

ダイズ紫斑病の発生生態と防除

独立行政法人農業技術研究機構九州沖縄農業研究センター 藤 田 佳 克

はじめに

食料の自給率向上が叫ばれるようになり、国産ダイズの安定供給への期待が高まっている。ダイズにはウィルス病や黒根腐病、白絹病、茎疫病などが発生し、その被害には無視できないものがある。なかでも紫斑病はダイズの種子に紫斑を形成し、品質を低下させるものとして重要視されている。そこで、紫斑病の発生生態と品種抵抗性および防除法について概説する。

I 病 徴

紫斑病は *Cercospora kikuchii* (MATSUMOTO and TOMOYASU) GARDNER によって引き起こされる糸状菌病で、ダイズの葉、茎および種子等の地上部すべてに発生するが、種子の病徴が最も明瞭である。種子では紫色の斑紋が臍を中心に発生し、種皮全体に広がって品質の低下をもたらす。著しい場合には種皮に亀裂を生じ、胚が露出する。子葉では外縁に紫褐色の円形斑紋を形成する(口絵参照)。斑紋は大きくなると紫黒色を呈し、表面にビロード状に分生胞子を形成する。本葉では、初期には赤褐色の斑点を生じ、大きくなると葉脈に沿った多角形斑点になる。罹病葉は黄化して早期に落葉する。茎、莢では中央部がわずかに隆起した赤褐色の円形小斑点が気孔を中心に発生する。茎、莢が黄色になるころから病斑は急速に拡大して融合する。種子以外の病徴は炭疽病、褐紋病等の病徴との区別が難しいため、胞子を形成させて判別する。いずれの部位の病斑も 25~30°C の高湿度条件下に 2、3 日間置くと分生胞子を形成する。

II 伝 染 環

ガラス室や収納舎で越冬させたダイズの罹病茎・莢や罹病種子では、高率で菌が生存している。これに対して、積雪下で野外に放置した罹病植物体における菌の生存率は極めて低い。このことから、屋内に保存された罹病植物体が主要な第一次伝染源と考えられる。しかし、積雪のない西日本では、野外に放置された罹病植物体で

も菌の生存が確認され、これらも伝染源になると考えられる(酒井, 1988)。第一次伝染源から伸長した菌糸や分生胞子によって子葉や胚軸が感染し、そこに発生した病斑上に形成された分生胞子が初生葉および第1、2本葉の感染源となる。さらに下位葉の病斑上に形成された分生胞子が上位葉、続いて莢に感染して種子の発病を引き起こし、このようにして本菌の伝染環が全うされる。一方、ツルマメ、アズキ、インゲンでは、紫斑病菌分生胞子の接種によって、葉や種子に病斑が形成されることから、これらも伝染源になり得る可能性がある(図-1)。

播種期が5月下旬から6月初めになる東北地方における紫斑病の発病と飛散胞子数の推移を調べると、茎葉の発病は7月上旬の第2本葉期までは多いが、7月中旬以降ダイズの生育が旺盛になるにつれて減少し、8月第3半旬以降再び増加する。7月中旬から8月第2半旬までの夏期の病勢停滞は、高温による感染率の低下とダイズの生育が旺盛になって病斑が見えにくくなるためであり、秋期の発病増加は下位茎葉や落葉病斑上に形成された分生胞子によって引き起こされると考えられる。

莢の発病は開花26日後の8月下旬に始まる。莢の発病開始時期が遅れることの最も大きな原因は、莢への伝染源となる上位葉の発病が8月中旬以降に始まるためと考えられる。しかし、分生胞子を接種しても、開花約10日後までの莢では潜伏期間が長く、発病の少ないことも発病遅延要因の一つになっていると思われる。

紫斑粒の発生は、まれに開花30~34日後においても認められるが、一般的には成熟期15~20日前の黄莢期に始まり、成熟期に近づくにつれて急増する。このよう

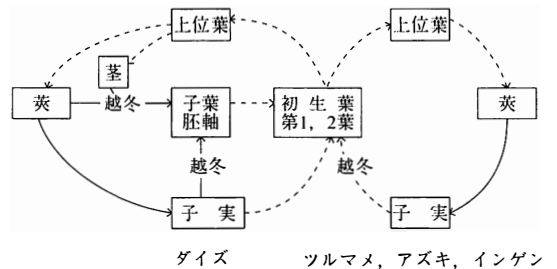


図-1 紫斑病菌のダイズ, およびツルマメ, アズキ, インゲン上の伝染環

注) —: 菌糸による感染, ...: 分生胞子による感染

Ecology and Control of Purple Seed Stain of Soybean Caused by *Cercospora kikuchii*. By. Fujita YOSHIKATSU (キーワード: ダイズ, 紫斑病, 発生生態, 抵抗性, 防除, *Cercospora kikuchii*)

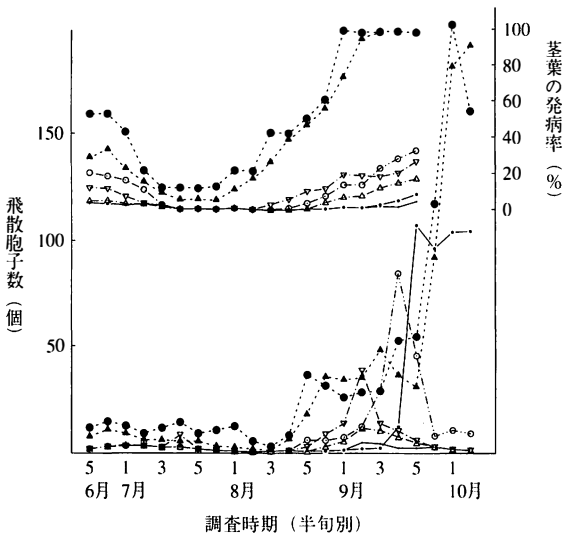


図-2 茎葉の発病および飛散胞子数の推移と発病粒率
 発病粒率：約50% (●●●1979年, ▲●▲1985年).
 10~20% (▽-▽1980年, △-△1981年, ○-○1983年).
 1~5% (●-●1982年, ●-●1984年).

に成熟期の紫斑粒の発生は、茎葉の発病および胞子飛散数の推移と密接な関係がある。すなわち、1979年や1985年のように6月下旬の茎葉の発病程度ならびに8月中旬から9月第1半旬の茎葉の発病程度と胞子飛散数が多いときには、紫斑粒も多かった(図-2)。このことから、茎葉の発病と飛散胞子数の推移を調査することによって種子の発病を予測することが可能であると考えられる。

III 気象条件と発病

分生胞子の発芽および菌糸生育は20~30°Cで良好で、比較的適温範囲が広いのに対し、葉や種子の病斑における分生胞子形成は27°C前後で最も多く、それ以外の温度条件では著しく減少し、葉と莢の発病適温は、いずれも20°C前後であった。一方、散水処理時期および回数を変えて紫斑粒の発生に及ぼす降雨の影響を調べた結果、接種後成熟期までのいずれの時期の散水によっても種子の発病が増加した。このため降雨は、従来指摘されている成熟期前10~20日間だけではなく、莢に対する菌の侵入から種子への菌糸進展に至るまでの長期間にわたって影響し、発病を助長すると考えられる。このことが圃場における紫斑粒発生率が年次によって大きく変動する理由の一つになっていると推察される。

栽培法に関して、水田転換畑では湿潤な土壌条件のた

め発病が増加すると懸念されていた。しかし、地下水位が高いと発芽率は低下するものの子葉や胚軸の発病は減少する傾向にあり、地下水位の高さが直接、発病を増加させる可能性は低いと考えられる。なお、植物体の生育が旺盛になってダイズの成熟が遅れると、莢から種子への菌糸進展期間が長くなって紫斑粒の発生が多くなる場合がある。水田転換畑や粗植区においては、ダイズ植物体の生育が旺盛になりやすく、このような場合には紫斑粒の発生が増加することがある。

成熟期に降雨日が多くて乾燥しにくいときには、成熟期以降も莢から種子への菌糸進展が進行し、紫斑粒が増加する。収穫後も乾燥が不十分で長期間湿っているような条件下では紫斑粒が増加することから、本病の発生を抑制するためには、適期収穫と収穫後の速やかな乾燥が重要である。

IV 侵入および組織内における菌糸進展

紫斑病菌は、子葉および胚軸には菌糸によって、初生葉、本葉、茎、莢には分生胞子によってそれぞれ感染する。菌糸は接種後24時間以内に気孔および角皮から侵入する。気孔では菌糸がそのまま侵入し、角皮では附着器を形成したのちに侵入する。分生胞子は水滴中でのみ発芽し、20~30°Cの温度条件下では2~3時間後から発芽を始め、6時間後には発芽管の分枝が認められるようになる。発芽管は分枝し始めるころになると乾燥しても死滅せず、乾燥中は伸長を停止し、水滴ができると再び伸長するという耐乾性を示すようになる。

分生胞子の侵入方法は、発芽管が直接気孔侵入する場合と、侵入肥大菌糸を形成した後気孔侵入する場合の2通りが観察された。発芽管の直接侵入は接種2日後に始まり7日後ごろまで認められたが、発芽管の先端が開孔した気孔に達したときのみ行われ、侵入率は2%以下であった。一方、侵入肥大菌糸は気孔や孔辺細胞上を伸長する発芽管から分枝したもので、その直径は発芽管より太かった。侵入肥大菌糸は気孔に近づくにつれて太くなり、気孔を通して侵入した。侵入肥大菌糸による気孔侵入は、葉、茎、莢のいずれにおいても接種4、5日後に始まり、7日後まで認められたが、侵入率が高く、これが一般的な侵入方法であると考えられた(表-1)。なお、分生胞子は、未展開の稚葉や結莢直後の莢など、成熟程度の若い組織では、ほとんど侵入できない。また、葉では、裏側の気孔からのみ侵入し、表側の気孔では全く侵入できなかった。

ダイズ組織内に侵入した菌糸は、葉では海綿状組織内の細胞間隙を分枝しながら進展し、その後柵状組織へと

表-1 葉における紫斑病菌の侵入肥大菌糸の形成と気孔侵入

侵入肥大菌糸の形成率 ならびに侵入率	接種後日数 (日)						
	1	2	3	4	5	6	7
侵入肥大菌糸の形成率 (%) ^{a)}	0	0	0.7	50.0	41.5	42.3	56.2
気孔侵入率 (%)	0	1.7	0.7	6.9 ^{b)}	16.7	26.7	32.7

^{a)}: 気孔または孔辺細胞上を伸長する発芽管数に対する割合。
^{b)}: 侵入肥大菌糸による気孔侵入の開始。

進展した。莢では、莢が緑色を呈している間は、菌糸は莢の外表皮から1~4層の柔組織内にとどまっているが、莢が黄化するころから急速に内側へ進展し、成熟期15日前頃に内表皮に到達し、種子に進展して紫斑粒の発生を引き起こした。種子の発病が成熟期15~20日前頃に始まり、それ以前に認められないのは、この時期まで莢の内表皮へ菌糸が進展できないことによるもので、種子の抵抗性によるものではなく、莢の抵抗性によるものと推察される。

V 品種抵抗性

紫斑病に対しては品種抵抗性があることから、抵抗性品種の育成、利用が行われている(小山・柚木, 1977; 山木, 1968)。既存の栽培品種の中で抵抗性の強い品種としては、'霜川'、'花嫁'、'小八月'、'奥羽13号'、'小出在来'、'朝白'などがあげられる(藤田, 1990)。発病の品種間差は葉では小さく、莢と種子で最も顕著に現れるが、莢から取り出した種子に直接、紫斑病菌を接種したときの発病には品種間差が認められない。自然条件下における種子の発病は莢の組織を貫通した菌糸によって引き起こされるため、種子の発病の品種間差は莢の発病程度の差、すなわち莢の抵抗性の差に起因すると考えられる。

莢組織内における抵抗反応は、菌糸の進展阻止ではなく進展速度の遅延として発現され、環境条件によっては菌糸進展抑制が不十分になる場合もある。このようにダイズ品種の抵抗性は高度な抵抗性ではないことが、抵抗性品種であっても年や場所によっては多発し、安定した抵抗性を示さない原因になっていると考えられる。これに対し、野生ダイズであるツルマメの種子は、免疫的ともいえるほど強い抵抗性を示した(藤田・鈴木, 1986)。

ツルマメの抵抗性は、莢組織内における菌糸の進展抑制と成熟期の子実への菌糸侵入阻止という二つの機作に依存している。種子への菌糸侵入阻止は硬実というツルマメ特有の形質によるもので、栽培品種には導入できないが、ツルマメ莢の抵抗性はダイズの抵抗性と同一機作

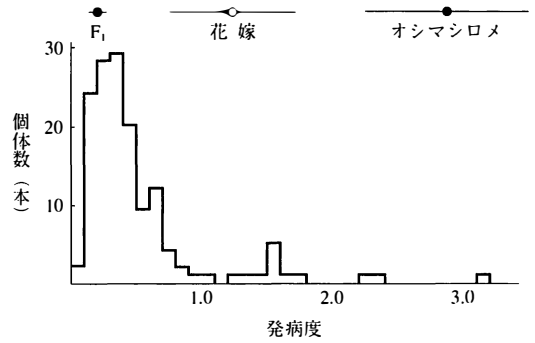


図-3 F₂ (オシマシロメ/ツルマメ) 個体の発病度の頻度分布
注) 横線は標準偏差を示す。

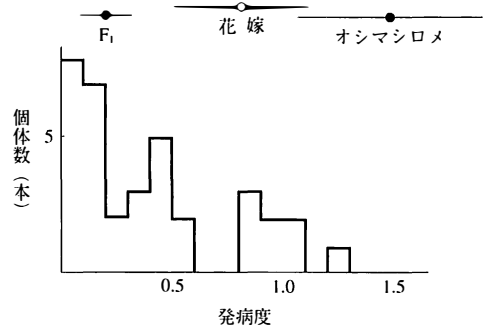


図-4 B₁F₁ (オシマシロメ/ツルマメ//オシマシロメ) 個体の発病度の頻度分布
注) 横線は標準偏差を示す。

によるうに、ダイズのそれより強いと考えられた。そこで、ダイズ品種: オシマシロメとツルマメとの種間交雑によって得られたF₂ 個体、およびF₁ 個体にオシマシロメを戻し交配して得られたB₁F₁ 個体を用いてツルマメ紫斑病抵抗性の遺伝子分析を行った。その結果、F₂ 個体は発病度が0~1.1の抵抗性個体と1.2以上の罹病性個体が15:1の比に分離した。一方、B₁F₁ 個体は、発病度が0~0.60の抵抗性個体と0.80~1.30の罹病性個体の比が3:1に分離した。

このように、F₂ 個体およびB₁F₁ 個体のいずれの検定結果からも、ツルマメの紫斑病抵抗性が二つの優性遺伝子によって支配されていることが示唆された(図-3, 4)。この二つの抵抗性遺伝子のうち、いずれか一つでも抵抗性遺伝子をもつ個体は、既存のダイズ品種の中で最も抵抗性が強い品種: '花嫁' よりも強く、圃場で人為的に多発させた状態で高度な抵抗性を示すうに、ツルマメ特有の形態的形質である100粒重、硬実性、茎長、種皮色との連鎖が小さいことから、高度な抵抗性品種育成の遺伝資源として有用であると考えられる。

VI 防 除 法

紫斑病に感染した種子は発芽率が低く、生育しても子葉、莖葉および収穫後の種子の発病を増加させる。また、罹病葉は落葉後も病斑上に分生胞子を形成する。このため紫斑粒の発生を抑えるには、健全種子の利用、罹病残渣を土中に埋めて菌の生存率を低下させる秋耕、早期収穫と収穫後の速やかな乾燥が有効である。このうち秋耕は、罹病残渣における菌の生存率が高い西南暖地で効果が大きい(酒井, 1988)。

薬剤防除法としては、生育初期の障害に対しては出芽率を高め、初期生育を良好にする種子消毒の効果が高い。しかし、わずかな罹病種子の混在によっても成熟期の紫斑粒は著しく増加するため、成熟期の紫斑粒の発生防止には、ベノミル剤、チウラム・ベノミル剤、チオファネートメチル剤、およびボルドウ液の莖葉散布が効果的である。このうちチオファネートメチル剤の散布適期はおおむね開花 21 日後から 35 日後、ボルドウ液の散布適期は開花 14 日後から 28 日後の間であり、適期に散布すると 1 回散布で十分な防除効果が得られた(表-2)。近年はチオファネートメチル剤に対する耐性菌の発生が報告されている(山本・本多, 1993)。これらの薬剤耐性菌が分布しているところでは、ジェットフェンカルブ剤やイミノクタジナルベシル酸塩剤が有効である。薬剤の散布適期間が長いのは、開花直後の莢では菌が侵入しにくいこと、ならびに莢が緑色を呈している間は、侵入した菌糸が莢の表皮から 1~4 層にとどまり、内表皮への進展は黄化するころから始まるためと考えられる。

お わ り に

紫斑病の防除においては、薬剤散布の効果が高く、最も広く行われている。しかし、近年薬剤耐性菌の発生が報告されているうえに、薬剤散布回数の軽減と環境保全が求められている。このため、健全種子の利用や罹病葉

表-2 薬剤の莖葉散布時期および回数が紫斑粒の発生に及ぼす影響

散布回数	散布時期	発 病 粒 率 (%)	
		薬 剤 名	
		チオファネートメチル	4-8 式ボルドウ
1 回	開花期	—	14.0
	開花 7 日後	—	12.0
	14	2.2	1.0
	21	0.5	0.7
	28	0.1	1.0
	35	0.1	7.7
	42	1.0	9.7
	49	1.7	—
	56	4.7	—
	63	6.4	—
	70	22.3	—
2 回	開花 21, 35 日後	0.1	—
	28, 42	0.0	—
	35, 49	0.1	—
	無散布	20.5	20.5

品種：ライデン、開花期：7月27日、成熟期：10月15日(開花79日後)。

を落葉後土中に鍬込む培土、ならびに抵抗性品種の利用などを併せて行うことが望まれる。一方、成熟期の紫斑粒の発生は、生育初期の莖葉の発病および開花期から開花 6 週間後ごろまでの莖葉の発病や飛散胞子数との相関が高いことから、薬剤の散布適期内である開花 6 週間後ごろまでに防除要否を診断し、薬剤の過剰防除を避けることが重要であると考えられる。

引 用 文 献

- 1) 藤田佳克・鈴木穂積 (1986)：北日本病虫研報 37：6~59.
- 2) ——— (1990)：東北農試研報 81：51~109.
- 3) 小山隆光・柚木利文 (1977)：同上 55：235~239.
- 4) 酒井泰文 (1988)：植物防疫 42：304~308.
- 5) 山本鉄司 (1968)：大豆の育種、ラティス社、p. 67~79.
- 6) 山本陽子・本多範行 (1993)：北陸病虫研報 41：107.

発行図書

農薬と人の健康—その安全性を考えて—

梅津 憲治 著 A5判 本文126頁 定価 2,100 円税込み (本体 2,000 円) 送料 310 円

農業生産に必須な資材の一つである農薬について、開発過程や安全性の追求を、年々開発されている新農薬とその安全性データなど、最新情報に基づいた解説をわかりやすく書きつづった書です。

お申し込みは直接当協会へ、前金(現金書留・郵便為替)で申し込むか、お近くの書店でお取り寄せ下さい。

社団法人 日本植物防疫協会 出版情報グループ 〒170-8484 東京都豊島区駒込 1-43-11

郵便振替口座 00110-7-177867 TEL (03) 3944-1561 (代) FAX (03) 3944-2103 メール: order@jppa.or.jp