人為的倍数植物の研究 (第19報)

コンニャクの人為倍数体*

西山市三** 渡部忠広***

I. 緒言

コンニャク(蒟蒻)は天南星科に属する球茎植物であつて、コーチ支那の原産といわれている。我邦ではおよそ400年前より食用および糊塗料用の作物として栽培されてきた。品種は比較的少く、通常、赤茎種(在来種)、青茎種(備中種)および支那種等が主なものであるが、現在ではこれらの交雑品種も育成されている。

われわれは1951年以来コルヒチン処理法によつてコンニャクの倍数体を育成する研究を行つてきた。球茎を処理するという実験上の困難があつたため、四倍体の得られたものは在来種において2個体と備中種において1個体であつた。ここに本実験の経過と四倍体の特性の概要を報告する。

この研究は農林省より“工芸作物の倍数性育種”に関する応用試験研究費の補助を得て行われたものの一部であつて、ここに記して厚く感謝する。

II. 実験材料および実験方法

この実験に用いた材料は1951年5月奈良県立農業試験場より得た在来種と1952年5月群馬県立農業試験場金島蒟蒻試験地より供与された在来種、備中種および支那種等の球茎である。供試球茎は直径およそ5~8cm、重さ60~80gの1~2年生の球茎であつた。

コンニャクの球茎は上部は扁平で下部はやや細まり不整形な球状をなし、上面中央部の凹み、即ち芽壺と称する部分に頂芽を着けている。頂芽は鱗片にて幾重にも包まれて円錐状をなして、内部の生長点を保護している。球茎の上面から多数の根を生じ、また側芽を発生する。発芽すれば頂芽は伸びて俗に茎と呼ばれる1本の葉柄を抽出し、その先端に掌状複葉をつける。古い球茎の内容物質は葉柄の伸長とともに一旦消化吸収されるが、やがて葉柄の基部一地下茎に相当する部分が肥大して新しい球茎が再成される。即ちコンニャクの球茎は年々同一のものが肥大するのではなく、毎年更新されてゆき乍ら肥大してゆくのである。さらに球茎の上部肩面には長い匍枝(生子とも呼ばれる)を生じる。匍枝は折れ易く、次年度

の種いもとして繁殖に用いられる。(第3図)

このような発育過程をとるコンニャク球に対して、われわれは頂芽の生長点を露出し、これにコルヒチンを用せしめることを工夫した。このために頂芽に対して生長点の上部から鱗片を切断する(1)頂芽切断、(2)頂芽縦裂、(3)頂芽切断縦裂等の手術を施して、これにコルヒチン溶液の滴下処理を行つた。滴下処理の場合には切断面に脱脂綿の小片をのせ、0.2~0.4%のコルヒチン溶液をスポイトにて1日1回滴下し、2~3日間処理した。その他小さい匍枝を用い、この頂芽を前と同様に手術し、球茎を逆にして0.1%コルヒチン液中に浸漬する

Table 1. An induction of tetraploid plants

Year	Variety	Colchicine (%)	No. of tubers treated	No. of plants survived	No. of plants with big stomata	No. of tetraploids
1951	Zairai (在来種)	A* 0.4	24	20	2	2
		A 0.2	24	15	0	0
		C 0.4	21	18	0	0
1952	Zairai (在来種)	A 0.2	60	33	1	0
		B 0.2	10	5	0	0
		C 0.2	10	5	0	0
	Bittyû (備中種)	A 0.2	60	43	2	0
		B 0.2	10	7	0	0
		C 0.2	10	7	0	0
	Chinese (支那種)	A 0.2	60	59	3	0
		B 0.2	10	10	0	0
		C 0.2	10	10	0	0
1953	Zairai (在来種)	C 0.2	41	28	7	0
		B 0.2	28	17	0	0
	Bittyû (備中種)	C 0.2	121	65	2	0
		B 0.2	24	17	0	0
	Chinese (支那種)	C 0.2	48	40	6	0
		B 0.2	12	9	0	0
	Bittyû** (備中種)	C 0.1	30	19	1	1
Total			618	427	24	3

* Contributions from the Laboratory of Genetics, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Japan, No. 274

昭和32年6月20日受領

** 京都大学農学部

*** 京都学芸大学

* Terminal bud was cut transversely (A), longitudinally (B), and transversely and longitudinally (C) with a knife to expose its growing point.

** The soaking method was used in the colchicine treatment and in the others the dropping method was used.

浸漬処理も行つた。浸漬時間は 24 時間であつた。処理球茎中の不処理側芽はことごとく削りとつた。圃場に定植した後においても側芽の伸長するものは常にかきとり処理部分の頂芽のみの発育を促した。

倍数性の判定にはまず処理部分から発生した葉柄の葉について気孔の孔辺細胞の長径を測定して、長径の増大せるものを選出し、翌春これを植付けて再び気孔の大きさを測定すると共に根端細胞の、染色体数を算えることにした。染色体標本の作成は 8-オキシキノリンで前処理し染色には醋酸オルセインによるおしつぶし法を用いた。

コンニャクの開花は普通 5 年生以上の大きな球茎のみにみられるものである。われわれの四倍性コンニャクは既に相当の年次を経ているが未だ開花しない。

III. 実験結果および考察

(1) 倍数体の育成

1951—'53 の 3 年にわたり、コルヒチン処理をした球茎数は 608 個で、かなり実験中に枯死したので生存数は、427 個体であつた。このうち第 1 表に示す如く大きな気孔を示すものが 24 個体(約 6%)あつたが、次年度の根端細胞による染色体数の研究によつて明らかに四倍体と決定されたものは僅かに C731-3, C731-7 および C944-15 の 3 個体であつた。その後引続いてこれらの次代植物について気孔の大きさ、根端細胞の染色体数等の観察を行つた結果は最初の判定を裏付けるに充分であつて、当初想像したような複雑な混数性球茎は発見されなかつた(第 1 表)。しかし処理第 2 代で 21 個体が淘汰されたが、恐らくこれらの大部分は混数体であつたであろう。

(2) 四倍体の染色体数

コンニャクの染色体数については中島(1933) 岸本(1941) 伊藤(1942) 等の研究報告があり、最近では若林(1955)の研究がある。染色体数は $n=13$, $2n=26$ とされている。われわれの細胞学的観察においても全くこれと同一であり、コルヒチン処理によつて得られた四倍体は $2n=52$ であつた

(第 2 図)。成熟分裂の観察については四倍体は未だ花梗を抽出するに至つていないので検鏡することができなかった。

(3) 四倍体の気孔の大きさ

コルヒチン処理によつて育成された 2 年目の四倍体と二倍種の葉の気孔の長径の比較調査をした。二倍種は 4 個体につき、四倍体は 2 個体について調査した結果を第 2 表に示した。この結果によると四倍体の気孔の孔辺細胞の長径は約 39% の増大を示している。

(4) 四倍体の孔辺細胞内の葉緑粒数

四倍体は二倍種に比し、柵状組織または気孔の孔辺細胞内の葉緑粒の数が増加していることが菊や甜菜の倍数体において観察されている(下斗米・藤原 1952, 望月末岡 1955)。コンニャクの四倍体においても明らかに同様の現象がみられたが、葉緑粒数が多いため算定が幾分困難であつた。甜菜においては葉緑粒を 1% の硝酸銀溶液で染色して算定されたが、コンニャクの場合は約 2% の沃度沃度加里液で染色した。二倍体については 3 個体 51 細胞、四倍体については 2 個体 21 細胞について調査したが、四倍体においてはおよそ 70% の増加がみられ

Fig. 1. *Amorphophallus Konjac*, left $2x$, right $4x$.

Fig. 2. Chromosomes of root tip cells; A $2x=26$, B $4x=52$.

Table 2. Variation of stomata length of 2x and 4x plant

Plant	Ocular micrometer degree, $I=3.57\mu$										Mean length of stomata	Total No. of stomata
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
2x	9	39	94	14							11.72 ± 0.71	156
4x				1	6	21	57	59	8	1	16.27 ± 0.97	153

た。もつとも二倍体における葉緑粒数の変異は 24—42 であり、四倍体では 43—60 である。変異の幅が大きいのに反して観察細胞数が少なすぎた憾みがある(第3表)。

Table 3 Variation of chloroplast numbers in guard cells of stomata of 2x and 4x.

Plant	No. of chloroplasts														Total
	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60		
2 <i>x</i>	1	6	15	9	14	5	1							51	
4 <i>x</i>							2	5	2	0	5	7		21	

Mean of chloroplast number in 2x..... 31.12 ± 3.24

" 4x..... 53.05 ± 5.89

(5) 発芽の早晩

二倍性のコンニャクを5月19日定植した場合、6月16日頃から地上部に葉柄が現れ始めたが、四倍体はそれよりおよそ3週間おくれることが観察された。しかし四倍体の発芽後の成長は旺盛であつた。

(6) 葉、葉柄の形状

二倍体の葉は薄く、柔かく淡緑色である。四倍体は粗剛、厚味があり、色は濃緑である。然し二倍体にもいろいろ個体変異があり、葉や葉柄の外観のみで四倍体と区別することは困難である。

(7) 球茎の外観

二倍体の球茎から発生する根に比し、四倍体の根は太い。また球茎の上面に着生する匍枝は二倍体においては細長く極めて折れ易いのに対し、四倍体の匍枝は短縮して折れ難い。この点は球茎の外観上の大きな差異である(第3図)。

4. 摘要

(1) 1951—'53年にわたりコンニャクの代表的品種である、在来赤茎種、備中青茎種、および支那種の球茎608個の生長点に対しコルヒチン処理を行い人為倍数体3個体を得た。四倍体の染色体数は $2n=52$ である。

(2) 創成した同質四倍体は気孔、孔辺細胞内の葉緑粒数、葉色、根の太さ等において巨態性を示す。

(3) 四倍体の発根、発芽は二倍体に比しおくれるがその後の生育は旺盛である。

(4) 四倍体球茎に着生する匍枝は二倍体に比し太く短かく折れ難い。

引用文献

1. DARLINGTON, C. D. and WYLIE, A. P. (1955): Chromosome Atlas of Flowering Plants.
2. MOCHIZUKI, A. and SUEOKA, N. (1955): Genetic studies on the number of plastid in stomata. Cytologia. Vol. 20. No. 4
3. NAKAJIMA, G. (1933): Chromosome numbers in some angiosperms. Jap. Jour. Genet. 9
4. 下斗米直昌・藤原勲 (1952): キク属の倍数性における葉緑体の大きさ及び一細胞内の葉緑体の数と量について遺. 雑. 第27巻
5. 若林重道 (1955): コンニャクの染色体について, 染色体・第25, 26巻

Fig. 3 Tubers of *Amorphophallus Konjac*. Left two tubers are 2x and the others 4x.

Studies on artificial polyploid plants, XIX

Induced tetraploid Konnyaku, *Amorphophallus Konjac* C. Koch.

Ichizo NISHIYAMA and Tadahiro WATANABE

(Faculty of Agriculture, Kyoto University)

Résumé

1. The terminal bud of a tuber of "Konnyaku," *Amorphophallus Konjac* C. Koch, was previously cut with a knife to expose its growing point and 0.2—0.4% colchicine solution was dropped on the cut surface of the tuber once a day for 2-3 days. Another method

- of treatment is soaking the terminal bud in the colchicine solution for 24 hours.
2. Out of 608 treated tubers from 3 varieties of Zairai, Bittyû and Chinese only 3 were found to be tetraploid. Twenty six chromosomes were counted in the root tip cells of $2x$ tubers and 52 chromosomes in those of $4x$ tubers
 3. Induced tetraploids are gigantic, as compared with diploids, in the size of stomatal cells, in the number of chloroplast in guard cells, and in other characters.
 4. Tetraploid tubers produce thick and short stolon which do not snap so easily as those of diploids.

多数形質の扱い方法とその育種への利用 (紹介)

E. ANDERSON (1956): Characters association analysis as a tool for the plan breeder. Brookhaven Symposia in Biol. No.9:123~140

この講演文は、Pictorialized scatter diagram という方法が、育種にとつて有効な方法であるという事を主張しているものである。

植物体は種々の形質が総合されて初めてその植物体が理解される (multiple-sense-impression) のであるから、植物体を比較する時には種々の形質をまとめて表に示し、比較しなければならない、と考えてこの方法が作られた。

例えば、*Uvularia grandiflora* と *U. perfoliata* の二種を分ける場合には、今迄は大きさとか軟毛等によつて分けられてきたが、これを多数の形質からみる為に次の5つの形質が調べられた。(1) 花のついていない枝の葉数、(2) 小枝梗の長さ、(3) 地表から最下枝迄の葉数、(4) 最長節間の長さ、(5) 葉の長さ。まず(1)及び(2)をx軸及びy軸にとり、それぞれの個体を書き入れる。次に他の三つの形質との関係を考える為に各点から三本の線(ray)を出す、それは点の上に垂直なもの、左及び右に斜に出るものであり、(3)、(4)、(5)、をそれぞれの線に対応させる。各形質は三つの段階に分け、例えば(4)で節間の長いものは、左斜線を長くし、中間ならば短かく、節間の短いものは線は書かない。各形質をこの様にして表示すれば、これ等の形質がもし相関連している、一般に線が長いものは一つの所に集まり一つの群を作り、短かつたり無いものは他の所に集まり、形質の傾向で群に分けられるわけである。*Uvularia* の例では期待通り、*grandiflora* と *perfoliata* の二群に分かれ、この方法によつて種の相違を明らかにする事ができた。又これを数量で表わす時はindexを用い、一方の群の各形質の典型的なものには0という数値を与え、他方には2、中間のものには1、という数値を与える。ここで形質は5つ計つてあるから、一方の群の典型的なものの個体は全体で $0+0+0+0+0=$

0、他方は $2+2+2+2+2=10$ で表示される。これであらわすと、この例では、明らかに二つの群に分れたが一個体だけ index が4というのがあり、これは二種間の introgression によるものであらうと推論された。

進化は新しい種を形成していく事であるから、もし種の違いを正確に、客観的に記載出来又比較出来るならば、進化の過程を明らかにする事が出来る。次に育種とは栽培の下での進化であるから、一般の進化が明らかにされる様な方法は育種にとつても有用な方法である。種の違いというものは、植物体のあらゆる形質を総合したもので比較されなければならない。それには Pictorialized scatter diagram がよい方法であり、それは進化特に introgression について説明できた。従つてこの方法は育種にとつても有効に応用されるものである。と ANDERSON は論理を進めている。

上記の *Uvularia* の他に *Oxytropis* の例をあげて進化が充分に説明出来るとし、次にこれを育種に応用する事について論じ、次の点を指摘している。

1. 栽培植物には多くの異つた品種があり、これ等を理解し、又品種の相互関係を明らかにし、そして記憶するによい。

2. 育種家の行つている交配の多くは、1、2の形質が問題なのではなくて、それ等形質の総合が重要なのであり、この方法は扱う個体数は少ないかもしれないが、多くの形質を調べ得る所に特徴がある。

3. 一つの交配について、形質は相互に関連しているから、これ等の調査に用い得る。

そして、FREYTAG と ANDERSON の common bean の研究ではその起源が明らかとなつた事、又 DAVIS のホップの研究では今後の研究の目標及び方法、今迄の進化について等、新たな見通しが得られたとしている。(東大農 日向康吉)