



Title	馬鈴薯の生理、形態學的研究：第7報 特に生育中に於ける地上部窒素化合物の消長に就て
Author(s)	田川, 隆; TAGAWA, Takashi; 酒井, 隆太郎 他
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 1(1), 22-28
Issue Date	1951-12-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11491
Type	departmental bulletin paper
File Information	1(1)_p22-28.pdf



馬鈴薯の生理、形態學的研究

第7報 特に生育期間中に於ける地上部窒素化合物の消長に就て

田川 隆・酒井隆太郎

(北海道大學農學部植物學教室)

Physiological and morphological studies on potato plants

Part 7. Nitrogen metabolism in potato leaves during an entire growing period

TAKASHI TAGAWA and RYUTARO SAKAI

I 緒 言

前報¹⁰⁾¹¹⁾に於て貯藏期間並に生育期間中に於ける馬鈴薯塊莖内炭水化物の消長に就いて報告したが、更に本實驗に於ては生育期間中に於ける葉各部の窒素代謝及び糖代謝の變化を明らかにする目的で實驗を行つた。

従來馬鈴薯生育期間中に於ける塊莖の生理的研究に就ては、前報¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾に示す如く多數の報告を見るが、他方地上莖葉部に就いての研究は少く其の綜合的考察に關しては未だ詳細なる報告を聞かない。依つて本實驗に於ては、馬鈴薯植物體構成要素としての蛋白質、並に之と密接なる關係を有する各態窒素の消長を明らかにする目的で、生育時期別に上葉、中葉、下葉に就き分析を行つた。更に又植物體構成物質として、或は呼吸物質としての糖類との關係をも明かにする目的で、還元糖、非還元糖の消長も同様追求して、馬鈴薯植物體の生育に伴う生理的變化に關連して、是等兩代謝との關係に就き二、三の結果を得たので、茲に第7報として報告する。

尙本研究は文部省科學研究費の援助に依り施行せられたものの一部である。茲に同省に對し感謝の意を表する。

II 實驗方法

〔A〕供試材料：實驗材料としては「男爵薯」(北海道農業試驗場島松試驗地昭和23年度産)を用いた。

〔B〕育成法：一定大の種薯(平均重量80~100瓦大)を選別しウスプルン800倍液中に30分間浸漬、表面殺菌後陰干し保存したものを種薯として全粒のまま播種した。而して施肥量及び播種後の管理は前報¹¹⁾に準じて行つた。

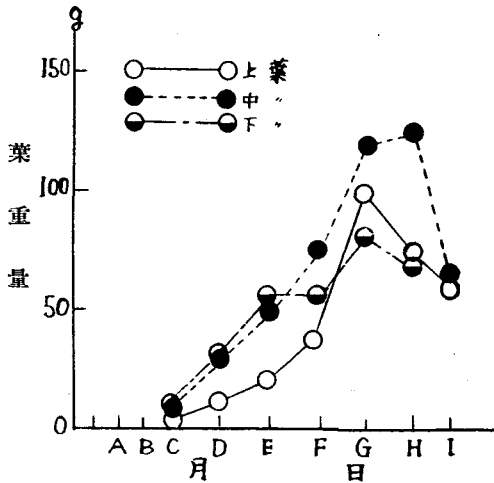
〔C〕測定法：分析は重量法で行つた。即ち植物體の發芽より枯凋に至る全生育期間を通じ、10日毎に採取したる3株の葉部は、生育度に從い之を上葉、中葉、下葉の三部に分ち、葉重、莖重、根重を測定した後葉片を細分して、一部は直ちに含水量測定に用い、殘部は良く混合して夫々其の一定量を(略4瓦)秤量、磨碎し濾液に就て、可溶性-N、アムモニア態-N、硝酸態-N、アミド態-N、アミノ酸態-N、還元糖、非還元糖を、又殘渣に就て蛋白態-Nの測定を行つた。而して蛋白態-N及び可溶性全-Nとの和を以て總窒素とした。

圖中に示す數字は何れも生體重量10瓦中の所含窒素のmg量である。

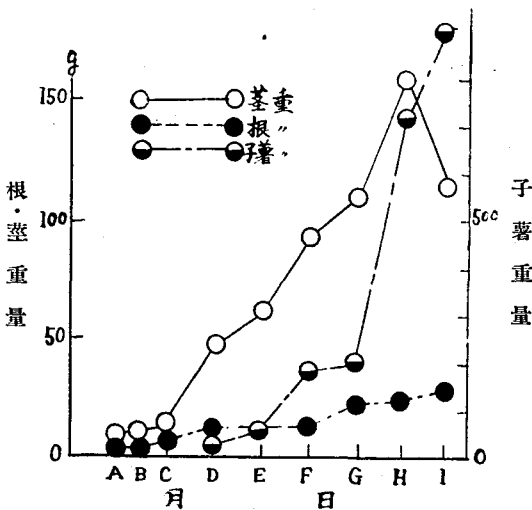
■ 實驗結果及び考察

a) 萌芽期: 5月4日播種後26日目に萌芽は全部地表に抽出した。抽出後新葉は葉綠素の形成と共に急速なる生育を遂げ、1週目に至り上, 中, 下葉共に略完成して獨立營養生活に入つた。本期に於ては第1, 2圖に示す如く、顯著な草丈の伸長, 葉重の増加が見られたが、特に本期初期に於ける植物體の生長は、主に親塊莖よりの養分補給によるものと考えられる。

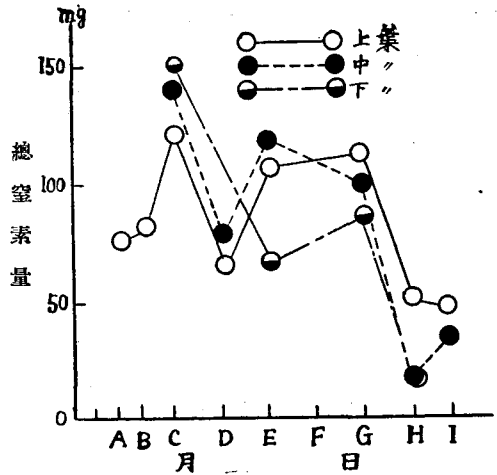
前報¹²⁾に示す如く、塊莖萌芽と共に親塊莖内貯藏蛋白質はプロテイナーゼにより分解されアミノ酸、或は更にアミド化合物の如き可溶性物質と



第1圖 馬鈴薯植物葉重量の變化

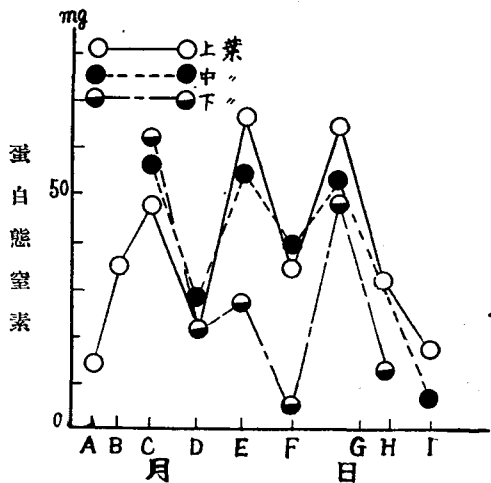


第2圖 馬鈴薯植物莖・根・子薯重量の變化



第3圖 馬鈴薯植物葉内總窒素量の變化
A...5月26日, B...5月31日, C...6月7日,
D...6月17日, E...6月27日, F...7月7日,
G...7月17日, H...7月27日, I...8月6日,

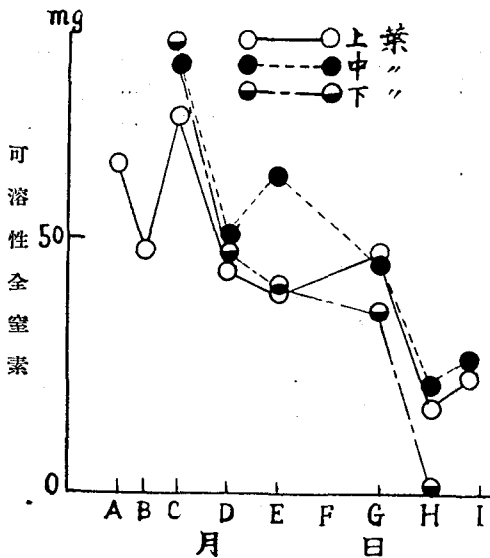
第3圖 馬鈴薯植物葉内總窒素量の變化



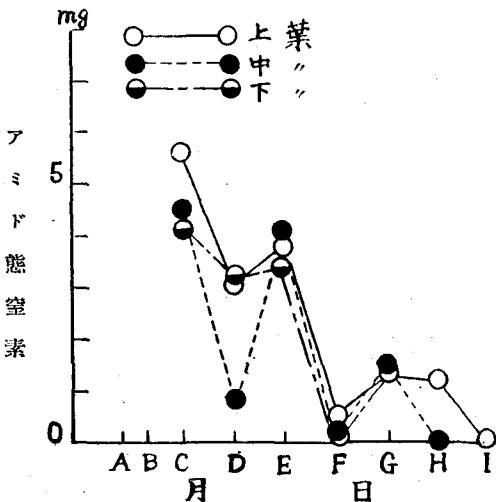
第4圖 馬鈴薯植物葉内蛋白質態窒素の變化

して新芽内に送られ、新器官形成の材料となる。新芽が地表に萌出するや、葉内の葉綠素形成に伴い糖の形成が見られるが、未だ同化作用弱く、蛋白質の合成は少量であるため、急激なる生長に伴う新細胞組織の形成に要する蛋白質の合成は、主として親塊莖より移行した貯藏物質乃至は、その分解物によるものと考えられる。事實本實驗に於て地表萌芽と共に、前報¹²⁾に示す親塊莖内蛋白質態並びに可溶性窒素の減少に相應じ、葉内蛋白質態窒素の急激なる増加が見られ、同時に貯藏物質の分解により生じた可溶性窒素は、根部より吸収した

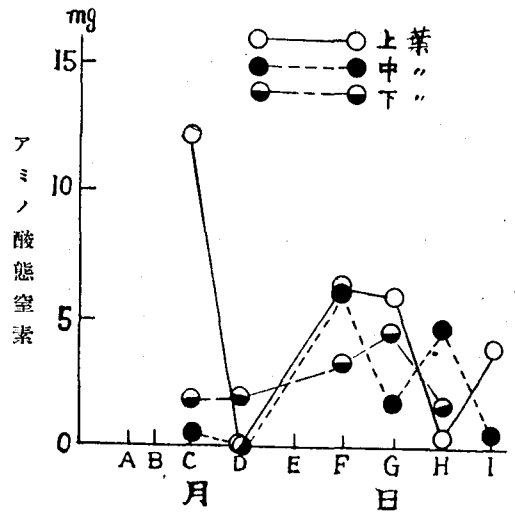
窒素化合物と共に増加を示し、總窒素量は本實驗中の最大量を示した(第3, 4, 5圖C期)。又親塊莖内に於ては本時期にアミド態-Nの減少を見るが、之に反し莖葉部、特に上葉部に顯著な増加を見た。之はアミド化合物が構成材料として新生長部に速に移行し、原形質の生成に用いられるものと思はれる(第6圖C期)。而して是等は最後には蛋白質の合成に關與するが、然し其の合成過程の一階梯であるアミノ酸の含量は、特に上葉に多い(第7圖參照)。然し葉の生育に伴う活潑なる蛋白質の合成は、多量のアミノ酸を必要とする結果、



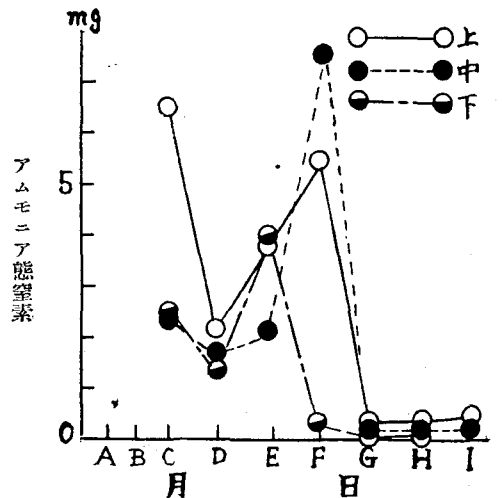
第5圖 馬鈴薯植物葉内可溶性全窒素の變化



第6圖 馬鈴薯植物葉内アミド態窒素の變化



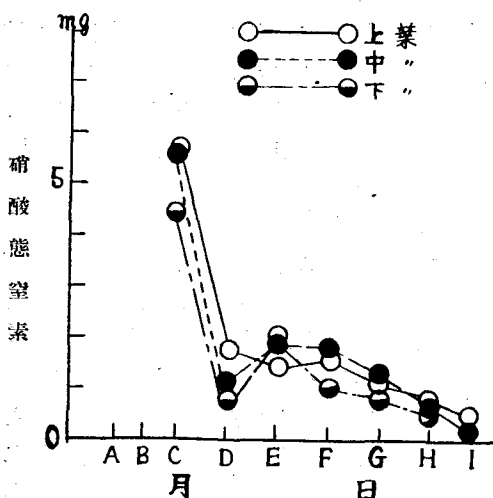
第7圖 馬鈴薯植物葉内アミノ酸態窒素の變化



第8圖 馬鈴薯植物葉内アムモニア態窒素の變化

之に次いで急激なるアミノ酸態-Nの減少を見た(第7圖D期)。

次に本期に於ける上, 中, 下各葉内アムモニア態, 硝酸態兩窒素含量も, 親塊莖よりの補給と根部より吸収せられた硝酸鹽, アムモニア鹽の轉流入による蓄積により可成の含量増加を示したが, アムモニア態-Nは直ちに, 又硝酸態-Nは還元後, 蛋白質の合成に用いられる。即ち第9圖に示す如く本期の初期未だ地表に抽出しない幼芽内の硝酸態-N含量は本實驗中の最高量を示した。之は前報¹²⁾に示す如く, 主として親塊莖に由来するものと考えられるが, 地表抽出後葉の光合成に基く糖



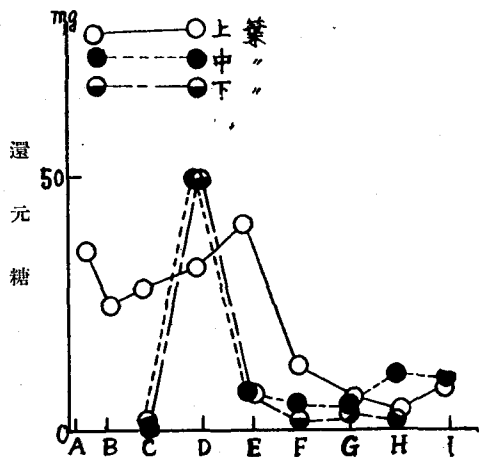
第9圖 馬鈴薯植物葉内硝酸態窒素の變化

量の増加に比例して、硝酸還元の活潑化に伴い、葉内硝酸態窒素は急激なる減少を來した(第9圖D期)。地中萌芽内の還元糖含量の消長は第10圖に示す如く、その生育に従つて減少し、更に地表萌出後1週目に至り最低値を示した。之は幼葉内に於て未だ光合成は餘り活潑に行はれず、他方植物體の急速なる生育に伴い、その消費量大である爲と考えられる。然し爾後莖葉の伸展に伴い、その含量を増加するが、其の際特に中、下葉に於て顯著な増加が認められる。尙非還元糖は第11圖に示す如く、萌芽時は還元糖と略同量であつたが、生長に伴う還元糖の消費に比例し漸次減退が認められた。

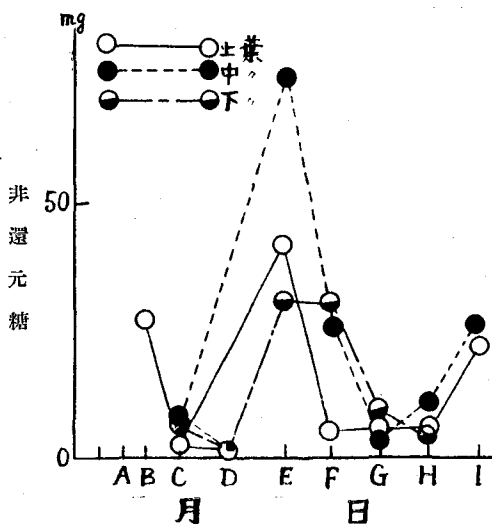
b) 花器形成期: 本期は6月初旬より7月初旬に互る間で、初期に於ける莖葉の生育著しく、且同化作用も旺盛に營まれ、葉重の増加も顯著であつた。綠葉に依る光合成と相俟つて、根より無機窒素の吸收盛んで、葉中の蛋白合成は盛んと成り、榮養的に親塊莖とは別個の獨立生活にあると思はれる。然し前報¹³⁾に依れば、親塊莖より尙多少の諸態窒素化合物の地上部への移行が見られたが、その量極めて僅少で補助的な意義を有するに過ぎない。而して本期は更に花芽の分化、次いで花器の造成が見られる期である。その爲には植物體内に於て窒素含量に對比し、或量の炭水化物が蓄積する事、即ち C/N 率が大となる事は花芽の形成上必要條件である。本實驗結果に依れば6月以後莖葉の充分なる伸展、繁茂と浴光のもとに同化作用盛んとなり、炭水化物含量の増加を來し、他方窒素量との間に適當なる平衡を保つて、花芽の分化を見たものと考えられる。然し特に注意すべき點は花芽分化期に於て總窒素量、蛋白態-Nの減少を見ることであるが、之は恐らく花部諸器官の新細胞組織形成に因る蛋白態-Nの消費量の増大に基づくものと考えられる(第3, 4圖, D期)。

然し爾後に於ける莖葉の生育により多量の蛋白質の合成が見られ、此の減退は補償されたが、この間下葉に於ける蛋白態窒素は各葉中最少量を示した。尙可溶性-Nもこの期間に於て急激なる減少を示している(第5圖, D期)。

今アミド態-Nを蛋白質合成材料としての移



第10圖 馬鈴薯植物葉内還元糖の變化



第11圖 馬鈴薯植物葉内非還元糖の變化

動型の一と考うれば、蛋白質代謝の急激な變化に際しては、アミド化合物量にも顯著な變化が認めらるべきで、事實花芽分化形成に伴い、葉内アミド態窒素の減退が見られたが(第6圖, D期)、然し花蕾の形成に伴い再び葉中のアミド量の増加が見られた(第6圖, E期)。

又本期の後半に於て特に上, 中葉内に一時アムモニア態-Nの増加が見られたが(第8圖, F期)、本期には蛋白質およびアミドの減退が見られる故(第4, 6圖, F期)、その分解によるアムモニアの蓄積と、葉に於ける活潑なる蒸散作用は根よりのアムモニア鹽吸収を旺盛ならしめ、且つ蒸散流に依つて葉に到達したアムモニアを變化せしめる迄なく、従つて葉内アムモニア態窒素の蓄積を示したものと考えられる。他方馬鈴薯栽培上云々される「摘花」と増收の問題も、本期に於ける開花に因る栄養源の消費を避ける一手段として云はれたものと思はれる。然し花芽の分化並びにその後の發育に際し總窒素量には顯著な變化は認められず、且つ塊莖の肥大充實が急激に行はれるのは開花後であり、従つて摘花は新塊莖の成長に顯著な影響を與えるものとは考えられぬ。

c) 開花期: 本期は7月初旬より中旬に至る間で、莖葉も旺盛に繁茂し、本期の終期に到れば、草丈、葉數、葉面積等も略最高に達し、7月5日に開花をみたが、爾後莖葉の増加率は緩漫となる。先づ本期前半にあつては未だ急速な莖葉の生長が見られ、特に上, 中葉内に於ける活潑な窒素代謝の結果、アミノ酸態、及びアムモニア態窒素の増加が見られるが(第7, 8圖, F期)、然しアムモニア態-Nの増加に反し、特に上葉にあつては硝酸態-Nの含量低下が見られた(第9圖, F期)。

7月5日に於ける開花期を中心として莖葉部の發育は最高度に達した。従つてその時期に於て葉内に多量の炭水化物の蓄積が豫想されるが、然し分析結果に依れば豫想に反し還元糖、非還元糖共に極めて低い含量を示した(第10, 11圖, F期)。蓋し本期に入るや前報¹⁾にも示す如く、塊莖の肥大成長は急激に旺盛となり、貯藏組織内への澱粉、窒素化合物の移動、蓄積に基き、還元糖の消費が顯著に増加する。是等の理由から葉内の還元糖含

量の減退が理解される。此の還元糖の急激なる消失は同時に遊離のアムモニアの蓄積を促し、此の間の平衡關係から一時的避難形と考えられるアミド化合物の形成が行はれる爲、葉内アミド態-Nの増加が見られた(第6圖, G期)。

又アミノ酸は蛋白質の分解、更に塊莖への移行形として開花期中の葉中に多く見出され、開花終了と共に減少を示した(第7圖, F, G, H期)。

開花期中に於ける上葉の窒素代謝は中, 下葉に比し依然活潑で、蛋白質合成量も多い。又中葉に於ては合成分解略等しいが、稍々分解が合成を上廻る觀があつた。而して上, 中, 下各葉を通じ新塊莖への物質移行が盛んである事も本期に見られる特徴の一つである。

d) 莖葉萎凋期: 7月下旬頃より莖葉萎凋期に入るが、先づ開花終了と共に葉含水量、葉重、葉厚の減少、草丈の伸長停止及び子塊莖の急激なる肥大充實が見られた。而して是等外觀的生長狀況に相應じ、葉内窒素代謝の面よりみる時、アミド態、アムモニア態、硝酸態等の諸態窒素の減退に伴い、葉内總窒素量も急激な減少を示す(第6, 8, 9圖, G, H, I期)。

而して前報¹⁾に示す如く、此の時期に於ては新塊莖内に之等諸態窒素が急激に蓄積する點より之等は新塊莖内に急速に移行すると考えられる。又蛋白質含量の顯著な減退に伴う分解産物としてアミノ酸含量の増加が豫想されるが、之又新塊莖内に急速に下降する爲、葉内アミノ酸態-Nも亦減少した(第7圖, G, H, I期)。

本期後半、下葉脫落後可溶性窒素(第5圖, I期)、糖類(第11圖, I期)の緩漫なる増加を見たが之は萎凋期に於ける水分含量の低下、及び新塊莖の充實に伴う移行速度の減退によるものと考えられる。

IV 摘 要

1) 本研究は馬鈴薯植物の生育期中に於ける各葉部の窒素代謝、及び糖代謝の變化を明かにする目的で實驗を行い、窒素代謝に就いては、蛋白態、全可溶性、アミド態、アミノ酸態、アムモニア態、硝酸態の各窒素を、糖代謝に就いては還元糖、非

還元糖の變化を, 馬鈴薯「男爵薯」を試料として追求した。

2) 馬鈴薯植物體地上部の生育期は, その含有成分の消長の點から之を, 萌芽期, 花器形成期, 開花期, 萎凋期の四期に分けて考える事が出来る。

3) 萌芽期に於ける植物體の生長は主に親塊莖よりの養分補給により開始せられ, 葉内蛋白態-N可溶性-Nの顯著な増加を來し, 總窒素量は本實驗中の最大量を示した。

アミド態, アムモニア態及び硝酸態諸窒素は増加して葉内蛋白質合成に與り, 他方アミノ酸態-N, 還元糖の減少が見られた。

4) 花器形成期に於ては, 地上莖葉部は獨立榮養生の體制を整え, 同化作用の活潑化に伴い, 炭水化物量を増加し, 且窒素量の増加は花芽形成に適當なる平衡を保ち, 花芽の分化を促した。次いで花器の造成に當り總窒素, 蛋白態窒素, 可溶性諸態窒素は共に花蕾の形成が認められた時期迄減少を示すが, 然し以後増加した。殊に葉部の活潑なる蒸散作用は葉内にアムモニア態窒素の増加を來たす。特に本期間上葉内に於ける各態窒素は花芽の分化, 更に之に次ぐ花器の造成に際し中, 下葉内のそれ等と比し特に重要な役割を有するものと考へらる。

5) 開花期の前半に入るや, 植物體の生育は略々最高に達し, 窒素代謝の面からはアミノ酸態, アムモニア態兩窒素の増加を示し, 硝酸態-Nは減少を示した。

次いで糖類の蓄積並びに可溶性-N, 蛋白態-N, アミド態-Nの減少が見られ, 開花への準備完了が豫想される。

6) 開花期に入るや莖葉部の發育は略々停止し塊莖の顯著な肥大成長の開始に備え, 一時アミノ酸態, アミド態窒素の緩慢なる増加を示したが, 次いでアミノ酸態, アムモニア態, 硝酸態窒素及び還元糖, 非還元糖の減少が見られた。特に本期は各葉部を通じ塊莖への物質移行が盛んに行はれる時期である。

7) 莖葉萎凋期に入るや子塊莖の急激なる肥大充實の爲に, 各態窒素は顯著な減少を示すが, 就中アミド, アムモニア, 硝酸, アミノ酸等の諸態窒素は急速に新塊莖に移行する爲, 各葉内含量は顯著な減少を示した。

引用文獻

- 1) APPLEMAN, C.O., Bot. Gaz.: 61(1914) 265~298.
- 2) APPLEMAN, C.O., & MILLER, E.V.: Jour Agr. Res., 33(1926) 565.
- 3) CHIBNALL, A.C.: Protein metabolism in the plant (1937).
- 4) DENNY, F.E.: Bot. Gaz., 87(1929).
- 5) DOBY, G.: Biochem. Z., 67(1914) 166.
- 6) SCHLUZE, & BARBIL, : Landw. Versuchsstat, 24(1880) 167.
- 7) SINGH, B.N. & MATHER, P.B.: Ann. Appl Biol., 24(1937) 469.
- 8) 大谷吉雄: 寒地農學. 1(1947) 425~456.
- 9) 鈴木梅太郎: 植物生理の研究.
- 10) 田川隆, 岡澤養三, 酒井隆太郎: 寒地農學. 2(1948) 39~55.
- 11) 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.
- 12) 田川隆, 岡澤養三: 札幌博物學會報. 19(1950) 16~23.
- 13) 山本健吾, 野田健兒: 生物. 2(1947) 37~47.

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 present investigation, in extending the work on nitrogen metabolism of potato plants, particular attention was given to a study of the distribution of various nitrogen fractions in potato leaves during an entire growing period. The nitrogen fractions determined were total, protein, soluble, ammonia, nitrate, amide, amino, and residual nitrogens. And at the same time reducing and non-reducing sugars were also determined.

Judging from the results obtained in the present investigation, the growing period of potato plants may be divided into four stages, namely, sprouting, flower bud-forming, flowering, and deteriorating stage; and the features of nitrogen metabolism in potato leaves at each stage may be summarized as follows:

1. At the sprouting stage the nutrient supply for the growth is mainly attributed to the mother tuber. Accordingly a decrease of protein-and soluble-nitrogen in the mother tuber resulted. Being accompanied with a remarkable increase of protein-nitrogen synthesized in the young leaves, and due to the accumulation-of inorganic nitrogen absorbed by the roots, the total nitrogen contents in the leaves at this stage were highest throughout a whole vegetative period.

2. Upon attaining the flower bud-forming stage, the young plants became almost independent of their mother tubers. The increase of carbohydrate contents due to a vigorous awakening of photosynthesis in the leaves concomitant with nitrogen accumulation resulted in a favourable condition for the differentiation of the flower bud. Ranging from this stage to the earlier stage of flowering, however, the decrease of total-and protein-nitrogen contents due to the formation of the flower bud was recognized; and under these circumstances the rôle of the upper young leaves as an organ for nitrogen supply for the flower-formation is more important as compared with that of the lower aged one.

3. At the earlier part of the flowering stage, contrary to the remarkable decrease of sugar contents in the leaves, the accumulation of ammonia-and amide-nitrogen in the leaves was ascertained.

4. At the latter half of the flowering stage and similarly to the deteriorating stage, a vigorous translocation of assimilates and of the varied forms of nitrogen fractions from the aerial portions of potatoes to the maturing new tubers may be pointed out as a special feature of these stages.
