

植物防疫基礎講座：土壤病害の見分け方(4)

ダイズ編

(独)農研機構 中央農業総合研究センター ^{なか}仲 ^{がわ}川 ^{あき}晃 ^お生

はじめに

ダイズには多くの病害が発生し、特に立枯性病害の発生・被害は目につくことが多い。立枯性病害はダイズに立枯症状を引き起こす土壤病害の総称であり、西・高橋(1990)は我が国で発生する立枯性病害として13種類をあげている。ダイズの場合、土壤病害としての立枯性病害はその被害が収量・品質に直結することから、切り離すことのできない重要な病害である。このため、本稿では立枯性病害として広く発生し、被害が甚大な黒根腐病、茎疫病等についてその見分け方について述べてゆきたい。なお、病害の鑑定には病徴から病害を推定し、分離した病原菌を接種して病徴を再現することで病害を確定させるが、病害を見分ける段階では、土壤の乾湿や発生時期等の発生状況を考慮することが重要である。このため本稿では、各病害について診断のポイントとなる発生環境についても併せて記述していく。

I 苗立枯症状(一部苗立枯病)

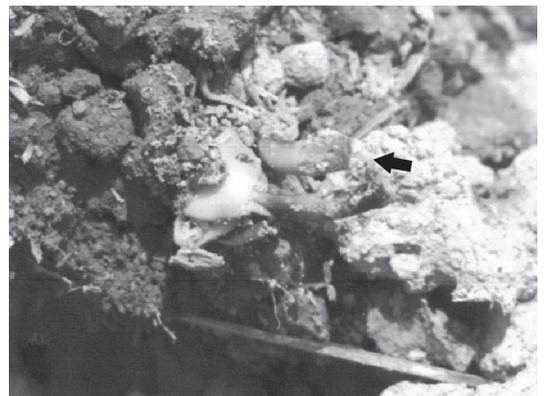
播種直後のダイズに生じるもので、湿害とは明確に仕分けられない。発生状況から言えば、種子が地上部に萌芽しない萌芽前苗立枯(Pre-emergence damping-off)と、萌芽後の苗立枯(Post-emergence damping-off)に分けることができる。このため、苗立枯の程度は萌芽前立枯と萌芽後立枯の合計で考慮する必要がある。萌芽前苗立枯は、土中で発芽したダイズ種子に病原菌糸がまわりつき、地上部への萌芽を抑制するものであり、白絹病菌(図-1)やリゾクトニア属菌等の汚染圃場では萌芽しない部分の種子を取り出してみると種子に菌糸がびっしりとまん延した状態がよく観察される。萌芽前苗立枯はダイズの播種状況によっても発生が左右される。特に、転換畑などの重粘な土壤では、播種・覆土後に降雨があり直後に乾燥すると表面の覆土が硬く固結してしまう。地下部のダイズは蓋を被せられた状態となることから、萌芽に時間がかかりその間の土壤の過湿状態とあいまって病原菌の加害を受けることとなる。また、固まった土壤で

子葉がとられて出芽が完全にできず、写真のように腰折れしてしまう場合もある(図-2)。山陽の平坦地では、ダイズの播種が梅雨時と重なるが、播種後降雨がありそうなときは土の代わりに脱穀後の小麦の穎を被せるとよいと教わったことがある。

ダイズ黒根腐病の場合、苗の病徴は出芽間もない幼植物では、子葉などに赤褐色の斑点が生じ(図-3)、根や地際部の茎に小さな赤褐色の条斑が生じる。この状斑は次第に拡大して根や茎を覆い、全体が赤褐色となる(図-4)。発病程度が著しい場合は、出芽後の苗立枯を引き起こす。ただ、出芽直後の子葉の赤褐色斑点は、黒根腐病菌以外でも生じるためこの症状だけで、黒根腐病とは



図-1 白絹病菌によるダイズ種子の萌芽阻害

図-2 覆土の乾固によるダイズの出芽障害
矢印：胚軸の折損部。Some Characterization of Soybean Damping-Off Diseases. By
Akio NAKAGAWA

(キーワード：黒根腐病、茎疫病、苗立枯症、立枯病)

断定できない。一般にダイズ立枯性病害ではすべての病原菌が、また *Pythium* 属菌 (図-5) や土壌病害ではない紫斑病菌や炭疽病菌等でもダイズに苗立枯を生じることが知られている。症状はいずれも類似しているため、白絹病のように病斑部に菌核を形成する場合を除き、現実的には苗立枯の症状からの病害の判定は難しく、菌分離が必須となる。ただ、植物病原菌の判定に官能調査を組み入れることは教科書的には記述されていないが、こと *Pythium* 属菌では魚を手で握ったときのような「生臭い」臭気を発することが多い。このことは、関与菌が *Phytophthora* 属菌か *Pythium* 属菌を大まかに判断するうえでは一つの参考となる。最近になり、児玉 (2010) が *Pythium* 属菌 (*P. spinosum*, *P. ultimum*) による苗立枯病を新たに提案しているが、*Pythium* 属菌は基本的に抵抗性のまだ弱い苗立ちに加害する病害である。本病菌で

は、*P. spinosum* のような低温型のほかに *P. myriotylum* のような高温型の菌があり、景山ら (1982) は *P. myriotylum* による苗立枯症状を報じている。

II ダイズ黒根腐病

糸状菌の一種である黒根腐病菌により引き起こされる。有性世代は *Calonectoria illicicola* であり、無性世代は *Cylindrocladium crotalariae* である。圃場での黒根腐病の発生は、通常であれば、夏場の気温が低下する9月中・下旬ころになり、葉が早期に黄化するなどの地上部の異常で発生に気が付くことが多い (図-6)。発生は圃場全面に生じることもしばしば (図-7)。この葉の異常は、特に莢肥大期以降に、葉が黄化したり黄色～退緑の斑点 (退緑えそ斑) (図-8) が生じる。このような株の茎の地際部を見ると、橙色～赤色の子のう殻 (図-9) が多数形成されている。しかし、子のう核の形成は発病株すべてに観察される訳ではなく、品種や栽培環境等の条件によっては形成が見られない場合が多い。また、場合によっては地際の子のう殻より上部の茎に灰白色の粉

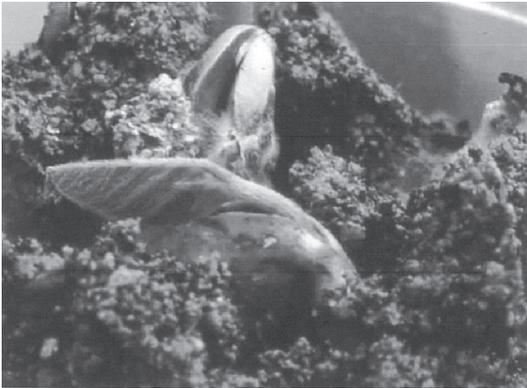


図-3 黒根腐病菌によるダイズの出芽阻害
子葉などに菌糸がまん延し赤色の斑点が生じている。



図-5 ピシウム属菌によるダイズの苗立枯れ



図-4 ダイズ地際に生じた条斑と赤褐色に変色した地下部 (黒根腐病)



図-6 ダイズ黒根腐病によるダイズの早期黄色状況

上のものが形成されていることがある。これは分生孢子であり、鏡検すると2～3胞程度の真っ直ぐな孢子が観察できる。一方、地際に形成された子のう殻が黄色～桃色の場合には、これは他のフザリウム属菌の有性世代(ネクトリア属菌など)の可能性もあり、鑑定には注意が必要である。色彩として赤橙色の子のう殻を確認できれば黒根腐病である可能性は高い。葉の退緑えそ斑の形成には毒素がかかわっていることが OCHI et al. (2011) により明らかにされた。ただ、葉の症状だけを見れば、南米のダイズ急性枯死症(病原菌: *Fusarium solani* f. sp. *glycines*) などでも黒根腐病発病個体と類似した葉の症状を示している。このため、本症状は黒根腐病菌が存在すればダイズ葉に生じるが、逆は必ずしも言い切れない可能性がある。本病の発生環境として土壤水分の影響は大きく、過湿気味な圃場や排水不良な重粘な土壤で発生が多い。黒根腐病の最大の特徴は、「根腐れ」を引き起こすことである(図-10)。発病株では細根や側根がボ

ロボロに腐朽して折れやすくなり、程度が激しい場合には主根のみが残った「ゴボウ根状」となる。腐朽した細根で折ると表皮の下など内部に暗赤色に変色した部位を観察できる。また、程度が軽い場合は地際の茎表面が薄く暗赤色に変色しているだけのことも多い。本病が発生した圃場では、ダイズの成熟期が早まり、着莢数・一粒重などが減少し収量が低下する。このため、例年に比べて収量が少しずつ低下してきているのであれば、本病の発生を疑う必要がある。最終的には菌を分離することが一番となる。本病菌の生育はどちらかと言えば遅いため、根腐れを起こしているような組織からの分離は生育



図-7 黒根腐病の甚発生圃場
葉がすべて下垂し立枯れている。



図-8 黒根腐病の発病株の葉に生じる退緑えそ斑



図-9 ダイズ地際に形成された黒根腐病菌の子のう殻
(赤い粒子部分)



図-10 黒根腐病による根部の根腐れ
左: 支根の脱落によるゴボウ根状態 右: 健全。

の早い雑菌に負けて難しい。ダイズ表皮から剃刀を使い1枚ずつ皮を剥ぐように内部に切り込んでいくと、茎内部に黒い斑点(微小菌核)が生じているのがわかる。病斑部と健全部との境辺り茎内部から、組織を切り出し素寒天培地(2% PA)などに置床する。細菌のコンタミが心配であれば、10%の乳酸を1滴加えてもよい。25℃で数日間培養すれば組織から菌糸が生じ、黒根腐病菌であれば図-11のような特徴的な気中菌糸を生じるため、判別は容易である。

病原菌は多犯性でありダイズ、ラッカセイ、インゲンマメ、アズキ、エンドウ、アルファルファ等のマメ科作物のほか、チャ、パパイヤ、キウイフルーツ等14種の植物を侵すことが知られる。このため、ダイズ作処女地であっても前作を考慮して判定に臨む必要がある。

III ダイズ茎疫病

糸状菌の一種である茎疫病菌 (*Phytophthora sojae*) に

より引き起こされる。日本各地で発生するが、疫病菌の仲間であるため比較的冷涼な気候を好み、北海道や中山間地での発生被害が大きい。黒根腐病同様に発生は圃場全面に及ぶことも珍しくない(図-12)。第一次伝染源としては罹病残渣中の卵胞子であり、気温の上昇に伴い発芽した卵胞子は遊走子のうを形成し、降雨後を待って放出された遊走子がダイズに感染する。このため本病の伝染には降雨や土壌水分等の「水」が不可欠であり、多湿条件で発生が多く、灌水や冠水は発病を助長する。播種直後の苗立枯(図-13)からダイズの生育全期で発生し、暖地では気温の低い5~6月および気温が低下する夏の終わりころから発生する。黒根腐病と混発して発生するような圃場では、先に茎疫病が発生し次いで黒根腐病が発生する。ただ、黒根腐病と異なり、茎疫病では根腐れは生じないため、枯死してから余程時間のたったサンプルでも、根系はしっかりとしている。発病株の葉は黄化・萎凋して下垂し(図-14)、このような株の茎部を見

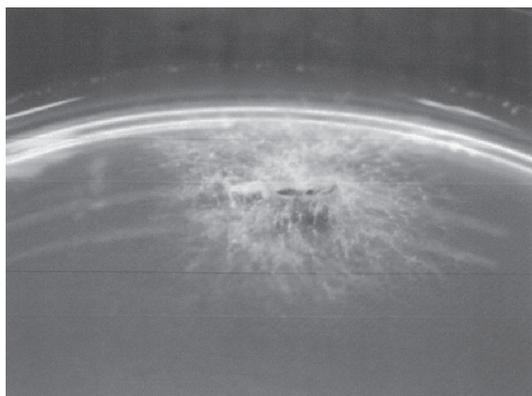


図-11 罹病組織より生じた黒根腐病菌の菌糸素寒天培地使用。



図-13 茎疫病による出芽直後のダイズ苗立枯



図-12 茎疫病が全面発生した圃場



図-14 茎疫病発病株
葉は黄化して下垂する。

ると地際部および上位の主茎や分枝に無色～茶褐色水浸状の条斑または楕円形の病変部を生じているのが観察される(図-15)。病変部は、その後融合して茶褐色～暗褐色の大型病斑となり茎を取り巻くように進展する。病斑の表面は白粉状のかびで覆われる(図-16)。病株は次第に活力を失い、ついには枯死する。湿潤条件下では急速に萎凋枯死に至るが、関東以西では10月下旬～11月上旬位となり気温が全般に低下すると発病の進展は停まる。本病の発生環境として過湿気味な圃場や重粘り土壌であり、現時点では乾燥していても、冠水履歴がある場合や台風等により一時的に滞水状態が生じれば本病は発生する。病原菌は、素寒天培地を用いてフィチンゲンセルを入れた平板培地とし、健全部と境辺りの表皮下組織



図-15 茎疫病発病株の主根部に生じた褐色水浸状病斑



図-16 茎疫病の病斑上に生じた白色のカビ

をセル中に加え、生じた無隔壁の菌糸からなる菌叢を得ることで比較的簡単に分離できる。

IV ダイズ白絹病

ダイズ白絹病は、糸状菌の一種である白絹病菌 (*Sclerotium rolfsii* Sacc. (有性世代: *Athelia rolfsii* (Curzi) Tu et Kimbr.) により引き起こされる土壤伝染性の病害である。白絹病菌は担子菌類に属し、ダイズのほか約100科500種以上の植物を害する多犯性病菌である。第一次伝染源は菌核であり、土壤中に深く入り込んだ菌核は越冬中にほとんど死滅するため、土壤表面の乾燥しがちな部分の菌核が伝染に重要な役割を果たす。白絹病菌の担子胞子の形成は、熱帯などでは自然条件下で観察されるが、我が国では主に菌糸と菌核の形で生活環を繰り返す。土壤表面近くの菌核は越冬後、発育できる温度・湿度条件になると新しい菌糸を伸ばして周辺有機物を利用して増殖し、ダイズへの侵入を行う。白絹病菌は熱帯から温帯にかけて分布し、比較的高温を好む性質を有し28～32℃で良好な生育をする。このため夏季(7～8月)の高温時に多発し、我が国では西南暖地において発生が多い。発病は主に地際部に起こり、まれに地上部の若い茎や葉にも病斑が生じる。種子の出芽を阻害するほか、幼植物から成熟期の老植物に至る全ステージで発病し、被害株は生育不良となる。茎葉は病勢の進展が急激な場合は青枯状に枯れ上がり、比較的緩やかな場合は黄変萎凋して下葉から垂下し、最終的には枯死に至る。このような発病株の地際部を覗くと、茎は白色粗剛状の菌糸(太さ約5～9 μ m)に覆われ、根の周りや周辺の地面は白色菌糸がまん延していることが観察される(図-17)。菌そう表面には粟粒大(1～2mm)の白色(出来立て)～褐色(時間が経ったもの)の菌核を多数形成しているのが観察される。被害株を引き抜くと、菌糸は



図-17 白絹病菌によるダイズ地際部の菌糸のまん延と菌核の形成

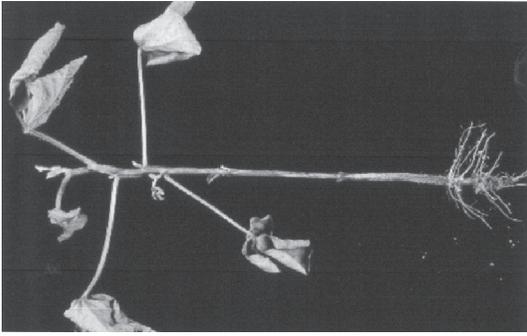


図-18 ダイズ白絹病発生個体
地際部に菌糸のまん延が認められる。

土中の根にもまん延していることが観察できる。白絹病の場合この白色粗剛状の菌糸の存在が鑑定のポイントとなる(図-18)。なお、比較的時間を置いたと思しきサンプルの場合、圃場では菌糸が確認できない場合がある。この場合は地際部を切り出し、湿室に並べておくと同原因菌が白絹病菌であれば、菌糸のまん延を確認できる場合があるが、サンプルがあまりに古い場合は難しい。どうしてもという場合は、枯死株周辺の土壌を取り、篩い分けにより土壌中から菌核を拾い出すことで確認することも可能である。発生は圃場では主にスポット的に生じるが、培土(土寄せ)を行うとその畦に沿って大発生する。また、土壌の種類との関連では、排水のよい土壌(壤土～砂質土)で多く発生する。

V ダイズ立枯病



図-19 ダイズ立枯病による苗立枯

ダイズ立枯病は、糸状菌の一種である立枯病菌(フザリウム属菌)の *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* および *Gibberella fujikuroi* (有性世代) (*Fusarium moniliforme* (無性世代)) により引き起こされる土壌伝染性の病害である。出芽時に苗立枯を引き起こす(図-19)ほか、主に気温の高い夏場に発生する。葉や葉柄が黄化・下垂し気が付くことが多い、発病株は最終的には立枯れて枯死する。特徴は、茎地際部に褐色の長い条斑を生じ、病勢が進展すると茎全体が暗褐色に変色し亀裂を生じる(図-20)。病原菌である *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* はダイズのほか他の豆類(インゲン、ソラマメ、エンドウ、ササゲ)を侵す。また、*Gibberella fujikuroi* はイネに馬鹿苗病を引き起こすことが知られている。日本各地で散発的に発生するが、発生生態は十分に解明されていない。

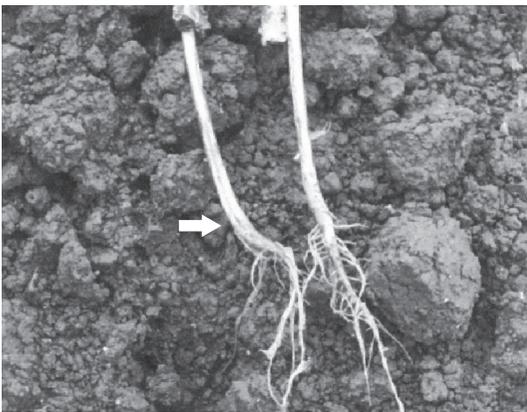


図-20 ダイズ立枯病発病株の地際部の様子
茎に長い亀裂が生じる。

なお、フザリウム属菌は黒根腐病菌や茎疫病菌なりを分離していると必ず随伴して分離されてくる糸状菌である。これら分離菌をふすま培地などで培養して接種試験を行うと、弱いながらも病原性を示すことが多い。現在フザリウム属菌による病害として病名がつけられているのは、我が国ではこの立枯病位である。他作物におけるフザリウム病の発生程度と比較すれば、ダイズでのフザリウム属菌の関与について早急な整理が望まれる。

引用文献

- 1) 景山幸二ら (1982): 日植病報 48:333～335.
- 2) 児玉不二雄 (2010): 同上 76:78 (講要).
- 3) 西 和文・高橋廣治 (1990): ダイズ立枯性病害の発生実態と診断同定の手引き, 農水省農研センター, つくば, 32 pp.
- 4) Ochi, S. et al. (2011): Can. J. Plant. Pathol. 33(3):347～354.