

徳島農研報

No.3 2006

Bull.

Tokushima. Pref.

Agri. Res. Ins.

ISSN 1880-9960

BULLETIN OF
TOKUSHIMA
AGRICULTURE, FORESTRY AND
FISHERIES TECHNOLOGY SUPPORT CENTER
AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
No.3
March 2006

徳島県立農林水産総合技術支援センター
農業研究所研究報告
第3号
平成18年3月

徳島県立農林水産総合技術支援センター
農業研究所

徳島県名西郡石井町

TOKUSHIMA A. F. F. TECHNOLOGY SUPPORT CENTER
AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

ISHII, TOKUSHIMA, JAPAN

徳島県立農林水産総合技術支援センター農業研究所 研究報告No. 3

2006年3月

目 次

砕砂の客土がサツマイモの収量・品質に及ぼす影響.....	梯 美仁・小川 仁	1
砂地畑における土壌水分の推移がサツマイモの収量および品質に及ぼす影響	小川 仁・梯 美仁・井上光弘・田邊賢二・尾谷 浩	13
シンテッポウユリ新品種‘阿波の白雪’の育成.....	高木和彦・前田浩典・新居宏延・前田典子	21
様々な培養容器でのエキザカムのインビトロにおける生育と開花.....	川村泰史・吉原 均・新居宏延	25
イネ葯培養における培地組成の改良とその利用.....	吉原 均	31

Bulletin of
Tokushima Agriculture , Forestry and Fisheries Technology Support Center
Agricultural Research Institute

No.3

March 2006

C O N T E N T S

Effect of soil dressing by broken sand on yield and quality of sweet potato	Yoshihito KAKEHASHI and Hitoshi OGAWA	1
Influence that transition of soil moisture exerts on amount and quality of sweet potato in a sandy field Hitoshi OGAWA , Yoshihito KAKEHASHI , Mitsuhiro INOUE , Kenji TANABE and Hiroshi OTANI		13
A new <i>Lilium</i> × <i>formolonga</i> variety ‘Awanoshirayuki’	Kazuhiko TAKAGI , Hirofumi MAEDA , Hironobu NII and Noriko MAEDA	21
In vitro growth and flowering of <i>Exacum affine</i> seedlings in various culture bottles	Hirofumi KAWAMURA , Hitoshi YOSHIHARA and Hironobu NII	25
Improvement of medium and the use in rice anther culture.....	Hitoshi YOSHIHARA	31

〔徳島農研報 No.3〕
1～11 2006〕

砕砂の客土がサツマイモの収量・品質に及ぼす影響*

梯 美仁**・小川 仁***

Effect of soil dressing by broken sand on yield and quality of sweet potato

Yoshihito KAKEHASHI and Hitoshi OGAWA

要 約

梯 美仁・小川 仁(2006)：砕砂の客土がサツマイモの収量・品質に及ぼす影響。徳島農研報(3)：1～11.

結晶片岩を主体とした砂利を砂の角が取れる新型粉砕機で加工した砕砂（人工手入れ砂）（以下、人工砂とする）を試作し、砂地畑土壤への人工砂の客土がサツマイモの収量・品質に及ぼす影響を検討した。

秀品の合計収量は、無処理区と同等かやや多かったが、土壤が乾燥し地上部の生育が抑制された圃場では収量が劣った。

人工砂の客土によりサツマイモの塊根表面が滑らかになる、塊根が曲がり難くなる、塊根表面の皮目が小さくなる等の点でサツマイモの外観品質が向上した。

人工砂区は跡地土壤中に占める0.5mm以上の粒子が多くなり、粒径が粗くなった。また、土壤通気性が向上し、土壤硬度は低下した。

以上のことから、人工砂の客土は砂地畑土壤の物理性を改善し、サツマイモの外観品質を向上させることが明らかになった。

キーワード：サツマイモ、品質、砂地畑、客土、砕砂

はじめに

徳島県の鳴門市を中心に分布する約1,100haの砂地畑では、夏作にサツマイモが栽培され、冬作にその内約450haでダイコンが栽培されているが、両者ともに青果用としての品質の高さが市場で評価され、日本有数の高収益農業地帯を形成している。このような高収益型栽培体系が確立された背景には、優良品種の選定・選抜、マルチ畦内くん蒸消毒法の開発、サツマイモ苗のウイルスフリー化の促進、農作業の省力化機械の開発等の新技術の積極的な導入が挙げられる。さらに、「手入れ砂」と呼ばれるこの地域独特の海砂の客土技術が砂地畑における根菜類の高品質栽培を維持してきた。

砂地畑で、サツマイモ、ダイコンを連作するとロータリー耕耘による砂の細粒化や植物体残さの蓄積等により土壤中の微細な粒子が増加し、砂地畑土壤特有の排水性

や通気性が低下するため、サツマイモの収量低下や外観上の品質低下が起こる^{5,15)}。栽培農家は、3～5年毎に粗粒質の海砂を10a当たり30～50m³客土する「手入れ砂」処理により砂地畑土壤の物理性の改善を図っているが、徳島県海域では1978年に海砂の採取が禁止され、現在使用している香川県海砂も2005年4月から採取が禁止されるなど、「手入れ砂」に適した良質な海砂の入手が困難な状況に陥っている。

そこで、「手入れ砂」として最も効果の高い吉野川河口砂を再現するため結晶片岩を主体とした砂利を砂の角が取れる新型粉砕機で加工した人工砂を試作し、現地圃場への人工砂の客土がサツマイモの収量・品質に及ぼす影響を検討したので報告する。

*本報告の一部は2003年度日本土壌肥料学会において発表した。 ** 現 徳島県立農林水産総合技術支援センター企画管理室 *** 現 とくしまブランド戦略課

試験方法

1 人工砂の作成

四国の北東部に位置する讃岐山脈には、山脈の母岩である和泉砂岩を粉砕して採石や砕砂に加工する採石場が点在する。2002年1月、天然砂に近い形状の砕砂が製造できる粉砕機を所有している採石業者に人工砂の作成を依頼した。

人工砂の粒径組成は、第1表に示したとおり筆者らが明らかにしたサツマイモ栽培における砂地畑土壌の適正粒径組成³⁾に準じて規格を設定した。

人工砂の原料には吉野川中流域南岸で民地掘りされた結晶片岩を主体とする砂利と和泉砂岩の碎石の2種類を用いた。それらを、各々第2表のとおり加工した後、容積割合で7:3²⁾に混合して試験に供した。

第1表 人工砂の粒径組成の規格

粒 径	0.1mm以下	0.25mm以下	0.25~1.0mm
構成割合	10%未満	30%	70%

第2表 人工砂の製造方法

処 理 機	回転数	処理回数
粉砕機 (アストロスーパーミル)	35m/s	2回
分級機 (エアセパレーター)	200rpm	2回

2 現地試験圃場の設置

1) 設置場所および耕種概要

現地試験圃場は、10年以上「手入れ砂」を客土していない連作圃場の中から第1図に示すとおり県内砂地畑地域を網羅するように合計14圃場設置した。試験圃場の耕種概要を聞き取り調査し、第3表に示した。

第3表 試験圃場の耕種概要 (2002年)

圃場番号	所在地	圃場タイプ	暗渠の有無	挿苗日	収穫日	挿苗後日数	施肥量(N-P ₂ O ₅ -K ₂ O) kg/10a	灌水の有無	年間収量 kg/10a
1	鳴門市鳴門町土佐泊浦	砂丘畑	無	4月20日	8月13日	115	6-18-15	有	2500
2	鳴門市鳴門町土佐泊浦	造成畑	無	5月16日	9月13日	120	5-15-17	有	2500
3	鳴門市鳴門町土佐泊浦	砂丘畑	無	4月9日	7月25日	107	6-22-18	有	2000
4	鳴門市里浦町里浦	炭殻地	無	5月18日	9月13日	118	4-11-15	無	2800
5	鳴門市大津町吉永	造成畑	有	5月10日	9月6日	119	7-21-20	有	3000
6	鳴門市大津町矢倉	造成畑	有	5月10日	9月6日	119	6-18-19	有	2500
7	鳴門市大津町徳長	造成畑	無	4月15日	8月13日	120	9-22-27	無	3000
8	松茂町笹木野	造成畑	無	6月1日	9月18日	109	6-15-14	無	2500
9	松茂町豊岡	造成畑	有	5月8日	9月6日	121	7-23-37	有	3000
10	北島町太郎八須	造成畑	無	4月29日	8月27日	120	6-46-23	有	2500
11	北島町太郎八須	造成畑	無	4月16日	8月6日	112	6-41-22	有	2500
12	徳島市川内町旭野	造成畑	有	5月18日	9月17日	122	8-35-28	無	3000
13	徳島市川内町下別宮	造成畑	無	5月21日	9月24日	126	7-31-22	無	3000
14	徳島市川内町加賀須野	造成畑	有	4月10日	7月31日	112	7-25-21	無	2800

注) 造成畑:水田や湿地の上に海砂を客土して造成, 炭殻畑:湿地の上に石炭殻+海砂を客土して造成



第1図 試験圃場の位置図

注) 数字は圃場番号

国土地理院発行の数値地図50000 (地図画像)
「徳島・香川・愛媛・高知」を使用

2) 試験圃場の規模および客土量

人工砂区の面積は各圃場とも1aとし、2002年2月に手入れ砂の平均的な客土量である10a当たり36m³の人工砂を客土した。また、人工砂を客土しない部分を無処理区とした。

砕砂の客土がサツマイモの収量・品質に及ぼす影響

3 サツマイモのつる重および収量

つる重は、挿苗から約120日後に各試験区の中央部から同一畦上の連続する10株の地上部を刈り取り、生重の合計重を測定した。収量は、つる重を測定した10株中の50g以上の塊根を階級別に測定した。階級分類は、全農とくしまの出荷規格に準じ、形状および色沢の良好な秀規格に分類される塊根のうち、50g以上100g未満の塊根を2S級、100g以上150g未満をS級、市場価値の高い150g以上500g未満をM～2L級として区分し、根長／根径比が2.5未満の塊根を丸規格に、秀に次ぐ品質の塊根を優規格に分類した。

4 サツマイモの品質

1) 外観上の品質

秀規格のM～2L級の塊根について表面の凹凸の程度が強いものを「強」、凹凸の程度が弱いものを「弱」、凹凸が無いものを「無」の3段階に分類し、全体に占める割合で示した。曲がりの程度は塊根の曲がりの程度が強いものを「強」、曲がりの程度が弱いものを「弱」、塊根が曲がっていないものを「無」に、皮目の大きさは、皮目の直径を「小」:2mm未満、「中」:2～5mm、「大」:5mm以上に分類し、その割合で示した。

2) 皮色

塊根の皮色は、秀品L級の塊根10本を水洗し、室温で自然乾燥した後色差計(N社製Σ80)を用いて1本当たり5カ所のL*a*b*を測定し、平均値を示した。

3) 糖度

前述のとおり皮色を測定した塊根の中央部を長径方向に5cm幅で切り取り、皮層部を取り除いた後、25分間蒸煮し乳鉢上で混和した。混和試料10gに30mlの蒸留水を加えて30秒間ホモジナイザーで磨砕後、そのろ液を屈折糖度計を用いて糖度を測定し、平均値を示した。

5 跡地土壌の理化学性の測定

1) 通気性

簡易土壌通気性測定装置(F社製)を用いて、畦の最頂部から10cmの深さの通気性を測定した。

2) 土壌硬度

山中式硬度計を用いて、畦の最頂部から20cmの深さの土壌硬度を測定した。

3) 粒径組成の測定

自動ふるい振とう機(C社製)を用いて、振幅3mm、毎分2,880回の振動数で、5秒間振動し1秒間中断を15分間繰り返して分級した砂を重量割合で示した¹¹⁾。

4) 化学性

土壌分析は土壌、水質および作物体分析法⁷⁾に準じてpH、EC、全窒素、全炭素、可給態リン酸、交換性塩基(CaO、MgO、K₂O)含量を測定した。

試験結果

1 供試した人工砂の理化学性

試験に供試した人工砂の粒径組成を第4表に示した。第1表で示した人工砂の規格に比べると0.25mm以下の粒径の砂が少なく、当初の設定値よりやや粗めの粒径組成となった。

化学性は第5表に示したとおりで、交換性カルシウム含量がやや多いためpHが8を越えてアルカリ性を呈した。海砂^{12,15)}と比較すると交換性マグネシウム含量が少なかった。

第4表 人工砂の粒径組成

粒径	0.1mm以下	0.1～0.25	0.25～0.5	0.5～1.0	1.0mm以上
構成割合	1.8	17.4	39.7	30.4	10.7%

第5表 人工砂の化学性

pH	pH	EC	全窒素	全炭素	可給態 リン酸	交換性塩基		
						CaO	MgO	K ₂ O
H ₂ O	KCL	dS/m	%	%	mg/100g	mg/100g		
8.6	8.1	0.09	0.01	0.13	10	147	6	13

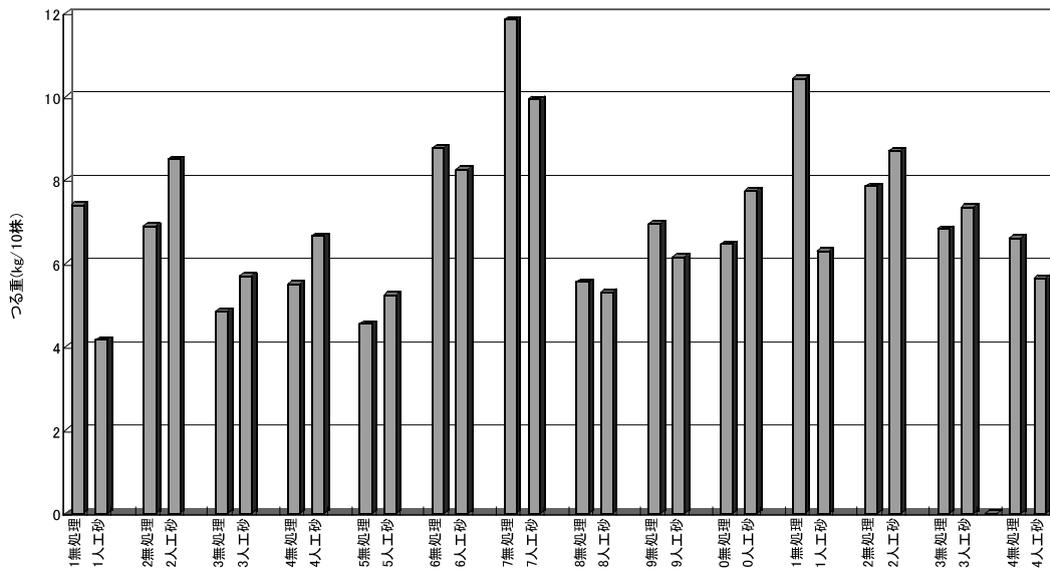
2 サツマイモのつる重および収量

サツマイモ収穫時における人工砂区のつる重は、第2図に示したとおり無処理区と同等か人工砂区の方がやや重い試験圃場が大半であったが、No.1, 7, 11圃場では人工砂区のつる重が無処理区より軽かった。

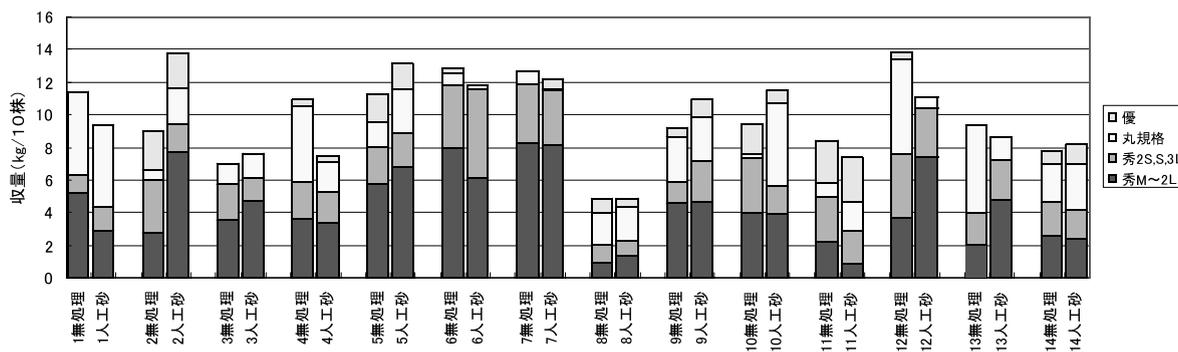
サツマイモの階級別収量を第3図に示した。試験圃場毎に無処理区の合計収量が大きく異なり、10株当たり最少4.9kgから最多13.9kgの間でばらついていた。市場価値の高い秀品のM～2L級の収量を見ると、No.2, 3, 5, 12, 13圃場では人工砂区が無処理区と比べて明らかに増加したが、No.1, 6, 11圃場では反対に減少した。その他の6圃場では、両区間に明確な差が認められなかった。秀品の合計収量を見ると、No.2, 9, 12, 13圃場では人工砂区が無処理区と比べて明らかに増加したが、No.1, 10, 11圃場では反対に減少した。その他の7圃場は無処理区と同等であった。また、No.4, 6, 7, 12, 13圃場では人工砂区の丸規格の収量が無処理区より減少し、No.2, 5, 10, 11圃場では人工砂区の丸規格の収量が増加した。

3 外観品質

人工砂の客土がサツマイモの塊根表面の凹凸の程度に



第2図 人工砂の客土がサツマイモのつる重に及ぼす影響
注) 数字は圃場番号, 無処理は無処理区, 人工砂は人工砂客土区



第3図 人工砂の客土がサツマイモの階級別収量に及ぼす影響

注) 秀: 形状および色沢の良好なもの, 2S: 50g~, S: 100g~, M: 150g~, L: 230g~, 2L: 350~, 3L: 500g~850g, 優: 秀に次ぐもの, 丸規格: 根長/根径比が2.5未満
数字は圃場番号, 無処理は無処理区, 人工砂は人工砂客土区

及ぼす影響を, 第4図に示した。人工砂区の塊根は無処理区と比べて表面の凹凸の程度が弱くなり, 表面が滑らかな傾向が認められた。特に, No.1, 4, 6, 10, 12, 13, 14圃場では人工砂の客土効果が顕著に見られた。No.3, 11圃場では反対に無処理区の塊根表面の方が滑らかであった。

第5図に示したとおり人工砂区の塊根は無処理区と比べて塊根の曲がりの程度が弱くなり真っ直ぐな塊根が増加した。特にNo.2, 4, 5, 10, 11圃場ではその傾向が顕著に認められた。No.1, 8, 12圃場では無処理区の塊根の方が曲がりの程度が少なかった。

また, 第6図に示したとおり人工砂区は無処理区と比べて塊根表面の皮目の大きさが小さく, 浅くなって皮目が目立たなくなる傾向が認められた。特にNo.2, 4, 7,

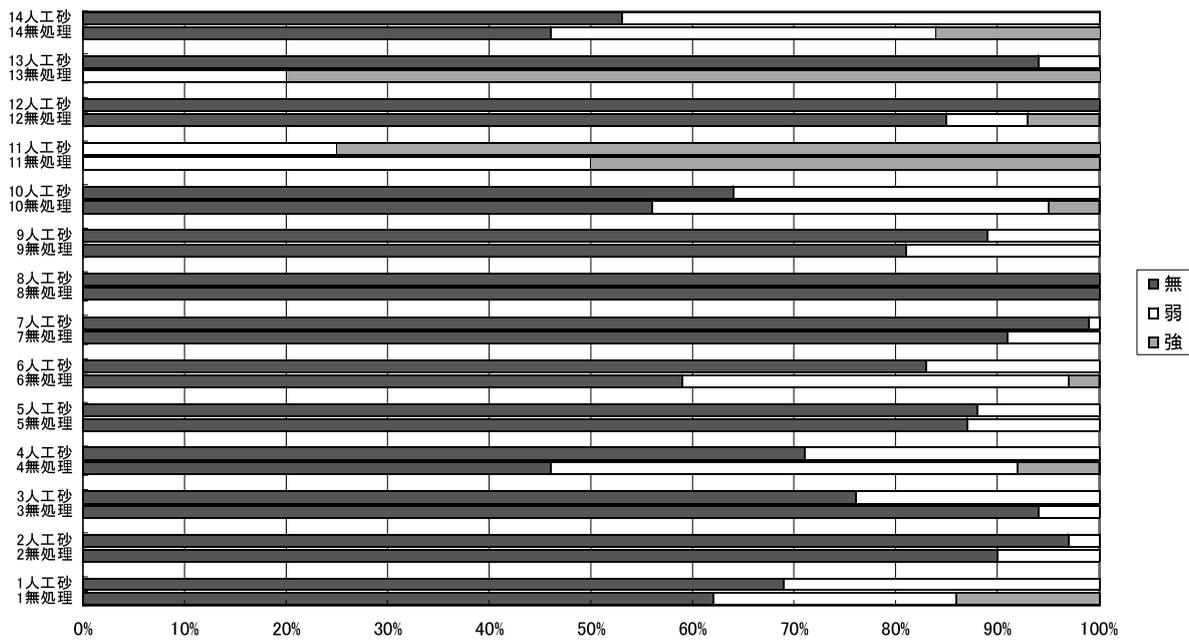
10, 12, 13圃場では明らかに人工砂の客土効果が認められた。No.1, 6, 11圃場では反対の傾向が見られた。

以上のことを総合的に判断するとNo.1, 11圃場を除くすべての試験圃場において, 人工砂の客土により塊根表面の凹凸の程度が弱くなる, 曲がりの程度が弱くなる, 皮目が小さくなる等の点で外観上の品質が向上した。特に第7図に一例を示したとおり, No.2, 4, 9, 10圃場では凹凸, 曲がり, 皮目の3項目とも外観品質が向上した。

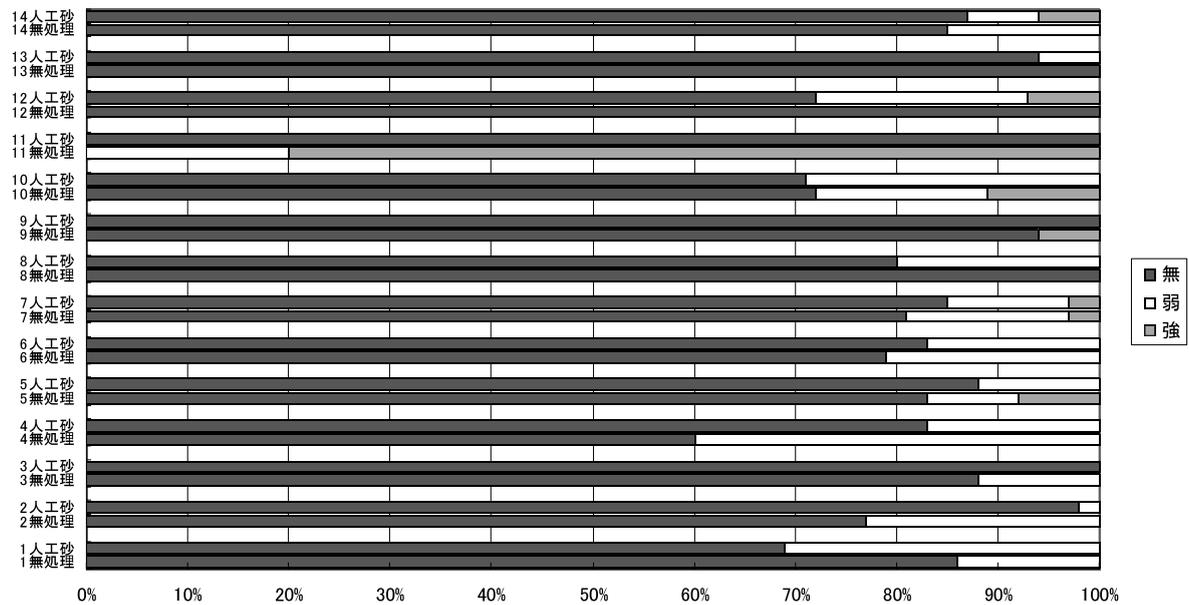
4 サツマイモの皮色

第6表に示したとおり, 人工砂の客土はサツマイモの皮色にほとんど影響を及ぼさなかったが, 一部の圃場 (No.4, 8, 12) では皮色の赤みが薄くなる傾向が認められた。

砕砂の客土がサツマイモの収量・品質に及ぼす影響



第4図 人工砂の客土が塊根の凹凸の程度に及ぼす影響
 注) 無：凹凸が無い，弱：凹凸の程度が弱い，強：凹凸の程度が強い
 数字は圃場番号，無処理は無処理区，人工砂は人工砂客土区



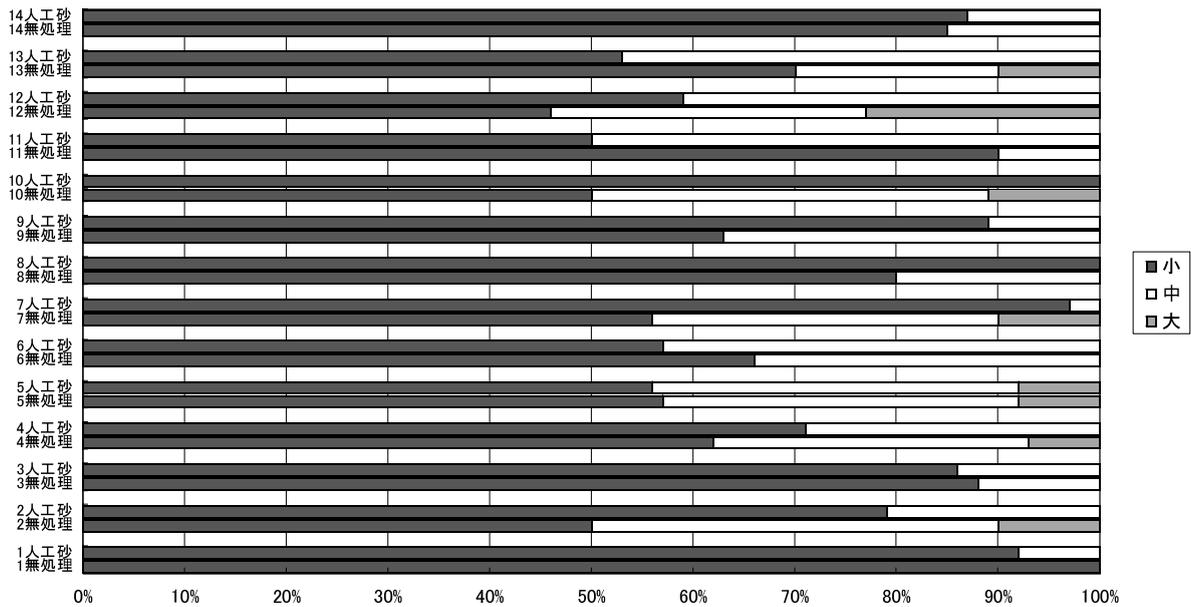
第5図 人工砂の客土が塊根の曲がりの程度に及ぼす影響
 注) 無：曲がっていない，弱：曲がりの程度が弱い，強：曲がりの程度が強い
 数字は圃場番号，無処理は無処理区，人工砂は人工砂客土区

5 蒸しイモの糖度

人工砂の客土が蒸しイモの糖度に及ぼす影響を第6表に示した。人工砂の客土により蒸しイモの糖度が向上した試験圃場はNo.3, 7, 10で，反対に糖度が低下したのはNo.6, 9, 11圃場であった。その他の8試験圃場では両区間で明確な差が認められなかった。

6 跡地土壌の通気性

跡地土壌の通気性を第8図に示した。人工砂区は無処理区と比べて土壌の通気性が向上する傾向が認められた。特に，No.2, 4, 9, 10, 12, 13圃場では明らかに人工砂区の通気性が向上した。



第6図 人工砂の客土が塊根表面の皮目の大きさに及ぼす影響
 注) 小：皮目の直径が2mm未満，中：2～5mm，大：5mm以上
 数字は圃場番号，無処理は無処理区，人工砂は人工砂客土区



第7図 人工砂の客土がサツマイモの外観に及ぼす影響
 注) 数字は圃場番号，無処理は無処理区，人工砂は人工砂客土区

7 跡地土壤の硬度

第9図に示したとおり，人工砂区は無処理区より土壤硬度が小さくなり，土壤が膨軟になる傾向が認められた。

8 跡地土壤の粒径組成

跡地土壤の粒径組成は，第10図のとおり，人工砂の客土により粒径が0.5～1.0mmおよび1mm以上の比較的粒径の粗い砂の占める割合が増加し，全体的に砂の粒径が粗くなる傾向が認められた。

9 跡地土壤の化学性

跡地土壤の化学性を第7表に示した。人工砂区の土壤pHは無処理区と比較して上昇する傾向が認められた。

特に交換性カルシウムの増加が多い試験圃場においてpHの上昇が大きかった。人工砂の客土により可給態リン酸および交換性マグネシウム含量は減少した。全窒素含量には大きな変動がなかったが，全炭素含量は低下する傾向が認められた。

考 察

1 サツマイモのつる重と収量

第11図に示したとおり，つる重と秀品の合計収量の間には有意な相関関係が認められ，つる重が重いほど秀品の合計収量も多くなる傾向が確認された。一般にサツマイモの生育は，窒素施肥量や土壤水分が多いほど地上部

砕砂の客土がサツマイモの収量・品質に及ぼす影響

第6表 人工砂の客土がサツマイモの皮色と蒸しモ糖度に及ぼす影響

圃場番号 試験区名	皮色			糖度(Brix)
	L*	a*	b*	%
1 無処理	35.5	16.9	6.2	4.1
1 人工砂	35.5	15.7	6.7	4.0
2 無処理	36.5	21.0	5.4 ^x	4.7
2 人工砂	35.6	21.0	4.4 ^x	4.4
3 無処理	35.5	20.2	3.4	3.8 ^x
3 人工砂	35.4	18.7	3.0	4.2 ^x
4 無処理	36.4	21.3 ^x	6.7 ^x	4.2
4 人工砂	35.9	18.9 ^x	5.0 ^x	4.4
5 無処理	37.3	20.1	6.4 ^{xx}	5.0
5 人工砂	35.9	21.5	4.0 ^{xx}	4.7
6 無処理	36.0	19.8	4.1	4.3 ^x
6 人工砂	35.9	18.8	3.7	4.0 ^x
7 無処理	36.0	19.3	5.5	4.4 ^x
7 人工砂	35.5	20.6	5.6	4.7 ^x
8 無処理	39.8	22.9 ^{xx}	6.7 ^x	4.2
8 人工砂	38.0	18.4 ^{xx}	7.6 ^x	4.1
9 無処理	36.8	18.5	5.9	4.3 ^x
9 人工砂	37.4	18.7	5.8	4.0 ^x
10 無処理	35.5	20.0	7.1 ^{xx}	3.7 ^x
10 人工砂	35.5	23.5	5.2 ^{xx}	4.1 ^x
11 無処理	35.0	22.4	6.0	3.5 ^x
11 人工砂	34.9	21.3	6.4	3.1 ^x
12 無処理	38.1	21.4 ^x	4.2	4.9
12 人工砂	37.0	17.6 ^x	3.8	5.0
13 無処理	36.1	19.0	6.2	4.4
13 人工砂	36.6	21.6	6.5	4.6
14 無処理	36.7	21.2	6.5 ^{xx}	3.5
14 人工砂	37.2	17.3	8.0 ^{xx}	3.7

注1) L*は明度, a*は赤み(数値が大きいほど赤い), b*は黄色み(数値が大きいほど黄色い)を示す。

注2) ^xは5%, ^{xx}は1%水準で同一圃場の試験区間に有意差が認められる。

の生育が旺盛になり塊根の肥大も順調に行われるものの、ある限度を超えると過繁茂になり、いわゆる「つるぼけ」状態となって収量が減少することが知られている^{10,14)}。しかし、2002年のサツマイモ栽培期間中(4月~10月)の気象¹³⁾は、例年と比べて高温・少雨で推移し、土壌が乾燥気味に推移したことから、つるの生育が過繁茂状態になる可能性は少なく、当年のサツマイモ栽培においては、つる重が重いほど秀品収量も多い傾向が生じたと考えられる。

現に各試験圃場毎のつる重と秀品収量の関係について見ても、無処理区より人工砂区のつる重の方が重かったNo.2, 3, 5, 12, 13圃場においては、商品価値の高いM~2L級の収量も人工砂区の方が多かった。反対につる重が無処理区より極端に軽かったNo.1, 11圃場では秀品の合計収量および総収量ともに人工砂区の収量が少なかった。

本県の砂地畑は圃場の来歴や造成方法により砂丘畑、炭殻畑、造成畑の3タイプに分類できる²⁾。No.1圃場は砂丘畑に該当し、本来圃場が乾きやすい上に第10図のとおり人工砂の客土によって砂の粒径組成が粗くなったことでより一層土壌が乾燥し易くなったと考えられる。第3表で示したとおり、No.1, 11圃場の施肥量は他圃場と同程度で、しかも生育中の灌水も行っていないことから、これらの試験圃場では土壌の乾燥による地上部の生育抑制が収量低下を招いたと推察できる。

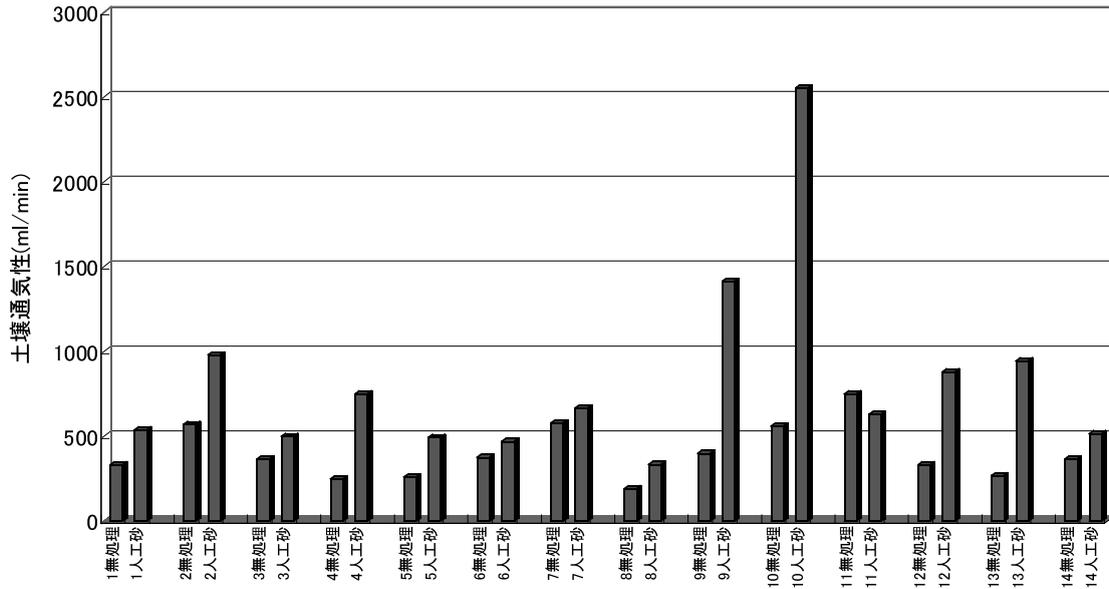
以上のことから、山本¹⁵⁾が報告した従来の手入れ砂効果と同様に砂が細粒化して排水性や通気性が低下している連作圃場や地下水位が高いなどの理由から元来土壌が湿りやすい圃場では、人工砂の客土が土壌の物理性を向上させサツマイモの収量増加に結びついたと考えられる。一方、砂の粒径組成が適正からやや粗めの圃場や地下水位が低い等、元来圃場が乾燥しやすい圃場においては、土壌の通気性や排水性の向上が却って土壌の過乾燥を助長し、サツマイモの収量が低下したと考えられる。従って、人工砂を砂地畑土壌に客土する際には、あらかじめ土壌の粒径組成を診断し、圃場の乾湿等の土壌条件を加味して、人工砂の客土量を加減する必要がある。

2 サツマイモの外観品質

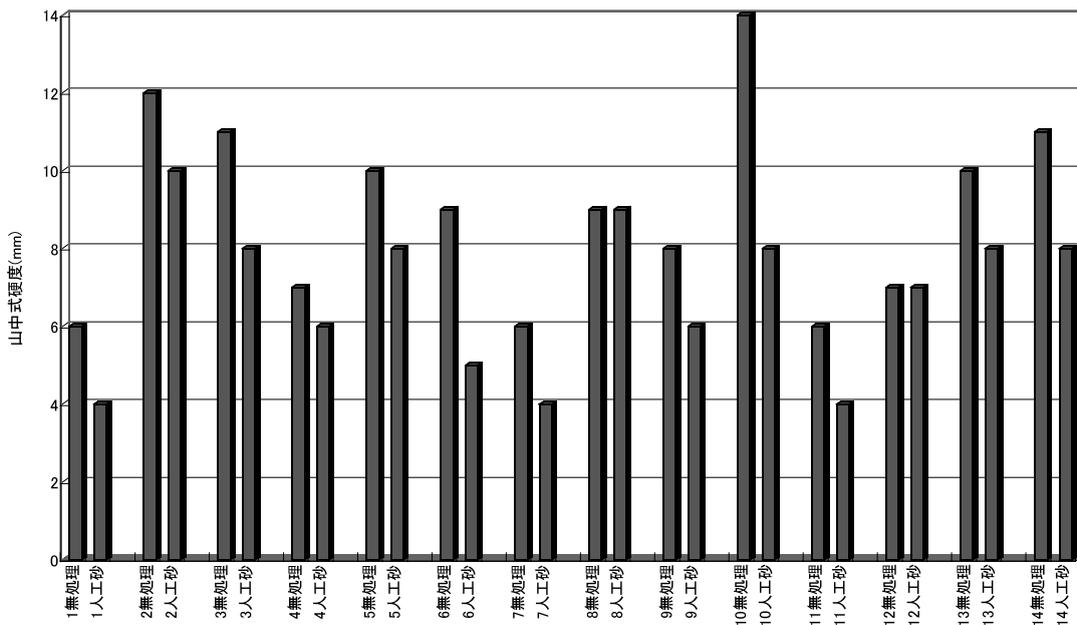
第4図に示したように人工砂の客土によりサツマイモの塊根表面の凹凸の程度が弱くなり、人工砂区の塊根は無処理区と比べて表面がなめらかに観察された。武田^{8,9)}らが述べているとおり、サツマイモの塊根は本来、順調に生育・肥大すると原生木部が5~6に分裂して、それぞれに形成層を作りそれらを中心に肥大するので、外観が5~6角形に角張ってくるのが知られている。人工砂区では、土壌の通気性や排水性の向上と土壌肥沃度の低下に伴ってサツマイモへの水分や養分の供給が制御され、比較的順調に肥大した無処理区に比べて形成層の肥大が抑制されたために表面が滑らかな形状に仕上がったと推察される。

また、第9図のとおり人工砂区では明らかに土壌硬度が小さくなり土壌が膨軟になったため、サツマイモの不定根が土壌中を伸長する際の抵抗が小さくなり、曲がりの少ない真っ直ぐな塊根の占める割合が多くなったと考えられる。

塊根表面の皮目の状況についても、筆者らが確立した連作砂地畑の微細粒子の除去技術¹⁾やサツマイモ栽培における適正粒径組成³⁾と同様に砂地畑土壌の排水性や通気性が向上すると塊根の皮目が小さく、浅くなる傾向が確認された。



第8図 人工砂の客土が跡地土壌の通気性に及ぼす影響
注) 数字は圃場番号, 無処理は無処理区, 人工砂は人工砂客土区



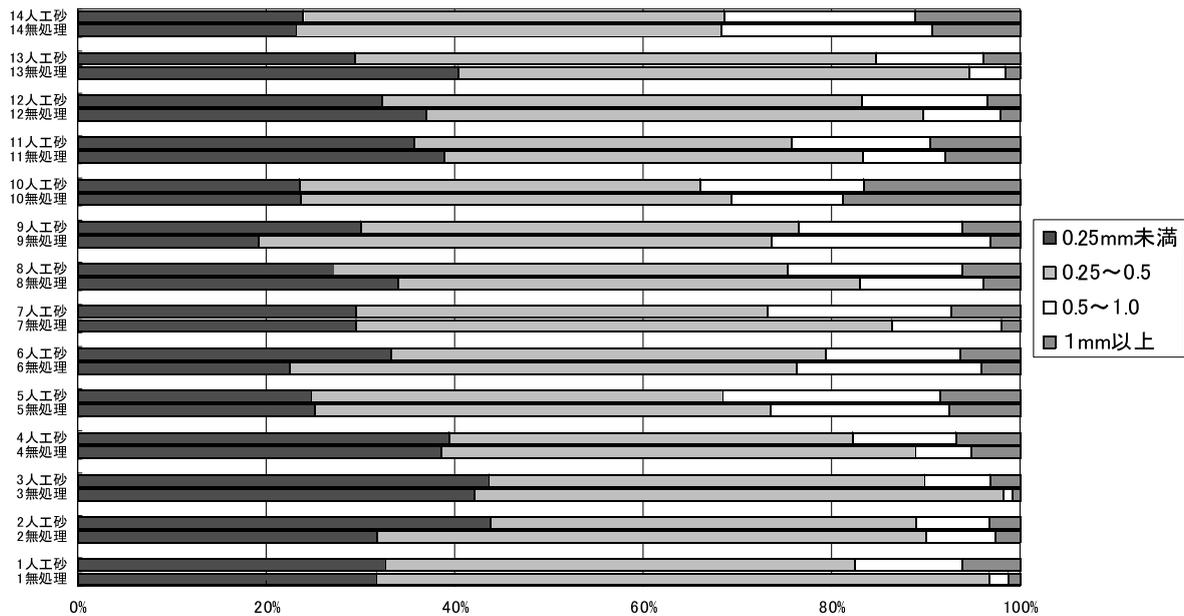
第9図 人工砂の客土が跡地土壌の硬度に及ぼす影響
注) 数字は圃場番号, 無処理は無処理区, 人工砂は人工砂客土区

塊根の皮色については、金田⁴⁾らにより肉眼観察による皮色の優劣は色差計による a* 値と最も近似することや圃場容水量が増すほど皮色の a* 値が大きくなり赤味の濃いサツマイモが生産され、気相率の増加は黄味と相関があると報告されている。本試験においては No.4, 8, 12 圃場において a* 値が小さくなり皮色の赤味が薄くなる傾向が認められたが、黄味を表す b* 値には一定の傾向が認められず、土壌物理性との因果関係も明確にできなかった。しかし、土壌の乾燥が皮色の赤味を低下させ

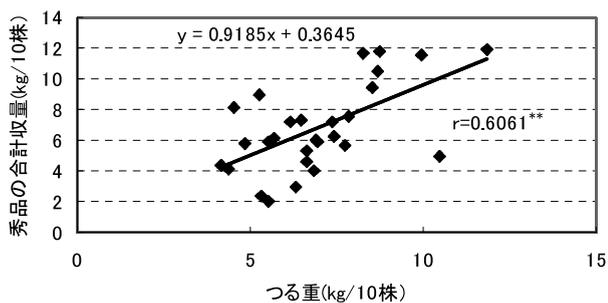
た可能性は否定できないため、圃場条件に応じて土壌の過乾燥を助長しない客土量を検討する必要がある。また、今回使用した人工砂が当初に設定した規格値よりやや粗めの粒径組成であったことが土壌の過乾燥を引き起こす一因となったため、今後は設定値通りの粒径に加工できる製造法の確立に取り組む予定である。

以上のことから人工砂の客土により①塊根表面が滑らかになる、②塊根が真っ直ぐになる、③塊根表面の皮目が小さくなる等、従来の手入れ砂効果と同様に外観品質

砕砂の客土がサツマイモの収量・品質に及ぼす影響



第10図 人工砂の客土が跡地土壌の粒径組成に及ぼす影響
 注) 数字は圃場番号, 無処理は無処理区, 人工砂は人工砂客土区



第11図 サツマイモのつる重と秀品の合計収量

を向上させることが明らかになった。ただし、土壌が過乾燥気味に推移し、つるの生育が悪いために収量の低下したNo.1, 11圃場ではサツマイモの外観品質も劣った。

また、従来手入れ砂効果の一つにミネラル分等海水由来成分の補給によるサツマイモの品質向上が挙げられているが現時点ではその詳細なメカニズムは解明されていない。今回海水に浸されていない人工砂を客土してもサツマイモに外観上の品質向上が認められたことや、現地では既に微量元素資材の使用も普及していることから、サツマイモの高品質栽培には海水からのミネラル分補給が不可欠であるとは考えられない。

3 サツマイモの糖度

第6表に示したとおり人工砂の客土により蒸しイモ糖度が上昇した圃場と低下した圃場が認められたが、蒸しイモ糖度と跡地土壌の物理性や化学性との関係は判然としなかった。

松本⁶⁾は、蒸しイモ糖度はデンプン含量が高いことに加えて、デンプン糖化酵素であるβ-アミラーゼの活性が高いほど上昇し、そのβ-アミラーゼ活性は窒素施肥と密接な関係があることを報告している。ところが第5表のとおり人工砂はほとんど窒素成分を含んでいないため、人工砂の客土による土壌中窒素含量の減少が生イモ中のβ-アミラーゼ活性を低下させ、結果的に蒸しイモ糖度の低下を引き起こす可能性があり、従来の「手入れ砂」と同様に人工砂客土直後には窒素成分の増施等の適切な肥培管理が必要であると推察される。

一方、人工砂の客土により土壌が乾燥気味に推移し、生イモ中の水分が減少して相対的に生イモ中のデンプン含量が増加することは蒸しイモ糖度の上昇をもたらすものと考えられ、前述の土壌中窒素含量の減少による糖度の低下と相殺して複雑な試験結果になったと推察される。

以上のとおり、結晶片岩を主体とした吉野川流域砂利と和泉砂岩を砂の角が取れる新型粉碎機で粉碎し、7:3の割合でブレンドした人工砂の客土は、土壌の通気性を始めとする土壌物理性を向上させることにより、サツマイモの表面がなめらかになる、塊根が真っ直ぐになる、皮目が小さくなる等の点でサツマイモの外観上の品質を向上させることが明らかとなった。

本試験では、同一な粒径組成の人工砂を各試験圃場に等量客土したため、一部の圃場では収量低下や品質低下を招いたが、今後は土壌診断に基づき圃場条件に適合する人工砂の粒径組成や客土量を診断した上で客土するこ

第7表 人工砂の客土が跡地土壌の化学性に及ぼす影響

圃場番号 試験区名	pH H ₂ O	pH KCL	EC dS/m	全窒素 %	全炭素 %	可給態 リン酸 mg/100g	交換性塩基		
							CaO	MgO mg/100g	K ₂ O
1 無処理	6.8	6.0	0.05	0.02	0.19	39	31	17	13
1 人工砂	7.0	6.5	0.04	0.02	0.17	31	44	14	9
2 無処理	6.0	5.2	0.13	0.03	0.31	54	56	15	10
2 人工砂	6.6	6.0	0.12	0.03	0.23	41	56	11	8
3 無処理	6.1	6.3	0.03	0.02	0.26	52	41	12	8
3 人工砂	6.7	6.7	0.04	0.02	0.25	47	63	10	10
4 無処理	6.8	6.4	0.16	0.03	0.29	32	57	22	12
4 人工砂	7.2	6.8	0.10	0.02	0.19	18	62	14	11
5 無処理	7.0	6.7	0.11	0.02	0.18	49	83	10	10
5 人工砂	7.5	7.4	0.10	0.02	0.18	42	100	8	10
6 無処理	8.1	7.7	0.09	0.02	0.35	85	260	20	24
6 人工砂	8.1	7.7	0.11	0.03	0.39	79	146	14	31
7 無処理	6.5	5.0	0.04	0.03	0.32	31	42	12	12
7 人工砂	7.2	6.6	0.05	0.02	0.22	26	84	9	10
8 無処理	6.8	6.4	0.22	0.03	0.29	67	63	36	9
8 人工砂	7.0	6.6	0.18	0.02	0.31	55	74	24	10
9 無処理	7.1	6.7	0.12	0.02	0.19	54	67	9	18
9 人工砂	7.2	7.0	0.15	0.02	0.16	38	75	9	19
10 無処理	7.9	7.7	0.13	0.03	0.38	149	238	18	7
10 人工砂	8.1	7.8	0.11	0.02	0.31	102	192	14	7
11 無処理	7.7	7.3	0.11	0.02	0.21	199	176	19	9
11 人工砂	7.9	7.3	0.07	0.02	0.22	159	146	14	7
12 無処理	6.5	5.7	0.16	0.02	0.20	60	68	16	9
12 人工砂	6.5	5.7	0.10	0.02	0.22	46	83	14	10
13 無処理	6.2	5.0	0.09	0.03	0.24	28	56	23	15
13 人工砂	6.7	6.0	0.09	0.03	0.37	30	56	17	10
14 無処理	7.5	7.2	0.08	0.02	0.24	74	166	12	11
14 人工砂	7.4	7.2	0.09	0.02	0.24	118	131	12	10

とが必要である。また、砕砂の客土を繰り返すことが土壌やサツマイモに及ぼす影響の解明には今後の追跡調査が望まれる。人工砂は現行の「手入れ砂」に使用している海砂より単価が高くなるため安価な材料の安定供給や製造段階での低コスト化が急がれる。

最後に、本試験の実施に当たり多大なご協力を頂いた徳島市・鳴門市・里浦・大津・松茂・板野郡各農業協同組合、徳島農業支援センターの関係者の皆様および試験圃場を提供して頂いた生産者の方々に感謝の意を表します。

摘 要

結晶片岩を主体とした砂利を砂の角が取れる新型粉砕機で加工した人工砂を試作し、砂地畑土壌への人工砂の客土がサツマイモの収量・品質に及ぼす影響を検討した。

1 秀品の合計収量は、無処理区と同等かやや多かったが土壌が乾燥し地上部の生育が抑制された圃場では収量が劣った。

2 人工砂の客土によりサツマイモの塊根表面が滑らかになる、塊根が曲がり難くなる、塊根表面の皮目が小さくなる等の点でサツマイモの外観品質が向上した。

3 サツマイモの皮色や蒸しイモの糖度に与える影響は、判然としなかった。

4 人工砂区は跡地土壌中に占める0.5mm以上の粒子が多くなり、粒径が粗くなった。また、土壌通気性が向上し、土壌硬度は低下した。

以上のことから、人工砂の客土は砂地畑土壌の物理性を改善し、サツマイモの外観品質も向上させることが明確になった。

引用文献

- 1) 梯美仁・黒島忠司・武市啓志・黒田康文・高尾由美子(1996): 連作砂地畑における微細粒子の除去が土壌の物理性とサツマイモの生育、収量および品質に及ぼす影響. 徳島農試研報, 32: 29~34.
- 2) _____(1998): 造成砂地畑の特徴と土壌管理. 日本砂丘学会誌, 45(2): 45~51.
- 3) _____・黒島忠司・黒田康文(2002): 砂地畑土壌の粒径組成がサツマイモの収量・品質に及ぼす影響. 土肥誌, 73(3): 319~322.
- 4) 金田雄二・河森武・伏見弘・石上清・大橋義弘(1977): 園芸作物の品質と土壌環境に関する研究. 静岡農試研報, (22): 24~31.
- 5) 黒島忠司・森浩一・青江博文(1994): 砂地畑における客土(手入れ砂)に対する栽培農家の意識調査. 土

砕砂の客土がサツマイモの収量・品質に及ぼす影響

- 肥学要旨, 40 : 142.
- 6) 松本淳(2002) : 砂丘地におけるサツマイモの食味関連成分とその向上技術. 今月の農業, 1 : 86~90.
- 7) 農林水産省農蚕園芸局農産課編(1979) : 土壤環境基礎調査における土壤, 水質及び作物体分析法 (附) 現地調査法. 土壤保全調査事業全国協議会.
- 8) 武田英之・猪野誠・安藤光一(1984) : 食用カンショ生産技術の現状と改善法 [1]. 農及園, 59(5) : 683~688.
- 9) _____ : _____ [3] . _____ , 59(7) : 933~937.
- 10) 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.
- 11) 徳島県営農振興課(1996) : 土壤及び作物栄養の分析法 : 84.
- 12) _____(1998) : 砂地畑における「手入れ砂」対策技術指針 : 12~18.
- 13) 徳島地方気象台(2003) : 徳島県の気象年報2002 : 3~5.
- 14) 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, D13 : 1~131.
- 15) 山本英記(1991) : 砂客土 (手入れ砂) による良品質根菜類の生産. 農業技術, 46(3) : 121~125.

〔徳島農研報 No.3〕
〔13~19 2006〕

砂地畑における土壌水分の推移がサツマイモの収量 および品質に及ぼす影響*

小川 仁**・梯 美仁***・井上光弘****・田邊賢二*****・尾谷 浩*****

Influence that transition of soil moisture exerts on amount and quality
of sweet potato in a sandy fieldHitoshi OGAWA**, Yoshihito KAKEHASHI***, Mitsuhiro INOUE****,
Kenji TANABE***** and Hiroshi OTANI*****

要 約

小川仁・梯美仁・井上光弘・田邊賢二・尾谷浩(2006)：砂地畑における土壌水分の推移がサツマイモの収量および品質に及ぼす影響。徳島農研報, (3)：13~19.

サツマイモの生育ステージ毎における土壌水分の推移が、収量および品質に及ぼす影響を検討した。

畦内の土壌水分を挿苗から40日目頃までの生育初期はpF1.5~1.8, 挿苗後41~80日目頃までの生育中期はpF1.8~2.0, 挿苗後81~120日目頃までの生育後期はpF2.0~2.5程度で管理すると、サツマイモの外観品質が向上し、秀品収量も増加することが明らかになった。

キーワード：サツマイモ, 砂地畑, 高品質栽培, 土壌水分管理

はじめに

徳島県鳴門市を中心に分布する砂地畑では、約1,100haで本県特産物のサツマイモ「なると金時」が栽培されており、紡錘形の形状、鮮やかな紅色の皮色等優れた外観品質が市場で高い評価を受けている。これらの砂地畑では、連作により悪化した排水性・通気性を改善するために、3~5年毎に粗粒質の海砂を10アールあたり30~50m³客土する「手入れ砂」⁴⁾処理を行い、土壌水分を適切に保つことで高品質栽培を行っている。しかし、近年は良質な海砂の入手が困難になってきており、手入れ砂に頼らない耕種的な技術を組み合わせた代替策が求められている。その1つの方法として、生産現場では暗渠排水出口の水位調節や、灌水等により土壌水分管理を実施している。これは、サツマイモの生育・品質には土壌水分が大きく影響し、生育時期が進むにつれて徐々に乾燥気味に管理することが理想と一般的に知られ

ているからである。しかしながら、これら土壌水分管理は、生産者の長年の経験と勘に頼るところが大きかった。

そこで、サツマイモの生育ステージ毎における土壌水分の推移が、収量および品質に及ぼす影響を明らかにし、サツマイモを高品質栽培するための土壌水分管理指針を策定したので報告する。

試験方法

1 試験区の設定および栽培概要

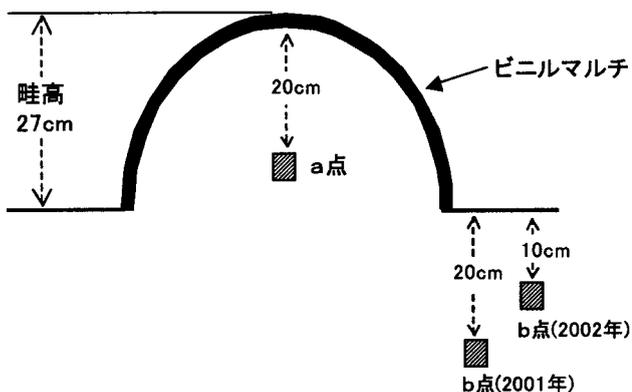
(1) 2001年の試験

2001年に農業研究所内造成砂地畑圃場において、根圏の土壌水分を管理するために第1区のとおりa点(畦の最頂部から深さ20cmの位置)およびb点(畦間の深さ20cmの位置)に、気温変動の影響が少ない土壌水分センサー(S社製 UNSUC)を埋設した。測定は1分毎に行い、a点のpF値が灌水開始点まで上昇すると灌水用

第1表 各試験区における灌水開始および灌水停止のための土壌水分センサー設定値

試験区	生育初期 (挿苗～40日目)		生育中期 (41～80日目)		生育後期 (81～120日目)	
	a点(灌水開始値)	b点(灌水停止値)	a点(灌水開始値)	b点(灌水停止値)	a点(灌水開始値)	b点(灌水停止値)
少水分区	pF1.8	pF1.5	pF2.3	pF2.0	pF2.5	pF2.3
中水分区	pF1.8	pF1.5	pF2.0	pF1.8	pF2.5	pF2.3
多水分区	pF1.8	pF1.5	pF1.8	pF1.5	pF2.0	pF1.8

注) a, b点は第1図に示したとおり土壌水分センサーの埋設位置を示す。



第1図 畦断面にける土壌水分センサーの埋設位置

の電磁弁が開き、b点のpF値が灌水停止点まで下がると電磁弁が閉まるようにした。土壌水分センサーで測定したpF値は、1時間毎にデータロガー (C社製 CR10X) に記録した。

灌水開始点と灌水停止点の設定は第1表のとおりとした。本県のサツマイモ普通掘り栽培では概ね、挿苗後120日を目安に収穫されているため、サツマイモの生育ステージを40日毎に3段階に分けて土壌水分管理を行うこととした。まず、挿苗から40日目までの生育初期 (活着・発根期) には少, 中, 多水分区ともに活着を促進し、根の伸長にとって十分な土壌水分状態を保つように、灌水開始点をpF1.8とした。その後、挿苗後41～80日目までの生育中期 (塊根肥大期) には、灌水開始点を少水分区は最も高いpF2.3, 中水分区はpF2.0, 多水分区は最も低いpF1.8とした。さらに挿苗後81日～収穫までの生育後期 (塊根充実期) には、灌水開始点を少, 中水分区はpF2.5, 多水分区はpF2.0とした。

試験区は1区31.5㎡ (4.5m (6畦) × 7m) とし、試験区の内側にだけ散水する灌水チューブを長辺側 (7m) に設置し、灌水を行った。

また、試験区は降雨の影響を受けないよう雨よけ栽培とした。

品種は‘なると金時’ (高系14号) を用い、畦高27cm, 畦幅75cm, 株間45cm, 栽植密度2,960株/10aとした。栽培概要は第2表のとおりである。

(2) 2002年の試験

2001年と同様の圃場で試験を行ったが、土壌水分センサーの埋設位置b点を第1図のとおり10cm浅くし、畦間深さ10cmの位置に変更した。また、灌水開始、停止のpF値を全生育期間を通して第1表のとおりに行った。その他、試験区の規模、灌水方法等は2001年に準じて行った。

2 サツマイモの収量, 外観品質および内容成分

収穫は土壌水分センサーの埋設位置を中心に各区1畦10株ずつを2畦掘りとり、20株のつる重を測定した。塊根の収量は50g以上を等級別に分類し計測した。等級分類は、全農とくしまの出荷規格によった。

外観上の品質調査は、収量調査した内、秀品のM～2L級の塊根表面の凹凸の程度が強いものを強, 凹凸の程



第2図 試験区における灌水チューブと雨よけの設置位置

第2表 試験区の栽培概要

年	基肥 月/日	マルチ・土壌消毒 月/日	挿苗 月/日	追肥 月/日	収穫 月/日	施肥量 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O) kg/10a
2001	4/11	4/11	5/10	6/25	9/5	7-17-17
2002	4/10	4/11	5/13	6/28	9/10	7-17-17

砂地畑における土壌水分の推移がサツマイモの収量および品質に及ぼす影響

度が弱いものを弱、凹凸が無いものを無の3段階に分類した。塊根の曲がり、曲がりの程度が強いものを強、曲がりの程度が弱いものを弱、曲がりがないものを無の3段階に分類した。塊根のくびれは、くびれの程度が強いものを強、くびれの程度が弱いものを弱、くびれがないものを無の3段階に分類した。皮目の大きさは、皮目の直径を大：5 mm以上、中：2～5 mm、小：2 mm未満に分類した。

塊根の皮色は、各区の秀品のL級10本を水洗、室温で自然乾燥した後に色差計（N社製 Σ80）を用いて、1本あたり5ヵ所測定し、L*、a*、b*値の平均を示した。

蒸しイモの糖含量は、各区の秀品のL級10本を25分間蒸煮後すり潰した試料に、80%エタノールを加え70℃の湯煎中で1時間抽出した。得られた抽出液から高速液体クロマトグラフィー（HPLC）を用いて糖類を定量した。また、蒸しイモの試料片に3倍量の蒸留水を加えミキサーで30秒間磨砕し、そのろ液から屈折糖度計を用いてBrix%を測定し糖度とした。

結 果

1 pF値の推移

各試験区の畦内（畦の最頂部から20cmの深さ）で測定したpF値の推移を第3図に示した。2001年におけるa点のpF値は概ね、少水分区では生育初期は1.2～1.8、生育中期は1.3～2.3、生育後期は1.8～2.5、中水分区で

は、生育初期は1.2～1.8、生育中期は1.5～2.0、生育後期は2.0～2.5、多水分区では生育初期・中期は1.2～1.8、生育後期は1.3～2.0の範囲を推移した。2002年は、b点の深さを10cm浅くし、全期間を通して灌水停止を第1表のとおりにした結果、2001年に比べて灌水時間が短くなり、a点のpF値は概ね、少水分区では生育初期は1.5～1.8、生育中期は1.8～2.3、生育後期は2.0～2.5、中水分区では、生育初期は1.5～1.8、生育中期は1.6～2.0、生育後期は2.0～2.5、多水分区では生育初期・中期は1.2～1.8、生育後期は1.5～2.0の範囲を推移した。

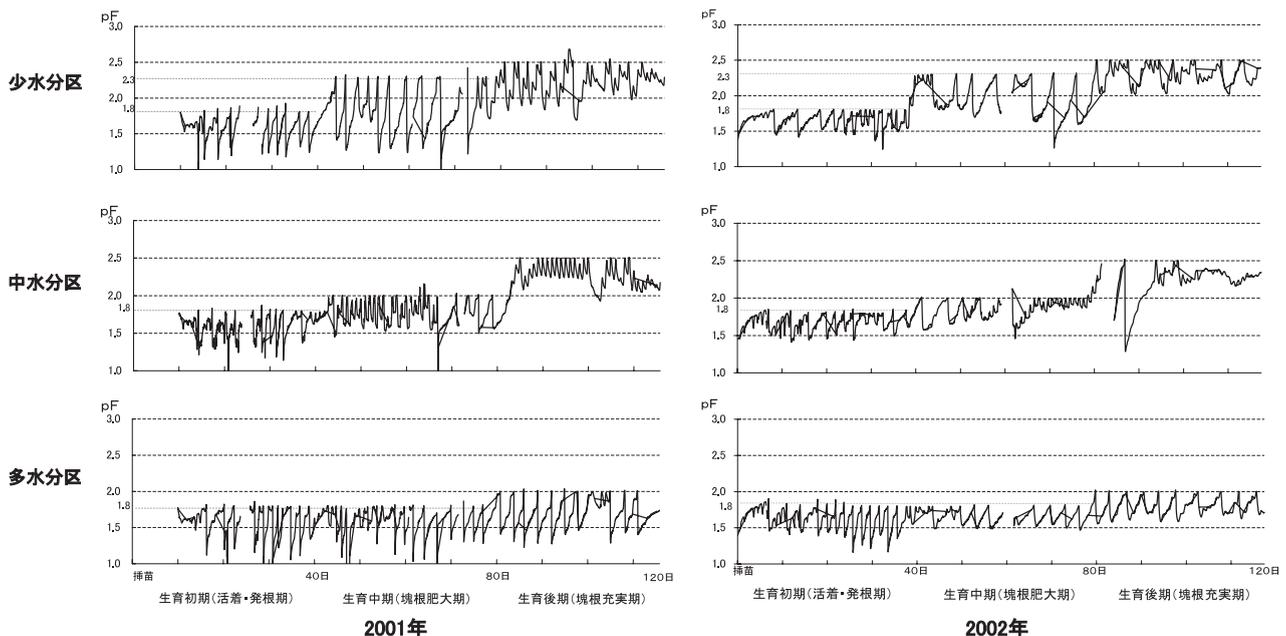
2 サツマイモのつる重および収量

収穫時のつる重を第3表に示した。2001年は中水分区、多水分区がほぼ同程度で、少水分区がもっとも軽かった。2002年は中水分区、多水分区、少水分区の順で重かった。

サツマイモ20株あたりの塊根数および塊根重を第4図に示した。2001年は、総個数・総塊根重、市場価値の高い秀品個数・秀品塊根重が、中水分区で最も多かった。2002年は、総個数・総塊根重、秀品塊根重が、中水分区で最も多かった。

3 サツマイモの外観品質

塊根の外観品質を第5図に示した。2001年は、少水分区の塊根は表面の凹凸の無いものが多く、皮目の大きいものが少なかった。中水分区では塊根に曲がりのない

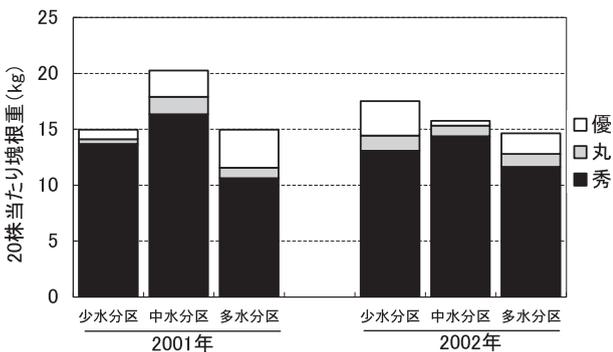
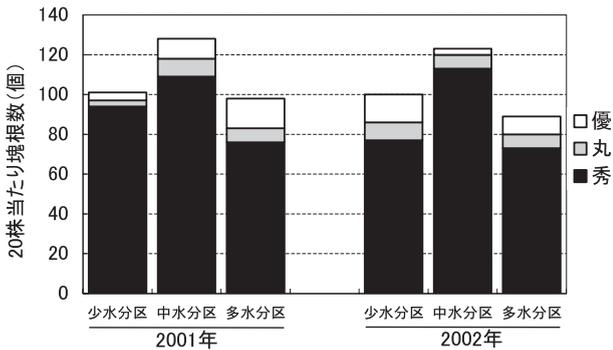


第3図 各試験区の畦内におけるpF値の推移
注) a点（畦の最頂部から20cmの深さ）の測定値

第3表 各試験区の収穫時におけるつる重

試験区	2001年	2002年
少水分区	10.1	10.1
中水分区	11.8	12.8
多水分区	12.0	11.8

注) 数値単位: kg/20株



第4図 各試験区の塊根数および塊根重

注) 秀: 形状・色沢良好なもの
丸: 長径/短径が2.5以下のもの
優: 秀に次ぐもの

もの、くびれの無いものが多かった。2002年は、中水分区では表面の凹凸の無いもの、塊根に曲がりの無いものが多かった。多水分区では塊根のくびれの程度が強いものが多く、また皮目の大きい塊根も多かった。

塊根の皮色を第4表に示した。2001年は試験区間に明確な違いは認められなかったが、2002年は、中水分区で最も赤みが強い傾向が認められた。

4 蒸しイモの内容成分

蒸しイモの内容成分を第4表に示した。2001、2002年ともに、蒸しイモの糖含量(グルコース、フルクトース、スクロース、マルトースの合計量)は少水分区、中水分区、多水分区の順で多かった。糖度は少水分区と中水分区はほぼ同等であったが、多水分区は低かった。水分率は多水分区の塊根で高い傾向であった。

考 察

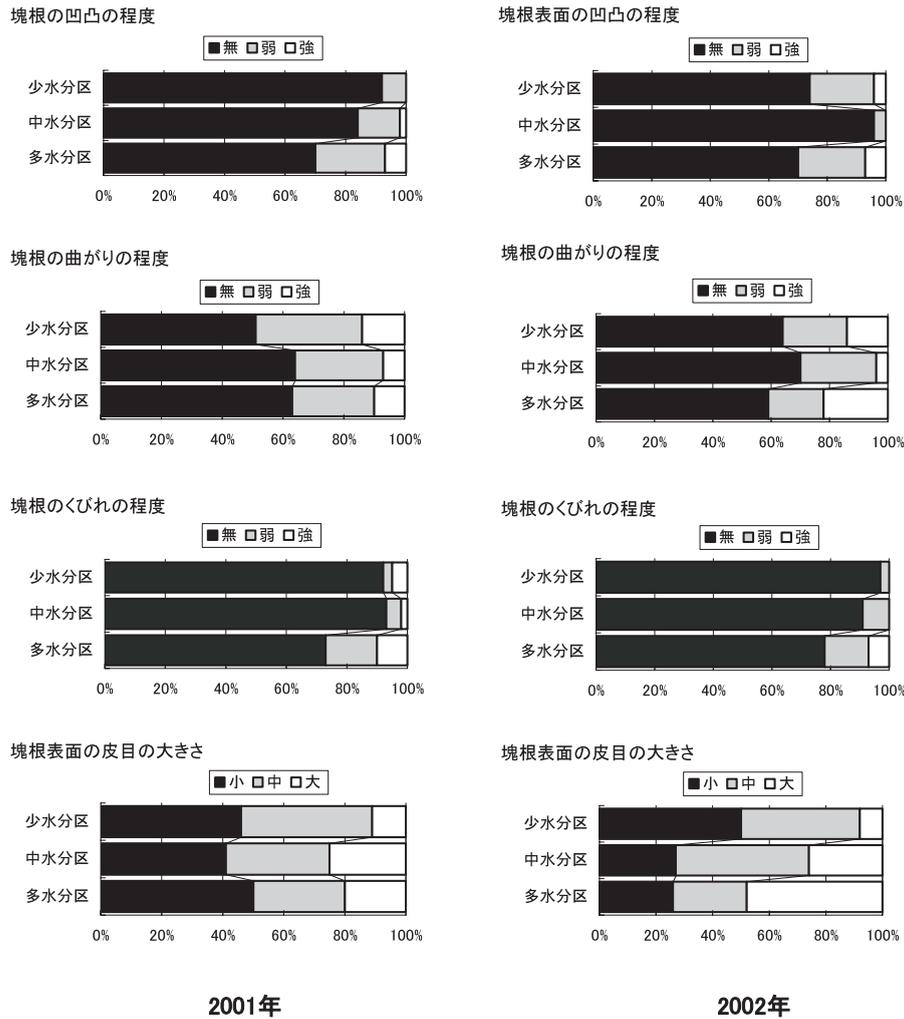
本県の砂地畑におけるサツマイモ栽培では、畦の表面をマルチで被覆していることから、灌水や降雨時の畦内への水分の移動はマルチ被覆がされていない畦間(谷)からの浸透によるか、畦の最頂部に開けられたサツマイモ挿苗穴からの侵入が予想される。そのため畦の最頂部から20cmの深さに土壤水分センサーを埋設した場合、灌水した水がセンサーに達するまでに時間が経過し、必要以上の量を灌水することが予想される。そこで、本試験では、a点(畦の最頂部から深さ20cmの位置)に灌水開始の指令を出すセンサーを、b点(畦間の深さ20cm(2001年)、10cm(2002年)の位置)に灌水停止の指令を出すセンサーをそれぞれ埋設する方法を採用した。2001年のa点におけるpF値の推移を見ると、各試験区でpF値の上限は自動灌水により設定どおりに管理できていたが、pF値の下限は試験区および生育時期により

第4表 各試験区における塊根の皮色および蒸しイモの糖・水分率

試験区	皮色 ¹⁾			糖含量 ²⁾	糖度 ³⁾	水分率 (%)	
	L*	a*	b*	(mg/蒸しイモ1g)			
2001年	少水分区	35.4	18.8	3.4	142.9	5.3	63.3
	中水分区	34.9	18.5	4.3	135.3	5.2	64.9
	多水分区	36.1	18.6	3.3	129.1	4.8	65.6
2002年	少水分区	36.3	14.9	5.1	95.9	4.3	64.2
	中水分区	36.0	18.5	4.7	93.3	4.2	63.4
	多水分区	34.7	16.7	2.9	90.5	3.9	65.2

注1) L*は明度、a*は赤み(数値が大きいほど赤い)、b*は黄色み(数値が大きいほど黄色い)を示す。
2) グルコース、フルクトース、スクロース、マルトースの合計量を示す。
3) Brix%の値を示す。

砂地畑における土壌水分の推移がサツマイモの収量および品質に及ぼす影響



第5図 各試験区における塊根の外観品質
注) 秀品のM~2L級を調査

異なり、一定の傾向は認められず、例えば少水分区の生育中期にはpF値の変動する範囲が大きくなることがあった。この理由として、b点の灌水停止を全試験区ともpF1.5と設定していたためと考え、挿苗後74日目の7月22日以降、灌水停止を第1表のとおりに変更した。また、b点の位置が深すぎたため、結果的に灌水停止の命令を出すのが遅くなり、灌水量が多くなったとも考えられた。そこで、2002年はこの2点を改善した設計を行い試験を行った。その結果、2001年よりもpF値の変動する範囲を小さくすることができ、2002年の測定システムを用いることで、畦内のpF値を設定値どおりに管理できることが明らかになった。

サツマイモを対象に土壌水分管理を行い、塊根肥大・品質形成に及ぼす影響を調査した報告は多数ある。塊根肥大に関して、猪野¹⁾は生育盛期の極端な乾燥は丸イモが多くなり、特に高系14号で発生しやすいとしている。また、内容成分に関して、武田ら⁸⁾はデンプン価と糖含

量を高めるためには収穫前の1ヵ月間は水を切り生育を抑える、犬飼ら²⁾は土壌の排水性を高めることが食味向上につながる、としている。本試験でも各区とも施肥は同様に行い、また収穫跡地土壌の理化学性を分析した結果、明確な差が認められなかったことから、試験区毎に実施した土壌水分管理の違いがサツマイモの外観品質や収量、内容成分に影響を及ぼしたものと考えられた。

2001年の塊根肥大期にあたる生育中期のpF値は、少水分区では乾燥、過湿を繰り返し、多水分区は過湿状態で推移していた。一方、中水分区のpF値は1.5~2.0の範囲を推移していた。土壌の過乾燥および過湿は塊根への分化を抑制し減収につながる⁷⁾ことから、中水分区の土壌水分状態が塊根肥大に最も適していたと考えられ、その結果、総塊根重量、秀品重量が重くなったと推察された。また、2002年の中水分区の塊根は表面がなめらかで、外観品質に優れた紡錘形のものが多かったため、結果として市場価値の高い秀品収量が多くなり、優品、丸

規格の塊根が少なくなっていた。

サツマイモは順調に生育すれば原生木部が5~6つに分裂し、それぞれに形成層を作り、それを中心に肥大するので外観は5~6角形に角張ってくる⁸⁾ことが知られている。設定どおりに土壤水分が管理できた2002年の外観品質を見ると、少水分区は塊根が良好に肥大し、その結果、外観が角張り、塊根表面の凹凸が中水分区より強く観察されたと考えられた。一方、多水分区では土壤水分が多く通気性が悪かったことが中水分区に比べて凹凸の程度が強い、曲がりの程度が強い、くびれの程度が強い等外観品質の低下の原因になったと推察された。同様に2001年の生育後半は、多水分区のpF値が1.3~1.8と少、中水分区に比べて低く推移しており、通気性が劣っていたことが予想される。このことが多水分区の塊根は曲がりの程度が強い、くびれの程度が強い等外観品質の低下に繋がったと推察された。

2002年の多水分区では、皮目の大きい塊根の割合が特に多く見られた。梯ら⁵⁾は土壤水分が多く推移すると、土壤中の酸素不足により塊根表面の皮目が大きくなると報告している。多水分区は生育期間を通してpF値が低く推移しており、同様に土壤中の酸素不足が原因と思われた。

2002年の中水分区の塊根は、試験区の中で最も皮色の赤みが強い傾向が認められた。サツマイモの皮色は土壤の種類・物理的条件等に影響することが知られており、過乾燥や過湿気味となるような土壤では著しく赤みの発現が阻害される³⁾ため、中水分区の土壤水分状態が塊根の皮色形成にとって最も適した環境であったと推測された。

市場におけるサツマイモの価格は、塊根の形状と皮色に置く比重が高いが、近年、消費者の嗜好は外観品質だけでなく食味を重要視する傾向にもあるため、蒸しイモの糖について分析を行った。その結果、HPLCを用いて測定した糖含量、糖度計で簡易に測定した糖度ともに、少、中、多水分区の順で高かった。また、多水分区の塊根は生イモ中の水分率が高かった。食味と甘さとの間には高い相関関係が認められ、塊根の水分率と甘さの間には負の相関関係が認められる⁶⁾ことから、多水分区の塊根は少、中水分区と比べて食味が劣ると考えられる。このことから、生育中~後期にかけて土壤を乾燥気味に管理することでサツマイモの糖含量の増加、水分率の低下につながり、その結果食味が向上すると考えられた。

以上のように、塊根の外観品質や蒸しイモの内容成分は、多水分区に比べて少水分区、中水分区が優れる傾向が認められた。一方、秀品収量は、中水分区が最も多

かった。これらのことから、収量と品質を総合的に判断すると、土壤水分を中水分区のように管理し推移させることが、サツマイモの品質向上・秀品収量の増加にとって最も適当と思われた。

そこで、次のとおりサツマイモを高品質栽培するための土壤水分管理指針を策定した。すなわち、サツマイモ挿苗~40日目頃の生育初期はpF1.5~1.8、挿苗後41~80日目頃の生育中期はpF1.8~2.0、挿苗後81~120日目頃の生育後期はpF2.0~2.5程度を土壤水分管理の目安とすることでサツマイモの外観品質が向上し、市場価値の高い秀品収量も増加する。

本試験は、新規に造成後、約10年間「手入れ砂」を客土していない連作砂地畑で行ったものであることから、良質の「手入れ砂」の入手が困難になってきている現在の状況において本土壤水分管理技術は、サツマイモの高品質栽培を維持する「手入れ砂」に頼らない代替技術として一つの有効な手段と考えられた。現在、県内砂地畑全域において、暗渠排水は必要な圃場にはほぼ埋設され、また灌水用の用水網の工事は着々と進められており、生産者が土壤水分を管理できる環境は整備されつつある。今後は、本指針を活用した圃場毎によるきめ細かな土壤水分管理の普及が期待される。

摘 要

サツマイモの生育ステージ毎における土壤水分の推移が、収量および品質に及ぼす影響を明らかにした。

- 1 畦の最頂部から20cmの深さに灌水開始の指令を、畦間(谷)の深さ10cmの位置に灌水停止の指令を出す土壤水分センサーを埋設することにより、畦内のpF値を設定どおり管理できることが明らかになった。
- 2 サツマイモ秀品収量は、中水分区が最も多かった。
- 3 サツマイモの外観品質や蒸しイモの内容成分は、少水分区、中水分区が多水分区に比べて優った。
- 4 収量・品質を総合的に判断すると、土壤水分を中水分区のように管理し推移させることが、サツマイモの品質向上・秀品収量の増加にとって最も適当と思われた。

以上のことから、次のとおりサツマイモを高品質栽培するための土壤水分管理指針を策定した。

サツマイモ挿苗~40日目頃の生育初期は畦内をpF1.5~1.8、挿苗後41~80日目頃の生育中期はpF1.8~2.0、挿苗後81~120日目頃の生育後期はpF2.0~2.5程度を土壤水分管理の目安とし、生育ステージが進むに従って徐々に土壤が乾燥気味に推移するように管理する。

引用文献

- 1) 猪野誠 (1987) : 農業技術体系, 作物編5. 農文協.
- 2) 犬飼義明・芝山秀次郎・松林隆宗 (2002) : カンショの食味, 特に甘み向上に関わる栽培環境要因. 海と台地, 14 : 1 ~ 7.
- 3) 大橋義弘 (1979) : 農業技術体系, 野菜編10-2. 農文協.
- 4) 梯美仁 (1998) : 造成砂地畑の特徴と土壌管理. 日本砂丘学会誌, 45 : 45 ~ 51.
- 5) _____・黒島忠司 (1999) : サツマイモ栽培における砂地畑土壌の適正粒径組成. 徳島農試研報, 35 : 20 ~ 25.
- 6) 松本淳 (2003) : 石川県砂丘地園芸の現状と試研研究成果. 日本砂丘学会誌, 49(3) : 121 ~ 127.
- 7) 武田英之・猪野誠・安藤光一 (1984) : 食用カンショ生産技術の現状と改善法〔1〕. 農業及び園芸, 59(5) : 683 ~ 688.
- 8) _____ : _____〔3〕. _____, 59(7) : 933 ~ 937.

〔徳島農研報 No.3〕
〔21～24 2006〕

シンテッポウユリ新品種 ‘阿波の白雪’ の育成

高木和彦・前田浩典*・新居宏延・前田典子**

A new *Lilium* × *formolonga* variety ‘Awanoshirayuki’

Kazuhiko TAKAGI, Hirofumi MAEDA, Hironobu NII and Noriko MAEDA

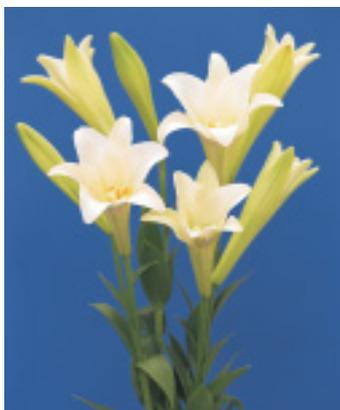
要

約

高木和彦・前田浩典・新居宏延・前田典子（2006）：シンテッポウユリ新品種 ‘阿波の白雪’ の育成，徳島農研報（3）：21～24.

西南暖地栽培向きのシンテッポウユリ新品種 ‘阿波の白雪’ を ‘新雪’ からの集団選抜法によって育成した。本品種は，生育や開花揃いが良く，2～5輪の蕾をやや上向きに着生する。4月上旬に定植すると開花盛期は7月下旬になる。

キーワード：シンテッポウユリ，新品種，上向き



第1図 ‘阿波の白雪’ の草姿



第2図 ‘阿波の白雪’ の開花状況
(2000年7月)

はじめに

シンテッポウユリは，長野県の西村進氏が台湾原産の実生で短期間に開花するタカサゴユリと青軸の早生テッポウユリを交配し，1938年に作出したユリである²⁾。このユリは，テッポウユリの切り花生産の端境期である7～9月に出荷され，夏期には欠かすことのできない花であり，これまでに，多数の品種が育成されている¹⁾。

しかし，これらの品種は生育開花が不揃いであることや花がやや下向きに咲くこと，露地栽培が中心のため，

西南暖地では梅雨時期に葉枯病防除に労力を要するなどの問題点があった。

そこで，当研究所では1988年から生育や開花揃いが良く，葉枯病に強く，3～4個の花が上向きに咲く等の良好な特性と市場性を備える西南暖地向き品種の育成を開始し，目標にかなった系統を選抜育成したので ‘阿波の白雪’ と命名し，種苗登録申請を行った。2004年1月13日に種苗法による登録が第11649号として完了したので，育成経過と特性を報告する。

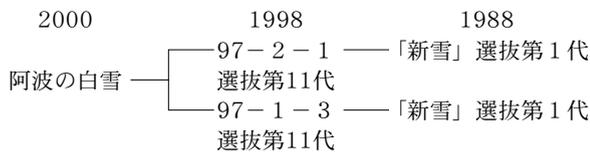
育成経過

(1) 来歴

1988年から‘新雪’を栽培し、集団選抜法によって3～4個の花が上向きに咲く個体の育成を行った。1994年に育成後代が‘あさま’‘津山’‘ホワイトランサー’と比較して葉枯病に強いことを確認し、特に花が上向きに咲く数個体を選抜し交配を行った。1995年から循環選択法によって組合せ能力の検定を行い、1998年に優秀な1組合せ(子房親97-2-1, 花粉親97-1-3)を選抜した。

1999, 2000年にこの選抜系統の特性調査を行い、目的とする特性と良好な品質を備えることを確認し、育成を終了した。

(2) 育成系統図



第3図 育成系統図

品種特性

‘阿波の白雪’の品種特性概要を第1表に、対照品種を

加えた形態的特徴を第2表に、生態的特徴を第3表に示した。なお、1999年度栽培の播種日は1998年12月16日、定植日は1999年4月12日、2000年度栽培の播種日は1999年12月20日、定植日は2000年4月11日である。

1 形態的特徴

1) 植物体

切り花の長さは約110cm, 重量は200g前後, 茎の直径は約10mmで, ‘雷山1号’‘雷山2号’‘さやか’等と比較するとボリューム感で劣る。しかし, 切り花の長さは県内産地の秀品規格である90cmを超えており品質的に問題はない。また, 親品種の‘新雪’と形態が類似し, 花がやや下向きの‘新雪セレクト’と比較すると, 切り花の長さ, 重量は劣るが, 花の向きは明らかに上向きを示している。

2) 花

花の数は2～5輪の株が多い。花の上向き程度はやや小さく, 斜め上向きに咲く。また, 小花数が多くなるにともない第1小花の着生角度は大きくなり, 花の向きは水平に近くなる。

内花被の長さは対照品種とほぼ同じであるが, 幅はやや細い。

また, 小花数が多くなるにともない花が小さくなる傾向

第1表 ‘阿波の白雪’の植物体の特性(品種登録願のゆりの特性表に従った)

形質	形質にかかる特性	形質	形質にかかる特性
花		花梗の太さ	中
花の大きさ	中輪	花梗の色	緑
花の全体の形	テップウユリ型	花梗への葉の着生	有
花の向き	15～29°	第一花梗の向き	15～29°
花径	120～149mm	一花茎の花数	やや小
花房の形状	散形花序	花の香り	中
花色(花弁基部)	濃黄緑(JHSカラーチャート3106)	花の開花始期	早
花色(花弁地色)	黄白(同2502)	つぼみ	
花色(中肋部)	浅黄緑(同3304)	つぼみの形	IX型
花色(縁部)	黄白(同2502)	植物体	
花色(裏面)	黄白(同2502)	草丈	100～129cm
花被のねじれ	1/8未満	茎の直径	10.0～14.9mm
花被上の乳状突起	無	茎の色	緑
内花被の幅	60～79mm	毛じ	無
内花被の長さ	18～23cm	節間長(茎の中央部)	20～39mm
内花被の形	I型	(止葉下)	60～79mm
内花被先端の形状	III型	葉	
内花被の反転の程度	VIII型	葉序	2/5
内花被1枚の斑点の数	0	葉全体の形	披針形
外花被の幅	40～49mm	葉身中央部の反り	やや外反転
外花被の長さ	16～23cm	葉先端部の反り	やや外反転
外花被の形	IV型	葉のねじれ	無
外花被先端の形状	V型	葉幅	20～29mm
外花被の反転の程度	V型	葉長	12～15cm
外花被1枚の斑点の数	0	葉の光沢	有
花糸の色	白	葉の数	中
花粉の色	黄	葉の着生角度	30～59°
第一花梗の長さ	120～149mm	早晩生	早生

シンテッポウユリ新品種 ‘阿波の白雪’ の育成

がある。

3) 葉

葉の長さは対照品種とほぼ同じ、幅はやや細く、全体の形は披針形である。

2 生態的特徴

1) 発芽

播種後最低気温を 15℃ 以上に保つと約 2 週間後から

1 ヶ月の間にほぼ 100% 発芽する。

2) 開花

4 月上旬に定植すると、7 月中旬から開花が始まる。

早生品種とされる ‘雷山 1 号’ より開花盛期は約 1 週間

第 2 表 形態的特徴

栽培年 品種名	切り花		莖径 (cm)	花		中位葉		内花被	
	長さ (cm)	重量 (g)		数 (個)	向き (°)	長さ (cm)	幅 (cm)	長さ (cm)	幅 (cm)
1999年									
阿波の白雪	108	178	0.92	2.6	37.4	13.6	2.8	17.6	5.5
雷山 2 号	135	312	1.06	4.4	40.2	14.3	3.1	17.0	6.4
さやか	162	360	1.14	4.0	45.9	14.3	3.1	17.6	6.7
2000年									
阿波の白雪	110	206	1.10	4.1	63.2	13.4	2.7	15.5	5.2
雷山 1 号	120	270	1.08	5.0	48.6	13.6	3.4	15.9	6.3
さやか	140	314	1.12	4.7	60.0	13.1	3.4	16.8	6.6
新雪セレクト	140	250	1.06	4.1	97.6	14.0	3.0	17.0	5.9

注) 莖径：茎上部より 1/3 の位置で長径を測定、花の向き：第 1 小花の垂直に対しての角度

第 3 表 生態的特徴

栽培年 品種名	発芽率 (%)	採花率 (%)	第 1 小花開花日		病害 程度 (cm)
			平均 (始～終) (月/日)		
1999年					
阿波の白雪	77.5	125	7/30(7/15～8/21)		6.8
雷山 2 号	63.5	108	8/09(7/18～8/22)		13.6
さやか	61.2	92	8/12(8/05～8/19)		16.0
2000年					
阿波の白雪	99.0	95	7/22(7/15～7/27)		—
雷山 1 号	83.4	100	7/28(7/16～8/05)		—
さやか	59.2	90	8/07(7/31～8/19)		—
新雪セレクト	52.0	98	8/05(7/23～8/18)		—

注) 発芽率：1999 年播種 2 週間後、2000 年播種 1 ヶ月後調査
病害程度：収穫時の株元から葉枯病斑のある本葉までの高さ

第 4 表 ‘阿波の白雪’ の播種・定植時期と生育開花および切り花品質

播種日 (年/月/日)	定植日 (年/月/日)	採花 株率 (%)	第 1 小花開花日 平均 (始～終) (月/日)	切り花		蕾		ロゼット 株率 (%)
				長さ (cm)	重さ (g)	数 (個)	向き (°)	
2001/12/26	2002/ 4 / 8	87.5	7 / 19 (7 / 12 ~ 7 / 25)	93	146	3.2	49.1	0.0
		100.0	7 / 26 (7 / 15 ~ 8 / 7)	103	180	3.8	59.2	0.0
		80.0	8 / 25 (8 / 9 ~ 9 / 18)	97	208	4.2	73.2	15.3
		30.0	9 / 5 (8 / 24 ~ 9 / 18)	89	180	4.7	70.9	52.8
2002/ 1/21	2003/ 4 / 8	92.5	7 / 27 (7 / 11 ~ 9 / 1)	98	181	3.8	55.4	0.0
		100.0	8 / 4 (7 / 25 ~ 8 / 29)	106	199	3.9	46.2	0.0
		40.0	9 / 7 (8 / 24 ~ 9 / 19)	84	139	3.1	54.4	42.1

ほど早く、収穫期幅は短い。2 番花が採花できる株がある。

3) 病害

葉枯病耐病性は ‘雷山 2 号’ や ‘さやか’ より強いと考えられる。

適作性

‘阿波の白雪’ の播種・定植時期と生育開花および切り花品質を 第 4 表に示した。

徳島県の平坦部において、12 月下旬播種、4 月上旬定植で 7 月上旬からの出荷になる。また、1 月中旬播種、4 月下旬定植で 7 月下旬からの出荷になる。採花株率や切り花の長さは 4 月下旬定植で最も良好である。これは、定植が 5 月以降になると苗の老化が始まり早期抽だいによる未着蕾の株が発生すること、また定植後の高温や土壌の乾燥等のストレスによりロゼット株や早期に花芽分化し草丈が確保できない株が発生することが原因である。

名前の由来

シンテッポウユリの清楚な白い花は、雪を連想させる。南国の徳島県では雪の降ることは珍しく、雪に対してあこがれを持つ県民も多い。そこで、雪のように人々に愛されるような花になってほしいとの想いを込め、「阿波の白雪」とした。

摘 要

西南暖地において、栽培が容易で市場性の高い品種を育成するため、‘新雪’を素材として、集団選抜法と循環選抜法による育種を 1988 年から開始した。

1 生育や開花揃いが良く、葉枯病に対しては ‘雷山 2 号’ や ‘さやか’ より強く、2～5 個の花がやや上向きに咲く品種を育成し、2004 年に ‘阿波の白雪’ と命名した。

- 2 適する作型は、1月下旬に播種し、4月下旬に定植する作型である。この作型の収穫最盛期は8月上旬で、長さ、重さ、花蕾数等の品質で最も市場性の高い切り花が得られる。5月以降の定植は、採花株率が低下するため適さない。

引用文献

- 1) 清水基夫編著(1987)：日本のユリ原種とその園芸種，誠文堂新光社（東京）：157-159.
- 2) 渡辺寛之（1988）：シンテツポウユリ，栽培の基礎，林 角郎監修，切り花栽培の新技术，球根，誠文堂新光社（東京）：84-85.

〔徳島農研報 No.3〕
〔25~29 2006〕

様々な培養容器でのエキザカムの インビトロにおける生育と開花*

川村泰史**・吉原 均・新居宏延

In vitro growth and flowering of *Exacum affine* seedlings in various culture bottles

Hirofumi KAWAMURA, Hitoshi YOSHIHARA and Hironobu NII

要 約

川村泰史・吉原均・新居宏延(2006)：様々な培養容器でのエキザカムのインビトロにおける生育と開花, 徳島農研報(3)：25~29.

エキザカムを培養容器内で開花させて観賞するインビトロフラワーとして利用するために、培養容器の大きさ、移植時期、開花用培地濃度の影響を調査し、生育と開花に対する最適な条件を選定した。

培養容器は容積11~940mLの6種類、培地量は3~100mLで検討した結果、容積・培地量が小さいほど開花が不安定となった。

小さな培養容器で開花させるための移植時期は播種後20日が適していた。

開花用培地濃度は1/4MSとシヨ糖濃度50g/Lの組合せが開花および観賞に適していた。

キーワード：エキザカム, インビトロ, 培養容器, 生育, 開花

はじめに

今日、都市化の進展により花きや小さな植物等で身近に自然を感じたいという気持ちを持つ人が増えてきていると考えられる。そこで、いつでも身近にある植物に灌水や施肥等の管理が不要であるなら容易に生育を楽しむことができると考えられる。

試験管等のインビトロの状態安定して開花させる技術については東京農大の雨木らがエキザカム^{1),2),4),5)}やカラコエ^{6),7)}で研究を行っており、例えば、エキザカムの開花方法は生育途中に蒸留水(滅菌水)やジベレリン(GA₃)を添加すること、培養容器によって適当な培地量があること等が報告されている。しかし、これらの報告では主に平底試験管を用いて試験が行われているので、インビトロでの開花技術を実用化するためには様々な培養容器での生育と開花状況について把握する必要があると考えられた。

そこで、筆者らはインビトロフラワーの代表例として

エキザカムを用い、さまざまな培養容器での開花特性を調査し、また、開花が不安定な小さい培養容器において移植時期、開花用培地濃度を検討し、安定的な開花をさせるために必要な条件について一定の知見を得たので報告する。

試験方法

エキザカムの品種には‘ミゼットブルー’を用いた。無菌播種を行って得た無菌植物を材料として供試した。

無菌植物を得るために種子の殺菌はポリエステル製繊維の袋(商品名：お茶パック)に約5mgの種子を入れ、70%エタノールに約30秒浸漬した後、1%次亜塩素酸ナトリウム溶液に10分間浸漬し、滅菌水で3分間3回洗浄した。殺菌して得られた種子は50mLの培地の入ったプラントボックスに駒込ピペットを使って5mL程度の滅菌水で洗い流すことにより置床した。

培地は全体の濃度を1/4としたMS培地³⁾を用い、特

記無き場合、シヨ糖濃度 40g/L、寒天 8g/L を加え、培地は全て pH5.8 に調整後、湯煎により寒天を溶解したものを培養容器に分注してから 121°C、15 分の条件で高温高压の滅菌処理を行った。

環境条件として温度は 25°C に設定し、培地面付近で照度約 5000lx、14 時間日長で管理した。

開花調査は肉眼にて確認を行い、蕾が見えた場合は蕾、花弁展開したものを開花中、開花が終わって萎んだものを開花済、蕾のままで開花せずに褐変枯死したものを未開花枯死とした。また、調査は 6 ~ 17 日の間隔で適宜実施した。

1 培養容器の種類

第 1 表に示すとおり、6 種類の培養容器を用いた。

バイアル瓶は蓋のゴムを外して使用した。試験管の蓋には半透明耐熱性プラスチックを用いた。UM サンプル瓶とプラントボックスは半透明耐熱性プラスチックの蓋を用い、孔を空けて通気性の膜（商品名：ミリシール）を貼り、換気を行った。

播種は 2003 年 7 月 16 日、播種から 8 日後に移植し、供試本数は各区 10 本とした。

2 移植時期

第 1 表 培養容器の種類、容積、培地量

培養容器の種類	容積 (mL)	培地量 (mL)
バイアル瓶 A	11	3
バイアル瓶 B	20	5
試験管 A	45	10
試験管 B	60	20
プラントボックス	380	50
UM サンプル瓶	940	100

移植時期の試験は培養容器としてバイアル瓶 A、バイアル瓶 B、試験管 A を用い、容積、培地量は 1 の試験に準じた。播種は 2003 年 9 月 23 日に行い、5、10、15、20、25 日後に移植した。供試本数は各区 10 本とした。

3 開花用培地濃度

開花用培地濃度の試験では培養容器としてバイアル瓶 A と試験管 A を用い、培地濃度は 1/4MS、1/2MS、MS とシヨ糖濃度 30、40、50 (g/L) を組み合わせて試験を行った。容積、培地量は 1 の試験に準じ、供試本数は各区 20 本とした。

2004 年 4 月 30 日に 1/4MS、シヨ糖濃度 40g/L、pH5.8、寒天 8g/L の培地に播種し、21 日後の 5 月 21 日に移植した。播種から 48 日後の 6 月 18 日に滅菌した

蒸留水をバイアル瓶は各 0.5mL、試験管は各 2.0mL 添加した。

試験結果

1 培養容器の種類

培養容器の種類が生育と開花に及ぼす影響を第 2 表に示した。

生育は、培養容器が大きく培地量の多い区ほど草丈が高く、乾物量が多くなった。

開花状況は、播種から 64 日後に蕾を確認し、119 日後に多くの試験区で開花を確認した。141 日後にはどの培養容器でも開花済の個体が多くなった。培養容器が大きいほど小花総数が多くなる傾向が見られた。試験管 A よりも大きな培養容器では全ての株で開花が確認された。バイアル瓶 A、B では開花しない個体が見られ、小花総数も少なく、開花が不安定であった。

全ての区で開花を確認した 10 月 10 日に、それぞれの培養容器で開花したものを第 1 図に示した。

2 移植時期

移植時期が生育と開花に及ぼす影響を第 3 表に示した。

生育は、バイアル瓶 A、バイアル瓶 B では 20 日後、試験管 A では 25 日後に移植すると葉数が最も多くなり、生育旺盛であった。バイアル瓶では特に早期に移植した場合、培地が著しく減少して生育が停止した。

開花状況は、播種から 64 日後に蕾を確認し、118 日後に多くの試験区で開花を確認した。バイアル瓶 A では殆ど開花が見られず、バイアル瓶 B では 20 日後、試験管 A では 15 日後に移植すると小花総数が多く、開花株数も多くなった。バイアル瓶 A、B 共に全て開花する試験区はなかった。

3 開花用培地濃度

開花用培地濃度が生育と開花に及ぼす影響を第 4 表に示した。

バイアル瓶 A の茎葉生重は移植から 151 日後に MS でシヨ糖濃度 30g/L の区で最も高くなったが、これよりシヨ糖濃度を高くすると生育の低下が見られた。一方、1/2MS、1/4MS ではシヨ糖濃度の影響はほとんどなく、茎葉生重は 1/2MS では約 0.3g、1/4MS では約 0.2g であった。試験管 A の茎葉生重は MS でシヨ糖濃度 50g/L と高い場合には最も重くなり、1/2MS はいずれのシヨ糖濃度区でも約 0.9g、1/4MS はいずれのシヨ糖濃度区でも約 0.6g とほとんど差がなく、バイアル瓶 A とは逆

様々な培養容器でのエキザカムのインビトロにおける生育と開花

第2表 培養容器の種類が開花と生育に及ぼす影響

試験区	64日後			119日後			141日後				生育状況(141日後)		
	a	a	b	c	a	b	c	d	小花総数	開花株(%)	草丈(cm)	地下部(mg)	地上部(mg)
バイアル瓶A	2	0	0	2	2	0	2	1	5	20	4.4	28	29
バイアル瓶B	2	0	1	4	0	0	6	1	7	30	4.3	46	37
試験管A	1	9	8	11	6	4	21	1	32	100	4.8	110	62
試験管B	0	7	6	21	3	3	29	4	39	100	7.5	135	92
プラントボックス	10	25	56	56	39	39	107	3	188	100	7.3	444	305
UMサンプル瓶	0	80	47	59	43	22	121	10	196	100	9.0	635	603

注) 表中の日数は播種からの経過日数を示す。
 小花の状態 a: 蕾, b: 開花中, c: 開花済, d: 未開花枯死
 小花総数は供試10個体当たりの総数。
 地下部と地上部の重さは乾物重: 播種から141日後に採取, 70°C 累計約70時間の乾燥処理。

第3表 培養容器と移植時期が生育と開花に及ぼす影響

試験区		生育状況(本葉展開数)			64日後		118日後				
容器の種類	移植時期	5日後	25日後	50日後	a	a	b	c	d	小花総数	開花株(%)
バイアル瓶A	5	発芽	1.8	3.8	0	0	0	0	0	0	0
	10	—	2.0	4.2	0	0	0	0	1	1	0
	15	—	3.8	6.6	0	0	0	0	1	1	0
	20	—	5.4	11.8	2	0	0	1	5	6	10
	25	—	3.8	8.6	0	0	1	0	0	1	10
	30	—	—	4.8	0	0	0	0	0	0	0
バイアル瓶B	5	発芽	2.0	2.8	0	0	0	0	0	0	0
	10	—	2.0	4.0	0	0	0	0	0	0	0
	15	—	4.0	6.0	0	0	0	0	1	1	0
	20	—	4.8	13.2	1	1	0	6	1	8	60
	25	—	3.6	6.2	0	0	2	0	3	5	10
	30	—	—	5.2	0	3	4	0	0	7	40
試験管A	5	発芽	4.0	8.2	2	3	10	14	9	36	100
	10	—	4.0	11.4	6	1	12	12	11	36	90
	15	—	5.2	13.0	10	2	9	19	13	43	100
	20	—	4.6	16.4	1	2	14	2	11	29	100
	25	—	4.0	17.4	0	3	14	0	8	25	80
	30	—	—	11.2	0	3	16	6	1	26	90

注) 表中の日数は播種からの経過日数を示す。
 小花の状態 a: 蕾, b: 開花中, c: 開花済, d: 未開花枯死
 小花総数は供試10個体当たりの総数。

第4表 開花用培地濃度が開花と生育に及ぼす影響

容器の種類	処理内容		70日後			120日後			151日後			小花総数	開花株(%)	茎葉生重(g)
	培地濃度	ショ糖濃度(g/L)	a	a	b	c	a	b	c	d				
バイアル瓶A	1/4MS	30	2	13	10	1	5	5	12	2	24	75	0.214	
	1/4MS	40	0	10	14	0	5	2	16	2	25	80	0.203	
	1/4MS	50	3	5	18	2	7	8	19	0	34	100	0.190	
	1/2MS	30	0	2	17	0	4	4	17	0	28	95	0.298	
	1/2MS	40	1	5	23	2	5	6	25	1	37	95	0.349	
	1/2MS	50	2	12	25	1	4	9	31	0	44	100	0.323	
	MS	30	0	5	15	0	3	10	17	0	30	90	0.371	
	MS	40	0	11	10	1	4	7	16	0	27	85	0.237	
	MS	50	0	5	4	1	7	3	7	0	17	40	0.129	
	試験管A	1/4MS	30	0	13	9	0	6	5	13	0	24	60	0.608
1/4MS		40	1	13	16	5	7	6	25	1	38	90	0.628	
1/4MS		50	7	11	23	14	4	13	39	0	56	95	0.624	
1/2MS		30	0	12	13	2	15	7	26	0	48	80	0.925	
1/2MS		40	0	12	15	18	8	3	40	1	51	100	0.960	
1/2MS		50	4	22	23	23	7	6	58	4	75	90	0.951	
MS		30	0	10	8	2	13	9	18	0	40	60	0.698	
MS		40	0	12	6	1	24	17	15	0	56	85	0.623	
MS		50	0	25	16	3	21	16	43	0	80	95	1.075	

注) 表中の日数は播種からの経過日数を示す。
 小花の状態 a: 蕾, b: 開花中, c: 開花済, d: 未開花枯死
 小花総数は供試20個体当たりの総数。
 茎葉生重は播種から151日後の9/28に採取して測定した平均値。



第1図 培養容器の種類毎の開花状況 (2003年10月10日)
左からバイアル瓶A, バイアル瓶B, 試験管A, 試験管B,
プラントボックス, UMサンプル瓶

の傾向を示した。

開花状況は、播種から70日後に蕾を確認し、120日後に多くの試験区で開花を確認した。151日後にはどの試験区でも開花済の個体が多くなった。試験管Aでは1/2MS ショ糖濃度 50g/L の区で開花した小花総数が多く、開花株の割合も高かった。また、バイアル瓶Aも1/2MS ショ糖濃度 50g/L の区で最も小花総数が多かったが、生育が旺盛となり、培養容器の中で植物体が容器に接触していた。これに対し、1/4MS ショ糖濃度 50g/L では小花総数はやや少ないものの開花株の割合が高く、生育も容器内に収まっていた。

考 察

1 培養容器の種類

培養容器は容積が大きいほど生育が良く、開花については試験管の容積 45mL、培地量 10mL 以上のものでは全て開花した。

鈴木ら^{4),5)}は蒸留水とジベレリンの添加について試験管において検討しているが、試験目的は培地量の減少を補うことよりも発蕾促進のためであった。しかし、今回の試験から容積の小さいバイアル瓶では生育途中で培地が乾燥して減少し、そのことにより植物体が培地中の養水分を利用できなくなると考えられた。そのため、バイアル瓶のように小さな培養容器を用いてエキザカムを生育・開花させるためには生育途中で水を補給することが不可欠であると考えられた。

2 移植時期

これまで、雨木ら¹⁾はエキザカムを直径 40mm × 長さ 130mm の平底試験管で培地量 40mL のところへ直接無菌播種して使用する場合での試験を行っており、移植の

試験データは無かった。

移植時期はバイアル瓶A, バイアル瓶Bで20日後、試験管Aでは25日後に移植すると生育が良かった。しかし、開花はバイアル瓶A, バイアル瓶Bで20日後、試験管Aでは15日後に移植すると小花総数が多くなり、小さい培養容器では移植時の植物体をある程度大きくしておく必要があると考えられた。

今回の試験により、原因は不明であるが、発芽直後に移植するのは植物体が十分に生育していないことから、生育・開花共に悪影響があったと考えられた。そのため、移植には植物体にある程度の大きさが必要と考えられた。

3 開花用培地濃度

培地濃度試験は雨木ら¹⁾がショ糖濃度 20, 40, 80g/L について換気条件についても併せて検討しており、80g/L と高濃度では草丈が小さくなり、良い結果は得られていなかった。

今回、筆者らの試験と雨木ら¹⁾の試験では換気等異なる条件が多いので単純な比較は出来ない。しかし、ショ糖濃度 50g/L とこれまで通常使われてきた 40g/L より若干高濃度にすることにより、容量の小さい試験管とバイアル瓶で開花が安定することを明らかにした。

また、培養容器の大きさおよび移植時期の試験では移植後滅菌水の添加は行わなかったが、この試験では移植から28日後に滅菌水の添加を行った。バイアル瓶では移植から約1ヵ月後に培地の減少が著しいことが観察されていたことから、滅菌水の添加により生育と開花を促したと考えられる。また、そのことが移植時期の試験と比較して151日後においても多くの株で開花中の状態にあったことにつながったと考えられる。

バイアル瓶A, 試験管A共に1/2MS, ショ糖濃度 50g/L の区で開花した小花総数が多く、開花株の割合も高かった。しかし、バイアル瓶Aの1/2MSでは全てのショ糖濃度区で植物体が培養容器の中で植物体が接触しており、観賞には適していなかった。また、試験管Aでは151日後に1/2MS, ショ糖濃度 50g/L の小花はほとんど開花済みの状態だったが、1/4MS, ショ糖濃度 50g/L の小花は開花中のものが多く、試験管Aでも1/4MS, ショ糖濃度 50g/L が長期間の観賞に適していると考えられた。

今回の試験により、培養容器では容積 11mL のバイアル瓶から容積 940mL のUMサンプル瓶までの大きさでエキザカムが安定して開花する方法が確立したと考える。具体的には、1/4MSでショ糖濃度 40g/L の培地に播

様々な培養容器でのエキザカムのインビトロにおける生育と開花

種して得られた無菌植物を20～25日後に1/4MSでシヨ糖濃度50g/Lの培地に移植して約1ヵ月後に滅菌水を添加すると1ヵ月で開花が始まり、1～2ヵ月の花の観賞期間を経て開花が終了する。このことは雨木ら¹⁾が平底試験管に移植せずに播種後約60日で発蕾、約80日で開花すると報告していることとほぼ一致した。無菌播種した植物を移植して小さな培養容器で管理しても同じ過程を経ることが確認された。

しかし、今回の試験で使用した品種はエキザカムの‘ミゼットブルー’について検討して得られた結果であり、これ以外の植物、品種については検討できていない。今後、様々な植物・品種についても検討していきたいと考えている。

謝 辞

本試験を行うに当たり、殺菌方法、培地、品種選定等について東京農業大学の雨木若慶博士から様々な御助言を頂き、円滑な試験遂行が可能となった。ここに謝意を表す。

摘 要

エキザカムをインビトロフラワーとして利用するために無菌播種から得られた植物体を用いて移植した場合の培養容器の種類、移植時期、開花用培地濃度についての検討を行い適条件を選定した。

- 1 培養容器の種類はバイアル瓶2種類、試験管2種類、プラントボックス、UMサンプル瓶、6種類の培養容器(容積11～940mL)を使って培地量3～100mLで検討した。容積・培地量が小さいものほど開花が不安定であった。

- 2 移植時期は容積バイアル瓶2種類、試験管の3種類の培養容器(容積11, 20, 45mL)で播種から5～25日後に実施し、播種後20日に移植するのが開花に適していた。

- 3 開花用培地濃度はバイアル瓶と試験管の2種類の培養容器(容積11, 45mL)で1/4, 1/2, 1MSとシヨ糖濃度30, 40, 50g/Lを組合せて試験を行い、1/4MSでシヨ糖濃度50g/Lの組合せが開花および観賞に適していた。

引用文献

- 1) 雨木若慶・吉村奈岐・樋口春三(1998): *Exacum affine* のインビトロ開花に及ぼす換気回数、糖濃度の影響. 園学雑, 67(別2): 425.
- 2) _____・黒釜明美(2004): インビトロにおけるエキザカムの生長・開花に及ぼす培地添加量の影響. 園学雑, 73(別1): 158.
- 3) MURASHIGE, T and F. SKOOG (1962): A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant*, 15: 473～497.
- 4) 鈴木絵美・雨木若慶・渡邊博之(2003): インビトロにおけるエキザカムの生長・開花に及ぼすGA₃とその処理液量の影響. 園学雑, 72(別2): 221.
- 5) _____・_____・_____ (2004): インビトロにおけるエキザカムの生長・開花に及ぼすGA₃とその処理時期の影響. 園学雑, 73(別1): 157.
- 6) 梁順子・雨木若慶・樋口春三(1999): *Kalanchoe blossfeldiana* Poellniz. の in vitro 開花に及ぼす品種および培養環境の影響. 園学雑, 68(6): 1170-1177.
- 7) _____・_____・_____ (2000): *Kalanchoe blossfeldiana* Poellniz. の in vitro と in vivo における光周的花成反応の比較. 園学雑, 69(5): 635-640.

〔徳島農研報 No.3〕
31~38 2006

イネ葯培養における培地組成の改良とその利用

吉原 均

Improvement of medium and the use in rice anther culture

Hitoshi YOSHIHARA

要 約

吉原 均(2006)：イネ葯培養における培地組成の改良とその利用，徳島農研報(3)：31~38.

イネの葯培養における1段階法と2段階法それぞれの培地において、添加する炭素源および窒素源について検討した。1段階法培地ではMaltoseを炭素源とし、(NH₄)₂SO₄を含むN6-Y1培地においてカルスの褐変が少なく生育が良好になり、緑色個体の再分化率も向上した。2段階法カルス誘導培地ではMedium B⁵⁾を基本培地とし、炭素源にMaltoseを用い、窒素源として用いる(NH₄)₂SO₄をAlanineに置換することでカルスの生育が良好になり、その後の緑色個体再分化率も向上した。再分化培地では基本培地をMedium Bとし、炭素源にMaltoseを用いることで緑色個体再分化率が向上した。

改良した2段階法培地を5年間にわたって育種現場で使用した結果、効率よく系統を作出できることが実証された。

キーワード：イネ，葯培養，カルス形成，植物体再分化，マルトース，アラニン，グルタミン

はじめに

葯培養は比較的短時間に純系を作り出せる技術であるが、培養効率の低さが問題であり、育種に利用している現場では多大な労力が必要になっている。

培養効率に影響する要因には、花粉の発育ステージ、供試するイネの栽培条件、遺伝子型、葯の前処理、培地組成、培養環境等があり、これらの中でも培地組成の影響は特に大きいと考えられる。

既にイネ完熟種子の胚盤由来カルス培養及び単離花粉培養では、培地に含まれる炭素源と窒素源の種類が及ぼす影響についての報告が小川⁵⁾によってなされている。すなわち、基本培地の無機体窒素量を減らし、培地に炭素源としてMaltoseを用いることでカルスの褐変が少なく生育が良好になること、Glutamineがカルス誘導時に有効な窒素源であること、Alanineを培地に添加することでカルスの褐変が少なく生育が良好になること、等で

第1表 各基本培地の組成

		N 6	M S	N6-Y1	Medium B
Macro-element	NH ₄ NO ₃	—	1,600	—	—
	KNO ₃	2,830	1,820	2,830	2,020
	(NH ₄) ₂ SO ₄	462	—	231	—
	CaCl ₂ ·2H ₂ O	166	440	166	147
	MgSO ₄ ·7H ₂ O	185	370	185	245
	KH ₂ PO ₄	400	170	400	272
Micro-element	FeSO ₄ ·7H ₂ O	27.8	27.8	—	—
	Fe - EDTA	—	—	50	19
	Na ₂ - EDTA	37.3	37.3	—	—
	MnSO ₄ ·4H ₂ O	4.4	22.3	4.4	1.6
	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	1.5	8.6	1.5	2.2
	CoCl ₂ ·6H ₂ O	—	0.025	—	—
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	—	0.025	—	0.2
	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	—	0.25	—	0.13
	KI	0.8	0.83	0.8	—
H ₃ BO ₃	1.6	6.2	1.6	2.8	
Vitamin	Nicotinic acid	0.5	0.5	0.5	1
	Thiamine-HCl	1	0.1	1	10
	Pyridoxine-HCl	0.5	0.5	0.5	1
	glycine	2	2	2	—
	myo-Inositol	—	100	—	100

単位：mg/L

ある。本研究ではそれらを受けて、第1表に示すイネ薬培養で一般的に用いられている1段階法⁴⁾と2段階法それぞれの培地で改良を試みた。さらに改良された培地を実際の育種現場で使用した5年間の実績をもとに、その有効性について一定の知見を得たので報告する。

I. 培地組成の検討

材料および方法

試験1

1段階法培地における炭素源の種類と窒素源の濃度が、緑色個体再分化率に与える影響を調べるために以下の試験を行った。

供試品種には‘ヒノヒカリ’と‘どんとこい’を用いた。

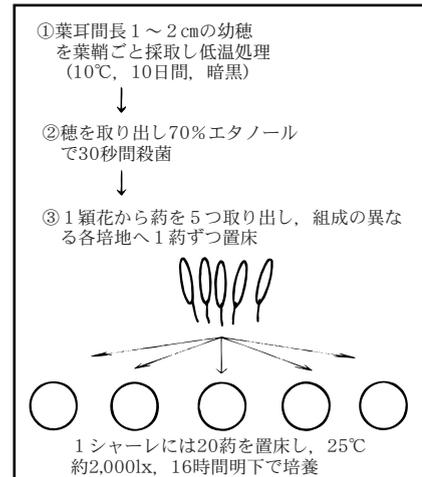
N6のアンモニア態窒素濃度を改変したN6-Y1培地に7% Sucrose, 28mM KNO₃, 1.75mM (NH₄)₂SO₄, 1.74mM Glutamineを添加したものを対照とし、SucroseかMaltoseのいずれか7%, 20mM KNO₃, 0.5mM (NH₄)₂SO₄添加または無添加, 5mM Glutamineとした培地を作成し、計5種類の培地で試験を行った。これらに0.02mg/L 2,4-D, 1.86mg/L NAA, 5mg/L Kinetin, 1g/L Yeast extract, 5g/L Gerangumを加え、pH5.8とした後直径60mm×15mmシャーレにそれぞれ分注した。

カルス形成に最も適した花粉の生育ステージが1核中期である³⁾ことから、この時期に近いと思われる止葉とその前葉の葉耳間長が1～2cmの時に穂を採取し、10℃で9～10日間低温処理した後に薬を摘出した。

薬ごとの花粉の生育ステージによる差を少なくするため、1穎花から薬を5つ取り出し、それぞれ組成の異なる培地に置床した。1シャーレには20薬を上限に置床した(第1図)。薬置床後は25℃、約2,000lx、16時間照明下で40日間培養し、カルス形成率を調査した。緑色個体再分化率の調査は100日後に行った。カルス形成率は、直径約1mm以上の大きさのカルスを1カルスとして調査し、緑色個体再分化率は、葉身が確認できる段階以上のもの1個体として調査した。

試験2

2段階法カルス誘導培地中の炭素源及び窒素源の種類がカルス形成率に与える影響を調べるために以下の試験を行った。



第1図 薬の置床手順

試験1と同じく‘ヒノヒカリ’と‘どんとこい’を用い、N6培地に3% Sucrose, 3.5mM (NH₄)₂SO₄, 28mM KNO₃, 6.8mM Glutamineを添加したものを対照とし、Medium Bを基本培地に、SucroseかMaltoseのいずれかを3%, 20mM KNO₃, 6.8mM Glutamineまたは5mM Alanineとした培地を作成し、計5種類の培地で試験を行った。これらに2mg/L 2,4-D, 5g/L Gerangumを加えpH5.8に調製し、直径60mm×15mmシャーレにそれぞれ分注した。薬は試験1の方法に準じて調製、置床後、35日間培養し、試験1の方法に準じてカルス形成数を調査した。

試験3

2段階法再分化培地中の炭素源及び窒素源の種類、カルス誘導段階で培地に添加したアミノ酸の種類が、再分化段階において緑色個体再分化率に与える影響を調べるために以下の試験を行った。

MS培地に3% Sucrose, 18mM KNO₃, 20mM NH₄NO₃, 1mg/L NAA, 4mg/L BAを添加したものを対照とし、対照のSucroseをMaltoseに置換したものと、Medium Bを基本培地として、SucroseかMaltoseのいずれかを3%, 20mM KNO₃, 2.5mM (NH₄)₂SO₄, 0.02mg/L NAA, 2mg/L kinetinを添加した培地を作成し、計4種類の培地で試験を行った。これらに30g/L Sorbitol, 2g/L Casamino acids, 5g/L Gerangumを加えてpH5.8に調製したものを直径60mm×15mmシャーレにそれぞれ分注した。これに試験2のカルス誘導培地で形成された直径3mm程度のカルスを2分割し、誘導培地と炭素源が同一のMSとMedium Bにそれぞれ移植した。なおカルスは1シャーレ当たり2つとした。その後は試験1と同様の条件で培養し、60日後に試験1の方法に準じて

緑色個体再分化率を調査した。

結 果

試験 1

第 2 表に各培地の組成の概要と、置床薬当たりのカルス形成率、緑色個体再分化率を示した。

ほとんどの培地において‘ヒノヒカリ’よりも‘どんとこい’の方が、カルス形成率および緑色個体再分化率ともに高くなる傾向が見られた。

両品種とも Maltose + 0.5mM (NH₄)₂SO₄ + 5mM Glutamine とした培地でカルスの褐変が少なく生育は良好であり、緑色個体再分化率も有意に高かった。

同じ炭素源で比較すると、両品種とも (NH₄)₂SO₄ を添加した培地の緑色個体再分化率が高くなる傾向があった。

試験 2

第 3 表に各培地組成の概要と置床薬当たりのカルス形成率を示した。

すべての培地において‘ヒノヒカリ’よりも‘どんとこい’の方が、カルス形成率が高くなる傾向が見られた。また‘ヒノヒカリ’において、基本培地として Medium B を使った培地のカルス形成率が対照とした N6 培地より有意に高かった。‘どんとこい’においても同様の傾向であったが、‘ヒノヒカリ’ほど顕著ではなかった。

炭素源として Maltose を用いた培地は Sucrose を用いた培地に比べ、どちらの品種もカルスの褐変が少なく生育は良好であった。また窒素源として Glutamine を添加した培地のカルス形成率が、Alanine を添加した培地よりもほとんどの場合有意に高かったが、カルスの褐変は Alanine を添加した培地の方が少なく生育は良好

であった。この傾向は‘ヒノヒカリ’において顕著であった。

試験 3

第 4 表に各培地組成の概要と置床薬当たりの緑色個体再分化率、アルビノ発生率およびカルス枯死率を示した。

すべての培地において‘ヒノヒカリ’よりも‘どんとこい’の方が、緑色個体再分化率が高かった。またどちらの品種においても、基本培地として Medium B を使った培地の緑色個体再分化率が高く、Medium B + Maltose の培地で‘ヒノヒカリ’のカルス枯死率が特に低くなった。

同じ炭素源で比較すると、両品種ともカルス誘導段階で Glutamine が添加された培地から形成されたカルスよりも、Alanine が添加された培地から形成されたカルスを移植した時の緑色個体再分化率が高くなる傾向にあった。また‘どんとこい’におけるアルビノ発生率は‘ヒノヒカリ’に比べて高かった。

考 察

従来からイネの薬培養には炭素源として Sucrose が用いられてきた。しかし小川⁵⁾はイネ科作物の培養系においては Maltose が Sucrose よりも主要な炭素源であることを報告しており、本研究においても Maltose を炭素源とした培地におけるカルスの生育が、1段階法、2段階法ともに良好であったことはこれを支持する結果となった。

岩井ら¹⁾はアンモニア態窒素はカルス形成及びカルスの維持・増殖では必要性が小さく、再分化及びその後の生育には必要性が大きい、再分化培地におけるアンモ

第 2 表 1 段階法培地における炭素源の違いと (NH₄)₂SO₄ の有無が緑色個体再分化率に与える影響

供試品種	基本培地	炭素源	KNO ₃ (NH ₄) ₂ SO ₄ Gln			供試薬数	カルス形成率 (%)	緑色個体再分化率 (%)
			(mM/L)					
ヒノヒカリ	N6 - Y1(対照)	Sucrose	28	1.75	1.74	599	6.8	0.2 a
	N6 - Y1	Sucrose	20	0.5	5	599	10.9	0.3 a
	N6 - Y1	Maltose	20	0.5	5	599	7.0	3.3 c
	N6 - Y1	Sucrose	20	-	5	599	7.3	0.0 a
	N6 - Y1	Maltose	20	-	5	599	8.8	2.3 b
どんとこい	N6 - Y1(対照)	Sucrose	28	1.75	1.74	100	8.0	4.0 a
	N6 - Y1	Sucrose	20	0.5	5	100	9.0	8.0 b
	N6 - Y1	Maltose	20	0.5	5	100	12.0	12.0 c
	N6 - Y1	Sucrose	20	-	5	100	13.0	1.0 a
	N6 - Y1	Maltose	20	-	5	100	15.0	8.0 b

注) 各品種ごとの緑色個体再分化率末尾の異なるアルファベットは Duncan 法による 5% の有意差を示す。

第3表 2段階法カルス誘導培地における炭素源とアミノ酸の違いがカルス形成率に与える影響

供試品種	基本培地	炭素源	KNO ₃ (NH ₄) ₂ SO ₄ Gln Ala				供試 約数	カルス 形成率 (%)
			(mM/L)					
ヒノヒカリ	N6	Sucrose	28	3.5	6.8	—	480	9.2 a
	Medium B	Sucrose	20	—	6.8	—	480	27.7 c
	Medium B	Maltose	20	—	6.8	—	480	33.1 d
	Medium B	Sucrose	20	—	—	5	480	23.1 b
	Medium B	Maltose	20	—	—	5	480	23.5 b
どんとこい	N6	Sucrose	28	3.5	6.8	—	100	30.0 b
	Medium B	Sucrose	20	—	6.8	—	100	41.0 c
	Medium B	Maltose	20	—	6.8	—	100	49.0 d
	Medium B	Sucrose	20	—	—	5	100	37.0 bc
	Medium B	Maltose	20	—	—	5	100	25.0 a

注) 各品種ごとのカルス形成率末尾の異なるアルファベットは Duncan 法による 5% の有意差を示す。

第4表 2段階法再分化培地における基本培地と炭素源の違い、カルス誘導段階で培地に含まれるアミノ酸が緑色個体再分化率に与える影響

供試品種	カルス誘導培地		再分化培地		移植カルス数	緑色個体 再分化率 (%)	アルビノ 発生率 (%)	カルス 枯死率 (%)
	基本培地	添加したアミノ酸	基本培地	炭素源				
ヒノヒカリ	N6	Gln <	MS	Sucrose	38	0.0	0.5	78.9
			Medium B	Sucrose	38	0.0	1.6	81.6
	Medium B	Gln <	MS	Sucrose	118	0.0	0.2	91.5
			Medium B	Sucrose	118	0.0	0.4	88.1
	Medium B	Gln <	MS	Maltose	154	0.0	0.4	90.9
			Medium B	Maltose	154	8.4	5.0	46.8
	Medium B	Ala <	MS	Sucrose	100	0.0	0.0	99.0
			Medium B	Sucrose	100	2.0	2.1	74.0
	Medium B	Ala <	MS	Maltose	116	2.6	2.5	78.4
			Medium B	Maltose	116	10.3	10.8	31.0
どんとこい	N6	Gln <	MS	Sucrose	32	3.1	59.4	6.3
			Medium B	Sucrose	32	15.6	59.4	21.9
	Medium B	Gln <	MS	Sucrose	46	6.5	47.8	2.2
			Medium B	Sucrose	46	17.4	60.9	13.0
	Medium B	Gln <	MS	Maltose	46	8.7	69.6	15.2
			Medium B	Maltose	46	13.0	67.4	15.2
	Medium B	Ala <	MS	Sucrose	36	11.1	75.0	0.0
			Medium B	Sucrose	36	30.6	63.9	5.6
	Medium B	Ala <	MS	Maltose	21	4.8	90.5	0.0
			Medium B	Maltose	21	28.6	66.7	4.8

注 1) 緑色個体再分化率, アルビノ発生率, カルス枯死率は移植カルス当たりの割合。
注 2) <はカルス誘導培地で形成されたカルスを2分割して再分化培地に移植したことを表す。

ニア態窒素濃度に対する反応には品種間差があり、高濃度のアンモニア態窒素はカルスの褐変を引き起こす場合があると述べている。試験1において(NH₄)₂SO₄を添加した時に緑色個体再分化率が高くなる傾向が見られたことや、試験2においてカルス誘導培地に(NH₄)₂SO₄を含まないMedium Bを使用した場合にカルス形成率が高く生育も良好であったこと、試験3においてMSほど高濃度にアンモニア態窒素を含まないMedium Bで再分化率が高くなったこと等は岩井ら¹⁾の考えを支持するものであった。

カルス誘導培地にGlutamineを添加した培地のカルス形成率が高かったことについて、小川⁵⁾はイネの単離花粉からのカルス形成の場合、配偶子形成の分化段階に

入った状態から改めて脱分化し細胞分裂を再開するという急激な変化を伴う過程であるため、より有効性が高い窒素源を求めて直接的に利用可能なGlutamineが有効な窒素源になると述べており、薬培養においても同様の理由からGlutamineを添加した培地でカルス形成率が高くなったと考えられた。またAlanineを添加した培地でカルスの褐変が少なかったことについて、小川⁵⁾は‘コシヒカリ’のようなカルスの褐変が起きやすい品種では、NO₃⁻からNH₃への還元経路で働く2種類の酵素、硝酸還元酵素(NR)と亜硝酸還元酵素(NiR)のうち、NiRの活性が低く、細胞中にNO₂⁻が高濃度に集積して害作用を及ぼし、カルスの褐変が起きるが、Alanineを培地に添加することでNR活性が抑制され、NO₂⁻が集積せず

にカルスの生育が良好になると指摘している。またNiR活性は遺伝子型に依存することも示唆しており、これは試験2において‘コシヒカリ’を交配親に持つ‘ヒノヒカリ’で同様の傾向が見られたことと関連性があると考えられた。

これらのことから、試験3においてAlanineが添加された培地で形成されたカルスが再分化培地上で高い緑色個体再分化率を示したのは、AlanineによるNR活性の抑制効果により、カルス誘導培地上でNO₂の害作用を強く受けず、良好な状態で生育していたカルスを再分化培地に移植したことが一つの要因であると考えられた。また試験3において、‘どんとこい’が‘ヒノヒカリ’に比ベアルビノ発生率が顕著に高かったことは、両品種の遺伝子型に依存した現象である可能性が考えられるが、その機構などについては不明である。

II. 改良培地を育種現場へ導入した場合の有効性の検証

材料および方法

1999年に実施した前述Iの試験結果を受けて、実際のF₁薬培養に改良した培地を用いた2段階法を導入した。以下は導入前2年間と導入後5年間の培養実績を基に改良培地の有効性の検証を行ったものである。

1998～1999年の間は1段階法を用いて系統を作出していた。薬の低温処理、培養温度、照明条件はIの試験1と同様であった。Iの試験1における対照区のN6-Y1培地と同じものを直径25mm×150mm試験管に10ml分注して斜面培地とし、薬を20～30個置床した。栓にはプラスチック製のキャップを用いた。

遺伝的重複を避けるため、同じ試験管内で緑色植物体が複数再分化した場合は1本だけを順化し、他は再分化個体としてカウントせずに廃棄した。

2000～2004年には改良培地を用いた2段階法を導

入して系統を作出した。カルス誘導段階はMedium Bを基本培地とし、炭素源にMaltose、窒素源にGlutamineまたはAlanineを添加した培地を使用した。再分化段階はMedium Bを基本培地とし、炭素源にMaltoseを用いた培地を使用した。他の培地組成および薬の低温処理、培養温度、照明条件はIの試験2および3と同様であったが、置床数は1シャーレ当たり30薬であった。また再分化段階ではシャーレではなく直径25mm×150mm試験管に培地を10ml分注したものを用い、1薬から形成されたカルスを1試験管に1個ずつ移植した。栓にはプラスチック製のキャップを用いた。

同じ試験管内で緑色植物体が複数再分化した場合は1本だけを順化し、他は再分化個体としてカウントせずに廃棄した。

なお本県では以下のサイクルで育種を行っている。

1年目：6月頃に交配作業を行い、ハウス内でF₁を養成した後、11月頃に培養を行う。

2年目：再分化したものをハウス内で養成して採種する。

3年目：圃場展開して選抜を行う。

結 果

第5表に7年間の培養結果を示した。1段階法における薬当たりの緑色個体再分化率、倍加半数体再分化率は、ともに改良培地を用いた2段階法よりも低かった。

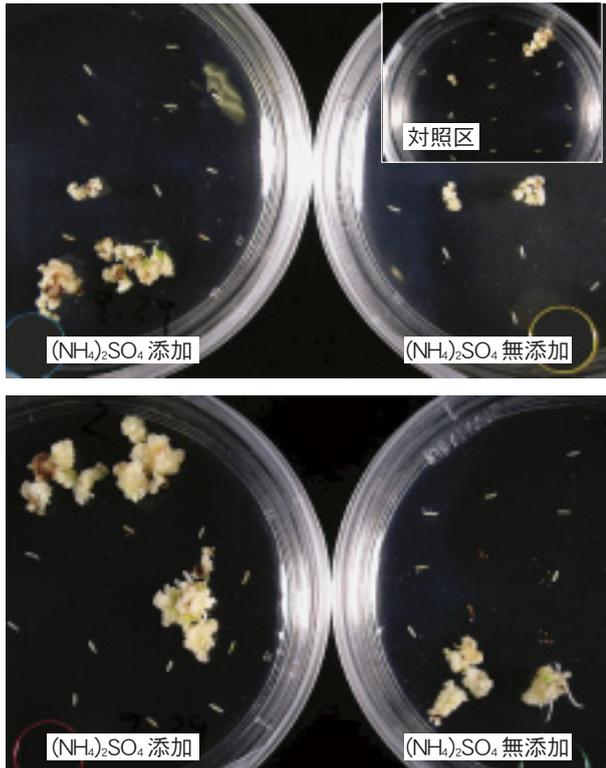
2段階法において、カルス誘導培地にGlutamineを添加した2000年、2004年のカルス形成率と薬当たりの緑色個体再分化率は、Alanineを添加していた2002年、2003年よりも高くなった。

2001年はGlutamineを添加した培地を用いていたが、交配組合せの7組中4組の母本にヒノヒカリ、またはヒノヒカリ直系の品種を用いていたためか、他の年に比べてカルス形成率、緑色個体再分化率ともに低くなった。

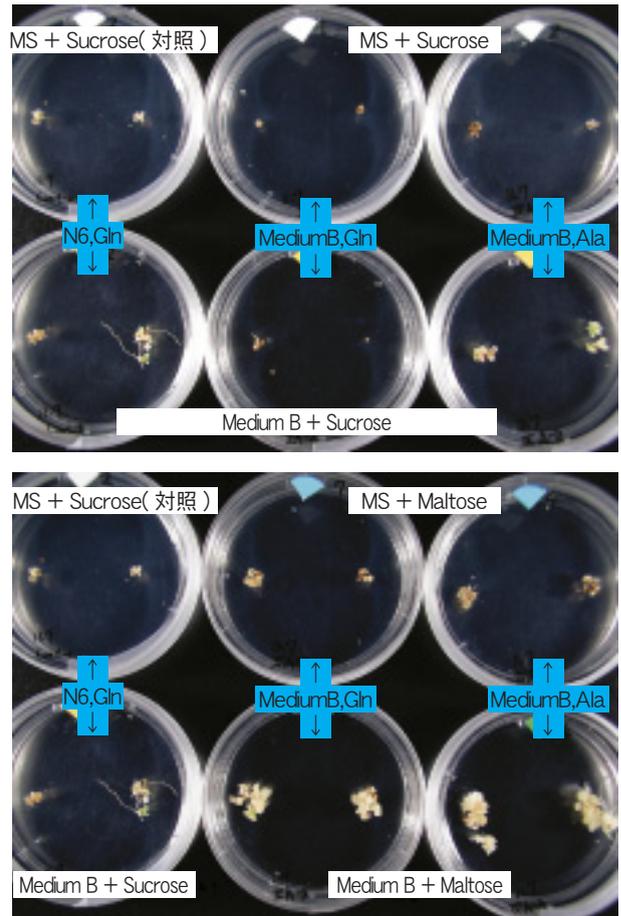
第5表 7年間の培養実績

交配年度	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
組合せ数	2	4	4	7	14	5	5
置床薬数	16,787	26,263	3,079	6,619	13,828	4,620	3,826
カルス形成率(%)	-	-	46.4	20.2	27.0	21.9	43.8
薬当たり緑色個体再分化率(%)	1.7	0.7	30.2	4.9	14.4	8.3	22.1
薬当たり倍加半数体再分化率(%)	0.5	0.2	3.4	1.2	3.7	1.2	6.0
カルス誘導培地添加アミノ酸			Gln	Gln	Ala	Ala	Gln
培養方法	一段階法			二段階法			

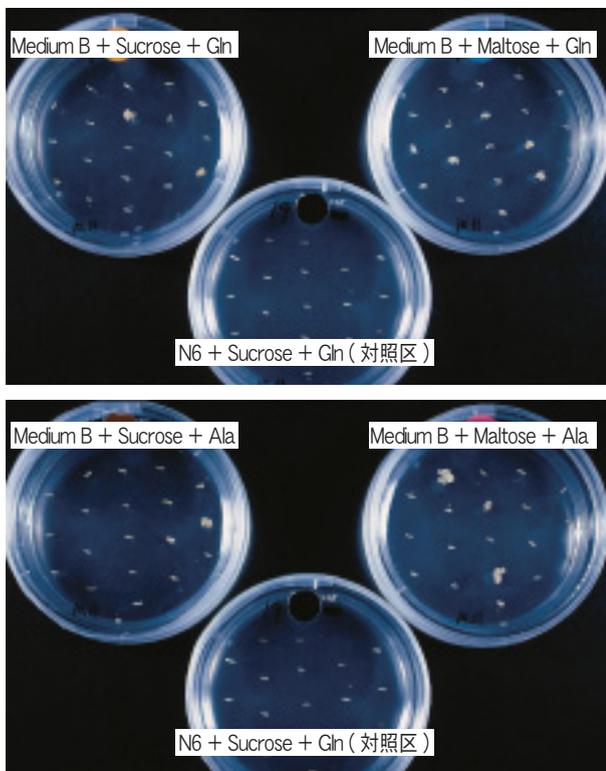
注) 表中-は未調査を表す。



第2図 1段階法培地における $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ の有無と炭素源の違いがカルスの生育に与える影響
(置床後60日, 品種:ヒノヒカリ, 基本培地:N6-Y1, 炭素源:上段 Sucrose, 下段 Maltose)



第4図 2段階法再分化培地における基本培地と炭素源の違い, カルス誘導段階で培地に含まれるアミノ酸がカルスの生育に与える影響
(移植後20日, 品種:ヒノヒカリ, 青枠内は分割前のカルスが生育していた培地と添加されていたアミノ酸を表す。)



第3図 2段階法カルス誘導培地における炭素源と窒素源の違いがカルス形成に与える影響
(置床後35日, 品種:ヒノヒカリ)

考 察

イネの薬培養では、1段階法は2段階法に比べて緑色個体再分化率は低いものの、カルス移植作業がいらすず省力的であるため本県でも導入されていた。確かに1段階法は熟練した人手が専従で薬置床作業できる環境であれば、十分に系統を確保できる手法である。しかしイネの薬培養において、薬の置床作業は最も労力を必要とする部分であり、少人数で取り組む場合には最大の制限要因となることから、より効率的に系統を作出するための培養手法が必要とされていた。今回の検証において、実質的な培養効率を表す薬当たり倍加半数体再分化率は、1段階法では2年間の平均で0.3%、2段階法は5年間の平均で3.1%であった。1997年に31の研究機関を対象に行われたアンケート調査⁶⁾において、1~3段階法を取り混ぜた平均の薬当たり倍加半数体再分化率は1.3%であったことを参考にすると、改良培地を使った2段階培

養法の有効性をさらに裏付けることが出来る。

改良した2段階法カルス誘導培地を実際のF₁薬培養に利用する場合、添加するアミノ酸は基本的にGlutamineの方が適していると思われる。前述のとおり薬培養においては薬の置床作業が最も労力を必要とし、カルス移植作業の比ではない。移植後のロスを考慮しても、今回の検証結果からは薬当たりの再分化率の高いGlutamineの方が有利であると考えられる。しかし、2001年のようにGlutamine添加培地を使った場合に緑色個体再分化率が極端に低くなることもあった。これはコシヒカリの近縁種を母本に用いた組合せが多かったことが原因と考えられるが、このような場合にはIの試験2および3の結果から、Alanineを添加した培地の方が有効である可能性が高い。F₁薬培養の場合には交配相手の影響もあり、培養の難易はやってみないと分からないというのが実状である。これに対し小牧²⁾らはカルス誘導段階で置床後25～30日目に調査を行い、カルス形成が悪ければ薬置床を追加し、同様に再分化不良の場合はカルス移植数を追加する等の補正を加えることで、目標の系統数を確保することが可能であると述べている。改良した2段階法培地を使用する場合にも、

①コシヒカリの近縁種を母本に用いた組合せが多い年にはカルス誘導培地にAlanineを添加したものを主として用い、補助的にGlutamine添加培地を使用する。その他の組合せの場合は逆にする。

②その後、カルス形成率やカルスの生育状況、再分化の状態によって、どちらかの培地に統一する等の調整を行う。

といった補正手法を用いることでさらに効率的に系統数を確保できると考えられる。

以上のように、Iの試験2および3の結果を受けて行った2段階法の導入は、培養にかかる労力を大幅に軽減し、本県の水稲品種育成事業に大きく貢献することとなった。しかし、薬培養によってさらに効率的に系統を生み出すためには、培地組成の改良以外にも再分化に関与する多くの要因の解明が必要であり、それらの積み重ねが薬培養を利用した水稲育種の更なる発展につながるものと思われる。

謝 辞

本文の中心である培地の改良試験の部分は、著者が農林水産省依頼研究員として中国農業試験場（現在の近畿中国四国農業研究センター、広島県福山市）の育種工学研究室で研修中に実施したものである。3ヵ月間の短い

研修であったが、ここで行った研究によって、徳島県の水稲育種事業に多大な貢献ができたことを育種工学研究室のみなさんに感謝したい。特に福岡浩之博士*には試験設計段階から様々なご指導をいただき、本文のとりまとめについてもご協力いただいたことに深く感謝する。

*現野菜茶業研究所

摘 要

イネの薬培養における1段階法と2段階法それぞれの培地において、炭素源および窒素源について検討した。

1段階法において、Maltoseと(NH₄)₂SO₄を含むN6-Y1培地でカルスの生育が良好になり、緑色個体の再分化率も向上した。

2段階法カルス誘導培地ではMedium B⁵⁾を基本培地とし、Maltoseを加え、添加する(NH₄)₂SO₄をAlanineに置換することでカルスの生育が良好になった。

2段階法再分化培地では基本培地をMedium Bとし、Maltoseを加えることで緑色個体再分化率が向上した。

改良した2段階法培地を5年間使用した結果、効率が良く実用的であることが実証された。

引用文献

- 1) 岩井正志・吉田晋哉・渡辺和彦(1990):水稲薬培養の脱分化培地及び再分化培地におけるアンモニア態窒素の影響. 近畿中国農業研究, 80:14-17
- 2) 小牧正子・島田多喜子・大谷基泰・小澤隆司・中村啓二・黒田 晃・江崎真理子・吉秋 斎・松本範裕(1998):水稲育種におけるF₁薬培養の利用・・・過去8年間のとりまとめ. 石川県農業総合研究センター研究報告, 21:11-18
- 3) 木下 厚・岡本吉弘・石村 櫻・佐竹徹夫(2000):イネの薬培養におけるカルス形成に最適の花弁発育時期の決定. 育種学研究, 2:73-79.
- 4) 中村幸生・広田年信・藤巻弘(1985):イネ薬培養における一次成苗法について. 北陸作物学会報, 20:1-4.
- 5) 小川泰一(1999):イネの細胞培養技術の汎用化に関する基礎的研究. 中国農業試験場研究報告, 20:23-101.
- 6) 佐竹徹夫(1999):イネ育種における薬培養法の利用―道・県の育種担当者に対するアンケート調査―. 農業技術, 54:(6)259-265

Summary :

In rice anther culture, carbon sources and nitrogen sources in media of one-step culture and two-step culture were examined.

In one-step culture, N6-Y1 medium containing Maltose and $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ produced high percentage of callus and increased regeneration rate of green plants.

In two-step culture, Callus induction medium

Medium B⁵⁾ basal added Maltose and substituted Alanine for $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ produced high percentage of callus. Regeneration medium Medium B basal added Maltose increased regeneration rate of green plants.

As a result of using the modified two-step culture medium for five years, it was found to be practical and effective for callus induction and green plants regeneration.

編集委員 谷 桂 爾
河 野 充 憲
板 東 一 宏
谷 博
林 博 昭
中 野 昭 雄

徳島県立農林水産総合技術支援センター農業研究所
研究報告 第3号

平成18年3月31日 印刷
平成18年3月31日 発行

発行 〒779-3233 徳島県名西郡石井町石井
徳島県立農林水産総合技術支援センター農業研究所
電話088-674-1660 (代)

印刷 グランド印刷株式会社
〒770-0941 徳島県徳島市万代町6丁目20-15
電話088-622-8448
