

## 早期落葉を引き起こすダイズ褐色輪紋病に対する防除方法

小田 裕太

Control Methods for Target Spot of Soybean Causing Premature Defoliation

ODA Yuta

**Abstract:** To establish a disease management program for target spots of soybean, we analyzed the relationship between seed transmission and disease occurrence and examined seed treatment, cultural practices, and foliar fungicide sprays. The results showed that most brown discoloration observed on the cotyledons of seedlings grown from naturally infested seed lots was not the disease symptom, and actual disease incidence was low. Six fungicidal seed disinfectants registered to control soybean purple seed stains were highly effective to eradicate the disease when disease incidence was increased by seed inoculation. Additionally, intertillage with soil hilling to bury the symptomatic cotyledons suppressed disease development. Spray trials indicated that foliar applications reduced disease development and premature defoliation, improving yield and quality. It also showed that the optimal timing for spraying is approximately 22 days after flowering.

**Keywords:** seed transmission, seed treatment, foliar fungicide sprays, intertillage with soil hilling, premature defoliation

**キーワード:** 種子伝染、種子消毒法、薬剤防除法、中耕培土、早期落葉

### 緒 言

2017年に山口県内のダイズ産地で、例年よりも1か月以上早く、9月下旬ごろから落葉する現象(早期落葉)が各地で発生し、収量や品質の低下が問題となった。この早期落葉は糸状菌 *Corynespora cassiicola* (Berkeley & M. A. Curtis) C. T. Wei によるダイズ褐色輪紋病(以下、褐色輪紋病と称す)の多発生が原因であることが判明し、病原菌の基本的な生態も明らかとなった(角田ら, 2020)。本研究では本病の基本的な生態を踏まえた防除体系の確立のため、3種類の防除法(①種子消毒法、②耕種防除法、③薬剤防除法)について検討した。

ダイズ褐色輪紋病の病原菌は300種以上の植物に寄生する多犯性であり、キュウリ褐斑病やナス黒枯病などの原因菌と同種であることが報告されている(下元, 2013)。ダイズでは、初めに葉に赤褐色の小斑点が現れ(第1図)、これが拡大して大型の輪紋状病斑となるのが特徴である(Rondon and Lawrence, 2021、第2図)。病斑の周囲には黄色のハローを伴うことが多い。また、茎や葉柄にも感染して小斑点や紡錘形から筋状の病斑を生じ、莢では小斑点を生じる(第3図)。症状が進行すると通常の生理落葉を待たず早期落葉するため、収量に大きな影響を与える(Ribeiro ら, 2017、角田ら, 2020、第4図)。また、本病は種子にも伝染し、発芽後の子葉にも病斑および孢子形成が認

められるため、保菌種子の持ち込みが第一次伝染源として重要と考えられる (Goulart and Utiamada, 2020, 角田ら, 2020)。

本病に対する防除法として、まず種子消毒法について、角田らは発病ほ場から採種した見かけ健全種子を用いて種子消毒剤の効果を検討しており、発芽後に子葉の褐変が確認された場合を本病の発病と判断し、薬剤の効果を判定したが、褐変部からは複数の糸状菌が検出され、褐変は他の病原菌等によるものもあること

から、再検討の必要性を提案している。そこで、新たに種子消毒剤の評価法を考案し、薬剤の効果を調査した (小田ら, 2023)。

次に、本病の耕種的防除については、本病の子葉における発病および孢子形成が認められることから、発病子葉が上位葉の伝染源となることが想定される。そこで、中耕培土によって子葉を土中に埋没させ、物理的に伝染源を封じ込めることによる防除効果を検討した (第5図)。



第1図 ダイズ褐色輪紋病の初期病斑



第2図 ダイズ褐色輪紋病の大型病斑



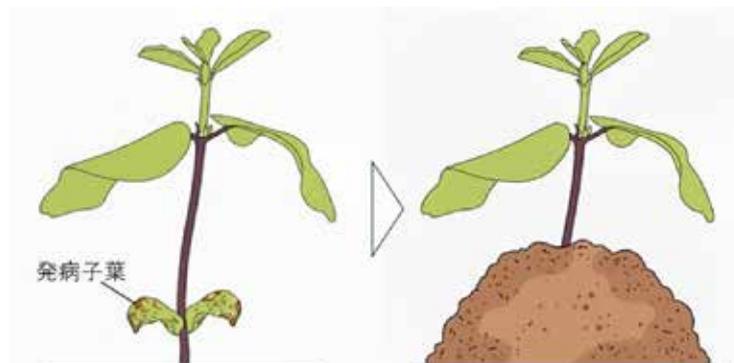
第3図 茎、葉柄および莢の病斑



第4図 早期落葉したダイズ株

(2025年10月15日)

左：早期落葉した重症株、右：健全株



第5図 中耕培土による子葉封じ込めの模式図

また、薬剤防除法について、角田ら (2020) はベンゾイミダゾール系剤、ストロビルリン系剤およびSDHI 剤についてポット試験を行い、効果を報告している。この成果を踏まえ、既報では栽培ほ場での効果的な散布の時期や回数について検討を行った (小田ら, 2023)。

なお、著者らは本報の一部について学会で発表している。本報では、種子伝染についての新たな知見と耕種的防除法として中耕培土の有効性を確認したので既報の薬剤防除試験を加え、一連の防除体系として取りまとめた。

## 材料および方法

### 1 種子消毒法の検討

#### 1) 子葉の褐変と種子の *C. cassiicola* の保菌の関係解析

山口市大内の旧山口県農林総合技術センター (以下、旧センター) の褐色輪紋病多発ほ場から採種した見かけ健全種子 (品種: 「サチユタカ」) を用いて、2021年5月18日および6月2日に128穴セルトレイに個別に播種を行い、7日後に子葉の褐変を観察した (第6図)。培養土はヤンマー野菜養土 (標準タイプ) を用い、温室内で育成した。褐変の認められた子葉はチャック付きポリ袋内の湿潤条件下に置き、褐変部の胞子を顕微鏡観察し、*C. cassiicola* が確認されたものを発病と判断した。

#### 2) 種子消毒剤の効果検討

種子は、旧センターのハウス内で栽培し、褐色輪紋病の発病が無い「サチユタカ」から採種したものを

用いた。種子への接種は Ciampi-Guillard ら (2020) の方法に従った。具体的には、センター保存の D1-1 菌株を PDA 平板培地に移植し、菌叢がシャーレ全面を覆うまで 25℃ で培養した。その菌叢上にダイズ種子を互いに重ならないように置き、25℃ で 24 時間培養して菌を種子に感染させた (第7図)。薬剤はダイズの重要病害であるダイズ紫斑病との同時防除を想定し、ダイズ紫斑病に登録のあるチオファネートメチル水和剤 (トップジンM水和剤)、ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤 (ゲッター水和剤)、チウラム・ベノミル水和剤 (ベンレートT水和剤)、チウラム・チオファネートメチル水和剤 (ホーマイ水和剤)、チアメトキサム・フルジオキサニル・メタラキシルM水和剤 (クルーザーMAXX)、チウラム水和剤 (キヒゲンR-2フロアブル) を供試した。接種種子をビニール袋に入れ、各薬剤を第1表に示す方法で均一に処理し、1-1) と同様の方法によって播種および子葉の観察を行った。褐変が認められた子葉を PDA 培地に置床し、褐色輪紋病菌が分離されたものを発病と判定した。



第6図 ダイズ子葉に認められた褐変



第7図 接種により保菌したダイズ種子

第1表 種子消毒剤の処理方法

薬剤名	処理方法	処理量
チオファネートメチル水和剤	粉衣	種子重量の0.5%
ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤	粉衣	種子重量の0.5%
チウラム・ベノミル水和剤	粉衣	種子重量の0.4%
チウラム・チオファネートメチル水和剤	粉衣	種子重量の0.5%
チアメトキサム・フルジオキサニル・メタラキシルM水和剤	塗沫	種子1kgあたり8mL
チウラム水和剤	塗沫	種子1kgあたり20mL

## 2 耕種的防除法の検討

### 1) 中耕培土による発病抑制効果の検討 (2021 年)

種子は1-1)と同じものを用いた。2021年6月10日に旧センター内露地ほ場へ株間9cm、条間75cmで播種した。12m×15条の区を3区設定し、それぞれ中耕培土は1回とし、播種後15日、34日に実施する区および中耕培土を行わない無処理区とした。培土は子葉が完全に隠れる程度まで行った。発病調査は8月27日に1区あたり3か所実施した。1か所あたり10株の全複葉について、以下の基準によって発病葉率および発病度を算出した。0：発病なし、1：病斑面積率が0.9%以下、2：1~4%、3：5~24%、4：25~49%、5：50%以上。発病度=100×Σ(程度別発病葉数×指数) / (5×調査葉数)。

### 2) 中耕培土による発病抑制効果の検討 (2022 年)

種子は、旧センター内の褐色輪紋病多発生ほ場から採種した2021年産「サチユタカA1号」を用いた。2022年6月10日に、2-1)と同様の方法で播種した。試験区は中耕培土時期の異なる12m×15条の区を3区設定した。各区とも中耕培土は1回で、実施時期は播種後14日、播種後21日、播種後32日とした。同様に中耕培土をしない無処理区を設定した。発病調査は8月1日および16日に1区あたり3か所実施した。1か所あたり任意の30株について、株の上位、中位、下位から任意の葉1枚を選び、その先端小葉の発病を調査し、発病葉率および病斑面積率を算出した。病斑面積率はSoaresら(2009)の基準に従い、

小葉面積に占める病斑の面積を0、1、2、5、10、20、30、50(%)の8段階で調査し、全調査小葉の平均を算出した。

## 3 薬剤防除試験

2021年に原種として生産された「サチユタカA1号」を使用し、2022年6月10日に2-1)と同様の方法で播種した。供試薬剤としてピリベンカルブ水和剤(ファンタジスタフロアブル)、ジエトフェンカルブ・ベノミル水和剤(ニマイバー水和剤)を用い、これらの組み合わせによる体系防除を想定した試験区を作成した。ほ場での発病を促すため、*C. cassicola*の孢子懸濁液を $1.0 \times 10^4$ 個/mLに調製し、ポット栽培した実生ダイズに噴霧接種し、発病したものを7月22日にほ場へ約12㎡あたり1株移植した。散布は開花期(7月27日)、開花後22日(8月18日)、開花後42日(9月7日)の3回の防除時期を設け、第2表に示すとおり試験区ごとに散布日、散布回数を変えて実施した。F0区：開花期、F22区：開花後22日、F0+F22区：開花期および開花後22日、F0+F22+F42区：開花期、開花後22日および開花後42日、無処理区：散布なしの5処理区を設けた。試験は1区50㎡の3連制とした。薬剤散布は肩掛け式の動力噴霧器を用いた。発病調査は8月3日、8月25日、9月16日に実施し、1区あたり任意の30株について2-2)と同様の方法により行った。落葉率は9月26日に各区任意の10株について、主茎の上位10節の生葉数および上位

第2表 薬剤散布試験の散布時期と薬剤 (2022年)

試験区	開花期 7/27	開花後22日 8/18	開花後42日 9/7
F0区	ピリベンカルブ水和剤	—	—
F22区	—	ジエトフェンカルブ・ ベノミル水和剤	—
F0+F22区	ピリベンカルブ水和剤	ジエトフェンカルブ・ ベノミル水和剤	—
F0+F22+F42区	ピリベンカルブ水和剤	ジエトフェンカルブ・ ベノミル水和剤	ピリベンカルブ水和剤
無処理区	—	—	—

注) 表は各試験区の薬剤散布日および使用した薬剤を示す

F0区は開花期、F22区は開花後22日、F0+F22区は開花期および開花後22日、F0+F22+F42区は開花期、開花後22日および開花後42日に散布を実施し、無処理区は散布を実施しなかった

—は薬剤散布が無いことを示す

10 節から伸びた分枝の生葉数を数え、節数 (10+全調査分枝の節数) で割った数を 100 から引いて算出した。10 月 19 日に 1 区あたり 60 株の地際を切り取り、株ごと収穫した。収穫したダイズはハウス内での乾燥後に脱穀し、ダイズの粒径別に 6.7 mm 径、7.3 mm 径および 7.9 mm 径のふるいにかかけ、粒径別の収量を調査した。

## 結 果

### 1 種子消毒法の検討

#### 1) 子葉の褐変と種子の *C. cassiicola* の保菌の関係解析

いずれの播種期とも子葉に褐変の認められた株の割合は 40 %程度と高かった (第 3 表)。褐変部からは褐色輪紋病菌のほか、*Alternaria* 属菌や *Fusarium* 属菌なども確認され、菌が確認されない場合もあった (データ省略)。褐色輪紋病菌が確認されたのは全調査株の 1.0~2.4%であり、褐変率と比べて著しく低かった。

#### 2) 種子消毒剤の効果検討

無処理区 (接種種子) の発病株率は 86.9%となった一方、供試した各薬剤での発病株率は 0~2.2%と低く、発病が抑制された (第 8 図)。

### 2 耕種的防除法の検討

#### 1) 中耕培土による発病抑制効果の検討 (2021 年)

無処理区では発病葉率が 60%を超え、発病度が最も高くなった。一方で、中耕培土を実施した区は播種後 15 日、播種後 34 日とも発病葉率、発病度ともに低くなった (第 4 表)。

#### 2) 中耕培土による発病抑制効果の検討 (2022 年)

8 月 1 日に発病が認められたのは主に下位葉で、病斑面積率は 0.2~0.5%であった (第 5 表)。中位葉で

もわずかに発病が認められ、上位葉には発病が見られなかった。無処理区の発病が最も多く、播種後 14 日または 21 日に中耕培土を行った区では、発病葉率は無処理区と比べて低くなった。

8 月 16 日には下位葉および中位葉で病斑が拡大したが、上位葉はほとんど発病していなかった (第 6 表)。下位葉では各区とも 90%以上が発病していたが、中位葉では中耕培土を行ったいずれの区も、発病葉率は無処理区より低くなった。

### 3 薬剤散布試験

8 月 3 日の調査時にはどの区もわずかな発病が認められ、9 月 16 日の最終調査時には無処理区の発病葉率が 100%となった (データ省略)。試験区の中では F22 区、F0+F22 区および F0+F22+F42 区の効果が高かった。F0 区は無処理区よりも発病が少なくなったが、他の散布区よりは発病が多かった (第 9 図)。9 月 26 日時点での落葉率を調査した結果、無処理区では落葉率が 74%であり、薬剤散布区は落葉率が 60%以下となった (第 10 図)。また、収穫物を調査したところ、薬剤散布を行った区は無処理区に比べ粒径が大きくなり、収量が向上した (第 11 図)。

## 考 察

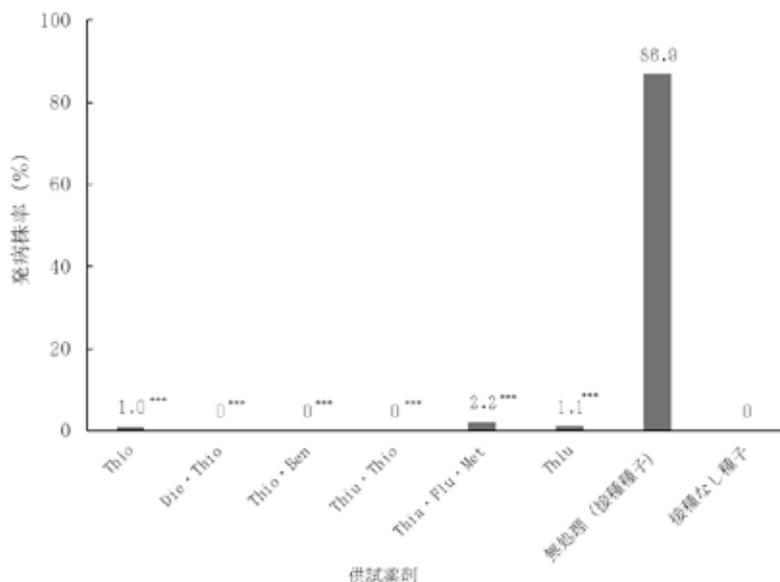
種子消毒法について、角田ら (2020) は褐色輪紋病を接種し発病させたほ場から採種した見かけ健全種子を用いて種子消毒剤の効果を評価した。保菌率については、種子を素寒天平板培地へ置床する方法によって褐色輪紋病菌を分離し、その保菌率が 2.0~4.0%であったと報告した。一方、見かけ健全種子の発芽後、子葉に褐変が見られた株の割合は 51~89%であり、子葉の褐変が褐色輪紋病によるものと言い切れないとも報告している。本研究で、褐色輪紋病の多発ほ場から採

第 3 表 褐色輪紋病の発病ほ場から採種したダイズの子葉の発病と保菌率

播種日	調査日	播種数	発芽数	褐変が認められた株数 (割合 (%) <sup>1)</sup>	褐色輪紋病菌の検出株数 <sup>2</sup> (割合 (%) <sup>1)</sup>
5月18日	5月25日	640	627	252 (40.2)	15 (2.4)
6月2日	6月9日	512	508	215 (42.3)	5 (1.0)

<sup>1)</sup> 発芽数に対する割合

<sup>2)</sup> 褐変部に *C. cassiicola* の胞子が確認されたもの



第8 図 接種種子における種子消毒剤の効果

子葉の褐変部から *C. cassiicola* が分離されたものを発病と判定した

\*\*\*は無処理との比較において有意差 (p<0.001, Bonferroni 補正済み, fisher の正確検定) があることを示す (接種なし種子は統計解析対象外)

Thio : チオファネートメチル水和剤

Die-Thio : ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤

Thio-Ben : チオファネートメチル・ベノミル水和剤

Thiu-Thio : チウラム・チオファネートメチル水和剤

Thia-Flu-Met : チアメトキサム・フルジオキシニル・メタラキシルM水和剤、Thiu : チウラム水和剤

第4 表 中耕培土の時期と褐色輪紋病の発病の関係 (2021 年)

中耕培土時期	発病葉率 (%)	発病度
播種後15日	37.8***	9.2***
播種後34日	39.8***	11.3***
無処理	62.6	16.5

播種 : 6 月 10 日、調査 : 8 月 27 日

調査基準 : 0 : 発病なし、1 : 病斑面積率が 0.9 %以下、2 : // 1~4 %、3 : // 5~24 %、4 : // 25~49 %、5 : // 50 %以上

発病葉率 = 100 × 発病葉数 / 調査葉数

発病度 = 100 × Σ (程度別発病葉数 × 指数) / (5 × 調査葉数)

\*\*\*は無処理との比較において有意差 (p<0.001, Bonferroni 補正済み, Wilcoxon 検定) があることを示す

第5 表 中耕時期と褐色輪紋病の発病位置の関係(2022 年 8 月 1 日調査)

中耕時期	下位葉		中位葉		上位葉	
	発病葉率 (%)	病斑面積率 (%)	発病葉率 (%)	病斑面積率 (%)	発病葉率 (%)	病斑面積率 (%)
播種後14日	23.3**	0.3	3.3 <sup>n. s.</sup>	0.0	0	0
播種後21日	22.2**	0.2	3.3 <sup>n. s.</sup>	0.0	0	0
播種後32日	28.9 <sup>n. s.</sup>	0.3	2.2 <sup>n. s.</sup>	0.0	0	0
無処理	44.4	0.5	8.9	0.1	0	0

播種 : 6 月 10 日、発病葉率 = 100 × 発病葉数 / 調査葉数

病斑面積率 : 0、1、2、5、10、20、30、50 (%) の 8 段階の基準で調査し平均を算出

\*は無処理との比較において有意差 (Bonferroni 補正済み, カイ二乗検定による比率の差の検定) があることを示す

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01, \*\*\*:p<0.001, n. s. :p>0.05

第6表 中耕時期と褐色輪紋病の発病位置の関係(2022年8月16日調査)

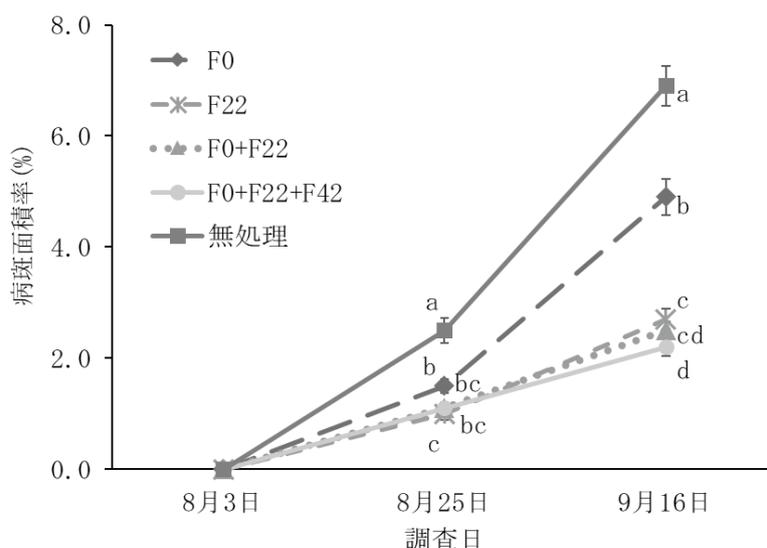
中耕時期	下位葉		中位葉		上位葉	
	発病葉率(%)	病斑面積率(%)	発病葉率(%)	病斑面積率(%)	発病葉率(%)	病斑面積率(%)
播種後14日	91.1 <sup>n.s.</sup>	1.8	23.3 <sup>***</sup>	0.3	2.6 <sup>n.s.</sup>	0
播種後21日	90.0 <sup>n.s.</sup>	1.5	38.9 <sup>*</sup>	0.4	2.6 <sup>n.s.</sup>	0.1
播種後32日	96.7 <sup>n.s.</sup>	2.0	31.1 <sup>***</sup>	0.4	0.7 <sup>n.s.</sup>	0
無処理	95.6	1.7	58.9	0.8	3.7	0.1

播種：6月10日、発病葉率=100×発病葉数/調査葉数

病斑面積率：0、1、2、5、10、20、30、50(%)の8段階の基準で調査し平均を算出

\*は無処理との比較において有意差(Bonferroni補正済み, カイ二乗検定による比率の差の検定)があることを示す

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01, \*\*\*:p<0.001, n.s.:p>0.05

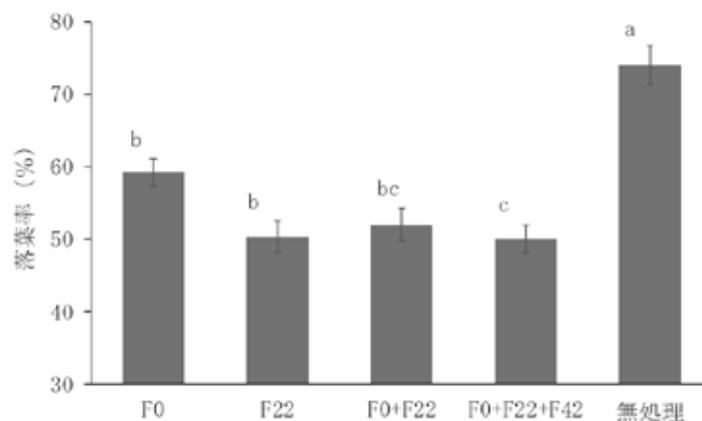


第9図 異なる薬剤散布時期・回数におけるダイズ褐色輪紋病の発病の推移(2022年)

播種：6月10日、開花期：7月27日、噴霧接種により発病したポット栽培ダイズを7月22日にほ場へ移植し、発病を促した  
病斑面積率：0、1、2、5、10、20、30、50(%)の8段階の基準で調査し平均を算出

異なるアルファベットは有意差(p<0.05, Bonferroni補正済み, Kruskal-Wallis検定後のDunn多重比較検定)があることを示す

F0:開花期散布, F22:開花後22日散布, F0+F22:開花期+開花後22日散布, F0+F22+F42:開花期+開花後22日+開花後42日



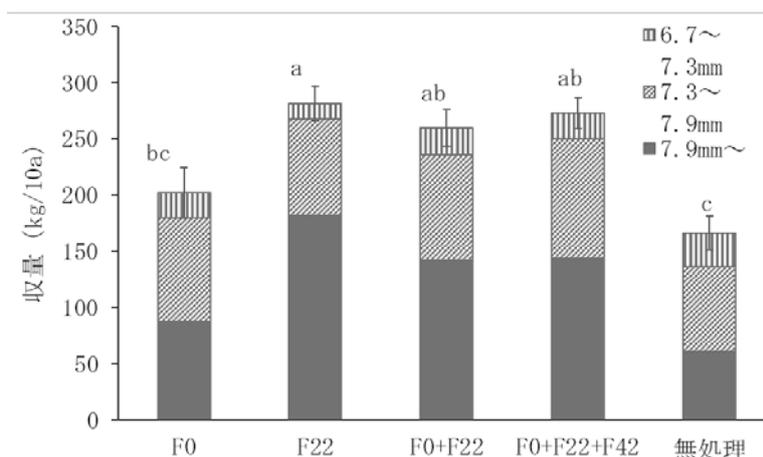
第10図 異なる薬剤散布時期・回数におけるダイズの落葉率(2022年)

播種：6月10日、開花期：7月27日、調査日：9月26日

落葉率=100 - 100×生葉数/調査節数、エラーバーは標準誤差を表す

異なるアルファベットは有意差(p<0.05, Bonferroni補正済み, Kruskal-Wallis検定後のDunn多重比較検定)があることを示す

F0:開花期散布, F22:開花後22日散布, F0+F22:開花期+開花後22日散布, F0+F22+F42:開花期+開花後22日+開花後42日散布



第11 図 異なる薬剤散布時期・回数におけるダイズ収量 (2022年)

播種: 6月10日、開花期: 7月27日、収穫日: 10月19日

エラーバーは標準誤差を表す

異なるアルファベットは有意差 ( $p < 0.05$ , 一元配置分散分析後の Tukey's HSD 多重比較検定) があることを示す

F0: 開花期散布、F22: 開花期後22日散布、F0+F22: 開花期+開花期後22日散布、F0+F22+F42: 開花期+開花期後22日+開花期後42日散布

種した種子を発芽させて調査した結果、約40%の株に子葉の褐変が認められたが、そのほとんどからは褐色輪紋病菌が確認されず、実際の保菌率は1.0~2.4%で既報と同程度であった。このことから、褐変の多くは褐色輪紋病の病徴とはいえないという結果が得られたため、*C. cassiicola* の保菌種子の発病を判定する際に子葉の褐変を指標とするのは不適當である。よって、種子消毒剤の効果を評価するには、標徴と病原菌の確認が必要と考えられる。これまでの調査から、多発ほ場での種子伝染率が数%であるため、自然に保菌した種子を用いる場合、種子消毒剤の防除効果の評価には大量の種子が必要となる。そこで、本研究では効率的な薬剤効果の評価方法を検討した。接種によって保菌種子を作成したところ、そのほとんどが発芽し、*C. cassiicola* による発病率は約87%と高く、薬剤の防除効果を評価するには十分と考えられた。紫斑病に登録がある種子消毒剤を処理した場合、供試した6剤すべてが有意に高い防除効果を示し、初期発病の対策として有効であると考えられる。

中耕培土による防除効果を検討したところ、2021年の試験では中耕培土の時期が播種後15日、34日のいずれであっても発病が有意に少なくなり、中耕培土による発病抑制効果が示唆された。また、2022年の試験において、下位葉を中心に発病し始めた時期(8月1日)では、中耕培土の実施が播種後14日および播種後21日の区で、無処理と比べて発病が有意に少なく

なった。播種後32日に中耕培土を実施した区は無処理より発病は少なかったが、有意差は認められなかった。2回目の調査時(8月16日)には下位葉のほとんどが発病し、どの区も無処理との差は認められなかったが、中位葉では、中耕培土を実施した区はいずれも無処理と比べて発病が有意に少なくなった。はじめ下位葉での発病が抑制されたため、中位葉への進展も抑えられたと考えられる。以上の結果から、播種後1か月程度までの中耕培土の実施が発病の抑制に有効であると考えられる。

効果的な薬剤散布の時期・回数を検討したところ、いずれの散布時期でも葉の発病に対する防除効果を示した。特に、開花期後22日のジエトフェンカルブ・ベノミル水和剤散布を含む3試験区(F22区、F0+F22区、F0+F22+F42区)で防除効果は顕著であった。これらの試験区は、散布1週間後である8月25日の時点で無処理区と比べて発病が有意に少なくなっており、この時期の散布が有効であったと推察される。開花期にピリベンカルブ水和剤を1回散布したF0区は、8月25日には他の試験区と同様に防除効果が認められたが、そこから9月16日にかけては無処理区と同様に発病が増加していることから、残効は散布から1か月程度と考えられる。また、薬剤散布を行ったいずれの区においても無処理区と比べて落葉率が低下しており、薬剤散布によって早期落葉が抑制できると考えられる。さらに、上記の開花期後22日散布を含む3試験区は収

穫物の粒径が大きくなり、収量の大幅な向上が認められた。現在、ダイズ褐色輪紋病に登録のある薬剤はダイズ紫斑病にも登録があるため、同時防除が可能である。したがって、本病の防除においては開花後 22 日頃（若莢期）の紫斑病との同時防除が効果的であり、早期落葉の防止と収量の向上が期待できる。

以上のように、本病の防除は健全種子の確保から生育期の防除が重要である。発病は場からの採種は控え、保菌が疑われる場合はダイズ紫斑病防除を兼ねて種子消毒剤によって種子伝染の対策を行う。中耕培土を確実に実施し、生育期の防除としては、開花後 22 日頃に紫斑病と同時防除を行うと効果的である。

## 摘 要

ダイズ褐色輪紋病に対する防除体系確立のため、本病の種子伝染と発病の関係を解析し、種子消毒法、耕種的防除法、薬剤防除法について検討した。その結果、ほ場で保菌した種子の子葉に生じる褐変の多くは本病の病徴ではないことや、実際の発病率は見かけの病徴の発生率より低いことが判明した。種子へ接種することにより発病率を高めて種子消毒剤の効果を評価した結果、ダイズ紫斑病に登録のある 6 剤の防除効果が高かった。また、中耕培土によって発病子葉を封じ込めることで発病抑制効果が認められた。薬剤散布試験の結果、散布により発病および早期落葉が軽減し、収量・品質の向上効果が認められ、散布適期は開花後 22 日頃と考えられる。

## 引用文献

Ciampi-Guillard, M., Ramiro, J., Moraes, M. H. D. D., Barbieri, M. C. G., and Massola Jr, N. S. 2020. Multiplex qPCR assay for direct detection and quantification of *Colletotrichum truncatum*, *Corynespora cassiicola*, and *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean seeds. *Plant Disease*. 104(11): 3002-3009.

Francisco de Carvalho Ribeiro, Gustavo André Colombo, Edmar Vinícius de Carvalho, Joenes Mucci Pelúzio and e Eduardo Andrea Lemus Erasmo. 2017. Chemical control of the soybean target spot (*Corynespora cassiicola*) in the cerrado of tocanins – Brazil. *J. Bioen. Food Sci.*

4(1): 26-36.

Goulart, P. and Carlos Mitinori Utiamada. 2020. *Corynespora cassiicola* in soybean seeds- incidence and transmission. *J. Biosci.* 36: 259-265.

小田裕太・西見勝臣・角田佳則. 2023. ダイズ褐色輪紋病に対する種子消毒および薬剤散布の防除効果. *日植病報*. 89(3): 199

Rondon M, N. and Kathy Lawrence. 2021 The fungal pathogen *Corynespora cassiicola*: A review and insights for target spot management on cotton and Soya bean. *Journal of phytopathology*. 169(6): 329-338.

下元祥史. 2013. *Corynespora cassiicola*. 微生物遺伝資源利用マニュアル (33)

Soares, Rafael M., Cláudia V. Godoy, and Maria Cristina N. de Oliveira. 2009. Diagrammatic scale for severity evaluation of soybean target spot. *Tropical Plant Pathology* 34: 333-338.

角田佳則・西見勝臣. 2020. 早期落葉の原因となるダイズ褐色輪紋病の発生生態と防除対策. *植物防疫*. 74(12): 692-699