

徳島農研報

No.1 2003

Bull.

Tokushima. Pref.

Agri. Res. Ins.

ISSN 1348-3633

BULLETIN OF
TOKUSHIMA PREFECTURAL
AGRICULTURE, FORESTRY AND
FISHERIES TECHNOLOGY CENTER
AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
No.1
March 2003

徳島県立農林水産総合技術センター
農業研究所研究報告
第1号
平成15年3月

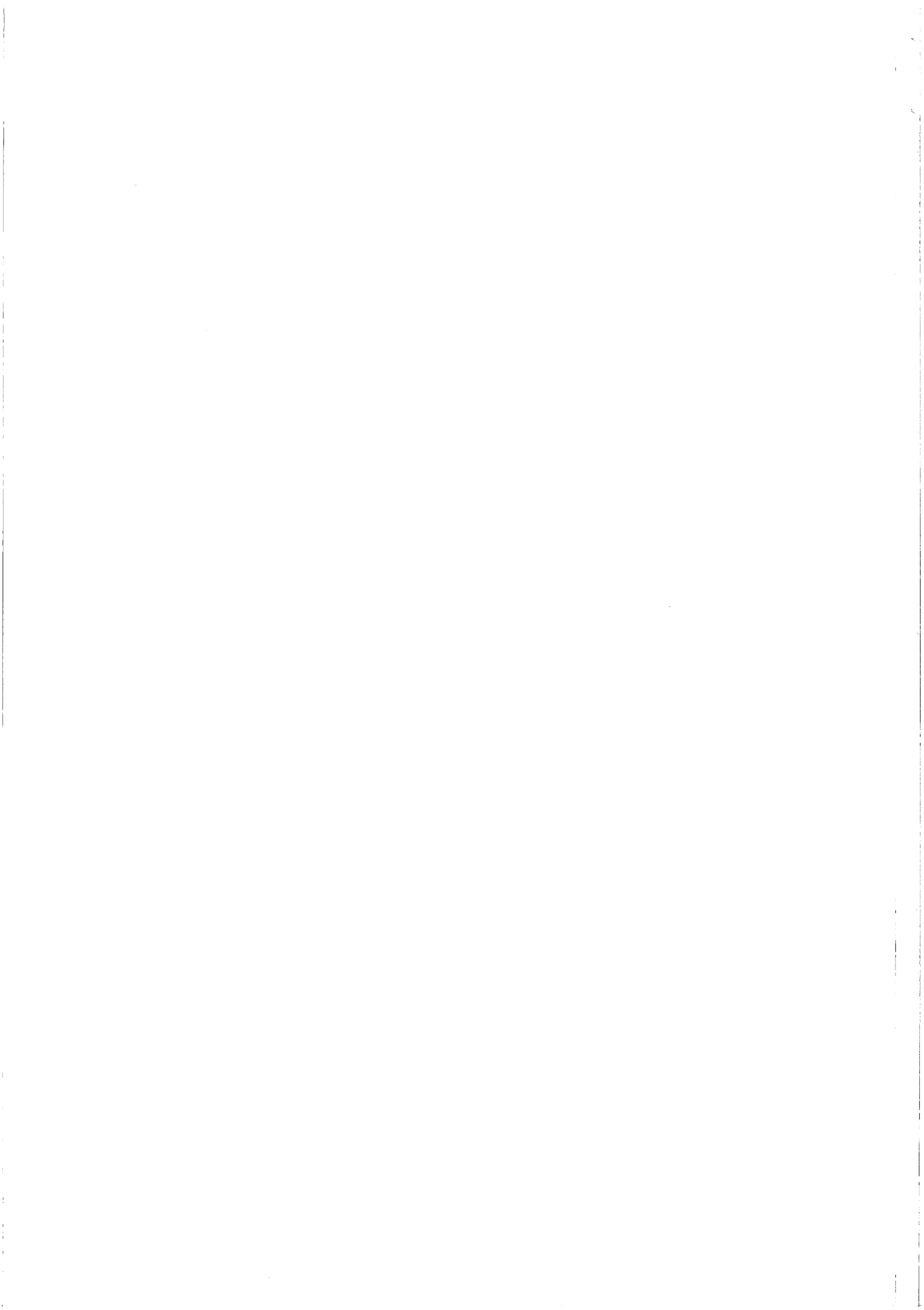
徳島県立農林水産総合技術センター

農業研究所

徳島県名西郡石井町

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

ISHII, TOKUSHIMA, JAPAN



徳島県立農林水産総合技術センター農業研究所 研究報告No. 1

2003年3月

目 次

ヤブカンゾウの組織培養による大量増殖.....	川村泰史・高木一文	1
徳島県における砂地畑土壌の理化学性の実態.....	小川 仁・梯 美仁	7
イチゴ苗の花芽分化促進処理とうどんこ病の発生.....	金磯泰雄・亀代美香	19
でんぶん、米ぬかの土壌（砂土）への施用（混和）による土壌微生物相の変化と サツマイモ立枯病の発生および他の有機質資材の発病抑制効果.....	金磯泰雄・米本謙悟	25
モンシロドクガ培養細胞系の樹立.....	平川文男	33

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

No.1

March 2003

C O N T E N T S

Micropropagation of <i>Hemerocallis fulva</i> L. through tissue culture	Hirofumi KAWAMURA and Kazufumi TAKAGI	1
The status of the physicochemical properties of sandy field soils in Tokushima prefecture	Hitoshi OGAWA and Yoshihito KAKEHASHI	5
Influence of inducing flower-bud of strawberry-seedlings on the occurrence of powdery mildew	Yasuo KANAISO and Mika KAMESHIRO	8
Influence of application of starch and rice bran into soil on both changes in microbial flora and occurrence of sweet potato soil rot disease and suppression of other organic materials against the disease	Yasuo KANAISO and Kengo YONEMOTO	25
Establishment of cell lines of browntail moth <i>Euproctis similis</i>	Fumio HIRAKAWA	33

〔徳島農研報 No.1〕
1～5 2003

ヤブカンゾウの組織培養による大量増殖*

川村泰史・高木一文

Micropropagation of *Hemerocallis fulva* L. through tissue culture

Hirofumi KAWAMURA and Kazufumi TAKAGI

要 約

川村泰史・高木一文(2003): ヤブカンゾウの組織培養による大量増殖. 徳島農研報(1): (1-5)

組織培養によるヤブカンゾウの大量増殖法を確立するために, 地下休眠芽を材料とした組織培養で得た多芽体を利用して植物体を得る方法を開発した。

組織切片からカルスを経ずに形成させるためにはNAA0.50~1.00mg/LとBA0.50~1.00mg/Lの組合せが適当であり, 不定芽から多芽体を形成した。得られた多芽体から得た苗条を発根させるためにはNAA0.10mg/Lの濃度が適当であった。

植物体を簡易に得るために多芽体の入った培養容器内に発根用の液体培地を注入した。この場合についてもNAA0.10mg/Lの濃度が発根に適当であった。この方法でプラントボックス1本当たり約10本の苗を得ることが可能で苗条の切除なしに苗の生産が可能となった。

キーワード: ヤブカンゾウ, 組織培養, 大量増殖, 不定芽, 多芽体

はじめに

徳島県の中山間地域は全市町村の約7割, 耕地面積比でも約5割を占め, 非常に大きな比重となっている。ここでは地域特産物による産地形成を図る動きがあり, ヤブカンゾウは有望な品目の一つである。

ヤブカンゾウはユリ科の多年生草本植物で7~8月にかけてオレンジ色の花を咲かせ, 景観として美しいばかりでなく, 新芽は山菜として利用される。本県の三好郡, 勝浦郡で出荷されているが非常に規模が小さく, 産地化のためには優良な苗を短期間で増殖する必要がある。

そこで, 組織培養による大量増殖について検討し, 一定の成果を得たので紹介する。

試験方法

材料として池田分場(三好郡池田町シンヤマ)で栽培していた地下休眠芽を1999年1月に掘り取り, 水道水で洗浄後, 中性洗剤を添加した水道水で10分間攪拌し, 水道水で再度洗浄した。殺菌は70%エタノールに3分間と次亜塩素酸ナトリウム6%溶液に5分間浸漬処理した後, 滅菌水で3回洗浄した。実験には殺菌剤に触れた芽の最外部の組織を除去し, 3mm四方程度の切片としたものを用いた。

培養には基本培地としてMS培地²⁾を用い, 特記無き場合, ショ糖濃度30g/L, ジェランガム2.5g/Lを加え, 培地は全てpH5.8に調整後, 分注してから121℃, 15分の条件で滅菌処理を行った。環境条件は温度は25℃, 明条件は照度約4,000lx, 14時間日長で管理した。

*本報告の一部は育種学会四国談話会第65回講演会において発表した。

1 不定芽の形成条件

上記方法で得た材料を NAA (α -naphthalene acetic acid) と BA (6-benzyl aminopurine) の濃度を変えて加えた 10mL の培地を入れた試験管内に置床し、明条件と暗条件で比較した。NAA 濃度を 0.05, 0.10, 0.50, 1.00 mg/L, BA 濃度を 0.05, 0.10, 0.50, 1.00 mg/L として組み合わせ、各試験区、10 切片供試した。置床から 59 日後に形態変化について調査した。

2 苗条からの発根条件

不定芽を形成した組織を継代して得た多芽体から得た苗条 2~4 cm を材料として NAA 濃度について検討した。培養容器は容量 400mL のプラントボックスに 50mL の培地を入れて使用した。

3 多芽体からの植物体形成

多芽体から直接苗条を得るために NAA0.50mg/L+BA0.50mg/L を含む MS 培地で維持した多芽体 (1 個平均 24g のものを 43 日後に同じ培地で継代し、37 日後に発根用液体培地を注入) を培養しているプラントボックス内に NAA を含む発根用液体培地を 50mL 注入した。NAA 濃度を 0.05, 0.10, 0.50, 1.00 mg/L とし、各試験区、多芽体を 8 個供試した。多芽体を培地に移植して 36 日後に液体培地を注入し、液体培地注入から 41 日後に植物体形成に及ぼす影響について調査した。

4 順化条件の検討

苗条を NAA0.1mg/L に置床して得られた苗を小 (2~5 cm), 中 (5~10cm), 大 (10~15cm) と分別して苗の生産を行った。育苗培土はパーミキュライトを主成分とする園芸用培土 (商品名: 与作 N-150, チッソ旭肥料株式会社製), 育苗箱は 16 穴と 25 穴のセルトレイ (商品名: ビーポット, キヤネロン化工株式会社製) を用いた。植物体を順化・鉢上げ時と 55 日後に生育状況について調査した。

試験結果

1 不定芽の形成条件

植物生長調節物質の組合せが培養組織に与える影響について第 1 表に示した。

明条件下の NAA0.50mg/L+BA0.50mg/L で 2/10, NAA1.00mg/L+BA1.00mg/L で 5/10 の不定芽が形成された。暗条件下でも NAA0.50mg/L+BA1.00mg/L

第 1 表 - 1 植物生長調節物質が形態形成に及ぼす影響 (明条件)

NAA (mg/L)	BA (mg/L)	培養切片 (10切片) の形態変化			
		組織肥大	不定根	不定芽	カルス
0.05	0.05	9	1	0	0
0.05	0.10	10	0	0	0
0.05	0.50	9	0	1	0
0.05	1.00	5	0	0	4
0.10	0.05	3	3	0	4
0.10	0.10	8	0	0	2
0.10	0.50	8	0	0	2
0.10	1.00	8	0	0	2
0.50	0.05	3	4	0	3
0.50	0.10	3	6	0	1
0.50	0.50	2	1	2	5
0.50	1.00	4	0	0	6
1.00	0.05	2	3	0	5
1.00	0.10	0	4	0	6
1.00	0.50	2	1	1*	6
1.00	1.00	1	0	5	4

注) * 不定根の形成も観察された。

第 1 表 - 2 植物生長調節物質が形態形成に及ぼす影響 (暗条件)

NAA (mg/L)	BA (mg/L)	培養切片 (10切片) の形態変化			
		組織肥大	不定根	不定芽	カルス
0.05	0.05	1	4	0	5
0.05	0.10	3	0	1	6
0.05	0.50	3	0	0	7
0.05	1.00	2	0	1	6
0.10	0.05	1	7	0	2
0.10	0.10	0	5	1	4
0.10	0.50	1	1	0	8
0.10	1.00	0	0	0	10
0.50	0.05	0	6	0	4
0.50	0.10	0	6	0	4
0.50	0.50	0	2	0	8
0.50	1.00	0	1	4	5
1.00	0.05	0	8	0	2
1.00	0.10	0	7	0	3
1.00	0.50	0	3	1	6
1.00	1.00	0	2	3	5

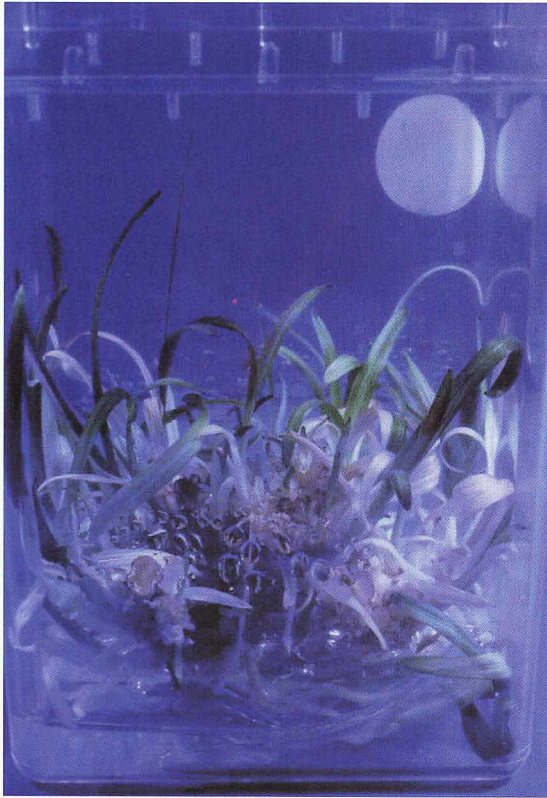


第 1 図 - 1 明条件下でのヤブカンゾウ培養切片の形態変化 (左から順に NAA1.00mg/L+BA0.05,0.10,0.50,1.00mg/L)



第 1 図 - 2 暗条件下でのヤブカンゾウ培養切片の形態変化 (左から順に NAA1.00mg/L+BA0.05,0.10,0.50,1.00mg/L)

ヤブカンゾウの組織培養による大量増殖



第2図 ヤブカンゾウの多芽体(NAA0.50mg/L+BA0.50mg/L)

で4/10, NAA1.00mg/L+BA1.00mg/Lで3/10の不定芽が形成された。第1図-1の明条件下と第1図-2の暗条件下を比較すると暗条件下の苗条の形状は正常ではなかった。明条件下で継代して第2図のような多芽体を得られた。

明条件下, 暗条件下のいずれでもNAA濃度が高いと不定根の形成が促進され, BA濃度が高いと不定芽の形成が促進される傾向が見られた。

2 苗条からの発根条件

NAA濃度が苗条の発根に及ぼす影響について調査し, 第2表に示した。

NAA濃度が高いと最大根長が短くなる傾向が見られたが, 他の形質については判然としなかった。根数が多

第2表 NAA濃度が苗条の発根等に及ぼす影響

NAA (mg/L)	葉数	最大葉長 (cm)	根数	最大根長 (cm)	順化率* (%)
0.01	4.2	8.9	7.0	7.5	80
0.05	3.8	9.3	5.5	7.9	80
0.10	4.8	9.0	8.1	7.4	95
0.50	4.3	9.3	5.9	5.8	80
1.00	5.9	9.8	5.8	4.7	80

注) 順化率: 鉢上可能な発根個体数/供試個体数 (20個体)

かった0.10mg/L区が順化率が高く, 鉢上げ可能な苗が多く得られた。

3 多芽体からの植物体形成

NAA濃度が多芽体からの植物体形成に及ぼす影響について調査し, 第3表に示した。

NAAが0.05mg/Lと最も低濃度で大きな苗が多く得られたが, 0.10mg/Lの濃度で植物体の獲得総本数は最も多くなった。

第3表 NAA液体培地注入が多芽体の植物体形成に及ぼす影響

NAA (mg/L)	大苗	中苗	小苗	合計 (本)
0.05	32	37	24	93
0.10	17	23	64	104
0.50	16	39	26	81
1.00	6	25	24	55

注) 苗条の長さによって分類, 大苗: 10cm以上, 中苗: 5~10cm, 小苗: 2~5cm
供試多芽体数は各区8個

4 順化条件の検討

鉢上げから55日後の苗の生育を第4表に示した。大苗ほど生育が旺盛で, 培土量の多い16穴セルトレイを利用した場合が生育旺盛であった。

この段階で第3図に示すように根鉢を形成しており, ほぼ定植可能な苗となっていた。

第4表 順化個体の大きさ別生育状況

苗の大きさ	鉢上げ時		ピーポットの種類	55日後	
	葉数 (枚)	最大葉長 (cm)		葉数 (枚)	最大葉長 (cm)
小苗	3.5	4.2	16穴	7.3	19.4
			25穴	6.8	16.5
中苗	4.8	7.6	16穴	7.6	24.5
			25穴	8.5	22.7
大苗	4.8	12.5	16穴	8.7	32.3
			25穴	7.8	28.8

注) 数字は大苗25穴は5個体, 他は10個体調査した平均値



第3図 ヤブカンゾウの苗

考 察

筆者ら¹⁾は以前にユリ科の山菜シオデの組織培養による苗の大量増殖を目的として冬芽（地下休眠芽）からの不定芽形成について検討した。その際には芽切片からの直接的な不定芽形成は暗条件下で NAA0.50mg/L+BA0.10mg/L および 0.50mg/L の濃度組合せ区において 70% の割合であった。本実験のヤブカンゾウでは NAA0.50 ~ 1.00mg/L + BA0.50 ~ 1.00mg/L とシオデより BA 濃度が少し高めで不定芽の形成が見られた。このように NAA と BA がほぼ同程度の濃度で培地に添加することがシオデと同様、不定芽形成に有効であると考えられた。

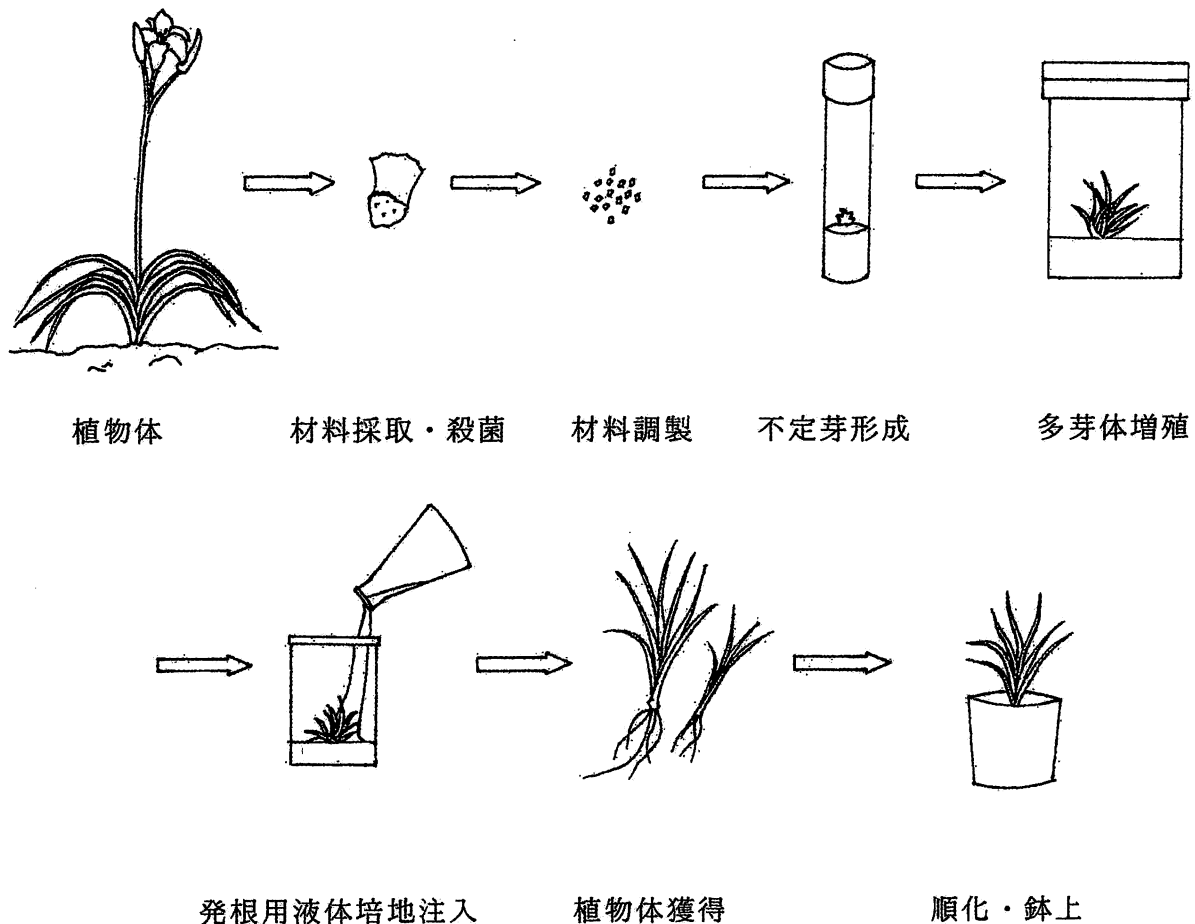
多数の不定芽を形成した組織を培養し、多芽体を得た。多芽体から得た苗条について NAA を添加した培地で発根条件を検討した結果、各濃度間の差はそれほど顕著ではなかった。多芽体の植物体形成には、植物体の生育が良く、発根が良好で植物体の総獲得本数が多い NAA0.10mg/L の添加が適当と考えられた。また、苗条の切除の手間を省いて植物体を得るために、培養して

いる多芽体に対して培養容器に NAA を含む発根用培地を注入する方法について検討した結果、苗条を発根させるのに適当であった NAA0.10mg/L を含む培地で多芽体から最も多くの植物体を得ることができた。この方法によって多芽体からの苗条の切除なしに植物体を多数獲得することが可能と考えられた。

得られた植物体を育苗培土に鉢上げしてその生育状況を調査した結果、得られた植物体が小さくとも種苗として利用可能と考えられる苗を得ることができた。

以上、現在までの技術開発によって得られた情報をもとにヤブカンゾウの多芽体による大量増殖法について第 4 図に示した。

筆者らはこれまでに得られたヤブカンゾウの苗を徳島県内の中山間地域において試験栽培を実施しているが、ヤブカンゾウはウイルス病についての問題はほとんどない³⁾とされている。そのため、ウイルスフリーを目的とする茎頂培養でない本方法を利用しての種苗生産でも実用的と考える。県内各所の農業生産者が組織培養を利用した種苗生産に取り組んできており、本方法を利用しての産地化に期待したい。



第 4 図 ヤブカンゾウの多芽体による大量増殖法の概略

摘 要

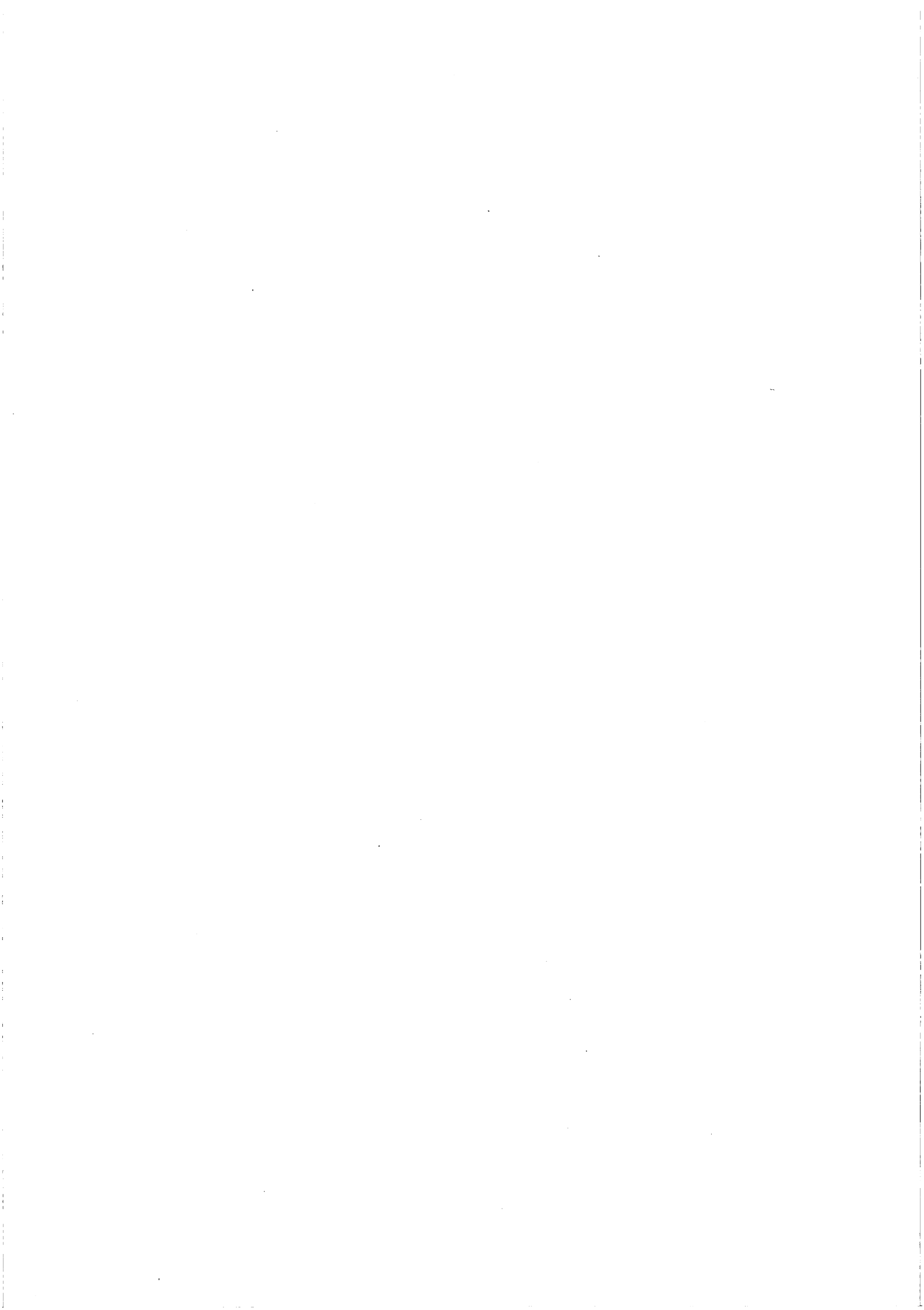
ヤブカンゾウの組織培養による大量増殖法を確立するため、地下休眠芽を材料として多芽体を形成させて植物体を得る条件を検討した。

- 1 ヤブカンゾウの組織切片から直接不定芽を形成させるためにはNAA0.50～1.00mg/LとBA0.50～1.00mg/Lを添加したMS固形培地が適当であった。
- 2 得られた多芽体から得た苗条から発根させて植物体を得るためにはNAA0.10mg/Lを添加したMS固形培地が適当であった。
- 3 植物体を簡易に得るために多芽体の入った培養容器内に発根用の液体培地を注入した。この場合について

もNAA0.10mg/Lを添加したMS固形培地が適当であった。この方法で、プラントボックス当たり約10本の苗を得ることが可能で苗条の切除なしに苗の生産が可能となった。

引用文献

- 1) 川村泰史・黒田秧(1990): シオデの組織培養による大量増殖. 第1報. 組織培養による冬芽からの不定芽形成. 徳島農試研報, (27):39～43.
- 2) MURASHIGE,T and F.SKOOG(1962):A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant*, 15:473～497.
- 3) 自然と野生ラン(1999): 花の多彩さは天下一品ヘメロカリス. 自然と野生ラン, (179):37～39.



〔徳島農研報 No.1〕
7～18 2003

徳島県における砂地畑土壌の理化学性の実態*

小川 仁・梯 美仁

The status of the physicochemical properties of sandy field soils
in Tokushima prefecture

Hitoshi OGAWA and Yoshihito KAKEHASHI

要 約

小川 仁・梯 美仁 (2003) : 徳島県における砂地畑土壌の理化学性の実態. 徳島農研報 (1) : 7~18

本県の砂地畑のサツマイモ栽培圃場において, 土壌理化学性調査および聞き取り調査を行い実態を明らかにした。

土壌pH (H₂O) は4.6~8.9の広範囲に分布した。交換性石灰含量も圃場間のばらつきが大きく, 過剰に集積している圃場が認められた。pHが高く, 交換性石灰含量の多い地域は手入れ砂^{3), 8), 10), 16), 21)}の客土割合が高く, 香川県沖の海砂を使用する割合が高かった。可給態リン酸含量は県内砂地畑の診断基準値以上の圃場がほとんどであり, 過剰に集積している圃場も認められた。一方, 交換性加里含量は, 地域全体の62%で診断基準値を下回っていた。

0.25mm未満の微細な粒子の割合が高い地域は, 砂丘畑地域に多く分布していた。

炭殻畑, 造成畑では暗渠排水の整備割合が高く, 大毛島の砂丘畑では灌水施設の設置割合が高かった。

本県の砂地畑の土壌化学性には概ねJAの管轄地域毎の地域性が, 土壌水分管理には造成タイプ毎の特性が認められた。

キーワード: サツマイモ, 砂地畑, 手入れ砂, 土壌理化学性

はじめに

徳島県の吉野川下流域に位置する鳴門市を中心に分布する砂地畑では, 夏作に約1,100haでサツマイモが, 冬作に約470haでダイコンが栽培されており¹⁵⁾, サツマイモ, ダイコンともに青果用としての品質の高さは日本有数である。

これらの砂地畑では, 連作による収量・品質の低下を防ぐために, 3~5年毎に粗粒質の海砂を10アールあたり30~50 m³客土する「手入れ砂」処理が行われている。手入れ砂は, 従来本県沿岸域の海砂を使用していたが, 1978年に採取が禁止されて以降は, 香川県沖の海砂を使用している。しかし, 近年は良質な海砂の入手が困難

になっている。従って手入れ砂の客土量を低減させる方法や, 手入れ砂に頼らず耕種的な技術を組み合わせた代替策が求められているが, そのためには, 砂地畑の土壌理化学性の実態を把握し, 砂地畑個々の土壌条件に応じた対策を講じる必要がある。

そこで, 県内砂地畑を網羅するよう土壌を採取し, 同時に聞き取り調査により栽培農家の肥培管理・土壌管理法等を調査した結果, 本県の砂地畑の土壌化学性には概ねJAの管轄地域毎の地域性が, 土壌水分管理には造成タイプ毎の特性が認められたので報告する。

*脚注: 本報告の一部は2001年度日本砂丘学会において発表した。



国土地理院の数値地図 25000 (地図画像)『徳島』を使用

第1図 調査地点の分布

調査方法

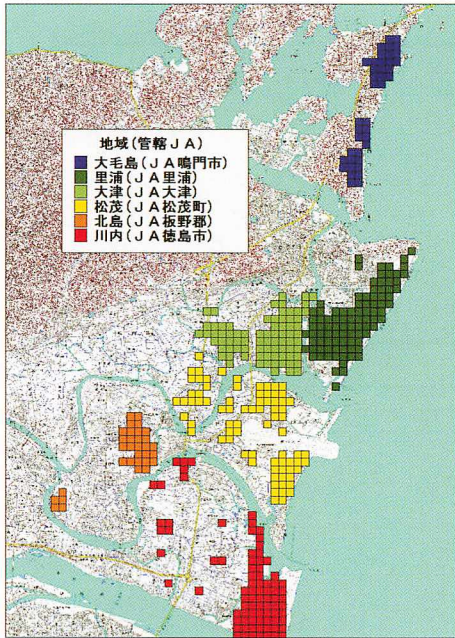
調査地点の選定および調査方法

調査圃場は県内砂地畑の内、サツマイモ栽培圃場を網羅するように合計 437 圃場を選定した(第1図)。1998、1999、2000年度の9月～1月に圃場の作土(0～20cm)を採取し理化学性の分析に、10～15cmを100mL容ステンレス円筒で採取し三相分布の測定に供試した。また同時に10cmの深さの通気性を現地で測定装置(富士平工業製、パーミアテスト-A)を用いて測定した。土壤

採取時の圃場条件は、サツマイモ収穫跡地が最も多かったが、サツマイモおよびダイコン栽培中、耕耘整地後等必ずしも同一ではなかった。また、大毛島地域では一部ラッキョウ栽培圃場も調査した。

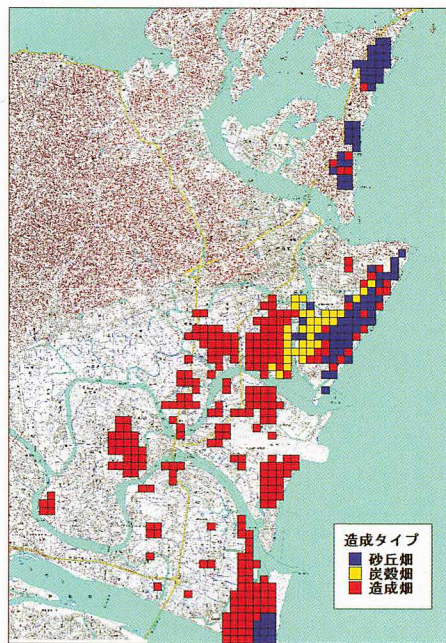
理化学性分析は土壤、水質および作物体分析法⁹⁾に準じてpH(H₂O)、EC、可給態リン酸、交換性塩基(石灰、苦土、加里)について行った。また、自動ふるい振動機(C.M.T製、MVS-200)を用いて、振幅3mm、毎分2,880回の振動数で、5秒間振動し1秒間中断を15分間繰り返して分級した砂を重量割合で表す¹⁹⁾、粒径組成の

徳島県における砂地畑土壌の理化学性の実態



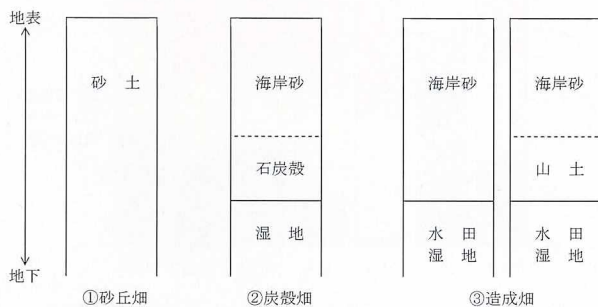
国土地理院の数値地図 25000 (地図画像)『徳島』を使用

第2図 地域分布



国土地理院の数値地図 25000 (地図画像)『徳島』を使用

第3図 砂地畑造成タイプの分布



第4図 砂地畑の構造タイプと土壌の断面構造

第1表 調査点数

地域	大毛島	里浦	大津	松茂	北島	川内	合計
土壌採取圃場点数	55	95	88	64	52	83	437
聞き取り調査点数	55	94	80	50	52	35	366

第2表 聞き取り調査項目

調査項目	内容
圃場条件	造成タイプ, 造成年
手入れ砂客土状況	手入れ砂客土の有無, 量, 産地
暗渠設置状況	暗渠の有無, 設置年次, 材質
灌水管理状況	灌水時期, 方法
施肥設計	施肥資材名, 量, 時期
サツマイモ生育状況	サツマイモの平年収量, 品質

測定を行った。分析結果は200×200mのメッシュデータとして地図上に表した。

次に調査圃場を第2図のようにJAのおおよその管轄地域(大毛島, 里浦, 大津, 松茂, 北島, 川内)および聞き取り調査結果から第3図のように造成タイプ別^{3),8)}に区分し, それぞれ分析データを集計した。造成タイプとは, 土壌の断面構造の違いにより大別した①砂丘畑, ②炭殻畑, ③造成畑(第4図)のことである。地域毎の土壌採取圃場点数・聞き取り調査点数は第1表に示すとおりであり, 聞き取り調査で無回答のものについては集計数に加えていない。なお, 聞き取り調査項目を第2表に示した。

結 果

1 砂地畑土壌の理化学性の実態

1) 概況

第3表に造成タイプ別の土壌理化学性を示した。調査圃場全体で見ると砂地畑土壌のpH(H₂O)は4.6~8.9の広範囲に分布し, 平均値は7.0であった。また交換性石灰, 可給態リン酸の集積している圃場が認められた。砂地畑土壌の細粒化の指標として用いている⁴⁾0.25mm未満の粒子の占める割合は14~68%と圃場間差が大きかった。

造成タイプ別にみると, pH(H₂O)の平均値は, 炭殻畑, 造成畑, 砂丘畑の順に高く, 交換性石灰含量も同様の傾向であった。また可給態リン酸含量は炭殻畑でやや高かったが, 交換性加里, 交換性苦土含量は各造成タイプともほぼ同等であった。0.25mm未満の粒子の占める割合は砂丘畑が最も高く, 砂の粒径の細かい圃場が多いことが明確に認められた。

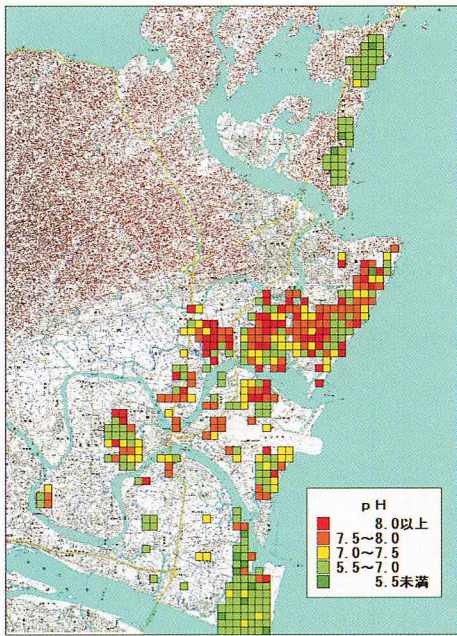
2) 地域分布

土壌の各理化学性の分析, 測定項目について, 第5~24図に地図上のメッシュデータとグラフで表した。

第3表 造成タイプ別の土壤理化学性

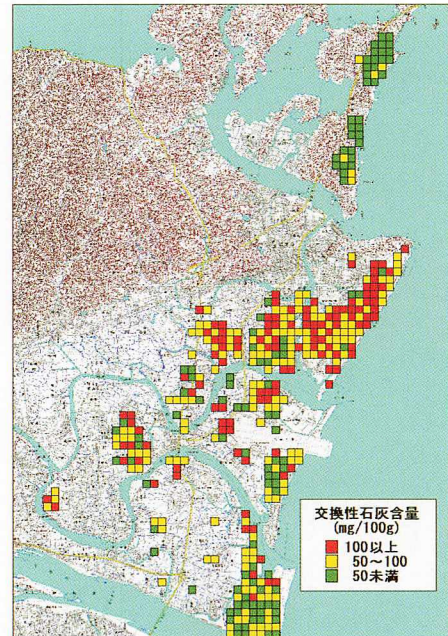
	全体 (n = 437)			砂丘畑 (n = 113)		
	平均値(標準偏差)	最低値	最高値	平均値(標準偏差)	最低値	最高値
pH (H ₂ O)	7.0 (0.9)	4.6	8.9	6.7 (0.9)	4.6	8.6
EC (mS/cm)	0.08 (0.08)	0.02	0.66	0.07 (0.05)	0.02	0.35
交換性石灰含量 (mg/100g)	90 (67)	21	445	73 (52)	21	300
" 加里含量 (mg/100g)	10 (4)	3	28	11 (4)	5	24
" 苦土含量 (mg/100g)	15 (6)	5	54	15 (5)	6	35
可給態リン酸含量 (mg/100g)	63 (37)	6	262	62 (38)	6	201
0.25mm 未満の粒子の割合 (%)	35 (9)	14	68	41 (9)	21	68
通気性 (mL/分)	2362 (1435)	213	6316	795 (1357)	376	6234
三相分布 固相率 (%)	49.0 (2.3)	41.7	56.9	48.0 (1.9)	41.7	52.8
液相率 (%)	15.9 (2.6)	10.4	31.0	15.9 (2.1)	10.4	23.8
気相率 (%)	35.1 (3.6)	17.8	45.9	36.1 (3.0)	27.4	45.9

	炭穀畑 (n = 40)			造成畑 (n = 284)		
	平均値(標準偏差)	最低値	最高値	平均値(標準偏差)	最低値	最高値
pH (H ₂ O)	7.6 (0.6)	5.6	8.5	7.1 (0.9)	4.6	8.9
EC (mS/cm)	0.05 (0.02)	0.02	0.12	0.09 (0.09)	0.02	0.66
交換性石灰含量 (mg/100g)	107 (55)	33	332	95 (73)	23	445
" 加里含量 (mg/100g)	11 (3)	6	18	9 (4)	3	28
" 苦土含量 (mg/100g)	16 (5)	8	28	15 (6)	5	54
可給態リン酸含量 (mg/100g)	76 (42)	17	262	62 (36)	8	238
0.25mm 未満の粒子の割合 (%)	32 (6)	21	53	33 (8)	14	65
通気性 (mL/分)	1822 (1106)	356	4928	667 (1417)	213	6316
三相分布 固相率 (%)	47.6 (1.7)	44.6	52.6	49.6 (2.3)	44.0	56.9
液相率 (%)	15.1 (1.8)	12.7	21.8	16.0 (2.9)	11.3	31.0
気相率 (%)	37.0 (2.7)	27.4	41.1	34.4 (3.8)	17.8	42.0



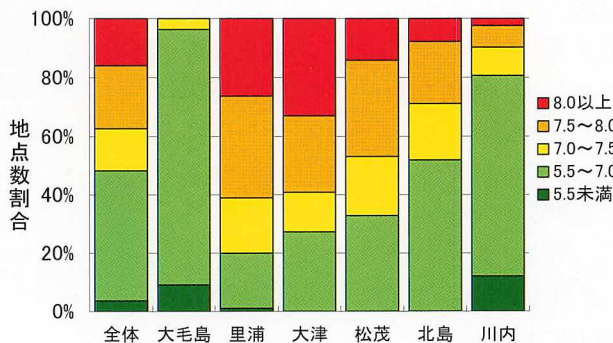
国土地理院の数値地図 25000 (地図画像)『徳島』を使用

第5図 土壤pHの分布 (1998～2000年)

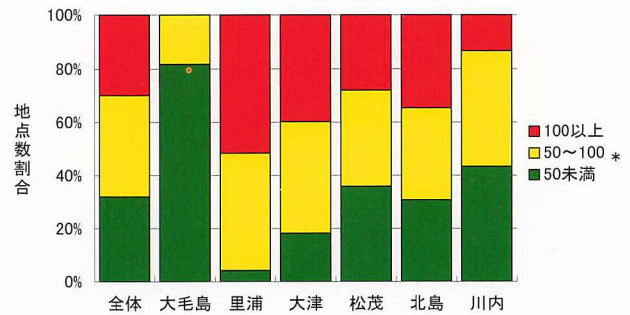


国土地理院の数値地図 25000 (地図画像)『徳島』を使用

第7図 土壌中の交換性石灰含量の分布 (1998～2000年)



第6図 土壤pHの地域別割合



第8図 交換性石灰含量 (mg/100g) の地域別割合

*は徳島県の砂地畑の土壤診断基準値を表す。

徳島県における砂地畑土壤の理化学性の実態

(1) pH(H₂O)

里浦・大津・松茂地域では、pHの高い圃場が広く分布し(第5図)、地域別調査地点数の50～60%の圃場で7.5を超えていた(第6図)。8.0を超える圃場は里浦・大津地域で25%以上あった。一方、pHの低い圃場は大毛島・川内地域に広く分布し、5.5未満の圃場が大毛島地域では9%、川内地域では12%認められた。

(2) 交換性石灰含量

里浦地域では、本県の砂地畑の土壤診断基準値¹⁴⁾(以下、基準値とする)(50～100mg/100g)に満たない圃場はほとんどなく、70%の圃場で基準値を上回っていた(第7, 8図)。次いで大津・北島・松茂地域が多かった。pHの低い圃場が広く分布していた川内・大毛島地域は交換性石灰含量が少ない圃場が広く分布し、特に大毛島地域では基準値を下回る圃場が多かった。

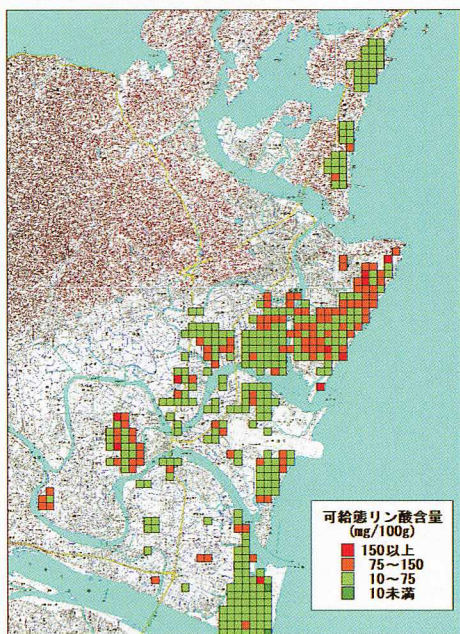
(3) 可給態リン酸含量

ほとんどの地域で基準値(10～75mg/100g)を満たしているか、それ以上の圃場が多く、特に里浦・北島

地域では基準値を上回る圃場が広く分布し、地域別調査地点数の半分近くを占めていた(第9, 10図)。

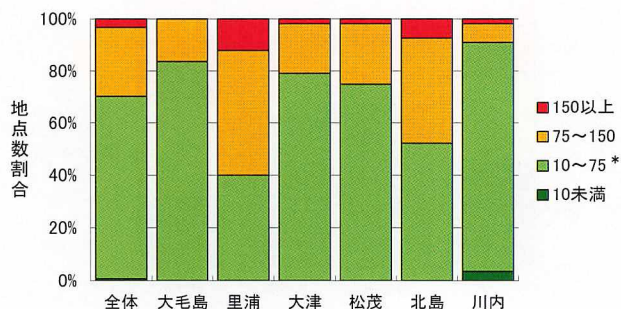
(4) 交換性加里含量

里浦地域に交換性加里含量の多い圃場がやや広く分布していたが、地域全体では基準値(10～25mg/100g)に満たない圃場が全体の62%の地点でみられた(第11, 12図)。特に川内地域で基準値に満たない圃場が多くその割合は82%であった。



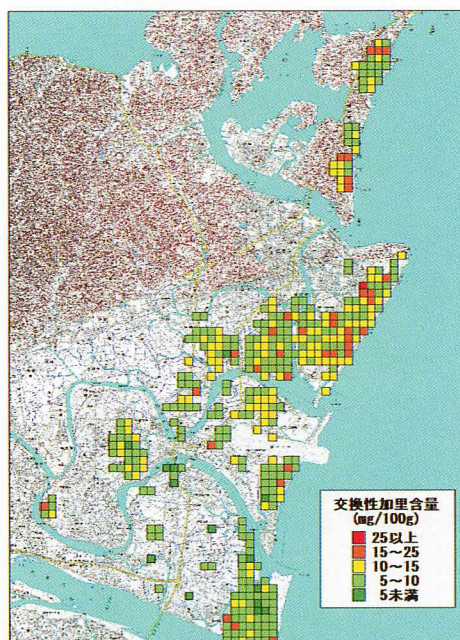
国土地理院の数値地図25000(地図画像)『徳島』を使用

第9図 土壤中の可給態リン酸含量の分布(1998～2000年)



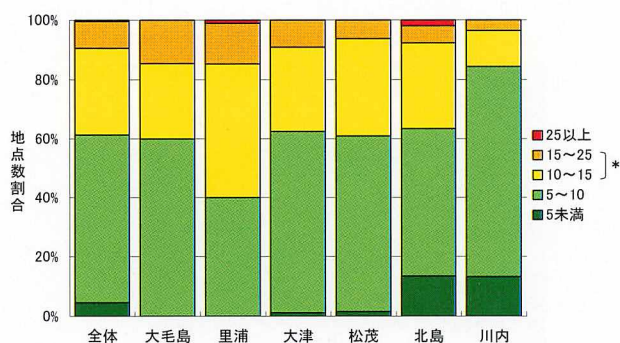
第10図 可給態リン酸含量(mg/100g)の地域別割合

*は徳島県の砂地畑の土壤診断基準値を表す。



国土地理院の数値地図25000(地図画像)『徳島』を使用

第11図 土壤中の交換性加里含量の分布(1998～2000年)



第12図 交換性加里含量(mg/100g)の地域別割合

*は徳島県の砂地畑の土壤診断基準値を表す。

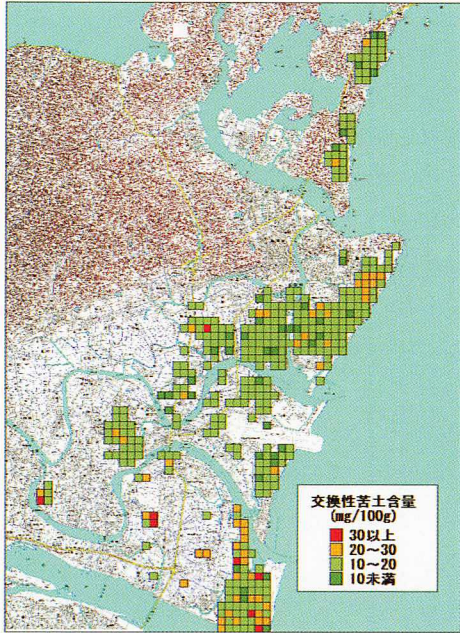
(5) 交換性苦土含量

川内地域に交換性苦土含量の多い圃場が広く分布していた(第13, 14図)。基準値(10～30mg/100g)に満たない圃場が各地域とも10～20%程度認められた。

(6) 0.25mm未満の粒子の割合

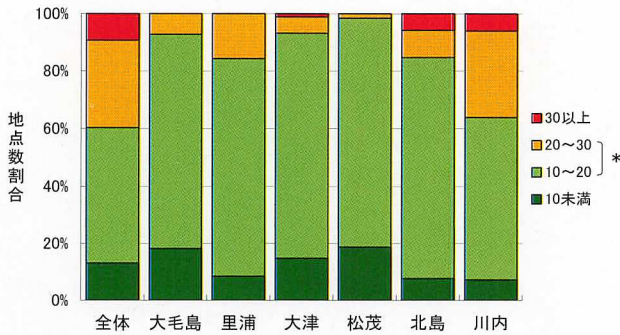
0.25mm未満の微細な粒子の占める割合が高い圃場は大毛島地域と里浦地域の海岸沿いに多く分布し、その地域は砂丘畑の分布とほぼ一致していた(第15, 16図)。

徳島県における砂地畑土壤の理化学性の実態



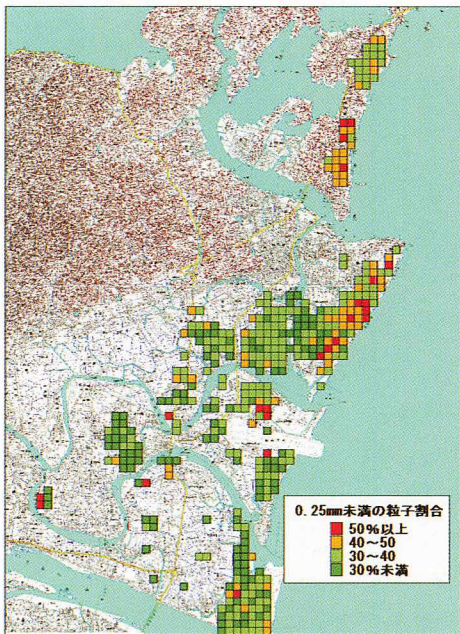
国土地理院の数値地図 25000 (地図画像)『徳島』を使用

第 13 図 土壤中の交換性苦土含量の分布(1998 ~ 2000 年)



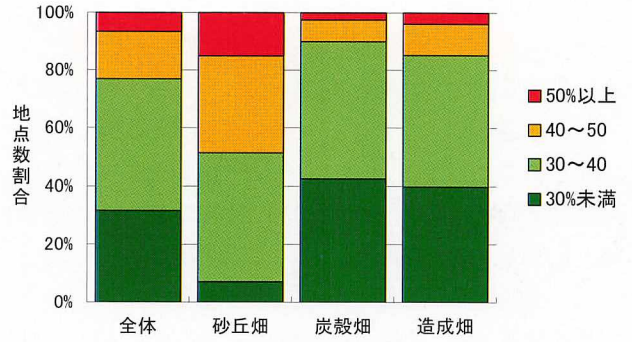
第 14 図 交換性苦土含量 (mg/100g) の地域別割合

*は徳島県の砂地畑の土壤診断基準値を表す。



国土地理院の数値地図 25000 (地図画像)『徳島』を使用

第 15 図 土壤中に占める 0.25 mm未満の粒子割合の分布 (1998 ~ 2000 年)

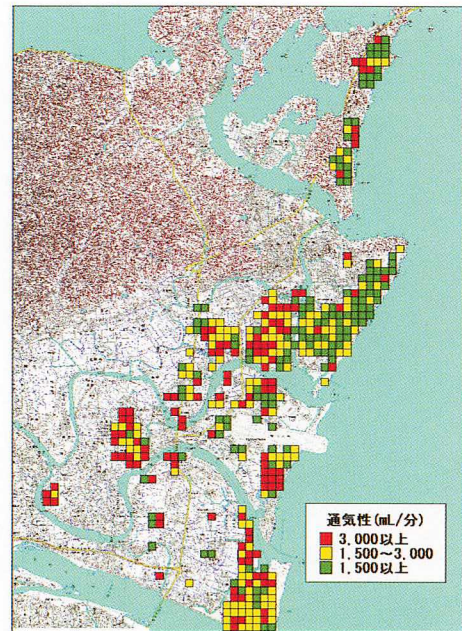


第 16 図 造成タイプ別における 0.25 mm未満の粒子割合

炭殻畑・造成畑ではほとんどの圃場で 0.25 mm未満の粒子の占める割合が 40%以下であり、砂の粒径の粗い圃場が多かった。

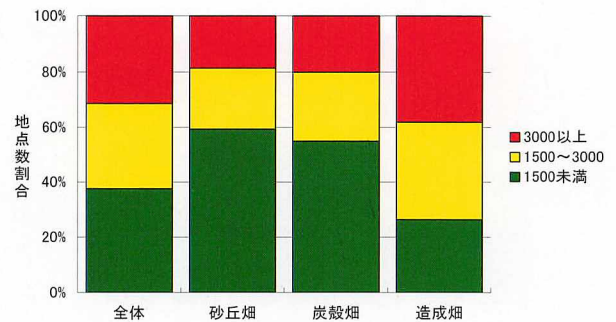
(7) 通気性

砂丘畑・炭殻畑で 1,500mL/分未満の圃場が多く、調査地点の約 60%であった (第 17, 18 図)。造成畑は 3,000mL/分以上の圃場が多かった。



国土地理院の数値地図 25000 (地図画像)『徳島』を使用

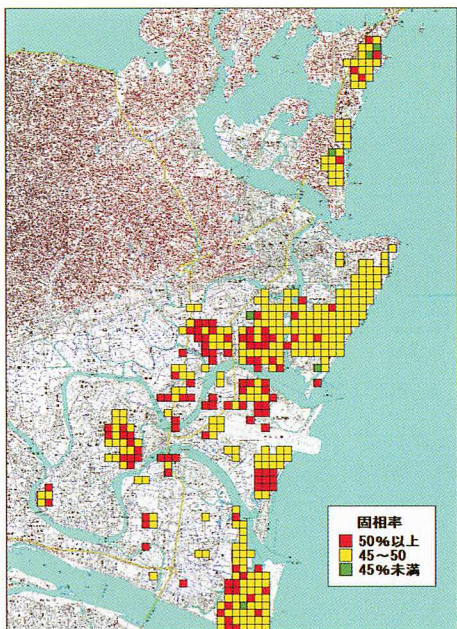
第 17 図 通気性 (現場圃場で測定装置を使つての実測値) の分布 (1998 ~ 2000 年)



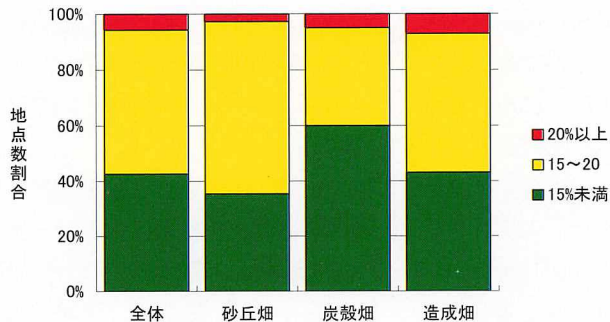
第 18 図 通気性 (mL/分) の造成タイプ別割合

注)現地圃場で測定装置を使つての測定値

徳島県における砂地畑土壌の理化学性の実態



第 19 図 10～15 cmにおける固相率の分布(1998～2000年)



第 22 図 液相率 (pF1.5) の造成タイプ別割合

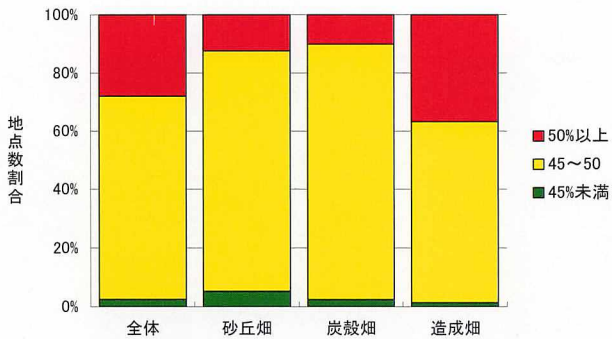
(8) 三相分布

造成畑では砂丘畑・炭殻畑に比べて固相率が50%以上の圃場が多かった(第19, 20図)。炭殻畑は、砂丘畑・造成畑に比べて、液相率(pF1.5)が低く(第21, 22図)、気相率(pF1.5)が高い圃場が多かった(第23, 24図)。

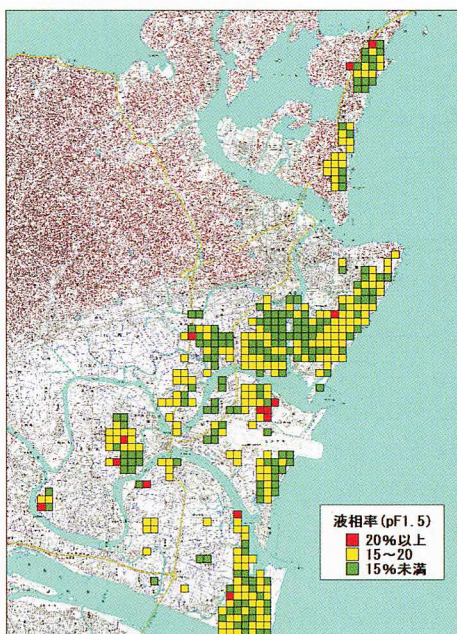
2 聞き取り調査

1) 砂地畑造成について

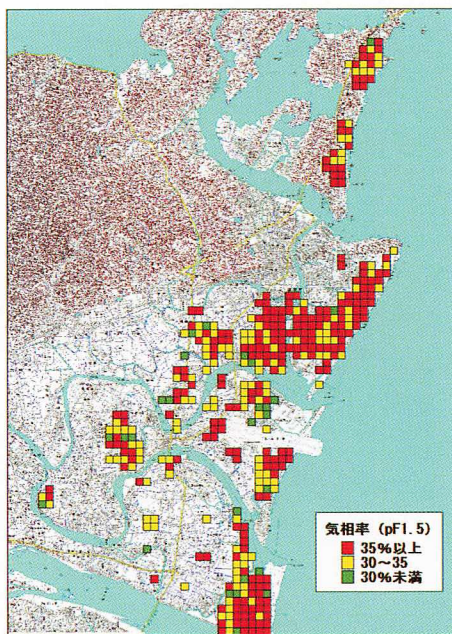
第 25 図に各地域における砂地畑の造成年を造成タイプ



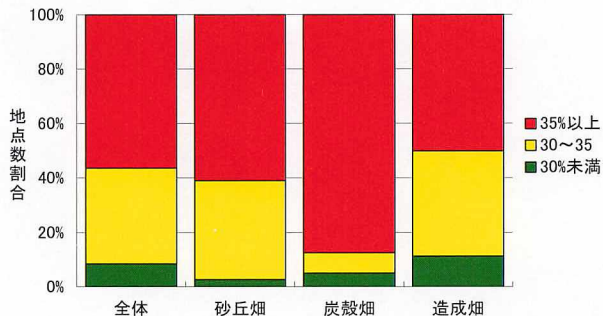
第 20 図 固相率の造成タイプ別割合



第 21 図 10～15 cmにおける液相率の分布(1998～2000年)



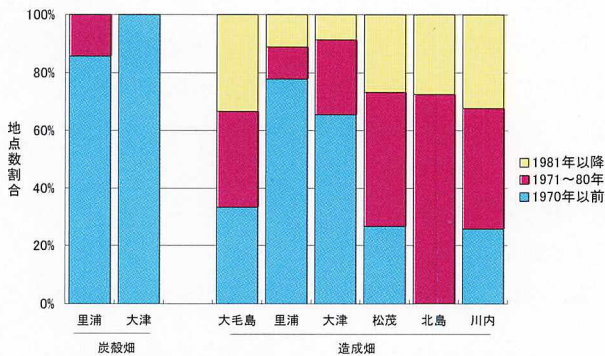
第 23 図 10～15 cmにおける気相率の分布(1998～2000年)



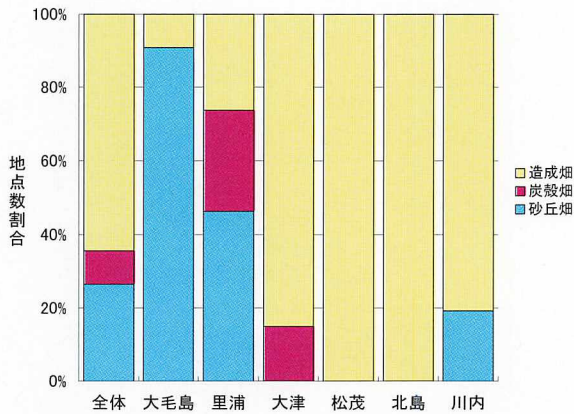
第 24 図 気相率 (pF1.5) の造成タイプ別割合

別に示した。炭殻畑はほとんど 1970 年以前に造成された畑であった。また、里浦・大津地域の造成畑は 1970 年以前に造成された古い圃場が多く、北島地域は 1971 年以降に造成されていた。

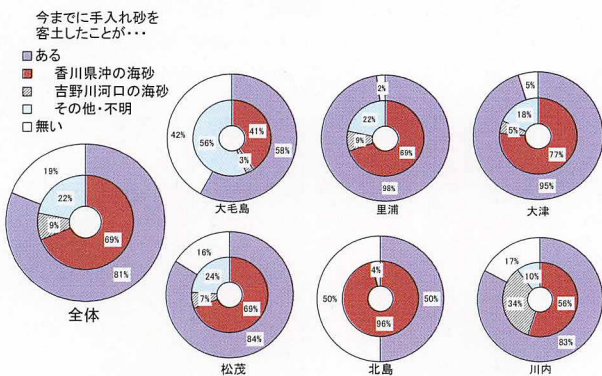
造成タイプの分布について第 3 図のメッシュ地図に、またその割合を第 26 図に示した。砂丘畑は大毛島・里浦・川内地域にあり、大毛島地域は調査地点の 91%、里浦地域は調査地点の 46% を占めた。炭殻畑は里浦、大津地域のみが存在し、造成畑は松茂・北島地域では全調査地点が、大津・川内地域でも 80% 以上を占めていた。



第 25 図 砂地畑の造成年

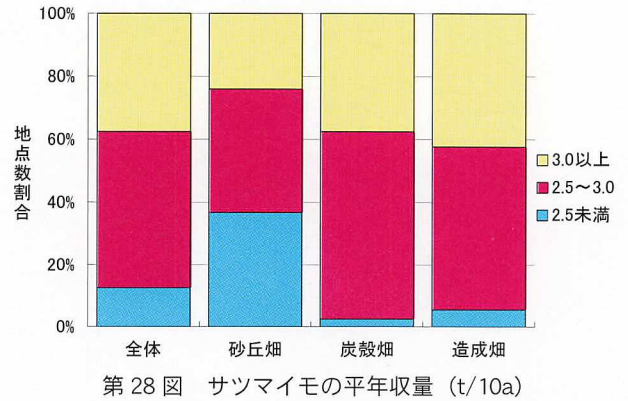


第 26 図 造成タイプの地域別割合

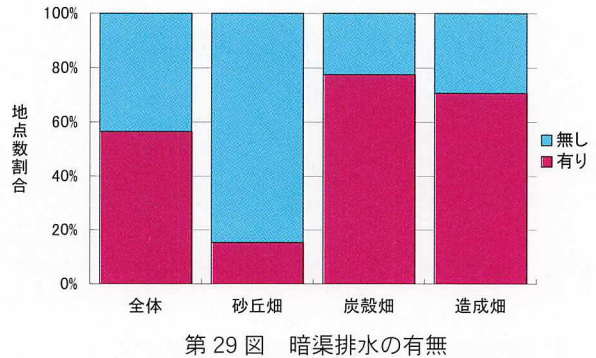


第 27 図 手入れ砂客土の有無と産地

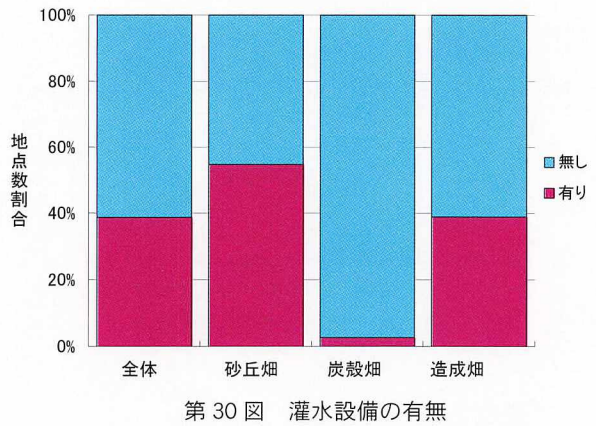
注) グラフの外側の円は手入れ砂客土の有無を、内側の円は手入れ砂の産地を表す



第 28 図 サツマイモの年平均収量 (t/10a)



第 29 図 暗渠排水の有無



第 30 図 灌水設備の有無

調査圃場全体では、砂丘畑 27%、炭殻畑 9%、造成畑 64% であった。

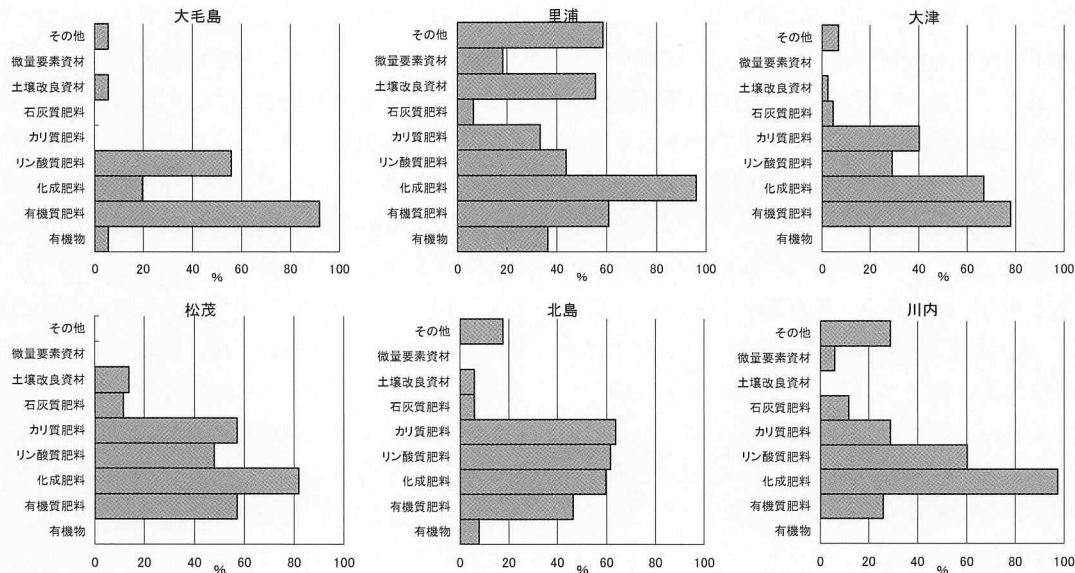
2) 手入れ砂客土の有無

今までに手入れ砂を客土したことがある圃場は、全調査地点の 81% を占めていた (第 27 図)。特に、里浦・大津地域では客土したことがある割合が高く、95% 以上であった。反対に大毛島・北島地域では客土したことがある割合が他の地域に比べて低く、50~60% であった。

3) 手入れ砂の産地

手入れ砂の産地は、全調査地点では香川県沖の海砂の割合が最も高く 69% であった (第 27 図)。北島地域の 96%、里浦地域の 69%、大津地域の 77% で香川県沖の海砂を手入れ砂として用いており、他の地域に比べて使用割合が高かった。一方川内地域の 34% で吉野川河口から県沿岸域のいわゆる県内砂を手入れ砂として用いてお

徳島県における砂地畑土壌の理化学性の実態



第31図 基肥における種類別肥料，資材の使用割合
注) 有機質肥料には有機入り複合肥料を含む

り、他の地域とは特異であった。そのほか大毛島では、海岸近くの山砂を手入れ砂として客土している圃場も一部で見られた。

4) サツマイモの平年収量

サツマイモの10アールあたりの平年収量を第28図に示した。炭穀畑・造成畑ではほとんどの圃場で2.5t以上であったが、砂丘畑では2.5t未満の圃場が37%と収量が低い圃場が多かった。

5) 暗渠排水・灌水設備

暗渠排水は調査圃場全体の56%で整備されていた(第29図)。造成タイプ別にみると、炭穀畑・造成畑では70%以上の圃場で整備されていたが、砂丘畑では15%に止まった。灌水設備(主にスプリンクラー)は39%の圃場に設置されていた(第30図)。造成タイプ別では、砂丘畑で最も多く55%で設置されていたが、それらはほとんどが大毛島地域の圃場であった。炭穀畑では最も少なく3%しか設置されていなかった。

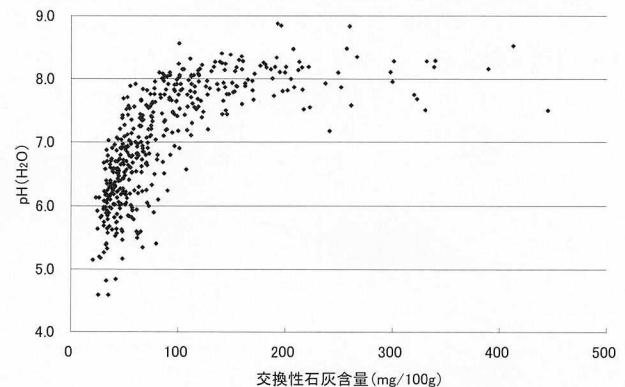
6) 基肥における種類別肥料，資材の使用割合

ほとんどの地域でサツマイモ専用複合肥料(化成あるいは有機質(有機入りを含む))と加里・リン酸質肥料等の単肥を使用していた(第31図)。里浦地域は他の地域に比べて有機物(主に牛糞堆肥)や土壌改良資材、微量元素資材等を施用する圃場が多かった。なお牛糞堆肥は保水性の改善、微量元素の補給等を主目的として200kg/10a程度施用されていると考えられる。

考 察

本県の砂地畑では手入れ砂と呼ばれる海砂の客土が行われているが、吉野川河口から沿岸域の海砂はpHが7.0～8.0であるのに対して、香川県沖の海砂は花崗岩を母岩としていることや、貝殻を多く含むことなどの理由からpHが8.5～9.5と高い性質がある。そのため香川県沖の手入れ砂を多く客土している圃場ではpHが高くなり、亜鉛欠乏症⁷⁾や立枯病の発生が多い地域が見られる¹⁰⁾。

松家ら⁶⁾は、本県におけるこの20年間の農耕地土壌の実態と変化を調査した中で、砂地畑では、手入れ砂に混入した貝殻由来の石灰成分の溶出により交換性石灰含量が増加し、pH(H₂O)が徐々に上昇しつつあると報告している。本調査でも第32図のとおり交換性石灰含量が150mg/100g以下では、交換性石灰含量が多くなるとpH(H₂O)が高くなる傾向が見られた。また、里浦・大津・松茂地域では交換性石灰含量が多く、pH(H₂O)の高い圃場が多かったが、第27図に示したとおり里浦・



第32図 交換性石灰含む量とpH(H₂O)

大津・松茂地域は手入れ砂を客土する圃場の割合が高く、その産地も香川県沖の割合が高かった。これらの地域で pH (H₂O) が高く、交換性石灰含量が多いのは香川県沖の手入れ砂の影響であると考えられた。北島地域は造成年が最も新しく、造成時に客土された海砂の多くは香川県沖の砂を使用していた。そのため、手入れ砂の客土割合が低いにも関わらず、pH (H₂O) が高い圃場が多くなっていったと考えられた。今回、調査圃場全体の16%で pH (H₂O) が 8.0 を超える圃場が認められたが、高 pH 圃場では亜鉛など微量元素の欠乏や立枯病の発生が懸念されること、表皮の着色に高 pH は抑制的に働く⁵⁾ という報告もあるため、それらの圃場では pH 矯正のため硫酸粉末を植え付け 1 カ月以上前に 10 アールあたり 20 ~ 40kg 施用する¹⁷⁾ 必要がある。

一方、大毛島地域では元来、他の地域に比べて手入れ砂の客土割合が低かった。また川内地域は他の地域とは異なり、香川県沖の海砂を手入れ砂として客土することを控えていた。このことが大毛島、川内地域で pH が低く、交換性石灰含量が少ない圃場が広く分布している理由と考えられた。低 pH の場合でも表皮の着色は抑制的に働く (好適 pH6.0 付近)⁵⁾ ため、大毛島、川内地域の pH が 5.5 未満の低い圃場では、石灰資材を施用し、pH を 6.0 付近まで上昇させる必要がある。

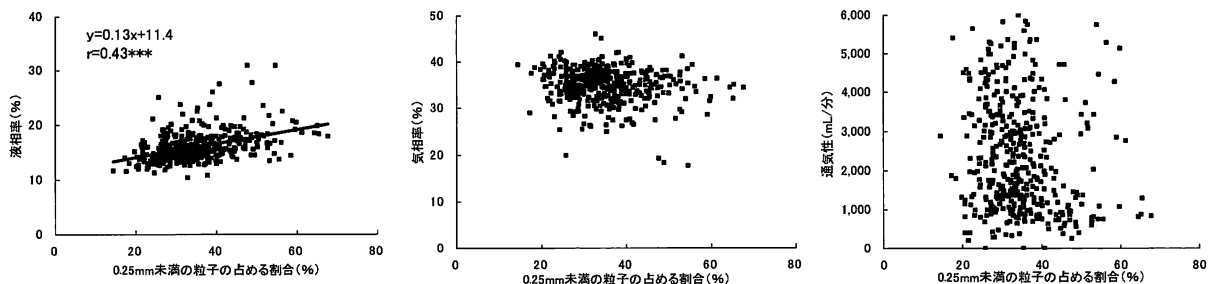
可給態リン酸含量は全国的に農耕地で増加の傾向にあるが⁶⁾、本県の砂地畑でも同様の傾向が見られ、基準値以上の圃場がほとんどであった。ほとんどの地域で 3 要素入りのサツマイモ専用肥料を使っていたが、それと併用してリン酸肥料の使用も多く見られた。この理由の一つに、pH の高い地域と可給態リン酸含量の高い地域が一致していることから、pH を下げるために過リン酸石灰を施用していることが考えられた。また、リン酸肥料の多施はサツマイモの糖含量を高める効果がある¹³⁾ といわれているため、積極的に施用しているものと推察できる。

沢畑²⁰⁾ は、加里はサツマイモの塊根の形成・肥大を良好にする効果が高い、また大橋¹¹⁾ は、加里増施は皮色に

おいて赤みは強調されないが、黄色みの発色を抑制する効果がみられ、相対的に色相の向上となると述べている。ところで、本県の砂地畑における交換性加里含量は多くの圃場で基準値を下回っていた。砂地畑は肥料成分が流亡しやすい条件にあることや、採土時の圃場の条件が地域により異なるため一概には比較できないが、本県の砂地畑では交換性加里含量がやや少ない傾向にあると思われた。川内地域で特に加里含量の少ない圃場が多かったが、その原因は不明であった。過剰な加里施用は塊根の裂開発生につながる¹⁾ が、加里含量が 10 mg /100g 未満の圃場では、加里質肥料を積極的に施用する必要がある。

交換性苦土含量は基準値を外れた圃場は全地域の 10 ~ 20% 程度であった。川内地域で高い圃場が他の地域と比較してやや多く見られたが、聞き取り調査の結果、苦土成分を含む肥料の使用割合が高いために推察された。

鳥取県中部砂丘の砂の粒径分布は、石原ら²⁾ によれば、海岸線から内陸にはいるほど微細な粒径の含有割合が増加し、それは風による砂の移動等砂丘の生成過程に由来すると述べている。本県の砂地畑は、90% 近くが湿地や塩田、水田の上に砂を客土した造成畑で³⁾、微細粒子の増加は、ロータリー耕耘による砂の細粒化¹⁸⁾ や植物根や土壌化学性による溶解作用²¹⁾、腐植の増加等連作に原因があるといわれている。北島地域の砂地畑は造成が新しく、連作年が短い圃場が多い地域のため、微細な粒子の割合が最も低いと考えられた。手入れ砂の客土割合が低かった大毛島は微細な粒子の割合が高く、連作による土壌の細粒化が進んでいることが明らかになった。一方、里浦地域は大津・松茂地域と同様に手入れ砂の客土割合が高いにもかかわらず、微細な粒子の占める割合が高かった。里浦地域の東部は、砂丘畑が多く分布しており、比較的乾きやすい性質がある³⁾。大津・松茂地域と同じようにやや粒径が粗めの手入れ砂を客土すると、乾燥を助長し、かえって悪影響となる。そのため里浦地域では過乾燥を防ぐために、細かい粒子の手入れ砂を客土しているものと推察された。



第 33 図 0.25 mm 未満の粒子の占める割合と土壌物理性

砂の粒径組成とイモ類の収量・品質については梯ら⁴⁾が次のように報告している。砂地畑において0.25 mm未満の粒径が占める割合が増加すると、通気性が劣り、土壌の気相率は減少、液相率は増加し、その結果土壌中の酸素不足によりサツマイモの収量、秀品率の低下につながる。土壌の粒径組成が0.25 mm未満の微細な粒子を35%、0.25～1.0 mmの粒子を65%程度に調節すると、土壌の排水性と保水性のバランスがサツマイモ栽培にとって好適に保たれ収量が安定する。本調査では、第33図のように0.25 mm未満の粒子の占める割合と液相率との間には有意な相関が認められたが、気相率、通気性との間には明瞭な関係は認められなかった。通気性は現場で測定しており、測定時の圃場条件や土壌水分含量の違いが測定値に影響を及ぼしたため、一定の傾向が認められなかったと推察された。砂丘畑において、0.25 mm未満の微細粒子の割合が高い圃場が広く分布し、また年収量が10アールあたり2.5t未満の低い圃場が多くみられたが、砂の粒径と聞き取り調査による年収量との関係は明らかではなかった。これは、地域により作型（早掘用、貯蔵用等）が異なり挿苗時期、収穫期、栽培期間等が同一でないためそれらの要因が収量に大きく作用し、その結果砂の粒径と年収量には有意な相関がみられなかったと考えられた。

サツマイモの収量・品質には土壌水分が大きく関与していることが明らかになっており^{3,4,8,16)}、土壌水分を調整する方法として手入れ砂の客土以外に現場の農家では暗渠排水、灌水設備の設置、心土破碎等の技術が行われている。また里浦地域では保水材として有機物の施用も一部で実施されている。造成砂地畑における暗渠排水の有効性は明らかになっているが¹²⁾、砂丘畑では暗渠排水の整備は今回の調査では15%と低く、むしろ排水性よりも灌水の設置に重点が置かれており、3タイプの中では最も灌水設備の設置割合が高かった。一方造成畑では暗渠排水が整備された圃場が70～80%と多く認められた。

灌水設備の有無は用水設備の有無に大きく関係しており、用水設備の工事が進められていることから、今後用水の完成に伴い灌水設備は増加するものと思われる。

以上のように、本県砂地畑の土壌理化学性には地域性が認められた。特に土壌化学性は肥培管理や手入れ砂客土による要因が大きいため、概ねJAの管轄地域毎の地域性が認められ、粒径組成分布、暗渠・灌水設備は水分変動など圃場の性質による要因が大きいため、造成タイプ毎の特性が認められた。今後は土壌中の微量元素含量等について検討を行う予定である。

最後に、現地調査の実施に当たり多大なご協力をいただいた徳島農業改良普及センター、徳島市・鳴門市・里浦・大津・松茂町・板野郡各農業協同組合の関係者の皆様に心から感謝の意を表します。

摘 要

本県の砂地畑において、土壌理化学性調査および聞き取り調査を行い実態を明らかにした。

- 1 調査圃場全体において土壌pH (H₂O) は4.6～8.9の広範囲に分布し、平均値は7.0であった。交換性石灰含量も圃場間のばらつきが大きく、過剰に集積している圃場が認められた。造成タイプ別では、炭殻畑、造成畑、砂丘畑の順に高かった。pHの高い、交換性石灰含量の多い圃場は手入れ砂客土割合が高く、その産地は香川県沖の海砂が多かった。pH (H₂O) が5.5未満、8.0以上の圃場では、pH矯正資材を施用する必要があると思われる。
- 2 可給態リン酸含量は県内砂地畑の診断基準値以上の圃場がほとんどであり、過剰に集積している圃場も認められた。一方、交換性加里含量は、地域全体の62%で診断基準値を下回っていた。交換性加里含量が10mg/100g未満の圃場では、加里質肥料を積極的に施用する必要があると思われる。
- 3 0.25 mm未満の微細粒子が多い圃場は、砂丘畑に多く、その理由として①手入れ砂を客土していないため、細かい粒子の砂の割合が増加した、②微細な粒子の占める割合が高い手入れ砂を客土していた、ことが考えられた。
- 4 土壌理化学性と年収量の間には有意な相関は認められなかった。
- 5 炭殻畑、造成畑では暗渠排水の整備割合が高く、大毛島の砂丘畑では灌水施設の設置割合が高かった。
- 6 以上のように本県の砂地畑の土壌化学性は肥培管理や手入れ砂客土等の土壌管理による要因が大きいため概ねJAの管轄地域毎の地域性が、粒径組成分布、暗渠・灌水設備は水分変動など圃場の性質による要因が大きいため造成タイプ毎の特性が認められた。

引用文献

- 1) 猪野誠 (1987) : 農業技術体系, 作物編5. (農文協)
- 2) 石原俊幸・下中雅仁・藤井信一郎 (1991) : 砂丘地ナガイモの良品多収生産に関する研究. 鳥取県園試報, (1) : 17～25.

- 3) 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.
- 4) _____・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.
- 5) 金田雄二・河森武・伏見弘・石上清・大橋義弘 (1978) : 園芸作物の品質と土壌環境に関する研究 (第1報) カンショ '高系14号' の皮色に及ぼす土壌環境の影響について. 静岡農試研報, (22) : 24 ~ 31
- 6) 松家義克・梯美仁・小川仁 (2000) : 徳島県におけるこの20年間の農耕地土壌の実態と変化. 徳島農試研報, (36) : 23 ~ 36.
- 7) 美馬克美 (1977) : 徳島県におけるカンショの亜鉛欠乏. 徳島農試研報, (15) : 15 ~ 18.
- 8) 鳴門農業改良普及所 (1987) : じゃんぷあっぷカンショ, ダイコン : 11 ~ 20.
- 9) 農林水産省農蚕園芸局農産課編 (1979) : 土壌環境基礎調査における土壌, 水質及び作物体分析法 (附) 現地調査法. 土壌保全調査事業全国協議会.
- 10) 岡田俊美 (1985) : 農業技術体系, 土壌施肥編 8. 農文協
- 11) 大橋義弘 (1979) : 農業技術体系, 野菜編 10 - 2. 農文協
- 12) 四国農業試験研究推進会議 (1999) : 造成砂地畑における暗渠排水によるサツマイモの収量, 品質の向上. 四国農業研究成果情報 : 82 ~ 83.
- 13) 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 [3] 千葉県北総台地畑における栽培について. 農業および園芸, 59 (7) : 933 ~ 937
- 14) 徳島県 (1997) : 土壌及び作物栄養の診断基準.
- 15) 徳島県企画調整部統計調査課 (2001) : 平成12年度版県勢要覧.
- 16) 徳島県農林水産部営農振興課 (1998) : 砂地畑における「手入れ砂」対策技術指針.
- 17) 徳島県立農業試験場 (1981) : B-k砂質畑におけるアルカリ土壌. 昭和56年度農芸化学科成績書 : 135 ~ 138.
- 18) _____ (1986) : IV-3砂地畑における耕耘回数と砂粒子の細粒化. 昭和61年度農芸化学科成績書 : 103 ~ 105.
- 19) _____ (1994) : II 2 手入れ砂における砂の粒径分布の測定条件. 平成4年度農芸化学科成績書 : 62 ~ 65.
- 20) 沢畑秀 (1987) 農業技術体系, 作物編 5. 農文協
- 21) 山本英記 (1991) : 客土砂 (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.1〕
19~23 2003

イチゴ苗の花芽分化促進処理とうどんこ病の発生

金磯泰雄*・亀代美香

Influence of inducing flower-bud of strawberry-seedlings
on the occurrence of powdery mildew

Yasuo KANAISO・Mika KAMESHIRO

要 約

金磯泰雄・亀代美香 (2003) : イチゴ苗の花芽分化促進処理とうどんこ病の発生. 徳島農研報, (1) : 19~23

育苗期におけるイチゴ苗の花芽分化促進処理が, うどんこ病の発生におよぼす影響について検討した。

花芽形成のため, 盛夏期に標高約1,000mの地点に山上げた苗は, 山上げせずに平地の露地で育苗を続けた苗よりもうどんこ病の発生が多く観察された。また発病苗を山上げすると, 平地で育苗した苗に比べて発病株が多く認められ, 山上げ期間中展開した新葉において発病が認められた。

平地で盛夏期に一定期間冷蔵処理する夜冷および株冷処理では, 処理後もイチゴ苗におけるうどんこ病の発生が続いた。また処理後に展開した新葉に新たなうどんこ病の菌叢が明瞭に認められた。これに対して平地で育苗を続けた苗ではほとんど発病が認められなくなった。

山上げ, 夜冷, 株冷などの花芽分化促進処理は, イチゴうどんこ病の夏期における発生を助長し, 本圃での発生に大きく影響することが推察された。

キーワード: イチゴ, うどんこ病, 花芽分化, 山上げ, 夜冷, 株冷

はじめに

イチゴの促成栽培では春～夏に育苗期があり, 従前は親株床から子苗をとった後, 本圃へ植える前に仮植する仮植育苗が行われていた。これは根切り等の操作による花芽形成の促進を目的としたものであった。この後1982年頃から親株床で子苗を直接ポットに受けるポット育苗法が普及し, 肥料を切ることによる花芽の分化が容易となり, 栽培期がさらに早まった。ポット苗については移動しやすいため, なお一層花芽分化の促進を目的に, 盛夏期に標高1,000 m程度の場所でより低温にあわせる山上げ栽培も導入された。また近年は盛夏期に平地で一定期間冷蔵倉庫へ入れる, 株冷や夜間にのみ入れる夜冷処理などが普通にみられる栽培体系となっている。

一方, 本圃におけるうどんこ病の発生には育苗期の条

件や罹病苗の持ち込みの影響が大きいものと言われ, そのため育苗期の薬剤散布等にいろいろな対策がとられている^{2,3,5,6,7,8,10)}。

しかし, 育苗期におけるこうした栽培管理方法の変化がうどんこ病の発生に及ぼす影響についての報告は極めて少ない¹¹⁾。そこで, 夏期における花芽分化促進処理のイチゴうどんこ病の発生に対する影響について検討した。

試験方法

1. 山上げとうどんこ病の発生

1) 現地圃場における山上げ処理とうどんこ病の発生

1988, 1993 および1995年の3カ年, 阿波町の同一農家の圃場で実施した。平地(標高約50 m)での育苗は4月以降畦幅1.5 m, 高さ15cmの平らな畦を数本設

け、穴あきシルバーポリエチレンでマルチ被覆した後、その上に直接ポットを並べて順次受けた。1988年のみ黒色のポリポット（直径10.5cm）を使用し、他の年はシルバーのポリポットを用いた。

山上げは山川町の高越山の標高約1,000mの地点に、平地で育苗した苗をコンテナに入れて移動し、そのまま置いた。供試品種と山上げの期間は、1988年は‘麗紅’を8月17日～9月5日に、1993年と1995年は‘とよのか’をそれぞれ7月26日～8月24日、7月25日～8月20日に行った。

発病調査は、山上げ前に育苗床2畦の各200株計400株について、また山上げ後は定植直後の1988年9月8日、1993年8月30日、1995年8月26日に、ハウス内2カ所の各200株計400株の発病株率を調査した。平地で育苗した苗についても同様に調査した。発病の有無については各葉位の葉裏を中心に観察される菌叢の生死について、肉眼観察と拡大鏡（×15）で判断した。なお山上げ以降調査日までの薬剤防除は行わず、その他施肥管理等は慣行によった。

2) 発病苗の山上げ処理とうどんこ病の発生

1993年および1995年に、1)と同様に農試圃場（石井町）の親株床で5月～7月にポット受けした‘とよのか’（以下の品種も同じ）の苗を供試した。

発病株の作成についてはそれぞれ6月30日、7月7日にうどんこ病菌を接種した後直ちに20℃の人工気象室へ入れ、7月2日および10日に再度同室内で接種し、発病させた。接種はイチゴ苗の未展開葉の葉裏を中心に、うどんこ病菌の菌叢に擦りつけた綿球をピンセットで軽くなすりつけて行った（以下の発病株についても供試1カ月前に同様に2回接種して作成した）。

両年とも接種により明瞭に発病の認められた50株のポットをコンテナに入れたまま標高1,000m地点に移動し、50株は同様に農試圃場内の育苗床に置いた。また1995年には1)の試験を実施した阿波町の現地の平地にも50株を置いた。山上げ期間は、1993年7月26日から8月24日、1995年8月16日～9月12日の約1カ月間置いた。山上げ終了後直ちに上位から3葉の小葉200葉および山上げ後に展開した新葉100枚につき1)同様に発病の有無を調査した。

山上げ地点および現地における気温については、バイメタル式自記温度記録計をイチゴの株と同じマルチ上へ置き、直射が当たらないよう20cmの空間をとって上部のみシルバーポリエチレンで被覆し、計測した。

2. 夜冷および株冷処理と発生

1) 現地における発生調査

1993年および1994年の2カ年にわたり、川島町の農家のポット受け（シルバー、直径10.5cm）苗を対象に実施した。夜冷処理は12～14℃下に設定した夜冷庫に16時～8時の間入れ、期間は1993年が8月10日～8月31日、1994年が8月8日～28日とした。また株冷は同じ期間中同じ温度下の冷蔵庫に入れ、1週間おきに2回出庫した。冷蔵処理前のそれぞれ8月7日と8月5日に各200株の2カ所での発病状況を調査し、定植直後の9月3日と9月1日に同様に調査した。

2) 発病株の夜冷および株冷での発生調査

1993年、1994年および1996年の6～8月に、1)の2)と同様に育成したポット苗に接種し、明瞭に発病の認められた各30株を供試した。夜冷および株冷処理は、1993年8月12日～9月2日、1994年7月27日～8月17日および1996年8月1日～20日に実施した。夜冷は明期間は28℃下で8時間、暗時間が10℃で16時間とし、株冷は同じ期間中10℃の暗黒下に置いた。なお1996年のみ12℃の夜冷、株冷とした。また無処理は露地の日向に置いた。灌水は適宜実施した。

各年とも処理直後の9月3日、8月18日および8月21日に、全株の発病の有無と上位3葉の発病小葉率を調査した。

試験結果

1. 山上げとうどんこ病の発生

現地圃場の山上げ前後におけるうどんこ病の発生状況については第1表に示した。山上げた苗は3年とも平地で育苗した苗よりも多くの発病が観察され、特に1993年と1995年には平地で育苗された苗における発病株は0であったが、山上げた苗では5.5、2.5%の発生が認められた。

1993年と1995年の2カ年発病苗50株を山上げし、

第1表 現地圃場における山上げ処理とイチゴうどんこ病の発生

年次	試験区	発病株率 (%)		備考	
		山上げ前	山上げ後	品種	山上げ期間
1988	山上げ	32.4	3.8	麗紅	8/17～9/5
	無処理	35.2	0.4	〃	
1993	山上げ	25.2	5.5	とよのか	7/26～8/24
	無処理	31.3	0	〃	
1995	山上げ	42.3	2.5	とよのか	8/16～9/12
	無処理	35.1	0	〃	

注) 標高：山上げ地点、約1,000m；無処理、約50m

イチゴ苗の花芽分化促進処理とうどんこ病の発生

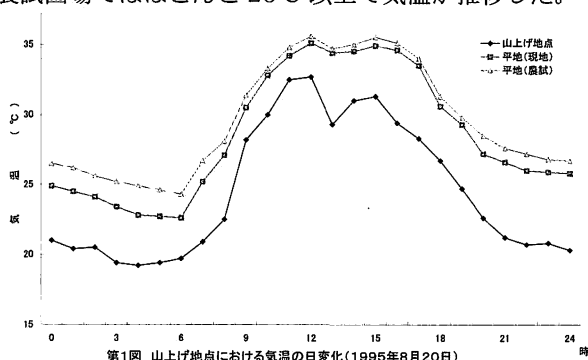
処理後の発病状況を調査した結果は第2表に示した。1993年は農試圃場で発病株が0になったのに比べ、山上げた苗では68%の株で発病が継続して観察された。1995年も同様な傾向がみられたが、平地に置いた苗で発生差があり、農試圃場では0%であったが現地では5%の苗で発病が認められた。また山上げでは処理以降新たに展開した新葉にも明瞭に発病がみられたが、平地では両地点とも新葉における発病は認められなかった。

第2表 発病苗の山上げ処理とイチゴうどんこ病の発生

年次	試験区	発病株率 (%)		発病小葉率 (%)		
		山上げ前	山上げ後	山上げ前	山上げ後	新葉
1993	山上げ	100	68.0	63.2	60.3	79.8
	無処理(農試)	100	0	69.4	0	0
1995	山上げ	100	53.0	71.1	63.0	77.0
	無処理(現地)	100	5.0	80.2	8.5	0
	無処理(農試)	100	0	76.5	0	0

注) 標高: 山上げ, 約1,000 m; 無処理(現地), 約50 m; 無処理(農試), 8 m
 発病小葉率: 上位から1~3位葉での発生
 新葉: 山上げ期間中に葉展開した葉

山上げ時の気温の推移については第1図に示した。山上げ地点では平地に比べて昼間が2~5℃、夜間~早朝が4~6℃低く推移した。また平地でも現地と農試では若干差がみられ、昼間はほとんど変わらないが夜間~早朝は1~2℃農試圃場が高く推移した。山上げ地点では20℃前後の気温が10時間程度続き、平地でも現地では23℃前後の気温が2,3時間続いた。これに比べて農試圃場ではほとんど25℃以上で気温が推移した。



第3表 現地圃場における夜冷および株冷処理とイチゴうどんこ病の発生

年次	試験区	発病株率 (%)		発病小葉率 (%)		
		処理前	処理後	処理前	処理後	新葉
1993	夜冷	8.5	3.8	0.4	0.3	1.8
	株冷	8.0	5.5	0.5	0.5	1.9
	無処理	7.8	0	0.3	0	0
1994	夜冷	3.5	1.3	0.2	0.1	0.7
	株冷	3.2	2.4	0.2	0.2	0.9
	無処理	3.5	0	0.2	0	0

注) 発病小葉率: 上位から1~3位葉での発生
 新葉: 処理期間中に葉展開した葉

2. 夜冷および株冷処理とうどんこ病の発生

現地で夜冷, 株冷処理を実施している農家の発病状況については第3表に示した。発病株率は両処理区ともに少なかったが処理後なお発病が確認され, 一部の新しく展開した葉にも発病が観察された。これに対して無処理では発病が観察されなかった。

夜冷および株冷を人工気象室で実施した結果は第4表に示した。発病株の夜冷および株冷処理では, 菌叢は3カ年とも消失することなく処理後も観察された。1993年は無処理を含めて処理後も発病がみられたが, 小葉での発病が処理によって増加したのに比べ, 無処理での発病は減少した。また1994年および1996年ともに発病状況は同様な傾向がみられ, 無処理の発生が0になったのに比べて, 夜冷, 株冷の両処理ともに入庫後かなり増加し, 新たに展開した葉でも感染が認められた。特に夜冷では新葉にも多くの菌叢が確認された。これに対して株冷処理についても, 生育が極めて遅いので明確でない面もあるが, 新葉での感染が同様に認められた。

第4表 発病苗の夜冷および株冷処理とイチゴうどんこ病の発生

年次	試験区	発病株率 (%)		発病小葉率 (%)		
		処理前	処理後	処理前	処理後	新葉
1993	夜冷	100	100	24.1	50.0	-
	株冷	100	100	24.1	74.6	-
	無処理	100	26.7	26.2	7.5	-
1994	夜冷	100	100	38.8	64.8	91.0
	株冷	100	100	44.8	61.4	81.0
	無処理	100	0	30.2	0	0
1996	夜冷	100	100	58.3	70.3	86.8
	株冷	100	100	46.8	45.8	60.6
	無処理	100	0	53.6	0	0

注) - : 未調査
 発病小葉率: 上位から1~3位葉での発生
 新葉: 処理期間中に葉展開した葉

考 察

イチゴの促成栽培では, 収穫時期を早めるため, 各種の花芽分化促進処理が取り入れられている。仮植育苗では断根や肥料切りという操作で花芽分化を促進したが, 近年の処理は山上げや冷蔵倉庫へ入れるなど低温に一定期間遭遇させることが基本となっている。しかしこれらは病害虫の発生を念頭に置いた技術でないことから, うどんこ病等各種病害発生への影響が懸念された。

イチゴうどんこ病の盛夏期における発生推移について, 従来の仮植栽培や平地の露地におけるポット育苗等では, 年次変動はあるが通常は7~8月以降菌叢が消失し, 新たな発病が観察されなくなる^{2,6,11)}。この理由としてうどんこ病菌の生育適温が17~20℃と比較的低く, 高温

によって感染しにくいと阻害されることが判明している^{1,10)}。したがって発病苗やハウスを一定期間高温に遭遇させることにより本病を防除する試みがなされている^{6,9,11)}。しかし山上げでは通常は高温により菌叢が消失する時期に一定期間低温状態に置くため、発病が続く可能性があると考えられた。さらに盛夏期における夜冷、株冷処理についても発病への影響が未確認で、同様なおそれが懸念された。

本試験を実施した山上げ地点では、平地に比べて昼間は2～5℃、夜間～早朝に4～6℃低く推移したため、他の病原菌に比べてより低温で感染しやすいイチゴうどんこ病¹⁰⁾の発生におよぼす影響が明らかに認められた。すなわち山上げ後定植した苗の現地圃場における発病株率は、山上げしなかった平地の苗に比べて高かった。発病株を山上げた場合、2カ年とも50%を越える高率で発病が続いたが、平地の無処理では農試圃場で発病株率が0となり、現地でも5%と低くなった。これについては同じ平地でも、農試圃場と現地間には、地形的な差や標高差が40m程度ある等から、夜間～早朝における気温が現地で1～2℃低いことが影響しているものと推察された。また山上げでは処理前後における発病小葉率等の発生状況は変わらず、山へ移動した後新たに展開した新葉にも明瞭な菌叢が形成された。これに対して平地に置いた株の発病は、農試圃場では2カ年とも発生がなくなり、一年ではあるが現地に置いた発病株は著しく減少し、新葉での発生は観察されなかった。このことについては、山上げ地点における気温が20℃前後で10時間程度続いていることが関係している¹¹⁾ものと思われた。これらの結果から、感染に重要な因子とされている気温が、山上げた地点では平地に比べて夜間～早朝の間4～6℃低く、うどんこ病の感染に好適な20℃で長時間推移するため、発病が継続するものと推察された。したがって、こうした夏期における発病の継続が秋期における罹病株の本圃への持ち込みにつながり、ハウスにおける重要な発生源となることが明らかとなった。

花芽分化促進のため一定期間冷蔵倉庫へ搬入する夜冷および株冷処理は、現地では発病が0となった無処理の露地育苗に比べて、低率ながら発病があり、処理の影響が認められた。また発病株を用いた試験でも明らかに処理との関係がみられ、両処理ともに処理前後に発病株が変わらないか増加した。特に夜冷では新葉にも多くの菌叢が確認された。先に筆者らは10℃でもうどんこ病菌の分生胞子が発芽伸長し、また昼間28℃、夜間10℃(12時間日長)の人工気象器で33%の発病果率が認められことを報告している。またうどんこ病菌は25℃以

上では発病が抑制的に働き、30℃以上では感染しないことを明らかにした¹⁰⁾。このことから夜冷処理による夜間の低温が感染の要因になることが推察された。今回の試験結果でも発病株率はそのまま発病小葉率が高くなり、また新葉の発病が確認されるなど処理によりうどんこ病の発生が助長されることが認められた。また株冷処理についても生育が極めて遅いので分からない面もあるが、新葉での発病が同様に認められ、低温処理中の感染が進んだものと思われた。なお、1993年の発病株を用いた試験では、露地の日向に置いた無処理でも発病が続いて観察された。これについては処理時期が遅かったため、高温による発病抑制効果が小さかったことが原因と推察された^{6,9,11)}。したがってこうした花芽形成促進法では気温の低下時に感染する可能性が高くなり、発病が継続して進んでいるものと考えられた。

以上の結果から、花芽分化促進のための低温処理は、いずれも本圃へ罹病株を持ち込む危険性があることが明らかとなった。

摘 要

夏期の育苗期におけるイチゴ苗に対する花芽分化の促進処理が、うどんこ病の発生に及ぼす影響を検討した。

1. 山上げを実施している地域では、標高1,000m地点に山上げた苗を定植した圃場の発病株率が、平地で育苗した苗を植えた圃場よりも高かった。発病株を山上げた場合、処理後も半数以上の株で発病が続き、山上げ後新たに展開した葉に明瞭な菌叢が確認された。山上げ地点における気温は平地より昼間は2～5℃、また夜間～早朝は4～6℃低く推移した。夜間～早朝の気温は感染発病に好適な20℃で10時間推移した。

2. 夜冷あるいは株冷処理を実施した苗を定植した圃場では発病株が低率ながら認められたが、無処理の苗では発病株が認められなかった。発病株の夜冷および株冷処理では、うどんこ病菌の菌叢は消失することなく処理後も観察された。夜冷処理では新たに展開した新葉においても明瞭な菌叢が観察されたが、株冷処理では新葉の展開が少なく、発生した菌叢の勢いは弱かった。

引用文献

- 1) 青野信男(1982):ハウス栽培イチゴうどんこ病の生育に関する研究(第2報)胞子の発芽および発病と温湿度との関係,その他について.神奈川園研報,(20):83～87.

- 2) 池田 弘・大野和朗 (1993) : イチゴうどんこ病の育苗期における発生が本圃の発病に及ぼす影響. 九病虫研究会報, (39) : 151.
- 3) 金磯泰雄 (1992) : イチゴうどんこ病に対する薬剤散布効果の低下に関する要因について. 四国植防, (27) : 23 ~ 30.
- 4) _____・亀代美香 (1995) : 農薬登録外資材による病害防除効果. 徳島農試研報, (31) : 26 ~ 30.
- 5) _____・_____ (1997) : ポット育苗イチゴ苗の薬液への浸漬によるうどんこ病の防除. 徳島農試研報, (33) : 43 ~ 48.
- 6) 益永輝幸・池田 弘・大野和朗・緒方清春・増永哲也 (1998) : イチゴうどんこ病の育苗期での発病消長と育苗期高温管理による発病抑制. 福岡農総試研報, (7) : 87 ~ 91.
- 7) 中野智彦・岡山健夫 (1993) : イチゴうどんこ病に対する苗床での薬剤散布および株浸漬による防除効果. 関西病虫害研究会報, (35) : 85 ~ 86.
- 8) 奈尾雅浩・稲荷 傑 (1997) : イチゴうどんこ病における越夏保菌株の発病特性と薬剤の処理方法が防除効果に及ぼす影響. 愛媛農試研報, (34) : 23 ~ 29.
- 9) 岡山健夫・松谷幸子・杉村輝彦 (1994) : 高温, 湿度および薬剤がイチゴうどんこ病の発病に及ぼす影響. 日植病報, 60 : 788 (講要).
- 10) 柴田幸省・高橋三郎 (1974) : 苺うどんこ病の株冷蔵栽培における苗の薬剤浸漬による防除. 日植病報, 40 : 219 (講要).
- 11) 山本 勉・金磯泰雄 (1983) : イチゴうどんこ病の発生生態と防除に関する研究. 徳島農試特報, (6) : 1 ~ 69.

Summary

Influence of inducing flower-bud of strawberry seedlings potted during nursery stage on the occurrence of strawberry powdery mildew in summer was investigated.

1. No. of plants infected by causal fungus *Sphaerotheca humili* was more found in the field planting potted seedlings carried to mountainous district at about 1,000 m height above sea level for flowering in summer than in the field planted after managing usually in flat area. 50% or above of infected seedlings by inoculation carried to there kept occurring the disease, remarkably, though the disease was hardly observed on the plants placed at flat area continually. Day and night air temperature of mountainous district showed 2-5 °C and 4-6 °C lower than that of flat area, respectively, and continued about 20 °C suiting for infection for 10 hours a day.

2. Diseased plants were more observed in the field planting plants taken into the cold strage in the night 'yarei' or all the time 'kaburei' during about 20 days in summer for flowering compared with usually managed them. All infected seedlings treated under such conditions for above days kept showing the occurrence of causal fungus.

3. The results suggested that pathogen could live more through these treatments inducing flower bud in summer and thereafter promoted the occurrence of strawberry powdery mildew in the field.



〔徳島農研報 No.1〕
25~32 2003

でんぶん, 米ぬかの土壌 (砂土) への施用 (混和) による土壌微生物相の変化とサツマイモ立枯病の発生および他の有機質資材の発病抑制効果

金磯泰雄*・米本謙悟

Influence of application of starch and rice bran into soil on both changes in microbial flora and occurrence of sweet potato soil rot disease and suppression of other organic materials against the disease

Yasuo KANAISO・Kengo YONEMOTO

要 約

金磯泰雄・米本謙悟 (2003) でんぶん, 米ぬかの土壌 (砂土) への施用 (混和) による土壌微生物相の変化とサツマイモ立枯病の発生および他の有機質資材の発病抑制効果. 徳島農研報, (1) : 25~32

でんぶんおよび米ぬかを土壌 (砂土) に混和処理した場合における土壌微生物相の変化とサツマイモ立枯病の発生および未検討の他の有機質資材による立枯病発生抑制効果について検討した。

でんぶん, 米ぬかを混和した土壌 (砂土) では, 細菌数および糸状菌数とも著しく増加し, サツマイモ苗の茎 (挿し苗の地中部分) での立枯病の発生が少なくなった。放線菌数についてはでんぶんでは増加する場合としない場合があった。

でんぶん, 米ぬかともに施用量が増加につれて立枯病に対する発生抑制効果が大きくなったが, いずれも10 a 当たり100kg以上になると抑制効果の上昇は著しく小さかった。

でんぶんおよび米ぬかの施用による発病抑制効果は約1カ月間持続し, また連用の有効性が認められた。

他の資材では酒米の粉末, バーク堆肥にかなりの発病抑制効果が認められ, おからの粉末やおが屑堆肥にも抑制効果が認められた。

キーワード: サツマイモ, 立枯病, 有機質資材, 土壌微生物, 発病抑制効果

はじめに

サツマイモ立枯病は放線菌に起因する農作物では数少ない病害の一つである^{13,14)}。しかし発生原因の特定に手間どることが多く¹¹⁾, またクロルピクリン剤による土壌消毒が卓効を示すことから, 防除に関する試験例は少ない^{6,7,8,16)}。徳島県のサツマイモ栽培においては, 従来からの他の土壌病害防除のためクロルピクリン剤が用いられており, 本病害の発生の確認は, 1991年¹²⁾と比較的新しい。本県のサツマイモ栽培におけるクロルピクリン剤の処理は, マルチ畦内消毒^{1,2)}という手法により, 行われている。

当初は周辺への影響が極めて少ない技術とされていた

マルチ畦内消毒である¹⁾が, 近年になって徳島県の東北部の住宅地周辺において, 刺激臭等による危被害の発生がしばしば発生し, 問題となっている。その理由として, 消毒時期が3月20日前後に集中して実施されるため, マルチ資材であるポリエチレンフィルムを透過して出てくるガス化した薬剤が一時的に大量に大気中へ放出されることが推察されている¹⁵⁾。

そこで代替薬剤等が必要となったが, 数少ない試験例ではクロルピクリン剤に代わる有効な薬剤や資材は認められていない^{6,7,16)}。そのため代替薬剤がない現段階では, 同剤の施用量を低減化することが必要と考えられ, 筆者はでんぶんと併用による体系防除の可能性を報告した⁶⁾。しかしでんぶんの施用による立枯病の発生抑制効

果の要因については不明な点が多い。そこで、本報告では、でんぶんおよびよく似た抑制効果のみられる米ぬかを土壌（砂土）に施用し、土壌微生物相の変化を調査した。また放線菌が病原菌であるジャガイモそうか病に対して有効とされる植物性蛋白質エスサンミート特等³⁾等、未検討の資材による発病抑制効果を併せて検討した。

試験方法

1 でんぶんを混和処理した土壌（砂土）における微生物相の変化と立枯病の発生

試験1 ほ場におけるでんぶんの混和と微生物相の変化および発病

1995年に農業試験場の砂土の立枯病菌汚染ほ場で実施した。9月19日にでんぶん（ジャガイモから精製した片栗粉）を10a当たり300kg混和処理し、畦立て（幅75cm、高さ30cm蒲鉾型）して黒色のポリエチレンフィルム（厚さ0.03mm）でマルチ被覆した。その後サツマイモの苗（品種、鳴門金時：高系14号の地元選抜系統）を15本ずつ45cm間隔で一条に挿苗した。採土は処理当日、1、3、7、29日後に表層を除いた深さ3～10cmの砂を採取した。10月20日に12茎（挿し苗の地中部分、以下も同じ）に発生した病斑数を調査した。なお施肥管理は慣行とし、被覆時の砂の含水率は灌水により7±0.5%とした（以下の圃場試験も同じ）。

2区制（1区3.5㎡）で、微生物数は希釈平板法で測定した。細菌と放線菌にはPTYGを、糸状菌はペプトン・ローズベンガルを用い、7日間静置後調査した。

試験2 室内におけるでんぶんの混和と立枯病病原菌数の変化

1) 菌体の接種法

1999年に（淡色黒ボク土）を篩いにかけて後、各200gをT型広口瓶に入れ、オートクレーブ（121℃1気圧）で60分間殺菌した。立枯病菌 *Streptomyces ipomoeae* は5日間PS液体培地（100mL）で培養した後、東洋ろ紙No.2で濾過し、培地成分を滅菌水で洗浄して除いた。この湿菌体0.2gを接種し、十分に攪拌混和した。でんぶん加用区では1試験区当たりでんぶん2gを混和後攪拌した。試験は2区制とした。

2) 立枯病菌数の測定方法

希釈平板法により、PTYG培地を用いて、菌体の接種後1日、3日、5日、7日、10日、14日に実施した。コロニー計数は希釈平板後それぞれ7日後に実施した。

2 でんぶんおよび米ぬかの土壌（砂土）への施用（混和）量等と発病

でんぶんおよび米ぬかの施用量を変え、立枯病の発生への影響を検討した。なお以降の試験は全て砂土で実施し、慣行の施肥管理とした。

1) 施用量と発病

新砂（海砂を雨に当てて塩抜きした未栽培の砂）に発病圃場から採取した砂を3対1の比率で均一に混和し、プラスチック製ポット（内径、長さ24cm×幅12cm×高さ10cm）に充填した。1995年6月20日、各ポットにそれぞれの資材を10a当たり0～1,000kg換算の10段階で十分混和処理し、黒色ポリエチレンフィルム（厚さ0.03mm）によりマルチ被覆し、25℃の人工気象室内でそれぞれ2本ずつ挿苗した。1試験区当たり10ポットを使用し、3カ月後の9月20日に全茎の病斑数を調査した。

2) 両資材の連用と発病

上記試験1)で使用したポットのうち0～100kgについて、1995年9月25日に再度各資材を混和した。各10ポットのうち5ポットについては今回無処理とし、残りの5ポットには1回めと同量を施用した後、25℃の人工気象室へ置き、同様に被覆、挿苗した。

3 でんぶんおよび米ぬかの施用（混和）における立枯病発生抑制効果の持続期間

試験1（ポット試験）

1994年11月21日および1997年5月20日に2の試験と同様にプラスチック製ポットの土壌（砂土）に、10a当たり1,000kgのでんぶんおよび米ぬかを混和し、25℃の人工気象室に置いた。処理当日、1、3、7、10、15、20、30日後にサツマイモ苗を上記同様に植え付けるとともに、表層を除いた3～10cmの深さの砂を採取し、土壌（砂土）中の細菌数、放線菌数および糸状菌数を計測した。微生物数の調査は1の試験1に準じて行った。

発病調査は各処理後の3カ月後に上記同様に実施した

試験2（圃場試験）

1996年に立枯病汚染圃場で実施した。5月12日に施肥、耕耘後でんぶんおよび米ぬかを10a当たり100kg土壌（砂土）に混和し、畦立てしてポリエチレンフィルムでマルチ被覆した。翌日の13日と約1カ月後の6月9日に挿苗した。9月25日に茎および塊根における発病状況および生育収量について上記に準じて調査した。

4 その他有機質資材の施用（混和）による立枯病発生抑制効果

1) おから等6資材の施用と立枯病の発生

おからの粉末（天日に3日間さらした後100℃の解卵

でんぶん、米ぬかの土壌（砂土）への施用（混和）による土壌微生物相の変化とサツマイモ立枯病の発生および他の有機質資材の発病抑制効果

器で乾かして粉末化したもの以下おから粉末）、エスサンミート特等（大豆から抽出したタンパク質を粉末化したもの）、エスサンプロテインF（エスサンミート特等と同じ）、SYC（放線菌入り有機質資材）を供試した。対照としてでんぶんを、また圃場試験ではクロルピクリン剤を併せて充てた。なおクロルピクリン剤は手動注入器により30cm間隔で3 mL/穴を15cmの深さに注入し（マルチ畦内消毒）、注入時に生じた穴は粘着ガムテープで直ちに封じた（以下も同じ）。

試験1 ポット試験

汚染土壌（砂土）をプラスチック製ポット（内径、長さ38cm×幅26cm×高さ10cm）に同量入れ、有機質資材を10a当たり300kg換算で混和した。1995年9月1日にガラス室へ置いて各5本ずつ挿苗し、黒色ポリエチレンフィルムでマルチ被覆した。各資材に3ポットを供試し、12月20日までは無加温、1996年1月20日まで加温（最低温度13℃）下で管理し、21日に茎および塊根の発病を調査した。

試験2 圃場試験

1997年に場内の立枯病汚染圃場で実施した。5月12日に施肥、耕耘して上記資材を10a当たり300kg換算で混和し、畦立て後マルチ被覆した。翌日の13日に挿苗し、9月28日に茎および塊根の発病を調査した。

なお対照として、慣行のクロルピクリン剤による消毒を5月1日に実施した。

2) 小麦粉等13資材の施用（混和）と立枯病の発生

試験1

小麦粉、おから粉末、酒米の粉末（精白した酒米の外側部分の粉末、以下酒米粉末）、油かす、乾燥酵母、ユズ絞りかす、サツマイモのつるの粉末（以下サツマイモつる粉末）、パーク堆肥、おが屑（牛糞）堆肥、コブシャット（抗菌微生物入り廃繊維発酵堆肥）、フトール5号（発酵菌入り堆肥 以下フトール）、米ぬか（油ぬきしたもの）およびでんぶんの13資材を供試した。1998年5月13日に10a当たり300kg換算で1)の試験2)に準じて場内の汚染圃場へ混和処理した。対照のクロルピクリン剤は5月7日に同様にマルチ畦内消毒した。

10月22日に各処理区の8株につき、挿し苗の茎部および30g以上の全塊根につき発病を調べ、また生育収量についても調査した。

試験2

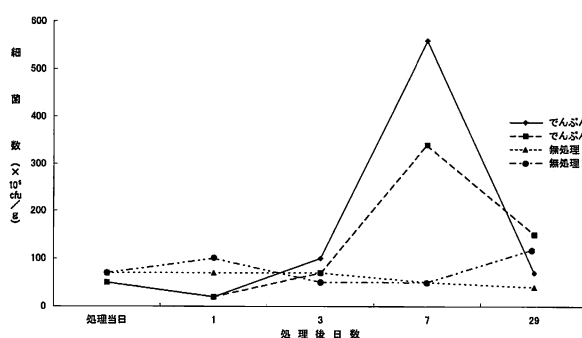
1999年5月30日に小麦粉等6資材を上記に準じて処理した。クロルピクリン剤は5月17日に注入した。

11月3日に試験1同様に調査した。

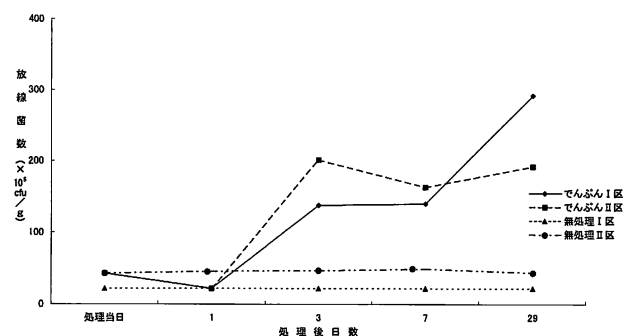
試験結果

1. でんぶんを混和処理した土壌（砂土）における微生物数の変化と立枯病の発生

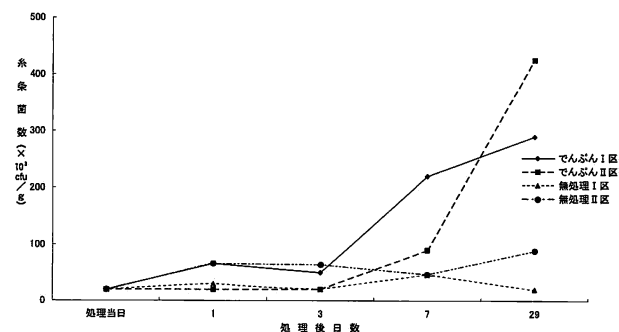
でんぶんを混和処理した土壌（砂土）における細菌数、放線菌数および糸状菌数の経時的推移については第1～3図に示した。細菌数は7日に急増しており、29日後には無処理と変わらない程度に減少した（第1図）。放線菌数は3日後に増加し、その後も変わらないが、29日後にはなお増加傾向が認められた（第2図）。糸状菌数は7日後に多くなりその後も増加した（第3図）。3種類の微生物ともに増加の傾向に差はあるが区間差はほとんどなく、29日後には放線菌数、糸状菌数ともに多く、細菌数は無処理と変わらなかった。



第1図 でんぶん混和処理後の土壌（砂土）における細菌数の経時的推移



第2図 でんぶん混和処理後の土壌（砂土）における放線菌数の経時的推移



第3図 でんぶん混和処理後の土壌（砂土）における糸状菌数の経時的推移

でんぶんの土壌（砂土）への施用（混和）が立枯病の発生に及ぼす影響については、挿し苗の茎（地中部分）における発生を第1表に示した。実施した2区とも明ら

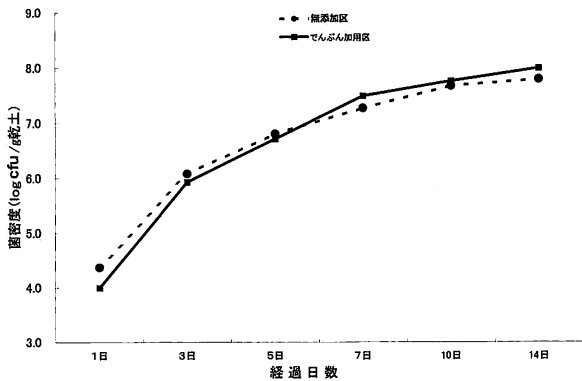
第1表 でんぶんの土壌（砂土）への施用（混和）とサツマイモ立枯病の発生

処 理	区	発病率率 (%)	茎当たり病斑数
でんぶん	I	53.3	0.4
	II	73.3	0.8
	平均	63.3	0.6
無 処 理	I	100	5.3
	II	100	10.1
	平均	100	7.8

注) 茎：挿し苗の地中部分

かに発病を抑制した。

土壌（淡色黒ボク土）中へ病原放線菌 *Streptomyces ipomoeae* を接種した場合における、土壌中の菌密度とでんぶんの施用との関係については第4図に示した。*S. ipomoeae* の単独接種区およびでんぶんを混和した区ともに、接種後3日目から菌数が増加した。でんぶん添加区の方が菌体単独接種区よりも5日目からわずかに増加したが、概ね単独接種区と大きな差は認められなかった。



第4図 でんぶんの施用と *Streptomyces ipomoeae* の土壌中の菌密度の変化

2 でんぶんおよび米ぬかの施用（混和）量等と発病

でんぶんおよび米ぬかの施用量と立枯病の発生については第2表に示した。いずれも10 aあたり20あるいは30kg 施用付近から発病抑制効果が認められるが、顕著となるのは100kg から以上であった。しかしその後の

第2表 でんぶんおよび米ぬかの土壌（砂土）への施用（混和）量と立枯病の発生

施 用 量 (kg/10 a)	でんぶん		米ぬか	
	茎当たり病斑数	茎当たり病斑面積率 (%)	茎当たり病斑数	茎当たり病斑面積率 (%)
0	7.2	23.4	5.5	9.6
10	5.5	16.7	5.0	8.3
20	5.1	8.6	4.3	3.6
30	3.3	3.2	2.8	3.0
50	2.4	2.4	1.2	1.2
100	1.5	1.0	0.5	0.6
200	1.8	1.2	0.6	0.6
300	1.6	1.1	0.5	0.2
500	1.3	0.8	0.3	0.0
1000	0.6	0.5	0.2	0.0

発病抑制効果は若干上昇するがほとんど変わらず、1,000kg の処理でもわずかに高い程度にとどまった。

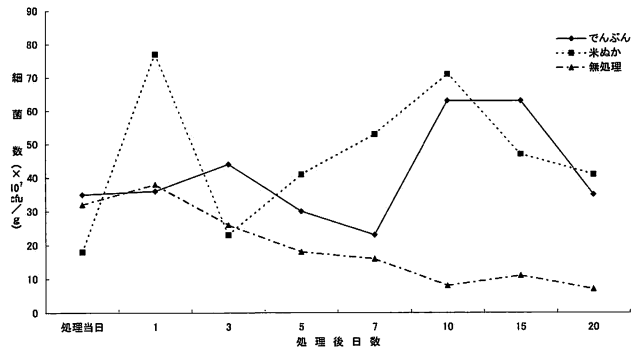
半年という短期間における両資材の連用効果については第3表に示した。どちらも連用すると10 aあたり10 kg - 10kg という少量でかなり立枯病の発生を抑制した。連用区では施用量が多い30kg 以上での抑制効果が高かった。1作目処理して2作目無施用とした区においても、連用区ほどではないがかなりの発病抑制効果が認められた。

第3表 でんぶんおよび米ぬかの土壌（砂土）への連用とサツマイモ立枯病の発生

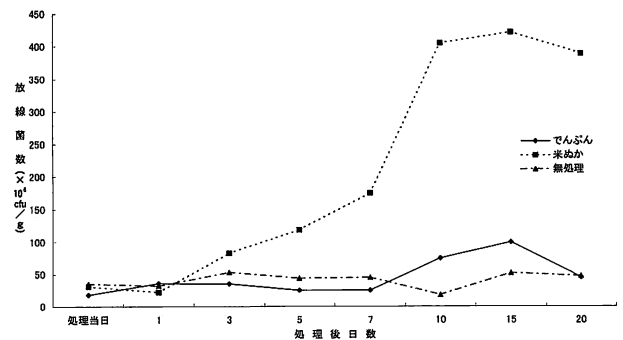
施用量 (kg/10a)		でんぶん		米ぬか			
1作目	2作目	茎当たり病斑数	病斑面積率 (%)	茎当たり病斑数	病斑面積率 (%)		
0	0	16.5	14.0	47.5	14.7	12.3	44.5
10	0	10.8	11.3	38.5	9.1	11.8	36.4
10	10	4.2	5.8	26.0	2.3	2.7	28.3
20	0	8.3	9.6	37.0	4.8	6.6	34.7
20	20	2.5	3.2	28.8	2.7	3.3	28.6
30	0	8.8	9.6	36.8	7.2	8.7	31.4
30	30	1.3	1.3	20.0	2.8	4.8	23.3
50	0	6.7	8.3	28.4	7.1	8.4	39.3
50	50	1.2	1.5	22.2	2.0	2.2	22.2
100	0	6.6	6.9	34.2	5.4	6.3	30.6
100	100	1.2	1.2	21.8	1.3	1.8	18.3

3 でんぶんおよび米ぬかの施用（混和）における発病抑制効果の持続期間

土壌微生物数の変化では、第5～7図のように、でんぶんおよび米ぬかの施用により細菌数、糸状菌数ともに著しく増加した。しかし放線菌数については米ぬかの施用により増加したが、でんぶんでは変化がなかった（第6図）。

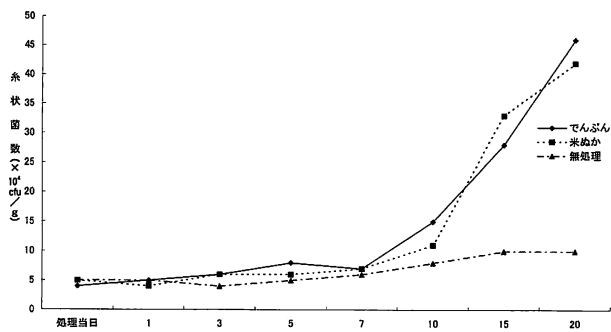


第5図 でんぶんおよび米ぬかの土壌混和と細菌数の推移

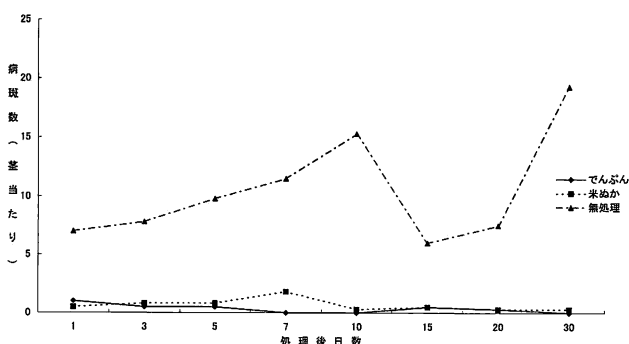


第6図 でんぶんおよび米ぬかの土壌混和と放線菌数の推移

でんぶん、米ぬかの土壌（砂土）への施用（混和）による土壌微生物相の変化とサツマイモ立枯病の発生および他の有機質資材の発病抑制効果



第7図 でんぶんおよび米ぬかの土壌混和と糸状菌数の推移



第8図 でんぶんおよび米ぬかの土壌混和とサツマイモ立枯病病斑数の発生推移

サツマイモ苗を、でんぶんおよび米ぬか処理後の日数の経過とともに挿苗し、発病を調査した結果は第8図に示した。でんぶん、米ぬかともに茎における発病では、処理後1カ月後においてもなお大きく抑制した。

でんぶんおよび米ぬかを土壌混和し、約1カ月（27日）後に挿苗した場合の発病については第4表に示した。両資材とも1カ月後の発病が茎、塊根ともかなり増加したがなお抑制効果は認められた。しかし1カ月後に植えると塊根当たり病斑数が目立つとともに生育がかなり劣り、収量でも塊根数、塊根重ともに著しく低かった。

第4表 でんぶんおよび米ぬかの土壌（砂土）への施用（混和）後における挿苗時期とサツマイモ立枯の発生

供試資材	処理		挿苗 月日	茎当り 病斑数	発病塊 根率(%)	塊根当 り病斑数	生育・収量 (g/10株)		
	月日	月日					つる重	塊根重	塊根数
でんぶん	5.12	5.13	5.13	2.2	33.0	0.6	259	3,253	31
#			6.9	5.4	41.7	2.8	206	1,436	8
米ぬか			5.13	2.4	35.1	0.6	249	4,103	29
#			6.9	6.3	46.8	3.1	188	1,318	6
3箇/穴	4.22	5.13		0	4.1	0.1	738	8,634	36
#			5.30	6.9	0.7	0	454	5,052	28
3箇/穴	4.22	5.13		0	0.9	0.0	613	9,902	49
#			5.30	6.9	0.4	0	421	4,541	32
無処理			5.13	-	全て枯死	-	-	0	0
#			6.9	-	全て枯死	-	-	0	0

注) でんぶん、米ぬかも100kg/10aの全面土壌混和
-は枯死により調査不能

4 その他の有機質資材の施用（混和）効果

おから粉末等他の資材とでんぶん等の発病抑制効果を比較した結果は、1995年のポット試験および1997年の圃場試験を併せて第5表に示した。ポット試験ではでんぶんが最も効果が高く、次いでエスサンプロテインFが高く、またおから粉末、米ぬか、エスサンミート特等、

S Y Cは差がないがかなりの抑制効果が認められた。また圃場試験ではS Y Cがわずかに劣るが、他の資材はでんぶんの効果とほとんど変わらなかった。

第5表 おから粉末等6有機質資材の施用と立枯病の発生

資材名	処 理		1995		1997	
	量	方 法	発病塊 根率(%)	塊根当 り病斑数	発病塊 根率(率)	塊根当 り病斑数
おから粉末	300kg/10a	挿苗直前土壌混和	22.8	0.4	12.3	0.5
エスミート特等	#	#	25.0	0.6	13.5	0.4
エスミートF	#	#	14.3	0.2	12.3	0.5
SVC(放線菌入り資材)	#	挿苗2週間前土壌混和	25.8	0.4	18.5	0.6
米ぬか	#	挿苗直前土壌混和	25.4	0.4	11.4	0.4
でんぶん	#	#	8.9	0.1	11.2	0.4
クロルピクリン	3mL/穴	マルチ畦内			2.5	0.1
無処理			87.0	2.5	81.3	8.4

注) 1995:ポット試験, 1997:圃場試験, 空欄は未実施

小麦粉等他の資材とでんぶんと抑制効果の比較は第6表に示した。1998年の茎における発生は、でんぶんおよびおから粉末の抑制効果が高く、枯死率率も低かった。一方塊根ではでんぶんとパーク堆肥の効果が高く、おから粉末、酒米粉末およびフトール5号も有効であった。しかし油をとった米ぬかの抑制効果はやや不十分であった。つるの生育はクロルピクリン剤が著しく良好で、米ぬかおよび酒米粉末もよかった(データ省略)。また塊根重についてはでんぶん、小麦粉、米ぬか、パーク堆肥およびおが屑堆肥が他の資材に比べて高かったが、慣行のクロルピクリン剤に比べると著しく劣った。

第6表 小麦粉等13有機質資材の施用と立枯病の発生

資材名	1998					1999				
	発病茎 率(%)	枯死茎 率(%)	発病塊 根率(%)	塊根当 り病斑数	塊根重 (g/10株)	発病茎 率(%)	茎当り 病斑数	発病塊 根率(%)	塊根当 り病斑数	塊根重 (g/10株)
小麦粉	52.0	0	43.5	1.5	2946					
おから粉末	59.0	4.8	97.5	10.7	2166	100	9.6	86.1	5.6	1054
酒米粉末	85.7	19.1	100	13.0	2723	95.8	6.0	47.0	1.4	3041
油かす	100	61.9	100	33.8	123					
乾燥酵母	100	47.6	100	22.6	314					
ユズ絞りかす	100	61.9	100	16.0	727					
ワケレつる粉末	100	47.6	95.0	20.4	1289					
パーク堆肥	85.7	14.3	71.7	3.3	3033	100	12.5	30.3	1.6	1713
おが屑堆肥	95.2	23.8	84.5	10.3	3259	100	12.1	91.4	5.1	2467
コブシャット	85.7	57.1	90.9	17.0	739					
フトール5号	100	47.6	90.5	9.1	1294					
米ぬか	90.5	19.1	100	13.0	2723	95.8	10.8	88.9	10.2	2750
でんぶん	52.0	0	43.5	1.5	2945	54.2	1.5	49.3	1.3	3008
クロルピクリン	9.4	0	15.8	0.2	8407	23.3	0.8	6.3	0.1	11005
無処理	100	57.1	100	23.2	1187	100	19.9	87.8	10.5	1273

注) 米ぬかは油ぬきしたものを供試, 空欄は未実施

でんぶんを含めて6資材に絞った1999年の結果では、茎における発病はでんぶんの抑制効果が最も高く、酒米粉末でも病斑数は少なかった。また塊根ではでんぶん、酒米粉末、パーク堆肥の効果が高く、おから粉末、おが屑堆肥の効果が劣った。油ぬきした米ぬかの抑制効果は前年よりもなお低く、ほとんど認められなかった。

考 察

サツマイモ立枯病の防除に関してはクロルピクリン剤による土壌消毒が卓効を示し、他の薬剤の防除効果は低いかほとんど認められていない⁷⁾。徳島県では他の病害に対して始まった同剤による土壌消毒^{1,2)}が20年来実施

され、当時に技術確立したマルチ畦内消毒で危被害の発生もなく経過してきた。しかし近年になって住宅地周辺における刺激臭等の問題が毎年のように発生し、代替薬剤による防除技術の確立が切望される現状となっている。

しかしクロルピクリン剤に代わる薬剤が認められない現状では、とりあえずは危被害の発生が少ない消毒処理法の検討が必要となった。そこでマルチ畦内消毒で使用するマルチ資材のポリエチレンフィルムの厚さを慣行の0.02mmから0.03mmにした試験が試みられ、処理後2時間30分経過時の分析ではマルチを透過するガス量を50～60%に抑制できることが判明した¹⁵⁾。しかし透過速度が遅くとも大気中へ出る総量がどれくらい減少するかどうかは不明で、また同剤による消毒は3月上中旬の降雨後に集中することから、産地全体で消毒が実施された場合は危被害の発生が懸念された。そこで12～2月の冬期においても同剤による土壌消毒効果が同程度あることを明らかにし、消毒時期の分散が可能であることを報告した⁸⁾。また一方では根本的な解決策としてクロルピクリン剤の施用量を抑制することも必要であると考えられた。そこで有機質資材等による防除効果を検討した結果、でんぶん等に本病の抑制効果が認められ、クロルピクリンの低減化が可能なが示唆された⁶⁾。しかし同資材の土壌（砂土）への施用による発病抑制効果の機構については検討していなかったことから、でんぶん等の施用による土壌微生物相の変化とサツマイモ立枯病の発生との関係および未検討の他の有機質資材の発病抑制効果を試験した。

でんぶんを施用した土壌（砂土）ではサツマイモ立枯病の発生が著しく抑制され、土壌微生物数についても大きな変化が観察された。すなわち、細菌数、放線菌数、糸状菌数とも処理後2～3日後あるいは1週間後から急増した。しかしその後の推移は若干異なり、細菌数が一カ月後にはほぼ元の数に戻ったのに対し、放線菌数、糸状菌数ともなお著しく多かった。これに関して、でんぶんを施用した土壌（砂土）では常に細菌数および糸状菌数の増加が観察されたが放線菌数については変化しない例も認められた。また、黒ボク土のポット試験では、でんぶんを施用しても病原放線菌数が増加しないことが判明した。したがって、放線菌数の増加が本病の発生抑制に関与するかどうかは不明であるが、細菌数あるいは糸状菌数の増加の影響が発病抑制効果に大きく関係しているものと推察された。

木嶋によれば病原菌に何らかの影響のある拮抗微生物は土壌中や植物体上から容易に分離することができ、これを用いた生物防除が多く試みられている⁹⁾。そこで河

本¹⁰⁾が報告しているサツマイモ立枯病の拮抗放線菌および現地圃場から分離した数多くの土壌微生物で拮抗性の認められた細菌等を土壌混和したが、いずれも砂地では定着が困難なためか、抑制効果の発現には至らなかった。一方病原菌に対して栄養源を競合させるため、有機物や土壌改良剤を投入して発病の軽減を図る方法があり、一般に競争と呼ばれている⁹⁾。後藤³⁾は別種の放線菌に起因するジャガイモそうか病に対して、植物性蛋白質の一種が著効を示すとしているが、その抑制効果の機構についてはほとんど解明されていない。それに対して比較的作用機構が明らかとなっているのは井上⁵⁾のフザリウム菌に起因する病害防除にカニガラ等キチン質施用の有効性があり、本間⁴⁾もトマト萎凋病で確認している。ただ生産現場で利用しやすい方法であるが圃場によっては効果がほとんど発揮されない場合も多く、解明されなければならない問題点が数多いとされる⁹⁾。この原因として、土壌条件等が一定でないことが考えられるが、土壌（砂土）におけるでんぶんの施用効果は、発病抑制効果の変動幅がほぼ40～60%と安定して認められるため⁶⁾、特異的な要素は少なく、単純な機構による可能性が高い。

でんぶんおよび米ぬかの土壌（砂土）への施用（混和）量と立枯病発生抑制効果を検討したところ、両者はよく似た傾向を示し、量が増えるとその効果が高くなった。しかし10 a当たり100kg以上の施用量ではほとんど差が認められなくなり、防除上限界のあることが判明した。

でんぶんおよび米ぬかの施用では立枯病に対する発生抑制効果には限界があるが、新たに植え付ける場合には再度処理をした方が効果の面で安定していた。しかし施用量にかかわらず3カ月後に再度植え付けてもなお有効性が認められ、2回目の処理ではより少ない施用量によっても発病抑制が可能なが示唆された。したがって、でんぶん等の混和处理が病原菌の増殖をかなりの期間抑制しているものと推察された。

そこで発病抑制効果が施用後どの程度続くかを検討したところ、ポット試験では1カ月後に苗を植えた挿し苗の茎でなお効果の持続が認められた。しかし圃場における立枯病の発生抑制効果の程度には差がみられ、1カ月後に植え付けた場合は、収穫時には抑制効果はかなり低下することが観察された。約1カ月後の土壌微生物相からすると、2資材ともに糸状菌数が多く、また試験によっては放線菌数も多かったが、細菌数はほぼ元へ戻っており、挿し苗1カ月以降の土壌微生物数の変化が以降の発病抑制効果に大きく関わっていることが示唆された。したがってこれらについては、資材施用後の1～4カ月

でんぶん、米ぬかの土壌（砂土）への施用（混和）による土壌微生物相の変化とサツマイモ立枯病の発生および他の有機質資材の発病抑制効果

間の詳しい追跡調査が必要と思われた。

その他の資材についてはでんぶんほどの抑制効果は認められないが、かなりの効果が期待できるものも見られた。ジャガイモそうか病に有効とされる植物性蛋白質エスサンミート特等およびエスサンミートプロテインF³⁾はでんぶんよりもやや劣るか同等であるため、価格が極めて高いことを考慮すると現場への導入は困難と判断された。その外おからや酒米の粉末にもかなりの抑制効果が期待できるが、塊根での発生状況からみるとでんぶん次に次ぐ効果がみられるパーク堆肥が、今のところ現場で使用しやすいものと考えられる。

なお先の試験結果⁶⁾や今回の他の資材の施用による抑制効果から、でんぶんだけでなく他の有機質資材の多くにも程度の差はあるが本病に対する抑制効果が認められている。したがって木嶋⁹⁾の生物防除の作用機作から判断すると、土壌微生物数が増加して病原菌と栄養源や住家を競合する競争により発病抑制効果が出現しているものと推察される。徳島県のサツマイモ栽培では、有機質資材を圃場へ投入しないのが慣行とされており、このことが土壌消毒剤による立枯病の防除が不可欠となっている理由とも考えられる。今後は安価なでんぶん等もあることから、化学薬剤に偏ることなく、有機質資材の併用による立枯病の発生抑制効果を考慮に入れた防除体系が望まれる。

摘 要

でんぶん等を混和施用した土壌（砂土）における土壌微生物相の変化とサツマイモ立枯病の発生抑制効果およびその他資材の立枯病の発生におよぼす影響について検討した。

1. でんぶんおよび米ぬかを混和した土壌（砂土）では細菌数、糸状菌数が増加した。でんぶんでは放線菌数が増加する場合と変化しない場合があり、黒ボク土ではでんぶんの施用による病原放線菌数の増加はなかった。
2. でんぶんおよび米ぬかのそれぞれの混和处理では施用量の増加につれて立枯病の抑制効果が高くなった。しかし10 a当たり100kgを超えると、施用量が増加しても抑制効果の上昇は小さく、100kgの施用が実用的であった。
3. 短期間の連作では、でんぶんおよび米ぬかともに連用効果が認められ、施用（混和）量を増加すると効果が高まった。
4. でんぶんおよび米ぬかの施用土壌（砂土）では、立

枯病の発生抑制効果は1カ月後も認められるが、効果はやや低下した。

5. 酒米の粉末、パーク堆肥、おからの粉末、エスサンミートプロテイン等にもかなりの立枯病発生抑制効果が認められた。

引用文献

- 1) 福西 務(1976): 四国地方で多発しはじめた早掘りサツマイモの潰瘍病と防除. 今月の農業, 20(8): 76 ~ 79.
- 2) _____(1977): 土壌燻蒸剤のマルチ畦内消毒による土壌病害防除. 徳島農試研報, (15): 33 ~ 42.
- 3) 後藤孝雄(1993): 暖地ジャガイモの土壌病害(そうか病, 青枯病)の生態と防除. 水稻・畑作物病害虫防除研究会シンポジウム講演要旨: 1 ~ 6.
- 4) 本間善久・久保千冬・石井正義・大畑貫一(1979): 有機質資材の土壌施用によるトマト萎凋病の発病抑制効果. 四国農試報, (34): 89 ~ 101.
- 5) 井上義考・竹内昭士郎・駒田 旦(1963) 土壌病害防除の方向: 特にダイコン萎黄病防除に対するキチン施用による生物防除について(予報). 東海近畿農試速報, (1): 6 ~ 11.
- 6) 金磯泰雄(1998): 各種資材のサツマイモ立枯病に対する発生抑制効果とこれら資材の併用によるクロルピクリン剤施用量の低減化. 徳島農試研報, (34): 14 ~ 22.
- 7) _____(1999): サツマイモ立枯病に対する各種薬剤の防除効果とダゾメット粉粒剤の実用性. 徳島農試研報, (35): 26 ~ 33.
- 8) _____・米本謙悟(1999): 冬期におけるクロルピクリンくん蒸等によるサツマイモ立枯病に対する土壌消毒効果. 四国植防 (34): 15 ~ 24.
- 9) 木嶋利男(1992): 拮抗微生物を利用した農作物の生物防除. 今月の農業, 36(12): 45 ~ 50.
- 10) 河本征臣・鈴木孝仁・土屋健一・貞野光広(1990): 拮抗放線菌によるサツマイモ立枯病の発病抑制効果. 日植病報, 56: 405 (講要).
- 11) 小川 圭(1982): 最近問題となっているサツマイモの病害と防除. 植物防疫, 36(5): 25 ~ 28.
- 12) 貞野光弘・広田恵介・河本征臣・土屋健一・鈴木孝仁(1991): 徳島県の砂地畑における *Streptomyces ipomoeae* によるサツマイモ立枯病の発生. 日植病報, 57: 433 ~ 434 (講要).
- 13) 鈴木孝仁・宮下清貴・工藤和一・鬼木正臣(1986):

Streptomyces ipomoeae によるサツマイモ立枯病(新称).

日植病報, 52: 505 (講要).

- 14) 鈴木孝仁(1987): サツマイモ立枯病とその病原菌. 植物防疫, (41): 307 ~ 311.
- 15) 谷博・林捷夫(1996): 砂地畑におけるクロロピクリン剤の拡散 第1報 フィルムの厚さ, 種類等処理条件がクロロピクリンの透過性に及ぼす影響. 徳島農試研報, (32): 61 ~ 65.
- 16) 渡辺健(1995): 圃場におけるサツマイモ立枯病に対する微生物資材の併用と土壌pH矯正およびペーパーミント輪作の防除効果. 関東病虫研報, (42): 51 ~ 54.

Summary

Relationship between changes in microbial flora and occurrence of sweet potato soil rot disease in the sand soil applied starch and rice bran and suppressive effect of the other organic materials against the disease were investigated.

Number of bacterials and fungi remarkably increased in the soil applied starch and rice bran,

respectively. But, number of *Actinomycetes* sometimes did not change in the soil of the plot applied the former. The occurrence of the disease always reduced by applying both materials.

more starch and rice bran were applied into the soil, less the disease occurred till mount of application of 1,000 kg/10a. Practical mount of application of them was found to be 100kg/10a respectively, as suppressive effect for control of the disease hardly increased above the mount.

Effect of suppression on the occurrence of the disease kept for about a month after their application. Successive treatment under the mount of 50kg/10a of them restricted the disease occurrence effectually.

The other materials such as the powder of a kind of rice called 'sakamai' for making Japanese wine 'sake' and the compost of bark and sowedust, and powder of 'Okara' as refuse of 'Tofu', showed a good results to disturb the disease occurrence in the field.

〔徳島農研報 No.1〕
33~38 2003

モンシロドクガ培養細胞系の樹立

平川文男

Establishment of cell lines of browntail moth *Euproctis similis*

Fumio HIRAKAWA

要

約

平川文男(2003)：モンシロドクガ培養細胞系の樹立。徳島農研報(1)：33~38

生物的防除に用いる天敵ウイルスを増殖するため、おもに桑の害虫を対象に培養細胞の作出を行い、モンシロドクガの蛹卵巣および脂肪体より培養細胞系を樹立した。これらをTAES-EuSi-6101、-5161、-6231、-6241、-6041、-6242、-5231と命名した。培養は牛胎児血清を10%添加したIPL-41培地を用いて行った。初代培養期間は130~252日、倍加時間は40~204時間であった。モンシロドクガ培養細胞の3株は*Autographa californica* (キンウワバの一種)の核多角体病ウイルス(AcNPV)に感受性であった。6種類のアイソザイムによる同定では同一種の株間に区別はつかないが、他種株間では明らかな相違がみられた。

キーワード：モンシロドクガ、生物的防除、細胞培養、ウイルス、アイソザイム

はじめに

従来の薬剤散布による害虫防除では、薬剤抵抗性の獲得による防除効果の低下、および環境に対する悪影響等が大きな問題となっている。化学農業によってもたらされるこれらの問題を回避するために、より選択的で自然環境に受け入れられやすい防除素材の開発が望まれている。この点から昆虫病原ウイルス、とくに核多角体ウイルス(NPV)や顆粒病ウイルス(GV)等の*Baculovirus*は優れた素材であると考えられ、これらの昆虫病原ウイルスを用いた害虫の生物的防除の試みがなされてきた^{10,16,18,21,23)}。しかし、生物的防除としてウイルスを利用する上で最も大きな問題点は大量生産の方法である。従来のウイルス生産は飼育した宿主昆虫にウイルスを接種し、虫体内で増殖したウイルスを回収するという方法で行われている^{10,16,17,21)}。しかし、この方法は機械化が難しく、生産費が高いことや生産管理が複雑であることから、それに代わる方法として培養細胞を用いた大量生産が研究されてきた^{4,9,11,13,15,22,23)}。

モンシロドクガの病原ウイルスには核多角体病ウイル

ス(NPV)、細胞質核多角体病ウイルス(CPV)が確認されている¹⁰⁾。この内、モンシロドクガNPVの*Baculovirus*が生物的防除に利用できると考えられる。これらのウイルスを大量生産するためには、対象となる害虫から、これらのウイルスに感受性の培養細胞系が不可欠となる。そのため、昆虫ウイルスを利用した生物的防除法に関する研究のため、培養細胞の作出を試みてきた。培養細胞の対象は、旧鴨島分場において蚕業に関わる研究をしていたことから桑の害虫とした。この度、モンシロドクガより7細胞系を樹立したので、これらの性質について報告する。

試験方法

1. 供試昆虫と培養方法

1996年5~6月、当场桑園より幼虫を採集し、蛹化まで室内飼育を行った。蛹表面を70%エタノール10分間表面殺菌後、卵巣、脂肪体、精巣等の組織を眼科用ピンセットおよびメスを用いて摘出し、各々を35mm

シャーレに入れた IPL-41 (Gibco 製) 基本培地中で適当な大きさに切断した後、50ml 培養フラスコ中の 10% 牛胎児血清 (以下 FBS) 添加 IPL-41 培地に移し、20°C で培養を開始した。2 ~ 3 日後、1/3 量程度の培地交換を行い、以後 14 ~ 20 日に 1 度、1/3 量ずつ交換を繰り返した。以上の摘出作業は実体顕微鏡下で無菌的に行った^{14,15)}。

2. 細胞の形態的および酵素的特徴

細胞の形態的特徴は倒立顕微鏡を用いて観察した。細胞を植え継いだ後、経時的に血球計算盤により細胞数を計測し、細胞の倍加時間を次の式により求めた^{11,19)}。

$$DT=(t-t^0)\log 2/\log N-\log N_0$$

DT; doubling time, N_0 ; initial cell number, N ; final cell number

また、細胞の酵素的特徴はアイソザイム電気泳動酵素分析キット (Corning 製、商品名; Authentikit) を用い、リンゴ酸酵素 (ME)、グルコース-6-リン酸脱水素酵素 (G6PD)、乳酸脱水素酵素 (LD)、グルコースリン酸ムターゼ (PGM)、グルコースリン酸イソメラーゼ (PGI)、イソクエン酸脱水素酵素 (ICD) の 6 種のアイソザイムパターンを調べた。

比較のため、*Spodoptera frugiperda* (ツマジロヨトウ) 培養細胞 (IPLB-Sf21-AE II, 以下 Sf21)²⁾ およびカイコ培養細胞 (BmN4, 以下 N4)^{12,26)} も調査した。

3. 細胞の昆虫ウイルス感受性の実験方法

樹立細胞系の昆虫ウイルス感受性はカイコ核多角体病ウイルス (BmNPV)、アメリカシロヒトリ核多角体病ウイルス (HcNPV)、*Autographa californica* (キンウバの一種) 核多角体病ウイルス (AcNPV) について調べた。BmNPV は N4 で、HcNPV はクワゴマダラヒトリ培養細胞 (FRI-SpIm, 以下 SpIm)⁷⁾ で、AcNPV は、Sf21 細胞で増殖した感染培地を 3,000rpm、15 分間の遠心処理後、上清を 0.22 μ m のメンブレンフィルターでろ過滅菌した。これを原液として -20°C に凍結保存し、適宜、融解して用いた。これらのウイルス液を、対数増殖期の培養細胞 4ml に対し 1 滴を加え、25°C で培養した。ウイルス感染の確認は、ウイルス接種後経時的に倒立顕微鏡下で観察し、細胞核内における多角体形成の有無で判定した。用いた BmNPV (P6E 株)⁸⁾ は蚕糸・昆虫農業技術研究所の今西博士より、AcNPV^{20,24)} および Sf21 は九州大学の河原畑博士より、HcNPV⁷⁾ および SpIm は岐阜県生物産業技術研究所の河村博士より、N4 は京都工芸繊維大学の橋本博士より分譲された。

試験結果

1. 細胞の培養

初代培養に供した組織の内、卵巣組織より細胞の遊出がみられ (図 1)、徐々に増殖をしながら生育を続けた。培養開始後 130 日目頃に培養容器中の細胞数が適当量となったため、第 1 回の継代を行った。初代培養系をさらに継代培養を続けた結果、安定した細胞系が得られた。モンシロドクガの蛹卵巣より 6 系統、脂肪体より 1 系統が得られ、これらを TAES-EuSi-6101, -5161, -6231, -6241, -6041, -6242, -5231 と命名した。これらの初代培養期間は 130 ~ 252 日であった。

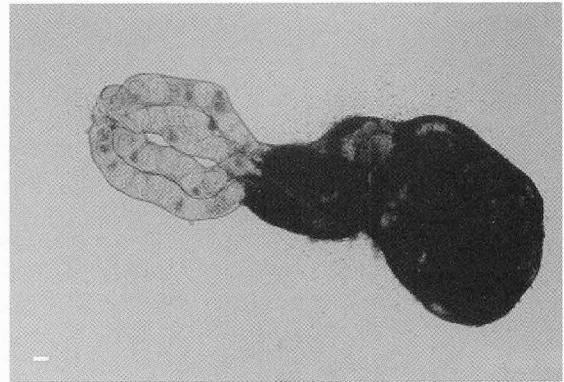


図 1 モンシロドクガ卵巣組織より遊出しつつある細胞

- : μ m

2. 細胞の形態的および酵素的特徴

樹立細胞系の形態的特徴を図 2 と表 1 に示した。モンシロドクガの細胞系では TAES-EuSi-5231 と 6241 が線維芽状細胞様を呈し、他の細胞系と明らかに異なっていた。その他は付着性の球状細胞が多く、形態的には著しい差は認められなかったが、各々の細胞系で細胞の大きさが異なっていた。

これらの細胞系の増殖速度を比較するため増殖曲線を求め、結果を図 3 に示した。この図にみられるように、モンシロドクガの細胞系では TAES-EuSi-6231 の増殖

モンシロドクガ培養細胞系の樹立

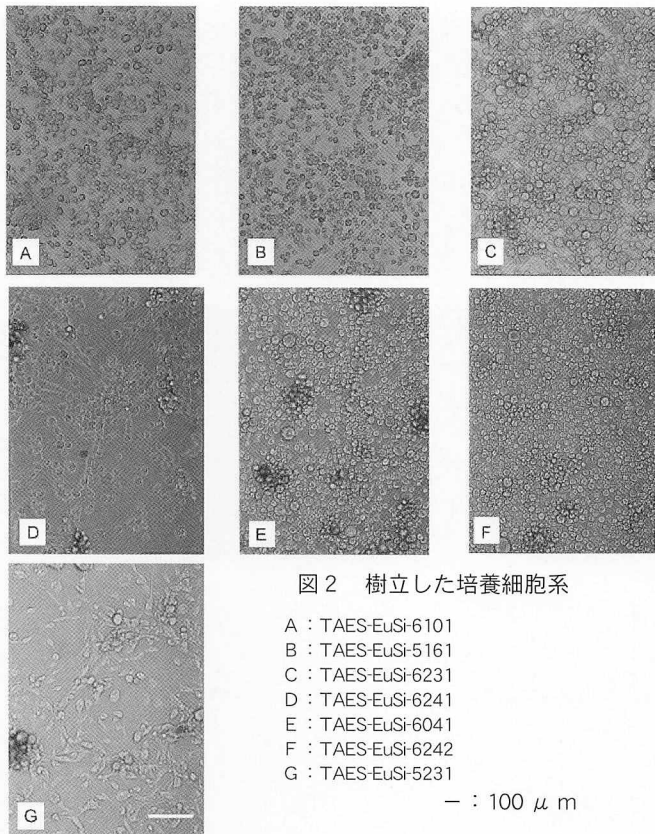


図2 樹立した培養細胞系

- A : TAES-EuSi-6101
- B : TAES-EuSi-5161
- C : TAES-EuSi-6231
- D : TAES-EuSi-6241
- E : TAES-EuSi-6041
- F : TAES-EuSi-6242
- G : TAES-EuSi-5231

- : 100 μ m

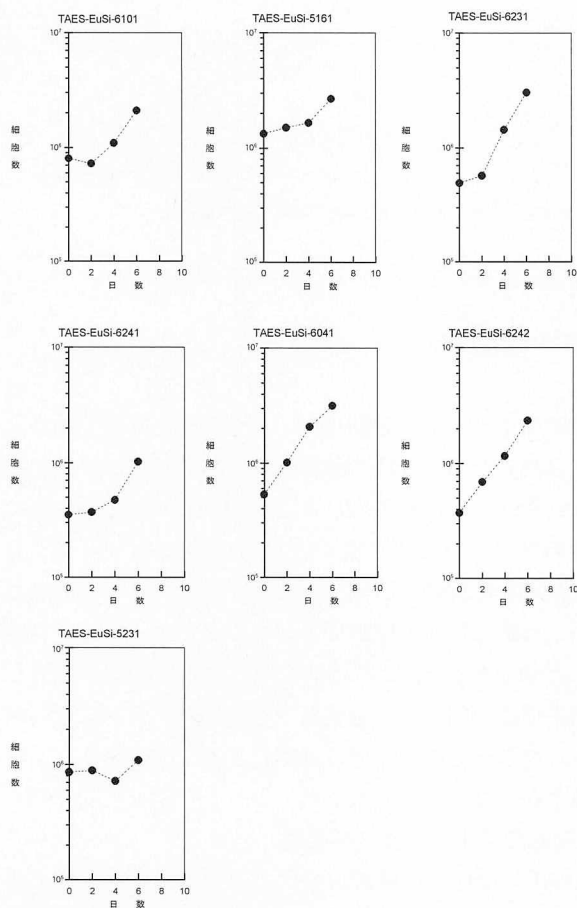


図3 培養細胞系の増殖曲線

速度が最も速く、5231 が最も遅かった。これらの細胞系のおよその倍加時間は、40 ~ 204 時間であった。

これらの細胞系の酵素的特徴を明らかにするため、アイソザイム泳動パターンを調べた。その結果を図4に示した。同一種の細胞系は各々の酵素では違いが認められなかったため、同一種は一つのバンドとして簡略的に表した。6種のアイソザイムの内、G6PDではカイコ由来のN4が活性を示したのに対し、モンシロドクガの細胞系EuSiとSf21は活性を示すバンドがみられなかった。その他のアイソザイムでも、EuSiとSf21ではよく似たバンドがみられ、他の細胞のパターンとは明らかに異なっていた。

3. 細胞の昆虫ウイルス感受性

樹立細胞系の昆虫ウイルス感受性を調べるため、3種類のウイルスBmNPV, HcNPV, AcNPVを用いて細胞系のウイルス感染試験を行い、その結果を表1に示した。この内、AcNPVに対してTAES-EuSi-6101, 5161, 6041が感受性であった。これらの細胞系がウイルスに感染した場合、細胞の変形、崩壊が観察された(図5)。

表1. 培養細胞系の形態的特徴およびウイルス感受性

細胞名	由来組織	形態的特徴	倍加時間	ウイルス感受性		
				AcNPV	BmNPV	HcNPV
TAES-EuSi-6101	蛹卵巣	付着性球状細胞	64 時間	+	-	-
-5161	蛹卵巣	付着性球状細胞	135	+	-	-
-6231	蛹卵巣	付着性球状細胞	40	-	-	-
-6241	蛹卵巣	線維芽状細胞	83	-	-	-
-6041	蛹卵巣	付着性球状細胞	61	+	-	-
-5231	蛹卵巣	線維芽状細胞	204	-	-	-
-6242	蛹脂肪体	付着性球状細胞	55	-	-	-

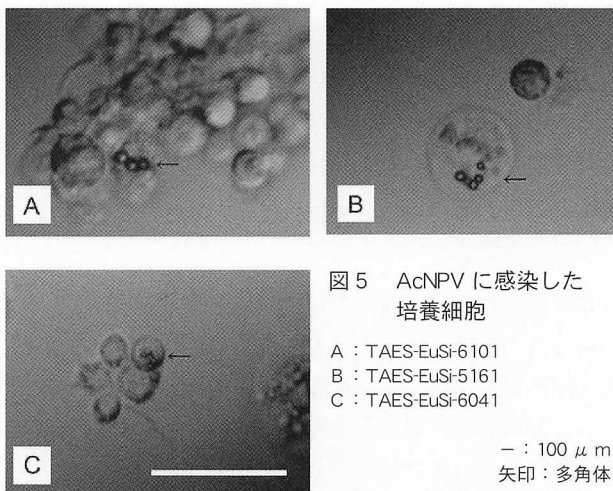


図5 AcNPVに感染した培養細胞

- A : TAES-EuSi-6101
- B : TAES-EuSi-5161
- C : TAES-EuSi-6041

- : 100 μ m
矢印: 多角体

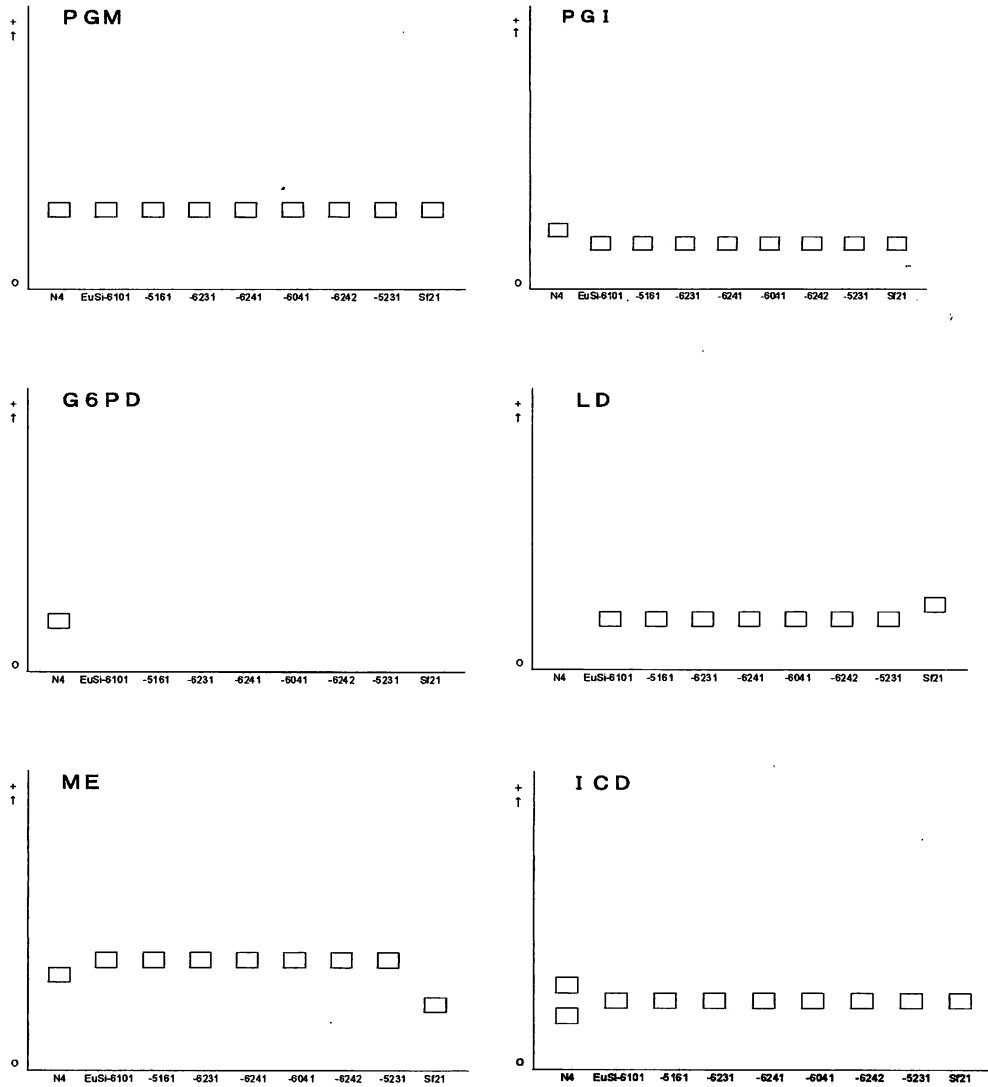


図4 培養細胞系のアイソザイム泳動パターン

PGM: グルコースリン酸ムターゼ
 G6PD: グルコース-6-リン酸脱水素酵素
 ICD: イソクエン酸脱水素酵素

PGI: グルコースリン酸イソメラーゼ
 LD: 乳酸脱水素酵素, ME: リンゴ酸酵素

考 察

1. 細胞の培養

用いた蛹の発育ステージは化蛹直後～羽化直前で、この内発育中期頃の卵巢組織から細胞の遊出および活発な細胞増殖がみられ、化蛹直後および羽化直前の卵巢組織からはみられなかった。培養細胞を作出する際に用いる蛹卵巢はこの時期に摘出すれば成功率が向上することを示唆している。また、卵巢、脂肪体以外の組織からは培養細胞の作出はできなかった。

2. 細胞の形態的および酵素的特徴

細胞系の形状は一部を除きいずれも類似しており、形状で細胞系を判別することは困難であった。従ってこれらの細胞系のキャラクターゼーション（特徴づけ）を行

うにはアイソザイム泳動パターン分析法が有効であると考えられる^{6,22,25)}。6種の酵素基質を用いたアイソザイム泳動パターン分析を行ったところ、EuSiではLDを除く5種のアイソザイムで違いが認められ、キャラクターゼーションに有効であった。また、アイソザイム泳動パターン分析法は他の細胞によるコンタミネーション判定にも有効であるとされており⁶⁾、これらの細胞を調査した結果では、同一種の細胞系では泳動パターンに違いがみられなかったため、他の細胞によるコンタミネーションはなかったと考えられる⁶⁾。

3. 細胞の昆虫ウィルス感受性

AcNPVは他種の鱗翅目昆虫および昆虫培養細胞に対して比較的宿主範囲が広いといわれており^{20,24)}、この度の感染試験の結果よりこれらの細胞系の内、3株におい

て AcNPV に感染することが確認できた。

今後、生物的防除体系を確立するためには本来の天敵ウイルスである EsNPV を自然界より入手し、感染性の高い細胞を選抜する必要がある。

摘 要

昆虫の細胞培養による天敵ウイルスを利用した生物的防除技術の開発するため、天敵ウイルス増殖に用いる害虫の培養細胞の作出を試みた結果、桑の害虫であるモンシロドクガの培養細胞系を樹立した。

- 1 供試した蛹を表面殺菌した後、発育中期頃の卵巣組織を用いると、培養開始直後から細胞の遊出が認められ、以後の生育もよかった。
- 2 初代培養期間はモンシロドクガ：130～252日であった。
- 3 供試昆虫からはモンシロドクガ7株の樹立細胞系が得られた。
- 4 倍加時間はモンシロドクガ40～204時間(25℃)であった。
- 5 ME, G6PD, LD, PGM, PGI, ICDの6種のアイソザイム泳動パターンを調べた結果、同一種の株間に区別はつかないが、他種株間では明らかな相違がみられた。
- 6 BmNPV, HcNPV, AcNPVを用いて樹立細胞系のウイルス感受性を調べた結果、AcNPVに対してモンシロドクガの3細胞系が感受性であった。

引用文献

- 1) BROWN, M. and P. FAULKNER (1975): Factors affecting the yield of virus in a cloned cell line of *Trichoplusia ni* infected with a nuclear polyhedrosis virus. *J. Invertebrate Pathology*, 26: 251～257
- 2) 藤井陽一 (1995): ウィルス実験プロトコール, メジカルビュー社, 33～42, 325～334
- 3) GRACE, T. D. C. (1962) Establishment of four strains of Cells from Insect Tissues Grown *in vitro*. *Nature*, No. 4843 Vol. 195: 788～789
- 4) 今西重雄・富田秀一郎・中尾肇 (1996): 鱗翅目昆虫の浮遊性培養細胞の高密度大量培養について, *日蚕雑* 65(1), 7～12
- 5) IWABUCHI, K. (2000) A continuous cell line derived from larval fat bodies of *Thysanoplusia intermixta* (Lepidoptera: Noctuidae). *Appl. Ent. Zool.* 35(2), 245～249.
- 6) KADONO-OKUDA, K. et S. IMANISHI and H. INOUE (1992): Identification of cell lines of *Bombix mori* and some Lepidopteran insects by electrophoresis. *J. Seric. Sci. Jpn.* 61 (2), 184～187.
- 7) 神谷克巳・河村敏・下畑次夫 (1997): 昆虫培養細胞系を利用した天敵ウイルスの増殖と利用, *岐阜蚕糸研要報* 7, 8～12
- 8) KOBAYASHI, J., S. IMANISHI, H. INOUE, K. OHSUYE, K. YAMAICHI, N. TSURUOKA and S. TANAKA (1992): High level expression of a frog α -amidating enzyme, AE- II, in cultured cells and silkworm larvae using a *Bombyx mori* nuclear polyhedrosis virus expression vector. *Cytotechnology* 8, 103～108.
- 9) 小池勝 (1991): 昆虫の大量細胞培養による天敵ウイルスの生産, *植物防疫* 45(4): 161～164
- 10) 国見裕久 (1986): クワゴマダラヒトリ核多角体病の病理生態学的研究. 東京都蚕糸指導所研究報告第2号 (東京大学学位論文)
- 11) —— (1990): 日本産昆虫のウィルス病総目録, *植物防疫* 44(9): 411～418
- 12) 前田進 (1984): カイコ核多核体病ウィルスのプラーク法による定量とウィルスのクローニング, *日蚕雑* 53(6), 547～548
- 13) 三橋淳 (1980) 天敵ウイルス増殖法としての細胞培養. *植物防疫* 34(10): 444～448
- 14) ——・小山 健二 (1981) 研究成果第135集「組織培養法による昆虫の生理的制御機構の解明に関する研究」(農林水産技術会議事務局編). : 8～48
- 15) —— (1991): 昆虫における細胞培養技術の開発と応用. 平成2年度科学研究費補助金試験研究B(1)研究成果報告書(課題番号: 01860008), 66～68
- 16) 西八束・野中寿之 (1994): チャ害虫の微生物的防除, *植物防疫* 48(11), 469～473
- 17) 岡田斉夫 (1993): 天敵微生物の大量増殖法, *植物防疫特別増刊号 No. 2*, 111～116
- 18) —— (1994): 微生物的防除の現状と展望, *植物防疫* 48(11), 449～454
- 19) PANDHARIPANE, T. N. (1994): Two new continuously growing cell lines from *Bombix mori*. *Appl. Ent. Zool.* 29(4), 604～607.
- 20) SAKURAI, M., M. SHIKATA, Y. SANO, Y. HASHIMOTO and T. MATSUMOTO (1998)

:Virulence of *Autographa californica*
nucleopolyhedrovirus infection of non-permissive
cultured cells of the silkworm, *Bombyx mori*.
J.Seric.Sci.Jpn. 67 (3),211 ~ 216

- 21) 佐藤威(1981):天敵ウイルス生産のための昆虫の
大量飼育, 植物防疫 35,233 ~ 237
- 22) ——(1989):数種のハマキガ由来培養細胞系の
樹立とそれらの性質. 果樹試報 A16:115 ~ 131
- 23) ——(1990):昆虫宿主および昆虫培養細胞によ
るカブラヤガ病原性バキュロウィルスの大量増殖に関
する研究. (九州大学学位論文)
- 24) SUMMERS,M.D. and G.E.SMITH(1987):A
manual of methods for baculovirus vectors
and insect cell culture procedures. Texas A&M
University
- 25) TABACHNICK,W.J. and D.L.KNUDSON(1980):
Characterization of invertebrate cell lines. II .
Isozyme analysis employing starch gel
electrophoresis. In Vitro.16,392 ~ 398.
- 26) VOLKMAN,L.E. and GOLDSMITH,P.A.(1982):
Generalized immunoassay for *Autographa californica*
nuclear polyhedrosis virus infectivity in vitro.
Appl. Environ. Microbiol. 44,227 ~ 233.
- 27) WEISS,S.A. , S.S.KALTER and J.L.VAUGHIN
(1981): Improved method for the production of
insect cell cultures in large volume. In Vitro,
17:495 ~ 502

Summary

Seven cell lines were obtained from the pupae of
browntail moth *Euproctis similis*. These cell lines were
designated as TAES-EuSi-6101, -5161, -6231, -
6241, -6041, -6242, -5231. The primary culture was
initiated in IPL-41 medium supplemented with 10%
fetal bovine serum(FBS). An initial period of
adaptation ranged from 130 to 252 days. The
population doubling time was ca.42 ~ 80 hr at 25°C.
Three cell lines of Es were susceptible to *Autographa*
californica nuclear polyhedrosis virus. Six isozyme
patterns(ME,G6PD,LD,PGM,PGI,ICD) were identified.

編集委員 田村 康弘
平川 文男
黒田 康文
広田 恵介
北岡 祥治
林 博昭

徳島県立農林水産総合技術センター農業研究所
研究報告 第1号

平成15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

