



Title	馬鈴薯の生理、形態學的研究：第11報 馬鈴薯の異常塊莖形成の際のアスコルビン酸含量の變化に就いて
Author(s)	田川, 隆; TAGAWA, Takashi; 岡澤, 養三 他
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 1(3), 246-250
Issue Date	1953-03-05
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/11522">https://hdl.handle.net/2115/11522</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	1(3)_p246-250.pdf



# 馬鈴薯の生理, 形態學的研究

第11報. 馬鈴薯の異常塊莖形成の際のアスコルビン酸含量の變化に就いて

田川 隆・岡澤 養三

(北海道大學農學部植物學教室)

## Physiological and morphological studies on potato plants

Part 11. On the variation of the ascorbic acid content of potato plants in abnormal tuber formation

By Takashi Tagawa and Yojo Okazawa

(Botanical Institute, Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

### I. 緒 言

馬鈴薯の異常塊莖とは、老化薯より發生した萌芽が直接肥大して塊莖化した芽薯の外に、暗處で育生した塊莖上に生じた徒長莖の葉腋部に生ずる小塊莖等の事である。而して前報<sup>3, 5)</sup>に於いて芽薯の發生機構、並びにその際の炭水化物量の變化に就いて報告したが、かような異常塊莖形成に際しての澱粉含量の變化は正常塊莖形成の場合とほぼ同様の傾向を示すことを明かにした。一方前報<sup>4)</sup>に於いて正常塊莖形成にあたり、アスコルビン酸が塊莖の形成過程に於ける澱粉の蓄積に密接な關係を有する事を認めた。本實驗は異常塊莖形成の際にも同様な事實が見られるか否かに就いて検討する目的で行つたものである。

### II. 實驗材料並びに實驗方法

〔A〕 實驗材料；馬鈴薯「男爵薯」(農林省北海道廣島原種中央農場昭和25年度産)を用いた。

### 〔B〕 實驗方法；

(1) 貯藏法；塊莖はすべて温度の變化の比較的少ない冷暗所(温度 $10^{\circ}\text{C}\sim 12^{\circ}\text{C}$ , 濕度70~75%)に貯藏した。猶、芽薯形成を促進させる爲暗所(温度 $10^{\circ}\text{C}$ , 濕度95%)に播種した。

(2) 測定法；アスコルビン酸、還元糖、非還元糖、澱粉の分析並びに含量の表示法はすべて前報に<sup>4)</sup>準じて行つた。

### III. 實驗結果並びに考察

異常塊莖の形成に就いて次の3實驗を行い、異常塊莖形成過程に於けるアスコルビン酸、糖、並びに澱粉の含量の測定を行つた。

實驗1 高温乾燥條件に伴う芽薯の形成に就いて；

前報<sup>3)</sup>に示した如く高温乾燥條件は塊莖の萌芽を肥大、異常塊莖化せしめる。即ち芽薯の形成を促進させる事が明である。依つて本實驗に於いては上記条件下で發生した萌芽と、對照區の萌芽を比較し、萌芽の肥大とアスコルビン酸含量の變化に就いて検討した。

Table 1. The variations of ascorbic acid and carbohydrates contents in the potato sprouts under the dried and high temperature conditions.

Days	Contents Exp. lots	Moisture content	Carbohydrates contents			Ascorbic acid contents			The ratio of reduced form/oxidized form	Storage temperature	Storage moisture
			Reducing sugar	Non reducing sugar	Starch	Reduced form	Oxidized form	Total			
		%	mg	mg	mg	mg%	mg%	mg%		C°	%
10th	Control	88.10	26.11	5.26	3.15	51.21	8.25	59.46	6.20	9	71
	Treatment	84.12	10.05	7.93	19.21	26.15	23.56	49.71	1.10	27	49
20th	Control	87.24	28.82	21.15	17.26	40.15	22.77	63.92	1.76	10	70
	Treatment	82.15	9.41	17.21	43.02	31.75	39.13	70.88	0.81	27	47
30th	Control	87.31	38.66	2.52	21.30	35.25	34.13	69.38	1.03	12	72
	Treatment	81.25	4.96	11.47	64.26	7.59	44.40	52.00	0.17	27	51

本實驗結果は第1表に示す如く、夫々の條件下で處理開始10日目毎に3回測定した結果、前報<sup>4)</sup>と同様に高温乾燥區の萌芽は對照區のそれに比して還元糖の減少と澱粉の増加で著明であつた。又アスコルビン酸含量に關しては高温の影響により、正常塊莖形成の際に比し若干の相違が見られた。即ち高温區に於ける萌芽の還元型アスコルビン酸は處理後20日目まで増加を示すが、然し全期を通じ對照區に比し含量は甚だ少ない。これに反し酸化型は對照區より著しく含量が多い。従つて實驗全期間を通じアスコルビン酸の還元型對酸化型の比率は極めて小さい。然も、芽薯の形成後にあたる30日目に到り還元型アスコルビン酸の急激な減少が認められた。之については有山<sup>1)</sup>等も蔬菜中のアスコルビン酸は組織内の酸化酵素に依り破壊されるものであり、特に温度が高い場合、此の破壊は速に行われる事を觀察している。

以上の結果より、高温乾燥に伴い形成される異常塊莖内のアスコルビン酸含量の特異的な消長即ち還元型に比し酸化型の含量の多い事、芽薯形成後の總アスコルビン酸含量の減少等は高温条件下で酸化酵素に依る還元型の酸化型への變化に依るものと考えられる。而してこの際塊莖の形成後の澱粉含量が正常塊莖に比して少ない事はアスコルビン酸含量の減少と何らかの關係を有する事が豫想される。

實驗2 常溫に於いて老化塊莖より發生した芽薯に就いて；

塊莖を溫度 10°~15°C、濕度 75~80%の木箱内に貯藏しておく、休眠終了後3箇月頃より萌芽の一部、並びに徒長した主莖の側芽の一部はその先端に澱粉粒を蓄積し始め、後期には之から芽薯の形成が見られる。

今、かような芽薯形成の過程中適當な時期に行つた分析結果を示すと第2表の如くである。第2表からも明である如く、徒長老化した主莖は比較的還元糖に富み、アスコルビン酸含量は少く而も他實驗區植物に比して最も酸化型に富んでいる事より、還元型對酸化型比率も小である。次いでこの徒長した主莖の側芽は、主莖より生理機能が活潑である爲、その還元糖含量は最高値を示し還元型アスコルビン酸の増加と、酸化型アスコルビン酸の減少に伴い、兩者の比率は更に増加を示した。更にこの側芽の内、肥大徵候（萌芽の先端部が他の部分に比してやや不透明となり、澱粉粒の蓄積が見られる）、並びに肥大を開始したものでは還元糖は更に減少の傾向を示し、非還元糖は若干の増加を見た。一方澱粉の蓄積は還元型アスコルビン酸の増加と並行して増加し、又酸化型アスコルビン酸の減少に反比例してアスコルビン酸の還元型對酸化型比率は益々増大した。而して完全な芽薯を形成したものは還元糖含量は最少値を示

Table 2. The variations of ascorbic acid and carbohydrates contents in the sprout tuber stored under the natural condition.

Contents Plant tissues	Carbohydrates contents			Ascorbic acid contents			The ratio of reduced form/oxidized form
	Reducing sugar	Non reducing sugar	Starch	Reduced form	Oxidized form	Total	
Etiolated growing sprout	mg 12.88	mg —	mg —	mg% 10.98	mg% 7.43	mg% 18.41	1.47
Lateral buds of etiolated sprout	19.23	—	27.33	18.24	5.35	23.59	3.40
Sprout tips beginning tuberization	7.92	Trace	114.98	30.89	1.10	31.99	28.81
Sprout tips after tuberization	2.15	0.33	141.63	35.21	0.87	36.08	40.47
Sprout tubers	1.66	0.52	179.76	40.19	0.73	40.92	55.05

すが、これに反し、澱粉は正常塊莖形成の際の小塊莖とほぼ同量見られた。アスコルビン酸は還元型の顕著な増加に伴う総アスコルビン酸の増加が著明で、一方酸化型は更に減少を示した。従つて兩者の比率は最高値を示した。

以上の實驗結果より總合すると、老化塊莖より芽薯が形成される際のアスコルビン酸含量の變化は正常の塊莖形成の場合のそれと同様な傾向がみられた。<sup>4)</sup> 即ち還元糖の顕著な減少と共に澱粉の蓄積が行われ、これと並行して還元型アスコルビン酸の増加による総アスコルビン酸の増加が認められた。従つて還元型アスコルビン酸對酸化型ア

スコルビン酸比率は大なる數値を示すに至る。かくの如く塊莖形成に際しての澱粉の蓄積とアスコルビン酸含量の變化の間には相關關係が見出される。

實驗 3 徒長萌芽上に形成される小塊莖に就いて；

暗所に播種した塊莖の萌芽は著しく徒長し、且つ所々の葉腋部に小塊莖の形成を來たす。今溫度10°C、濕度95%の暗所で約2箇月間育生した塊莖上に發生した草丈約25.3cmの徒長芽並びに塊莖に就いて行つた分析結果を示すと、第3表の如くである。

Table 3. The variations of ascorbic acid and carbohydrates contents in a sprouts and abnormal tubers under the dark condition.

Contents Plant tissues	Carbohydrates contents			Ascorbic acid contents			
	Reducing sugar	Non reducing sugar	Starch	Reduced form	Oxidized form	Total	
Sprout	Tip part	mg 14.18	mg —	mg —	mg% 12.12	mg% 13.31	mg% 25.59
	Middle part	14.89	—	—	7.85	17.14	24.09
	Basal Tuber	9.64	3.49	—	5.45	16.28	21.51
Tuber	1.03	0.48	149.11	30.14	0.87	31.01	

分析は徒長主莖の先端部, 中部並びに基部及び葉腋部に生じた小塊莖に就いて行つたものである。第3表に示す如く, 徒長芽はその先端部に於ては, 還元糖並びに還元型アスコルビン酸に富み中部はこれに次いだ。基部は非還元糖の若干の蓄積と酸化型アスコルビン酸に富んだ。同様の傾向は Clark<sup>2)</sup> が燕麥を用いて行つた實驗結果にもみられる。一方葉腋部に生じた小塊莖は莖部より還元型アスコルビン酸に富み且つ, 多量の澱粉の蓄積がみられた。

以上の結果より, 暗所で徒長した萌芽のアスコルビン酸含量は概して僅少であるが, 然しかような徒長萌芽上に形成された塊莖に於いては, 正常塊莖の場合と同様に多量の澱粉の蓄積と共に, 又多量のアスコルビン酸, 特にその還元型の蓄積が認められた。

以上の實驗結果を要約すると, 上記各種の異常塊莖の形成に際してみられる澱粉, アスコルビン酸含量の消長はほぼ正常塊莖の形成の際にみられるそれらと同様の傾向が確かめられた。唯, 高温乾燥の条件下に生ずる芽薯形成の際には, 高温にもとづくアスコルビン酸の分解に依つて, その含量の減少がみられたが, その他の条件下に於いては塊莖の肥大に際しての澱粉の蓄積と共にアスコルビン酸の蓄積がみられた。即ち塊莖部はアスコルビン酸の貯藏組織であると共に, 前報に示す如く, アスコルビン酸は炭水化物代謝に直接, 或は間接に密接な関係をもちつつ, 塊莖組織内に於ける澱粉の蓄積に何らかの關與する所があるものと考えられる。

#### IV. 摘 要

本實驗は馬鈴薯「男爵薯」を用い, 塊莖の貯

藏期間中に起る異常萌芽, 並びに徒長萌芽の葉腋部に生ずる異常小塊莖形成に際し, 塊莖の形成過程, 澱粉の蓄積とアスコルビン酸含量の消長に就いて追求した。今實驗結果を要約すると次の如くである。

(1) 高温乾燥条件下に於ける芽薯の形成に際しては, 塊莖形成に伴う澱粉の蓄積と共に, 酸化型アスコルビン酸含量は一時的の増加を來すが, 然しその後減少した。これは高温に依るアスコルビン酸の酸化分解が促進された爲と考えられ, 澱粉の蓄積量は, 他の實驗區植物にみられる塊莖に比して少ない。

(2) 老化塊莖上に發生した芽薯は澱粉の蓄積と共に, 總アスコルビン酸及び還元型アスコルビン酸の増加を來し, アスコルビン酸の還元型對酸化型の比率の増加を見た。

(3) 暗所に於ける徒長萌芽の先端部に於けるアスコルビン酸含量は最大値を示す。葉腋部に形成された小塊莖に於いては澱粉と共に, 還元型アスコルビン酸に富む。

(4) 一般に異常塊莖に於いても, 正常塊莖形成の場合と同様澱粉の蓄積に伴つてアスコルビン酸の蓄積が行われる事を明かにした。

#### 参 考 文 献

- 1) 有山恒, 星野龍作, 中澤義三郎: 日農化誌, 19(1943) 215-221.
- 2) CLARK W. G.: Bot. Gaz. 99(1937) 116-123.
- 3) 田川 隆, 岡澤養三: 北海道大學農學部紀要. 第1卷 第2號. (1952) 185-193.
- 4) ———, ———: 北海道大學農學部紀要. 第1卷 第3號. (1953) 240-245.
- 5) ———, 中潤三郎: 札幌博物學會報. 18(1949) 70-73.

#### Résumé

The present investigation is one of a series of experiments carried out under the title of physiological and morphological studies on potato plants. In the previous papers (1949, 1952), the authors have reported some assumptions concerning the mechanism of sprout tuber formation due to the senility of mother tubers. Judging from the results described in the above papers, it seems very reasonable to assume, therefore,

that the irregular tuber formation of potato plants, such as sprout tuber, might be attributable to the changes of the reserve substances in the mother tuber and of the respiration rate of the sprout and tuber according to their storage conditions. In recent studies on the tuber formation of potato plants the authors (1953) have made it obvious that the accumulation of ascorbic acid and the variations of carbohydrates contents in the potato tuber stand physiologically in a close interrelationship, namely, that the ascorbic acid may serve as an activator in the formation of starch in the potato tuber.

The purpose of the present investigation was chiefly to determine the relation between the variations of ascorbic acid and carbohydrate contents in the abnormal tuberization of potato plants under the various conditions, with a view to narrowing the problem whether the ascorbic acid may also act as an activator in the formation of starch in the abnormal tuberization of potatoes. The variety "Irish Cobbler" was used as material. The fractions analysed in the present experiments were similar to those described in the previous papers, so full descriptions are omitted here. The experimental results obtained may be summarized as follows;

(1) Under the storage conditions of dried and high temperature, the accumulation of starch and the rapid acceleration of growth in thickness of the sprout were recognized. With regard to the ascorbic acid content in the sprout tuber under these conditions, the content of oxidized form was much greater than that of the reduced form of ascorbic acid. The low content of the latter may be attributable to the oxidation of reduced ascorbic acid due to the high temperature condition. Accordingly, the accumulation of starch in the sprout tuber was less than that in the control tuber.

(2) Being accompanied with the development of sprout tuber arose directly on the mother tuber, due to its senility resulting from long storage in a cellar, the accumulation of starch and the increase of ascorbic acid, especially in the reduced form, in the sprout tuber ran parallel. Accordingly the increase of the ratio of reduced form/oxidized form of ascorbic acid was one result.

(3) When the seedlings of potatoes were placed in the dark, the ascorbic acid content in the tips of etiolated sprouts was much higher than the content in other parts of the sprouts. In the new tubers formed on the axils of the sprouts, however, the highest amounts of ascorbic acid and starch contents were recognized.

(4) Judging from the results described above, it may be concluded that the localization of ascorbic acid in the tissue of potato plants tends to be parallel to that of the starch. Hence, in the case of the tuberization of potato plant, it seems very probable that the ascorbic acid, especially in the reduced form, plays an important rôle in the accumulation of starch and in the development of the tuber.