

甘藷の根芽の形成について

1、形成の機構 (第1報)[※]

教授 二井内清之

On the Tuber Bud Formation of Sweetpotatoes

1. Mechanism of the Tuber Bud Formation (No. 1)

Professor of Horticulture

K. NIUCHI

I 緒 言

甘藷の研究は実に多方面に亘つて行はれている。然し乍ら塊根から新たな器官として発生する芽についての根本的な研究報告を手にすることを得なかつた。今迄に採苗数の増加方法及び採苗技術についての報告は沢山あるが、その根本をなす塊根の芽の研究による裏付けが不充分のように思はれる。筆者はこの見地からして実験に着手した。

本研究は校長竹崎嘉徳博士の指示に基き採題し且つ行つた。本稿を草するに当つて、京都大学小林章教授の校閲を辱けなくした。共に茲に厚く謝意を表する。

II 実験材料及び方法

供試材料として品種護國を島根縣立農林専門学校の圃場に6月20日に植付けた。肥料は反当N1貫、 P_2O_5 3貫、 K_2O 3貫の割に夫々硫安、過磷酸石灰、塩化加里を施した。主として8月13日、8月27日、9月9日、9月26日、10月12日及び10月30日の6回に亘つて掘り起した塊根について調査した。特に多数の初期の塊根について内部組織を顯微鏡的に観察した。尙、観察はこの時期以外にも必要に応じて多数の材料について行つた。

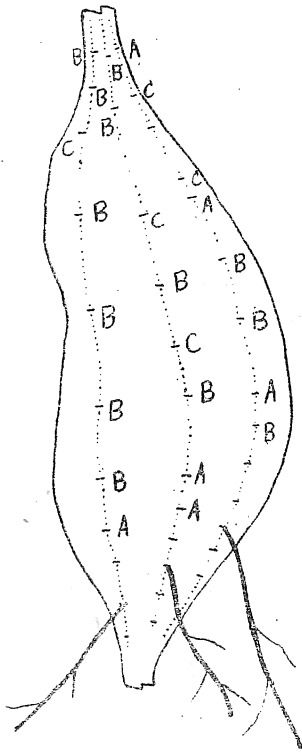
III 実験結果

(I) 解剖的觀察

(A) 芽の發生する位置

塊根になり始めた根を見ると多数の側根が存在する。太さは5~10mm、長さは15cmに及び縦に數列に配列している(護國は6列に現れることが多い)。塊根を縦軸の方向に長さで三等分して上部、中部、下部とするならば、下部及びそれに続く主根の末端の側根は第二次成長を

※島根縣立農林専門学校園藝研究室業績第1号



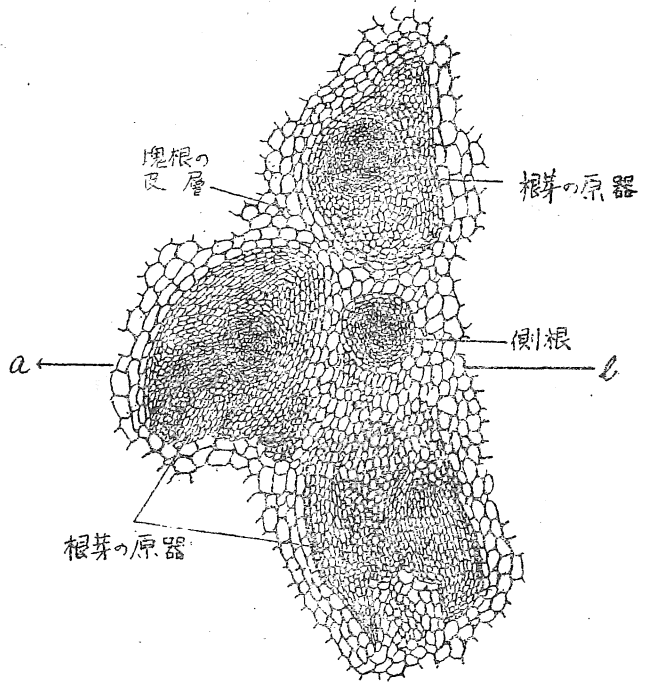
第1図 塊根面の芽座の分布状態

芽座を結びつけた縦軸に平行な点線は塊根の維管束の主なものであつて、品種及び栽培の如何により定数の傾きがある。

第2図は側根と芽の位置的関係を示したもので、塊根の縦断面で芽及び側根に対して横断面図である。この場合は側根の周囲に3個の芽の原器が認められる。このように側根の周囲に二個以上の原器がある場合は、個々のものが同時に発達しうるものではなく、一般に側根の両側の原器のみが発達し、それにつれてその他のものは発達を停止する傾があるらしい。

して段々太くなり20mmにも及ぶことがあるが、上部及び中部の側根は大抵第一次成長で止つて了う。塊根が肥大するにつれて側根の囲周は凹みになる。これを芽座と名づける。こゝに將來の芽体が出来る。芽座は塊根が20gr以上の大きさになるにつれて漸次明瞭になつてくる。發育した塊根面の芽座の分布は第1図の如くである。芽座の中央部の側根の周囲にアントキアンをおびた点が普通には2~6個みえる。2個の場合は塊根の横軸に平行に側根をはさんで両側にみえる。

これは表皮下に芽の原器が形成されていることを示している。

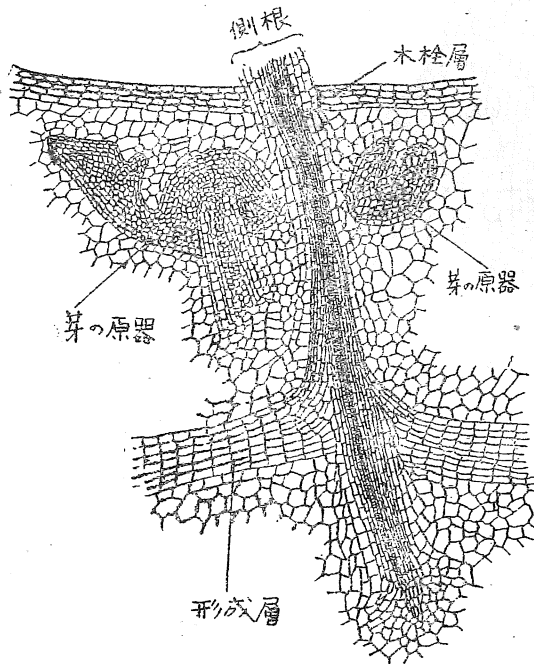


第2図 側根と3根芽の横断面図

塊根に対しては縦面、abは塊根の縦軸方向

(B) 芽の解剖的観察

アントキアンをおびた点を縦断（塊根に対して横断）してみると第3図の如くである。即ち表皮（又は木栓層）の下4～5列の柔組織の下に芽の原器が出來、盛んに柔細胞を分裂する。



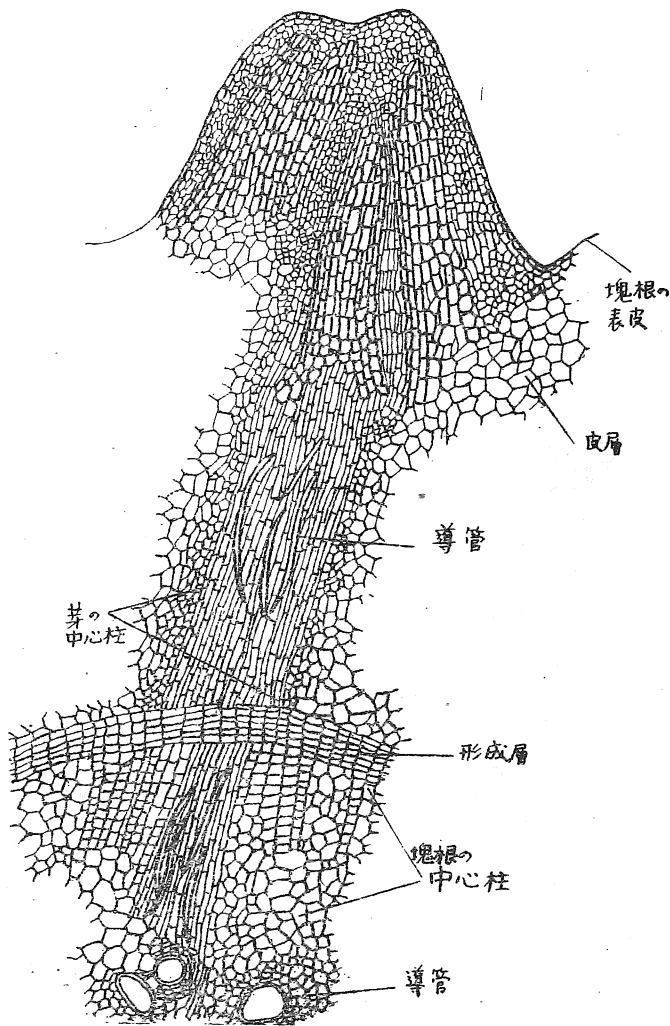
第3図 根芽の縦断面
（塊根に対して横断面）
外生分芽による根芽の原器を示す

しかし、隆起より先に内方に組織が発達することもある。第3図に於て、側根の右側にある根芽の原器は形成されて間もないものであり、左側の根芽の原器は右側のものより相当発達し、内方に組織が伸びているのが認められる。このように内方に組織が発達するにつれて、漸次、芽の中心柱も明瞭に分化されて維管束が区別出来るようになる。この伸長が進むと遂に塊根の形成層に到達する。第4図の如くである。この図の示すように根芽の中心柱が塊根の形成層に到達すると、形成層を隔て、これに接する内部の細胞も根芽の中心柱と同様の組織になつて互に相呼応している状態になる。そしてこの間の形成層は漸次両者を連結すべく分化されてくる。

この段階の根芽が更に発達すると、芽の導管がよく発達し長く伸びて塊根の導管に連絡する。

柔細胞の表皮側にアントキアンが出來、塊根の表面から見るとこれが表皮を通して紫色に見える。側根は塊根の原生木部より発生するからして、塊根の形成層を貫いて外出する。芽は塊根の表皮の下方に出來て、組織的には側根と直接に関係を持たない。しかし芽が常に側根の周囲に出來ること、及び第二次成長を行う側根の傍に芽の発生は極めて少ないと云うことからして、生理的の關係があることは勿論考えられる。

形成された根芽の原器は漸次発達して表皮に向つて隆起し、終には表皮を破つて突出する。同時に内方も発達して芽の組織が伸長する。



第4図 根芽の縦断面
(塊根に対して横断面)

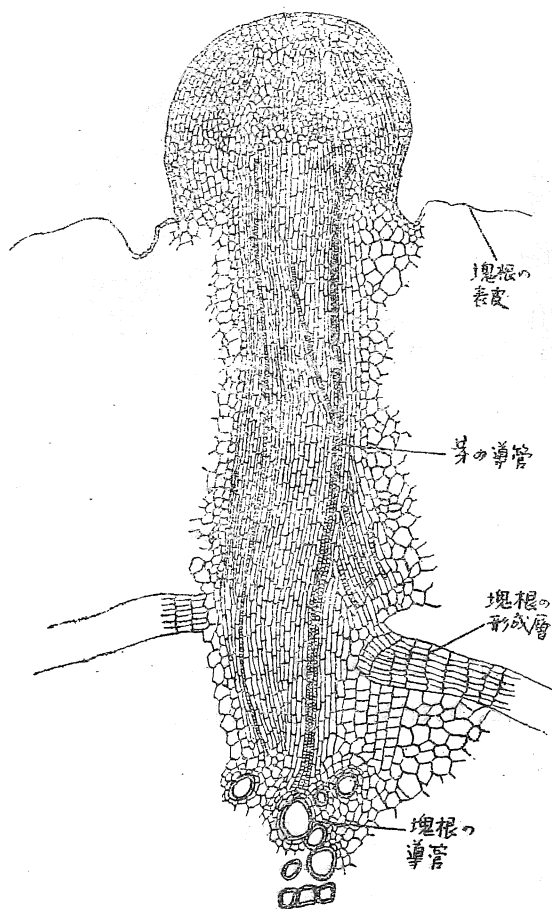
第5図の如くである。
この状態は9月21日の
観察に於て初めて認め
られた。

筆者は塊根から発生
してくる根芽の休眠期
に入る前迄の芽を原芽
となづける。

上の観察からして原
芽を今仮りにA、B、C
に分類する。即ちAと
は内部構造が柔組織の
群りで、まだ組織が明
瞭に分化していない
芽、BとはAが発達し
て、中心柱が漸次明瞭
になり、内方に伸長し
て塊根の形成層に到達
する迄の段階の芽、C
とは芽の中心柱が塊根
の形成層を貫いて、遂
には芽の導管が塊根の
木部に到達する迄の段

階の芽をいう。BとCとは、塊根の發育の途中にあつては、大きさからCと認められる芽も内部組織は發育が不良であつたりして、外觀上の大きさで区別がつけにくい、收穫期に近くなると、このような誤差が少なくなつて、区別が割に容易になつてくる。即ち、大体に、0.5mm以内の高さの芽はA、0.5 ~ 1.5mmの範囲の芽はB、そしてそれ以上のものはCである。

よく發育した塊根上に於てA、B、Cの存在する部位はAは大部分中部、僅かに下部に、B



第5図 根芽の縦断面
(塊根に対して横断面)

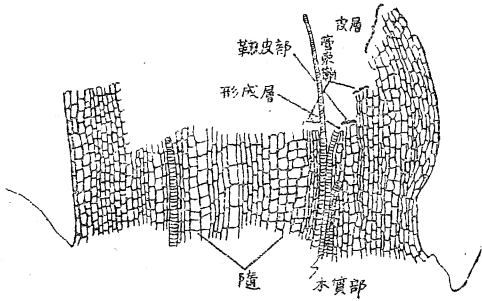
は中部、上部一様に、Cは大部分上部に、僅かに中部に存在する。(第1図) しかし、塊根の発育の初期から、このような状態にあるのではない。初期に於ては発達が進んでいる芽が特に上部に多いと云うことはない。塊根の発育するにつれて上部の芽が他部よりも急速な発育をするのである。

(2) 根芽の発達度とその萌芽伸長との関係

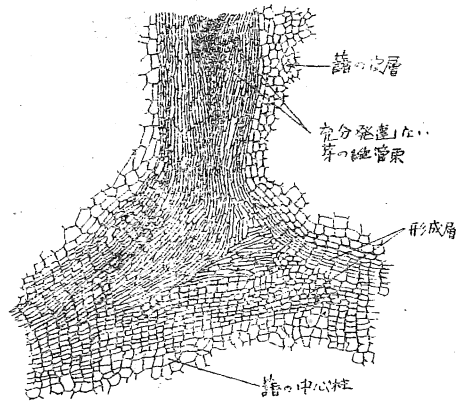
9月26日に堀取つた塊根を室内に貯蔵した。

10月28日この塊根の内から一個(250gr)を選び出し、肉眼的に区別して根芽A 3個、Cの3個に印をつけ、孵卵器(25°C)に入れてAとCとの萌芽伸長を比較した。Cは5日後に展芽し、11日後には漸く1.2cmになつた。11日目に於ける両者の苗の解剖的な比較をすると、Cの苗は第6図の如く内部組織がよく分化し、維管束の発達も顯著であつたが、Aの苗は第7図の如く、苗の中心柱は漸く塊根の形成層に到達した処で、維管束の発達も充分ではなかつた。

尙、苗床に於て根芽の発達度と萌芽伸長との関係をみるために次の実験を行つた。即ちA、B、Cの各々の根芽を略々同数づゝ有する300~350grの範囲の塊根を10個用意した。これの芽を



第6図 Cから萌芽伸長した苗の縦断面
(塊根に対しては横断面)



第7図 Aから萌芽した苗の縦断面
(塊根に対しては横断面)

全部A、B、Cに分けて符号をつけ、3月30日、温床（実験期間中28～25。）に水平に伏せた。萌芽伸長を伏込み後8日毎に3回測定した。結果は第1表の如くであつた。但し分枝せる第二次萌芽については測定しなかつた。

第1表 根芽の発達度とその伸長との関係

根芽の 発達度	塊根1箇当り の平均芽数	芽1個当りの平均伸長量		
		4月7日	4月15日	4月23日
A	7.2	0.8 cm	0.9 cm	1.1 cm
B	19.6	3.3	3.9	5.7
C	6.3	5.5	7.5	12.3

即ちAは萌芽伸長が極めて緩慢であつたが、Cの萌芽伸長は極めて旺盛で殊に4月15日～23日の間はBの倍以上であつた。

以上の如く、解剖的観察により分類した根芽A、B、Cと萌芽伸長との間に極めて密接な関係があることが分つた。このA、B、Cを夫々種譜の小芽、中芽、大芽と名づける。

(3) 塊根の發育と根芽数との關係

塊根の發育期間中、6回に亘つて根芽数を調査した。第2～第7表の如くであつた。この場

合、根芽数は塊根の蔓と尾根とを切り取つてその残りの塊根部について調査したもので根芽の原器の存在する芽座の数である。即ち1芽座に原器が幾個存在しようともそれは芽数1とした。

又表中の数字は5株についている塊根を大きさの等級により類別し、この階級内に於ける塊根一個当りの平均数を示す。

第2表 塊根の發育と根芽数 (8月13日)

塊 大きさの類別	根		根 芽 数			
	塊 根 数	平 均 重 gr	平均芽座数	平均小芽数	平均中芽数	平均総芽数
0 ~ 10 gr	2	3.5	47.0	3	0	3
11 ~ 30 gr	8	22.3	56.0	13.5	2.5	16.0
31 ~ 50 gr	3	47.3	55.0	17.3	5.3	23.0
51 以上	4	110.4	55.0	24.0	9.8	33.8

第3表 塊根の發育と根芽数 (8月27日)

塊 大きさの類別	根		根 芽 数		
	塊 根 数	平 均 重 gr	平均小芽数	平均中芽数	平均総芽数
0 ~ 20 gr	4	15.0	10.2	4.0	14.2
21 ~ 40	1	40.0	13.0	8.0	21.0
41 ~ 60	5	51.0	13.6	10.2	23.8
60 以上	4	111.3	16.2	15.0	31.2

第4表 塊根の發育と根芽数 (9月9日)

塊 大きさの類別	根		根 芽 数				
	塊 根 数	平 均 重 gr	平均芽座数	平均小芽数	平均中芽数	平均大芽数	平均総芽数
0 ~ 20 gr	8	11.9	54.0	9.0	4.0	6.1	13.5
21 ~ 50	6	34.1	61.0	12.3	11.7	0.8	23.7
51 ~ 100	6	66.7	61.1	15.0	10.5	0	25.5
101 ~ 150	4	122.5	66.3	13.0	21.0	1.3	35.3
150 以上	4	237.5	67.0	7.0	27.8	1.5	36.3

第5表 塊根の發育と根芽數 (9月26日)

塊 根		根 芽 數				
大きさの類別	塊根數	平均重 gr	平均小芽數	平均中芽數	平均大芽數	平均總芽數
0 ~ 30gr	4	15.2	10.0	3.5	0	13.5
31 ~ 60	5	44.8	13.4	10.8	0.2	24.4
61 ~ 100	8	82.3	14.3	10.5	0.3	25.1
101 ~ 200	5	137.6	13.0	19.6	2.0	34.6
201 以上	4	238.0	14.2	20.2	1.7	36.1

第6表 塊根の發育と根芽數 (10月12日)

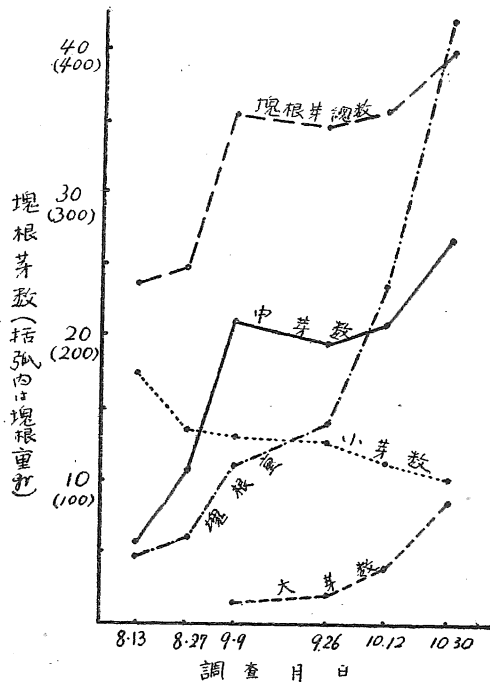
塊 根		根 芽 數				
大きさの類別	塊根數	平均重 gr	平均小芽數	平均中芽數	平均大芽數	平均總芽數
0 ~ 50 gr	4	50.0	17.0	3.0	0	20.0
51 ~ 100	8	70.0	13.0	12.0	0.6	25.6
101 ~ 200	10	127.7	15.6	15.8	1.7	33.1
201 ~ 300	4	232.5	11.7	20.5	3.2	35.4
301 以上	4	400.0	10.0	20.7	8.0	38.7

第7表 塊根の發育と根芽數 (10月30日)

塊 根		根 芽 數					
大きさの類別	塊根數	平均重 gr	平均 芽座數	平均 小芽數	平均 中芽數	平均 大芽數	平均 總芽數
100~200 gr	5	141.4	50.8	8.8	22.4	2.6	33.8
201~300	5	260.6	64.0	9.8	24.4	5.8	40.0
301 以上	15	420.0	66.0	5.5	27.7	8.6	41.8

塊根が發育するにつれての時期的の芽數の変異を知りたいのであるが、直接的に調査するのが困難であるので次の方法によつた。即ち第2—第7表に示されている如く、8月13日から10月12日迄の、5回の調査した塊根の内、最も大きい階級に属するものは各々丁度4個づゝあつた。これは大きさの変異が大きいので次の大きさの階級のもの、これは2個の時もあり4又は5個の時もあつたが、この平均をもつて各時期の塊根の大きさ、芽數の標準として相互に比較するならば大体塊根の發育するにつれての時期的な芽數の変異を知ることが出来ると思う。

10月30日に於ては最も塊根の大きい階級のものは第7表の如く15個であつたが、この内で塊根の大小により芽数の著しい相違も認められなかつたので、この階級のものはそのまま比較に用いた。こうして塊根の肥大するにつれての時期的の芽数の変異を見れば第8図の如くである。



第8図 塊根發育期間中に於ける時期的芽数の變化

これによつて見ると、塊根は時期的に殆んど同率で肥大して行くが、特に9月26日以後の肥大が著しい。

小芽数は各時期とも余り大差がなく寧ろ塊根の肥大の末期には減少する傾向にある。中芽数は8月27日から9月9日迄の間に急に増加し、それからは大差を認められない。

大芽は9月9日に現れて、それ以後塊根の肥大に平行して増加して行く。根芽総数は9月9日迄に急激に増加して、その後余り変化なく10月12日以後多少増加している。全般的に見て塊根の肥大と芽数との間に相関があるようには認められない。塊根が或る程度の肥大をした後はそれからの肥大と關聯なく、急激に芽数が増加して行くと言うことは、芽生の決定期を知る事によつて、栽培技術からして芽数を増加せしめうるものであることを示している。

III 考 察

現在迄、種蒔の芽数を栽培方法により増加して、採苗数を増加せしめようとした報告はない。ただ種蒔の予措により、これの目的を達しようとして試みて來た。戸刈は種蒔の温湯処理によつて採苗数を多くすることが出来ると報告している。しかし、その理由についての説明はない。⁽²⁾ 澁谷は種蒔の頂部にアルファナフタリン醋酸を穿孔注入することによつて、萌芽の極偏倚性が解消されて萌芽皮目が尾の方向に拡がることにより、萌芽皮目数を増加すると報告している。^{(3) (4)} これを筆者の実験の結果から考察すると、ホルモンが上部の大芽、中芽の發達を抑制して中部、下部の小芽の發達を促進せしめると解することが出来るのではあるまいか。それ故に芽の發育は遅れて、澁谷の認めている如く採苗時期が遅くなる。

根芽数を増加するとしても、大芽、中芽、小芽の中、どれに重点をおいて増加すべきである

うか。大芽数は極めて少ない。しかも大芽は萌芽伸長することが早くて、そのために中芽、小芽の発達を抑制する傾向がある。この大芽の発達を逆に抑制して、中芽、小芽の発達を促す方法としては、澁谷のホルモン法の外に青木の^{(5) (6)}報告がある。この方法は種薯を苗床に対して直立せしめるか、或は下部を下にして45°傾けて伏せるのである。但し総萌芽数は水平に伏せる場合に比して減少する。これについて青木は茎極部位（上部）に抑制物質が出来、これは上部より急速に下部に移るもので上のように逆直立にした場合は、下から上には昇れないために根極部位（中部、下部）の芽の発達がよくなると考察している。筆者は上部に抑制物質が出来ると云うのは、大芽が伸長するにつれて、これから抑制物質を出すのでであると考へてもよいのではないかと思う。又埼玉縣農事試験場⁽⁷⁾は薯伏の際、その両端をり分位切り取る処理をすれば苗の生産を増加すると報告している。これは上部が5分切りとられると大体60~70%の大芽は除かれて了うと考えられる。それ故に残りの芽の発達が大体揃つてくると云うことになる。

以上を通じて考へてみると、根芽の望ましい状態は大芽、中芽、小芽の混合ではなく、均一の状態の根芽が一様に多数分布していることである。そして揃つた苗を多く、しかも早く出すためには大芽を揃えることが必要であるが、それが困難であるならば中芽が均一に塊根全面に分布して、しかも数が多く存在するようにしなくてはならない。このために、種薯用としての甘薯の特殊な栽培は今後考へすべき問題である。

本実験は甘薯の採苗及び育苗の諸問題を決定する基礎となる塊根の発達と側根の発生及び根芽の発生の関係を明かにし、栽培期間の季節と塊根成育の諸段階及び栽培環境等によつて構成される特別な種薯栽培法の中心問題であるところの機構を通じて、根芽原器の決定の限界を見ようとする試みに何らかの示唆を与えることが出来ると信ずる。

V 摘 要

1. 島根縣立農林専門学校の圃場に甘薯護國を栽培して、根塊に新たな器官として発生する根芽の発達の状態を顯微鏡的に觀察した。
2. 根芽の発達には顯微鏡的に三つの段階があり、この差によりその萌芽伸長に著しい相違がおこつた。この三つの段階の芽を小芽・中芽・大芽と名づけた。
3. 塊根の發育するにつれて、根芽総数はこれと比例的には増加しなかつた。塊根の発達の或る程度進んだものは中芽数が最も多く、大芽は最も少なかつた。

VI 引 用 文 献

- (1) 小倉謙：甘薯の塊根形成に関する解剖的考察、農業及び園藝 20 (8.9) P331~334, P381 ~ 383

- (2) 戸刈 義次：甘藷の採苗数の増加について、日本作物学会紀事 17 (1)、P 38
- (3) 澁谷 紀起：種子用甘藷塊根に於ける萌芽と発根との生理的相関の利用に関する研究
(第1報)、日本作物学会80回講演要旨
- (4) 澁谷 紀起：全上(第2報)山形県立農林専門学校研究報告1 P. 1~6
青木 常盤：諸苗増産の研究(第1部)日本作物学会紀事 14 (1)、P 79~90
- (6) 青木 常盤：全上(第2部)日本作物学会紀事 14 (3, 4) P 273~280
- (7) 埼玉縣農事試験場報告。大正6年、7年

Summary

(1) The author studied microscopically the development of the tuber buds in the tuber of sweetpotatoes (Gokoku variety) cultivated for the experimental purposes in the farm of the Shimane agricultural and forestry college.

(2) Three stages on the tuber buds were seen in accordance with the degree of their internal tissue development and there were conspicuous differences on the elongation of their shoots by these stages

Upon this, the author named the tuber buds of these three stages the small bud, the middle bud and the large bud.

(3) There were present the middle bud the most and the large bud the fewest in the developed tuber.

(4) The total number of the tuber buds did not increase proportionally by the tuber development.

附 記 (昭和25年7月24日)

この報告が受理された後、農林省農事試験場報告第68号、戸刈義夫著、「甘藷の塊根形成に関する研究」が学校に到着した。根芽の形成発達については戸刈の結果と一致する。戸刈の引用によれば、保井は原器の形成は種藷の収穫後におこるとしているが、筆者の調査した護國では塊根の發育の初期、即ち10g以内のものですでに相当数の原器の形成がみられた。この相違は戸刈の指摘する如く供試された品種の特性によるものか、將來の研究問題であろう。