塊根スライス組織の発病を指標とするサツマイモ立枯病 抵抗性検定のための接種条件

吉田 政博^{1)†}・西田 智美¹⁾・船津丸貞信¹⁾・岡田 吉弘²⁾
(¹⁾東海大学農学部・²⁾九州沖縄農業研究センター)

Inoculation conditions for testing the resistance of sweet potato to soil rot disease using the lesions in tuberous root tissue sections as an index. Masahiro Yoshida^{1)†}, Tomomi Nishida¹⁾, Sadanobu Funatsumaru¹⁾, and Yoshihiro Okada²⁾ (¹⁾School of Agriculture, Tokai University, Minamiaso, Aso, Kumamoto 869-1404, Japan. ²⁾NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, Koshi, Kumamoto 861-1192, Japan)

We examined inoculation conditions for testing the soil rot disease resistance of sweet potato, with the aim of establishing a test method that uses the lesions in tuberous root tissue sections. In inoculation tests with mycelial agar disk inoculum of the pathogen to two sweet potato cultivars and one breeding line with different levels of resistance ('Kokei No. 14', 'Purple sweet lord', and '90IDN-47'), no significant differences were found in resistance characteristics. However, when the inoculation test was performed on tuberous root tissue sections that had been dipped into mycelial fragment suspensions of different pathogen concentrations and then buried in vermiculite with different moisture contents at 30°C, a significant difference in resistance could be observed at an inoculum suspension dilution of 1,000 times (v/w) fresh mycelial weight (approximately 10⁵ CFU/ml) and a soil moisture content of 187.0% (v/w). In this inoculation condition, the inoculated sweet potato tuberous root tissue sections started to exhibit lesions 3 days after inoculation, and severities of the disease particularly became more intense from 6 to 7 days after inoculation. As a result, it was possible to clearly distinguish the levels of resistance in these cultivars and breeding line.

Keywords : Kokei No. 14, necrotic lesion, Purple sweet lord, *Streptomyces ipomoeae*, 90IDN-47

緒 言

サツマイモ (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) の立枯病は、放線菌 *Streptomyces ipomoeae* による土壤伝染性病害で、特にアメリカ (Person and Martin, 1940) と日本 (鈴井ら, 1986) での発生が知られている。わが国では1946年に長崎県で初めて発生したといわれており (小川, 1984), その後、本病と思われる病害の発生が各県のサツマイモ主要産地から報告された (千葉ら, 1982; 原, 1966; 本間・長井, 1984; 牧野ら, 1978)。しかし、長い間その病原は明らかにならず、各地で様々な名称で呼ばれていた (小川,

1984)。小川 (1982) は本病原菌について検討し、放線菌による病害であることを示した。そして、鈴井ら (1986) によってその詳細が究明され、本病名が提案された。

病徴は、挿苗直後からサツマイモの葉色が異常を呈し、黄色あるいは紫紅色を帯びてくる。やがて、つるは伸展せず葉は萎れ、生育不良となり大部分の株は枯死に至る。このような株の根はほとんどが黒変腐敗しているか、脱落しており、地下部の茎には円形あるいは不整形のへこんだ黒褐色の病斑を形成している。また、塊根には不定形の黒色陥没病斑が形成される。連作地および土壌の高温乾燥条件下で発生しやすく、土壌 pH が高まると発病が助長される病害であるため、石灰質資材の施用とマルチ栽培の普及によって発生が

† yoshida@agri.u-tokai.ac.jp

増大したものと考えられている（鈴木，1985）。

本病の防除方法には、燻蒸剤による土壤消毒、地温と土壤 pH の制御、抵抗性品種の利用等がある。しかし、最も確実な効果が得られる土壤燻蒸剤の使用は、近年の環境問題への意識の高まりや周辺圃場への影響のため、使用が制限される可能性がある。また、抵抗性品種の利用に関しては、抵抗性強品種とされていた「ベニアズマ」（志賀ら，1985）の発病などの問題も報告されており（井内ら，2005），このような状況から、本病に対する高い抵抗性を持つ品種の育成が求められている。サツマイモの品種評価における立枯病の抵抗性は、激発圃場（現地検定圃場）に苗を植えて約 2 ヶ月後に現れる発病の程度で判断されている（井内ら，2005）。しかし、この圃場は自然発生圃場であり、そこに存在する立枯病菌の病原学的特徴や生態学的特徴に関することは何も知られていない。さらに、年次により気象条件や土壤条件などが変動し、試験結果に大きな影響を及ぼすことが懸念されている。そのため、従来の抵抗性検定試験よりもさらに確実性の高い検定法、すなわち試験条件が安定しており、同時に多くの個体についての検定が可能となる簡便な方法の確立が望まれる。

そこで、本報告では、立枯病抵抗性の異なる品種・系統のサツマイモについて、その塊根スライス組織と培養病原菌を用いた各種接種試験を実施し、発病程度の差異が明確に表れる接種条件を明らかにした。

材料および方法

1. 寒天培養菌そう片を用いた接種試験

サツマイモ立枯病菌は MAFF225057 株、並びに千葉県香取市の現地検定圃場の罹病サツマイモから分離した Si-131-1 株および Si-9-3 株の 3 菌株を供試した。供試菌株はイースト・スターチ寒天（YSA）培地上で 32℃，7 日間平板培養した。培養菌そうを内径 8.5 mm のコルクボーラーで打ち抜き、接種源とした。

供試したサツマイモは、立枯病に対して抵抗性弱の「高系14号」（以下、「高系」）（工藤，1987），並びに「パープルスイートロード」（以下、「PSL」）（蔵之内ら，2014；田宮ら，2003）の 2 品種、および抵抗性強の「90IDN-47」（以下、「IDN」）（井内ら，2005）の 1 系統の合計 3 品種・系統である。これら品種・系統の水洗した塊根を両端から 1～2 cm の部分を切り落とし、20 倍希釈次亜塩素酸ナトリウム溶液に 10 分間浸して表面殺菌後、クリーンベンチ内で乾燥させた。この塊根を約 1 cm の厚さにスライスし、濡らしたろ紙を敷

いて湿室にした直径 9 cm のシャーレ中に並べた。接種は接種源を菌そう面を下にして塊根スライス組織上に置床して行い、30℃，湿度 100% の暗黒条件下で静置した。対照の無接種区は、YSA 培地のみを同様に置床して設定した。

発病調査は接種 7 日後に、接種源の周囲に形成された組織の壊死斑の大きさと深さを測定した。大きさは壊死斑の最も大きい部分とそれに対して直角方向の 2 方向に長さを測定し、その平均値で示した。深さは、壊死斑の縦断面における中心部分の長さで示した。試験には、1 区 5 個の塊根スライスを供試した。

2. 菌糸体懸濁液による浸漬接種試験

立枯病菌は、MAFF225057 株を用いた。接種源の培養は、イースト・麦芽（ISP No. 2）液体培地に孢子懸濁液を接種後、30℃，120 str./min で 3 日間振とう培養した。培養菌体は 6,000 rpm，15 分間遠心集菌後、菌体重量の 10 倍量（v/w）の滅菌水を加え、テフロンホモジナイザーで磨砕した。この菌糸体懸濁液（約 10^7 CFU/ml）を接種源の原液（希釈倍率 1）とし、必要に応じて滅菌水で希釈して使用した。

サツマイモは「PSL」のみを、試験によっては 3 品種・系統を供試し、塊根を前述同様に厚さ 1 cm にスライス後、内径 20.5 mm のコルクボーラーで打ち抜き、組織円盤とした。接種はこの塊根組織円盤の片面を接種源に数秒間浸した後、接種面を下にしてシャーレ中の土壤水分を調整した滅菌パーミキュライト上に埋もれる程度に押さえて埋設した。対照の無接種区は、1,000 倍希釈の ISP No. 2 液体培地に同様に浸して埋設した。30℃で 7 日間静置後、組織円盤に形成された壊死組織の病斑面積に応じ、Moyer et al. (1984) の基準により発病指数（0～9）を与え、平均発病指数を算出した。

供試パーミキュライトの最大容水量は 187.0%（含水比）で、土壤水分は滅菌水を用いて調整した。試験には、1 区 6 個の塊根組織円盤を用いた。

3. 浸漬接種した塊根スライス組織における発病の進展試験

接種源には MAFF225057 株と Si-131-1 株を供試し、前述同様に調製した菌糸体懸濁液の接種源原液を 100 倍に希釈して、上記 3 品種・系統の塊根組織円盤に浸漬接種し、含水比 187.0% のパーミキュライト上に埋設した。無接種区には ISP No. 2 液体培地の 1,000 倍希釈液を用いた。30℃で静置後、発病調査は 7 日目まで毎日行った。試験には 1 菌株 1 品種・系統あたり 42 個の塊根組織円盤を供試し、各調査時に 6 個を回収し

て前述同様に平均発病指数を求めた。

4. 統計解析

発病程度の統計学的解析は、病斑の大きさと深さについては接種菌株ごとに、発病指数については試験処理区ごとまたは調査日ごとに、分散分析後 Tukey 法による多重比較を行った。

結 果

1. 寒天培養菌そう片を用いた接種試験法の適用検討

寒天培養菌そう片を接種したサツマイモ3品種・系統における発病状況は、Fig. 1 に示した。

接種した塊根組織では、接種源の菌そう片を中心に円状に発病し、黒褐色～黒色の壊死組織（壊死斑）が形成された。3品種・系統におけるそれらの壊死斑の大きさは、品種・系統間で有意に異なることもあったが、その傾向は接種菌株によって異なった。一方、壊死斑の深さは接種した3菌株とも「高系」で最も深く進展しており、次いで「PSL」、「IDN」の順であった

Fig. 1. Size of necrotic lesions in tuberous root tissue sections inoculated with mycelial agar disk of pathogenic isolates of soil rot disease in 2 cultivars and 1 breeding line of sweet potato. Error bars on graphs indicate S.E. (n=5), and values with same letter in each cultivar/line are not significantly different by Tukey's test ($P<0.05$) within the same isolate.

が、有意にその差が確認されたのは MAFF225057株を接種した「高系」と「IDN」との間のみであった。

2. 菌糸体懸濁液による浸漬接種試験法における最適検定条件

土壌水分：原液の接種源、あるいはその10倍希釈液に浸漬接種後、0～187.0%（最大容水量）の土壌水分のパーミキュライトに埋設した「PSL」塊根スライス組織での発病を Table 1 に示した。

壊死斑形成はすべての土壌水分条件で認められた。原液接種源においては、土壌水分0%での平均発病指数4.0の発病程度が土壌水分の増加とともに徐々に高くなり、187.0%では6.3の激しい発病となった。また、1/10濃度の接種源でも含水比93.5%までは同様の傾向が認められたが、それ以上の水分条件では発病程度にほとんど変化はなかった。

接種源濃度：土壌水分を0、93.5、および187.0%に設定し、さらに接種源濃度を1倍（原液）から10倍段階で1/1,000倍まで希釈して接種した「PSL」での発病状況は、Table 2 に示した。

発病は全組合せの接種で認められた。各土壌水分において発病程度は接種源濃度の低下とともに徐々に低くなる傾向が認められた。187.0%土壌水分では発病しやすく、原液の接種源で平均発病指数は7.2であったが、1/10希釈で5.0、さらに1/1,000希釈では2.5まで有意に減少した。また、いずれの土壌水分でも接種源濃度の1/10と1/100希釈の間には発病程度の有意な差は認められなかった。

品種・系統間の相違：原液および1/100希釈液の接種源濃度と0および187.0%の土壌水分におけるサツマイモ3品種・系統の発病状況は、Table 3 に示した。

原液の接種源では、「高系」が187.0%の土壌水分で平均発病指数7.8の最も高い発病程度であったが、同じ接種条件で「PSL」も同程度の発病が見られた。また、土壌水分0%での発病は、「PSL」の方が「高系」より激しかった。「IDN」はいずれの土壌水分条件でも最も低い発病程度であった。

一方、1/100希釈液の接種源では両土壌水分において、平均発病指数は「高系」、「PSL」、「IDN」の順で高く、特に、187.0%の土壌水分で「高系」が6.8と最も激しく発病し、次いで「PSL」の2.7、「IDN」の1.0となり、それらの3品種・系統間の発病程度にはそれぞれ有意差が認められた。

接種後培養日数：浸漬接種した3品種・系統の塊根スライス組織における接種後培養日数と発病程度の推移を、Fig. 2 に示した。いずれの菌株の接種試験にお

いても、3品種・系統ともに接種後3日目から発病が見られ、6日目までは比較的緩やかに平均発病指数が増加した。その後、7日目には「高系」と「PSL」で病勢の急激な進展が見られ、平均発病指数も大きく増加した。その結果、それら3品種・系統間での発病程度の差が顕著に表れた。接種後7日目の平均発病指数は、MAFF225057株接種で「高系」7.2, 「PSL」5.3,

「IDN」3.3の順で有意に激しく、Si-131-1株接種でも同様の傾向が認められた。

考 察

サツマイモにおける立枯病の耐病性検定は、現場発病圃場での栽培試験であるため、試験条件の不安定性が問題となる。一方、培養病原菌接種による発病試験

Table 1. Effects of soil moisture content on occurrence of necrotic lesions in tuberous root tissue sections of sweet potato (cv. 'Purple sweet lord') inoculated with soil rot disease pathogen by a dipping inoculation method

Inoculum density ^{a)} (dilution ratio)	Soil moisture content (%)	Mean of disease index ^{b)}
1	0	4.0 a
	46.8	4.5 a
	93.5	4.8 ab
	140.3	5.5 bc
	187.0	6.3 c
1/10	0	4.0 a
	46.8	4.7 ab
	93.5	5.7 c
	140.3	5.8 c
	187.0	5.5 bc

a) Inoculum was approximately 10^7 CFU/ml of mycelial fragment suspension. b) Disease index was evaluated in accordance with the ratio of lesion area (0 : no lesions, -9 : entire surface blackened with necrosis). Values with the same letters in each soil moisture content are not significantly different by Tukey's test ($P < 0.05$) within the same inoculum density.

Table 2. Effects of inoculum density on occurrence of necrotic lesions in tuberous root tissue sections of sweet potato (cv. 'Purple sweet lord') inoculated with soil rot disease pathogen by a dipping inoculation method under different soil moisture content

Soil moisture content (%)	Inoculum density ^{a)} (dilution ratio)	Mean of disease index ^{b)}
0	1	4.2 a
	1/10	3.2 b
	1/100	2.7 b
	1/1,000	1.2 c
93.5	1	4.0 a
	1/10	3.2 b
	1/100	3.2 b
	1/1,000	2.2 c
187.0	1	7.2 a
	1/10	5.0 b
	1/100	3.8 bc
	1/1,000	2.5 c

a) Same as Table 1. b) Disease index was evaluated in accordance with the ratio of lesion area (0 : no lesions, -9 : entire surface blackened with necrosis). Values with same letters in each inoculum density are not significantly different by Tukey's test ($P < 0.05$) within the same soil moisture content.

の方法が報告されているが、これらは病原性の確認を目的とする手法で (Loria et al, 1998; 鈴井, 1987; 喜多・工藤, 1983), 発病程度の定量的評価には適さない。また、井内ら (2005) と Moyer et al. (1984) の塊根組織を用いた発病試験では予め接種汚染土壌の調製が必要なため、試験操作が煩雑となる。さらに、これらは汚染土壌に塊根組織を置床する方法であるため、接種時の塊根組織における病原菌密度の均一性も担保され難い。また、土壌水分の違いによる発病への影響は検討されていない。

本研究では、接種時の適格な菌量と土壌水分について、抵抗性の異なるサツマイモの発病程度の差異が明確に表れる条件を設定することで、塊根スライス組織を用いたより精度の高い抵抗性検定法の確立を目指した。

まず、培養菌そう片を直接接種する試験法の適用を検討したところ、いずれの品種・系統のサツマイモにおいても接種源の周りに壊死組織の病斑を形成した。しかし、その大きさからはこれらの品種・系統の抵抗性程度との一定の関係は認められなかった (Fig. 1)。一方、壊死斑の深さでは供試3菌株ともに、発病の激しい順に「高系」、「PSL」、「IDN」となる傾向が見られたが、明確な統計的有意差を認めることはできなかった (Fig. 1)。よって、培養菌そう片の直接接種では、品種間の明確な差を安定して得ることは困難だ

と判断した。培養菌そう片の接種では接種源と接したスライス組織の一部分のみに過度の接種圧が加わるためだと思われる。

そこで、接種源に培養菌糸体懸濁液を用いることで接種菌量の調整を可能とし、これに塊根スライスを浸漬することで組織全面へ均一に接種できるようにした。先の培養菌そう片接種において、抵抗性弱の「PSL」は同じく抵抗性弱の「高系」よりも発病せず、3品種・系統の中で相対的に中程度の発病 (病斑の深さ) を呈した。そこでこの接種法では、「PSL」の発病を指標として接種条件の検討を行った。すなわち、この品種で常に中程度の発病を示す接種条件を設定すれば、より精度の高い検定結果が期待できると考えた。

接種後の塊根スライス組織を埋設するパーミキュライトの土壌水分の影響においては、接種源濃度の違い (原液と10倍希釈液) に関わらず、高い土壌水分で発病が激しくなる傾向にあり (Table 1), 統計解析の結果から、影響する土壌水分量を0~46.8%, 93.5%, および140.3~187.0%の3段階に大別した。そこで、次にそれらの3段階の土壌水分において、接種菌量との関係を検討したところ、発病程度は接種源濃度の減少とともに低下していき、発病に好適と思われる土壌水分 (187.0%) でも1,000倍希釈液接種では原液の1/3以下の発病指数まで低下した (Table 2)。その結果、目的とした中程度の発病 (平均発病度指数4~6程

Table 3. Relationship of necrotic lesion occurrence in tuberous root tissue sections and varying inoculation conditions in 2 cultivars and 1 breeding line with different resistance to soil rot disease in sweet potato

Inoculum density ^{a)} (dilution ratio)	Soil moisture content (%)	Name of cultivar/line	Mean of disease index ^{b)}
1	0	Kokei No. 14	4.8 a
		Purple sweet lord	7.0 b
		90IDN-47	1.0 c
	187.0	Kokei No. 14	7.8 a
		Purple sweet lord	7.7 a
		90IDN-47	1.3 b
1/100	0	Kokei No. 14	3.0 a
		Purple sweet lord	1.7 b
		90IDN-47	0.7 b
	187.0	Kokei No. 14	6.8 a
		Purple sweet lord	2.7 b
		90IDN-47	1.0 c

a) Same as Table 1. b) Disease index was evaluated in accordance with the ratio of lesions area (0 : no lesions, - 9 : entire surface blackened with necrosis). Values with the same letters in each cultivar/line are not significantly different by Tukey's test ($P < 0.05$) within the same inoculum density and soil moisture content.

度)を呈した接種条件は、土壤水分が0%と93.5%での原液接種、あるいは187.0%での10倍と100倍希釈液接種であった。よって、適格な接種条件を、土壤水分はより発病し易い187.0%とし、接種源濃度は少ない培養菌体でより多量の接種源の調製が可能となる100倍希釈液であると判断した。

さらに、この接種条件の適格性を確認する目的で、対照として原液接種区と土壤水分0%区を加えて3品種・系統の発病を比較した。その検証試験では、原液接種の土壤水分0%を除いて、概ね「高系」,「PSL」,「IDN」の順で発病が激しくなる傾向は見られたが、それらの発病程度間に明確な有意差は認められなかった。しかし、1/100希釈の接種源濃度と187.0%の土壤水分では、3品種・系統間で発病程度に統計的有意差が確認され、この接種条件が本病の抵抗性検定には最適であることの確認を得ることができた (Table 3)。これらの塊根組織の壊死斑は、いずれも接種後3日目から確認できるが、その発病の品種間差は明瞭でなく、その後6日目までは緩やかに病勢は進展した (Fig. 2)。

Fig. 2. Development of necrotic lesions in tuberous root tissue sections of 3 cultivars/line of sweet potato inoculated with soil rot disease pathogen (MAFF225057, Si-131-1) by a dipping inoculation method. Error bars on the plots indicate S.E. (n=6), and values with same letter in each cultivar/line are not significantly different by Tukey's test ($P<0.05$) within the same day after inoculation.

そして、6日目以降7日目において抵抗性の弱い品種ほど急激に発病が激しくなり、その発病程度の差から抵抗性の相違が明確に確認できるようになった。

一方、供試サツマイモの品種・系統によっては、いくつかの試験において同じ条件にもかかわらず発病指数に比較的大きな差が見られる場合があったが、これは塊根組織の個体差によるものと思われる。サツマイモの塊根は木部肥大型であり、組織横断面においては一次形成層内側の中心柱内に二次的な分裂組織 (後生師部と後生木部の分化を伴う二次形成層、導管周囲の分裂組織) が分化・発達して肥大が進む (中谷, 2010)。このため、塊根スライスから円盤組織を打ち抜く位置によっては、組織学的な構造の均一性が得られ難いかも知れない。よって、塊根組織円盤の調製時には、スライス組織の供試部位への考慮も必要である。

さらに、本試験で用いた「PSL」は品種登録時には立枯病抵抗性が中と報告されたが (田宮ら, 2003)、その後やや弱の記載も見られるようになり (農研機構作物研究所畑作研究領域, 2005)、近年では、弱と評価されるようになった品種である (藏之内ら, 2014)。この抵抗性変動の原因として、藏之内ら (2014) は圃場の菌密度の偏りや菌の活性低下の可能性を示唆しているが、詳細は明らかではない。著者らは本研究の予備試験で、現地検定圃場の土壌を用いたポット試験において、「PSL」が「高系」ほど激しく発病しないことを確認している (データ未掲載)。また、本研究においても、「PSL」は高濃度の菌を接種した時には「高系」と同程度かそれ以上の発病となり、接種菌濃度が低いと「高系」よりも発病程度が低くなった (Table 3)。これらのことは、「PSL」の抵抗性が「高系」よりも強い可能性を示唆している。「PSL」の抵抗性を判定するためには更なる試験が必要であるが、本法の適用により、より精度の高い抵抗性検定ができる可能性が期待できる。今回、塊根組織の壊死斑を指標とした本法において、菌量と土壤水分の接種条件を検討し、それらの変動要因を最小限にして常に一定の条件下で試験を行うことを可能とし、弱品種「高系」と強系統「IDN」とを明確に識別することが出来た。この接種条件は圃場検定と異なり、他の生物的要因も少なく、物理的条件も安定している。今後は多くの品種について、本接種条件での検証試験を進める必要がある。

引用文献

千葉恒夫・下長根鴻・祝迫祝志・松田 明 (1982) サツマイモ根腐立枯れ及び塊根かいよう症状のクロル

- ピクリン剤による効率的土壌消毒法. 関東東山病虫研報 29 : 46-48.
- 原 敬一 (1966) サツマイモ根腐れ現象. 九病虫研究会報 12 : 60-62.
- 本間宏基・長井雄治 (1984) サツマイモ根腐れ立枯症に効力を有する薬剤, および分離放線菌の病原力. 日植病報 50 : 394. (講要)
- 井内美砂・川村泰史・小巻克巳 (2005) 苗断片および塊根切片を利用したサツマイモ立枯病抵抗性の簡易検定法. 育種学研究 7 : 45-49.
- 喜多孝一・工藤和一 (1983) サツマイモ立枯症状の病原菌. 九病虫研究会報 29 : 12-14.
- 工藤和一 (1987) 立枯病. 農業技術体系, 作物編, 第5巻 (農文協編). 農山漁村文化協会 (東京) : pp.141-145.
- 藏之内利和・高田明子・中村善行・田宮誠司・中谷 誠・熊谷 亨・片山健二 (2014) サツマイモ立枯病抵抗性検定における発病程度の年次変動と抵抗性判定. 育種学研究 16 : 147-150.
- Loria, R., C. A. Clark, R. A. Bukhalid and B. A. Fry (1998) III. Gram-positive bacteria B. *Streptomyces*. In: Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria (Schaad, N. W., Jones, J. B. and Chun, W. eds). APS Press (Minnesota) : pp.236-249.
- 牧野孝広・中村秀雄・森田 傳 (1978) サツマイモ根腐黒斑症状 (仮称) の防除. 関東東山病虫研報 25 : 54-55.
- Moyer, J. W., C. L. Campbell, E. Echandi and W. W. Collins (1984) Improved methodology for evaluating resistance in sweet potato to *Streptomyces ipomoea*. Phytopathology 74 : 494-497.
- 中谷 誠 (2010) サツマイモの特性. サツマイモ事典 (いも類振興会編). 全国農村教育協会 (東京) : pp. 59-66.
- 農研機構作物研究所畑作物研究領域 (2005) パープルス イートロード. https://www.naro.affrc.go.jp/nics/webpage_contents/files/purplesweetlord.pdf (2016年4月29日アクセス確認).
- 小川 奎 (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 : 221-224.
- 小川 奎 (1984) サツマイモの土壌病害と塊根異常症. 農及園 59 : 67-72.
- Person, L. and J. Martin (1940) Soil rot of sweet potatoes in Louisiana. Phytopathology 30 : 913-926.
- 志賀敏夫・坂本 敏・安藤隆夫・石川博美・加藤眞次郎・竹股知久・梅原正道 (1985) かんしょ新品種「ベニアズマ」について. 農研センター研報 3 : 73-84.
- 鈴井孝仁 (1985) 放線菌による病害発生の実態と問題点. 研究ジャーナル 8 (7) : 19-25.
- 鈴井孝仁 (1987) サツマイモ立枯病とその病原菌. 植物防疫 41 : 307-311.
- 鈴井孝仁・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)
- 田宮誠司・中谷 誠・小巻克巳・片山健二・藏之内利和 (2003) サツマイモ新品種「パープルス イートロード」. 作物研報 4 : 29-43.
- (2016年4月29日受領, 8月25日受理)