

宮城県のダイズ主要病害虫の IPM 体系に関する研究

5. 宮城県の主要ダイズ品種におけるべと病の被害と

葉および子実における発生

大場淳司, 滝澤浩幸¹⁾

Studies of Integrated Pest Management System of the Major Insect Pests and Diseases of Soybean in Miyagi Prefecture

5. Damaged by Downy Mildew and Infestation of Compound Leaves and Grains of Soybean Cultivars and Strains in Miyagi Prefecture

Atsushi OHBA, and Hiroyuki TAKIZAWA

抄 録

宮城県では、水田転換作物としてダイズが広く栽培されており、べと病のほか紫斑病、立枯性病害およびウイルス性病害が発生予察調査の対象病害となっている。このうち、べと病は最も広範囲で発生が確認されているが（過去 10 年の平均発生地点率 46%、宮城県病害虫防除所調査）、栽培現地において本病を対象にした薬剤防除はほとんど行われていない。その一方で、近年、複数のダイズ栽培地域において本葉での本病多発が確認され、防除要否の判断が求められている。しかし、本病に関する知見や防除体系の確立例は少ないうえに、発生には大きな品種間差があることが知られていることから、本県における品種あるいは育成系統（以下、品種・系統）について、本葉または子実での発生が 100 粒重に与える影響、そして発生の品種・系統間差および本葉と子実における発生の関係を調査した。その結果、本病の子実における被害は 100 粒重に影響することが示唆された。また、罹病株から採取した外観健全粒の 100 粒重は健全株のものと同等かそれ以下であり、本葉の罹病による収量への影響が確認された。また、本葉および子実におけるべと病の発生には大きな品種・系統間差が認められたが、粒厚区分によりその傾向は異なった。

【キーワード】ダイズ、べと病、被害粒、収量、品質

Key words: soybean, Downy mildew, damaged grain, yield, quality

諸 言

ダイズは、植物性タンパク源として、古くから日本国内で栽培されてきている。宮城県では、水田の転換作物として重要な位置を占め、2009 年度の作付面積は 11,500ha に達し¹⁾、基幹作物の一つとなっている。実需者からは安全でより品質の良いダイズが求められているが、ダイズは病害虫の発生が多い作物であり、品質を維持しながら効果的かつ効率的な防除体系を確立することは、栽培現地にとって重要な課題である。

ダイズべと病は、絶対寄生菌 *Peronospora manshurica* によって起こる種子伝染性の病害²⁾で、

葉および子実が発生する。本県で発生する主な子実病害には、べと病のほか、紫斑病やモザイク病があるが、宮城県病害虫防除所調査による過去 10 年（平成 12 年～同 21 年）の平均発生面積は、べと病が 1,101ha、紫斑病が 874ha、モザイク病が 18.3ha であり、本県のダイズ病害ではべと病が最も多発している¹⁾。

本病に侵されると早期落葉につながるほか、種子が汚染され商品価値が低下する。加えて、べと病による汚染粒（以下、汚染粒）は粒厚が小さくなり、収量にも影響を及ぼすことが明らかとなっており、感受性品種の無防除では、本病により 10～20%減収

するとの報告もある³⁾。

また、本病害には抵抗性品種の存在が確認されており、これまで多くの品種で本病抵抗性が調査されている⁴⁾⁵⁾。このように、本病については、伝染経路や発生生態、抵抗性機作などについての研究は行われてきているが、防除に関する知見は少なく、また、栽培現地でも本病を対象とした薬剤防除は行われていないのが現状である。その一方で、近年、本県の複数のダイズ栽培地域において本葉での本病の多発が確認され、子実での発生を抑制すべく防除要否の判断が求められている。要防除水準については、近年では、齋藤らの報告⁶⁾があるのみで、本県の栽培品種における知見はない。

そこで、本県における品種あるいは育成系統（育成系統とは本県で育成された系統ではない、以下、品種・系統）について、収量及び品質を考慮した要防除水準の確立のための基礎データを得る目的で、本葉または子実での発生が 100 粒重に与える影響、そして発生の品種・系統間差および本葉と子実における発生の関係を調査したので、ここに報告する。

報告に先立ち、現地試験には場を提供していただいた、仙台市七郷地区および同根白石地区の生産者の方々に対し、感謝の意を表す。

材料および方法

1. 本葉または子実での発生が収量に与える影響

1) 子実での発生が収量に与える影響

試験は 2007 年、古川農業試験場内圃場（以下、場内圃場）および県内の主要ダイズ栽培現地圃場（以下、現地圃場）で行った。

場内圃場試験では、奨励品種決定調査圃場（晩播区）に作付けされている品種・系統（6 品種 12 系統、以下、系統については A～L で表示）を供試した。このうち、粒度については、1 品種（コスズ）・3 系統は極小粒、4 品種（トモユタカ、タンレイ、あやこがね、タチナガハ）・9 系統は中粒、1 品種（ミヤギシロメ）は大粒種である。栽培期間を通して殺菌剤は使用せず、除草および中耕培土等の栽培管理は場内慣行とした。

成熟期に、各区から任意に 10 株をそれぞれ抜き取り、自然乾燥後、全子実を健全粒と汚染粒に分け、それぞれの 100 粒重を測定した。

現地圃場試験は、仙台市泉区根白石地区（以下、

根白石地区）および同市若林区七郷地区（以下、七郷地区）で行った。供試品種は、前者ではタンレイおよびミヤギシロメ、後者ではミヤギシロメとした。いずれも県内の主要作付け品種である。栽培管理は現地慣行とした。

成熟期に各圃場（根白石地区は両品種ともに各 5 圃場、七郷地区は 3 圃場）から任意に 10 茎、5 反復の計 50 茎をそれぞれ抜き取り、自然乾燥後、全子実をそれぞれの粒厚に合わせたふるい目（中粒 7.3mm、大粒 8.5mm）で選別し、ふるい目上およびふるい目下の汚染粒の割合を調査した。

2) 本葉での発生が健全粒の 100 粒重に与える影響

試験は 2007 年、場内圃場で行った。供試品種や栽培管理等は 1-1)と同様とした。

開花期頃の 8 月 22 日に、調査株の全葉を、上位葉、中位葉および下位葉に分け、それぞれ 3 複葉について、べと病の病斑数を計測した。調査株は各区 10 株とした。また、本葉での本病発生のない健全株を得るため、薬剤防除区を設け、同区内で、8 月 22 日の調査で本葉における本病発生が認められなかった株をチェックし、その後の感染を防ぐため、8 月 23 日にシモキサニル・ファモキサド水和剤 2,500 倍液を、10a あたり 300L 換算で散布した。その後、1-1)と同様に収穫作業を行い、罹病株（薬剤無防除区内株）および健全株（薬剤防除区内株）からサンプリングした健全粒について 100 粒重を測定し、本葉での本病発生の有無が健全粒の 100 粒重に与える影響について調査した。また、本葉での発生が認められた株については、病斑数と健全粒の 100 粒重との関係を解析した。

2. べと病発生に対する品種または系統間差の検討

試験は 2006 年および 2007 年の 2 か年、場内圃場で行った。試験圃場および供試品種または系統は 1-1)と同様に、奨励品種決定調査圃場（晩播区）に作付けされている品種・系統とした。なお、供試品種または系統数は、2006 年は 6 品種・10 系統、2007 年は 6 品種・12 系統とした。

調査は、各品種・系統あたり 5 株とした。本葉での調査方法は 1-1)と同様とし、両年ともに開花期に当たる 8 月 22 日に行った。収穫後の子実における調査についても、以下のとおりとした。すなわち、成熟期に、各区から任意に株を抜き取り、自然乾燥後、全粒について被害粒調査を行い、品種または系

統ごとに被害粒率を算出した。

3. 本葉および子実におけるべと病発生の関係

1) 場内圃場試験

2. で得られたデータを用い、本葉における発生から子実における発生が予測できるか否かを明らかにすることを目的に、両者における発生の関係を解析した。

なお、解析には、本葉での発生があった品種または系統を用いた。

2) 現地圃場試験

同様の試験を、2006年および2007年の2か年、1. と同様の現地圃場で行った。供試品種は以下のとおりとした。すなわち、2006年は、両地区ともにタンレイおよびミヤギシロメを、2007年については、根白石地区についてはタンレイおよびミヤギシロメを、七郷地区についてはミヤギシロメおよびあやこがねとした。

本葉における病斑の計測は、農作物有害動植物発生予察事業調査実施基準⁷⁾に従い、病斑面積率を調査した。

結果

1. 本葉または子実での発生が収量に与える影響

1) 子実での発生が収量に与える影響

場内試験では、3品種・3系統、すなわち、品種では、コスズ、タンレイおよびミヤギシロメ、系統ではC、I、Jについて、子実における汚染粒の発生が認められた。

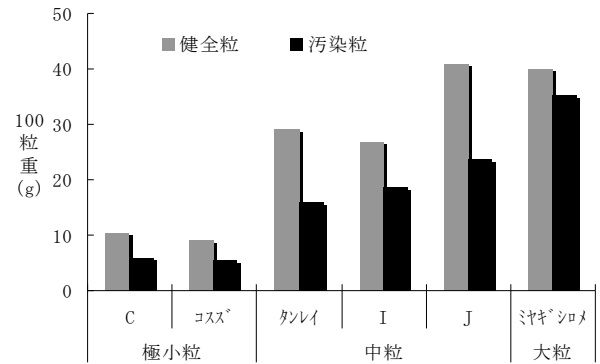
それぞれの健全粒および汚染粒の100粒重を第1図に示した。いずれの品種または系統でも、健全粒と比較して汚染粒の100粒重が低く、汚染粒の100粒重は健全粒の55~88%であった。また、その程度は、粒度が小さくなるほど顕著である傾向が認められた。

同様の傾向は現地試験でも認められ、13圃場中9圃場からのサンプルで、ふるい目下に汚染粒が多かった(第2図)。

2) 本葉での発生が収量に与える影響

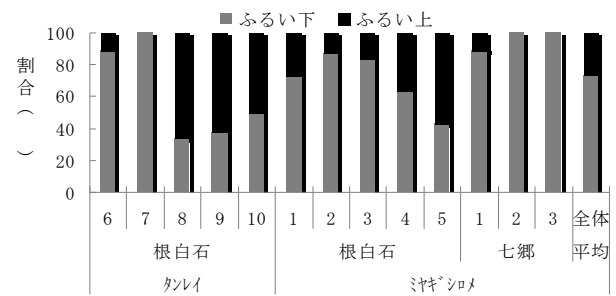
本葉でべと病の発生が認められた株から得られた健全粒の100粒重は、発生が認められなかった株から得られた健全粒と比較し、100粒重が同等か小さい傾向が認められ、傾向が最も顕著であったコスズで10%程度小さくなった(第1表)。また、本葉で

の本病の発生が多いほど、その株における健全粒の100粒重低下は顕著であった(第3図)。



第1図 健全粒および汚染粒の100粒重 (2007)

1) アルファベットは系統

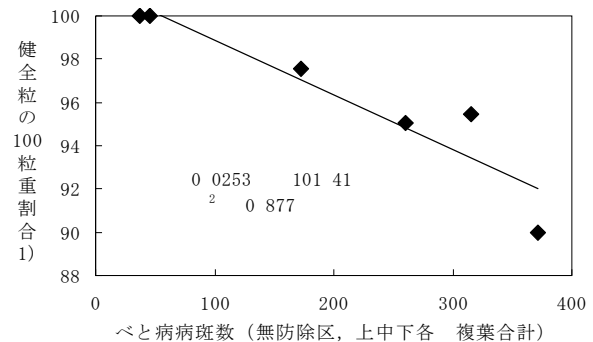


第2図 ふるい目別汚染粒の割合 (2007, 現地)

第1表 健全株または罹病株における健全粒の100粒重 (2007)

| 粒度 | 品種・系統 | 健全粒の100粒重(g) | |
|-----|--------|-------------------|-------------------|
| | | 罹病株 ¹⁾ | 健全株 ²⁾ |
| 極小粒 | C | 10.50 | 11.00 |
| | コスズ | 9.00 | 10.00 |
| 中粒 | タンレイ | 29.00 | 29.00 |
| | I | 26.80 | 28.20 |
| | J | 41.00 | 41.00 |
| 大粒 | ミヤギシロメ | 40.00 | 41.00 |

1) 薬剤防除区よりサンプリング (子葉における病斑なし)
2) 無防除区よりサンプリング (子葉における病斑あり)



第3図 本葉におけるべと病病斑数と健全粒の100粒重との関係 (2007)

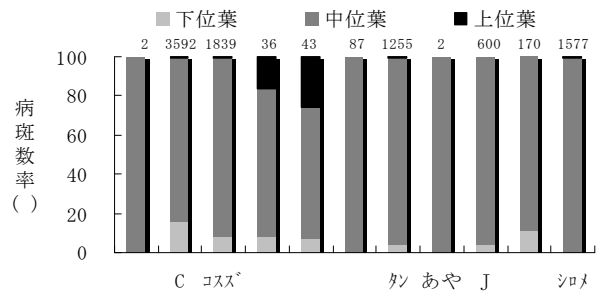
1) 防除区 (本葉における病斑なし) 健全粒100粒重に対する無防除区 (同病斑あり) 健全粒100粒重の割合

2. べと病発生に対する品種または系統間差の検討

本葉における病斑が確認された品種または系統について、試験を行った兩年の葉位別の病斑数率を第4図および第5図に示した。本葉におけるべと病の発生には大きな品種・系統間差が認められ、2006年は1品種・4系統、2007年は3品種・6系統については発生が全く認められなかった。病斑が認められた品種または系統についても、病斑数の差は大きく、2006年は系統Cで3,592、2007年はコスズで1,857と最も多かった。反対に最も少なかったのは、2006年はあやこがねで2、系統Dで12であった。現在の本県奨励品種では、2006年は、コスズ、タンレイおよびミヤギシロメでは病斑数が多かったが、タチナガハおよびあやこがねでは極少であった。2007年は、コスズでは病斑数が多く、タンレイおよびミヤギシロメでは中程度、タチナガハおよびあやこがねでは病斑が認められなかった。兩年とも、小粒品種・系統における病斑数が多い傾向があった。

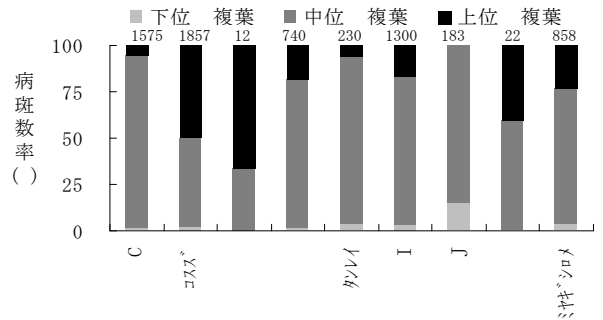
一方、兩年ともに、大部分の病斑は中位葉に集中する傾向にあり、病斑数が少ない品種または系統(9複葉×5株の病斑数が50以下)を除くと、最も低い品種で50% (2007年：品種コスズ)、最も高い品種では100% (2006年：品種トモユタカ)の病斑が中位葉に集中していた。このことから、調査の正確性を考慮し、汚染粒との関係解析には、いずれも中位葉における病斑数を用いることとした。

子実における発生状況を第6図および第7図に示した。本葉における発生と同様、品種または系統間差が大きく、2006年は4品種・3系統で、2007年は3品種・3系統でそれぞれ発生が認められた。最も汚染粒率が高かったのは、2006年は系統J、2007年は系統Iであった。反対に、発生が確認されなかったうち、最も被害粒率が低かったのは、2006年は系統K、2007年は系統Cであった。現在の本県奨励品種では、2006年は、タンレイおよびミヤギシロメでは被害粒率が比較的高かったが、タチナガハおよびあやこがねでは発生が確認されなかった。2007年は、ミヤギシロメでは2006年と同様被害粒率が低く、タンレイおよびコスズであり、2006年と同様、タチナガハおよびあやこがねでは発生が認められなかった。



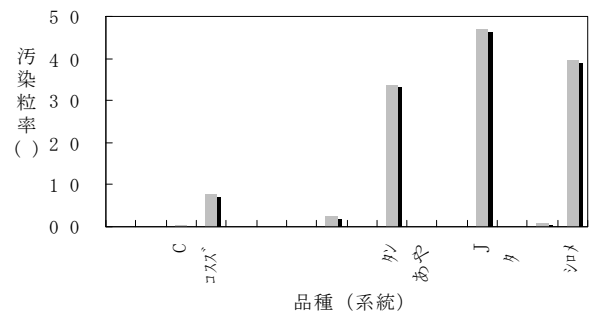
第4図 品種または系統別病斑数率(2006)

- 1) アルファベットは系統
- 2) は病斑数 (9複葉×5株)
- 3) 開花期調査



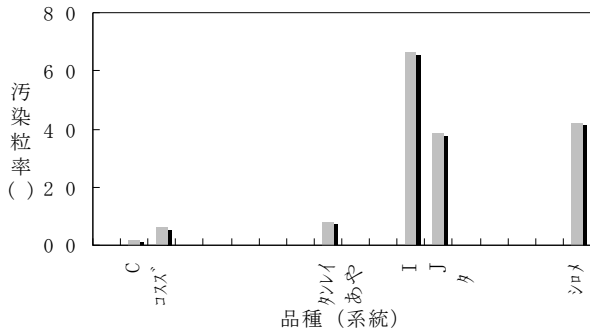
第5図 品種または系統別病斑数率(2007)

- 1) アルファベットは系統
- 2) は病斑数 (9複葉×5株)
- 3) 開花期調査



第6図 品種・系統別汚染粒率(2006)

- 1) アルファベットは系統
- 2) 収穫後調査



第7図 品種・系統別汚染粒率(2007)

- 1) アルファベットは系統
- 2) 収穫後調査

3. 本葉および子実におけるべと病発生との関係

1) 場内圃場試験

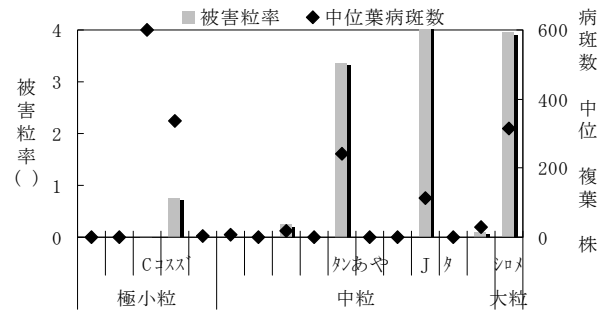
試験に供試したすべての品種・系統について、中位3複葉における株あたり病斑数と被害粒との関係を、第8図および第9図に示した。両年ともに、本葉での発生が認められなかった品種・系統については、いずれでも子実での発生も認められなかった。しかし、本葉での病斑が多かったにもかかわらず、子実での発生が比較的少なかった品種・系統が認められ、これらは極小粒品種・系統に中していた。中粒および大粒品種では、本葉における病斑数と被害粒との間には一定の傾向が認められた。

に、現在の本県奨励品種について、中位葉での病斑数とべと病粒率との関係を見ると、極小粒品種であるコスズについては同様の関係は認められなかったが、品種にれ、両者にはい の関が認められた。すなわち、2006年は、被害粒率 $0.013 \times (\text{株あたり中位 複葉病斑数})$ 0.0214 , $R^2=0.9958$, 2007年は、被害粒率 $(0.0334 \times \text{株あたり中位 複葉病斑数}) - 0.1033$, $R^2=0.9796$ の関係 が得られた (第10図, 第11図)。

2) 現地圃場試験

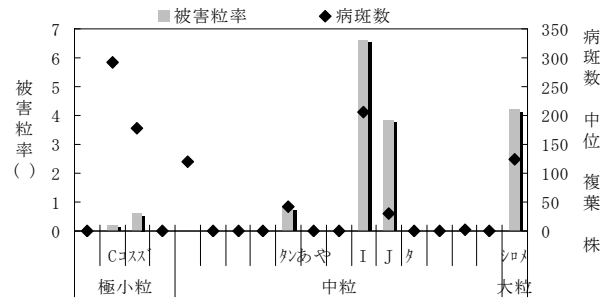
両地区の結果を合し、品種別の結果を第12図および第13図に示した。

両年ともに、株あたりの病斑面積率と被害粒率との間にはややい の関係が認められた。しかし、品種間差が認められ、両年ともにタンレイでの関係数は比較的小 (2006年: R^2 0.957, 2007年: R^2 0.7096), ミヤギシロメでは低かった (2006年: R^2 0.4285, 2007年: R^2 0.4598)。



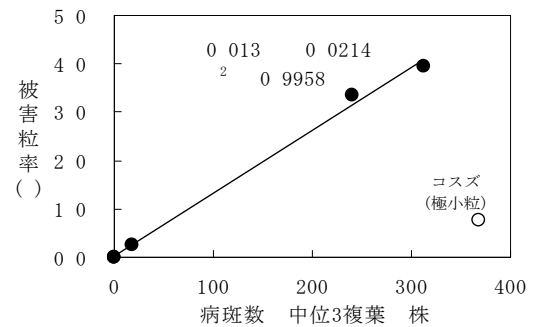
第8図 本葉におけるべと病病斑数と被害粒率の関係(2006)

- 1) アルファベットは系統

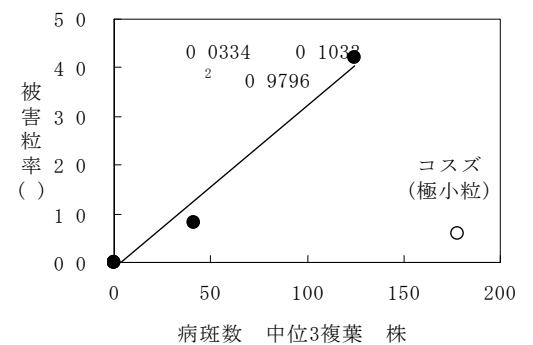


第9図 本葉におけるべと病病斑数と被害粒率の関係(2007)

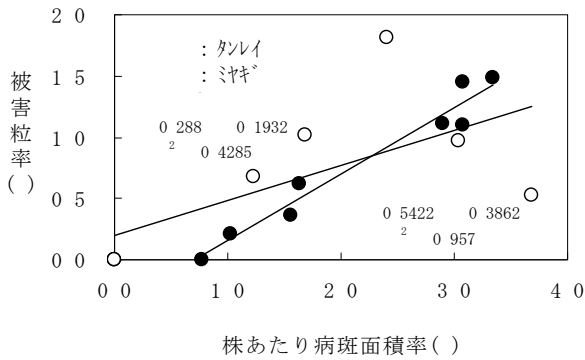
- 1) アルファベットは系統



第10図 県奨励品種の本葉におけるべと病病斑数と被害粒率の関係(2006)

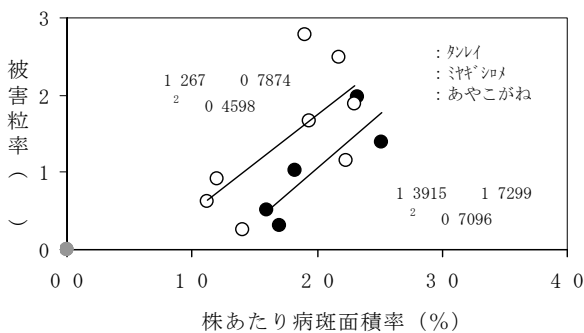


第11図 県奨励品種の本葉におけるべと病病斑数と被害粒率の関係(2007)



第 12 図 現地圃場における株あたり病斑面積率と被害粒率の関係(2006)

1)現地：仙台市泉区根白石および同市若林区七郷



第 13 図 現地圃場における株あたり病斑面積率と被害粒率の関係(2007)

1)現地：仙台市泉区根白石および同市若林区七郷

考 察

ダイズべと病は、これまで、主に葉に発生する病害であり、収量には大きく影響しないとされてきたことから、大きくクローズアップされることのない病害であった。そのため、本病害に関する知見は決して多いとはいえない状況であった。

しかし、これまでの研究で、子と菌が表に付し汚染粒となり商品価値が著しく下がること、被害粒は健全粒に比べて粒厚が小さいこと等が明らかとなり、安全で品質の良いダイズを求められる現在、品質については、より商品価値の高い大などでは、本病による商品価値の低下がクローズアップされてきている。

また、本病害に対しては品種間差が大きいことが知られている(5, 8)。これらの知見を合わせ、一品種では、本葉での発生と汚染粒の発生の関係が明らかにされ、要防除水準も確立されている(6, 9)。

本研究では、これらの知見をもとに、本県にお

ける品種・系統について、収量および品質を考慮した要防除水準の確立のための基礎データを得る目的で、本葉または子実での発生が100粒重に与える影響、そして発生の品種・系統間差および本葉と子実における発生の関係を調査した。

その結果、これまでの知見と同様、いずれの品種・系統でも、健全粒と比較して汚染粒の100粒重が低く、汚染粒は品質だけでなく収量にも影響することが明らかとなった。そして、多くの汚染粒はふるい目選別により除去できることも明らかになった。加えて、その程度は、粒厚が小さいほど顕著であり、極小粒品種については、本病の収量に対する影響がより大きいことが示唆された。

一方、本病に罹病していない健全粒であっても、本葉で病斑が成された株(罹病株)から採取されたものについては、そうでない株から採取された健全粒と比較して100粒重が小さく、その程度は本葉での発生に比例して顕著であり、極小粒品種であるコスズで最も顕著であった。このことは、本病の本葉での発生は、株内における健全粒の粒厚に影響を及ぼしていること、すなわち、本病による減収を防ぐためには、本葉における発生も抑制する必要があることを示すものである。

また、極小粒品種において、本葉におけるべと病が多発することは、報告してはいないものの以前から栽培現地で確認されており、本試験でも同様の結果が得られた。べと病の被害として、発病がしいときは、葉はちうして落ちることが知られているが、極小粒品種では、この現象により、子実への分供が分となり、健全粒の大を抑制していることも察された。

ただし、それらのメカニズムについてはの不明であり、過去にも報告例がないことから大興く、後の研究が必要であると考えられた。

また、前したように、本病に対するダイズの品種抵抗性に関する報告はいくつかあるが(5, 8)、本県で栽培を奨励している品種、そして後奨励する性のある系統に関する知見はなかったことから、本葉および子実における本病の発生調査を行った。その結果、やはり品種・系統間差が大きく、全く発生しない品種・系統から、しく発生する品種・系統まで確認され、発生程度は大きく異なった。中

でも、現在県内で栽培されている品種について、子実での汚染粒割合を見ると、ミヤギシロメ、タンレイ、コスズの で発生が多く、タチナガハおよび あやこがね では発生が認められなく、明らかな品種間差が認められた。この結果は、 後、現地で栽培、そして奨励するダイズ品種を選 する上での一 となると考えられる。

前 のとおり、本病害に対しては一 品種について要防除水準が確立されているが、本県で栽培されている品種、あるいは栽培される 性がある系統については、その知見はなかった。そこで、各品種・系統の本葉における発生と子実における発生との関係について解析した。その結果、多くの品種・系統では、両者の発生に の 関関係が認められたが、極小粒品種ではその傾向が認められなかった。すなわち、極小粒品種では、本葉での病斑が多かったにもかかわらず、子実での発生が比較的少なかった品種・系統が多く認められた。このことも、前 のように極小粒品種では本葉における病斑数が極 に多いことが影響していることが考えられた。すなわち、極小粒品種では、発生 期の から に病斑が し、病斑数を調査した開花期の調査では落葉した葉もあり、 品種との比較 価には していなかったことも考えられたが、 は明らかではない。

本研究の最 目的は、現地から求められている要防除水準の確立であったが、本病に関するこれまでの知見が少なく、同水準を確立する前提として、本病害の実害について明らかにし、品種間差を明らかにする 要があった。そのため、現 では、極小粒品種を除き、本葉での発生と子実での発生に の 関関係が認められたが、年 間差および品種間差が大きく、品種・系統すべてに 通した要防除水準は確立できなかった。

後は、 得られたデータを基礎データとし、各品種・系統の抵抗性を ンク分けし、 ンクごと、そして であれ 熟期ごとに要防除水準を確立することが であると考えられる。

要 約

本県で栽培されているダイズ品種・系統について、本葉または子実での発生が 100 粒重に与える影響、そして発生の品種・系統間差および本葉と子実にお

ける発生の関係を調査したとこ、本病の子実における被害は収量に影響することが明らかとなった。また、本葉の罹病による収量への影響が確認された。本葉および子実におけるべと病の発生には大きな品種・系統間差が認められたが、粒厚区分によりその傾向は異なった。

引用文献

- 1) 宮城県病害虫防除所. 2010. 平成 21 年度宮城県植物防 年報. pp. 4.
- 2) 葉 興. 1982. ダイズべと病の伝染経路. 植物防 36 : 403-406.
- 3) Dunleavy , J . M. 1987. Yield reduction in soybeans caused by downy mildew. Plant Dis. 71 : 1112-1114.
- 4) 上 一・本 . 1977. ダイズべと病に対する抵抗性の品種間差異. 農試研報 55 : 229-234.
- 5) . . 1980. ダイズべと病に対する品種の反 について. 日本病虫研報 31 : 67-68.
- 6) 齋藤 子・石川 ・小 . 2000. ダイズべと病の要防除水準の設定とそれに基づいた防除. 日本病虫研報 51 : 33-36.
- 7) 宮城県. 2002. 農作物有害動植物発生予察事業調査実施基準. pp. 116-117.
- 8) 齋藤 子・石川 . 1999. ダイズ品種のダイズべと病抵抗性の比較 (要). 日本植物病理報 65 : 698.
- 9) 小 ・内 ・向原 . 1998. 大におけるべと病の発病と汚染発生との関係. (要). 日本植物病理 報 64 : 334.

Studies of Integrated Pest Management System of the Major Insect Pests and Diseases of Soybean in Miyagi Prefecture

5. Damaged by Downy Mildew and Infestation of Compound Leaves and Grains of Soybean Cultivars and Strains in Miyagi Prefecture

Atsushi OHBA, and Hiroyuki TAKIZAWA

Summary

The reaction of various soybean varieties and strains grown in Miyagi Prefecture to downy mildew was examined in a by field test for two years. The test was to determine the relationships of lesions in compound leaves with grain weight and grain disease level. Downy mildew reduces not only disease grain particle size to but also healthy grain particle size in diseased hills.

The damage of grains and disease manifestation in compound leaves affected the yield. The compound leaves showed lesions for five varieties (i.e. Kosuzu, Tomoyutaka, Tanrei, Ayakogane and Miyagisirome) and eight strains (i.e. strains A, C, D, E, I, J, K and M). The small-grain variety and strain (Kosuzu and strain C , respectively) showed severe lesions on the compound leaves. Among the varieties, only Tomoyutaka showed no symptoms on its compound leaves. The damaged grains were observed in three varieties (i.e. Kosuzu, Tanrei and Miyagisirome) and four strains (i.e. Strains C, I, J and K). Among the varieties, Ayakogane, Tatinagaha, and Tomoyutaka showed no damaged grains. The lesions concentrated in compound leaves during the flowering stage.