

土壌の物理性と作物の生育および収量との関係 第10報

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
巻/号	394
掲載ページ	p. 446-450
発行年月	1970年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波事務所
Tsukuba Office, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat



土壌の物理性と作物の生育および収量との関係

第 10 報 甘藷の乾物分配におよぼす細根量の影響*

渡 辺 和 之・中 山 兼 徳

(農林省農事試験場畑作部)

土壌の物理性と根の生態的特性との関係から、甘藷の過剰栄養生長機構（いわゆる“つるぼけ”現象）について検討した結果、乾物分配と細根の存在様式との間に密接な関係があることがわかった⁷⁾。すなわち、“つるぼけ”した個体は細根が多く、あるいは塊根重/細根重割合が小さいことを見出した。しかし、これはかぎられた条件のもとでの試験結果であることから、さらに広範な土壌条件において、この事実の有無を調査したところ、普遍性のあることが確認されたのでここに報告する。試験は 1969 年、農事試験場畑作部において実施した。

試 験 方 法

試験には 1/2000a ワグナーポットを用い、品種は細根が多くつるぼけしやすい農林 1 号と、細根が少なくつるぼけしにくい沖繩 100 号の 2 品種を供試した。試験区の構成と処理の方法は第 1 表に示す。処理は生育後期における細根の生育の良否と乾物生産および分配との関係をみる目的のため、多窒素区、多加里区、でん粉添加区については 7 月 25 日に行ない、多湿区、乾燥区、窒素ガス注入区、高地温区については 7 月 25 日から収穫の 9 月 16 日までの 54 日間継続した。

土壌は火山灰土を供試したが、根の採集を容易にす

るため下層 5cm の厚さに砂土を充填した。植付時期は 6 月 10 日、植付方法は 6~7 節苗を用い、基部 3 節を土中に挿入する直立植とした。栽培管理はガラス室内で行なつたが、高地温区のみ処理期間中屋外に設置された温床内においた。

試 験 結 果

1. 土壌の物理的性質

供試土壌の物理的性質は第 2 表のとおりである。土壌三相割合についてみると、標準区に比べてくにことなつた処理区は緊密区(気相小, 固相大)、多湿区(気相小), 乾燥区(気相大)であり、土壌硬度については緊密区、高地温区が大であつたが、後者は根が上層 10cm までの土壌中に密集して分布した結果とみられる。

土壌水分は乾土比で多湿区 100%, 乾燥区 30%, その他の処理区 70% を目標に調節し、おおむね規定の水分状態を維持することができた。ただし、地上部の生育が旺盛であつた多窒素区、窒素ガス注入区は日中の葉の萎凋状態から灌水量を多くしたこと、でん粉添加区は表層土壌の透水性がやや悪くなつたので灌水回数も多くしたことなどの理由から、規定よりやや多湿状態に経過した。

第 1 表 試験区の構成と処理方法

略号	処理区名	施肥量 g/ポット			処 理 方 法
		硫安	過石	硫加	
I	標 準	3	3	4	土壌は下層に砂土 2.8kg, 上層に火山灰 7.1kg を膨軟に充填。
II	緊 密	3	3	4	土壌は下層に砂土 2.8kg, 上層に火山灰 9.0kg を緊密に充填。
III	多 窒 素	5 + 5	1	1	基肥 5g, 追肥 5g 硫安施用, 追肥は土壌表面に均一散布。
IV	多 加 里	1	1	5 + 5	基肥 5g, 追肥 5g 硫加施用, 追肥は土壌表面に均一散布。
V	多 湿	3	3	4	下層 5cm 湛水する方法で、乾土比 100% 前後に調節。
VI	乾 燥	3	3	4	朝夕葉が萎凋するときを目安に灌水, 乾土比 30% 前後に調節。
VII	でん粉添加	3	3	4	可溶性でん粉 300g を土壌表面 2cm 層に混合。
VIII	窒素ガス注入	3	3	4	朝夕 2 回ポット排水口から 5 分間窒素ガス注入。
IX	高 地 温	3	3	4	電熱温床内の土壌中にポットを埋設, 地温を 34°C に調節。

備考 1) 肥料は III 区, IV 区の追肥を除いてすべて基肥。火山灰 1/2 上層土壌に混合。

* 昭和 45 年 6 月 27 日受理

第 149 回講演会(昭和 45 年 4 月)において発表

2) III 区以下の土壌の充填方法は I 区に準ずる。

3) 試験規模 I 区 1 ポット (1 株植) 4 区制。

第2表 供試土壌の物理的性質

項目 処理区	土 壤 容積重 g/cc	土壌三相割合(%)			土 壤 硬 度 mm	土 壤 水 分 硬 度 (乾土比) %
		液相	気相	固相		
I	0.63	29	44	28	8	73
II	0.84	45	18	38	16	70
III	0.66	31	41	28	7	—
IV	0.61	28	44	28	8	—
V	0.72	52	19	29	9	97
VI	0.64	15	61	24	7	29
VII	0.68	36	36	29	10	—
VIII	0.63	44	32	24	7	—
IX	0.66	39	32	30	14	—

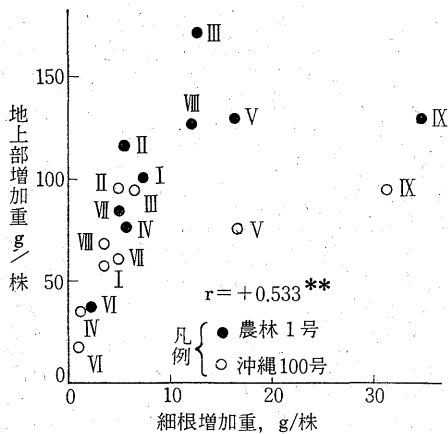
備考：測定日。土壌水分は各月測定の前平均。他の項目は収穫期（9月16日）の測定。土壌硬度。山中式土壌硬度計の指標目盛。

地温は処理期間中の平均でみると、標準区では最高地温 31°C、最低地温 23°C、9時地温 24°C であつたが、高地温区ではそれぞれ 37°C、32°C、34°C であり最低地温が 30°C 以下にさがつたのは6日間にすぎなかつた。

2. 甘藷の生育および収量

生育後期（7月24日～9月16日）における乾物生産およびその分配と細根との関係を中心のべる。

(1) 地上部の生育：8月に入ると落葉しはじめたが、収穫時の落葉率は多湿区、多加里区が大、乾燥区、多窒素区が小であつた。生育後期における地上部乾物増加重^{註1)}（落葉重^{註2)}を含む）は多窒素、高地温、窒素ガス注入、緊密、多湿の各区で生育が助長され大となり、反対に乾燥区、多加里区で生育がおさえられ小となつた。これを細根の生育の良否との関連で



第1図 地上部と細根との関係

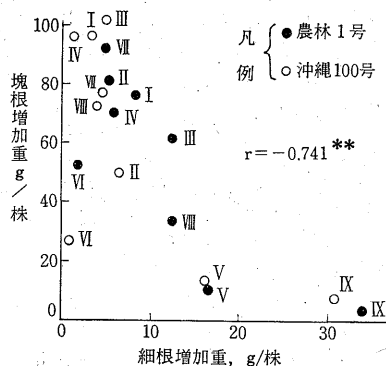
註 1)：以下生育後期における乾物増加重については該当器官増加重（たとえば地上部増加重）にした。
註 2)：生育後期（処理期間中）に落葉したもの。

みると、第1図のように正の相関関係がみとめられ、細根の生育が大となる処理区において地上部の生育がよく、乾物重を増す傾向がうかがわれた。しかし、細根増加重が異常に大となつた処理区、すなわち、高地温区、多湿区においてはこの傾向からはずれ、地上部増加重の増大にむすびつかなかつた。したがつて、この試験の範囲内においては細根増加重が 15g 以下の条件で、とくに相互間に密接な関係をみとめた。

(2) 地下部の生育：塊根増加重は標準区に比べ高地温区、多湿区でいちじるしく小であり、また乾燥区、農林1号では窒素ガス注入区、沖縄100号では緊密区で小となつた。とくに高地温区は根が分化しても肥大をおさえほとんどが梗根となり、標準区の梗根増加重の 8～10 倍にもなつた。なお、緊密区が従来の結果に比べ大であつたが、これは土壌硬度が低かつたこととともに、塊根が地表面に形成され、農林1号では 40.5g、沖縄100号では 23.1g の塊根重が露出したためである。

一方、細根増加重は高地温区、多湿区でいちじるしく大、また多窒素区、窒素ガス注入区で大となつたが、乾燥区、多加里区では小であつた。細根の分布状態をみると、高地温区、多湿区では根の大部分が上層にあつまり、地表面に根網（いわゆる root-mat）を形成した。でん粉添加区は反対に根が下層にあつまる傾向を示し、また緊密区は表層と下層の砂土部分に多く、火山灰土の中央部分には少ない。塊根増加重と細根増加重との関係をみると、第2図のように負の相関関係がみとめられ、生育後期に細根の生育がよいことは塊根の肥大をおさえる傾向を示した。ただし、乾燥区は塊根、細根ともに生育が劣り、相関からはずれた。

(3) 乾物生産：全乾物増加重（落葉重を含む）は



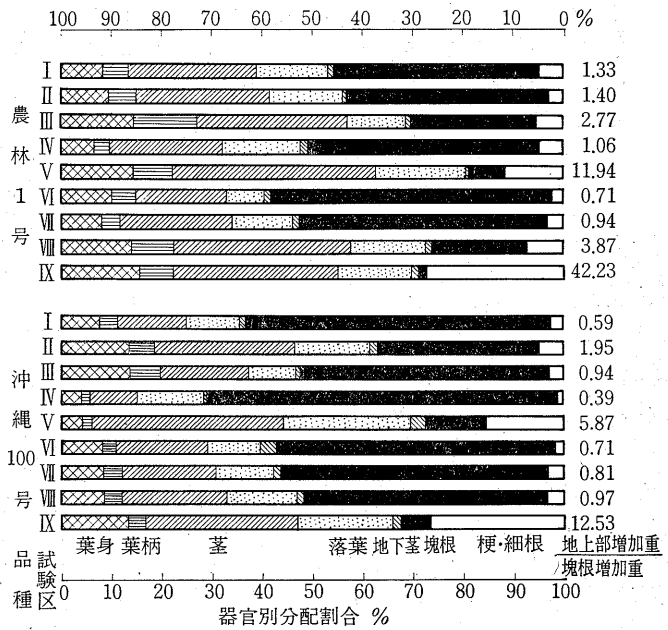
第2図 塊根と細根との関係

多窒素区で大となり、乾燥区で小、多湿区、多加里区でやや小となったが、他の処理区では農林1号190g前後、沖繩100号150g前後で大差なかつた。これを細根増加重との関係でみると、両者間には相関関係がみとめられず ($r=+0.190$)、細根の生育がよくても乾物生産に対してはさほど影響せず、したがって、全重の増加には役立たなかつた。

(4) 乾物分配：生育後期に生産された乾物の各器官別分配割合をみると、第3図に示すとおりである。標準区に比べてくにことなつた処理区は高地温区、多湿区で、塊根割合が小となり、地上部および細根割合が大となつた。また農林1号では窒素ガス注入区、多窒素区、沖繩100号では緊密区においても塊根割合が小で、これらの条件では乾物の分配関係を悪くした。

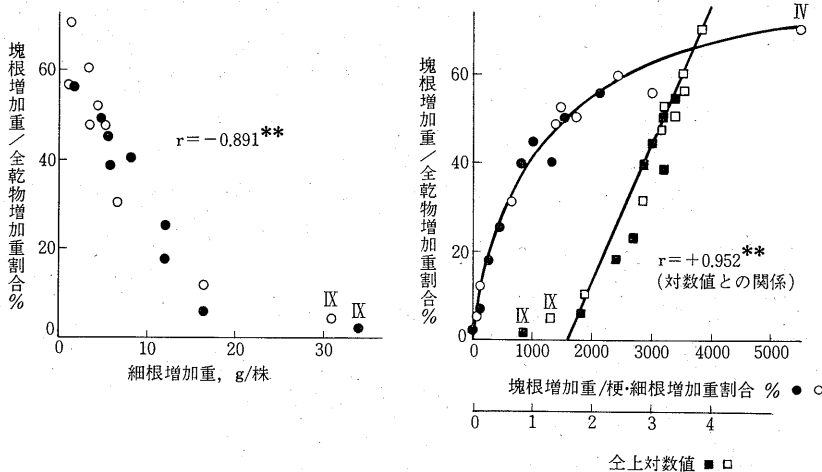
一方、多加里区では塊根割合が大となり、乾燥区も乾物生産はおさえられ全重が小であつたが、分配関係は比較的好かつた。地上部増加重/塊根増加重比についても同傾向がみとめられ、塊根割合の小さい処理区において大であつた。

つぎに乾物分配に対する細根の役割について検討してみると、第4図のように塊根増加重/全乾物増加重割合と細根増加重との間には高い負の相関関係があ



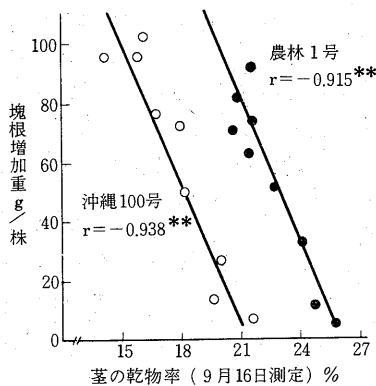
第3図 生育後期(7月24日~9月16日)に生産された乾物の各器官別分配割合

り、生育後期に細根の生育がよかつた土壌条件では、乾物の塊根への分配割合を小さくすることがわかつた。さらにこの関係を株別に整理してみても同傾向の結果がえられ、処理および個体をとおして両者間には密接な関係があることが指摘された。また地上部増加重/塊根増加重比と細根増加重との間には正の相関関係がみとめられ ($r=+0.853^{**}$)、細根の増大は“つるばけ”を助長する結果を示した。



第4図 乾物の分配と細根との関係

備考：●，■農林1号。○，□沖繩100号



第5図 塊根と茎の乾物率との関係

一方、乾物の地上部と地下部、地下部間の分配についての相互関係をみると、塊根増加重/全乾物増加重割合と塊根増加重/梗根・細根増加重割合とは密接に関連し（第4図）、供試条件では前者を40%以上にもつには後者を1000%以上、すなわち、梗根・細根増加重を塊根増加重の1/10以下におさえなければならない。また両者の関係は塊根増加重/梗根・細根増加重割合の対数値をとることによつて直線化され、 $r = +0.952^{**}$ の非常に高い正の相関関係がえられた。

(5) 乾物率：地上部乾物率は高地温区が最も高く、ついで窒素ガス注入区、乾燥区、多湿区であり、反対に多加里区では低くなる傾向にあつた。また地上部各器官の乾物率も略同傾向を示したが、注目されることは乾物率の高い処理区において塊根増加重、あるいは塊根増加重/全乾物増加重割合が小さいことであつた。とくに茎の乾物率と塊根増加重との間には第5図のように、高い負の相関関係がみとめられた。

塊根乾物率（切干歩合）には一定の傾向がみられなかつた。

(6) 品種間差異：以上の結果は特性のかなりことなる農林1号、沖繩100号をとおしてみられたことから甘藷の共通の特性と判断される。しかし、処理の影響は品種によつて受ける程度がことなり、農林1号が沖繩100号に比べ大きく、乾物の塊根への分配が悪くなりやすい傾向にあつた。また各々の処理の塊根に対する影響をみると、農林1号が沖繩100号に比べ多窒素区において大であり、乾燥区において小であつた。

考 察

乾物の器官別分配関係は生育時期によりことなり、圃場における標準栽培では7月末までに生産された乾

物はほぼ40%、8月のものは75~80%、9月のものは92~93%、10月のものは大部分が地下部（塊根）の造成に使われる⁴⁾。本試験においては処理期間中（7月24日~9月16日）の乾物は標準区で農林1号47%、沖繩100号64%が地下部の造成に使われたが、土壤条件のちがいによる変動は大きく、農林1号では19~60%、沖繩100号では32~73%の幅がみられた。とくに高地温区、多湿区、農林1号では窒素ガス注入区、沖繩100号では緊密区で乾物の地下部の分配を悪くした。

高地温や通気不良などの土壤条件では、根が木化しやすく塊根の形成、肥大を阻害することが知られる^{1,3)}。また乾物分配は体内の窒素/加里比と密接な関係があり、この比が大となれば悪くなることが報告されているが⁵⁾、通気不良条件では加里は窒素に比べ吸収阻害を受けやすい²⁾。したがつて、このような土壤条件においては同化産物の受容体としての塊根形成が阻害され、また乾物の塊根への移行が悪くなり、塊根増加重を小としたものであろう。その結果、乾物は塊根に比べ土壤環境に対する適応性の大きい細根⁶⁾に供給され、その生育をよくし、あるいは地上部の造成に使われる割合を大したり、地上部各器官に蓄積して、その乾物率を高めたものとみられる。

このことから、細根増加重と地上部増加重、また塊根増加重/全乾物増加重割合との間にみられた高い相関関係は、塊根の形成、肥大の良否を原因とする二次的な結果と判断される。しかし、細根の多少は養分吸収と関係が深く、とくに細根の増加は窒素吸収をよくすることから⁵⁾、さらに“つるぼけ”を助長する原因となりうることも考えられる。

津野ら⁵⁾は塊根の肥大を阻害しない条件下では、細根が多くなると乾物の地上部分配率を高めることを見出した。本試験では“つるぼけ”する土壤条件、すなわち、塊根の肥大を阻害する条件が多かつたが、塊根増加重と細根増加重との間に負の相関関係($r = -0.741^{**}$)がみとめられ、また細根が多くなるところでは、地上部の生育がよく、さらに塊根増加重/全乾物増加重割合が低下して、“つるぼけ”を誘起、助長した。したがつて、“つるぼけ”を防止するには生育後期における細根の生育をある程度おさえるような土壤および肥培管理を行なう必要性が指摘された。なお、細根の役割は量のみでなく質も考慮しなければならず、この結果においても細根増加重が15g以上になつた処理区では、全重、地上部重とも増加せず、細根の機能(活力)低下の影響を示唆した。

以上の結果は供試した2品種の共通した特性としてまとめられたが、前報と同様⁷⁾品種により土壌処理の影響の受け方に難易があり、晩生種で細根が多く、しかも環境による変動が大きかった。“つるぼけ”は生育相からみると一種の晩生化の現象と考えられるが、品種の早晩生も“つるぼけ”と同様細根の多少と関係することが予測された。なお、この問題は多数品種を供試して検討中であるが、晩生種では塊根肥大のおそいものが多いことから同化産物の移行がおくれ、その結果細根を多くするのではなからうか。したがって、品種の早晩生をあらわす一つの指標として細根の多少を利用できる可能性のあることが示唆された。

引用文献

1. 長谷川浩・八尋 健 1957. 高地温が甘藷の生育に及ぼす影響. 日作紀 26: 37—39.
2. LAWTON, K. 1945. The influence of soil aer-

ation on the growth and absorption of nutrient by corn plants. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 10: 263—268.

3. 戸苅義次 1950. 甘藷塊根形成に関する研究. 農事試報告 68: 1—96.
4. ———・藤瀬一馬 1962. 甘藷の生育. 作物大系第5編いも類. 養賢堂, 東京.
5. 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. 農技研報告D 13: 1—131.
6. 渡辺和之・児玉敏夫 1965. 土壌の物理性と作物の生育および収量との関係. 第II報 土壌の粗密土壌水分の多少が作物の生育および収量におよぼす影響. 日作紀 33: 414—417.
7. ——— 1969. ———. 第9報根の生態的特性からみた甘藷の過剰栄養生長機構について. 日作紀 38: 652—656.

Studies on the Effects of Soil Physical Conditions on the Growth and Yield of Crop Plants

X. Effects of non-tuberous roots on the distribution of dry matter in sweet potatoes

Kazuyuki WATANABE and Kanenori NAKAYAMA

(Central Agricultural Experiment Station, Kitamoto, Saitama)

Summary

1. The rates of vegetative growth of the non-tuberous roots of sweet potatoes were tested according to various soil treatments in the later growth stage of sweet potatoes. Such test proved that no appreciably great effect was found in the production of dry matter (total dry weight), while a striking effect was found in the distribution of dry matter.

2. Namely, according to the increase of non-tuberous roots it showed increase in the weight of tops, while decrease in the weight of tuberous roots, thus the ratio of tuberous root weight to the total dry weight became lower (correlation coefficient: $r = -0.891^{**}$). And a high positive correlation was also found between the ratio of tuberous root weight to non-tuberous root weight and the ratio of tuberous root weight to total dry weight ($r = +0.952^{**}$). This fact made clear that for the purpose of keeping the ratio between tuberous root weight and total dry weight at the rate of 40 per cent or higher, the ratio between tuberous root weight and non-tuberous root weight should be kept at the rate of 10 times or higher.

3. It was also found that high in ground temperature, much in soil moisture and low in the concentration of oxygen are soil conditions for acceleration of the growth of non-tuberous roots as well as of the excessive vegetable growth of sweet potatoes.