

ダイズ育成系統九系279のハスモンヨトウと ダイズカメムシ類に対する品種特性

遠藤 信幸¹⁾・和田 節¹⁾・水谷 信夫²⁾・高橋 将一¹⁾

(¹⁾九州沖縄農業研究センター・²⁾中央農業総合研究センター)

Possible resistance and tolerance of a soybean breeding line, Kyukei 279 to the common cut worm, *Spodoptera litura* and soybean stink bugs. Nobuyuki Endo¹⁾, Takashi Wada¹⁾, Nobuo Mizutani²⁾ and Masakazu Takahashi (¹⁾National Agricultural Research Center for Kyusyu Okinawa Region, Nishigoshi, Kumamoto 861-1192, Japan. ²⁾National Agricultural Research Center, Kannondai, Tsukuba 305-8666, Japan)

We investigated the occurrence of *Spodoptera litura* and three major stink bugs, *Riptortus clavatus*, *Piezodorus hybneri* and *Megacopta punctatissimum*, on three soybean cultivars/line - Kyukei 279 (line resistant to *S. litura* selected through laboratory tests), Fukuyutaka (standard cultivar) and Himeshirazu (resistant to *S. litura*) - in a field in Kumamoto, Western Japan, in 2001. The density of *S. litura* larvae was significantly lower on Kyukei 279 and Himeshirazu than on Fukuyutaka. The number of leaves damaged by colonies of newly hatched larvae was also lower on Kyukei 279 than on Fukuyutaka, suggesting that fewer egg masses were laid on Kyukei 279, and thus that *S. litura* females had less oviposition preference for Kyukei 279 than for Fukuyutaka. These results indicate that Kyukei 279 shows intermediate resistance to *S. litura* under field conditions. The larval and adult densities of the three stink bug species and the rates of bean damage by the bugs did not differ among the three cultivars/line. This suggests that none of the cultivars/line have resistance to the stink bugs. However, Kyukei 279 and Himeshirazu may have the tolerance with a higher compensation capability for stink bug attack than Fukuyutaka, since they are characterized by many pods with small beans.

Key words : Kyukei 279, resistance, soybean, *Spodoptera litura*, stink bugs

緒 言

九州地域のダイズ栽培における減収要因として害虫類が占める割合は高く、なかでも、ハスモンヨトウ (*Spodoptera litura* (Fabricius)) とカメムシ類による被害が大きな問題となっている (宮原, 1979; 小山, 1986)。現在のところ、防除は農薬散布に頼っており、水田転作にともなう作付けの増加が今後とも予想されるなか、環境負荷低減のためにこれら害虫に対する抵抗性品種の育成が望まれている。九系279はハスモンヨトウに対する抵抗性系統として、九州農業試験場 (現、九州沖縄農業研究センター) で納豆小粒とヒメシラズ (ハスモンヨトウ抵抗性) の交雑後代から、室内試験で選抜された (中澤ら, 1985; 羽鹿ら, 1993)。本系統はハスモンヨトウ幼虫に対し、生存率や蛹体重の低下、発育日数の延長

等の摂食・生育の阻害 (抗生性) を強く示すことが室内試験において明らかになっている (高橋ら, 未発表)。圃場レベルにおいても水谷ら (2001) が2000年に行った調査により、九系279では、現在九州の主力品種であるフクユタカに比べハスモンヨトウの幼虫密度を抑制することが確認されている。また、カメムシ類の密度については、九系279ではフクユタカとほぼ同じであったが、被害率はフクユタカに比べて低く、本系統はカメムシ類に対しても補償作用等の耐性を持つ可能性が示唆された。

そこで、本試験においては九系279、フクユタカおよびハスモンヨトウ抵抗性であるが実用形質の劣るヒメシラズの3品種・系統を用いて、2000年と同様にハスモンヨトウとカメムシ類に対する九系279の抵抗性を圃場レベルにおいて検証した。また、ハスモンヨトウについて

は、新たに白変葉を調べることにより産卵段階での影響を調べた。カメムシ類については、被害粒率やフェロモントラップへの誘殺数を2000年の結果と比較し、年次間での密度の違いを調べ、被害に与える影響を考察した。

本研究を行うにあたって、多大なご助力をいただいた九州沖縄農業研究センターの山田四雄氏、行徳さゆり氏、橋本聖代氏に厚くお礼申し上げる。

材料および方法

1. 調査圃場

調査は、2001年に九州沖縄農業研究センター（熊本県菊池郡西合志町）内のダイズ圃場で行った。面積約20aの圃場内を3つのブロックに分け、各ブロック内に九系279、フクユタカ、ヒメシラズを1区0.9aで栽培した。播種は7月10日に株間14cm、畝間70cmで行い、播種後の管理は当地の慣行に従ったが、農薬散布は全く行わなかった。収穫は九系279およびフクユタカが10月31日、ヒメシラズは11月13日にそれぞれ行った。

2. ハスモンヨトウおよびカメムシ類の密度調査

ハスモンヨトウおよびカメムシ類の密度調査をダイズ開花初期の8月22日から収穫前の10月31日まで週に1度、次に示す払い落とし法を用いて行った。各試験区両端の2畝を除き、中央5畝について各畝を10個の小区画に分け、各調査日に各畝から1つずつ、5つの小区画を選んだ。各小区画内の中央3株について、株元に白色の傘（直径約1m）を置き、これら3株を同時に叩いて傘内に落下したハスモンヨトウ幼虫とカメムシ類（ホソヘリカメムシ *Riptortus clavatus* (Thunberg), イチモンジカメムシ *Piezodorus hybneri* (Gmelin), マルカメムシ *Megacopta punctatissimum* (Montandon)）の成・幼虫数を数えた（調査株数の合計は15株/試験区）。小区画は、調査箇所が試験区全体に分散するように抽出し、次の調査では、各畝の調査小区画を南に約4m移動し（南に小区画がない場合は北に戻す）、同一箇所が重複して抽出されるのを避けた。

2000年のカメムシ密度調査も同様の方法で行った（詳しくは水谷（2001）を参照）。

また、各品種・系統に産下されたハスモンヨトウの卵塊数の目安を知る目的で、ハスモンヨトウ孵化幼虫集団の食害に起因する白変葉の数を調べた。この調査では、密度調査時に毎回、試験区中央5畝の全株（約300株）を対象に白変葉を数えた。発見した白変葉には黄色のタグを付け、次回以降に重複して計数しないようにした。

また、ホソヘリカメムシ集合フェロモン (Leal et al., 1995) 50mgを処理したプラスチックベレットを誘引源

とする水盤トラップをダイズ圃場横に設置し、ホソヘリカメムシおよびイチモンジカメムシの誘殺数を記録した。調査は8月24日から11月9日まで3~4日間隔でトラップに誘殺されたカメムシを計測し、フェロモンルアーは2週間に1度更新した。

3. ダイズの被害および収量

ダイズ粒の被害および収量調査は各試験区から任意に10株を抽出し行った。収穫した子実を健全粒、肩粒およびしづわや吸汁痕などの異常が認められる奇形異常粒に分け、肩粒と奇形異常粒を被害粒とし、その全調査子実数に対する割合を被害粒率とした。また、健全粒については調査区当たりの重量を調べ、株当たりの健全粒数および1m²当たりの株数（10.9株）から10a当たりの収量を推定した。

結果

1. ハスモンヨトウおよびカメムシ類の密度

九系279とヒメシラズにおけるハスモンヨトウの幼虫密度は、調査期間前半の幼虫ピーク時（8月22日～9月14日）にはフクユタカに比べ、有意に低く（ $P < 0.05$ 、対数変換後2-way ANOVA, Tukey-Kramer検定）推移した（Fig.1）。しかし、期間後半（9月21日～10月

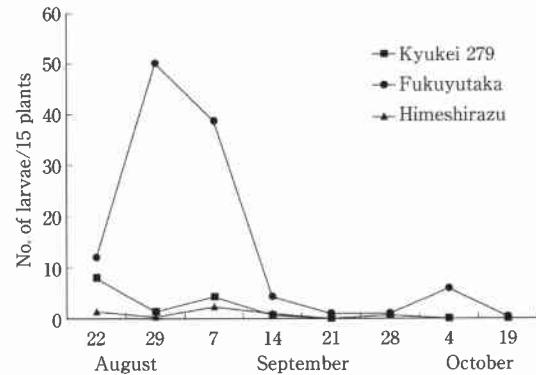


Fig. 1. Changes in *Spodoptera litura* larva density on the three soybean varieties.

11日）にはフクユタカにおいても幼虫密度が著しく減少し、品種・系統間で差が認められなかった。また、ピーク時におけるハスモンヨトウ幼虫密度は試験日により有意差が認められなかった（ $P > 0.05$ 、2-way ANOVA）。

ハスモンヨトウ幼虫ピーク期間（8月22日～9月14日）の白変葉数はヒメシラズで低くフクユタカで高く、両者の間に有意差が認められた（ $P < 0.05$ 、対数変換後2-way ANOVA, Tukey-Kramer検定）（Fig.2）。九系279はヒメシラズほどではないものの、フクユタカに比べ白変葉数が有意に少なかった（ $P < 0.05$, Tukey-

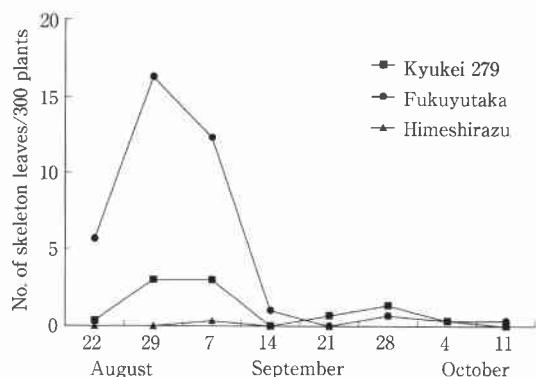


Fig. 2. Changes in incidence of skeleton leaves found on the three soybean varieties.

A skeleton leaf is a symptom of damage by a colony of newly hatched larvae of *Spodoptera litura*.

Kramer 検定)。また、ハスモンヨトウピーク期間の白変葉数は試験日により有意差が認められた ($P < 0.05$, 2-way ANOVA)。

カメムシ類の密度は調査したホソヘリカメムシ、イチモンジカムムシ、マルカムムシの成・幼虫ともヒメシラズで低い傾向が見られたが、いずれの品種・系統間においても有意差は認められなかった (Table 1)。

2. カムムシ類による被害および収量

ダイズ3品種・系統間のカムムシ類による被害および収量を Table 2 に示した。株当たりの莢数は九系279で最も多く、標準品種のフクユタカに比べ2倍以上であった。健全粒数、被害粒数は九系279とヒメシラズに比べ、フクユタカにおいて有意に少なかったが、被害粒率およ

び収量では3品種・系統間で有意な差は認められなかつた。

3. カムムシ類密度の年次間比較

ダイズ圃場脇のホソヘリカムムシ集合フェロモントラップに8月24日から11月9日の間に誘殺されたイチモンジカムムシとホソヘリカムムシの数を2000年と2001年で比較すると、イチモンジカムムシは年次間で誘殺数にはほとんど差が認められなかった (2000年: 125頭, 2001年: 184頭)。しかし、ホソヘリカムムシでは2000年は2001年の2.5倍以上の数が誘殺されていた (2000年: 471頭, 2001年: 178頭)。

また、払い落とし法によるカムムシ類成・幼虫の平均密度 (9月5日～10月12日の間の6回の調査) を2000年と2001年で比較すると、ホソヘリカムムシ、イチモンジカムムシでは年次間で密度に差はほとんど認められなかったが、マルカムムシにおいては、2000年は2001年に比べ九系279では5倍以上 (2000年: 9.53頭, 2001年: 1.89頭), フクユタカでも4倍以上 (2000年: 9.96頭, 2001年: 2.31頭) の密度であった。

考 察

本試験の結果において、ハスモンヨトウの幼虫密度はフクユタカに比べ九系279で有意に低かった。有意ではないものの、同様の傾向は水谷ら (2001) が行った2000年の試験においてもみられた。これらのことから、九系279は圃場レベルでもハスモンヨトウに対し抵抗性を有することが確認できた。しかし、2年間ともハスモンヨトウの少発生年であったことから、多発生年における抵

Table 1. Densities^{a)} (/3 plants) of stink bugs on the three soybean varieties

Varieties	<i>Riptortus clavatus</i> ^{b)}		<i>Piezodors hybneri</i> ^{b)}		<i>Megacopta punctatissimum</i> ^{b)}	
	adults	nymphs	adults	nymphs	adults	nymphs
Kyukei 279	0.28±0.10	0.56±0.32	1.06±0.22	1.94±0.91	2.50±0.28	1.28±0.36
Fukuyutaka	0.72±0.16	0.56±0.27	1.00±0.32	1.33±0.76	3.00±0.32	1.61±0.51
Himeshirazu	0.50±0.19	0.33±0.15	0.44±0.32	0.39±0.20	2.11±0.54	1.28±0.35

a) Each numeral represents the mean (\pm SE) of six surveys conducted from Sep. 7 to Oct. 4.

The data were analyzed statistically after log transformation.

b) No significant difference among varieties at the 5% level by 2-way ANOVA (variety × time).

Table 2. Damage to beans by stink bugs and yields of the three soybean varieties (mean ± SE)^{a)}

Varieties	No. of pods/plant	No. of non-injured beans/plant	No. of injured beans/plant	Percentage of injured beans	Yields (kg/10a)
Kyukei 279	138.9±3.1 a	179.5±6.7 a	78.3±7.1 a	29.8±3.0 a	210.6±3.5 a
Fukuyutaka	68.6±5.0 c	68.0±5.4 b	27.0±3.3 b	26.0±1.8 a	209.1±17.0 a
Himeshirazu	121.1±8.2 b	164.4±6.8 a	80.3±6.6 a	32.5±1.3 a	177.8±12.8 a

a) Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by 2-way ANOVA (variety × block) and Tukey-Kramer test.

Percentage of injured beans was analyzed after arcsine transformation. The other data were analyzed after log transformation.

抗性の程度を今後見定める必要がある。また、試験後半にはフクユタカにおいてもハスモンヨトウ幼虫密度の低下が認められたが、これは幼虫密度と白変葉数の推移がほぼ同じ軌跡を描いていることから、孵化直後にほとんどの幼虫が死亡したためと考えられる。

また、九系279はフクユタカに比べ白変葉数が少なかった。白変葉はハスモンヨトウ孵化幼虫による食害によって生じる被害葉のことであり、白変葉数の多少はそのままハスモンヨトウの卵塊数の多少と考えられる。よって、九系279はこれまで室内試験で確認されている抗生素作用の他に、ハスモンヨトウ雌成虫に対して産卵忌避や阻害を引き起こしている可能性が示唆された。

水谷ら（2001）が行った2000年の試験と本試験の結果を比較すると、カメムシ被害粒率は2000年にフクユタカで97%と極めて高かったのに対し、2001年では26%程度と被害が少なかった。また、収量も2000年は約3kgと非常に低かったのに対し、2001年では約210kgと大幅に増加した。この原因としてマルカメムシとホソヘリカメムシの関与が考えられる。マルカメムシの場合はダイズ子実を加害しないことから、直接的な子実被害は少ないと考えられてきた（友国ら、1993）。しかし、2000年のように密度が非常に高い場合、茎からの吸汁により子実に十分な栄養がいきわたらなくなり、その結果として種子の稔実低下をもたらしている可能性が考えられる。さらに、集合フェロモントラップのホソヘリカメムシに対する2000年の誘引数が、2001年の2.5倍以上であったことから、2000年の被害にホソヘリカメムシが大きな役割を果たしていた可能性が高い。

しかし、払い落とし法による密度調査の結果ではホソヘリカメムシの密度に年次間差がほとんど認められなかつた。これは見取り法や払い落とし法などのカメムシ密度調査法の限界を示すものと考えられる。ホソヘリカメムシは飛翔性が高く、密度調査時の気象や人為的搅乱が調査の精度に大きな影響を与える。より正確な密度を把握するためには人為的搅乱の影響を排除したフェロモントラップ等による調査方法が望ましいと考えられた。

一般に1つの害虫に抵抗性を示すものは、他の害虫にも抵抗性を示す（複合抵抗性）ことが多く（原・大庭、1981；服部、1984）、九系279においてもカメムシ類に対する抵抗性が期待されていた。しかし、本試験の結果、品種・系統間によるカメムシ類の密度に差が認められなかつたことから、カメムシ類のダイズ品種・系統に対する選好性に差はないと考えられた。九系279は2001年のように比較的のカメムシ類の密度が低い場合、感受性系統のフクユタカと収量、被害粒率ともほとんど変わらぬ

かったが、2000年のようにカメムシ類の密度が高い場合、フクユタカに比べ被害が少なかった。一般に小粒多莢品種は害虫による被害を軽減する補償作用が強いとされることや、摘莢により70%程度に莢数を制限しても収量減を招かない（Hicks and Pendleton, 1969）ことなどから、フクユタカに比べ小粒多莢である九系279は、カメムシ加害に対して収量低下を回避する能力が高いと考えられる。今後、これら抵抗性のメカニズムを解明することにより、より有効な抵抗性品種の育成が可能になるものと思われる。

引用文献

- 羽鹿牧太・中澤芳則・異儀田和典（1993）ハスモンヨトウに対するダイズの食害抵抗性の簡易検定法. 九農研 55: 40.
- 服部 誠（1984）ダイズ品種PL 229358とヒメシラズの3種の害虫に対する抵抗性. 北陸病虫研会報 32: 120-122.
- 原 正紀・大庭寅雄（1981）大豆の食葉害虫抵抗性品種について. 日作九支報 48: 65-67.
- Hicks, D. R. and J. W. Pendleton (1969) Effect of floral bud removal on performance of soybeans. Crop Sci. 9: 435-437.
- 小山重郎（1986）ダイズの主要害虫と対策 九州地域. 今月の農業 30 (4): 298-302.
- Leal, W. S., H. Higuchi, N. Mizutani, H. Nakamori, T. Kadosawa and M. Ono (1995) Multifunctional communication in *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae): conspecific nymphs and egg parasitoid *Ooencyrtus nezarae* use the same adult attractant pheromone as chemical cue. J. Chem. Ecol. 21: 973 - 985.
- 宮原義雄（1979）九州地方のダイズにおけるハスモンヨトウの発生生態. 植物防疫 33: 541-544.
- 水谷信夫・和田 節・高橋将一（2001）ダイズ育成系統九系279のハスモンヨトウとダイズカメムシ類に対する耐虫性. 九病虫研会報 47: 87-90.
- 中澤芳則・大庭寅雄・中村茂樹（1985）大豆品種の害虫抵抗性早期検定法 第2報 ハスモンヨトウに対する抗生素作用試験. 日作九支報 52: 52-54.
- 友国雅章・安永智秀・高井幹夫・山下 泉・川村 満・川澤哲夫（1993）日本原色カメムシ図鑑. 全国農村教育協会（東京），pp. 292.

（2002年4月30日受領；7月5日受理）