる自力による解熱に際しても保たれてゐる可きであつて、この解熱には當然染色分體の廻轉を伴ふ筈である²⁾。

重複螺旋を形づくる染色體では、基質も同じく二重構造をもつ可きことが、染色體の行動上から推論されてゐる (桑田 '39, 松浦 '40)。此の二重性は實驗中數々示されたが、特に大螺旋の完全な解熱に際し明白に現れてゐる (第22報第7圖)。即ち中期の螺旋の平行化 (松浦 '40) 以後に於て、互ひに反撥してゐる2本の染色分體を對合させてゐるものは、基質の凝集力の他にはない。大螺旋の解熱は大螺旋基質の束縛力の解消を意味する。にも係はず染色分體が對合せる状態を保持してゐることは、小螺旋基質の存在を示すものである。

以上の實驗並びに考察は、基質と染色糸との異極性結合を一部明かにしたもので、

¹⁾ 大螺旋基質及び小螺旋基質の存在については桑田と中村 ('39) を見よ。この命名, major matrix 及び minor matrix は松浦 ('40) による。

²⁾ 桑田, 新家及び大浦 ('38) は化學劑による解熱には染色糸の廻轉を伴はず、機械力による解熱に廻轉を伴ふと考へたが、事應はまさに逆である。固定後に壓を加へることによる機械的解熱の像には廻轉の實證はない (松浦 '40)。染色糸は固定による強い脱電によつてその弾性を失ひ従つて自力による運動性をもたず、又外壓による他動的廻轉も凝固せる粘性高き原形質にとりかまされた狭い空間によつて制限されて殆んど不可能である。

此の結合は水素イオン濃度によつて支配されるものである。兩者間には此以外の結合も重要な役割りを演じてゐるに相違なく、それ等に關しては今後の研究に待たねばならぬ。

斯く、基質と染色糸とは密接な關係にあり、兩者は互ひに力を及ぼし合つて、染色體をして螺旋構造を採らしめてゐるのであつて、乗り換へ現象も兩者の相互作用によつて起るのである（松浦 '41）。従つて之等の間の結合状態を明かにすることは、細胞遺傳學の重要な課題であると信ずる。

謝意表明 本研究は學術振興會第4特別委員會の援助による。同會に深甚の謝意を表する。

引 用 文 献

Kuwada, Y. 1939. *Cytologia* 10: 217-244— Kuwada, Y. and T. Nakamura. 1934. *Cytologia* 5: 244-247— Kuwada, Y., N. Shinke, and G. Oura. 1938. *Zts. Wiss. Mikr.* 55: 8-16— Matsuura, H. 1938. 第11報. *Cytologia* 9: 243-248; 1940. 第12報. *Cytologia* 10: 390-405; 1941. 第15報. *Cytologia* 11: 407-428— Sakamura, T. 1927. *Protoplasma* 1: 537-565.

圖 版 8 說 明

第1—10圖 オホバナノエンレイサウの花粉母細胞第1中期染色體に對する次の濃度の藥品の前處理の影響を示す。前處理の時間はすべて50秒であり、その後の處理は通常の醋酸カーミン法による。各寫眞は標本の“平均像”即ち最も多く出現する型を示す。倍率×1000.

- | | | |
|--|--|--|
| 1. NaNO_3 , 0.353 mol. | 2. NaCl , 0.339 mol. | 3. KCNS , 0.376 mol. |
| 4. KNO_3 , 0.365 mol. | 5. KCl , 0.333 mol. | 6. CH_3COOK , 0.376 mol. |
| 7. NH_4NO_3 , 0.368 mol. | 8. NH_4Cl , 0.350 mol. | 9. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 0.086 mol. |
| 10. CaCl_2 , 0.073 mol. | | |

