

コルヒチン処理で得たキュウリの倍数体について II

毛茸, 根端細胞, 花粉, 及び根
端細胞ミトコンドリアの形態

武 田 豊 蔵

On the Tetraploid Plant of Cucumber (*cucumis sativus*, L.)
induced by the Colchicine Treatment II
Morphological Studies of Hairs, Root Tip Cells,
Pollens, and Mitochondria in Root Tip Cells
TOYOZŌ TAKEDA

前報で筆者は、実験により作出された地這キュウリの4倍体は実用に乏しい種々の特性をもつことを報告した⁹⁾。今回はその後代を累年栽培してえらんだ3年目のC-9-3植物について報告する。本植物の外観における草姿、花形、及び種子のしいななどは、基本的には前報に報告した如くである。即ち草型は図版3・4に示す如く、概して地表占有面積少なくずんぐり型であり子葉の展開した形も厚肉で丸味をおびている。花形は不規則な花卉の裂開がなくなり、整った大型の安定した4倍体特有の形となっている。種子の総実は交配でセルフを繰返している間は極めて悪かったが、同系相互の花粉を配する様になったら幾分よくなり形は巾広型である。

C-9-3植物と、もとの2倍体の間で正逆交雑を試みたところC-9-3(4n)×2nは12花の交配で4顆が得られ、2n×C-9-3(4n)では10花交配したが顆が得られなかった。C-9-3(4n)×2nの4顆からは指圧による調査で、1顆当たり2-3粒の充実種子らしいものが得られた。これについては更に実験を重ねてあらためて報告したい。顆形は図版5~8に見られるように、肩張り強く、太型となり肉厚な点は2倍体に比較して極めて特徴的である。特に \bar{m} - \bar{p} など多く出るわけではなかった。図版9~10は根端細胞における染色体を2倍体と比較して示したもので、50枚程のプレパラートにつき調べたところでは、常によく揃った28個の染色体が観察された。

以上の様な材料について育種材料研究の目的で形態的な特性と生理的な特性を知る基礎的な実験として主に細胞の単位での次の様な実験を行った。

材料及方法

上記C-9-3植物は始めに述べた如く、前報の実験で作出されたもので累代栽培してストックしてあるものを用い、対象のそれは処理前代から維持して来た個体である。栽培は露地とビニールハウスで行い、各年とも露菌病と害虫駆除のため硫酸鉛加用石灰ボルドー液及びダイセンを2回ずつ撒布した外は特別の手入れは行わなかった。又ビニールハウスと露地栽培では初期成育でビニールハウスが早かったが最終的には大きな差はなかった。実験に用いた種子はすべて、交配して得た顆からのものを用い他のものは用いなかった。毛茸は葉の表皮で、葉肉組織

9) は引用文献番号を示す。

は固定しパラフィンセクションとした。組織の固定には Bouin 及び Nawashin's 液を用い、染色には Feulgen reaction 及び Heiden hain's iron allum haematoxylin を用いた。ミトコンドリアの固定染色は Murray のコンドリオームバクテリア法を若干変えて用いた。長さの測定は接眼マイクロメーターを用いた。

実 験 結 果

a) 毛茸の大きさ

毛茸は 1~3 個の細胞から成り、基部中部細胞は円柱形、先端細胞は円錐形で原形質流動及び細胞顆粒の生体観察、生体染色に適した細胞である。C-9-3 植物が倍数体の一般的な特徴として植物体が粗剛な外観を呈するのは毛茸に特徴があると思われるので、毛茸の長さで基部細胞の横径を測定した結果を親植物の 2 倍体と比較して第 I 表及び第 II 表に示した。

Table I Comparison of length of hairs on leaf-epidermal-cells between C-9-3 (Tetraploid) and diploid plants

	Length of hairs in ocular micrometer (ldeg=3.08 μ)														Total	Average length
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150		
Diploid	10	31	54	65	43	18	14	4	2						241	45.25 \pm 15.72
C-9-3 (Tetraploid)	13	41	71	75	56	43	27	31	18	11	8	1	2	4	401	55.31 \pm 24.99

Table II Comparison of width of hairs on leaf-epidermal-cells between C-9-3 (Tetraploid) and diploid plants

	Width of hairs in ocular micrometer (ldeg=3.08 μ)							Total	Average width
	1.1~2.0	2.1~3.0	3.1~4.0	4.1~5.0	5.1~6.0	6.1~7.0	7.1~8.0		
Diploid	13	90	92	36	7	1	2	241	3.3 \pm 0.97
C-9-3 (Tetraploid)	15	139	122	68	34	19	4	401	3.6 \pm 1.25

これによると毛茸は長さにおいては 2 倍体と比較して長く変異の巾が大きいのが特徴である。太さにおいても 2 倍体との間に差はみられるが長さ程ではない。

b) 葉肉組織

開花して盛んに結願している時期の蔓の先端から下方に 3 枚目の幼葉の横断組織を図版 11, 12, に示した。図は同一倍率で示されているが C-9-3 の表皮細胞を横断面でみると楕円形で少々大型なことが解る。葉肉の厚さが C-9-3 の方が薄いのは材料の生育の令が異なるためと思われる。

c) 根端細胞の大きさ

定温器中で発芽せしめた材料の根端を固定染色して 7 μ 厚の輪切り連続セクションを作り、

その先端から45~65枚目の間、即ち $315\mu\sim 455\mu$ 間の2枚のセクションについて根冠を除いた表層より3層目の楕円形の細胞について、その長径、短径、及び核の直径を測定した結果を2倍体と比較して第Ⅲ及び第Ⅳ表に示した。

Table III Comparison of vertical diameter of root tip cells between C-9-3 (Tetraploid) and diploid plants

	Vertical diameter of root tip cells in ocular micrometer (ldeg, =1.11 μ)													Total	Average vertical diameter		
Diploid	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	1961	23.27 \pm 4.039
	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44		
	94	104	364	333	343	270	229	187	10	31							
C-9-3 (Tetraploid)	9	41	205	246	225	308	225	338	144	152	92	62	11	9	10	2077	26.94 \pm 5.416

Table IV Comparison of cross diameter of root tip cells between C-9-3 (tetraploid) and diploid plants

	cross diameter of root tip cells in ocular micrometer (ldeg, =1.11 μ)													Total	Average Cross diameter						
Diploid	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1961	15.94 \pm 3.12
	135	301	280	124	93	13	10														
	114	342	322	135	21	11															
C-9-3 (Tetraploid)	164	236	195	204	215	72	31	9	21	71	184	368	123	113	51	11	9	0	2077	16.37 \pm 3.36	

Kostoff (1938)²⁾ は petunia 及びトマトの 2n 及び 4n 間の形態比較の際、根の先端より 250~300 μ と 700~750 μ の皮層細胞で測定したが、筆者はこれとは別に、測定にえらんだ 315~455 μ の範囲は観察の経験によったもので、根端組織の発達の同一程度の部位を選ぶためであった。測定の結果は長径では C-9-3(4n) は幾分大きく変異の巾も大きい、短径でも矢張り C-9-3 の方が幾分大きい。Kostoff (1938) の petunia, トマトに比べると非常に小さい値である。

d) 根端細胞核

上記の c) 場合と同じ細胞について、核の直径を測定したものを2倍体と比較して第Ⅴ表に

Table V Comparison of nucleus diameter in root tip cells between C-9-3 (tetraploid) and diploid plants

	Diameter of nucleus in ocular micrometer (ldeg=1.11 μ)										Total	Average diameter
Diploid	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1961	7.72 \pm 1.002
	11	187	612	768	291	92						
C-9-3 (Tetraploid)			51	143	552	1003	246	72	0	10	2007	9.73 \pm 0.967

図に表わしてみた。

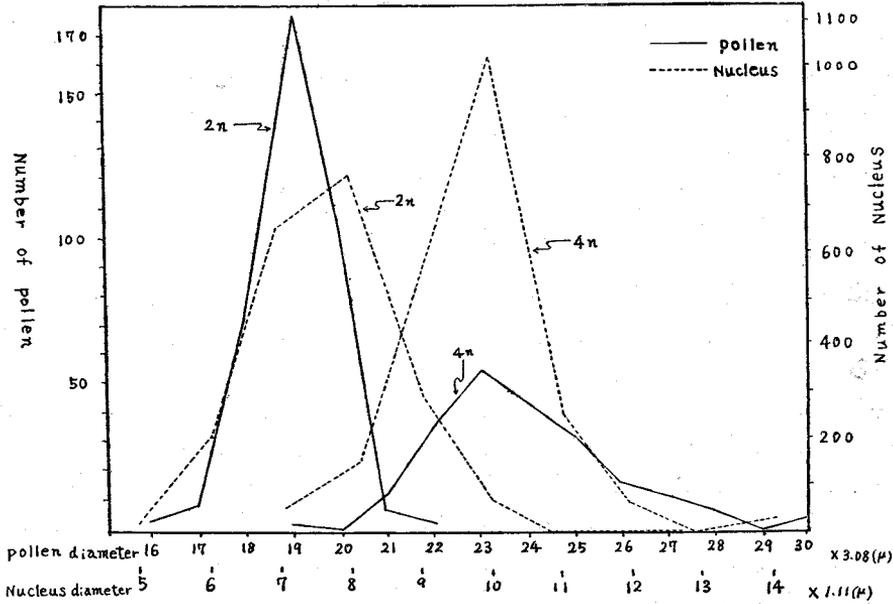


Fig 15 Homologous curves formed by diameters of distributed pollens and of nucleus

この図から花粉の直径の曲線のモードがよく似ていることがわかる。花粉についても、体細胞核についても4倍体と2倍体の間には明らかな違いがみられる。

g) 根端組織細胞のミトコンドリア

図版13, 14に根端組織生長点附近の細胞のミトコンドリアを示した。非常に長型のものが多く核を取巻くように、あるいは細胞質内に一様に広がっている。

考 察

C-9-3 植物の示す外観、種子の稔性は4倍体としての特徴をよく表わしており、更に染色体の観察により一層確かなものであることが解り、かなり安定した後代を維持出来るようになったものと考えられる。毛茸の長さは2倍体に比較して大きな差を示し、太さにおいても差を示している。このことは葉の外観における粗剛な感じはこの毛茸の大きいことにもよっていると考えられる。毛茸については Kostoff, Kanezawa & Omura (1942)⁵⁾ 鈴木 (1958)⁸⁾ 等の研究報告があり、鈴木は4倍体マスクメロンの毛茸につき、2倍体に比べて数が多く剛直であることを述べたが、キウリの場合計数的にみても同様のことが言える。根端細胞の長径、短径は2倍体との間に余り大きな差を示さなかったことは後に述べる核の場合と比較して非常に異った点である。Kostoff が petunia とトマトで調査したものと本実験の結果を比較すると、本実験では少ない差しか示さなかったのは材料の違いによるのかも知れない。更に筆者の決めた根端の測定部位 315~455μ に問題があるかは更に検討の必要があるが、Kostoff の場合 250~300μ からとっていることと考え合わすと筆者が経験的にえらんだ 315~455μ もキウリを材料とした場合さほど無理な部位ではないと考えられる。

細胞の大きさについては以上の如くであるが本実験で更に興味のあることは花粉の直径と核の直径の分布の関係が似ていることである。4倍体が2倍体と最も基本的に異なるのは核質であるが、本実験の核の直径からもこのことが確認される訳である。花粉の直径の分布が根端細胞核の直径の分布と似ていることは、花粉は正確な核質の単位を運ぶ独立した単一の細胞であることと考え合わせて当然のことで、本実験の結果もこのことを明らかにしている。ところが細胞として測定した場合は既に述べた如く大きな差がないことは直ちに4倍体と2倍体の細胞質間に差がないことになるかどうか疑問である。測定の対象になった組織の細胞の特別なことによるかも知れない、それにしても核質は極めて一定であることからどうしても細胞が特別であったとは考え難いようである。

本実験は毛茸、根端、花粉等の割合いアクテブな組織を対象にしたため不安定な数値が得られるのではないかと予想されたが少なくとも核と花粉の径では、その予想は当らなかった。このことから当然のことながら、第VI表の細胞の径と核の径の関係は、相関係数として極めて低い値が得られたので、核と細胞の大きさは余り関係がないと考えられるが、この点については更に実験を重ねて検討する必要がある。金沢・吉本⁹⁾はニオイヒバで、4倍体と2倍体の幼葉の相対的部位の細胞の、中期分裂像が現れる赤道板を含む断面の長径と短径を測定し、短径の増大率は長径の増大率よりも大きく、4倍体と2倍体の間では明らかに大きな差をみている。この例からみても本実験の細胞径の問題は更に実験を重ねてみるのが適当と思われる。幼葉の組織で肉厚に差がないかもしくは4倍体の方が薄い位なのに表皮細胞の大型な点は倍数体としての特徴をよく表わしている。今後4倍体の生理的な形質を問題とする時のためと、細胞質自体の問題を知る手がかりとして、ミトコンドリアを固定染色したが、細部の形態的観察や生細胞での観察など今後の問題としたい。今後成育期の光合成量や呼吸量などと合わせて実験を重ねたい。又本稿の最初に述べた如く、C-9-3植物と2倍体との交配についてC-9-3(4n)×2nは着願したがその逆では願が得られなかったことは、倍数体の正逆交雑の可能性について西山・田中(1961)⁷⁾が述べているスイカやマクワウリの例と似ていることも興味あることである。今回の予備的な実験から3倍体が得られる可能性がある、然し種子にしいなが多いので、更に交配を試み個体数の増加をはかり世代を重ねてみる必要がある。

摘 要

- 1) 筆者の実験により作出されたキュウリの4倍体については前報に記したが、その後代、C-9-3植物は4倍体として安定して来たことが認められる。根端細胞における染色体は $4n=28$ 個である。
- 2) 毛茸の大きさは特に長さにおいて4倍体は大であり、根端細胞の長径短径は2倍体との間に余りいちぢるしい差を示さなかった。
- 3) 核の直径は4倍体と2倍体の間に最も顕著な差を示した。花粉の直径も両者の間に大きな差があり、核と花粉の直径の分布曲線はよく似ていてその分布も一定値のまわりに集中する傾向がある。
- 4) 4倍体の根端細胞の直径と核の直径の間の相関は $r=0.45$ で極めて低い値であった。
- 5) C-9-3ともとの $2n$ の間には3倍体が出来る可能性がある。
- 6) 生長点附近の根端細胞でミトコントリアを固定して観察した。

引 用 文 献

1. ADELE MILLED JAMES BONNER 1953; The biology of plant mitochondria. *Hist & cytochemi*, vol. 1, 254~264.
2. 学術研究会議 1947 ; 農学綜報 第一輯 倍数性.
3. H. G. DUBUY, M. W. WOODS & MARY D. LACKEY 1950; Enzymatic activity of isolated normal and mutant mitochondria and plasmid of higher plant. *science*, vol. 11, May.
4. I. UCHIKAWA 1956; Karyological studies of cucurbitaceae IV cytogenetic studies on Japanese cucumber *cucumis satives L.* and its tetraploid induced by colchicine. *Repr, Memoirs, Ehimeuniv*, vol. 11, No3.
5. 金沢林助 1949; ニオイヒバの人為4倍体 育種研究 第3集 151~155.
吉本 衛
6. 直良博人 1957; D. N. A 合成と細胞核分裂機構との関連性 細胞化学シンポジウム 5, 213~222.
7. 西山市三 1961; 同質倍数性育種の現況 育種雑 vol, 11, No. 2. 42-46.
田中正武
8. 鈴木英治郎 1958; マスクメロンに関する研究 (第一報)
自然発生の四倍性個体について 静岡大, 研究報告, 第9号, 169~176.
9. 武田豊蔵 1959; コルヒチン処理で得たキウリの倍数体について
岩大学芸, 年報, vol, 15, 45~50.

EXPLANATION OF FIGURES

- 1~2. Cotyledon of C-9-3(tetraploid) and diploid plants 1. diploid 2. C-9-3.
- 3~4. Whole view of C-9-3 (tetraploid) and diploid plants at the maximum growth 3. diploid 4. C-9-3.
- 5~8. Harvested fruits and from C-9-3(tetraploid) and diploid plants 5. 7. diploid 6. 8. C-9-3.
- 9~10. Chromosomes, photomicrographed, of somatic cells 9. diploid 10. C-9-3($4n=28$).
- 11~12. Face, photomicrographed, of cross section in the young-leaf-tissue 11. diploid 12. C-9-3.
- 13~14. Mitochondria, photomicrographed, at the growing point cells in the root tips 13. C-9-3 14. diploid.

