

# うどんこ病菌の感染によるスナップエンドウ莢の「ごま症」発生実態と防除

鹿児島県大隅地域振興局農林水産部曾於畑地かんがい農業推進センター **樋口 康 一**  
 鹿児島県農業開発総合センター **中島 純**

## はじめに

スナップエンドウ（エンドウ；*Pisum sativum* L.）は米国で育成された実エンドウの一種で、日本では1970年代の後半から栽培が始まり、現在は消費者の嗜好にあった人気の野菜として生産されている（中島，2010）。図-1に示したように2012年産の鹿児島県の生産量は全国シェアの1/2以上であり（農林水産省，2016），その大半は冬期の温暖な気候を活かした露地栽培により生産されている。今後も生産の伸びが期待される品目であるが、莢に発生する「ごま症」が生産上の問題となっている。

本稿においてはスナップエンドウ「ごま症」の発生実態とその防除対策について鹿児島県における試験事例（樋口ら，2015）について紹介する。

## I スナップエンドウ莢の「ごま症」

スナップエンドウの「ごま症」とは、商品である莢に発生する大小の褐色斑点症状であり（図-2），病害名ではなく生産者、流通関係者による呼称である。図-3に示した栽培試験の事例では、収穫量の45%がA品であったのに対し、36%は「ごま症」やスリップス類の吸汁害によって汚損したB品，8%は「ごま症」による規格外品，残りの11%はその他の要因による規格外品であった。A品とB品では価格差が大きく（A品；約1,000円/kg，B品；約300円/kg，鹿児島県経済農業共同組合連合会調べ），「ごま症」の発生は販売面で不利となる。したがって「ごま症」の発生率低減は所得向上への技術的課題である。風雨などの物理的な要因で汚損した莢も「ごま症」に含められるが、以前から病害との関連性も指摘されてきた。そこで、筆者らはこの「ごま症」の発生実態について調査し、植物病原菌の「ごま症」発生への関与について検討した。なお、調査および試験に用い

た品種は、鹿児島県内のスナップエンドウ栽培品種における占有率が100%（2015年度現在）の‘ニムラサラダスナップ’（みかど協和株式会社）である。

## II 「ごま症」の発生に関する植物病原菌

### 1 発生実態調査

「ごま症」の発生実態調査は2011年3月から13年1月にかけて実施した。調査対象は病害診断サンプルとして産地から調査依頼のあった「ごま症」の莢，または県内の圃場で採集した「ごま症」の莢であり，表面の糸状菌は肉眼または実体顕微鏡下で観察し，さらに莢表面の褐色変部位から切片を作成し，定法により培養して糸状菌を分離した（分離に際しては莢1個から1切片を培養，全157切片）。観察・分離した糸状菌については形態的特徴から属を推定した。症状を図-2，確認された植物病原菌を表-1に示した。「ごま症」症状の大半は莢上に発生した褐色小斑点であり，その他に不整形や放射状の斑点も認められた。斑点は平らなもの，やや陥没したもの等が認められ，若莢では半球状に盛り上がった斑点が観察された（図-2）。調査を通じて「ごま症」の発生に対して最も関与が疑われた植物病害は，エンドウうどんこ病（以下うどんこ病）であった。「ごま症」莢上では，うど

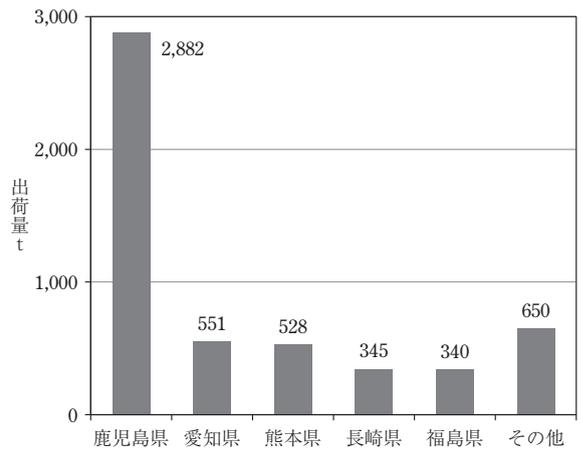


図-1 スナップエンドウ生産量上位5県  
農林水産省2012年産地域特産野菜生産状況調査を基に作成。

Occurrence of Small Spots Symptom Called “Goma-sho” on Snap Pea Pods Caused by Powdery Mildew Fungus, and its Control. By Koichi HIGUCHI and Atsushi NAKASHIMA

(キーワード：うどんこ病，エンドウ，スナップエンドウ，体系防除)



図-2 スナップエンドウ莢に発生した「ごま症」

左上：鹿児島県内各地から収集した「ごま症」莢外観（褐色小斑点，不整形および放射状）。右上：若莢上の半球状に盛り上がった斑点。左下：南さつま市うどんこ病まん延圃場で発生した「ごま症」。右下：莢表面の実体顕微鏡観察による褐色小斑点上のうどんこ病菌分生子。図中のバーは100 $\mu$ m。

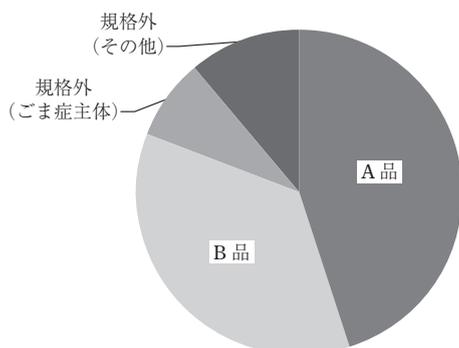


図-3 規格別のスナップエンドウ収量構成割合

鹿児島県農業開発総合センター露地圃場における栽培結果（2014年12月播種，2015年4～5月における収穫量を基に作図）。A品：莢の形状・色彩良好で適期収穫されたもの，B品：アザミウマ吸汁痕5箇所以下，ごま症・霜害・打ち傷軽いもの，規格外品：A品・B品以外のもの。

うどんこ病菌 (*Erysiphe pisi* de Candolle) 分生子が高頻度で観察された。また，一部の分生子は発芽して菌糸の伸長が認められ（図-2），胞子と菌糸の周辺の莢組織が褐変して小斑点を形成しているものも観察された。うどんこ病はエンドウ栽培時には必ずと言ってよいほど発生が見られる普遍的な病害である（田中・岸，1963）。これらのことから，うどんこ病は「ごま症」発生に強く関与していることが推測された。一方，「ごま症」莢では莖葉

表-1 「ごま症」実態調査における植物病原菌の検出頻度

病原菌種・属名	検出回数	分離切片数	備考
<i>Erysiphe pisi</i>	7	—	絶対寄生菌
<i>Cladosporium</i> 属	5	25	
<i>Colletotrichum</i> 属	3	6	
<i>Alternaria</i> 属	2	0	表面からの観察のみ
<i>Ascochyta</i> ( <i>Mycosphaerella</i> ) 属	1	21	

で見られるような白色菌叢による典型的なうどんこ病の標徴は観察されず，「ごま症」莢を常温下の保湿状態で保管しても白色菌叢は発達しなかった。うどんこ病以外の植物病原菌は，*Cladosporium* 属菌が高頻度で検出・分離され，その他，*Colletotrichum* 属菌，*Alternaria* 属菌も検出されたが，検出頻度は低かった。*Ascochyta* 属菌は調査中1回検出されたが，莖葉で発生していたエンドウ褐紋病との関連が疑われた。

## 2 接種による「ごま症」の再現試験

次に，検出頻度の高いうどんこ病菌と分離頻度の高い *Cladosporium* 属菌を莢に接種して病徴の再現を行った。接種試験はビニルハウス内で2012年3月26日に実施した。うどんこ病菌の接種は，白色菌叢を豊富に生じた下位の発病葉を切断し，これを接種源として，蔓に着生し



図-4 うどんこ病菌の接種によりさや表面に形成された褐色小斑点  
上：莢外観の被害状況。下：実体顕微鏡観察下の褐色小斑点とうどんこ病菌分生子。

た状態の無病徴の莢の片面に瞬間的に軽く押し当てて行った。*Cladosporium* 属菌の接種は、孢子濃度が  $5 \times 10^4$  個/ml となるように 0.05% Tween20 で懸濁し、着生している無病徴の莢の片面に滅菌ガーゼで塗布して接種した。両菌いずれの場合も無傷接種とし、接種後はポリエチレン袋で2日間莢を覆って保湿した。その結果、うどんこ病菌の接種では「ごま症」同様の多数の褐色小斑点が再現されたが(図-4)、*Cladosporium* 属菌では「ごま症」は再現されなかった(データ省略)。

以上の結果から、スナップエンドウの莢にうどんこ病菌が感染すると、斑点症状を呈して「ごま症」となることが推察された。したがってうどんこ病を防除することで「ごま症」の発生を低減できる可能性が示された。

### III うどんこ病の防除による「ごま症」発生軽減

#### 1 うどんこ病の防除による「ごま症」発生軽減のモデル実験

図-5は、うどんこ病を対象とした防除が「ごま症」

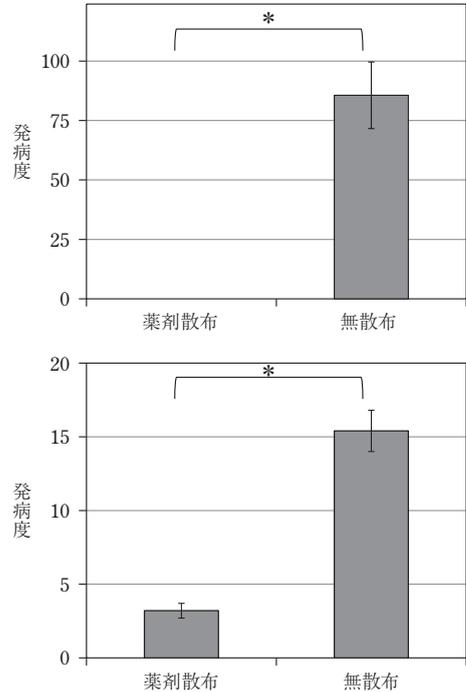


図-5 うどんこ病の防除が「ごま症」の発生に及ぼす影響  
上：茎葉における発病度，下：莢における斑点症状の発病度。棒グラフ上のバーは標準誤差 (n = 3)，\*は発病度を逆正弦変換後，Student の t 検定により 5%水準で有意差があることを示す。

の発生に及ぼす影響について調べたモデル実験の結果である。試験はビニルハウス内の自然発生条件下で実施した。薬剤散布区と無散布区を設け、散布区の供試薬剤は炭酸水素カリウム 80%水和剤 1,000 倍とし、一般展着剤の 20%ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル・6%ポリナフチルメタンスルホン酸ナトリウムを 3,300 倍で加用した。地際から数節程度に発病が認められた 2012 年 2 月 22 日から薬剤散布を開始し、その後 3 月 1 日と 3 月 8 日の計 3 回、10 a 当たり 200 l を電動式噴霧器で散布した。試験区は 1 区 30 茎の 3 反復とした。薬剤散布 7 日後の 3 月 15 日に、下位から 10 節の托葉 30 枚と莢 30 個について発病調査し、発病度を算出した。その結果、うどんこ病のまん延した無処理区では、同時に「ごま症」の発生程度も高かったが、薬剤散布による防除を行った区では、茎葉でのうどんこ病の発生が少なく、同時に莢の「ごま症」の発病度が 5%水準で有意に低くなり、うどんこ病の防除が「ごま症」発生抑制に効果があることが示された。

#### 2 現地栽培による防除試験

次に、現地栽培における防除効果を検討するため、主

産地である鹿児島県指宿市露地圃場で、スナップエンドウの生育とうどんこ病および「ごま症」の発消長、ならびに表-2に示した体系防除による防除効果について調査を行った。試験区として、栽培前半を重点的に薬剤散布する散布体系A区（台風後対策を除く全7回の散布中、前半の5回がうどんこ病登録薬剤）と、栽培期間全体にわたって定期的に散布を行うB区（台風後対策を除く全12回の散布中、うどんこ病登録薬剤は前半3回、残り2回）、ならびに無処理区を設けた（表-2）。試験中2回の台風遭遇のため、無処理区にも台風後の対策として10月6日と10月14日に硫黄・銅水和剤を散布した。各試験区は1区11.25m<sup>2</sup>（4.5m×2.5m）の3反復とし、9月25日に播種し、3月20日まで栽培した。発芽後はおおむね1週間ごとに地面から莖の先端部および収穫位置までの高さを、試験区内の任意の10莖について調査した。うどんこ病の莖葉での発病については、うどんこ病の発病とスナップエンドウの生育および莢への感染との関係を明らかにするため、試験区内の任意の10莖の托葉について、白色菌叢が認められる最上位の托葉の地面からの高さを測定することで発病の進展を調査した。さらに収穫適期の莢を無作為に25個抽出し、被害程度別調査基準に従って調査し、A品率を算出した。

図-6には生育状況およびうどんこ病の発病高さの推移について示した。スナップエンドウの生育は、2014年9月の播種後12月には莖の高さが約100cmとなり、調査終了時の2015年3月には約200cmとなった。このような生育の推移の中、12月10日（収穫始め）に無処理区の下位葉でうどんこ病の初発が観察され、その後、病勢は下位葉から上位葉へと伸展して行った。発病初期の標徴は葉裏で認められ、病勢の伸展に伴って最上位発病葉から数節下位の葉表で分生子を豊富に形成した白色菌叢が観察されるようになり、栽培後期の莖葉には植物体全体にうどん粉を振りかけたような状態となった。前年の調査においても若干の時期のずれは認められたが、本病の発消長は同様であった（データ省略）。一方、表-2に示した体系的な殺菌剤散布を行った両試験区ではいずれも本病の発病が2月まで認められず、散布体系A区で2月の後半に、また散布体系B区では3月になって発病が認められたが、発病の進展に両区に大きな差は認められなかった。このような発病推移の中、収穫開始から2月までは図-7に示すようにいずれの試験区についても「ごま症」の発生は認められず、ほぼA品として収穫されたが、3月11日と3月20日については「ごま症」の発生が見られ、無処理区のA品率が大きく低

表-2 現地栽培圃場における散布農薬と散布月日

月日	散布体系A	散布体系B
10月6日	硫黄・銅水和剤	硫黄・銅水和剤
10月14日	硫黄・銅水和剤	硫黄・銅水和剤
11月5日	炭酸水素ナトリウム・銅水溶剤	水和硫黄剤
11月27日	トリフルミゾール水和剤	DBEDC 乳剤
12月17日	水和硫黄剤	トリフルミゾール水和剤
12月24日	炭酸水素ナトリウム・銅水溶剤	ベンチオピラド水和剤
1月7日		フルジオキシニル水和剤
1月14日	水和硫黄剤	DBEDC 乳剤
1月21日	アゾキシストロビン水和剤	イプロジオン水和剤
1月28日		ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤
2月4日	フルジオキシニル水和剤	DBEDC 乳剤
2月12日		ボスカリド水和剤
2月18日		フルジオキシニル水和剤
3月4日		アゾキシストロビン水和剤
散布回数	9回	14回

農薬の散布濃度はすべて登録の上限濃度で行い、乳剤以外の薬剤には一般展着剤の20%ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル・6%ポリナフチルメタンスルホン酸ナトリウムを3,300倍で加用した。薬剤は電動式噴霧器で散布し、散布量は生育に応じて10a当たり200～300lとした。また、太字で示した農薬はさやえんどうまたは野菜類にうどんこ病の登録あり。

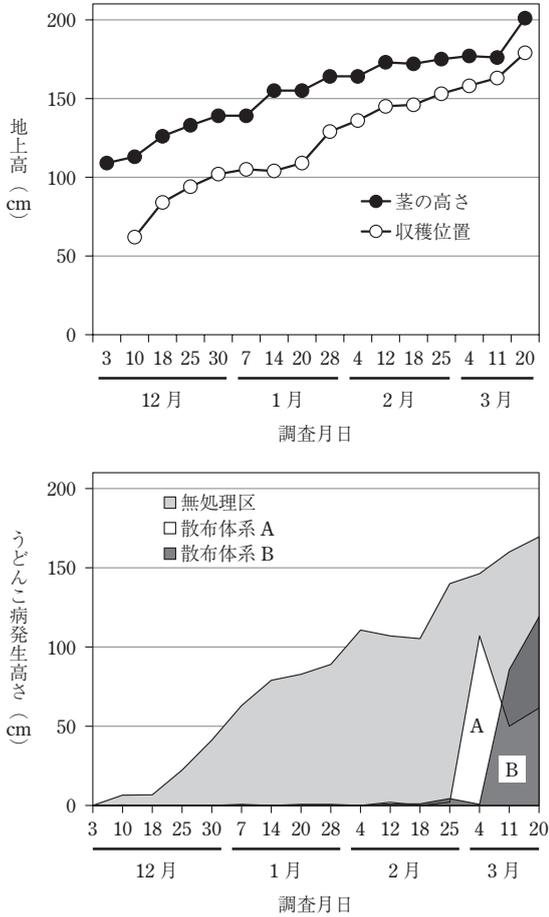


図-6 露地栽培におけるスナップエンドウの生育とうどんこ病の発生消長ならびに殺菌剤体系散布が発病に及ぼす影響  
上：茎の高さおよび収穫位置の推移，下：うどんこ病の発病高さ（範囲）の推移。

下した。殺菌剤を散布した両体系の試験区でも A 品率の低下が認められたが、無処理区ほど大きく低下しなかった。

なお、うどんこ病以外の病害の発生は少発生で、本試験において問題となった病害はうどんこ病のみであった。

エンドウ類の栽培において、うどんこ病は茎葉の病害であり、莢への被害は少ないと思われてきたため、積極的な防除はこれまで行われてこなかった。しかし、スナップエンドウにおいては、うどんこ病菌の莢への感染が商品価値を下げる斑点症状を引き起こし、可販収量を低下させる深刻な被害を及ぼしていることが明らかとなった。したがってこの「ごま症」の発生による減収を防ぐためには、スナップエンドウにおけるうどんこ病防除の重要性を認識し、莢へのうどんこ病菌の感染機会を減ら

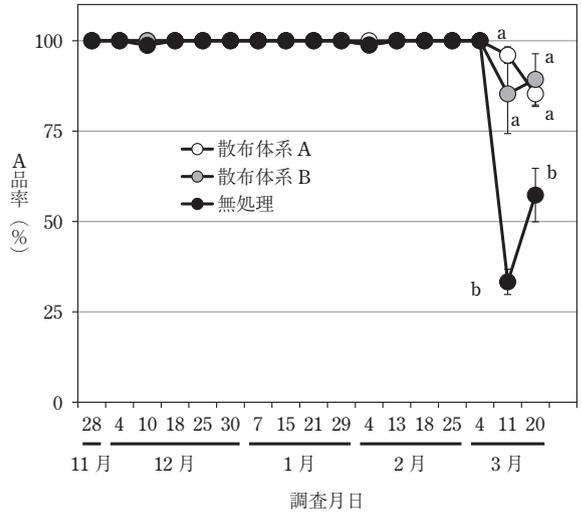


図-7 スナップエンドウの露地栽培における殺菌剤散布体系別の莢品質の推移  
グラフ上のバーは標準誤差 (n = 3)、同一調査日の同一英文字間には 5% 水準で有意差なし (A 品率を逆正弦変換後、Tukey-Kramer の HSD 検定による)。

すことが重要である。

本稿における現地圃場での栽培試験結果が示すように、スナップエンドウのうどんこ病は、着莢～収穫始めころから下位葉で発生し、次第に上位に進展する。着莢・収穫位置も下位から上位に推移する中で、無処理区でも茎葉での発病範囲が着莢・収穫位置より低い位置にとどまり、莢への感染機会が少ない段階では「ごま症」の発生も少ないが、本病のまん延に伴って発病範囲が広がり、莢への感染機会が増加した栽培後期では「ごま症」の被害も発生することが明らかとなった。一方、体系防除を行った試験区では、うどんこ病の発生範囲は着莢・収穫位置より下位にとどまり、「ごま症」の発生率を低下させることができた。

#### IV 今後の課題

うどんこ病以外の病害では、実態調査で「ごま症」との関連が示唆されたエンドウ褐紋病 (病原, *Mycosphaerella pinodes*, 病原異名, *Ascochyta pinodes*) については、発生程度の年次間差が大きく、産地における発生消長の実態は必ずしも明らかになっていない。しかし、褐紋病菌の接種試験では、莢に斑点症状を引き起こされ (データ省略)、褐紋病菌も「ごま症」発生の 1 要因であることが示唆された。前述のように褐紋病はうどんこ病のように常に発生が見られる病害ではないが、多発年には「ごま症」の発生に大きく関与する可能性が高いと考え

られる。また、鹿児島県内から分離された褐紋病菌の一部には、適用のある薬剤に対して感受性が低い菌株も認められ（データ省略）、その防除は容易でないと考えられる。今後はスナップエンドウにおける褐紋病の発生生態と「ごま症」との関連を明らかにしたうえで有効な防除技術を確認する必要がある。

また、エンドウ類はマイナー作物であるため、適用のある農薬数が少ない。鹿児島県におけるスナップエンドウは9月から3月までの長期どり作型が主流で、体系的な防除を行うためには農薬散布回数は多くなり、散布薬剤のローテーションに生産現場は苦慮している。スナッ

プエンドウの安定した生産のためには、本稿で述べたうどんこ病や褐紋病だけでなく、菌核病や灰色かび病等の病害や、スリップス類やチョウ目害虫等の害虫防除を対象にした、有効な薬剤の確保とそれらを組合せた防除体系の確立が課題といえる。

#### 引用文献

- 樋口康一ら (2015): 九病虫研会報 61: 7 ~ 15.
- 中島 純 (2010): 地域食材大百科, 農文協, 東京, p.109.
- 農林水産省 (2016): 農林水産省産地域特産野菜生産状況調査 [http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan\\_yasai/](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_yasai/) (2016年8月5日アクセス確認)
- 田中彰一・岸 国平 (1963): 蔬菜の病害と防除法, 養賢堂, 東京, p.118 ~ 119.

## 登録が失効した農薬 (28.9.1 ~ 9.30)

掲載は、**種類名**, 登録番号: **商品名** (製造者又は輸入者) 登録失効年月日。

### 〔殺虫剤〕

#### ●MEP 液剤

19053: スミチオンスプレー (住友化学園芸) 16/9/7

#### ●シフルトリン液剤

22013: アースガーデン D (アース製薬) 16/9/19

#### ●酸化フェンブタズ水和剤

14361: オサダン水和剤 25 (BASF ジャパン) 16/9/22

#### ●ホサロン乳剤

11870: ホクコールビトックス乳剤 (北興化学工業) 16/9/29

### 〔殺虫・殺菌剤〕

#### ●フィプロニル・チアジニル・フラメトピル粒剤

22011: 住友化学ブイゲットプリンズリンバー L 粒剤 (住友化学) 16/9/19

#### ●ジノテフラン・カスガマイシン・バリダマイシン・フサライド粉剤

21353: カスラブバリダスタークル粉剤 3DL (北興化学工業) 16/9/22

#### ●チアクロプリド・チアジニル粒剤

21358: バイエルブイゲットバリアード粒剤 (バイエルクロップサイエンス) 16/9/22

#### ●クロチアニジン・ジクロシメット・フェリムゾン粉剤

21359: プラストップダントツ粉剤 DL (住友化学) 16/9/22

### 〔殺菌剤〕

#### ●バリダマイシン液剤

16520: サンケイバリダシンエアー (サンケイ化学) 16/9/13

### 〔除草剤〕

#### ●テニルクロール・ピリプチカルブ・ベンスルフロンメチル水和剤

20032: 石原キングダム L フロアブル (石原産業) 16/9/3

#### ●グリホサートイソプロピルアミン塩・ピラフルフェンエチル水和剤

21342: キングスター (ニチノー緑化) 16/9/8

#### ●オキサジクロメホン・ベンスルフロンメチル・ベンゾビシクロン粒剤

22008: プラスワン 1 キロ粒剤 51 (デュボン) 16/9/19

#### ●ダイムロン・ピラクロニル・メタゾスルフロン粒剤

23354: 銀河ゼロ 1 キロ粒剤 (日産化学工業) 16/9/25

#### ●ベンスルフロンメチル・メフェナセット粒剤

18193: バイエルザーク粒剤 25 (バイエルクロップサイエンス) 16/9/30