

北海道におけるダイズ茎疫病抵抗性研究

北海道立中央農業試験場 ^{やま}山 ^{した}下 ^{よう}陽 ^こ子

はじめに

ダイズ茎疫病（以下、茎疫病）は、米国オハイオ州で1954年に発生が認められた水媒伝染性の病害である（HILDEBRAND, 1959）。本病害に感染したダイズは地際部に特有の暗褐色の水浸状病斑を生じ、やがて立ち枯れ症状を呈する（図-1）。

日本国内では1977年に北海道の十勝地方で初めて発生が認められ（土屋ら, 1978）、現在までに本州全域～北九州の広い範囲で発生が報告されている。病原菌 *Phytophthora sojae* は湿潤環境を好むため、本州以南ではダイズの生育初期に当たる梅雨時期の発生が多い。北海道では、排水性の悪い水田転換畑で頻繁に発生し、生育初期だけではなく開花期以降までの生育期間を通じて発生事例が報告されている。

I 北海道の茎疫病菌レース分布

茎疫病菌 *P. sojae* には、ダイズ品種に対する病原性の異なる系統（レース）の存在が知られている。北海道立農業試験場（以下、道立農試）では道内の茎疫病菌レース分布を把握するため、1978年から86年にかけて採集した49菌株を米国で開発された判別法により分類した結果、うち45菌株が米国の既知レースとは異なる反応を示す21種類の新規レースに区分された。米国判別品種による道内分離菌株の分類は実用性に乏しいと考えられたため、国内ダイズ6品種を判別品種として新たに選定して上記分離菌株を4レース群（I～IV）10レース（A～J）に分類した。この方法に従って検定した結果、道内の主要転作地帯から採集した菌株の主要レースはA・D・Jの3種類であることが判明した（土屋ら, 1990）。

II 真性抵抗性品種による対策

茎疫病予防対策として、北海道育成ダイズ品種の道内主要レースに対する特異的抵抗性（真性抵抗性）について調査した。KAUFMANN（1958）に準じた幼苗接種法による調査の結果、11品種中7品種がレースAに対する

真性抵抗性を示し、レースDに対しても‘ユキホマレ’、‘トヨムスメ’等5品種が真性抵抗性を示すと判定された（表-1）。以上の結果から、レースA・D優占圃場については真性抵抗性品種の作付けにより茎疫病の被害を軽減できると考えられる。

一方、レースJに対して抵抗性を示す道育成品種はなく、現在、レースJを含め北海道で分離された10レースすべてに対して真性抵抗性を示す母材‘はや銀1’を用いた抵抗性育種素材の開発を行っている。

III 圃場抵抗性研究への転換

道育成品種の多くは、一つないし複数のレースに対して真性抵抗性を示すことから、圃場の優占レースを把握し、当該レースに対する真性抵抗性ダイズ品種を作付けすれば茎疫病の発生を回避できると考えられた。しかし、茎疫病菌にはその病原性を変異させ、ダイズのもつ真性抵抗性を打破する例が知られている。米国ではこれまでにダイズから14の茎疫病抵抗性遺伝子が同定され、これら抵抗性遺伝子型に基づき55レースを分離しているが（LEITZ et al., 2000）、特定のレースに対する真性抵抗性の効果は8～10年程度との報告例もあり（SCHMITTHENNER et al., 1994）、真性抵抗性のみでは茎疫病



図-1 ダイズ茎疫病の症状
左：発症個体の大部分は枯死に至る、右：地際部の病斑の様子。

Studies on Resistance to *Phytophthora sojae* in Soybean in Hokkaido. By Yoko YAMASHITA
(キーワード：ダイズ茎疫病, 真性抵抗性, 圃場抵抗性)

表-1 道育成品種の真性抵抗性と圃場検定による抵抗性評価

外觀区分	品種名	真性抵抗性			抵抗性評価 (圃場検定)			
		A	D	J	2005	2006	2007	総合
小粒白目	スズマル	S	S	S	中	中	中	中
	ユキシズカ	R	R	S	弱	弱	中	弱
中粒白目	トヨコマチ	R	S	S	強	強	強	強
	ユキホマレ	R	R	S	強	強	強	強
大粒白目	トヨハルカ	R	R	S	強	強	強	強
	トヨムスメ	R	R	S	強	強	強	強
極大粒白目	ツルムスメ	S	S	S	強	強	強	強
	ユウヅル	R	S	S	中	中	中	中
中粒褐目	キタムスメ	S	S	S	中	強	中	中
大粒黒豆	中生光黒	R	R	S	弱	弱	弱	弱
	トカチクロ	S	S	S	中	中	中	中

R：抵抗性，S：感受性。

に対する長期的効果は期待できない。

一方、近年では真性抵抗性とは異なる作用機構で発揮される「圃場抵抗性」が注目されている。圃場抵抗性はレース非特異的に発揮され、初生葉展開期以降に作用すると考えられる抵抗性で、圃場抵抗性ダイズは茎疫病菌に感染するものの、発病は軽微で収量に影響はない。また、真性抵抗性が一つないし少数の遺伝子座に支配されるのに対し、圃場抵抗性は多数の遺伝子が関与する量的形質であると示唆されるため (BURHAM et al., 2003)、抵抗性打破のリスクは比較的低いと考えられる。北海道では、生育中期以降の茎疫病発生例が多いことから圃場抵抗性の利用が有効だと考えられたため、他府県に先駆けて圃場抵抗性研究に着手した。

IV 圃場抵抗性検定法の開発

茎疫病圃場抵抗性研究に当たっては、その抵抗性を評価する検定法の確立が必要不可欠である。米国では圃場および室内における圃場抵抗性検定法が既に開発されているが (McBLAIN et al., 1991)、室内検定法は試験期間が1か月未満と短いため、開花期以降の抵抗性評価は困難である。実際の栽培条件に近い環境で抵抗性検定を行うために、道立農試では圃場を用いた抵抗性検定法を開発したので、その経緯を以下に紹介する。

(1) 検定圃場の造成

道立中央農試遺伝資源部 (旧 北海道立植物遺伝資源センター) では、1999 年より空知地方滝川市の水田に検定圃場を造成し、試験を行ってきた。造成圃場の土壌は高粘性で排水性が極めて悪く、茎疫病的発生に好適な条件を備えており、ダイズ栽培を開始した初年度から茎疫病的発生が認められた。



図-2 検定圃場における多湿処理
給水当日の様子。翌日には自然浸透により表面
滞水は見られなくなる。

造成した圃場で安定的に茎疫病的を多発生させるため、当初はダイズ連作による菌密度の増加を試みたが、土壌保水性の低下により発生が安定しなかったことから、現在ではダイズと水稻を交互に栽培している。

また、茎疫病は高温多湿条件で発生しやすいため、夏期に1日おきに地表面から5 cm 程度湛水するまで給水し、圃場を多湿状態に保つことで茎疫病的の発生を助長している (図-2)。なお、生育ステージが早い時期ほど茎疫病的に対する感受性が高いため、播種期を慣行栽培より1か月程度遅い6月中旬に設定している。

造成圃場に存在するレースを把握するため、圃場から分離した菌株を土屋ら (1990) が提案した判別品種6点に加えて、A～J すべてに真性抵抗性を示す遺伝資源‘はや銀1’を用いてレース判定を行った。その結果、造成圃場には北海道転作地帯の主要レースであるA・Dの存在が確認された。また、‘はや銀1’を侵す新規レース

と考えられる菌株も3種類（新レース①～③）分離された（表-2）。

（2）試験処理条件および調査時期の検討

多湿圃場を用いた圃場検定法確立のため、2005年から07年にかけて多湿処理期間および発病調査時期について検討した。

多湿処理期間については2005年の結果より、8月1日からの20日間では短すぎると考えられた（図-3A）。そこで、2006・07年には7月20日前後より40日間程度多湿処理を行ったところ、兩年とも茎疫病が多発生し、多くの個体が枯死に至った（図-3B・C）。特に、2007年は6月から7月にかけてまとまった降雨がなく、多湿処理開始前には茎疫病の発生は皆無だったが、8月下旬には枯死個体率が80%に達した品種もあり、処理開始前から発病の認められた06年とほぼ同程度に発病した。

枯死個体率は、8月下旬以降ほとんど増加しなくなる。一方、9月中旬以降では、登熟による老化と茎疫病による枯死との区別が困難になる。このため、発病調査時期は、多湿処理が終了し調査がやりやすくなる9月上

旬が最適だと考える。

（3）抵抗性評価基準品種の選定

抵抗性評価の基準となる品種は、レース分布の影響を受けにくいものが望ましいことから、北海道の10レースすべてに感受性の遺伝資源16品種・系統を基準品種候補として圃場検定に供試した。

その結果、供試した10レース感受性遺伝資源の枯死個体率は3か年でおおむね同様の傾向を示し、‘中系173号’では少ない年でも60%程度の個体が枯死した一方で、‘ユウヒメ’、‘幌加内在来’等ではほとんど枯死が見られなかった（図-4）。供試した16品種・系統の枯死個体率は連続的な分布を示したため、抵抗性は「強」、「中」、「弱」の3段階で評価することとして、各段階の基準品種を選定した（表-3）。

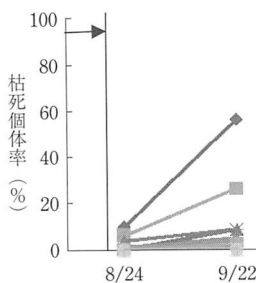
なお、3か年の試験結果から熟期と圃場での抵抗性の関連性は認められなかったが、熟期の早晩による草勢の違いが発病のしやすさに影響を及ぼす可能性が考えられるため、抵抗性「中」、「強」基準品種については熟期や遺伝背景の異なる複数の遺伝資源を選定している。

表-2 国内判別品種を用いた北海道分離菌株の分類

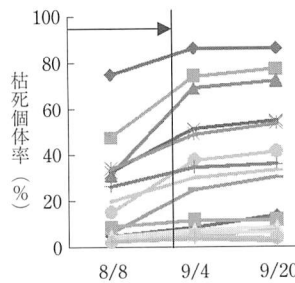
レース判別品種	レース群 I				II			III	IV				
	A	B	C	E	D	F	G	H	I	J	①	②	③
キタムスメ	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
イスズ	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S
中生光黒	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	R	S
トヨスズ	R	R	S	S	R	R	S	S	S	S	R	R	S
黄宝珠	R	R	R	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S
ゲデンシラズ1号	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	R	S	S
はや銀1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S

R：抵抗性，S：感受性。網掛けは検定圃場で分離した菌株のレースを示す。

（A）多湿処理（20日間）



（B）多湿処理（40日間）



（C）多湿処理（43日間）

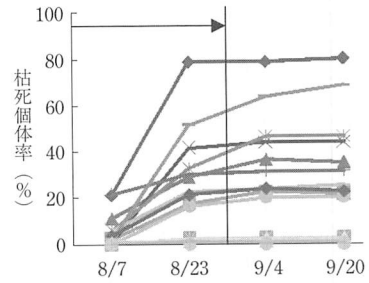


図-3 10レース感受性遺伝資源16点の枯死個体率の推移（A：2005年，B：2006年，C：2007年）

矢印は多湿処理期間を示し、年次間で同じ記号は同一品種を示す。

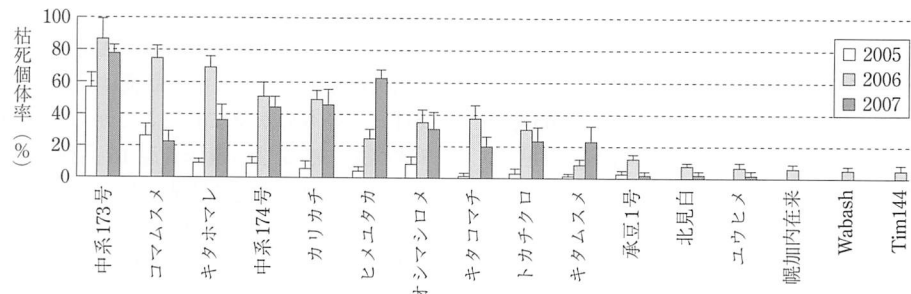


図-4 10 レース感受性遺伝資源の検定圃場における枯死個体率

表-3 抵抗性評価基準品種の来歴と北海道における熟期

抵抗性	品種名	熟期	来歴
強	ユウヒメ	中の晩	奥原 1 号×木造在来
	幌加内在来	極早	北海道収集遺伝資源
中	中系 174 号	極晩	北海道育成系統
	カリカチ	中の早	十勝長葉×上春別在来
	トカチクロ	中の晩	十育 122 号×中生光黒
弱	中系 173 号	晩	北海道育成系統

V 圃場検定による北海道主要品種の抵抗性評価

北海道主要ダイズ 11 品種を圃場検定に供試した結果、3 年にわたり安定的な結果を得られたため、各品種の抵抗性を評価した。供試した中・大粒白目品種はいずれも抵抗性「強」と判定された一方、抵抗性の弱い品種も認められた (表-1)。

供試品種の抵抗性評価は、圃場から分離した茎疫病菌株に対する真性抵抗性の有無とは一致せず、本検定法により圃場抵抗性を含めた評価が可能だと考えている。今

後も圃場検定を継続し、評価の安定性を検証する必要がある。

お わ り に

従来の茎疫病抵抗性研究は少数遺伝子に支配され、解析が容易な真性抵抗性が中心であった。今回開発した圃場検定法により、当面は道立農試で育成された材料について圃場抵抗性を含めた茎疫病抵抗性の評価が可能となった。

北海道では、ダイズ転換畑作付けの増大傾向に伴い被害の拡大が懸念されている。今後は開発した検定法による評価の安定性を検証するとともに、圃場抵抗性の遺伝解析および遺伝資源の探索なども行っていきたい。

引 用 文 献

1) BURHAM, K. D. et al. (2003) : Crop Sci. 43 : 1610 ~ 1617.
2) HILDEBRAND, A. A. (1959) : Can. J. Bot. 37 : 927 ~ 257.
3) KAUFMANN, M. J. and J. W. GERDEMANN (1958) : Phytopathology 48 : 201 ~ 208.
4) LEITZ, R. A. et al. (2000) : Plant Dis. 84 : 487.
5) McBLAIN, B. A. et al. (1991) : Crop Sci. 31 : 1412 ~ 1417.
6) SCHMITTHENNER, A. F. et al. (1994) : Plant Dis. 78 : 269 ~ 276.
7) 土屋貞夫ら (1978) : 日植病報 44 : 351.
8) ———ら (1990) : 同上 56 : 144.

(新しく登録された農薬 4 ページからの続き)

すいか：アブラムシ類：収穫前日まで
メロン：アブラムシ類：収穫前日まで
かぼちゃ：アブラムシ類：収穫前日まで
いちご：アブラムシ類：収穫前日まで
ごぼう：アブラムシ類：収穫 7 日前まで
だいず：マメシクイガ、ジャガイモヒゲナガアブラムシ：
収穫 7 日前まで
だいず (無人ヘリコプターによる散布)：マメシクイガ、
ジャガイモヒゲナガアブラムシ：収穫 7 日前まで
うめ：アブラムシ類：収穫前日まで
ピーマン：アブラムシ類、タバコガ：収穫前日まで
キャベツ：アオムシ、コナガ、アブラムシ類、ヨトウムシ、
タマナギンウワバ：収穫 3 日前まで
はくさい：アオムシ、コナガ、アブラムシ類、ヨトウムシ：

収穫 14 日前まで
だいこん：アオムシ、コナガ、ヨトウムシ、ハイマダラノメイガ、アブラムシ類：収穫 30 日前まで
ブロッコリー：コナガ、アブラムシ類：収穫 3 日前まで
カリフラワー：コナガ、アブラムシ類：収穫 3 日前まで
レタス：アブラムシ類、ヨトウムシ：収穫 7 日前まで
リーフレタス：アブラムシ類、ヨトウムシ：収穫 14 日前まで
たまねぎ：アザミウマ類、ネギコガ、ハスモンヨトウ：収穫 7 日前まで
ねぎ：アザミウマ類、ネギコガ、シロイチモジヨトウ：収穫 7 日前まで
ハスカップ：ハマキムシ類、アブラムシ類：収穫 3 日前まで
アスパラガス：ジュウシホシクビナガハムシ、ヨトウムシ、アブラムシ類：収穫前日まで

(12 ページに続く)