

サツマイモの根発育に影響を及ぼす諸要因

中谷 誠（農業研究センター）

サツマイモにおける収量増大の方策の一つとして、苗の活着促進による物質生産期間の延長や塊根の形成・肥大促進による塊根への物質分配率の向上等が考えられる。このような技術開発のための基礎として、サツマイモの発根や塊根形成といった根の発育に関する作物学的知見は欠くべからざるものである。本稿では、このような視点から著者らが行ってきた研究の結果¹⁻¹⁴⁾を概観する。まずははじめに、地温と苗の発根や塊根形成との関係、第二に苗の取り置き（貯蔵）と発根や塊根形成との関係、第三に地上部生育と塊根の形成や肥大との関係、最後に塊根自体の形成・肥大能力の評価とそれらに影響を及ぼす生理的背景について述べることとする。

1. 苗の発根並びに塊根形成に及ぼす地温の影響

(1) 13~40°Cの恒地温条件で、沖縄100号を用い、播苗1、2週間後の発根状況を調査した。正常な発根が認められた地温は19~37°Cであった。発根数は広い適温域を示したが、総根長、平均根長、根重、展開葉数から見て、苗の発根、活着の最適地温は30°C付近であることが明らかになった。

(2) わが国の主要な12品種について、26~35°Cの範囲で、播苗1週間後の総根長を指標に、発根最適地温を調査した。供試した品種は発根適温が30°C付近である品種群（コガネセンガン、紅赤、沖縄100号、農林1号、ミナミユタカ、ベニアズマ、シロユタカ、シロサツマ）とやや高い32~35°Cである品種群（高系14号、農林2号、タマユタカ、ベニコマチ）に分かれた。

(3) 同様の12品種について、播苗1週間後の発根量を地温28°Cの場合と比較することによって、地温18°Cにおける発根阻害程度を調査した。阻害程度は農林1号、ミナミユタカでは小さく、農林2号、タマユタカ、シロユタカ、シロサツマでは大きかった。さらに、生育限界温度に近い地温15°Cにおける播苗5週間後の結果と併せて、農林1号とミナミユタカは低地温における発根、活着能力が高いことが明らかになった。

(4) 40°C以上の高地温が発根や根の機能に及ぼす影響を検討した。高地温処理によって播苗1週間後の発根量は減少したが、1日当たりの処理時間が2時間程度であれば影響は小さく、展開葉数や蒸散速度を指標とした場合、活着自体には悪影響は少なかった。しかし、その場合でも根の形成層の活性は低下し、木化も進行しており、根は塊根化し難くなることが示された。

(5) 圃場条件で植え付け時期やマルチの種類を変えて、発根や塊根形成を調査した。畦中央下5cmにおける5月、6月の平均地温は19~20°Cであり、透明ポリマルチにより約6°C上昇した。透明ポリマルチで地温が40°Cを超えていた1日当たりの平均時間は、2時間程度であった。播苗1週間後の総根長は透明ポリマルチにより増加し、発根や活着が促進された。播苗4週間後の最大根径は、塊根が形成されていた品種では透明ポリマルチにより太くなつたが、根の基部から最太部位までの距離も増加した。

2. 苗の取り置き（貯蔵）が発根、活着並びに塊根形成に及ぼす影響

(1) 苗を13.5~18°C、多湿、弱光の条件下で、0~15日間取り置き、発根に好適な条件で播苗1週間後の発根状況を調査した。取り置きにより根数は減少する傾

向を示したが、平均根長や総根長は増加した。根乾物重や展開葉数も増加したが、15日間取り置くと対照区と同程度か、または減少した。これらから5~10日間の取り置きは活着を促進することが示された。

(2) 上記の挿苗1週間後における太めの根の内部形態を観察したところ、対照区に比べ、取り置きしたものでは根の発育段階は進んでおり、1次形成層の活性も高かった。しかし、15日間取り置いたものでは中心柱の木化が進行していた。これらの結果から、5~10日間の取り置きにより塊根形成も促進されることが示唆された。

(3) 取り置きの効果発現の機作を解明するため、苗の生理的変化を追跡した。葉身は取り置き15日目では2、3葉が枯死した。呼吸速度は5~10日目までは減少し、15日目には採苗時の値に戻った。各部位の窒素含有率は変化しなかった。炭水化物含有率は葉身と茎頂部では減少し、茎基部即ち発根部位では変化しないかやや増加した。茎基部のインドール酢酸(IAA)含有率は次第に減少し、アブジン酸

(ABA)含有率は5日目には上昇したが、15日目には認められなくなった。これらの結果から、10日以内の取り置きによって、呼吸や落葉による貯蔵養分の消耗が抑制され、炭水化物が発根部位へ転流を始め、さらにIAAの減少によって根原基の新生が抑制され、既存根原基の伸長が促進され、その結果、活着等が促進されると思われた。

(4) 挿苗後の地温を20と30°Cに、土壤水分を圃場容水量の30と70%に設定し、取り置きの効果を検討した。挿苗後1週間前後の総根長は、好適条件区では取り置きにより約10%増加した。一方、地温20°C区や土壤水分30%区では総根長は約3倍に、平均根長や根乾物重は約2倍に増加し、取り置きの活着促進効果は不良環境条件では大きいことが示された。

(5) 取り置きの効果を圃場条件で確認し、収量への影響を明らかにするため、ポリマルチ栽培で1985、86年の2カ年3作期にわたって検討した。取り置きにより挿苗1、2週間後の展開葉数や蒸散速度並びに挿苗5週間後の塊根数や塊根乾物重は増加した。86年には有意な増収効果が認められ、全乾物重や収穫指数も高い傾向にあった。

3. 塊根の形成・肥大と地上部生育との関係

(1) 塊根肥大性の異なる数品種を台木に、地上部特性の異なる数品種を接ぎ穂にした接木植物を用いて、塊根の形成・肥大と地上部生育との関係を検討した。塊根形成の早晚性は主として台木品種によって決定されることが明らかになった。塊根形成以降生育中期までの間の塊根肥大には台木と接穂の両者の影響が認められた。塊根重はソース量とは正の、枯死葉率とは負の相関が認められた。

(2) 同じ接木組合せについて光合成速度の差異を検討した。塊根形成前や形成直後では台木の種類と光合成とは関連がなかった。しかし、塊根乾物重がほぼ10gに達した時期以降の光合成速度は塊根乾物重が大きかった台木品種の場合に高く、塊根は光合成産物の主要なシンクとして、光合成に影響することが明らかになった。

4. 塊根自体の形成、肥大、物質蓄積能力の評価とそれらの生理的背景

(1) ソース量を一定にして塊根自体の能力を評価するため、14品種を一葉挿しして台木とし、葉面積を揃えた1品種の葉身を接穂として葉柄部で接木し、塊根肥大能力を評価した。台木品種間で接木2カ月後の葉面積や光合成速度に有意差はなく、塊根重と細根重には有意差があった。しかし、塊根乾物重と葉面積との間に正の相関があったので、単位葉面積当たりの塊根乾物重で塊根肥大能力を評価し

た。その結果、一葉挿し接木植物の物質生産には塊根の影響が大きく、この方法が塊根自体の肥大能力評価方法として優れていることが明らかになった。

(2) 上記の一葉挿し接木植物の塊根のゼアチニンリボシド (ZR) とアブシジン酸 (ABA) 含有率を酵素免疫測定法で測定した。単位葉面積当たりの塊根乾物重は塊根のZR含有率とは関連を示さなかったが、ABA含有率との間に有意な相関を示し、ABAと塊根肥大能力との関連性が示唆された。

(4) 塊根肥大性に優れるコガネセンガン、劣る紅赤、塊根を形成しない近縁野生種 (*Ipomoea trifida*) を鉢栽培し、生育に伴う地下部のZR、ABA含有率の変化を追跡した。ZR含有率は細根では野生種、栽培種とともに低かったが、栽培種の太根や塊根では顕著に増加し、塊根では紅赤がコガネセンガンよりもやや高かった。ABA含有率も細根では低かったが、栽培種の太根や塊根ではZR含有率にやや遅れて増加し、紅赤に比べコガネセンガンが顕著に高かった。

(5) コガネセンガンの塊根について、ZR、ABAの分布を調査したところ、両物質とも1次形成層付近に最も多く分布していたが、それ以外の部位では、ZRは皮部で、ABAは木部の周縁部でその含有率が高かった。ZRの分布については、免疫組織化学的にも確認した。以上から、塊根の形成にはサイトカイニンが、肥大や物質蓄積にはABAがそれぞれ関与している可能性が高いと考えられた。

(6) コガネセンガンを材料とし、生育に伴う地下部のインドール酢酸 (IAA) 含有率の変化をHPLC分析で追跡した。IAA含有率は塊根形成後、肥大の初期に増加し、IAAが初期の旺盛な肥大に関与している可能性が示されたが、含有率の変動巾は上記のZRやABAに比べると小さかった。

(7) サツマイモには、バレイショ塊茎形成物質と類似したジャスモン酸 (JA) が含まれていることを明らかにした。塊根を形成しない近縁野生種 (*Ipomoea trifida*) にはJAはほとんど含まれず、この物質が塊根形成に関与している可能性もあることが示された。

(8) 塊根形成の生理的機構を解明するための実験系として、2培地系で根の一部を空中に出す培養法で、*in vitro* 塊根形成に成功した。

(9) 塊根のでんぶん蓄積調節機構は不明であるので、塊根のでんぶん合成酵素活性を検討したが、塊根乾物率とは関連がなかった。しかし、でんぶん合成の基質を生成するADP-グルコースピロホスホリラーゼ活性と塊根のでんぶん含有率や乾物率との間には材料や分析方法を変えても、いずれの場合にも有意な正の相関が認められた。さらに、生育に伴うでんぶん含有率と上記酵素活性の推移は比較的よく一致し、品種間差も明瞭であった。これらの結果から、サツマイモ塊根のでんぶん蓄積は本酵素によって粗調整されていると思われた。

主な文献

- 1) 中谷誠・小柳敦史・渡辺泰 1986. サツマイモ苗の発根に及ぼす地温の影響。第1報 苗の発根の最適地温並びに高地温が発根と根の生理的・形態的特性に及ぼす影響。日作紀 55:208-216.
- 2) 中谷誠・小柳敦史・渡辺泰・古明地通孝 1989. サツマイモ苗の発根に及ぼす地温の影響。第2報 苗の発根最適地温並びに低地温での発根能力の品種間差異。日作紀 58:35-41.

- 3) Nakatani,M., A.Oyanagi and Y.Watanabe 1987. Holding of cut-sprouts in sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). I. Effects of holding on rooting of cut-sprouts. *Jpn.J.Crop Sci.* 56:238-243.
- 4) Nakatani,M., A.Oyanagi and Y.Watanabe 1987. Holding of cut-sprouts in sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). II. Physiological changes in cut-sprouts during holding period. *Jpn.J.Crop Sci.* 56:244-251.
- 5) 中谷誠・小柳敦史・荻原英雄・渡辺泰 1988. サツマイモ苗の取り置きに関する研究. 第3報 苗の取り置きが活着、塊根形成並びに収量に及ぼす影響. *日作紀* 57:83-89.
- 6) 中谷誠・古明地通孝 1988. サツマイモ苗の取り置きに関する研究. 第4報 低地温並びに低土壤水分下での苗の発根に及ぼす取り置きの影響. *日作紀* 57:464-469.
- 7) Nakatani,M., A.Oyanagi and Y.Watanabe 1988. Tuber sink potential in sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). I. Development of tuber sink potential influencing the source activity. *Jpn.J.Crop Sci.* 57:535-543.
- 8) Nakatani,M., M.Komeichi and Y.Watanabe 1988. Tuber sink potential in sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). II. Estimation of tuber sink potential of cultivars using single leaf grafts. *Jpn.J.Crop Sci.* 57:544-552.
- 9) Nakatani,M. and M.Komeichi 1991. Changes in endogenous level of zeatin riboside, abscisic acid and indole acetic acid during formation and thickening of tuberous roots in sweet potato. *Jpn.J.Crop Sci.* 60:91-100.
- 10) 中谷誠・古明地通孝 1991. サツマイモにおける内生ゼアチニリボシド並びにアブシジン酸レベルの塊根内部位間差. *日作紀* 60:322-323.
- 11) 中谷誠・幸田泰則 1992. バレイシヨ茎断片培養法を用いた数種塊根茎作物の抽出物の塊茎形成活性の比較. *日作紀* 61:394-400.
- 12) Nakatani,M. and M.Komeichi 1992. Relationship between starch content and activity of starch synthase and ADP-glucose pyrophosphorylase in tuberous root of sweet potato. *Jpn.J.Crop Sci.* 61:463-468.
- 13) 中谷誠・古明地通孝 1993. サツマイモ根の発育に伴う内生IAA含量の変化. *日作紀* 61:683-684.
- 14) 中谷誠・松田智明 1993. サツマイモ塊根におけるゼアチニリボシドの免疫組織化学的検出. *日作紀* 61:685-686.

Factors Influencing the Root Development in Sweet Potato.
Makoto NAKATANI (NARC)