

サツマイモの塊根肥大特性に関する研究(1)

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者	沢畑, 秀
巻/号	57巻4号
掲載ページ	p. 608-613
発行年月	1988年12月

サツマイモの塊根肥大特性に関する研究

第 1 報 地下部環境条件の差異が塊根肥大に及ぼす影響*

沢 畑 秀

(九州農業試験場)

昭和 62 年 12 月 29 日受理

要 旨：地下部の環境条件の差異が塊根肥大に及ぼす影響について、塊根に対する直接的影響と地下部の環境条件が養分吸収などに影響して関与する間接的影響とを区別して検討を加えた。塊根部、くき根（地中の茎から出ている吸収根）部及びいも根（塊根先端から出ている根）部のそれぞれに別個の環境条件を与えることができる実験装置を用いて、塊根部は土耕として土壌の種類及び土壌水分処理、くき根部及びいも根部は礫耕として養分処理を行った。これらの処理は、塊根形成後の塊根肥大期に加え、その処理に対する生育反応から塊根肥大特性を検討した。

1. 実験装置（礫耕）のサツマイモは健全に生育し、その収量は圃場の標準栽培の収量より多かった。また、塊根部の三相分布及び土壌水分の処理間差は大きかった。

2. くき根部及びいも根部に対する養分処理が塊根重に及ぼす影響は比較的大きく、特にくき根部処理において大きかった。一方、塊根部に対する土壌の種類及び土壌水分処理が塊根重及び塊根乾物率に及ぼす影響は比較的小さかった。

3. これらの結果をもとにして、地下部環境条件が塊根肥大に及ぼす影響の作用機作について検討し、塊根肥大期に塊根部に与えた地下部環境条件が塊根肥大に及ぼす直接的影響は小さいことを明らかにした。
キーワード：塊根肥大，サツマイモ，地下部環境，土壌水分，礫耕。

Studies on the Characteristics of the Thickening of Storage Root of Sweet Potato - I. Influence of subterranean environmental conditions on the thickening of storage root : Hide SAWAHATA (*Kyushu National Agricultural Experiment Station, Nishigoshi, Kumamoto 861—11, Japan*)

Abstract: Investigation on the storage root yield of sweet potato was carried out under different underground conditions by utilizing gravel culture. Roots were divided into three different functional parts: storage roots, roots developed from the stem (RA), and roots from the storage roots (RC). Different kinds of soil and soil moisture levels were applied to storage roots and different concentrations of culture solution were applied to RA and RC. These treatments were given during the thickening stage of storage roots.

1) Material plants grown by the gravel culture method exhibited normal growth. The yield in the control plot was higher than the yield obtained under the ordinary field conditions.

2) Application of a culture solution to RA and RC was more effective on storage root yield. On the other hand, the effect of soil and its moisture contents of storage roots was comparatively small on their yield and dry matter content.

3) The research results suggested that the direct effects of soil and its moisture contents on storage root were smaller than the effects of nutritional treatments on rootlet.

Key words: Gravel culture, Soil moisture contents, Subterranean environmental condition, Sweet potato, Thickening of storage root.

サツマイモの塊根は地下部で肥大するので、地上部に目的生産物が形成される他の作物と比べて、地下部環境条件の影響を受けやすいと考えられている。また、地下部環境条件は、耕起や施肥などの栽培の手段で比較的容易に改変することができる。これらのことから、地下部環境条件はサツマイモの生産性向上技術を確立するうえで特に重要視されている。

地下部環境条件の差異が塊根形成・肥大に及ぼす影響に関する報告は多いが、塊根形成後の塊根肥大に関する報告は比較的少ない。また、地下部環境条件が塊根形成・肥大に及ぼす場合、塊根自体に対する直接的影響と養分の吸収を通じて地上部の生育などに変化をもたらして関与する間接的影響とに分けて考えることができる^{3,6,8)}。しかし、一般の圃場やポットにおける実験では、両者を区別して検討することができないので、地下部環境条件が塊根形成・肥大に及ぼす影響についての詳細な解析を困難にし

* 大要は第 178 回講演会（1984 年 10 月）において発表。

ている。そこで、実験装置に工夫を加えて両者を区別して吟味した報告^{3,4,6,8)}もあるが、その数は少ない。さらに、塊根部と吸収根部を区別しても、いも根(塊根の先端部から出ている根)から多量の養分を吸収する⁷⁾ので、いも根と塊根も区別して検討したいが、いも根部も含めた部位を区別して吟味した報告はみあたらない。このように、塊根肥大に対する地下部環境条件の影響のしかたに関する解析的研究は少なく、不明な点が多い。

そこで本実験では、塊根部、くき根(地中の茎から出ている吸収根)部、いも根部の3部位に、それぞれ別個の環境条件を与えることができる実験装置⁹⁾を用いて、塊根形成後の塊根肥大期に各部位に与えた処理によって生ずる地下部環境条件の差異が塊根肥大に及ぼす影響を検討して、塊根の肥大特性を明らかにしようとした。

材料と方法

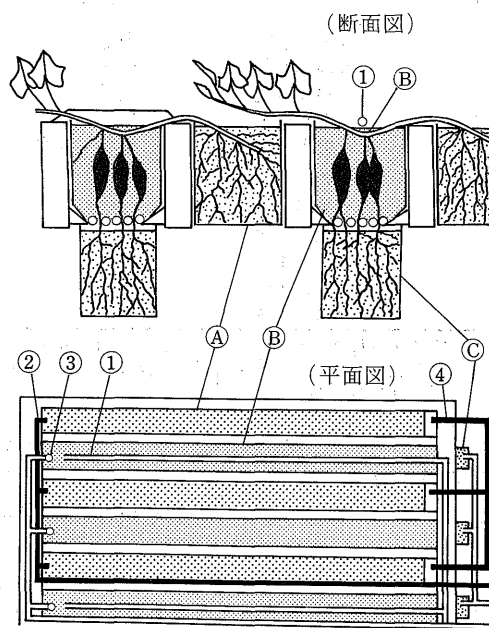
実験装置の構造の概要は第1図に示したとおりである。塊根部、くき根部及びいも根部の3ベッドを設け、くき根部及びいも根部は磯耕とし、塊根部は黒色火山灰土(未耕土)、洗滌した川砂、両者等容量混合土の3土壌を用いた土耕とした。塊根部の底部にはすのこ状に硬質塩ビパイプを敷き、その間隙からいも根が下部のベッドへ入り込める構造にした。ベッドの大きさは塊根部及びくき根部が幅20 cm、深さ20 cm、長さ275 cm、いも根部が幅15 cm、深さ15 cm、長さ300 cmであった。培養液は生育の健全化及び濃度変化を少なくするために低濃度液を多量用いた。すなわち、標肥区の培養液の三要素量(mg/l)はN: 10.5, P₂O₅: 17.8, K₂O: 41.7とし、多肥区は2倍量とした。培養液は、株当たり約11 lとし、毎日3~5回ポンプで磯耕ベッドへ約20分で送り込み、約20分で培養液槽へ自然落下させるようにした。培養液の更新は毎週1回及び大雨の直後に行った。予備実験を1969年と1970年、本実験を1971年と1972年に、九州農業試験場(熊本)で実施した。

処理区及び処理の内容は第1表に示したとおりであり、養分処理としてはくき根部及びいも根部に対する培養液濃度と湛水処理、塊根部処理としては土壌の種類及び乾燥・多湿処理を行った。1区7株、2反復で2年継続実施した。ただし、養分処理の1~4区は1年のみ実施した。供試品種は塊根形成・肥大が良好なコガネセンガンを用い、生育日数は

1971年が105日(7月5日~10月18日)、1972年が147日(6月2日~10月27日)であった。野外群落条件下の磯耕栽培とし、畦幅60 cm、株間40 cmとした。挿苗は第1図に示したように、長い苗を用いて、くき根部へ挿すと同時に塊根部へ茎の一部を埋めた。培養液の供給は挿苗後6日間は無肥、7~13日間は標肥の1/2濃度、14~29日は標肥、30日から所定の処理濃度液を供給した。塊根部の乾燥・多湿処理は、挿苗期から29日間は適湿に保ち、挿苗後30日から所定の処理を開始した。多湿処理は毎日1回土壌表面からかん水(約0.5 l/株)し、乾燥処理は塩ビ板で雨水を遮断した。試験区と周囲に設けた番外区との境界は茎の出入りがないように、試験区間の境界は茎の出入りの量が同じになるように茎を配置した。くき根部と塊根部間の茎から出た根及び塊根部より上位の茎から出た根を除去し、塊根部より下位の節から出た分枝も除去した。塊根部の根は、挿苗後30日に塊根3~4本を残して切除した。その後に塊根部から出た根は生育が劣っていたので放任した。

結果

塊根部処理として、乾燥しやすい川砂及び水分率



第1図 実験装置の構造

注) ① くき根部, ② 塊根部, ③ いも根部, ④ かん水管, ⑤ 給液管(A部), ⑥ 給液管(C部), ⑦ 排水管。

が高くなりやすい黒色火山灰土を用い、雨水の遮断及び毎日のかん水（降水量換算約6mm）処理を3カ月以上にわたって実施した結果、塊根部の環境条件の処理間差異は大きく保たれた。

収穫期におけるかん水4時間後の塊根部の土壌の状態は第2表に示すとおりであった。処理間差異は大きく、土壌の三相分布は土壌の種類の違いによって大きな差異が生じ、土壌水分含有率（対乾土比）及び飽水度（水分率/全孔隙率×100）は乾燥・多湿処理などによって大きな差異が生じた。このように、本実験の塊根部は、通常のサツマイモ畑の環境条件と比べて、極端な三相分布及び乾燥・多湿の条件を含む幅広い土壌環境条件下に長期間おかれた。

収穫期の地上部重及び塊根乾物重の処理間差異は第2図に示すとおりであった。1971年は晩植で生育日数が少なかったためにやや低収であったが、1972年は生育日数が少ないわりにはごく多収がえられた。地上部重の年次間差異はあったが、生育は健全で、生育量の処理間差異も適度であった。このように、年次間差異が作期のちがいなどによって生

じた点に問題はあるが、健全に生育した群落条件下において、各種処理条件に対する生育反応から塊根肥大特性を検討することができた。

地上部重及び塊根乾物重の標準（7区）比の兩年次平均値は、第3図に示したとおりであった。地上部重の処理間差異についてみると、くき根部に対する養分処理の影響が大きく、標準区と対比して、くき根部多肥（いも根部標肥）区は212%、くき根部無肥（いも根部標肥）区は63%であった。一方、塊根部の土壌の種類及び乾燥・多湿処理が地上部重に及ぼす影響は小さく、処理間差異は数パーセントで、有意な差とは認められなかった。

塊根乾物重の処理間差異についてみると、養分供給処理が塊根乾物重に及ぼす影響は比較的大きく、対標準比はくき根部多肥区が138%、いも根部多肥区が107%、くき根部無肥区が63%、いも根部無肥区が94%であり、地上部重ほど顕著ではないが処理間差異が認められた。塊根重に及ぼすくき根部処理といも根部処理の影響の大きさを比べると、くき根部処理の影響が大きかった。くき根部及びいも根

第1表 処理区及び処理内容。

処理区 番号	処理区名	処 理 内 容		
		くき根部	いも根部	塊 根 部
1	くき根部多肥	多肥	標肥	砂・多湿
2	いも根部多肥	標肥	多肥	〃
3	くき根部無肥	無肥	標肥	〃
4	いも根部無肥	標肥	無肥	〃
5	吸収根部湛水	標肥・湛水	標肥・湛水	〃
6	砂・乾燥	標肥	標肥	砂 ²⁾ ・乾燥 ²⁾
7 ¹⁾	砂・多湿	〃	〃	砂・多湿 ⁶⁾
8	混合土・乾燥	〃	〃	混合土 ³⁾ ・乾燥
9	混合土・多湿	〃	〃	混合土・多湿
10	火山灰土・乾燥	〃	〃	火山灰土 ⁴⁾ ・乾燥
11	火山灰土・多湿	〃	〃	火山灰土・多湿

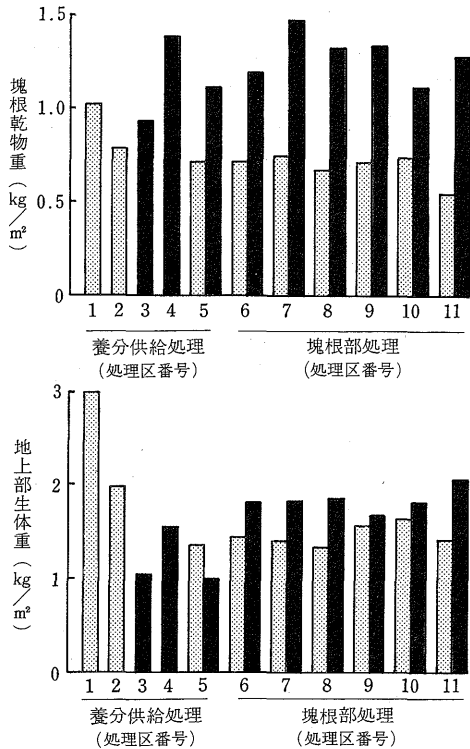
注) 1) 7区は標準, 2) 砂は川砂を洗滌, 3) 混合土は川砂と黒色火山灰土を容量比1:1で混合, 4) 火山灰土は黒色火山灰土(未耕土), 5) 乾燥は硬質塩ビ板で雨水を遮断, 6) 多湿はかん水管で土壌表面から株当たり約0.5lを毎日かん水。

第2表 塊根部土壌の物理的条件。

処理区 番号	処理区名	三 相 分 布			飽水度*	土壌水分 (乾土比)
		気相	液相	固相		
6	砂・乾燥	45.4%	1.7%	53.0%	3.6%	1.2%
7	砂・多湿	36.2	14.7	49.2	28.9	11.0
8	混合土・乾燥	53.3	10.2	36.7	16.1	10.5
9	混合土・多湿	22.0	40.8	37.3	65.1	40.5
10	火山灰土・乾燥	64.5	19.8	15.8	23.5	48.0
11	火山灰土・多湿	12.6	67.8	19.7	84.4	137.2

注) 収穫期におけるかん水4時間後の調査。2年の平均値。

* 飽水度の算出法: 水分率/全孔隙率×100。



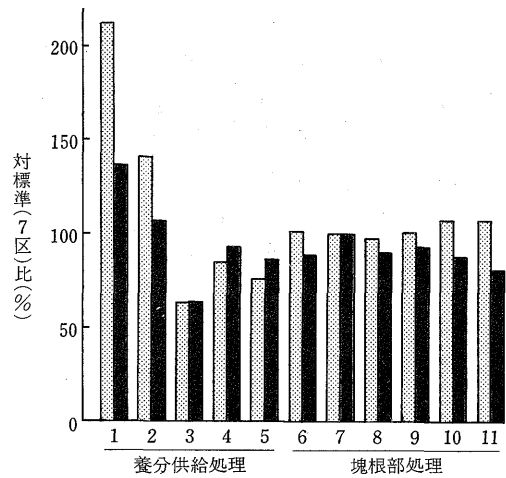
第2図 地上部生体重及び塊根乾物重の処理間差異。

注) 1971年. 1972年.

部の湛水処理区は、地上部重はかなり減少したが、塊根乾物重の減少程度は比較的小さかった。

一方、塊根部処理が塊根乾物重に及ぼす影響についてみると、土壤の三相分布や土壤水分の処理間差異が大きかったことと対比して、塊根乾物重の処理間差異は小さかった。すなわち、土壤の種類間では、黒色火山灰土・多湿区において少し減収した程度で、土壤の種類別の処理間差異は比較的小さかった。土壤の乾燥・多湿処理間では、砂では多湿区が増収し、火山灰土では多湿区が減収する傾向がやや認められたが、その差異は比較的小さかった。これらのことから、塊根部土壤の三相分布や土壤水分の処理間差異は大きかったが、その差異が塊根肥大に及ぼす影響は比較的小さいといえる。

塊根乾物率の処理間差異は第4図に示したとおりであり、全般的にかなり低い値であった。養分供給処理間では、湛水処理区がやや高い程度であり、処理間差異は小さかった。塊根部処理間では、土壤の種類間の差異は明らかでなく、乾燥・多湿処理間では、多湿区が低い、その程度は1~2%であった。



第3図 地上部生体重及び塊根乾物重の対標準比の処理間差異。

注) 1) 地上部生体重, 塊根乾物重.
2) 7区が標準区, 1~4区は1年間, 5~11区は2年の平均値。

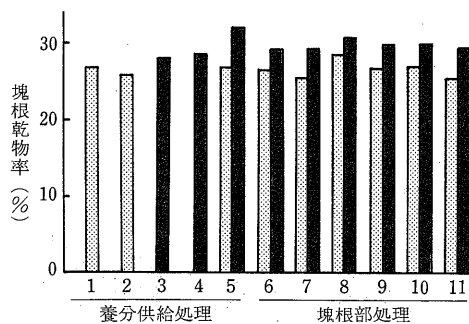
このように、塊根乾物率に対する各種処理の影響は、一般栽培における塊根乾物率が土壤の環境条件の差異によって5~10%も変化する事例と対比すると、比較的小さいといえる。

以上のように、塊根部、くき根部及びいも根部に区別できる実験装置を用いて、各部位に加えた処理が塊根肥大に及ぼす影響に関して、いくつかの結果がえられた。そのうちで注目された点は、塊根部処理によって生じた三相分布や土壤水分の大きな処理間差異が、塊根肥大に及ぼす影響は比較的小さいことであった。

考 察

地下部の環境条件が塊根形成・肥大に影響を及ぼす場合、どのような要因が関与しているかについてはほぼ明らかにされている^{1,2,3,5,6,8}が、ばつ光処理のように塊根自体に直接的影響を及ぼす^{1,2,3}のか、根の生育や養分吸収に影響することによって地上部の生育に変化をもたらして間接的に影響するのか、両者のどちらの影響が大きいのかなどの作用機作に関する検討は少なく、不明な点が多い。

これらの点を検討しようとする場合、一般の圃場やポットにおける実験では、養分供給量や物理的環境条件を長期間にわたって制御することは困難である。たとえば高地温と塊根肥大との関係を検討するために恒温槽にポットを入れて高地温条件を維持したとしても、高温によって養分吸収が促進されて過



第4図 塊根乾物率の処理間差異。

注) 1971年: 点線塗り, 1972年: 黒塗り。

繁茂を助長したりするので、地温の塊根肥大に対する直接的影響と養分吸収などを通じて関与する間接的影響とを区別して吟味することができない。

そこで種々の実験装置が考案され、塊根部と吸収根部とを区別して検討した実験の報告もいくつかみられる^{3,6,7,8)}。しかし、これらの実験は塊根肥大期について長期間にわたって検討したのではなく、生育収量も劣る実験が多い。さらに塊根部とくき根(地中の茎から出ている吸収根)部を区別しても、いも根(塊根の先端部から出ている根)が養分をかなり吸収して収量の多少に関与する⁷⁾ので、養分吸収部と塊根部とを厳密に区別したとはいえない。津野・藤瀬⁸⁾は植木鉢をポリバケツの上に重ねた装置で、いも根部(ポリバケツ部)に対する施肥効果を検討しているが、この装置はくき根部と塊根部が同一鉢であり、いも根部でも塊根がかなり肥大しているので、いも根部と塊根部とを厳密に区別したとはいえない。このように塊根部、くき根部、いも根部の3部位を区別して検討した実験例はみあたらない。

本実験では、塊根部、くき根部及びいも根部にそれぞれ別個の処理条件を与えることができる実験装置を用いて、養分供給量を制御した多収レベルの群落条件下において、各部位の環境条件の差異が塊根肥大に及ぼす影響を検討した。その結果、試験区間に競合が生じたことなどの実験操作上の不備はあったが、全般的にみれば健全な生育経過をたどって、圃場より多収が得られ、所定の処理も順調に行われた。これらのことから、本実験の結果はある程度の量的検討に耐えられるものであると思われる。

渡邊⁹⁾は土壤の通気条件などが生育収量に及ぼす影響について詳細な検討を加えている。すなわち、上部ポットを塊根部とし下部ポットを吸収根部とし

た装置や、基部ポットを水耕とし先端ポットを土耕とした実験装置を用いて、土壤の通気条件が塊根形成・肥大に及ぼす影響を検討し、その結果から「土壤通気が阻害される条件下で塊根重を減ずるが、その原因には養分吸収を通じて地上部の生育・乾物の分配などに関係して塊根肥大をおさえる面と、塊根自体に作用して肥大を直接おさえる面があることがわかった」と述べている。しかし、どちらの影響がより大きいかという量的検討は加えられていない。渡邊の実験は、孤立状態であったこと、生育・収量が劣っていたこと、塊根形成期と塊根肥大期を区別しなかったこと、塊根部といも根部を区別しなかったことなどが本実験と異なり、これらの点から塊根肥大に対する直接的影響と間接的影響の量的検討を困難にしたものと推察される。また、渡邊⁹⁾は通気不良の条件が塊根自体に作用して塊根肥大を直接おさえる面があったとしているが、本実験では火山灰土・多湿区で塊根重がやや少なかった他は、処理によって塊根部に生じた土壤水分や三相分布の大きな差異が塊根重に及ぼす影響は小さかった。このような両実験結果の差異は、実験装置や品種が異っていたことその他に、渡邊の実験は塊根形成期からの処理で、いも根にも処理が加えられていることが、本実験の塊根肥大期のみ処理及び塊根部のみ処理と異っていたために生じたと推察される。

本実験における吸収根部(くき根及びいも根部)に対する養分処理は、地下部の物理的環境条件の差異が養分吸収に及ぼす影響を想定して加えた処理であるが、その処理が生育・収量に及ぼす影響は大きく、特にくき根部処理の影響が大きかった。一方、塊根部に対する土壤の種類及び乾燥・多湿処理によって、三相分布や土壤水分などに大きな処理間差異が生じていたにもかかわらず、その差異が生育・収量に及ぼす影響は比較的小さかった。これらのことから、塊根部に対する処理によって生じた塊根部の環境条件の差異が、塊根肥大に及ぼす直接的影響は比較的小さいといえる。

一方、吸収根部の環境条件によって養分吸収が助長または阻害されて塊根肥大に関与する間接的影響の大きさについては、吸収根部を隣耕にしたために水分や通気性などの処理を加えることができなかったため詳細な検討は加えられない。しかし、土壤水分や通気性の差異が生育・収量に及ぼす影響は大きいことが多くの実験で明らかにされている^{3,5,8)}。たとえば渡邊⁹⁾の農林1号を用いた稗実験において、

中期湿潤処理における塊根乾物重 (g/株) は膨軟土・標肥区 67.7, 緊密土・標肥区 35.1, 膨軟土・多肥区 56.7, 緊密土・多肥区 17.9 であり, 生育中期の湿潤・緊密処理で通気性を悪化することによって著しく減少することを認めている。このように土壌の通気性や土壌水分などの環境条件が塊根肥大に及ぼす影響は大きい, そのうちの直接的影響は比較的小さいことが本実験で認められたので, 残りの間接的影響はかなり大きいと推察することができる。

塊根肥大に対する影響が大きいといわれている地温についても, 塊根に対する直接的影響と間接的影響とに区別して考えることができるが, 両者を区別して詳細に検討した実験はみあたらない。本実験と同様に3部位に区別できる実験装置を用いて行った予備実験において, 塊根に加えた高地温処理 (約 32°C) が塊根重に及ぼす悪影響はほとんど認められなかった。また, マルチ栽培において, 塊根付近の最高地温は 35°C 程度になることがあるが, 栄養状態などの他の条件が良好であれば, 塊根肥大に対する大きな障害にならない。これらのことから, 塊根に加えられた高地温が塊根肥大に及ぼす直接的影響は比較的小さいと推察される。

サツマイモの直播栽培 (種いもを畑に播く栽培) において, 種いも肥大抑制法を確立しようとして多くの実験が行われたが, 種いもに光をあてること, 肥大しにくい品種・系統を利用すること以外に, 有効な肥大抑制の方法をみつけることができなかった^{1,2)}。たとえば, 種いもの全面にパラフィンやワックスを塗布して通気不良にしても, 肥大抑制の効果はほとんど認められなかった (未発表)。また, 塊根肥大抑制効果が顕著な光と塊根肥大との関係について検討し²⁾, 光にあたって肥大を停止した塊根でも, 光をあてることを中止すると再肥大することが認められている。これらのことから, 塊根のみに加えられた環境条件の差異が塊根肥大に及ぼす影響は比較的小さいと推察することができる。

以上のように, 塊根に加えた土壌の種類及び乾燥・多湿処理による幅広い環境条件の差異が, 塊根肥大に及ぼす影響は比較的小さいことが認められ

た。また, 地温や通気性などの影響については, 二・三の実験例を引用して考察し, これらの環境要因についても塊根に加えた処理では, 塊根肥大に及ぼす影響は比的小さいと推察した。これらのことから, 地下部環境条件が塊根肥大に及ぼす影響を塊根に対する直接的影響と環境条件の差異が養分吸収などに関与して影響する間接的影響とに分けて考えた場合, 直接的影響は比較的小さいと推察することができる。

本実験は, 実験装置や操作に新しい手法をとり入れることによって, 健全な群落条件下における処理に対する生育反応をみることもできたが, なお, 処理条件や実験操作上に不備な点がいくつかあった。特に吸収根部の処理条件と塊根部の処理条件とを対応させることができなかつた点が, 直接的影響と間接的影響の量的検討を不明確にしたので, この点についてはさらに検討する必要がある。なお, 供試したコガネセンガンは, 塊根形成・肥大が良好であるので, 農林1号や紅赤などの古い品種と比べると, 処理の塊根への直接的影響を小さくしていると判断されるが, 最近育成された品種は塊根肥大が良いので, コガネセンガンの処理に対する反応と類似している点が多いと推察される。しかし, この点の品種間差異については, さらに検討する必要がある。

引用文献

1. 秋田重男・小林 仁 1962. 直播甘藷の種落肥大抑制に関する研究. 日作紀 30: 127-130.
2. 北條良夫・加藤真次郎 1976. サツマイモ塊根における肥大の抑制と再肥大. 日作紀 54: 131-138.
3. 熊野誠一・藤瀬一馬 1965. 根部の環境条件が甘藷塊根の形成に及ぼす影響. 日作紀 34: 35-39.
4. 沢畑 秀・井口武夫・財津冒幸 1971. 栽培試験用礫耕圃場の試作. 日作九支報 35: 34-35.
5. 戸苅義次 1950. 甘藷塊根形成に関する研究. 農事試験報告 68: 1-96.
6. 津野幸人・藤瀬一馬 1965. 甘藷の乾物生産に関する作物学的研究. 農技研報 D13: 1-131.
7. ———— 1966. 甘しよの乾物生産に関する研究. 第11報 深層施肥が塊根収量に及ぼす影響. 日作紀 37: 273-279.
8. 渡邊和之 1979. カンショの過剰栄養生長機構に関する栽培学的研究. 農事試験報 29: 1-94.