

甘 藷 の 生 理 学 的 研 究 (II)

発根初期に与えた肥大抑制条件が甘藷の形状特に
諸梗の長さには及ぼす影響

中村三七郎・今村駿一郎*・小倉 弘司・小西 通夫*

Physiological Studies on Sweet Potato, *Ipomoea batatas* LAM.:

II. Effects of Inhibition of Thickening Growth in Early Stage of Root Development upon the Shape of Tubers

Sanshichiro NAKAMURA, Shun-ichiro IMAMURA,*
Hiroshi OGURA, and Michio KONISHI *

(Laboratory of Horticulture)

緒 言

甘藷の根は内外種々の条件によつてその肥大が抑制される。肥大を抑制する外的条件としては過度の高、低温、通気の欠如、過度の乾燥等があり、内的条件としては根相互間の相互作用 (correlation) がある。以下発根直後短期間の肥大抑制が諸の形状特に諸梗の長さに対して如何なる影響を与えるかについて行つた実験結果を報告する。

実験方法及び結果

I 相互作用による肥大抑制と諸梗長

甘藷苗の基部挿植後先端が埋められた場合には後者に生じた根の肥大は抑制され、その抑制は基部が挿植されてから先端が埋められる迄の時間の経過と共に著しくなる。^(1,2,10) この抑制作用強化の時間的経過を更に詳しく調べ、かつ発根初期種々の期間肥大を抑制された諸の収穫時の形状、特に諸梗の長さを観察した。ここで諸梗の長さというのは根の基部から諸の直径 1 cm に至る迄の長さである。

1) 抑制作用強化の時間的経過 8節苗の基部3節を挿植し、当日及び2, 5, 10, 15日後先端5節を水平に埋め基部及び先端部についた諸の個数、重量、諸梗長を測定した。

実験1 実験場所：鹿児島大学農学部園芸学研究室実験圃場、時日：1954年7月6日開始、11月25日調査、品種：農林7号、栽植：畦巾 1 m、株間 75 cm、1区4本、4回反復、ラテン方格法配列。肥料は元肥として堆肥 200 貫、硫酸アンモニア 5 貫、過磷酸石灰 6 貫、硫酸加里 5 貫を鹿児島県甘藷標準施肥量に準じて用いた。

結果は第1表に示す通りである。実験開始当日全節水平植の区では基部3節に 25% 先端に 75% の諸数がつくが、基部挿植2日後先端を埋めたものはこの差は基部：先端は 40%：60% と縮まつている。更に5日後埋めた区は 69%：31% と反つて基部3節に多くの諸をつけ、10日目のもものでは 98% が基部につき15日目も殆んど変りがない。諸重も個数と全く同傾向を示すこと第1表及び第1図に示す通りである。諸梗長には差が認められない。

* Laboratory of Applied Botany, Kyoto University.

Table 1. Number and weight of tubers and length of neck in the tubers formed on the basal and apical part when the apical part was imbedded in various days after the imbedding of basal part, 1954
On the experiment field, Kagoshima Univ.,
Variety Norin No. 7.

Days elapsed from first to second imbedding	Number of plants	Number of tubers			Weight of tubers (gm)			Number of tubers (%)		Weight of tubers (%)		Length of neck (cm)
		Basal 3 nodes	Apical 5 nodes	Total	Basal 3 nodes	Apical 5 nodes	Total	Basal 3 nodes	Apical 5 nodes	Basal 3 nodes	Apical 5 nodes	
0	20	17	50	67	4,370	24,170	28,540	25.4	74.6	15.3	84.7	5.2
2	20	26	39	65	10,790	16,960	28,750	40.0	60.0	37.5	62.5	6.0
5	20	36	16	52	14,980	9,720	24,700	69.2	30.8	60.6	39.4	4.8
10	19	53	1	54	23,755	1,320	25,075	98.1	1.9	94.8	4.2	3.0
15	18	53	3	56	25,810	1,210	27,020	94.6	5.4	95.5	4.5	4.6

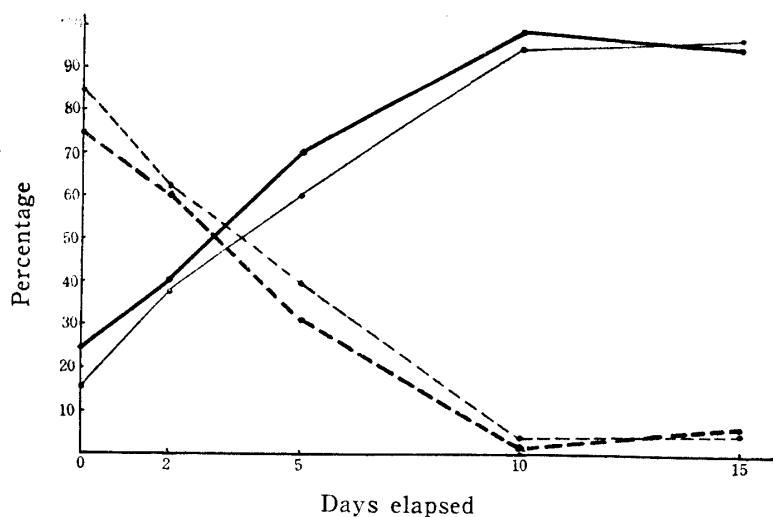


Fig. 1. Change of the formation of tuber on the basal and apical part with days elapsed from the imbedding of the basal 3 nodes to the imbedding of apical part.

Variety Norin No. 7.

Number of tubers Weight of tubers
 — Basal 3 nodes ··· Basal 3 nodes
 - - - Apical 5 nodes - · - Apical 5 nodes

実験2 実験場所：鹿児島大学農学部附属指宿植物試験場，時日：1954年7月17日開始，11月29日～12月3日調査，品種：農林1号，栽植様式及び施肥，実験1と同じ。

結果は第2表に示す様に全節当日挿植のものは基部3節に総諸個数の9%がつくだけであるが，基部3節挿植後2日経て先端を埋めたものでは50%以上が，5日後のものでは95%が基部につき先端につくものは僅か5%に過ぎない。10日目15日目に先端を埋めたものは僅か乍らこの不平等が平均される傾向が認められ，15日後のものでは先端に15%がついている。諸重についても殆んど全く個数と傾向を同じくすることは第2表及び第2図に見る通りである。諸梗長については何れの区も差が認められない。実験1と比較すれば基部挿植後の抑制作用の発現が著しく早いことが目立っている。

Table 2. Number and weight of tubers and length of neck in the tubers formed on the basal and apical part when the apical part was imbedded in various days after the imbedding of basal part, 1954
On Ibuski plant experiment station, Kagoshima Univ.,
Variety Norin No. 1.

Days elapsed from first to second imbedding	Number of plants	Number of tubers			Weight of tubers (gm)			Number of tubers (%)		Weight of tubers (%)		Length of neck (cm)
		Basal 3 nodes	Apical 5 nodes	Total	Basal 3 nodes	Apical 5 nodes	Total	Basal 3 nodes	Apical 5 nodes	Basal 3 nodes	Apical 5 nodes	
0	20	9	91	100	598	13,407	14,005	9.0	91.0	4.3	95.7	2.3
2	20	49	44	93	4,784	8,199	13,983	52.7	47.3	34.2	65.8	2.9
5	19	64	3	67	8,252	160	8,412	95.5	4.5	98.1	1.9	3.6
10	20	60	6	66	8,376	1,232	9,608	90.9	9.1	87.2	12.8	3.1
15	20	53	9	62	8,301	1,693	9,994	85.5	14.5	83.1	16.9	3.3

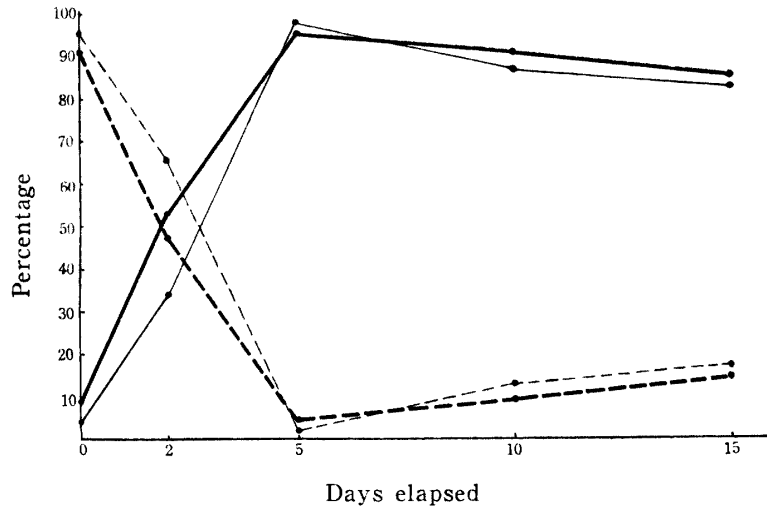


Fig. 2. Change of the formation of tuber on the basal and apical part with days elapsed from the imbedding of the basal 3 nodes to the imbedding of apical part.

Variety Norin No. 1.

Number of tubers Weight of tubers
 — Basal 3 nodes — Basal 3 nodes
 - - - Apical 5 nodes - - - Apical 5 nodes

2) 肥大抑制と諸梗長 基部3節を挿植して15日後、即ち抑制作用が殆んど完全に成立してから先端を埋め、その後0日(即ち当日)2日、5日、10日後基部4節を除去して抑制を除くと先端部にも諸を着生する。この諸についてその形状特に諸梗長を測定した。基部4節を除去した理由は、第4節目は時に地表に接して発根している場合があつて、実験結果を乱すおそれがあるので安全度を高める目的で行つたものである。

実験3 実験場所：鹿児島大学農学部園芸学研究室実験圃場、時日：1954年7月7日基部3節挿植、7月22日先端水平埋、11月22日調査、品種：農林2号、1区5本、4回反復、その他第1第2実験に同じ。

- A区, 7月22日即ち先端埋当日基部4節除去.
 B区, 7月24日即ち先端埋2日後基部4節除去.
 C区, 7月27日即ち先端埋5日後基部4節除去.
 D区, 8月1日即ち先端埋10日後基部4節除去.

結果を第3表及び第3図に示した. 諸重には一定の傾向が認められないがD区は他の区に比して小さい. 蔓重はA→Dの順に増加し之に従つて T/R も亦次第に増加している. この現象は肥大抑制が除かれる迄の日数の増加と関係しているかどうかは明らかでない. 即ち本実験では諸の肥大は基部4節の除去と同時に開始されるものと考えられるから A→D の順に次第に晩植となる. 一般に晩植は蔓の繁茂, 従つて T/R の増加を来すから晩植の影響によるものかも知れない. この点については別に実験中である. 各区の諸梗長の分布は第3図に示す如くである. 即ち全く抑制を受けないA区及び2日抑制を受けたB区では諸梗長1~5 cmの諸が最も数が多いが, B区では諸梗長増加に伴う諸数減少がA区程著しくなく26~30 cmに及ぶ諸も見られる. 5日間抑制を受けたC区では諸梗長16~20 cmの諸が最も多くA, B両区とは著しく異つた分布曲線を示す. D区では諸梗長のモードは11~15 cmとB区に比して短くなるが変異の中は甚だ広くなり51~55 cmに及ぶ諸も見られる. 諸梗の長さの平均はA→Dの順に長くなる(第3表). この諸梗長の変化は基部3節の抑制によるもので, 肥大開始期の遅延によるものでないことは基部除去を同一日に行つた実験でも同じ傾向が見られる事から明らかである.

Table 3. Effects of the inhibition of thickening growth caused by the correlation in early stage of root development upon the weight of tops and tubers and the length of tubers neck, 1954
 On the experiment field, Kagoshima Univ.,
 Variety Norin No. 2.

Period of inhibition (days)	Number of Plants	Weight of tops (gm) mean	Weight of tubers (gm) mean	T/R	Length of neck (cm) mean
A 0	19	289±23.9	524±30.4	0.55±0.049	7.8±1.08
B 2	20	365±146.4	556±57.7	0.78±0.189	9.8±0.97
C 5	20	428±36.3 **	571±59.9	0.93±0.153 *	17.7±1.13 **
D 10	19	432±38.9 **	436±51.2	1.45±0.339 *	18.1±4.40 **

* Significant at the 5% level.

** " " 1% level.

II 水中浸漬による肥大抑制と諸梗長

甘藷の肥大には適度の酸素の存在が必要であつて水耕栽培によつて水中で塊根を形成させる事は出来ないことはよく知られた事実である.^(3,4,5,6,8,11)水中に於ける肥大抑制が諸梗長に如何に影響するかを見る為次の実験を行つた. 長さ30~40 cm 直径8~10 cmの真竹の節間を縦に二つ割りにした円筒に砂壤土を軽くつめて諸苗を挿植する. 之を吃水面が竹筒上端面の中心部に來る様に垂直線と約60°の角度に固定する. これによつて諸苗の土壤中に挿植された節は水中にある. 7日及び10日後圃場高畦に筒内の土壌を崩さない様に竹筒を除いて定植した. 対照としては同様に竹筒に挿し高畦に斜に埋めて置いた苗を同様に定植した.

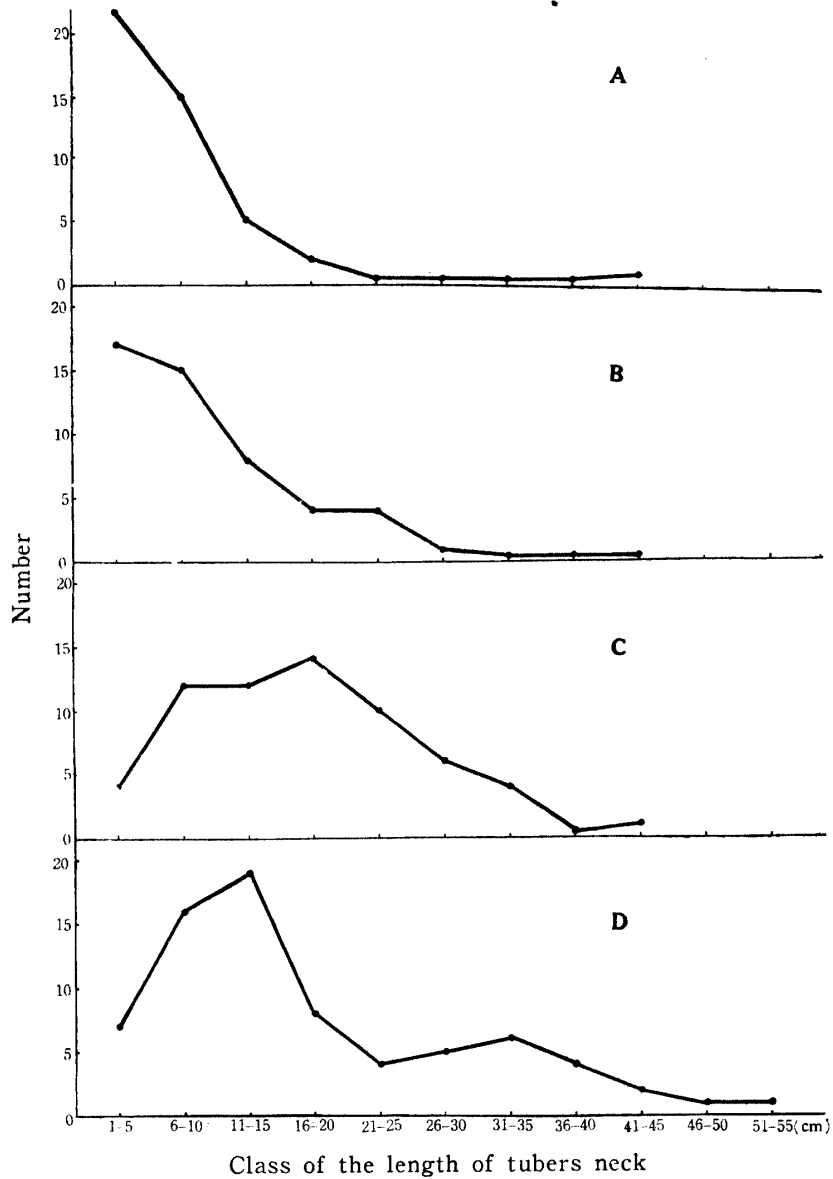


Fig. 3. Distribution charts of the length of tubers neck when the basal 4 nodes were cut off in various days after the imbedding of apical part.

Variety Norin No. 2.

A. Cut off on the 0 day after the imbedding of apical part.

B. " 2 nd day after "

C. " 5 th day after "

D. " 10 th day after "

実験4 実験場所: 鹿児島大学農学部園芸学研究室実験圃場, 時日: 1955年7月1日開始, 11月5日調査, 品種: 農林1号, 栽植: 畦巾1m, 株間50cm, 各区20本. 肥料は元肥として堆肥500貫, 硫酸アンモニア, 過磷酸石灰, 塩化加里, 各5貫を用いた.

結果は第4表に示す様である. 即ち諸重に於ては浸漬区が大きく10日浸漬区は対照との間に1%水準の有意差がある. 蔓重は浸漬区が小で従つて T/R は浸漬区が小さく特に10日浸漬実験に於て

Table 4. Effects of anaerobic condition of soil in early stage of root development upon the weight of tops and tubers and the length of tubers neck, 1955
On the experiment field, Kagoshima Univ.,
Variety Norin No.1.

Days under anaerobic condition	Number of Plants	Weight of tops (gm) mean	Weight of tubers (gm) mean	T/R	Length of neck (cm) mean
7 0 (Control)	20	813±64.2	756±61.1	1.24±0.158	*** 16.1±1.37
	20	875±51.3	672±50.3	1.45±0.263	6.9±0.78
10 0 (Control)	20	1,028±78.9	** 948±51.5	** 1.10±0.074	*** 15.5±0.99
	20	1,062±86.9	573±113.8	1.61±0.167	5.9±1.04

** Significant at the 1% level.

*** " " 0.1% level.

は対照との間に1%水準の有意差がある。諸梗長は両実験とも浸漬区が著しく長く平均10cm程度の差があり0.1%水準の高い有意差がある。即ちこの実験でも発根初期の肥大抑制は甘藷の諸梗を長くする事が判る。7日と10日浸漬の両実験に於て、地上部の発達が異なる事及び両実験とも浸漬区に於て諸重が大きいのは、実験当時の外界条件によるものかどうかには断じ難い。

考 察

第1第2実験から早く挿植された基部節は、挿植2日後に既に先端部に遅れて発生する根の肥大に対して抑制的な相互作用を及ぼすことが明らかである。吾々は前にこの現象を報告し、その原因を基部に早く発生した根の新根に対する肥大抑制作用に帰した^(1,2,8)このことは基部を掘上げて根の正常な生理機能を攪乱すれば抑制作用が弱まることから結論したものである。然るに今挿植後2日目の根の状態を見ればその発達は尙極めて貧弱で、この根だけでか様に強い相互作用を示す事は考え難い事であつて、挿植されてある茎の部分も亦抑制力を持つものかとも考えられる。尙第1及び第2実験を比較すれば第2実験では基部挿植5日後、第1実験ではこれより幾分遅れて肥大抑制力が極大となるが、これは実験に用いた品種の差によるものか、環境条件によるものか明らかでない。

肥大抑制が内因的な相互作用による場合でも、又外因的な過湿(空気の欠乏)による場合でも、諸梗は著しく長くなることは第3及び第4実験によつて明らかである。この事実は次の様に解釈することが出来る。茎に発生した根は何れも適当な内外条件下では肥大成長をなして塊根となる事が出来る⁽³⁾が、上述実験では相互作用又は通気欠如によつて発生初期にその肥大成長が抑制される。しかして肥大成長が起る為には根の組織の年齢による或内的条件を必要とするものと考えれば、抑制が永く続く程この肥大可能部位は根の先端へ向つて移動する。従つて基部除去によつて抑制が除かれるのが遅れるに伴つて肥大可能部位は先端に移り諸梗長の増大を来す。第3実験に於て10日間抑制区の諸梗長のモードが5日間抑制区のそれよりも小さくなつて居るのは、前者では長期間の抑制によつて初め発生した根の多くは既に肥大が困難で、土壤深層部で肥大する根の数が少なく、従つて遅れて発生する根に対する肥大抑制が弱いために、遅れて発生した根の一部は浅層で肥大して諸

梗の短かい正常な形の諸となるものと考えられる。肥大可能性が根の組織の年齢と何等かの関係があるということは、或る程度老化した根はも早や肥大しないと言う事実から推定することが出来る。*

第3実験から明らかなように、5日間の抑制によつて諸梗は平均 17.7 cm となり、根の基部から 17.7 cm 迄の部分は老化して肥大可能性を失つたものと考えられる。よつて 5 cm 内外の諸梗を有する正常な形の諸の形成にあつては、肥大成長は既に初めの 5 日内外に開始されたものとする外はない。勿論ここにいう肥大開始とは必ずしも根の組織の解剖学的変化を指すものではない。すべての成形現象では形態変化が現われる遙か以前に或種の生理的变化が先行する。この生理的变化は非常に早く始まる事が多く、甘藷塊根形成に於ても発根後数日中に始まるものと考えられる。

甘藷挿苗直後の不良環境は、いずれも諸梗の長い所謂「遠出来」の諸を増加せしめ、かつ収穫の低下を伴うことはよく知られた事実である。本報告の実験は、甘藷根の肥大成長は挿植後極めて短時日の間に始まることを示し、栽培にあつては挿植直後の管理、特に植え傷みを極力避けることが大切であることを示唆する。

摘 要

1) 甘藷苗の基部 3 節を水平に挿植し、数日後その先端部 5 節を埋めると先端部に形成される諸の数量は著しく減少する。この先端部に於ける諸の形成に及ぼす基部の影響は、基部を挿植してから先端部を埋めるまでの時日の経過につれて増大する。

2) 基部 3 節を挿植し、15 日後に先端部を埋めると、諸の着生は殆んどすべて基部に限られる。ところが、基部を切除すると抑制作用が取り除かれて、先端部にも諸の形成が行われるようになる。

3) 先端部を埋めて数日後に基部を切除すると、諸梗の長い諸が形成される。この諸梗の長さは基部の切除が遅くなるにつれて長くなる。一方土壌の無気状態によつて発根後数日間根の肥大成長が抑制された場合にも諸梗の長い諸が形成される。

4) 抑制作用の下においては、その作用が内因的相互作用であるか外因的作用であるかにかかわりなく、肥大部位は根の先端部に移行し諸梗の長い諸を生ずる。

5) 之等の事実から甘藷の肥大成長の開始は、短期間存在し、かつ数日以内に根の老化によつてすみやかに失われる根の初生組織の或る生理的状态と緊密に関連しているものようである。

* 塊根の肥大には第 1 次木部に囲まれた髓細胞の分裂が関与しているため、第 1 次木部の外原型の導管列は次第にその間隔が拡がり、ついにはその所在を探すのが困難になる。これに対して細根又は塊根の肥大しない部分では例外なく第 1 次木部は髓の中央に発達した大形導管と木質化した細胞で連絡して星状となる。この第 1 次木部の星状体形成(仮称)は肥大能力を失つた根に認められる解剖学的特徴であつて発根後比較的早く起るもの様である。この点については尙研究が必要である。

文 献

- 1) 今村駿一郎：生研時報，**4**，153~154 (1954).
- 2) ————，小西通夫：園研集，**7**，114~119 (1955).
- 3) 伊東 秀夫：サツマイモの栽培と貯蔵 (1949).
- 4) ————，森 英男：農 学，**1** (7)，435~437 (1947).
- 5) ————，———：農及園，**21** (1)，13~14 (1946).
- 6) ————，土屋四郎：園学雑，**16** (1)，1~15 (1947).
- 7) 小倉 謙：農及園，**20** (8, 9)，331~334, 381~383 (1945).
- 8) 春日井新一郎：日作紀，**7** (1)，12~18 (1935).
- 9) 戸刈義次，明峰英夫：農及園，**20** (2)，95~96 (1945).
- 10) 中村三七郎，今村駿一郎，小倉弘司：鹿大農学報，**No. 3**，14~20 (1954).
- 11) 菅原 友太：農及園，**13** (1)，185~190 (1938).
- 12) 佐々木 喬：綜合作物学，食用作物篇，(1952).

R é s u m é

When 3 basal nodes of the slip are imbedded in soil horizontally, and after a few days the remaining apical nodes are imbedded along its length, the number and weight of the tubers formed on the apical nodes are significantly reduced. The influence of the basal part upon the formation of tuber on the apical part increases with the days elapsed from the first to the second imbedding.

When the apical part is imbedded 15 days after the imbedding of the basal 3 nodes, the tubers formed are almost entirely restricted to the basal part. By cut off the basal part, the inhibition can be abolished and the apical nodes can produce tubers. If the basal part is removed some days after the imbedding of the apical part, abnormal tubers with "long neck" are formed on the remainder part. The length of the neck increases with delay of the removal of the basal part.

When the thickening growth of the root is inhibited for some days after rooting by unaerobic condition of the soil, long necked tubers are also produced. Under inhibiting action, irrespective of internal correlation or of external factors, the thickening part displaced toward the distal end of the roots, resulting in the formation of long necked tubers.

From these facts the inhibition of thickening growth seems to be closely related with some physiological conditions of the primary tissues of the root, which exist for a short duration and are lost soon by aging of root in a few days.