

サツマイモ苗の発根に及ぼす地温の影響

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

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者名	中谷,誠 小柳,敦史 渡辺,泰
発行元	日本作物學會
巻/号	55巻2号
巻号補足	
掲載ページ	p. 208-216
発行年月	1986年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



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

中 谷 誠・小 柳 敦 史・渡 辺 泰

(農業研究センター)

昭和60年7月15日受理

サツマイモの乾物生産並びに収量を限定している要因の一つとして、津野ら¹⁾は挿苗後の生育の停滞をあげている。挿苗後の生育停滞を解消し、葉面積を速やかに確保するためには苗の活着を促進することが重要である。特に早掘り栽培では活着の良否が収量・品質に及ぼす影響は大きい。

現在、サツマイモ栽培においては、食用栽培を中心として、ポリフィルムマルチの利用が広く行われている。ポリフィルムマルチは地温を高めること等により初期生育を促進し、塊根肥大を早める効果がある。このため植付時期を大幅に早めることが可能になった。反面、挿苗後茎葉が地表を被うまでの間は、地表付近の地温が晴天時には40℃を超えることが多く、このような高地温が一因と思われる苗の活着障害が各地で問題になっている¹⁴⁾。

サツマイモは熱帯起源の作物であり、その生育には比較的高温を必要とする。苗の発根と温度との関係について、鎌谷⁵⁾は苗が正常な発根を始めるのは19℃前後であるとしている。また、山崎¹⁸⁾は苗の発根の適温は25～30℃であり、35℃では発根数は多いが、下位葉の枯死が早いことを報告している。これらの実験はいずれも気温と発根部位の温度が同じ条件で行われたものである。一方、坂井ら¹²⁾は圃場試験の結果から、九州における早植の限界は地温が14～15℃以上となる4月中旬であると結論している。しかし、ポリフィルムマルチ下で問題となるような40℃前後の高温の影響に関する知見は極めて乏しい。

本研究では地温と気温を別々に制御した条件下でサツマイモ苗の発根・活着に及ぼす地温の影響を、特に高地温に着目して検討を行った。

材 料 と 方 法

実験はすべて昼温25℃(6:00～18:00)、夜温15℃(18:00～6:00)の自然光型人工気象室で行

った。地温の制御は土壤恒温水槽に1/5000 a ワグナーポットを入れて行った。地温制御の精度は恒温条件では±1℃以内であった。ポットには約3 kgの畑土を16 cmの深さにつめ、施肥はしなかった。

実験に使用した苗はすべて電熱温床で育苗した7節7葉苗で、採苗後生重で選別し、さらに基部3節の長さが約9 cmのものを選んで用いた。苗の生重は各実験・品種によって異なったが、実験毎に最大でも10 g以内の差にとどめた。挿苗は採苗当日、苗の基部3節を約10 cmの深さに直立に挿した。

ポットの土壤水分は重量法により随時灌水を行い、圃場容水量の70～80%に保った。また、保水と保温のため土壤表面は発泡スチロールの粒で覆った。

実験 1. 苗の発根と地温条件の関係

品種は沖縄100号を用い、1982年5月10日に地温13°, 16°, 19°, 22℃, 5月26日に22°, 25°, 28°, 31℃, 6月14日に31°, 34°, 37°, 40℃の各処理区の挿苗を行った。1処理区18個体とし、挿苗後展開葉数、枯死葉数の推移を調査した。挿苗後1週間目に1処理区6個体、2週間目に12個体の根を洗い出し、長さ1 mm以上の不定根につき根数、根長を節位別に測定した後、器官別乾物重を測定した。

実験 2. 発根に及ぼす高地温の影響

28℃と45℃の土壤恒温水槽を用い、45℃水槽に所定の時間ポットを移し換えることにより高地温処理を行った。品種は沖縄100号、高系14号、コガネセングンの3品種を用いた。1983年11月4日と11月15日に1処理・1品種当たり6個体挿苗した。11月4日から1週間、1日当たり0, 6(9:00～15:00), 12(6:00～18:00)及び24時間の高地温処理を行う4区を設けた。また、11月15日から1週間、0, 3(10:30～13:30), 9(7:30～16:30)及び24時間処理の4区を設けた。挿苗1週間後に展開葉数、枯死葉数を調査し、挿苗時の完全展開第2葉または第3葉の蒸散速度をLI-1600 スーパー・ポロメーター (Li-cor Inc.) により測定した。続い

* 大要は第175回(昭和58年4月)及び第179回(昭和60年4月)講演会において発表。

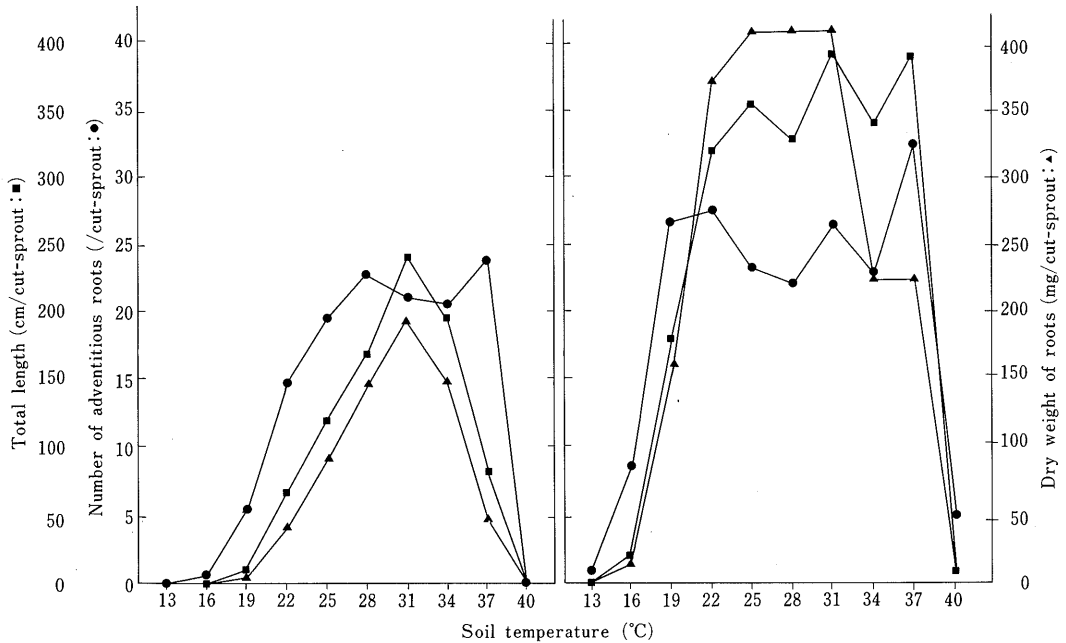


Fig.1. Effect of soil temperature on number (●), total length (■) of adventitious roots and dry weight of roots (▲) per a cut-sprout at 1 (left) and 2 (right) weeks after transplanting in cv. Okinawa No.100.

て根を洗い出し、実験1と同様の調査を行った。

実験 3. 発根した根の形態的・生理的特性に及ぼす高地温の影響

品種は高系14号、コガネセンガンを用い、1984年7月4日に1処理・1品種当たり6個体挿苗した。実験2と同じ方法で1日当たり0, 3, 6時間の高地温処理を行った。挿苗1週間後に実験2と同様の調査を行った。次に、6時間処理区を28℃水槽に移してから6時間後に全処理区の根を洗い出し、3個体毎に1処理・1品種2反復で根の呼吸速度を測定した。その方法は根を茎より切り離し、ペーパータオルで表面の水分を除いた後、サランネット枠上に並べ、縦35×横16×高さ4cmの塩化ビニル製チャンバーに挿入し、25℃で2 l/minの通気を行い、赤外線炭酸ガス分析計で測定した。

総根長はルートスキャナー¹¹⁾ (Commonwealth Aircraft Inc.) で、不定根と分枝根を一緒に測定した。それらについて乾物重を測定し、ソモギー・ネルソン法により炭水化物を分析した。

内部組織形態観察のため、各処理・品種毎に太目の根20本の最太部位約5mmをFAAで固定した。それらを瀬野尾ら¹³⁾の方法によりアクリトロン(三菱レーヨン)で包埋後、約10μmに薄切し、サフラニン、ファーストグリーンで複染した。それら

を顕鏡し、根及び中心柱の直径並びに中心柱内の柔細胞数と木化細胞数を計測した。

結 果

実験 1. 苗の発根と地温条件の関係

挿苗後1週間目及び2週間目の不定根数、総不定根長、根の乾物重と地温との関係を第1図に示した。地温13℃ではほとんど発根が見られず、16℃及び40℃では地表に近い節にわずかに発根が認められた。

挿苗後1週間目では、総不定根長、根の乾物重は31℃で最大値を示した。平均不定根長もこれらと同様の傾向を示した。一方、不定根数については適温条件の幅は広く、25~37℃で高い値を示した。挿苗後2週間目では1週間目に比べそれぞれ高い値を示す範囲が広がり、不定根数は19~37℃、総不定根長は22~37℃、根の乾物重は22~31℃、平均不定根長は25~31℃で高い値を示した。

1週間目及び2週間目の展開葉数、枯死葉数と地温との関係を第2図に示した。挿苗後萎凋した葉身が回復・展開するのは地温30℃前後が最も早く、1週間目では着生葉7枚のうち約3枚が回復・展開した。また、1週間目以降の新葉の展開も活発になり、2週間目には新葉も含めた展開葉数は7枚程度

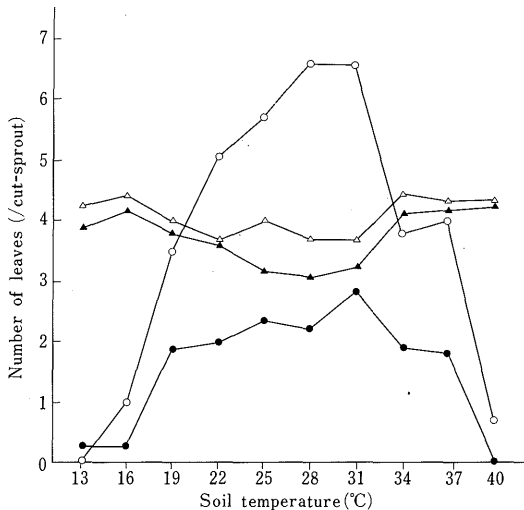


Fig. 2. Relationship between soil temperature and number of living (●, ○) and dead (▲, △) leaves per a cut-sprout at 1 (●, ▲) and 2 (○, △) weeks after transplanting in cv. Okinawa No.100.

であった。一方、13°, 16°及び40°Cでのそれは1枚以下であった。枯死葉数は3～4.5枚の範囲で、処理間に大きな差は見られなかったが、16°C以下及び34°C以上で増加する傾向が見られた。

実験 2. 発根に及ぼす高地温の影響

45°C処理時間とポット中央の地表下10cmの地温が40°Cを超えていた時間及び日平均地温(1時間毎の平均)との関係を第1表に示した。すなわち、ポット中央の地温が40°Cを超えていた時間はそれぞれの処理時間より約1時間短かった。

挿苗1週間後の発根状況及び展開葉数、蒸散速度等を第2表に示した。不定根数は短時間の高地温処理により増加した。無処理区(0時間)と比べ不定根数が減少するのは、コガネセンガンでは9時間以上、高系14号、沖縄100号では12時間以上の処理を行った場合であった。24時間処理区ではほとんど発根が見られず、1週間後には地中の茎が黒変、腐敗しているものが多かった。

根の伸長は高地温処理により抑制され、平均不定根長は処理時間の増加に伴ない直線的に減少し、3時間処理区では、コガネセンガンで無処理区の約75%、高系14号、沖縄100号では50%前後に、6時間処理区では3品種とも20%前後、9時間以上の処理では10%以下となった。根の乾物重も平均不定根長と同様の傾向を示した。総不定根長も高地温処理により減少し、3時間処理区ではコガネセンガ

Table 1. Time of high soil temperature treatment (45°C), duration of the soil temperature exceeded 40°C and diurnal average soil temperature.

Treatment hours (h/day)	0	3	6	9	12	24
Hours above 40°C (h/day)	0	1.9	5.0	8.0	11.0	24
Average soil temperature(°C)	28.0	30.3	31.8	34.6	35.9	45.0

Note; 1) The soil temperature was measured at a depth of 10cm in the center of pots.
2) Average soil temperatures were diurnal means of every 1 hour.

ンは無処理区の約90%、高系14号、沖縄100号は約75%となった。

地上部について見ると、展開葉数、蒸散速度とも3時間処理区では抑制はあまり見られなかった。また、枯死葉数は24時間処理区で多かった以外は差がなかった。

実験 3. 発根した根の形態的・生理的特性に及ぼす高地温の影響

実験結果は第3表に示したとおりである。挿苗1週間後の総根長は高地温処理により抑制され、実験2と同様、3時間処理では約20～30%の抑制であった。根の乾物重も総根長と同様の傾向を示した。また、展開葉数や蒸散速度は実験2と同様、両品種とも3時間処理ではほとんど抑制されなかった。高系14号は6時間処理によっても展開葉数は減少しなかった。枯死葉数には処理間で大きな差は見られなかった。

根の単位乾物重当りの呼吸速度は高地温処理時間とともに増加した。このため無処理区と3時間処理区とを比べると、個体当りの根の呼吸速度は3時間処理区の乾物重の減少にもかかわらず、コガネセンガンでは98%、高系14号では91%で大差がなかった。しかし6時間処理ではそれぞれ26%、41%に減少した。根の全糖含有率は呼吸速度と同様の傾向を示し、でんぷん含有率は、コガネセンガンでは処理間で大差なかったが、高系14号では6時間処理区で高かった。

内部形態観察に用いた根の平均直径は、コガネセンガンでは無処理と3時間処理区では大差がなかったが、6時間処理区でやや細かった。一方、高系14号では3時間と6時間処理区では大差がなかったが、無処理区で細かった。根の中心柱直径はコガネセンガンでは0>3>6時間処理区、高系14号では3>0>6時間処理区の順に大きかった。

観察した根では後生木部分化期にあるものが多く、処理間、品種間で大差がなかったが、6時間処理区では、両品種とも第1次形成層が中心柱の全周に及ぶものは見られなかった。観察したすべての根で第1次形成層が認められた。その細胞層数の分布を第3図に示した。高地温処理時間が長くなると、細胞層数の少ない根が多くなる傾向が見られた。

中心柱内の柔細胞数と木化細胞数を第4図に示した。中心柱内の柔細胞数は中心柱径と同様の傾向を示し、コガネセンガンでは $0>3>6$ 、高系14号で $3>0>6$ 時間処理区の順に多かったが、木化細胞数は3時間処理で増加し、6時間処理では無処理と大差がなかった。このため中心柱内での木化細胞の割合は高地温処理により高まった。

3時間処理を行ったコガネセンガンでは、中心柱が円形でなく、一部が開いたC字あるいはU字型を

した根が2本観察された(第5図)。

考 察

サツマイモ苗の発根について従来の知見の基になっていると思われる鎌谷⁵⁾、山崎¹⁸⁾の実験は、両者とも沖縄100号を用いているが、前者は25℃以上は検討していない。そして、後者は10日後の最長根長が30℃で最大値を示し、発根開始も最も早いという結果であった。しかし、山崎は下位葉の枯死を重視し、適温を25~30℃と結論している。

沖縄100号を用いて地温と発根の関係を見た本実験の結果は、低温域については19℃から正常な発根を示し(第1図)、鎌谷、山崎の報告と一致するものであった。しかし、発根の適温域は従来いわれてきた25~30℃と異なり、30℃付近が最適温度であった。すなわち、挿苗1週間後では総根長、平均

Table 2. Effect of the high soil temperature treatment on rooting and some characteristics of tops in cut-sprouts at 1 week after transplanting starting Nov.4(A) and Nov.15(B).

Cultivar	Treatment (h/day)	Number of adventi- tious roots (/cut- sprout)	Total length of adventi- tious root (cm/cut- sprout)	Average length of adventi- tious root (cm)	Dry weight of roots (mg/cut- sprout)	Number of living leaves (/cut- sprout)	Number of dead leaves (/cut- sprout)	Transpira- tion rate of the 2nd or 3rd leaf ($\mu\text{gH}_2\text{O}/\text{cm}^2/\text{s}$)
Kogane- sengan	A	0	26.3	354.4	13.5	344.8	7.8	5.95
		6	34.0	91.5	2.7	121.0	6.0	3.07
		12	5.3	4.8	0.9	3.9	0.0	0.02
		24	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.00
	B	0	44.8	452.9	10.1	468.9	8.3	7.16
		3	51.5	401.5	7.8	288.1	7.5	6.45
		9	23.5	38.3	1.6	38.3	2.3	1.00
		24	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.00
Kokei No.14	A	0	21.3	218.0	10.3	174.5	7.3	4.98
		6	20.8	71.4	3.4	75.8	5.0	2.14
		12	13.0	12.5	1.0	9.9	0.5	0.69
		24	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.00
	B	0	25.5	391.8	15.3	383.9	8.3	5.46
		3	35.3	303.4	8.6	221.0	8.0	5.70
		9	33.8	25.3	0.8	26.8	3.8	1.07
		24	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.00
Okinawa No.100	A	0	17.8	244.4	13.8	190.4	6.3	7.59
		6	28.5	70.2	2.5	71.2	4.8	4.33
		12	5.3	4.5	0.9	4.5	2.5	0.69
		24	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.00
	B	0	30.0	314.5	10.5	224.3	7.5	6.27
		3	45.8	233.7	5.1	127.7	7.3	5.34
		9	40.5	19.6	0.5	10.3	2.5	0.72
		24	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.00

Table 3. Effect of the high soil temperature treatment on rooting and some characteristics of roots and tops in cut-sprouts at 1 week after transplanting.

Cultivar	Treatment (h/day)	Total length of roots (m/cut-sprout)	Dry weight of roots (mg/cut-sprout)	Respiration rate of roots (mgCO ₂ /gDW/h)	Total sugar content of roots (mg/gDW)	Starch content of roots (mg/gDW)	Diameter of roots (mm)	Diameter of steles of roots (mm)	Number of living leaves (/cut-sprout)	Number of dead leaves (/cut-sprout)	Transpiration rate of the 2nd leaf (μgH ₂ O/cm ² /s)
Koganesengan	0	20.3	291	5.72	29.4	33.7	1.18	0.49	6.5	1.8	9.78
	3	16.1	266	6.16	32.4	33.2	1.16	0.44	7.5	0.5	8.17
	6	2.7	62	6.85	33.6	33.3	1.09	0.34	5.8	1.7	3.10
Kokei No.14	0	18.6	366	4.16	27.7	26.6	1.12	0.41	7.3	1.2	6.99
	3	12.8	302	4.57	36.6	27.2	1.27	0.44	7.7	1.3	6.97
	6	3.3	85	7.35	49.8	30.3	1.29	0.38	7.2	1.0	3.44

Note: 1) Total sugar and starch contents were analyzed for glucose equivalent.

2) Diameter of roots and steles is average value of the thickest 20 roots.

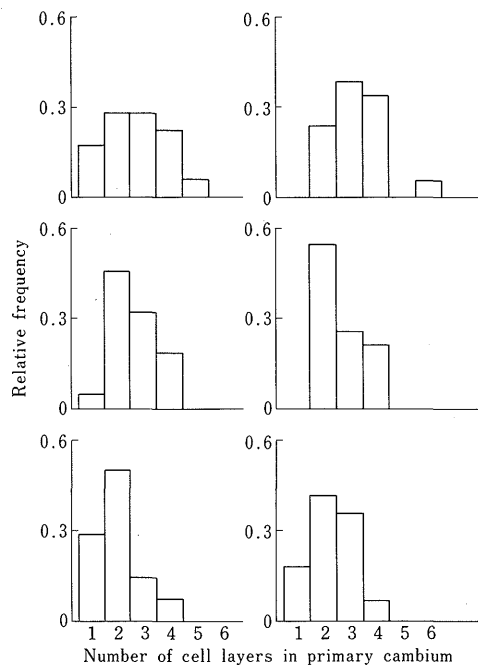


Fig. 3. Effect of the high soil temperature treatment for 0 (upper), 3 (middle) and 6 (lower) hours on variation in number of cell layers in primary cambium of roots in cut-sprouts of cvs. Koganesengan (left) and Kokei No. 14 (right) at 1 week after transplanting.

根長、根重は 31℃ で明らかなピークを示し、25℃ ではそれぞれ 34℃ より低い値を示した。これに対し、根数は根長等に比べると、広い適温域を示した。一般に不適温度の影響は最初、細胞の分裂機能を低下させ、細胞の伸長よりも分化に対して抑制効果が現われやすい¹⁰⁾といわれているが、サツマイモの場合は根原基がすでに分化している¹⁰⁾ので、発根数は分裂を伴う根長の増加よりも不適温度の影響を受け難いものと思われる。

サツマイモ苗の活着を地上部で見る場合、何を指標とするかは必ずしも明確ではないが、本実験では挿苗後所定日数の展開葉数を活着の良否の指標とした。その結果では 30℃ 付近が最も良好であった(第 2 図)。挿苗により萎凋した葉の展開は根の養水分吸収開始を示すものである。根の養水分の吸収は総根長と根径が関与する根の表面積が関係するが、一般には総根長で代用されることが多い^{1,9)}。本実験でも挿苗 1 週間後の総根長と展開葉数は同傾向を示した。また、吸水の指標である蒸散速度と最も傾向が似ていたのは根数、総根長、平均根長、根の乾

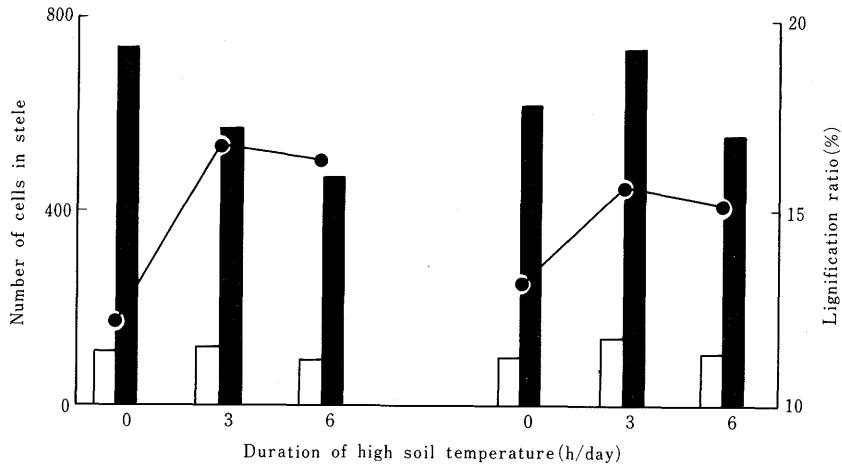


Fig. 4. Effect of the high soil temperature treatments on number of parenchyma cells (■, A), lignified cells (□, B) and lignification ratio (●, B/A+B) in the stele of roots in cut-sprouts of cvs. Koganesengan (left) and Kokei No.14 (right) at 1 week after transplanting.

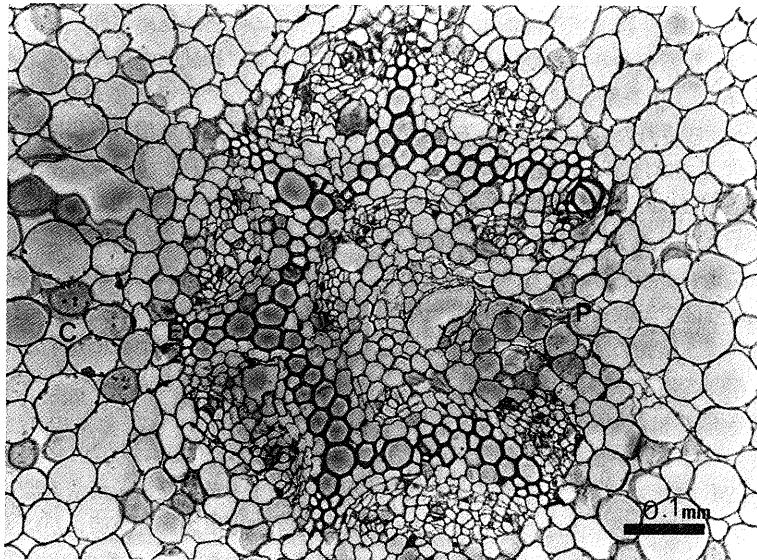


Fig. 5. Transverse section of a root of cv. Koganesengan in the high soil temperature treatment for 3 hours showing abnormal stele. The cortex penetrates into the stele. Therefore the shape of stele is not circle.

C; Cortex. E; Endodermis. P; Penetration of cortex.

物重のうち総根長であった(第2, 3表)。挿苗2週間後では総根長は明確なピークを示さなかったものの、展開葉数は30℃付近で最大となり、1週間後の総根長と同様の傾向を示した。これらのことから、サツマイモ苗の発根・活着の指標を地下部でみる場合、挿苗1週間後の総根長を用いることが適当と思われる。

実験1の結果は、サツマイモ苗は37℃付近までは発根可能であるが、40℃では発根できないことを示している。そこで実験2, 3では40℃以上の地温の持続時間の影響について検討することとした。高地温の短時間の処理でも平均根長は顕著な抑制を受けたが、根数はかえって増加し、そのため総根長の抑制程度は平均根長ほどではなかった(第2図)。

これは前述のように根数は不適温度の影響を受け難いことと、さらに根長は不適温度の積算の影響を受けるのに対し、根数についてはある程度好適温度が続けば根原基の分化やその出現は影響を受けないためと思われる。そして、根の伸長が抑制されたために、その補償作用として根数が増加したものと思われる。短時間の高地温処理区では、挿苗後新たに分化したと思われる細く短い根が多かったこともこのことと無関係ではないと思われる。このような根の生長の補償作用はオオムギ等でも知られている¹⁰⁾。

挿苗1週間後の展開葉数や蒸散速度は、6時間以上の高温処理では減少したが、コガネセンガンを除き3時間処理ではほとんど抑制されなかった(第2, 3表)。このことは、3時間処理では総根長はやや抑制されたものの、葉身への水の供給は減少しなかったことを示唆している。根による水の吸収は表面積だけでなく、その生理的活性によっても影響を受ける。このことから根の生理的活性の指標として呼吸速度の測定を行った。根の呼吸速度は全糖含有率とほぼ同傾向を示し(第3表)、呼吸基質の量に依存していることが示唆された。根の全糖含有量は無処理と3時間処理区ではほとんど差がなかった。挿苗直後の発根部位や根への炭水化物の主な供給源は葉身の貯蔵でんぷんである⁷⁾とされており、地温の影響を最も受けにくいものと思われる。

無処理と3時間処理区で蒸散速度や展開葉数に大きな差がなかったのは、根長の減少がそれ程大きくなかったことと、根径の増大や根の生理的活性の増大により単位根長当りの水分吸収能力が高まり、根長の減少を補ったのではないかと推察される。高系14号で、太目の根20本については3時間処理で根径が大きくなったが、これが根全体についてもいえるかどうかは不明であり、これらについては今後の検討を待たねばならない。しかし、特に挿苗直後では、活発に蒸散を行っている時期と比べると、「能動的な」吸収と移動の果す役割が相対的には大きいと考えられ、根の生理的活性と水分吸収が密接に関連している可能性は大きいと思われる。

以上のことから、40℃以上の地温でも、その持続時間が1日2時間程度であれば根の伸長は抑制されるものの、葉身の展開すなわち地上部生長の再開を指標とするならば苗の活着自体にはそれ程悪影響を及ぼさないものと思われる。ポリマルチ下では40℃を超えることも多いが、1日3時間以上の日が1週間以上継続することは多くはない^{注)}ので、高

地温のみで活着自体に重大な障害が発生することは少ないように思われる。しかし、根長が短くなれば他の環境ストレスに対して安定性を欠くように思われ、栽培的には気象条件、土壤水分条件等を充分考慮する必要があると思われる。また、現在問題となっている根腐・立枯れ症状はポリマルチ栽培で明らかに多発している^{4,14)}。これはその病原とされる放線菌⁹⁾の増殖が高温で活発になるためとされている⁴⁾。加えて、細い短い根が多く出ること等が菌の感染と関係がある可能性も考えられる。

高地温処理した根の内部形態の観察結果は、3時間でも第1次形成層の活動が低下し、中心柱の木化程度が高まることを示した(第3, 4図)。これは塊根に分化し難い根が多くなったことを示すものである¹⁶⁾。高温が塊根形成を阻害するという報告は多い^{2,3,15,16)}が、本実験のような短時間の処理で、しかも挿苗1週間後という早い時期においても、すでに塊根化の阻害が認められたことは注目される。塊根肥大初期に抑制的な条件が与えられると落梗が長くなることが報告されており⁸⁾、挿苗後の高地温が後の落梗の長さや塊根の形状に及ぼす影響は小さくないと思われる。また、コガネセンガンの3時間処理区で観察された中心柱の形態が異常な根が後にどのような発育を示すかは不明であるが、もしこのような根も塊根化するとすれば、その形状は異常なものとなる可能性が高いと思われる。品種間差異等も含め、このような高地温に対する反応について、今後より詳細に検討を進めることが必要である。

摘 要

サツマイモ苗の発根・活着適温並びに発根・活着に及ぼす高地温の影響を明らかにするため、気温と地温を別々に制御した条件下で、13℃～40℃の地温の影響と40℃以上の地温の持続時間の影響について検討した。結果は次のとおりである。

1. 正常な発根が見られたのは、19℃以上、37℃以下であった。挿苗1週間後の総不定根長、平均不定根長、根乾物重(第1図)及び挿苗1, 2週間後の展開葉数(第2図)はいずれも30℃付近で最大値を示した。不定根数は高い値を示す範囲が広く、発根自体は比較的広い適温域を示した。

2. 地温を一定時間40℃以上で高温処理(第1

注) 農水省農研センター。1984。昭和58年度総合農業試験研究成績・計画概要集一作物生産・夏作物(畑作物)一。192—193。

表)したところ、挿苗1週間後の平均不定根長は短時間の処理でも顕著に減少したのに対し、根数はかえって増加した(第2表)。このため総不定根長(第2表)及び総根長(第3表)は減少したものの、1日約2時間の処理ではその程度は小さかった。

3. 40℃以上の地温の約2時間処理では挿苗1週間後の総根長及び根の乾物重は減少したが、展開葉数や蒸散速度は影響を受けなかった(第2, 3表)。高地温処理により根の全糖含有率及び呼吸速度は増加した(第3表)。

4. 挿苗1週間後の根の内部形態は、高地温処理がたとえ短時間であっても、第1次形成層の細胞層数(第3図)は少なく、木化程度(第4図)の進んだ根が多くなる傾向を示した。また、コガネセンガンでは中心柱の異常な根が観察された(第5図)。

以上のことから、サツマイモ苗の発根・活着の最適地温は30℃付近であり、40℃では発根しないが、その持続時間が1日2時間程度であれば、活着自体には悪影響が少ないことがわかった。しかし、高地温は短時間であっても、根は塊根化し難くなる危険性があることが示唆された。

謝辞：本報告を取りまとめるに当たり、御校閲を頂いた農業研究センター作物第1部長金田忠吉博士に感謝致します。

引用文献

- EVANS, P.S. 1970. Root growth of *Lolium perenne* L. 1. Effect of plant age, seed weight, and nutrient concentration on root weight, length and number of pieces. N.Z. J. Bot. 8: 344—356.
- 花田主計・小島 均 1951. 甘藷塊根形成と土壤温度. 九農研 8: 47—48.
- 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.
- 猪野 誠・篠原茂幸・屋敷隆士 1985. 千葉県におけるカンショ立枯症状の発生実態と発生条件. 千葉農試研報 26: 25—37.
- 鎌谷栄次 1945. 甘藷の生理的特性と肥培管理. 農及園 20: 373—376.
- 喜多孝一・工藤和一 1983. サツマイモ立枯症状の病原菌. 九病虫研会報 29: 12—14.
- 中潤三郎 1962. 甘藷の生育過程に関する作物生理学的研究. 香川大農紀 9: 1—96.
- 中村三七郎・今村駿一郎・小倉弘司・小西通夫 1956. 甘藷の生理学的研究 (II). 発根初期に与えた肥大抑制条件が甘藷の形状特に蒴梗の長さに及ぼす影響. 鹿児島大農学報 5: 91—98.
- NEWMAN, E.I. 1966. A method of estimating the total length of root in a sample. J. Appl. Ecol. 3: 139—145.
- ラッセル, R.S. 1977. 作物の根系と土壤. 田中典幸訳, 1981. 農文協, 東京. 37—38, 74—78.
- RICHARDS, D., F.H. GOUBRAN, G.N. GARWOLI and M.W. DALY 1979. A machine for determining root length. Plant and Soil 52: 69—76.
- 坂井健吉・丸峯正吉 1957. 甘藷における植付時期の地温と塊根形成との関係. 日作九支報 12: 72—74.
- 瀬野尾章・高橋宏治・松田祐子 1981. パラフィンに代わる新しい包埋法による標本作製. 検査と技術 9: 808—812.
- 志賀敏夫 1983. 最近の甘しょの需給と栽培の問題点 (2). 農及園 58: 297—302.
- SPENCE, J.A. and E.C. HUMPHRIES 1972. Effect of moisture supply, root temperature, and growth regulators on photosynthesis of isolated rooted leaves of sweet potato (*Ipomoea batatas*). Ann. Bot. 36: 115—121.
- 戸苅義次 1950. 甘藷塊根形成に関する研究. 農事試験報 68: 1—96.
- 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—132.
- 山崎肯哉 1950. 東北地方における甘藷の晩植増収に対する苗の大小と植付方法に関する研究. 園学雑 19: 29—38.

Effects of Soil Temperatures on the Rooting of Cut-sprouts of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* Lam.)

I. Optimum soil temperature for rooting and effects of high soil temperatures on the physiological and anatomical characteristics of roots

Makoto NAKATANI, Atsushi OYANAGI and Yasushi WATANABE

(National Agriculture Research Center, Yatabe, Ibaraki 305)

Summary

The effects of soil temperatures on rooting, and of high soil temperature on rooting and some root characteristics of sweet potato cut-sprouts (*Ipomoea batatas* Lam.) were investigated in a controlled environment. The results obtained are as follows:

1. In the cultivar Okinawa No. 100 the rooting of cut-sprouts occurred normally at temperatures ranging from 19°C to 37°C. The soil temperature of about 30°C gave the maximum values in the total and average length of adventitious roots and the dry weight of roots at 1 week after transplanting and the number of leaves which recovered from wilting and newly developed at 1 and 2 weeks after transplanting, respectively (Figs. 1 and 2). However, for the number of adventitious roots the range of optimum temperatures was wider (Fig. 1).

2. Cut-sprouts of cvs. Koganesengan, Kokei No. 14 and Okinawa No. 100 were exposed to a soil temperature of above 40°C for 0, 1.9, 5, 8, 11 and 24 hours per day during a period of 1 week after transplanting (Table 1). Total length of adventitious roots and all roots decreased due to the high soil temperature (Tables 2 and 3). But, the extent of the decrease in the treatment for 1.9 hours per day was small due to the compensatory increase in the number of adventitious roots, although the average root length was apparently decreased (Table 2).

3. Total sugar content and respiration rate of roots conspicuously increased by the high soil temperature treatments (Table 3). In spite of the decrease in the total length and dry weight of roots, the number of leaves and transpiration rate did not decrease by the exposure to a high soil temperature for 1.9 hours per day, presumably due to the increase of the water uptake per unit root length associated with the activation of root respiration (Tables 2 and 3).

4. In the treatments with high soil temperature one week after transplanting, there was a large number of roots with few cell layers in the primary cambium and the lignification of the stele cells was accelerated (Figs. 3 and 4) and abnormal stele was observed in cv. Koganesengan (Fig. 5).

From these results it can be concluded that the optimum soil temperature for the rooting and establishment of cut-sprouts of sweet potato is about 30°C, and that a temperature of 40°C prevents cut-sprouts from rooting. When the exposure to a high soil temperature (above 40°C) lasts less than 2 hours per day the suppression of cut-sprout establishment is not appreciable. From the anatomical point of view, however, it appears difficult for tuberous roots to develop when exposed to a high soil temperature even for only 2 hours per day.