

馬鈴薯氣中塊莖の人爲的作成と其の意義に就て

(第4報)

澁谷紀起*

Toshioki SHIBUYA : Notes on the Artificial Formation of
Aerial Tubers in Potato and that Import (4)

(1) 高次分蘖の塊莖化

筆者は第3報⁹⁾に於て、馬鈴薯の莖がもつ基本的性質として頂芽優勢を挙げ、頂芽及び其れに近接の側芽は、此の性質が強いので、それらは塊莖化し難く、逆に頂芽から遠隔の側芽は、それ自体の塊莖化が著しい事を指摘した。本項では、此の性状を更に詳細に検討する。まず本報第1図の上段2莖は品種紅丸の種薯頂部の1つの目から、暗処空中に於て萌芽した主莖であるが、主莖は分蘖体系から言えば零次であつて、是自体が塊莖化することは、此の図で見られる通り稀である。併し主莖から生じた1次腋芽が塊莖化の徴を現わす場合には、第1図上段にて判明するように、主莖頂部から、かなり隔つた下方の腋芽に於て、其の徴候が著しい。これは第3報に述べた地上気中塊莖に於ける事例と同様の現象である。

第1図下段は1次腋芽が塊莖化せず、伸長した1次腋芽から萌芽した2次腋芽が判然と塊莖化していること、及び、これと同じ理から、1次分蘖自体が塊莖化せず、それに生ずる腋芽即ち2次腋芽が塊莖化していることを示す。

腋芽と言ひ、分蘖と言ひ、長さを以て漠然と區別しているだけであつて、本質的には差異がなく、従つて上記のように、1つの分蘖体系内で零次の主莖そのものが塊莖化し難く、第1次分蘖や、更にそれより高次の第2次分蘖が塊莖化し易いこと、及び、同次分蘖内でも下方のものほど塊莖化し易いことは第3報に述べた頂芽優勢の法則、換言すれば側芽劣勢塊莖化の法則或は高次分蘖塊莖化の法則に支配される結果であると言わざるを得ない。

第1図の材料は何れも、室内暗処で形成されつつある暗処空中塊莖の初期のものである。

藤井氏の著書¹⁾によれば、里芋の1種「八ツ頭」は、頂芽のみが発芽生長し、是より生ずる分蘖群がすべて複合芋となるそうであるが、この現象は、上述の馬鈴薯塊莖形成の様相に甚だよく類似している。おそらく筆者の謂う上記法則による現象の極端な場合に相当するものであらう。

それ故、永井氏の著書⁵⁾の「種薯から發育した地下莖の先端が肥大して薯塊となるには、特殊の刺戟を要するものと認められ、土壤中のある種の菌類の侵入又は寄生によるとの説がある。即ち1種の根瘤組織の如きものであると考えられる。併し細菌類を分離したものは無い」との菌類依存説が、現在もなおあるとすれば、これを揚棄しても差障えないのではあるまいか。

* 農学部作物学育種学研究室 (Laboratory of Crop Science and Plant Breeding, Faculty of Agriculture)

(2) 開 葉 物 質

さきに筆者が甘藷の萌芽を恒温器内暗処にて実験した場合⁷⁾には、其処に於ても葉柄及び葉身が明らかに分化生成された。然るに今回、馬鈴薯を材料として其れから萌芽させた場合、暗黒のもとでは、何時でも、葉柄や葉身の明瞭な分化生成が見られず、その代り、その茎の各目から分蘖が生ずるのを知つた。次に、暗黒のもとで伸長した茎を、水中にその下部を挿入しながら明処に移して放置したところ、茎の頂端及びそれに近い目の位置に、緑色の葉が生成され、所謂開葉が開始された。第2図は、此の開葉部位のみが光の來る方向に彎曲した状態を示す。

第2図を左から順に a, b, c, d とすれば、a と b はメークウインの萌芽で、c と d は紅丸の萌芽である。そして b と d は 0.0033% アルファ・ナフタレン醋酸加里溶液に茎下部を6時間浸漬(発根が却て不良)のもので、c と a は水道水に同時間浸漬の対照区(発根良好)のものである。

第2図に依つて、茎が其の下部から吸水して乾燥さえしなければ、その茎が曝光されることにより、その茎に開葉促進物質が新たに作られ、そして此の物質が存在する場所は、茎の頂部及び其処に近い部位に限られ、此の部分のみが鋭敏な向日性(Heliotropism)及び背地性(Negative geotropism)を表わすに至ることが見られる。

併し、開葉物質の生成される組織並に其れと人為的に与えられた植物ホルモンの関係及び発根の生理等に就いては、なお研究を要する問題である。

筆者は、さきに馬鈴薯の茎が塊茎化し難いことに対して、頂芽優勢の法則の支配のみを、その要因として指摘したが、今回の此の観察により、頂芽近くに開葉物質の存在による向日性及び背地性が参加関与すれば、其処が愈々塊茎化し難くなるものであろうことを明らかにするに至つた。

なお、アルファ・ナフタレン醋酸加里溶液に浸漬されることにより、浸漬部位の芽の伸長も、根の発生も抑制され、その代り、其処が膨れて塊状となつたことは、注目すべき点である。

(3) 主茎と1次分蘖との開花量

品種紅丸を材料とし、頂片種薯の1つの目から生じた主茎と、其の1次分蘖とに於ける開花量及び側片種薯の1つの目から生じた主茎と其の1次分蘖とに於ける開花量を比較調査した。その結果は第1表の通りであつた。

Table 1 Number of chasmogamies in a day and on a peduncle

Seed tuber used	Apical piece		Lateral piece	
	Main stem	First tiller	Main stem	First tiller
Pedunculate stem				
Number of chasmogamies	23.0	16.8	13.1	5.8

主茎と1次分蘖との関係は、芽の状態に於ては、頂芽と側芽との関係であり、従つて主茎が1次分蘖に比し、その先端生長力に於て優ることが頂芽優勢の法則に従うゆゑであるが、第1表によれば、先端生長に於て優勢を保持する茎は、開花量に於てもまた優るもの

であることがわかる。これは、頂芽優勢が
開花量優勢をも伴うことを示している。

第6図

第6図説明

① 葉柄, ② 節, ③ 節間, ④ 膨らんだ葉柄基部, ⑤ 普通の葉柄基部 (左) と膨らんだ葉柄基部 (右); c: 皮層, Co: 厚角細胞, m: 髓, v: 維管束

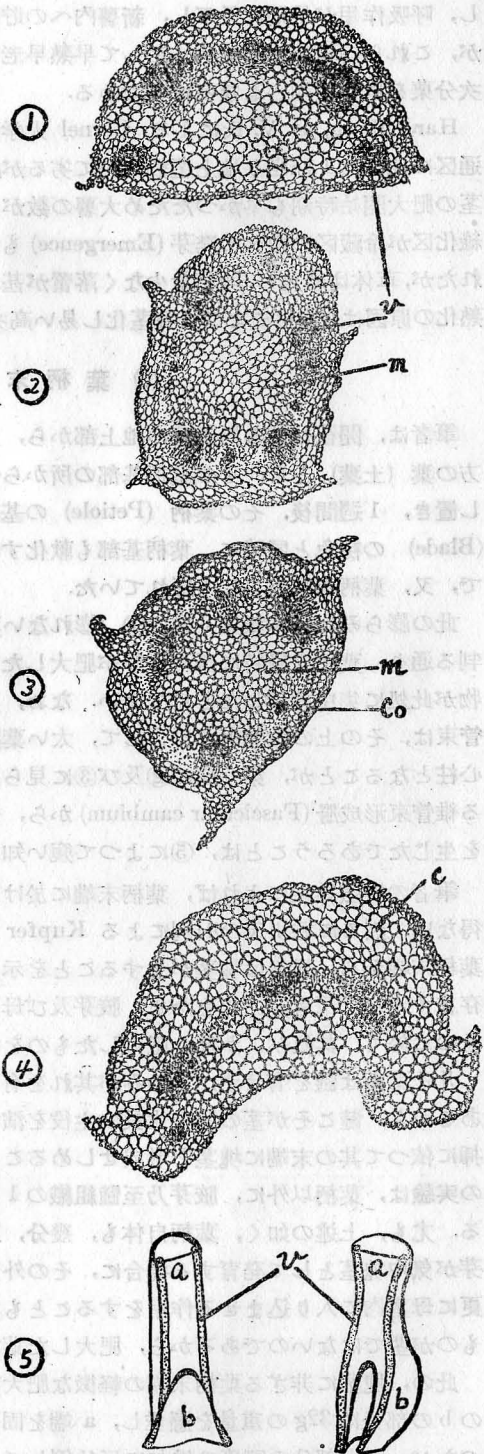
(4) 緑化芽の分蘖体系と緑化効果

馬鈴薯の芽の伸長並に開葉は乾燥浴光下に於て著しく抑制される¹⁰⁾、そして芽は綠色を帯び節間がつまつて来る²⁾。併し或芽を抑制することは、それより下方の芽の伸長を促すことになるのが普通で、従つて抑制と分蘖促進とが1定の順序に従い経過するものようである。即ち乾燥浴光が、少しく伸長し始めた頂芽を緑化抑制することは、その下方に1次腋芽の生長を促すことになり、此の1次腋芽もまた乾燥浴光によつて抑制されて、2次腋芽の生成を促すことになる。こうして次々に高次腋芽を促しつつ、直ちに其等が抑制されて行くものと見られる。

此の順序が第4図及び第5図によつて知り得る。図の材料は、一旦緑化されて短縮肥厚した萌芽をもつ種薯を更に暗処に数日間放置して、それら萌芽が少しく伸長した時の状態を示している。第5図で見得る通り、1つの目に於ける萌芽が斯くも多数の分蘖群及び腋芽群を有するに至つたのは、種薯(紅丸)が相当老化していたからでもあるが、緑化中に上記順序に従つて抑制と高次分蘖促進とが、ともに進行したからである。

第3図の中央は種薯頂芽の跡であるが、此処の両側の側芽は、母体種薯に接して、既に明瞭に塊茎を形成し始めている。また、第4図及び第5図でも、高次の分蘖が伸長し得ずして多数、塊茎となつている。

以上の結果から、高次分蘖塊茎化の法則が識られると同時に、緑化の効果として、高次分蘖或は高次腋芽を促進して、塊茎化



し易さを増進すると言い得る。中・大森氏⁶⁾は緑化により地上部葉緑素含量が早期に増大し、呼吸作用が早期に低下し、新薯内への貯蔵物質の轉流及び蓄積が早まることを挙げたが、これらの現象は、植物体をして早熟早老に導くものであつて、従つて塊茎化し易い高次分蘗を増す原因ともなるはずである。

Hardenburg, E. V. 氏による Cornell 大学に於ける試験²⁾ (1928-1931) では緑化区は普通区に比し、1株当り地上茎数に於て劣るが、1株当り地下茎数に於て優り、それら地下茎の肥大開始時期も早かつたため大薯の数が多くなつた。また、島・伊藤氏¹⁰⁾の実験では緑化区が冷蔵区に較べて発芽 (Emergence) も開花期も早まり、塊茎の肥大が著しく促進されたが、草体は矮化し、開花量少なく落蕾が甚だしかつた。これら諸氏の実験にみられた早熟化の原因は、緑化によつて塊茎化し易い高次腋芽が作り出されたことにあると解される。

(5) 葉柄末端の肥大

筆者は、開花始期の馬鈴薯の地上部から、上方の葉 (天葉) と、中位の葉 (中葉) と下方の葉 (土葉) とを、その葉柄基部の所から切り採り、これ等を水道水及び濕潤床土に挿し置き、1週間後、その葉柄 (Petiole) の基部を観察した。土葉及び中葉の大部分は葉片 (Blade) の褪色と同時に、葉柄基部も軟化する傾向を示したが、天葉は葉片の褪色が微かで、又、葉柄末端が少しく膨れていた。

此の膨らみは、本報第6図の① (膨れない葉柄) と④ (膨らんだ葉柄) とを比較すれば判る通り、葉柄皮層特に弧形皮層が肥大したのである。これは、天葉中に存在した炭水化物が此処に集中蓄積したと見てよい。なお、葉柄に弧状に並ぶ5本の維管束中、両端の維管束は、その上の維管束と併合して、太い葉跡 (Leaf trace) となつて、地上茎の主要な中心柱となることが、第6図の②及び③に見られるから、此の葉跡となるべき維管束に存する維管束形成層 (Fascicular cambium) から、切断面に対して、僅少乍ら癒傷組織 (Callus) を生じたであろうことは、⑤によつて窺い知ることが出来る。

筆者の実験結果によれば、葉柄末端に於ける膨らみは、余りに軽微で、之を塊茎と称し得ない。然るに香川氏の引例による Kupfer 氏³⁾の実験は、葉挿 (Leaf cutting) により、葉柄末端から、根又は塊茎が生ずることを示している。葉柄基部の葉腋には、必ず腋芽が存在するが、筆者が、たまたま、腋芽及び母茎髓質部を葉柄に附着せしめたまま葉挿したものに於て、其処が、かなり肥大したものを得た。

凡そ葉柄は髓を有せず、茎のみが其れを有しており、塊茎化とは茎の肥大を称するのであるから、髓こそが茎の肥大生長の主役を演ずるものと見なければなるまい。従つて、葉挿に依つて其の末端に塊茎を形成せしめることは、理論的には不可能なはずで、Kupfer 氏の実験は、葉柄以外に、腋芽乃至髓組織の1片を附着せしめたのではなかつたかと思われる。尤も、上述の如く、葉柄自体も、幾分、膨れることが出来、また第2報⁹⁾の如く、腋芽が氣中塊茎として發育する場合に、その外方の皮層として幾分肥大し、氣中塊茎をして、更に母茎内に入り込ませる作用をすることも出来るが、其の肥大は極く軽微で、且つ其のものが茎ではないのであるから、肥大した葉柄基部を塊茎とは称し難い。

此の、塊茎に非ざる葉柄末端の軽微な肥大部分の剛度を知るべく、⑤の材料により、図のbの部分に32gの重量を懸垂し、a端を固定して、材料を水平に保ちつつ、屈撓度を測つたが、肥大部分の剛度の増加に反比例して、a端の組織が軟弱化するものであつたため、

斯る屈撓度からは正確な剛度を知ることが出来なかつた。

(6) 茎の齡の要素

馬鈴薯の各種の茎に、常に、老幼即ち齡が認められる。齡は時間の経過と共に進行して、早く老化した部分からは、早期に澱粉を蓄積する組織を作り出すものであるが、此の新たに澱粉が蓄積された部分は、その母体とは逆に再び若返ることが出来るのである。川田氏⁴⁾によれば齡の進行即ち老化の1つの原因は、生長ホルモンの減退である。もし、齡が生長ホルモンの量のみ支配されるとすれば、老茎を砧(だい)として若茎を接穂として接木した場合、砧は若返り、接穂は老茎の性質を帯びるのではなからうか。

筆者は、斯る接木実験を行うことによつて、齡の要素を或程度まで知ることが出来るように思われたので、先ず、生育中の地上茎を砧とし、老化薯から暗処に於て生じた白化茎を接穂として接木を行い(第7図参照)、次に若い秋馬鈴薯から萌芽した若い頂芽を砧とし、これに老齡の春馬鈴薯から萌芽した老いたる側芽を穂として接木を行つた(第8図参照)。

此の結果は、第7図及び第8図の通りで、老齡の接穂には、やはり塊茎を生じて、若返りを見せなかつた。これに依れば、砧及び穂の齡の差は、接木によつては縮められないものであると見られる。

以上の接木実験は、供試個体数が少く、また接木も完璧とは称し難かつたから、これに依つて断言することは出来ないが、おそらく、齡の要素は生長ホルモンのみではないであろう。而して、体内の炭水化物の質的变化と、アミラーゼの含有量とが、齡に関係しているであろう。または等関与物質は、丁度極度の環状剥皮(第1報参照)の場合と同様に、接面を通じては、移行し難いであろう。

接穂に氣中塊茎が生ずる機構は、第1報⁵⁾の Ringing による氣中塊茎生成の機構と略同様の如くであるから、馬鈴薯茎を強度に環状に傷付ければ、その処理部より上方の茎を早く老化させることになるであろう。

(7) 芽薯発生の内的條件、特に Wire-ringing による芽薯に就いて

氣中塊茎及び暗処空中塊茎を主材料として、前項まで述べ來たつた塊茎化の内的條件は次の諸点であつた。A) 側芽性を有すること。B) 背地性が弱いこと。C) 髓質を有すること。D) 腋芽を着生せしめる母茎が老化していること。

本報第9図は、上記條件が完全に具わり、従つて芽薯(Sprout tuber)となつたものの略である。手島・高橋両氏¹¹⁾は、芽薯生成の外的條件として、10%程度の濕度を挙げている。かくして生ずる芽薯を「通常の芽薯」と呼ぶことにする。

第10図の芽薯は、Wire-ringing によつて、処理部上方の氣中塊茎と同時に、処理部下方に於て生じた芽薯である。地上茎に人為氣中塊茎を作ると、地下の親薯には芽薯が生ずることのある事は第1報の第3図左下にも示した。第10図の芽薯を「通常の芽薯」と區別して「特殊の芽薯」と呼ぶことにする。

特殊の芽薯は特殊の機構の下に作られたと見られる。即ち、通常の芽薯は、親薯が徐々に老化して行つて、其の貯藏物質が相当量消耗された場合に現われ、特殊の芽薯は、親薯が急激に老化し、其の貯藏物質が急激に変化した場合に現われると見られる。つまり、Ringing が、処理部分より上方の茎を急激に老化すると同時に、処理部分より下方の親薯

をも急激に老化せしめるのであろう。

次に、[特殊の芽薯]の総重量が、その親薯の植付時の重量より大であつたから、Ringing処理部分より下方に存する緑葉が、芽薯の重量増加に役立つことが明らかで、此の事は、地上茎の炭水化物が、親薯内に逆流し得ることを証明することとなる。

引用文献

- 1) 藤井健雄：蔬菜園芸学 上巻, 1950, 東京, p. 70
- 2) 岩崎敏夫：馬鈴薯種薯の Greensprouting に関する文献 農及園, 22 (5), 1947
- 3) 香川冬夫：農業植物学汎論 1931, 東京, p. 343 及 461
- 4) 川田信一郎：馬鈴薯に於ける「齡」の進行と合成生長物質処理の関係 園. 雑. 19 (3, 4), 1950
- 5) 永井威三郎：作物栽培各論 中巻, 1944, 東京, p. 311
- 6) 中 潤三郎・大森 浩：馬鈴薯に関する生理生態学的研究, IV. 浴光催芽に依る早熟増収の機構に就いて 香川農大報, 2 (3) 1951
- 7) 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 山形農専研究報告, 1, 1949
- 8) 同 上：馬鈴薯氣中塊茎の人為的作成と其の意義に就いて (第1報) 山形大紀要(農学), 1, 1950
- 9) 同 上：同上 (第2報及第3報) 山形農専研究報告, 4, 1951
- 10) 島 善鄰・伊藤正輔：瓜哇薯の増産に関する研究 II 早熟化栽培に就て (1) 浴光高温貯藏に依る早熟化現象に就いて 札. 農. 報 37 (3) 1948
- 11) 手島寅雄・高橋直徳：ジャガイモの異常塊茎に関する研究 日. 作. 紀. 19 (3-4), 1951

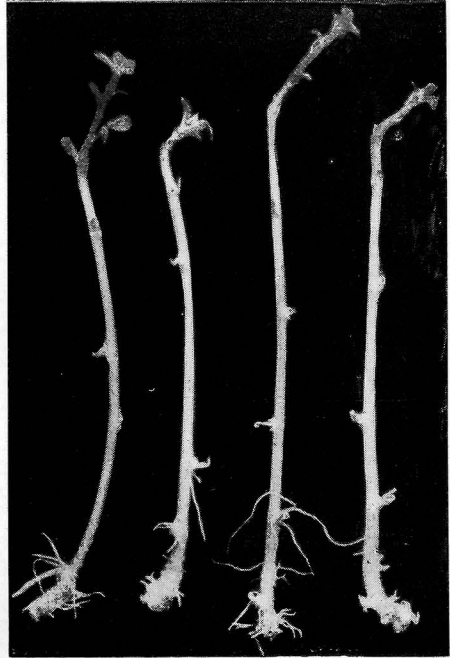
Summary

- 1) It has been found in this research with potato plants forming the aerial tubers that the secondary or axillary shoot should be more tuberizable than the first or terminal one.
- 2) A special phytohormon at the terminal part of a sprout seems to make the leaf blade grow and open and give a sensitive heliotropism there, and where no tuberization occurs.
- 3) The flowers on a peduncle of the secondary shoot are less than those of the first, and those of the axillary shoot are less than those of the terminal one.
- 4) The greensprouting (sun-sprouting, greening, light sprouting) on a mother tuber by drying and sunshine induces there many tillers, which are easily transformed to new tubers.
- 5) Swells could be seen at the lowest part of leaf-cut petioles, but they were never like the normal tubers, because of their loss of medulla.
- 6) By means of grafting, it became distinct that the degenerative stages of potato plants would be carried not only by the scarcity of growth-hormone, but by other substances, for instance, cohlenhydrate and amylase.
- 7) Special and large sprout-tubers were formed directly on mother tuber of the artificially wire-ringed plants, which would be caused by sudden dotage of mother tuber owing to wire-ringing, as like as the aerial tubers by sudden dotage of top stem after wire-ringing.

第1図



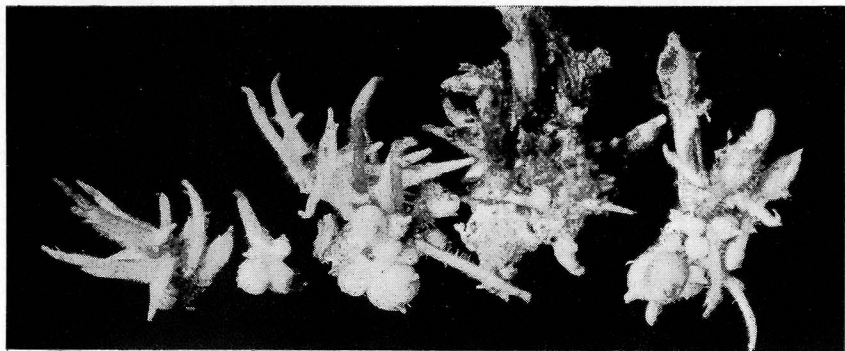
第2図



第4図



第3図



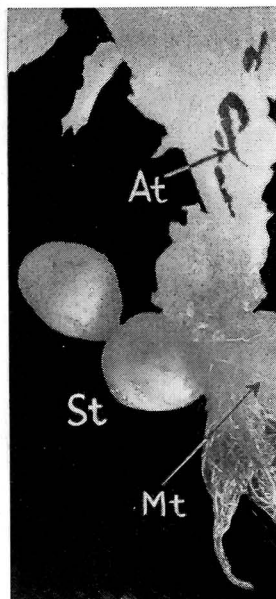
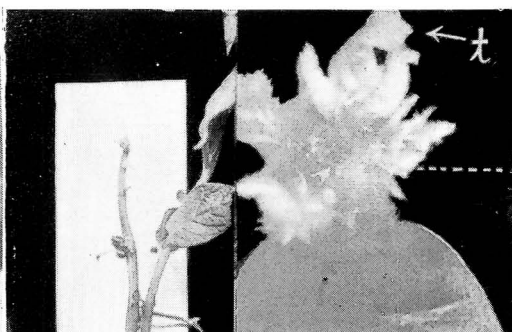
第5図

澁谷紀起：馬鈴薯氣中塊茎の人為的作成と其の意義に就いて(第4報)

第7図



第8図



第9図

第10図

第7図～第10図：本文第6項及び第7項に関する説明図である。t—塊茎，点線—接いだ位置，At—気中塊茎，St—特殊芽薯，Mt—親薯