

## 馬鈴薯に関する生理、生態學的研究

## 第1報 芽薯の發生機構に就いて

中 潤 三 郎

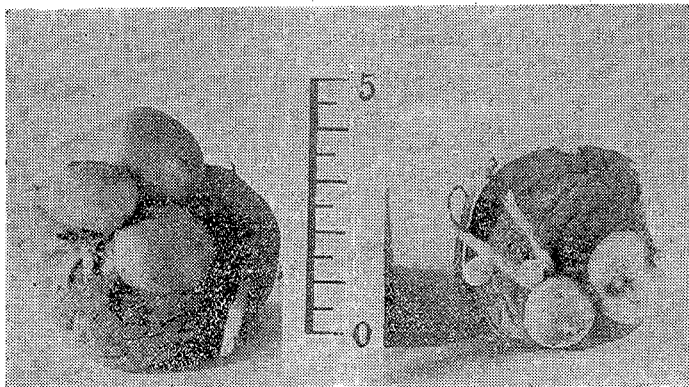
PHYSIOLOGICAL AND ECOLOGICAL STUDIES ON POTATO PLANTS  
PART 1. ESPECIALLY ON THE TUBERIZATION OF THE SPROUT ON  
POTATO TUBER

BY

JUNZABURO NAKA

## 〔I〕 緒 言

古くから知られている如く、穴藏内で長期間貯藏された馬鈴薯塊莖から、通常の如く芽を萌出する事なく、萌芽が母塊莖上に直ちに新塊莖を生ずる所謂芽薯の形成は、さ程稀有な事ではない(第1圖)。その極端な場合には、塊莖内塊莖の形成すら報告されている<sup>1,2)</sup>。而してその原因として、從來主として光及び濕分の減退が擧げられている。斯様な現象は北海道に於いては、2, 3年來注目せられて居たが、昭和24年度馬鈴薯春作にあたり、静岡、島根、愛知等の諸縣に於いて、前年春期に收穫した塊莖を種薯として植付を行つた際、大面積に亘つて所謂芽薯の發生を見、馬鈴薯栽培上看過し得ない重要な問題となつている。従つて今日早急にその發生機構に就いて充分の検討を行ひ、以てその豫防対策等に万全を期すべき現況にある。



第1圖 昭和23年秋期北海道産馬鈴薯塊莖上に於ける芽薯の形成(品種紅丸)  
(昭和24年7月20日撮影)

筆者は偶々芽薯の好試料を得たので、長期貯藏中に發生する芽薯及びその親薯の炭水化物、並びに其等組織の生理的狀態を、正常芽及びその親薯の其等と比較し、2, 3の結果を得たので茲に報告する。

此の研究は筆者が本校々長黒上博士の御配慮に依り、昭和24年4月より7箇月間に亘る北海道大學留學中、農學部食用作物學教室教授手島博士の御推獎により、同學部植物學教室教授田川博士の御指導によつて行つたものの一部である。尙實驗に際しては植物學教室の各位より終始御便宜が與へられた。又靜岡縣の織部、三高兩技師よりは、同縣に於ける昭和24年春期の芽薯發生狀況に關し、種々御教示を賜つた。此處に記して上記諸氏に対し深甚の謝意を表する。

## 〔II〕 實驗材料及び方法

### 〔A〕 供試材料

實驗材料としては昭和23年秋期北海道産紅丸種を用ひた。

#### (a) 正常な芽を萌芽したもの

冬期間地下貯藏せるものを5月上旬に掘出し、7月中旬迄實驗室内で木製暗箱中に貯藏し、芽長約5~15mmに生長したもの。

#### (b) 芽薯を發生したもの

上記により收穫後7月中旬迄實驗室内で木製暗箱中に貯藏し、芽薯が小豆大~母指頭大程度に膨大したもの。

### 〔B〕 測定法

#### (a) 分析試料

分析試料は重量法に據り、髓部と皮層部とに分けた。即ち各區より約2gの試料をとり、直ちに化學天秤上で其の生重量を測定した後、乳鉢に入れ少量のトルオールを加へ磨細し水を加へて50ccとした。之を30分間靜置して浸出した後濾過し水を加へて100ccとし、各種實驗の供試液とした。

#### (b) 分析

(1) 還元糖 ; 上記供試液3ccをとりマイクロ・ベルトラン法 (KLEIN; Handbuch der Pflanzenanalyse 1932) に依つて行ひ還元糖は葡萄糖として計算した。

(2) 非還元糖 ; 供試液25ccをとり25%鹽酸5ccを加へて2時間煮沸、冷却後30%苛性曹達を以て中和したる後100ccとした。之より3ccをとり以下還元糖同様の方法によりその糖量を求めた。

(3) 澱粉 ; 濾過残渣を洗ひ落して200ccとし25%鹽酸10ccを加へて3時間煮沸、冷却後30%苛性曹達を以て中和したる後500ccとした。之より3ccをとり、以下還元糖同様の方法によりその糖量を求め常數0.9を乗じて計算した。

### 〔C〕 アミラーゼ作用力

(1) 酵素液 ; 前記の分析に於ける濾液をとり、これを酵素液として用ひた。

(2) 澱粉液 ; 常法により2%可溶性澱粉液を調製した。

(3) 緩衝液 ; 緩衝液としては McILVEINE 枸橼酸—磷酸緩衝液 pH 6.8 を使用した。

(4) 糖分定量 ; 作用後  $\frac{N}{10}$  苛性曹達を添加し、酵素作用を停止せしめ、生成せる糖分をマイクロ・ベルトラン法により定量した。

(5) 操 作 ; 50cc容量の硬質硝子製三角瓶中に2%可溶性澱粉液10ccをとり、之に緩衝液10cc及びトルオール2, 3滴を加へ、更に此の中に上記の酵素液10ccを添加し、よく振盪して40°Cの恒温器中に入れ20時間後とり出し、その3ccをとつて直ちにマイクロ・ベルトラン法により生成した糖分を定量した。別に對照試験として各實驗區毎に同一の試料を用意し、之は酵素液添加後直ちに3ccをとり試料中に既存の糖分を定量した。上の測定値より對照値を引去つた量を以てアミラーゼ作用力と見做した。但し測定は滴定に要した標準過滿俺酸加量液の量を以てした。

(d) 滲 透 價

各區毎の切片を作りNeutralrot 0.05%液にて20分間染色後、蔗糖の0.20より0.36Mol 溶液に浸漬し、2時間の後原形質分離の如何を檢鏡し等稠溶液の濃度を以て測定した。

(e) 水 分 含 量

各區毎の試料約2gをとり、秤量管に入れて直ちに化學天秤上で其の生重量を測定した後、80°Cの乾燥器中に重量一定になる迄保つて其の乾燥重量差を求め、前記測定値で除して決定した。

〔III〕 實 驗 成 績

先づ正常に萌芽せる新芽及びその親薯内に含有せられる澱粉、還元糖並びに非還元糖の各含量を検するに(第1表参照)、先づ正常芽に於いては髓部、皮層部を通じ可成の量の還元糖並びに稍々多量の非還元糖が見られる許りでなく、更に澱粉の存在も認められた。而して非還元糖對還元糖の比率は、髓部に於いて約11對1、皮層部に於いて約4對1である。

第1表 正常に萌芽せる芽及び親薯内の還元糖、非還元糖並びに澱粉含量

試 項 目	髓 部					皮 層 部				
	還 元 糖	非 還 元 糖	全 糖 分	澱 粉	全 炭 水 化 物	還 元 糖	非 還 元 糖	全 糖 分	澱 粉	全 炭 水 化 物
芽	3.18	34.99	38.17	80.52	127.64	4.90	19.85	24.75	52.22	82.75
親 薯	0.87	2.96	3.83	3.92	8.19	3.35	26.02	29.37	5.76	35.77

(含量はすべて生重量1g當りのmg重を以て示す)

次に正常芽を有する親薯に就いて檢するに、髓部、皮層部共に澱粉含量著しく低く、又髓部に於いて還元糖、非還元糖含量共に僅少で、その非還元糖對還元糖の含量比率は約3對1である。他方皮層部は可成の量の還元糖と共に、又稍々多量の非還元糖を含有し、非還元糖對還元糖の比率は約8對1である。

而して葡萄糖に換算した全炭水化物量は、髓部、皮層部を通じ共に、芽の方が塊莖より著しく多く、又滲透價も同様に親薯より芽の方が高いが、特に髓部に於いて其の差が顯著であり、水分含量は髓部、皮層部共に芽の方が大であつた。

更にアミラーゼ作用力は髓部、皮層部共に芽に於いて大きいが、親薯の皮層部に於いても可成の作用が認められた。

次に正常芽及びその親薯に就いての諸含量と對比して、異常生育した芽薯及びその親薯のそれら諸含量を検して第2表に示す如き結果を得た。

第2表 芽薯及び親薯内の還元糖、非還元糖並びに澱粉含量

試 項	部 分	髓 部					皮 層 部				
		還 元 糖	非 還 元 糖	全 糖 分	澱 粉	全 炭 水 化 物	還 元 糖	非 還 元 糖	全 糖 分	澱 粉	全 炭 水 化 物
芽 薯		1.72	27.78	29.50	257.36	315.46	0.87	17.83	18.70	169.63	203.47
親 薯		3.19	痕跡	3.19	12.34	16.90	0.10	32.45	32.55	101.62	145.45

(含量はすべて生重量1g當りのmg重を以て示す)

先づ芽薯に就いて見るに、豫想された如く髓部、皮層部共に顯著な澱粉の蓄積が見られた。然るに還元糖及び非還元糖含量は共に、正常芽のそれらに比し、絶対値に於いて低い、併し非還元糖對還元糖の比率は大であつて、例へば、髓部に於て約16對1、皮層部に於ては約20對1であつた。

次に親薯に就いて見るに、髓部に於いては正常芽を有する親薯に比し、澱粉及び還元糖含量は共に多いが、非還元糖は著しく少い。他方皮層部に於いては、特に澱粉が著しく多いのに反し、還元糖は極めて少い。然るに非還元糖含量は稍々多く、従つて非還元糖對還元糖の比率は約325對1である。

今葡萄糖に換算した全炭水化物に就き、芽薯と親薯とを比較すると、髓部、皮層部共に芽薯の方が大であるが、特に髓部に於いて兩者間に顯著な差が認められる。又滲透價は髓部、皮層部共に芽薯に於いて大きく、特に皮層部に於いてその差が顯著であり、水分含量は髓部、皮層部共に芽薯の方が小であつた。

更にアミラーゼ作用力は髓部、皮層部共に親薯の方が大きく、芽薯に於いては極めて僅少であつた。

#### [IV] 結 語

以上の實驗結果より考察するに、本報告に於いて對照として用ひた正常芽を有する親薯も、<sup>4, 5)</sup>田川氏等の實驗結果より考へると、可成老化したもので、之は勿論收穫後の経過時期より當然豫想されるところであるが、又本文に示されたその貯藏物質相互間の量的關係からも明かである。先づ第一に擧げられる點は、髓部、皮層部を通じ共に著しく澱粉含量の低い事、之は萌芽開始に伴ひアミラーゼ酵素により、糖化せられ發芽並びに爾後の生活維持のエネルギー源として消費されると共に、糖の一部は更に新芽部に移動する。而して本實驗の供試材料の如く、木製箱中に貯藏された場合、環境不利の爲新芽の伸長は限定され、従つて還元糖の消費僅少である爲、その一部は非還元糖として親薯、特に皮層組織中に蓄積される。他方新芽中に送られた還元糖も萌芽不良の環境下で、その消耗僅少である爲一部は非還元糖と

して該部に蓄積される。之が外觀上正常芽を有する塊莖の新芽部、並びに塊莖、特にその皮層部に多量の非還元糖含量を見る所以であらう。而して特に注意を要する點は、外觀上正常と見做される新芽組織中に、可成の量の澱粉の蓄積を見る事である。これ恐らく塊莖より新芽に送達される還元糖の消耗が僅少である爲、その一部が非還元糖に轉ずると共に、一部は更に安定型の澱粉として蓄積されるもので、此の新芽が今後正常芽として伸展するか、又は芽薯として異常塊莖を形成するかの分岐點は、恐らく此の間に於ける僅かな條件の變化により決せられるものと思惟される。

次に異常塊莖形成（芽薯）の見られる塊莖に就いて檢するに、先づ最初に注意すべき點は、當然豫想<sup>3)</sup>された如く、親薯組織内の澱粉含量の低下と、芽薯内への異常な澱粉蓄積であつて、此の事實は田川氏の報じた馬鈴薯二次生長塊莖に見られた現象と全く類似したものであつて、恐らく發生機構に關しても兩者間に共通點のあらうことは想像に難くない。蓋し上述の場合と同様に、萌芽に際し生成せられた還元糖は新芽部に送入され、該部で或る條件又は或る環境の組合せに依つて、澱粉として蓄積せられたものであらう。尙更に考慮を要する點は、此の芽薯並びにその親薯内の還元糖、非還元糖並びに全糖量は組織により多少の相違は見られるが、その絶對値に於いて概して、外觀上正常芽を有する塊莖のそれ等に比して、親薯相互間に於いては大差を見ないが、芽組織相互間に於いては、芽薯の方が低い含量が見られる。而して非還元糖對還元糖含量比率は、殆ど例外なく、芽薯の方が大である事は、含有糖分の點、<sup>4, 5)</sup>或は又田川氏等の實驗結果より考へて、芽薯は全體として一應安定した貯藏系を構成する。此の事は更に全炭水化物の點より見る時、芽薯の方が正常芽を有する塊莖より、何れの組織に於いても高い含量を示している事實、更にアミラーゼ作用力測定結果からも証せられる。然し此の事實は種薯としての價値喪失を意味するもので、直ちに掘取、再播種、その他の爾後の處理を必要とする。

次に芽薯發生の條件を明にする一手段として、(1) 明・濕 (2) 明・乾 (3) 暗・濕 (4) 暗・乾の四種環境下に正常芽を有する親薯を置いた處、(4) の場合に於いて顯著な芽薯の形成が見られた。

上記の如く、芽薯は或る環境、特に乾燥及び光線不足等の條件の下に於いて、萌芽特に老化薯より發生する芽の生長の抑制、並びに親薯よりの過剰の糖類の供給等の組合せにより、萌芽組織内に澱粉の蓄積を見る結果發生するもので、その發生機構は二次生長のそれと類似するものと思惟される。又事實昭和24年春期に於ける静岡地方の氣象條件、並びに使用種薯の性情は、芽薯發生の諸條件を満すもので、同地方に大量の芽薯の發生を見たのは、蓋し止むを得なかつたであらう。而して斯様な芽薯形成の原因究明は、又同時に馬鈴薯の塊莖形成機構の根本問題に關連し、更に今後の研究に俟つものである。然しその対策としては、少くとも通氣のよい冷涼な個處に貯藏されていた清新なる種薯の使用、並びに有機質肥料の施與に依る圃地の理化學的性質の改善等が擧げられる。

## 引 用 文 献

- 1) Gager, C. S., Bot. Gaz. 54 (1912), 515—524.
- 2) Stewart, E. C., Brooklyn Bot. Gard. Memoirs I (1918), 423—426.
- 3) 田川 隆, 生物 2 (1947), 82—84.

- 4) 田川 隆, 岡澤養三, 酒井隆太郎, 寒地農学 2 (1948), 39—55
- 5) 田川隆, 岡澤養三, 北海道馬鈴薯採種組合連合會資料 No.5 (1949), 1—13

### Résumé

It is not at all uncommon to find tuberization of the sprouts directly on parent potato tubers left long time in a cellar. These sprout-tubers are observed in Hokkaido recently. But in the late spring of 1949, the cultivation of potatoes in Shizuoka, Shimane and Aichi Prefectures suffered heavily from the formation of sprout-tubers in the potato fields.

In order to obtain some information on the tuberization of the potato sprout, the present investigation was undertaken, using the variety "Beni-Maru" as material. Judging from the results obtained, it is not unreasonable to consider, that the mechanism of sprout-tuber formation is very similar to that of the second-growth of the potato tubers. Namely, the accumulation of starch in the sprout tissues, due to the abundant supply of sugar from the parent tuber under the conditions of the absence of light and dampness, was ascertained. What principally caused the tuberization of these sprouts, however, it is difficult to say and is deserving of further study.