

サトイモの葉位および損傷が疫病の発生に及ぼす影響

芝田英明・松田 透・毛利幸喜・中川建也・萬 周平*・山本智樹*・篠崎 毅**
(愛媛県農林水産研究所・*愛媛県農林水産部農産園芸課・**愛媛県病害虫防除所)

Position and wound of Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) leaf affecting disease severity of *Phytophthora* blight caused by *Phytophthora colocasiae*

By Hideaki SHIBATA, Tooru MATSUDA, Kouki MOURI, Tatsuya NAKAGAWA, Syuuhei YOROZU*, Satoki YAMAMOTO*, Tsuyosi SHINOZAKI**, (Ehime Research Institute of Agriculture, Forestry and Fisheries, Kaminanba 311, Matsuyama, Ehime 799-2405, Japan; *Agriculture and Horticulture Division, Agriculture, Forestry and Fisheries Department, Ehime Pref. Government, Itibantyou4-2-2, Matsuyama, Ehime 790-8570, Japan; **Ehime Plant Protection Office, Kaminanba 311, Matsuyama, Ehime 799-2405, Japan)

キーワード : サトイモ, 疫病, 葉位, 損傷

緒 言

サトイモ疫病は、*Phytophthora colocasiae* Raciborski を病原菌とする病害であり、海外のサトイモ類の栽培地では広く発生しているが(桂, 1971), 国内では桂(1971)が京都府, 景山・植松(2007)が千葉県において本菌を分離した報告があるものの, これまで被害を及ぼすほどの発生記録は見当たらず, 発生生態や防除対策については不明な点が多かった。また, 全国のサトイモの生産量は 144,800 t であり, うち埼玉県の 18,100 t が最も多く, 次いで千葉県 16,500 t, 宮崎県 13,900 t, 愛媛県 9,340 t, 栃木県 8,600 t, 鹿児島県 7,460 t である(農林水産省, 2018)。このような情勢の中で, 2014 年に宮崎県において疫病が突発的に多発生し(宮地ら, 2016; 黒木, 2017), 2015 年には愛媛県と鹿児島県を加えた 3 県で同時に多発生した(山本ら, 2017)。このためサトイモ生産現場から, 発生生態の解明と防除対策の早期確立について強く要望されることとなった。その後, 2017 年には千葉県, 2019 年には埼玉県での発生が確認され(千葉県農林総合研究センター, 2017; 埼玉県病害虫防除所, 2019), 疫病の発生は全国でも有数の

生産量を誇るサトイモ産地に拡大している。

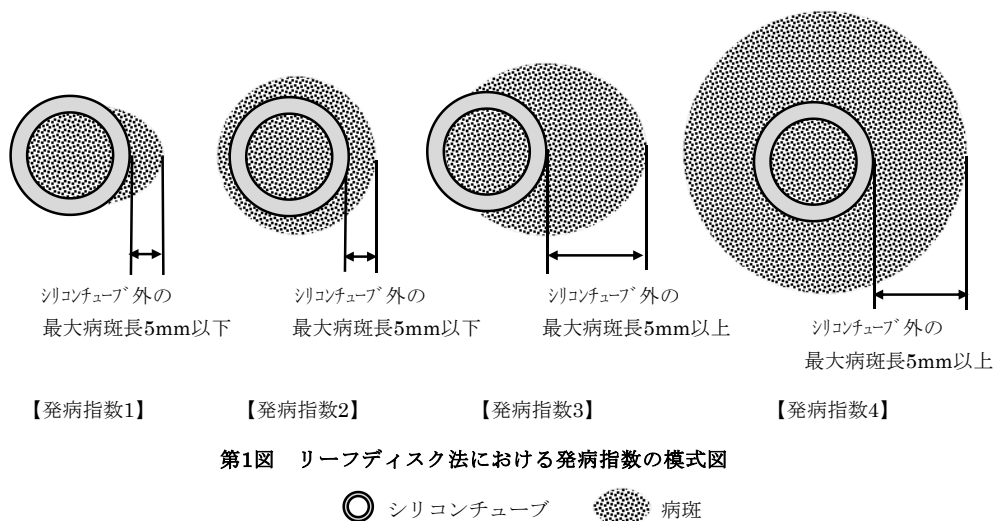
本県においては, 2015 年 7 月に主産地の四国中央市において, 葉に赤褐色の大型斑点および葉柄にシミ状斑点を示す症状が確認され, サトイモ疫病であることが判明した(山本ら, 2017)。その後, 愛媛県病害虫防除所の調査によって, 同年 9 月には新居浜市と旧西条市, 2016 年には旧丹原町, 2019 年には今治市において発生を確認しており, 発生地域は拡大傾向にある。このような状況において, 愛媛県病害虫防除所は, 愛媛県東予地方局産業振興課四国中央農業指導班およびうま農業協同組合と協力し, 2016 年から四国中央市における本病の発生状況について現地調査した結果, 本病は 6 月末~7 月の多雨期(梅雨)に発生し始め, 初発時の病斑の多くは下位の葉に認められていた。疫病は, 一般的に降雨の際に土壌とともに茎葉に跳ね上げられ感染が起こるとされているが(桂, 1971), 現在のサトイモ栽培は, 栽培期間を通じてマルチ被覆する全期マルチ栽培であることから土壌の跳ね上げは少ないと考えられ, 他の要因として上位葉と下位葉に感染に対する差異がある可能性が考えられた。また, 8 月下旬~9 月の強風雨(秋雨)や

台風通過の後に、急激に発生が拡大する傾向が観察されることから、葉の損傷が本病の発病に大きく関与しているのではないかと考えられた。そこで、全期マルチ栽培したサトイモ葉からリーフディスクを採取して上位葉と下位葉、すなわち葉位別の発病差について、またポット栽培したサトイモを用いて有傷接種することによる葉の損傷と発病の関係について検討したので報告する。

本試験を実施するにあたり、日本大学の藤田佳克博士をはじめ、東京農工大学の植松清次博士、岐阜大学の景山幸二博士、西日本農業研究センター、宮崎県総合農業試験場、鹿児島県農業開発総合センター、千葉県農林総合研究センターの各位にはサトイモ疫病の発生生態や防除対策について貴重な知見をご教授頂いた。また、愛媛県農林水産研究所の業務職員各位には、試験圃場のサトイモ栽培・管理について多大なご尽力を頂いた。ここに記し、関係各位への感謝の意を表す。なお、本研究は、(国研)農研機構生物系特定産業技術研究支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。

を用いて検討した。試験圃場は松山市上難波の愛媛県農林水産研究所の水田転換畑(花崗岩由来の砂壤土)を使用した。種芋の植付は2018年3月29日、栽植密度は畝幅1.5m、株間0.35mの1条植、黒マルチ(厚さ0.02mm)による全期マルチ栽培とした。種芋の消毒は行わなかった。栽培面積は、各品種ともに15㎡(1.5m×10m)とした。

5月26日から各品種の主茎の葉に葉位番号を付け、約7日ごとに展開葉数をカウントした。葉の採取は、7月10日(子芋肥大・孫芋着生期)、8月8日(孫芋肥大・地上部最大生育期)および9月11日(孫芋肥大後期)に、各品種の任意の3株から上位葉(頂葉)および下位葉(頂葉から3~4下位の葉)を1枚ずつとした。なお一度採取した株は、葉数減少に伴って通常の生育推移を示さないと推察されたため、その後は葉を採取する株から除外した。次いで、採取葉1枚あたり直径65mmのリーフディスク4枚を作成し、水道水で洗浄し、ペーパータオルで水分を除き室内に10分程度静置して表面の水分を取り除いた後、滅菌水20mLを充填したプラスチックシャーレ(直径90mm×高さ20mm)に浮



材料および方法

1. サトイモの葉位と発病程度の違い

‘愛媛農試V2号’および‘石川早生’を供試し、7~9月の葉位別(上位葉と下位葉)発病程度についてリーフディスク法(赤井・桂, 1974:辻本, 2009)

かせた。リーフディスク上にシリコンチューブ(内径10mm, 外径13mm, 高さ5mm)を2個置き、チューブ内にコルクボーラー(直径5mm)で打ち抜いたコーンミール平板培地(BBL™ Corn Meal Agar17g, Agar4g, 水1L, 以下CMA平板培地)で培養した含菌切片(本研究所保存菌EPC201509菌株, 25℃, 暗黒下, 10~14日間培養)を入れ、愛媛県農林水産

研究所および周辺地区の水田灌漑用ため池の表層水を採水し、濾紙（ADVANTEC 製，No. 2）で濾過して滅菌（121℃・10分）した池水（約 0.2mL）を注入した。その後、25℃・明 14h 暗 10h・照度 15,000Lx で静置（人工気象器、パナソニックヘルスケア（株）製 MLR-352）し、6～8 日後にシリコンチューブ（検体）ごとに病斑の進展状況を発病指数別に調査して発病度を算出した。発病指数は、0：発病なし，1：病斑がシリコンチューブの外側の一方向に拡大し，その拡大した最大病斑長が 5mm 以下，2：病斑がシ

ーパートオルで水分を除き室内に 10 分程度静置して表面の水分を取り除いた後，剣山（直径 36mm、ステンレス製、61 針）で 2 箇所付傷し，滅菌水 20mL を充填したプラスチックシャーレ（直径 90mm×高さ 20mm）に浮かせた。剣山で付傷した部分の中央に，コルクボーラー（直径 5mm）で打ち抜いた CMA 平板培地培養の含菌切片（本研究所保存菌 EPC201509 菌株，25℃・暗黒下，10 日間培養）を 1 個ずつ／付傷箇所（2 箇所／葉片）置床し，含菌切片の乾燥を防ぐために滅菌（121℃・10分）した池

第1表 試験サンプル葉採取時の展開状況

葉位	項目	採取時期		
		7月10日	8月8日	9月11日
上位葉	展開時期	7月2～10日	7月31日～8月7日	8月19～27日
	展開後日数	8日以内	8日以内	15～23日
下位葉	展開時期	6月11～18日	6月25日～7月2日	7月23～31日
	展開後日数	22～29日	37～44日	42～50日

注1) 7月10日時点の展開葉数：愛媛農試V 2号 10～11葉，石川早生 11葉

注2) 8月8日時点の展開葉数：愛媛農試V 2号 12～13葉，石川早生 14～15葉

注3) 9月11日時点の展開葉数：愛媛農試V 2号 15～16葉，石川早生 16～17葉

リコンチューブの外側のほぼ全方向に拡大し，その拡大した最大病斑長が 5mm 以下，3：病斑がシリコンチューブの外側の一方向に拡大し，その拡大した最大病斑長が 5mm 以上，4：病斑がシリコンチューブの外側のほぼ全方向に拡大し，その拡大した最大病斑長が 5mm 以上の 5 段階とした（第 1 図）。発病度は、 Σ （発病指数別箇所数×発病指数）÷（全調査箇所葉数×4）×100 により算出した。

2. サトイモ葉の損傷と発病の関係

‘愛媛農試V 2号’を供試し，有傷接種法によって葉の損傷と発病の関係について検討した。試験は，松山市上難波の愛媛県農林水産研究所ガラスハウスにおいてプラスチックポット（直径 16cm×高さ 18cm）で栽培した 3～3.5 葉展開期のサトイモを使用した。種芋の植付は 2019 年 5 月 8 日とし，種芋の消毒は行わなかった。

人工接種源として，遊走子のう懸濁液を調製して使用した。愛媛県農林水産研究所の水田転換畑（花崗岩由来の砂壤土）で栽培したサトイモ葉から直径 65mm の葉片を作成し，水道水で洗浄し，ペ

水を切片上に適量滴下した。その後，25℃・明 14h 暗 10h・照度 15,000Lx で 6 日間静置して遊走子のうを形成させた。次いで，遊走子のうが多数形成された病斑部をコンラージ棒で砕いてシャーレ内の滅菌水に懸濁させた後，滅菌した池水で調整して 2.4×10^4 個/mL の遊走子のう懸濁液を作成し，接種源とした。

有傷接種は，芝田ら（2018）の手法に基づいて行った。すなわち，10 ポットを使用し，2019 年 7 月 1 日の夕方，完全展開した最上位葉と第 2 葉に昆虫針（1 針，INSECTPINS No. 3）を用いて 1 葉あたり 30 箇所に付傷後，遊走子のう懸濁液をハンドスプレーで 1 葉あたり約 3.0mL 噴霧接種した。また，対照として無傷接種は，10 ポットを使用し，無傷の葉に遊走子のう懸濁液を噴霧接種した。接種後，ガラスハウスを閉め切り高湿度条件下とし（概ね 18 時間），接種葉の濡れを保つ程度に滅菌水をハンドスプレーで適宜噴霧した。接種翌日の午後から，ミストスプリンクラーで，1 日あたり 45 分間頭上散水した（9：00～9：15，12：00～12：15，15：00～15：15 の 3 回，散水量：約 0.3L/分/m²）。

発病調査は，2019 年 7 月 4 日（接種 3 日後）に，

接種した全葉（1ポットあたり2葉×10ポット＝20葉）について病斑形成数を調査し、発病葉率、1葉あたり病斑数を算出した。また、データロガー用小型百葉箱（米国オンセットコンピュータ社製）内に設置した温湿度データロガー（㈱ティアンドディ製、TR-72wf）により、地上50cmのハウス内気温・湿度を毎正時に測定した。

結 果

1. サトイモの葉位と発病程度の違い

供試したサトイモ葉の生育について、7月10日に採取した上位葉は7月2～10日頃に展開した葉（展開後8日以内の葉）、下位葉は6月11～18日頃に展開した葉（展開後22～29日経過した葉）であった。8月8日に採取した上位葉は7月31日～8月7日頃に展開した葉（展開後8日以内の葉）、下位葉は6月25日～7月2日頃に展開した葉（展

開後37～44日経過した葉）であった。9月11日に採取した上位葉は8月19～27日頃に展開した葉（展開後15～23日経過した葉）、下位葉は7月23～31日頃に展開した葉（展開後42～50日経過した葉）であった（第1表）。

リーフディスク法によるサトイモの葉位別の発病度について、7月10日に採取した‘愛媛農試V2号’で上位葉9.4に対して下位葉39.6、‘石川早生’で上位葉5.2に対して下位葉31.2であった。8月8日に採取した‘愛媛農試V2号’で上位葉0に対して下位葉22.9、‘石川早生’で上位葉4.2に対して下位葉29.2であった。9月11日に採取した‘愛媛農試V2号’で上位葉12.5に対して下位葉70.8、‘石川早生’で上位葉12.5に対して下位葉41.7であった（第2表）。

2. サトイモ葉の損傷と発病の関係

試験期間中の7月1～4日におけるハウス内は、

第2表 リーフディスク法によるサトイモ葉採取時期別の葉位と発病程度

品 種	葉 位	採 取 時 期								
		7月10日			8月8日			9月11日		
		調 査 箇所数	発 病 箇所数	発病度	調 査 箇所数	発 病 箇所数	発病度	調 査 箇所数	発 病 箇所数	発病度
愛媛農試 V2号	上位葉	24	3	9.4	24	0	0	24	4	12.5
	下位葉	24	11	39.6	24	6	22.9	24	17	70.8
石川早生	上位葉	24	2	5.2	24	1	4.2	24	3	12.5
	下位葉	24	9	31.2	24	7	29.2	24	10	41.7

注1) 発病度 = $\Sigma(\text{発病指数別箇所数} \times \text{発病指数}) / (\text{全調査箇所数} \times 4) \times 100$

指数；0：発病なし

1：病斑がシリコンチューブの外側の一方向に拡大し、その拡大した最大病斑長が5mm以下

2：病斑がシリコンチューブの外側のほぼ全方向に拡大し、その拡大した最大病斑長が5mm以下

3：病斑がシリコンチューブの外側の一方向に拡大し、その拡大した最大病斑長が5mm以上

4：病斑がシリコンチューブの外側のほぼ全方向に拡大し、その拡大した最大病斑長が5mm以上

第3表 試験期間中のハウス内気温・湿度

項 目	7月1日	7月2日	7月3日	7月4日
日平均気温 (°C)	24.4	22.9	22.2	24.9
日最高気温 (°C)	27.6	26.7	24.2	31.0
日最低気温 (°C)	21.7	20.6	20.2	21.3
日平均湿度 (%)	90.8	93.5	97.6	88.0

注1) 測定機器：温湿度データロガー（㈱ティアンドディ製、TR-72wf）

注2) 測定位置：地上50cm

日平均気温 22.2～24.9℃、日最高気温 24.2～31.0℃、日最低気温 20.2～21.7℃、日平均湿度 88.0～97.6%で推移した（第3表）。

接種1日後の7月2日には、直径3mm以下の黒色斑点が、有傷接種区、無傷接種区ともに認められた（データ省略）。接種3日後の7月4日には、両区ともに、明確な病斑が形成された。

7月4日における発病葉率は、有傷接種区で100%、無傷接種区で85.0%であった。供試葉に形成された1葉あたり総病斑数は、有傷接種区で16.9±6.4個、無傷接種区で2.1±1.4個であった。また有傷接種区の総病斑数のうち、付傷部に形成された1葉あたり病斑は15.4±6.2個、無傷部に形成された1葉あたり病斑は1.5±0.9個であった（第4表）。

の品種も、出芽後、新葉が順次展開し、葉柄が倒れるまでの期間に親芋の総葉数は約16～18枚展開し、7～9月の間においては新葉の展開と古葉の枯死が繰り返される中で、常時約5枚の葉が存在する状態であった。このような葉の生育を示した中で、7月、8月および9月のそれぞれの時期において、上位葉と下位葉からリーフディスクを採取し、疫病に対する発病差を調査した結果、いずれの時期も、両品種ともに、上位葉に比べて下位葉の発病度が高い傾向であった。すなわち、子芋肥大・孫芋着生期である7月上旬、孫芋肥大・地上部最大生育期である8月上旬、孫芋肥大後期である9月上旬といったサトイモの生育ステージの差異に関わらず、上位葉に比べて、下位葉の方が発病しやすいことが明らかとなった。

第4表 接種方法の違いによる発病差（接種3日後）

区	葉の発病状況			病斑の形成状況（1葉あたり）			
	供試葉数	発病葉数	発病葉率（%）	付傷数	総病斑数（個）	うち付傷部の病斑数（個）	うち無傷部の病斑数（個）
有傷接種	20	20	100	30	16.9±6.4	15.4±6.2	1.5±0.9
無傷接種	20	17	85.0	0	2.1±1.4	0	2.1±1.4

注1) 品種：愛媛農試V2号

注2) 供試葉数：1ポットあたり2葉×10ポット=20葉

注3) 有傷接種区の付傷数：1葉あたり30個×供試葉数20葉=600個

注4) 病斑の形成状況（1葉あたり）における±以降の数値はSD

考 察

本県の主要産地におけるサトイモ栽培は、愛媛県農業試験場が育成した品種‘愛媛農試V2号’（中川ら、2015）を用い、土寄せ作業が省略できて収穫作業時にマルチを除去する全期マルチ栽培方式によって、3月上旬～4月上旬に植付けし、5月に出芽した後、8月に地上部の生育は最大期を迎え、9月中旬以降には葉柄が倒れ、収穫が始まる（曾我、2010）。サトイモの葉の生育は、親芋の総葉数は14～17枚で、生長につれて外葉から枯死するが、7～8月は5～6枚生存する（飛高、2009）。今回の試験では、愛媛県の主要品種である‘愛媛農試V2号’および宮崎県と鹿児島県の主要品種である‘石川早生’を供試し、3月29日に植え付けた。いずれ

下位葉は、展開してから長期間を経過しているため、上位葉に比べて老化が進んでいることは明らかである。供試した圃場において、7月1～2日の2日間に降雨が無く葉表が乾いた状態の後、7月3日の7～12時に15.5mmの降雨を観測し、雨が止んで1時間後の13時において、上位葉と下位葉の葉表を観察したところ、上位葉は水を弾いていたのに対し、下位葉はしっとりと濡れている状態であった。サトイモは、葉の表面にワックスの結晶や乳頭状突起のような微細構造が観察され、高い撥水性のために表面の汚れが洗い流される、すなわちロータス効果といわれる現象を有している（相賀・伊藤、2015）。上位葉は展開後の日数が長く経過していないことからロータス効果が十分に保たれていることで葉表面の雨滴が流れ落ちやすいが、

下位葉は展開後の日数が長く経過しているがゆえにロータス効果が衰えて雨滴が葉表面に停滞しやすくなっていると考えられる。このような現象を鑑みると、下位葉は、葉自体の活力が明らかに低下しており、それゆえ疫病菌の侵入に対する抵抗力が低下、すなわち疫病が発病しやすい状態となっていると推察される。

また、本病は、台風通過後に急激に発生拡大する傾向がみられる（山本，2017；久野ら，2018）。台風や秋雨に伴う強風に遭遇することによって、サトイモの葉は大きく破られて破損するだけでなく、葉同士がこすれ合うことによって葉表面に細かな傷を多数生じることが想定される。この細かな傷が疫病菌の感染拡大に影響を及ぼしているのではないかとの推測に基づき、葉を人工的に傷付けることに伴う発病状況について検討した。その結果、昆虫針で穴を開ける処理、すなわち葉にわずかな傷を負わせた状態で遊走子の懸濁液を葉上に噴霧することによって、傷付けた部分において接種1日後には黒変斑点の発生が観察され、3日後には明確な病徴が再現された。櫛間ら（2016）は、サトイモ葉片に遊走子の懸濁液を接種することによって、感染は接種後3～6時間で成立し、24時間後には接種部位が褐変したと報告している。今回の試験において1日後には同様の葉の変色症状が起こったことは、葉に穴（傷）をつけることによって明らかに感染・発病が成立したものと考えられる。また、接種3日後における有傷接種処理の病斑形成数は、無傷接種処理に比べて明らかに多かった。有傷接種に供試した葉は最上位葉と第2葉で上位葉に相当する葉であり、展開後の日数が長く経過していないことから葉の老化が進んでいない葉であり、前述の上位葉に比べて下位葉が発病しやすいという観点から鑑みると病徴の発現程度は皆無に等しいはずである。それにもかかわらず、有傷箇所では容易かつ直ちに病徴発現に至ったということは、葉のわずかな損傷というものが疫病の感染、すなわち疫病菌の葉への侵入というものに極めて重要な要因となっていることを示唆できる。

疫病は、発生し始めると、短期間のうちに拡大する病害であり、それゆえ防除対策を行うにあたって、薬剤散布のタイミングおよび散布方法に細心の注意を払う必要があると考える。まず初発を早期かつ的確に捉える必要があるが、上位葉に比べ

て下位葉において発病しやすいことから、下位葉を注視して観察することが大切である。一方、強風雨や台風などの気象条件に遭遇した直後には、損傷を受けた葉から発病する可能性が高いことから、下位葉のみならず、上位葉における発病に注視することが大切である。また、薬剤の散布にあたっては、発病しやすい下位葉にまで薬液が十分にかかるようにすることが大切である。現行の薬剤散布作業は畝間を歩行しながら薬液を噴霧しているが、7月以降になるとサトイモの地上部の生育が進んで葉や葉柄が繁茂してくるため、狭い畝間の中で散布ノズルの操作が容易でなく、散布ムラが生じる可能性も高い。そのため、ある一定の列ごとに散布作業用の専用通路を設け、その通路を歩行することによって、散布ノズルの操作がし易くなり、下位葉から上位葉まで一様に薬剤を散布し易くなるものとする。以上のことから、サトイモの葉位の差および葉の損傷が疫病の発生に大きく関与しているということを十分に鑑みた上で、本病の防除対策を講じていくことが重要であると考えられる。

摘 要

1. サトイモ生育期間中の7～9月において、‘愛媛農試V2号’と‘石川早生’のいずれにおいても、下位葉は、上位葉に比べて疫病が発病しやすい。
2. 強風雨や台風通過などに遭遇してサトイモの葉が損傷を受けることは、疫病の発生において重要な要因である。

引用文献

- 赤井重恭・桂 琦一(1974):植物病学実験ノート. 養賢堂, 東京:239～242.
- 相賀彩織・伊藤純一(2015):葉の表面構造と撥水性の発現機構. 植物科学最前線, 6:102～111.
- 飛高義雄(2009):サトイモ・植物としての特性. 農業技術体系 野菜編 10 マメ類・イモ類・レンコン. 農山漁村文化協会, 東京:基3～10.
- 景山幸二・植松清次(2007):DNA 塩基配列に基づく日本産 *Phytophthora* 属菌の多様性評価. 植物防疫 特別増刊号, 17:6～12.

- 桂 琦一(1971):植物の疫病. 誠文堂新光社, 東京, 128pp.
- 久野公子・櫛間義幸・黒木修一・田村逸美(2018):宮崎県におけるサトイモ疫病の発生推移. 日植病報, 84(1):71(講要).
- 黒木修一(2017):宮崎県におけるサトイモ疫病の被害と今後の防除対策. 植物防疫, 71:458~462.
- 櫛間義幸・早日早貴・寺原亮治・宮路寛輝・菅野善明・寺本敏(2016):サトイモ疫病 *Phytophora colocasiae* Raciborski の諸性質の検討. 九病虫研, 62:138(講要)
- 宮路寛輝・北代晃浩・菅野善明・川信修治・寺原亮治(2016):宮崎県で発生したサトイモ疫病の 2, 3 の性状. 日植病報, 82(1):78(講要).
- 中川建也・浅海英記・玉置学(2015):サトイモ新品種‘愛媛農試V2号’の育成とその特性. 愛媛農水研報, 7:16~20.
- 農林水産省(2018):平成 30 年産作物統計:72.
- 埼玉県病害虫防除所(2019):サトイモ疫病について, 病害虫防除情報.
- 芝田英明・萬周平・松田透・篠崎毅・毛利幸喜・山本智樹・中川建也(2018):サトイモ疫病の確実な病徴再現法. 近畿中国四国農業試験研究推進会議研究成果情報.
- 曾我洋司(2010):サトイモ・精農家のサトイモ栽培技術. 農業技術体系 野菜編 10 マメ類・イモ類・レンコン. 農山漁村文化協会, 東京:愛媛・鈴木 1~5.
- 千葉県農林総合研究センター(2017):県内さといも産地で「サトイモ疫病」の発生を確認, 平成 29 年度病害虫発生情報第 3 号.
- 辻本一幸(2009):ジャガイモ疫病菌及び各種作物のピシウム病菌. 植物防疫 特別増刊号, 4:37~40.
- 山本智樹・村上要三・毛利幸喜・芝田英明(2017):愛媛県におけるサトイモ疫病の発生状況. 四国植防, 51:29~30(講要).