播種深度や畝立ての有無が生育初期のダイズ茎疫病の発生に及ぼす影響

富山県農林水産総合技術センター 農業研究所　守川（もりかわ）　俊幸（としゆき）・田村（たむら）　美佳（みか）・三室（みむろ）　元気（げんき）

はじめに

富山県においてダイズは水稲の転作作物の主要品目であり，主力品種である‘エンレイ’はタンパク質含有量が高く，豆腐などの加工用として実需者のニーズが大きい。一方，水田転換畑は排水不良となりやすく，停滞水を好むダイズ茎疫病（病原菌 *Phytophthora sojae*）が発生しやすい環境にあるため，時に本病による大きな被害を被っている（森脇，2007）。近年低下してきている水田転換畑でのダイズの生産性を向上させるためにも，「圃場の排水対策」あるいは「茎疫病対策」が不可欠な状況にある。

近年，本病に有効な数種の種子処理剤が上市され，播種直後から生育初期の本病の防除に有効であることが明らかになってきた（三室ら，2011）。ただし，この種子消毒は本病の発生リスクの低い地域でも採用され，地域によっては過剰防除になっている（田村ら，2013）。我々は，茎疫病を始めとする土壌病害を合理的に管理してゆくには，土壌の健康状態を診断して適切な防除（治療）強度を設定する必要があると考えており，この概念はHeSoDiM（Health checkup based Soil-borne Disease Management）と呼ばれている（Tsushima, 2014）。このHeSoDiMの概念をダイズ茎疫病に応用した防除マニュアルを策定するため，県内の100筆以上の圃場における本病の発病，土壌条件等の基礎データを収集してきた。

その調査の過程で，生育初期の発病株の多くで播種位置が深いことに注意を引いた。そこで，播種深度が生育初期における本病の発生に及ぼす影響を明らかにするとともに，その仕組みについて解析した。

また，畝立播種のほうが，平床播種よりも発生が少ないことは経験的に知られていたが，これを示す具体的なデータに乏しかった。そこで，畝立ての有無と発病の関係についても調査した。

なお，本研究は，農林水産省委託プロジェクト研究「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のためのプロジェクト」の成果の一部である。

Effects of Sowing Depth and Making Ridges on the Incidence of Phytophthora rot of Soybean Seedling Caused by *Phytophthora sojae*.
By Toshiyuki Morikawa, Mika Tamura and Genki Mimuro

（キーワード：ダイズ，茎疫病，播種深度，畝立播種）

I　圃場における播種深度と茎疫病発病の関係

当研究所圃場（灰色低地土）において‘エンレイ’を用いて試験を行った。播種深度は3，6，9，12 cmとし，株間は5 cm間隔で手撒きした。試験区の規模は2.5 × 0.8 m/区で7反復とした。なお，播種後に畝の長さ10 m当たり9 cmシャーレ6枚相当の本病菌の培養菌体（培養1か月）破砕液をジョウロで散布した。さらに，発病を促すため，子葉が展開した7月18日と19日に，畝間潅水を行った。播種15日後に発病を調査した結果，播種深度が深くなるほど明らかに発病が増加した（図-1）。なお，播種深度3 cmは6 cmの5分の1の発生であった。

II　播種深度のモデル試験

径8 cm，深さ12 cmのポットにバーミキュライトを入れ，液肥を灌水した後，ダイズ種子‘エンレイ’を2，4，6 cmの深さでそれぞれ播種し（12粒/ポット），25℃の陽光恒温機内で管理した。出芽後に本病菌の菌体破砕液を灌注接種し（9 cmシャーレ3枚相当/10ポット），密閉コンテナ内に入れて水深が地表面から＋0.5，－2.5，－5.8，－8.5 cmとなるよう底面給水した。24時間後にコンテナから取り出して，以降は地表面から－9～－11 cmのレベルで底面給水し，接種1週間後に発病を調査した。その結果，本モデル試験においても播種深度が浅い区は発生が明らかに少なかった。一方，播種深度にかかわらず，底面給水して播種位置のレベルまで湛水状態とすることにより発病が増加する傾向が認められた（図-2）。

III　なぜ播種が深いと発病が多いか？

多くの場合，ダイズの苗は根のみが腐敗しても胚軸から側根が生じるため，枯死には至らないが，胚軸に感染すると容易に黄化・枯死する。播種深度が深いほどこの致命的な部位を地中に多くさらすことになる（図-2）。さらに，降雨は表面排水と地下浸透により排出されるが，播種深度が深い場合は胚軸部の停滞水にさらされる時間が長くなると推定される。これらのことが，播種深

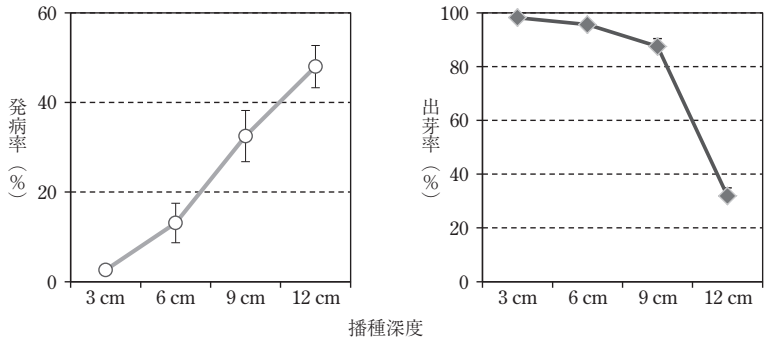


図-1　播種深度とダイズ茎疫病の発生および出芽率の関係
（所内圃場，平床播種，2012年）
エラーバーは標準誤差を示す．

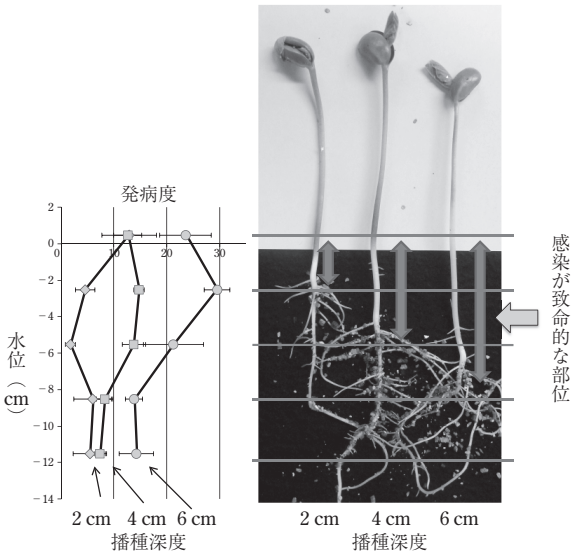


図-2　播種深度と湛水深が発病に及ぼす影響（ポット試験）
出芽後に菌を灌注接種し，地表から＋0.5～－11.5 cmの深さで24時間湛水，エラーバーは標準誤差を示す．
発病程度は3：枯死，2：根や胚軸が侵され地上部が黄化・萎凋，1：根の一部は腐敗しているが地上部は健全とし，以下の式により発病度を算出した．発病度＝Σ(各発病程度×該当株数)/(3×調査株数)×100．試験は各区3ポット供試した．

度が深いと本病の発生増加を引き起こす大きな要因であると考えられる。

なお，ポット試験において播種深度が浅いほど発病は少なかったが，底面給水により播種位置付近まで水位を上げると，播種深度にかかわらず発病が増加した。疫病菌の遊走子は負の走地性を有し（Cameron and Carlile, 1977），重力に逆らって水の表層に集まる特性があることから，停滞水の表面付近で本菌の活動が活発になると推察される。すなわち，停滞水の水位が胚軸付近にあるとき，遊走子はそこに集積し，その結果，発病が顕著になるものと推察される。

Ⅳ　適正な播種深度とは

富山県の栽培指針では指導上播種の深さを3 cmとしているが，実際にはこれよりも深く播種されるケースも多い。本研究では，圃場における播種深度が発病に及ぼす影響を調査した結果，明らかに播種深度が深くなると生育初期の本病の発生は著しく増加した。圃場における種子処理剤の効果は，防除価で示すと70程度であり（守川ら，2012），6 cmを3 cmにすることにより，これに匹敵する発病抑制効果が得られることが明らかになった。なお，播種が浅いほど本病の発生のリスクが減少するが，一方では乾燥による発芽の不揃いや除草剤の薬害のリスクが高まるものと考えられる。このバランスは，地域の土性，圃場の水分条件，砕土率，気象によって異なってくるため，地域の状況に応じて決定する必要があろう。

Ⅴ　播種様式と発病の関係

2012年5月29日に，所内圃場において条間0.8 mの三連式播種機を用い，平床播種あるいは畝立播種となるよう播種機を調整し，‘エンレイ’を播種した（播種深度3～5 cm）。また，試験区の規模は12 m^2（5×2.4 m）/区とし，4反復設けた。なお，本試験では播種前日に茎疫病菌の培養菌体を散布し（5×10^{4}卵胞子/m^2），耕耘した。播種34日後の7月2日に試験区内の発病株を調査した結果，全体に発生は多くなかったものの，平畝播種は畝立播種より本病の発生が多かった（図-3）。

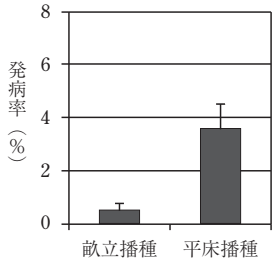


図-3　畝立播種と平床播種における本病の発生
（所内圃場，2012 年）
播種深度3～5 cm，エラーバーは標準誤差を示す．

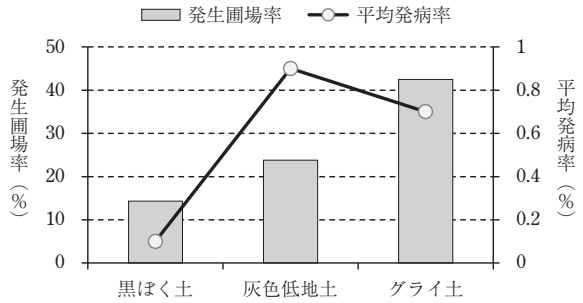


図-4　土壌群と茎疫病の発生との関係
（2012 年，県内 90 圃場）

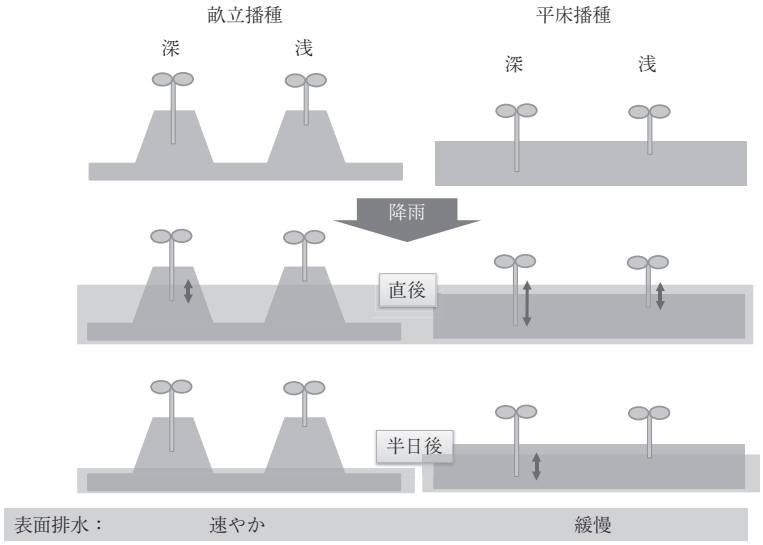


図-5　播種深度の異なる畝立播種と平床播種圃場における降雨後の停滞水の状況
（イメージ図）
矢印は感染・発病に好適な条件となる部位を表す．遊走子は負の走地性を有する．
深・浅は播種深度を表す．

現地では経験的に畝立播種により本病の被害が減少することは知られており，畝立同時播種機の普及に伴い，本病の発生も減少してきた。畝立播種は，排水路が形成されるので，圃場の表面水を速やかに排出することができる。このメリットを活かすために，排水溝の連結など圃場の手直しも併せて実施する必要がある。また，重粘土土壌では畝立播種であっても，本病が多発する事例が認められる。このようなケースでは，畝上面が強く鎮圧されて窪んでいることが多く，降雨後に停滞水が発生する。よって，そのような圃場では，播種後の鎮圧の程度を軽くするなどの対策が必要であると考えられた。

お　わ　り　に

ダイズは収益性の点から，薬剤費に大きなコストをかけられない作目である。このため，耕種的な対策が防除の基本となる。石灰質資材の施用による土壌 pH の矯正も本病の発生抑制に有効であるが（三室ら，2011），圃場の排水対策こそが，本病の防除対策そのものであり，石灰質資材の施用とともに生産性の向上に直結する重要な栽培管理となっている。

水田転換畑は，雨水の地下浸透が少なく，圃場が水平なため，表面排水を速やかに実施することが難しい。加えて，本県は灰色低地土や透水性の悪いグライ土の圃場

が多く，広域調査においてもこのような土壌群での発生が多いことが明らかになっている（図-4）。このような条件においてダイズの安定生産を図るため，現地では明渠・暗渠の設置，サブソイラによる地下浸透の促進，そして畝立播種等の多岐にわたる排水対策が指導されている。

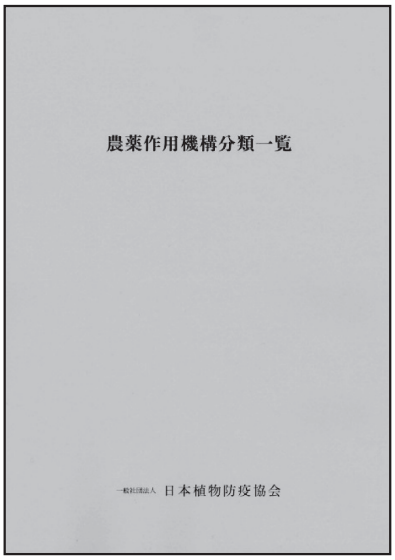
本研究の結果は，栽培管理の基本項目である適正な播種深度の設定が本病の防除に有効であることを示すとともに，本病の発生が「水との関係が深い」ことを改めて示すものである。図-5に示すように，降雨後の停滞水がどのように推移し，ダイズの地下部がどのような状況にあるかをイメージしながら適切な栽培管理を実施することが重要であると考えられる。

これまで多くの本病の防除試験を所内圃場で実施してきたが，安定的に発病を得ることは容易ではなかった。所内圃場の排水が比較的良好であること，播種深度を3 cmに設定していたことがその理由と考えられる。現地では圃場の排水対策に苦労されているが，排水対策が一定の水準を満たし，播種深度の適正化や必要に応じて種子処理剤を用いることにより，茎疫病による生育初期の大きな被害は回避できるものと推察される。

引 用 文 献

1）Cameron, J. N. and M. J. Carlile（1977）: Journal of General Microbiology **98**: 599 ～ 602.
2）三室元気ら（2011）: 北陸病虫研報 **60**: 1 ～ 6.
3）守川俊幸ら（2012）: 同上 **61**: 33（講要）.
4）森脇丈治（2007）: 農業技術 **62**: 265 ～ 268.
5）田村美佳ら（2013）: 日植病報 **79**: 193 ～ 194（講要）.
6）Tsushima, S.（2014）: J. Gen. Plant Pathol.（in press）

農薬作用機構分類一覧



我が国で登録のある殺虫剤，殺菌剤を対象に，農薬製品ごとの作用性系統分類を一覧表にして掲載しました。農薬の作用機構分類は，農薬工業会が公表している殺菌剤耐性菌管理委員会（FRAC），殺虫剤抵抗性管理委員会（IRAC）の系統分類表に従っています。農薬製品ごとの作用機構分類が簡単に確認できます。

A4判 117頁，本体900円＋消費税，送料サービス

お問合せは下記へ

一般社団法人日本植物防疫協会　支援事業部

〒114-0015　東京都北区中里2-28-10

TEL 03-5980-2183　FAX 03-5980-6753

http://www.jppa.or.jp/　order@jppa.or.jp