



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	馬鈴薯の生理、形態學的研究：第12報 生育期間中に於ける葉部のアスコルビン酸含量の消長と塊莖の形成に就いて
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), 251-255
Issue Date	1953-03-05
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11523
Type	departmental bulletin paper
File Information	1(3)_p251-255.pdf



馬鈴薯の生理、形態學的研究

第12報. 生育期間中に於ける葉部のアスコルビン
酸含量の消長と塊莖の形成に就いて

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 12. On the variation of the ascorbic acid content in
potato leaves during the growing period, with special
reference to the formation of the potato tubers

By Takashi Tagawa and Yozo Okazawa

(Botanical Institute, Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

I. 緒 言

植物体中、綠葉部のアスコルビン酸含量が最も多い事は今日廣く認められている¹⁾²⁾。馬鈴薯に就いては、菅原³⁾は多數の品種につき塊莖、葉部並びに莖部についてアスコルビン酸含量を測定した結果、いずれも葉部に最大のアスコルビン酸含量のあることを明かにした。斯くの如く葉部にアスコルビン酸含量の高い事に就いては、これが光合成作用に極めて密接な關係があり、その過程に於ける同化産物と共に或は、それを材料として綠葉中で多量に形成される爲であろう。従來同化産物中最初の安定物質たる Hexose⁴⁾が、アスコルビン酸の前驅物質であるといわれる事などより、炭水化物の合成、分解並びに轉流等はアスコルビン酸含量に顯著な影響を及ぼすものと考えられる。

著者等は前報¹⁾²⁾に於て、馬鈴薯塊莖の形成肥大並びに澱粉の蓄積に、アスコルビン酸が極めて密接に關與する事を報告したが、かくの如き塊莖部に於けるアスコルビン酸の消長が、葉中で形

成されるそれに依つて大いに影響を受けるものと思われる。従つて本研究は塊莖の形成、肥大に影響を及ぼす葉中のアスコルビン酸、並びに、これと密接な關係を有する葉綠素及び還元糖等の各含量の消長を追求すると共に、他方馬鈴薯塊莖形成機構の一端を明らかに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〕 供試材料；農林省北海道廣島馬鈴薯原々種農場昭和25年度産、馬鈴薯「男爵薯」を用いた。

〔B〕 育成法；圃場は北海道大學附屬農場を用い、施肥、並びに管理は常法に従つて行つた。

〔C〕 測定法；アスコルビン酸、還元糖、非還元糖の各含量の測定は前報¹⁾に準じて行い、葉綠素含量の測定はウイルシュテッター法に據つた。而して測定した各含量は生葉1g中のmgを以て表わした。

III. 實驗結果

馬鈴薯塊莖は全粒のまま4月20日に播種、5月末日に萌芽を終り、開花は6月下旬に行われた。莖葉の繁茂は7月下旬まで続き、以後萎凋をはじめ

め、8月10日に到り、地上部は全く枯死した。

新塊莖の形成に就いては前報¹⁾¹⁵⁾に示す如く5月末日より地下主莖上に匍枝の發生がみられ、開花前既に小塊莖の形成を見た。而して塊莖は開花後急速に肥大成熟を遂げ收穫期に到つた。今、

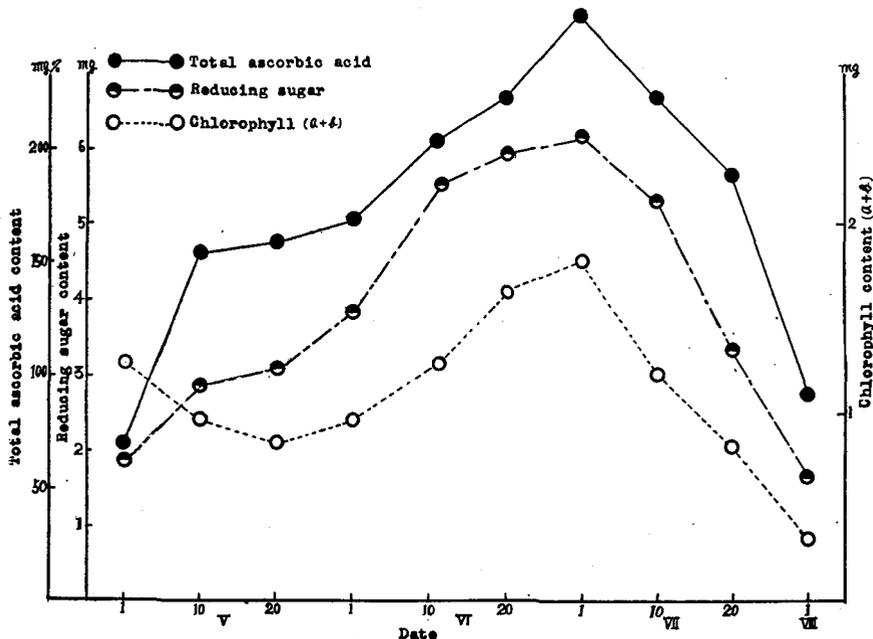


Figure 1. The variations of various constituents contents in the potato leaves during the growing stage.

Table 1. The variations of various constituents contents in the potato leaves during the growing stage.

Dates	Length of stem (cm)	Carbohydrate contents		Ascorbic acid content			The ratio of reduced form/oxidized form	Chlorophyll content (a+b)
		Reducing sugar (mg)	Non-reducing sugar (mg)	Reduced form (mg%)	Oxidized form (mg%)	Total (mg%)		
1, May	5.2	3.02	2.31	53.99	15.13	69.12	3.56	
10, May	13.2	2.41	2.19	151.21	2.79	154.00	54.19	1.01
20, May	18.9	2.26	2.00	155.36	3.60	158.96	43.15	1.21
1, June	23.6	2.33	1.59	162.47	4.81	167.27	33.77	1.50
11, June	42.5	3.25	1.03	201.95	4.51	206.46	44.77	2.02
20, June	59.1	4.16	2.86	242.32	5.73	247.05	42.28	2.39
1, July	70.3	4.37	3.92	255.14	7.09	262.13	35.98	2.40
10, July	75.0	3.07	3.01	215.64	8.31	223.95	25.94	2.01
20, July	74.3	2.19	1.98	171.03	8.93	189.96	19.15	1.34
1, August	73.2	0.92	2.77	85.06	10.30	95.36	8.25	0.63

馬鈴薯の生育相よりその生長期を(1)生育初期,(2)成熟期の2期に分けて説明する。

(1) 生育初期

塊莖の萌芽より開花期までの期間を生育初期とし、葉中のアスコルビン酸含量に就いて検討した。この期間は第1圖, 第2表に示す如く、總アスコルビン酸含量の増加と葉綠素含量の増加はほぼ平行してみられた。他方還元糖含量は新芽の地上萌出後一時減少するが、その後増加した。その後は三者共にいずれも増加の一途をたどり開花期前の7月1日に到り最高値を示した。又非還元糖含量は還元糖のそれに比して若干少なく、且つその初期の減少も6月11日まで繼續した(第1表)。

かような生育の初期にみられた還元糖, 非還元糖兩含量の減退は前報¹⁶⁾にも示した如く、幼芽の光合成過程が未だ活潑に行われぬにも拘らず、他方植物体は急速に生育するためこれら糖の消費量が夫である事に因ると考えられる。一方アスコルビン酸含量に就いては、未だ新芽の地上萌出をみない5月1日には、還元糖含量が比較的大であるに拘らず、總アスコルビン酸含量は少ない。特に還元型に比して酸化型が多く、兩者の比率は全生育期を通じて本期が最少であつた。之に關連し Thornton¹⁷⁾はアスパラガスを用いて行つた實驗に於て、覆土した萌芽は覆土しない綠化した萌芽に比しアスコルビン酸含量は著しく僅少であることを明らかにしている。馬鈴薯の萌芽は、母塊莖内にアスコルビン酸の蓄積が多く、又その前驅物質たる還元糖と共に、その供給が多量にある爲⁹⁾、他の植物に比してそのアスコルビン酸含量も比較的夫であるが、更に新芽が地上萌出、新綠葉の展開と共に光合成過程も活潑化すると、菅原等の示

す如く、Hexoseより之が新たに合成される事が考えられ、又事實新芽の地上萌出後にみられたアスコルビン酸含量の急激な増加は之に因るものと思われる。かくして地上部の生育が旺盛なこの期間は、生育と共に光合成も益々活潑に行われ、従つて開花期までアスコルビン酸含量は一様に増加した。

葉綠素は植物の光合成に重要な役割をなすものであるが、Giroud, Randoin⁵⁾等はリンゴを用いて實驗した結果、葉綠素含量とアスコルビン酸含量の間に直接關係があると述べている。又最近菅原¹³⁾はとうもろこしその他2,3の植物を用い、人工照明によつて實驗した結果、葉綠素形成後、光合成が始まり、次いでアスコルビン酸の増加を見たとして述べている。

尙、葉綠素を含む地上部の莖と、それを含まぬ地下部の莖を分析比較した結果、第2表に示す如く前者は還元型アスコルビン酸及び非還元糖に富み、後者は酸化型アスコルビン酸並びに還元糖に富むことを明らかにした。以上の事實より馬鈴薯莖部に於て、葉綠素は還元糖よりアスコルビン酸の形成、並びに還元型アスコルビン酸の酸化の抑制に關與することが考えられる。然し Clark⁹⁾はアスコルビン酸の存在並びに分布は葉綠素のそれと關係はないと述べている。而して、この期間にみられた葉綠素、還元糖、總アスコルビン酸等の増加期は、新塊莖形成期に先だつ地上部の旺盛な生育時期に該當している事は、次期の塊莖成熟期に於ける三者の減退と照合し、新塊莖の成熟特に澱粉の蓄積と密接な關係にあることが推察される。

Table 2. The variations of the various constituents of potato stem.

Contents	Carbohydrates contents		Ascorbic acid content			The ratio of reduced form/oxidized form
	Reducing sugar	Non reducing sugar	Reduced form	Oxidized form	Total	
Stem tissues						
Chlorophyll contained	mg 0.53	mg 1.07	mg% 18.34	mg% 12.34	mg% 30.68	1.48
No chlorophyll contained	6.24	0.48	8.32	15.26	23.58	0.54

(2) 塊莖成熟期

本期間は、開花期以降、新塊莖の急速な成熟がみられる7月上旬より8月上旬に亘る約40日の期間であつて、開花前既に形成された小塊莖は開花後急速に肥大成熟を遂げ、塊莖組織内の澱粉の蓄積も極めて顯著に行われる事は前報にも報告した所である。而してこの際葉部に於ては、還元糖、葉緑素含量の減退と共に、還元型アスコルビン酸の減少に伴うアスコルビン酸の減少が顯著に認められた。他方酸化型アスコルビン酸は莖葉の枯凋と共に却つて増加した(第1圖, 第1表参照)。

前報^{14,15)}に於て、新塊莖の形成初期に於ける塊莖内アスコルビン酸含量の増加率は著しく大であるが、塊莖成熟期に到り、その増加率が減退する事を明らかにした。今上記の葉部アスコルビン酸含量の減少が、主に塊莖への轉流にもとづくものと想定して、實驗結果を検討するに、先ず旺盛なる轉流のみられる時期は上記の如く塊莖成熟期と考えられる。勿論塊莖形成初期に於ては、アスコルビン酸含量の増加率は大であるが然し未だ塊莖の全容積が小なる爲、塊莖全体としてのアスコルビン酸含量の絶對量並びにその轉流量も僅少である。他方塊莖成熟期に到ると、塊莖の肥大が旺盛である爲、塊莖内アスコルビン酸含量の絶對量並びに轉流量の増加は、塊莖形成期に比して明らかに大なる事が考えられる。

よつて、本期間に見られた葉部のアスコルビン酸含量の低下は、主として新塊莖への轉流によるものと考えられる。尙、生育末期にみられる酸化型アスコルビン酸の増加は葉部の生理活動の衰退に依り、還元型への復歸に障害を來し、酸化型としてここに蓄積するものと見られ、これが更に分解して、葉部に於けるアスコルビン酸含量の減少の一因となるものであろう。他方、アスコルビン酸含量の減退と共に還元糖、葉緑素含量の減少が見られたが、特に前者の減退は新塊莖への轉流並びに生育の衰退に依るものであろう。Demers⁹⁾は馬鈴薯植物に於けるアスコルビン酸含量と葉緑素含量との平行關係は、これらを形成するに必要な炭水化物量に依るものであると述べている。従

つて、葉部に於ける上記三者の含量の消長は塊莖内のアスコルビン酸並びに澱粉の蓄積に極めて顯著な影響を及ぼす事が豫想される。

IV. 摘 要

本實驗は馬鈴薯「男爵薯」を用いて、馬鈴薯生育期間中に於ける葉部のアスコルビン酸、還元糖、非還元糖、葉緑素の各含量の消長を追求し、塊莖形成に及ぼす是等葉部の各成分、特にアスコルビン酸の影響に就いて検討する目的で行つたものである。

新芽は地上に萌出後、葉緑素、並びに還元糖含量の増加に伴ない、アスコルビン酸含量の増加が見られた。その後開花期を過ぎ新塊莖の肥大成熟過程に入ると、葉部の上記三成分の含量の減少を來した。これは新塊莖への轉流量の増加と共に地上部の生育の衰退に依るものである。従つて生育の旺盛な地上部の莖葉に於て形成されたアスコルビン酸は、新塊莖の成熟に伴なつて塊莖組織へ轉流蓄積し、還元糖と共に貯藏澱粉の蓄積、即ち塊莖の成熟に重要な役目をなすものと考えられる。依つて葉部のアスコルビン酸の消長は間接的に塊莖の成熟に重要な影響を及ぼすものである。

引用文献

- 2) Bessey, O. A. and King, C. G: Biol. Chem., 103 (1933), 687.
- 2) Clark, W. G: Bot. Gaz., 99 (1937), 116-123.
- 3) Demers, M: Rev. Can. Biol., 10 (1951), 249-271 (Biol. Abs. による).
- 4) Fujita, A. u. Iwatake, D: Biochem. Z., 290 (1937), 192.
- 5) Giroud, A. and Randoin, L: Compt. Rend. Soc. Biol. Paris 120 (1935) 297, (Sugawara (10) による).
- 6) 伊藤信夫, 水野利男: 農學 2 (1948), 382-384.
- 7) Matsuda, H: Bull. Agr. Chem. Soc. Jop. 14 (1938), 1228.
- 8) Pett, L. B: Biochem. Jour. 30 (1936), 1228-1232.
- 9) Ray, S. N: Biochem. Jour. 28 (1934), 996-1003.
- 10) Smith, F. G: Plant Physiol. 27 (1952), 736-744.
- 11) Sugawara, T: Jap. Jour. Bot. 11 (1941), 147-165.
- 12) 菅原友太: 農業及園藝 21 (1946), 495-468.
- 13) ———: 園藝學會, 昭和25年春季大會, 講演發表 (1950).
- 14) 田川 隆, 岡澤養三: 北海道大學農學部邦文紀要, 第1卷, 第3號 (1953), 240-245.

- 15) 田川 隆, 岡澤養三: 北海道大學農學部邦文紀要, 第1卷, 第3號(1953) 246-250.
- 16) 田川 隆, 酒井隆太郎: 北海道大學農學部邦文紀要, 第1卷, 第1號(1951), 22-28.
- 17) Thornton, N. C: Contr. Boyce. Thompson. Inst. 14 (1946), 295-304.

Résumé

It has generally been known that ascorbic acid occurs more abundantly in all green leaves than in non-green tissues of the plants. With regard to the ascorbic acid content of the potato plants, Sugswara (1946) and Demers (1951) are of the same opinion, and also some investigators have good reasons to assume that the synthesis of ascorbic acid is concerned with the process of photosynthesis. In the preceding numbers of this series (1953, a, b) the authors have reported that there is a close relation between the accumulation of starch and the variation of ascorbic acid content in potato tubers during the stage of their development.

In the present investigation, extending the work on the influence of ascorbic acid on the accumulation of starch in the tubers, particular attention was paid to the physiological correlation between the contents of ascorbic acid, reducing sugar and chlorophyll (a+b) in the green leaves of potato during the growing period, with a desire to obtain further knowledge upon the mechanism of tuberization of potatoes. The experimental results obtained may be summarized as follows:

(1) At the early stage of growth, the total ascorbic acid content in the potato leaves increased after the sprouts emerged from the soil and this rise continued until immediately after the flowering stage. At the same time, the contents of reducing sugar and chlorophyll (a+b) in the potato leaves increased keeping pace with the increase of ascorbic acid content. Data obtained with regard to the increase of ascorbic acid content in the potato leaves indicate that the sprouts became gradually independent of the mother tuber after they emerged from the soil and concomitant with an accumulation of reducing sugar in the leaves due to the vigorous awakening of photosynthesis of leaves, certain favorable conditions for the formation of ascorbic acid resulted.

(2) At the tuber maturing stage, the lowering of the contents of ascorbic acid and reducing sugar in the leaves due to their translocation into the new tubers was recognized. As reported in the previous paper (1952) the authors have ascertained that the content of ascorbic acid in the new tuber increased in proportion to the progressive maturity of the tuber.

The experimental data at hand indicating that the time of rapid lowering of ascorbic acid content in the potato leaves coincides with the time of its striking increase in the newly developing tubers shortly after the flowering stage, may add further confirmatory support to our previous assumption that the ascorbic acid in the potato plants may be concerned with the formation of the tuber, especially with the accumulation of starch in the new tuber.