

サトウキビ 2 品種「KRf093-1」および「NiF8」の発芽に及ぼす温度の影響

早野美智子・境垣内岳雄¹⁾・樽本祐助²⁾・服部太一郎・安達克樹・田中穰³⁾

(2017 年 10 月 2 日 受理)

要 旨

早野美智子・境垣内岳雄・樽本祐助・服部太一郎・安達克樹・田中穰：サトウキビ 2 品種の発芽に及ぼす温度の影響、農研機構報告九沖農研 67:47-55.2018.

本研究ではサトウキビの発芽と温度の関係を評価するために、サトウキビ 2 品種、発芽性が極良の飼料用サトウキビ「KRf093-1」と製糖用に種子島にて広く植え付けられている標準品種「NiF8」の発芽率と 50%発芽に要する日数について恒温インキュベータを用いて比較する試験を実施した。発芽試験は、品種（「KRf093-1」, 「NiF8」）, 温度（30℃, 20℃, 15℃）, 採苗時期（3月上旬採苗, 3月下旬採苗）の要因に基づき実施した。発芽率については、10日目, 20日目, 30日目の結果を抽出し分散分析を行うと、品種, 温度, 採苗時期の各主効果は有意であった。「KRf093-1」のほうが「NiF8」よりも発芽率が高く、15℃での発芽率は 20℃および 30℃と比べて低くなり、採苗時期では 3月上旬採苗条件で 3月下旬採苗条件より発芽率が高かった。発芽率に及ぼす品種と温度の交互作用もまた有意であった。発芽率に及ぼす品種の影響は、栽培適温である 30℃では小さくなり、低温条件である 15℃では大きくなること示唆された。50%発芽に要する日数については、15℃条件下で「KRf093-1」では「NiF8」よりも短い傾向があり、「KRf093-1」は「NiF8」よりも低温発芽性が優れていることが示唆された。以上のように、恒温インキュベータを用いた発芽率と 50%発芽に要する日数の指標は、今後の発芽評価において有効であると考えられた。発芽率に及ぼす採苗時期の主効果が有意であったため、採取時期が異なる苗による試験の結果を比較することには注意を要することが示唆された。

キーワード：サトウキビ, 発芽, 低温, 評価方法

1. 緒 言

日本のサトウキビ産地は世界的に見ると比較的高緯度に位置し、特に北限の種子島は冬期の低温、降霜による新植栽培での発芽の遅延や株出し栽培での不萌芽・萌芽遅延（寺島ら 2003）が問題になっている。良好なサトウキビ栽培のためには低温条件下でも発芽の良いたことが重要な条件となる。このため、生産現場からは低温条件下でも発芽に優れた品種の開発への強い要望が寄せられている。

Hagos ら（2014）はサトウキビ芽子の発芽は外的要因（external factors）と内的要因（internal factors）の両方により影響を受けており、外的要因には土壌水分、土壌温度、土壌の通気があり、内的要因には芽子の健全性、蔗苗の水分、蔗苗の還元

糖濃度、蔗苗の栄養状態があるとした。内的要因にはこれらの他にも蔗苗齢（採取茎の栽培期間による齢と採苗する節位による齢）、芽子の硬化の程度なども含まれる。それぞれの要因は発芽に要する日数（発芽日数）や発芽率に影響を及ぼす。例えば、土壌水分が適切でない場合には発芽率の低下を引き起こす、または温度が最適温度から離れることにより発芽日数の遅延や不萌芽となる場合がある。種子島ではこのうち温度の影響を強く受けている。

サトウキビの生育に及ぼす温度の影響については様々な研究が行われている。C4 植物の生育適温はおおよそ 30℃から 35℃とされているが、サトウキビの場合には 27℃で下限温度が 15℃、上限温度が 45℃という報告がある（Ebrahim ら 1998）。Bonnet（2014）の総説において取りまとめられた

農研機構 九州沖縄農業研究センター作物開発利用研究領域 さとうきび育種グループ（種子島研究拠点）
：891-3102 鹿児島県西之表市安納 1742-1

- 1) 現、農研機構 九州沖縄農業研究センター（都城）
- 2) 現、農研機構 九州沖縄農業研究センター（合志）
- 3) 現、農研機構 中央農業研究センター（つくば）

1990 年代以降の研究事例によれば、サトウキビ実生からの発芽、芽子からの発芽、株からの萌芽および出根、出葉、分けつを含む生長過程における最適温度はおよそ 30℃～36℃、下限温度は 10℃～18℃、上限温度は 42℃～48℃という報告がなされている。これらの温度は対象となる発芽、茎伸長、出穂等の生育過程により異なる。例えば茎伸長と温度に関して、境垣内ら (2010) は九州沖縄農業研究センターで育成された日本初の飼料用サトウキビ品種「KRf093-1」と種子島での主要な製糖用品種「NiF8」の生育期間の平均気温と一日当たり茎伸長速度の関係から回帰式を求め、一日当たり茎伸長速度が 0cm となる温度を推定すると、「KRf093-1」で 12.5℃、「NiF8」で 13.5℃となり、有効積算温度を算出する際の有効温度の下限値が両品種間で異なる可能性を示唆した。また、生育旺盛期を過ぎたサトウキビでは、低温や乾燥、窒素の不足、蔗茎の齢の増加により個体の生長が停滞すると、生葉が健全な働きをしていれば、ショ糖の蓄積が消費を大幅に上回るため、糖度は急速に上昇する (杉本 2007)。特に温度の影響は大きく例えば 20℃を下回ると生育は停滞し、茎内での糖の蓄積量が増加する (Scarpari and Beauclair 2004, 2009)。

ここでサトウキビの発芽と温度の関係については、Hagosら (2014) によれば暖かく湿った土壌環境下でサトウキビの速やかな発芽が促されるとし、発芽の最適温度は 27℃から 33℃とした。宮里 (1986) は、蔗苗発芽に対して温度は最も重要な要因であり、品種 POJ2725 および F108 を用いた試験では発芽の最適温度は 35℃で、それよりも低温あるいは高温となるにつれて幼芽の伸長は減退すること、品種および試験の行われた地域の条件によって異なるが、一般的に発芽温度は最低 10～12℃、最適 32～35℃、最高 42～45℃であることを述べている。

そこで、本研究では、低温発芽性に優れる品種・系統の効率的な評価方法に関する知見を得るため、低温への適応性を有する品種の発芽特性を既存品種と比較する試験を行った。九州沖縄農業研究センターで育成された日本初の飼料用サトウキビ「KRf093-1」は株出し後の初期生育低温期における茎の伸長が旺盛であることがわかっており (境垣内・寺島 2008, 境垣内ら 2010)、普及対象地

域は鹿児島県熊毛地域であり、種子島において栽培されている。「KRf093-1」の発芽性は極良、萌芽性は良とされている (農水省・登録品種データベース, 2008 年登録)。他方、種子島での主要な製糖用品種「NiF8」は早熟性、高糖性、多収性に優れ、発芽性はかなり良、萌芽性は良 (標準品種 NCo310 と比較して発芽性および萌芽性が良い) と記載されている (農水省・登録品種データベース, 1992 年登録)。上述したように、「KRf093-1」は株出しでの初期生育や低温期での茎伸長に優れることから、低温条件下での発芽性も「NiF8」より優れると認識されている。これら品種の発芽に及ぼす温度の影響を、栽培適温 30℃、種子島の年平均気温 19.6℃に相当する 20℃、種子島の 3 月の平均気温 14.9℃に相当する 15℃の 3 段階として、恒温インキュベータによる発芽試験を行った。その結果、低温発芽性に優れる系統を効率的に評価するための知見が得られたので報告する。

本研究の実施に当たり、農研機構中央農業研究センター光永貴之博士より統計手法について多くのご助言をいただいた。また、農研機構九州沖縄農業研究センター小柳敦史博士、沖縄県農業研究センター伊禮信氏、サトウキビコンサルタント杉本明博士、国際農林水産業研究センター寺島義文氏、他多くの方からサトウキビ発芽試験にかかる貴重なご助言、アドバイスをいただいた。蔗苗の育成、採取、蔗苗の選定においては、九州沖縄農業研究センターの久保光正氏、追立祐治氏、羽生道明氏、矢野節雄氏、土田弘夏氏並びに非常勤職員各位にご協力をいただいたので、記して謝意を表す。

II. 材料および方法

試験には「KRf093-1」および「NiF8」の 2 品種を用いた。サトウキビ発芽試験に供試した蔗苗は九州沖縄農業研究センター種子島研究拠点の圃場 (30°44' N, 131°03' E) にて 2014 年 3 月 24 日に植えつけられ、2015 年 5 月 20 日に収穫、株出し処理されたのち、株出し 1 年目として育成され、鹿児島県サトウキビ栽培指針に沿って慣行栽培された蔗茎より採取した。新植、株出し 1 年目ともに施肥は化学肥料で行い、1 作当り植え付け時に基肥として N:P₂O₅:K₂O で 58:96:48 (kg/ha)、追肥と

してN:P₂O₅:K₂Oで72:0:72(kg/ha)を施用した。新植において基肥を植付け時の2015年3月下旬に、追肥を半量ずつに分け中耕時の2015年5月21日と最終培土時の2015年6月9日に施用した。株出し1年目においては基肥を株揃え時の5月下旬に行い、追肥を2015年7月16日の最終培土時に全量施用した。

発芽試験1回目(試験1)の蔗茎は2016年3月1日、2回目(試験2)の蔗茎は3月24日に採取した。採取された蔗茎は、蔗苗齢の影響を排除するため、梢頭部を切除した後、原料茎となる部分を3等分した中位節を中心に一芽苗を準備した。一芽苗は、長さを4~4.5cm程度とし芽子上端が一芽苗の上部切断面から5mm程度下に来るように高さを揃えた。一芽苗の平均重量(±標準偏差)は「KRf093-1」,「NiF8」それぞれおよそ22.8(±4.0)g, 15.1(±2.7)gであった。それらの中から硬化や虫食いのない、見た目に健全な芽子をもつ苗を選別した。

選別後の一芽苗をおよそ200倍希釈したベンレート水和剤(住友化学製)を含む水に24時間程度浸漬し、殺菌とともに蔗苗の試験開始時の水分量を高めた。浸漬処理をした蔗苗(一芽苗)を10穴セルトレーに縦に植付け、保水性と通気性に優れたバーミキュライトで覆土した。セルトレー全体を下から水で十分に飽和させたのち一定時間重力排水させることにより床土の土壤水分を調整した。このときの水分環境は水分ポテンシャルに換算すると-0.04MPaに相当した。その後細かい穴をあけたビニルシートでセルトレー全体をマルチ掛けのように覆った。これを一定温度(30℃, 20℃, 15℃)に設定した3台の恒温インキュベータ(Biotron LH300-RDS, NK systems)に静置した。発芽の観察期間を30日間とし、その間にはかん水を行わずに栽培した。試験設定温度は栽培適温30℃, 種子島の年平均気温19.6℃に相当する20℃, 種子島の3月の平均気温14.9℃に相当する15℃の3段階とした(気象庁ホームページ 2017)。

発芽の判定は、照屋・林(1991)に従い、地表(バーミキュライト表面)に幼芽の出現を確認した日を発芽日とした。反復は、10芽を1反復とし、試験1では2品種3温度2反復、合計120芽、試験2では2品種3温度3反復、合計180芽を供試した。発芽率は植付数に対する発芽数として算出し

た。発芽日数の評価は、発芽率が50%に達するのに要する日数によって評価した。本研究では、50%発芽に要する日数は、50%前後の発芽率を記録した観察日の発芽率から、線形補間により推定した。

植付後10日目, 20日目, 30日目の発芽率の結果を抽出し4元配置分散分析を行った。品種(「NiF8」, 「KRf093-1」), 温度(30℃, 20℃, 15℃), 採苗時期(試験1; 3月上旬採苗, 試験2; 3月下旬採苗)の要因を主効果とし、本研究では時間経過に伴う発芽率は単調増加を想定しているため観察日(10日目, 20日目, 30日目)の要因は連続尺度とした。扱うデータの正規性と等分散性の仮定を満たすため、発芽率に0.5を加えてゼロを除去し、Box-Cox変換(Box and Cox 1964)を行った。ステップワイズ法を適用し統計的に情報性の低い交互作用をF値が1.0より小さい場合に(石川ら1967)消去した。また、10日目, 20日目, 30日目の発芽率および50%発芽に要する日数に対して、温度, 品種, 採苗時期について各処理間の平均値の比較をTukey HSD法により行った。有意水準は5%とした。これらの統計解析はすべて統計処理ソフトウェア(JMP ver12.0, SAS Institute)により行った。

III. 結果

1. 発芽率の推移

試験1, 試験2ともに発芽率は日数の経過とともに増加した。発芽率の上昇は30℃で最も早く、次いで20℃, 15℃の順に上昇した(図1)。15℃では「KRf093-1」のほうが「NiF8」よりも発芽率の上昇が早い傾向がみられた。図中の標準誤差によるエラーバーは30℃では小さく、15℃では大きく、反復間のばらつきが3温度の中では15℃で最も大きいことを示している。また、試験1, 試験2において15℃の「NiF8」は5日目から10日目付近までに発芽率が5%または10%ほど上がり、推移したのちに、緩やかに増える、という増加傾向を示した(図1)。30日目の平均発芽率は試験2の15℃の「NiF8」を除き全て90%を超えた(図1, 表1)。20日目の平均発芽率を比較すると、「KRf093-1」, 「NiF8」ともに20℃, 30℃では平均発芽率がほぼ100%に達していたが、15℃での発芽率は20%から100%まで幅がみられた。試験1では「NiF8」

で 60% と低くなり、試験 2 では「KRfO93-1」が 20%、「NiF8」が 23% と 20℃ および 30℃ の発芽率より有意に低い値となった。10 日目については、15℃ の発芽率と 20℃ と 30℃ の発芽率に 5% 水準で有意差がみられた (表 1)。15℃ では試験 1、試験 2 の「KRfO93-1」、「NiF8」はともに発芽

率は 0 ~ 15% と低かった。植付 6 日目と 15 日目の発芽の様子を写真 1 に示す。6 日目は 30℃ ではほぼ全て発芽したが、20℃、15℃ ではほとんど発芽が確認できていない。15 日目には、20℃ でも大半の発芽が確認されたが、15℃ では発芽しても幼芽の伸長は僅かだった。10 日目、20 日目、30 日

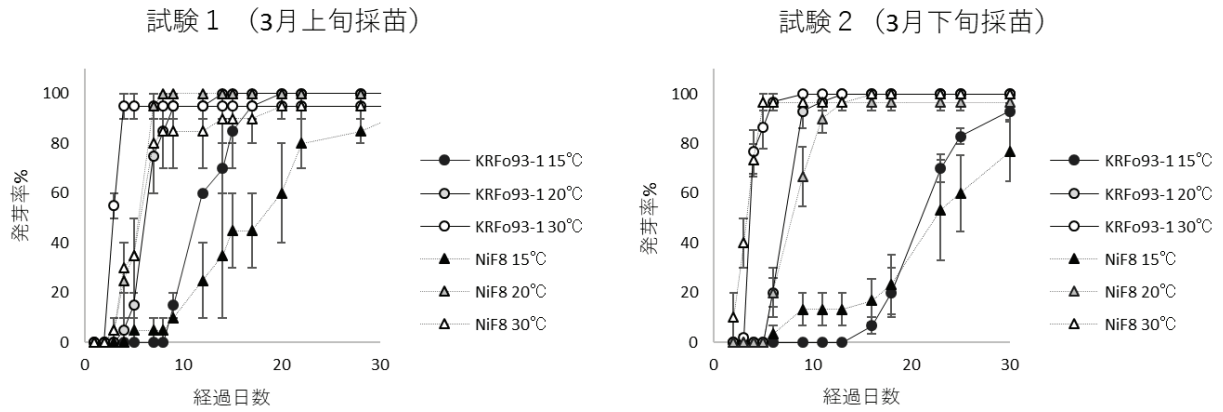


図 1 「KRfO93-1」と「NiF8」の 15℃、20℃、30℃での発芽率の経時変化 (左図：試験 1、右図：試験 2)

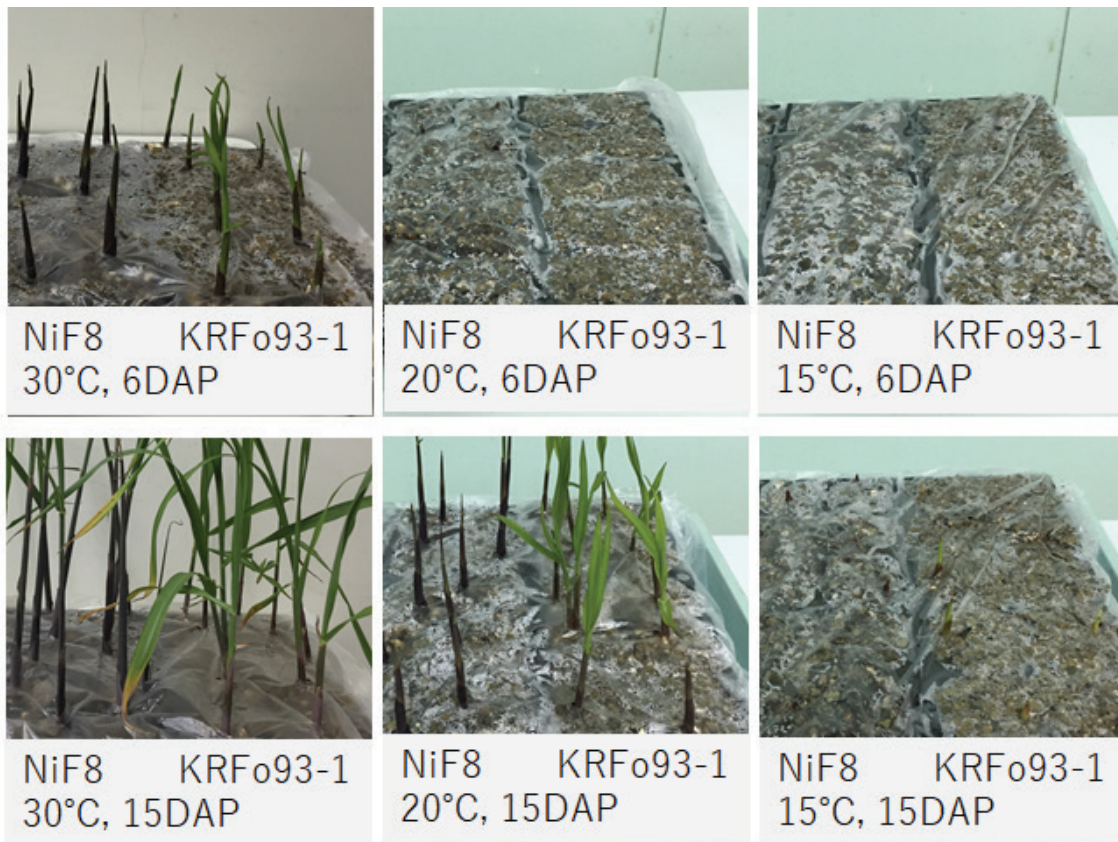


写真 1 試験 1 における「NiF8」および「KRfO93-1」の植付後の発芽状況 (左から 30℃区、20℃区、15℃区、上段：植付 6 日後、下段：植付 15 日後)

表1. 10日目, 20日目, 30日目の発芽率とその分散分析表

同一の観察日内の異なる英文字間には5%水準で有意差があることを示す (Tukey HSD法).

分散分析の***, **, *はそれぞれ0.1%, 1%, 5%で有意差があることを示す.

採苗時期1: 3月上旬採苗, 採苗時期2: 3月下旬採苗.

品種	採苗時期	温度	平均発芽率		
			10日目	20日目	30日目
KRFo93-1	1	15	15 c	100 A	100
		20	95 ab	100 A	100
		30	95 ab	95 A	95
	2	15	0 c	20 B	93
		20	93 ab	100 A	100
		30	100 a	100 A	100
NiF8	1	15	10 c	60 AB	90
		20	100 ab	100 A	100
		30	85 ab	95 A	95
	2	15	13 c	23B	77
		20	67 b	97 A	100
		30	97 ab	100 A	100

要因	d.f	平方和	F	P	
品種	1	929.99	9.34	0.0031	**
温度	2	23677.58	118.89	<.0001	***
採苗時期	1	608.80	6.11	0.0158	*
観察日	1	9103.30	91.42	<.0001	***
品種 x 温度	2	667.79	3.35	0.0405	*
温度 x 採苗時期	2	1452.73	7.29	0.0013	**
温度 x 観察日	2	8595.78	43.16	<.0001	***
品種 x 温度 x 採苗時期	2	273.74	1.37	0.2595	
品種 x 温度 x 観察日	2	605.17	3.04	0.0541	
温度 x 採苗時期 x 観察日	2	227.36	1.14	0.325	
誤差	72	106492.8			

目の発芽率について分散分析を行った結果, 全ての主効果について有意差がみられた (表1, 品種 $P=0.0031$, 温度 $P<0.0001$, 採苗時期 $P=0.0158$, 観察日 $P<0.0001$)。品種については「KRFo93-1」の発芽率は82.4%で「NiF8」の77.6%より高かった。温度に関する発芽率は30℃, 20℃, 15℃それぞれ97.0%, 95.3%, 47.7%となり, 15℃の発芽率は20℃および30℃よりも有意に低かった。採苗時期については試験1, 試験2の発芽率はそれぞれ85.0%, 76.7%となり, 試験1のほうが発芽率は高くなった。また, 温度と品種の交互作用にも有意差がみられた ($P=0.0405$)。これについては発芽率

の高い順に, 30℃・「KRFo93-1」(98.0%), 20℃・「KRFo93-1」(98.0%), 30℃・「NiF8」(96.0%), 20℃・「NiF8」(92.7%), 15℃・「KRFo93-1」(51.3%), 15℃・「NiF8」(44.0%)であった。同様に, 温度と採苗時期, 温度と観察日の交互作用についてもそれぞれ有意差がみられた (温度×採苗時期 $P=0.0013$, 温度×観察日 $P<0.0001$)。

2. 50%発芽に要する日数

50%発芽に要する日数を全体的に比較すると, 30℃では「KRFo93-1」, 「NiF8」それぞれ試験1では2.9日, 5.7日, 試験2では3.5日, 3.2日で

発芽率 50% に達した。20℃では、発芽率 50% に達するのに「KRfO93-1」, 「NiF8」それぞれ試験 1 では 6.2 日, 5.4 日, 試験 2 では 7.2 日, 8.0 日を要した。30℃および 20℃では品種間, 採苗時期の違いによる有意差はなかった (図 2)。一方, 15℃では, 「KRfO93-1」, 「NiF8」それぞれ試験 1 では 11.6 日, 16.8 日, 試験 2 では 20.9 日, 24.0 日で発芽率 50% に達した。特に 15℃では「KRfO93-1」のほうが「NiF8」よりも 50% 発芽に要する日数が短い傾向があり, 同一品種においては, 採苗時期の違いにより有意差がみられた (図 2)。

IV. 考察

今回, 恒温インキュベータによる 30℃, 20℃, 15℃の 3 温度での発芽試験を通じて, 両品種とも温度により発芽性が異なることが示された。すなわち, 10 日目, 20 日目, 30 日目の発芽率の比較 (図 1, 表 1) より, 特に 10 日目において両品種とも 15℃の発芽率が 20℃と 30℃での発芽率に比べ有意に低かった。写真 1 や図 1 より 10 日目前後には 15℃条件の「NiF8」で「KRfO93-1」よりも早い時期に発芽する個体が見られたが, その後, 10 日目から 30 日目にかけての 15℃での「KRfO93-1」と「NiF8」の発芽率の上昇のパターンに相違がみられ,

「KRfO93-1」の発芽率が「NiF8」の発芽率よりも高くなる方向へ推移した。こうした結果から, 発芽率では品種の主効果として「KRfO93-1」の発芽率が「NiF8」よりも有意に高く, 温度の主効果として 15℃での発芽率は 20℃および 30℃と比べて低くなり, 品種と温度の交互作用が有意となった。発芽率に及ぼす品種の影響は, 栽培適温である 30℃では小さくなり, 低温条件である 15℃では大きくなること示唆された。50% 発芽に要する日数では, 15℃で「KRfO93-1」のほうが「NiF8」よりも短い傾向があり (図 2), 「KRfO93-1」が「NiF8」に比べて低温発芽性に優れることが示唆された。また, 低温発芽性の評価実施条件として, 15℃での発芽性評価試験は, 発芽率の標準誤差は大きいものの, 品種・系統間の差を見出すために有効であることが示唆された。さらに, 15℃の低温条件下では 100% 近い発芽が揃うまでに 1 か月以上もの日数を要することから, 発芽率のみによる低温発芽性の評価では長時間を要するが, 図 1 と図 2 の関係が示すように, 50% 発芽に要する日数をもう一つの指標として加えることにより, 相補的に比較的短時間で低温発芽性をとらえることができる可能性がある。一方, 30℃での発芽評価は, 発芽温度が低くなることによるストレスを受けない発芽日数の基準状態として, 用いた蔗茎の苗質の評価も含めて, 低温

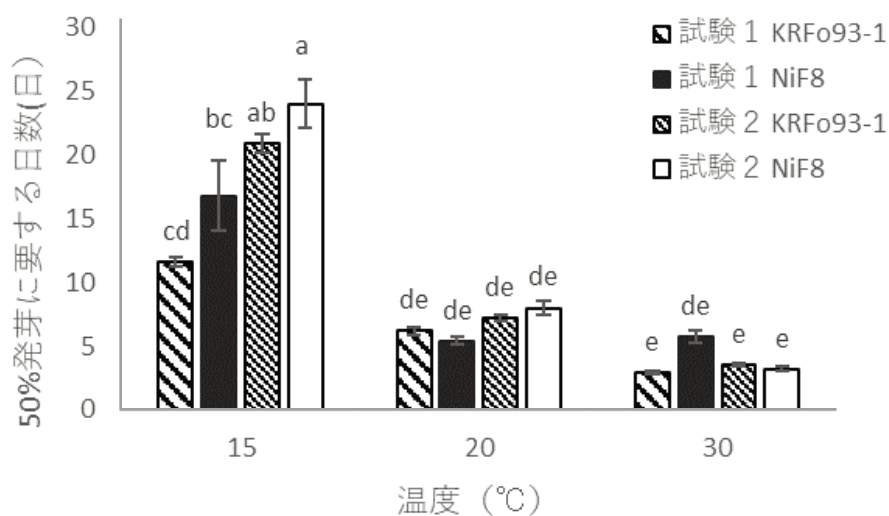


図 2. 品種, 温度, 採苗時期が 50% 発芽に要する日数に及ぼす影響

試験 1 : 3 月上旬採苗, 試験 2 : 3 月下旬採苗.

異なる英文字間は各処理区別の平均値に 5% 水準で有意差あることを示す (Tukey HSD 法).

発芽性の評価にも必要な試験であると考えられた。30℃の条件では各品種の基準状態を把握することができる、その上で低温条件での発芽を観察し、品種と温度の交互作用の有意性を導くことが、今後の低温発芽性に関する品種・系統間の比較評価のために重要となると考えられた。以上のように、恒温インキュベータを用いた発芽率と50%発芽に要する日数の指標は今後の発芽評価において有効であると考えられた。

ところで3月上旬採取の蔗苗と3月下旬採取の蔗苗を用いた発芽試験において、採苗時期の違いによる有意差が示され、3月上旬採取の蔗苗による試験結果のほうが3月下旬のものよりも50%発芽に要する日数が短くなった。採苗時期の違いによる発芽率の有意差は、本試験では植付20日目の「KRf93-1」の15℃での発芽率(表1)および15℃条件における50%発芽に要する日数(図2)に現れた。20℃と30℃での発芽率および50%発芽に要する日数の比較において有意差はみられず(表1, 図2), 15℃条件下の試験をする際に現れる差であることが考えられた。差が生じることの原因としては、これら2回の試験はインキュベータの設定や試験方法が同じであり、結果の違いは苗に起因すると考えられる。採苗した時期の間に生じた苗質の変化によるものと考えられるが、2016年3月において通常の季節変化以外の特段の要因はないことから、ここではその差を説明できる要因については不明である。しかし、採取時期が異なる苗による試験の結果を比較することには注意を要することを示唆している。低温発芽性を評価するにあたっては、品種・系統の間の比較は、苗質を揃えることが重要であり、一つの試験で行うべきであること、複数の試験を行う場合には、指標となる標準品種を含めるべきことが示唆された。

V. 摘要

本研究ではサトウキビの発芽と温度の関係を評価するために、発芽性の評価の異なるサトウキビ2品種、発芽性が極良の飼料用サトウキビ「KRf93-1」と製糖用に種子島にて広く植えつけられている標準品種「NiF8」の発芽率と50%発芽に要する日数について恒温インキュベータを用いて比較する試験を

実施した。発芽試験は、品種(「KRf93-1」, 「NiF8」), 温度(30℃, 20℃, 15℃), 採苗時期(3月上旬採苗, 3月下旬採苗)の要因に基づき実施した。結果は次のとおりである。

1. 発芽率について、10日目、20日目、30日目の結果を抽出し分散分析を行った。品種、温度、採苗時期の各主効果は有意であり、「KRf93-1」のほうが「NiF8」よりも発芽率が高く、15℃での発芽率は20℃および30℃と比べて低くなり、採苗時期では3月上旬採苗条件で3月下旬採苗条件より発芽率が高かった。品種と温度の交互作用もまた有意であった。発芽率に及ぼす品種の影響は、栽培適温である30℃では小さくなり、低温条件である15℃では大きくなることが示唆された。

2. 50%発芽に要する日数について、15℃条件下で「KRf93-1」では「NiF8」よりも短い傾向があり、「KRf93-1」は「NiF8」よりも低温発芽性に優れることが示唆された。

3. 発芽率に及ぼす採苗時期の主効果が有意であったため、採取時期が異なる苗による試験の結果を比較することには注意を要することが示唆された。

引用文献

- 1) BONNET, G. D. (2014) Chapter 3: Developmental Stage (Phenology). In: Sugarcane: Physiology, Biochemistry, and Functional Biology. (MOORE, P.H. and BOTHA, F.C. eds.) p35-53, WILEY Blackwell.
- 2) BOX, G. E. P. and COX, D. R. (1964) An analysis of transformations. Journal of the Royal Statistical Society Series B. **26**:211-252.
- 3) EBRAHIM, M. K., ZINGSHEIM, O., EL-SHOUBAGY, M. N., MOORE, P. H. and KOMOR, E. (1998) Growth and sugar storage in sugarcane grown at temperatures below and above optimum. J.Plant Physiol. **153**:593-602.
- 4) HAGOS, H., MENGISTU, L., KEDIR, Y. and TESFAMICHEAL, K. (2014) Effect of first irrigation period on sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Establishment in the Draught areas of Tendaho, Ethiopia. Adv. Crop Sci Tech. **2**: doi: 10.4172/2329-8863.1000142.
- 5) 石川馨, 藤森利美, 久米均 (1967) 化学者および化

- 学技術者のための統計的方法 . Vol. 1, p.126-127. 東京化学同人 .
- 6) 気象庁ホームページ (2017) 鹿児島県種子島の平年値 (年・月ごとの値)
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/nml_sfc_ym.php?prec_no=88&block_no=47837&year=&month=&day=&view=p1 (2017/5/26 閲覧)
- 7) 宮里清松 (1986) 第 5 章 生理生態。サトウキビとその栽培, p. 84-101. 日本分蜜糖工業会 .
- 8) 農林水産省・品種登録ホームページ, 「NiF8」. 1992 年 登録, http://www.hinsyu.maff.go.jp/vips/CMM/apCMM112.aspx?TOUROKU_NO=2990&LANGUAGE=Japanese (2017/7/13 閲覧)
- 9) 農林水産省・品種登録ホームページ, 「KRf093-1」。2008 年 登録, http://www.hinsyu.maff.go.jp/vips/CMM/apCMM112.aspx?TOUROKU_NO=16152&LANGUAGE=Japanese (2017/7/13 閲覧)
- 10) 境垣内岳雄・寺島義文 (2008) 飼料用サトウキビ「KRf093-1」の育成と普及に向けた研究展開。農業技術 63:24 - 29.
- 11) 境垣内岳雄・寺島義文・松岡誠・寺内方克・服部育男・鈴木知之・杉本明・服部太一郎 (2010) 株出としての年 2 回収穫体系における飼料用サトウキビ品種 KRf093-1 の生育および収量。日作紀 79:414 - 423.
- 12) SCARPARI, M.S. and BEAUCLAIR, E.G.F. (2004) Sugarcane maturity estimation through edaphic-climatic parameters. *Scientia Agricola*. 61:486-491.
- 13) SCARPARI, M.S. and BEAUCLAIR, E.G.F. (2009) Physiological model to estimate the maturity of sugarcane. *Scientia Agricola* 66:22-628.
- 14) 杉本明 (2007) 「甘み・砂糖・さとうきび」(5) -南の国の緑の宝 サトウキビの生育特性-。お砂糖豆知識, 砂糖類情報 2007 年 2 月, 独立行政法人農畜産業振興機構 ALIC, https://sugar.alic.go.jp/tisiki/ti_0702.htm (2017/7/13 閲覧)
- 15) 寺島義文・杉本明・氏原邦博・福原誠司 (2003) 種子島でのサトウキビのマルチ・無マルチ株出栽培における萌芽, 初期生育の品種・系統間差異。日作九支報 69:73-75.
- 16) 照屋寛由・林満 (1991) サトウキビ種茎の発芽力について -側芽の物理的要因と内的要因に関する考察-。熱帯農業 35:10-15.

Effect of Temperature on Bud Germination of Two Sugarcane Varieties, KRf093-1 and NiF8

Michiko Hayano, Takeo Sakaigaichi,¹ Yusuke Tarumoto,² Taiichiro Hattori, Katsuki Adachi, and Minoru Tanaka³

Summary

In this study, we evaluated the effect of temperature on sugarcane germination, and conducted a test using an incubator to measure bud germination rate and time for 50% germination (50%G) of two sugarcane varieties: KRf093-1 bred for forage use with high germination ability and the leading commercial NiF8 for sugar production. A germination test was conducted with the factors of variety (KRf093-1 and NiF8), temperature (30°C, 20°C, and 15°C), and set-sampling time (early March and late March). The ANOVA was conducted with the fourth factor (observation date; 10th, 20th, and 30th day) in the data of germination rate. The main effects of variety, temperature, and set-sampling time were significant. The germination rate of KRf093-1 was higher than that of NiF8, the germination rate at 15°C was lower than those at 20°C and 30°C, and the germination rate in test 1 (set-sampled in early March) was higher than that in test 2 (late March). The interaction between variety and temperature also had a significant effect on germination rate. It is suggested that the influence of variety on germination rate might be less under optimum temperature conditions for sugarcane growth (30°C) but greater under low-temperature conditions (15°C). The 50%G of KRf093-1 tended to be shorter than that of NiF8 under 15°C conditions, suggesting that KRf093-1 could have excellent low-temperature germination ability compared to NiF8. The main effect of the factor of set-sampling time on germination rate was significant, suggesting that the results of estimation tests of germination rate conducted under different set-sampling times should be carefully compared.

Keywords: Sugarcane, Bud germination, Low temperature, Estimation method

Sugarcane Breeding Group, Tanegashima Research Station, Crop and Agribusiness Research Division, NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center. Anno 1742-1, Nishinoomote, Kagoshima 891-3102, Japan.

Present address:

- 1). Miyakonojo Research Station, NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, Miyazaki
- 2). Headquarters of NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, Kumamoto
- 3). NARO National Agricultural Research Center, Ibaraki