

ダイズ病害虫抵抗性品種の育成状況と今後の展望

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 まつ なが りょう いち
松 永 亮 一

はじめに

日本国内の主なダイズ育種実施機関は東北農業研究センター（秋田県刈和野）、九州沖縄農業研究センター（熊本県西合志町）、作物研究所（茨城県つくば市）、国の指定試験地として北海道立十勝農業試験場、北海道立中央農業試験場、長野県中信農業試験場であり、現在、国内で栽培されているダイズ品種のほとんどはこれらの試験研究機関により育成された品種からなっている。さらに、これらの機関に加えて2001年4月より近畿中国四国農業研究センター（香川県善通寺市）において温暖地向け品種の育成が新たに開始されることとなっている。各ダイズ育種実施機関では担当地域で深刻な被害を引き起こしている病害虫に対して抵抗性をもつ品種を育成することによって、地域のダイズの安定生産に大きく貢献している。本稿では九州沖縄農業研究センターにおいて重要な育種目標となっているハスモンヨトウ抵抗性品種の育成状況についてやや詳しく述べることとし、他の育成機関で抵抗性品種の育成が重要な育種目標となっている重要病害虫とその抵抗性品種の育成状況については簡単にふれるだけにとどめる。

I ダイズわい化病抵抗性品種の育成

北海道立中央農業試験場ならびに北海道立十勝農業試験場

ダイズわい化病は、1950年代前半に北海道南部で異常生育症状として認められたのが最初であり、あまり時間を経ずして道南地域全体に広がった（三分一、1998）。以来、1960年代前半には道中部、後半には全道で発生が確認されたほか、1970年代には東北北部でも発生が確認されるなど、被害は急速に拡大している。ダイズわい化病の被害は著しい場合で収量が50%以下となり、被害が少ない場合でも罹病個体は落葉が著しく遅くなるので収穫作業の大きな障害となる。本病の主な感染源となっているのはクローバ類であり、ダイズ作付地帯のク

ローバの感染率は100%に近いといわれる。これを伝搬するのは野外に最も一般的に見られるジャガイモヒゲナガアブラムシであり、確実な防除が困難なため北海道における難防除病害として早くから抵抗性品種の育成が行われている。

抵抗性母本として完全な抵抗性ではないが‘黄宝珠’、‘Adams’が知られている。現在では、ダイズわい化病抵抗性‘強’の‘ツルコガネ’（中央農試1984年），“やや強”の‘ツルムスメ’（中央農試1990年）, ‘いはいくろ’（中央農試1998年）が育成されている。これらの抵抗性品種は発病個体率が少なく、罹病個体の被害程度も少ない。実際の栽培では抵抗性品種と農薬処理の併用によって本病被害の軽減を図っているが、抵抗性水準の高い遺伝資源の探索および育種素材の開発が強く求められている。なお、近年、東北北部地方に発生が見られるようになったが、この地域での栽培に適したダイズわい化病抵抗性品種は育成されていない。

II 茎疫病抵抗性品種の育成

北海道立十勝農業試験場ならびに北海道立中央農業試験場

アメリカでは歴史的な重要病害であるが、北海道で発見されたのは1970年代後半になってからである（三分一、1998）。本病の病原系統の分化は大きく、4群（I, II, III, IV）に属する10レース（A~J）が分離されている。茎疫病は立枯性病害の一つであり、排水不良な転換畑等の圃場で被害が見られ、北海道ではレース群IとIIが広く分布している。レース群IとIIに対して抵抗性をもつ品種として‘トヨムスメ’（十勝農試1985年）, ‘十育233号’（十勝農試2001年）がある。

III ダイズシストセンチュウ抵抗性品種の育成

1 北海道立十勝農業試験場ならびに北海道立中央農業試験場

北海道におけるダイズシストセンチュウの生息と被害は明治時代にも記録があるが、実際に被害が拡大していったのは1920年代に入ってダイズおよび他のマメ類の作付けが著しく増加したためと考えられている（三分一、1998）。ダイズシストセンチュウ抵抗性の母本とな

Breeding of Resistant Soybean Varieties to the Crucial Pest-diseases in Japan. By Ryoichi MATSUNAGA

（キーワード：ダイズ, 抵抗性品種, ダイズわい化病, 茎疫病, ダイズシストセンチュウ, ダイズモザイクウイルス病, ハスモンヨトウ）

ったのは当初‘黒莢三本木’系であったが、次いで‘下田不知’系が使われるようになった。その結果、‘下田不知’系の抵抗性を導入した‘トヨスズ’（十勝農試 1966 年）、さらに多収化した‘トヨムスメ’（十勝農試 1985 年）、早生化した‘トヨコマチ’（十勝農試 1988 年）、青ダイズの‘大袖の舞’（十勝農試 1992 年）が育成されている。

しかしながら、十勝地方にはダイズシストセンチュウのレース 1, 3, 5 の分布が確認されており、分布の多いレース 3 については‘下田不知’系の抵抗性品種で被害を軽微に抑えることができるが、レース 1, 5 については‘下田不知’系は抵抗性を示さず、著しい被害を受ける。これに対して‘Peking’系ではレース 1, 5 に対しても抵抗性を示すので、中国産の‘Peking’系の抵抗性を積極的に導入する育種が進められ、小粒の‘スズヒメ’（十勝農試 1980 年）がダイズシストセンチュウ抵抗性‘極強’品種（レース 1, 3 抵抗性）として育成された。しかしながら、この抵抗性母本に由来する育成品種や系統は一般に根の生育が劣り、収量がやや劣る傾向にあり、今後の課題として残っている。

2 東北農業研究センター

ダイズシストセンチュウは東北地方においても重要な病害であり、抵抗性品種の育成は育種事業が始まった当初から重点化された育種目標となっている（高田, 1998）。抵抗性の育種素材となったのは在来種の中では最も強い抵抗性を示す‘下田不知’であり、まず、‘下田不知’の純系淘汰によって‘ネマシラズ’（1961 年）が育成された。以後、‘ネマシラズ’の気乾種子に放射線を照射して早生化した‘ライデン’（1966 年）、‘ライコウ’（1969 年）が、さらに交配育種によって‘オクシロメ’（1972 年）、‘ナンブシロメ’（1977 年）、‘ワセスズナリ’（1983 年）、‘フクシロメ’（1983 年）、‘トモユタカ’（1990 年）、‘リュウホウ’（1995 年）、‘ハタユタカ’（1999 年）など多数の抵抗性品種が育成されている。一方、‘Peking’系を育種素材に用いた高度抵抗性品種の育成は、品質、収量などの実用形質が劣ること、高度抵抗性と‘下田不知’系の抵抗性とを既存のセンチュウ汚染圃場で識別することが難しいなどの理由から、現在のところダイズシストセンチュウに対して高度抵抗性をもつ品種の育成には成功していない。

3 長野県中信農業試験場

‘下田不知’系の抵抗性をもつ‘ナカセンナリ’（1978 年）が育成されているが、関東地方では‘Peking’系の高度抵抗性に対する要望が強いことから、‘PI 90763’、‘NC 1-2’、‘PI 84751’など広義の‘Peking’系に属する遺伝資源を利用した高度抵抗性の品種育成が進められてい

る。

IV ダイズモザイクウイルス病抵抗性品種の育成

1 東北農業研究センター

ダイズモザイクウイルス（SMV）によるモザイク病は北海道南部から九州まで広範囲に発生する重要病害である（長沢ら, 1993）。感染源は SMV を保毒する種子より出芽した幼植物で、病原ウイルスはアブラムシにより伝搬する。生育初期に感染すると子実重が 20～50% 減収することもある。また、罹病種子は種皮に褐斑を呈するため外観品質が著しく低下する。SMV に対するダイズ品種・系統間の反応には明瞭な差異が認められる。SMV はその病徴により A, B, C, D および E の 5 系統に分けられ、特に A, B は全国的に分布しており、現在普及しているダイズ品種のうち、ダイズモザイクウイルス病の心配のない北海道の育成品種や‘丹波黒’などの在来種を除いたほとんどの普及品種が、SMV-A および B に対して抵抗性をもっている。一方、山形、福島、栃木、埼玉県などの南東北～北関東の地方では SMV-A, B に加えて、C, D も発生することから、これら 4 系統に対して抵抗性をもつ品種の育成が重要である。とくに C, D 抵抗性の育種素材となったのは‘Harosoy’であり、A, B, C, D の 4 系統に対して抵抗性をもつ‘スズユタカ’（1982 年）、‘タチユタカ’（1987 年）、‘ハタユタカ’（1999 年）が育成された。さらに、A, B, C の 3 系統に対して抵抗性をもつ品種として、‘トモユタカ’（1990 年）、‘リュウホウ’（1995 年）、‘鈴の音’（1995 年）、‘おおすず’（1998 年）、‘たまうらら’（1999 年）が育成されている。

2 長野県中信農業試験場

近年、中国地方を中心に‘丹波黒’の栽培が増えている。‘丹波黒’は SMV-A, B 系統に対して感受性であり、しかも通常の採種事業では褐斑粒を除外できないため SMV の汚染源となりやすい。一方、関東地方では、C, D 系統の発生が見られるので、SMV に対して高度抵抗性（A, B, C, D の 4 系統に対する抵抗性）をもつ品種育成は重要な育種目標となっている。このことから、‘Harosoy’に由来する抵抗性をもつ‘アヤヒカリ’（1991 年）、‘ギンレイ’（1995 年）、‘みすず黒’（1997 年）が、また、‘Harosoy’と同じ抵抗性遺伝子をもつ‘ホウレイ’（1987 年）に由来する‘ほうえん’（1997 年）、‘すずこがね’（1998 年）、‘あやこがね’（1999 年）が、さらには、‘小糸在来’を抵抗性の交配母本とした‘さやなみ’（1997 年）、‘タママサリ’（1998 年）が育成されてい

る。

V ハスモンヨトウ抵抗性品種の育成

九州沖縄農業研究センター

西南暖地のダイズ生産を不安定としている大きな要因の一つとして、ハスモンヨトウ、カメムシ類などの害虫による葉、莢実の食害があげられる。特にハスモンヨトウの防除は、時期を逸すれば、畑の大部分の葉を食害され、激しく減収する。西南暖地の重要害虫であるハスモンヨトウに対して抵抗性をもつ遺伝資源が探索され、‘ヒメシラズ’、‘操田大豆’、‘IAC 100’などの耐虫性品種が見いだされている。しかしながら、これらのハスモンヨトウ耐虫性品種は、極晩生、褐目小粒、耐倒伏性が弱であったりして、そのままでは実用性に乏しいため、交配育種によって耐虫性遺伝子を普及品種へ導入することが強く求められている。耐虫性は、選好性、抗生性（致死あるいは生長阻害）、耐性（回避性、補償性）に分けられ、育種圃場ではこれらを複合した耐虫性の選抜を実施しているが、幼虫の発生時期や密度などが圃場内、年次により大きく変動するため、ハスモンヨトウ抵抗性ダイズの正確な圃場選抜は困難である。そこで、簡便に耐虫性を判定できる手法として、選好性程度の品種・系統間差を利用した室内選好性選抜法を開発し、ハスモンヨトウ抵抗性ダイズ品種育成の効率化を図ってきた（中澤ら、1984；羽鹿ら、1993）。

室内選好性選抜法の手順は次の通りである。

① 径9 cmのシャーレに蒸留水で湿らせた沱紙を敷き、その上に1.5 cm角に切った標準品種（ハスモンヨトウ非抵抗性品種である‘アキシロメ’または‘アキシシロメ’）の生葉ならびに選好性程度を判定したい試験品種・系統の生葉、各1枚ずつを並べる。

② 25℃、14時間日長で飼育したふ化10日後のハスモンヨトウ幼虫（3～4齢）に18時間摂食させる。

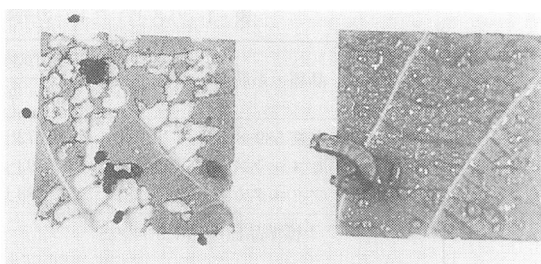
③ 各葉片の摂食割合を0～10の11段階で評価する。

④ 1回の試験は原則10反復とし、選好性程度をPIとして以下の式から算出する。

$$PI = 2 * \sum T / (\sum S + \sum T)$$

ただし、 $\sum S$ 、 $\sum T$ はそれぞれ標準葉、試験葉の摂食割合の総和。PIは0～2の値をとり、1より小さければ標準品種より非選好性と判定される。

図-1に見られるように、抵抗性品種と非抵抗性品種に対するハスモンヨトウ幼虫の摂食選好性は大きく異なり、特に両者を同時に与えた場合に選好性の差が顕著に現れることを利用して、ハスモンヨトウ抵抗性を有する品種・系統が選抜できる。実際にハスモンヨトウ抵抗性



‘アキシロメ’
(標準品種)

‘ヒメシラズ’

図-1 ハスモンヨトウ抵抗性品種‘ヒメシラズ’と非抵抗性品種‘アキシロメ’生葉の選好性程度の品種間差異

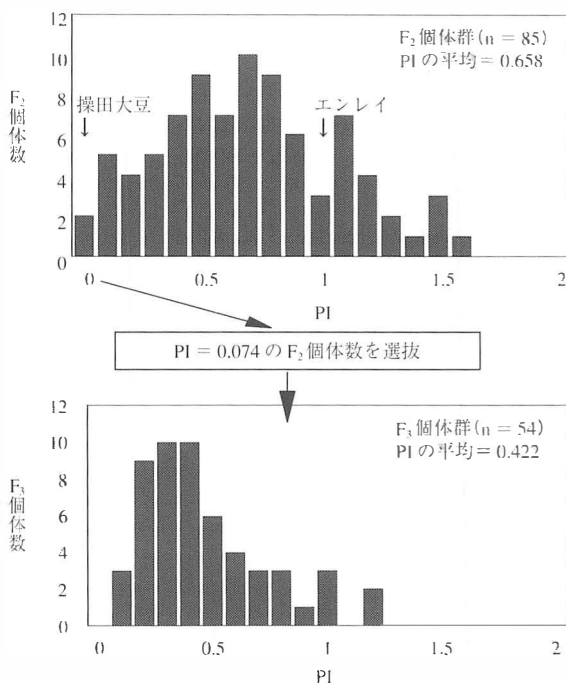


図-2 エンレイ/操田大豆の F₂ 個体群での室内選好性選抜法による選抜効果

品種‘操田大豆’と非抵抗性品種‘エンレイ’の交配後代である F₂ 個体群について室内選好性選抜法を用いて、選好性程度の低い個体を選抜すると選好性程度のより低い F₃ 個体群を選抜でき（図-2）、室内選好性選抜法がハスモンヨトウ抵抗性品種の育成に有効であることがわかる。

室内選好性試験は耐虫性判定法の中では比較的簡便な手法であるので、膨大な選抜個体・系統群を扱う育種研究では好都合である。そこで、‘納豆小粒’×‘ヒメシラズ’（ハスモンヨトウ抵抗性品種）の交配後代について、品

表-1 ハスモンヨトウの選好性程度と飼育試験の結果 (1998 年)

品種・系統名	選好性程度	飼育試験で得られた蛹重 (mg)		蛹化日数 (日)	
	PI 値*	♀	♂	♀	♂
九交 589-8-5	0.296	272±30	256± 8	19.4±0.5	18.9±0.4
ヒメシラズ	0.475	193±21	181±13	21.5±0.5	22.4±0.6
フクユタカ	1.381	388±28	372±13	18.1±0.6	17.4±0.3

* 標準品種はアキシロメ。

表-2 九交 589-8-5 の特性一覧 (1998 年 7 月播, 防除圃場)

品種・系統名	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	収量 (kg/a)	百粒重 (g)	粒形	粒色	臍色	紫斑	裂皮	光沢	品質	青立*	倒伏
九交 589-8-5	8.22	10.25	38.5	10.2	だ円	黄白	黄	微	無	無	上下	微	無
納豆小粒	8.15	10. 9	25.9	9.8	だ円	黄白	黄	少	甚	無	中下	甚	無
ヒメシラズ	8.31	11.16	16.9	9.6	だ円	黄白	淡褐	無	無	微	中中	無	中

* 無防除圃場での成熟期の観察結果。

質・収量性等の通常の選抜に加えて、選好性選抜法による選抜を行い、ハスモンヨトウに対する選好性程度が‘ヒメシラズ’と同様に低く (表-1)、『納豆小粒』に比べて収量が高い良質の白目小粒系統 (‘九交 589-8-5’) が選抜できた (表-2)。本系統は、晩生の秋ダイズ品種であり、無防除圃場においてもほとんど青立ちせず、カメムシ類に対する耐性のある程度有しているものと推定される。また、白目小粒であるため納豆向きの良質品種として期待されている。

耐虫性には選好性、抗生性 (致死あるいは生長阻害)、耐性 (回避性、補償性) とがあり、これらは別個の機作に支配されていると考えられている。ハスモンヨトウ抵抗性ダイズである ‘ヒメシラズ’ については、ハスモンヨトウに対して非選好性であるばかりでなく抗生性を兼ね備えていることがわかっている (羽鹿ら, 1998) 。‘九交 589-8-5’ の抗生性程度を調べるため、‘ヒメシラズ’ と九州の基幹品種である ‘フクユタカ’ とともに、それらの生葉のみを与えてハスモンヨトウの幼虫をふ化直後から蛹になるまで飼育した。その結果、‘九交 589-8-5’ は ‘フクユタカ’ に比べ蛹重が低下し蛹化日数が延び (表-1)、非選好性であるばかりでなく抗生性についても ‘ヒメシラズ’ ほどではないが兼ね備えていることが確認された。‘九交 589-8-5’ については、‘九系 279’ の系統名を付し、2000 年度から系統適応性検定試験に供試して評価している。

VI その他の病虫害抵抗性品種の育成状況

本稿で紹介しなかった他の病虫害については、各育成機関とも自然感染あるいは自然発生に基づく育種圃場で

の選抜に頼っている。例えば、紫斑病発生地域では、数年に一度は発生の多い年があり、抵抗性 “弱” の育成系統を選抜から外すことが可能である。一方、黒根腐病、白絹病などの立枯性病については、最近、国産ダイズの作付け面積が急激に増加するなかで湿害の危険の高いダイズ連作田で急増することが危惧され、抵抗性品種育成のニーズが高まっている。このため、例えば、東北農業研究センターでは黒根腐病抵抗性の遺伝資源の探索を実施し、いくつかの抵抗性 “強” の素材を見つけている (中島ら, 1994)。

お わ り に

病虫害抵抗性品種を育成するためには、実用性の高い抵抗性をもつ育種素材の開発が必須であると同時に、適正な抵抗性の評価法を確立する必要がある。各育成機関とも、毎年度、数多くの遺伝資源を評価することによってより有効な抵抗性をもつ育種素材の開発に努めている。例えば、東北農業研究センターでは 1998 年までに 1,041 品種の SMV に対する抵抗性を検定し、そのうち 9 品種がすべての病原系統に抵抗性をもつことを明らかにしている (高田, 1998)。また、九州沖縄農業研究センターでは栽培ダイズばかりなく、野生ダイズ (羽鹿ら, 1995) を対象として、毎年度 100 品種・系統以上の遺伝資源のハスモンヨトウ抵抗性の評価を継続している。なお、遺伝子組み換え技術を用いることで、新たな抵抗性遺伝子をもった育種素材の開発研究も可能ではあるが、現在のところ、前出のダイズ育種実施機関では取り組まれていない。

本稿で紹介した難防除病虫害に対する抵抗性育成材料

の選抜には、汚染圃場の維持、害虫、媒介昆虫の大量飼育などに多大な労力と時間を要する。例えば、九州沖縄農業研究センターではハスモンヨトウの幼虫を使って抵抗性を効率良く評価できる室内選抜法を開発しているが、そのために、生育のそろったハスモンヨトウを供試できるように多量の幼虫を年間飼育している。また、北海道ではダイズわい化病抵抗性の検定法として、年次による発病が不安定な自然感染圃場での検定、または効率の劣る保毒アブラムシの人工接種法に頼らざるを得ないのが現状である。このような煩雑であったり精度に問題のあるバイオアッセイを伴う病害虫の選抜法を効率化させるために、現在では、抵抗性の選抜に有効な遺伝子マーカーを開発しようとする研究が各育成機関で始まっている。例えば、北海道立十勝農業試験場ではダイズシストセンチュウ抵抗性、北海道立中央農業試験場ではダイ

ズわい化病抵抗性、東北農業研究センターではダイズシストセンチュウ抵抗性、長野県中信農業試験場ではダイズモザイクウイルス病抵抗性、作物研究所では黒根腐病抵抗性、九州沖縄農業研究センターではハスモンヨトウ抵抗性について精度の高い遺伝子マーカーの開発に着手している。

引用文献

- 1) 羽鹿牧太ら (1993): 九農研 55: 40.
- 2) ———ら (1995): 育種 45(別1): 205.
- 3) ———ら (1998): 同上 48(別2): 298.
- 4) 中島 隆ら (1994): 東北農試研報 88: 39~56.
- 5) 長沢次男ら (1993): 東北農試研究資料 14: 1~44.
- 6) 中澤芳則 (1984): 日作九支報 51: 25~27.
- 7) 三分一 敬 (1998): 北海道における作物育種, 三分一 敬監修, 北海道協同組合通信社, 北海道, pp. 100~120.
- 8) 高田吉丈 (1998): 研究成果 50 年, 東北農業試験場, 岩手, pp. 183~188.

新刊図書

フェロモン剤利用ガイド

同書編集委員会 編集 B5判 口絵カラー7頁 本文111頁

定価 2,730 円税込み (本体 2,600 円) 送料 310 円

発生予察用フェロモン剤 32 項目、防除用フェロモン剤 15 項目(交信かく乱剤と大量誘殺剤)について、利用できる剤やトラップ(口絵写真付き)の紹介から、使用する際の注意点までを実際に活用している専門家が詳しく解説。基礎的なフェロモンの知識も一般の方でもわかりやすく解説してあります、口絵では混入する昆虫も紹介しており、対象害虫との見比べが可能です。

お申し込みは直接当協会へ、前金(現金書留・郵便振替)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

! 当協会発行の年刊図書・資料 !

農薬適用一覧表 2000 年版

農林水産省農薬検査所 監修

—平成 12 年 9 月 30 日現在—

定価 13,650 円 (本体 13,000 円) 送料サービス

我が国で登録されている殺虫剤、殺菌剤、除草剤、植物成長調整剤の適用作物(適用病害虫)・目的等の一覧表。

農薬要覧 2000 年版

農林水産省農産園芸局植物防疫課 監修

—平成 11 農薬年度—

定価 7,560 円 (本体 7,200 円) 送料サービス

我が国で生産・出荷されている全農薬の数量・金額に関する統計資料。

農薬概説 第四版 2000 年版

農林水産省農産園芸局植物防疫課 監修

—農薬取扱業者研修テキスト—

植物防疫全国協議会 編集

定価 1,890 円 (本体 1,800 円) 送料 310 円

農薬取扱者が知っておかなければならない事項を解説したテキスト。法律や基準などの詳しい解説を掲載。

お申し込みは直接当協会へ、前金(現金書留・郵便振替)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